

**Análisis del manejo de los residuos sólidos en instituciones educativas:  
Estudio de caso Gimnasio Cerromar en Riohacha- La Guajira**

**Maestrante:** Iliana I. Romero. Ingeniero Químico, Gimnasio Cerromar, Cra 6 # 24-31, Riohacha. Teléfono: 3106506109, e-mail:soledadprima@gmail.com.

**Director:** Alejandro Echeverri Rubio. Administrador de Empresas. Msc; Doctorando, e-mail: [aecheverri@umanizales.edu.co](mailto:aecheverri@umanizales.edu.co)

**RESUMEN**

Se caracterizaron los residuos sólidos generados en la institución educativa Gimnasio Cerromar, localizada en el Km 5 vía Maicao de Riohacha- la Guajira, donde se presenta una problemática sobre manejo de residuos sólidos, por pequeñas quemaduras y la ausencia del servicio de recolección. Se utilizó el método CEPIS para la caracterización de los desechos, para evaluar la oportunidad de su reutilización y así minimizar el volumen de desechos generados diariamente. En promedio cada persona de la comunidad educativa genera 0,021 Kg por día y 136,41 Kg de Residuos sólidos, con una densidad de 180,36 Kg/m<sup>3</sup>. Se obtuvieron los porcentajes más altos, entre 24 y 22%, en los tipos de residuos como papel, cartón, follajes, residuos de alimentos y plásticos. En cuanto a la disposición final, los malos olores que ocasiona la acumulación de las basuras mixtas por más de dos días, obligan a la quema de los mismos, lo anterior se evidencia con la evaluación del impacto ambiental por medio de una Matriz de Leopold. Se propone minimizar la cantidad de residuos producidos atacando los porcentajes más altos de residuos especificados, con la acumulación y venta de botellas PET, compostaje para follajes y algunos residuos de alimentos como cascara de frutas y vegetales. La comunidad reconoce la ineficiencia en la gestión de los RS pero no tiene una visión objetiva de lo que produce y cómo lo dispone, lo anterior quedó evidenciado en las encuestas. Es necesario acoger las propuestas para lograr un buen manejo de los residuos sólidos desde los generadores.

**Palabras Claves:** Residuos sólidos; Manejo Integral de residuos sólidos; Gestión de Residuos.

## ABSTRAC

Solid waste generated at the Cerromar Gymnasium, located at Km 5 via Maicao de Riohacha-La Guajira, was characterized by a problem of solid waste management, due to small fires, in the absence of the compactor truck. The CEPIS method was used for the characterization of the waste to evaluate the opportunity of its reuse and thus to minimize the volume of waste generated daily in the institution. On average, each person in the educational community generates 0.021 kg per day. On average, the institution generates 136.41 kg of solid waste per day, with a density of 180.36 kg / m<sup>3</sup>. The highest percentages, between 24 and 22%, were obtained in types of waste such as paper, cardboard, foliage, food waste and plastics. As regards the final disposal, the bad odors caused by the accumulation of mixed wastes, are forced to burn them, this is verified in the environmental impact assessment by means of a Leopold Matrix. It is proposed to minimize the amount of waste produced by attacking the highest percentages of specified waste, with the accumulation and sale of PET bottles, composting for foliage and some food residues such as fruit and vegetable peels. The community recognizes the inefficient management of SRs but does not have an objective view of what it produces and how it is available, evidenced in the surveys. It is necessary to formulate proposals to achieve good management of solid waste from the generators.

**Key words:** RS: solid residue; MRS: solid waste management;

### 1. INTRODUCCIÓN

Las instituciones educativas se convierten en actores importantes en la generación de residuos sólidos (Jibril et al., 2012), el sistema escolar se puede calificar como un agente para operaciones en toda la escala del reciclaje y un factor de peso dentro de las acciones de la comunidad. (Hamad, 1980), es por esto que en el mundo se han implementado programas de GIRS (Gestión Institucional de Residuos Sólidos) en instituciones educativas como es el Waste Wise Schools en Australia (Cutter-Mackenzie, 2010), el programa ambiental escolar implementado en Egipto (Kandil, 2004) y el WMP en Portugal (Sales et al., 2006), los cuales arrojan como resultado un cambio exitoso en la generación y disposición final de residuos; En Bogotá se

han desarrollado programas ambientales escolares (PRAE) (Ministerio de Medio Ambiente, 1994) con el fin de implementarlos como estrategia central para la inclusión de la dimensión ambiental en las instituciones educativas (Unidad Administrativa Especial de Servicios- UAESP, 2011).

El caso de estudio se desarrolla en la Institución Educativa Gimnasio Cerromar, de tipo privado, institución fundada el 23 de septiembre de 1988, que desde ese momento funciona en su sede campestre situada en el Km 5 vía Maicao, localizada entre las instalaciones del SENA industrial al norte, el Batallón Riohacha Distrito Militar 45 al sur, al este con el Rio Ranchería y al oeste con la Universidad de la Guajira, con un área aproximada de 55 mil m<sup>2</sup>, en la zona rural de Riohacha en el departamento de La Guajira, propiedad de CORPACER (Corporación de Padres de Familia del Cerromar). Esta entidad inicio el mismo año que fue fundada con la dirección de Luis Guillermo Borrego. La cual forma según el modelo pedagógico SEIC (Sistema de Enseñanza Mixto y Colectivo) que busca la igualdad de oportunidades a los diferentes tipos de talentos, personaliza la enseñanza hasta lograr el método que mejor se adapte al estudiante, asegura el éxito procurando la autoestima y los valores humanos.

La institución tiene una población de 406 estudiantes, 34 docentes, 20 empleados en servicios generales y 6 empleados en la zona administrativa, para el año 2016, desde el grado pre escolar hasta bachillerato, en una jornada única, de 6:30 a.m. a 4:00 p.m., cuenta con un servicio de comedor completo adjunto con la tienda escolar.

El problema estudiado es el manejo inadecuado de los residuos sólidos, este problema se agudizo desde el 2010, ya que la población escolar incremento de 250 a 400 estudiantes, por consiguiente la cantidad de residuos producidos aumento, se implementó la quema de residuos. Otras razones conocidas por la observación diaria, son:

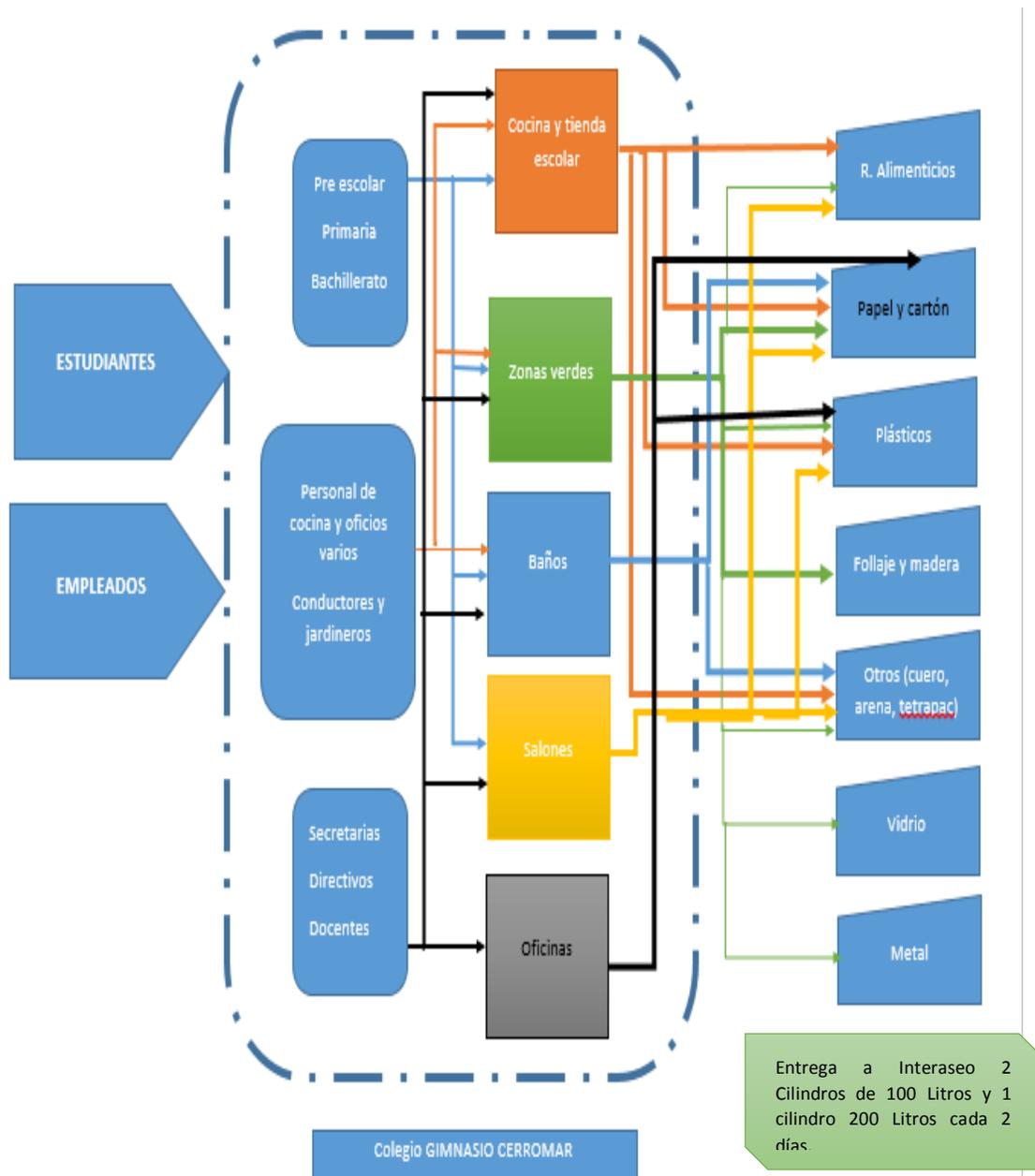
- No se practican métodos de separación de los residuos generales en la comunidad educativa ni de quienes lo generan, ni de quienes realizan la recolección.

- Estudiantes no hacen uso de las canecas para los residuos. Por ello muchas zonas permaneces atiborradas de basuras como empaques.
- En lugares lejanos de los salones de clases, no hay el número de canecas suficientes. Como en canchas de fútbol y de balonmano, donde muchos jóvenes se reúnen a tomar su merienda, dejando las zonas llenas de basuras.
- La recolección es irregular en periodos de tiempo, por parte de la empresa prestadora de servicio de recolección INTERASEO S.A. E.S.P., por ello el personal de servicios generales acumula los residuos de jardinería, cocina escolar y baños en un área al aire libre, situada a 100 metros de las aulas de bachillerato para la posterior quema si el camión compactador no llega o la recolección por parte del personal de servicios generales se hace tardía.

El manejo inadecuado de los residuos dentro de la institución por la acumulación semanal de basuras representa un problema de importancia, ya que produce efectos en detrimento del ambiente escolar, por los malos olores, humos por las quemas, daño al suelo por que los lixiviados, que se vierten indiscriminadamente, ya que los tanques destinados para las basuras están deteriorados.

No se conoce la proporción, ni el tipo de residuos que se producen, por consiguiente no se puede tener una idea clara para su aprovechamiento. No se puede deducir la cantidad de residuos sólidos que producen ya que los contenedores utilizados no se llenan completamente debido a su estado desmejorado para evitar accidentes, y que la recolección por parte del equipo de aseo es irregular, no tiene horarios, simplemente cada empleado decide a qué hora hace la recolección del área que le corresponde limpiar, esta debe ser antes de la 4 p.m. El problema de la acumulación de estos residuos por periodos semanales, se trata acumulando las basuras en el sector ya señalado y haciendo las quemas los días sábados donde el número de estudiante es menores, pero no se ha implementado otro tipo de estrategia. A continuación una gráfica que muestra las entradas y salidas del sistema estudiado.

**Diagrama 1.** Diagrama de Flujo de la producción de residuos sólidos del Gimnasio Cerromar.



Fuente: Elaboración Propia

La pregunta problema es: **¿Cómo se manejan los residuos sólidos en una institución educativa privada de tipo campestre, de la ciudad de Riohacha?**

### **Objetivo General.**

- Analizar el manejo de los residuos sólidos que se da en la institución educativa Gimnasio Cerromar de la ciudad de Riohacha.

### **Objetivos Específicos.**

- Caracterizar los tipos y el manejo de los residuos sólidos, a fin de identificar su producción, oportunidades de aprovechamiento y las acciones realizadas al respecto en la escuela Gimnasio Cerromar de Riohacha.
- Evaluar los impactos ambientales asociados al manejo inadecuado de los residuos sólidos para el caso de estudio.
- Formular pautas para el manejo de los residuos sólidos en la escuela Gimnasio Cerromar, que contribuya a la disminución de contaminación y al desarrollo de la gestión ambiental de la institución educativa.

## **2. ANTECEDENTES**

El Manejo Integral de los Residuos Sólidos está orientado a la prevención y minimización de la generación, el aprovechamiento y valorización de los mismos, al igual que su tratamiento y disposición final adecuada. Es decir, a la adopción de medidas organizativas y operativas que permiten disminuir la cantidad y peligrosidad de los residuos generados, lo que conlleva a una modificación voluntaria de los hábitos de consumo que se promueve mediante la implementación de campañas de educación y sensibilización ambiental (Galeano, 2011).

Los proyectos de reducción de residuos en las escuelas generan interés en el tema de los residuos sólidos como un problema ambiental. Estos proyectos se centran en la reducción, la reutilización y el reciclado del desperdicio de material en las escuelas con el objetivo general reducir los residuos generados. El éxito del proyecto de reducción de residuos incluye un enfoque en la minimización de generación de residuos, la exploración de cómo los problemas de residuos impactan en la tierra, aire, agua, y otros seres vivos en el medio ambiente local (St

Loius-Jefferson Solid Waste Management District, 2009). Lo que es uno de los objetivos de este estudio. Las instituciones educativas son espacios que por medio de educación ambiental, gestión técnica y administrativa del ambiente escolar, permiten mejorar entre otras cosas el manejo de los residuos sólidos en dichas instituciones, éste se ve limitado a campañas de reciclaje que no se presentan de manera articulada a un plan de gestión integral de residuos sólidos que contribuya a la eficiencia y aporte ambiental de las instituciones teniendo en cuenta que los residuos sólidos ocasionan una problemática ambiental si no se manejan con eficiencia y responsabilidad afectando en el corto, mediano y largo plazo a la población, algunos efectos que causa el inadecuado manejo de residuos sólidos tiene que ver con la ocupación de espacios que se pueden utilizar para fines productivos y que se destinan a la disposición final de los mismos.

El nivel de conciencia con respecto a la gestión de los residuos sólidos en instituciones educativas de Nigeria revelaron que los estudiantes de secundaria estaban al tanto de los problemas de residuos sólidos, pero poseían malas prácticas de gestión de residuos sólidos (Ifegesan, 2009). Lo que demuestra que el nivel de coherencia entre actitudes y comportamientos ambientales se ven afectados por el conocimiento y la conciencia de una persona, por ello es necesario el compromiso ante toda la comunidad educativa.

Las escuelas de Wisconsin están demostrando su compromiso con un planeta sostenible mediante el programa de escuelas verdes y saludables para instituciones públicas y privadas (E-Cycle Wisconsin, 2010). Estas guías demuestran que es posible conseguir en ejecución planes para la gestión integral de los residuos sólidos dentro de las comunidades educativas.

En la guía para educadores creada por St Loius-Jefferson Solid Waste Management District, (2009), Se muestran tres casos de estudio de manejo de residuos sólidos en Missouri: 1) El Kínder Garden "Raintree" localizado en Ballwin, Missouri, implementó un programa que se centró en el uso del lombri-compostaje, como un método para involucrar a los estudiantes a pensar críticamente acerca de los problemas de residuos en sus vidas.

En América Latina se producen residuos sólidos municipales alrededor de 369.000 Toneladas (Stefan, 2010); sin embargo, según la OPS, no se realizan procesos de separación y recuperación de materiales a gran escala en Latinoamérica, a esto se suma que cualquier guía para el manejo de Residuos sólidos no puede generalizarse ya que debe ajustarse a la diversidad de condiciones dependiendo de la región, lo que implica que deben hacerse pruebas usando proyectos pilotos, que conduzcan a la adaptación y mejora de las tecnologías en el manejo de residuos sólidos (Guevara, 2013). Son entonces las escuelas los espacios apropiados para hacer estas pruebas pilotos, ya que permiten cierto nivel de pluralidad dependiendo de su tipo y ubicación, también afectan en gran medida a la comunidad, ya que los actores involucrados son repetidores de los conocimientos que se adquieran en cuanto al Manejo de Residuos Sólidos dentro de su entorno.

Uno de los objetivos principales de la Educación Ambiental es: “Procurar la integración a la sociedad en torno a la generación y articulación de propuestas que busquen la consolidación de una cultura ambiental en el planeta, que atienda las emergencias que demanda la sociedad actual en la transformación de las relaciones de los individuos con el entorno” (Flores, 2012). En México se realizó una investigación sobre el manejo de residuos sólidos con una población de 397 grupos académicos de 60 escuelas, reuniendo a una cantidad de 397 profesoras(es) y 8266 escolares. Donde se intervino el aula, la escuela y la comunidad, la metodología usada fueron experimentos ecológicos, donde se inducían a estos tres actores a la relación directa con su entorno natural, mirando su propia realidad (Guevara, 2013). Lo anterior muestra los esfuerzos que realizan ciertos países para impulsar el Manejo Residuos Sólidos emplazado en la educación ambiental.

Colombia no es la excepción, por ejemplo en la Corporación Universitaria Lasallista planteó en el Plan Maestro de Residuos presentado por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, publicado a finales del 2003, donde se implementaron medidas como el compostaje de residuos luego del análisis de los hábitos de la comunidad sobre el manejo de residuos sólidos (Castrillón, 2004). En la Guajira, según CORPOGUAJIRA, se realizan caravanas de concientización ambiental en lugares

de interés como las playas y espacios públicos concurridos, utilizando las escuelas como núcleos de promoción (Gámez, 2014) pero no existe una revisión de cómo se realiza el manejo de los residuos sólidos dentro de las instituciones educativas públicas o privadas, lo más preocupante son aquellas que están en las zonas rurales como el caso de estudio; aún más preocupante se torna cuando la sede del SENA industrial que está al lado también realiza pequeñas quemas a pesar de tener un programa reconocido de manejo de residuos sólidos.

### **3. MARCO TEORICO**

#### **3.1. Manejo de Residuos solidos**

El manejo de residuos sólidos es una problemática a nivel mundial ya que atañen intereses económicos, sociales y ambientales; siendo la creación e implementación de métodos a seguir para este manejo de gran importancia. Los métodos de gestión de residuos no pueden ser iguales en todas las regiones, ya que un método individual o estandarizado de gestión de residuos no puede abordar de manera eficiente y sostenible todos los residuos y sus potencialidades como materia prima. Las condiciones varían en cada región por lo tanto los procedimientos también deben variar en consecuencia, para garantizar el éxito del plan de gestión de residuos sólidos. Los sistemas de gestión de residuos deben seguir siendo flexibles a la luz de las cambiantes condiciones económicas, medioambientales y sociales. Es por estos argumentos que la gestión en residuos sólidos debe primero que todo contextualizarse y luego responder a los problemas que se encuentre de manera integral. Un buen plan de gestión en residuos sólidos aporta a cualquier estamento las siguientes pautas:

- Establece objetivos y valores a seguir para mejorar los hábitos en cuanto a la disposición de los residuos sólidos.
- Conocimiento sobre el potencial económico de los residuos sólidos producidos y otras opciones de uso.
- Estructura la planta física y social para identificar como actúa cada persona en la línea de la producción y tratamiento de residuos sólidos.

- Establece de manera cuantitativa y cualitativa la información sobre la disposición de los residuos sólidos y da luces sobre la solución a los problemas que se presenten.
- Muestra los canales de comunicación entre cada integrante de la comunidad donde se quiera implementar este manejo de residuos sólidos.

La formación de un plan para el manejo de residuos sólidos puede ser una tarea complicada. Los responsables del diseño de PGIRS deben tener un claro entendimiento de las metas, objetivos a alcanzar y asegurarse de que la terminología y las actividades estén claramente definidas en el plan.

### 3.2. Los Residuos Sólidos y su clasificación

Con los conceptos claros de lo que se pretende como manejo integral de los residuos sólidos, entramos a preguntarnos: ¿Qué es un residuo sólido? Y si, si podemos considerar a la basura en su totalidad como residuos sólidos, y a la basura como los productos que ya no tenemos en uso (The Solid Waste Management Resource Guide for Massachusetts Schools, 1996). La basura puede tomar diferentes formas con diversas fuentes de producción, se definen los Residuos Sólidos Totales como el material descartado que requiere ser eliminado de alguna forma, este puede venir en forma sólida, líquida o contenido en forma gaseosa. Estos residuos pueden provenir de las actividades domésticas, comerciales, industriales, agrícolas, mineras y municipales. Se debe aclarar que los residuos sólidos no incluyen materiales como las aguas residuales. Y los Residuos Sólidos Municipales (RSM) como La porción (aproximadamente el 73%) de la corriente total de residuos sólidos que proviene de residencias, negocios, municipios e instituciones (escuelas, hospitales, asilos, etc.). Los RSM no incluyen los desechos sólidos de la manufactura, la minería o las operaciones agrícolas (The Solid Waste Management Resource Guide for Massachusetts Schools, 1996). Según Pineda (1989) los residuos sólidos se clasifican en cuatro grandes grupos: residuos sólidos urbanos, industriales, agrícolas y peligrosos. También en orgánicos e inorgánicos, los orgánicos que incluyen los putrescibles (que se degradan rápidamente y producen mal olor durante la descomposición), papel, cartón, caucho y madera y

los inorgánicos comprenden plásticos, vidrio, metal y otros (Aye y Widjaya, 2006). Se puede entonces catalogar el tipo de residuo objeto de estudio como un Residuo sólido institucional.

### 3.3. Caracterización de los Residuos Solidos

La caracterización de los residuos sólidos es importante para implementar o diseñar un sistema pertinente de manejo de residuos sólidos en una comunidad. Conocer las características de los residuos como: tipo de residuo que se produce, el porcentaje de generación de cada tipo, cantidad producida por día y por persona en la comunidad; son de gran ayuda para la implementación exitosa de un plan de manejo de residuos sólidos. En la caracterización de residuos sólidos domiciliarios, el doctor Kunitoshi Sakurai, creo un método, denominado el método CEPIS, el cual ha sido apoyado por la estadística usando el muestreo aleatorio estratificado, para tomar una muestra significativa (OPS, 2009). Este muestreo consiste en definir la población donde se llevara a cabo el estudio y luego dividirlos en estratos (mínimo cuatro zonas). Cada estrato debe estar plenamente identificado, para escoger una unidad muestral de cada estrato. Para asegurar que cada individuo de cada zona tenga la misma probabilidad de ser seleccionado para el estudio, se usa el muestreo estratificado proporcional.

#### 3.3.1. Método de análisis de Residuos Solidos

El análisis de la basura tiene como objetivo el permitir conocer dichas características, al objeto de contar con los antecedentes necesarios para dar correcta solución a los problemas que se plantean. El método CEPIS (OPS, 2009) consiste en la evaluación de los factores: a) Composición física de la basura; b) Condiciones climáticas; c) Consideración sanitaria y d) Recurso disponible de recolección.

Generalmente, la cantidad, la composición y la densidad de la basura llevada al punto de acopio, son bastante diferentes que las de la basura generada debido a la activa recuperación de materiales tales como papeles, cartones, trapos, botellas y metales, y a la compactación y esponjamiento que se realizan en el transcurso del

manejo de basura. Por tanto, se necesita seleccionar una etapa más apropiada para la toma de muestras teniendo en cuenta el motivo del análisis. A partir de las muestras se realizan las siguientes pruebas: prueba de densidad, producción per cápita por día y prueba de composición física. Las anteriores son especificadas en el abordaje metodológico.

#### 3.4. Los hábitos de disposición de Residuos Sólidos

Se conoce el hábito como un tipo de conducta adquirido por aprendizaje y convertido en un automatismo. Las dos fases del hábito son: 1) de formación y 2) de estabilidad. La primera corresponde al periodo en que se está adquiriendo el hábito y la segunda cuando ya se ha conseguido y se realizan los actos de forma habitual de forma automática (Velázquez, 1961). Por esto para adquirir un hábito se requiere de formación, y si se trata de reformar un hábito la tarea de la adquisición de los hábitos requiere formación, así el cambio que implica no es tarea sencilla, debido a que tiene que estar motivado por un propósito superior, por la disposición a subordinar lo que uno cree que quiere ahora a lo que querrá más adelante.

Para conocer los hábitos de una comunidad educativa se hace necesario un enfoque cualitativo, que le brinda profundidad al análisis de los datos, ya que el objeto de estudio son los aspectos de la respuesta humana (Edel & Ramírez, 2006). Para ello existen diversas técnicas para la recolección de datos como las entrevistas y las encuestas.

Se utilizan las entrevistas semiestructuradas para conocer la percepción de cada uno de los actores en el problema, estas ganan validez si la entrevista se hace en un lugar tranquilo, en total confianza sin ningún acompañante que puede juzgar las percepciones del entrevistado (Edel y Ramírez, 2006). Por lo dicho es necesario tener claros los objetivos a cumplir en las entrevistas, ya que se busca encontrar información relevante para la investigación y que esta sea válida, evitando que los entrevistados se sientan intimidados o parcializados por su jefe próximo, compañeros o el mismo entrevistador.

### 3.5. Medición del Impacto ambiental del manejo de los Residuos Sólidos

Existen diferentes métodos para medir el impacto ambiental, en la actualidad se centran en medir el impacto ambiental de los proyectos que generan grandes recursos a las comunidades. Pero la mayoría de los métodos para medir el impacto ambiental suelen ser simples, incluyendo listas de chequeo, opiniones de expertos y analogías. Estos métodos cambian según la región donde se apliquen ya que las leyes cambian y los parámetros de lo que es permitido también. Según García, 2009, un buen método de evaluación del impacto ambiental debe tener los siguientes ítems:

- Deben ser pertinentes a la identificación de impactos o a la comparación.
- Deben ser independientes de los puntos de vista de los evaluadores.
- No deben ser costosos, no requerir infraestructura especial ni grandes lapsos de tiempo para su aplicación.

Las matrices se usan ampliamente, estas puntualizan en los rasgos que se quieren evaluar, también se utilizan los balances de materia, para hacer una especie de inventario sobre las condiciones iniciales y posteriores de cualquier proyecto. Siendo la lista amplia para escoger un método para la medición del impacto ambiental, se debe tener en cuenta que este debe darnos una visión global y objetiva. En el caso de estudio no se busca evaluar las condiciones posteriores de un proyecto, sino mirar los impactos actuales del manejo de residuos sólidos, entre estos encontramos el método de Leopold.

## 4. ABORDAJE METODOLOGICO

Para alcanzar los objetivos específicos se realizó una investigación cualitativa con un componente cuantitativo. Lo que implica un enfoque mixto. Para el estudio se tuvo una población de 406 estudiantes, 34 docentes, 20 empleados en servicios generales y 6 empleados en la zona administrativa, en el año 2016, con grados desde pre escolar hasta bachillerato. Se utilizaron cuatro instrumentos de recolección de datos, estos fueron: 1. Entrevista, 2. Método CEPIS, 3. Encuesta y 4. Matriz de Leopold para impacto ambiental.

En el desarrollo de la metodología, se utilizó como guía la matriz 1, que, a partir de los objetivos específicos de investigación, identifica las fuentes y responde con la herramienta idónea para recogerla y analizarla posteriormente.

### Matriz 1- Fuentes de información

Objetivos específicos	Actividad	Herramienta	Resultado esperado
<b>Caracterizar los tipos y el manejo de los residuos sólidos, a fin de identificar su producción, oportunidades de aprovechamiento y las acciones realizadas al respecto en la escuela Gimnasio Cerromar de Riohacha.</b>	<p>Aplicar Método CEPIS para caracterización de los residuos sólidos.</p> <p>Revisión de documentación existente dentro de la institución sobre M.R.S.</p> <p>Diagnóstico de la situación del manejo actual de los residuos sólidos en la institución.</p>	<p>Método CEPIS</p> <p>Entrevistas preliminares de gestión de residuos sólidos para los actores fundamentales en el manejo de residuos (Economato y servicios generales).</p> <p>Encuestas a la comunidad educativa utilizando muestreo aleatorio estratificado para la muestra.</p>	<p>Tabla Excel donde se muestren Volúmenes, tipos y producción promedio de residuos sólidos.</p> <p>Documento del análisis escrito sobre la realización de los procesos de gestión integral de residuos sólidos en la institución, a partir de la ficha de evaluación, encuesta y método CEPIS.</p>
<b>Evaluar los impactos ambientales significativos, asociados al manejo inadecuado de los residuos sólidos para el caso de estudio.</b>	<p>Aplicar una matriz de impacto ambiental sobre la zona.</p>	<p>Matriz de evaluación de impactos ambientales.</p> <p>Adaptación de la matriz de Leopold para impactos ambientales.</p>	<p>Matriz que muestre el impacto en la zona, las condiciones biológicas y salud de la comunidad.</p>
<b>Formular pautas para el manejo de los residuos sólidos en la escuela Gimnasio Cerromar, que contribuya a la disminución de contaminación y al desarrollo de la gestión</b>	<p>Redactar las propuestas para el manejo de residuos sólidos, en forma de recomendaciones.</p>	<p>Taller en los salones de clase decimo y once, donde se explicara la situación actual del MRS en la institución.</p>	<p>Acta donde se agrupen las alternativas viables tratadas.</p>

ambiental de la institución educativa.			
--	--	--	--

#### 4.1. Contexto

**Unidad de trabajo: Colegio Gimnasio Cerromar:** La institución educativa Gimnasio Cerromar, está situada en el Km 5, sobre la troncal del Caribe vía Maicao. En la Imagen 3 está rodeado en verde la institución, en la Imagen 4, se pueden notar unas zonas bordeadas por líneas de diferentes colores, estas zonas son: línea de color verde bordea las zonas verdes, zona 1; la línea de color amarillo agrupa la infraestructura de salones de clase, biblioteca y baños de preescolar a bachillerato, zona 2; la línea ocre agrupa la tienda escolar y el comedor, zona 3; la línea azul agrupa la zona administrativa, zona 4 y la bordeada por la línea roja discontinua, rodea la zona de acumulación de basuras y en dentro del círculo blanco la zona de quema. El estudio se inició desde agosto del 2014, hasta la fecha.

**Imagen 3.** Vista superior de los alrededores del Gimnasio Cerromar.



Fuente: Google Maps.

**Imagen 4.** Zonas de producción de residuos sólidos para el estudio.



**Imagen 5.** Zonas de acumulación y quema de residuos sólidos. El círculo de línea punteada rodea el área de quema y el de línea continua el área de acumulación.



## 5.2. Diseño de instrumentos

- La entrevista

La entrevista en esta investigación, es el instrumento que da respuesta al objetivo específico de conocer el actual manejo de los Residuos Sólidos, las políticas, guías y “que hacer” diario dentro de la institución. Estas entrevistas son realizadas al personal de servicios generales. Las entrevistas buscan indagar de manera preliminar en el nivel de:

- *Economato (Representante administrativo que dirige MRS):*

- a. Datos de identificación (Nombre, ocupación, antigüedad, sexo y cedula); b. Número de estudiantes que tiene la institución y cuantos en cada nivel; c. número de empleados y cuantos en cada estrato (administrativos, docentes y servicios generales); d. Documentación sobre planos o vista superior de la institución y e. Plan gestión de Residuos Sólidos de la comunidad educativa y personal a cargo.

- *Empleados de servicios generales:*

- a. Datos de identificación (Nombre, ocupación, antigüedad, sexo y cedula); b. Horario de la recolección de las basuras dentro de la institución; c. Tipos y cantidades de contenedores para las basuras de toda la institución que se entrega al camión compactador; d. Horarios de la empresa recolectora de basuras; e. motivos para hacer la quema en la institución y horarios de esta; f. visión de los hábitos de disposición de las basuras de los estudiantes y g. número de empleados en servicios generales y cuantos se encargan de la recolección de basuras.

- Método CEPIS- Caracterización de RS

El método CEPIS consiste en la obtención de factores como la producción per cápita diaria, la densidad y la caracterización de las basuras, este método resulta sencillo si se tiene un único punto de acopio de las basuras, además que es apropiado para basuras mixtas (que no son separadas con anterioridad o son seleccionadas).

Con este método se compararon los datos preliminares entregados en cuanto a horarios y PGIRS (plan de gestión integral de residuos sólidos) en las entrevistas, ya que el método necesita el seguimiento desde la recolección misma hasta el punto de acopio final. Agregándole que se obtuvo la caracterización por porcentajes promedio por día de la producción de basuras de toda la institución, por estudiante y el tipo de residuos que se produce en mayor y menor proporción.

Para proceder de manera efectiva y sencilla, se creó una matriz en EXCEL donde están las ecuaciones del método. Antes de implementar el método se realizaron dos charlas informativas sobre ¿Cómo se debe aplicar el método CEPIS? A un grupo de 6 estudiantes de 10 grado y el equipo técnico de ciencias naturales. Los pasos a seguir fueron:

- Determinación de la generación per cápita y la generación total diaria de residuos sólidos.

Se masó diariamente la totalidad de las basuras recogidas durante los 8 días que duró la aplicación del método. Esta masa represento ( $Wt$ ) la cantidad total de basura diaria generada en toda la institución. Luego se dividió el peso total de Residuos Sólidos ( $Wt$ ) entre el número total de personas ( $Nt$ ), para obtener la generación per cápita diaria promedio ( $gpc$ , kg/per/día). Utilizando la ecuación 9:

$$gpc = Wt / (Nt) \text{ ecuación 9}$$

Se automatizo en la tabla de Excel ERS CERROMAR, donde se ingresaron los valores de la masa total de basuras mixtas recogidas. Al igual que se ingresaron el número total de individuos de la institución. Las constantes como  $w_1$ ,  $d$  y  $h$  corresponden a los valores estándar de peso o tara, diámetro y altura de un tanque de 50 Litros marca Kendy- Plasco (encerrados en un rectángulo rojo) usado para la medición de la masa de los tipos de RS separados, la columna encerrada por el ovalo azul corresponde a las variables obtenidas durante los ocho días y pueden compararse con la tabla de abreviaturas para entender a qué parámetro corresponde cada una; la columna encerrada en el ovalo amarillo corresponde a todos los valores promedios que resultaron de cada variables. Las celdas de datos

en color amarillo ocre, son datos ingresados en cada día de medición por el operador y en cada celda de la variable gpc o ppc, se grabó la ecuación 9.

**Imagen 8.** Tabla de Excel ERS-Cerromar

TABLA N. 1		Fecha de inicio:	02/10/2016		Fecha Fin:	03/10/2016	
Investigador:	Ilana Romero		Nt		490	Person	d
Operador:	Enver Mejía		wt		10.28	Kg	h
			Datos generales		0.73	m	pr=50L
					0.49	m	0.24 Tanque de 50 Litros
DIAS							
Variable	1	2	3	4	5	6	7
wt	80	165.2	145	148.7	156	160	95
gpc	0.17	0.36	0.32	0.32	0.34	0.35	0.21
w2	20.50	51.00	46.00	45.80	52.30	57.80	52.30
V	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Densidad	50.85	202.61	161.68	176.74	209.08	236.45	209.08
pl-pac	6.01	7.13	6.06	6.06	5.81	5.60	6.70
pl-mf	5.43	6.45	5.55	5.55	5.55	5.60	4.45
pl-ma	6.25	7.43	5.81	5.81	5.55	6.00	6.06
pl-pl	3.72	4.70	5.16	5.20	5.12	5.50	4.80
pl-met	1.82	2.16	1.82	1.82	1.82	1.51	1.76
pl-v	1.77	1.70	0.25	0.45	0.45	0.45	0.25
pl-oot	1.70	2.12	2.02	1.80	2.40	1.77	1.77
%pac	23.08	22.96	23.27	23.27	22.26	21.44	25.84
%mf	20.76	20.70	21.25	21.25	21.25	21.44	18.4
%ma	24.03	23.95	22.26	22.26	21.25	23.04	23.27
%pl	13.91	14.87	16.76	16.84	19.52	21.04	16.22
%met	6.31	6.40	6.31	6.31	6.31	5.10	7
%v	6.12	4.87	0.05	0.86	0.86	0.05	1.06
%oot	5.84	6.28	7.12	6.24	8.84	6.11	6.11

Abreviaturas		
wt	Masa por día	Kg
gpc	generación per capita de residuos	Kg/person día
V	volumen	Litros
pl-pac	recipiente lleno de papel y cartón	Kg
pl-mf	recipiente lleno de madera y follaje	Kg
pl-ma	recipiente lleno de residuos de alimentos	Kg
pl-pl	recipiente lleno de plásticos	Kg
pl-met	recipiente lleno de metales	Kg
pl-v	recipiente lleno de vidrio	Kg
pl-oot	recipiente lleno de caucho, cuero, tierra, etc	Kg
%pac	% de papel y cartón	%
%mf	% de madera y follaje	%
%ma	% de residuos de alimentos	%
%pl	% de plásticos	%
%met	% de metales	%
%v	% de vidrio	%
%oot	% de caucho, cuero, tierra, etc	%

Fuente: Propia

- Determinación de la densidad de los residuos sólidos

Con el valor de la masa del tanque de 50 Litros vacío (w1) y se determinó su volumen (V), con los valores de altura (h) y diámetro (d), usando la ecuación:

$$\text{Volumen (V)} = 0.7854 \times d^2 \times h \quad \text{ecuación 10}$$

Esta ecuación es usada en tabla de Excel ERS CERROMAR, para guardar el valor del volumen máximo a ocupar en la tabla de constantes. Luego se depositó las basuras escogidas por cuarteo, sin hacer presión, con esto se mide una nueva masa (w2), y por la diferencia se obtiene el peso de la basura real. La densidad se reporta con la división de la diferencia y el volumen del recipiente (V). Se continuó con la subdivisión de las basuras, en los siguientes materiales: papel y cartón, madera y follaje, restos alimenticio, plásticos, metales, vidrios y otros. Estos se van almacenando en otros tanques de 50 Litros, con la balanza se masaron cada uno y

se calcularon los porcentajes de cada tipo de material. Se utilizó la ecuación siguiente:

$$\text{Porcentaje (\%)} = (P_i * 100) / W_t$$

*Ecuación 11*

Donde

Porcentaje (%) = Porcentaje del material = %pac, %mf, %ra, %pl, %met, %v y %cct

P<sub>i</sub> = Peso de cada componente = pll-pac, pll-mf, pll-ra, pll-pl, pll-met, pll-v y pll-cct

Abreviaturas con significado en la imagen 8.

La tabla realiza la diferencia del tanque lleno y vacío, para usar la masa real de la basura. Se determinó el porcentaje promedio de cada componente, con un promedio simple, se elimina la muestra del primer día por considerarla no útil.

- Encuesta

La encuesta permitirá una visión amplia del MRS dentro de la institución, con una validez del 95% según el tipo de muestreo elegido. Su objetivo es conocer: a. visión de su propio manejo de residuos sólidos; b. tipo de basuras que generan; c. hábitos de separación de basuras antes de arrojarlas; d. afección de los contenedores actuales de basura al medio; e. su conducta al arrojar las basuras es correcta en su día a día y e. posibilidades de mejorar los hábitos al generar y disponer de los residuos dentro de la institución

- Matriz de Leopold

En la evaluación del impacto ambiental del manejo de los Residuos Sólidos se utilizara la matriz de Leopold con ciertas modificaciones, para evaluar los impactos en el aire, suelo y fuentes cercanas de agua, esta se construyó en Excel.

Para la construcción de esta matriz se revisaron los 88 factores ambientales y 100 posibles acciones proyectadas, de estas se escogieron las siguientes, según el criterio del equipo de ciencias naturales:

## 1. Factores ambientales.

### 1.1. Características fisicoquímicas

- Tierra: suelos.
- Agua. Superficiales y Subterráneas.
- Atmosfera: Calidad (gases y partículas).

### 1.2. Condiciones Biológicas

- Flora: árboles, arbustos, hierbas.
- Fauna: aves, animales terrestres, insectos y especies en peligro

### 1.3. Factores Culturales

- Usos del territorio: espacios abiertos
- Recreativos: Zona de recreo
- Estéticos y de interés humano: Paisajes
- Nivel cultural: Salud y seguridad

## 2. Acciones que pueden causar Impacto ambiental.

### 2.1. Modificación del régimen

- Modificación del hábitat
- Alteración de cubierta terrestre
- Quemas
- Alteración de la hidrología

### 2.2. Recursos renovables

- No Reciclado de residuos

### 2.3. Situación y tratamiento de residuos

- Vertido de residuos

Los ítems de los factores se contrastaron con los ítems de las acciones como se muestra en la imagen 11. Luego a cada columna de cada acción se subdividió en columnas de magnitud e importancia, la primera evaluó el impacto inmediato que producen estas acciones sobre esos factores y la segunda el impacto en extensión de los factores ambientales evaluados, también las repercusiones a mediano y largo plazo.

Cada celda de la columna magnitud e importancia, solo admite valores del 1 al 10, no existen valores negativos o positivos, ya que se modificó esta parte en las columnas de las acciones, donde estas se simplificaron solo a las acciones realizadas hasta la fecha en el manejo de Residuos Sólidos (que son negativas en su mayoría), Se realizaron promedios de los valores de magnitud e importancia de cada factor ambiental impactado, estos promedios son comparados con la matriz de resultados, donde la magnitud y la importancia es **baja** si el promedio es menor que doce, es **media** si es igual a doce y menor que treinta y **alta** si el valor es igual a treinta y menor que sesenta. Los rangos anteriores fueron acordados en reunión de grupo técnico de ciencias naturales. En la imagen 12, se puede observar que las columnas timp y tmag son los promedios de importancia y magnitud de cada factor ambiental afectado por el manejo de Residuos Sólidos. Al final se comparan los valores generados con los valores de los rangos de impactos al medio en importancia y magnitud baja, media y alta.

**Imagen 11.** Matriz de Leopold modificada Gimnasio Cerromar

MATRIZ DE LEOPOLD MODIFICADO GIMNASIO CERROMAR- MRS														
Factores	ACCIONES													
	2.1. Modificación del régimen								2.2. Recursos renovables		2.3. Situación y tratamiento de residuos			
	- Modificación del hábitat		- Alteración de cubierta terrestre		- Oueñas		- Alteración de la hidrología		No Reciclado de residuos		- Vertido de residuos			
	magnitud	importancia	magnitud	importancia	magnitud	importancia	magnitud	importancia	magnitud	importancia	magnitud	importancia	total imp.	total mag.
<b>1.1. Características físico-químicas</b>														
- Tierra: suelos.	7	2	7	2	6	3	3	3	6	5	7	5	36	20
- Agua: Superficiales y Subterráneas.	7	3	7	3	6	3	3	3	5	5	6	5	34	22
- Atmósfera: Calidad (gases y partículas)	7	5	7	5	7	6	4	3	5	5	5	5	35	29
<b>1.2. Condiciones Biológicas</b>														
- Flora: árboles, arbustos, hierbas.	6	5	7	5	6	4	6	5	6	4	6	5	37	28
- Fauna: aves, animales terrestres, insectos y especies en peligro	6	5	7	5	6	4	6	5	6	4	6	5	37	28
<b>1.3. Factores Culturales</b>														
- Usos del territorio: espacios abiertos	7	8	7	5	7	6	6	5	8	7	7	7	42	38
- Recreativos: Zona de recreo	8	8	7	5	7	6	7	5	8	7	7	8	44	39
- Estéticos y de interés humano: Paisajes	9	8	8	5	7	6	7	5	7	7	7	8	45	39
- Nivel cultural: Salud y seguridad	9	8	7	5	8	6	6	5	8	7	8	7	46	38

Fuente: Propia

**Imagen 12.** Matriz de resultados de Matriz de Leopold

Factores		RESULTADOS				
		total imp	total mag	bajo	medio	maximo
<b>1.1. Características fisicoquímicas</b>						
-	Tierra: suelos.	36	20	<12	igual 12, <30	igual a 30, <60
-	Agua. Superficiales y Subterráneas.	34	22	<12	igual 12, <30	igual a 30, <60
-	Atmosfera: Calidad (gases y partículas).	35	29	<12	igual 12, <30	igual a 30, <60
<b>1.2. Condiciones Biológicas</b>						
-	Flora: árboles, arbustos, hierbas.	37	28	<12	igual 12, <30	igual a 30, <60
-	Fauna: aves, animales terrestres, insectos y especies en peligro	37	28	<12	igual 12, <30	igual a 30, <60
<b>1.3. Factores Culturales</b>						
-	Usos del territorio: espacios abiertos	42	38	<12	igual 12, <30	igual a 30, <60
-	Recreativos: Zona de recreo	44	39	<12	igual 12, <30	igual a 30, <60
-	Estéticos y de interés humano: Paisajes	45	39	<12	igual 12, <30	igual a 30, <60
-	Nivel cultural: Salud y seguridad	46	38	<12	igual 12, <30	igual a 30, <60

Fuente: propia

#### 4.2. Muestra

**Unidades de Información: Estudiantes, docentes, administrativos y servicios generales.**

a. **Entrevista de recolección de información preliminar.**

En la entrevista la muestra a estudiar serán la totalidad de las personas que en la institución trabajan con el manejo de residuos sólidos, esto es posible debido al reducido número de personal que se contrata, entre estos el personal de oficios varios, que hacen la recolección y disposición en los contenedores, la jefe de economato y cocina y el personal administrativo a cargo, en total 20 empleados.

b. **Método CEPIS**

Para la aplicación del método CEPIS, lo pertinente sería el muestreo simple aleatorio así se podrían escoger el número de salones por nivel para la recolección durante los 8 días de la aplicación del método, pero las zonas como la cocina y

tienda escolar, ya que existe una sola cocina y tienda escolar, la recolección de los residuos sería su producción total, lo que aumentaría notablemente el porcentaje de este tipo de residuo en los resultados; en cuanto a las zonas verdes, los jardines y cachas, no tienen la misma área y dependiendo del clima son ocupadas o no por los estudiantes, quienes generan la mayoría de residuos de la zona además de los follajes y hojarasca. Por lo anterior se hizo la recolección completa de los residuos durante los 8 días de la aplicación del método.

**c. Matriz de Leopold del impacto ambiental**

En la aplicación de la matriz de Leopold no es necesario escoger una muestra ya que las zonas a evaluar son la extensión total de la institución y aquellas aledañas al arroyuelo del Rio Ranchería, muy cercano a la zona de quema; el equipo técnico de ciencias naturales de la institución fue designado para esta tarea, con formado por 3 docentes y 22 estudiantes del grado decimo.

**d. Encuestas sobre hábitos en el manejo de los residuos sólidos dentro de la comunidad educativa.**

El muestreo aleatorio según Castro, 2011, se realiza en encuestas para maximizar la cantidad de información a recolectar. Cuando el muestreo es estratificado es un diseño en el que se divide la población en subgrupos o estratos, basándose en unos atributos que homogenizan a los subgrupos, en este caso se organizaron como: estudiantes de bachillerato, primaria y preescolar, personal de servicios generales, docentes y personal administrativo. Considere entonces una población heterogénea con N unidades, que se subdivide en L subpoblaciones o estratos lo más homogéneos posibles, entonces:

$$N=N_1+ N_1+ N_2+.....+ N_L$$

*Ecuación 12*

Donde:

N= población total= 460 individuos

N<sub>1</sub>=estrato estudiantes bachillerato= 205 individuos

$N_2$ =estrato servicios generales= 20 individuos

$N_3$ =estrato docentes= 34 individuos

$N_4$ =estrato administrativos= 6 individuos

$N_5$ =estrato estudiantes pre escolar= 55 individuos

$N_6$ =estrato estudiantes primaria= 140 individuos

Para escoger el tamaño de la muestra de cada estrato se puede usar la ecuación para el tamaño óptimo de muestra (Ramos 2009), que es:

$$n_{opt} = \frac{N * Z_{\alpha} * Z_{\alpha} * p * q}{d * d * (N - 1) + Z_{\alpha} * Z_{\alpha} * p * q}$$

*Ecuación 13*

Donde:

$Z_{\alpha}$ = Coeficiente de nivel de confianza, para un nivel de confianza de 0,95=1,96 según la tabla de distribución normal de Z

p= probabilidad de éxito esperada

q= probabilidad de fracaso esperada

Donde p= q= 0,5, ya que en este estudio se desconoce la proporción esperada en el parámetro de los hábitos de los individuos de la comunidad en MRS y no se tiene por literatura un porcentaje de estudios pilotos anteriores a este. Lo que maximiza el tamaño de la muestra.

d= error máximo admisible= 0,02

Para aplicar la ecuación anterior se utilizó una tabla en Excel de cálculo de muestra óptimo de la Universidad de Granada (imagen 13), donde se puede ver señalado en un ovalo rojo la ecuación de muestra optima a partir del tamaño de la población (resaltado en verde), el nivel de confianza del 95 y la condición de p=q= 0,5, señalados en óvalos amarillos.

**Imagen 13.** Calculo óptimo de muestra

**CÁLCULO DEL TAMAÑO ÓPTIMO DE UNA MUESTRA**  
 (Para la estimación de proporciones, bajo el supuesto de que  $p=q=50\%$ )

<b>MARGEN DE ERROR MÁXIMO ADMITIDO</b>	2,0%
<b>TAMAÑO DE LA POBLACIÓN</b>	460
Tamaño para un nivel de confianza del 95%	386
Tamaño para un nivel de confianza del 97%	398
Tamaño para un nivel de confianza del 99%	414

[Volver a página de inicio](#)

Fuente: Universidad de Granada-España- Datos propios

Teniendo el valor óptimo de la muestra o  $n_{opt}$ , se debe distribuir este valor entre cada estrato de la muestra, es decir:

$$n_{opt} = n_1 + n_2 + n_3 + n_4 + n_5 + n_6$$

*Ecuación 14*

Donde:

$n_1$ = muestra de estrato estudiantes bachillerato

$n_2$ = muestra de estrato servicios generales

$n_3$ = muestra de estrato docentes

$n_4$ = muestra de estrato administrativos

$n_5$ = muestra de estrato estudiantes preescolar

$n_6$ = muestra de estrato estudiantes primaria

Para hallar estos valores de muestra para cada estrato se puede utilizar la afijación de la muestra, entre estas tenemos la uniforme, la proporcional, la de varianza mínima y la óptima. Se utilizó la afijación proporcional por asignar a cada estrato las

unidades muestrales proporcionales a su tamaño. Para hallar estos valores, se parte de la existencia de una constante positiva  $k$ , ya que:

$$nh = k * Nh, h = 1, 2, \dots, L$$

$$nh = N_h k \text{ entonces } \sum_{h=1}^L nh = \sum_{h=1}^L N_h k = kN \text{ entonces } n = kN$$

*Ecuación 15*

Donde

$k$ = constante de muestreo

$n$ = tamaño de la muestra optima =nopt

$L$ = estratos

$N$ = Tamaño total de la población

$N_h$ = número de individuos en cada estrato de la muestra total =  $N_1, \dots, N_6$

$n_h$ =tamaño de muestra de cada estrato=  $n_1, \dots, n_6$

Por lo tanto  $k = n/N$ , llamada también fracción de muestreo en cada uno de los estratos, con este valor se pueden hallar los  $n_1, \dots, n_6$  en el estudio, de la siguiente manera:

Si  $n_{opt} = k * N$  entonces  $k = n_{opt}/N = 386 \text{ ind} / 460 \text{ ind} = 0,84$  *Ecuación 8*

$n_1 = k * N_1$  entonces  $n_1 = 0,84 * 205 \text{ estudiantes} = 172 \text{ estudiantes de bachillerato}$

Se realizó la afijación proporcional usando la tabla en Excel de la Universidad de Granada (Imagen 14), donde se ingresaba en la celda, resaltadas con ovalo azul, el número de estratos, ya que los valores de tamaño de población y muestra optima eran llamados de la hoja de cálculo anterior, donde se halló el tamaño óptimo de muestra, señalados en ovalo rojo. En la columna de Muestra del estrato, aparecen el número de individuos que deben ser encuestados en cada estrato (aquí es donde se aplica la ecuación:  $n_1 = k * N_1$ ). Al igual que el número de cada estrato seguido de su atributo por el cual fue agrupado y el valor de  $k$  encerrado en un ovalo amarillo. Gracias a esta tabla tenemos el número de encuestas a realizar en cada estrato.

## Imagen 14. Muestreo Aleatorio estratificado con afijación proporcional

### MUESTREO ALEATORIO ESTRATIFICADO CON AFIJACIÓN PROPORCIONAL

Tamaño de la población objetivo..... 460  
 Tamaño de la muestra que se desea obtener..... 386  
 Número de estratos a considerar..... 6

Afijación simple: elegir de cada estrato 64,33333 sujetos

0,83913

stratc	Identificación	Nº sujetos en el estrato	Proporción	Muestra del estrato
1	Estudiantes Bachillerato	205	44,6%	172
2	Servicios generales	20	4,3%	17
3	Docentes	34	7,4%	29
4	Administrativos	6	1,3%	5
5	Estudiantes pre escolar	55	12,0%	46
6	Estudiantes primaria	140	30,4%	117
		Correcto	100,0%	386

Fuente: Tabla de Excel Muestreo Universidad de Granada. Datos propios

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

- **Entrevistas**

Las entrevistas mostraron que en la institución no existe ningún tipo de documentación, guías y reglamentaciones sobre el MRS, simplemente se realiza la recolección como se viene haciendo desde hace 28 años, no existe separación por parte de los generadores, ni por parte del personal de servicios generales, mucho menos los recipientes para hacer la separación.

El personal de servicios generales separa materiales como hojarasca, follajes y maderos pequeños, los arrojan a un pequeño descampado (localizado junto a la zona de quema), sin ningún tratamiento posterior. Los tanques para el acopio final se encuentran en mal estado, sumándole que el lugar donde se acumulan las basuras no cumplen con las normas establecida por el Decreto 1140 de 2003, entre esto los olores que genera su acumulación por más de dos días.

En el comedor los jóvenes deben separar sus residuos después de almorzar, en orgánicos (restos de alimentos, en este caso) e inorgánicos (envolturas plásticas ya que se acostumbra darles un postre, que viene empacado en plástico. Los residuos

de alimentos se usan para alimentar a los perros que cuidan la institución en las noches, esta es la razón de la separación. Esta actividad es considerada como prohibida por el artículo 14 de la Resolución 2640 del 2007, expedida por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Pero aun así se lleva a cabo.

- **Método CEPIS**

Los resultados del método CEPIS mostraron que los residuos que se producen en mayor porcentaje fueron: papel y cartón con el 23,5%, restos alimenticios con el 23,3% y maderas y follajes con el 21,7% como se muestra en el grafico 1, aunque los plásticos solo alcanzaron el 18,3% son de importancia ya que tienen alto potencial de reciclado directo, por cada 136 Kg que se producen por día de residuos, como se muestra en la tabla 3, aproximadamente 25 Kilogramos son residuos plásticos como botellas Pet, plásticos rígidos y residuos de bolsas, lo que podría representar una oportunidad de ganancia, donde el 7% representan las botellas tipo Pet (Castillo, 2013), ya que al mes serian 750 Kg, en el mercado del reciclado tiene un valor por Kg de las botellas de plásticos de color café y verde de cuatrocientos pesos Colombianos, serian aproximadamente veintiocho mil pesos al mes, al año lectivo de 10 meses serian doscientos ochenta mil pesos. Suponiendo que todas las botellas sean de plásticos color café y verde, pues las botellas transparentes tienen un valor por Kg de setecientos pesos colombianos, lo que aumentaría la ganancia mensual. En la recolección se encontraron plásticos coloreados y otros transparentes pero no se realizó separación entre estos para obtener dato del porcentaje, pues no era objetivo del estudio.

En un estudio realizado en una institución educativa en el área urbana del estado de Oaxaca México (Quintero, 2003), en la caracterización de Residuos Sólidos se encontraron el 19,3% en papel y cartón mientras que en los plásticos (donde se agruparon Pet, bolsas de plásticos y plásticos rígidos) fue de aproximadamente el 38%. Valores que son contrarios a los encontrados en el Gimnasio Cerromar, ya que los Residuos de papel y cartón fueron los de mayor porcentaje de aparición mientras los plásticos solo alcanzan el 18,3%, lo que indico que las instituciones de tipo urbano no son buenos parámetros de comparación, además de que esta

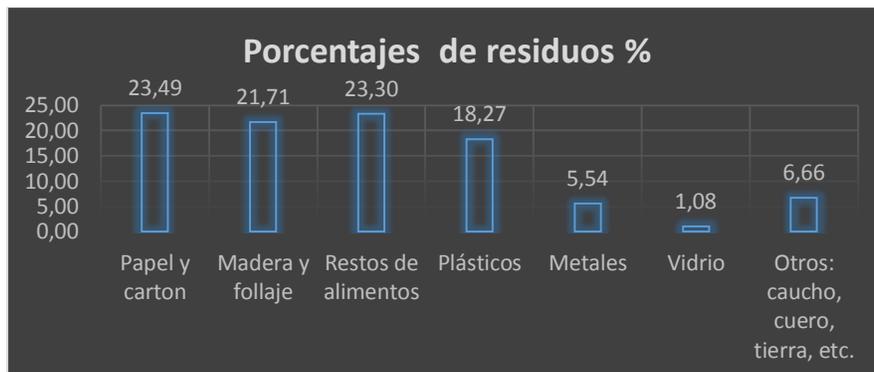
escuela no tiene servicio de comedor como el caso de estudio, lo que se constata con un 10% de Residuos de tipo alimenticio que genera la institución Mexicana.

En la búsqueda de parámetros de escuelas de tipo campestre en Colombia se halló que en su mayoría, los trabajos encontrados desarrollan campañas de sensibilización sobre el manejo de Residuos Sólidos y de reciclaje. Por esto el caso de estudio de la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga, institución de tipo campestre y con comedor, mostro nuevas luces en el proyecto. Los valores reportados en esta investigación, realizada del 2011 al 2013, difieren de los reportados en el Gimnasio Cerromar en +/- 10% para la caracterización de residuos sólidos, que se puede asumir, ya que la población de la Universidad es catorce veces mayor que en la escuela. Los valores de PPC obtenidos en la escuela fueron de 0,021Kg/persona/día, se encuentran por debajo de los valores reportados para esta variable en instituciones educativas colombianas, el cual es de 0,023 Kg/persona/día; para las instituciones en países en vía de desarrollo la variable es de 0,11 Kg/persona/día (Castillo, 2013), muy por encima del valor reportado en el Gimnasio Cerromar.

En el caso de los desechos de jardinería, la producción de compost es una oportunidad para el reciclado pero este necesita de la disposición del personal a realizar la separación y depósito de este en un lugar escogido para las pilas de abono, la institución cuenta con el espacio pero no existe la disposición por el personal de servicio generales y administrativos; delegar a los estudiantes esta tarea no sería efectivo, ya que los jóvenes se encuentran en su jornada académica diaria. Los desechos alimenticios son usados en su totalidad para alimentar a los perros. Además para usarlos en el compostaje habría que separar los huesos y restos animales de las cascaras y restos de frutas (los desechos deseados para compostaje). Pero lograr disminuir estos porcentajes con el reciclado de los desechos de jardinería, representaría una disminución del volumen de basuras de solo el 24%. En cambio si se lograra reducir en su totalidad el porcentaje de los residuos alimenticios y los de jardinería, se alcanzaría a reducir un volumen mensual

de 47,4%. Se reduciría casi a la mitad el volumen de basuras que se acumula en la institución.

**Gráfico 2.** Especificación de Residuos en la institución



Fuente: propia

Se debe tener en cuenta que la recolección total de los residuos generados fue difícilmente conseguida, ya que de las 4 personas encargados de oficios varios no cumplen un horario de recolección, es decir, cada uno durante la jornada desde las 6:30 am a las 5:30 p.m., recogen y depositan las basuras en tanques de metal y canecas a 100 metros del bloque de bachillerato, de manera aleatoria, además de eso los residuos de maderas y hojas son arrojados directamente a los terrenos, si el camión de la recolección de INTERASEO, si no pasa, se realiza la quema. Se logró obtener la caracterización de los residuos sólidos.

**Tabla 3.** Variables de Importancia obtenidas

Variables	Valores
Promedio Masa total de R.S. por día	136,41 Kg
Generación percapita de R. S. PPC	0,021 Kg/per/día
Densidad	180,36 Kg/m <sup>3</sup>

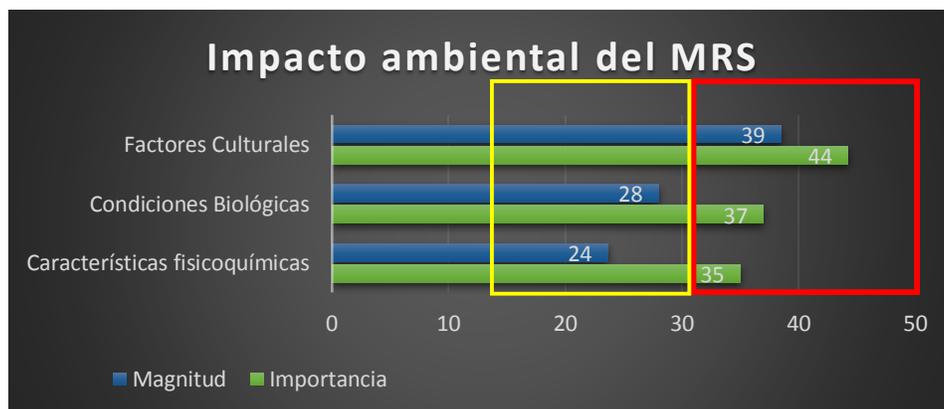
Fuente: propia

- **Matriz de Leopold-Impacto ambiental**

La matriz de Leopold para conocer el impacto ambiental, reporto que los factores que más se afectan con el manejo de los Residuos Sólidos son los factores

culturales como se muestra en la gráfica 3, en específico: la salud y la seguridad de la comunidad, las zonas de recreo, los paisajes y los espacios abiertos. Los factores anteriores reportaron valores dentro del rango alto, en importancia y magnitud. Que se notó en la alteración del paisaje considerado también como contaminación visual, la proliferación de moscas, presencia de perros callejeros que entran a la institución en busca de los desechos. Condiciones propicias para causar enfermedades infecciosas. En el ítem de las condiciones biológicas aunque alcanza a ser de alta y media en importancia y magnitud respectivamente, la extensión de las molestias causadas por el manejo de Residuos Sólidos no es de relevancia según los evaluadores. En el caso de los caracteres fisicoquímicos solo se puede evaluar a partir de lo observado ya que no se realizaron pruebas químicas, de partículas en el aire o de contaminación en el brazo del Rio Ranchería cercano a la zona de acumulación y quema. Por esto solo se puede hablar de la afectación de la calidad del entorno durante las quemas y se calificó con una importancia alta y magnitud media, de impacto negativo.

**Grafica 3.** Impacto ambiental del manejo de Residuos Solidos



Fuente: propia. Los recuadros amarillo y rojo corresponden a que el nivel del impacto es medio y alto respectivamente.

- **Encuesta**

Las encuestas aplicadas tenían como objetivo conocer la situación del manejo de Residuos Sólidos dentro de la institución desde los puntos de vista de cada integrante de la comunidad, se encontró que la comunidad reconoce que dentro de

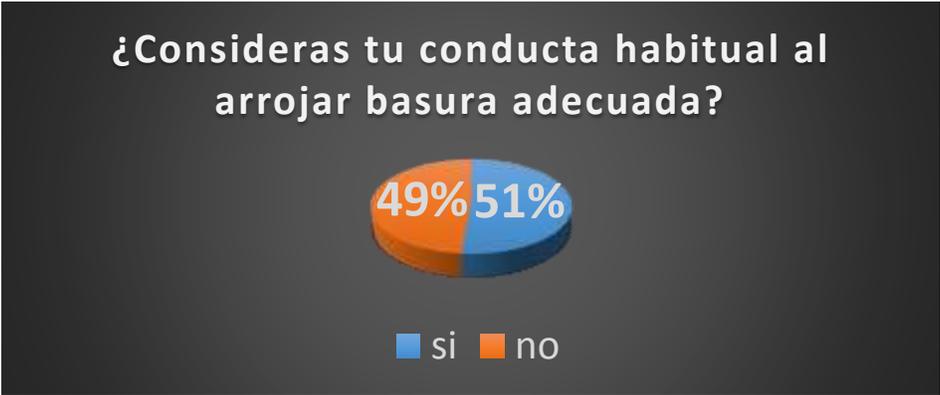
la institución no se manejan de manera responsable los Residuos sólidos, pero considera que la parte administrativa de la institución es quien no maneja de manera responsable los residuos, pues estos consideran que su conducta habitual al arrojar las basuras es adecuada en la mayoría de los casos, como lo muestran los resultados de la encuesta, visibles en los gráficos 4 y 5. Donde el 51 % de los encuestados afirma tener un adecuado manejo de los residuos sólidos dentro de la institución.

**Grafico 4.** Percepción del MRS en Gimnasio Cerromar



Fuente: Propia

**Grafico 5.** Percepción de la conducta en el MRS de la comunidad del Gimnasio Cerromar



Fuente: propia

Esta percepción de un buen manejo por parte de la comunidad se ve contrariado cuando se compararon con sus respuestas a los interrogantes: ¿Arrojas basura al

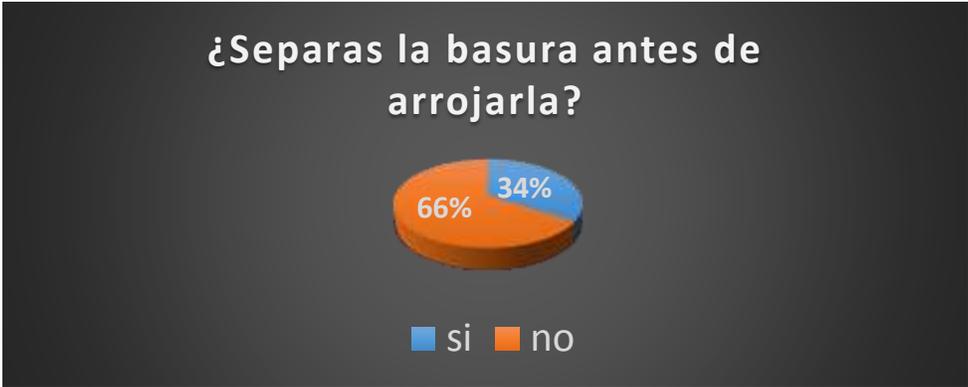
suelo? Y ¿Separas las basuras antes de arrojarlas? Como se evidencia en las grafico 6 y 7, al primer interrogante se reporta un 57% de individuos que responde que “a veces” lo hace, lo que demuestra que no se tiene un compromiso sobre el manejo de los Residuos Sólidos, al segundo interrogante aparece un 66% de encuestados que responden que no realizan la separación lo que es muestra del poco conocimiento sobre un adecuado manejo de los Residuos.

**Grafico 6.** Habito de arrojar basuras dentro de la comunidad del Gimnasio Cerromar.



Fuente: propia

**Grafico 7.** Habito de Separación de basuras dentro de la comunidad del Gimnasio Cerromar

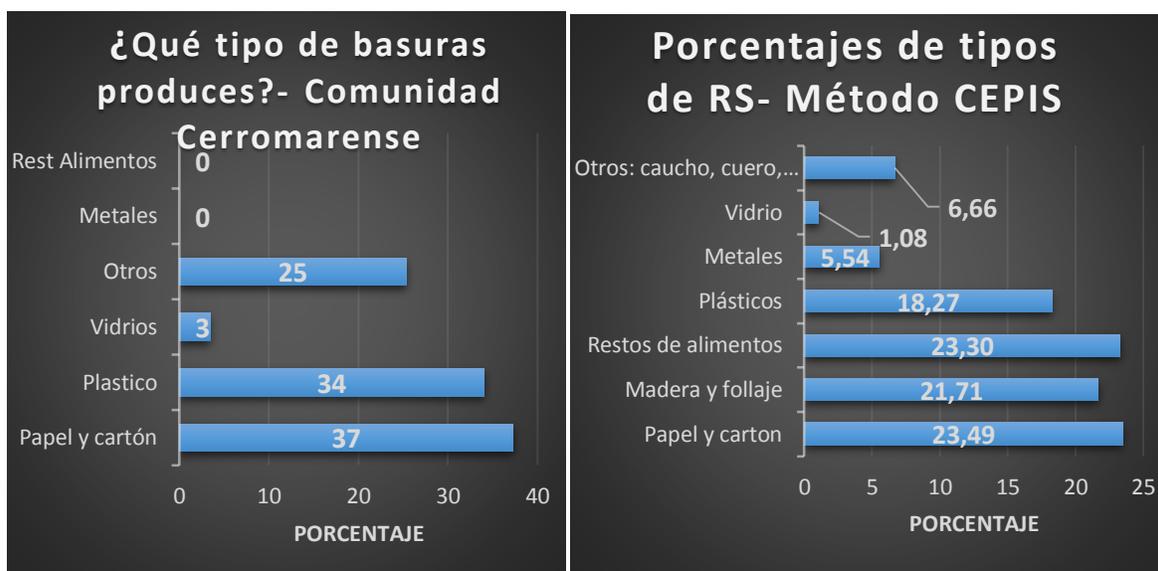


Fuente: propia

En cuanto a la percepción que tiene la comunidad del tipo de Residuo que produce, esta no es muy alejada en los porcentajes de la reportada en la caracterización del

tipo de Residuo del método CEPIS, como se puede apreciar en la gráfica 8. Pero la comunidad no reconoce que produzca desechos de metal y no considera los residuos alimenticios como un Residuo Sólido.

**Gráfico 8.** Comparación entre porcentaje de tipos de Residuos según la percepción de la comunidad y método CEPIS.



Fuente Propia

En un estudio realizado en una escuela del estado de Ogun en Nigeria por Igfebesan en el 2010, la encuesta a estudiantes permitieron conocer por medio de preguntas con cuatro posibles respuestas, si la comunidad estaba satisfecha con el Manejo de Residuos Sólidos de la institución educativa, a lo que respondieron con un 52% de insatisfacción, pero al preguntarles como ellos disponían de los desechos, el 56% no estaba satisfecho pero en la misma entrevista, el 52% no estaba interesado en saber que pasaba con las basuras de sus alrededores. Estos resultados confirman que las comunidades educativas no consideran a la institución como ente eficaz para el manejo de Residuos Sólidos, pero se consideran a ellos mismos ante la idea general del buen Manejo de Residuos Sólidos como actores positivos, aun así a las actividades específicas, que son pertinentes al buen Manejo de Residuos Sólidos no son satisfactorias sus maneras de actuar.

Por último el taller informativo a los cursos decimo y once, mostro los resultados del estudio sobre sus hábitos en el manejo de R.S. dentro de la institución. En el mes de noviembre del 2016 se dio paso a la construcción y puesta en marcha de los puntos ecológicos (12 en total) iniciativa del equipo técnico de Ciencias Naturales, que constan de una estructura de soporte en hierro con 3 recipientes de color verde, blanco y gris para separar las basuras, lo anterior sin aplicabilidad pues los empleados recogen todos los residuos en las mismas bolsas negras y no hay aprovechamiento de lo reciclado. Es más la dirección de economato emitió una queja ya que debían agujerear esos tanques por que acumulaban aguas y proliferaban mosquitos.

Se realizó una campaña de ornamentación de algunas zonas afectadas por la mala disposición de basuras, pero no se ha dado aprobación en el 2017 a un Plan de Gestión de Residuos Sólidos creado por la comunidad, en consenso público, pues generaría gastos en: infraestructura transitoria para llevar a cabo asambleas generales, capacitación a empleados en manejo de Residuos Sólidos, compra de recipientes y su señalización, trabajo de personal de servicios generales y la administración de la institución no está presta a asumir estos gastos.

Los PGIRS son parte obligatoria de los PRAE en las instituciones educativas, pero más que llenar el mero formalismo, es necesario que lo expuesto en las clases de Educación Ambiental, impartido en las aulas sea Regla para los administrativos de la institución.

## **6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

A través del análisis realizado sobre el manejo de los Residuos Sólidos en la institución educativa Gimnasio Cerromar, puedo concluir, que:

- ✓ En promedio cada persona de la comunidad educativa genera 0,021 Kg por día, valor que es menor que los reportados por instituciones educativas Colombianas.
- ✓ El papel y el cartón son los residuos que se producen en mayor porcentaje, lo que indica que se puede aprovechar este papel como materia prima para

elaborar papel reciclado, le siguen los restos de alimentos con 23,3, Le siguen maderas y follajes con un 21,7%, que se atribuye a que esta institución es de tipo campestre. Estos residuos de hojarasca podría ser usado para compostaje, proyecto que desarrolla el equipo de ciencias naturales con el grado decimo. Sumándolo a la negligencia del departamento administrativo de evitar las quemadas de basura. Le siguen los plásticos con el 18,3%, con un posible 7% que puede ser aprovechado (Castillo 2013) por ser botellas tipo Pet.

- ✓ La perspectiva sobre el tipo de basuras que desechan los generadores se aparta de la realidad experimental cuando hablamos de sus hábitos de disposición de los mismos, debido a la aparición de algunos desechos como metales. Según las encuestas, la población indica que en su mayoría desechan papel y cartón, lo que el método CEPIS confirma, aunque en menor porcentaje del esperado. Y que existe un consenso general sobre el mal manejo de Residuos Sólidos por parte de la administración.
- ✓ Existe una contradicción entre lo que piensa la comunidad que es un buen manejo de Residuos Sólidos y las acciones que deben realizar diariamente que son un buena manejo de los Residuos Sólidos, lo que demuestra que se debe mejorar en la parte académica sobre los contenidos de Educación Ambiental dentro de la institución.
- ✓ Debido a malos olores que ocasiona la acumulación de las basuras mixtas, se ven obligados a su quema, se propone minimizar la cantidad de residuos producidos atacando los porcentajes más altos de residuos especificados, como la acumulación y venta de botellas PET, compostaje para follajes y algunos residuos de alimentos como cascara de frutas y vegetales.
- ✓ Según los datos reportados por la evaluación ambiental en su mayoría el actual manejo de residuos sólidos afecta la salud y seguridad de la comunidad, además de la fauna circundante al sitio de las quemadas transitorias, confirmado por las encuestas a la comunidad quienes sufren los efectos del manejo por la contaminación visual, malos olores y gran número

de moscas en algunos sectores de la institución. Cabe anotar el impacto ambiental negativo en la zona donde se realiza la acumulación y posterior quema ha afectado la pequeña población de monos titíes cabeza dorado, que se han mudado mucho más cerca del brazo de agua del Río Ranchería, el suelo presenta ya una zona descampada. El ojo de agua cercano está completamente eutrofizado.

Se puede recomendar como pautas para el M.R.S.:

- Campañas de sensibilización y educación, guiada por el equipo técnico de ciencias naturales, a toda la comunidad educativa sobre el adecuado M.R.S. de manera mensual.
- Capacitación al personal de servicios generales para la recolección separada de las basuras.
- Adquisición de nuevas canecas para la acumulación final.
- Acumulación y venta de botellas Pet, provenientes de los puntos ecológicos.

## 7. BIBLIOGRAFIA

[1] Tchobanoglous, G., Theisen, H., & Vigil, S. (1996b). GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS (Vols. 1-2, Vol. 1). McGraw-Hill.

[2] Bustos F, Carlos (2009). La problemática de los desechos sólidos. *Economía* (27), 121-144.

[3] Carballo G. E. (2009). Futuro en los plásticos. *Ciencias*, núm. 96, 2009. Universidad Nacional Autónoma de México. México.

[4] Donoso M. M. (2013). El mercado del cobre a nivel mundial: evolución, riesgos, características y potencialidades futuras. *Revista Ingeniare*, vol 21, núm 2, 2013. Chile.

[5] Park, J. W. (2009). *3R Policies of Korea*. Retrieved from <http://eng.me.go.kr/file.do?method=fileDownloader&attachSeq=1133>

- [6] Pires, A., Martinho, G., & Chang, N.-bin. (2010). Solid waste management in European countries: A review of systems analysis techniques. *Journal of environmental management*, 92(4), 1033-1050. Elsevier Ltd. doi: 10.1016/j.jenvman.2010.11.024.
- [7] Purcell, M., & Magette, W. L. (2010). Attitudes and behaviour towards waste management in the Dublin, Ireland region. *Waste management (New York, N.Y.)*, 30(10), 1997-2006. Elsevier Ltd. doi: 10.1016/j.wasman.2010.02.021
- [8] Rahman F. A. (2014). Reduce, Reuse, Recycle: Alternatives for waste management. Guía G-314, Colegio de Agricultura y ciencias del consumo y medio ambiente. Universidad NM State. 2014.
- [9] Organización Panamericana de la Salud y Organización Mundial de la Salud: División de Salud y Ambiente (2005). Informe de la evaluación regional de los servicios de manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe. Washington, DC.
- [10] ONU (1992). Conferencia mundial sobre el medio ambiente y el desarrollo: Agenda 21: [http://www.un.org/esa/dsd/dsd/dsd\\_faqs\\_csd.shtml](http://www.un.org/esa/dsd/dsd/dsd_faqs_csd.shtml) #Q5. Recuperado el 20 de Septiembre de 2012
- [11] GREEN PEACE. Guías para un consumo responsable de productos forestales: el papel. Folleto núm 3, octubre 2004.
- [12] Guía para la caracterización de residuos sólidos domiciliarios. OPS/CEPIS/04/IT-634. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsars/fulltext/evaluacion/anexo2.pdf>
- [13] QUINTERO C, TEUTLI L. M, GONZÁLEZ M., JIMÉNEZ S (). MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN INSTITUCIONES EDUCATIVAS. Disponible en: [http://web.uaemex.mx/Red\\_Ambientales/docs/memorias/Extenso/PA/EC/PAC-03.pdf](http://web.uaemex.mx/Red_Ambientales/docs/memorias/Extenso/PA/EC/PAC-03.pdf)

- [14] GALEANO J. (2011). PROYECTO DE MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS EN LA ESCUELA EL PEDREGAL. Disponible en: [https://master2000.net/recursos/menu/117/1810/mper\\_arch\\_11078\\_residuos.pdf](https://master2000.net/recursos/menu/117/1810/mper_arch_11078_residuos.pdf)
- [15] Choles C. (2013). Gestión integral de residuos sólidos en colegios sostenible: Modelos y tendencias. Proyecto de grado, Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de ingeniería.
- [16] Edel R. y Ramirez M. (2006). Construyendo el significado del cuidado ambiental: un estudio de caso en educación secundaria. Revista Iberoamericana sobre Calidad, eficacia y cambio en la educación, vol 4. Núm 1, 2006. Madrid, España.
- [17] Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Decreto 4741 de 2005.
- [18] Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Decreto 1713 de 2002.
- [19] Ahorro de energía en la industria del vidrio, proyecto de UPME y COLCIENCIAS, 2000.
- [20] Guarín N. (2011). Estudio comparativo en la gestión de residuos sólidos de construcción y demolición en Brasil y Colombia. Disponible en: <http://www.umng.edu.co>
- [21] Gámez I. (2014). Los Guajiros no cuidan su medio ambiente. Noticia en el periódico el Herald, junio del 2014.
- [22] Guevara J. (2013). Programa Piloto para la gestión sustentable de los residuos sólidos urbanos del municipio de Sapeacu Bahia, Brasil. UFRB.
- [23] Flores R. (2012). La educación ambiental: una apuesta hacia la integración escuela- comunidad. Praxis y saber.
- [24] Sakurai K.(2000). HDT 17: Método sencillo de análisis de residuos sólidos. CEPIS/OPS. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/eswww/proyecto/repidisc/publica/hdt/hdt017.html>

- [25] Simonett B. (2005). Combustion products of plastics as indicators for refuse burning in the atmosphere. Ejemplar No 39 de la revista Environmental Science and Technology.
- [26] Save food. Estudio realizado por la FAO 2011, Dusseldorf, Alemania.
- [27] Hernandez Sampieri R. (2003). Metodología de la investigación. Editorial McGraw Hill. Mexico. Disponible en: [http://www.univo.edu.sv:8081/tesis/021507/021507\\_Cap3.pdf](http://www.univo.edu.sv:8081/tesis/021507/021507_Cap3.pdf)
- [28] Mansilla L. (2009). Reciclaje de botellas PET para obtener fibra de poliéster. Ingeniería Industrial, núm. 27, 2009. Universidad de Lima, Lima, Perú.
- [29] MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL Y MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Política Nacional de Educación Ambiental SINA. Bogotá. Julio de 2002.
- [30] Cotan S. (2007). Valoración de impactos ambientales. INERCO. Sevilla. Disponible en: [http://api.eoi.es/api\\_v1\\_dev.php/fedora/asset/eoi:48150/componente48148.pdf](http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:48150/componente48148.pdf)
- [31] Castillo L. (2013). Evaluación del manejo de residuos sólidos en la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga. Revista Facultad de Ingeniería UPTC, vol 22, núm. 34. Bucaramanga, Colombia.
- [32] Castrillón O. (2004). Impacto del manejo integral de los residuos sólidos en la corporación universitaria Lasallista. Revista Lasallista de investigación. Vol 1, núm. 1, junio 2004. Corporación universitaria Lasallista, Antioquia, Colombia.
- [33] García, J. J. (2011). Hacia un nuevo sistema de indicadores de bienestar. Realidad, datos y espacio: Revista internacional de estadística y geografía, 2(1), 78-95. Recuperado de [http://www.inegi.org.mx/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/especiales/revista-inter/RevistaDigital2/Doctos/RDE\\_02\\_Art5.pdf](http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/especiales/revista-inter/RevistaDigital2/Doctos/RDE_02_Art5.pdf)
- [34] Paramo P. (2013). Comportamiento urbano responsable: las reglas de convivencia en el espacio público. Revista Latinoamericana de Psicología, vol. 45, num 3, 2013. Fundación Universitaria Konrad Lorenz. Bogotá, Colombia.

- [35] Ifegbesan Ayodeji. (2010). Exploring secondary school students' understanding and practices of waste management in Ogun State, Nigeria. *International Journal of Environmental & Science Education*.
- [36] Instituto Colombiano Agropecuario ICA. Resolución N.º 002640 de septiembre 28 de 2007, por la cual se reglamentan las condiciones sanitarias y de inocuidad en la producción primaria de ganado porcino destinado al sacrificio para consumo humano.
- [37] República de Colombia, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Decreto 1140 de 2003 de mayo 7, por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002, en relación con el tema de las unidades de almacenamiento, y se dictan otras disposiciones.
- [38] Cutter-Mackenzie, A. (2010a). Australian waste wise schools program: its past, present, and future. *Journal of Environmental Education*
- [39] Recycling and waste reduction a guide for Schools (2010). Guía de E-CYCLE Wisconsin. Disponible en: [dnr.wi.gov](http://dnr.wi.gov)
- [40] Hamad, C. D., Bettinger, R., Cooper, D., & Semb, G. (1980). Using behavioral procedures to establish an elementary school paper recycling program. *Journal of Environmental Systems*.
- [41] Strategies for waste reduction projects in schools: A resource guide for educators. Report of St Louis- Jefferson solid waste management district & Missouri Botanical Garden.
- [42] Jibril, J. D. azimi, Sipan, I. B., Sapri, M., Shika, S. A., Isa, M., & Abdullah, S. (2012). 3R s Critical Success Factor in Solid Waste Management System for Higher Educational Institutions. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*.
- [43] Kandil, S. H., Abou Bakr, H., & Mortensen, L. (2004). Incorporating Environmental Awareness of Solid Waste Management Within the Education System: (A Case From Egypt). *Polymer-Plastics Technology and Engineering*, 43(6), 1795–1803. doi:10.1081/PPT-200040167

[44] Pineda. (1998). *MANEJO Y DISPOSICION DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS*. ACODAL.

[45] Sales, M., Delerue-Matos, C., Martins, I., Serra, I., Silva, M., & Morais, S. (2006). A waste management school approach towards sustainability. *Resources consevation and recycling*.

[46] US EPA, O. of A. (n.d.). EPA en Español. Overviews & Factsheets,. Retrieved December 8, 2013, from <http://www.epa.gov/espanol/>

[47] ATSDR. 2007. Toxicological profile for arsenic (update). Atlanta: Agency for Toxic Substances and Disease Registry.