



**UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO**  
**División de Ciencias e Ingeniería**

FRUCTIFICAR LA RAZON: TRASCENDER NUESTRA CULTURA

**GENERACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE  
LOS RESIDUOS SÓLIDOS  
DOMICILIARIOS EN EL POBLADO JAVIER  
ROJO GOMEZ. "ALVARO OBREGON"**

TESIS RECEPCIONAL  
Para obtener el Grado de

*Licenciatura en Ingeniería Ambiental*

PRESENTA

**Beatriz Angelina Saldaña Hernández**

DIRECTOR DE TESIS  
**ING. JOSE LUIS GUEVARA FRANCO**

Chetumal, Quintana Roo, Mayo de 2008

## *AGRADECIMIENTOS*

Estos agradecimientos los ofrezco sinceramente a todas y cada una de las personas que estuvieron a mí lado a lo largo de esta carrera, así como todos mis amigos y compañeros de clases. a todos los profesores que creyeron en mí a los que no, también les agradezco, ya que gracias a todos ellos pude demostrar que si era posible terminar esta carrera.

A Dios le doy gracias por dar me la oportunidad de vivir y haberme permitido llegar al final de esta tesis, por brindarme salud y confianza en mí misma.

A mi familia: Gracias por darme todo su apoyo y confianza, así como un hogar digno, lleno de amor, muchas gracias por ser mi FAMILIA.

A mis Padres, José María Saldaña y Carolina Hernández porque gracias a ellos que me dieron su apoyo y confianza para estudiar y poder terminar la carrera, les agradezco de todo corazón todo su esfuerzo.

A la Universidad de Quintana Roo, mil gracias, por haberme dado la oportunidad de estudiar en ella. y formar parte de la comunidad estudiantil.

Al Ing. José Luis Guevara Franco, por darme la oportunidad de trabajar con él en esta tesis, por brindarme todos sus conocimientos para la elaboración de la misma, así como darme su confianza y apoyo, muchas gracias.

A los asesores de comité gracias por su colaboración, por su apoyo y por sus conocimientos para realizar este trabajo.

Biol: Laura Patricia Flores Castillo  
M.C. Juan Antonio Rodríguez Garza.

## *DEDICATORIAS*

### **A DIOS**

Dedico mi tesis con mucho cariño a Dios por escucharme en mis suplicas, así como por cuidarme y guiar mi camino.

### **PADRES Y HERMANOS**

A mis Padres por ser gente honorable y respetable, por darme buenas costumbres, así como sus regaños, que me han servido para valorar los mejores momentos de mi vida.

A mi Padre: José Maria, te dedico esta tesis papi, porque se que confiaste en mi para poder terminarla, y por que te la debía. Papá, espero que estés orgulloso de mi como yo lo estoy de ti, te quiero mucho papá.

A mi Madre: Carolina, mami, esta tesis es un orgullo para mí dedicártela, porque aparte de ser la mujer que me dio la vida, que me ha cuidado todo este tiempo, eres una persona muy valiosa en mi vida.

Mami eres lo mejor de mi vida, gracias por quererme.

A mis Hermanos José Maria, Carolina y Martín.

José Maria. Hermano, aunque estés muy pero muy lejos te dedico mi tesis, ya que tú fuiste un sostén en mis estudios y un gran apoyo moral y económico para mí.

Espero estemos pronto juntos como la familia que hemos sido siempre. Te quiero mucho Chema.

Carolina: A ti te dedico mi tesis con mucho cariño, siempre has estado en las buenas y en la malas a mi lado muchas gracias por confiar en mi.

Martín: A mi hermano el mas “peque” de todos le dedico esta tesis con mucho amor y cariño, porque eres una persona muy importante en mi vida, Mi martín espero que esto algún día te sirva para superarte y darte muchos ánimos.

## **ESPOSO E HIJO.**

Dedico esta tesis a mi esposo Luís Alberto, porque él forma parte de mi nueva familia, por su apoyo moral y económico para terminar esta tesis. Gracias mi amor por estar a mi lado apoyándome en todo.

A mi hijo José Maria, porque es la persona mas importante en mi vida, porque el es un motivo muy importante de superación,  
Dedico esta tesis a mi Chemitita, a ese pedacito de cielo que vino a llenar de amor mi vida y mi hogar. Al igual que a mi nuevo bebé que esta por llegar.

También quiero dedicar esta tesis a mis demás familiares, como son mis tías y primos, a mis dos tías Reyna e Imelda porque que se que aunque están a muchos kilómetros de distancia, nuestros corazones están cerca. Las quiero mucho Tías.

A mis Primos Omar y Roberto, también dedico este trabajo, ya que son una parte importante en mi vida y mi familia, por supuesto a sus esposas Guadalupe y Dayan les dedico esta tesis como integrantes de mi gran familia.

Y por Supuesto a mis dos Sobrinitos Cielo y Omarcito. Y al futuro Robertito

A mí siempre amiga Sayde, por su apoyo y comprensión a lo largo de esta carrera y en mi vida personal.

Y para terminar dedico este trabajo, a todos mis amigos de hoy y siempre que han estado conmigo. Muchas gracias a todos ustedes.

<b>INDICE</b>	<b>Pág.</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>01</b>
<b>CAPITULO I.</b>	<b>05</b>
GENERALIDADES	05
1.1 antecedentes	06
1.2 Justificación.	09
1.3 Objetivos	11
<b>CAPITULO II. AREA DE ESTUDIO</b>	<b>12</b>
2.1 Localización del área geográfica del estudio	12
2.2 Características generales	15
2.2.1 Topografía	16
2.2.2 Hidrografía	16
2.2.3 Clima	16
2.2.4 Tipo de suelo	18
2.2.5 Flora y fauna	18
<b>CAPITULO III LOS RESIDUOS SÓLIDOS</b>	
3.1 Origen y tipo de los residuos sólidos	21
3.2. Clasificación de los residuos sólidos	22
3.2.1 Composición de los residuos sólidos	23
3.2.2 Características de los residuos sólidos	24
3.3 Marco Normativo	26
3.3.1 Constitución Política de los Estados Unidos	26
3.3.2 Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente	26
3.3.3 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos.	27
3.4 Ley Estatal de Salud de Quintana Roo	31
3.5 Bando de Policía y Buen gobierno del Estado de Quintana Roo	32
3.6 Normas relativas a los Residuos Sólidos	34

<b>CAPITULO IV. METODOLOGÍA</b>	<b>35</b>
4.1 Determinación de la generación per capita de los residuos sólidos	39
4.1.1 Estudio de generación per cápita	39
4.2. Caracterización de los Residuos Sólidos domiciliarios en la zona de estudio	45
4.3 Peso Volumétrico in situ	49
4.4 alternativas de manejo, procesamiento y disposición de los residuos sólidos domiciliarios	50
4.4.1 Uso y Reuso	51
4.4.2 Composteo	52
4.4.3 Reciclaje	53
4.4.4 Disposición Final	56
4.4.5 Normas aplicables a la Disposición final de los residuos sólidos	57
4.5 La separación de los residuos por medio de la educación Ambiental	59
<b>CAPITULO V. RESULTADOS</b>	<b>60</b>
5.1. Determinación de la generación per capita de los residuos sólidos domiciliarios en la zona de estudio	60
5.2 Caracterización de los residuos sólidos	66
5.2.1 Composición de los residuos Inorgánicos de la zona de estudio	69
5.3 Peso Volumétrico	72
5.4. Programa de separación de Residuos Sólidos	74
5.5 Alternativas de manejo, procesamiento y disposición de los residuos sólidos	75
5.5.1 Sistema de recolección de los residuos sólidos	76
5.6 Separación de los residuos sólidos por medios de la Educación Ambiental	83

<b>CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	84
CONCLUSIÓN	85
RECOMENDACIÓN	87
PROPUESTAS	88
BIBLIOGRAFÍA	89
<b>CAPITULO VII. ANEXOS Y TABLAS</b>	93
FOTOS	93
TABLAS	98
GRÁFICAS	101

## RESUMEN

El presente estudio inició con la realización de un diagnóstico para conocer la información existente respecto al manejo de los residuos sólidos en el poblado de Javier Rojo Gómez no había datos reportados sobre la generación y composición de la basura, ni sobre el reuso, reciclaje o tratamiento de estos. Para este estudio se tomó la participación de 247 personas distribuidas en la zona de estudio con un número de muestras de 54 viviendas, a las cuales se les entregó un total de 440 bolsas negras a lo largo de la semana de muestreo. Recogiendo un total de 370 muestras a la semana, por lo cual se consiguió un 84.09% de participación ciudadana.

Para hacer el estudio de los residuos sólidos se aplicaron las siguientes normas: a) NOM-AA-15-1985. Norma Oficial Mexicana. Protección al Ambiente. Residuos Sólidos Municipales Muestreo-Método de Cuarteo. Esta norma establece el método de cuarteo para residuos sólidos municipales, b).NOM-AA-22-1985. Norma Oficial de Mexicana. Protección al ambiente. Contaminación del Suelo-Residuos Sólidos Municipales-Selección y Cuantificación de Subproductos. Establece la selección y método para la cuantificación de subproductos contenidos en los residuos sólidos municipales. Y c).NOM-AA-61-1985. Norma Oficial Mexicana. Protección al Ambiente. Contaminación de Suelo-Residuos Sólidos Municipales- Determinación de Generación. Esta norma especifica un método para determinar la generación de residuos sólidos municipales a partir de un muestreo estadístico aleatorio.

En los parámetros determinados en esta investigación, la población de Javier Rojo Gómez tiene una generación per cápita de 0.430 kg/hab/día, y la composición de la basura es mayormente de tipo orgánico con el 54.85 %, seguida por los residuos inorgánicos con el 27.03 % y los sanitarios con el 19.5 %. Y un porcentaje de 12.38 % de material reciclable. Los cuales son para este estudio, el plástico, vidrio, papel, aluminio y cartón. El peso volumétrico fue de 50.59 kg/m<sup>3</sup>.

Con respecto a las rutas, solamente se cuenta con dos camiones recolectores casi en buen estado los cuales trabajan dos turnos mañana y tarde. Y no cuentan con rutas planeadas para la recoja de residuos sólidos.

## **INTRODUCCIÓN**

Desde el origen de la vida, el hombre ha utilizado los recursos naturales para asegurar su supervivencia y crear objetos que le ayudaran a prosperar dentro de un medio difícil y hostil. La población humana era antes muy escasa y los problemas ambientales, eran inexistentes, pero el afán del hombre por progresar social y económicamente ha transformado la vida del planeta. La evolución de las culturas ha marcado el progreso de la humanidad. Antiguamente, el hombre amparaba o supeditaba su subsistencia en el consumo y uso de recursos naturales. Los restos de su actividad se integraban rápidamente en la naturaleza y no fueron causa de problemas debido a la escasa población existente.<sup>1</sup>

A medida que aumenta el poder del hombre sobre la naturaleza y aparecen nuevas necesidades como consecuencia de la vida en sociedad, el medio ambiente que lo rodea se deteriora cada vez más. El comportamiento social del hombre, que lo condujo a comunicarse por medio del lenguaje, que posteriormente formo la cultura humana, le permitió diferenciarse de los demás seres vivos. Pero mientras ellos se adaptan al medio ambiente para sobrevivir, el hombre adapta y modifica ese mismo medio según sus necesidades. (Aguilar, 2006)

A pesar del avance de la tecnología nuestra sociedad no ha sido capaz de encontrar una solución real al problema de la eliminación de los residuos y en la mayoría de las ciudades se utiliza el primitivo método de quitarles de la vista el problema, arrojando los residuos en las afueras de las ciudades o bien ocultarlo o enterrarlos. Debido a la concentración de la población y el aumento de los residuos, cada día resultará más difícil y mas costoso quitarlos de la vista. (Deffis 1980).

La gestión integral de los residuos sólidos, surge como una disciplina asociada al control del manejo integral de los Residuos Sólidos Municipales que tiene como meta

<sup>1</sup> [www.conam.gob.pe/modulos/home/residuossolidos.asp](http://www.conam.gob.pe/modulos/home/residuossolidos.asp)

básica el manejo de estos residuos dentro de la sociedad, de una forma compatible con las preocupaciones ambientales, salud pública y con la reutilización y reciclaje de los materiales residuales. (Henry, 1996).

La gestión de los residuos sólidos urbanos ha tenido una evolución sencilla. La mayoría de residuos, con una composición de carácter orgánico, ha permitido su fácil asimilación por la naturaleza; por ello, ha sido tradicional sacarlos de las ciudades y confinarlos en áreas concretas de los alrededores, donde las poblaciones rurales han sabido reutilizar estos residuos como fertilizantes, combustibles e incluso alimentación del ganado. Por tanto, los servicios comunes de recogida y eliminación de residuos fueron inexistentes. Hace pocos años, la proliferación de restos no orgánicos ha dificultado dichas recuperaciones, en los núcleos urbanos no ha sucedido lo mismo, se tienen referencias del siglo XV de que las grandes ciudades españolas ya habían organizado la gestión de la recogida y el vertido de los residuos urbanos; sin embargo, la falta de infraestructura adecuada y el desorden administrativo hizo que estos servicios fueran muy ineficaces, limitándose a la limpieza periódica de las calles en las que se amontonaban los residuos. También era frecuente la figura de un personaje encargado de retirar de las calles los animales muertos. La recogida se efectuaba de forma manual y, generalmente, a granel en cubos que se descargaban en vehículos con cajas sin compactación. Los primeros compactadores aparecen hacia 1945, generalizándose este sistema en la mayoría de los pueblos y ciudades durante los años siguientes.

El único método de tratamiento de los residuos urbanos fue el vertedero, que poco a poco se fue tecnificando con la implantación de los sistemas de cobertura denominados vertederos controlados, aunque las infraestructuras existentes eran mínimas y se centraban exclusivamente en las grandes áreas urbanas.

Los residuos sólidos son los que se generan en casas, comercios, instituciones y áreas públicas. La acumulación de residuos sólidos es un problema ambiental que, sin reciclar, reutilizar o reducir se desaprovecha su

valor potencial. Un manejo adecuado de los residuos sólidos es por medio de la “Gestión Integral de los Residuos Sólidos” (GIRS), término aplicado a todas las actividades asociadas al manejo de los residuos dentro de la sociedad. La meta básica de los GIRS, es el manejo de los residuos dentro de la sociedad de una forma compatible con las preocupaciones ambientales, salud pública y con la reutilización y reciclaje de los materiales residuales. (Henry 1996).

La aceleración del proceso de urbanización y el incesante crecimiento de la industrialización han provocado la modificación en los patrones de consumo del hombre moderno. El incremento constante de bienes disponibles, sobre todo por ciertos sectores de la población y la generación de formas que promuevan su consumo, también han ocasionado un aumento en la cantidad de residuos que se generan. Además, modificaciones sustanciales en su constitución han provocado que el proceso de degradación rápido y eficiente que realizaban innumerable cantidad de organismos presentes en el medio, se vea frenado o impedido por las nuevas estructuras químicas y físicas de los residuos, que ahora perduran más tiempo sin descomponerse. Las consecuencias de este desequilibrio son más evidentes en los lugares destinados al depósito de los residuos, donde se profundiza la contaminación de los suelos, aire y aguas, se generan condiciones ideales para la instalación de focos de enfermedades que pueden afectar a la población y se concentran gran cantidad de recicladoras marginales que basan su economía de subsistencia en la selección de los residuos allí acumulados.

En los últimos años, varios países han comenzado a trabajar para evitar el problema instrumentando medidas para disminuir la cantidad de residuos que generaran. Este nuevo enfoque tiene presente el problema de los residuos en todas las fases del sistema productivo, es decir, considera tan importante la racionalización de los recursos materiales, como la eficiencia y limpieza de la producción, las formas de comercialización, transporte y uso de los productos y la disposición final de los residuos.

La causa principal de la problemática de la disposición de los desechos sólidos se encuentra en el hecho de que todos los niveles de la sociedad han subestimado la trascendencia de una adecuada administración de los residuos sólidos municipales.

En el poblado de Javier Rojo Gómez, no hay estudios, ni datos de este problema por lo que es importante generar datos e información para tener mas elementos ala hora de la toma de decisiones para atender o solucionar el problema.

## **CAPITULO I GENERALIDADES**

La contaminación, es decir, la impregnación del agua, el aire o el suelo, con productos que afectan la salud del ser humano, la calidad de vida o el funcionamiento natural de los ecosistemas; se ha convertido en una constante de los grandes centros urbanos y de algunas zonas rurales o industrializadas, que ven crecer en forma desproporcionada la producción de residuos sólidos en comparación a los recursos destinados para su eliminación; situación que se hace más palpable a nivel municipal.

Las aproximaciones ambientalistas al desarrollo surgen en un contexto en que en el mundo afloran problemas de deforestación, contaminación de las aguas, ríos, lagos y mares, el avance de la desertificación, entre otros, resultado en buena medida de modelos y estilos de desarrollo que consideran a los recursos naturales como inagotables y el lucro en fin supremo de los agentes económicos.

A inicios de los 80 la agudización del deterioro del medio ambiente era ya inocultable, el futuro de la tierra entra en la agenda de los organismos internacionales, empieza a utilizarse el concepto de desarrollo sostenido, entendiéndose por desarrollo sostenido como el crecimiento económico que no vulnera los ecosistemas. y que tiene un carácter permanente y de largo alcance.

Entre 1970 y 1990 es notoria la aparición progresiva y consolidación de las aproximaciones medioambientales en torno al desarrollo, como lo fueron escalonadamente: el ecodesarrollo, el desarrollo sostenido y el desarrollo sustentable.(Valcárcel, 2006).

## **1.1 ANTECEDENTES**

El aumento progresivo de la población en el mundo y su nivel de desarrollo, han originado en la mayoría de los países un incremento en el volumen de generación de los residuos sólidos. Estos residuos son generados en cantidades importantes y posteriormente deben ser almacenados, recolectados, transportados y finalmente sometidos a procesos de disposición final, pero desgraciadamente es algo que no lo hacemos.

De acuerdo a datos de la organización de cooperación y desarrollo económico ( ODEC), México, Canadá y Estados Unidos, en comparación con otras regiones del mundo presenta una tendencia ascendente al año en la generación de residuos sólidos municipales. (ODEC, 2003).

En Europa occidental, los índices correspondientes son notablemente menores, ya que por las tendencias de incremento son constantes y con una tasa de crecimiento a un mas elevadas.

En México el servicio de aseo urbano, cuyas principales actividades consisten en: barrido de vías y áreas públicas, recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos municipales, constituye una de las grandes preocupaciones para las autoridades municipales; así mismo se han convertido en un tópico muy importante en el país, para los tres niveles de gobierno, debido a los volúmenes tan altos que se generan día con día, y al impacto que tiene en el medio ambiente su manejo y disposición final. Actualmente se estima que se generan alrededor de 86,200 toneladas diarias, por lo que se requieren aproximadamente 111,775 m<sup>3</sup> de terreno por día para depositarlas.(SEDESOL, 2004).

Actualmente el estado de Quintana Roo genera mil 674 toneladas de desechos diarios, de los cuales se recolectan mil 534 toneladas, se reciclan 87 y alrededor de 140 quedan sin ser utilizados.

*Generación y caracterización de los residuos sólidos domiciliarios en el poblado  
Javier Rojo Gómez “Álvaro Obregón”*

**Tabla 1. Países con más índice de residuos  
Basura producida en un año**

<b>PAÍS</b>	<b>RESIDUOS DOMÉSTICOS ANUALES (Toneladas)</b>	<b>EQUIVALENCIA POR PERSONA (Kilogramos)</b>
<b>Australia</b>	<b>10.000.000</b>	<b>680</b>
Bélgica	3.082.000	313
Canadá	12.600.000	525
Dinamarca	2.046.000	399
Finlandia	1.200.000	399
Francia	15.500.000	288
Gran Bretaña	15.816.000	282
Italia	14.041.000	246
Japón	40.225.000	288
Países Bajos	5.400.000	381
Nueva Zelanda	1.528.000	488
Noruega	1.700.000	415
España	8.028.000	214
Suecia	2.500.000	300
Suiza	2.146.000	336
Estados Unidos	200.000.000	875

Fuente: Enciclopedia Microsoft Encarta 2001

**Tabla.2 Generación de residuos sólidos municipales a nivel nacional.**

<b>ZONA</b>	<b>PRODUCCIÓN TONS/DIA</b>
Fronteriza	5,700
Norte	22,600
Centro	34,900
D.F	12,500
Sureste	10,500
<b>TOTAL</b>	<b>86,200</b>

FUENTE. Sánchez, 2008

**TABLA 3. Generación y disposición final de los residuos sólidos municipales en México**

<b>CONCEPTO miles de toneladas</b>	<b>1995</b>	<b>2000</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>
Generación según tipo de basura	30509.6	30733	35383	36087
Productos de papel y cartón	4292.2	4324.1	5276	5381
Textiles	454.6	457.9	530.7	541.3
Plásticos	1336.6	1346.1	2161.9	2205
Vidrios	1800.1	1813.2	2261	2306
Metales	884.8	891.3	1185.3	1208.9
Basura orgánica	15987	16104.1	17953.1	18310.7
Otros	5754.1	596.2	6015.1	6134.9
<b>Disposición final</b>	<b>30509.6</b>	<b>30733</b>	<b>35383</b>	<b>36087.8</b>
Rellenos sanitarios	5952	14490.5	19221.9	19630
Rellenos de tierras controladas	2555	2421.8	3673.8	3755
Sitios no controlados	21283.6	13096.5	11337.3	11527.8
Reciclaje	719	724.3	1150	1175
<b>Generación anual per capita kg</b>	<b>332.6</b>	<b>312.2</b>	<b>340.5</b>	<b>344.5</b>
Recolección	21357	26009.3	31257.3	32479

Fuente. SEDESOL, 2006

**Tabla 4. Estudios de generación per capita realizados en poblaciones del estado de Quintana Roo.**

<b>Población</b>	<b>Habitantes</b>	<b>Generación per capita kg/hab/día</b>
Chetumal	120,00	0.645( 1999),
Laguna Guerrero	535	0.645 ( 2001)
Isla Holbox	1237	1.016( 2002),
Bacalar	9,239	0.309( 2005),
Felipe Carrillo Puerto	60,365	0.632( 2006),

Fuente: Sánchez 2007

## **1.2 JUSTIFICACIÓN**

El tema sobre el manejo de residuos sólidos, es un tema latente, cambiante y en continuo crecimiento de acuerdo con los factores propios de desarrollo tecnológico e incremento de la población en cada uno de los lugares de origen, sea este rural o urbano, industrial o agrícola, desarrollado, subdesarrollado, etcétera. Así, el estudio sobre las condiciones de generación, recolección y destino final de los desechos es, un elemento indispensable para la planeación de las distintas políticas municipales que tienen relación con este problema en cualquiera de sus etapas.

Uno de los problemas de mayor incidencia es la proliferación de residuos sólidos, que no son manejados y eliminados correctamente pueden llegar a convertirse en grandes basureros que además de la contaminación que ello implica, producen un desagradable efecto visual.

El sistema de recolección de residuos sólidos municipales, en el poblado de Javier Rojo Gómez, de acuerdo a un sondeo entre la población no cuenta con un sistema adecuado de recolección, ya que en ocasiones el camión no pasa por que esta descompuesto y sólo cuentan con dos camiones uno para el turno de la mañana y otro para la tarde.

La mejora en la efectividad de los servicios municipales en el Poblado Javier Rojo Gómez, debe ser en su totalidad, así evitaremos que los residuos sólidos se conviertan en fuente de contaminación y consecuentemente resulta un problema ambiental y de salud pública.

Tratar de devolver, en la medida de lo posible, al consumo de la sociedad las sustancias y energía contenidas en los residuos, y tender a que el hombre tome de la naturaleza solamente la cantidad de materias primas que necesita, es la forma más auténtica de preservar el medio ambiente, del cual los recursos naturales son una parte. También es la actuación más compatible con las posibilidades de la civilización actual.

Finalmente, habrá que devolver a la naturaleza los residuos que inevitablemente queden, de la forma más congruente con el ambiente, con el

tratamiento adecuado.

La importancia de este estudio radica en que si conocemos la cantidad de residuos sólidos generados, su composición y el peso volumétrico, en el poblado Javier Rojo Gómez, podremos conocer la magnitud del problema para una mejor toma de decisiones y para evaluar mejores alternativas en el aprovechamiento y control de los residuos sólidos.

### **1.3 OBJETIVOS.**

#### **1.3.1 Objetivo general.**

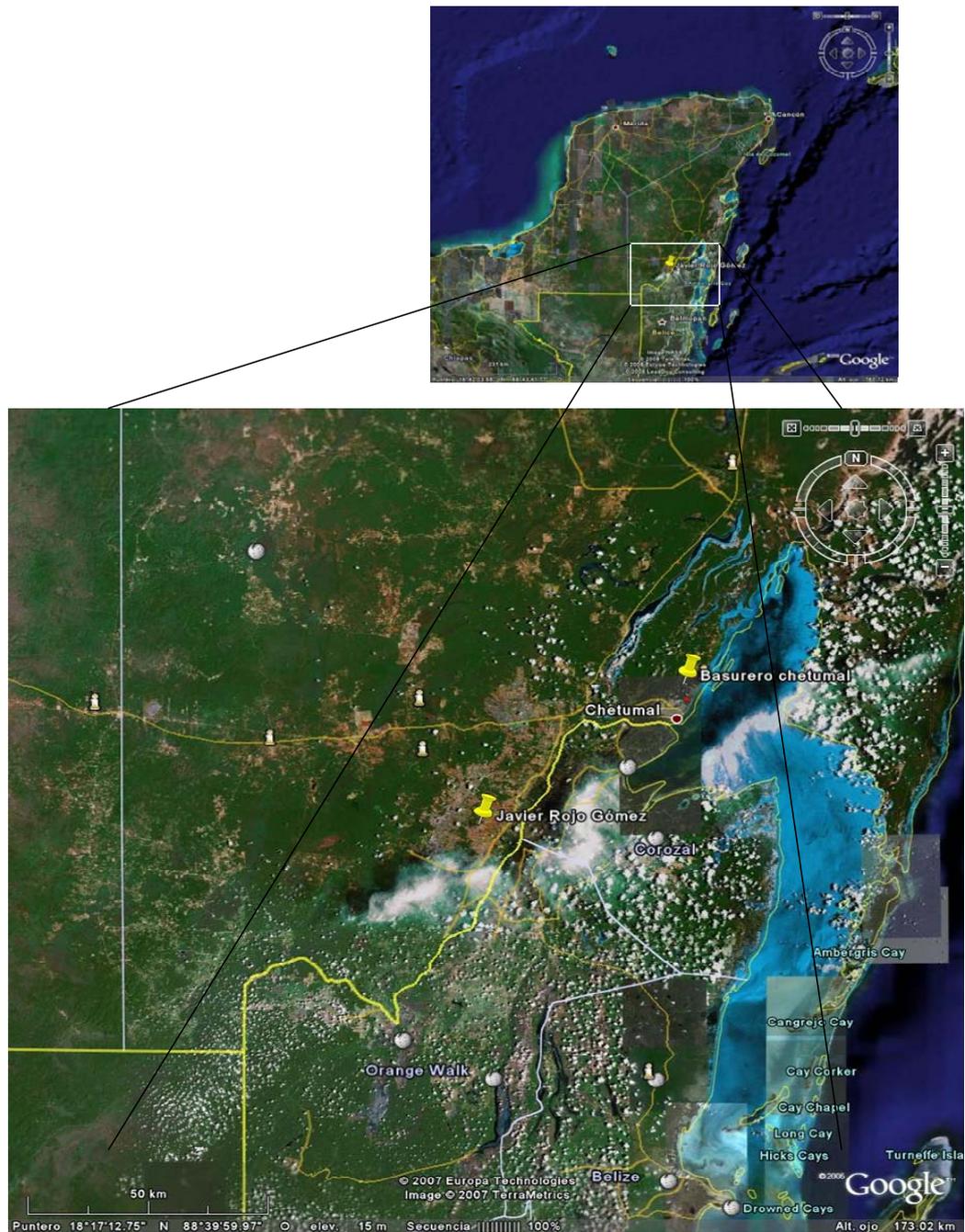
1. Realizar un estudio de Generación y caracterización de los residuos sólidos en el poblado de Javier Rojo Gómez.

#### **1.3.2 Objetivos particulares.**

1. Determinar la generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios en la zona de estudio.
2. Determinar la composición de Residuos Sólidos domiciliarios en la zona de estudio.
3. Determinar el peso volumétrico de los residuos sólidos.
4. Analizar las alternativas de manejo, procesamiento y disposición de los residuos sólidos domiciliarios en el área de estudio.
5. Promover la separación de los Residuos Sólidos por medio de la Educación Ambiental.

## CAPITULO II

### 2.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL AREA DE ESTUDIO



## **AREA DE ESTUDIO**

El poblado Javier Rojo Gómez, pertenece al Municipio de Othón P. Blanco y queda dentro del ejido de Pucte en el estado de Quintana Roo. En sus límites, colinda al Norte con el Ejido de Álvaro Obregón, al Sur con el Ejido de Cacao, al Este con el Río Hondo y Belice, al Oeste con el Ejido de Caobas, y se encuentra situado a 65 Km. al Noreste de la Ciudad de Chetumal.

El poblado Javier Rojo Gómez, es de tipo rural, cuenta con 2,873 habitantes (INEGI, 2005) y tiene un servicio de recolección de basura diaria en dos vehículos tipo camioneta pick-up de 3 toneladas.

El poblado "Javier Rojo Gómez" esta formado por tres colonias:

- 1.- Colonia de Empleados
- 2.- Colonia "Andrés Quintana Roo" (Zona Habitacional Obrera)
- 3.- Colonia de Empleados. Administrativos del Ingenio.

La construcción de la colonia Andrés Quintana Roo se inicio en 1975, cuenta con 400 casas, con todos los servicios, baño, cocina y comedor, estas casas se construyeron para todos los obreros del ingenio, a través de un fideicomiso que se formó por un aumento de salario que dejaron de percibir los trabajadores a nivel nacional.

El poblado cuenta, con una población flotante en los meses de diciembre a mayo, periodo de zafra, llegando un promedio de 2,000 trabajadores. En el mes de diciembre llegan a esta población más de 2,000 trabajadores de diferentes partes de la república, que vienen al corte, alce, arrastre y cultivo de la caña de azúcar.

De estos trabajadores mas del 40% se quedan a vivir en el poblado y los demás se van a otros centros de trabajo o retornan al lugar de origen la causa principal para que se de esta salida del poblado es el termino del periodo de zafra, muchos retornan a su lugar de origen y muchos cruzan al territorio de Belice a trabajar.

En la colonia "Andrés Quintana Roo" son 400 casas de mampostería, en la de empleados 70 del mismo material y "Villa Flores" son aproximadamente 200 casas fabricadas de láminas de cartón y bajareque. Otro tipo de vivienda que se da en esta comunidad son las "Galeras" que son módulos donde se establecen los trabajadores con sus familias u hombres solos que cortan caña.

El 60% de la población depende de la industria azucarera. El 28% trabajan como chóferes, operadores de maquinaria y trabajadores de campo. El 10% se dedica al comercio y el 2% son personas desempleadas.

Las tierras en su mayoría son de temporal pero existen de riego y humedad, así como, monte, pantanos o manglares. Los principales cultivos son: la caña, el maíz y el Chile jalapeño.

Para llegar al poblado, existe una carretera pavimentada que conduce a toda la ribera del río Hondo, inicia en el poblado de Ucum y termina en la Unión.

En el poblado de Javier Rojo Gómez se cuenta con una escuela preescolar "Miguel Hidalgo" que tiene en su haber un total de 150 niños, y son cinco maestros los que imparten este nivel educativo.

La primaria cuenta con dos turnos, matutino con el nombre de "Melchor Ocampo" y el vespertino "Andrés Quintana Roo"; entre los dos turnos suman alrededor de 200 alumnos.

En la secundaria, solo se realizan clases en el turno matutino, es una escuela secundaria federal, que capta población estudiantil de varios poblados de la ribera, aproximadamente 150 alumnos.

También cuenta con un Colegio de Bachilleres, donde asisten alumnos de toda la rivera.

Dentro del poblado Javier Rojo Gómez existen 5 organismos políticos, los cuales son:

- El Sindicato Nacional de la Industria Azucarera
- La Unión Local de Productores de Caña
- La Unión de Pequeños Comerciantes

- La Unión de Locatarios
- La Confederación Nacional de Pequeños Propietarios.

## **2.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES**

El municipio de Othón P. Blanco se localiza en el sur del Estado de Quintana Roo, entre los 19° 14' y 70° 50' de latitud norte y los 87° 15' y 89° 25' de longitud oeste. Al norte colinda con los municipios de Felipe Carrillo Puerto y José María Morelos; al este limita con el Mar de las Antillas; al sur hace frontera con Belice y Guatemala, siendo el único municipio del país que posee frontera con dos países; y al oeste colinda con el estado de Campeche. En Othón P. Blanco se encuentran las mayores altitudes que existen en Quintana Roo, que son de alrededor de 300 metros. Es también el municipio más grande del estado, con una extensión de 18,760 kilómetros cuadrados, que representan el 36.9 por ciento de la superficie total de Quintana Roo. La población del municipio habita en 482 localidades, siendo las más importantes Chetumal (cabecera del municipio y capital estatal), Bacalar, Xul-há, Nuevo Álvaro Obregón, Calderitas, Ingenio Álvaro Obregón, Nicolás Bravo, Sergio Buitrón Casas, Nuevo Ucum y Limones.

El estado de Quintana Roo ha sido reconocido a nivel mundial por la belleza de sus recursos naturales, convirtiéndose en uno de los destinos turísticos de mayor auge, tanto de turismo nacional como internacional. La fauna y Flora presentan una riquísima diversidad, que junto a sus litorales, lo convierten en el paraíso más importante de los vacacionistas durante todo el año.

En este contexto el Poblado de Javier Rojo Gómez, se encuentra situado en la denominado Rivera del Rió Hondo. Cuyas coordenadas son 088°40'52 longitud, 18°76'26 latitud, 50 altitud. Tiene las características del Estado en cuanto a clima y geografía. Suelo calizo, planicie con poco elevación, cálido y húmedo.

### **2.2.1 Topografía.**

La superficie del municipio es una planicie constituida por rocas calizas con una micro topografía cuyas elevaciones no sobrepasan los 25 metros sobre el nivel del mar. A excepción de la parte oeste-suroeste en donde se observan algunas ondulaciones características de la subprovincia fisiográfica denominada Karso y lomeríos de Campeche. La mayor parte de su territorio forma parte de la subprovincia denominada Karso Yucateco.<sup>2</sup>

### **2.2.2 Hidrografía**

La roca caliza que forma el sustrato geológico del municipio impide, en gran medida, la formación de escurrimientos y cuerpos de agua superficiales, debido a que este material presenta una alta permeabilidad. Aún así, se observan dos ríos permanentes, el río Hondo, frontera con Belice, y el río Escondido. Existe un buen número de escurrimientos que se pierden por infiltración; muchos de ellos culminan en terrenos deprimidos sujetos a inundación, a los que se da el nombre de aguadas. También se localizan lagunas importantes como Bacalar, San Felipe, Milagros y Guerrero, todas en las inmediaciones de Chetumal.<sup>3</sup>

### **2.2.3 Clima**

De acuerdo al sistema de clasificación de Koeppen modificado para climas tropicales y subtropicales de México, en el estado se identifican los climas cálido subhúmedo con lluvias en verano A(w) en la parte continental y el clima cálido húmedo con abundantes lluvias en verano A(m). León 2005.

En general, el clima del municipio es cálido subhúmedo con régimen de lluvias de verano, pero las variaciones que existen en las precipitaciones totales anuales en distintos puntos de la superficie municipal hacen que se presenten tres subtipos de este clima. El subtipo más húmedo se encuentra en dos zonas aisladas; en la costa y el este del municipio; y a lo largo de la frontera con Guatemala y Belice, en el extremo sur del territorio municipal. Allí la precipitación llega a los 1,500 milímetros. Existen dos pequeñas

*Generación y caracterización de los residuos sólidos domiciliarios en el poblado  
Javier Rojo Gómez “Álvaro Obregón”*

---

porciones del subtipo menos húmedo, en donde la precipitación anual es

---

<sup>2</sup><http://cancun.gob.mx/florayfauna5.php>

<sup>3</sup>Portal Oficial del ayuntamiento de Otón.P. Blanco,2007

Poco más de 1,000 milímetros. En el resto del municipio se encuentra el subtipo intermedio, que es el predominante, y cuya precipitación es de entre 1,200 y 1,300 milímetros al año. Las temperaturas medias anuales oscilan entre los 25° C y 27° C. Los vientos predominantes son los que provienen del mar de las Antillas, que llegan al continente cargados de humedad. León, 2005.

#### **2.2.4 Tipo de suelo**

Los terrenos calcáreos que forman el suelo del municipio pertenecen a los períodos terciario y cuaternario de la Era Cenozoica. Existen rocas tanto del terciario inferior como del terciario superior. Las rocas del cuaternario, las más jóvenes, se localizan en la costa, mientras que las rocas más antiguas, que son las del terciario inferior, se encuentran al otro extremo del municipio. Varios tipos de suelo se han desarrollado sobre estas rocas, formando un complejo mosaico. Son muy importantes los suelos de gley o akalché, según la clasificación edafológica desarrollada por los mayas. Estos suelos son arcillosos y, como ocupan las zonas más bajas se inundan durante la época de lluvias. Son aptos para cultivos como el arroz y la caña de azúcar. También son importantes los suelos, que son los mejores desde el punto de vista agrícola. Son los segundos en abundancia en el municipio. El resto del municipio tiene suelos de tzekel, poco aptos para la agricultura por ser delgados y pedregosos, que corresponden a rendzinas y litosoles, y suelos kankab (luvisoles), que son relativamente profundos, lo que permite la práctica de una agricultura mecanizada.<sup>4</sup>

#### **2.2.5. Flora y Fauna**

La vegetación que más superficie ocupa en el municipio es la selva mediana subperennifolia, asociación que predomina en el estado, en ésta las especies más importantes son el zapote, (*Manilkara zapota*) el ramón (*Brosimum*

---

<sup>4</sup>Portal Oficial del ayuntamiento de Othón P. Blanco, 2007

*alicastrum*). En forma de manchones, alternándose con la selva mediana y con el tular, se presenta la selva baja subperennifolia, cuyos árboles más altos no rebasan los 10 metros de altura. Al suroeste del municipio existe una extensión notable de selva alta subperennifolia, en donde aún hay un número significativo de caoba (*Swietenia macro piílla*), se encuentran además zapote (*Manilkara zapota*) y pucté, entre otras especies. Hacia la costa resaltan amplias superficies de tular, y manglar, pero en pequeña cantidad. La fauna está compuesta por una gran diversidad de especies, la mayoría de origen tropical, tales como serpientes y otros reptiles, tortuga, tucán, loro, pavo de monte, gaviota, jaguar, jabalí y muchas especies más.<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> [http://www.banderas.com.mx/quintana\\_roo.htm](http://www.banderas.com.mx/quintana_roo.htm)

### **CAPITULO III**

#### **LOS RESIDUOS SÓLIDOS.**

Los residuos sólidos son, esencialmente, el balance físico final de una compleja cadena de preferencias y de decisiones tomadas por consumidores. Hasta ahora, su cantidad es reflejo de la abundancia económica, de la cultura y del número de personas que integran a un grupo social o que viven en un espacio determinado.

El origen de los residuos sólidos determina su grado de peligrosidad ya que existen residuos industriales que pueden contener sustancias tóxicas, inflamables o radioactivas. No obstante, cualquiera que sea su origen, la enorme cantidad de residuos sólidos plantea el problema de su eliminación.

La ley General de Prevención y Gestión Integral de Residuos sólidos LGPGIRS, publicada el 8 de octubre de 2003 en México, define a los Residuos Sólidos Urbanos como los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques, los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública y lugares públicos, siempre que no sean considerados por la ley como residuos de otra índole.

Esta definición actualiza el concepto de residuos sólidos municipales que a su vez se refiere a los desechos domiciliarios o basura. Es importante resaltar que la definición de la ley permite identificar claramente los residuos sólidos urbanos y los diferencia de aquellos denominados residuos de manejo especial y residuos peligrosos que también se definen de la misma ley.

Los residuos de manejo especial son aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos y los residuos peligrosos son aquellos que posean algunas de las características de corrosividad,

reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio, de conformidad con lo que se establece en la ley. (LGPGIRS 2003)

### **3.1 Origen y tipo de los residuos sólidos**

Los residuos sólidos se caracterizan, como se ha dicho anteriormente, por ser materiales que han perdido valor o utilidad para sus propietarios y se convierten en un estorbo. Son clasificados de acuerdo a su origen de generación:

**Residuos domiciliarios.** Son los residuos generados por las actividades diarias de casas, departamentos, barrios y edificios residenciales.

**Residuos Comerciales.** Son los residuos generados por establecimientos comerciales cuyas características dependen de la actividad que esos establecimientos desarrollan.

**Residuos Industriales.** Son residuos que por sus características peculiares, exigen manipulación, acondicionamiento, acopio, transporte y disposición final.<sup>6</sup>

El proceso de los residuos sólidos tiene su punto de partida en la **generación** de estos materiales orgánicos e inorgánicos, que una vez utilizados por el hombre pierden su utilidad o su valor y “son tirados al bote de basura”, es decir son **almacenados** en espera de ser **recolectados** por el servicio de limpia que los concentra en los vehículos recolectores y los transporta a las estaciones de **transferencia**, en donde los residuos se vacían en camiones con cajas de gran capacidad para llevarlos a los sitios de **disposición final**, que es el lugar donde se depositan para compactarlos y construir así el relleno sanitario.<sup>7</sup>

---

<sup>6</sup> [www.semarnat.gob.mx/gestion ambiental](http://www.semarnat.gob.mx/gestion_ambiental)

<sup>7</sup> [www.semarnat.gob.mx/gestionambiental](http://www.semarnat.gob.mx/gestionambiental)

La recolección de los residuos sólidos, su transporte y su disposición final es un servicio que reduce los riesgos de salud pública, mejora la imagen urbana y aminora el impacto ambiental.

Sin embargo, es notorio en el estado que la capacidad instalada y el equipo mecánico y humano son insuficientes para mantener limpia la ciudad. Por esta razón, surgen por miles los tiraderos clandestinos en vías y lugares públicos y en terrenos baldíos, donde cotidianamente se depositan los residuos. De igual forma, el control y eliminación de tiraderos a cielo abierto, donde el problema de los desechos se agudiza, no solo por las proporciones de estos, sino porque la permanencia prolongada de la basura amplía las formas de contaminación.

### **3.2 CLASIFICACION DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS**

Los residuos sólidos pueden ser clasificados de diferentes formas. Las clasificaciones más usuales tienen en cuenta los riesgos potenciales de contaminación del medio ambiente o la naturaleza de los residuos o su origen.

La planificación apropiada, el tratamiento y las practicas de eliminación se basan en datos exactos con respecto ala composición y a las tasas de generación de residuos. (Kiely, 1999).

**Tabla5. Clasificación de lo residuos Sólidos Municipales**

Fuente	Origen específico	Tipos de residuos
Domiciliarios	Casas habitación	Vidrios, plásticos, enceres domesticos. Residuos alimenticios, Papel, cartón, pañales.
Áreas y vías publicas	Calles y avenida Parques y jardines Balnearios Zoológicos Mercados, tianguis y Centros de abasto. Hoteles. Restaurantes	Residuos alimenticios Residuos de jardinería Tetrapack, Excremento secreciones Papel, cartón, animales muertos, Aceites y grasas, alimentos caducos.
Comercial y de servicios	Circos, cines, teatros, estadios. parques deportivos estadios terminales. Marítimas, terrestres y aéreas.	Llantas, excrementos Aceites y grasas Animales muertos

Fuente. INE-SEMARNAT 1999

### **3.2.1 Composición de los Residuos Sólidos**

Al hablar de la concentración de la población urbana, de sus necesidades de consumo y del incremento de basura que estos factores traen consigo, resulta necesario precisar los elementos principales que conforman los residuos sólidos, en términos generales, para dar una idea mas clara del porque de la importancia que tiene el estudio de los desechos en la sociedad actual.

En el estudio se pueden apreciar diferencias en la composición de los desechos sólidos de cada sector, y una enorme posibilidad de industrializar estos desechos recuperando inicialmente los subproductos (papel, trapo, vidrio, chatarra, etc.), y por su elevado contenido de materia orgánica obtener composta como un abono orgánico.

Algunos autores señalan que la descomposición de la fracción orgánica de los residuos sólidos y el aumento de otros, como papel, cartón, plástico, otro tipo de envases y chatarra (principalmente), se debe en gran parte a los procesos de industrialización y comercialización de los subproductos primarios, al aumento del consumo de estos artículos ya elaborados y a la aparición de la “nueva conciencia” del usar y tirar bajo la cual se rigen cientos de artículos en la sociedad moderna.

Al parecer, el aumento de la basura inorgánica es palpable frente a una disminución del desperdicio orgánico en términos relativos. Sin embargo, en términos absolutos, las cifras crecen paralelamente, y es necesario destacar que gran parte de los estudios hechos en México y otras naciones del mundo sobre el reaprovechamiento de los desechos sólidos, están en gran parte enfocados a la reutilización de esta materia orgánica con miras a producir fertilizantes de origen natural y combustibles.<sup>8</sup>

### **3.2.2 Características de los residuos sólidos**

Las características de los residuos sólidos varían en función de factores sociales, económicos, culturales, geográficos y climáticos.

Los residuos sólidos pueden clasificarse en función de las siguientes características.

- a) **Composición gravimétrica.** Es el porcentaje de cada componente en relación con el peso total de la muestra de residuos analizados.
- b) **Peso específico aparente.** Es el peso de todos los residuos sueltos en función del volumen ocupado libremente, sin compactación de ningún tipo, expresado en kg/m<sup>3</sup>
- c) **Contenido de humedad.** Representa la cantidad de agua que los residuos contienen, medida como porcentaje en peso.
- d) **Compresibilidad.** Es el grado de compactación, es decir, la reducción del volumen que una masa de residuos como porcentaje en peso.

---

<sup>8</sup> (<http://www.ambientum.com/enciclopedia/residuo/1.26.16.06r.htm>)

Los residuos sólidos también pueden clasificarse en función de las siguientes características químicas.

- a) Poder calorífico. Indica la capacidad del potencial que tiene un material capaz de desprender determinada cantidad de calor al ser incinerada
- b) Ph. Mide la acidez o la alcalinidad de los residuos. Por lo general se sitúa en el rango de 5 a 7.
- c) Composición química. Determina la cantidad de cenizas, materia orgánica, carbono, nitrógeno, potasio, calcio, fósforo, residuo mineral total.
- d) Relación de carbono / nitrógeno. Indica el grado de descomposición de la materia orgánica de los residuos sólidos en los procesos de tratamiento y disposición final.

### **3.3. MARCO NORMATIVO.**

#### **3.3.1 Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos**

La constitución política de los Estados Unidos Mexicanos (D.O.F, 23 de Diciembre de 1999) es la máxima ley que se ejerce en México, en ella encontramos los derechos y obligaciones que tiene cada individuo que se encuentra en el país, en su Art. 4 señala. “Toda persona tiene derecho a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar”, para que los individuos gocen de ese ambiente limpio es necesario establecer instituciones que se encarguen de ello. En el Art 115 parrafo III inciso C dice que “Los servicios públicos municipales deben ser prestados por los ayuntamientos, entre ellos lo servicios de limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de los residuos.

#### **3.3.2 La Ley general del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente**

En el año de 1988, se publicó en México la Ley General del Equilibrio Ecológico y la protección al ambiente (LGEEPA) Actualmente con nueva reforma el (D.O.F 05 julio 2007) sirviendo como herramienta para la regularización de los delitos ambientales, por lo que en México se ha puesto de manifiesto la importancia que representa la contaminación del medio ambiente, al formarse la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, cuyos esfuerzos han sido relevantes en su primera década de existencia, atenta al mandato constitucional que establece que: el Congreso de la Unión tiene facultades para revisar las medidas que el Consejo de Salubridad General haya puesto en marcha para evitar la contaminación ambiental (Artículo 73, fr. XVI, pte. 4ª de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos).

La Ley general del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (D.O.F., (D.O.F 05 de julio de 2007), en la Sección VIII en materia de Investigación y Educación Ecológica, en el Art. 39 dice “las autoridades competentes promoverán la incorporación de contenidos ecológicos en los diversos ciclos

educativos, especialmente en el nivel básico, así como en la forma cultural de la niñez y la juventud. Así mismo, proporcionarían el fortalecimiento de la conciencia ecológica, a través de los medios de comunicación masiva.

Actualmente la SEMARNAT, con la participación de la Secretaría de Educación Pública, promoverá que las instituciones de educación superior y los organismos dedicados a la investigación científica y tecnológica, desarrollen planes y programas para la formación de especialistas en la materia en todo el territorio nacional y para la investigación de las causas y efectos de los fenómenos ambientales.

### **3.3.3. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos.**

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (D.O.F., 5 de julio de 2007), menciona en el Art. 10 que “los municipios tienen a su cargo las funciones de manejo integral de los residuos sólidos urbanos, que consisten en la recolección, traslado, tratamiento y disposición final”.

En el Art 15.- La Secretaría agrupará y subclasificará los residuos peligrosos, sólidos urbanos y de manejo especial en categorías, con el propósito de elaborar los inventarios correspondientes, y orientar la toma de decisiones basada en criterios de riesgo y en el manejo de los mismos. La subclasificación de los residuos deberá atender a la necesidad de:

Proporcionar a los generadores o a quienes manejan o disponen finalmente de los residuos, indicaciones acerca del estado físico y propiedades o características inherentes, que permitan anticipar su comportamiento en el ambiente.

Dar a conocer la relación existente entre las características físicas, químicas o biológicas inherentes a los residuos, y la posibilidad de que ocasionen o puedan ocasionar efectos adversos a la salud, al ambiente o a los bienes, en función de sus volúmenes, sus formas de manejo y la exposición que de éste se derive. Para tal efecto, se considerará la presencia en los residuos, de sustancias peligrosas o agentes infecciosos que puedan ser liberados

durante su manejo y disposición final, así como la vulnerabilidad de los seres humanos o de los ecosistemas que puedan verse expuestos a ellos; Identificar las fuentes generadoras, los diferentes tipos de residuos, los distintos materiales que constituyen los residuos y los aspectos relacionados con los mercados de los materiales reciclables o reciclados, entre otros, para orientar a los responsables del manejo integral de residuos.

**En el Art.18.-** Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.

Asimismo se le autoriza para expedir leyes que establezcan la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, en materia de protección al ambiente y de preservación y recuperación del equilibrio ecológico (Artículo 73, fr. XXIX-G Constitucional). En cuanto a la recolección y tratamiento de residuos, del País, establece que es competencia municipal, así, en su artículo 115, fracción III establece que los Municipios tendrán a su cargo diversas funciones y servicios públicos, entre los que se encuentra: Limpia, recolección, traslado, tratamiento y depósito final de residuos.

De aquí que los propios Municipios, en el ámbito territorial que les compete, tengan facultades para establecer reglamentos que permitan un eficaz servicio de limpia pública y que para el efecto establezcan zonas determinadas de tratamiento, en coordinación con los planes nacionales y estatales que al efecto se hayan estipulado.

En México se considera uno de los instrumentos más importantes en la protección del medio ambiente la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), considerada como la Ley Reglamentaria de las disposiciones constitucionales que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico así como la protección al ambiente, en el territorio nacional y zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y

jurisdicción; la cual, en su artículo 1º establece que sus normas son de orden público e interés social teniendo por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para:

-Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar.

-Definir los principios de la política ambiental y los instrumentos para su aplicación.

-La preservación, restauración y mejoramiento del ambiente.

-Preservación y protección de la biodiversidad, así como el establecimiento y administración de las áreas naturales protegidas.

-El aprovechamiento sustentable, la preservación y la restauración del suelo, agua y demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas.

-Prevención y control de la contaminación de aire, agua y suelo.

-Garantizar la participación responsable de las personas, en forma individual o colectiva, en la preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección al medio ambiente.

-El ejercicio de las atribuciones que en materia ambiental corresponde a la federación, los estados, el Distrito Federal y los Municipios, bajo el principio de concurrencia previsto por el artículo 73, fracción XXIX-G de la Constitución.

Todo este marco legal referenciado se ha expedido a efectos de preservar el medio ambiente y las riquezas naturales que posee el país, depende de cada Entidad Federativa y cada uno de los Municipios que la componen, y el cumplir con los objetivos propuestos en la legislación mexicana.

En los Estados y Municipios se crearon leyes y reglamentos de apoyo con el fin de abarcar los aspectos delegados en la (LGEEPS) los cuales se presentan a continuación.

A continuación se presenta una tabla del marco legal para el manejo de los residuos sólidos municipales.

**Tabla 6. Marco Legal para el manejo de los residuos sólidos**

<b>Ordenamiento</b>	<b>Descripción</b>
Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos	Toda persona tiene derecho a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar (art. 4°) Indica que los servicios públicos municipales que deben ser prestados por los ayuntamientos, entre ellos los servicios de limpia (art. 115°)
Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al ambiente	Plantea que los sistemas de manejo y disposición de los residuos no peligrosos quedan sujetos a autorización y legislación estatal en su caso, (art. 5°)
Ley General de Salud	Establece las disposiciones relacionadas al servicio público de limpia en donde se promueve y apoya el saneamiento básico, se establecen normas y medidas tendientes a la protección de la salud humana para aumentar la calidad de vida.
Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	Establecen aquellos principios de valorización, responsabilidad compartida y manejo integral de los residuos, mediante el criterio de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social.
Normas Oficiales y Normas Mexicanas	Establecen los formas y procedimientos aplicables al manejo de residuos sólidos
Constitución Política del Estado de Quintana Roo.	Tiene como finalidad formular, conducir y evaluar las políticas y programas de desarrollo de los servicios urbanos y relativos a las construcción, conservación y mantenimiento de las obras de infraestructura para el manejo e desechos sólidos.
Bando de Policía y buen gobierno del municipio Othon P. Blanco	Plantea el conjunto de normas y disposiciones que regulan el funcionamiento de la administración pública.
Reglamento para la prestación de servicios publico de limpia, recolección y tratamiento de los residuos sólidos en Othon P Blanco	Tiene por objeto regular la prestación, utilización y funcionamiento de recolección y tratamiento de los residuos sólidos, así como cualquier residuo que se genere en el espacio territorial de este municipio
Ley Estatal de Equilibrio Ecológico y Protección al ambiente (LEEPA)	Establece la disposición de las observancias obligatorias para el estado teniendo como objetivo la prevención, preservar y restaurar y el equilibrio ecológico, así como los fundamentos para el manejo y disposición final de los residuos sólidos no peligrosos.

Fuente: INE 1999, LEEPA1989, BPPGOP

### **3.4. LEY ESTATAL DE SALUD DE QUINTANA ROO (P.O.30 DE ABRIL DE 1998).**

El Plan Nacional de Desarrollo establece que el objetivo más amplio de la política de salud, persigue impulsar la protección a todos los mexicanos brindando servicios y prestaciones oportunos, eficaces, equitativos y humanitarios que coadyuven efectivamente al mejoramiento de sus condiciones de bienestar social.

Referente a la limpieza pública, En sus primeros artículos dicen que:

Art 1. Los desechos serán recolectados a través de sistemas perfectamente planeados, que sean constantes y eficientes, que no produzcan riesgos a la salud, manipulándose estrictamente lo indispensable hasta su confinamiento.

Art 2. Queda estrictamente prohibida la quema o incineración de desechos sólidos, a excepción de los siguientes.

Art 3. Todo desecho sólido proveniente de cualquier institución o establecimiento de servicio de salud pública o privado, deberá ser incinerado en sus propias instalaciones con estricto apego a las disposiciones legales aplicables.

Art 4. Todo animal muerto o restos de ellos que se encuentren en la vía pública o terreno baldío deberán ser recogidos por las autoridades, procediendo a su traslado al depósito de eliminación de desechos evitando que los mismos entren en estado de descomposición.

Art 5. El sistema de eliminación deberá estar situado a una distancia no menor de dos kilómetros de cualquier núcleo de asentamiento humano mas cercano, accesible a toda clase de vehículos de motor y le corresponderá ala autoridad sanitaria competente en coordinación con las autoridades municipales fijar los criterios de ubicación sin perjuicio de lo que establezcan las disposiciones legales en materia.

Art 6. Los desechos deberán eliminarse a través del sistema de relleno sanitario que en esencia consiste en vaciar, en una zanja previa y convenientemente seleccionada los desechos, compactado y

cubriéndolos posteriormente con una capa del mismo material extraído de dicha zanja.

### **3.5. El Bando de Policía y Buen Gobierno del Estado de Quintana Roo (P.O 12 de enero de 1982).**

Es de orden público, interés social y observancia general en todo el territorio del Municipio de Othón P. Blanco, Quintana Roo, y tiene por objeto establecer las normas generales básicas, para la integración y organización del territorio, la población, el Gobierno y la Administración Pública Municipal, con la finalidad de lograr el adecuado funcionamiento de los servicios públicos municipales y el ejercicio de las acciones de gobierno orientadas al bien común, que garantice la convivencia armónica y seguridad jurídica de sus gobernados.

Referente al Servicio de limpia:

*En Art. 221-Dice que los habitantes del municipio están obligados a:*

I Barrer y regar diariamente las banquetas y prados de los frentes de sus casas para habitación o establecimientos mercantiles, así como los terrenos bardeados o sin bardear. El barrido o regado se hará por las mañanas antes de las ocho horas, respecto a los frentes de las casas habitación antes de las nueve horas, respecto a los frentes de los establecimientos mercantiles o industriales.

II se deberá barrer una vez por semana, cuando menos los patios interiores de las casa o edificios y los callejones en las partes que le corresponda.

III A depositar la basura en los recipientes que para tal efecto destine la autoridad.

IV A regar oportunamente los árboles plantados en los prados de las calles, así como recortar las ramas de dichos árboles de manera que no descreen el transito de los transeúntes, ni dañen los cables de energía eléctrica o teléfonos en su parte superior.

Así mismo en el Art. 241 se hace mención que “ La dirección de Servicios Públicos organizara campañas de recoja de desechos acumulados en las áreas habitacionales, notificando a la comunidad con los medios que juzguen convenientemente por lo menos dos días de anticipación”.

El reglamento para la prestación del Servicio de limpia, recolección y tratamiento de los residuos en el Municipio de Othon P. Blanco , en el capítulo 1 se refiere a las obligaciones del ciudadano y menciona que es su deber de los propietarios o poseedores de bienes inmuebles que generen desechos, cooperar y contribuir al sostenimiento del servicio público municipal de limpia, mediante el pago de derechos que se establecen como contraprestación del servicio que reciban, así mismo cooperar con las campañas de limpieza que promueva el honorable ayuntamiento y en general con cualquier programa vinculado con el objeto de este reglamento.

En el capítulo II que se refiere a las prohibiciones y restricciones generales menciona; arrojar en la vía pública basura y/o desperdicios de cualquier clase que provenga de talleres en general, establecimientos industriales, establecimientos comerciales, casa habitación y en general de toda clase de edificios públicos o privados, quienes depositaran su basura y/o desperdicios en los recipientes o vehículos destinados al servicio público de limpia. Así mismo queda prohibido hacer fogatas, quemar llantas, poner hornillas y objetos de cualquier género así como incinerar basura o residuos en la vía pública.

Depositar en el exterior de los predios la basura o desechos sólidos en sus casas habitación o edificios para su recolección fuera de los horarios y días señalados para ello.

Los usuarios deberán almacenar la basura, residuos y desechos sólidos en bolsas de polietileno cuya capacidad no rebase los 25 Kg. de peso.

Es causa de infracción al presente reglamento, almacenar, mantener o arrojar en la vía pública basura, residuos sólidos, de cualquier naturaleza y en cualquier forma.

### **3.6. Normas relativas a los residuos sólidos**

En materia de normalización, el artículo 3° de la ley federal de metrología y normalización” (LFMN) define a las NOM como aquellas normas de carácter obligatorio que expidan las dependencias competentes de la administración pública federal. Así mismo, el artículo establece que las dependencias de la administración pública federal solo podrán expedir normas o especificaciones técnicas, criterios, reglas, instructivos, circulares y lineamientos y demás disposiciones de la naturaleza análoga de carácter obligatorio, siempre que se ajusten al procedimiento establecido y se expidan normas oficiales mexicanas.

**Tabla.7 “Normas mexicanas aplicables a los residuos sólidos”**

<b>Numero</b>	<b>Nombre</b>
NMX-AA-16-1984	Determinación de humedad
NMX-AA-18-1984	Determinación de cenizas
NMX-AA-24-1984	Determinación de nitrógeno total
NMX-AA-25-1984	Determinación de Ph, método de potenciómetro
NMX-AA-92-1984	Determinación de azufre
NMX-AA-15-1985	Muestreo, método de cuarteo
NMX-AA-19-1985	Determinación del peso volumétrico in situ
NMX-AA-21-1985	Determinación de materia orgánica
NMX-AA-22-1985	Selección y cuantificación de subproductos
NMX-AA-52-1985	Preparación de muestras en laboratorio para su análisis
NMX-AA-33-1985	Determinación del poder calorífico
NMX-AA-61-1985	Generación per. cápita de los residuos sólidos municipales
NMX-AA-67-1985	Determinación de la relación carbono / nitrógeno
NMX-AA-68-1986	Determinación de hidrógeno
NMX-AA-90-1986	Determinación de oxígeno
NOM-083 SEMARNAT-2003	Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos municipales
NOM-084-ECOL-1994	Establece los requerimientos para el diseño de un relleno sanitario y la construcción de sus obras complementarias.

Fuente: INE 1999

#### **CAPITULO IV: METODOLOGIA**

En la mayoría de las poblaciones aún persiste la práctica de la disposición final de los residuos a través del tiradero a cielo abierto, siendo común que las autoridades municipales reciban distintos tipos de propuesta para su manejo, invirtiendo en proyectos destinados al fracaso y que sólo merman los recursos económicos de que se dispone, puesto que el manejo de residuos sólidos municipales debe hacerse atendiendo a estudios previos de optimización y a las necesidades reales de los mismos. El problema de la recogida y transporte de basura en las grandes ciudades es importante y más si tenemos en cuenta que ésta se realiza diariamente.

Esto se presenta porque en la práctica las instituciones encargadas de definir políticas y de asignar recursos no coincide con los requerimientos propios de su función.

En este contexto, revisten importancia las acciones tendientes a la educación y capacitación ciudadana y la selección de técnicas específicas de tratamiento para un sistema de limpia (dependiendo de las necesidades y condiciones de cada lugar) con el fin de lograr la eficiencia necesaria y sobre todo mejorar el sistema de limpia pública en su conjunto, recuperar materiales aprovechables y controlar la contaminación ambiental. Es indudable que existe una correlación entre la educación de la población y la limpieza. En general, mientras mayor sea el nivel de educación de la población, mayor será la conciencia ecológica y ambiental y más arraigados sus hábitos de higiene personal y limpieza de sus viviendas y áreas públicas, también estará más capacitada para exigir mejores servicios públicos, incluido el de la basura.

En los sistemas de limpia pública existen diversas acciones como pueden ser el barrido, recolección, tratamiento, etc., lo cual permite realizar un análisis individual así como sus repercusiones con el objeto de lograr un funcionamiento óptimo del sistema; entre estas acciones se presentan problemas de tipo técnico que por lo general poseen diversas alternativas de

solución proporcionadas por la aplicación de principios de ingeniería ambiental.

**Tabla 8**

Principios de ingeniería ambiental para el tratamiento y disposición final de los residuos sólidos

<b>Criterios</b>	<b>Acciones</b>
<b>Técnicos</b>	Volumen de residuos sólidos Tipo de proceso Residuos generados en los procesos Características de la región Controles ambientales exigidos por la legislación vigente
<b>Económicos</b>	Costos de inversión Costos de operación Costos de mantenimiento Periodo de vida útil
<b>Sociales</b>	Participación ciudadana Nivel de capacitación

Fuente: Castillo 2006

Para lograr los objetivos y metas propuestas en el presente trabajo de investigación se requiere de un análisis general de los recursos y métodos de recolección, tratamiento y disposición final de residuos sólidos municipales en el área de estudio, se siguieron los lineamientos generales establecidos mediante las Normas Oficiales Mexicanas

Un premuestreo se realiza con la finalidad de determinar el tamaño de muestra real que debe usarse en el muestreo para tener un grado de confiabilidad mayor en los resultados del estudio. Las actividades que se realizan en el premuestreo son:

- 1 Censo de casas habitación establecido para el muestreo. Este censo se realiza para el estudio de generación pues este tiene una relación directa entre el número de habitantes por casa y por cantidad de basura generada. Estos datos nos permitirían calcular el promedio de basura generada por habitante en el poblado
2. Sensibilización de las personas para obtener su participación durante el periodo del premuestreo. Consiste en determinar al azar las casas en

las que se efectuaría el estudio y así visitar a los dueños y solicitarles su colaboración en el estudio explicando el motivo del mismo. Una vez que las personas aceptan participar, se les toman los siguientes datos: Nombre, Dirección y Número de habitantes. Posteriormente se les entrega una bolsa de polietileno para que depositen la basura generada ese día.

3. Periodo de premuestreo. Este periodo tiene una duración de 8 días continuos y consiste en la recolecta de la basura generada diariamente en las casas participantes en el estudio.

El primer día de este periodo no se toma en cuenta debido a que esta pudo haberse generado en días anteriores al estudio, en los días posteriores, la basura es recolectada diariamente, obsequiándoles al mismo tiempo una bolsa negra de polietileno para almacenar la basura del día siguiente. La basura recolectada se transporta en una camioneta hasta las instalaciones del laboratorio de la Universidad para su análisis.

4. Análisis de las muestras. Para hacer el estudio de la basura se aplican las siguientes normas:

- **NOM-AA-15-1985.** Norma Oficial Mexicana. Protección al Ambiente. Residuos Sólidos Municipales Muestreo-Método de Cuarteo. Esta norma establece el método de cuarteo para residuos sólidos municipales y la obtención de especímenes para su análisis en el laboratorio.
- **NOM-AA-19-1985.** Norma Oficial Mexicana. Protección al Ambiente. Contaminación del Suelo-Residuos Sólidos Municipales-Peso Volumétrico "In situ". Establece el método para determinar el peso volumétrico de los Residuos Sólidos Municipales en el lugar donde se efectuó la operación de cuarteo.
- **NOM-AA-22-1985.** Norma Oficial Mexicana. Protección al Ambiente. Contaminación del Suelo-Residuos Sólidos Municipales. Selección y Cuantificación de Subproductos. Establece la selección

y método para la Cuantificación de subproductos contenidos en los residuos sólidos municipales.

- **NOM-AA-61-1985.** Norma Oficial Mexicana. Protección al Ambiente. Contaminación de Suelo. Residuos Sólidos Municipales. Determinación de Generación. Esta norma especifica un método para determinar la generación de residuos sólidos municipales a partir de un muestreo estadístico aleatorio.

Mediante estas normas se determina:

1. El peso de la basura generada por casa habitación y por persona.
2. El peso volumétrico de basura generada por día en cada zona.
3. Caracterización de la basura y peso en cada uno de los subproductos.
4. Obtención del tamaño real de la muestra.

#### **4.1 Determinación de la generación per cápita de los Residuos Sólidos**

La NOM-AA-22-1985 que establece el método para determinar la generación *per cápita* de residuos sólidos municipales a partir de observaciones de campo.

##### **4.1.1 Estudio de generación per capita.**

El procedimiento utilizado para determinar la generación se baso en la Norma Mexicana NMX-AA-61-1985-PROTECCION AL AMBIENTE-CONTAMINACION DEL SUELO- RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES- DETERMINACION DE LA GENERACION DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES A PARTIR DE LA GENERACION DE LOS RESIDUOS MUNICIPALES EN UN MUESTREO ESTADISTICO ALEATORIO. (D.O.F 1985 ).

De acuerdo al proceso que marca la norma NMX-AA-61-1985. Para la determinación de la generación, estos se dividen en:

1. Selección del Nivel de Riesgo
2. Determinación del Universo de Trabajo
3. Ubicación e identificación de los predios
4. elección.
5. Identificación física de los elementos seleccionados
6. Recolección de las muestras
7. Rechazo de las muestras
8. Ordenado físico de los elementos seleccionados
9. Criterio Dixon
10. Aplicación del Criterio Dixon.

Se lleva a cabo un muestreo estadístico completo en campo, con duración de 7 días más 1 día de operación purga o descacharrización, para toda la comunidad que se ha escogido.

**1. Selección del nivel de riesgo.** Se selecciona el nivel de riesgo  $\alpha=0.20$  tomada de una tabla de la norma NMX-AA-61-1985. De acuerdo a este factor de riesgo se debe tomar en cuenta un tamaño de 50.

“Comparación del nivel de riesgo según el tamaño de la Premuestra”

**Tabla 9. Nivel de riesgo n**

Riesgo	Tamaño de la premuestra
$\alpha$	N
.05	115
.10	80
.20	50

Fuente: NMX-AA-1985

**2. Determinar el Universo de trabajo.** Se determina y se ubica el universo de trabajo en un plano del poblado y se toman muestras aleatorias.

**3. Realizar un recorrido por el poblado** invitando a las personas a participar en el muestreo, a la vez que se les da una explicación de la separación de la basura, solo se toman las muestras de casas habitación, se rechazan las de algún comercio.

**4. Elegir las casas que participaran en la separación,** anotando un registro para su previa identificación. El primer día no se toma en cuenta, ya que se considera descacharrización, ya posteriormente se lleva a cabo el programa de generación de Residuos Sólidos.

**5. Realizar visitas** a los predios seleccionados para el muestreo con el objeto de explicarles la razón del estudio y así pedir su valiosa colaboración dándonos sus residuos de todos los días por un periodo de 8 días.

**6. Recolectar las muestras,** en el primer muestreo, se recolectan las bolsas negras y se toma el peso de cada una, y se les va dejando una bolsa cada día para el almacenaje de sus residuos, cada bolsa se enumera de acuerdo al número asignado a la casa habitación todos los días se pesaba bolsa por bolsa y se hace posterior el peso volumétrico,

posteriormente se procede realizar el método de cuarteo.

7. **Rechazar la Muestra.** Al finalizar el muestreo, se procede a descartar los elementos que no entregaron su muestra, durante un mínimo de 3 días.
8. **Ordenar los elementos seleccionados.** Cuando por alguna razón no se logra obtener alguna muestra, anotar en el registro el valor de cero. Por lo que no hay que considerar para el promedio de la generación per capita.

De los datos obtenidos en cada casa, durante la semana del muestreo, se calcula la generación per capita, por lo que se obtiene un valor “n” de los valores promedio, uno por cada casa incluida en la premuestra. Por lo anterior se utiliza la siguiente expresión algebraica:

$$X_1 \leq X_2 \leq X_3 \leq \dots \leq X_i \leq \dots \leq X_{n-1} \leq X_n$$

$X_i$  = Valor promedio de los datos obtenidos por casa de los valores diarios de la generación de los residuos obtenidos durante el periodo de observación.

9. **Criterio de Dixon.** Realizar el análisis de rechazo de observaciones sospechosas, empleando el criterio de Dixon. Este consiste en un análisis estadístico en el que se establecen los criterios para poder considerar si los valores que se obtienen en el campo de estudio son realmente significativos, para considerarlos como la muestra del lugar de estudio. Por lo que hay que establecer los niveles de confianza de acuerdo al número de observaciones y se calcula el valor estadístico permisible correspondiente al percentil definido por el nivel de confianza establecido  $(r_{1-\alpha/2})$  y el número de observaciones. Este valor se compara con los valores de los elementos que se sospechan tanto máximos como mínimos y con el nivel de confianza se obtiene el error muestral y con este calcular el número real de las muestras ( $n_1$ ) considerar las siguientes condiciones.

Si  $(n_1) >$  que la muestra  $(n)$ . Entonces se necesita hacer nuevas pruebas.

Si  $(n_1) <$  que la muestra  $(n)$ , entonces el número de las premuestras es aceptado como el tamaño de muestra final.

Después realizar el análisis de la confiabilidad con el objeto de aceptar o rechazar los estadísticos de la muestra como parámetros del universo de trabajo.

### **10. Aplicar el Criterio de Dixon.**

**a). Obtener del valor estadístico (r).** Ordenar los elementos con los criterios establecidos en el número 7 para el rechazo de los datos. Una vez ordenados calcular el valor estadístico (r), con las siguientes expresiones algebraicas.

Cuando se sospecha del elemento máximo de las observaciones:

$$r = \frac{X_n - X_i}{X_n - X_j}$$

Cuando se sospecha del elemento mínimo de las Observaciones:

$$r = \frac{X_j - X_1}{X_i - X_1}$$

Donde:

$n$ = Numero de observaciones o elemento mayor

$1$ = Elemento menor

$i = n - (j-1)$

$j$ = Elemento del muestreo que define el limite inferior del intervalo de sospecha en la cola superior de los datos ya ordenados.

Ya obteniendo el valor de (r) correspondiente al elemento sospechoso a máximo o mínimo, se calcula el valor permisible ( $r_{1-\alpha/2}$ ), correspondiente al percentil definido por el nivel de confianza establecido y el número de observaciones correspondientes. Con el valor del estadístico permisible ( $r_{1-\alpha/2}$ ), comparar con el valor estadístico de (r) con el fin de aceptar o rechazar las observaciones sospechosas de acuerdo al siguiente criterio.

Si  $r > (r_{1-\alpha/2})$ , se rechaza la observación sospechosa

Si  $r < (r_{1-\alpha/2})$ , se acepta la observación sospechosa.

Con los criterios señalados anteriormente comparar el valor de (r) para las dos distintas situaciones, hasta lograr que se cumpla la condición de que sea menor el valor de (r), ya sea que se sospeche del elemento máximo o mínimo.

**b) Calcular el promedio y la desviación estándar.** Una vez que se rechazan o aceptan las observaciones sospechosas, se hace un análisis estadísticos de los (n) valores promedios resultantes por casa y la desviación estándar de los valores.

**c) obtener el valor (t).** Verificar el tamaño real de la muestra, de acuerdo a los datos obtenidos, para lo que se calcula con base a la desviación estándar de la muestra, utilizando la distribución (t) de student de la tabla de percentiles de la distribución (t) de la NMX-AA-61-1985. El valor (t) se obtiene, con el factor de riesgo seleccionado  $\alpha = 0.20$ , utilizando la siguiente fórmula:  $(1 - \alpha/2)$ , sin embargo para este estudio, la distribución (t) de student no fue suficiente y se utilizó la tabla de distribución normal, ya que esta es más precisa.

**d) Determinación del tamaño real de la muestra.** Para determinar el valor real de la muestra es necesario la aplicación de la siguiente expresión algebraica.

$$n_1 = \left( \frac{t_s}{E} \right)^2$$

Donde:

$n_1$  Tamaño real de la muestra

E= Error Muestral en Kg/hab/día

S= Desviación estándar

t= Percentil de distribución (t) de student, para cierto valor de nivel de confianza.

Una vez que se determina el valor de muestra ( $n_1$ ), se compara con el valor de la premuestra ( $n$ ) pudiéndose presentar las siguientes situación.

a) Si  $n_1 > n$ ; entonces  $n_2$  (elementos faltantes) =  $n_1 - n$ ; por lo tanto  $n_2 > 0$

En esta situación el tamaño de la muestra  $n_1$  resulta ser menor que el tamaño de la premuestra para cumplir con la confiabilidad deseada para el muestreo.

Por lo que se deberá realizar un nuevo análisis estadístico, que tome en cuenta  $n_1$  elementos de la premuestra, como a los  $n_2$  elementos faltantes para la respectiva muestra.

b) Si  $n_1 = n$ ; entonces  $n_2 = 0$

Para esta situación el tamaño real de la muestra  $n_1$  es igual al tamaño real de la premuestra  $n$ , por lo que no se requiere de mas elementos  $n_2$  para considerar valido el muestreo. Por lo que se acepta el análisis estadístico.

#### **4.2 Caracterización de Residuos sólidos domiciliarios en la zona de estudio.**

##### a) Método de cuarteo

El primer paso para la realizar la caracterización es la aplicación del método de cuarteo de la NMX-AA-015-1985 PROTECCION AL AMBIENTE CONTAMINACION DEL SUELO-RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES - MUESTREO-METODO DE CUARTEO. (D.O.F, 1985).

Para realizar el cuarteo, se toman las bolsas de polietileno conteniendo los residuos sólidos, resultados del estudio de generación según NMX-AA-1985, descrita anteriormente.

El contenido de dichas bolsas se vierte en forma de un montón sobre un área plana de cemento.

El montón de residuos sólidos se homogeniza, con el uso de palas y tridentes, dividiéndose en cuatro partes aproximadamente iguales. Dividiéndose los extremos A y C, o B y D, dejando solo la mitad de la porción con los cuales se hizo la selección de subproductos. Con las partes eliminadas se realiza el peso volumétrico como se indica en la NMX-AA-19-1985.

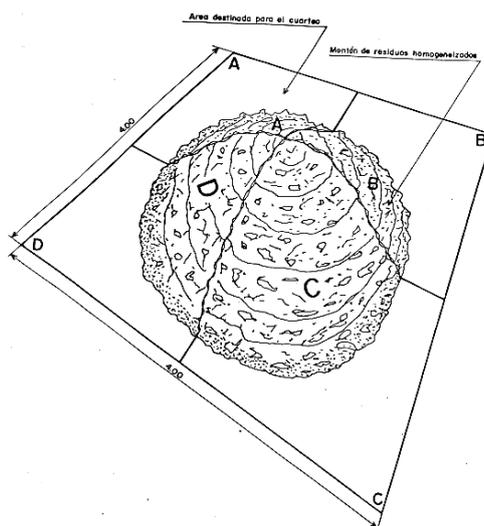


Figura 1 método de cuarteo

b) Composición del residuo.

Una vez que realiza el cuarteo, seleccionar los residuos para la selección de subproductos, mismos que se muestran en la tabla 10 “Clasificación de subproductos seleccionados”, extraída de NMX-AA-22-1985.

**Tabla 10 Clasificación de subproductos seleccionados**

SUBPRODUCTOS		
ALGODÓN	HULE	PAPEL SANITARIO
ALUMINIO	LATA	PET
BATERIAS	LLAVES	PLASTICO RIGIDO
CABLES	LOZA Y CERAMICA	POLIESTIRENO
CARTÓN	MADERA	POLIURETANO (UNICEL)
CARTÓN ENCERADO	MATERIAL DE CONSTRUCCION	POLIESTRENO EXPANDIDO
CERA	MATERIAL FERROSO	RESIDUOS ALIMENTICIOS
CUERO	MATERIAL NO FERROSO	RESIDUOS DE JARDINERÍA
RESIDUO FINO	PLASTICO DE PELICULA	TRAPO
TETRAPACK	PLASTICO METALIZADO	VIDRIO DE COLOR
FIBRA DURA VEGETAL	PAÑAL DESECHABLE	VIDRIO TRANSPARENTE
FIBRAS SINTETICAS	PAPEL	ZAPATO
HUESO	PAPEL METALIZADO	OTROS

Fuente: NMX-AA-22-1985

A continuación se presenta la descripción de cada uno de los elementos que contiene la clasificación en la tabla anterior, la cual sirve para no tener algún tipo de error al momento de realizar la caracterización.

Algodón: Fibras naturales como estopa, relleno de sillas y sillones.

Aluminio: Latas de refresco, papel, ollas.

Baterías: Todo tipo de alcalinas, de zinc, etc.

Cartón: Se considera material de empaque, ya sea liso, rugoso, natural color café, con pintura o blanqueado.

Cuero: Piel curtida de cualquier origen, en cualquier forma y color

Hueso y materiales cartilagosos: Son los que proceden de carnicerías o expendios de pollo.

Hule: En estos se encuentra los empaques, ligas, llantas, suelas de zapato.

Loza y cerámica: estas por lo regular son cerámica, como platos, tazas y ollas.

Madera: Esta puede ser de desechos de utensilios no de construcción.

Material de construcción: Como escombros, tiroles, yeso, cemento, cimbras, marcos metálicos de puertas y/o ventanas.

Material ferroso: Son diferentes a las latas y material de construcción.

Material no ferroso: Como aluminio, pero que sea diferente a las latas y a los escombros de construcción. Por ejemplo. Salpicaderas, estructuras de bicicletas, etc.

Medicamentos: cualquier tipo de medicamento.

Otros: En estos se incluyen todos aquellos residuos que no se encuentran clasificados.

Pañal desechable:

Papel: En todas sus formas, como periódico, empaques de oficina, texturas y colores, pudiendo venir o no con cobertura de aluminio, encerado o plástico.

Plástico de película o polietileno de baja densidad: con el que se fabrican la mayoría de las bolsas, con color o transparente.

Plástico metalizado: envolturas de sabritas, de galletas.

Plástico rígido: Se encuentran dentro de este el polietileno tereftalato PET, polietileno de alta densidad, cloruro de polivinilo PVC, polipropileno PP, materiales de los cuales están elaborados la mayor parte de los empaques comerciales.

Poliestireno: Como el unicel, material empleado como aislante o empaque.

Poliuretano: Plástico con que se elaboran varios objetos de uso doméstico como cubetas, tinas, baldes, etc.

Residuo fino: Que pase por la criba M 2.00

Residuos alimenticios: Como los provenientes de casas habitación, restaurantes y o centros de servicios.

Residuos de jardinería: Como es el pasto, material de poda y hojarasca, etc.

Tetra pack: Envase de cartón encerado como los envases de leche fresca,

jugos etc.

Trapo: De origen vegetal o sintético.

Vidrio de color: Ambar, verde, azul, rojo.

Vidrio transparente.

2. Ya clasificados los subproductos, se pesan por separados en la bascula de piso, y se anota el resultado en la hoja de registro.

3. Posteriormente se calcula la generación porcentual diaria, con la siguiente expresión.

$$PS = \frac{G_1}{G} * 100$$

De donde:

PS= Porcentaje del subproducto considerado

G1= Peso del subproducto considerado en kilogramos

G= Peso total de la muestra.

### **4.3 Peso volumétrico in situ.**

NOM-AA-4-1985. Establece un método para determinar el peso volumétrico de los residuos sólidos municipales en el lugar en el que se efectúa la operación de cuarteo.

Para determinar del peso volumétrico in situ, se toman los residuos eliminados de la primera operación del cuarteo (NMX-AA-15-1985).

Antes de comenzar la operación se verifica que el recipiente, este limpio y libre de abolladuras; así como también que la báscula este nivelada.

A continuación se pesa el recipiente vacío, (cesto de plástico con capacidad de 20 litros), tomando este peso como la tara del recipiente.

Posteriormente, se llena el recipiente hasta el tope, con los residuos sólidos homogenizados y se golpea contra el suelo tres veces dejándolo caer desde una altura de 10 centímetros aproximadamente. Nuevamente se agregan residuos hasta el tope, cuidando de no presionar los residuos en el recipiente para no alterar el peso volumétrico; una vez lleno el recipiente se pesa y se resta el valor de la tara para obtener el peso volumétrico de los residuos sólidos.

El peso volumétrico de los residuos se calcula con las siguiente formula.

$$P_v = P/V$$

Donde:

$P_v$ = Peso volumétrico del residuo sólido en kg/m<sup>3</sup>

$P$ = Peso de los residuos sólidos (peso bruto menos la tara) en Kg.

$V$ = Volumen del recipiente en m<sup>3</sup>.

#### **4.4 Alternativas de manejo, procesamiento y disposición de los residuos sólidos domiciliarios**

La finalidad de un estudio para caracterizar los residuos es identificar las fuentes, características y cantidades de residuos generados. Una vez que se conoce la cantidad de basura generada en una localidad, así como la composición porcentual de los diferentes subproductos se tienen elementos para poder calcular el equipo necesario para su recolección, además se puede evaluar su potencial de aprovechamiento, reuso, reciclado así como la cantidad de basura que debe tener un tratamiento previo a su disposición final, y finalmente se puede determinar el volumen necesario para disponer estos residuos en el sitio de disposición final. También se puede calcular la cantidad de material que se puede compostear a sí como los beneficios económicos por el potencial de aprovechamiento de los residuos recuperados.

Para que se tenga un adecuado manejo, procesamiento y disposición final se deben llevar a cabo lo siguiente.

Tener como la primera línea de acción en el manejo de desechos la reducción en la fuente, o sea, no producirlos; la segunda línea de acción es la reutilización de éstos, para hacer otros productos útiles; la tercera es reciclar; y la cuarta, y última opción, es disponerlos en un relleno sanitario o quemarlos en un incinerador. Para disminuir el problema de los desechos se necesita utilizar elementos de estas cuatro opciones. Se trata de "las cuatro erres": reducir, reparar, reutilizar y reciclar.

A continuación se describen cada una de las alternativas propuestas para este estudio.

**4.4.1. Uso y Reuso.** Dentro del reuso se encuentran los plásticos. Estos son reutilizados en la mayoría de los casos se dan en las casas o se son llevados a un área de recolección central. Los desechos plásticos que contienen materiales simples son relativamente limpios y pueden reciclarse mecánicamente.

Un método de uso es el de los envases retornables y reusables. En este sistema, las botellas son devueltas a comercios especializados por el consumidor. Por ejemplo, las botellas de cerveza o de refresco pueden ser reusadas nuevamente, aunque en general el uso de botellas retornables no es muy apreciado por la industria de bebidas porque exige manipulación, almacenamiento, transporte, y el lavado de las botellas antes de rellenarlas.

Se recomienda la reutilización de un producto para la misma función que fue concebido. Por ejemplo: El papel se puede usar por ambos lados para escribir. También es posible reutilizar un producto para una función diferente, por ejemplo, una botella de bebida puede ser reutilizada como macetero; las cajas de cereales o arroz para trabajos manuales o artesanales.

Siendo consumidores conscientes vamos produciendo pequeños cambios favorables, como por ejemplo la reorientación de la producción hacia la fabricación de objetos y envases que tengan mayor capacidad de ser reutilizados, logrando una reducción de la producción de objetos que se convierten en desechos prácticamente al momento de usarlos. Otra alternativa es la donación de ropas, juguetes, muebles o libros que ya no necesitamos a iglesias, hospitales, escuelas o instituciones pertinentes para que éstos sean reutilizados por otras personas, ¡pero nunca botarlos!

**4.4.2. COMPOSTEO.** Una alternativa para la disminución de los residuos es el compostaje, ya que se estima que el 40% de la basura que producimos en la casa se compone de materia orgánica, que al poco tiempo de ser desechada se descompone provocando mal olor y atrayendo fauna nociva como moscas, cucarachas, ratones etc.

Estos materiales se pueden aprovechar para la elaboración de la composta y así evitar los problemas ya mencionados además de que nos ayudan a tener un jardín bello y saludable.

Existen muchas maneras diferentes de hacer una composta, como es en botes, tambos, cajas, en hoyos dentro de la tierra, en pilas, y en fermentos. Cualquier tipo que se decida a realizar se recomienda que se tenga cierta higiene y esta no debe molestar a la familia o a vecinos, es decir que no debe tener malos olores ni fauna nociva, como cucarachas y ratas. Así tendremos una composta ideal para nuestra reducción de basura.

La elaboración de composta es un ejemplo de cómo podemos reutilizar los residuos orgánicos.

La composta es un tipo de abono orgánico que se prepara con diferentes materiales orgánicos, los cuales los podemos encontrar en nuestra misma comunidad, aportando nutrientes y mejorando la estructura del suelo. Esta convierte los desperdicios del hogar en fertilizante y materia orgánica valiosa para los suelos.

Las Ventajas que nos da elaborar una composta se enlistan a continuación

1. Mejora la estructura del suelo.
2. Reduce la erosión.
3. Retiene la humedad.
4. Favorece y alimenta la vida del suelo.

5. Contribuye a estabilizar el pH del suelo.
6. Neutraliza las toxinas del suelo.
7. Sus ácidos disuelven los minerales del suelo, para que las plantas puedan aprovecharlos.

**4.4.3. RECICLAJE.** Los materiales que reciben mayor atención como reciclable son los productos de papel y el papel en sí, el acero y el hierro, el aluminio, los plásticos y el vidrio.

Teniendo que estos materiales cuentan características específicas que los hacen ser reciclables como es el caso de los siguientes materiales:

1. **Papel:** Es un material muy versátil con una larga historia. Puede ser usado para escribir en él, imprimir y embalar. Ya es además reusado, reciclado, compostado o quemado como combustible con significativos logros económicos y beneficios medioambientales. Los principales tipos de papel actualmente reciclados son: papel periódico, cartón ondulado, papel de alta calidad y papel mezclado.

**a) Papel periódico.** El Instituto para las Existencias de papel, divide el papel periódico en cuatro calidades: la clase destintador se utiliza para el papel periódico, el papel higiénico, pañuelos de papel y papel de mas alta calidad, mientras que las otras clases se utilizan principalmente para producir cartón y productos para la construcción.

**b) Papel cartón ondulado.** El cartón ondulado es la fuente individual mas grande de papel residual para el reciclaje; en 1988, se recogieron aproximadamente 9,7 millones de toneladas de cajas de cartón ondulado usadas, lo que presentaba una tasa de reciclaje del 45 %.

**c) Papel de alta calidad.** Los papeles de alta calidad usados incluyen papel de informática, papel de cuentas blanco y coloreado (papeles de hilo para maquinas de escribir y otros papeles), libros guillotados (es decir con los dorsales y tapas separadas) y papel de reproducción , el mercado para este material ha sido históricamente estable, porque el papel de buena calidad , es decir, sin tratamiento, no satinado y que contiene un alto porcentaje en fibras largas, puede sustituir directamente a la pulpa de madera o puede ser destinado para producir papel higiénico o papeles de hilo de alta calidad.

**d) Papel mezclado.** Según las normativas del Instituto para la Existencias de papel, el papel mezclado no se limita por los cubrimientos o los contenidos de fibras, si no que se limita por los papeles no aptos (tales como papel carbono).

2. Hierro y Acero. El acero es una aleación hecha de hierro y carbono, con pequeñas cantidades de otros elementos que se añaden para conferir propiedades particulares al metal producido. Las materias primas para la producción de acero son los minerales de hierro, carbón y caliza que e encuentran altamente disponibles. El acero es uno de los materiales más reciclados en el mundo. La chatarra de acero proviene de diferentes Fuentes como pueden ser. Vehículos, desechos productivos, industria de maquinarias, desechos de demolición y en envases. La mayor chatarra de acero se encuentra en los vehículos.

3. Los plásticos son materiales excepcionales con miles de usos, se estima que es lo que mas se produce en el mundo, ya que el 50 % de todos los artículos de consumo se empacan en plásticos, por lo cual consumen una gran cantidad de petróleo a nivel mundial. Existen mas de 50 tipos de plásticos como es el caso de los termoplásticos se consideran así porque se ablandan al calentarse y se endurecen al enfriarse.

4. El vidrio se ha empleado en la fabricación de envases desde hace largo tiempo. Aparentemente las botellas y envase de vidrio han sido encontradas desde fechas tan antiguas como 1500 años antes de Cristo. Actualmente hay 4 tipos fundamentales de vidrio:

- Vidrio cal-soda: se utiliza para contenedores, automóviles y ventanas
- Vidrio alcalino: para artículos de cristal, pantallas de televisores
- Vidrio borosilicato: para fibra de vidrio, artículos horneables.
- Vidrio técnico: para equipos científicos y ópticos.

En todos los casos, la arena es el principal constituyente del vidrio. El vidrio puede hacerse de arena únicamente a temperaturas superiores a los 1700°C. La mayoría de los vidrios comerciales contienen entre 70-74% de silicio, de 12-16% de óxido de sodio, de 5-11% óxido de calcio, de 1-3% de óxido de magnesio y de 1-3% de óxido de aluminio.

5. Las latas de aluminio son aceptan en programas de recogida en acera, en centros de recompra, en centros de recogida para el reciclaje y también con los chatarreros. Se recomienda tener en todos los lugares depósitos para recipientes de bebidas, así como los centros de devolución en los supermercados. Una vez entregado las latas estas se deben de aplastar, empacar y transportar hasta las plantas de recuperación, donde las latas serán trituradas y así se reducirán los volúmenes de residuos.

**4.4.4. Disposición final.** La disposición final es el último paso que se debe de seguir, ya que esta alternativa, es usada solo para llevar los materiales, que realmente no son útiles para nuevas actividades. Como son los residuos sanitarios en los que se contempla los pañales, papel higiénico, medicamentos, jeringas, etc.

O aquellos residuos que por su peligrosidad necesiten de un tratamiento especial para su almacenamiento en los centros de disposición final.

Un relleno sanitario constituye una alternativa al vertedero, porque está diseñado para depositar los residuos en la tierra, pero tomando las precauciones técnicas que reducen los riesgos para la salud humana. A continuación se enlistan algunas de las características

1. Ubicación en un área geográficamente estable y sin riesgo de inundación;
2. Capa inferior impermeable, para impedir el movimiento del lixiviado hacia los residuos sólidos subterráneos;
3. Sistema de recolección de lixiviado;
4. Sistema que permite el control del metano y, a veces, un sistema de recuperación para usar el metano como combustible;
5. Recubrimiento diario de los desechos con tierra;
6. Procedimiento para excluir la presencia de desechos tóxicos.

#### **4.4.5 Normas aplicables para la Disposición Final de Residuos Sólidos.**

En México, la normatividad existente es reciente, teniéndose dos Normas Oficiales Mexicanas:

1. NOM-083-ECOL-1996. QUE ESTABLECE LAS CONDICIONES QUE DEBEN REUNIR LOS SITIOS DESTINADOS A LA DISPOSICION FINAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES.

Esta Norma Oficial Mexicana establece las condiciones de ubicación, hidrológicas, geológicas e hidrogeológicas que deben reunir los sitios destinados a la disposición final de los residuos sólidos municipales, y es de observancia obligatoria para aquellos que tienen la responsabilidad de la disposición final de los residuos sólidos municipales.

2. PROYECTO DE NOM-084-ECOL-1994 QUE ESTABLECE LOS REQUISITOS PARA EL DISEÑO DE UN RELLENO SANITARIO Y LA CONSTRUCCIÓN DE SUS OBRAS COMPLEMENTARIAS.

Para esto se tiene la codisposición, la cual consiste en la disposición consciente y ordenada de los residuos peligrosos (o especiales) con los residuos domésticos de manera que se utilicen las propiedades de degradación de éstos últimos para atenuar el impacto que los residuos peligrosos pueden tener sobre el ambiente. Una cuidadosa codisposición controlada de residuos peligrosos puede ser un concepto alternativo de los rellenos sanitarios. Esta práctica requiere especial precaución y manejo de todas las operaciones que involucra, teniendo en cuenta que los residuos destinados a codisposición deben ser compatibles con los residuos municipales.

Así como también esta el confinamiento controlado, el cual es una obra de ingeniería para la disposición final de residuos peligrosos, construida y operada de manera tal que garantice su aislamiento definitivo.

La localización y selección de sitios para confinamientos deberá buscar formas geológicas estables, considerando el diseño y construcción de celdas de confinamiento, obras complementarias y celdas de tratamiento. Una vez depositados los residuos, el generador y la empresa de servicios de manejo contratada para la disposición final deberá presentar a la autoridad reportes de cantidad, volumen, naturaleza de los residuos, fecha de disposición, ubicación dentro del confinamiento y sistema de disposición final. Los lixiviados y gases deberán colectarse y tratarse para evitar la contaminación al ambiente y deterioro de los ecosistemas.

Figura. 2. Principales Sistemas de disposición final  
de los residuos sólidos.



#### **4.5. La separación de los Residuos Sólidos por medio de la educación ambiental.**

Para la realización de la separación por medio de la educación es importante seguir los siguientes pasos.

1.- Se realiza una entrevista con las personas de las viviendas a realizar la separación en la cual se les invita para participar en el programa de educación ambiental en el que se les da una plática de sensibilización y se les entrega un tríptico informativo.



2.- Una vez que las personas aceptan participar se les entregan 3 bolsas de diferente color, una verde para orgánicos, azul para inorgánicos y roja para sanitarios.

3. Posterior se recolectan las bolsas entregadas el día anterior y se deja un nuevo juego de bolsas para el día siguiente. Y así sucesivamente se ara hasta a completar los 7 días de la separación.

4. Ya que se termino de recoger la basura se procede a revisar el contenido de la bolsa para evaluar el procedimiento de separación y se califica esta actividad en bien, mal o regular.

5. Después de recoger las bolsas casa por casa se procede a pesar cada una de las bolsas por color y se anota el peso que se obtuvo por color de bolsa por día.

7.- Por ultimo se hace un análisis estadístico de las bolsas colectadas por color, y por evaluación de la separación.

**CAPITULO V.  
RESULTADOS**

**5.1 Determinación de la generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios en la zona de estudio.**

Para la determinación de la generación per capita de los residuos sólidos se obtuvo la participación de 247 personas distribuidas en la zona de estudio, el numero total de casas muestreadas fue de 54 en total. Durante el periodo de premuestreo se entregaron un total de 440 bolsas, recogándose 370 muestras, por lo que se consiguió un 84.09% de participación ciudadana.

El análisis estadístico de los datos obtenidos, aplicando la Norma Oficial Mexicana NOM-AA-61, determino que la generación per capita de residuos sólidos promedio generada en el poblado Javier Rojo Gómez es de 0.436 kg./persona/día.

Siguiendo los pasos, que definen la NMX-AA-61-1985, para la obtención de la generación, se determina los siguientes valores.

1. Selección del nivel de riesgo y obtención del promedio por casa habitación.

**Tabla 12. de valores de  $\alpha$ , n y xi**

<b>Datos</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Resultado</b>
Valor de riesgo	A	.05
Tamaño de la muestra	N	54
Promedio por casa habitación durante los días de muestra	Xi	.436 km/hab*día

2. Criterio de Dixon.

2.1 Obtención del valor estadístico. (r)

Posteriormente se realizó el análisis de rechazo de observaciones sospechosas, siguientes el criterio Dixon, los resultados se presentan a continuación.

Una vez ordenados de mayor a menor y depurados los elementos se cálculo

el valor estadístico (r), con las expresiones algebraicas.

$$\alpha = 0.20 \quad 1 - \left(\frac{\alpha}{2}\right) = 1 - \left(\frac{0.20}{2}\right) = 1 - 0.1 = 0.9$$

y con 54 observaciones (más de 25), que se realizaron en este muestreo, se obtuvo que:  $r_{1-\alpha/2} = 0.9$ . Esta información fue extraída de la tabla “criterios para el rechazo de observaciones restantes” de la NMX-AA-61-1985.

**Tabla 13. Valores promedio en orden de menor a mayor.**

1	0.0887	19	0.3066	37	0.5404
2	0.0944	20	0.3141	38	0.5446
3	0.1012	21	0.3255	39	0.5568
4	0.1457	22	0.3316	40	0.5621
5	0.1534	23	0.3358	41	0.5626
6	0.1595	24	0.3625	42	0.5943
7	0.1612	25	0.3684	43	0.6080
8	0.1621	26	0.3701	44	0.6417
9	0.1873	27	0.3901	45	0.6566
10	0.1910	28	0.3935	46	0.6810
11	0.2133	29	0.3967	47	0.7503
12	0.2307	30	0.4231	48	0.7625
13	0.2363	31	0.4377	49	0.7668
14	0.2452	32	0.4525	50	0.8460
15	0.2773	33	0.4556	51	0.9142
16	0.2823	34	0.4663		
17	0.2926	35	0.5226		
18	0.3035	36	0.5404		

## 2.2 Análisis de la “cola superior”

Cuando se sospecha del elemento máximo de la muestra, se utiliza la siguiente expresión algebraica, para la obtención de  $r$  para cada uno de los valores que se sospechan.

$$r = \frac{xn - xi}{Xn - xi}$$

Para este estudio se considero como sospechoso a los 9 primeros datos (cola inferior), así, como los 9 últimos (cola superior).

Para aplicar el análisis para aceptar o rechazar el elemento máximo, se aplica la siguiente expresión para aceptar o rechazar los elementos de la siguiente manera.

1. Para aceptar o rechazar el elemento 54 se tiene como  $j=9$ , entonces  $X_j=X_9$  que es el elemento 9 de la tabla  $X_9= 0.187$  y  $n=54$ , entonces  $X_n=54$  que es el ultimo elemento de la tabla.

$$i = n - (j - 1)$$

Entonces

$$i = 54 - (9 - 1) = 54 - 8 = 46$$

$$\frac{X_{54} - X_{46}}{X_{54} - X_7} = \frac{1.028 - 0.681}{1.028 - 0.187} = \frac{0.347}{0.841} = 0.412$$

Siendo 0.412 menor que:

$$r_1 - \left(\frac{\alpha}{2}\right) = 0.9; \text{ Se acepta el elemento 54.}$$

## 2.3. Análisis de la cola inferior.

Cuando se sospecha del elemento mínimo de la muestra se utiliza la

siguiente expresión algebraica, para la obtención de r para uno de los datos que se sospechan.

$$r = \frac{X_j - X_1}{X_i - X_1}$$

De donde:

j = 9 entonces  $X_j = X_9$  que es el elemento 9 de la tabla  
 $X_9 = 0.187$

Para calcular el valor de i se aplica la siguiente fórmula:

$i = n - (j - 1)$  entonces:

$i = 54 - (9 - 1) = 54 - 8 = 46$

$$\frac{X_9 - X_1}{X_{46} - X_1} = \frac{0.187 - 0.088}{0.681 - 0.088} = \frac{0.099}{0.593} = 0.166$$

Siendo 0.166 menor que  $r_{1-\alpha/2} = 0.412$ , se acepta y por lo tanto se aceptan también los ocho elementos que integran la cola inferior puesto que son mayores al aceptado.

### 3. obtención del valor “ t ”

Al finalizar el análisis de las colas, se rechazaron dos elementos sospechosos, por lo tanto, con los 52 elementos restantes de la muestra, se calculó el promedio, la media y la desviación estándar los cuales se presentan a continuación:

**Tabla 14. Resultado del análisis estadístico.**

<b>Concepto</b>	<b>Valor</b>
Media	0.425
Desviación estándar	0.21
Promedio (generación per cápita)	0.436
Error muestral	0.4

3. Obtención del valor t y Determinación del tamaño de la Muestra.

Determinación del tamaño real de la muestra con un riesgo  $\alpha$  0.20 tomado en este muestreo se tiene que.

$$t = 1 - \alpha = 1 - 0.1 = 0.90$$

Para conocer el valor de t con t90 y 52 observaciones se consulto la tabla 8.

Para áreas bajo la curva de distribución normal; ya que a partir de 30 elementos la distribución “t” de student se aproxima a una distribución normal.

Entonces con t90 y con un total de 52 observaciones de la tabla antes mencionada se obtuvo.

$$t = 1.28$$

Con los valores ya obtenidos de  $S = 0.21$  y de  $E = 0.04$  se aplica la siguiente formula.

$$n_1 = \frac{(t * S)^2}{E}$$

De donde

$n_1$ = tamaño real de la muestra

E= error muestral. En este caso se utiliza  $E = 0.04$  que esta dentro del rango recomendado en la norma NOM-AA-61-1985

S= desviación Estándar de la premuestra

t= Percentil de la distribución “t” de student, correspondiente al nivel de confianza definido por el riesgo empleado.

$$n_1 = \frac{(1.28) * (0.21)^2}{0.04} = \frac{0.26}{0.04} = (6.72)^2 = 45.15 \text{muestras}$$

Comparando n con  $n_1$  se obtuvo que  $n_{52} > n_1$  45, por lo tanto se toman las 52 observaciones.

Para el cálculo de este muestreo se utilizan las 54 muestras para asegurar la confiabilidad del estudio.

#### 5. análisis de confiabilidad

Se realizó el análisis de confiabilidad para aceptar o rechazar los resultados estadísticos de la muestra. La cual consiste en una prueba de hipótesis en dos colas para definir si la media muestral es igual o difiere de la media poblacional.

Siguiendo la siguiente fórmula.

$$t = \frac{\mu - X}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$
$$t = \frac{0.04}{\frac{0.21}{\sqrt{52}}} = \frac{0.04}{0.029} = 1.37$$

Tomando en cuenta los valores de la tabla percentil de la distribución “t” de la NMX-AA-1985 se toma una confiabilidad del 85%

**Tabla 15.” Percentil de la distribución t”**

<b>t</b>	<b>Rango de confiabilidad</b>
t(0.90)	1.289 para el 80% de confiabilidad
t(0.93)	1.369 para el 85% de confiabilidad
t(0.95)	1.658 para el 90% de confiabilidad
t(0.975)	1.980 para el 95% de confiabilidad
t(0.99)	2.358 para el 98% de confiabilidad
t(0.995)	2.617 para el 99% de confiabilidad

## **5.2 Caracterización de los Residuos Sólidos**

La caracterización de los residuos se llevo a cabo, mediante la determinación de las principales cualidades y características de la basura, con base en porcentajes de los principales elementos que los constituyen para establecer las cantidades y variaciones.

Lo importante de esta caracterización es que se trata de un método que permite conocer la composición de los residuos sólidos, permitiendo diseñar una mejor gestión integral.

La selección y cuantificación de los productos encontrados en los residuos sólidos del poblado Javier Rojo Gómez, se fueron clasificando día a día hasta que se obtuvo los pesos de toda la semana, así se puede llevar a cabo el llenado de la lista de subproductos. (Tabla 16)

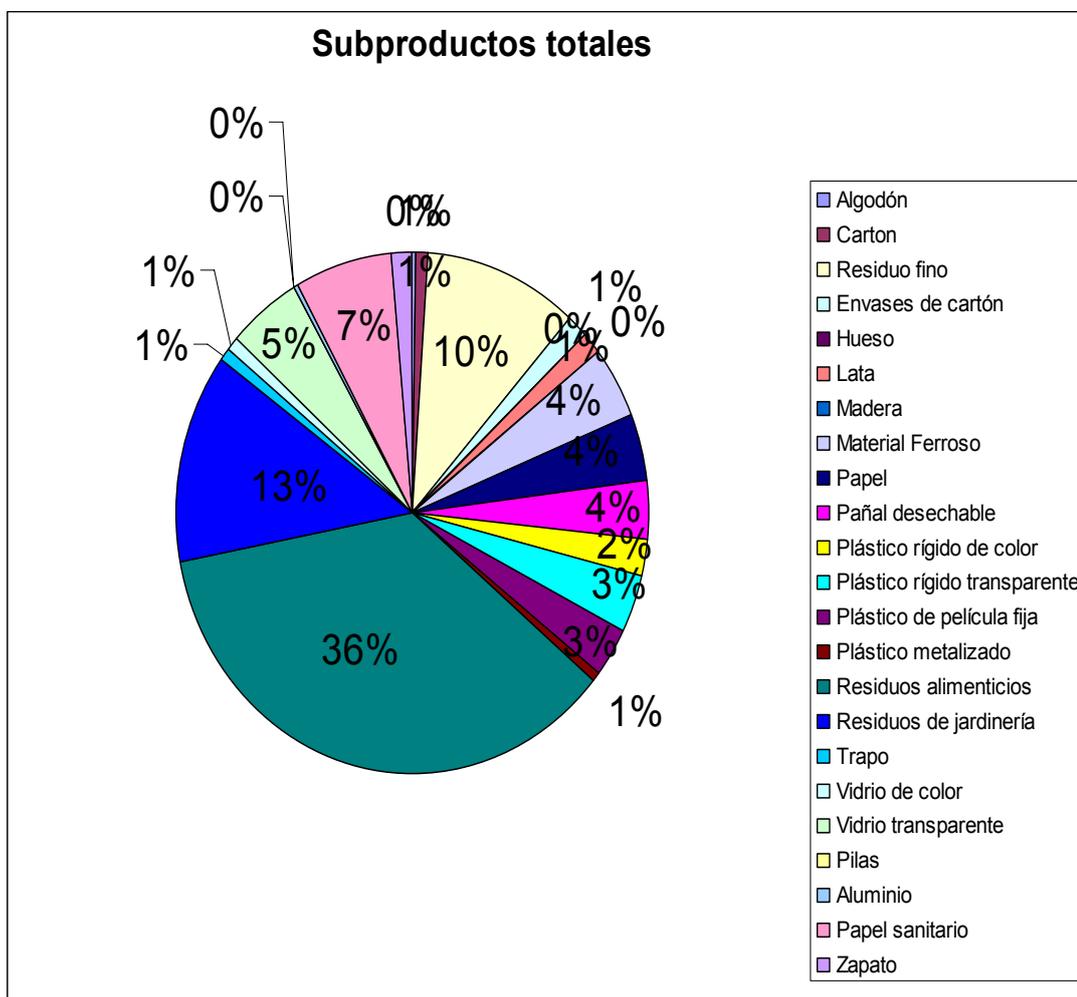
Se llevó a cabo el método de cuarteo y se selecciono la totalidad de la muestra para cada una de las determinaciones, y se procedió a agregar las 32 líneas de subproductos especificadas en la Norma Mexicana correspondiente.

**Tabla 16. Lista de subproductos obtenidos.**

<b>SELECCIÓN Y CUANTIFICACION DE SUBPRODUCTOS</b>								
<b>SUBPRODUCTOS</b>	<b>PESOS kg.</b>							
	<i>1o. Día</i>	<i>2º Día</i>	<i>3er. Día</i>	<i>4º. Día</i>	<i>5o. Día</i>	<i>6o. Día</i>	<i>7o. Día</i>	<i>8. Día</i>
Algodón	0.480							
Carton	0.930	0.515	0.315	0.470				
Cuero								
Residuo fino	3.96	7.290	1.325	0.140	3.255	2.615	2.580	2.335
Envases de cartón					0.785	0.650	0.550	0.950
Fibra dura vegetal								
Fibras sintéticas								
Hueso			0.020			0.070		0.265
Lata	0.430			0.080		1.650	0.15	0.590
Loza y cerámica								
Madera			0.055	0.015		0.140		
Material de construcción								
Material Ferroso	0.125	0.410	1.765	0.435	645		0.360	
Material no ferroso								
Papel	0.250	0.610	0.515	0.215	2.230	1.075	1.255	0.755
Pañal desechable	0.120	0.965	1.315	0.945	1.770	2.240	0.620	
Plástico rígido de color	1.385		0.760	0.525	0.590	0.745	0.385	0.660
Plástico rígido transparente		0.955	0.810	0.355	0.520	4.320	0.295	0.530
Plástico de película fija	1.345	0.875	0.385	0.855		1.595	1.135	0.725
Plástico metalizado			0.135			0.150	0.090	1.130
Poliuretano (unicel)		0.005	0.070	0.120	0.010	0.025		
Poliestireno expandido								
Residuos alimenticios	6.670	15.505	18.480	9.750	8.135	12.700	3.385	5.395
Residuos de jardinería	4.59	5.195	4.180	5.800	0.680	3.185		5.820
Trapo	0.08		0.750	0.225	0.075	0.505		0.295
Vidrio de color		0.155	0.815		0.115	0.615		
Vidrio transparente	1.84	1.400	1.450	1.275	0.775	1.350	0.560	2.740
Pilas	0.30							
Aluminio	0.095	0.160	0.095		0.015			
Papel sanitario	1.385	1.075	1.885	1.545		1.270	0.325	760
Zapato		1.480		0.595	0.980			
<b>Total</b>	23.985	36.595	35.125	23.345	26.385	34.9	11.69	29.79

A continuación, se presenta la grafica de la tabla 16, en la cual se muestran los porcentajes obtenidos en la semana de muestreo, danco una idea de cual es el subproducto que mayormente se encuentra en la zona de estudio.

Grafica 3. Selección y Cuantificación de Subproductos.



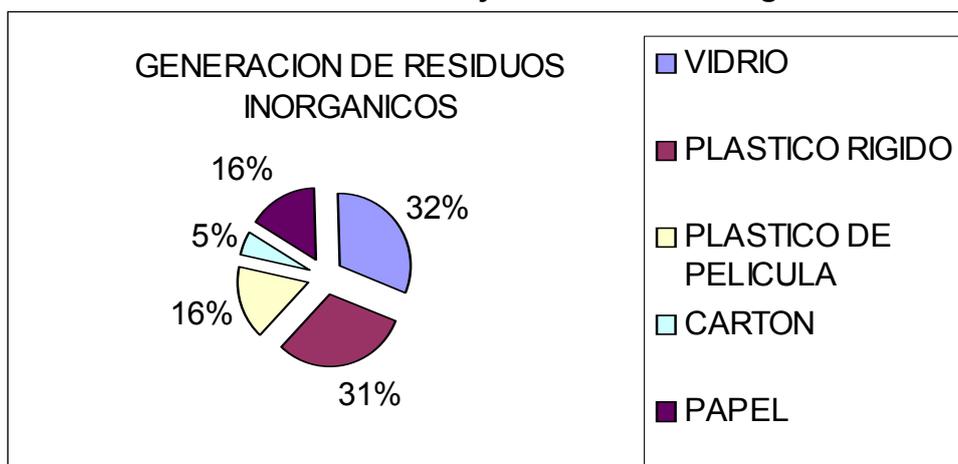
En la gráfica 3, se hace una representación de todos los subproductos que se encontraron en el muestreo durante la semana de recolección. Misma que se presenta en porcentajes, que es la sumatoria de la semana por subproductos.

En esta gráfica se muestra que los residuos alimenticios son los de mayor porcentaje con un 36 %, seguido de los residuos de jardinería con un 13 %.

### **5.2.1. Composición de los residuos inorgánicos de la zona de estudio**

A continuación se presenta la grafica de los porcentajes de residuos inorgánicos, encontrados en la zona de estudio.

**Grafica 3. Porcentaje de residuos inorgánicos**



#### a) Productos INORGANICOS aprovechables

En la tabla 10 “Productos aprovechables” se muestra la relación de subproductos que son aprovechables de distintas maneras como el reciclado, reutilización, energéticamente y en forma de composta. Para la obtención de esta tabla se calculo el promedio semanal generado por cada subproducto, este valor se tomo para calcular el porcentaje de generación diaria para cada uno de los subproductos de total de residuos sólidos que se producen en el poblado de Javier Rojo Gómez.

**Tabla 17. Productos aprovechables**

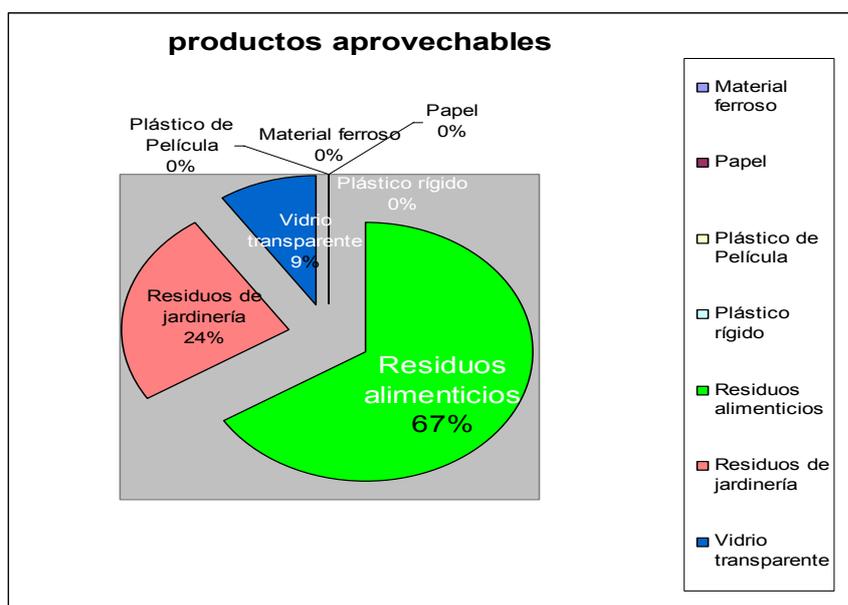
Num.	*TIPO	SUBPRODUCTO	PROM.SEM	%DIARIO GENERACION
1	Re	Aluminio	0,04562	0,1744
2	Re, Ener	Cartón	0,27875	1,06611
3	Re	Tetrapack	0,3668	1,40316
4	Ener	Madera	0,02625	0,10039
5	Reu	Material de construcción	0	0
6	Re	Material ferroso	0,4675	1,788
7	Re, Reu	Papel	0,86312	3,301142
8	Re	Plástico de Película	0,8643	3,30592
9	Re, Reu	Pet	0	0
10	Re	Plástico rígido	0,63125	2,4143
11	Re	Poliestireno	0	0
12	Re	Poliestireno expandido	0	0
13	Comp	Residuos alimenticios	10,0025	38,2559
14	Comp	Residuos de jardinería	3,6812	14,0794
15	Re, Reu	Vidrio transparente	1,4237	5,44533
<b>SEMATORIA</b>			<b>18,65099</b>	<b>71,334052</b>

Fuente: Elaboración Propia.

\*Tipos: Re:Reciclable, Reu: Reusable, Ener: Energético, comp.: Composta

En la grafica 4 “subproductos aprovechables”, se muestra detalladamente los subproductos que integran el grupo de los aprovechables, desglosando su aporte en porcentajes.

**Grafica 4. Productos Inorgánicos aprovechables.**



En la tabla 18, se muestra la relación de subproductos que no son aprovechados, ya por varias causas como que es muy costoso su tratamiento para su reciclado o reuso, se toman como productos no aprovechables, como son los residuos peligrosos biológicos infecciosos.

**Tabla 18. Productos INORGANICOS no aprovechables**

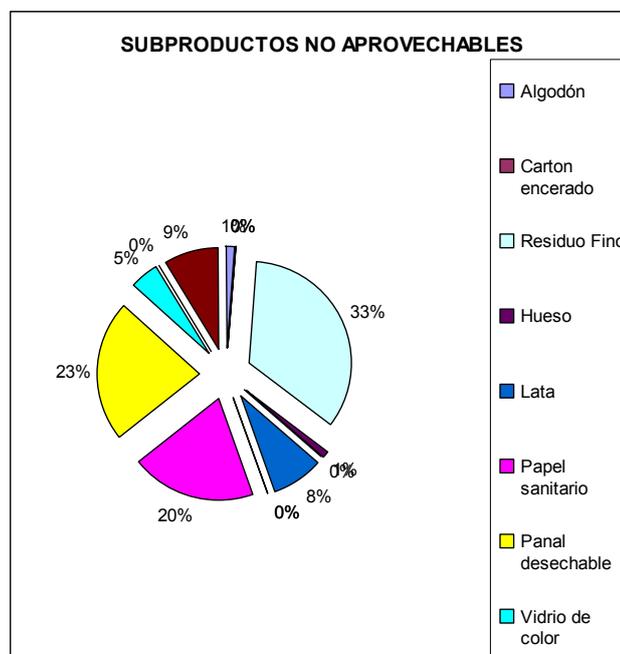
Num	*TIPO	SUBPRODUCTO	PROM.SEM	%DIARIO GENERACIÓN
1	Tto	Algodón	0,06	0,229
2	Rell	Cartón encerado	0	0
3	Rell	Cera	0	0
4	Rell	Residuo Fino	1,505	6,56
5	Rell	Hueso	0,044	0,169
6	Rell	Hule	0	0
7	Rell	Lata	0,362	1,386
8	Rell	Loza y cerámica	0	0
9	Rell	Papel metalizado	0	0
10	Tto	Papel sanitario	0,8631	3,30011
11	Tto	Panal desechable	0,996	3,812
12	Rell	Vidrio de color	0,2125	0,8127
13	Tto	Batería	0	0
14	Rell	Zapato	0,3818	1,4605
<b>SEMATORIA</b>			<b>4,4244</b>	<b>17,72931</b>

Fuente: Elaboración Propia.

\*Tipos: Tto: Tratamiento, Rell: Relleno Sanitario

En la siguiente grafica se muestra detalladamente los subproductos que integran el grupo de los no aprovechables, desglosando su aporte en porcentajes.

**Grafica 5 Subproductos Inorgánicos no aprovechables**



A continuación se presenta en la tabla (19) la generación per cápita de los residuos sólidos encontrados en el poblado Javier Rojo Gómez, así como la fracción de residuos aprovechables y no aprovechables.

**Tabla 19. Generación y composición de residuos en Javier Rojo Gómez**

Población	Habitantes	Generación per capita Kg/hab día	Fracción de residuos %			
			Aprovechables		No aprovechables	
			Composteable	Reciclable	Sanitarios	Otro
Rojo Gómez	2934	0.430	52.40	24.25	7.75	36.10

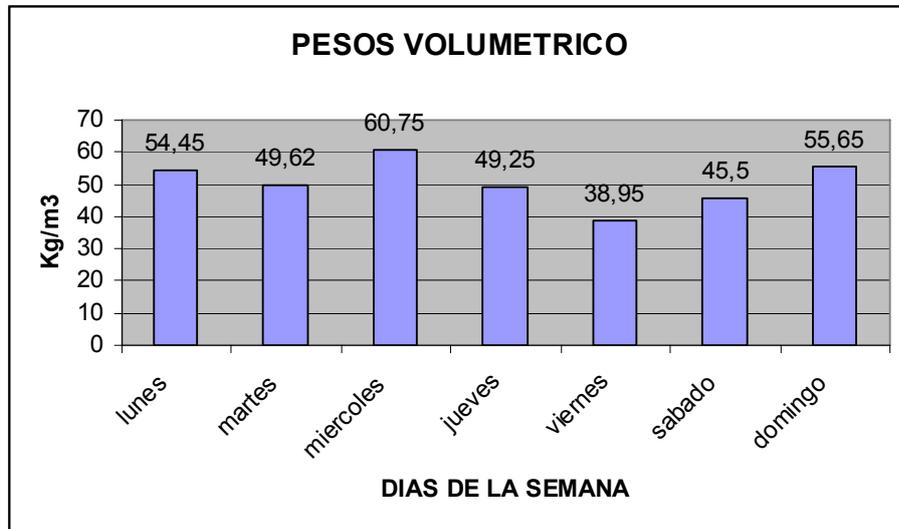
### 5.3 PESO VOLUMETRICO IN SI TU.

El peso volumétrico de los residuos sólidos es de gran importancia, ya que con este dato se determina el número de unidades para el transporte en función de la capacidad de estas, además sirve de base para proyectar el espacio que se necesita para la realización del relleno sanitario.

Durante la realización del muestreo en el poblado de Javier Rojo Gómez, las condiciones de trabajo fueron casi en su totalidad de un clima calido sin lluvia. Cabe mencionar que el estudio se hizo en el mes de abril.

A continuación se presenta la gráfica de los pesos volumétricos in situ obtenidos en el muestreo del poblado de Javier Rojo Gómez.

Grafica 6. Pesos volumétricos in situ obtenidos en el muestreo



Al final del muestreo, y con los datos que se obtuvieron día con día se cálculo un peso volumétrico de 50.59 kg/m<sup>3</sup> de basura suelta sin compactar en promedio diario.

#### 5.4. Programa de separación de Residuos Sólidos.

El programa de separación se llevo a cabo en un tiempo de 7 días, en los cuales se les entregaban 3 bolsas de diferente color, rotuladas con el tipo de residuo que deberían depositar en cada una. Al terminar la recogida de las 3 bolsas que se les entregaba a cada persona que participó en el muestreo se les otorgaban otras 3 bolsas.

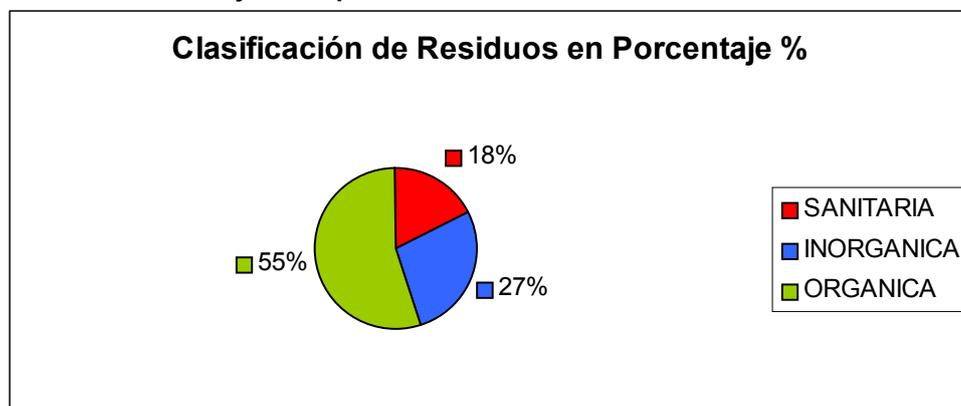
Después se procedía a revisar las bolsas para corroborar que se habían separado correctamente, posteriormente se pesaba y se anotaba el valor de cada residuo en una tabla, así hasta completar la semana del muestreo.

A continuación se presenta una tabla cuyos valores son los que se tomaron del peso de los residuos separados por día.

Tabla 19. Generación de Residuos separados durante el periodo de muestreo.

Tipo de Residuos	lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
Residuos Orgánicos	106.72	67.40	41.26	72.51	59.53	63.51	72.75	483.68
Residuos Inorgánicos	40.77	44.66	33.34	32.81	38.00	29.42	21.68	240.68
Residuos Sanitarios	29.03	22.01	21.45	24.33	16.75	19.49	23.01	156.07
<b>Total de Residuos</b>	<b>176.52</b>	<b>134.07</b>	<b>96.05</b>	<b>129.65</b>	<b>114.28</b>	<b>112.42</b>	<b>117.44</b>	<b>880.43</b>

Grafica. 7 Porcentaje de Separación de Residuos en el Periodo de Muestreo



### **5.5. Alternativas de manejo, procesamiento y disposición de los residuos sólidos domiciliarios**

Como alternativa para tener un manejo adecuado de los residuos, así como su procesamiento y su disposición final, se puede pensar primero que nada en un programa de separación de los residuos, ya que dada la cantidad de material reciclable que hay, se iniciaría un programa de recolección selectiva, el cual mejoraría el servicio de limpieza pública y se podría obtener muy buenas ganancias.

Los programas de reuso y reducción en origen nos ofrecen importantes opciones para minimizar la cantidad de residuos que podemos encontrar en nuestro hogar o comunidad en la que vivimos y así tener una disposición final adecuada para nuestros residuos.

Una alternativa de manejo de los residuos sólidos es la del reciclaje y composteo, ya que realizando estas dos, se pueden disminuir las cantidades de residuos generados en la zona de estudio.

Actualmente no se utilizan en el poblado estas alternativas, ya que la mayoría de la gente quema sus residuos, o los deposita en la parte trasera de su terreno.

Se propusieron estas alternativas con el fin de que la población tenga mejores opciones para el manejo de sus residuos y evitar la contaminación de esta pueda ocasionar. Cabe mencionar que todos estos programas, dependen tanto de las autoridades municipales como de la disposición de las personas para realizarlo.

También se realizaron pequeñas pláticas educativas a modo de dar a conocer a las personas que habitan el poblado la importancia de un manejo adecuado de los residuos sólidos

#### **5.4.1. Sistema de recolección de los residuos sólidos**

##### 1. Situación del sistema de recolección.

La selección de residuos sólidos que se realiza en el poblado de Javier Rojo Gómez, es para los no seleccionados y catalogados como vivienda aislada de baja altura. Este tipo de recolección es el mas común en los servicios de recolección domestica, incluyen: 1) acera, 2) Callejón, 3) sacar- devolver y 4) sacar. Cuando se utiliza el servició de acera, el propietario de la casa es el responsable de colocar los contenedores que hay que vacías en la acera el día de la recolección, y de devolver los contenedores vacíos a su lugar de almacenamiento hasta el día siguiente de recolección. El otro tipo de recolección que se presenta en Javier Rojo Gómez, es el de sacar y devolver en el cual los contenedores son sacados de la propiedad y devueltos después de ser vaciados por operarios de los servicios de limpia.

El sistema que se emplea para la recolección de los residuos es por medio de bolsas a fueras de las casas o en contenedores hechos por los propietarios para depositar la basura en la esquina de la vivienda.

##### 2. Cantidad de basura que se genera por día.

Una forma de conocer la cantidad de basura que se genera en la comunidad es utilizando la generación per capita y multiplicándolo por el numero de habitantes como se muestra en la siguiente formula,

$P*b$ = producción de basura por día.

De donde:

P= población

b= generación per cápita

$$p * b=2,873 \text{ hab} * .436 \text{ kg/hab/día}= 1.252 \text{ kg/día.}$$

3. Cantidad de basura que se debe de recolectar según la frecuencia de recolección.

Así como también se puede hacer una estimación de los camiones necesarios y viajes que debe hacer cada uno, para recolectar toda la basura que se genere dentro de la comunidad, esto depende de la frecuencia de recolección que ofrece el servicio de limpia. Esto se calcula mediante el siguiente análisis.

$P * b * (6 / f)$  = cantidad de basura que se recolecta por día en relación con la frecuencia de recolección.

Donde:

P= población (hab)

B= generación per capita (kg/hab/día)

En donde la f es la frecuencia de recolección

6= días de la semana de recolección.

Para 1 día =  $p * b * (6/f) = 1,252 \text{ Kg./día} * (6/1) = 7,512 \text{ Kg./día}$ .

Para 2 día =  $p * b * (6/f) = 1,252 \text{ Kg./día} * (6/2) = 3,756 \text{ Kg./día}$

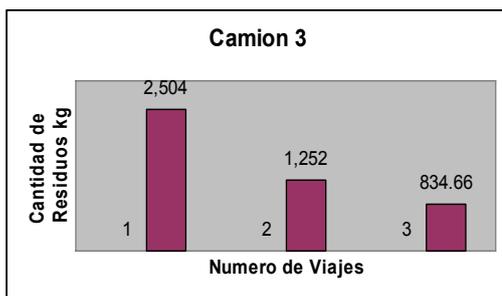
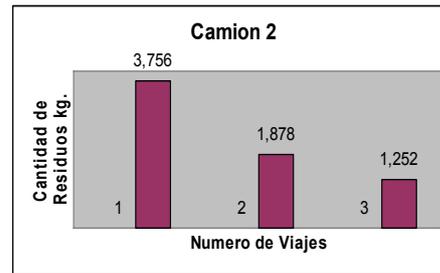
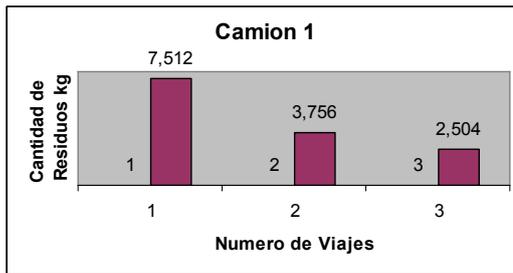
Para 3 día =  $p * b * (6/f) = 1,252 \text{ Kg./día} * (6/3) = 2,504 \text{ Kg./día}$

De acuerdo a esta información se tiene que si la frecuencia de recolección durante la semana es una, se tendrá que recolectar 7,512 kg/día, para dos días 3,756 kg/día y para tres días 2,504 kg/día.

**Tabla 20. Cantidad de basura en relación con la frecuencia de recolección**

Frecuencia de recolección	Numero de viajes	Basura que deberá recoger el camión
<b>1</b>	1	7,512 kg
	2	3,756 Kg
	3	2,504 Kg
<b>2</b>	1	3,756 kg
	2	1,878 kg
	3	1,252 kg
<b>3</b>	1	2,504kg
	2	1,252 kg
	3	834.66 kg

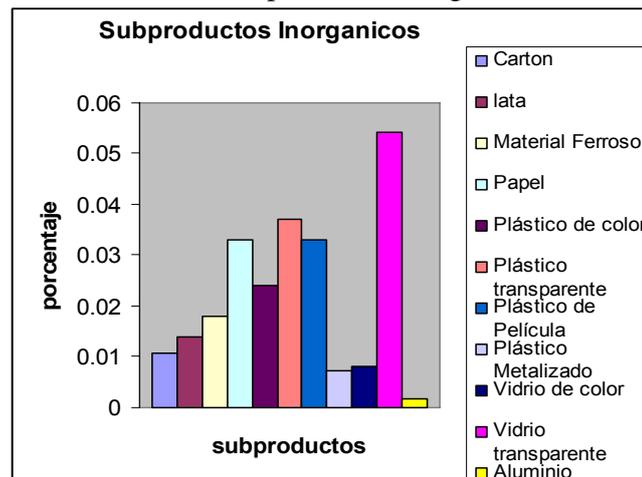
Tabla 8. Porcentaje en frecuencia de recolección por camión.



**Tabla 21. Subproductos Inorgánicos**

SUBPRODUCTO	PORCENTAJE %
Cartón	0.0107 kg/semana
Lata	0.0139 kg/ semana
Material Ferroso	0.0179 kg/ semana
Papel	0.0330 kg/ semana
Plástico de color	0.0241 kg/ semana
Plástico transparente	0.0372 kg/ semana
Plástico de Película	0.0331 kg/ semana
Plástico Metalizado	0.0072 kg/ semana
Vidrio de color	0.0081 kg/ semana
Vidrio transparente	0.0541 kg/ semana
Aluminio	0.0017 kg/ semana

Tabla 9. subproductos inorgánicos.



**Porcentaje de basura anual.**

Para obtener el porcentaje de basura anual se tomaron los siguientes datos.

Generación per cápita.

Numero de habitantes

Porcentaje de cada subproducto.

Teniendo que:

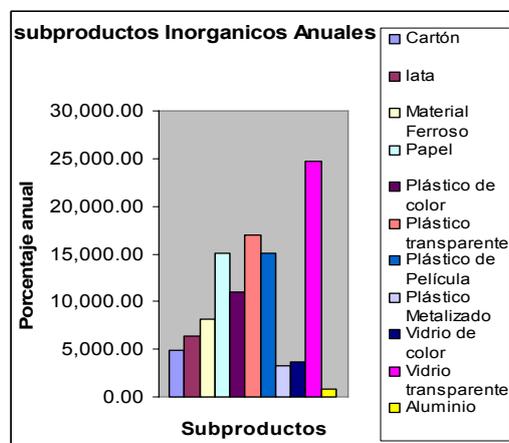
$$(GPC) (No.hab) = (basura\ del\ día) * (porcentaje\ de\ cada\ residuo)$$

**Tabla 22. Cantidad de Subproductos al año**

Subproducto	GPC kg/hab/día	Num. hab	(GPC*hab)	% kg/sem	(gpc*hab) (%) kg/día	% anual
Cartón	0.436	2,873	1,252	0.0107	13.39	4,887.35
Lata	0.436	2,873	1,252	0.0139	17.40	6,351
Material Ferroso	0.436	2,873	1,252	0.0179	22.41	8,179.65
Papel	0.436	2,873	1,252	0.0330	41.31	15,078.15
Plástico de color	0.436	2,873	1,252	0.0241	30.17	11,012.05
Plástico transparente	0.436	2,873	1,252	0.0372	46.57	16,998.05
Plástico de Película	0.436	2,873	1,252	0.0331	41.44	15,125.60
Plástico Metalizado	0.436	2,873	1,252	0.0072	9.01	3,288.65
Vidrio de color	0.436	2,873	1,252	0.0081	10.14	3,701.10
Vidrio transparente	0.436	2,873	1,252	0.0541	67.76	24,732.40
Aluminio	0.436	2,873	1,252	0.0017	2.12	773.80

**Tabla 23. Subproductos Inorgánicos kg/año**

SUBPRODUCTO	PORCENTAJE (kg)
Cartón	4,887.35 kg/año
Lata	6,351 kg/año
Material Ferroso	8,179.65 kg/año
Papel	15,078.15kg/año
Plástico de color	11,012.05 kg/año
Plástico transparente	16,998.65 kg/año
Plástico de Película	15,125.60 kg/año
Plástico Metalizado	3,288.65 kg/año
Vidrio de color	3,701.10 kg/año
Vidrio transparente	24,732.40 kg/año
Aluminio	773.8 kg/año



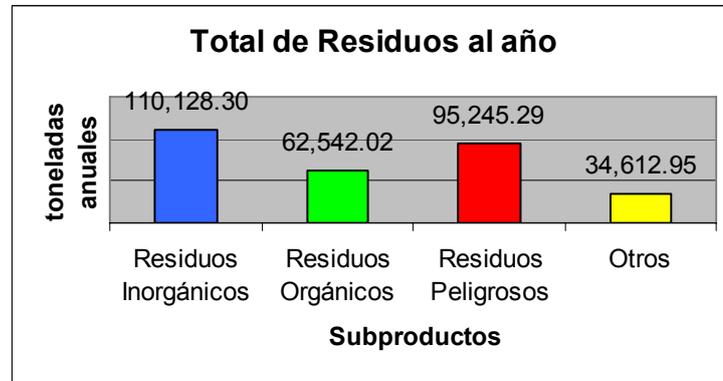
Se obtuvo un total de **110,128.30 kg/año** de residuos inorgánicos que se pueden utilizar como material reciclado, obteniendo así una disminución de residuos totales que llegan al basurero, lo cual implicaría una disminución del el tamaño de residuos al año.

Esta tabla (16) se muestra los resultados de la separación de residuos sólidos, mismos que se realizaron con ayuda de la población. Los cuales nos dan una idea del total de residuos que una persona puede producir.

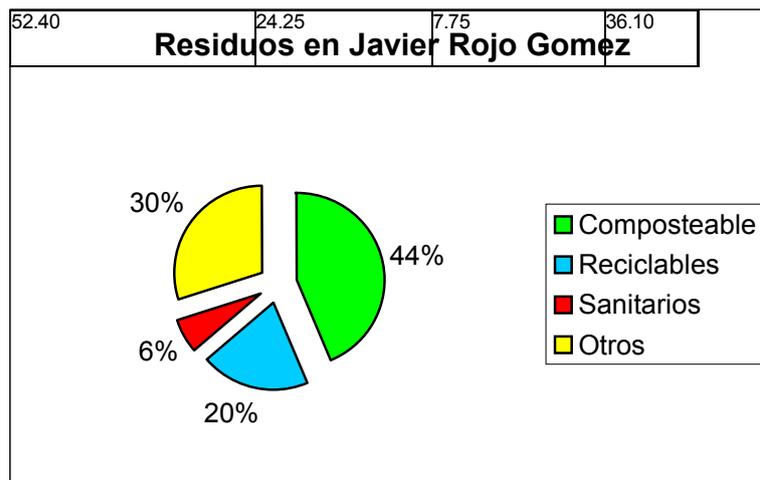
**Tabla 24. Total de residuos al año. (Kg/año)**

Residuos Inorgánicos	110,128.30 kg/año
Residuos Orgánicos	62,542.02 kg/año
Residuos Peligrosos	95,245.29 kg/año
Otros	34,612.95 kg/año

Grafica 11. Total de residuos al año



Grafica. 12 Composición de Residuos en Javier Rojo Gómez.



### **5.5 Separación de los residuos sólidos por medio de la Educación Ambiental.**

La Educación Ambiental se considera como un amplio proyecto en el que se reflejan las finalidades de la educación, que ha de servir para:

Ayudar a hacer comprender claramente la existencia y la importancia de la independencia económica, social, política y ecológica en las zonas urbanas y rurales.

Proporcionar a todas las personas la posibilidad de adquirir los conocimientos, el sentido de los valores, las actitudes, el interés activo y las aptitudes necesarias para proteger y mejorar el medio ambiente.

Inculcar nuevas pautas de comportamiento en los individuos, los grupos sociales y la sociedad en su conjunto, respecto al medio

Con la educación ambiental se trata de facilitar, desde una aproximación global e interdisciplinaria, la comprensión de las complejas interacciones entre las sociedades y el ambiente. Y esto a través de un mejor conocimiento de los procesos ecológicos, económicos, sociales y culturales, es decir, del análisis crítico de los problemas socio-ambientales y su relación con los modelos de gestión y las acciones humanas.

Con la cual se pretende fomentar el compromiso para contribuir al cambio social, cultural y económico, a partir del desarrollo de un amplio abanico de valores, actitudes y habilidades que permita a cada persona formarse criterios propios, asumir su responsabilidad y desempeñar un papel constructivo

## **CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **DISCUSIÓN**

La generación de los residuos sólidos domiciliarios fue de 0.430 kg/persona/día, el numero de muestras fue de 57 y una confiabilidad del 85 %. El peso volumétrico encontrado fue de 50.59 kg/m<sup>3</sup>; se observó que los residuos producidos en mayor porcentaje son: Residuos alimenticios con un 38.256 %. Residuos de jardinería el cual equivale al 14.079 %, Residuo fino (residuo que pasa por la criba M 2.00) con un 11.235 %, y Por lo que los residuos sólidos producidos en mayor porcentaje en el poblado de Javier Rojo Gómez están representados por productos orgánicos, estos pueden utilizarse como materia prima para la elaboración de composta y de esta forma evitar que contaminen.

Entre los residuos no orgánicos con potencial de reciclaje o reuso encontramos que el vidrio es el de mayor porcentaje con un 6.258 %, seguido del plástico rígido de 6.136 % y el plástico de película con 3.306 %, cartón 1.066 % y papel 3.30 %. Otros subproductos no orgánicos generados en un porcentaje considerable son los pañales desechables 3.81 % y el papel sanitario 3.942 % estos no pueden reciclarse por lo que tienen que ser depositados en un lugar adecuado como el relleno sanitario.

## **CONCLUSIÓN**

Muchas preguntas y nuevas interrogantes surgen al tratar de evaluar la problemática que se desprende al tratar de evaluar el manejo de los residuos, principalmente si se considera que se trata de un fenómeno que por razones naturales, tiene una tendencia de crecimiento. Se necesita alguna alternativa posible que pueda significar una solución definitiva, al menos con los elementos con que se cuenta actualmente.

Se ha presentado en este trabajo una visión global de los diversos aspectos que tienen una relación directa con la problemática de los residuos.

1. Se tiene que el Poblado Javier Rojo Gómez, aun no cuenta con un sistema integral adecuado para la recolección, manejo y disposición final de residuos sólidos municipales.
2. No existe una planificación sobre las rutas para realizar el sistema de recolección, además de contar con poco equipo, lo que dificulta la recolección.
3. No existen métodos de tratamiento que permitan el reuso o reciclaje, cuando mediante el programa de separación se pudo observar que existen elementos suficientes para llevar a cabo diversos métodos de reciclaje como por ejemplo el compostaje o el tratamiento de recuperación de los residuos sólidos cuya naturaleza lo permita.
4. La población no cuenta con la educación en cuanto a la separación de los residuos sólidos, por lo cual acostumbran a amontonar cacharros o basura en los patios y lotes baldíos..
5. Se recomiendan campañas continuas de SENSIBILIZACIÓN tanto entre la

población en general como en los centros educativos, así como la separación de los residuos desde su origen, con el fin de eficientizar el sistema de recolección.

6. Se recomienda a las autoridades del poblado de Javier Rojo Gómez, la mejora de tiradero a cielo abierto, teniendo en unos años un relleno sanitario que beneficie a toda la comunidad.

Así pues tenemos que los residuos generados en Javier Rojo Gómez, tienen un total anual de **267,916.27 kg/año**. Sacando los porcentajes por separación de residuos como son los residuos orgánicos, residuos inorgánicos y residuos peligrosos.

Teniendo un total anual de **110,128.30 kg/año** de residuos inorgánicos.

Un **62,542.02 kg/año** de residuos orgánicos y **95,245.95 kg/año** de residuos peligrosos, haciendo un total de **267,916.27 kg/año**.

Teniendo estos datos se puede decir, que de ese total de basura generada al año se puede tener una parte para un composteo y otra para un centro de acopio, lo cual nos permitirá hacer una disminución de la basura en el tiradero y así, se podrá tener un tiempo de vida mas largo.

También con un centro de acopio se beneficiarían las personas que se dedican ala pepena, ya que teniendo un control de los productos reciclados, estos serian vendidos a los chatarreros, obteniendo muy buenas ganancias.

Y con el compostero, se eliminaría la proliferación de moscas y fauna nociva, lo cual disminuirá los malos olores.

Ya por ultimo lo único se llevaría seria los residuos sanitarios y/o peligrosos, ya sea para darles un tratamiento especial o simplemente sean depositados en el tiradero.

## **RECOMENDACIONES**

- Invertir en educación para que la población pueda separar sus residuos en origen y tener una reorganización de los recursos materiales y humanos que poseen los municipios, y así poder disminuir la contaminación ambiental.
- La calidad del compost obtenido permite pensar en su uso para todas las áreas de casa, ya que su uso es adecuado para el jardín, ya que es un abono natural.
- Se recomienda la participación de la comunidad para lograr una selección en origen de los residuos, y así ir formando nuevas generaciones con la cultura de separar sus residuos.

## **PROPUESTAS**

1. Hacer un programa de educación ambiental para el manejo y separación de la basura domestica, para los habitantes del poblado.
2. Establecer un centro de acopio para residuos reciclables, lo cual ayudara para separar adecuadamente los residuos, y dar una fuente de empleo para los pepenadores.
3. Reorganizar el tiradero a cielo abierto que existe actualmente en el poblado, a fin de obtener un relleno sanitario.

## **BIBLIOGRAFIA**

AGUILAR 2006. Contaminación Ambiental.

<http://contaminacionambiental.blogspot.com/>

Ameneiros Martínez 2003. Dir. Centro de Estudios de Ingeniería de procesos. Instituto Superior Politécnico, de la Habana Cuba.

CASTILLO BERTHIER, H. F., La sociedad de la basura: caciquismos en la ciudad de México, 2ª ed., corregida y aumentada, Instituto de Investigaciones Sociales, Universidad Nacional Autónoma de México, 1990.

TCHOBANOGLOUS, G., Gestión Integral de Residuos Sólidos, Volumen 1 y 2, Ed. MC Graw Hill, 1ª ed., 1994.

CAREAGA, J. A., Manejo y Reciclaje de los Residuos de envases y embalajes, Instituto Nacional de Ecología, Series Monografías No. 4, México 1993.

CARMONA LARA, María del Carmen. *Ley General del equilibrio ecológico y la protección al ambiente*. México, D.F., IJJ-UNAM, 2003.

DIAGNÓSTICO de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe. Banco Interamericano de Desarrollo. 1997.

DEFFIS CASO, A, 1996. La casa ecológica autosuficiente, Ed. Árbol, México

DÍAZ Y DÍAZ, Martín. *México en la vía del federalismo cooperativo*. México, D.F., Themis, 1996.

Economía, sustentabilidad y política ambiental, En Yunez-Naude, A (Comp), Medio Ambiente. Problemas y Soluciones, el colegio México, México Economía sustentable y política ambiental, tomo I, México 1996.

KIELY, G., 1999. Ingeniería ambiental entornos, tecnologías y sistemas de gestión. Ed. McGraw-Hill, Madrid, España.

México, Informe de la Situación General en Materia de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente 1993-1994, Secretaria de Desarrollo Social, Instituto Nacional de Ecología, México 1994.

LEÓN QUINTANAR, Andrés. *Guía de tareas y métodos de estudio*. T. III “Ecología”. México, D.F., Editorial Letrarte, 2005.

LEROY Jean-Bernard. *Los desechos y su tratamiento*. México, D.F., F.C.E., 1997.

OECD, 2003. United National Environment Programme/GRID-Arendal. Composición de residuos sólidos municipales

Penido Monteiro, 2006, Manual de Gestión Integrada de Residuos Sólidos Municipales en ciudades de América Latina y el Caribe, Primera Ed. Brasil.

SANS FONFRÍA, Ramón y Joan de Pablo RIBAS. *Ingeniería ambiental, contaminación y tratamiento*. México, D.F., Alfa omega grupo editor, 1999.

SEDESOL. *Manual técnico administrativo para el servicio de limpia municipal*. México, D.F., Sedesol, 2001.

SEOÁNEZ CALVO, Mariano. *Ingeniería medioambiental aplicada: casos prácticos*. México, D.F., Mundi-Prensa. 1997.

SEOÁNEZ CALVO, Mariano. *Residuos. Problemática, descripción, manejo, aprovechamiento y destrucción*. México, D.F., Mundi-Prensa. 2000.

SEOÁNEZ CALVO, Mariano, Elena BELLAS V., Pedro LADARIA SUREDA y Pilar SEOÁNEZ OLIET. *Tratado de reciclado y recuperación de productos de los residuos*. México, D.F., Mundi-Prensa. 2000.

SZÉKELY, Alberto. *Compilación y análisis de la normatividad aplicable a la diversidad biológica en el sistema jurídico mexicano*. Informe preparado para la Conabio. México 1995.

SEMARNAP, *Programas de manejo 3: Áreas naturales protegidas*, “Reserva de la biosfera Sian Ka’an. México, D.F., presentación digital pdf.

DR. MARCEL VALCARCEL. “Pontificia Universidad Católica del Perú”

**Sitios Electrónicos:**

<http://www.sedetur.qroo.gob.mx/provincia%20maya/ConociendoFCP.htm-9k>

[http://www.gtz.org.mx/ppp/ppp\\_gestion.htm](http://www.gtz.org.mx/ppp/ppp_gestion.htm),

<http://www.fortunecity.es/expertos/profesor/171/residuos.html>

<http://www.sma.df.gob.mx/sma/modules.php?name=newsfile>

<http://www.nadb.org/espanol/programas/description/SWEP.html>

[http://www.medioambienteonline.com/img/relleno\\_sanitario2.jpg](http://www.medioambienteonline.com/img/relleno_sanitario2.jpg)

[www.conam.gob.pe/modulos/home/residuossolidos.asp](http://www.conam.gob.pe/modulos/home/residuossolidos.asp)

([www.aborgase-edifesa.com/HISTORIA.htm](http://www.aborgase-edifesa.com/HISTORIA.htm) )

([www.cepis.ops-oms.org/bvsars/e/acerca.html](http://www.cepis.ops-oms.org/bvsars/e/acerca.html) ).

([profepa.gob.mx/Profepa/CentrodeDocumentacion/CompendiodeLeyesAmbientales/](http://profepa.gob.mx/Profepa/CentrodeDocumentacion/CompendiodeLeyesAmbientales/))

(<http://sma.df.gob.mx/sma/modules.php?>)

(<http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/343/anteced.html>)

([http://www.cancun.gob.mx/pm\\_serviciospublicos1.php](http://www.cancun.gob.mx/pm_serviciospublicos1.php) )

<http://www.semarnat.gob.mx/informacionambiental/snua/Pages/snua.aspx>

<http://cancun.gob.mx/florayfauna5.php>

(<http://www.prodigweb.net.mx/upchn/selva1.html>)

( [www.semarnat.gob.mx/gestionambiental](http://www.semarnat.gob.mx/gestionambiental))

<http://www.ambientum.com/enciclopedia/residuo/1.26.16.06r.htm>

(<http://www.chetumal.gob.mx/>)

(<http://www.opbgob.mx/municipio/>)

[www.semarnat.gob.mx/leyesynormas/pages/inicio.aspx](http://www.semarnat.gob.mx/leyesynormas/pages/inicio.aspx))

<http://www.monografias.com/trabajos27/residuos-solidos/residuos-solidos.shtml>.

[www.quiminet.com.mx](http://www.quiminet.com.mx)

[http://www.banderas.com.mx/quintana\\_roo.htm](http://www.banderas.com.mx/quintana_roo.htm)

[www.arqhys.com](http://www.arqhys.com)

## **CAPITULO VII. ANEXOS**

### **FOTOS.**

#### **CARACTERIZACION DE LOS RESIDUOS**



**Foto 1.** En esta imagen se muestra el inicio de trabajo para la cuantificación de los residuos sólidos. Se realiza el peso de las bolsas negras, que contienen los residuos recolectados de las casas del poblado Javier Rojo Gómez. El cual se anota en una bitácora de lunes a domingo. Días en los que se realizó el muestreo aleatorio.



Foto 2. Forma en la que se realizo el método de cuarteo para la cuantificación de subproductos. La cual consiste en vaciar todos los residuos de las bolsas una vez pesadas, esto se realizo en el patio del taller de Ingenieras, una vez depositado todos los residuos de todas las bolsas, se procede a revolver los residuos de manera uniforme, lo cual nos permita tener la selección de los subproductos.



Foto 3. Realización del método de cuarteo



Foto 4. Mezcla de los residuos sólidos para obtener los subproductos.



Foto 5. Separación de las cuatro partes

Foto 3., 4 y 5 Se aprecian las cuatro partes divididas de los residuos requeridas en el método de cuarteo. Después de que se revolvió todos los residuos se dividen en cuatro partes, tomando los dos lados extremos y se juntan nuevamente para ser revueltos. Una vez realizado el método de cuarteo como lo indica la norma se procede a ser la selección de los subproductos.

*Generación y caracterización de los residuos sólidos domiciliarios en el poblado  
Javier Rojo Gómez “Álvaro Obregón”*

---



Foto 6. En esta imagen se aprecia el Tiradero a cielo abierto de la Comunidad del área de estudio., Como se puede ver es un lugar que cuenta con árboles, lo cual nos da una idea de que este lugar no fue planeado para un tiradero.



Foto 7. Se aprecia la entrada hacia el Tiradero a cielo abierto en el poblado de Javier Rojo Gómez., el cual Se puede entrar caminando o en carro a depositar los residuos, mismo que se pueden dejar en cualquier parte, ya que no hay vigilancia de los carros o personas que entrar a tirar sus residuos.



Foto 8. Se observa el camión Recolector depositando La basura en el tiradero del poblado.



Foto 9. Se observa de cerca la descarga de la basura depositada en el camión recolector de residuos sólidos del poblado.

**TABLAS**

**Tabla 1. Resultados de la recolección de residuos de la semana del muestreo**

<b>Tabla 2. Subproductos que no son aprovechables</b>				
<b>Num</b>	<b>*TIPO</b>	<b>SUBPRODUCTO</b>	<b>PROM.SEM</b>	<b>%DIARIO GENERACION</b>
1	Tto	Algodón	0.06	0.229
2	Rell	Carton encerado	0	0
3	Rell	Cera	0	0
4	Rell	Residuo Fino	1.505	6.56
5	Rell	Hueso	0.044	0.169
6	Rell	Hule	0	0
7	Rell	Lata	0.362	1.386
8	Rell	Loza y ceramica	0	0
9	Rell	Papel metalizado	0	0
10	Tto	Papel sanitario	0.8631	3.30011
11	Tto	Panal desechable	0.996	3.812
12	Rell	Vidrio de color	0.2125	0.8127
13	Tto	Bateria	0	0
14	Rell	Zapato	0.3818	1.4605
<b>SUMATORIA</b>			<b>4.4244</b>	<b>17.72931</b>

**TABLA 3. PRODUCTOS APROVECHABLES**

num.	*TIPO	SUBPRODUCTO	PROM.SEM	%DIARIO GENERACION
1	Re	Aluminio	0,04562	0,1744
2	Re, Ener	Cartón	0,27875	1,06611
3	Re	Tetrapack	0,3668	1,40316
4	Ener	Madera	0,02625	0,10039
5	Reu	Material de construcción	0	0
6	Re	Material ferroso	0,4675	1,788
7	Re, Reu	Papel	0,86312	3,301142
8	Re	Plástico de Película	0,8643	3,30592
9	Re, Reu	Pet	0	0
10	Re	Plástico rígido	0,63125	2,4143
11	Re	Poliestireno	0	0
12	Re	Poliestireno expandido	0	0
13	Comp	Residuos alimenticios	10,0025	38,2559
14	Comp	Residuos de jardinería	3,6812	14,0794
15	Re, Reu	Vidrio transparente	1,4237	5,44533
SEMATORIA			<b>18,65099</b>	<b>71,334052</b>

Fuente: Elaboración Propia.

\*Tipos: Re.Reciclable, Reu: Reusable, Ener: Energético, comp.: Composta

*Generación y caracterización de los residuos sólidos domiciliarios en el poblado  
Javier Rojo Gómez “Álvaro Obregón”*

**TABLA 4. CUANTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS**

No	Subproductos	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	sábado	domingo	lunes	suma	% Diario
1	Algodón	0.48								0.48	0.22948
2	Cartón	0.93	0.515	0.315	0.47					2.23	1.06612
3	Cuero									0	0
4	Residuo fino	3.96	7.29	1.325	0.14	3.255	2.615	2.58	2.34	23.5	11.2349
5	Envases de cartón					0.785	0.65	0.55	0.95	2.94	1.40316
6	Fibra dura vegetal									0	0
7	Fibras sintéticas									0	0
8	Hueso			0.02			0.07		0.27	0.36	0.16972
9	Lata	0.43			0.08		1.65	0.15	0.59	2.9	1.38643
10	Loza y cerámica									0	0
11	Madera			0.055	0.015		0.14			0.21	0.1004
12	Material de construcción									0	0
13	Material Ferroso	0.13	0.41	1.765	0.435	0.645		0.36		3.74	1.78802
14	Material no ferroso									0	0
15	Papel	0.25	0.61	0.515	0.215	2.23	1.075	1.255	0.76	6.91	3.30114
16	Pañal desechable	0.12	0.965	1.315	0.945	1.77	2.24	0.62		7.98	3.81269
17	Plástico rígido de color	1.39		0.76	0.525	0.59	0.745	0.385	0.66	5.05	2.4143
18	Plástico rígido transparente		0.955	0.81	0.355	0.52	4.32	0.295	0.53	7.79	3.72185
19	Plástico de película fija	1.35	0.875	0.385	0.855		1.595	1.135	0.73	6.92	3.30592
20	Plástico metalizado			0.135			0.15	0.09	1.13	1.51	0.71951
21	Poliuretano (unicel)		0.005	0.07	0.12	0.01	0.025			0.23	0.10996
22	Poliestireno expandido									0	0
23	Residuos alimenticios	6.67	15.51	18.48	9.75	8.135	12.7	3.385	5.4	80	38.256
24	Residuos de jardinería	4.59	5.195	4.18	5.8	0.68	3.185		5.82	29.5	14.0795
25	Trapo	0.08		0.75	0.225	0.075	0.505		0.3	1.93	0.92269
26	Vidrio de color		0.155	0.815		0.115	0.615			1.7	0.81274
27	Vidrio transparente	1.84	1.4	1.45	1.275	0.775	1.35	0.56	2.74	11.4	5.44533
28	Pilas	0.3								0.3	0.14342
29	Aluminio	0.1	0.16	0.095		0.015				0.37	0.1745
30	Papel sanitario	1.39	1.075	1.885	1.545		1.27	0.325	0.76	8.25	3.94177
31	Zapato		1.48		0.595	0.98				3.06	1.46053
	<b>Sumatoria</b>	<b>24</b>	<b>36.6</b>	<b>35.125</b>	<b>23.35</b>	<b>20.58</b>	<b>34.9</b>	<b>11.69</b>	<b>23</b>	<b>209</b>	<b>100</b>

TABLA 5. VISUALIZACION DEL PORCENTAJE DE RESIDUOS ANUALES

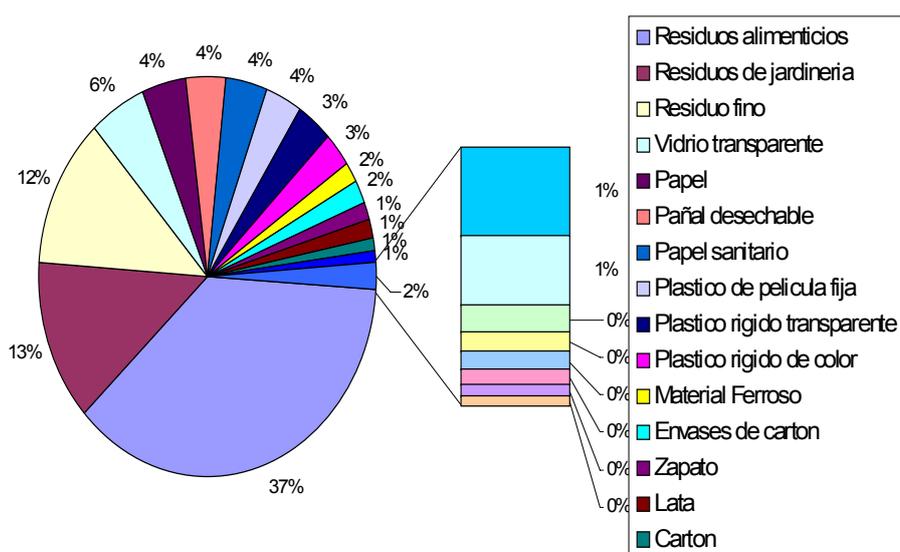
SUBPRODUCTO	(kg. Anuales)
Cartón	12,767.70 kg/año
lata	16,590.34 kg/año
Material Ferroso	21,363.45 kg/año
Papel	39,387.15 kg/año
Plástico de color	28,762 kg/año
Plástico transparente	44,398.6 kg/año
Plástico de Película	39,503.95 kg/año
Plástico Metalizado	8,593.56 kg/año
Vidrio de color	9,667.76 kg/año
Vidrio transparente	64,571.05 kg/año
Aluminio	2,029.03 kg/año

TABLA 6. VISUALIZACION DEL TOTAL DE RESIDUOS GENERADOS AL AÑO.

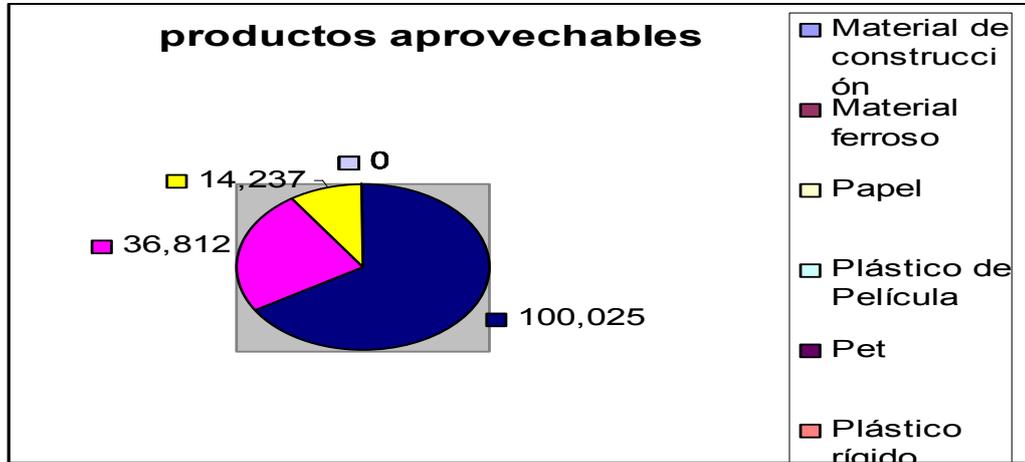
Residuos Inorgánicos	274,866.89 kg/año
Residuos Orgánicos	62,542.02 kg/año
Residuos Peligrosos	95,245.29 kg/año
Otros	34,612.95 kg/año

### GRAFICAS.

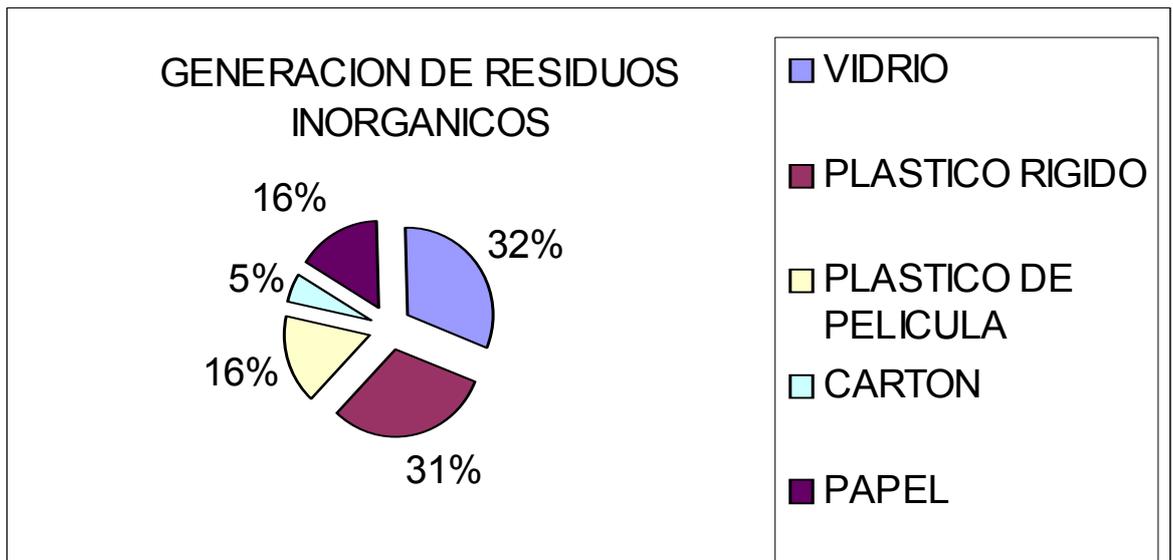
GRAFICA 1. CUANTIFICACION DE LOS RESIDUOS



**GRAFICA 2. PRODUCTOS APROVECHABLES**

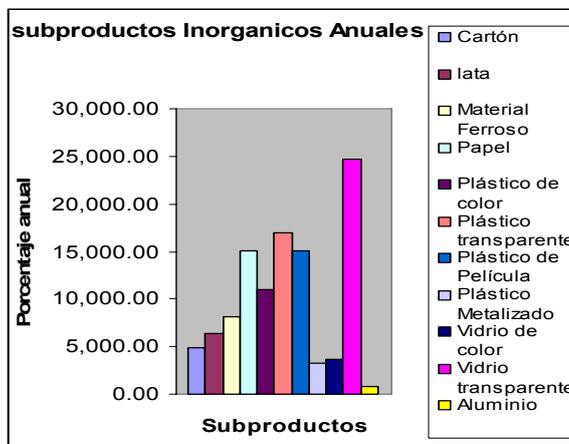
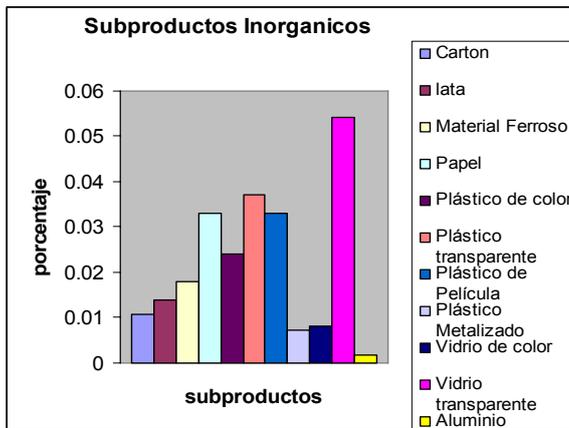


**GRAFICA 3. PORCENTAJE DE GENERACION DE RESIDUOS INORGANICOS.**

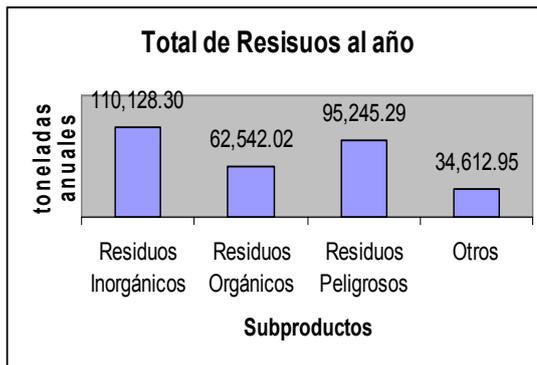


**GRAFICA 4. PRODUCTOS INORGANICOS**

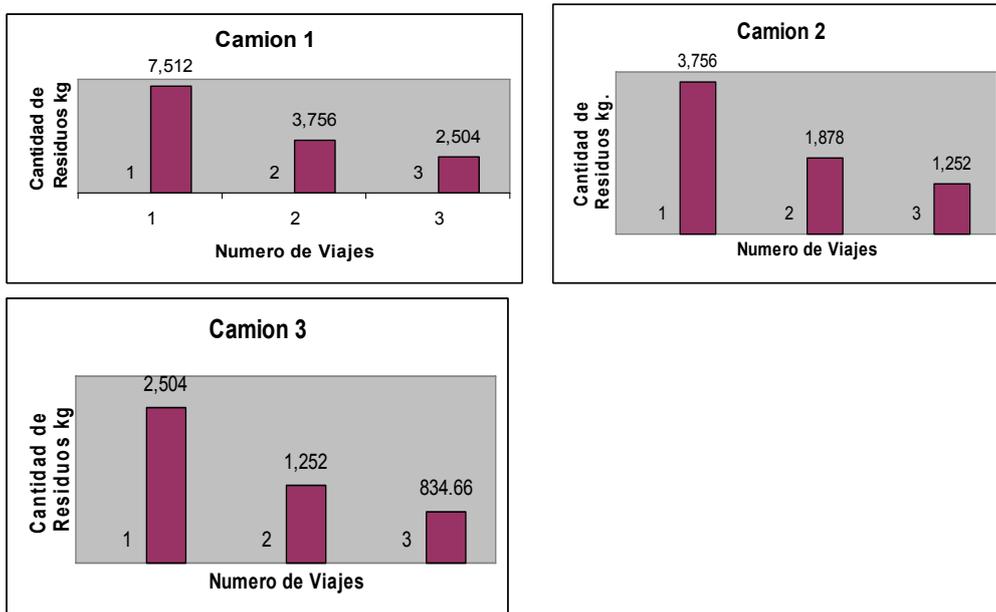
Generación y caracterización de los residuos sólidos domiciliarios en el poblado  
 Javier Rojo Gómez “Álvaro Obregón”



GRAFICA 5. TOTAL DE RESIDUOS ANUALES



**GRAFICA 6. FRECUENCIA EN RECOLECCION DE CAMION RECOLECTOR**



**Centros de acopio en la ciudad de Chetumal Q.Roo.**

Actualmente se pueden ubicar algunos centros de acopio en la ciudad de Chetumal como son:

NOMBRE	DIRECCION	PRECIO DEL SUB PRODUCTO
Reciclados	Av. Centenario Km. 1	\$ 1.0 kg. plástico
Recuperadora de plast	Av. Centenaria km.2	\$ 0.75 kg. plástico
Materiales y Fierro del sureste	Heriberto frías No.367	\$ 0.50 kg. cartón periódico, papel. \$ 11.0 aluminio, cobré y bronce
Ferremundo	Álvaro Obregón entre Morelos y Emiliano	\$ 0.50 botes de plástico.

Finalmente la idea de todo el trabajo es de que obtengamos un lugar específico, donde depositar la basura sin riesgo de nada, y que al final de su tiempo de vida, ese lugar sirva para otra actividad.

Foto 1. Relleno sanitario.



Los Rellenos Sanitarios son obras que se utilizan para la disposición de residuos sólidos urbanos y a su vez, no contaminar el medio ambiente. La contaminación es el factor principal de los rellenos sanitarios, y, es por eso que debemos de tomar en cuenta todas las medidas y estudios de control. Ya que la contaminación nos da muchos riesgos, para la salud de los seres Humanos y el Medio Ambiente. El relleno sanitario se emplea en comprimir la basura lo mas que se pueda y después cubrirla con una capa de tierra y otros materiales y así consecutivamente colocar otra capa de basura, hasta que el relleno sanitario quede repleto. Este es un procedimiento de ingeniería para la utilización de residuos sólidos en el suelo, de modo que se le de protección al medio ambiente.

[www. Arqhys.com](http://www.Arqhys.com)