

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA INCINERACIÓN COMO ALTERNATIVA PARA EL  
TRATAMIENTO DE RESIDUOS

Paula Andrea Barrera Ramírez CC 43.207.736

Yineth Viviana Barrantes Zapata CC 43.926.584

José Ricardo Durango Aguirre CC 15371151

Universidad Minuto de Dios

Facultad de Educación

Especialización en Gerencia de Proyecto

Medellín - Colombia

2017

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA INCINERACIÓN COMO ALTERNATIVA PARA EL  
TRATAMIENTO DE RESIDUOS

Paula Andrea Barrera Ramírez CC 43.207.736

Yineth Viviana Barrantes Zapata CC 43.926.584

José Ricardo Durango Aguirre CC 15371151

Trabajo de grado para optar al título de  
Especialista en Gerencia de Proyectos

JENNY VELASQUEZ

Asesora Metodológica

Universidad Minuto de Dios

Facultad de Educación

Especialización en Gerencia de Proyecto

Medellín - Colombia

2017

## Contenido

<i>Resumen</i> .....	7
<b>1. Título del Proyecto</b> .....	8
<b>2. Situación Problemática</b> .....	9
<b>3. Justificación</b> .....	12
<b>4. Delimitación y Alcances de la Investigación</b> .....	13
<b>4.1 Delimitación Temporal</b> .....	13
<b>5. Objetivos</b> .....	14
<b>5.1 Objetivos General</b> .....	14
<b>5.2 Objetivos Específicos</b> .....	14
<b>6. Marco Teórico</b> .....	15
<b>6.1 Antecedentes</b> .....	15
6.1.1 Históricos .....	15
6.1.2 Legales .....	20
6.1.3 Investigativos .....	21
6.1.4 Conceptual .....	32
6.1.5 Tecnológicos .....	41
<b>7. Marco Metodológico</b> .....	54
<b>7.1 Descripción general del proceso de investigación</b> .....	54
<b>7.2 Tipo de investigación</b> .....	55
<b>7.3 Alcance</b> .....	55

<b>7.4 Fuentes de Investigación.....</b>	<b>56</b>
<b>7.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....</b>	<b>56</b>
<b>7.7 Plan de acción del diseño metodológico .....</b>	<b>63</b>
<b>7.8 Cronograma para la investigación.....</b>	<b>64</b>
<b>7.9 Presupuesto para salidas a campo .....</b>	<b>65</b>
<b>8. Hallazgos.....</b>	<b>66</b>
<b>9. Presupuesto .....</b>	<b>67</b>
<b>10. Conclusiones .....</b>	<b>68</b>
<b>Referencias .....</b>	<b>69</b>

**Lista de Figuras**

Figura 1. Cadena de valor .....	16
Figura 2. Grafico manejo de los residuos urbanos en Colombia .....	18
Figura 3. Parrilla, horno y etapas de recuperación de un ejemplo de planta .....	43
Figura 4. Esquema de un sistema de incineración con horno rotativo.....	45
Figura 5. Precipitadores electrostáticos .....	50
Figura 6. Scrubber húmedo.....	52
Figura 7. Ciclón o separador ciclónico .....	53
Figura 8. Mapa de Empatía.....	62

**Lista de Tablas**

Tabla 1. Formato de encuesta .....	60
Tabla 2. Resumen de respuestas .....	61
Tabla 3. Cuadro resumen de resultados .....	61

## Resumen

La presente investigación tuvo como finalidad desarrollar una propuesta opcional a la que hoy se tienen para los tratamientos de residuos sólidos en el municipio de Medellín; dicha alternativa se fundamentó en procesos químicos por medio de incineración, usando hornos de combustión con procesos de nanotecnología, los cuales usan mallas de filtros de captación de material particulado, lo que permitió lograr la reducción del volumen de residuos de los vertederos y ayudar a solucionar el grave problema medioambiental de emisiones tóxicas y aguas de filtración que se producen en los mismos.

La planta se ha diseñado para cubrir la producción de residuos de una población aproximada de 2.464.322 habitantes y se ha considerado que producirán una media de 1,5 Kg. de residuos por habitante, equivalentes a 3.696.483 toneladas por día; mediante esta implementación se espera una reducción en base sólida del 97% y el restante 3% de material particulado tendrá como disposición final servir como abono para algunos cultivos.

Dicha fiabilidad de la planta está ampliamente demostrada debido a las necesidades del medio respecto al cuidado del medio ambiente, las técnicas que buscamos emplear y que generan un porcentaje de contaminación mucho menor, por la experiencia que se tienen de esta tecnología en el sector y a las múltiples soluciones que hay actualmente en funcionamiento. Por tanto, se puede considerar que las plantas de incineración representan una solución factible al sistema de gestión y tratamiento de residuos, y supone, además, la entrada de manera competitiva en el mercado energético de una nueva forma de producción de energía que generará sin ninguna duda numerosos puestos de trabajo durante su construcción y funcionamiento.

## **1. Título del Proyecto**

Estudio de factibilidad de la incineración como alternativa para el tratamiento de residuos.

## 2. Situación Problemática

A través del diario vivir del hombre y como consecuencia de sus actividades domésticas, comerciales e industriales, se ha evidenciado que éste genera una variedad de desechos o residuos, que podrían clasificarse dependiendo de su estado (líquido, sólido, gaseoso), de su origen (residencial, comercial, industrial, etc.), de su manejo (peligrosos e inertes) y por último de su composición (orgánicos e inorgánicos).

Con el tiempo los residuos han crecido excesivamente, ocasionando un problema ambiental a los suelos, el agua, el aire, entre otros; todo esto se genera debido a que son arrojados a fuentes hídricas, terrenos no poblados, o simplemente en lugares no apropiados, generando la alteración paisajística y de ecosistemas y en consecuencia afectando la salud; causando un deterioro en la calidad de vida de las comunidades y una alteración a los recursos naturales.

De otro lado muchos de estos residuos si llevan al lugar correcto, los Rellenos Sanitarios, pero aquí también se encuentra una gran problemática, dado que se ha evidenciado que aunque se tengan las medidas necesarias para el uso adecuado de los rellenos que existen en la actualidad, estos poseen diversidad de problemas operativos, encontrándose con mayor frecuencia el inadecuado tratamiento de los lixiviados, los cuales son líquidos altamente contaminantes que pueden arrastrar todo tipo de sustancias nocivas y pueden contaminar los suelos, aguas superficiales y subterráneas, que conllevan a afectar la salud pública.

Dentro de las principales problemáticas de los rellenos, se encuentran varios puntos tales como:

Contar con un terreno plano de gran capacidad, con grandes zanjas para alojar la tierra con la cual se irá cubriendo a medida que se vaya llenando con los residuos, dicho terreno debe permitir una buena compactación de los desechos sólidos, controlar los drenajes y otras técnicas de los líquidos o percolados y los gases que produce el relleno para así mantener las mejores condiciones de operación y proteger el medio ambiente.

La adquisición del terreno es difícil debido a la oposición de los vecinos al sitio seleccionado.

Pueden ocasionar impacto ambiental de largo plazo si no se toman las previsiones necesarias en la selección del sitio y no se ejercen los controles para mitigarlos.

En rellenos sanitarios de gran tamaño conviene analizar los efectos del tráfico vehicular, sobre todo de los camiones que transportan los residuos por las vías que confluyen al sitio y que producen polvo, ruido y material volante.

En el vecindario el impacto lo generan los líquidos, gases y malos olores que pueden emanar del relleno.

Los predios o terrenos situados alrededor del relleno sanitario pueden devaluarse. En general, no puede recibir residuos peligrosos.

El rápido proceso de urbanización, que limita y encarece el costo de los pocos terrenos disponibles, lo que obliga a ubicar el relleno sanitario en sitios alejados de la población.

La vulnerabilidad de la calidad de las operaciones del relleno y el alto riesgo de transformarlo en un botadero a cielo abierto, principalmente por la falta de voluntad política de las administraciones municipales para invertir los fondos necesarios a fin de asegurar su correcta operación y mantenimiento.

Se requiere un monitoreo luego de la clausura del relleno sanitario, no solo para controlar los impactos ambientales negativos, sino también para evitar que la población use el sitio indebidamente.

De todo lo anterior se puede inferir que son una gran cantidad de criterios que conllevan problemáticas para el uso de los rellenos sanitarios y que en tiempos como hoy se hace necesario cuidar del medio ambiente y la salud como primeros factores para una vida sana.

**Formulación del problema:** ¿Cuáles son las variables independientes y dependientes para incinerar los residuos sólidos en el Municipio de Medellín?

### 3. Justificación

Atendiendo la problemática antes mencionada donde se tropiezan con los perjuicios ocasionados por los rellenos sanitarios, que hoy se evidencian en grandes daños ambientales, en la afectación de los suelos, el agua, el aire, la salud y en la calidad de vida de las comunidades que viven cerca de ellos; es relevante considerar la presentación del estudio de factibilidad de la incineración como alternativa para el tratamiento de residuos; un proyecto que permitirá disminuir toda esta serie de daños causados por los rellenos.

El propósito de la investigación se enfatiza en proponer una alternativa para el tratamiento eficaz de los residuos sólidos, que permita reducir la brecha de salubridad y el impacto al medio ambiente; usando métodos científicos y tecnológicos, que promuevan una estandarización en la administración de los desechos y erradicando el uso de los rellenos sanitarios.

A través del desarrollo de este estudio se tiene la oportunidad de contribuir al mejoramiento del medio ambiente, a la conservación los recursos naturales y al aprovechamiento de los residuos sólidos, puesto que después de su tratamiento servirán como materia prima para otros procesos industriales o para fines agropecuarios, se tiene previsto además hacer un aporte en el ámbito social contribuyendo así a la generación de empleo, de todas estas maneras expuestas se verá también reflejado la mejora de la imagen del Municipio donde se construya la planta de incineración.

#### **4. Delimitación y Alcances de la Investigación**

Esta investigación representará un beneficio para los habitantes de los municipios donde se construyen los rellenos sanitarios, para el medio ambiente y los entes gubernamentales que desean apostarle al proyecto, ya que, por medio de éste, se crearán modelos de vida saludable, se dan mejoras en los ecosistemas y propende la disminución de espacios para la creación de nuevos rellenos sanitarios.

##### **4.1 Delimitación Temporal**

El estudio de factibilidad para la implementación de la planta de incineración de residuos sólidos tendrá un periodo de desarrollo y vida útil indefinida, iniciado a partir del año 2017 puesto que este proyecto tiene objetivos a corto, mediano y largo plazo

## 5. Objetivos

### 5.1 Objetivos General

Diseñar una alternativa para incinerar los residuos del Municipio de Medellín, que permita cambiar la estructura actual de los rellenos sanitarios.

### 5.2 Objetivos Específicos

- Identificar las variables que impactan los rellenos sanitarios en los ámbitos social, cultural y económico.
- Analizar las variables identificadas para evidenciar tendencias o comportamientos frente al impacto de los rellenos sanitarios.
- Evaluar alternativas de soluciones aplicadas en otras regiones para tratar residuos por medio de modelación, según las transformaciones sociales y culturales del Siglo XXI.
- Plantear un mecanismo que evite el uso de los rellenos sanitarios y genere condiciones de vida saludables.

## **6. Marco Teórico**

### **6.1 Antecedentes**

#### **6.1.1 Históricos**

##### **Organización Mundial de la Salud – OMS**

Residuos. Para la Organización Mundial de la Salud (OMS) el término «residuos sólidos» se refiere principalmente a los residuos domésticos, comunitarios e industriales no biodegradables. La expresión residuos sólidos incluye a los residuos sólidos generados en las viviendas, en los procesos de limpieza de los espacios públicos, en la actividad industrial, en la construcción y demolición de infraestructura de edificaciones públicas o privadas y en la carga y descarga de materiales. Igualmente, pueden incluirse aquellos residuos sólidos generados en las fábricas industriales, la chatarra de maquinaria y los residuos de hospitales, entre otros.

Por otro lado la (OMS, s.f) ha definido la incineración como “un método higiénico para reducir el peso y el volumen de los residuos que también reduce su potencial contaminante” y como “una de las estrategias que pueden emplearse para asegurar que los residuos se manejan de una forma ambientalmente sostenible”, concluyendo que “debido a esto, es técnicamente posible ubicar las incineradoras cerca de áreas densamente pobladas”.

Con base en las definiciones anteriores se estable la siguiente cadena de valor en la cual se detalla paso a paso el enfoque y desarrollo del presente trabajo

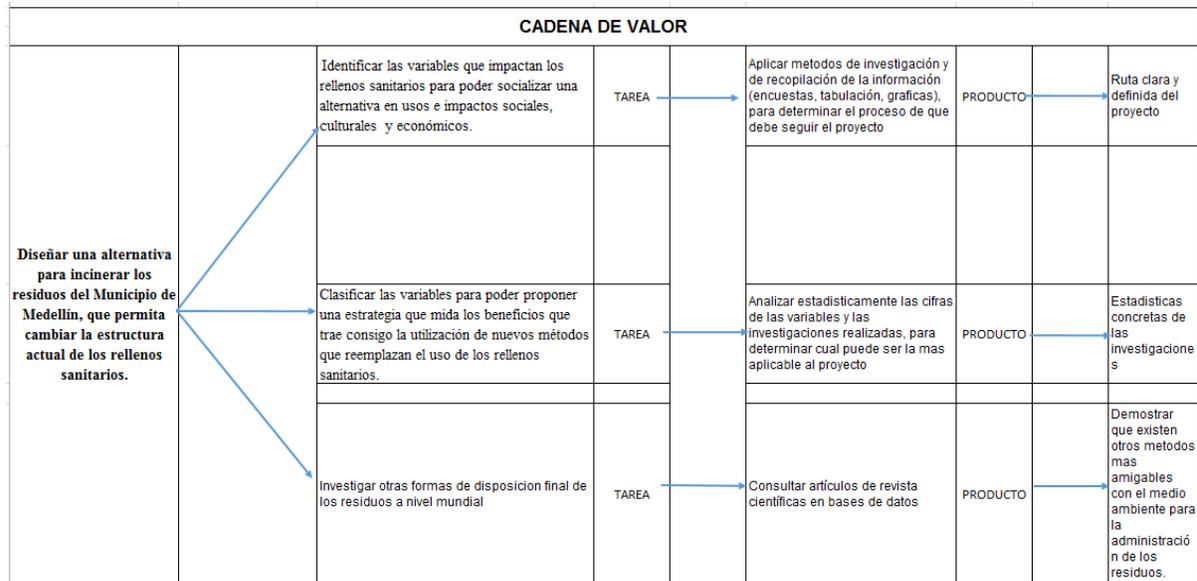


Figura 1. Cadena de valor

Nota Fuente:

Mediante la propuesta de un programa para el manejo de los residuos sólidos en la plaza de mercado de Cerete – Córdoba de López Rivera N. C. (fecha) se analizarán las tendencias del comportamiento de los residuos sólidos a nivel mundial y nacional.

- **A nivel mundial**

En los países industrializados como Estados Unidos, Japón, Rusia, teniendo solo la cuarta parte de la población mundial, utilizan el 80% de los recursos naturales del planeta en las exigencias propias del desarrollo tecnológico que se lleva a cabo en estos países. Estos modelos de desarrollo exigen grandes cantidades de recursos y energía para para transformar la materia, no obstante, como esta transformación no se da en forma total, generalmente la producción de bienes utilizables va acompañada de una gran cantidad de desechos no deseables que contaminan el ambiente. De igual forma los estilos de vida se distinguen por el consumo indebido de

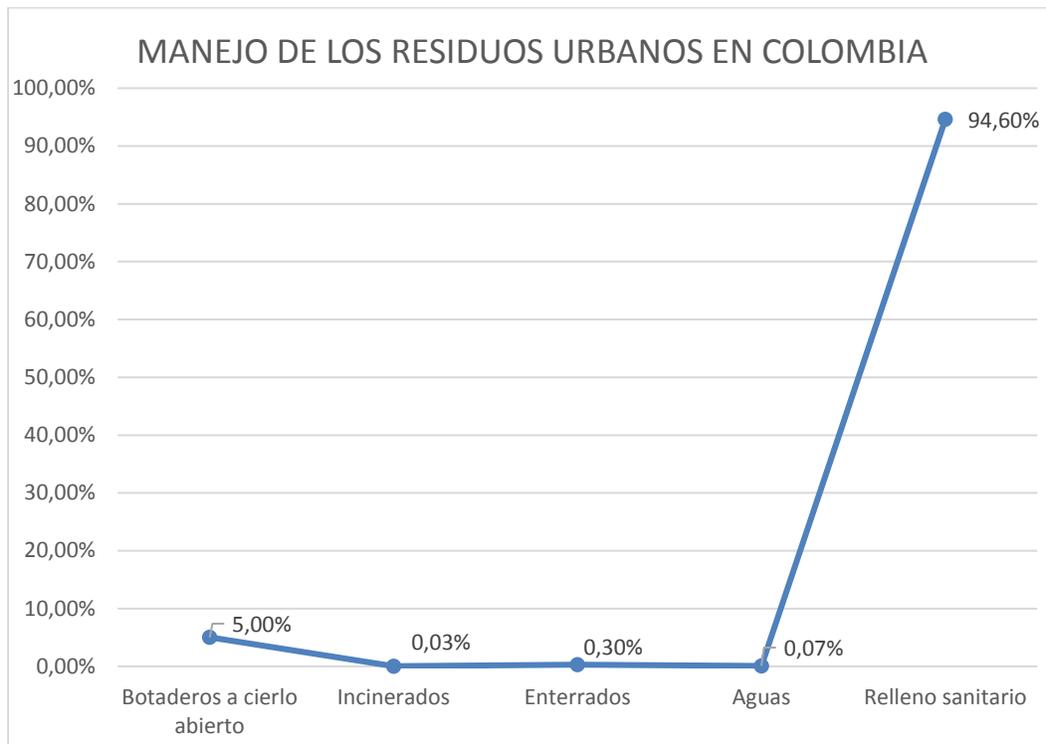
productos y envases desechables, haciendo que la cultura del desperdicio aumente de forma exponencial. (Anneca et al. 1997).

Por otro lado, se estima que en dichas naciones se producen alrededor de 2 kilogramos de desechos sólidos por día-persona. En los países industrializados la producción de residuos contaminantes ha llegado a tal punto de no contar con sitios para su tratamiento final, enterrar y verter sus propios residuos. El poder económico con que cuentan les hace pensar en la necesidad de expandir su contaminación a otras fronteras, sin importar a qué otros países ayuden a incrementar el impacto generado por los residuos sólidos a todos los elementos del ambiente y contribuyendo al debilitamiento en la salud y bienestar de todos los que habitamos el planeta (OMS, 1997).

- **A Nivel nacional**

Al igual que el resto del mundo, en Colombia la producción de residuos es consecuencia de las actividades económicas y del diario vivir de la población. En Colombia se generan diariamente cerca de 29.000 toneladas de residuos sólidos ordinarios, de las cuales, el 40.7% (11.800 toneladas) se producen en las cuatro grandes ciudades capitales de Cundinamarca, Antioquia, Valle y Atlántico (CONPES 2004), lo cual evidencia que se está ante un problema de connotaciones altamente urbanas. De la alta generación de residuos urbanos, según el Informe de Seguimiento Gestión de los Residuos Sólidos en Colombia de la Procuraduría general de la nación de Colombia (2003), el 75%, es de origen residencial, que es la fuente de donde se extrae parcialmente los residuos reciclables por parte de los recuperadores. Los residuos sólidos en Colombia están compuestos principalmente de: parte orgánica (65%), el conjunto del plástico, vidrio, papel, cartón, metales, son un 24 %, el caucho, textiles, escombros, patógenos y

peligrosos el 11% restante. De esta composición se infiere que nacionalmente el porcentaje reciclable es del 25%, cifra que difiere significativamente de las que se citan por la OPS en el Estudio sobre el Sector para América Latina (CONPES, 2004).



*Figura 2. Gráfico manejo de los residuos urbanos en Colombia*

Nota Fuente: Tomado de la tesis identificación del impacto social del programa “Bogotá basura cero.”

En la figura 2 el gráfico muestra que el mayor porcentaje de residuos es tratado mediante el método de rellenos sanitarios, los cuales a su vez, traen consigo múltiples variables de desventaja tanto para los vecinos a su alrededor como la contaminación al medio ambiente y aguas dulces.

- **De acuerdo lo expresado por Arboleda (2015):**

La incineración es una técnica de tratamiento de residuos que permite reducir su volumen, su peso modificar su composición debido al proceso de oxidación. Debe considerarse que la incineración es una tecnología que puede formar parte de las tecnologías que configuran la gestión integral de residuos y no como una tecnología alternativa y excluyente o complementaria. Al cumplir con la jerarquía de procedimientos de actuación en la gestión de residuos que ha establecido la Unión Europea, la incineración puede aplicarse a todo o a parte de la fracción de rechazo procedente del reciclado y a aquellos residuos que necesitan reducir su peligrosidad antes de efectuar su vertido.

La incineración surge como solución a la poca tierra existente en países pequeños, toda vez los rellenos sanitarios y vertederos ocupan extensiones considerables de terreno que debe ser destinado a esta actividad y una vez se agota la capacidad se deben destinar nuevos terrenos.

La incineración (combustión) con la recuperación de la energía ha sido viable y una opción usada a menudo en naciones industrializadas como Suecia y Japón, esta reduce en un 90-95% los residuos sólidos «la conversión en energía eléctrica con respecto al poder calorífico inferior varía entre 20 y 30%. Debido a las pérdidas en los gases de escape por radiación, en cenizas y escorias la energía térmica disponible es del 75% de la energía introducida. La transformación de esta energía térmica en energía eléctrica tiene un rendimiento del 30% debido principalmente al vapor de escape de turbina a condensador

- **Según la revista Eroski Consumer, el diario del consumidor**

### **Sustitución de vertederos**

Las incineradoras queman la basura a temperaturas elevadas, reduciendo así el volumen que ocupan.

Quienes defienden el uso de incineradoras anteponen la necesidad de concienciar a la sociedad en el hábito del reciclaje, pero contemplan las plantas de tratamiento y combustión controlada como la sustitución inmediata de los vertederos. Reconocen que está en entredicho su peligrosidad, aunque afirman que no se aportan pruebas concluyentes y apelan a que la comunidad científica no ha demostrado que las dioxinas y furanos residuales -cuerpos químicos que se generan al quemar a baja temperatura productos que contienen cloro, como papel o plástico- sean nocivos para la salud.

Así pudiera deducirse del último informe emitido por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos referido a dioxinas, que si bien las vincula directamente con el cáncer, no concluye que sea debido a la actividad de las incineradoras, sino a la combustión de PVC. Por otra parte, la legislación es severa y permite que mediante la incineración se generen cantidades mínimas no sólo de dioxinas, sino de muchos otros compuestos potencialmente tóxicos.

## **6.1.2 Legales**

### **Legislación Colombiana**

La constitución colombiana mediante el decreto 838 del 23 de marzo de 2005 (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2005) en el artículo 1 define residuo o desecho como cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido resultante del consumo o uso del

bien en actividades, domésticas, industriales, comerciales o institucionales o de servicio que el generador abandona, rechaza o entrega y que es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con valor económico o de disposición final (presidencia de la república, 1991, a su vez estos se dividen en aprovechables y no aprovechables

La incineración de residuos en Colombia es regida por la siguiente normatividad vigente:

**Resolución 058 de 2002 (Enero 21)** Por la cual se establecen normas y límites máximos permisibles de emisión para incineradores y hornos crematorios de residuos sólidos y líquidos.

**Ley 99 de 1993 (Diciembre 22) en su artículo 5;** por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.

**Decreto 948 de 1995 (junio 5):** En relación con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire.

### **6.1.3 Investigativos**

Durante los últimos años ha emergido una estricta legislación ambiental que pone en el punto de mira a las incineradoras, aplicando a éstas la normativa más estricta. Tanto es así, que a día de hoy este tipo de plantas son, en el marco del sector industrial, las más vigiladas en sus aspectos medioambientales, lo que garantiza un funcionamiento totalmente respetuoso con el entorno y la salud pública.

Esto ha traído como consecuencia que las viejas instalaciones hayan tenido que adaptarse a los cánones tecnológicos actuales, llevando a cabo importantes inversiones para acomodarse a

las nuevas exigencias, a las que también se han supeditado, como no podía ser de otra forma, las de reciente construcción.

Así, y a pesar del empeño de algunos por “acreditar” con métodos “científicos”, y a través de estudios diseñados *ad hoc*, los efectos perjudiciales de las incineradoras sobre la salud, éstos no han podido ser probados. Es más, en un comunicado emitido por la Comisión Europea en noviembre de 2010 (Wasteincineratorhealthrisks: no evidencefortoxic metal build-up. EuropeanComisión DG Env, 11 November 2010), ésta reconocía que médicos e investigadores de salud pública no habían hallado pruebas del incremento de los niveles de metales en adultos que vivían en el entorno de incineradoras recién construidas, después de dos años de funcionamiento.

En este sentido, cabría señalar que las emisiones de dioxinas y furanos de las incineradoras europeas suponen, conforme a los inventarios nacionales, el 0,07 por ciento del total de emisiones de estas sustancias. Las altas temperaturas de combustión, superiores a los 850°C, complementadas con potentes y novedosos sistemas de depuración de gases, hacen posible que todos los parámetros se sitúen en valores muy inferiores a los permitidos, con la particularidad de que las plantas modernas actúan de forma global como sumideros de dioxinas, no como generadoras.

### **Los países más desarrollados, a la cabeza en incineración**

Según datos publicados por Eurostat, en el entorno comunitario, como media, un 23 por ciento de los desechos urbanos producidos se destinan a reciclaje, un 17 por ciento a compostaje, un 20 por ciento a incineración y un 40 por ciento a vertedero. Entre los países calificados como “más avanzados”, podría mencionarse el caso de Dinamarca, con un índice de incineración del

54 por ciento, Suecia, con un 49 por ciento, Alemania, con un 35 por ciento, Austria, con un 27 por ciento y Holanda, con un 18 por ciento,

La valorización energética ha crecido en Europa en torno a un 60 por ciento en un período de 12 años; no obstante, lejos de suponer un retroceso para el reciclaje, como algunos apuntan, éste ha aumentado considerablemente. Conclusión: los países más desarrollados y distinguidos por su conciencia ambiental, son los que más incineran, pero también los que más reciclan, con unas cotas de recuperación situadas entre el 48 y el 24 por ciento. Ello ha hecho posible, además, que estos Estados hayan conseguido disminuir en gran medida el porcentaje de vertido, moviéndose en unos índices situados entre el 1 y el 4 por ciento. (Sogama, s.f)

- **La Incineración en Dinamarca**

El objetivo principal de la política de residuos es el de reducir la cantidad de residuos. La prevención es el componente más importante. Gracias a la gestión medioambiental y a una tecnología más limpia se puede reducir la producción de residuos, incorporando, p.ej., el tratamiento de residuos en el diseño del producto y utilizando un número más bajo de productos que perjudican al medio ambiente.

Conforme a la política medioambiental orientada hacia los productos, desarrollada por el Ministerio del Medio Ambiente y Energía, se apuesta por una reducción del consumo de recursos y del impacto medioambiental para cada uno de los productos, es decir, según un planteamiento global (principio de “la cuna a la tumba”). Además, se pretende reutilizar una cantidad óptima de los residuos. En la actualidad se reutiliza aproximadamente el 60 por ciento de todos los residuos.

En Dinamarca se toma como punto de partida la jerarquía de residuos a la hora de dar prioridad a las diferentes modalidades de gestión de residuos. Dicha jerarquía prioriza la reutilización a la incineración con explotación de la energía, y como la menor prioridad, el depósito.

La reutilización es la modalidad de tratamiento de residuos a la que damos mayor prioridad porque representa la explotación más óptima de los recursos de los residuos. En Dinamarca la incineración no se considera reutilización.

Se incineran los residuos cuando éstos no son reutilizables y cuando los productos residuales de la incineración no causan problemas medioambientales. La energía se explota para la producción de electricidad y calefacción.

El depósito es el método de rango más bajo porque de esta manera no se explotan los recursos de los residuos. Además, el depósito puede causar la contaminación del aire, de la tierra y del agua subterránea. Ya no se permite el depósito de residuos idóneos para la incineración. (Dirección General Danesa del Medio ambiente, 1999)

- **La incineración en Suiza**

Por mucho que los suizos reciclen y sí que lo hacen en forma masiva, siempre van a sobrar desechos que deben ser eliminados de alguna manera. Las dos clases de residuos son los residuos sólidos municipales y los desechos peligrosos. Los residuos sólidos están compuestos básicamente de la basura doméstica y la industrial; los desechos peligrosos son residuos químicos, contagiosos o, simplemente, basura tóxica.

Los suizos cuentan con dos procedimientos para la eliminación de los residuos: son incinerados (combustión o incineración) o se amontonan (escombrera). La basura es examinada

y segregada para luego ser transportada a la planta de incineración en el caso que se incinera, o bien a los vertidos de residuos en el caso que se los deposita.

- **Residuos municipales**

Desde hace más de 10 años, específicamente desde enero del 2000, todos los residuos no reciclables y la basura combustible deben ser quemados en plantas de combustión. En el año 2004, la capacidad de incineración de las plantas existentes en Suiza alcanzó 3,29 millones de toneladas anuales. Esto significa que ya no se necesitan escombreras públicas en Suiza para el depósito de desechos. Hay suficientes plantas incineradoras para satisfacer la demanda.

En los últimos años, la industria de la generación de los residuos ha conseguido reducir considerablemente la emisión contaminante de las plantas de incineración, mejorando por tanto el impacto ambiental de la incineración en Suiza.

- **Generando energía de la basura**

En Suiza, las empresas encargadas del tratamiento de los residuos también generan energía: las 28 plantas en Suiza generan energía eléctrica suficiente para 250.000 hogares. Esto supone un ahorro energético de unas 215.000 toneladas de gasóleo de calefacción por año.

Pero no sólo la incineración de residuos municipales contribuye a la producción de energía ecológica en Suiza. La industria de cemento, por ejemplo, elimina combustibles industriales como el petróleo usado o disolventes, que resultan de la producción del cemento, para cubrir gran parte de sus propias necesidades energéticas.

Sin embargo, el marco legal para estos procedimientos auto abastecedores de energía es muy restrictivo, ya que define con estricta claridad qué tipos de basuras pueden quemarse y cuáles no.

- **Los suizos, expertos en el Reciclaje**

Los suizos son campeones en el reciclaje. En el 2003, el 47% del total de los desechos urbanos fue reciclado, un nuevo record suizo. Reciclaron el 70% del papel, el 95% del vidrio, el 71% de las botellas de plástico, el 85-90% de las latas de aluminio y el 75% de la hojalata.

Pero no sólo personas individuales se ocupan del reciclaje, también empresas grandes como los Ferrocarriles Federales Suizos (FFS) contribuyen al reciclado de la basura. Para garantizar la limpieza en los trenes, los FFS emplean en total a 1.500 personas que se encargan de limpiar los vagones. Los desechos son separados y, si es posible, reciclados.

Cada año son: 2,5 millones de botellas de plástico (que recicladas proporcionan materia prima para 276.000 camisetas y 39.500 sacos de dormir). 2 millones de latas de aluminio (que recicladas proporcionan 116 toneladas de bauxita). 3.680 toneladas de periódicos y revistas son recicladas.

- **La incineración en Alemania**

El asesor principal de Los Verdes en Alemania, Michael Weltzin, apuesta por la incineración de basuras como la mejor y más limpia opción para el tratamiento de residuos. Esta defensa de la incineración como el método menos agresivo con el medio ambiente choca con la postura oficial de Los Verdes en Asturias y en el resto de Europa, donde el partido nunca ha defendido la quema de residuos, algo que hará el Principado a partir de 2016, como alternativa al reciclaje.

Weltzin ha publicado las conclusiones de un trabajo de campo en el que ha analizado las ventajas e inconvenientes de las diferentes formas para tratar las basuras y, tras estudiar las opciones del vertedero, la pirólisis y la incineración, defiende este último modelo como el mejor. En las conclusiones del estudio, Weltzin destaca que quemar basuras para después obtener

energía a partir de esta combustión tiene «muy bajas emisiones». Además, señala como ventajas de la incineración el uso que se puede dar a las cenizas en la industria de la construcción y asegura que sólo una pequeña cantidad de la que entra en el horno para quemarse «termina en el subsuelo». El biólogo alemán considera que el vertedero, el método utilizado ahora en Asturias, es peligroso por las aguas de lixiviados que produce y que acaban contaminando el suelo. Según Weltzin, en el vertedero hay un «permanente peligro de escapes y una emisión significativa de metano que agrava el calentamiento global». Respecto a otros tratamientos de residuos como la pirólisis, el estudio del asesor de Los Verdes concluye que «no han mostrado fiabilidad hasta ahora». La normativa de residuos europea apuesta por que el tratamiento de residuos debe pasar, por este orden, por: reducir, reutilizar y reciclar. Antes, Europa equiparaba como modelos de similares consecuencias el vertedero y la incineración, pero desde la Unión Europea se señala que la incineración es mejor siempre que el 65 por ciento de la basura que se quema se aproveche en forma de energía. Los ecologistas asturianos siempre han defendido que el vertedero de Serín es una opción más limpia que la incineradora y que tiene menos consecuencias medioambientales. Sin embargo, Los Verdes alemanes han dado un viraje respecto a su postura oficial en el resto de Europa y ahora prefieren quemar basuras. (Murias, 2010)

- **La incineración en Austria**

A día de hoy, en Austria la tasa de reciclaje y compostaje alcanza el 65%, lo que sitúa al país a la cabeza de las naciones industrializadas. Cabe mencionar que la recogida separada de bio-residuos comenzó ya en los años 90 del pasado siglo. Esta dilatada experiencia ha permitido la consolidación de empresas en torno a la gestión de este tipo de residuos.

Es el caso de Komptech, ubicada en un entorno privilegiado de la región de Estiria, entre valles y montañas, muy apropiado para una empresa que fabrica maquinaria para el tratamiento de residuos y biomasa. Precisamente, el exceso de biomasa generada en los bosques austriacos dio lugar a empresas como esta, que hace 20 años empezó a desarrollar sus primeros ingenios para tratar este tipo de residuos. Hoy es líder europeo en la fabricación de trituradoras, compostadoras, chipeadoras, plantas de tratamiento mecánico-biológico (TMB), separadoras.

- **Tratamientos térmicos**

El ejemplo más significativo del modelo austriaco de gestión de residuos lo encontremos en la capital del país, Viena. La ciudad cuenta con cuatro plantas incineradoras de residuos con recuperación de energía en las que se produce calor y electricidad para abastecer a miles de hogares. A estas instalaciones llegan aquellos residuos que no se pueden devolver al circuito de materiales, y a partir de ellos se genera valiosa energía. Sin duda, la más singular de las cuatro incineradoras es la de Spittelau, una planta situada en un entorno urbano, con una capacidad de 60 MW. Fue rediseñada por el pintor y arquitecto Friedensreich Hundertwasser, que la convirtió en una atracción turística más de la ciudad, integrando tecnología, ecología y arte en un edificio caracterizado por las caprichosas formas y vivos colores habituales en la obra de este artista, pero nada frecuentes en una instalación industrial. Y si el exterior se caracteriza por su originalidad, su funcionamiento interno destaca por su eficiencia y seguridad.

En cumplimiento de la estricta normativa austriaca sobre emisiones, la incineradora de Spittelau cuenta con los más avanzados controles, gracias a los cuales se elimina el 99,9% de las partículas finas producidas en la combustión de los residuos; cuenta así mismo con un sistema de

tratamiento y eliminación de dioxinas. Además, de forma sistemática publica en Internet las emisiones generadas por su actividad.

En el otro extremo –al menos en cuanto al concepto estético de una incineradora– está la planta de Pfaffenau, una moderna instalación situada, esta sí, en las afueras de la ciudad, en el centro medioambiental de Simmering. Al igual que la de Spittelau, a la incineradora de Pfaffenau solo llegan aquellos residuos no reciclables, generando anualmente, a partir de las 250.000 toneladas de basura que recibe, calor para unos 50.000 hogares y electricidad para unos 25.000, aparte de la energía necesaria para el funcionamiento de la propia instalación. Su grado de rendimiento energético es del 76%, una cifra nada desdeñable.

Junto a la incineradora de Pfaffenau, en el mismo centro medioambiental de Simmering, está la planta de biogás Wien, que recibe anualmente 17.000 toneladas de bio-residuos procedentes de la recogida selectiva, restaurantes y mercados de la ciudad, donde se someterán a un tratamiento para obtener energía en forma de biogás. Y en el futuro se espera doblar su capacidad, hasta alcanzar las 34.000 toneladas anuales.

La actual producción de gas de la planta es de 1.125.000 Nm<sup>3</sup> anuales, capaces de generar hasta 11.200 MWh anuales en forma de calor. Gracias a esta tecnología se evita la emisión de hasta 3.000 toneladas anuales de CO<sub>2</sub>, en comparación con los sistemas convencionales de producción de energía. (Residuos, 2011)

- **La incineración en Holanda**

En Holanda, las basuras desaparecen, y no por arte de magia. De los 60 millones de toneladas de residuos que se producen al año en ese país, el 80 por ciento se recicla, el 18 por ciento se incinera y solo el 2 por ciento va a parar a rellenos sanitarios. (Silva ,2014)

Holanda es uno de los países europeos que se encuentra a la vanguardia del reciclado de desechos. Al contar con una superficie pequeña y una desarrollada conciencia ambiental, el gobierno holandés puso en marcha medidas para eliminar definitivamente los rellenos sanitarios. A su vez, el impulso ecológico encarado con solidez por las distintas políticas, creó las condiciones para que empresas del sector privado se incorporaran en forma colaborativa acatando las estrictas normas de protección medioambiental.

En la segunda mitad de la década de los setenta, el manejo de residuos se colocó en la agenda administrativa como una de las principales prioridades. Pero fue a partir de los noventa que la transición se llevó a cabo desde un pequeño sector, organizado a nivel regional, a donde se encuentra hoy: un sistema centrado y ligado al impulso de innovaciones en la materia, con orientación internacional.

La política de gestión de desechos holandesa está basada en cinco elementos fundamentales:

- **Residuos clasificados jerárquicamente.** El enfoque holandés aplica una guía de principios iniciales: reducir – rehusar – reciclar.
- **Estrictas normas para su tratamiento.** Normas para la protección del suelo de rellenos y niveles de calidad del aire para la incineración.
- **Una planificación a nivel nacional.** Políticas públicas orientadas a la cooperación entre los diferentes niveles de gobierno, para definir pautas sólidas, su aplicación y cumplimiento. Para ello el gobierno nacional trabaja junto a las diferentes autoridades locales y regionales.

- **Responsabilidad extendida de los productores (REP).** Los productores comparten la responsabilidad en el manejo de los productos al final de su vida útil. Esta responsabilidad es acordada y vigilada bajo una estricta legislación.
- **El uso de diversos instrumentos para estimular la prevención y el reciclado.** Hay varios instrumentos financieros disponibles: impuestos sobre rellenos sanitarios o sistemas de tasas basadas en el volumen de desechos.

Los Países Bajos, especialmente, tienen una amplia experiencia en la extracción de biogás de los rellenos sanitarios y vertederos. El desarrollo de sofisticados sistemas de alta tecnología para la captura de biogás, permitió la extracción óptima de los gases nocivos producidos por los residuos en descomposición. La recuperación y depuración de gas se utiliza para generar electricidad e incluso para su aplicación en una red de gas natural.

Los desechos que no pueden ser reciclados se incineran para la generación de vapor a través de redes de calefacción centralizadas. Las plantas de tratamiento holandesas no presentan signos de riesgo en la emisión de gases tóxicos ya que las instalaciones cumplen altos criterios de eficiencia como recuperadores de energías.

Con el objetivo de minimizar las emisiones de gases dañinos, se han puesto en marcha sistemas avanzados de recolección y logística. Los contenedores terrestres de las zonas neurálgicas de Holanda fueron sustituidos por cámaras subterráneas, en las que los ciudadanos pueden depositar por separado papel, vidrio, plástico. Este sistema reviste una mayor eficiencia y un mejoramiento higiénico a nivel urbano.

Las técnicas de separación de residuos tienen por objetivo lograr diferentes categorías: residuos de la construcción, demolición, electrónicos, industriales, comerciales o domésticos

pueden ser triturados, tamizados o mezclados para ser transformados en combustible sólido recuperado (CSR).

El tratamiento de residuos en Holanda no solo se encuentra en manos de empresas privadas. El gobierno tiene sus propias agencias destinadas al control y manejo de desechos peligrosos como la agencia gubernamental NL, que da soporte a todos los niveles de gobierno a través de asistencia técnica en el diseño de instalaciones de residuos y la elaboración de políticas de gestión de residuos. (Marghetich, 2014)

#### **6.1.4 Conceptual**

##### **Clasificación de los residuos sólidos según la norma técnica colombiana GTC 24 de 2009**

**Residuo Aprovechable:** Cualquier material, objeto, sustancia o elemento que no tiene valor para quien lo genera, pero se puede incorporar nuevamente a un proceso productivo (Decreto 1713 de 2002).

**Residuo No Aprovechable:** Todo material o sustancia que no ofrece ninguna posibilidad de aprovechamiento, reutilización o reincorporación a un proceso productivo. No tienen ningún valor comercial, por lo tanto requieren disposición final (Decreto 1713 de 2002).

**Residuo orgánico biodegradable:** Son aquellos que tienen la característica de poder desintegrarse o degradarse rápidamente, transformándose en otro tipo de materia orgánica. Ejemplo: Los restos de comida, de fruta, cascaras, carnes, huevos.

**Residuos Peligrosos:** Es aquel residuo o desecho que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, infecciosas o radiactivas puede causar riesgo a la

salud humana y el ambiente. Así mismo, se considera residuo o desecho peligroso los envases, empaques o embalajes que hayan estado en contacto con ellos. (Decreto 4741 de 2005).

**Residuos Especiales:** Residuos sólidos que por su calidad, cantidad, magnitud, volumen o peso puede presentar peligros y, por lo tanto, requiere un manejo especial. Incluye a los residuos con plazos de consumo expirados, desechos de establecimientos que utilizan sustancias peligrosas, lodos, residuos voluminosos o pesados que, con autorización o ilícitamente, son manejados conjuntamente con los residuos sólidos municipales.

La problemática ambiental relacionada directamente con el manejo de los residuos sólidos afecta al ser humano y a su entorno de diferentes maneras, especialmente en los siguientes aspectos:

Salud pública

Factores ambientales, como los recursos renovables y no renovables.

Factores sociales, como la salud pública

Factores económicos: como los recursos naturales.

Todo esto afecta cada uno de los componentes ambientales que nosotros como habitantes del planeta Tierra necesitamos.

**Factores ambientales impactados por el mal manejo de los residuos sólidos:**

- **Recurso hídrico:** del recurso hídrico forman parte todos los cuerpos de agua que posee el planeta, tanto las aguas superficiales (ríos, lagos, lagunas, quebradas, océanos; nevados, glaciales) como las aguas subterráneas (pozos, manantiales). El proceso de contaminación de estos cuerpos de agua, causado por la mala disposición de los residuos sólidos, varía según los tipos de agua señalados.

Contaminación de aguas superficiales. Se pueden contaminar con:

**Materia orgánica:** la presencia de materia orgánica ( $C_xH_yO_z$ ) a través de bacterias, microorganismos y oxígeno genera compuestos que acidifican el agua, eliminan el oxígeno vital para la vida de las especies acuáticas y hace que las aguas para consumo humano se contaminen y generen problemas de salud.

**Taponamiento y represamiento de caudales:** la presencia de basuras, bolsas, colchones, escombros y cualquier elemento que pueda represar el cauce normal de un río o una quebrada puede afectar el flujo normal del agua. En casos muy particulares, como en crecientes repentinas o épocas de alto invierno, lo mismo que con la presencia de gran cantidad de residuos, estos cauces se represan, produciendo inundaciones y afectando a las familias aledañas a estos cuerpos de agua, con lo cual se dañan zonas de cultivo y se impacta negativamente la zona.

**Altos costos de tratamiento:** cuando las fuentes de agua se ven contaminadas por cualquier elemento, incluyendo los residuos sólidos, debe pasar por un proceso de tratamiento para que el ser humano pueda emplearla en su consumo, en el riego de cultivos o para cualquier actividad en la que se necesite emplear este recurso. Obviamente, estos procesos de tratamiento son altamente costosos y la comunidad que demanda estos recursos debe afrontar su pago.

**Impacto en costas, ríos y mares:** la presencia de residuos en las zonas de recreo y esparcimiento afecta ambiental, social y económicamente las zonas con basura, ya que se causa un deterioro ambiental en las costas, orillas y playas, se amenaza la flora y la fauna marina y fluvial y se afecta el turismo y las actividades económicas relacionadas, como la pesca y la recreación, entre otras.

**Contaminación de las aguas subterráneas.**

Ocurre debido a la filtración de lixiviados a través del suelo, que absorbe estos líquidos y los lleva hasta donde se encuentran las fuentes de agua. El tratamiento de estas fuentes de agua es altamente costoso y puede llegar a afectar comunidades que dependen únicamente de ellas para obtener este recurso, como sucede en las zonas desérticas.

**Recurso atmosférico:** en su proceso de descomposición, los residuos sólidos generan malos olores y gases, como metano (CH<sub>4</sub>) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), que ayudan a incrementar el efecto invernadero en el planeta, aumentando la temperatura y generando deshielo en los polos. Este proceso de descomposición se puede controlar con una correcta disposición de los residuos sólidos a través de su incineración tecnificada, de su ubicación en rellenos sanitarios y/o en botaderos especializados. También la Organización Mundial de la Salud en los residuos sólidos pueden afectar el aire cuando son quemados de manera descontrolada, porque generan humos y material particulado que afectan el sistema respiratorio de los seres humanos y contribuyen al efecto invernadero, entre otros efectos negativos.

**Recurso suelo:** es el recurso que más directamente se ve afectado por el inadecuado manejo de los residuos sólidos, ya que el ser humano a través de los años ha dispuesto en el suelo los residuos sólidos que ha generado. La contaminación de los suelos ocurre a través de diferentes elementos, como los lixiviados que se filtran a través del suelo afectando su productividad y acabando con la micro fauna que habita en ellos (lombrices, bacterias, hongos y musgos, entre otros). Esto cual lleva a la pérdida de productividad del suelo, incrementando así el proceso de desertificación del suelo. La presencia constante de basura en el suelo evita la recuperación de la flora de la zona afectada e incrementa la presencia de plagas y animales que causan enfermedades, como ratas, palomas, cucarachas, moscas y zancudos.

**Recurso paisajístico:** aunque no es uno de los recursos usualmente más mencionados, el paisaje es uno de los más afectados por la incorrecta disposición de los residuos sólidos, ya que la constante presencia de basura en lugares expuestos deteriora el paisaje y afecta la salud humana ya que genera estrés, dolor de cabeza, problemas psicológicos, trastornos de atención, disminución de la eficiencia laboral y mal humor. Estos efectos obstruyen nuestro diario laborar y afectan nuestra calidad de vida, impidiendo que estemos en armonía con nuestro entorno y afectando a la comunidad en general. El creciente desarrollo urbano y, por ende, la gran concentración poblacional del país ha generado un deterioro del paisaje y de la calidad de vida por la falta de cultura en cuanto al manejo de los residuos sólidos.

- **La incineración**

Combustión completa de la materia orgánica, hasta su conversión en cenizas, usado en el tratamiento de residuos sólidos urbanos, industriales entre otros; se llevan a cabo en hornos mediante oxidación química en exceso de oxígeno.

La incineración es tan solo uno de tantos métodos usados en el control de residuos que no han sido reutilizados o reciclados; existe diversidad de métodos para la gran variedad o gama de residuos que se generan a nivel mundial. Debido al volumen de residuos generados y a los costos del manejo se innova de manera constante en nuevos métodos de incineración que disminuyan los costos y que estén acorde a la normatividad ambiental.

La finalidad de incinerar los residuos es disminuir el volumen y por tanto la contaminación visual de estos; prevenir la transmisión de enfermedades por vectores dentro de los cuales los más comunes son los mosquitos, garrapatas, pulgas; los lixiviados son los líquidos que resultan de la degradación del material orgánico la humedad de los residuos y las aguas

lluvias aceleran la producción de estos; malos olores; los gases efecto invernadero producto de la descomposición de los residuos y alargar la vida útil de los rellenos sanitarios o vertederos que cada día demandan un manejo más complejo. No solo por la contaminación visual si no los demás problemas expuestos anteriormente, que afectan tanto la salud como el medio ambiente es necesario implementar otras alternativas que se han sustentables en el manejo de los residuos.

**Se puede observar en el Documento BREF “Mejores Técnicas Disponibles de referencia europea para Incineración de Residuos” Las principales etapas del proceso de incineración son:**

**Secado y desgasado:** aquí, se desprende el contenido volátil (como hidrocarburos y agua) a temperaturas generalmente entre 100 y 300°C. El proceso de Incineración de Residuos 2 de secado y desgasado no requiere ningún agente oxidante y sólo depende del calor aportado.

**Pirólisis y gasificación:** la Organización Mundial de la Salud pirólisis es la descomposición ulterior de las sustancias orgánicas en ausencia de un agente oxidante a unos 250-700°C. La gasificación de los residuos carbonados es la reacción de los residuos con vapor de agua y CO<sub>2</sub> a temperaturas que normalmente están entre 500 y 1000°C, pero puede producirse a temperaturas de hasta 1600°C. Con ello se transfiere materia orgánica sólida a la fase gaseosa. Además de la temperatura, esta reacción se ve apoyada por agua, vapor y oxígeno.

**Oxidación:** los gases combustibles creados en las etapas anteriores se oxidan, según el método de incineración seleccionado, a temperaturas de gases de combustión que generalmente están entre 800 y 1450°C. Estas etapas individuales generalmente se superponen, lo que significa que la separación espacial y temporal de estas etapas durante la incineración de residuos sólo es posible en un grado limitado. De hecho, los procesos tienen lugar parcialmente en paralelo y se

influyen entre sí. No obstante, es posible, utilizando medidas técnicas en el interior del horno, influir sobre estos procesos con el fin de reducir las emisiones contaminantes. Tales medidas incluyen el diseño del horno, la distribución del aire y técnicas de control. En la incineración plenamente oxidativa, los principales componentes de los gases de combustión son: vapor de agua, nitrógeno, dióxido de carbono y oxígeno. Según la composición del material incinerado y las condiciones operativas, se forman o quedan pequeñas cantidades de CO, HCl, HF, HBr, HI, NOX SO2, VOC, PCDD/F, PCB y compuestos de metales pesados (entre otros). Según las temperaturas de combustión durante las etapas principales de la incineración, los compuestos inorgánicos (ej. sales) y metales pesados volátiles se evaporan total o parcialmente. Estas sustancias son transferidas desde el residuo entrante a los gases de combustión y a las cenizas volantes que contiene. Se crea una ceniza volante de residuo mineral (polvo) y una ceniza sólida más pesada (ceniza de fondo). En las incineradoras de residuos municipales, la ceniza de fondo es aproximadamente un 10 % en volumen y aproximadamente un 20-30 % en peso de la entrada de residuos sólidos. Las cantidades de cenizas volantes son mucho menores, generalmente sólo un pequeño porcentaje de la entrada. Las proporciones de residuo sólido varían en gran medida según el tipo de residuo y el diseño detallado del proceso.

- **Cuánto vive la basura**

1 año El papel, compuesto básicamente por celulosa, no le da mayores problemas a la naturaleza para integrar sus componentes al suelo. Si queda tirado sobre tierra y le toca un invierno lluvioso, no tarda en degradarse. Lo ideal, de todos modos, es reciclarlo para evitar que se sigan talando árboles para su fabricación.

5 años Un trozo de chicle masticado se convierte en ese tiempo, por acción del oxígeno, en un material superduro que luego empieza a resquebrajarse hasta desaparecer. El chicle es una mezcla de gomas de resinas naturales, sintéticas, azúcar, aromatizantes y colorantes. Degradado, casi no deja rastros

10 años Ese es el tiempo que tarda la naturaleza en transformar una lata de gaseosa o de cerveza al estado de óxido de hierro. Por lo general, las latas tienen 210 micrones de espesor de acero recubierto de barniz y de estaño. A la intemperie, hacen falta mucha lluvia y humedad para que el óxido la cubra totalmente.

10 años Los vasos descartables de polipropileno contaminan menos que los de poliestireno -material de las cajitas de huevos-. Pero también tardan en transformarse. El plástico queda reducido a moléculas sintéticas; invisibles pero siempre presentes.

30 años Los envases tetra-brik no son tan tóxicos como uno imagina. En realidad, el 75 % de su estructura es de celulosa, el 20 de polietileno puro de baja densidad y el 5 por ciento de aluminio. Lo que tarda más en degradarse es el aluminio. La celulosa, si está al aire libre, desaparece en poco más de 1 año.

30 años Lacas, espumas...Es uno de los elementos más polémicos de los desechos domiciliarios. Primero porque al ser un aerosol, salvo especificación contraria, ya es un agente contaminante por sus CFC (clorofluorocarbonos). Por lo demás, su estructura metálica lo hace resistente a la degradación natural. El primer paso es la oxidación.

30 años La aleación metálica que forma las tapitas de botellas puede parecer candidata a una degradación rápida porque tiene poco espesor. Pero no es así. Primero se oxidan y poco a poco su parte de acero va perdiendo resistencia hasta dispersarse.

100 años De acero y plástico, los encendedores descartarles se toman su tiempo para convertirse en otra cosa. El acero, expuesto al aire libre, recién comienza a dañarse y enmohecerse levemente después de 10 años. El plástico, en ese tiempo, ni pierde el color. Sus componentes son altamente contaminantes y no se degradan. La mayoría tiene mercurio, pero otras también pueden tener cinc, cromo, arsénico, plomo o cadmio. Pueden empezar a separarse luego de 50 años al aire libre. Pero se las ingenian para permanecer como agentes nocivos.

100 a 1.000 años Las botellas de plástico son las más rebeldes a la hora de transformarse. Al aire libre pierden su tonicidad, se fragmentan y se dispersan. Enterradas, duran más. La mayoría está hecha de tereftalato de polietileno (PET), un material duro de roer: los microorganismos no tienen mecanismos para atacarlos.

Más de 100 años Los corchos de plástico están hechos de polipropileno, el mismo material de las pajitas y envases de yogur. Se puede reciclar más fácil que las botellas de agua mineral (que son de PVC, cloruro de polivinilo) y las que son de PET (tereftalato de polietileno).

150 años Las bolsas de plástico, por causa de su mínimo espesor, pueden transformarse más rápido que una botella de ese material. Las bolsitas, en realidad, están hechas de polietileno de baja densidad. La naturaleza suele entablar una "batalla" dura contra ese elemento. Y, por lo general, pierde.

200 años Las zapatillas están compuestas por cuero, tela, goma y, en algunos casos, espumas sintéticas. Por eso tienen varias etapas de degradación. Lo primero que desaparece son las partes de tela o cuero. Su interior no puede ser degradado: sólo se reduce.

300 años La mayoría de las muñecas articuladas son de plástico, de los que más tardan en desintegrarse. Los rayos ultravioletas del sol sólo logran dividirlo en moléculas pequeñas. Ese proceso puede durar cientos de años, pero desaparecen de la faz de la Tierra.

Más de 1.000 años Tiempo que tardan en desaparecer las pilas.

4.000 años La botella de vidrio, en cualquiera de sus formatos, es un objeto muy resistente. Aunque es frágil porque con una simple caída puede quebrarse, para los componentes naturales del suelo es una tarea titánica transformarla. Formada por arena y carbonatos de sodio y de calcio, es reciclable en un 100%. (Eroski consumer, s.f)

### **6.1.5 Tecnológicos**

La incineración de residuos surge a mitad del siglo XIX en Europa, siendo una de las razones principales la producción de vapor y la necesidad de "esterilizar bacteriológicamente" los residuos para prevenir la expansión de enfermedades, así como la rápida disposición de una cantidad creciente de residuos, resultante de la rápida industrialización y desarrollo de las ciudades. El primer incinerador de residuos municipales que se instaló fue en la ciudad inglesa de Nottingham en 1874. En Estados Unidos (EE.UU) la primera instalación se realizó en Governor's Island en Nueva York, y en 1921 ya había más de 200 unidades instaladas.

#### **La nueva propuesta:**

Establece normas de emisión más severas con respecto a las incineradoras nuevas y existentes y, algo muy importante, amplía su campo de aplicación a la coincineración en hornos de cemento y en centrales eléctricas;

En Medellín, La Subdirección Ambiental del Área Metropolitana del Valle de Aburrá presentó en el año 2003 el Plan Maestro de los Residuos Sólidos para el Valle de Aburrá, (Ministerio de Medio Ambiente, 1993) en el que recopila la información sobre la caracterización del material orgánico con un valor del 59,48% correspondiente a 296.540 toneladas de las

557.301 toneladas totales producidas en el año 2000, depositadas en el Relleno Sanitario La Curva de Rodas, de los cuales los residuos orgánicos del sector residencial constituyen la fracción más representativa, según el estudio realizado por las Empresas Varias de Medellín S.A. E.S.P. entre los años 1998 y 2000 con el proyecto: “Estudio, diseño y 34 optimización del sistema de producción, caracterización, recolección y transporte de los desechos sólidos para el Municipio de Medellín y sus cinco corregimientos”, el cual se denominó SIAM5.11

- **Métodos para la Incineración de residuos**

- Por tipo de hornos**

- De parrilla. Comúnmente usados para la incineración de residuos no peligrosos. Su principal ventaja es que permite todo tipo de carga sin tratamiento previo y los costos de instalación son bajo. A su vez las parrillas metálicas limitan la concentración de calor generado; la temperatura que puede soportar una parrilla es inferior la que soporta una refractaria por esto se utiliza refrigeración con aire, durante el proceso. (Comisión Europea los Documentos de Referencia Europeos de las Mejores Técnicas Disponibles, 2011)

- Funcionamiento. Los residuos son alimentados por medio de una grúa suspendida que alimenta de manera continua y llegan a las parrillas por medio de una rampa hidráulica. Las parrillas transportan el material y distribuyen el aire de incineración del horno de acuerdo a los requisitos de combustión. Los materiales finos caen a través de las parrillas y son recuperadas por un extractor de cenizas.

- Las parrillas refrigerantes por medio del agua regulan la temperatura del metal de las parrillas y la temperatura de combustión, mejora la temperatura y el suministro de oxígeno según

los requisitos específicos de combustión de la parrilla. El descargador de cenizas enfría y extrae el residuo sólido acumulado, el agua utilizada para refrigerar es separada en la parrilla de salida.

La combustión se produce sobre la parrilla en la cámara de incineración, la cámara de combustión consta de una parrilla situada en el fondo, paredes refrigeradas y no refrigeradas en la pared y en el techo una caldera, las cenizas de los residuos sólidos son muy volátiles los gases se desprenden, y solo una pequeña parte de la incineración se produce en las parrillas.

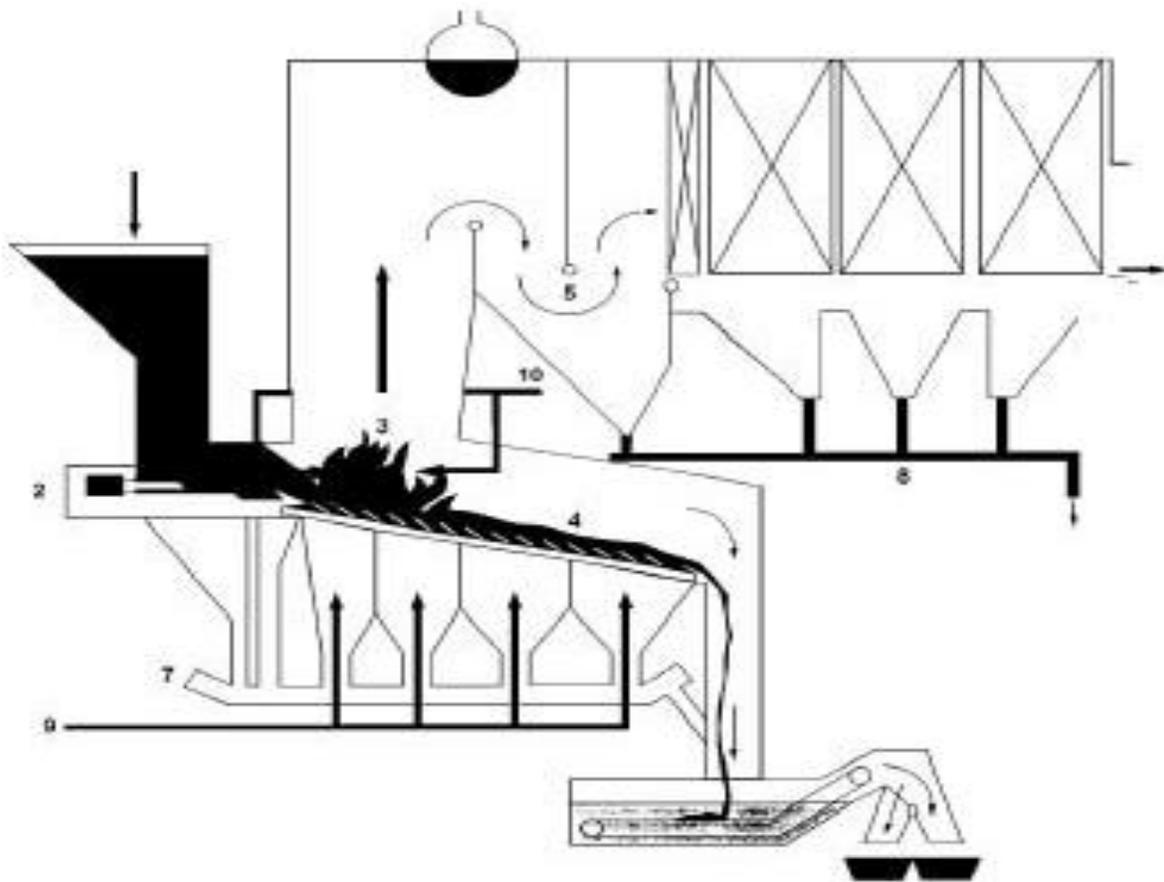


Figura 3. Parrilla, horno y etapas de recuperación de un ejemplo de planta

Nota fuente: (Comisión Europea los Documentos de Referencia Europeos de las Mejores Técnicas Disponibles, 2011)

1 Rampa de residuos	6 Descarga de cenizas de fondo
2 Alimentador de residuos	7 Cribados
3 Zona de incineración	8 Eliminación de cenizas de caldera
4 Zona de incineración principal	9 Suministro de aire primario
5 Separador de granos grandes	10 suministro de aire secundario

- **De co-corriente o de flujo paralelo**

Los gases de combustión se encuentran ubicados al final de la parrilla. El principal beneficio es que el gas de combustión tiene el mayor tiempo de exposición, además que deben pasar por el máximo de temperatura. Para la combustión el aire debe precalentarse con poder calórico muy bajo

- **Contra flujo o corriente**

En este caso, el aire de combustión primario y los residuos son guiados siguiendo un flujo a contracorriente a través de la cámara de combustión, y la salida de gases de combustión se encuentra situada en el extremo frontal de la parrilla. Los gases de combustión calientes facilitan el secado y la ignición de los residuos.

- **Corriente media o de flujo central**

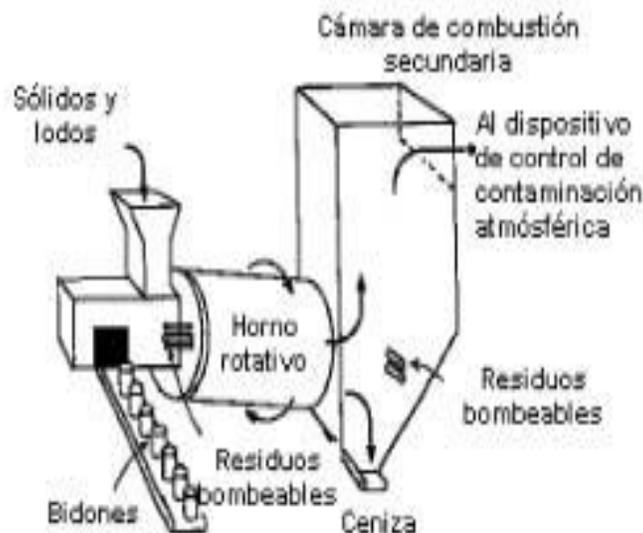
La composición de los residuos sólidos urbanos varía considerablemente, y el concepto de corriente media es un compromiso para un amplio espectro de alimentación de residuos. Debe conseguirse una buena mezcla de todas las corrientes parciales de gases de combustión mediante contornos que promuevan mezcla y/o inyecciones de aire secundario. En este caso, la salida de gases de combustión se encuentra situada en mitad de la parrilla.

- **Hornos rotativos**

Permiten incinerar todo tipo de residuo, es muy poco utilizado en residuos sólidos, se utilizan en residuos peligrosos, fangosos y líquidos son robustos, utilizan temperaturas entre 500 y hasta 1400 grados centígrados. Generalmente construidos en acero inoxidable, recubiertos con aislantes.

Consta de un vaso cilíndrico que se encuentra inclinado en un eje horizontal situado sobre rodillos donde se alimenta de los residuos, la salida de gases se da por todo el horno, las cenizas caen a un cenicero que dispone el horno, dándose una recolección constante y por tanto no es necesario para el proceso.

Un tiempo de 30 a 90 minutos se necesita para obtener una combustión completa de los residuos



*Figura 4. Esquema de un sistema de incineración con horno rotativo*

Nota fuente: (Comisión Europea los Documentos de Referencia Europeos de las Mejores Técnicas Disponibles, 2011)

- **De lechos fluidizados**

Se introduce aire precalentado en la cámara de combustión a través de aberturas en el lecho-placa, formando un lecho fluidizado con la arena contenida en la cámara de combustión. Los residuos son alimentados al reactor a través de una bomba, un alimentador rotatorio o un transportador de husillo-tubo. En el lecho fluidizado se realiza el secado, volatilización, ignición y combustión. Un incinerador de lecho fluidizado es una cámara de combustión revestida en forma de cilindro vertical. En la sección inferior, un lecho de material inerte (ej., arena o ceniza) sobre una parrilla o placa de distribución se fluidiza con aire. La temperatura del lecho puede ser aproximadamente 650°C, la temperatura del espacio libre del lecho alcanza entre 850 y 950°C.

**La eficiencia en la combustión o el tipo de horno a utilizar varía de acuerdo a las siguientes características:**

- Poder calórico de los residuos
- Contenido de inertes
- Corrosividad
- Cantidad y calidad de los contaminantes afluentes

**Cálculos de energía con datos operativos básicos para tres ejemplos de cálculo de energía**

La energía eléctrica se reporta en MWhe, el vapor, calor y agua caliente en MWhh/st. Por medio de fórmulas se realiza comparación entre distintas plantas de incineración de forma fácil y fiable, basadas todas ellas en balances anuales. En algunos casos se han utilizado factores

de equivalencia internacionales para conversiones de energía, a fin de obtener los balances de energía. Existen dos métodos:

**Método 1:** energía específica anual neta requerida y recuperada por la instalación en relación con la cantidad de residuos incinerados (periodo de investigación de un año). Por tonelada incinerada.

**Esta técnica utiliza totales anuales para calcular cifras separadas para:**

- Demanda específica total de energía de toda la planta por tonelada de entrada de residuos,  $N_{op}$  sp,
- Producción/exportación específica total de energía eléctrica por tonelada de entrada de residuos,  $N_e$  sp prod/exp,
- Producción/exportación específica total de calor y vapor por tonelada de entrada de residuos,  $N_h$ /st sp prod/exp,
- Producción/exportación específica total de energía eléctrica y de calor/vapor de toda la planta por tonelada de entrada de residuos,  $N_{e+h}$ /st sp prod/exp.

**Método 2:** Porcentaje de energía requerido y recuperado de la instalación en relación con el aporte de energía de los residuos para producción de vapor. La ventaja es que se puede comparar con plantas de incineración independientemente del tipo del residuo. Se puede obtener el cálculo de eficiencia total.

Se puede obtener la siguiente información de este método:

- Porcentaje de demanda de energía de toda la planta en relación al aporte total de energía,  $h_{op}$  sp

- Porcentaje de producción/exportación de energía eléctrica en relación con el aporte total de energía, he sp prod/exp
- Porcentaje de producción/exportación de calor y vapor en relación con el aporte total de energía, hh/st sp prod/exp
- Porcentaje de producción/exportación de energía eléctrica y de calor/vapor en relación con el aporte total de energía, he+h/st sp prod/exp

### **Ecuaciones básicas:**

En cifras absolutas: En este caso, todos los datos de electricidad y calor deben contarse no como equivalentes, si no como cifras medidas, ej: MWhe y MWHh o en GJe y GJh,

En cifras equivalentes: Datos de electricidad y calor deben contarse como equivalentes, p.ej: MWhe equ y MWHh equ, y todos los demás con su contenido de energía.

Demanda específica de energía de toda la planta en relación con la cantidad de residuos incinerados:

$$Nop\ sp = (Ef + Ex\ imp + Ex\ circ)/ m$$

Como MWHop abs/t (de residuos) o GJop abs/t (de residuos)

Como MWHop equ/t (de residuos) o GJop equ/t (de residuos)

- **Lavado de gases**

Contaminantes en los gases: Durante el proceso de combustión se generan gases contaminantes los cuales deben ser tratados antes de ser incorporados al ambiente, Hay muchos componentes y diseños individuales para el tratamiento de estos, y pueden combinarse en

muchas formas y equipos capaces de llevar los gases de combustión a una mínima emisión de partículas al ambiente. (Fernandez, Klymczyk, Naslara y Roveri, s.f)

**Entre los compuestos y partículas nocivas podemos encontrar:**

- Ácido clorhídrico
- Monóxido de carbono, originado por una combustión incompleta.
- Óxidos de nitrógeno, la procedencia de los óxidos de nitrógeno puede ser de dos tipos: termino y combustible
- Compuestos orgánicos tales como dioxinas, furanos,
- Compuestos clorobenzenicos, clorofenoles e hidrocarburos,
- Poliaromáticos.
- Metales pesados presentes en el flujo de residuos como plomo, cobré, cadmio, mercurio, siendo este último el más problemático al volatilizar a 330°C.
- Partículas sólidas compuestas de inquemados provoca provocados por combustiones incompletas.

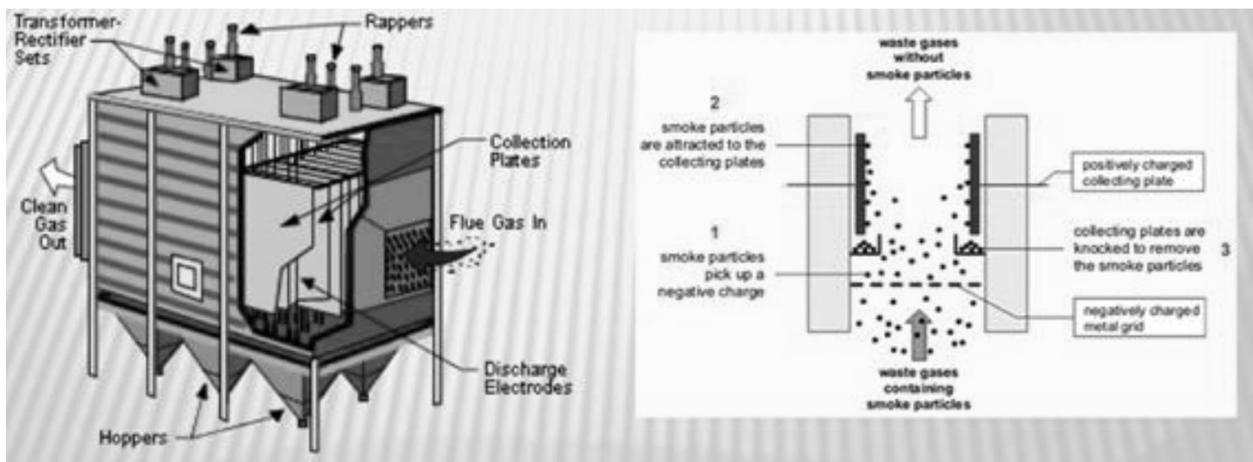
**Tecnología para la eliminación de partículas**

Separación de partículas: método usado para separar dioxinas, furanos, metales pesados volátiles y no volátiles.

Se utilizan equipos como: Ciclones, Filtros de manga, Lavadores venturi “scrubbers”, precipitadores electrostáticos

- **Precipitadores electrostáticos**

Los gases son forzados a circular a través de conductos con un espesor aproximado de 20 a 40 cm. formados por plaquetas metálicas cargadas eléctricamente (electrodos colectores). En el medio de los conductos se sitúan los electrodos de descarga que generan un campo electrostático mediante el empleo de corriente continua. De esta forma, las partículas presentes en el flujo de gases ceden su carga eléctrica al electrodo colector, quedando adheridas al mismo Y recogidas en tolvas.



*Figura 5. Precipitadores electrostáticos*

Nota fuente: Estudio de factibilidad: generación de energía eléctrica a partir de la incineración controlada de RSU

- **Filtros de mangas:**

Emplean filtros de fibras a través de los cuales circulan los gases de combustión y en los que se quedan retenidas las partículas contenidas en el mismo.

**Se distinguen dos tipos:**

- **Limpieza off- line:** El flujo de gases debe ser interrumpido para acometer las labores de limpieza, generalmente mediante vibración.
- **Limpieza on- line:** En estos equipos el proceso re- limpieza no requiere la interrupción del flujo de gases, y se realiza generalmente mediante la inyección de impulsos de aire a presión.

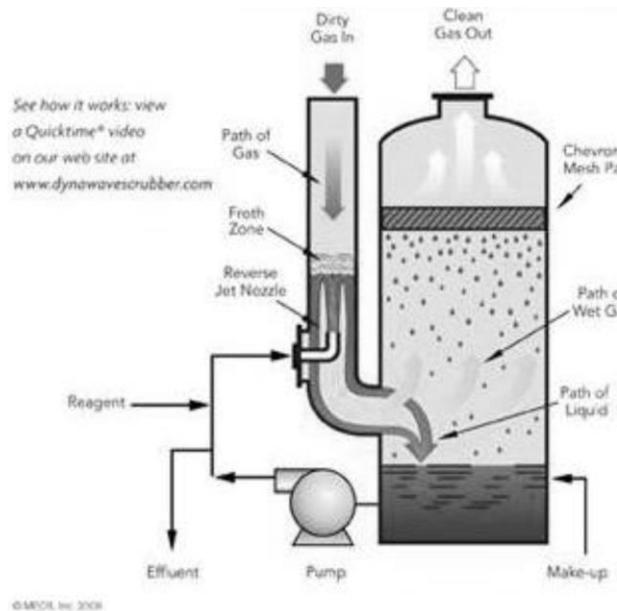
Los filtros deben ser realizados en materiales de fibra con suficiente resistencia mecánica, tolerancia a altas temperaturas, resistencia a ácidos y soluciones cáusticas y buena permeabilidad al aire.

- **Lavadores venturi (“scrubbers”):**

Las partículas contaminantes se transfieren al agua pulverizada para depositarse posteriormente en los electrodos. Dichos lavadores o scrubbers son reactores donde ocurre la reducción de los elementos a eliminar. Esto ocurre atravesando a contra corriente el gas con una solución acuosa de reactivo (en el caso de los húmedos y semi húmedos) o con el reactivo pulverizado (scrubber seco). Hay scrubbers del tipo seco, semi-húmedo y húmedo. (Estudio de factibilidad: generación de energía eléctrica a partir de la incineración controlada de RSU)

Su principio de funcionamiento se basa en lograr capturar y reducir las partículas nocivas y gases potencialmente peligrosos a través de hacer chocar la masa de gases proveniente de la combustión con una corriente de gas (en el caso de los secos) o con una corriente líquida (en el caso de los húmedos y semi húmedos)

Sus principales insumos son Amoniaco, Urea, y piedra caliza.



*Figura 6. Scrubber húmedo*

Nota fuente: abs exhaust gas scrubber systems advisory

En el scrubber húmedo en este el gas con los elementos nocivos ingresan al reactor, y choca contra la corriente de solución acuosa de reactivo. En ese choque ocurre la reacción, que desemboca en precipitados, agua y gas limpio.

En el scrubber semi húmedo interactúan a contracorriente el gas a limpiar con la solución acuosa. Ocurre la reacción, aparecen precipitados, el agua desemboca en la parte inferior y el gas sale por el lado superior sin los elementos contaminantes. La principal diferencia con respecto al húmedo está en la proporción de reactivo-agua<sup>2</sup>

En el scrubber seco se puede observar como el gas contaminante interactúa con el reactivo pulverizado. Por medio de la reacción, se generan los precipitados, agua, y el gas avanza hacia la siguiente instancia del proceso sin los elementos contaminantes.

Ciclones: Los ciclones son equipos que permiten separar partículas de gran tamaño empleando un proceso de centrifugación de gases. Los equipos más empleados son los de tipo axial con recogedores de polvo cónicos en su parte inferior.

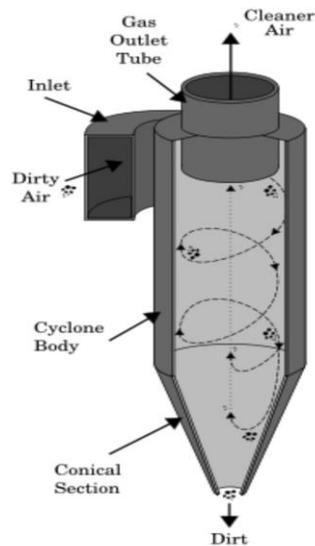


Figura 7. Ciclón o separador ciclónico

Nota fuente: <http://www.epa.gov/eogapti1/module6/matter/control/control.htm>.

## **7. Marco Metodológico**

En el presente numeral se describe el marco metodológico donde se define el tipo y diseño de la investigación, así como la población y el tipo de instrumento de recolección de datos para recaudar información sobre las variables de estudio.

### **7.1 Descripción general del proceso de investigación**

La investigación se va a desarrollar en el Municipio de Don Matías, Municipio de Colombia, ubicado en la subregión Norte del departamento de Antioquia, limita por el norte con el municipio de Santa Rosa de Osos, por el este con los municipios de Santa Rosa de Osos y Santo Domingo, por el sur con el municipio de Barbosa, y por el oeste con el municipio de San Pedro de los Milagros; allí se va a realizar el estudio para identificar las variables que impactan social, cultural y económicamente a la población. Abordaremos a los habitantes del corregimiento, especialmente de la Cabecera Urbana, buscando entender las expectativas frente al proyecto y la aceptación o rechazo de este.

Para entender las expectativas de los habitantes del Municipio se seguirá una ruta que conducirá a conocer los diferentes puntos de vista de los representantes gubernamentales y de la comunidad en general. El mapa de esta ruta está enmarcado en la metodología cualitativa, por medio de la realización de entrevistas a profundidad, observaciones participativas y análisis comparativos, de esto se hará una matriz para descargar la información, lo cual se convierte en las fuentes primarias del estudio. La revisión de estudios de impactos sociales en el corregimiento y otro tipo de bibliografía serán las fuentes secundarias.

## 7.2 Tipo de investigación

La metodología de la investigación será cualitativa, (Galeano, 2004) que se entiende como el método que

busca la comprensión de los motivos y creencias que están detrás de las acciones de la gente, privilegia las técnicas de recolección y generación de información que favorecen la relación intersubjetiva, la mirada desde el interior de los actores sociales que viven y producen la realidad sociocultural,

con la implementación de este tipo de investigación, se podrá tener un acercamiento con los habitantes del municipio, para conocer más sus percepciones respecto al relleno sanitario que encuentran en sus alrededores.

En el paradigma cualitativo de investigación el interés no está en los datos estadísticos, es por esto que nos interesamos en la comprensión de las realidades, en el por qué surgen los problemas, cómo se interpretan los contextos y cuál es el sentir de la gente sobre asuntos de su entorno.

La relación intersubjetiva se posibilita con la interacción directa entre el investigador y las fuentes de investigación y por eso en este tipo de investigación se utilizan ciertas técnicas que usaremos para el acercamiento con la comunidad tales como como entrevistas y observaciones participantes.

## 7.3 Alcance

La investigación cualitativa será desarrollada por medio de entrevistas en el Municipio de Don Mathias, donde se pretende conocer las expectativas que tienen ciertos habitantes sobre los rellenos sanitarios, los perjuicios que están trayendo para ellos y el medio ambiente, los espacios

que ocupan los rellenos, entre otras; para nuestro caso son 18 entrevistas determinadas estadísticamente por la muestra.

También se tendrán como referencias para esta investigación los análisis comparativos descritos en el marco teórico de la presente investigación, lo cual permitirá conocer antecedentes históricos y hechos reales referentes a los procesos de incineración de residuos.

#### **7.4 Fuentes de Investigación**

**Fuentes primarias**, para el estudio de las variables, se utilizaron entrevistas a profundidad, observaciones participativas y análisis comparativos.

El diseño del presente trabajo es de campo, ya que se procedió a recoger la información o datos de un grupo de personas pertenecientes al municipio de Don Matías, para luego, mediante un análisis de tipo cualitativo, extraer conclusiones que correspondan con los datos recogidos.

El procedimiento consiste en medir un grupo de personas en un tiempo único (Abril de 2017), siendo uno de sus propósitos describir la variable en estudio.

#### **7.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

##### **7.5.1 Determinación de la población**

Se entiende población como “el conjunto total de individuos, objetos o medidas que poseen algunas características comunes observables en un lugar y en un momento determinado. Cuando se vaya a llevar a cabo alguna investigación debe de tenerse en cuenta algunas características esenciales al seleccionarse la población bajo estudio”

La principal característica en común para seleccionar la población es el Espacio, que se refiere al lugar donde se ubica la población de interés.

Para la determinación de la muestra tenemos en cuenta que “la muestra es un subconjunto fielmente representativo de la población”. El tamaño de la muestra estará sujeto a la exactitud con la que el investigador estima plantear el parámetro de la población, considerando para ello, un nivel de confianza, así como de factibilidades económicas y de tiempo disponibles para el mismo.

### 7.5.2 Tamaño de la muestra y nivel de confianza

El presente estudio toma como base la población que se halla viviendo cercana al relleno la pradera con la finalidad de identificar las variables para el cálculo de la muestra la cual es la fundamentación para el desarrollo de la presente investigación.

Para tales efectos se emplea la siguiente ecuación para hallar el tamaño de la muestra:

$$n = \frac{NZ^2\delta^2}{(N-1)e^2 + Z^2\delta^2}$$

Z =	Nivel de confianza
N =	Universo objeto de estudio
$\delta$ =	Desviación estándar
e =	Tolerancia de erro

Z =	1.96
N =	7608
$\delta$ =	400
e =	1

Solución:

$$n = \frac{(7608 \times 1.96^2) \times 400}{(7608 - 1)1^2 + 1.96^2 \times 400^2}$$

$$n = 18$$

En concordancia con los resultados obtenidos se determina que el estudio se debe realizar con 18 personas a las cuales se les aplicara un censo para determinar en el estado actual en el que se encuentran.

**En censo consta de cuatro fases:**

### **Aproximación inicial**

- Impactos sociales, culturales y económicos
- Alternativas o soluciones aplicadas en otras regiones
- Plantear un mecanismo que evite el uso de los rellenos sanitarios y genere condiciones de vida saludables
- Contar de la incineración como alternativa para el tratamiento de residuos.

### **7.6 Validez y Confiabilidad del instrumento**

La validez del instrumento garantiza que los resultados no estén viciados ni adulterados, que se pueda comprobar con exactitud a través de ciertos procedimientos, de manera que puedan compararse e interrelacionarse con la realidad de la cual fueron extraídos los datos. Para determinar la validez de los instrumentos usados en esta investigación se tendrán a disposición la información recolectada en el campo realizado y para ello, se vaciaron los datos obtenidos de la muestra en una hoja de cálculo (matriz) donde se mostrará el balance para cada uno de los ítems analizados, tablas de frecuencias.

Un proceso investigativo no tiene validez sin la aplicación sistemática de técnicas de recolección de datos, ya que ellas conducen a la constatación del problema planteado. Cada tipo

de investigación determinará las técnicas específicas a utilizar y cada técnica establece sus herramientas, instrumentos o medios que serán empleados.

Es por ello que un instrumento de recolección de datos es cualquier recurso de que se vale el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos la información. Para la recolección y posterior análisis de datos, se emplearon técnicas de investigación documental, que la definen como “observación o consulta directa de fuentes documentales primarias (cuestionarios, entrevistas, observaciones, sondeos) y secundarias (libros de textos, tesis de grado, documentos, prensa, revistas) para extraer datos referentes al tema de estudio”.

En esta investigación se usarán como instrumentos de investigación los siguientes:

**Las entrevistas:** es un intercambio de ideas, opiniones mediante una conversación que se da entre una, dos o más personas donde un entrevistador es el designado para preguntar. Todos aquellos presentes en la charla dialogan en pos de una cuestión determinada planteada por el profesional. Muchas veces la espontaneidad y el periodismo moderno llevan a que se dialogue libremente generando temas de debate surgidos a medida que la charla fluye. (Concepto.de, s.f)

Tabla 1. Formato de encuesta

ENCUESTA A LA POBLACIÓN SERCANA AL RELLENO SANITARIO DE LA PRADERA EN EL MUNICIPIO DE DON MATÍAS				
NOMBRE: _____	CÉDULA: _____			
EDAD: _____	NÚMERO DE PERSONAS CON QUIEN VIVE: _____			
ENCUESTADO POR: _____				
APROXIMACIÓN INICIAL				
A QUÉ SE DEDICA?	EMPLEADO/A	AMO/A DE CASA	TRABAJADOR INDEPENDIENTE	ESTUDIANTE
CÓMO ESTA CONFORMADA SU FAMILIA?	SÓLO/A	HIJOS	ESPOSOS/A	PADRES
QUÉ HACE EN SU TIEMPO LIBRE?	LEER	ESCUC HAR MÚSICA	DISFRUTAR EN FAMILIA	IR AL CINE
HACE CUANTO VIVE EN LA ZONA?	ENTRE 0-1 AÑOS	ENTRE 1-5 AÑOS	ENTRE 5-10 AÑOS	TODA LA VIDA
IMPACTOS SOCIALES, CULTURALES Y ECONÓMICOS				
CÓMO ES LA VIDA EN EL MUNICIPIO?	MALA	REGULAR	BUENA	EXCELENTE
CÓMO ES EL SISTEMA DE SALUD?	MALA	REGULAR	BUENA	EXCELENTE
CUÁLES SON LOS MALES QUE MÁS PADECEN LOS NIÑOS?	RESPIRATORIO	RIÑONES/HÍGADO	GASTROINTESTINAL	ALERGIAS
QUÉ PIENSA DEL RELLENO SANITARIO?	HA SIDO BENEFICIOSO	HA EMPEORADO EL MEDIO AMBIENTE	ES EL CAUSANTE DE LAS ENFERMEDADES MÁS COMUNES	NINGUNA DE LAS ANTERIORES
CUÁLES SON LOS IMPACTOS POSITIVOS DEL RELLENO?	HA GENERADO EMPLEO	HA HABIDO DISMINUCIÓN DE IMPUESTOS	HA REDUCIDO EL COSTO DE LOS SERVICIOS DE TRATAMIENTO DE BASURAS	NINGUNA DE LAS ANTERIORES
CUÁLES SON LOS IMPACTOS NEGATIVOS DEL RELLENO?	HA DESMEJORADO LA CALIDAD DE VIDA	HA DESVALORIZADO EL PRECIO DE LAS VIVIENDAS	HA CONTAMNADO EL MEDIO AMBIENTE	NINGUNA DE LAS ANTERIORES
RELACIONA ALGÚN TEMA DE DELINCUENCIA CON EL RELLENO	SI		NO	
ALTERNATIVAS O SOLUCIONES APLICADAS EN OTRAS REGIONES				
CÓMO CREE QUE ES EL MANEJO DE LOS RESIDUOS?	RELLENO	BOTADERO AL AIRE LIBRE	VERTIMIENTO A LOS RÍOS Y/O QUEBRADAS	NINGUNA DE LAS ANTERIORES
A QUÉ DEBE SU OPINIÓN?	DEBIDO A LO QUE VIVE CON EL RELLENO	SIMPLE PARECER	INFORMACIÓN-NOTICIAS	NINGUNA DE LAS ANTERIORES
CÓMO CREE QUE DEBERÍA SER EL MANEJO DE LOS RESIDUOS?	RELLENO	BOTADERO AL AIRE LIBRE	VERTIMIENTO A LOS RÍOS Y/O QUEBRADAS	NUEVAS TECNOLOGÍAS
HA ESCUCHADO DE UN MANEJO DIFERENTE A LOS RELLENOS SANITARIOS	SI		NO	
PLANTEAR UN MECANISMO QUE EVITE EL USO DE LOS RELLENOS SANITARIOS Y GENERE CONDICIONES DE VIDA SALUDABLES				
PARA USTED QUE SON CONDICIONES DE VIDA SALUDABLES?	NO TENER CONTAMINACIÓN AMBIENTAL	NO POSEER ENFERMEDADES POR MEDIOS EXTERNOS	MEJORAR EL SISTEMA DE SALUD	NINGUNA DE LAS ANTERIORES
LE GUSTARÍA QUE SE IMPLEMENTE UN MECÁNISMO DIFERENTE PARA EL TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS?	SI		NO	
QUÉ DEBE TENER EL NUEVO MECANISMO DE MANEJO DE RESIDUOS PARA QUE SEA EFECTIVO?	GENERAR EMPLEO	QUE ELIMINE LA CONTAMNACIÓN AMBIENTAL	QUE ELIMINE LAS ENFERMEDADES DE ORIGEN EXTERNO	TODAS LAS ANTERIORES
QUÉ NO PODRÍA TENER ÉSTE NUEVO MECANISMO DE MANEJO DE RESIDUOS?	GENERAR DESEMPLEO	CONTAMNAR EL MEDIO AMBIENTE	GENERAR ENFERMEDADES	TODAS LAS ANTERIORES
CONTAR DE LA INCINERACIÓN COMO ALTERNATIVA PARA EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS				
QUÉ LE PARECE LA IDEA DE ABOLIR EL RELLENO Y TRATAR LOS RESIDUOS CON INCINERACIÓN?	MALA	REGULAR	BUENA	EXCELENTE
CREE QUE PUEDE SER MEJOR ALTERNATIVA?	SI		NO	
CÓMO LE PARECE LA IDEA DE QUE SE HAGA EN ÉSTE MUNICIPIO?	MALA	REGULAR	BUENA	E ES INDIFFERENTE
QUÉ ELEMENTOS A FAVOR LE ENCUENTRA?	RESPIRAR UN AIRE MÁS LIMPIO	REDUCCIÓN DE ENFERMEDADES POR CONTAMNACIÓN	MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA	TODAS LAS ANTERIORES

Fuente: Trabajo de Integrantes de este proyecto

Tabla 2. Resumen de respuestas

NOMBRE	CUÁLES SON LOS MALES QUE MÁS PADECEN LOS NIÑOS?	QUÉ PIENSA DEL RELLENO SANITARIO?	CUÁLES SON LOS IMPACTOS NEGATIVOS DEL RELLENO?	RELACIONA ALGÚN TEMA DE DELINCUENCIA CON EL RELLENO?	PARA USTED QUE SON CONDICIONES DE VIDA SALUDABLES?	LE GUSTARÍA QUE SE IMPLEMENTE UN MECANISMO DIFERENTE PARA EL TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS?	QUÉ DEBE TENER EL NUEVO MECANISMO DE MANEJO DE RESIDUOS PARA QUE SEA EFECTIVO?	QUÉ NO PODRÍA TENER ESTE NUEVO MECANISMO DE MANEJO DE RESIDUOS?	QUÉ LE PARECE LA IDEA DE ABOLIR EL RELLENO Y TRATAR LOS RESIDUOS CON INCINERACIÓN?	CREE QUE PUEDE SER MEJOR ALTERNATIVA?	CÓMO LE PARECE LA IDEA DE QUE SE HAGA EN ESTE MUNICIPIO?	QUE ELEMENTOS A FAVOR LE ENCUENTRA?
Maitelita Usuga	Respiratorio	HA EMPEORADO EL MEDIO AMBIENTE	HA CONTAMINADO EL MEDIO AMBIENTE	NO	MEJORAR EL SISTEMA DE SALUD	SI	QUE ELIMINE LAS ENFERMEDADES DE ORIGEN EXTERNO	GENERAR ENFERMEDADES	BUENA	SI	REGULAR	REDUCCIÓN DE ENFERMEDADES POR CONTAMINACIÓN
Rubiela Zapata	Gastrointestinal	ES EL CAUSANTE DE LAS ENFERMEDADES MÁS COMUNES	HA CONTAMINADO EL MEDIO AMBIENTE	NO	NO POSEER ENFERMEDADES POR MEDICOS EXTERNOS	SI	GENERAR EMPLEO	GENERAR DESEMPLEO	BUENA	SI	BUENA	RESPIRAR UN AIRE MÁS LIMPIO
Omaira Minota	Respiratorio	HA EMPEORADO EL MEDIO AMBIENTE	HA DESVALORIZADO EL PRECIO DE LAS VIVIENDAS	NO	MEJORAR EL SISTEMA DE SALUD	SI	QUE ELIMINE LAS ENFERMEDADES DE ORIGEN EXTERNO	GENERAR ENFERMEDADES	BUENA	SI	LE ES INDIFFERENTE	REDUCCIÓN DE ENFERMEDADES POR CONTAMINACIÓN
Jorge Gutierrez	Respiratorio	HA EMPEORADO EL MEDIO AMBIENTE	HA CONTAMINADO EL MEDIO AMBIENTE	NO	NINGUNA DE LAS ANTERIORES	SI	QUE ELIMINE LAS ENFERMEDADES DE ORIGEN EXTERNO	GENERAR ENFERMEDADES	BUENA	SI	REGULAR	RESPIRAR UN AIRE MÁS LIMPIO
Julian Andres Valenz	Gastrointestinal	HA EMPEORADO EL MEDIO AMBIENTE	HA DESMEJORADO LA CALIDAD DE VIDA	NO	NINGUNA DE LAS ANTERIORES	SI	QUE ELIMINE LAS ENFERMEDADES DE ORIGEN EXTERNO	GENERAR ENFERMEDADES	BUENA	SI	BUENA	RESPIRAR UN AIRE MÁS LIMPIO
Sharly Mesa	Respiratorio	ES EL CAUSANTE DE LAS ENFERMEDADES MÁS COMUNES	HA DESMEJORADO LA CALIDAD DE VIDA	NO	NINGUNA DE LAS ANTERIORES	SI	QUE ELIMINE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL	CONTAMINAR EL MEDIO AMBIENTE	BUENA	SI	BUENA	REDUCCIÓN DE ENFERMEDADES POR CONTAMINACIÓN
Juan Rodrigo Cadavid	Gastrointestinal	HA EMPEORADO EL MEDIO AMBIENTE	HA CONTAMINADO EL MEDIO AMBIENTE	NO	NINGUNA DE LAS ANTERIORES	SI	QUE ELIMINE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL	CONTAMINAR EL MEDIO AMBIENTE	BUENA	SI	LE ES INDIFFERENTE	RESPIRAR UN AIRE MÁS LIMPIO
PAULA ANDREA BARRERA OLIVEROS	RESPIRATORIO	ES EL CAUSANTE DE LAS ENFERMEDADES MÁS COMUNES	HA CONTAMINADO EL MEDIO AMBIENTE	NO	NO POSEER ENFERMEDADES POR MEDICOS EXTERNOS	SI	TODAS LAS ANTERIORES	TODAS LAS ANTERIORES	BUENA	SI	LE ES INDIFFERENTE	TODAS LAS ANTERIORES
FANNY RAMIREZ	ALERGIAS	ES EL CAUSANTE DE LAS ENFERMEDADES MÁS COMUNES	HA DESVALORIZADO EL PRECIO DE LAS VIVIENDAS	SI	MEJORAR EL SISTEMA DE SALUD	SI	TODAS LAS ANTERIORES	TODAS LAS ANTERIORES	EXCELENTE	SI	BUENA	TODAS LAS ANTERIORES
JOSE ILDEFONSO GARCÍA	GASTROINTESTINAL	HA EMPEORADO EL MEDIO AMBIENTE	HA DESVALORIZADO EL PRECIO DE LAS VIVIENDAS	SI	NO TENER CONTAMINACIÓN AMBIENTAL	SI	TODAS LAS ANTERIORES	CONTAMINAR EL MEDIO AMBIENTE	BUENA	SI	LE ES INDIFFERENTE	RESPIRAR UN AIRE MÁS LIMPIO

Fuente: Trabajo de Integrantes de este proyecto

Tabla 3. Cuadro resumen de resultados

CUADRO RESUMEN		
CONCEPTO	ITEM DE MAYOR IMPACTO	%
CUÁLES SON LOS MALES QUE MÁS PADECEN LOS NIÑOS?	RESPIRATORIO	44%
QUÉ PIENSA DEL RELLENO SANITARIO?	ES EL CAUSANTE DE LAS ENFERMEDADES MÁS COMUNES	44%
CUÁLES SON LOS IMPACTOS NEGATIVOS DEL RELLENO?	HA CONTAMINADO EL MEDIO AMBIENTE	39%
RELACIONA ALGÚN TEMA DE DELINCUENCIA CON EL RELLENO?	NO	67%
PARA USTED QUE SON CONDICIONES DE VIDA SALUDABLES?	MEJORAR EL SISTEMA DE SALUD	39%
LE GUSTARÍA QUE SE IMPLEMENTE UN MECANISMO DIFERENTE PARA EL TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS?	SI	100%
QUÉ DEBE TENER EL NUEVO MECANISMO DE MANEJO DE RESIDUOS PARA QUE SEA EFECTIVO?	QUE ELIMINE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL	39%
CREE QUE PUEDE SER MEJOR ALTERNATIVA?	SI	89%

Fuente: Trabajo de Integrantes de este proyecto

En el cuadro resumen de resultados se evidencia que dentro de las patologías que más presentan los niños de zona son enfermedades de carácter respiratorio y señalan que el problema causa raíz obedece al relleno sanitario. Por otro lado, el 100% de las personas entrevistadas manifestó estar de acuerdo con la implementación de un nuevo mecanismo para el manejo de los

residuos y que éste debe ser amigable con el medio ambiente y ven en otras formas de hacer las cosas la oportunidad de mejorar su calidad de vida.

**La observación participativa:** es un encuentro con el contexto inmediato investigado, que hace el equipo de investigación para lograr información objetiva y directa sobre el comportamiento de los procesos allí realizados. Cuando se hace observación estructurada el problema ha sido claramente definido y se pueden estudiar los patrones de comportamientos que se quieren interpretar; es decir, el investigador tiene ya una guía exacta de lo que registrará en sus observaciones. Dentro del proceso de observación se van definiendo las características que se considerarán luego en las conclusiones. (Kawulich, 2005)

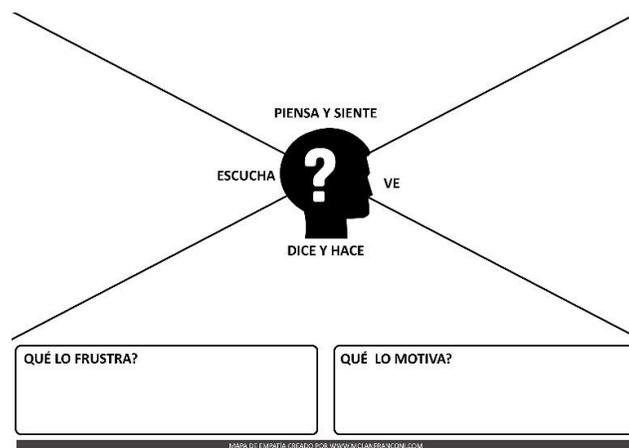


Figura 8. Mapa de Empatía

**Nota fuente:** <http://www.eoi.es/fdi/oviedo/el-mapa-de-empat%C3%ADa-una-poderosa-herramienta-para-realizar-una-adecuada-segmentaci%C3%B3n-de-la>

**Análisis Comparativo:** se centra, en su mayor parte, en el estudio de un número relativamente pequeño de casos (países, regiones, sectores, instituciones, productos) y representa aquella parte de la metodología que proporciona guías para la realización de estudios

sistemáticos sobre los fenómenos no fácilmente cuantificables o que no se prestan a las técnicas de agregación e inferencia estadística. (Castro, s.f)

### 7.7 Plan de acción del diseño metodológico

El plan de acción se desarrollará durante 6 semanas, donde los investigadores aplicarán los instrumentos antes mencionados, para tener más argumentos al problema que se pretende solucionar

Tarea	Semana 1			Semana 2			Semana 3			Semana 4		Semana 5			Semana 6		
Entrevista	4	4	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4					
Observación	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					
Análisis																	
Elaboración de informe																	

	Investigador 1 x cantidad de actividades por semana
	Investigador 2 x cantidad de actividades por semana
	Investigador 3 x cantidad de actividades por semana
	Tiempo de Análisis
	Tiempo de Elaboración de Informe

## 7.8 Cronograma para la investigación

Los pasos realizados para llevar a cabo la presente investigación son los siguientes:

- Consultas e investigaciones bibliográficas para profundizar en el tema a investigar.
- Selección de la temática según la línea de investigación.
- Búsqueda de información, antecedentes y otros materiales de apoyo para concretar la problemática a investigar.
- Ruta Metodológica
  - Etapas de la investigación
    - Definir perfil de los entrevistados (Edad, Género, Nivel socioeconómico)
  - Construcción de protocolos y guías para realizar las entrevistas y tener una uniformidad en las encuestas o entrevistas que se van a realizar.
  - Acercamiento a la comunidad:
    - Identificación de líderes comunales
    - Identificación de posibles entrevistados
    - Aplicar la Metodología diseñada para:
      - Encuestas
      - Entrevistas
- Acopio de la información y análisis de los datos para la ejecución de la investigación.
  - Construir la matriz de recopilación de información, en esta parte siempre se definen los códigos de investigación de los entrevistados
  - Transcripción de la información recolectada en las entrevistas y encuestas
  - Analizar la información obtenida en las entrevistas y encuestas

- Elaboración, presentación y aprobación del anteproyecto por parte del comité de la Universidad Uniminuto.

### 7.9 Presupuesto para salidas a campo

Detalle	Cantidad	Valor Unitario	Total
Grabadora Periodística	1	150.000	150.000
Copias de formatos para entrevistas	20	200	4.000
Pasajes para entrevistas	6	27.000	162.000
Refrigerios	9	10.000	90.000
<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>			<b>406.000</b>

## 8. Hallazgos

De acuerdo a la información cualitativa se puede ver que:

El ítem de mayor impacto para la población objeto son las enfermedades respiratorias que afectan los niños; la aparición de enfermedades en general y la contaminación ambiental asociada a la cercanía de viviendas a los rellenos sanitarios.

Los habitantes de la zona piensan que cualquier otra alternativa para el manejo de desechos de los sólidos es mejor que la utilización de rellenos sanitarios

Se asocia a los rellenos sanitarios con deficientes condiciones en la calidad de vida, de los habitantes en cercanía a estos.

La mejor alternativa para la disminución de la emisión de gases contaminantes a la atmosfera como las dioxinas, furanos y metales pesados es el uso de la nanotecnología

La aplicación de otras alternativas para el manejo de los residuos, propende por alargar la vida útil de los rellenos sanitarios, disminución de enfermedades transmitidas por vectores y la disminución de la contaminación ambiental

Dentro de los beneficios de la incineración encontramos el uso del calor generado en las plantas ( por las calderas) y la posterior transformación en energía.

El polvo producto de la incineración es reutilizado en las calderas transformándose en energía y utilizado como materia prima para la producción de abonos.

## 9. Presupuesto

PRESUPUESTO DE GASTOS 1er AÑO					
RUBRO	SEMESTRE DE PLANIFICACIÓN DEL GASTO	DESCRIPCIÓN DEL RUBRO	COSTO/UNIDAD	CANTIDAD	TOTAL
<b>COMPRA DE EQUIPOS</b>					
Horno incinerador	1 y 2	Horno de parrilla aplicable a cualquier tipo de resid	320.000.000	3	960.000.000
Banda transportadora	1 y 2	Mecánica de fluidos sólidos	64.000.000	3	192.000.000
Sistema de filtros	1 y 2	Capturación de partículas bolátiles sólidas y gaseosa	420.000.000	2	840.000.000
Equipos de ingeniería	1 y 2	Banco de pruebas y repuestos	300.000.000	1	300.000.000
Equipo de computo	1 y 2	Software	60.000.000	1	60.000.000
		Impresora	10.000.000	1	10.000.000
		Celular	800.000	3	2.400.000
<b>MATERIALES E INSUMOS DE INVESTIGACIÓN</b>					
Material de oficina	1 y 2	Material de oficina al mes	670.000	3	2.010.000
<b>CONTRATACIÓN DE INGENIERÍA</b>					
Ing metalúrgico	1 y 2	Sueldo ingeniero metalúrgico	42.000.000	1	42.000.000
Ing eléctrico	1 y 2	Sueldo ingeniero eléctrico	42.000.000	1	42.000.000
Ing mecánico	1 y 2	Sueldo ingeniero eléctrico	42.000.000	1	42.000.000
Personal operativo	1 y 2	Sueldo personal operativo	8.640.000	10	86.400.000
Salarios logísticos	1 y 2	Sueldo por mano de obra logistica	8.640.000	10	86.400.000
<b>PLANTA</b>					
Adecuación de planta	1 y 2	Instalación de planta	500.000.000	1	500.000.000
<b>TOTAL RUBROS</b>					<b>3.165.210.000</b>

Se establece que para que el proyecto opere normalmente durante un año se requiere contar con un presupuesto de \$ 3'165 210 000 los cuales también cubrirían las inversiones iniciales de adecuación de planta, compra y puesta marcha de la planta.

## 10. Conclusiones

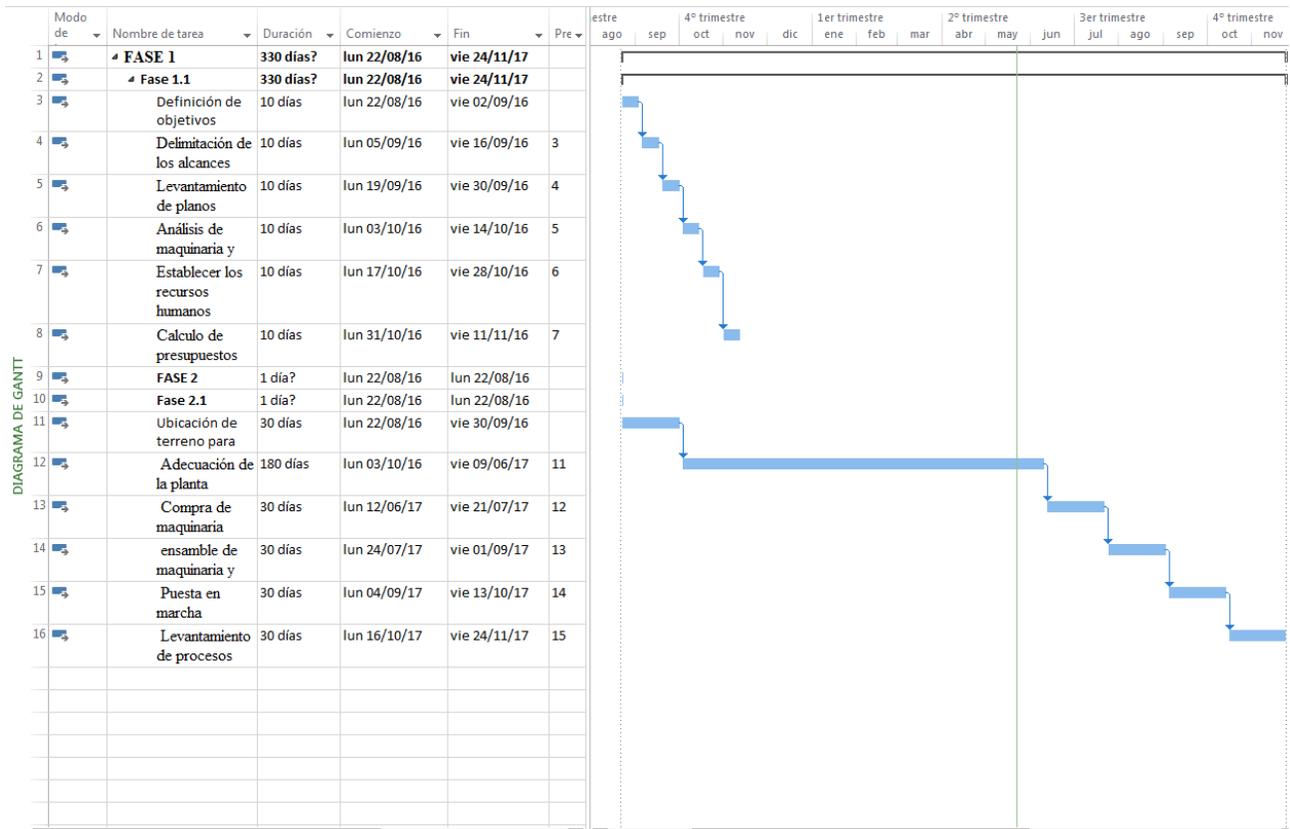
- Las plantas incineradoras son consideradas espacios modernos, la variedad de fines que tienen como permitir recuperar energía, generar poco impacto paisajístico, ocupar menos espacios que los vertederos y reducir el volumen de los residuos que van a los vertederos (alrededor del 85%), hace que se destaquen y se han consideradas como un buen método para el tratamiento de los residuos.
- En el desarrollo de este proyecto, hay que anotar que las plantas incineradoras están muy reguladas, controladas y legisladas, de tal manera que no haya ningún riesgo para el medio ambiente ni para las personas.
- Con el desarrollo de este estudio y la puesta en marcha del proyecto, se contribuirá para que los habitantes de los municipios donde esta alojados los rellenos sanitarios tengan una mejor calidad de vida y gocen de un medio ambiente sano, libre de tóxicos, lixiviados y otros efectos contaminantes.

### Referencias

- Arboleda Rave M. O. (enero - junio de 2015). Tecnología de plasma para el tratamiento de los residuos sólidos. *Revista Ingeniería, Matemáticas y Ciencias de la Información*. 2 (3) pp. 33-40.
- Bell DM. (1997). Occupational risk of human immunodeficiency virus infection in healthcare workers: an overview. *Am J Med* 102(suppl 5B. pp.9–15.
- Congreso de Colombia. (Diciembre 22 de 1993). LEY 99 DE 1993. Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones. Recuperado de: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=297>
- Dirección General Danesa del Medio ambiente (1999). *Residuos en Dinamarca*. Recuperado de: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd65/ResiduosES.pdf>
- Ehow Contributor . (s.f). *Cómo escribir un análisis comparativo*
- Fernandez Palacio, T., Klymczyk, Enzo I., Naslara, M. D. Roveri,, Francisco Javier. Estudio de factibilidad de generation de energía eléctrica a partir de la incineración controlada de residuos. Proyecto para optar al título de ingeniero
- Fundación Eroski consumer. (s.f). *Incineración de basuras Necesarias para unos, contaminantes para otros*. N Recuperado de: <http://revista.consumer.es/web/es/20020301/medioambiente/38816.php#sthash.aUdKVIH9.dpuf><http://revista.consumer.es/web/es/20020301/medioambiente/38816.php>
- Galeano M. M. E. (2004). *Diseño de proyectos en la investigación cualitativa*. Fondo Editorial. Universidad de Eafit. Textos académicos. Recuperado de: <https://books.google.com.co/books?isbn=9588173787>
- Gobierno de España (2011). *Mejores Técnicas Disponibles de referencia europea para Incineración de Residuos*, pp. 40-64
- Kawulich B. B. (2005). *La observación participante como método de recolección de datos*. 6 (2) art.4
- Lanphear BP, Linnemann CC Jr., Cannon CG, DeRonde MM, Pandy L y Kerley LM. (1994). Hepatitis C virus infection in healthcare workers: risk of exposure and infection. *Infect Control HospEpidemiol*, 15 pp.45–50.

- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (2011). Mejores Técnicas Disponibles de referencia europea para Incineración de Residuos. *Serie Prevención y Control Integrados de la Contaminación (IPPC)*. España. Recuperado de: [http://www.prtr.es.es/Data/images/MTD\\_Incineracion\\_residuos\\_ES.pdf](http://www.prtr.es.es/Data/images/MTD_Incineracion_residuos_ES.pdf)
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (marzo 23 de 2005). *Decreto 838 de* Por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial No. 45.862 de 28 de marzo de 2005
- Mitsui T, Iwano K, Masuko K, et al. (1992). Hepatitis C virus infection in medical personnel after needlestick accident. *Hepatology*; 16: pp.1109–14.
- TPépin J, Abou Chakra CN, Pépin E, Nault V, Valiquette L.(2014). *Evolution of the global burden of viral infections from unsafe medical injections, 2000-2010. PLoSOne*. Jun 9 9(6):e99677.
- Oviedo, R. L. Murias. (2010). *Los Verdes alemanes apoyan la incineración como mejor opción para eliminar basuras*. Recuperado de: <http://www.lne.es/asturias/2010/11/22/verdes-alemanes-apoyan-incineracion-mejor-opcion-eliminar-basuras/997660.html>
- Residuos Reportageprint (September2011). *El modelo austriaco de gestión de residuos: un referente para Europa en eficiencia y sostenibilidad*. Recuperado de: <http://www.advantageaustria.org/es/oesterreich-in-spain/news/local/Residuos-ReportageprintSeptember2011-.pdf>
- Silva Herrera J. (11 de julio de 2014). *¿ Cómo saca Holanda partido de la basura? El secreto, dice experto del minambiente holandés, es bajar consumo, reciclar y reutilizar*. Recuperado de: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-14238156>
- Sogama (s.f.) Incineración con recuperación de energía. [ web blog]. Recuperado de: <http://www.sogama.es/es/info/incineracion-con-recuperacion-de-energia>
- WHO/UNICEF. (2015). *Water, sanitation and hygiene in health care facilities: status in low- and middle-income countries*. World Health Organization, Geneva

*Anexo A. Imagen diagrama de Gant para operaciones*



**El cronograma describe todo el tema de la planificación de las operaciones a realizar para cumplir con la meta de alcanzar la ejecución del proyecto.**