

## DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SOFTWARE PARA EL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN INSTITUCIONES Y EMPRESAS DEL MUNICIPIO DE HONDA - TOLIMA

Design and implementation of a software for the handling of solid waste in institutions and companies of the municipality of Honda Tolima

*Ing. Msc. Giovanni Andrés Vargas Galván, Ing.Esp Jorge Enrique Jurado Bolívar, Mg. Francisca Barragán Galindo.*

Dirección Programa Tecnología Ambiental, Coreducación. Honda, Colombia

gestionambiental@coreducacion.edu.co, sistemas@coreducacion.edu.co, investigacion@coreducacion.edu.co

**Cómo citar este artículo:** Vargas, G., Jurado, J., y Barragán, F. (2018) diseño e implementación de un software para el manejo de residuos sólidos en instituciones y empresas del municipio de Honda - Tolima., Revista INNOVA ITFIP, 3 (1), 64-74

**Recibido:** Junio de 2018 - **Aprobado:** Noviembre de 2018

---

### Resumen

El desarrollo y el avance de la sociedad han obligado a la adopción de medidas que vayan de la mano con el medio ambiente. Un mal manejo de los residuos implicaría una serie de perjuicios que por medio de vectores sanitarios propagarían una serie de enfermedades al hombre y dañarían notablemente al medio ambiente.

En Colombia, la problemática de los residuos sólidos es grande; esto, debido a la alta producción per cápita (kilogramo/habitante/día) que es de 0.5 Kg. /hab./día aproximadamente, variando de 1 Kg. /hab./día en las grandes ciudades hasta 0.2 Kg. /hab./día en las poblaciones rurales (Puerta Echeverri, 2004).

Teniendo en cuenta lo anterior, se propone la elaboración de un software que permita el manejo de los residuos sólidos en instituciones (educativas y de servicios) y empresas en el municipio de Honda; el cual, tiene inicialmente una caracterización de los mismos, la cual es una herramienta de trabajo que permite conocer el elemento con el que se trabaja, y con este conocimiento se está en condiciones de establecer una mejor disposición final en cuanto a su manejo, logrando a su vez una optimización de los recursos disponibles para tales efectos (Silva, 2013).

De igual forma, el proyecto genera los siguientes beneficios:

**Económicos:** Aprovechamiento y recuperación de los residuos sólidos al sistema productivo, esto a través de la venta del reciclaje o elaboración de subproductos como el abono, generando con ello también diversas fuentes de empleo para las personas en el municipio de Honda.

**Sociales:** Formación de talento humano que permita generar una cultura ambiental a la comunidad en general, la cual incluye a las instituciones educativas y que pueden servir como vehículo para replicar dicho manejo a los hogares de los estudiantes, docentes y administrativos; además, transversalizar la educación ambiental en el currículo del programa de Tecnología ambiental de Coreducación.

**Ambientales:** Disminuir la contaminación que generan los desechos y lixiviados; la cual, es causante de enfermedades respiratorias y enfermedades gastrointestinales (Bonfanti, 2004).

**Operacionales y organizacionales:** Crear un comité ambiental que sirva de veedor para este tipo de problemáticas por parte de los gobiernos municipales; además, no se sensibiliza a los habitantes acerca de políticas de reciclaje y que sería el administrador del software de información, permitiendo con ello la toma de decisiones basado en datos reales y precisos.

**Palabras Clave:** Residuos sólidos, software, medio ambiente, estrategias de aprovechamiento de residuos, Educación Ambiental.

## Abstract

The development and advancement of society have forced the adoption of measures that go hand in hand with the environment. A bad handling of the waste would imply a series of damages that by means of sanitary vectors would spread a series of diseases to the man and would significantly damage to the environment.

In Colombia, the problem of solid waste is great; this, due to the high production per capita (kilogram / inhabitant / day) that is 0.5 Kg. /hab./day approximately, varying from 1 Kg. /hab./day in large cities to 0.2 Kg. /hab. / day in rural populations (Puerta Echeverri, 2004).

Taking into account the above, it is proposed the development of a software that allows the management of solid waste in institutions (educational and services) and companies in the municipality of Honda; which, initially has a characterization of them, which is a work tool that allows to know the element with which you work, and with this knowledge you are in a position to establish a better final disposition regarding its management, achieving At the same time, an optimization of the resources available for such effects (Silva, 2013).

In the same way, the project generates the following benefits:

**Economic:** Use and recovery of solid waste to the productive system, this through the sale of recycling or production of by-products such as fertilizer, thereby generating various sources of employment for people in the municipality of Honda.

**Social:** Human talent training that allows generating an environmental culture to the community in general, which includes educational institutions and that can serve as a vehicle to replicate such management to the homes of students, teachers and administrators; In addition, mainstream environmental education into the curriculum of the Environmental Technology program of Coreducación.

**Environmental:** Reduce the pollution generated by waste and leachate; which is a cause of respiratory diseases and gastrointestinal diseases (Bonfanti, 2004).

**Operational and organizational:** Create an environmental committee that serves as a veedor for this type of problem by the municipal governments; In addition, the inhabitants are not made aware of recycling policies and would be the administrator of the information software, thus allowing decision-making based on real and accurate data

**Keywords:** Solid waste, software, environment, waste management strategies, Environmental Education

---

## 1. Introducción

La actividad humana ha generado un impacto ambiental a mayor escala lo que repercute en los medios físicos, biológicos y socioeconómicos ejerciendo mayor presión sobre los recursos naturales afectando ecosistemas; fuentes de agua, el aire, los suelos, flora, fauna y afectación en la salud del ser humano. Esto trae consigo una problemática asociada a una excesiva utilización de recursos y la emisión de contaminantes, aspectos en los que la educación ciudadana juega un importante papel, puesto que el deterioro del planeta exige la toma de conciencia y la colaboración de todos para poner en práctica estrategias de solución y/o mitigación de los impactos causados por dicha problemática (Duarte Quesada, 2006). Por lo tanto, en Colombia la problemática de los residuos sólidos es amplia debido a que la producción per cápita cuenta con un 0.5 Kg/hab./día generado en las grandes ciudades (Puerta Echeverri, 2004). Así mismo, el incremento de la población humana va generando cambios en los hábitos del consumo de las personas que hace que se generen no solo impactos en el medio ambiente, sino que también se vea afectado el factor

económico y social los cuales la falta de cultura de los ciudadanos, y la variación de pérdidas o aumentos de alimentos hace que no se produzca un manejo adecuado de los residuos orgánicos.

De igual forma, en el municipio de Honda Tolima se tiene datos estimados de la cantidad de residuos sólidos en algunos barrios que oscilan entre 226,85 y 54,93 kg/mes (Vargas Galván, 2017) y a nivel de municipio que son de 25 Ton/día (Gutiérrez León, 2016); además, también se tienen un PGIRS de la ciudad que no está operando, por tanto no promueve una adecuada educación ambiental desde las instituciones educativas y las empresas; las cuales, no contemplan un adecuado sistema de recolección y tratamiento de residuos sólidos por parte de las personas y la misma entidad. También, se evidencia que algunas empresas o instituciones generan el reciclaje y la venta; sin embargo, no hay indicadores de la reducción de residuos sólidos o proyecciones con respecto al aumento del mismo a través de análisis estadísticos y comparativos entre otras instituciones del mismo gremio.

Este proyecto, se elabora a partir de la gestión de los residuos sólidos que incluye la caracterización, elaboración de propuesta y un PGIRS; el cual, permitirá realizar el control y monitoreo de indicadores de producción y aprovechamiento de los residuos en las instituciones y empresas del municipio de Honda y posteriormente a nivel nacional; además contará con la formación de talento humano y la integración en el caso de las instituciones educativas en el currículo de asignaturas como Biología, Química, Matemáticas Básicas, Estadística, Contabilidad básica, Residuos Sólidos, entre otras.

De igual modo, se cuenta con la siguiente metodología para obtener el compost: Caracterización de los residuos sólidos a través de muestreo y análisis estadístico con trabajo de campo, la elaboración de estrategias de aprovechamiento como programas de reciclaje, compostaje, lombricultura, políticas de papel cero, biodigestores, manualidades, política RAEE y residuos peligrosos, formación de talento humano, entre otras, finalmente se propone la elaboración de un PGIRS y un sistema de información que permita la gestión de forma oportuna y ágil; además, realizar el control de los indicadores en el tiempo y por último información de capacitación, en el caso de las instituciones educativas también permitirá realizar y descargar datos y un manual de integración de los mismos a las asignaturas de forma transversal.

## 2. Objetivo General.

- Elaborar un software que permita el manejo de los residuos sólidos en instituciones educativas y empresas en el municipio de Honda Tolima.

### 2.1. Objetivos Específicos.

- Caracterizar los tipos de residuos sólidos que se pueden encontrar en una institución o empresa del municipio.
- Elaborar estrategias de aprovechamientos o tratamiento de los residuos sólidos caracterizados; las cuales, incluyan educación ambiental y formación de talento humano en las instituciones y empresas.
- Diseñar un software de manejo de los residuos sólidos caracterizados.
- Implementar el software diseñado
- Realizar la prueba piloto con base a datos de trabajos elaborados en instituciones (Educativas y de servicios) y empresas (Hospital, Terminal de Transportes, entre otras).

## 3. Fundamentación Conceptual

- Residuos Sólidos.

El residuo sólido es cualquier objeto, material, sustancia o elemento principalmente sólido resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales o

de servicios (Guerra, 2012). Su Clasificación general es la siguiente (Presidente de la República, 2013)

- Residuo Aprovechable: Cualquier material, objeto, sustancia o elemento que no tiene valor para quien lo genera, pero se puede incorporar nuevamente a un proceso productivo.
- Residuo No Aprovechable: Todo material o sustancia que no ofrece ninguna posibilidad de aprovechamiento, reutilización o reincorporación a un proceso productivo. No tienen ningún valor comercial, por lo tanto, requieren disposición final.
- Residuo orgánico biodegradable: Son aquellos que tienen la característica de poder desintegrarse o degradarse rápidamente, transformándose en otro tipo de materia orgánica. Ejemplo: Los restos de comida, de fruta, cáscaras, carnes, huevos.
- Residuos Peligrosos: Es aquel residuo o desecho que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, infecciosas o radiactivas puede causar riesgo a la salud humana y el ambiente. Así mismo, se considera residuo o desecho peligroso los envases, empaques o embalajes que hayan estado en contacto con ellos.
- Residuos Especiales: Residuos sólidos que por su calidad, cantidad, magnitud, volumen o peso pueden presentar peligros y, por lo tanto, requiere un manejo especial. Incluye a los residuos con plazos de consumo expirados, desechos de establecimientos que utilizan sustancias peligrosas, lodos, residuos voluminosos o pesados que, con autorización o ilícitamente, son manejados conjuntamente con los residuos sólidos municipales.
- Residuos objeto de Pos consumo. Son residuos especiales que pueden generar por sus componentes cierto grado de peligrosidad si se hace una inadecuada gestión, por ejemplo: Restos de Aparatos eléctricos y Electrónicos – RAES, empaques y embalajes de pesticidas, envases presurizados, bombillas ahorradoras de energía, medicamentos vencidos o parcialmente consumidos, pilas y baterías, entre otros.

Por otro lado, para hacer la separación desde la fuente de los residuos sólidos se requiere educar al generador y más allá de decirle que con eso salvará al planeta es poderle generar un nuevo hábito (un nuevo aprendizaje) para que logre mantenerse en la labor de separar sus residuos. Debemos separarlos de tal forma que no se contaminen con otros residuos, cosa que usualmente pasa cuando se mezcla el papel con los envases que suelen contener líquidos que terminan afectando la calidad del papel (Norma Técnica Colombiana GTC 24, 2009). En la figura 1, se evidencia el color de los contenedores y el tipo de residuos que debe ir en él.



**Figura 1.** Clasificación de residuos GTC 24.

**Fuente.** Norma Técnica Colombiana GTC 24. Año 2009. Disponible en: <http://www.bogotaturismo.gov.co/sites/intranet.bogotaturismo.gov.co/files/GTC%2024%20DE%202009.pdf>.

Así mismo, en la tabla 1, se observa las técnicas de recuperación y aprovechamiento de los residuos sólidos.

**Tabla 1.** Clasificación de los residuos sólidos según la GTC 24 DE 2009.

| Tipo          | Clasificación            | Ejemplo  | Técnica  |
|---------------|--------------------------|--|--|
| No peligrosos | Aprovechables            | Papeles: archivo, kraft, cartulina, periódico. Cartón y plegadiza. Vidrio. Plástico: envases, sucio, bolsas, vasos, PET. Metales. Tetra pack                 | Reciclaje<br>Reutilización<br>Manualidades                       |
|               | No aprovechables         | Papel Tissue: higiénico, servilletas, toallas de mano, pañales. Papel encerado y metalizado. Cerámicas. Material de barrido. Colillas de cigarrillo. Icopor. | Disposición final  |
|               | Orgánicos biodegradables | Residuos de comida. Material vegetal   | Compostaje<br>Lombricultivo<br>Biodigestores                     |
| Peligrosos    |                          | Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE). Pilas y baterías. Químicos. Medicamentos. Aceites usados. Biológicos                                  | Tratamiento<br>Incineración<br>Disposición en celda de seguridad |
| Especiales    |                          | Escombros. Llantas. Colchones. Muebles. Estantes. Lodos  | especial de recolección<br>Servicio                              |

**Fuente.** Norma Técnica Colombiana GTC 24. Año 2009. Disponible en: <http://www.bogotaturismo.gov.co/sites/intranet.bogotaturismo.gov.co/files/GTC%2024%20DE%202009.pdf>

➤ **Educación Ambiental.** Vásquez Rodríguez (2015), en su artículo “Importancia de la educación ambiental para lograr la protección y el cuidado del medio ambiente”, expresa que el medio ambiente es el entorno en el cual una entidad opera, donde se incluyen el aire, el agua, la tierra, los recursos naturales, la flora, la fauna, los seres humanos y sus interrelaciones, o sea, su impacto ambiental. De igual forma, la educación ambiental para Frers (2010): “más allá de la educación tradicional, es decir, del simple hecho de impartir un conocimiento, la educación ambiental relaciona al hombre con su ambiente, con su entorno y busca un cambio de actitud,

una toma de conciencia sobre la importancia de conservar para el futuro y para mejorar nuestra calidad de vida. La adopción de una actitud consciente ante el medio que nos rodea, y del cual formamos parte indisoluble, depende en gran medida de la enseñanza y la educación de la niñez y la juventud. Por esta razón, corresponde a la pedagogía y a la escuela desempeñar un papel fundamental en este proceso”.

La UNESCO (2013) en el tema de Educación Ambiental afirma: “ésta tiene como objetivos la formación de los individuos para conocer y reconocer las interacciones

entre lo que hay de natural y de social en su entorno, y para actuar en ese entorno. Intentando no imprimir a sus actividades, orientaciones que pongan en grave deterioro el equilibrio que los procesos naturales han desarrollado, haciendo posible la existencia de una calidad ambiental

- **Educación Ambiental.** Vásquez Rodríguez (2015), en su artículo “Importancia de la educación ambiental para lograr la protección y el cuidado del medio ambiente”, expresa que el medio ambiente es el entorno en el cual una entidad opera, donde se incluyen el aire, el agua, la tierra, los recursos naturales, la flora, la fauna, los seres humanos y sus interrelaciones, o sea, su impacto ambiental. De igual forma, la educación ambiental para Frers (2010): “más allá de la educación tradicional, es decir, del simple hecho de impartir un conocimiento, la educación ambiental relaciona al hombre con su ambiente, con su entorno y busca un cambio de actitud, una toma de conciencia sobre la importancia de conservar para el futuro y para mejorar nuestra calidad de vida. La adopción de una actitud consciente ante el medio que nos rodea, y del cual formamos parte indisoluble, depende en gran medida de la enseñanza y la educación de la niñez y la juventud. Por esta razón, corresponde a la pedagogía y a la escuela desempeñar un papel fundamental en este proceso”.

La UNESCO (2013) en el tema de Educación Ambiental afirma: “ésta tiene como objetivos la formación de los individuos para conocer y reconocer las interacciones entre lo que hay de natural y de social en su entorno, y para actuar en ese entorno. Intentando no imprimir a sus actividades, orientaciones que pongan en grave deterioro el equilibrio que los procesos naturales han desarrollado, haciendo posible la existencia de una calidad ambiental idónea para el desarrollo de la vida humana. Es necesario abordar la temática del cuidado del medio ambiente con la seriedad necesaria para poder revertir los hábitos que causaron daños, hasta la fecha, a nuestro planeta. Es necesario incorporar la idea que con el correr del tiempo y manteniendo comportamientos perjudiciales hacia el ambiente vamos perdiendo la oportunidad de tener una mejor calidad de vida, vamos deteriorando nuestro planeta y a los seres que habitan en él”.

#### **Los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos – PGIRS.**

De acuerdo con Guerra (2012), el PGIRS es el conjunto de operaciones y disposiciones encaminadas a dar a los residuos producidos el destino más adecuado desde el punto de vista ambiental, de acuerdo con sus características, volumen, procedencia, costos, tratamiento, posibilidades de recuperación, aprovechamiento, comercialización y disposición final; además, los PGIRS pretenden facilitar los

procesos educativos, de separación en la fuente, de recolección, transporte, tratamiento, comercialización y disposición final de la totalidad de los residuos sólidos que se generan.

En este programa tiene gran importancia el componente educativo y de sensibilización dirigido a la comunidad con el fin de cambiar la cultura y los hábitos consumistas que hasta ahora se traducen en problemas ambientales y de salud por el mal manejo de los residuos sólidos.

#### **4. Fundamentación Teórica**

##### ➤ **Técnicas de Caracterización de Residuos Sólidos.**

A continuación, se describen algunos de los métodos generales para determinar las cantidades de residuos sólidos urbanos, RSU, entre los cuales están:

- **Análisis de Pesada Total.** Se pesan la totalidad de los residuos que llegan a las instalaciones de tratamiento o vertido, (Gallardo Izquierdo, 2000). También se le llama análisis del número de cargas que implica el pesaje en básculas de un número de cargas que llegan a los lugares de tratamiento o disposición final en un periodo determinado. Las tasas de generación por unidad se determinan utilizando datos de campo (Tchobanoglous et al., 1994).
- **Análisis Peso Volumen.** En este método se determina el peso y el volumen de las cargas que llegan a las instalaciones de tratamiento o vertido, con lo que se puede conseguir las densidades suelta y compactada. En base al volumen de carga de los camiones se puede determinar el peso y en base a la densidad se puede tener una idea del tipo de material contenido en los camiones de carga, este aspecto es muy utilizado en la recepción de residuos en plantas de tratamiento de residuos de construcción y demolición. También es muy utilizado para el diseño de Eco parques (Runfola & Gallardo, 2009).
- **Análisis de Balance de Masas.** Es la mejor forma de determinar la generación y el movimiento de residuos con cierto grado de fiabilidad. Consiste en identificar las entradas y salidas de materiales de un sistema limitado. El método se torna muy complejo debido a que se necesita una gran cantidad de datos, muchos de ellos no disponibles (Gallardo Izquierdo, 2000). Para la aplicación de un balance de masas se requiere conocer las fronteras del sistema, las actividades que cruzan u ocurren dentro del mismo y la generación de residuos sólidos asociada con las actividades del sistema (Buenrostro, Bernache, & Bocco, 1999).
- **Análisis por muestreo estadístico.** Este método implica la toma de un número representativo de muestras de residuos sólidos de alguna de las fuentes, durante un tiempo,

determinándose los pesos totales y de sus componentes y a partir de un análisis estadístico se determinan la tasa de generación y la composición. El número de muestras dependerá de la precisión que se quiera alcanzar, aplicándose métodos estadísticos (Gallardo Izquierdo, 2000).

#### ➤ **Aspecto Normativo**

La normatividad en materia de residuos sólidos es amplia debido a que abarca leyes políticas, decretos y resoluciones, entre otros, tendientes a reglamentar la Gestión Integral de los Residuos Sólidos en Colombia. A continuación, se resumen en orden cronológico:

- Ley 142 de 1994. Elaborada por Congreso de la República de Colombia. Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios donde se incluye el servicio público de aseo y se dictan otras disposiciones.
- Decreto 605 de 1996. Por medio del cual se establecen los lineamientos para la adecuada prestación de un servicio de aseo desde su generación, almacenamiento, recolección y transporte, transferencia hasta su disposición final y las prohibiciones y sanciones en relación con la prestación del servicio público domiciliario de aseo (Capítulo I del título IV).
- Resolución 1096 de 2000. Expedida por el Ministerio de Desarrollo Económico, por el cual se adopta el Reglamento Técnico del sector de agua potable y saneamiento básico- RAS.
- Resolución 201 de 2001. Expedida por la comisión de regulación de agua potable y saneamiento básico. Por la cual se establecen las condiciones para la elaboración, actualización y evaluación de los planes de gestión y resultados.
- Decreto 005 de enero 7 de 2003. Elaborado por el Municipio de Medellín. Por medio del cual se establecen medidas de cultura ciudadana y de manejo ambiental para prevenir y evitar estados de emergencia sanitaria en la ciudad, obligando a los domicilios de Medellín a separar las basuras en recipientes que contengan diferencialmente los materiales orgánicos de los inorgánicos, a partir de enero 15 del 2003 y dentro de los próximos 70 días.
- Decreto 1505 del 4 de junio de 2003. Elaborado por la Presidencia de la República de Colombia. Por el cual se modifica parcialmente Decreto 1713 de 2002 en relación con los planes de gestión integral de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones.
- Resolución 1045 del 26 de septiembre de 2003. Elaborada por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Por la cual se adopta la metodología para la elaboración de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos, PGIRS, y se toman otras determinaciones.

- Decreto 838 de 2005. Elaborado por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos, consideraciones ambientales sobre rellenos sanitarios, fomento a la regionalización de los rellenos sanitarios y se dictan otras disposiciones.

### **5. Materiales y Método**

#### **Selección de la Muestra.**

- La muestra se selecciona por el método de muestreo simple aleatorio, que consiste en escoger de las unidades muestrales un total de N viviendas, de tal modo que cada una tenga la misma posibilidad de ser escogida.
- Esto se realiza con una tabla de números aleatorios, una calculadora o balotas numeradas desde el 1 hasta N en una urna, mezclándolos y tomando al azar n de ellos.
- El valor de “n” es el tamaño de la muestra y debe haber sido definido anteriormente.

#### **Metodología**

La investigación es aplicada con corte experimental, un alcance descriptivo y un enfoque cuantitativo (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2010), puesto que permite la caracterización y elaboración de estrategias para el aprovechamiento de residuos sólidos (que incluya la formación de talento humano y la creación de conciencia ambiental) a través de la recopilación de información y el análisis estadístico de los mismos y la sistematización de dicha información en un aplicativo o sistema de información web; el cual, permita crear en las instituciones o empresas un Plan de Gestión de Residuos Sólidos (PGIRS); además, se medirán indicadores como el per cápita u otros que se requieran para su adecuado funcionamiento.

Por otro lado, la idea es que en instituciones educativas se pueda integrar al currículo de asignaturas como Matemáticas Básicas, Estadística básica, Biología, Química, Ecología y Contabilidad, todos los datos obtenidos para su tratamiento e incorporación desde educación primaria hasta educación superior, logrando con ellos en los estudiantes competencias del saber hacer y una generación y replica de los conocimientos aprendidos a través de la educación ambiental transversalizada.

De igual forma, para la recopilación de información se utilizarán fuentes primarias a través del trabajo de campo con estudiantes y docentes de Coreducación (estudios realizados



en la universidad y otras empresas o instituciones y barrios), fuentes secundarias y terciarias a través de libros, Journals, artículos de revistas especializadas, entre otras.

Las fases de trabajo de la investigación serán:

- **Fase I.** Recopilación de información que permita caracterizar los tipos de residuos sólidos en las instituciones y empresas del municipio de Honda.
- **Fase II:** Elaboración de estrategias de aprovechamiento o tratamiento de los residuos sólidos caracterizados.
- **Fase III.** Diseño e implementación del software de manejo de residuos sólidos.
- **Fase IV.** Realizar la prueba piloto a una institución educativa (Universidad Coreducación y su Colegio Técnico Bilingüe) y una empresa (Hospital San Juan de Dios) del software implementado.

## 6. Resultados

### Caracterización de los tipos de residuos sólidos que se pueden encontrar en una institución o empresa del municipio.

El objetivo de esta investigación fue conocer la cantidad de residuos que se generan en el campus del Instituto Tecnológico de Tepic (ITT), así como el potencial de la caracterización y reciclaje de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU). Los productos de los RSU, fueron Clasificados durante doce días dividiendo el área en dos zonas: "A") denominada centro comunitario, se encuentran edificios académicos, edificios administrativos, biblioteca, baños, el comedor, cafetería, jardines y corredores; zona "B"), comprende edificios administrativos, académicos, laboratorios, talleres, baños, jardines y corredores. La cantidad total de RSU, generada durante este tiempo fue de 894.37 Kg. Los productos estaban compuestos para la zona A: 30 % papel y cartón, 16 % residuos orgánicos, 27 % botellas de tereftalato de polietileno (PET), 4 % metales, 15 % botellas y envases de vidrio y 8 % otros. Para la zona B: 48 % residuos orgánicos, 19 % para el papel y cartón, 12 % botellas de PET, 2 % metales, 4 % botellas y envases de vidrio y 15 % otros. A través de los resultados de la investigación, podemos determinar el potencial de los residuos sólidos generados en el campus, así como un reto para su manejo integral de los mismos.

En la figura 2, se puede observar que el mayor componente generado fue la materia orgánica con un 25%, seguida del plástico y el vidrio cada una con un 23% y 13%, de esta manera se puede determinar el proceso de reciclaje y aprovechamiento de estos residuos.

## Prom.

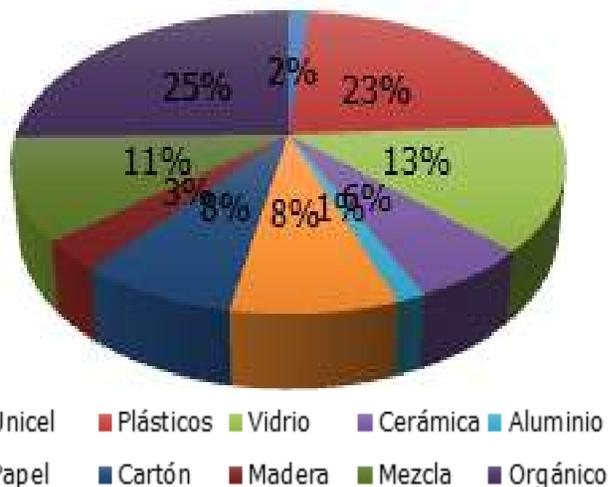


Figura 2. Porcentaje de los componentes de los RSU generados en CU.

**Fuente:** Vera Toledo, Nájera Aguilar, García Lara, & Sólis López. Manejo de residuos sólidos no peligrosos en una institución de educación superior, Universidad de ciencias y artes de chapas. Revista Espacios I+D, México, p. 90-103, oct. 2016. Disponible en [http://www.espacioimasd.unach.mx/articulos/num12/Manejo\\_de\\_residuos\\_solidos\\_no\\_peligrosos.php](http://www.espacioimasd.unach.mx/articulos/num12/Manejo_de_residuos_solidos_no_peligrosos.php).

### Datos obtenidos de los trabajos que se hicieron en instituciones y empresas por parte del programa Tecnología en Gestión Ambiental para el Municipio de Honda Tolima.

En los años 2016 y 2017, se han desarrollado diferentes trabajos de caracterización de residuos sólidos en asignaturas teóricas y prácticas ambientales; además, de trabajo en conjunto con el Comités Técnicos Interinstitucionales de Educación Ambiental (CIDEA), los presidentes de juntas y sus barrios, empresas del municipio; esto, a través de encuestas, separación de residuos sólidos y pesaje in situ, programas de reciclaje, proyectos de aulas con los estudiantes y docentes, entre otras actividades.

De igual forma, los tipos de empresas e instituciones que se han trabajado, se destaca el hospital San Juan

de Dios, el Terminal de Transportes de Honda, el Centro Vacacional de la Policía; Parque Agua, Sol y Alegría; Cámara de Comercio de Honda, Colegio Castillo del Rey y Coreducación; además, de 14 barrios de Honda (18 casas por cada uno de ellos) y 15 casas al azar de los estudiantes de la Tecnología de

Gestión Ambiental, en los cuales se llevaron a cabo el pesaje de residuos orgánicos biodegradables.

En la tabla 2, se evidencian el consolidado de la cualificación y cuantificación de los residuos sólidos en las empresas e instituciones que se trabajaron por parte de los estudiantes.

**Tabla 2. Consolidado de la caracterización de residuos sólidos en empresas e instituciones de trabajos realizados por Coreducación.**

| Tipo y Clasificación        | Residuo  | Cantidad (kg)   | fr       | %          |
|-----------------------------|--|-----------------|----------|------------|
| Peligroso                   | RAEE, pilas y baterías, Medicamentos, Biológicos, Químicos.      | 319,04          | 0,20     | 19,82      |
| No peligroso Aprovechable   | Papel, archivo, cartón, periódico, vidrio, plástico, metales.    | 582,5           | 0,36     | 36,18      |
| No peligroso NoAprovechable | Cerámicas, material de barrido, colillas de cigarrillo e icopor. | 280,33          | 0,17     | 17,41      |
| Orgánicos Biodegradables    | Residuos de comida sin condimentos y material vegetal.           | 365,26          | 0,23     | 22,69      |
| Especiales                  | Escombros (RCD), colchones, muebles, sillas, entre otros.        | 62,8            | 0,04     | 3,90       |
| <b>Total</b>                |  | <b>1.609,93</b> | <b>1</b> | <b>100</b> |

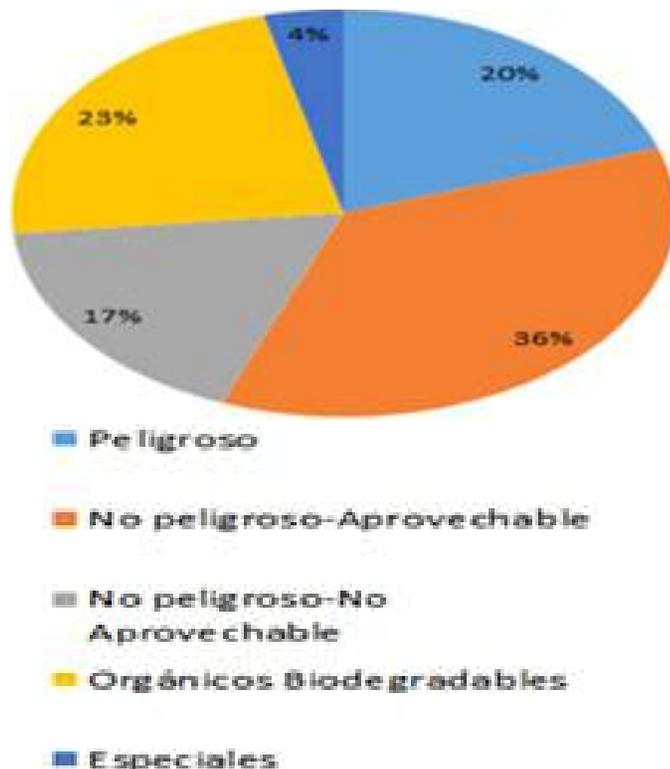
Fuente: Elaboración propia.

De igual forma, en la figura 3, se evidencia que la mayor cantidad de residuos son no peligrosos aprovechables con el 36%, seguido de los orgánicos biodegradables con el 23%; residuos peligrosos con el 20%, no peligroso no aprovechable con el 17% y especiales el 4%, lo cual indica que la mayoría de residuos se pueden recuperar a través de estrategias como compostaje, lombricultura, programas de reciclaje y convenios con empresas en el manejo; esto, teniendo en cuenta el tipo de empresa y los riesgos biológicos que se pueden presentar, como por ejemplo elaborar compostaje en un hospital.

Así mismo, en este estudio, se puede observar la caracterización de los residuos sólidos por empresa e institución, casas y barrios del municipio de Honda, en la cual se determina que el menor porcentaje de residuos fue el de especiales; esto, teniendo en cuenta que a excepción de obras no se arrojan otros tipos de elementos; además, sigue

siendo la mayor cantidad de residuos sólidos los no peligrosos aprovechables y los residuos orgánicos biodegradables, lo cual da importancia a actividades de recuperación y mitigación de impacto al medio ambiente y al desarrollo del software que facilite la gestión y el seguimiento de indicadores ambientales en cada una de ella. También, se muestra la posibilidad de elaborar una planta de compostaje con los residuos producidos por las casas en cada uno de los barrios del municipio, se debe especificar que en la mayoría de los pesajes el rango de tiempo fue de 1 a 2 semanas, y en el caso de los 14 barrios del municipio de 8 semanas.

Finalmente, se debe comprender que los datos tomados en las instituciones, empresas y barrios son de carácter confidencial y no se puede especificar en cada tipo de residuo la Clasificación.



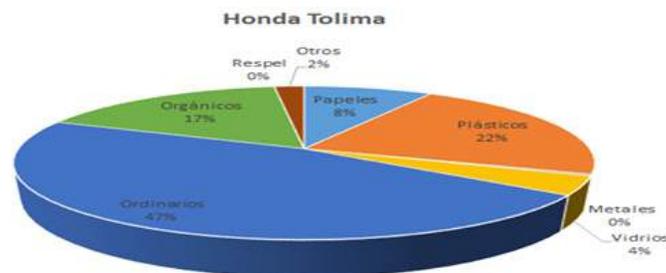
**Figura 3. Diagrama circular del consolidado de residuos en empresas e instituciones.**

De igual forma, en la figura 3, se evidencia que la mayor cantidad de residuos son no peligrosos aprovechables con el 36%, seguido de los orgánicos biodegradables con el 23%; residuos peligrosos con el 20%, no peligroso no aprovechable con el 17% y especiales el 4%, lo cual indica que la mayoría de residuos se pueden recuperar a través de estrategias como compostaje, lombricultura, programas de reciclaje y convenios con empresas en el manejo; esto, teniendo en cuenta el tipo de empresa y los riesgos biológicos que se pueden presentar, como por ejemplo elaborar compostaje en un hospital.

#### **Residuos Sólidos en el Municipio de Honda- Relleno Sanitario La Doradita.**

De acuerdo a datos recopilados con el Relleno Sanitario la Doradita (2017) se evidencia la figura 4, la cual muestra que la mayor cantidad de residuos sólidos son ordinarios con el 46,71% (textiles, maderas, higiénico sanitario y otros), seguido de plásticos con el 21,71 % (Pet, polietileno y plástico de alta densidad), orgánicos 16,78 % (biodegradables y podas), papeles con el 8,55% (archivo y cartón), vidrios con el 3,95% (plano y refractario, otros con el 1,97% (escombros e icopor) y metales con el 0,33% (aluminio y oros). De igual forma, se demuestra al comparar con los estudios realizados por Coreducación con los del

Relleno, se puede demostrar que la mayor cantidad de residuos se pueden recuperar en el origen a través de estrategias adecuadas como compostaje, lombricultura, programas de reciclaje, entre otras. De igual forma, se confirma la necesidad de un software de manejo de residuos sólidos para empresas e instituciones del municipio y a futuro a nivel nacional.



**Figura 4. Caracterización de residuos sólidos del municipio de Honda.**

**Fuente: Empresa de Servicios Públicos de La Dorada E.S.P.D. Informe de caracterización de residuos sólidos Relleno Sanitario Regional La Doradita. Año 2017.**

Para determinar el complemento de la información de los trabajos realizados por Coreducación en lo que se refiere a los tipos de residuos sólidos generados por las empresas e instituciones fue necesario elaborar y aplicar una encuesta cuyo formato se puede ver en el anexo A; además, se realizó un muestreo estadístico estratificado por conveniencia con una población de 1.255 empresas e instituciones para el municipio de Honda (Cámara de Comercio de Honda, 2018), y los parámetros nivel de confianza del 95% y un error de 4%, que permitió determinar en la tabla 10 las 106 empresas que fueron aplicadas dichas encuestas. Por otro lado, se constituyó un grupo de la asignatura Práctica 1 de la tecnología en gestión Ambiental que apoyo el proceso con 3 estudiantes de quinto semestre y 1 de cuarto.

De igual forma, la encuesta consistió en tres secciones que fueron información general sobre la empresa o institución, conocimiento sobre manejo de residuos sólidos y formación de talento humano; además, en total fueron 12 preguntas las que se llevaron a cabo.

#### **7. Conclusiones y Recomendaciones**

Las estadísticas muestran que la mayor cantidad de residuos sólidos son aprovechados a través de estrategias como programa de reciclaje, compostaje, lombricultura, pacas anaerobias, biodigestores, entre otras técnicas; además dichas estrategias serán útiles para empresas productoras y de servicios.

El software de Gestión Integral de Residuos Sólidos permite recopilar y analizar los datos de los diferentes residuos

sólidos caracterizados en la empresa productora y de servicios; esta información facilita la toma de decisiones con respecto a los tipos de estrategias de recuperación y por ende contribuye a mitigar los impactos ambientales (aire, suelo y agua) y de esta forma contribuye con el mejoramiento del cambio climático.

El software puede ser utilizado en empresas de cualquier tamaño teniendo en cuenta que en cada una de ellas se genera una plantilla con su respectiva caracterización, de igual forma se deben generar estrategias de aprovechamiento y propuestas con respecto a planes de manejo de residuos sólidos; es importante tener presente que la información que se cargue en el software puede ser tenida en cuenta para incluirse en los currículos de la Instituciones Educativas en asignaturas como: química, biología, sistemas, matemáticas, entre otras; esta se debe realizar con el propósito de que docentes y estudiantes sean multiplicadores de esta información y se logre crear e incentivar "Cultura Ambiental".

## 8- Referencias Bibliográficas

- Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. (Septiembre de 2013). Medio ambiente y desarrollo sostenible. Obtenido de <http://www.minambiente.gov.co/web/index.html>
- Abreo Ariza, M. C., & Cáceres Ruiz, J. G. (2016). Tesis de Pregrado "RECICLATÓN: Videojuego didáctico para la educación de niños". Bogotá DC: Pontificia Universidad JAvenidaeriana. Obtenido de <https://repository.jAvenidaeriana.edu.co/handle/10554/19570>
- Acurio, G., Rossin, A., Teixeira, P. F., & Zepeda, F. (1997). Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe. Washington: Banco Interamericano de Desarrollo y la Organización Panamericana. Obtenido de <https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/4768/Diagn%C3%B3stico%20de%20la%20situaci%C3%B3n%20del%20manejo%20de%20residuos%20s%C3%B3lidos%20municipales%20en%20Am%C3%A9rica%20Latina%20y%20el%20Caribe.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Alcaldía Municipal de Honda. (2016). Plan de Desarrollo "Honda es de todos, Honda somos todos". Honda: ALocalaldía Municipal de Honda.
- Aliaga BenAvenidaides, A. A., & Santana Pacheco, Y. (2015). Sistema de gestión de residuos soportado por tecnologías de información. AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales: Investigación, desarrollo y práctica, 147-160. Obtenido de <http://revistas.unam.mx/index.php/aidis/artiCallee/view/48452>
- Alvira Gómez, M. I. (2012). Tesis de maestría "La educación para la gestión ambiental." Manizales: Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales. Obtenido de <http://www.bdigital.unal.edu.co/9202/>
- Armijo de Vega, C. &.-B.-M. (2006). Potencial de reciclaje de los residuos de una institución de educación superior: el caso de la Universidad Autónoma de Baja California. *Ingeniería*, 10(3), 13-21. Obtenido de <http://www.redalyc.org/html/467/46710302/>
- Arnaiz Sánchez, P., & Azorín Abellán, C. M. (2012). El edublog como herramienta de aprendizaje para todos en el entorno virtual. *Didáctica, Innovación y Multimedia*(24), 1-12. Obtenido de <http://ddd.uab.cat/record/102943>
- Bernad-Beltrán, D., Bovea, M., & Gallardo, A. (2013). Diseño de una herramienta informática que integra ACV y SIG para la evaluación ambiental de sistemas de gestión de residuos. *V Simposio Iberoamericano de Residuos Sólidos y 1º Congreso Nacional de Residuos Sólidos* (págs. 1-6). Mendoza: V Simposio Iberoamericano de Residuos Sólidos y 1º Congreso Nacional de Residuos Sólidos.
- Blanco, M., & Ginovart, M. (2012). Los cuestionarios del entorno Moodle: su contribución a la evaluación virtual formativa de los alumnos de matemáticas de primer año de las titulaciones de Ingeniería. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*, 9(1), 166-183. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4602343>
- Bojaca Acosta, J. (2004). *Libro XYZ Investigación Pedagógica Estado del Arte Semilleros*. Bogotá: Logos.
- Bonfanti, F. A. (2004). *La incorrecta gestión de los residuos sólidos urbanos y su incidencia en la calidad de vida de la población de Resistencia*. Resistencia: Universidad Nacional del Nordeste.
- Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. (Septiembre de 2013). Medio ambiente y desarrollo sostenible. Obtenido de <http://www.minambiente.gov.co/web/index.html>
- Abreo Ariza, M. C., & Cáceres Ruiz, J. G. (2016). Tesis de Pregrado "RECICLATÓN: Videojuego didáctico para la educación de niños." Bogotá DC: Pontificia Universidad JAvenidaeriana. Obtenido de <https://repository.jAvenidaeriana.edu.co/handle/10554/19570>
- Acurio, G., Rossin, A., Teixeira, P. F., & Zepeda, F. (1997). *Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe*.

Washington: Banco Interamericano de Desarrollo y la Organización Panamericana. Obtenido de <https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/4768/Diagn%C3%B3stico%20de%20la%20situaci%C3%B3n%20del%20manejo%20de%20residuos%20s%C3%B3lidos%20municipales%20en%20Am%C3%A9rica%20Latina%20y%20el%20Caribe.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ALocalaldía Municipal de Honda. (2016). *Plan de Desarrollo Honda es de todos, Honda somos todos.* Honda: ALocalaldía Municipal de Honda.

Aliaga BenAvenidaides, A. A., & Santana Pacheco, Y. (2015). Sistema de gestión de residuos soportado por tecnologías de información. *AIDIS de*

*Ingeniería y Ciencias Ambientales: Investigación, desarrollo y práctica*, 147-160. Obtenido de <http://revistas.unam.mx/index.php/aidis/articall/view/48452>

Alvira Gómez, M. I. (2012). *Tesis de maestría 'La educación para la gestión ambiental'*. Manizales: Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales. Obtenido de <http://www.bdigital.unal.edu.co/9202/>

Armijo de Vega, C. &.-B.-B.-M. (2006). Potencial de reciclaje de los residuos de una institución de educación superior: el caso de la Universidad Autónoma de Baja California. *Ingeniería*, 10(3), 13-21. Obtenido de <http://www.redalyc.org/html/467/46710302/>

---

#### AUTORES:



##### **Giovanni Andrés Vargas G.**

Ingeniero Mecánico de la Universidad de Ibagué; Especialista en Pedagogía y Ética de La Fundación de Estudios Superiores Monseñor Abraham Escudero-FUNDES del Espinal; Magister en Gestión Industrial de la Universidad de Ibagué; perteneció al Grupo de Investigación GMAE de La Universidad de Ibagué hasta el año 2015, y actualmente pertenece a los grupos Virtual Tec de Coreducación y al de DINA E SAVI de la Escuela de Aviación Policial de Mariquita; ha sido docente catedrático de la Universidad de Ibagué por tres (3) años en el Programa de Ingeniería Mecánica.



##### **Francisca Barragán Galindo**

Administradora Financiera, Especialista en Pedagogía para el Desarrollo del Aprendizaje Autónomo, Magister en Educación de la Universidad del Tolima, actualmente me desempeño como Directora de Investigación en la Corporación de Educación del Norte del Tolima Coreducación en la ciudad de Honda, con experiencia de más de quince años como Coordinadora Académica del programa de Administración de empresas, Directora de Programa de Contabilidad y Costos, Directora de bienestar, Consejera Académica, docente de seminario de Investigación.



##### **Jorge Enrique Jurado Bolívar**

Ingeniero de sistemas de la Fundación Universitaria los Libertadores de la ciudad de Bogotá, Tecnólogo del mismo programa "COREDUACION", Especialista en pedagogía y ética de la fundación universitaria FUNDES del Espinal. Trabajo en la Corporación de Educación del Norte del Tolima", once años Director de Admisiones, Registro y Control Académico ARCA de la corporación, Director de Programa Académico de Tecnología en Sistemas y líder del proceso de Registro Calificado y cambio de denominación a Tecnología en Desarrollo de Sistemas Informáticos, docente de tiempo completo con encargo de Dirección de Programas de la Tecnología en Desarrollo de Sistemas Informáticos, y manejo semilleros de investigación y grupos de innovación tecnológica.