

**ANÁLISIS DEL MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN INSTITUCIONES
EDUCATIVAS: ESTUDIO DE CASO GIMNASIO CERROMAR EN EL MUNICIPIO
DE RIOHACHA DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA**

ILIANA ROMERO PÉREZ

**UNIVERSIDAD DE MANIZALES
MAESTRÍA EN DESARROLLO SOSTENIBLE Y MEDIO AMBIENTE
MANIZALES
2017**

**ANÁLISIS DEL MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN INSTITUCIONES
EDUCATIVAS: ESTUDIO DE CASO GIMNASIO CERROMAR EN EL MUNICIPIO
DE RIOHACHA, DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA**

ILIANA ROMERO PÉREZ

**Trabajo para optar para el título de Magister en Desarrollo Sostenible y
Medio Ambiente**

Tutor

Alejandro Echeverri Rubio

UNIVERSIDAD DE MANIZALES

Facultad de Ciencias Humanas y Económicas

MAESTRÍA EN DESARROLLO SOSTENIBLE Y MEDIO AMBIENTE

MANIZALES

2017

A Dios por mi vida, las oportunidades y las bendiciones que me dio para obtener este logro.

A mi familia por su apoyo y su escucha atenta en todo momento.

A Enver y a mi hijo Alejandro por su amor, ánimos y su fe en mí en momentos de desánimo.

AGRADECIMIENTOS

Expreso mis agradecimientos a:

A todos los estudiantes y docentes del colegio Gimnasio Cerromar de Riohacha, La Guajira.

Al Msc Alejandro Echeverría Rubio, por su guía y ayuda.

Al personal de servicios generales y administrativos de Gimnasio Cerromar, quienes me mostraron su cotidianidad y me brindaron la oportunidad de realizar estos estudios.

A toda la comunidad educativa por sus aportes y puntos de vista que enriquecieron mi trabajo.

Contenido

RESUMEN	8
ABSTRAC	10
1. INTRODUCCIÓN	12
2. DESCRIPCIÓN DEL AREA PROBLEMÁTICA	16
3. JUSTIFICACIÓN	18
4. ANTECEDENTES	21
4. MARCO TEÓRICO	25
4.1. Manejo de Residuos solidos.....	25
4.2. Los Residuos Sólidos y su clasificación	27
4.3. Materiales que conforman los Residuos Sólidos municipales.....	30
4.3.1. Papel y Cartón	30
4.3.2. Vidrio.....	31
4.3.3. Metal.....	32
4.3.4. Plástico	33
4.3.5. Residuos de alimentos y de jardinería.....	36
4.4. Caracterización de los Residuos Sólidos	37
4.4.1. Método de análisis de Residuos Sólidos.....	40
4.5. Los hábitos de disposición de Residuos Sólidos	43
4.6. Medición del Impacto ambiental del manejo de los Residuos Sólidos	45
5. ABORDAJE METODOLÓGICO	49
5.1. Contexto	52
5.3. Muestra.....	54
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	60
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	70
8. BIBLIOGRAFÍA	73
9. ANEXOS	78
9.1. DISEÑO DE INSTRUMENTOS	78
9.1.1. La entrevista.....	78
9.1.2. Método CEPIS- Caracterización de RS.....	82
9.1.3. Encuesta.....	86
9.1.4. Matriz de Leopold.....	90

Diagramas

Diagrama 1. Diagrama de Flujo de la producción de Residuos Sólidos del Gimnasio Cerromar.....	15
Diagrama 2. ¿Cómo se hizo la investigación?	51

Ecuaciones

Media de la población. Ecuación 1.....	38
Media de la muestra. Ecuación 2.....	38
Varianza de la población. Ecuación 3	38
Varianza muestral. Ecuación 4	38
Tamaño de población. Ecuación 5.....	38
Tamaño de población. Ecuación 6.....	39
Proporción de la población. Ecuación 7	39
Muestra para cada estrato. Ecuación 8.....	39
Generación per cápita de R.S. Ecuación 9	41
Volumen estándar de contenedor. Ecuación 10.....	41
Porcentaje de cada componente de la basura. Ecuación 11	43
Estratos de muestra homogénea. Ecuación 12.....	55
Muestra tamaño óptimo. Ecuación 13.....	56
Muestra ÓPTIMA dividida en estratos. Ecuación 14	57

Fotografías

Fotos 1. Jornada de Recuperación de Zonas Verdes, Puntos Ecológicos y Taller Participativo	944
Fotos 2. Aplicación de modelo CEPIS.....	96
Fotos 3. Zona de Estudio, Botadero y Sitio de Quema.....	98
Fotos 4. Situación de Contenedores de Residuos	99

Gráficos

Grafico 1. Método del cuarteo en RS	42
Grafico 2. Especificación de Residuos en la institución.....	63
Grafico 3. Impacto ambiental del manejo de Residuos Sólidos.....	64
Grafico 4. Percepción del MRS en Gimnasio Cerromar	65
Grafico 5. Percepción de la conducta en el MRS de la comunidad del Gimnasio Cerromar	66
Grafico 6. Habito de arrojar basuras dentro de la comunidad del Gimnasio Cerromar.	67
Grafico 7. Habito de Separación de basuras dentro de la comunidad del Gimnasio Cerromar	67
Grafico 8. Comparación entre porcentaje de tipos de Residuos según la percepción de la comunidad y método CEPIS.	68

Imágenes

Imagen 1. Códigos de identificación de plásticos.	35
Imagen 2. Campana de Gauss	40
Imagen 3. Vista superior de los alrededores del Gimnasio Cerromar.....	52
Imagen 4. Zonas de producción de residuos sólidos para el estudio.	53
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.	55
Imagen 6. Cálculo óptimo de muestra.....	57
Imagen 7. Muestreo Aleatorio estratificado con afijación proporcional	59
Imagen 8. Ficha f2- Entrevista preliminar para economato.....	800
Imagen 9. Ficha f1 Entrevista a personal de servicios generales.	811
Imagen 10. Tabla de Excel ERS-Cerromar	84
Imagen 11. Objetivos específicos relacionados con las preguntas de la encuesta.	88
Imagen 12. Encuesta f3.....	89
Imagen 13. Matriz de Leopold modificada Gimnasio Cerromar.....	92
Imagen 14. Matriz de resultados de Matriz de Leopold.....	93

Matrices

Matriz 1. Fuentes de información.....	49
---------------------------------------	----

Tablas

Tabla 1. Factores ambientales en la matriz de Leopold.	48
Tabla 2. Variables de Importancia obtenidas	63
Tabla 3. Ficha técnica de balanza usada.	83

RESUMEN

El manejo integral de los residuos sólidos representa un reto para las entidades de tipo público y privado, ya que los estilos de vida y niveles de consumo han cambiado, incrementando la cantidad de Residuos Sólidos (RS) producidos. En América Latina según la OPS no se realiza a gran escala la separación y recuperación de materiales reciclables; en promedio solamente el 2,2% de los materiales se recuperan de la basura (OPS, 2006). Uniéndola esta problemática a las diferentes condiciones climáticas y socioculturales de cada región se hace necesario establecer sistemas apropiados de Manejo de Residuos Sólidos (MRS) para cada lugar, lo que nos lleva a los proyectos pilotos.

Los proyectos pilotos para el MRS pueden atacar diferentes frentes, uno de ellos es la separación de los residuos en el punto de su generación y su origen, lo cual implica cambiar la cultura predominante en la comunidad (Guevara, 2013). Por ello los lugares más indicados para poner en marcha proyectos pilotos del MRS son las escuelas, donde se pueden atacar estos dos frentes apoyados en la Educación Ambiental. Pero el primer paso para implantar un sistema de gestión de RS es analizar el manejo actual de los RS, para tener una visión clara del problema y que cada acción venidera por parte del sistema de gestión sea pertinente.

El estudio de caso se desarrolla en la Institución Educativa Gimnasio Cerromar, de tipo privado, en su sede campestre situada en el Km 5 vía Maicao, localizada en la zona rural de Riohacha en el departamento de La Guajira. 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 preescolar 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 análisis del MRS en las instituciones educativas es de gran importancia para minimizar los impactos negativos de las basuras, que consiste en determinar la cantidad, el tipo de RS que se produce para su aprovechamiento en beneficio de la comunidad educativa y la identificación de los impactos ambientales para

determinar las estrategias idóneas en el MRS que podrían ser replicadas para otras instituciones de las mismas o cercanas características.

Se caracterizaron los Residuos Sólidos generados en la institución educativa, proceso en el que se presenta una problemática sobre su manejo por pequeñas quemas 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 para la minimización del volumen de desechos generados diariamente. En promedio cada persona de la comunidad educativa genera 0,021 Kg por día. En promedio la institución genera 136,41 Kg de Residuos Sólidos por día, con una densidad de 180,36 Kg/m³. 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, 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 cáscaras 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 formular 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

The integral management of solid waste represents a challenge for public and private entities, since lifestyles and levels of consumption have changed, increasing the amount of solid waste produced, in Latin America according to OPS is not done large-scale separation and recovery of recyclable materials; on average only 2.2% of the materials are recovered from the garbage (OPS, 2006). Linking this problem to the different climatic and socio-cultural conditions of each region makes it necessary to establish appropriate solid waste management systems for each location, which leads us to the pilot projects.

Pilot projects for MRS can attack different fronts, one of which is the separation of waste at the point of its generation and origin, which implies changing the predominant culture in the community (Guevara, 2013). For this reason, the most appropriate places to start SWM pilot projects are the schools, where these two fronts can be attacked, supported by Environmental Education. But the first step to implementing a SWM system is to analyze the current management of Solid Residues in order to have a clear vision of the problem and that any future action by the management system is relevant.

The case study is carried out in the Cerromar Educational Institution, of a private type, in its country headquarters located in Km 5 via Maicao, located in the rural area of Riohacha in the department of La Guajira. The institution has a population of 406 students, 34 teachers, 20 general service employees and 6 employees in the administrative area, by 2016, from pre-school to high school, in a single day, from 6:30 a.m. at 4:00 p.m., has a full dining service attached to the school store.

The analysis of the MRS in educational institutions is of great importance to minimize the negative impacts of garbage, which consists in determining the quantity, type of SR produced for the benefit of the educational community and to evaluate the environmental impacts for identify the appropriate strategies in the SWM, which could be replicated to other institutions of the same or close characteristics.

Solid waste generated at the Cerromar Gymnasium, 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 / m³. 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: SR: solid residue; SWM: solid waste management;

1. INTRODUCCIÓN

Los Residuos Sólidos comprenden todos los desechos que provienen de actividades animales y humanas que normalmente son sólidos y que son desechados como inútiles o superfluos (Choles, 2013). De la gestión de los residuos sólidos, a la gestión respetuosa con el medio ambiente, dio inicio en los años treinta en el Reino Unido y diez años después en los Estados Unidos (Pineda, 1998). El departamento de Servicios de Salud de California, al mismo tiempo que otros departamentos progresistas de salud estatal, estableció normativas estándar para los vertederos controlados municipales, y llevó a cabo campañas agresivas para la eliminación de los vertederos convencionales. Todavía en 1965, después de una revisión completa de las prácticas de la gestión de residuos sólidos en los Estados Unidos, el Congreso encontró que la tendencia a la contaminación de la población en zonas metropolitanas y urbanas había presentado a estas comunidades graves problemas financieros y administrativos en la recogida, el transporte y la evacuación de residuos sólidos. (Tchobanoglous, Theisen, & Vigil, 1994).

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, Bettinger, Cooper, & Semb, 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, Abou Bakr, & Mortensen, 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 los Estados Unidos existen varias escuelas que tienen programas para el manejo de Residuos Sólidos, llamadas las Escuelas Verdes, como lo son las escuelas de Wisconsin y Missouri; programas que se centran en la recolección de residuos para el lombriz-compostaje para involucrar a sus estudiantes más pequeños, el reciclaje del papel montando una línea de reciclaje de este en la escuela (E-Cycle Wisconsin,

2010 y St Louis-Jefferson Solid Waste Management District, 2009). 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). Lo que contrasta con los informes de la OPS que afirman que no se produce la separación y recuperación de estos materiales en toda Latinoamérica.

Analizar el cómo se manejan los Residuos Sólidos dentro de las instituciones educativas es relevante y objeto de estudio, son estas instituciones el espacio propicio para implementar estrategias en pro de la mejora del MRS. En el Departamento de La Guajira, se realizan campañas de sensibilización en lugares de interés, pero no se aplica ningún seguimiento al MRS de las instituciones públicas y privadas por parte de CORPOGUAJIRA (Gámez, 2014). El estudio de caso se encuentra ubicado en el municipio de Riohacha del departamento de La Guajira, institución de carácter privado con un manejo ineficiente de los residuos sólido en la que se hace necesario el análisis y un sistema de gestión de los residuos sólidos dentro de las escuelas.

Un buen plan de gestión de residuos sólidos establece objetivos claros por seguir que mejoran los hábitos de disposición de los residuos, da conocimiento sobre la oportunidad de aprovechamiento de los residuos producidos, cuantifica y cualifica la información sobre la disposición de los residuos y establece canales de comunicación, sino existen, entre cada actor de la comunidad para el buen manejo de los residuos. Existen muchas técnicas para analizar y establecer un sistema de gestión de residuos sólidos, como: los modelos de análisis de costo beneficio, simulación, desarrollo de escenario, análisis de flujo de materiales, etc (Pires et al, 2010).

Los residuos sólidos tienen diversas clasificaciones, para el estudio de caso se identificaron como Residuos Sólidos Institucionales, según Pineda (1989). Los elementos que integran los residuos sólidos tratados, según Tchobanoglous, (1994), son: papel, cartón, desechos de alimentos, residuos de jardín, metales,

vidrios y otros como textiles, cauchos y cueros. Esta clasificación es importante para la caracterización de los residuos en la comunidad escolar.

Conocer las características de los residuos como el tipo de residuo que se produce, el porcentaje de generación de cada tipo, la cantidad producida por día y por persona en la comunidad que se pueden lograr implementado el Método CEPIS de caracterización de RS.; es de gran ayuda para la implementación exitosa de un plan de manejo de residuos sólidos. Junto a esta cuantificación es necesario conocer los hábitos de cada individuo dentro de la institución.

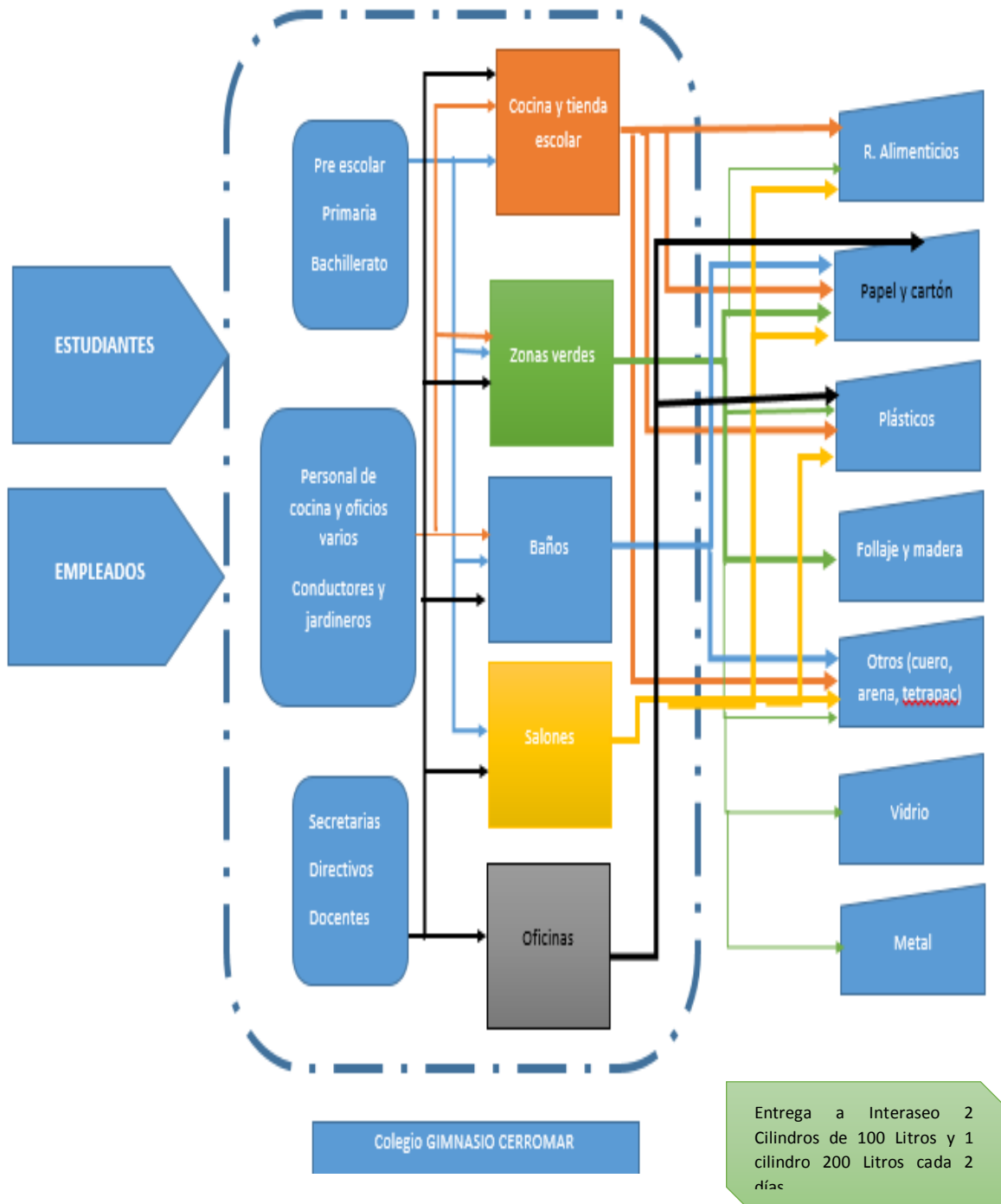
El enfoque cualitativo de los hábitos de la comunidad le brinda profundidad al análisis de los datos, ya que el objeto de estudio son los aspectos de la respuesta humana (Edel & Ramírez, 2006). Para ello existen diversas técnicas para la recolección de datos como las entrevistas y las encuestas.

En la identificación de los impactos ambientales producido por el actual MRS se utilizó el método de Leopold (1971). Este método permite la identificación de las condiciones actuales y puede reportar resultados claros y precisos. La aplicación de esta matriz nos da una mirada global, porque chequea las características geobiofísicas y socioeconómicas de la comunidad por evaluar.

Se realizó una investigación cualitativa con un componente cuantitativo. Lo que implica un enfoque mixto, se ejecutaron cuatro instrumentos de recolección de datos, estos fueron: entrevista, método CEPIS, encuesta y Matriz de Leopold para impacto ambiental. A partir de los resultados obtenidos se pudo concluir que existe un porcentaje del 63,3 % de R.S. aprovechable, donde aproximadamente el 45% sirve para compostaje, el 7% para venta directa de botellas tipo PET; que existe una equívoca idea de lo que es el buen manejo de los residuos sólidos entre los actores de la comunidad y su responsabilidad dentro del MRS y se pudo identificar como el factor más afectado por el actual MRS a la salud y seguridad de la comunidad educativa.

A continuación, una gráfica 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

2. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA PROBLEMÁTICA

El problema estudiado es el manejo inadecuado de los residuos sólidos escolares, este problema se agudizó desde el 2010, ya que la población escolar tuvo un incremento de 250 a 400 estudiantes, por consiguiente la cantidad de residuos producidos aumentó, razón por la cual se implementó la quema de residuos lo que, sumado a otras razones conocidas por la observación diaria, ofrece el siguiente panorama:

- No se practican métodos de separación de los residuos generales en la comunidad educativa por parte de quienes los generan o quienes realizan la recolección.
- Los estudiantes no hacen uso de las canecas para los residuos. Por ello muchas zonas permanecen atiborradas de basuras como empaques.
- En lugares lejanos de los salones de clases, no hay el número de canecas suficientes. Esto es visible en las canchas de fútbol y de balonmano donde muchos jóvenes se reúnen a tomar su merienda, luego de lo cual dejan las zonas llenas de basuras.
- La recolección por parte de la empresa prestadora de servicio de recolección INTERASEO S.A. E.S.P. es irregular en ocasiones, 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 produce efectos que afectan ambiente escolar, por los malos olores, humos por las quemas, y daño al suelo por los lixiviados que se vierten en ellos indiscriminadamente ya que los tanques destinados para las basuras están deteriorados.

El estudio de caso se desarrolla en la Institución Educativa Gimnasio Cerromar, esta es de tipo privado, y fue fundada el 23 de septiembre de 1988, momento desde el cual 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. Tiene un área aproximada de 55 mil m², en la zona rural de Riohacha en el departamento de La Guajira, propiedad de CORPACER (Corporación de Padres de Familia del Cerromar). Esta entidad inició el mismo año en que fue fundada con la dirección de Luis Guillermo Borrego e hizo desde entonces uso del 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, para 2016, una población de 406 estudiantes, 34 docentes, 20 empleados en servicios generales y 6 empleados en la zona administrativa, , 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.

No se conoce la proporción ni el tipo de residuos que se producen, por consiguiente no se puede tener una idea clara de su aprovechamiento. No se puede deducir la cantidad de residuos sólidos que producen ya que los contenedores utilizados no se llenan completamente para evitar accidentes debido a su estado desmejorado, y a 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, lo que debe realizarse antes de la 4 p.m. El problema de la acumulación de estos residuos por periodos semanales, se tramita acumulando las basuras en el sector ya señalado y haciendo las quemas los días sábados cuando el número de estudiante es menor. No se ha implementado otro tipo de estrategia.

La pregunta problema es, entonces: **¿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.
- Identificar los impactos ambientales asociados al manejo inadecuado de los residuos sólidos para el estudio de caso.
- Determinar las estrategias de manejo de los residuos sólidos en la escuela Gimnasio Cerromar.

3. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad países en vía de desarrollo como Colombia, enfrentan un gran reto que es la gestión adecuada de los residuos sólidos, que resultan de las actividades antrópicas (Onibokun, 1999, Osinowo, 2001, Longe & William, 2006, Kofoworola, 2007). Este problema ha sido reconocido por todas las naciones en la Conferencia sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo de 1992 y es considerado como uno de los mayores obstáculos para el desarrollo sostenible (UNICED, 1992).

La basura constituye un grave problema ya que genera contaminación del aire, agua y suelo; es fuente de muchas enfermedades, representa desperdicios de recursos naturales y ruptura de los ciclos ecológicos en el medio ambiente. El proyecto de mejoramiento de los residuos sólidos en instituciones educativas permite realizar un manejo adecuado de la basura, fomentar una conciencia ecológica en la población estudiantil, prevenir la contaminación del medio ambiente, y disminuir el impacto ambiental a largo plazo (Quintero, 2009).

De allí la importancia de este tipo de trabajos de investigación, para motivar el cambio social, cultural, a partir del desarrollo de una amplia gama de valores y actitudes, tales como la solidaridad, el respeto, la cooperación, que permitan, asumir responsabilidades y desempeñar un papel activo en la construcción de una ciudadanía que cuide el ambiente. No podemos continuar ignorando la problemática que hoy se presenta a nuestro alrededor y de la cual el hombre ha sido y continua siendo el causante, pero tampoco hay que olvidar que así como somos los principales destructores, también somos los únicos que poseemos las capacidades intelectuales para proteger y conservar el ambiente; por tal motivo es importante comprometerse desde todos los ámbitos que componen a nuestros estudiantes, en este caso, la familia, para diseñar estrategias que permitan salir de la ignorancia sobre nuestra propia naturaleza y trabajar por el correcto uso de los residuos sólidos, que nos permita generar beneficios (Velásquez, 2014).

Por ello las instituciones educativas son pruebas pilotos de las problemáticas que sufre nuestro país. El Gobierno Nacional en la Ley General de la Educación (Ley 115 de 1994) crea la obligación de insertar la educación ambiental en el plan educativo, donde es obligatoria la educación en protección y preservación ambiental. La educación ambiental es una estrategia fundamental para procesos que a nivel local y global puedan generar un impacto deseado, para que las comunidades entiendan la problemática ambiental como el mal manejo de los residuos sólidos. Para lograr un cambio o una real sensibilización del ciudadano hay que comenzar desde la escuela y eso se hace desde los PRAES (Proyectos Ambientales Escolares) y los PGIRS (Proyectos de Gestión Integral de Residuos sólidos). El Ministerio de Educación obliga, por medio de decreto 1743 del 3 de agosto de 1994, a construir y desarrollar este tipo de proyectos que deben estar incluidos en los proyectos educativos institucionales, que tienen como objetivo ayudar a solucionar la problemática ambiental en todos los niveles.

La existencia de proyectos que no se cumplen con el actual manejo de los residuos, situación que va en contra vía de un sano ambiente escolar, causa molestias a toda la comunidad educativa, mal aspecto de las zonas verdes por las basuras

circundantes, e interrupción del buen desarrollo de las clases por los malos olores y humos a los salones de clase. Y si se acostumbra a la quema, a corto y largo plazo la exposición a estos contaminantes dispersos por la quema, se asocia a una serie de impactos en la salud, incluyendo enfermedades respiratorias y cardiovasculares. La quema de los residuos sólidos produce partículas que según IARC (Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer) identificadas como partículas carcinógenas humanas. Además del daño que se le infringe al medio ambiente con la quema de plásticos que arrojan al ambiente compuestos PCDDs / PCDFs (Policlorados dibenzo p- dioxinas/ Dibenzofurados poli clorados), que impactan negativamente la fauna y la flora circundante (Simonett B. 2005).

En el Gimnasio Cerromar, caso que se estudia, se promueve, según su Manual de Convivencia, y su misión y visión, la formación integral de los estudiantes, educándolos en los valores humanos, más aún, se busca tener un ambiente escolar que permita una excelente educación. Las condiciones del educando deben ser propicias a la vivencia y construcción de valores individuales y sociales como el respeto, amor, sinceridad, lealtad, y muy importante: el respeto no solo por sus compañeros sino también por el ambiente que los rodea. Pero se puede notar en algunos el facilismo, el egoísmo y la falta de respeto por sí mismos, por el otro y por la naturaleza, actitudes que suponemos son el resultado de los errores formativos desde casa. Por ello se busca por medio de la educación ambiental un ambiente escolar sano y respetuoso del medio natural.

Es entonces necesario analizar el manejo actual de residuos sólidos, ajustar el PRAE de la institución y el actual PGIRS, porque permitiría definir acciones a realizar en base a la realidad de la Institución en: infraestructura física, hábitos de los alumnos, organización de los docentes, cantidad y tipo de residuos, etc., se debe incitar a la participación de la comunidad educativa, delegando tareas y responsabilidades en tiempos específicos, mitigando los impactos ambientales negativos, como los impactos en la salud y el medio ambiente escolar sumado al aumento del nivel de educación ambiental (Rahman, 2014).

La caracterización de los residuos sólidos dentro de la institución permitiría identificar su producción, oportunidades de aprovechamiento de ellos e identificación de los impactos ambientales negativos que serían de gran ayuda para las campañas de sensibilización y mitigación dentro de la institución. La determinación de unas estrategias para el Manejo de Residuos Sólidos Escolares Campestres gracias a este estudio, contribuiría a la disminución de la contaminación y al desarrollo de la gestión ambiental de la institución educativa, que resulte en una guía para el manejo de residuos sólidos escolares, que podría extenderse a las instituciones de carácter público, para el bienestar de la comunidad Cerromarencé.

A todo el municipio de Riohacha le es relevante este tipo de estudios ya que nos enfrentamos a la posibilidad de ser catalogados como uno de los municipios con el más deficiente sistema de gestión de RS (Gámez, 2014), reconociendo las escuelas como prueba piloto para implementar un MRS eficiente, el análisis del actual es un gran avance para la creación e implementación de un nuevo plan de MRS

4. 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 promueven mediante la implementación de campañas de educación y sensibilización ambiental (Galeano, 2011).

Cada día escolar un estudiante puede producir 1 kilogramo o más de materiales compostables, tales como residuos de comida y papel sucio. Este compost puede ayudar a las escuelas a reducir significativamente sus residuos. Estas actividades de compostaje pueden ser integradas en el plan de estudios, proporcionando el

aprendizaje práctico en ciencias, matemáticas y otras disciplinas (E-Cycle Wisconsin, 2010). La cuantificación y clasificación de los residuos sólidos dentro de las comunidades educativas permiten apreciar el tipo de residuo que se genera diariamente y evaluar el impacto ambiental que causa a largo plazo (Quintero et al, 2003).

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, el aire, el agua, y los seres vivos en el medio ambiente local (St Louis-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. Propósito que se ve limitado a campañas de reciclaje que no se articulan de manera adecuada 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; además 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 ellos (Ifegesan, 2009). Lo que demuestra que el nivel de coherencia entre actitudes y comportamientos ambientales se ve afectado 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 Louis-Jefferson Solid Waste Management District, (2009), Se muestran tres casos de estudio de manejo de residuos sólidos en Missouri: Uno, El Kinder Garden “Raintree” localizado en Ballwin, Missouri, que implementó un programa que se centró en el uso del lombricompostaje, como un método para involucrar a los estudiantes a pensar críticamente acerca de los problemas de residuos en sus vidas. Un contenedor de lombrices fue presentado a la comunidad y se colocó en un área visible para que todos los estudiantes atendieran de él. Un club de gusano semanal se instauró, donde se involucraron a los estudiantes interesados, los niños participaron en una variedad de actividades y experimentos al igual que toda la comunidad educativa local.

Dos, en la escuela San Gabriel el proyecto se inició mediante la investigación de hechos de reciclaje de papel y trabajar con la compañía de papel para entender la proceso de reciclaje de papel en San Gabriel. La clase trabajó con la empresa de reciclaje de papel para discutir la posibilidad de conseguir un contenedor de reciclaje de papel en el campus de la escuela. Como parte de su campaña, los estudiantes se trasladaron contenedores de reciclaje a más visible y lugares accesibles, crearon nuevos signos de reciclaje de basura para cada clase y grado o nivel, y los guiones preparados para anuncios de reciclaje semanales. Los estudiantes realizaron un inventario de la papelería después de que el proyecto estaba en su lugar durante unas semanas para determinar la efectividad de su campaña.

Y tres, la escuela de educación media Maplewood Richmond Heights (MRH), integró el sistema de residuos como parte de su enseñanza a partir de un enfoque de sistemas de pensamiento. Los maestros utilizan el edificio escolar como

herramienta de aprendizaje de iniciativas que se centran en la conservación y la reducción de residuos. Los estudiantes adoptan el rol de líderes de sostenibilidad en la escuela. La escuela MRH ha reducido con éxito la cantidad de materiales que se enviaban al relleno, así como la cantidad de no reciclables que se encuentran en la escuela. Cuando puso en marcha el programa de compostaje ampliado en primer lugar, los estudiantes y profesores se dieron cuenta de que había una mayor necesidad de informar a los estudiantes y el personal sobre los procedimientos de compostaje adecuados, realizar verificaciones periódicas del sistema para garantizar que el compost no se contamine, y comprometerse como la clave supervisores de clasificación de materiales en la cafetería.

En América Latina se producen alrededor de 369.000 toneladas de residuos sólidos municipales (Stefan, 2010); sin embargo, según la OPS, no se realizan procesos de separación y recuperación de materiales a gran escala, 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, p.32). 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 profesores y 8266 escolares. En la investigación se intervino el aula, la escuela y la comunidad; la

metodología se sustentó en 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 se 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; dentro de las cuales preocupan en particular aquellas que están en las zonas rurales como el caso de estudio; e instituciones como el SENA industrial que realiza pequeñas quemas a pesar de tener un programa reconocido de manejo de residuos sólidos.

4. MARCO TEÓRICO

4.1. Manejo de Residuos Sólidos

El manejo de residuos sólidos es una problemática a nivel mundial ya que en ello interactúan intereses económicos, sociales y ambientales; siendo la creación e implementación de métodos por 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 contextualizarse y luego responder de manera integral a los problemas con que se tope. 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 y objetivos por alcanzar y asegurarse de que la terminología y las actividades estén claramente definidas en el plan. El siguiente paso requiere identificar las diferentes opciones potenciales que son adecuadas para gestionar los residuos, teniendo en cuenta los costos, evaluación de riesgos, estructura física y su evaluación económica si son necesarias modificaciones en esta estructura física, las normas que hay que seguir según la ley vigente para los materiales reciclados con potencial económico y la disposición adecuado de otros, y la retroalimentación a toda la comunidad sobre el manejo de estos residuos y el porqué de los cambios en los hábitos. Finalmente, se debe examinar toda la información recolectada sobre hábitos, volúmenes y tipo de producción RS,

condiciones sociales y de salud pública para formar una estrategia completa para el manejo integral de los residuos sólidos.

Puede ser provechoso también el análisis de sistemas ya establecidos de residuos sólidos y adaptarlos a diferentes contextos (Pires et al, 2010). Se usan dos técnicas para analizar los sistemas de residuos sólidos que se puedan implementar, estas son:

- Modelos de ingeniería de sistemas: tales como análisis de costo-beneficio, modelos de predicción, modelos de simulación, modelos de optimización, sistemas de modelado integrados.
- Herramientas de evaluación del sistema: tales como sistemas de información de gestión, sistemas de apoyo a las decisiones, desarrollo de escenarios, análisis de flujo de materiales, evaluación del ciclo de vida, evaluación de riesgos, evaluación de impacto ambiental, evaluación ambiental estratégica, evaluación socioeconómica (Pires et al, 2010).

4.2. 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 consideramos basura, ¿qué es un residuo sólido? Y sí se puede considerar a la basura en su totalidad como residuo sólido, 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:

1. Residuos sólidos urbanos: Residuos sólidos o semisólidos provenientes de las actividades urbanas en general. Puede tener origen residencial o doméstico, comercial, institucional, de la pequeña industria o del barrido urbano, mercados, áreas públicas y otras afines. Dentro de estos podemos conceptualizar de importancia para la investigación de los siguientes: a) Residuos sólidos residenciales: aquellos los residuos generados por las actividades humanas en la vivienda, considerando su composición, cantidad, calidad, naturaleza y volumen de generación. Este tipo de residuos en términos generales tiene un alto contenido de materia orgánica y humedad. A medida que el nivel de ingreso crece y que los hábitos y preferencias se tornan más urbanos, el volumen per cápita aumenta y las caracterizaciones de los residuos varían incrementando la cantidad de elementos reciclables. b) Residuos sólidos comerciales: los generados en establecimientos comerciales, y mercantiles, tales como almacenes, depósitos, hoteles, restaurantes, cafeterías y plazas de mercado. c) Residuos sólidos institucionales: estos son los generados por establecimientos educativos, militares, carcelarios, religiosos, terminales de transporte aéreo, terrestre o fluvial y edificaciones donde funcionan entidades de carácter gubernamentales. Por lo general este tipo de residuos tiene altos contenido de materia orgánica representados por papel y cartón.
2. Residuos sólidos industriales: son desechos de plantas de procesos industriales, chatarra, desechos especiales y peligrosos (Bustos, 2009).
3. Residuos sólidos agrícolas: también catalogados como agrícolas y pecuarios, son desechos de cultivos y estiércol generado por la ganadería de leche y engorde (Bustos, 2009).

4. Residuos sólidos peligrosos: son desechos que pueden ocasionar o contribuir en el aumento de la mortalidad o morbilidad para producir una incapacidad o ser un peligro para la salud pública o el ambiente y se pueden clasificar en: radioactivos, tóxicos o inflamables (Henry y Heinke, 1999).

Existen otro tipo de clasificaciones de los residuos sólidos,: reciclables, no reciclables/no peligrosos y peligrosos. Los reciclables se dividen en materiales regulados y no regulados, desechos de cocina y desechos a granel (Tsai *et al.*, 2007). 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. Estos residuos se generan en cada parte del ciclo de vida de un producto, por ello los hábitos de consumo afectan la cantidad de residuos que generamos dentro de la institución, los residuos industriales y agrícolas para generar el producto. Según la US EPA se pueden caracterizar los desechos sólidos en: papel, desechos de jardín, residuos de alimentos, vidrio, plásticos, metales y otros. Cambiando en proporción dependiendo del lugar donde se haga la recolección, ya que puede ser en un establecimiento comercial o una institución educativa. Bogotá genera 5,891 toneladas por día de basura (Noguera y Oliveros 2010). La OPS (2005) tipificó los RSM en Latinoamérica, donde encontró que se podían clasificar en: Cartón y papel con un rango de porcentajes del 5 al 22,3 %; Metal del 0,7 al 5 %; Vidrio del 2,3 al 7,6 %; plásticos del 5 al 17,7 %; Orgánicos y putrescibles del 41,3 al 71,4% y otros e inertes del 3,3 al 25,9 %. En un estudio que realizaron Sáez y Leal en el 2014 en un grupo de 14 instituciones educativas venezolanas, 7 públicas y 7 privadas, se encontró en la caracterización de los residuos sólidos, los porcentajes del tipo de residuos fueron: orgánicos 28, 58%, plásticos 24,75%, Papel 23,76%, metal 14,73%, vidrio 7,2% y otros 0,98%. Los datos anteriores nos muestran que en las instituciones educativas los orgánicos, el papel y el plástico son de mayor producción, lo que está de acuerdo con el diario

vivir de la comunidad educativa y que por ello es posible que siguiendo estos hábitos se pueda mejorar notablemente el manejo de los residuos sólidos, ya sea reduciendo su producción o mejorando su aprovechamiento. Para conocer su potencial aprovechamiento, posible reducción y que este sea replicable, hay que conceptualizar los materiales que conforman los Residuos Sólidos Municipales, ya que son la mirada macro de los pequeños laboratorios de implementación de manejo de residuos sólidos que son las escuelas.

4.3. Materiales que conforman los Residuos Sólidos Municipales

Los elementos que integran los residuos sólidos tratados, según Tchobanoglous, (1994), son: papel, cartón, desechos de alimentos, residuos de jardín, metales, vidrios y otros como textiles, cauchos y cueros.

4.3.1. Papel y Cartón

La mayoría de los productos que utilizamos y descartamos están hechos de papel, como periódicos, cajas de cereales, aislamientos, en los altavoces de los estéreos, en las suelas de los zapatos y otros envases de cartón para alimentos, cartas, libretas, libros, revistas, pañuelos de papel, papel higiénico y toallas de papel. Según las guías de manejo de recursos forestales de GREENPEACE (2004), el papel es un indicador de desarrollo, las naciones desarrolladas consumen el 87% del papel en escribir e imprimir (Toepfer, 2002), pero este es un recurso derrochado ya que el papel y el cartón son el 30% y 40% del material que componen los residuos sólidos urbanos que genera Europa por ejemplo (WorldWatch Institute, 2000).

En los Estados Unidos se utilizan 340 Kg papel/persona/año, un total de 85 mil millones de Kg al año por toda la población, lo que se traduce en casi 4 millones de árboles cortados (Martin, 2011). Estas abrumadoras cifras muestran la importancia de reducir el consumo del papel y aumentar su aprovechamiento. Sin una gestión adecuada o una regeneración natural suficiente, algunas especies de árboles (así

como la producción de papel y otros productos de madera) podrían verse amenazadas.

La producción de papel nos afecta a todos, porque consume muchos recursos y la contaminación causada en las líneas de producción del lavado de las fibras tiene efectos negativos. Desafortunadamente, el proceso de fabricación de papel no es limpio. Según el informe del inventario de emisiones tóxicas de los Estados Unidos publicado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA), las fábricas de pulpa y papel se encuentran entre las que más contaminan el aire, el agua y la tierra de cualquier industria del país. El Worldwatch Institute ofrece estadísticas similares para el resto del mundo. Cada año millones de libras de productos químicos altamente tóxicos como el tolueno, el metanol, el dióxido de cloro, el ácido clorhídrico y el formaldehído se liberan en el aire y el agua de las plantas de fabricación de papel en todo el mundo. Mientras que el uso de papel reciclado para hacer más papel debe ser alentado, el proceso de reciclaje crea sus propios riesgos ambientales. El proceso de desentintado del papel (en el que la tinta se retira del papel reciclado), produce desechos que pueden contener plomo. Estos desechos requieren una gestión y eliminación cuidadosas.

4.3.2. Vidrio

El vidrio es un material de uso común, se utiliza en contenedores domésticos y botellas que contienen alimentos, bebidas, limpiadores y medicamentos. Otros usos del vidrio están en la fabricación de paneles de ventana, bombillas y espejos. El vidrio es popular porque es versátil, fuerte y bastante fácil de producir. Se puede reciclar un número ilimitado de veces, se produce a partir de minerales, el más importante es la sílice, conocida como arena, es la sustancia más común en la corteza terrestre, y aunque es un recurso no renovable, hay una gran cantidad de ella.

La producción del vidrio conlleva un consumo importante de energía, lo que depende de la temperatura de fusión, que va de 1.500 a 1.600°C, lo que amerita grandes cantidades de energía gastada. Además, dependiendo de los hornos

utilizados puede haber una baja eficiencia, si es uno convencional este solo logra alcanzar entre el 25 y 40% de ella (UPME, 2000), por ello reutilizar el vidrio es muy importante porque conserva recursos y energía. Las industrias también reutilizan el vidrio, limpiando y rellenando recipientes de vidrio que se devuelven para el depósito de la botella. Los ahorros de energía de esta actividad, sin embargo, son parcialmente compensados por la energía gastada en la limpieza y el transporte de las botellas usadas.

Reciclar vidrio también puede ahorrar recursos, energía y puede reducir la cantidad de residuos y la contaminación generada por la producción de vidrio. También se puede utilizar en la fabricación de fibra de vidrio y como un sustituto de agregado en la construcción de carreteras.

4.3.3. Metal

Entre los metales el hierro y el aluminio son los más utilizados en la producción de artículos de uso diario, como envases de alimentos y bebidas, piezas de aluminio, automóviles y aeronaves, canalones, tuberías, marcos de ventanas, vigas de construcción y aparatos, la composición química y la estructura de estos metales resultan en productos que son fuertes y duraderos, incluso cuando están expuestos a los elementos (The Solid Waste Management Resource Guide for Massachusetts Schools, 1996). No podemos olvidar al cobre que es la otra cara de la moneda, el cobre es un metal con características singulares como que no se degrada, no contamina y es reciclable indefinidamente, entre las principales propiedades del cobre se pueden destacar las siguientes: alta conductividad eléctrica, alto grado de conductividad térmica, fácil de moldear, gran resistencia a la corrosión, alta capacidad de aleación metálica (Donoso, 2013). Lo que hace a los metales excelentes materiales para trabajar en la industria pero también presenta grandes problemas para su disposición final, y a pesar de lo cual nuestra sociedad es altamente dependiente de los metales, sumado lo del aumento de la población mundial, es inevitable que la demanda de estos productos se hará insostenible.

El Steel Recycling Institute informa que cada año en Estados Unidos, el acero reciclado ahorra energía suficiente para satisfacer las necesidades de energía eléctrica de la ciudad de Los Ángeles durante 8 años. El acero reciclado es generalmente triturado o compactado, limpiado y refundido (The Solid Waste Management Resource Guide for Massachusetts Schools, 1996).

De los 784 millones de toneladas anuales producidas de acero en el mundo, cerca del 43% es reciclada proveniente de chatarra. El acero es completamente reciclable al final de la vida útil del producto y podría ser reciclado un número ilimitado de veces, sin perder calidad (Recicla ONG, 2002). Lo que demuestra que es necesario reciclar todos los elementos metálicos, que dependiendo de su composición puede ser reutilizado al 100%.

4.3.4. Plástico

Los plásticos son ligeros, duraderos, impermeables, versátiles, aumentan el ciclo de vida de la mayoría de los productos por ser no putrescibles. Por ello su uso y su producción se han extendido en todo el mundo, remplazando los materiales tradicionales. Los plásticos se usan para producir muchos artículos de la vida diaria, incluyendo jarras de leche y jugo, botellas de gaseosas, envolturas de alimentos, bolsas de basura y varios tipos de envases. Además, los plásticos han contribuido a muchos avances científicos, han jugado un papel importante en el desarrollo de productos importantes como lentes de contacto, corazones artificiales, coches más eficientes en el consumo de combustible y computadoras portátiles. Desafortunadamente, las mismas propiedades de resistencia y bajo peso que hacen que los plásticos sean atractivos también crean problemas complejos durante su producción y eliminación.

Las resinas plásticas se utilizan para producir cientos de diferentes tipos de plástico, todos los cuales se dividen en dos grandes grupos: termoestable y termoplástico. Las resinas termoestables se endurecen permanentemente, los plásticos termoestables se usan para producir productos que requieren un plástico duro, duradero y permanente, como muebles, juguetes, vajillas y tripas de computadoras.

Pero esa misma propiedad los hace de difícil reciclado. Los termoplásticos también se endurecen cuando se enfrían, pero pueden refundirse y moldearse en nuevos productos de plástico. Las resinas termoplásticas se usan comúnmente para recipientes rígidos tales como botellas de gaseosa, productos lácteos, detergentes y cosméticos, y otros productos como bolsas de basura, juguetes, cuerda, utensilios, pavimentos, espuma de poli estireno, tapicería y tuberías. Para reciclar materiales termoplásticos, la chatarra de plástico debe reducirse a gránulos, gránulos o polvo, llamadas pellets, que luego se comercializan como materia prima para los moldes de plástico o bolsas plásticas.

Muchos productos termoplásticos tienen un código de reciclaje impreso en su panel inferior. El código consta de un número, de 1 a 7, dentro de un símbolo de reciclaje (las flechas persiguiendo). La Sociedad para la Industria del Plástico (SPI) desarrolló este código para que los plásticos pudieran clasificarse por tipo en:

- a. El polietileno tereftalato (PET) se ha utilizado ampliamente para botellas de refrescos. También se utiliza en otros materiales de embalaje tales como frascos de plástico, láminas y blísteres, así como para ciertas partes de electrodomésticos y automóviles.
- b. El polietileno de alta densidad (HDPE) se utiliza para la mayoría de contenedores rígidos como jarras de leche, jarras de detergentes para la ropa, recipientes de plástico para mantequilla y margarina, recipientes para helados, cosméticos y medicinas y para bolsas de basura pesadas.
- c. El cloruro de polivinilo (PVC) es un plástico versátil porque es resistente, pero puede ser
- d. El PVC se utiliza principalmente para productos de construcción duraderos, tales como tuberías, revestimiento, cables y canalones. Comúnmente conocido como "vinilo", también se utiliza ampliamente para pisos, revestimientos, revestimiento, equipaje, calzado, tapicería, ropa, equipo de camping y balsas de playa. Aproximadamente el 25 por ciento del PVC producido se utiliza para envases desechables.

- e. El polietileno de baja densidad (LDPE, por sus siglas en inglés) se utiliza ampliamente en materiales de embalaje tales como envoltura transparente, bolsas para productos de supermercado, bolsas de pan, bolsas de limpieza en seco y para recubrir otros envases tales como cartones de leche y jugo.
- f. El polipropileno (PP) se utiliza para artículos duraderos incluyendo cajas de batería y muebles. La siguiente imagen muestra el código e imagen de cada tipo de plástico.

IMAGEN 1. CÓDIGOS DE IDENTIFICACIÓN DE PLÁSTICOS.



Fuente: ASTDR, 2007.

La producción de plásticos requiere grandes cantidades de petróleo crudo y gas natural, y genera una cantidad significativa de desechos sólidos, así como contaminantes del aire y del agua. Cada día se descartan millones de productos de plástico y se desperdicia la energía potencial encarnada en ellos. La eliminación de plásticos puede generar contaminación del aire cuando se quema en instalaciones de combustión o a cielo abierto. Por ejemplo, la quema de PVC libera gas cloro en

la atmósfera, lo que puede amenazar la salud humana. La quema también crea ácidos clorhídricos que pueden corroer el interior de las cámaras de combustión, lo que resulta en un aumento de las emisiones atmosféricas (The Solid Waste Management Resource Guide for Massachusetts Schools, 1996).

Además de los problemas asociados con la producción y eliminación posterior de los desechos plásticos, muchos utensilios de plástico se eliminan de manera inapropiada y terminan en los océanos, carreteras y botaderos al aire libre. Esta mancha plástica amenaza la salud de muchas especies de vida silvestre además de dañar la vista al entorno natural.

El proceso de reciclaje del PET consiste en reintegrar este polímero en un nuevo ciclo productivo como materia prima, las botellas sin pigmento tienen mayor valor para el reciclado por sus sendas posibilidades de uso; entre otros, como material de empaque, láminas para termo formados, madera plástica, tarimas y fibra de poliéster (Mansilla, 2009). Este tipo de reciclado convierte un desecho en una materia prima barata y abre la posibilidad de borrar la huella del plástico en nuestro planeta.

El tipo ideal de reciclaje de plásticos es un proceso de reciclaje primario que crea un sistema de circuito cerrado. Un ejemplo de un proceso primario es la conversión de un recipiente de detergente de lavado viejo en un nuevo recipiente de detergente, una y otra vez, indefinidamente. Pero no se tiene en cuenta el costo de transportar los envases de plástico de alto volumen y bajo peso a un fabricante que puede procesar los contenedores.

4.3.5. Residuos de alimentos y de jardinería

Los residuos alimenticios pueden ser catalogados también como residuos orgánicos, en estos agrupamos restos de comida, como cascaras de alimentos, alimentos descompuestos, huesos, etc. (Bustos, 2009). Para que un alimento se convierta en un desperdicio, según la FAO (2011), debe presentar daños en la línea

alimentaria, desde la producción agrícola hasta el consumo, es importante resaltar que el procesamiento, como la cocción ya sea doméstica o industrial es una pieza clave en la línea alimentaria.

En América Latina el grupo de productos básicos de mayor pérdida son las frutas y hortalizas, con pérdidas no mayores de 200 millones de toneladas al año (FAO, 2011). En los residuos de jardinería se agrupan la hojarasca, los pedazos de troncos, hojas verdes, tallos y cualquier desecho de jardín (Bustos, 2009).

4.4. Caracterización de los Residuos Sólidos

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 son el tipo de residuo que se produce, el porcentaje de generación de cada tipo, la cantidad producida por día y por persona en la comunidad; es 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, creó 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 llevará 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. Los pasos a seguir para este muestreo, según la OPS, anexo para Método CEPIS- 2009, son:

➤ Notación:

N_h = Tamaño de la población del estrato h (donde $h = 1, 2, 3$)

N = Tamaño de la muestra

n_h = Tamaño de la muestra del estrato h

$\mu = 1/N \sum_{i=1}^N X_i$ MEDIA DE LA POBLACIÓN. ECUACIÓN 1.

μ_h = Media de la población del estrato h

$\bar{x} = 1/n \sum_{i=1}^n x_i$ Media de la muestra. Ecuación 2.

\bar{x}_h = Media de la muestra del estrato h

VARIANZA DE LA POBLACIÓN. Ecuación 3

$$\sigma^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (X_i - \mu)^2$$

VARIANZA MUESTRAL. ECUACIÓN 4

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

$1 - \alpha$ = Nivel de confianza

$Z_{1-\alpha/2}$ = Coeficiente de confianza

E = Error permisible

- En el cálculo para determinar el tamaño de la muestra, se debe considerar un nivel confianza, uno de error de estimación y un valor de variación:
 - Si se conoce el tamaño de la población N y su varianza σ^2 (o se asume) :

$$n = \frac{Z_{1-\alpha/2}^2 N \sigma^2}{(N-1)E^2 + Z_{1-\alpha/2}^2 \sigma^2}$$

TAMAÑO DE POBLACIÓN. ECUACIÓN 5

- Cuando no se conoce el tamaño de la población N , pero sí el valor de la varianza σ^2 (o esta se asume):

$$n = \frac{Z_{1-\alpha/2}^2 \sigma^2}{E^2}$$

TAMAÑO DE POBLACIÓN, ECUACIÓN 6

- Asignación del tamaño de muestra de viviendas particulares para los estratos, en este caso se debe proceder de la siguiente manera:
 - Calcule el porcentaje o proporción del tamaño de la población en cada estrato. Esto es:

$$q_h = N_h/N, \quad \forall h=1,2,3$$

➤ PROPORCIÓN DE LA POBLACIÓN ECUACIÓN 7

- Luego se procede a la asignación proporcional de los tamaños de muestra para cada estrato. Es decir:

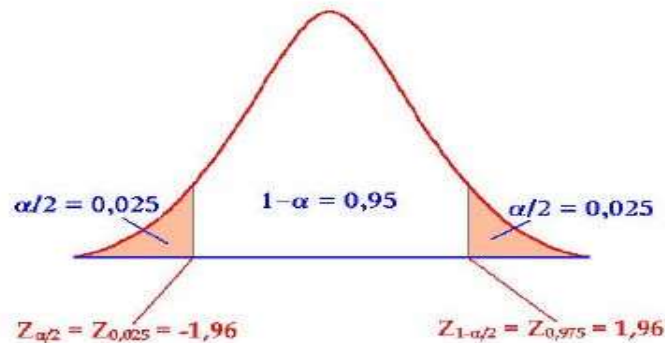
$$n_h = n * q_h$$

MUESTRA PARA CADA ESTRATO. ECUACIÓN 7

- El tamaño de la muestra estará en función de:
 - a. El error permisible (E) en la estimación de μ , que por general debe ser entre 1% y 15% del valor de la media poblacional que va a estimar. La desviación estándar (σ), es el resultado de la raíz cuadrada de la varianza de la población. Si la desviación estándar es pequeña (caso de población homogénea), bastará una muestra muy pequeña; mientras que si la desviación estándar es grande (caso de población heterogénea), la muestra debe ser grande.
- Para la obtención del valor de la varianza de la población Puede hacerse un muestreo preliminar y estimar su valor con los datos muestrales.
 - a. Utilizar estimaciones que se hayan encontrado en estudios que se hayan realizado anteriormente.
 - b. En el caso de que no se tengan datos iniciales de la ciudad en estudio, se debe asumir la desviación estándar en 200 g/hab/día.

- El nivel de confianza más utilizado es $1-\alpha = 0,95$; esto es, un coeficiente de confianza $Z_{1-\alpha/2} = 1,96$.

IMAGEN 2. CAMPANA DE GAUSS



Fuente: Archivo anexo método CEPIS-OPS

Cabe recordar que esto se desarrolla en la caracterización de residuos sólidos domiciliarios de gran cuantía, en cuanto al volumen de recolección. Mientras que, en un estudio realizado a la institución educativa CONALEP No 145 “Gral. Antonio de León”, en México, con 6 zonas plenamente identificadas ocupadas por 954 individuos, solo se realizó la zonificación de los generadores para realizar una recolección del total de residuos sólidos generados por día. Utilizando fichas donde se llenaban con los pesos obtenidos de cada tipo de residuo hallado. Por la cantidad de individuos que tenía cada estrato, no se hizo necesario el muestreo aleatorio estratificado proporcional.

4.4.1. Método de análisis de Residuos Sólidos

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.

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

- Se utiliza el total de residuos recolectados por día de muestreo.
- Se pesa diariamente (w_i) la totalidad de las bolsas recogidas durante los días que dure el muestreo. Este peso representa (W_t) la cantidad total de basura diaria generada en toda la institución.
- Se determina el número total de personas que han intervenido (N_t) en el muestreo.
- Se divide el peso total de las bolsas (W_t) entre el número total de personas (N_t), para obtener la generación per cápita diaria promedio (gpc) de las viviendas muestreadas (kg/per/día).

$$gpc \text{ o } ppc = \frac{W_t}{N_t}$$

GENERACIÓN PER CÁPITA DE R.S. ECUACIÓN 8

b. **Determinación de la densidad de los residuos sólidos**

- Se prepara un recipiente de aproximadamente 100 litros, que servirá como depósito estándar para definir el volumen que ocupará el residuo. Se prepara también una balanza de pie.
- Se pesa el recipiente vacío (W_1) y se determina su volumen (V). De acuerdo con la figura 1, los datos por tomar en cuenta del depósito son la altura (h) y su diámetro (d). El volumen de ese recipiente es:

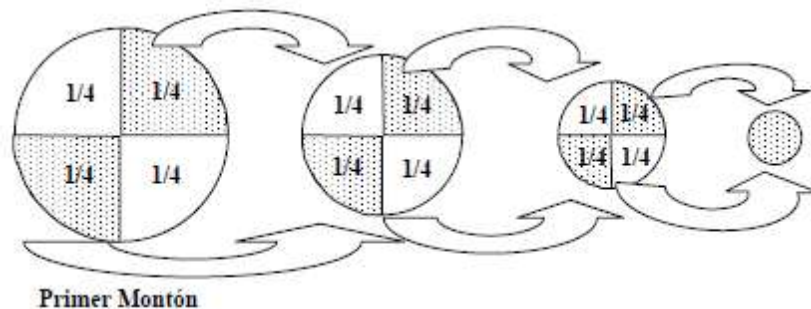
$$Volumen (V) = 0.7854 \times d^2 \times h$$

VOLUMEN ESTÁNDAR DE CONTENEDOR. ECUACIÓN 9

- Depositar el residuo que fue utilizado en el cuarteo en el recipiente, sin hacer presión y remecerlo de manera que se llenen los espacios vacíos en dicho recipiente. Con la finalidad de no hacer cálculos adicionales, es conveniente que el recipiente se encuentre lleno de residuos.

- Pesar el recipiente lleno (W2) y por diferencia se obtendrá el peso de la basura (W).
- La densidad de la basura se obtiene dividiendo el peso de la basura (W) entre el volumen del recipiente (V). Cada parte se dividirá y subdividirá en el grado necesario aprovechando los órdenes de división mostrados en la grafico 1.

GRAFICO 1. MÉTODO DEL CUARTEO EN RS



Fuente: Método CEPIS.

- Se separan los componentes del último montón y se clasifican en:
 - Papel y cartón
 - Madera y follaje
 - Restos de alimentos
 - Plásticos
 - Metales
 - Vidrio
 - Otros (caucho, cuero, tierra, etc.).
- Los componentes se van clasificando en recipientes pequeños que pueden ser de 50 litros. Con ayuda de una balanza de menos de 50 kg, se deben pesar los recipientes pequeños vacíos antes de empezar la clasificación.

- Una vez concluida la clasificación, se pesan los recipientes con los diferentes componentes y por diferencia se saca el peso de cada componente.
- Se calcula el porcentaje de cada componente teniendo en cuenta los datos del peso total de los residuos recolectados en un día (W_t) y el peso de cada componente (P_i):

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

PORCENTAJE DE CADA COMPONENTE DE LA BASURA. ECUACIÓN 10

- Repetir el procedimiento durante los siete días que dura el muestreo de los residuos. Hay que recordar que de los ocho días iniciales que dura el muestreo, se elimina la muestra del primer día por considerarla no útil.
- Para determinar el porcentaje promedio de cada componente, se efectúa un promedio simple, es decir sumando los porcentajes de todos los días de cada componente y dividiéndolo entre los siete días de la semana.

4.5. 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. 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.

La psicología del aprendizaje puso en evidencia varios mecanismos por los cuales aprendemos, que involucran estímulos, observación y el condicionamiento operante, los seres humanos podemos regular nuestros comportamientos con el medio mediante las reglas aplicadas y el lenguaje (Paramo, 2013). Si el ser humano necesita reglas a seguir para modelar su comportamiento con el medio y la estimulación de tipo verbal o escrita, se debe iniciar cualquier campaña, para la modelación de hábitos, dentro de un entorno educativo con la sensibilización y formulación de compromisos institucionales para lograr la remodelación de estos hábitos existentes.

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.

En la encuesta se elaboran preguntas bien estructuradas y cerradas, relacionadas con los objetivos de la investigación, para llevarla a cabo se necesita una muestra representativa, con el fin de proyectar los datos y que sean analizados. Por ello el muestreo que se realice es de gran importancia (Flores et al, 2017).

Es crucial para cualquier investigación que se realice una toma representativa de la población universal del estudio, existen dos tipos de muestreo, uno probabilístico y otro no probabilístico. El probabilístico tiene mayor validez y permite conocer la probabilidad de cada individuo a ser estudiado en una selección aleatoria, mientras que el no probabilístico está sujeto a los criterios del investigador en ese momento, lo que le resta confianza y no asegura que la población escogida sea la pertinente (Walpole & Myers, 1996). Entre las técnicas de muestreo probabilístico, tenemos:

aleatorio simple, aleatorio estratificado, aleatorio sistemático y por conglomerados.

La entrevista tomada como técnica de recolección de datos cualitativa para realizar una investigación, es una conversación verbal entre dos personas para evaluar la comprensión, actitudes y sentimientos del entrevistado; en el caso de escuelas de secundaria se busca establecer una relación interpersonal entre cada actor de la comunidad educativa (Edel y Ramírez, 2006). Las entrevistas tienen como meta lograr romper cualquier muro comunicativo para permitir un conocimiento real del caso de estudio, donde los conceptos obtenidos sean claros para pasarlos al papel y finalmente analizar esta información.

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 por 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.

4.6. 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 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.

Los métodos de evaluación ambiental pueden clasificarse según Warner & Bromley en 1974 en estos grupos:

- Métodos “ad hoc”
- Técnicas graficas como los mapas
- Lista de chequeo
- Matrices
- Diagramas

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.

El método de Leopold fue desarrollado para evaluar los impactos de los proyectos mineros y posteriormente para la construcción de obras, este consiste en el desarrollo de una matriz que establece las relaciones causa-efecto de acuerdo con las características particulares de cada proyecto, a partir de dos listas de chequeo que contienen 100 posibles acciones proyectadas y 88 factores ambientales susceptibles de verse modificados con el proyecto (Leopold et al., 1971). Este método permite la identificación de las condiciones actuales y puede

reportar resultados claros y precisos. La aplicación de esta matriz nos da una mirada global, porque chequea las características geo-biofísica y socioeconómicas de la comunidad por evaluar. Pero no es específica, ni selectiva ya que no muestra diferencias entre los efectos a corto y largo plazo. Tampoco es objetiva y esto se debe a la escala numérica usada del 1 al 10 que se modifica dependiendo de la mirada del evaluador.

Según García, (2009), para utilizar una matriz de Leopold el primer paso es la identificación de las interacciones existentes, para esto se deben revisar las actividades que tienen lugar en el proyecto por estudiar. Se debe reducir la matriz al máximo, solo teniendo en cuenta lo que esta encadenado al proyecto, luego a cada actividad se le coloca una cuadrícula con una línea en diagonal que solo admite dos valores. Un es la magnitud y el otro la importancia. La primera valora el daño que produce la actividad realizada o por realizar y hace referencia a la intensidad; esta se califica con una escala del 1 al 10 de menor a mayor con signos positivos o negativos dependiendo del tipo de impacto. El segundo hace referencia al impacto sobre la calidad del medio, esta se califica en una escala del 1 al 10. A continuación una tabla donde se muestra los factores ambientales a evaluar según la matriz de Leopold de 1971.

TABLA 1. FACTORES AMBIENTALES EN LA MATRIZ DE LEOPOLD.

A. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS	
A.1 TIERRA	
a. Recursos minerales	d. Geomorfología
b. Material de construcción	e. Campos magnéticos y radiactividad de fondo
c. Suelos	f. Factores físicos singulares
A.2 AGUA	
a. Superficiales	e. Temperatura
b. Marinas	f. Recarga
c. Subterráneas	g. Nieva, hielos y heladas
d. Calidad	
A.3 ATMOSFERA	
a. Calidad (gases, partículas)	c. Temperatura
b. Clima (micro, macro)	
A.4 PROCESOS	
a. Inundaciones	e. Sorción (intercambio de iones, complejos)
b. Erosión	f. Compactación y asentamientos
c. Deposition (sedimentación y precipitación)	g. Estabilidad
d. Solución	h. Sismología (terremotos)
	i. Movimientos de aire
B. CONDICIONES BIOLÓGICAS	
B.1 FLORA	
a. Árboles	f. Plantas acuáticas
b. Arbustos	g. Especies en peligro
c. Hierbas	h. Barreras, obstáculos
d. Cosechas	i. Corredores
e. Microflora	
B.2 FAUNA	
a. Aves	f. Microfauna
b. Animales terrestres, incluso reptiles	g. Especies en peligro
c. Peces y mariscos	h. Barreras
d. Organismos bentónicos	i. Corredores
e. Insectos	
C. FACTORES CULTURALES	
C.1 USOS DEL TERRITORIO	
a. Espacios abiertos y salvajes	f. Zona residencial
b. Zonas húmedas	g. Zona comercial
c. Selvicultura	h. Zona industrial
d. Pastos	i. Minas y canteras
e. Agricultura	
C.2 RECREATIVOS	
a. Caza	e. Camping
b. Pesca	f. Excursión
c. Navegación	g. Zonas de recreo
d. Zona de baño	
C.3 ESTÉTICOS Y DE INTERÉS HUMANO	
a. Vistas panorámicas y paisajes	f. Parques y reservas
b. Naturaleza	g. Monumentos
c. Espacios abiertos	h. Especies o ecosistemas especiales
d. Paisajes	i. Lugares u objetos históricos o arqueológicos
e. Agentes físicos singulares	j. Desarmonías
C.4 NIVEL CULTURAL	
a. Modelos culturales (estilos de vida)	c. Empleo
b. Salud y seguridad	d. Densidad de población
C.5 SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA	
a. Estructuras	d. Disposición de residuos
b. Red de transportes (movimiento, accesos)	e. Barreras
c. Red de servicios	f. Corredores
D. RELACIONES ECOLÓGICAS	
a. Salinización de recursos hidráulicos	e. Salinización de suelos
b. Eutrofización	f. Invasión de maleza
c. Vectores, insectos y enfermedades	g. Otros
d. Cadenas alimentarias	
E. OTROS	

Fuente: Metodología de Evaluación del Impacto Ambiental. García, 2009.

5. ABORDAJE METODOLÓGICO

Para alcanzar estos objetivos específicos, se realizó una investigación cualitativa con un componente cuantitativo. Lo que implica un enfoque mixto, donde en la recolección de datos se usaron instrumentos cuantitativos y cualitativos. 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.

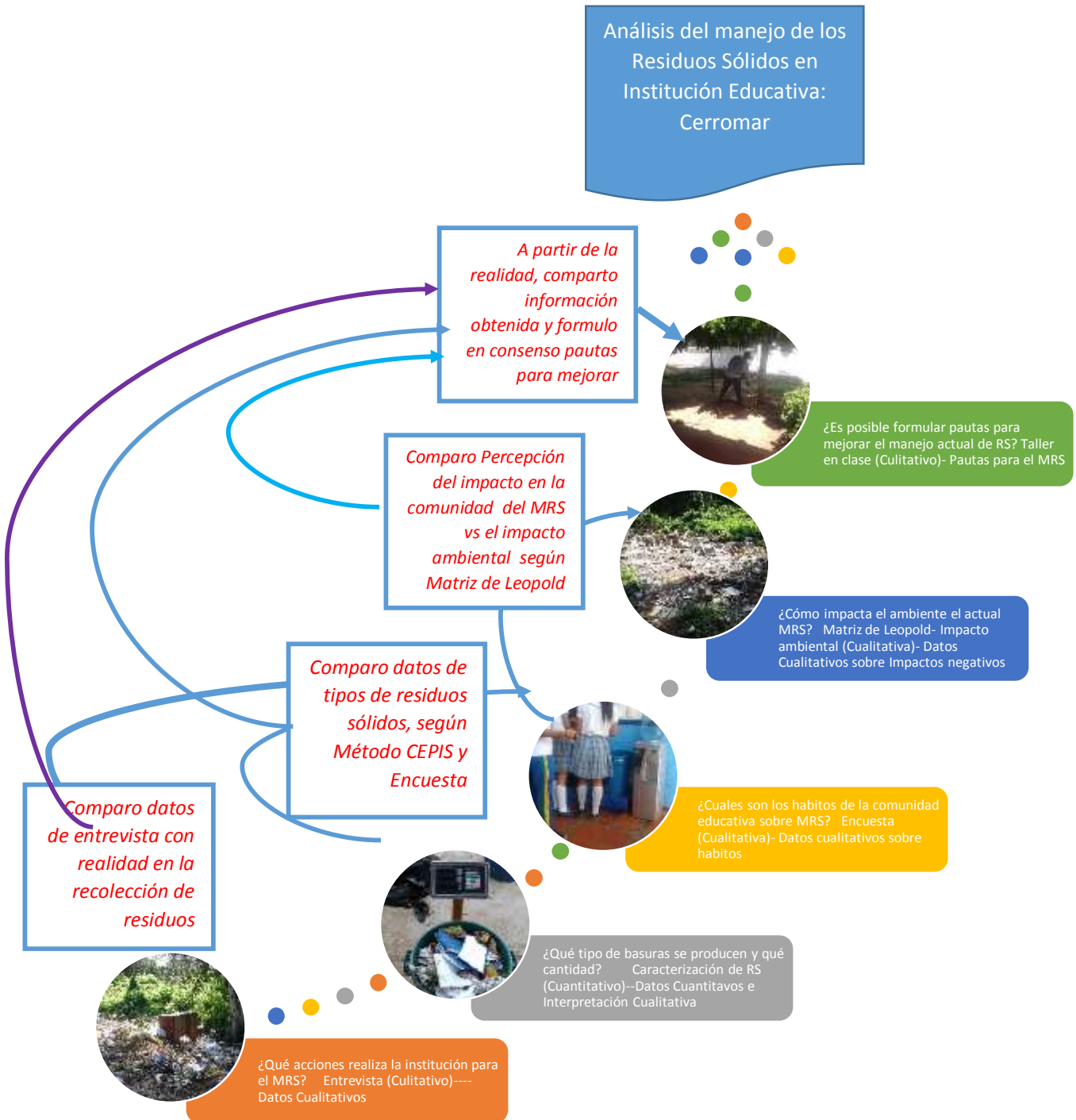
En el desarrollo de la metodología, se utilizó como guía la matriz 1, que, a partir de los objetivos específicos de investigación, identifica las fuentes y responde con la herramienta idónea para recogerla y analizarla posteriormente.

MATRIZ 1. FUENTES DE INFORMACIÓN

Objetivos específicos	Actividad	Herramienta	Resultado esperado
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	Aplicar Método CEPIS para caracterización de los residuos sólidos. Revisión de documentación existente dentro de la institución sobre MRS Diagnóstico de la situación del manejo actual de	Método CEPIS Entrevistas preliminares de gestión de residuos sólidos para los actores fundamentales en el manejo de residuos (Economato y servicios generales). Encuestas a la comunidad	Tabla Excel donde se muestren Volúmenes, tipos y producción promedio de residuos sólidos. 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

Cerromar de Riohacha.	los residuos sólidos en la institución.	educativa utilizando muestreo aleatorio estratificado para la muestra.	evaluación, encuesta y método CEPIS.
Evaluar los impactos ambientales significativos, asociados al manejo inadecuado de los residuos sólidos para el caso de estudio.	Aplicar una matriz de impacto ambiental sobre la zona.	Matriz de evaluación de impactos ambientales. Adaptación de la matriz de Leopold para impactos ambientales.	Matriz que muestre el impacto en la zona, las condiciones biológicas y salud de la comunidad.
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.	Redactar las propuestas para el manejo de residuos sólidos, en forma de recomendaciones.	Taller en los salones de clase decimo y once, donde se explicara la situación actual del MRS en la institución.	Acta donde se agrupen las alternativas viables tratadas.

DIAGRAMA 2. ¿CÓMO SE HIZO LA INVESTIGACIÓN?



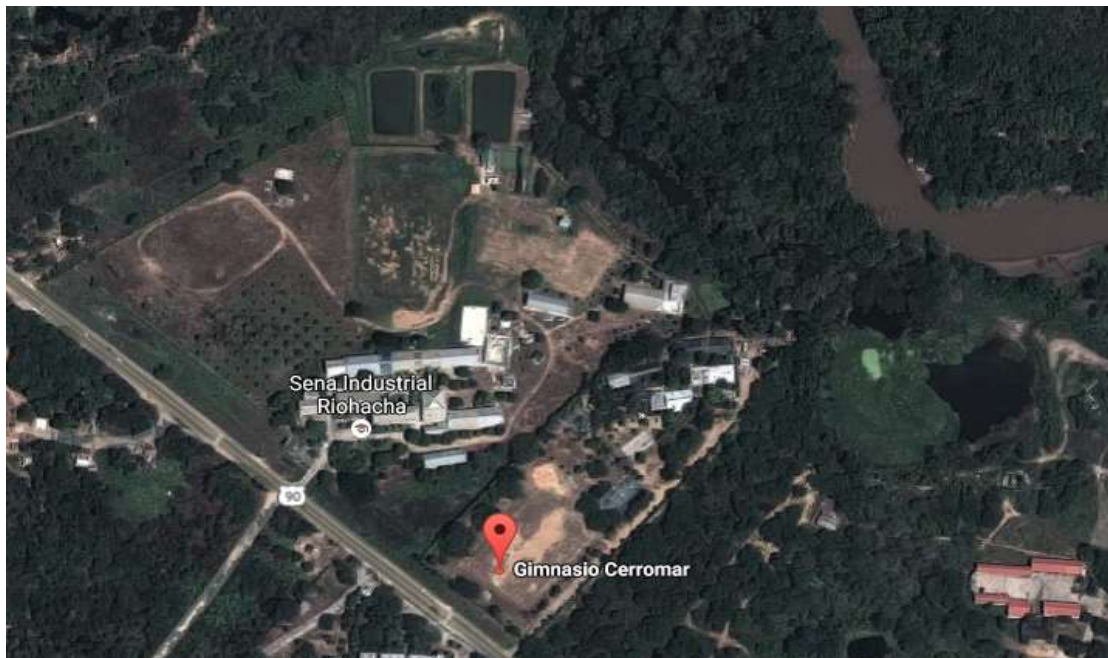
Fuente: Propia

5.1. 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 inició desde agosto del 2014 y se prolongó 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.



La empresa INTERASEO, inició su expansión hasta llegar a prestar sus servicios a la ciudad de Riohacha. Esta realiza las recolecciones en un camión compactador los días martes, jueves y sábados, durante la semana; sin hora definida para esta, muchas veces con la nulidad del servicio.

5.3. Muestra

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

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

En la entrevista la muestra por estudiar estará compuesta por 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 por 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:

$$N=N_1+ N_1+ N_2+\dots\dots\dots+ N_L$$

ESTRATOS DE MUESTRA HOMOGÉNEA. ECUACIÓN 11

Donde:

N= población total= 460 individuos

N₁=estrato estudiantes bachillerato= 205 individuos

N₂=estrato servicios generales= 20 individuos

N₃=estrato docente= 34 individuos

N₄=estrato administrativo= 6 individuos

N₅=estrato estudiante pre escolar= 55 individuos

N₆=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:

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

MUESTRA TAMAÑO ÓPTIMO. ECUACIÓN 12

DONDE:

Z_α= 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 6. CÁLCULO ÓPTIMO DE MUESTRA

Excel formula: $= (C7) / (1 + ((C6 * C6) * (C7 - 1))) / (1,96 * 1,96 * 0,5 * 0,5)$

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

MARGEN DE ERROR MÁXIMO ADMITIDO	2,0%
TAMAÑO DE LA POBLACIÓN	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:

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

MUESTRA ÓPTIMA DIVIDIDA EN ESTRATOS. ECUACIÓN 13

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:

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

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

Donde

k = constante de muestreo

n = tamaño de la muestra optima = n_{opt}

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

nh =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:

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

$n_1 = k \cdot N_1$ entonces $n_1 = 0,84 \cdot 205$ estudiantes = 172 estudiantes de bachillerato

Se realizó la afijación proporcional usando la tabla en Excel de la Universidad de Granada (Imagen 14), donde se ingresó en la celda, resaltada con óvalo azul, el número de estratos, ya que los valores de tamaño de población y muestra óptima 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: $n_1 = k \cdot N_1$). 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 7. 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

strat	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

0,83913

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

6. 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. Los empleados de servicios generales cumplen con varias funciones al mismo tiempo, por ejemplo: el conductor es también jardinero y realiza las reparaciones generales.

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), pero los jóvenes no siguen la recomendación en la mayoría de los casos. 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 gráfico 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 serían 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, serían aproximadamente veintiocho mil pesos al mes y al año lectivo de 10 meses 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 en ellos 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 indica 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, mostró 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.

GRAFICO 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 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 y si el camión de la recolección de INTERASEO pasa, se realiza la quema. Se logró obtener la caracterización de los residuos sólidos.

TABLA 2. VARIABLES DE IMPORTANCIA OBTENIDAS

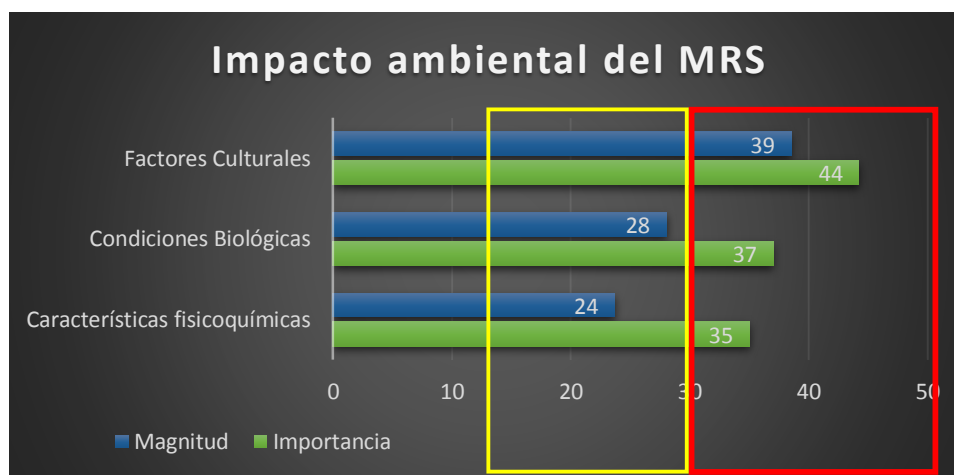
Variables	Valores
Promedio Masa total de R.S. por día	136,41 Kg
Generación per cápita de R. S. PPC	0,021 Kg/pers/día
Densidad	180,36 Kg/m ³

Fuente: propia

- **Matriz de Leopold-Impacto ambiental**

La matriz de Leopold para conocer el impacto ambiental, reportó 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 río 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.

GRAFICO 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**

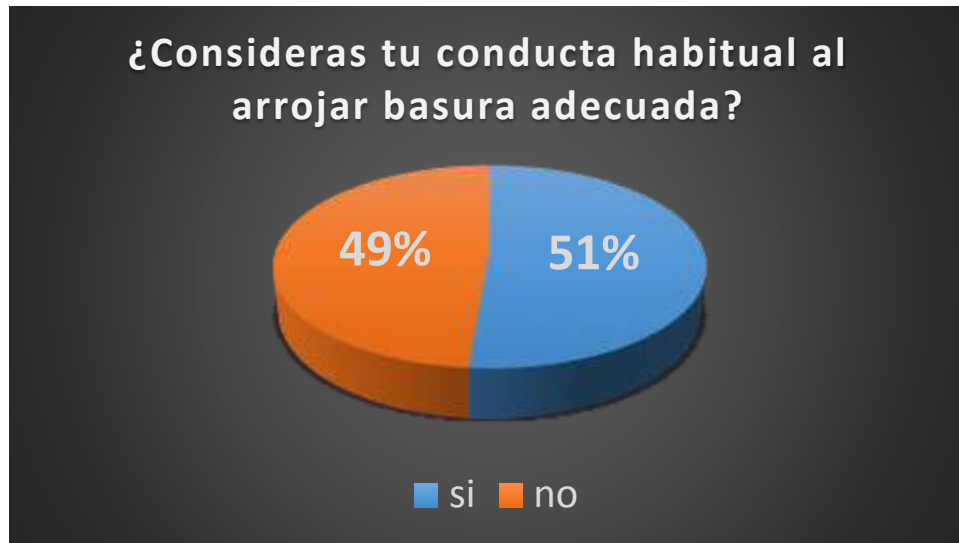
Las encuestas aplicadas tenían como objetivo conocer la situación del manejo de residuos sólidos dentro de la institución desde los puntos de vista de cada integrante de la comunidad, se encontró que la comunidad reconoce que dentro de la institución no se manejan de manera responsable los residuos sólidos, 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

GRÁFICO 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? ¿separas las basuras antes de arrojarlas? Como se evidencia en las gráficos 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.

GRÁFICO 6. HABITO DE ARROJAR BASURAS DENTRO DE LA COMUNIDAD DEL GIMNASIO CERROMAR



Fuente: Propia

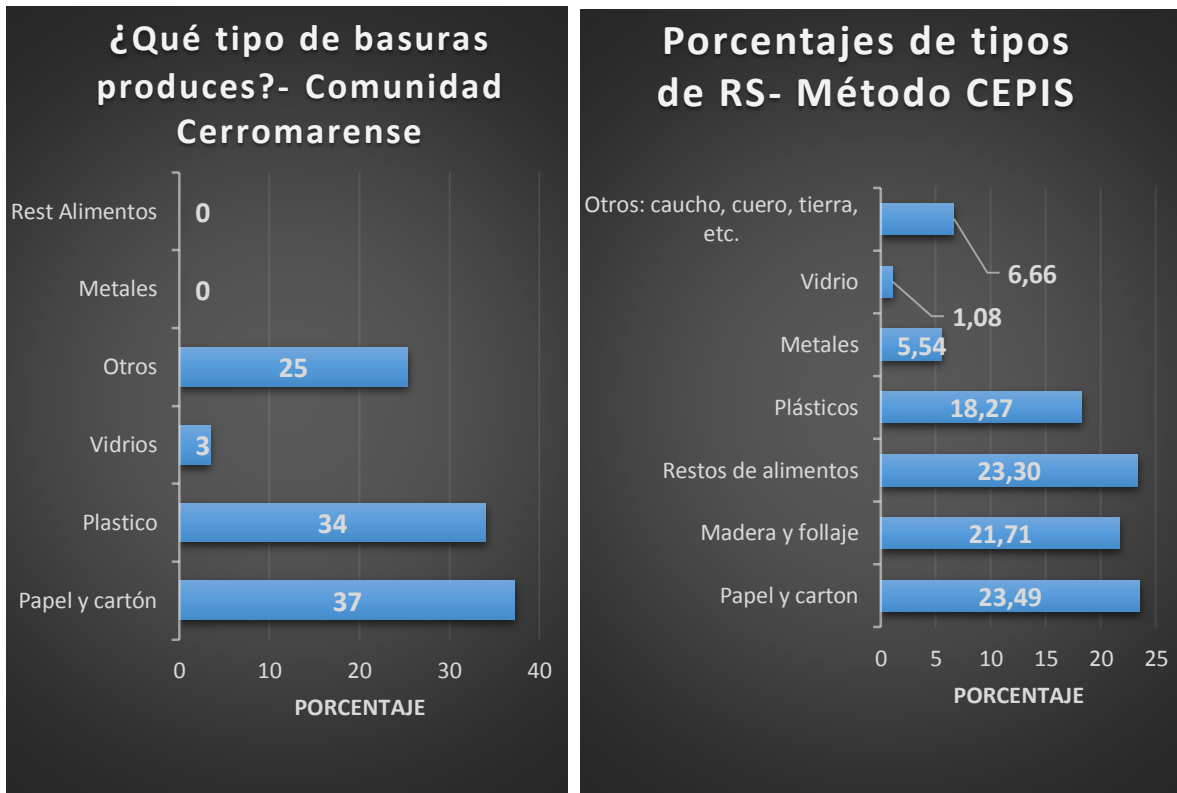
GRÁFICO 7. HABITO DE SEPARACIÓN DE BASURAS DENTRO DE LA COMUNIDAD DEL GIMNASIO CERROMAR



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 permitió 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 a este manejo no son satisfactorias en sus maneras de actuar.

Por último, el taller informativo a los cursos décimo y once, mostró los resultados del estudio sobre sus hábitos en el manejo de RS 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.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A través del análisis realizado sobre el manejo de los Residuos Sólidos en la institución educativa Gimnasio Cerromar, se puede 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, y con una densidad de 180,36 Kg/m³ que comparado con la densidad de los R.S. es de 200 Kg/m³ (Tchobanoglous, 1996) tiene una desviación del 10%, considerando que esa densidad es de Residuos Sólidos domiciliarios y no de tipo institucional, como el caso de estudio.
- ✓ 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 podrían ser usados para compostaje, proyecto que desarrolla el equipo de ciencias naturales con el grado decimo. A ello se suma la negligencia del departamento administrativo de evitar las quemadas de basura. Por último, los plásticos con el 18,3%, con un posible 7% que puede ser aprovechado (Castillo 2013) por ser botellas tipo Pet.
- ✓ Existe una contradicción entre lo que piensa la comunidad sobre lo que es un buen manejo de residuos sólidos y las acciones que deben realizar diariamente que son propias de un buen 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.
- ✓ 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.

- ✓ Es posible lograr una solución al manejo de los residuos sólidos dentro de la escuela si se interviene desde el nivel administrativo, se crean y ponen en práctica planes y programas para el manejo articulado de los residuos sólidos, que mejoren la infraestructura en cuanto a la recolección y separación *in situ*, con una correcta regulación de la disposición de estos desechos.
- ✓ Los recipientes para la recolección deben ser restituidos ya que los actuales permiten el escape de grandes cantidades de lixiviados para lograr una oportuna separación por parte de los estudiantes; también crear puntos ecológicos donde se separen los tipos de basura a arrojar, su posterior recolección separada por el personal de servicios generales.
- ✓ En cuanto a la disposición final, debido a malos olores que ocasiona la acumulación de las basuras mixtas, se ven obligados a su quema; para ello 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. De esta manera la cantidad de residuos a acumular sería menor. Pero no olvidemos que la clasificación de los materiales juega un papel importante aquí, esta labor no será realizada por el personal de servicios generales, por ello debe ser una actividad de todos los que generamos residuos. La educación como generadores de residuos es importante para lograr que todos arrojemos cada material que desechamos en el lugar correcto. Por ello es necesaria la construcción de una guía en el MRS que se ejecutada dentro de la ejecución.
- ✓ 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 quemas 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.

Se puede recomendar que:

- Se necesita la creación de un plan de manejo de residuos sólidos dentro de la institución que sea parte del PRAE. Que sea cumplido y regule sin afectar las funciones de los empleados de oficios generales el correcto manejo de residuos sólidos, junto con una campaña de sensibilización y educación, guiada por el equipo técnico de ciencias naturales, a toda la comunidad educativa. Es novedoso encontrar una institución con un desempeño muy superior catalogada como A+, que a pesar de tener un PRAE no pueda influenciar de manera directa la acción administrativa sobre el manejo de los residuos sólidos.
- La visión que tiene la comunidad sobre su manejo de los residuos sólidos es acertada en cuanto al mal manejo actual por parte de la institución y al tipo de basuras que produce pero demuestra también la falta de aceptación acerca de sus propios malos hábitos de disposición de las basuras y de cómo este impacta el medio ambiente circundante.
- Es posible disminuir los volúmenes de basuras producidos entre las recolecciones del camión compactador si se aprovecha las botellas tipo PET para su venta. Esto se lograría con la separación desde el generador del residuo.
- Se pueden minimizar los malos olores si residuos orgánicos aptos para compostaje, se usaran para hacer compostaje dentro de la institución, que ayudaría a enriquecer los suelos de los jardines. Donde existen zonas adecuadas alejadas de los salones para realizar compostaje.
- El impacto ambiental 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.

Como pautas para el MRS:

- Campañas de sensibilización y educación guiadas por el equipo técnico de ciencias naturales, a toda la comunidad educativa sobre el adecuado MRS de manera mensual.
- Capacitación al personal de servicios generales para la recolección separada de las basuras.
- Adquisición de nuevas canecas para la acumulación final.
- Instaurar horarios de recolección de residuos orgánicos útiles para el compostaje en las zonas escogidas por décimo grado.
- Acumulación y venta de botellas Pet, provenientes de los puntos ecológicos.

8. BIBLIOGRAFÍA

[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#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

- [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
- [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 Heraldo, 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
- [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
- [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
- [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] IfegbesanAyodeji. (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
- [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.

9. ANEXOS

9.1. DISEÑO DE INSTRUMENTOS

Los instrumentos y técnicas para la recolección de datos en una investigación ya están hechos, pero deben ser elegidos por su pertinencia y adaptados al tipo de investigación que se realiza. En este caso se pretende un análisis de tipo cualitativo con el uso de datos cuantitativos que luego serán interpretados de manera cualitativa, para ello se expondrán en orden los instrumentos usados y su diseño.

9.1.1. 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 “quehacer” 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 el Plan Gestión de Residuos Sólidos de la comunidad educativa y personal a cargo.

A continuación, una imagen de la ficha f2, usada para la entrevista a economato, esta consta de preguntas abiertas que le permiten al entrevistado completar muchas de ellas con sus comentarios y datos desconocidos por el entrevistador sobre el manejo de Residuos Sólidos dentro de la institución.

IMAGEN 8. FICHA F2- ENTREVISTA PRELIMINAR PARA ECONOMATO.

ENTREVISTA RECOLECCIÓN PREVIA DE DATOS / ECONOMATO- f2

Nombre:	GENERO:
Ocupación:	
Identificación:	
Antigüedad:	

1. ¿Cuántos estudiantes tiene la institución?
2. ¿Qué número presenta preescolar, primaria y secundaria?
3. ¿Cuántos profesores laboran en la institución?
4. ¿La institución tiene algún mapa o croquis de su vista superior?
5. ¿Cuál es PGIRS de la institución (PGIR Plan gestión integral de residuos sólidos)?
6. ¿Si existe me lo puede prestar para leerlo?

Fuente: Propia

- *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.

Prosigo con la imagen de la entrevista a personal de servicios generales, ficha f1, consta de preguntas abiertas que permiten la retroalimentación con el entrevistado,

estas se hicieron de manera individual en la oficina de economato a puerta cerrada en sus horarios de descanso.

IMAGEN 9. FICHA F1 ENTREVISTA A PERSONAL DE SERVICIOS GENERALES.

ENTREVISTA A PERSONAL DE OCUPACION GENERAL LA INSTITUCIÓN/ RECOLECCIÓN DATOS PREVIOS- F1

Nombre:	Genero:
Ocupación:	
Identificación:	
Antigüedad:	

1. ¿A qué hora se hace la recolección de las basuras en la institución?
2. ¿Cuántos tanques se llenan al terminar la recolección y de cuanto es el volumen (litros, etc.)?
3. ¿Qué tipo de basuras se recogen, todas van al mismo lugar o se realiza separación?
4. ¿Qué días en la semana pasa el servicio de Interaseo a recoger las basuras?
5. ¿Qué motivos hacen urgente a quema de las basuras, que días se acostumbra a hacer esta quema, cuantas veces en el mes?
6. ¿Cómo ve usted el comportamiento de los estudiantes sobre las basuras?
7. ¿Cuántos compañeros de trabajo tiene? ¿Quiénes se dedican a la recolección de basuras?

Fuente: propia

9.1.2. 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 amasó 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:

$$gpc = Wt / (Nt)$$

Se automatizó 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 óvalo 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. Para estas mediciones se utilizó una balanza electrónica de pedestal, con la siguiente ficha técnica.

TABLA 3. FICHA TÉCNICA DE BALANZA USADA.

MODELO	Balanza Pedestal Ventus B-300
CAPACIDAD	300 Kg
DIMENSIONES DE PLATAFORMA	450 x 700 x 850 mm.
CONSUMO ELÉCTRICO	5 Watt.
ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA	220V/50Hz.

Fuente: Ventus, Balanzas Industriales.

IMAGEN 10. TABLA DE EXCEL ERS-CERROMAR

TABLAN.1		Fecha de inicio:	02/10/2016		Fecha Fina	09/10/2016							
Investigador:	Iliana Romero		Nt		460	Person	d	0,73	mt	pv-50L	0,24	Tanque de 50 Litros	
Operador:	Enver Mejia		Datos generales		w1	10,28	Kg	h	0,48	mt	Kg		
Variables	DIAS								Promedio	Abreviaturas			
Wt	80	165,2	145	148,7	156	160	95	85	136,41	Kg	Wt	Masa por dia	Kg
gpc	0,17	0,36	0,32	0,32	0,34	0,35	0,21	0,18	0,30	Kg/pers/dia	gpc	generación percapita de residuos	Kg/pers/dia
w2	20,50	51,00	48,00	45,80	52,30	57,80	52,30	18,50	46,53	Kg	V	volumen	Litros
V	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	m3	pll-pac	recipiente lleno de papel y carto	Kg
Densidad	50,85	202,61	187,68	176,74	209,08	236,45	209,08	40,50	180,36	Kg/m3	pll-mf	recipiente lleno de madera y follaje	Kg
pll-pac	6,01	7,13	6,06	6,06	5,81	5,60	6,70	6,00	6,28	Kg	pll-ra	recipiente lleno de residuos de alimentos	Kg
pll-mf	5,43	6,45	5,55	5,55	5,55	5,55	5,60	6,00	5,82	Kg	pll-pl	recipiente lleno de plasticos	Kg
pll-ra	6,25	7,43	5,81	5,81	5,55	6,00	6,06	7,00	6,24	Kg	pll-met	recipiente lleno de metales	Kg
pll-pl	3,72	4,70	5,18	5,20	5,12	5,50	4,80	3,00	4,91	Kg	pll-v	recipiente lleno de vidrio	Kg
pll-met	1,82	2,16	1,82	1,82	1,82	1,82	1,51	0,60	1,67	Kg	pll-cct	recipiente lleno de caucho, cuero, tierra, etc	Kg
pll-v	1,77	1,70	0,25	0,45	0,45	0,45	0,25	0,50	0,55	Kg	%pac	% de papel y carto	%
pll-cct	1,70	2,12	2,02	1,80	2,40	1,77	1,77	1,70	1,95	Kg	%mf	% de madera y follaje	%
%pac	23,08	22,96	23,27	23,27	22,26	21,44	25,84	25,30	23,49	%	%ra	% de residuos de alimentos	%
%mf	20,75	20,70	21,25	21,25	21,25	21,25	21,44	24,80	21,71	%	%pl	% de plasticos	%
%ra	24,03	23,95	22,26	22,26	21,25	23,04	23,27	27,00	23,30	%	%met	% de metales	%
%pl	13,91	14,87	19,76	19,84	19,52	21,04	18,22	14,64	18,27	%	%v	% de vidrio	%
%met	6,31	6,40	6,31	6,31	6,31	6,31	5,10	2,07	5,54	%	%cct	% de caucho, cuero, tierra, etc	%
%v	6,12	4,87	0,05	0,86	0,86	0,86	0,05	0,04	1,08	%			
%cct	5,84	6,28	7,12	6,24	8,64	6,11	6,11	6,11	6,66	%			

Fuente: Propia

- Determinación de la densidad de los residuos sólidos

Con el valor de la masa del tanque de 50 Litros vacío (w_1) y se determinó su volumen (V), con los valores de altura (h) y diámetro (d), usando la ecuación:

$$\text{VOLUMEN (V)} = 0.7854 \times D^2 \times H$$

Esta ecuación es usada en tabla de Excel ERS CERROMAR, para guardar el valor del volumen máximo por ocupar en la tabla de constantes. Luego se depositó las basuras escogidas por cuarteo, sin hacer presión, con esto se mide una nueva masa (w_2), 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 de alimentos
- Plásticos
- Metales
- Vidrio
- Otros (caucho, cuero, tierra, etc.).

Estos se van almacenando en otros tanques de 50 Litros, con la balanza se masaron cada uno. Se calcularon los porcentajes de cada tipo de material, usando la ecuación:

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

Donde

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

P_i = Peso de cada componente = pll-pac, pll-mf, pll-ra, pll-pl, pll-met, pll-v y pll-cct

pll-pac = recipiente lleno de papel y cartón

pll-mf recipiente lleno de madera y follaje

pll-ra= recipiente lleno de residuos de alimentos

pll-pl= recipiente lleno de plásticos

pll-met= recipiente lleno de metales

pll-v= recipiente lleno de vidrio

pll-cct = recipiente lleno de caucho, cuero, tierra, etc.

%pac= porcentaje de papel y cartón

%mf= porcentaje de madera y follaje

%ra % de residuos de alimentos

%pl= porcentaje de plásticos

%met= porcentaje de metales

%v= porcentaje de vidrio

%cct= porcentaje de caucho, cuero, tierra, etc.

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.

9.1.3. Encuesta

La encuesta permite 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. A continuación, la imagen 9, a cada pregunta de la encuesta se relaciona un objetivo específico de la investigación.

Las respuestas de las encuestas, serán sistematizadas en la tabla de Excel Matriz Resultado Encuesta, donde se acumularon los conteos de las respuestas de cada pregunta. El conteo se realizó de manera manual, a partir de la ficha de encuesta f3.

IMAGEN 12. ENCUESTA F3

FORMATO DE ENCUESTA-f3

Datos personales del encuestado: Nombre completo Edad y genero Estrato dentro de la institución EPP EP EB EMPL ADM DOC (encierre con un circulo el estrato al que pertenece el encuestado) EPP- estudiante <u>preescola</u> , EP- estudiante primaria, EB- estudiante bachillerato, EMPL- servicio general, <u>ADM. administración</u> y DOC- docente	
1. Crees que la comunidad escolar maneja de manera responsable las basuras	Si __ no __ <u>no se</u> __
2. De los siguientes tipos de basuras, u produces en tu labor diaria dentro de la institución:	a. Papel y cartón: si__ no__ b. Plásticos: si__ no__ c. Vidrios: si__ no__ d. Otros(cuero, arena, residuo sacapuntas, <u>tetrapack</u>): si__ no__ e. Follajes y maderas: si__ no__
3. Separas las basuras antes de arrojarla a la caneca:	Si__ no__
4. A que recurso crees tú que afecta la actual disposición de basuras dentro del colegio:	Suelo_ Salud __ Agua__ Aire __ otro__
5. Consideras tu conducta habitual al arrojar basuras adecuada:	Si__, no__
6. Cuanto crees en Kg que tu produces de basuras dentro de la institución	1 Kg/día __ 2 Kg /día__ Más de 2 Kg/día __ Menos de 2 Kg/día__
7. Arrojas basuras al suelo:	A veces __ Siempre __ Nunca __

Fuente: Propia

9.1.4. Matriz de Leopold

En la evaluación del impacto ambiental del manejo de los residuos sólidos se utilizará 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, 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). Las celdas de la columna de importancia solo admiten valores del 1 al 10 dependiendo del impacto a la calidad del medio. 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, **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 t_{imp} y t_{mag} son los promedios de importancia y magnitud de cada factor ambiental afectado por el manejo de residuos sólidos, los valores del 1 al 10 fueron ingresados por las docentes de química, biología y física en la inspección general de la institución. 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 13. 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		- Quemas		- 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
1.1. Características físico-químicas														
- 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
- Atmosfera: Calidad (gases y partículas).	7	5	7	5	7	6	4	3	5	5	5	5	35	29
1.2. Condiciones Biológicas														
- 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
1.3. Factores Culturales														
- 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 14. MATRIZ DE RESULTADOS DE MATRIZ DE LEOPOLD

Factores	RESULTADOS				
1.1. Características fisicoquímicas	total imp	total mag	bajo	medio	maximo
- 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
1.2. Condiciones Biológicas					
- 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
1.3. Factores Culturales					
- 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

**FOTOS 1. JORNADA DE RECUPERACIÓN DE ZONAS VERDES, PUNTOS
ECOLÓGICOS Y TALLER PARTICIPATIVO**





FOTOS 2. APLICACIÓN DE MODELO CEPIS





Fotos 3. ZONA DE ESTUDIO, BOTADERO Y SITIO DE QUEMA.



FOTOS 4. SITUACIÓN DE CONTENEDORES DE RESIDUOS





