II. CARACTERIZACIÓN, ANÁLISIS Y PARAMETRIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS Y DE MANEJO ESPECIAL.

II.1. ANTECEDENTES.

Como resultado de la Política de Gestión y Coordinación de las Zonas Metropolitanas en el Estado de Guanajuato, es que surge el interés de implementar una gestión integral en el tema de residuos sólidos urbanos (RSU), buscando que cada Zona Metropolitana del estado, incluida la de León, Gto, cuenten con la formulación, instrumentación y programas necesarios, que les permitan dar cumplimiento a lo establecido en las metas metropolitanas.

En el año 2013, La Dirección de servicios municipales señaló en un documento "Diagnostico ambiental, Municipio de León Informe Final" que en el año 2007 en la Ciudad de León se recolectaban 1150 toneladas de residuos sólidos diariamente; 73 % de ellos provenientes de actividades domésticas, 20 % de la industria y 7 % del comercio reportando una generación per cápita de 1.4 kg. /hab-día.

En el mismo informe se reporta que para el año 2012 se generan de 1200 a 1500 toneladas al día y de acuerdo con esa cifra se estimó que la generación por cada habitante era de 1.08 Kg/día. Para la recolección de RSU, existían 109 rutas de las cuales 20 eran operadas por el municipio y que solamente un poco más del 50 % de los residuos municipales se recolectaban.

En materia de residuos de manejo especial (RME), en ese entonces, aun cuando es un tema que atañe al gobierno del estado, el municipio contaba con dos programas "León ponte las pilas" y "Teknotrikes".

Durante la elaboración del diagnóstico ambiental realizado en el año 2013, se llevaron a cabo realizaron una serie de mesas de trabajo para interactuar con los distintos actores involucrados con el sector ambiental; en las que se incluyó el tema de residuos, resultando la problemática y la propuesta de soluciones que se presentan en el siguiente cuadro:

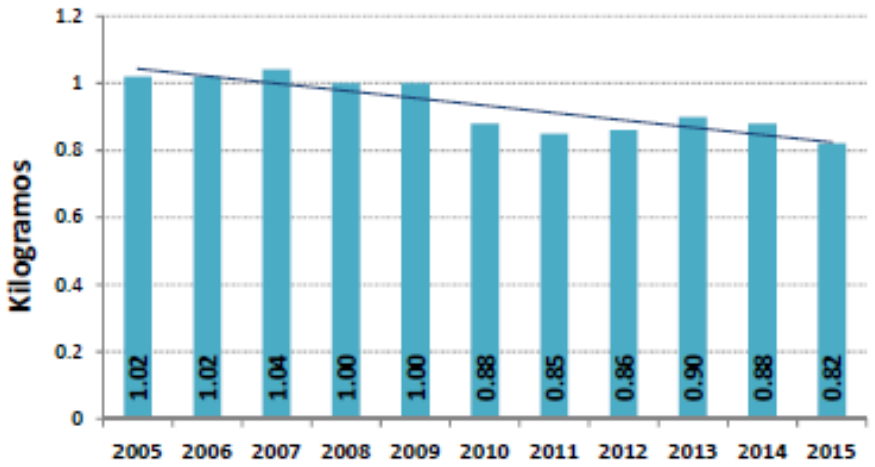
Identificación de problemática y soluciones principales:

Falta de infraestructura para la recolección, clasificación y transferencia de los residuos sólidos.	Creación de planta de clasificación y transferencia de los residuos solidos
Falta de separación de los residuos y reciclaje de los mismos.	**Actualización del reglamento de Aseo Público y creación de una Ley en materia de Residuos Solidos**
Falta de educación ambiental para reducir la generación y fomentar separación	Concientizar a toda la ciudadanía (cambio de cultura). Involucrar y capacitar actores clave.
Residuos de curtidoras	**Creación de política integral para los residuos entre gobierno e iniciativa privada**

Por otro lado, en el documento "Diagnóstico integral de Residuos de León Guanajuato, 2015 IMPLAN, elaborado con datos del SIAP, se reporta para el periodo 2005-2015, el comportamiento de la generación diaria de residuos por habitante para el municipio de León, Guanajuato, cuyo gráfico se presentan a continuación:

Gráfico 2. **Residuos Sólidos generados por habitante al día en la ciudad de León, Guanajuato, 2005 a 2015 (Kilogramos diarios por habitante)**

Fuente: Diagnóstico del Municipio de León, 2015 IMPLAN, con datos del SIAP, Febrero 2016 .



La Zona Metropolitana de León (ZML), localizada al Oeste del Estado de Guanajuato, está integrada por la ciudad de León y por el municipio contiguo de Silao de la Victoria, abarcando una superficie aproximada de 1,760.10 km². Cabe mencionar que esta zona, es la más importante del Estado de Guanajuato, entidad que se ubica como la sexta más poblada a nivel nacional y la séptima en cuanto a su economía.

El Programa de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos surge en la Zona Metropolitana de León, Guanajuato, producto del "Acuerdo de Cooperación Técnica entre el Gobierno del Estado de Guanajuato de los Estados Unidos Mexicanos y la Comunidad Urbana de Burdeos de la República Francesa", celebrado en el mes de octubre del año 2011.

Como beneficio de este acuerdo de cooperación técnica y de su evaluación realizada en 2014, el Gobierno del Estado de Guanajuato decide implementar acciones enfocadas a la gestión integral de los RSU, decidiendo elaborar en ese mismo año, el "Diagnóstico Integral de Residuos de León, Guanajuato" desarrollado por Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas (CIATEC), mismo que en 2017 sería actualizado con el nombre de "Estudios Técnicos para el Sistema de Manejo Integral de RSU para la ZM de León, Actualización Diagnóstico León de los Aldama", por la empresa GERINPRO CONSULTORES.

II.2. EVALUACIÓN DE LA INFORMACIÓN EXISTENTE.

a). Generación de Residuos Sólidos.

Acorde a la información proporcionada por el Sistema Integral de Aseo Público (SIAP) de los dos estudios realizados en el municipio de León, Guanajuato, se extrajeron los datos relativos a la generación de residuos, obteniéndose por parte de CIATEC en 2014 un promedio de 0.620 kg/hab./día; mientras que para el año 2017 la empresa GERINPRO CONSULTORES, obtuvo una generación per cápita de 0.761 Kg. En el Cuadro No.II.2.1, se presentan los datos reportados en ambos estudios.

Tabla No. II.2.1. *Resultados de los Estudios de Generación de Residuos Sólidos realizados en 2014 y 2017 respectivamente.*

ESTRATO SOCIOECONÓMICO	GENERACIÓN PERCÁPITA DE RESIDUOS SÓLIDOS (kg-hab/día) (2014)	GENERACIÓN PERCÁPITA DE RESIDUOS SÓLIDOS (kg-hab/día) (2017)
Alto	0.670	N/A
Medio	0.610	N/A
Bajo	0.590	N/A
Promedio	**0.620**	**0.761**

Del análisis de la información que se concentra en el cuadro antes mencionado, resultan los siguientes comentarios:

- La variación de la generación per-cápita de residuos sólidos entre los estratos socioeconómicos para el caso del estudio del 2014, es de 0.080 kg-hab/día (0.670 – 0.590).

- En el muestreo de 2017, la generación se obtuvo de manera suigéneris, promediando el valor de generación reportado por el SIAP de 0.923 kg-hab/día y el obtenido en campo de 0.590 kg-hab/día.

b) Composición de los Residuos Sólidos.

En cuanto a la composición de los residuos sólidos, en el Cuadro II.2.2., se indican los porcentajes más representativos de los residuos que según los estudios antes reportados se generaban en la Cd. de León, Gto., en los años 2014 y 2017 respectivamente.

Tabla No. II.2.2. *Porcentajes de los principales Subproductos presentes en los Residuos Sólidos muestreados.*

AÑO	RESIDUOS ORGÁNICOS	SANITARIOS	CARTÓN	VIDRIO
2014	39.1 %	29.4 %	3.9 %	3.8 %
2017	34.33 %	2.4 %	3.6 %	2.7 %

Observando los valores de los subproductos presentados anteriormente, se presenta un decremento en los porcentajes reportados, a excepción de los residuos sanitarios, probablemente debido al criterio que se consideró al momento de realizar la separación de los subproductos.

Realizando una sumatoria de estos mismos, se alcanza más del 70% del total generado.

c) Peso Volumétrico "in-situ" de los Residuos Sólidos.

En el Cuadro No. II.2.3, se muestran los pesos volumétricos conforme a los estudios ya mencionados realizados en 2014 y 2017.

Tabla No. II.2.3. *Pesos Volumétricos Promedio, correspondientes a los Residuos Sólidos muestreados.*

AÑO	PESO VOLUMÉTRICO PROMEDIO "IN-SITU" (KG/M³)	RANGO (KG/M³)
2014	123.40	90.60 - 127.90
2017	202.85	186.50 - 219.20

II.3. DETERMINACIÓN DE LA GENERACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS PROVENIENTES DE CASAS-HABITACIÓN.

Para la determinación de la generación de residuos sólidos urbanos provenientes de las casas-habitación, se realizará un estudio de generación de basura, como se indicó en la propuesta de SICA, en tres diferentes estratos. Los parámetros que se determinarán con estos estudios, incluirá la generación per-cápita y el peso volumétrico "in-situ", así como la composición de los RSU de origen doméstico; empleando las metodologías y los procedimientos establecidos por las Normas

NMX-AA-061-1985/Determinación de la Generación, NMX-AA-015-1985/Muestreo-Método de Cuarteo, NMX-AA-019-1985/Peso Volumétrico "in-situ" y NMX-AA-022-1985/Selección y Cuantificación de Subproductos.

a). Descripción de los Trabajos de Campo para conocer la Generación Per-cápita de Residuos Sólidos Urbanos en Casas-Habitación.

La generación per-cápita de RSU, es la cantidad de basura que produce diariamente una persona. Así, la generación per-cápita domiciliaria es la cantidad de residuos que se le asigna a cada uno de los habitantes de una casa habitación o de una localidad. Este parámetro presenta variaciones tanto en peso, como en composición dentro de una misma región, población e incluso entre viviendas de una misma colonia, debido principalmente a:

- ➔ Nivel socioeconómico de los habitantes de una población.
- ➔ Usos y costumbres prevalecientes en las regiones.

La generación per-cápita de residuos sólidos urbanos de origen domiciliario se mide en kilogramos por habitante por día (Kg/hab-día) y sirve para conocer la cantidad total de residuos sólidos urbanos que produce cierta ciudad, colonia o área de la localidad en cuestión. Dicha generación es un parámetro importante dentro de un sistema de aseo urbano, ya que de él depende el correcto diseño y evaluación del manejo, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos urbanos.

Los trabajos, incluyeron la ejecución de un muestreo aleatorio debido a las características de la población por muestrear, caracterizada por su heterogeneidad social; por lo que se seleccionaron elementos (casas–habitación), de distintos estratos socioeconómicos, para precisar con representatividad las características cuantitativas y cualitativas de los RSU domésticos.

La generación media per-cápita, se determinó como se indicó anteriormente, a través de la aplicación de las Normas Mexicanas en vigencia, que especifican las condiciones, estratos y métodos estadísticos para el muestreo. El procedimiento seguido, es el que se describe en las siguientes Normas Mexicanas:

- ➔ Generación de Residuos Sólidos: NMX-AA-61-1985
- ➔ Método de Cuarteo: NMX-AA-15-1985

Entre los objetivos a alcanzar mediante este muestreo, destacan la obtención de los parámetros básicos, que permitirán realizar el diseño de un sistema de manejo, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos generados en cualquier ciudad. Con dichos parámetros se conocerán las cantidades de basura por controlar, además de establecerse las características cualitativas de los residuos sólidos, a fin de evaluar los potenciales de reciclaje y recuperación de recursos, a través de la implantación de sistemas de aprovechamiento, acordes al tipo de residuos sólidos urbanos generados.

En general, la normatividad establece la metodología para llegar al conocimiento del índice de generación de residuos sólidos, la cual en lo referente a los trabajos de campo puede dividirse en:

♠ **Diseño del Muestreo.**

En esta etapa, se seleccionó el universo de trabajo, es decir, el área o zona generadora, representativa de las localidades seleccionadas para realizar los estudios de generación de basura.

♠ **Determinación del Tamaño de la Pre-muestra.**

De manera simplificada, la Norma Mexicana NMX-AA-061 establece un tamaño para la pre-muestra en función de la selección del riesgo. Para determinar el tamaño de la pre-muestra, dicha norma establece que a partir del riesgo seleccionado ($\propto$) se pueden adoptar las siguientes opciones:

Tabla No. II.3.1. *Tamaño de la premuestra en función del riesgo.*

RIESGO ($\propto$)	TAMAÑO DE LA PREMUESTRA
0.05	115
0.10	80
0.20	50

Fuente: NMX-AA-061. Protección al Ambiente-Contaminación del Suelo-Residuos Sólidos Municipales-Determinación de la Generación.

♠ **Trabajos de Campo.**

El procedimiento que se siguió, es el establecido por la Norma Mexicana para la ejecución de los estudios de campo, el cual se describe a continuación.

Con la ayuda de un generador de números aleatorios se obtuvo una lista de los elementos muéstrales, para su identificación en campo, señalando el número aleatorio en la acera de cada casa habitación con brocha y pintura de agua de color rojo o amarillo.

- Al mismo tiempo se realizó el levantamiento de la encuesta domiciliaria, explicándoles claramente a los habitantes, el objetivo del muestreo.

- Se llevó a cabo el levantamiento de una encuesta en cada casa habitación, para conocer datos de la fuente generadora y se dejó la primera bolsa plástica, para que en ella fuesen depositados los residuos sólidos generados en la vivienda. En la Sección 1 del Anexo 2, se presentan las cédulas levantadas en cada una de las casas-habitación seleccionadas, para integrar las muestras representativas para realizar el estudio de generación.

- Al día siguiente, se realizó en cada una de las casas-habitación elegidas, la recolección de la primera bolsa, dejando una segunda bolsa para el depósito de los residuos sólidos generados durante las siguientes 24 horas. La bolsa se entregó debidamente identificada con el número aleatorio que corresponde a esa casa habitación. En el primer día de recolección, las muestras se trasladaron al relleno sanitario de la Cd. de León, Gto; ya que el primer día se considera de "limpieza o barrido", debido a que se desconoce el periodo de generación de los residuos, que, al iniciar el muestreo, se encontraban almacenados en la vivienda.

- A partir del segundo día, se repitió el procedimiento con la recolección de las muestras y la entrega de una nueva bolsa, hasta completar el período de muestreo (incluyendo sábado y domingo). Diariamente se transportaron las muestras al sitio de operaciones, donde fueron pesadas cada una de las bolsas, registrándose los pesos en las cédulas de campo correspondientes a cada casa habitación incluida en el muestreo.

- Una vez que fueron pesadas las bolsas que contenían los residuos, se procedió a vaciar su contenido, formando un montículo de residuos, para después traspalearlos hasta lograr una mezcla homogénea.

- Se realizó la operación del cuarteo, para determinar el peso volumétrico in-situ y para hacer la selección de subproductos, de acuerdo a lo establecido por las Normas Mexicanas correspondientes.

Imagen II.3.1. *Levantamiento de Encuestas e Identificación de Muestras.*

b). Descripción de los Trabajos de Campo para conocer la Composición Promedio de los Residuos Sólidos Urbanos Provenientes de Casas-Habitación.

Según las normas correspondientes, el primer paso del estudio de composición física, fue la planeación de las actividades de campo. Posteriormente, se identificó el área donde realizar el pesaje y el resto de las tareas. Paralelamente, se integró la cuadrilla de personal a emplear en el estudio, para colectar diariamente las muestras que se trasladarán al área de cuarteo.

Cabe aclarar que la operación de cuarteo, tiene como objetivo, lograr una muestra de residuos, que sea representativa de los residuos sólidos resultantes del estudio de generación. Una vez registrados los datos de generación se procedió a determinar el peso volumétrico in situ (NMX-AA-19-1985).

Así mismo, para precisar las características cuantitativas de los residuos sólidos muestreados, se aplicó la normatividad vigente en materia de cuarteo y de selección y cuantificación de subproductos, que se indica a continuación.

- ➔ Método de Cuarteo: NMX-AA-15-1985
- ➔ Selección y Cuantificación de Subproductos: NMX-AA-22-1985

En términos generales, el procedimiento aplicado consistió en seleccionar de manera aleatoria, dos de los cuartos opuestos de residuos sólidos provenientes del muestreo diario de generación, y en extraer de éstos, una muestra representativa de residuos sólidos para realizar la separación manual de los subproductos contenidos en la muestra. Una vez hecha la separación, se realizó el pesaje de cada subproducto, registrándose los valores obtenidos en la "Cédula de campo para la selección y cuantificación de los subproductos de los residuos sólidos municipales". Cabe aclarar que se aplicó este procedimiento durante 7 días consecutivos, con lo que se determinó para cada día, la composición física de los residuos sólidos muestreados. En el Anexo 2 contiene las cédulas de campo con los resultados obtenidos en peso y porcentaje, de los diferentes subproductos registrados con los estudios de composición física, realizados con los residuos sólidos muestreados, en todas las localidades donde se realizaron los estudios de generación).

Es importante señalar que, del primer cuarteo, se obtuvo al principio y al final del periodo de muestreo, una muestra de residuos de aproximadamente 2.750 Kg., perfectamente empacada e identificada, a partir de la cual se determinarán en laboratorio las características físicas y químicas de los residuos muestreados.

c). Descripción de los Trabajos de Campo para conocer el Peso Volumétrico Promedio de los Residuos Sólidos Urbanos Provenientes de Casas-Habitación.

La determinación del peso volumétrico de los residuos sólidos muestreados, se realizó aplicando la metodología establecida por las Normas Mexicanas siguientes:

- ➔ Método de Cuarteo: NMX-AA-15-1985.
- ➔ Peso Volumétrico "in-situ" NMX-AA-19-1985.

Esto es, que, con los residuos sólidos urbanos provenientes de dos cuartos opuestos, se llenó un tambo de 200 litros de capacidad. Se levantó a una altura de 10 cm. y se dejó caer, repitiendo esta operación dos veces más.

El volumen del tambo desocupado por los residuos sólidos, a causa de su compactación con la operación antes señalada, se rellenó con más residuos sólidos provenientes de los dos cuartos opuestos seleccionados durante el cuarteo y se procedió a su pesaje. Posteriormente se calculó, con base en el peso obtenido de los residuos sólidos y el volumen conocido del tambo, el peso volumétrico correspondiente. En el Anexo 2, contiene las cédulas de campo con los resultados obtenidos para el peso volumétrico "In-situ", correspondiente a los residuos sólidos muestreados, en todas las localidades donde se realizaron los estudios de generación).

Imagen II.3.2. *Método de Cuarteo, Selección y Cuantificación de Subproductos.*

d). Descripción del procedimiento para realizar la Evaluación y Validación Estadística de la Información de Campo Relativa a los Estudios de Generación de Residuos Sólidos Urbanos en Casas-Habitación.

Obtenidos los valores en campo, después de realizar el estudio de generación de residuos sólidos urbanos generados en casas-habitación, se procedió a su análisis estadístico para establecer la generación media per-cápita de residuos sólidos, además de la desviación estándar y el tamaño real de la muestra. El procedimiento que se aplicó para el análisis estadístico de la información registrada, es el que establecen las Normas Mexicanas correspondientes y que, de manera general, consistió en lo siguiente:

- Cada uno de los 7 registros de las pesadas diarias efectuadas a los residuos sólidos correspondientes a las casas habitación muestreadas, fue dividido entre el número de habitantes de la vivienda, con lo que se obtuvieron los valores de la generación per-cápita para cada día de muestreo, de los que se derivó el cálculo del promedio por día de la generación per-cápita para cada casa habitación, por lo tanto se tiene una serie de 120 valores promedio, uno por cada casa habitación participante en el muestreo.

- Se ordenaron los valores en orden ascendente.

$$X\,1 \leq X2 \leq X3 \leq X4 \leq XI \leq \ldots Xi \qquad \leq \; Xn\text{-}I \leq Xn$$

Donde:

Xi = promedio por casa habitación o fuente generadora, de los 7 valores diarios de la generación de residuos sólidos (Kg/hab-día).

- Se realiza el análisis de rechazo de observaciones distantes o sospechosas, esto suele hacerse aplicando el criterio de Dixon, consistente en:

Calcular el valor del estadístico "r" para los siguientes casos:

r = (Xn–Xi) / (Xn – Xj). Si se sospecha del elemento mayor de la muestra

r = (Xj– X1) / (Xi – X1). Si se sospecha del elemento menor de la muestra

Donde:

n = Elemento mayor o número de observaciones.
1 = Elemento menor
i = n-(j – 1)
j = Elemento del muestreo que define el límite inferior del intervalo de sospecha en la cola superior de los datos ya ordenados.

Se calcula el valor del estadístico permisible, considerando el número de muestras y el percentil máximo para el valor determinado de:

$$R = 1 - \alpha / 2$$

Tomando el valor permisible del criterio para el rechazo de observaciones distantes (Cuadro No.2 de la NMX-AA-61-1985):

Si $r > r1 - \alpha / 2$, Se rechaza la observación sospechosa

Si $r \leq r1 - \alpha / 2$, Se acepta la observación sospechosa

Con las observaciones aceptadas, se realizó el análisis estadístico de los elementos muestrales, para obtener la media de la generación per-cápita diaria y la desviación estándar.

Se verificó el tamaño real de la muestra, considerando tanto la desviación estándar muestral, como el percentil de la distribución "t" de Student, obtenido este último, del Cuadro correspondiente.

Entonces, con la siguiente expresión:

$$n_1 = (S\ t/\ e)^2$$

En donde:

n_1= Tamaño de la pre-muestra,
S = Desviación estándar de la pre-muestra.
t = Nivel de confianza en el intervalo.
e= Error muestral en Kg/hab-día, recomendándose el empleo de un valor comprendido en el siguiente intervalo:

$$0.4\ Kg/hab\text{-}día \leq E \leq 0.07\ Kg/hab\text{-}día$$

Una vez conocido el tamaño de la muestra real, se compara con el tamaño de la premuestra y si el tamaño de la muestra es mayor al tamaño de la premuestra, se deberán extraer nuevos elementos muestrales de la misma zona, y por el mismo período en que se realizó el estudio, a fin de completar el número de elementos requeridos. El proceso de análisis estadístico se debe repetir, integrando los nuevos elementos muestrales al conjunto de los obtenidos durante la premuestra.

En caso contrario, es decir cuando el tamaño de la premuestra es mayor o igual al tamaño de la muestra real, se acepta el muestreo y deben conservarse todos los elementos muestrales obtenidos, con lo que podría elevarse la confiabilidad del muestreo.

A continuación, se deberá desarrollar un análisis de confiabilidad del muestreo, es decir que se trata de comprobar que los estadísticos obtenidos en el muestreo, son confiables para ser empleados como los parámetros de todo el universo de trabajo.

Para la realización del análisis de confiabilidad, se deben plantear dos hipótesis: la hipótesis nula y la hipótesis alternativa, realizándose pruebas en las dos colas, o bien en la cola izquierda o cola derecha de la distribución empleada (generalmente se utiliza la distribución normal).

La hipótesis nula (Ho), que debe ser comprobada o rechazada, consiste en que la media muestral no es diferente a la media poblacional:

$$Ho: X = \mu$$

La hipótesis alternativa es lo contrario de la hipótesis nula, es decir que los estadísticos del muestreo no pueden ser tomados como los parámetros del universo de trabajo, por lo que sería necesario realizar un nuevo muestreo, desechando el analizado:

$$H1: X <> \mu$$

Finalmente, la Norma Mexicana establece la posibilidad de aplicar la prueba de la razón de varianza, que es empleada para aceptar o rechazar la siguiente hipótesis:

"La media poblacional estimada para un determinado estrato socioeconómico, es igual a las medias poblacionales de los demás estratos socioeconómicos en que se haya subdividido la población muestreada".

Esta hipótesis pretende demostrar la factibilidad de trabajar con el promedio de las medias de generación per-cápita de residuos sólidos obtenidos para los diferentes estratos socioeconómicos muestreados. Su aplicación depende del objetivo del muestreo, por ejemplo, en el caso de que el objetivo del muestreo sea el diseño de la disposición final de los residuos sólidos, resultará conveniente la realización de los cálculos empleando una sola generación para toda la localidad.

e). Análisis y Validación Estadística de la Información de Campo Relativa a los Estudios de Generación de Residuos Sólidos Urbanos en Casas-Habitación.

- **Tamaño de la premuestra "n".**
  El tamaño de la premuestra elegida fue de 120, que corresponde a 0.05 de riesgo, que en términos de confianza correspondería a un 95 %. Por lo que en un primer análisis se considera una muestra con una confianza alta, con base en la siguiente tabla, indicada en la **NMX-AA-61-1985.**

Riesgo Tamaño de la premuestra

(∝)	**(n)**
0.05	115
0.10	80
0.20	50

- **Evaluación de resultados.**
  Del muestreo efectuado en el periodo del 24/septiembre/2019 al 03/octubre/2019, se obtuvieron los registros de generación por vivienda en 120 casas teniendo la siguiente distribución:

Estrato bajo: 42 viviendas
Estrato medio: 67 viviendas
Estrato alto: 11 viviendas

De los siete datos obtenidos de cada casa habitación, durante el período de muestreo se obtiene un promedio, el cual define la generación de residuos "per-cápita" por vivienda.

Para poder realizar el análisis estadístico, fue necesario ordenar los datos del mayor al menor como se indica a continuación:

$$X1 \leq X2 \leq X3 \leq \ldots \leq Xi \leq \ldots \leq Xn-1 \leq Xn.$$

Donde:

X1= Promedio por casa-habitación, de los 7 valores diarios de la generación de residuos per-cápita, obtenidos durante el período de muestreo; de tal manera que el acomodo de los datos, quedó como presenta en el cuadro No. 2.1.

Del cuadro antes indicado, se eliminan automáticamente los valores 1 y 2 al tener valores de 0, por lo tanto, de las 120 casas muestreadas, se conservan 118 para el análisis.

Cuadro No. II.3.2. *Resultados de la generación promedio por casa habitación y por estrato económico.*

n	n. ale	Gen	n	n. ale	Gen	n	n. ale	Gen	n	n. ale	Gen	n	n. ale	Gen	n	n. ale	Gen	n	n. ale	Gen
1	**12**	**0.000**	19	81	0.331	37	117	0.437	55	80	0.529	73	122	0.641	91	108	0.763	109	114	1.134
2	**128**	**0.000**	20	14	0.344	38	**33**	**0.440**	56	90	0.534	74	89	0.652	92	109	0.774	110	57	1.180
3	38	0.103	21	95	0.346	39	62	0.445	57	31	0.547	75	111	0.655	93	83	0.791	111	124	1.211
4	88	0.173	22	61	0.351	40	102	0.446	58	115	0.548	76	**123**	**0.658**	94	76	0.816	112	**68**	**1.420**
5	05	0.211	23	66	0.353	41	93	0.451	59	44	0.553	77	130	0.661	95	82	0.830	113	116	1.431
6	01	0.241	24	52	0.355	42	71	0.454	60	27	0.569	78	13	0.678	96	84	0.841	114	129	1.486
7	02	0.252	25	112	0.368	43	**97**	**0.459**	61	87	0.581	79	30	0.679	97	64	0.847	115	**118**	**1.757**
8	**21**	**0.253**	26	79	0.385	44	75	0.467	62	110	0.585	80	65	0.698	98	51	0.847	116	04	1.894
9	96	0.256	27	23	0.392	45	70	0.469	63	69	0.589	81	56	0.703	99	19	0.861	117	113	2.025
10	22	0.259	28	127	0.401	46	78	0.475	64	34	0.590	82	41	0.718	100	37	0.896	118	15	2.240
11	**18**	**0.297**	29	100	0.405	47	45	0.476	65	29	0.593	83	60	0.718	101	40	1.015	119	63	2.414
12	08	0.302	30	119	0.406	48	99	0.479	66	92	0.596	84	67	0.729	102	77	1.053	120	74	4.297
13	16	0.310	31	17	0.407	49	49	0.503	67	20	0.614	85	11	0.730	103	25	1.075			
14	47	0.316	32	24	0.415	50	10	0.507	68	72	0.614	86	39	0.730	104	36	1.078			
15	125	0.317	33	06	0.418	51	121	0.509	69	59	0.619	87	86	0.732	105	26	1.084			
16	73	0.321	34	107	0.431	52	28	0.511	70	48	0.620	88	09	0.744	106	126	1.111			
17	120	0.323	35	**103**	**0.431**	53	53	0.521	71	03	0.638	89	46	0.753	107	98	1.123			
18	101	0.330	36	85	0.434	54	32	0.524	72	55	0.640	90	43	0.760	108	**58**	**1.133**			

Fuente: Sistemas de Ingeniería y Control Ambiental.

- **Análisis de las muestras sospechosas, (CRITERIO DE DIXÓN).**
  Se optó por utilizar el criterio de Dixón para la determinación de los elementos sospechosos dentro de la muestra, por lo tanto, se debe calcular el valor estadístico "r" para la cola superior e inferior, utilizando las siguientes expresiones:

$rmax = \frac{xn-xi}{xn-xj}$ Cuando se sospecha del elemento máximo de la premuestra

$rmin = \frac{xn-xi}{xn-xj}$ Cuando se sospecha del elemento mínimo de la premuestra

donde:

n = Número de observaciones o elemento mayor.
l = El elemento menor.
i = n - (j-1).
j = Elemento del muestreo que define el límite inferior del intervalo de sospecha en la cola superior de los datos ya ordenados.

Los intervalos de sospecha seleccionados tanto para la cola superior como para la cola inferior son los siguientes.

Cola Inferior.

n	n. ALEATORIO	GENERACIÓN (KG-HAB/DÍA)
1	38	0.103
2	88	0.173
3	05	0.211
4	01	0.241
5	02	0.252

Cola superior.

n	n. ALEATORIO	GENERACIÓN (KG-HAB/DÍA)
110	**68**	**1.420**
111	116	1.431
112	129	1.486
113	**118**	**1.757**
114	04	1.894

115	113	2.025
116	15	2.240
117	63	2.414
118	74	4.297

A continuación, se calcula el valor del estadístico permisible (r1-∝/2) correspondiente al percentil definido por el nivel de confianza establecido y el número de observaciones correspondientes al caso que se trate. Para lograr lo anterior se usa la Tabla No. 2 de la **NMX-AA-61-1985 (Ver Anexo 1).**

El cual resulta de:

$$r1 = 1 - \frac{\alpha}{2}$$

Sustituyendo los valores:

$$r1 = 1 - \frac{0.05}{2} = \mathbf{0.975}$$

Con el valor obtenido de r1 se entra a la Tabla No. 2 ya mencionada. Para así conocer a conocer el valor de r1, que para este caso es de **0.457**. Por lo que para definir el rechazo o aceptación de las muestras sospechosas se tendrá que comparar el valor del estadístico (r) con el estadístico permisible (r1-∝/2) con el fin de rechazar o aceptar la observación sospechosa de acuerdo con el siguiente criterio:

Si r> r1- ∝/2

Se rechaza la observación sospechosa.

Si r< r1-∝/2

Se acepta la observación sospechosa.

Del análisis resulta que para la cola inferior no será rechazado ningún dato, tanto que, para la cola superior, se rechazarán 5 datos, 3 son del estrato bajo y 3 del estrato medio.

Cola Inferior.

n	n. ALE	GEN	r MIN	CRITERIO DE DIXON
1	38	0.103	0.112	ACEPTADA
2	88	0.173	0.057	ACEPTADA
3	05	0.211	0.025	ACEPTADA
4	01	0.241	0.006	ACEPTADA
5	02	0.252	0.000	ACEPTADA

Cola superior.

n	n. ALE	GEN	r MAX	CRITERIO DE DIXON
110	**68**	**1.420**	0.306	ACEPTADA
111	116	1.431	0.307	ACEPTADA
112	129	1.486	0.317	ACEPTADA
113	**118**	**1.757**	0.436	ACEPTADA
114	04	1.894	0.478	RECHAZADA
115	113	2.025	0.517	RECHAZADA
116	15	2.240	0.547	RECHAZADA
117	63	2.414	0.570	RECHAZADA
118	74	4.297	0.720	RECHAZADA

- **Análisis estadístico**
  De los valores que se conservan una vez después efectuar el rechazo de las muestras sospechosas, se realizará el análisis estadístico de los "n" valores promedio resultantes para obtener la media de la generación per-cápita diaria de los valores promedio por casa habitación y la desviación estándar de ellos como conjunto de valores, con respecto a la media.

Para obtener la media.

$$\bar{x} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} xi = \frac{x1 + x2 + \cdots + xn}{n}$$

Donde obtenemos que:

$$\bar{x} = \mathbf{0.616}$$

Para obtener la desviación estándar.

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(xi - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Donde obtenemos que:

$$S = \mathbf{0.2997}$$

Para obtener la varianza.

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

Donde obtenemos que:

$$\sigma = \mathbf{0.0898}$$

- **Verificación el tamaño de la premuestra y cálculo del tamaño de la muestra real.**

Para el cálculo real de la muestra partimos de la siguiente expresión:

$$n1 = \left(\frac{ts}{E}\right)^2$$

Donde:

n1 = Tamaño real de la muestra.
E = Error muestral en kg/hab-día, recomendándose emplear un valor comprendido en el siguiente intervalo: 0.04 kg/hab-día < E < 0.07 kg/hab-día
s = Desviación estándar de la premuestra.
t = Percentil de la distribución "t" de Student, correspondiente al nivel de confianza definido por el riesgo empleado en el muestreo, (Ver tabla no. 3 de la norma).

Sustituyendo los valores tenemos que el tamaño real de la muestra es:

$$n1 = \mathbf{71.88}$$

Por lo que se concluye que el tamaño de la premuestra (118 datos aceptados) satisface de manera contundente la necesidad planteada por este análisis, el cual es de un tamaño de muestra de 72.

- **Análisis de confiabilidad de la muestra.**
  Se realiza con el fin de aceptar o rechazar los resultados estadísticos de la muestra, de acuerdo a la norma NMX-AA-61-1985, se debe formular una hipótesis; es decir, una suposición para crear visualizaciones posibles de la situación. Para este análisis se establecen dos hipótesis:

  1. Hipótesis nula: Ho: =μ; la media muestral = media poblacional.

  2. Hipótesis alternativa: H1: ≠μ; media muestral ≠ media poblacional.

La media poblacional es el parámetro μ de una población e indica la suma de todas las observaciones de 1 a N de la población divididas en las N observaciones. La media muestral o media de una muestra es un estadístico con n observaciones en el conjunto de datos de la muestra. Utilizando la siguiente fórmula:

$$t = \frac{E}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$$

Si al comparar con la tabla de percentil de la distribución t, incluida en la norma NMX-AA-061-1985 (ver Tabla 3) para el número de elementos o grados de libertad, el valor de t y el valor obtenido de la ecuación 3, se obtiene que el valor de t de la

muestra muestral es menor al valor de t de la muestra poblacional, se acepta la hipótesis nula y se concluye que los estadísticos de la muestra pueden ser tomados como los parámetros del universo de trabajo.

En caso contrario, se acepta la hipótesis alternativa y se concluye que los estadísticos de la muestra no deben ser tomados como los parámetros del universo de trabajo; por lo que es necesario realizar un nuevo muestreo y desechar el analizado.

$$\mathrm{t} = 2.536 > \mathrm{t}_{tabla} = 1.980$$

Por lo tanto, la muestra puede ser tomada como representativa de los parámetros del universo de trabajo.

Por lo que, para definir la generación per-cápita se toma el valor obtenido de la media que es de 0.616 kg-hab./día al cual se le agrega el error muestral el cual es de 0.07 por lo que la generación per-cápita promedio resulta de **0.686** kg-hab./día.

II.4. DETERMINACIÓN DE LA GENERACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS NO DOMICILIARIOS Y DE MANEJO ESPECIAL.

Para considerar la generación tanto de los residuos sólidos urbanos como los residuos de manejo especial, generados en la industria, los comercios y el sector de los servicios en general; tarea que por lo regular se hace aplicando indicadores indirectos y consideraciones de tipo general, obtenidos de estudios realizados por Instituciones como el Banco Mundial, el Instituto Nacional de Ecología, la organización Mundial de la Salud, etc.; se consideró pertinente determinar esta información, aplicando los inventarios y sistemas informativos que obran en poder del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI); ya que la cobertura de estos sistemas para el tipo de actividades que son del interés de este estudio es prácticamente del 100%.

En este sentido, se tuvo acceso a la base de datos que esta Institución tiene actualizada al año 2018, respecto a todas las actividades de carácter industrial, comercial y de servicios; que son las responsables de los residuos de manejo especial y de aquellos semejantes a los residuos sólidos urbanos pero que no son generados en casa habitación.

Esta base de datos se denomina DENUE (Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas), publicado por primera vez en Julio de 2010 por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en cumplimiento de las disposiciones de la Ley del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica. Los datos que proporciona el DENUE permiten identificar las unidades económicas por la actividad económica y el tamaño según el estrato de personal ocupado; así como ubicarlas en el territorio nacional por región, localidad, manzana y frente de calle.

Esta primera versión del DENUE se generó a partir de la información recabada por los Censos Económicos de 2009. Proporcionaba los datos de identificación y ubicación de 4 331 202 unidades económicas de todos los sectores de la actividad económica —exceptuando las actividades agropecuarias y forestales— que esos censos encontraron activas en el territorio nacional.

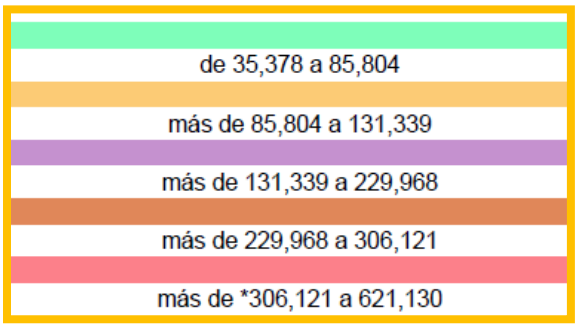
A principios de 2011el INEGI publicó la segunda versión actualizada del Directo-rio Estadístico Nacional de Unidades Económicas, el DENUE 03/2011, que proveía información de 4 374 600 unidades económicas ubicadas en las cabeceras municipales, en las localidades urbanas de 2 500 habitantes y más; así como, en las localidades rurales importantes de todo el territorio nacional.

A mediados de 2013 se presentó la cuarta versión, el DENUE 07/2013, con información de 4 410 199 negocios. Tres meses después, se publicó el DENUE Interactivo 10/2013, el cual conservó el mismo número de negocios de la cuarta versión, pero incorporó la posibilidad de que los informantes registraran o actualizaran en línea los datos de sus negocios, razón por la que se incorporó a su nombre la denominación de interactivo.

En las dos últimas ediciones del Directorio 2018, el DENUE Interactivo 03/2018 y DENUE Interactivo 11/2018 publicaron más de 5 millones de establecimientos. En todas sus versiones se mantienen las características metodológicas y conceptuales.

En la Imagen No. 4.1. se presenta el mapa elaborado por INEGI, con los rangos de establecimientos presentes en cada uno de los estados de la República Mexicana.

Imagen No. II.4.1. *Distribución de establecimientos en la República Mexicana.*



Fuente: INEGI

Para el Estado de Guanajuato el DENUE 04/2019, presentó un total de 262 mil 283 establecimientos de los cuales 81 mil 855 pertenecen al municipio de León, Guanajuato. En la Tabla No. II.4.1. se presentan el número de establecimientos correspondientes a la clasificación de las Actividades Económicas.

Tabla No. II.4.1. *Clasificación de Actividades Económicas del DENUE para el municipio de León, Gto.*

ACTIVIDAD ECONOMICA	No. DE ESTABLECIMIENTOS
(11) AGRICULTURA, CRIA Y EXPLOTACION DE ANIMALES, APROVECHAMIENTO FORESTAL, PESCA Y CAZA	4
(21) MINERIA	14
(22) GENERACION, TRANSMISION Y DISTRIBUCION DE ENERGIA ELECTRICA, SUMINISTRO DE AGUA Y DE GAS POR DUCTOS AL CONSUMIDOR FINAL	43
(23) CONSTRUCCION	511
(31-33) INDUSTRIAS MANUFACTURERAS	11,317
(43) COMERCIO AL POR MAYOR	4,165
(46) COMERCIO AL POR MENOR	32,262
(48-49) TRANSPORTES, CORREOS Y ALMACENAMIENTO	539
(51) INFORMACION EN MEDIOS MASIVOS	249
(52) SERVICIOS FINANCIEROS Y DE SEGUROS	1,391
(53) SERVICIOS INMOBILIARIOS Y DE ALQUILER DE BIENES MUEBLES E INTANGIBLES	1,330
(54) SERVICIOS PROFESIONALES, CIENTIFICOS Y TECNICOS	1,837
(55) CORPORATIVOS	6
(56) SERVICIOS DE APOYO A LOS NEGOCIOS Y MANEJO DE DESECHOS Y SERVICIOS DE REMEDIACION	1,851
(61) SERVICIOS EDUCATIVOS	1,705
(62) SERVICIOS DE SALUD Y DE ASISTENCIA SOCIAL	3,227

ACTIVIDAD ECONOMICA	No. DE ESTABLECIMIENTOS
(71) SERVICIOS DE ESPARCIMIENTO CULTURALES Y DEPORTIVOS, Y OTROS SERVICIOS RECREATIVOS	1,069
(72) SERVICIOS DE ALOJAMIENTO TEMPORAL Y DE PREPARACION DE ALIMENTOS Y BEBIDAS	9,325
(81) OTROS SERVICIOS EXCEPTO ACTIVIDADES GUBERNAMENTALES	10,557
(93) ACTIVIDADES LEGISLATIVAS, GUBERNAMENTALES, DE IMPARTICION DE JUSTICIA Y DE ORGANISMOS INTERNACIONALES Y EXTRATERRITORIALES	453
TOTAL	**81,855**

Fuente: INEGI 04/2019.

Así mismo, el DENUE indica 6 rangos de personal ocupado por establecimiento; para fines prácticos se decidió tomar el número menor de personas indicado, excepto para el rango de 0 a 5, para este caso se tomó el número mayor; con el análisis mencionado se obtuvo un total de 590 mil 090 empleados. En la Tabla No. 2.4.2 se presenta el personal ocupado por actividad económica.

Tabla No. II.4.2. *Personal ocupado por actividad económica para el municipio de León, Gto.*

ACTIVIDAD ECONOMICA	No. DE EMPLEADOS
(11) AGRICULTURA, CRIA Y EXPLOTACION DE ANIMALES, APROVECHAMIENTO FORESTAL, PESCA Y CAZA	318
(21) MINERIA	633
(22) GENERACION, TRANSMISION Y DISTRIBUCION DE ENERGIA ELECTRICA, SUMINISTRO DE AGUA Y DE GAS POR DUCTOS AL CONSUMIDOR FINAL	1,256
(23) CONSTRUCCION	10,891
(31-33) INDUSTRIAS MANUFACTURERAS	120,406
(43) COMERCIO AL POR MAYOR	35,067
(46) COMERCIO AL POR MENOR	185,526
(48-49) TRANSPORTES, CORREOS Y ALMACENAMIENTO	12,687
(51) INFORMACION EN MEDIOS MASIVOS	3,214
(52) SERVICIOS FINANCIEROS Y DE SEGUROS	10,337
(53) SERVICIOS INMOBILIARIOS Y DE ALQUILER DE BIENES MUEBLES E INTANGIBLES	7,892
(54) SERVICIOS PROFESIONALES, CIENTIFICOS Y TECNICOS	13,359

ACTIVIDAD ECONOMICA	No. DE EMPLEADOS
(55) CORPORATIVOS	368
(56) SERVICIOS DE APOYO A LOS NEGOCIOS Y MANEJO DE DESECHOS Y SERVICIOS DE REMEDIACION	19,174
(61) SERVICIOS EDUCATIVOS	23,066
(62) SERVICIOS DE SALUD Y DE ASISTENCIA SOCIAL	22,252
(71) SERVICIOS DE ESPARCIMIENTO CULTURALES Y DEPORTIVOS, Y OTROS SERVICIOS RECREATIVOS	7,125
(72) SERVICIOS DE ALOJAMIENTO TEMPORAL Y DE PREPARACION DE ALIMENTOS Y BEBIDAS	52,924
(81) OTROS SERVICIOS EXCEPTO ACTIVIDADES GUBERNAMENTALES	54,967
(93) ACTIVIDADES LEGISLATIVAS, GUBERNAMENTALES, DE IMPARTICION DE JUSTICIA Y DE ORGANISMOS INTERNACIONALES Y EXTRATERRITORIALES	8,628
TOTAL	**590,090**

Fuente: Sistemas de Ingeniería y Control Ambiental.

Para calcular la cantidad de residuos que genera cada una de las actividades económicas incluidas en la base de datos del DENUE, se utilizaron una serie de indicadores per cápita por giro o actividad económica definidas por SICA, estos indicadores se han creado a lo largo de más de 20 años de experiencia, empleando los resultados de estudios similares realizados en México y otros países de América Latina. Dichos indicadores se presentan en la Tabla No. II.4.3.

Tabla No. II.4.3. *Indicadores Per Cápita por Unidad Económica para el cálculo de generación de residuos sólidos urbanos no domiciliarios y de manejo especial.*

ACTIVIDAD ECONOMICA	INDICADOR (KG/EMPLEADO/DÍA)
(11) AGRICULTURA, CRIA Y EXPLOTACION DE ANIMALES, APROVECHAMIENTO FORESTAL, PESCA Y CAZA	1
(21) MINERIA	0.5
(22) GENERACION, TRANSMISION Y DISTRIBUCION DE ENERGIA ELECTRICA, SUMINISTRO DE AGUA Y DE GAS POR DUCTOS AL CONSUMIDOR FINAL	0.5
(23) CONSTRUCCION	0.88
(31-33) INDUSTRIAS MANUFACTURERAS	0.93-5.36
(43) COMERCIO AL POR MAYOR	0.50-3.5

ACTIVIDAD ECONOMICA	INDICADOR (KG/EMPLEADO/DÍA)
(46) COMERCIO AL POR MENOR	0.50-6.00
(48-49) TRANSPORTES, CORREOS Y ALMACENAMIENTO	0.56
(51) INFORMACION EN MEDIOS MASIVOS	0.88
(52) SERVICIOS FINANCIEROS Y DE SEGUROS	0.88
(53) SERVICIOS INMOBILIARIOS Y DE ALQUILER DE BIENES MUEBLES E INTANGIBLES	0.88
(54) SERVICIOS PROFESIONALES, CIENTIFICOS Y TECNICOS	5.36 artes gráficas 0.88 restante
(55) CORPORATIVOS	0.88
(56) SERVICIOS DE APOYO A LOS NEGOCIOS Y MANEJO DE DESECHOS Y SERVICIOS DE REMEDIACION	1.5 fotocopiado 0.88 restante
(61) SERVICIOS EDUCATIVOS	9.19 Superior 5.35 Básico
(62) SERVICIOS DE SALUD Y DE ASISTENCIA SOCIAL	5.35 guarderías 0.70 restante
(71) SERVICIOS DE ESPARCIMIENTO CULTURALES Y DEPORTIVOS, Y OTROS SERVICIOS RECREATIVOS	5 clubs Dep. y parques 0.8 restante
(72) SERVICIOS DE ALOJAMIENTO TEMPORAL Y DE PREPARACION DE ALIMENTOS Y BEBIDAS	1.84-3.96
(81) OTROS SERVICIOS EXCEPTO ACTIVIDADES GUBERNAMENTALES	1 iglesias 0.85 restante
(93) ACTIVIDADES LEGISLATIVAS, GUBERNAMENTALES, DE IMPARTICION DE JUSTICIA Y DE ORGANISMOS INTERNACIONALES Y EXTRATERRITORIALES	0.88

Fuente: Sistemas de Ingeniería y Control Ambiental.

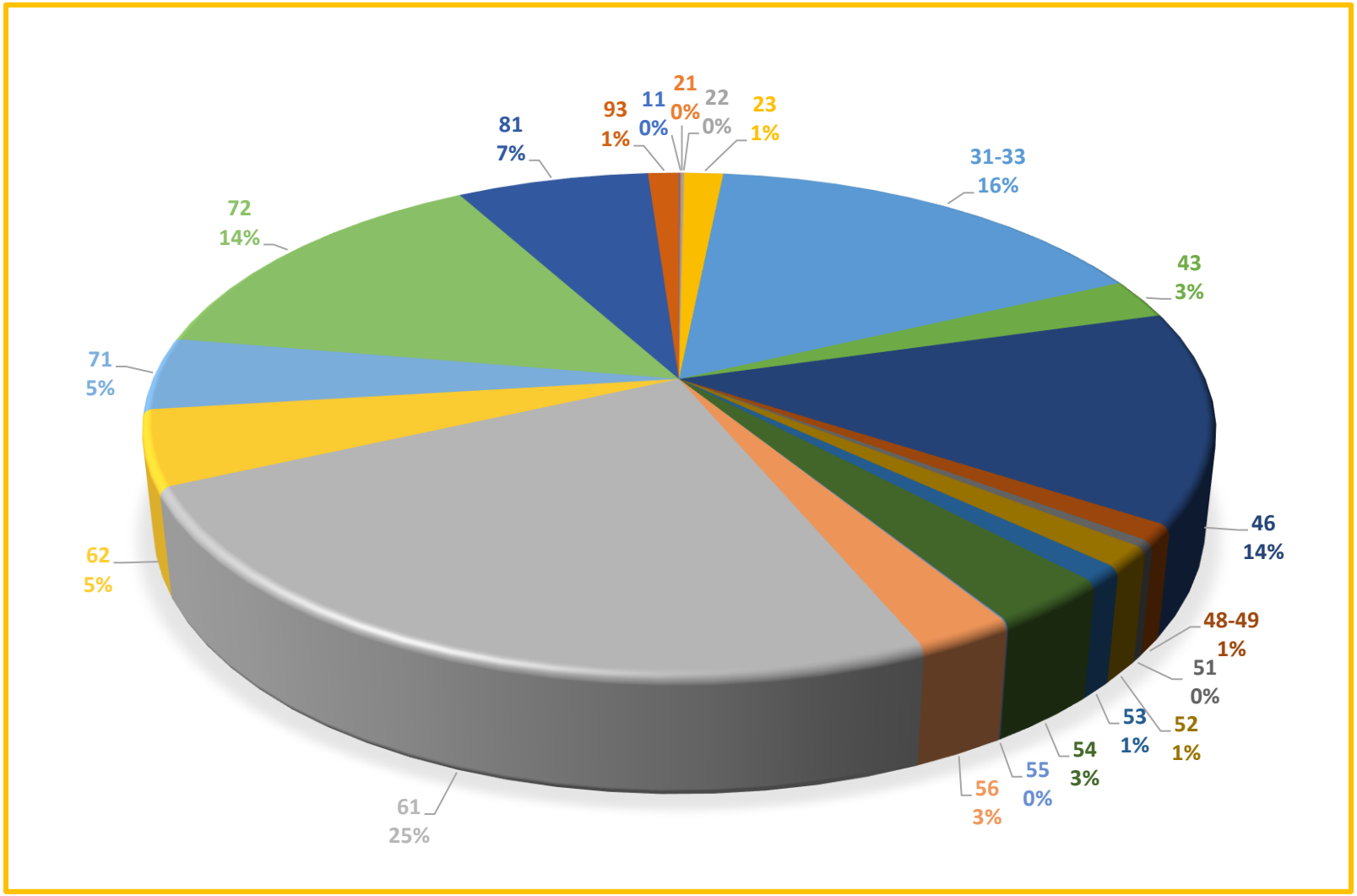
Con los indicadores de la Tabla No. II.4.3. y utilizando el número de empleados por unidad económica reportado en la base de datos del DENUE se calculó la cantidad de residuos generada por las actividades industriales, comerciales y de servicios en general contenidas en dichas bases de datos. Los resultados de este cálculo se presentan en la Tabla No. II.4.4., resaltando la actividad "Servicios Educativos" la cual genera 24.57% del total calculado que se refleja en el Gráfico No. II.4.1., el cual muestra la distribución en porcentajes de la generación de RME, para las diferentes categorías de las actividades económicas que funcionan en la Ciudad de León, Gto.

Tabla No. II.4.4. *Generación de residuos sólidos urbanos no domiciliarios por actividad económica.*

ACTIVIDAD ECONOMICA	GENERACIÓN (t/día)	%
(11) AGRICULTURA, CRIA Y EXPLOTACION DE ANIMALES, APROVECHAMIENTO FORESTAL, PESCA Y CAZA	0.32	0.05
(21) MINERIA	0.32	0.05
(22) GENERACION, TRANSMISION Y DISTRIBUCION DE ENERGIA ELECTRICA, SUMINISTRO DE AGUA Y GAS POR DUCTOS	0.63	0.09
(23) CONSTRUCCION	9.58	1.40
(31-33) INDUSTRIAS MANUFACTURERAS	111.98	16.41
(43) COMERCIO AL POR MAYOR	17.53	2.57
(46) COMERCIO AL POR MENOR	92.76	13.59
(48-49) TRANSPORTES, CORREOS Y ALMACENAMIENTO	7.10	1.04
(51) INFORMACION EN MEDIOS MASIVOS	2.83	0.41
(52) SERVICIOS FINANCIEROS Y DE SEGUROS	9.10	1.33
(53) SERVICIOS INMOBILIARIOS Y DE ALQUILER DE BIENES MUEBLES E INTANGIBLES	6.94	1.02
(54) SERVICIOS PROFESIONALES, CIENTIFICOS Y TECNICOS	21.32	3.12
(55) CORPORATIVOS	0.32	0.05
(56) SERVICIOS DE APOYO A LOS NEGOCIOS Y MANEJO DE DESECHOS Y SERVICIOS DE REMEDIACION	17.14	2.51
(61) SERVICIOS EDUCATIVOS	167.69	24.57
(62) SERVICIOS DE SALUD Y DE ASISTENCIA SOCIAL	33.01	4.84
(71) SERVICIOS DE ESPARCIMIENTO CULTURALES Y DEPORTIVOS, Y OTROS SERVICIOS RECREATIVOS	31.82	4.66
(72) SERVICIOS DE ALOJAMIENTO TEMPORAL Y DE PREPARACION DE ALIMENTOS Y BEBIDAS	97.38	14.27
(81) OTROS SERVICIOS EXCEPTO ACTIVIDADES GUBERNAMENTALES	47.20	6.92
(93) ACTIVIDADES LEGISLATIVAS, GUBERNAMENTALES, DE IMPARTICION DE JUSTICIA Y DE ORGANISMOS INTERNACIONALES Y EXTRATERRITORIALES	7.59	1.11
TOTAL	**682.56**	**100**

Fuente: Sistemas de Ingeniería y Control Ambiental.

Gráfico No. II.4.1. *Generación de residuos sólidos urbanos no domiciliarios por actividad económica.*



Fuente: Sistemas de Ingeniería y Control Ambiental.

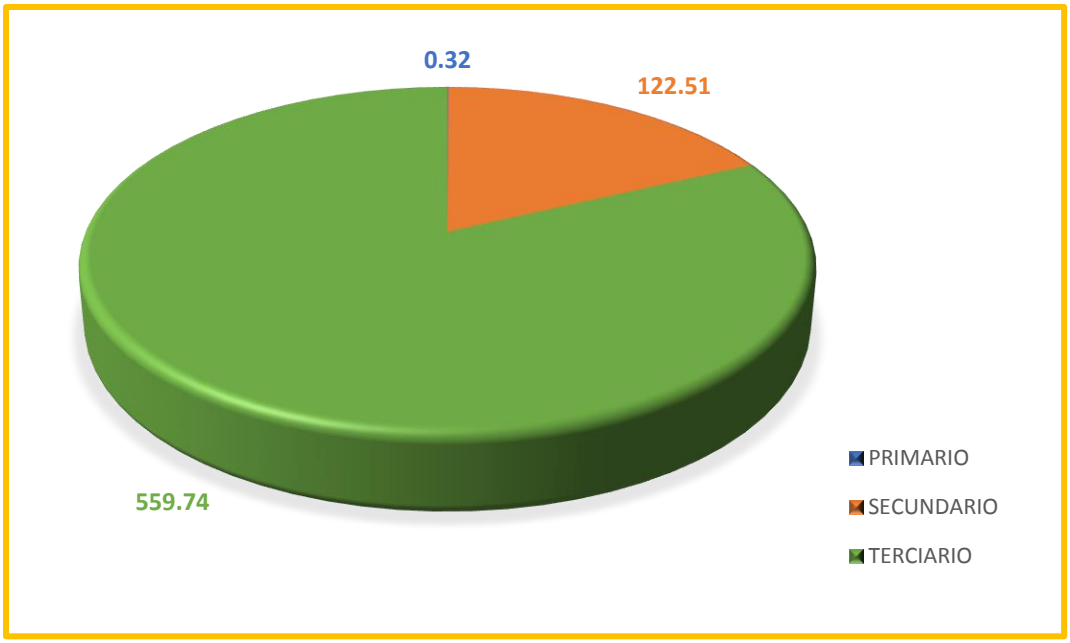
Realizando una clasificación de las actividades económicas de acuerdo a los sectores económicos, el sector terciario aporta una generación del 82% en el municipio de León, Guanajuato con un total de 559.74 t/día de residuos, en el Gráfico No. II.4.2 y en la Tabla No. II.4.5 se presentan las generaciones correspondientes a los tres sectores económicos.

***Tabla No. II.4.5**. Generación de residuos sólidos urbanos no domiciliarios por sectores económicos.*

SECTOR	GENERACIÓN POR SECTOR ECONÓMICO (T/DÍA)
PRIMARIO	0.32
SECUNDARIO	122.51
TERCIARIO	559.74
TOTAL	**682.56**

Fuente: Sistemas de Ingeniería y Control Ambiental.

***Gráfico No. II.4.2.** Generación de residuos sólidos urbanos no domiciliarios por actividad económica.*



Fuente: Sistemas de Ingeniería y Control Ambiental.

II.5. DETERMINACIÓN DE LA GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS NO DOMICILIARIOS.

Partiendo de la base de datos del DENUE una vez que fue calculada la generación de residuos de cada una de las unidades económicas que contiene, se procedió a identificar las unidades económicas que, por el tipo de basura y tonelaje, se asumen como fuentes generadoras de residuos sólidos urbanos no domiciliarios y que no deben ser consideradas como generadores de residuos de manejo especial. Para ello se tomó como referencia lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011 "Que establece los criterios para clasificar a los residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de planes de manejo"; en cuanto a los establecimientos generado-res, que caen en el supuesto de generar residuos asimilables a los residuos sólidos urbanos y que por su volumen generado no deben ser clasificados como generadores de residuos de manejo especial.

En ese sentido dicha norma específica las siguientes particularidades que permitieron identificar tales unidades económicas "que genere residuos con características físicas, químicas y de cantidad semejantes a los residuos generados a casas habitación y cuya generación sea menor a 10 toneladas al año". Es decir, son aquellos establecimientos que generan residuos semejantes a los que se desechan en cualquier casa habitación y cuya generación no rebasa las diez toneladas por año.

De acuerdo con lo anterior se identificaron a todas las unidades económicas que caen en este supuesto, resultando como mayor generador la actividad económica denominada como "Servicios de alojamiento temporal y de prepa-ración de alimentos y bebidas".

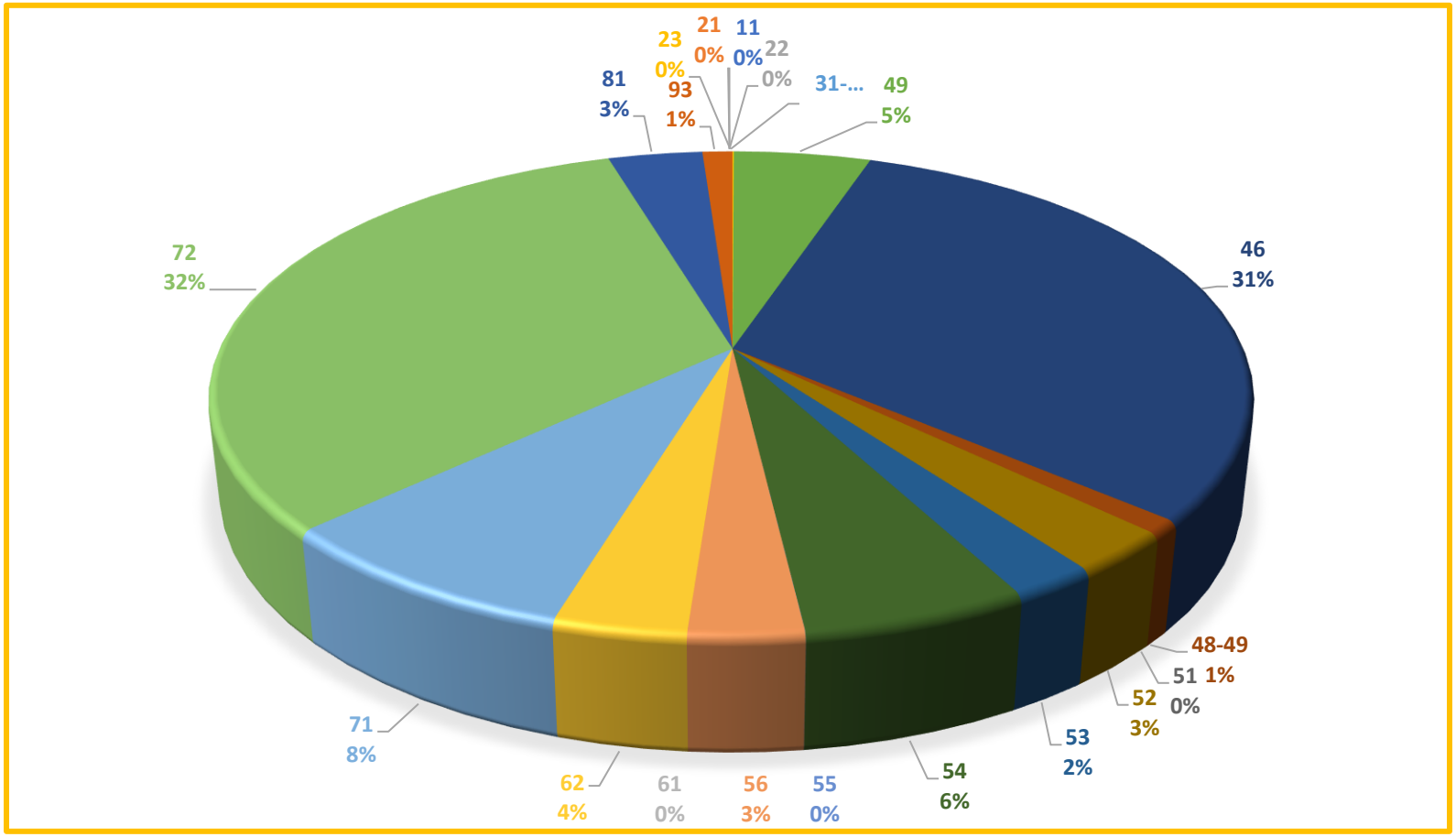
En la Tabla No. II.5.1. se presenta un resumen con la generación de los establecimientos por actividad que caen en esta clasificación, con una generación diaria 274.62 t/día, mientras que en el gráfico No. II.5.1. se ilustra la distribución porcentual de las cifras de la tabla mencionada.

Tabla No. II.5.1. *Generación de residuos sólidos urbanos no domiciliarios por actividad económica.*

ACTIVIDAD ECONOMICA	GENERACIÓN (T/DÍA)
(11) AGRICULTURA, CRIA Y EXPLOTACION DE ANIMALES, APROVECHAMIENTO FORESTAL, PESCA Y CAZA	0.00
(21) MINERIA	0.00
(22) GENERACION, TRANSMISION Y DISTRIBUCION DE ENERGIA ELECTRICA, SUMINISTRO DE AGUA Y DE GAS POR DUCTOS AL CONSUMIDOR FINAL	0.00
(23) CONSTRUCCION	0.14
(31-33) INDUSTRIAS MANUFACTURERAS	0.00
(43) COMERCIO AL POR MAYOR	13.96
(46) COMERCIO AL POR MENOR	85.52
(48-49) TRANSPORTES, CORREOS Y ALMACENAMIENTO	2.47
(51) INFORMACION EN MEDIOS MASIVOS	0.00
(52) SERVICIOS FINANCIEROS Y DE SEGUROS	7.63
(53) SERVICIOS INMOBILIARIOS Y DE ALQUILER DE BIENES MUEBLES E INTANGIBLES	6.14
(54) SERVICIOS PROFESIONALES, CIENTIFICOS Y TECNICOS	16.32
(55) CORPORATIVOS	0.01
(56) SERVICIOS DE APOYO A LOS NEGOCIOS Y MANEJO DE DESECHOS Y SERVICIOS DE REMEDIACION	8.30
(61) SERVICIOS EDUCATIVOS	0.00
(62) SERVICIOS DE SALUD Y DE ASISTENCIA SOCIAL	9.62
(71) SERVICIOS DE ESPARCIMIENTO CULTURALES Y DEPORTIVOS, Y OTROS SERVICIOS RECREATIVOS	23.02
(72) SERVICIOS DE ALOJAMIENTO TEMPORAL Y DE PREPARACION DE ALIMENTOS Y BEBIDAS	88.83
(81) OTROS SERVICIOS EXCEPTO ACTIVIDADES GUBERNAMENTALES	9.61
(93) ACTIVIDADES LEGISLATIVAS, GUBERNAMENTALES, DE IMPARTICION DE JUSTICIA Y DE ORGANISMOS INTERNACIONALES Y EXTRATERRITORIALES	3.05
TOTAL	**274.62**

Fuente: Sistemas de Ingeniería y Control Ambiental.

Gráfico No. II.5.1. *Generación de residuos sólidos urbanos no domiciliarios por actividad económica.*



Fuente: Sistemas de Ingeniería y Control Ambiental.

II.6. DETERMINACIÓN DE LA GENERACIÓN DE RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL.

Una vez que se extrajeron de la base del DENUE aquellos establecimientos clasificados como generadores de residuos sólidos urbanos no domiciliarios (categoría 1); se procedió a clasificar el resto de acuerdo con los siguientes criterios, derivados de la aplicación de la Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011.

- **Categoría 2.** Establecimientos generadores de residuos sólidos urbanos no domiciliarios, clasificados como grandes generadores (generación anual mayor a 10 toneladas).

- **Categoría 3.** Establecimientos que generan residuos diferentes a los residuos sólidos urbanos en cuanto a sus características físicas, químicas y de cantidad. Son todos los que se enlistan en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR), siempre que no estén sujetos a planes de manejo.

  I. Residuos de las rocas o los productos de su descomposición que sólo puedan utilizarse para la fabricación de materiales de construcción o se destinen para este fin, así como los productos derivados de la descomposición de las rocas, excluidos de la competencia federal conforme a las fracciones IV y V del artículo 5 de la Ley Minera.

  II. Residuos de servicios de salud, generados por los establecimientos que realicen actividades médico-asistenciales a las poblaciones humanas o animales, centros de investigación, con excepción de los biológico infecciosos.

  III. Residuos generados por las actividades pesqueras, agrícolas, silvícolas, forestales, avícolas, ganaderas, incluyendo los residuos de los insumos utilizados en esas actividades.

  IV. Residuos de los servicios de transporte, así como los generados a consecuencia de las actividades que se realizan en puertos, aeropuertos, terminales ferroviarias y portuarias y en las aduanas.

  V. Lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales.

VI. Residuos de tiendas departamentales o centros comerciales generados en grandes volúmenes.

VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general.

VIII. Residuos tecnológicos provenientes de las industrias de la informática, fabricantes de productos electrónicos o de vehículos automotores y otros que, al transcurrir su vida útil, por sus características, requieren de un manejo específico, y

IX. Otros que determine la Secretaría de común acuerdo con las entidades federativas y municipios, que así lo convengan para facilitar su gestión integral.

- Categoría 4. Establecimientos que generan residuos diferentes a los residuos sólidos urbanos en cuanto a sus características físicas, químicas y de cantidad. Son todos los que se enlistan en el anexo la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR), sujetos a planes de manejo.

I. Los siguientes residuos de servicios de salud, generados por un gran generador en centros médico-asistenciales:

- Papel y cartón
- Ropa clínica, ropa de cama y colchones
- Plásticos
- Madera
- Vidrio

II. Los residuos agro plásticos generados por las actividades intensivas agrícolas, silvícolas y forestales.

III. Los residuos orgánicos de las actividades intensivas agrícolas, avícolas, ganaderas y pesqueras.

IV. Los residuos de las actividades de transporte federal, que incluye servicios en los puertos, aeropuertos, centrales camioneras y estaciones de

autotransporte y los del transporte público, que incluye a los prestadores de servicio que cuenten con terminales, talleres o estaciones, que se incluyen en la lista siguiente y que se generen por un gran generador en una cantidad mayor a 10 toneladas al año por residuo o su equivalente:

- Envases metálicos.
- Envases y embalajes de papel y cartón.
- Envases de vidrio.
- Envases de tereftalato de polietileno (PET).
- Envases de poliestireno expandido (unicel).
- Bolsas de polietileno.
- Tarimas de madera.
- Neumáticos de desecho.

V. Lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales, a excepción de los indicados en la NOM-052-SEMARNAT-2005:

- Aquellos que se generen por un gran generador en una cantidad mayor a 100 toneladas anuales o su equivalente.

VI. Los residuos de las tiendas departamentales o centros comerciales, incluyendo tiendas de autoservicio, centrales de abasto, mercados públicos y ambulantes, que se incluyen en la lista siguiente y que se generen en una cantidad mayor a 10 toneladas al año por residuo o su equivalente:

- Envases metálicos.
- Envases y embalajes de papel y cartón.
- Envases de vidrio.

- Envases de tereftalato de polietileno (PET).
- Envases de poliestireno expandido (unicel).
- Tarimas de madera.
- Residuos orgánicos.
- Película de polietileno para embalaje (playo).

VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general, que se generen en una obra en una cantidad mayor a 80 m^3.

VIII. Los productos que al transcurrir su vida útil se desechan y que se listan a continuación:

a) Residuos tecnológicos de las industrias de la informática y fabrican-tes de productos electrónicos:

- Computadoras personales de escritorio y sus accesorios.
- Computadoras personales portátiles y sus accesorios.
- Teléfonos celulares.
- Monitores con tubos de rayos catódicos (incluyendo televisores).
- Pantallas de cristal líquido y plasma (incluyendo televisores).
- Reproductores de audio y video portátiles.
- Cables para equipos electrónicos.
- Impresoras, fotocopiadoras y multifuncionales.

b) Residuos de fabricantes de vehículos automotores:

- Vehículos al final de su vida útil.

c) Otros que al transcurrir su vida útil requieren de un manejo específico y que sean generados por un gran generador en una cantidad mayor a 10 toneladas por residuo al año:

- Aceite vegetal usado.
- Neumáticos de desecho.
- Envases y embalajes de tereftalato de polietileno (PET), polietileno de alta y baja densidad (PEAD y PEBD), policloruro de vinilo (PVC), polipropileno (PP), poliestireno (PS) y policarbonato (PC).
- Artículos publicitarios en vía pública de tereftalato de polietileno (PET), polietileno de alta y baja densidad (PEAD y PEBD), policloruro de vinilo (PVC), polipropileno (PP), poliestireno (PS) y policarbonato (PC).
- Artículos de promoción de campañas políticas en vía pública de terefta-lato de polietileno (PET), polietileno de alta y baja densidad (PEAD y PEBD), policloruro de vinilo (PVC), polipropileno (PP), poliestireno (PS) y policarbonato (PC).
- Envases, embalajes y artículos de madera.
- Envases, embalajes y perfiles de aluminio.
- Envases, embalajes y perfiles de metal ferroso.
- Envases, embalajes y perfiles de metal no ferroso.
- Papel y cartón.
- Vidrio.
- Ropa, recorte y trapo de algodón.
- Ropa, recorte y trapo de fibras sintéticas.
- Hule natural y sintético.

- Envase de multilaminados de varios materiales.
- Refrigeradores.
- Aire acondicionado.
- Lavadoras.
- Secadoras.
- Hornos de microondas.

De acuerdo con la clasificación anterior se revisó la base de datos del DENUE (sin los establecimientos de la categoría 1) y se agruparon los establecimientos de acuerdo con las categorías antes mencionadas, obteniéndose los resultados que se presentan en las Tablas como en los gráficos Nos. II.6.1., II.6.2. y II.6.3.

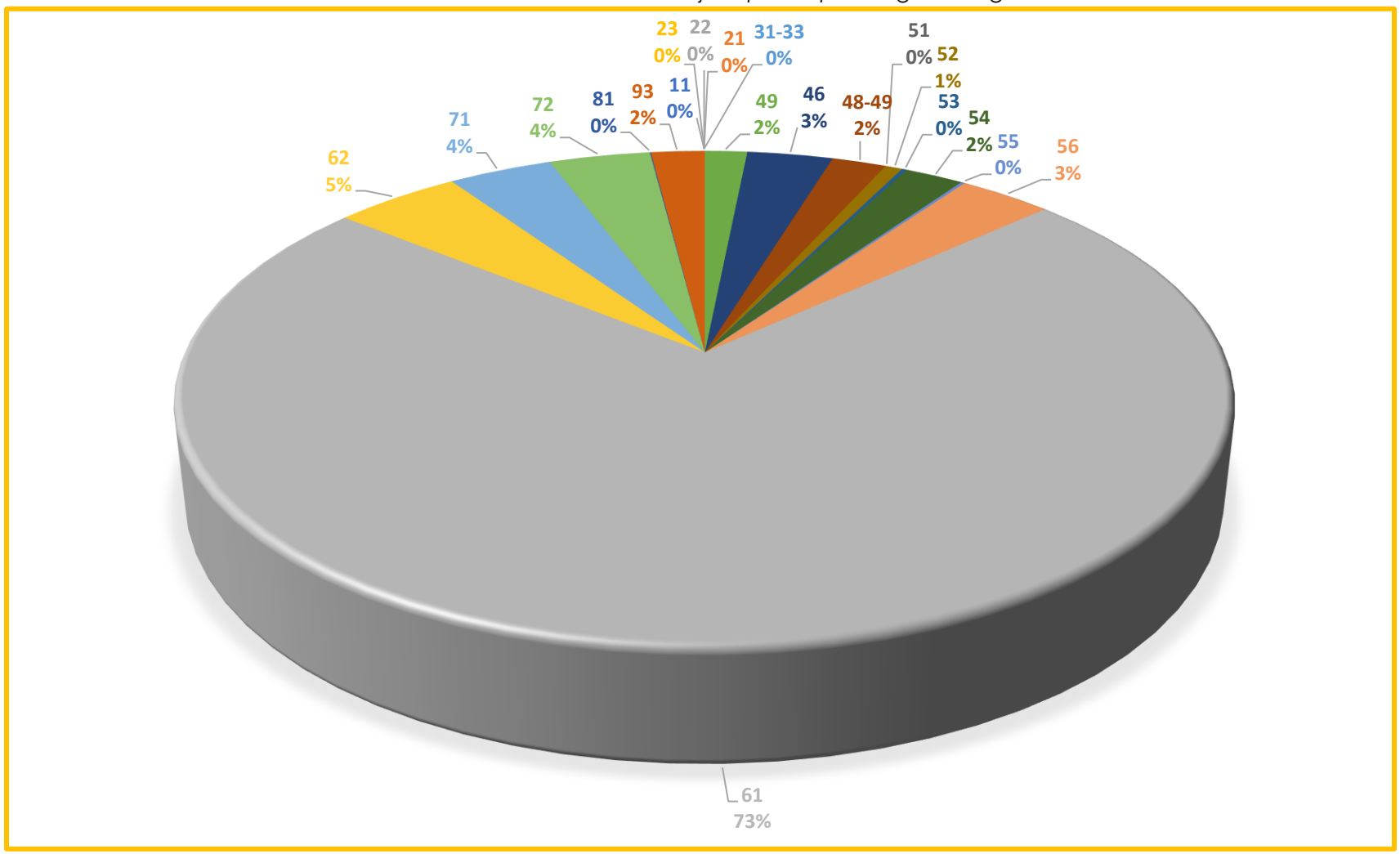
Tabla No. II.6.1. *Generación de residuos de manejo especial por ser grandes generadores de RSUND.*

ACTIVIDAD ECONOMICA	GENERACIÓN (T/DÍA)
(11) AGRICULTURA, CRIA Y EXPLOTACION DE ANIMALES, APROVECHAMIENTO FORESTAL, PESCA Y CAZA	0.00
(21) MINERIA	0.00
(22) GENERACION, TRANSMISION Y DISTRIBUCION DE ENERGIA ELECTRICA, SUMINISTRO DE AGUA Y DE GAS POR DUCTOS AL CONSUMIDOR FINAL	0.00
(23) CONSTRUCCION	0.00
(31-33) INDUSTRIAS MANUFACTURERAS	0.00
(43) COMERCIO AL POR MAYOR	3.57
(46) COMERCIO AL POR MENOR	7.25
(48-49) TRANSPORTES, CORREOS Y ALMACENAMIENTO	4.59
(51) INFORMACION EN MEDIOS MASIVOS	0.00
(52) SERVICIOS FINANCIEROS Y DE SEGUROS	1.47
(53) SERVICIOS INMOBILIARIOS Y DE ALQUILER DE BIENES MUEBLES E INTANGIBLES	0.40
(54) SERVICIOS PROFESIONALES, CIENTIFICOS Y TECNICOS	5.00
(55) CORPORATIVOS	0.31

ACTIVIDAD ECONOMICA	GENERACIÓN (T/DÍA)
(56) SERVICIOS DE APOYO A LOS NEGOCIOS Y MANEJO DE DESECHOS Y SERVICIOS DE REMEDIACION	7.89
(61) SERVICIOS EDUCATIVOS	167.69
(62) SERVICIOS DE SALUD Y DE ASISTENCIA SOCIAL	10.68
(71) SERVICIOS DE ESPARCIMIENTO CULTURALES Y DEPORTIVOS, Y OTROS SERVICIOS RECREATIVOS	8.79
(72) SERVICIOS DE ALOJAMIENTO TEMPORAL Y DE PREPARACION DE ALIMENTOS Y BEBIDAS	8.55
(81) OTROS SERVICIOS EXCEPTO ACTIVIDADES GUBERNAMENTALES	0.09
(93) ACTIVIDADES LEGISLATIVAS, GUBERNAMENTALES, DE IMPARTICION DE JUSTICIA Y DE ORGANISMOS INTERNACIONALES Y EXTRATERRITORIALES	4.54
TOTAL	**230.81**

Fuente: Sistemas de Ingeniería y Control Ambiental.

Gráfico No. II.6.1. *Generación de residuos de manejo especial por ser grandes generadores de RSUND.*



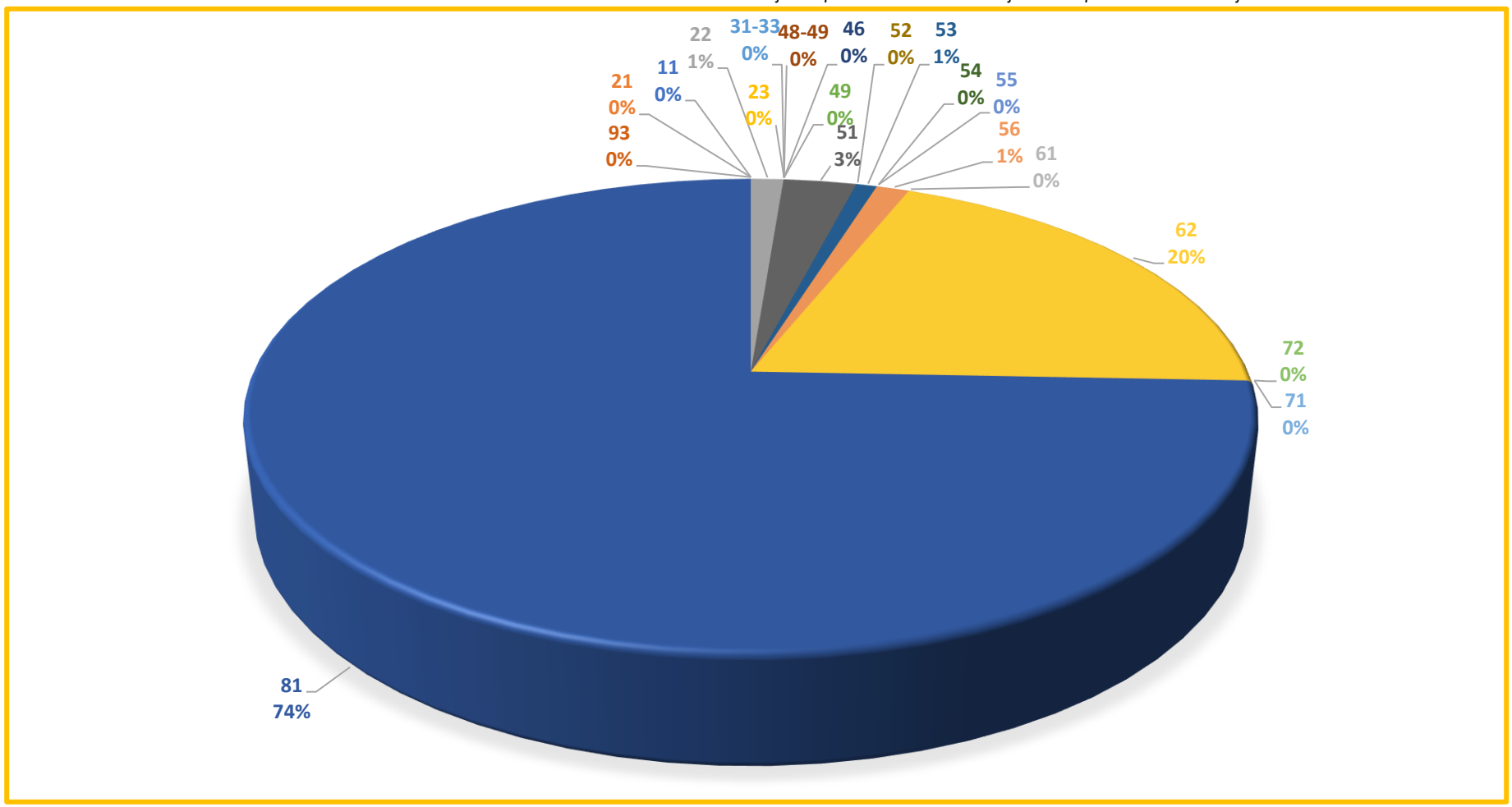
Fuente: Sistemas de Ingeniería y Control Ambiental.

Tabla No. II.6.2. *Generación de residuos de manejo especial sin estar sujetos a plan de manejo.*

ACTIVIDAD ECONOMICA	GENERACIÓN (T/DÍA)
(11) AGRICULTURA, CRIA Y EXPLOTACION DE ANIMALES, APROVECHAMIENTO FORESTAL, PESCA Y CAZA	0.00
(21) MINERIA	0.00
(22) GENERACION, TRANSMISION Y DISTRIBUCION DE ENERGIA ELECTRICA, SUMINISTRO DE AGUA Y DE GAS POR DUCTOS AL CONSUMIDOR FINAL	0.63
(23) CONSTRUCCION	0.00
(31-33) INDUSTRIAS MANUFACTURERAS	0.00
(43) COMERCIO AL POR MAYOR	0.00
(46) COMERCIO AL POR MENOR	0.00
(48-49) TRANSPORTES, CORREOS Y ALMACENAMIENTO	0.00
(51) INFORMACION EN MEDIOS MASIVOS	1.41
(52) SERVICIOS FINANCIEROS Y DE SEGUROS	0.00
(53) SERVICIOS INMOBILIARIOS Y DE ALQUILER DE BIENES MUEBLES E INTANGIBLES	0.40
(54) SERVICIOS PROFESIONALES, CIENTIFICOS Y TECNICOS	0.00
(55) CORPORATIVOS	0.00
(56) SERVICIOS DE APOYO A LOS NEGOCIOS Y MANEJO DE DESECHOS Y SERVICIOS DE REMEDIACION	0.63
(61) SERVICIOS EDUCATIVOS	0.00
(62) SERVICIOS DE SALUD Y DE ASISTENCIA SOCIAL	9.85
(71) SERVICIOS DE ESPARCIMIENTO CULTURALES Y DEPORTIVOS, Y OTROS SERVICIOS RECREATIVOS	0.00
(72) SERVICIOS DE ALOJAMIENTO TEMPORAL Y DE PREPARACION DE ALIMENTOS Y BEBIDAS	0.00
(81) OTROS SERVICIOS EXCEPTO ACTIVIDADES GUBERNAMENTALES	37.50
(93) ACTIVIDADES LEGISLATIVAS, GUBERNAMENTALES, DE IMPARTICION DE JUSTICIA Y DE ORGANISMOS INTERNACIONALES Y EXTRATERRITORIALES	0.00
TOTAL	**50.42**

Fuente: Sistemas de Ingeniería y Control Ambiental.

Gráfico No. II.6.2. *Generación de residuos de manejo especial sin estar sujetos a plan de manejo.*



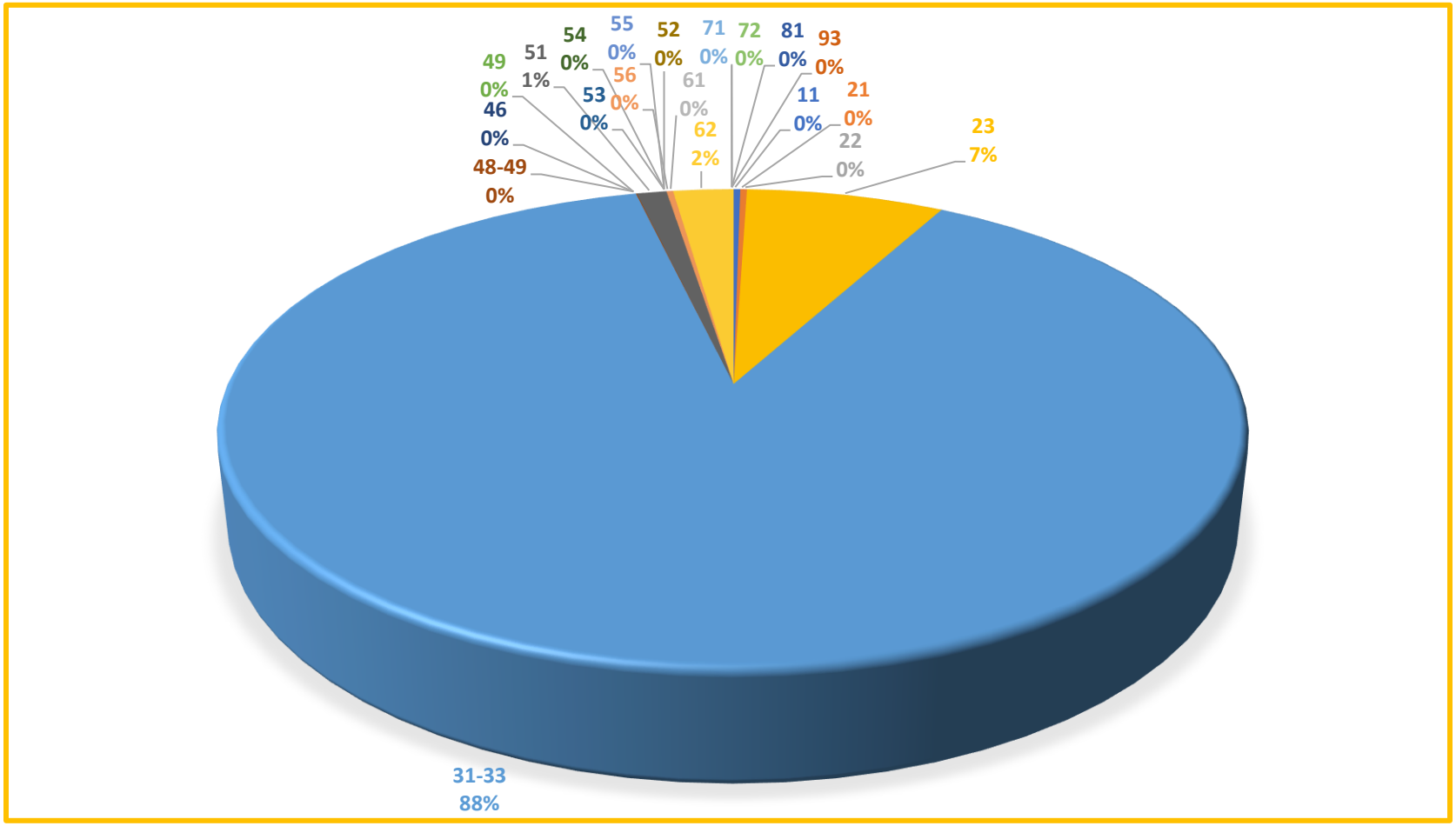
Fuente: Sistemas de Ingeniería y Control Ambiental.

Tabla No. II.6.3. *Generación de residuos de manejo especial sujetos a plan de manejo.*

ACTIVIDAD ECONOMICA	GENERACIÓN (T/DÍA)
(11) AGRICULTURA, CRIA Y EXPLOTACION DE ANIMALES, APROVECHAMIENTO FORESTAL, PESCA Y CAZA	0.32
(21) MINERIA	0.32
(22) GENERACION, TRANSMISION Y DISTRIBUCION DE ENERGIA ELECTRICA, SUMINISTRO DE AGUA Y DE GAS POR DUCTOS AL CONSUMIDOR FINAL	0.00
(23) CONSTRUCCION	9.45
(31-33) INDUSTRIAS MANUFACTURERAS	111.98
(43) COMERCIO AL POR MAYOR	0.00
(46) COMERCIO AL POR MENOR	0.00
(48-49) TRANSPORTES, CORREOS Y ALMACENAMIENTO	0.04
(51) INFORMACION EN MEDIOS MASIVOS	1.42
(52) SERVICIOS FINANCIEROS Y DE SEGUROS	0.00
(53) SERVICIOS INMOBILIARIOS Y DE ALQUILER DE BIENES MUEBLES E INTANGIBLES	0.00
(54) SERVICIOS PROFESIONALES, CIENTIFICOS Y TECNICOS	0.00
(55) CORPORATIVOS	0.00
(56) SERVICIOS DE APOYO A LOS NEGOCIOS Y MANEJO DE DESECHOS Y SERVICIOS DE REMEDIACION	0.31
(61) SERVICIOS EDUCATIVOS	0.00
(62) SERVICIOS DE SALUD Y DE ASISTENCIA SOCIAL	2.88
(71) SERVICIOS DE ESPARCIMIENTO CULTURALES Y DEPORTIVOS, Y OTROS SERVICIOS RECREATIVOS	0.00
(72) SERVICIOS DE ALOJAMIENTO TEMPORAL Y DE PREPARACION DE ALIMENTOS Y BEBIDAS	0.00
(81) OTROS SERVICIOS EXCEPTO ACTIVIDADES GUBERNAMENTALES	0.00
(93) ACTIVIDADES LEGISLATIVAS, GUBERNAMENTALES, DE IMPARTICION DE JUSTICIA Y DE ORGANISMOS INTERNACIONALES Y EXTRATERRITORIALES	0.00
TOTAL	**126.71**

Fuente: Sistemas de Ingeniería y Control Ambiental.

Gráfico No. II.6.3. *Generación de residuos de manejo especial sujetos a plan de manejo.*



Fuente: Sistemas de Ingeniería y Control Ambiental.

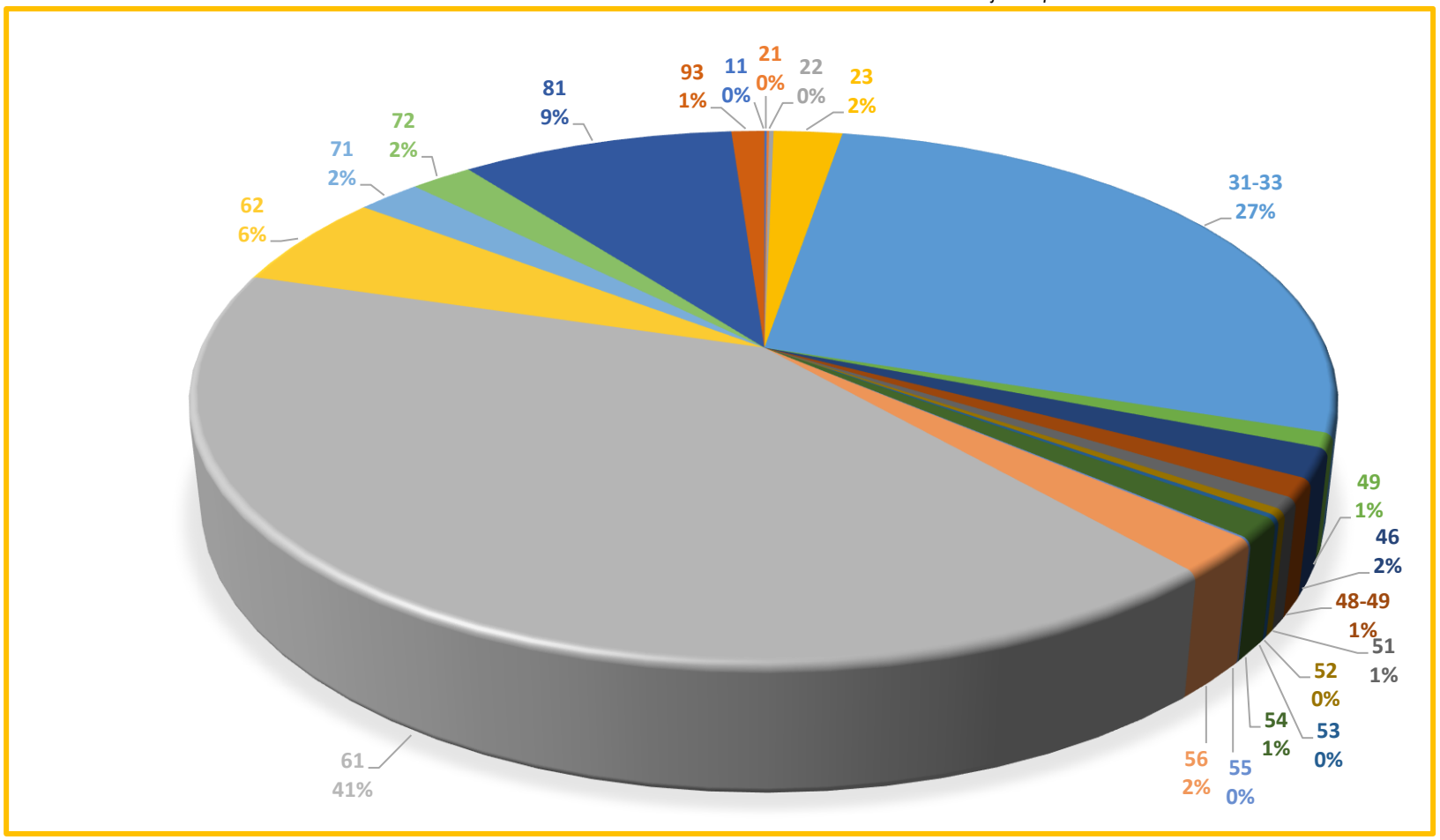
Integrando las tres categorías se obtiene la tabla que integra a los residuos de manejo especial generados en el municipio de León, clasificados por actividad económica en la tabla No. II.6.4.

Tabla No. II.6.4. *Generación total de los residuos de manejo especial.*

ACTIVIDAD ECONOMICA	GENERACIÓN (T/DÍA)
(11) AGRICULTURA, CRIA Y EXPLOTACION DE ANIMALES, APROVECHAMIENTO FORESTAL, PESCA Y CAZA	0.32
(21) MINERIA	0.32
(22) GENERACION, TRANSMISION Y DISTRIBUCION DE ENERGIA ELECTRICA, SUMINISTRO DE AGUA Y DE GAS POR DUCTOS AL CONSUMIDOR FINAL	0.63
(23) CONSTRUCCION	9.45
(31-33) INDUSTRIAS MANUFACTURERAS	111.98
(43) COMERCIO AL POR MAYOR	3.57
(46) COMERCIO AL POR MENOR	7.25
(48-49) TRANSPORTES, CORREOS Y ALMACENAMIENTO	4.63
(51) INFORMACION EN MEDIOS MASIVOS	2.83
(52) SERVICIOS FINANCIEROS Y DE SEGUROS	1.47
(53) SERVICIOS INMOBILIARIOS Y DE ALQUILER DE BIENES MUEBLES E INTANGIBLES	0.80
(54) SERVICIOS PROFESIONALES, CIENTIFICOS Y TECNICOS	5.00
(55) CORPORATIVOS	0.31
(56) SERVICIOS DE APOYO A LOS NEGOCIOS Y MANEJO DE DESECHOS Y SERVICIOS DE REMEDIACION	8.84
(61) SERVICIOS EDUCATIVOS	167.69
(62) SERVICIOS DE SALUD Y DE ASISTENCIA SOCIAL	23.40
(71) SERVICIOS DE ESPARCIMIENTO CULTURALES Y DEPORTIVOS, Y OTROS SERVICIOS RECREATIVOS	8.79
(72) SERVICIOS DE ALOJAMIENTO TEMPORAL Y DE PREPARACION DE ALIMENTOS Y BEBIDAS	8.55
(81) OTROS SERVICIOS EXCEPTO ACTIVIDADES GUBERNAMENTALES	37.59
(93) ACTIVIDADES LEGISLATIVAS, GUBERNAMENTALES, DE IMPARTICION DE JUSTICIA Y DE ORGANISMOS INTERNACIONALES Y EXTRATERRITORIALES	4.54
TOTAL	**407.94**

Fuente: Sistemas de Ingeniería y Control Ambiental.

Gráfico No.II.6.4. *Generación total de los residuos de manejo especial.*



Fuente: Sistemas de Ingeniería y Control Ambiental.

II.7. DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS PROVENIENTES DE CASAS-HABITACIÓN.

En cuanto a la composición de los residuos sólidos proveniente de casas-habitación, que fue obtenida con los estudios ya antes referenciados, en el cuadro siguiente se reportan los porcentajes de los distintos tipos de subproductos que fueron identificados dentro de la mezcla de materiales denominada "basura", agrupados en función de 4 categorías que fueron establecidas en función de la su vocación o posibilidad de aprovechamiento.

Tabla No. II.7.1. *Composición física diaria y promedio de los residuos domiciliarios del Municipio de León, Guanajuato.*

SUBPRODUCTO		FECHA: Vie 27		FECHA: Sáb 28		FECHA: Dom 29		FECHA: Lun 30		FECHA: Mar 01		FECHA: Mie 02		FECHA: Jue 03		PROMEDIO	
No	NOMBRE	KG	%	KG	%	KG	%	KG	%	KG	%	KG	%	KG	%	KG	%
2	CARTON	1.598	2.98	1.390	2.68	1.125	1.89	1.586	2.98	1.932	3.02	1.409	2.62	1.185	2.15	**1.461**	2.61
3	CUERO	-	0.00	0.558	1.07	-	0.00	-	0.00	-	0.00	-	0.00	-	0.00	**0.080**	0.14
4	RESIDUO FINO	3.674	6.86	2.050	3.95	4.903	8.23	3.522	6.61	3.031	4.74	3.826	7.10	3.833	6.97	**3.548**	6.35
5	ENVASES DE TETRABRIK Y CARTON ENCERADO	0.409	0.76	0.646	1.24	0.475	0.80	0.358	0.67	0.204	0.32	0.258	0.48	1.040	1.89	**0.484**	0.87
6	FIBRA DURA VEGETAL	-	0.00	-	0.00	-	0.00	-	0.00	-	0.00	-	0.00	-	0.00	**-**	0.00
7	FIBRAS SINTETICAS	0.512	0.96	0.659	1.27	1.510	2.53	1.155	2.17	1.845	2.89	0.258	0.48	0.495	0.90	**0.919**	1.64
8	HUESO	0.465	0.87	0.697	1.34	0.604	1.01	0.818	1.54	0.931	1.46	0.111	0.21	0.932	1.69	**0.651**	1.17
10	LATA DE HOJATA	0.451	0.84	-	0.00	0.316	0.53	0.404	0.76	0.297	0.46	0.496	0.92	-	0.00	**0.281**	0.50
11	LATA DE ALUMINIO	0.116	0.22	0.225	0.43	0.030	0.05	0.148	0.28	0.122	0.19	-	0.00	0.477	0.87	**0.160**	0.29
12	LOZA Y CERAMICA	0.402	0.75	-	0.00	0.153	0.26	0.363	0.68	0.190	0.30	-	0.00	-	0.00	**0.158**	0.28
13	MADERA	0.434	0.81	1.146	2.21	2.412	4.05	-	0.00	0.210	0.33	0.388	0.72	1.080	1.96	**0.810**	1.45
14	MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN	0.057	0.11	-	0.00	0.213	0.36	0.024	0.05	-	0.00	-	0.00	-	0.00	**0.042**	0.08
15	METAL FERROSO	0.107	0.20	-	0.00	0.006	0.01	-	0.00	1.677	2.62	0.170	0.32	0.126	0.23	**0.298**	0.53
16	METALES NO FERROSOS	-	0.00	-	0.00	-	0.00	-	0.00	-	0.00	0.131	0.24	-	0.00	**0.019**	0.03
17	PAPEL PERIODICO	-	0.00	-	0.00	1.134	1.90	-	0.00	1.882	2.94	-	0.00	0.461	0.84	**0.497**	0.89
18	BOND	0.741	1.38	-	0.00	-	0.00	-	0.00	0.356	0.56	0.315	0.58	-	0.00	**0.202**	0.36

SUBPRODUCTO		FECHA: Vie 27		FECHA: Sáb 28		FECHA: Dom 29		FECHA: Lun 30		FECHA: Mar 01		FECHA: Mie 02		FECHA: Jue 03		PROMEDIO	
No	NOMBRE	KG	%	KG	%	KG	%	KG	%	KG	%	KG	%	KG	%	KG	%
19	SANITARIO	3.295	6.15	4.843	9.32	2.753	4.62	2.927	5.49	3.309	5.18	3.662	6.80	3.727	6.77	**3.502**	6.27
20	PAÑAL DES., TOALLAS SANITARIAS Y OTROS	5.302	9.90	6.630	12.76	5.037	8.45	-	0.00	8.481	13.27	6.575	12.20	6.241	11.34	**5.467**	9.78
21	PET	0.885	1.65	2.217	4.27	0.758	1.27	1.159	2.18	0.614	0.96	0.610	1.13	1.185	2.15	**1.061**	1.90
22	POLIETILENO ALTA DENSIDAD	1.208	2.26	3.478	6.70	0.856	1.44	0.575	1.08	1.576	2.47	1.440	2.67	1.202	2.18	**1.476**	2.64
23	POLIETILENO BAJA DENSIDAD	1.186	2.21	0.916	1.76	0.272	0.46	1.846	3.47	1.331	2.08	0.525	0.97	1.569	2.85	**1.092**	1.95
24	POPOTES	0.016	0.03	-	0.00	0.091	0.15	0.016	0.03	0.007	0.01	0.007	0.01	0.003	0.01	**0.020**	0.04
26	POLIESTILENO EXPANDIDO	0.419	0.78	0.459	0.88	0.390	0.65	0.518	0.97	0.390	0.61	0.318	0.59	0.343	0.62	**0.405**	0.73
27	RESIDUOS DE JARDINERIAS	-	0.00	-	0.00	-	0.00	-	0.00	1.017	1.59	-	0.00	-	0.00	**0.145**	0.26
28	RESIDUOS ALIMENTICIOS	4.209	7.86	7.860	15.13	5.580	9.37	3.427	6.43	2.870	4.49	4.190	7.78	7.141	12.98	**5.040**	9.02
29	TEXTILES	1.078	2.01	-	0.00	2.809	4.71	1.380	2.59	1.848	2.89	3.095	5.74	2.353	4.28	**1.795**	3.21
30	VIDRIO DE COLOR	-	0.00	-	0.00	-	0.00	4.028	7.56	-	0.00	-	0.00	-	0.00	**0.575**	1.03
31	VIDRIO TRANSPARENTE	1.411	2.64	-	0.00	1.322	2.22	1.790	3.36	1.059	1.66	1.030	1.91	0.948	1.72	**1.080**	1.93
32	BATERIAS ELECTRICAS	0.011	0.02	-	0.00	0.011	0.02	-	0.00	-	0.00	0.007	0.01	-	0.00	**0.004**	0.01
33	RESIDUOS DE MEDICAMENTOS	0.057	0.11	-	0.00	0.009	0.02	0.099	0.19	0.010	0.02	0.014	0.03	0.013	0.02	**0.029**	0.05
34	OTROS	-	0.00	0.130	0.25	0.564	0.95	-	0.00	-	0.00	-	0.00	-	0.00	**0.099**	0.18

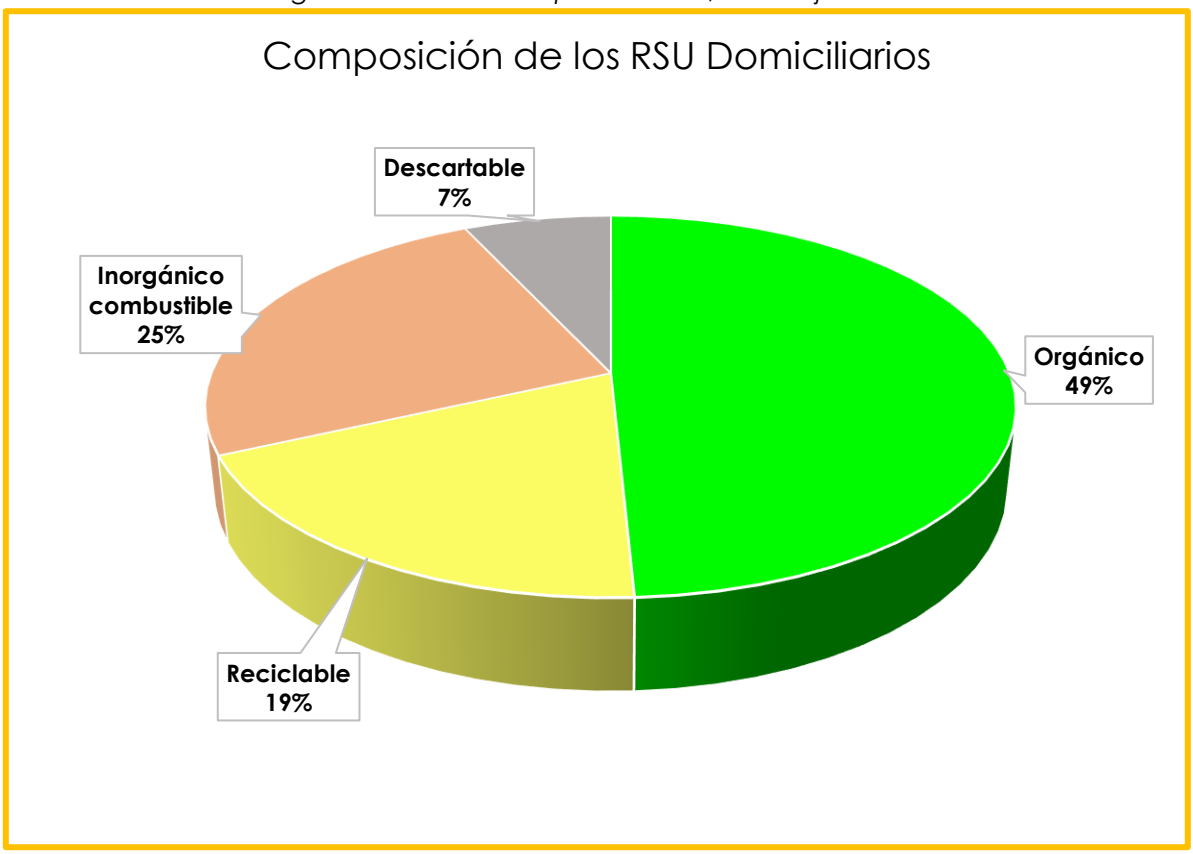
SUBPRODUCTO		FECHA: Vie 27		FECHA: Sáb 28		FECHA: Dom 29		FECHA: Lun 30		FECHA: Mar 01		FECHA: Mie 02		FECHA: Jue 03		PROMEDIO	
No	NOMBRE	KG	%	KG	%	KG	%	KG	%	KG	%	KG	%	KG	%	KG	%
38	**RESIDUOS ELECTRICOS**	-	0.00	-	0.00	-	0.00	0.670	1.26	1.067	1.67	0.504	0.94	0.021	0.04	**0.323**	0.58
42	**PAPEL ALUMINIO**	0.349	0.65	-	0.00	0.414	0.69	0.451	0.85	0.263	0.41	0.245	0.45	0.149	0.27	**0.267**	0.48
43	**ENVOLTURA METALIZADA**	0.452	0.84	-	0.00	0.815	1.37	0.338	0.63	0.359	0.56	0.565	1.05	0.356	0.65	**0.412**	0.74
45	**RESIDUOS ORGÁNICOS**	23.471	43.83	16.037	30.88	24.509	41.14	24.800	46.55	26.640	41.69	22.139	41.09	18.644	33.89	**22.320**	39.94
46	**POLIPROPILENO**	0.636	1.19	1.524	2.93	-	0.00	0.320	0.60	0.388	0.61	0.951	1.77	0.945	1.72	**0.681**	1.22
47	**POLIESTIRENO**	0.596	1.11	0.475	0.91	0.509	0.85	0.552	1.04	-	0.00	0.639	1.19	0.549	1.00	**0.474**	0.85
	SUMA:	**53.547**	100	**51.940**	100	**59.580**	100	**53.274**	100	**63.906**	100	**53.878**	100	**55.018**	100	**55.878**	100.00

Fuente: Sistemas de Ingeniería y Control Ambiental.

Orgánico	Reciclable	Inorgánico combustible	Descartable

En el gráfico siguiente, se presenta la distribución de los porcentajes de cada una de las 4 categorías en que fueron agrupados los subproductos presentes en la basura, identificados con el estudio mencionado anteriormente.

Gráfico No. II.7.1. *Composición física promedio por categoría, de los residuos domiciliarios generados el Municipio de León, Guanajuato*.



Fuente: Sistemas de Ingeniería y Control Ambiental.

CORRIENTES	%
Orgánico	49.22
Reciclable	18.98
Inorgánico combustible	24.85
Descartable	6.95
Total	**100.00**

Con los porcentajes obtenidos en el cuadro anterior y con los datos de población de la ciudad de León reportados por la CONAPO en el documento de Proyecciones de población por municipios 2010-2030, se realizó el cálculo de la proyección de la generación de residuos para cada una de las diferentes categorías en que se agruparon los subproductos que los integran, con el fin de conocer su potencial de aprovechamiento. En los cuadros Nos. II.7.2. y II.7.3., se presenta la proyección mencionada por tipo de categoría de residuos, precisando en el segundo la cantidad de reciclables que se recuperan y las susceptibles de ser recuperadas, considerando que el porcentaje de materiales que se reciclan es del 8% del total generado.

Tabla No. II.7.2. *Proyección de la generación de residuos, por categorías, en el municipio de León, Guanajuato.*

Año	Generación per cápita (kg/hab/día)	Generación (t/día)	GENERACIÓN POR CATEGORIA DE RESIDUOS (T/DÍA)			
			Orgánico	Reciclable	Inorgánico combustible	Descartable
2019	0.686	1082.07	532.62	205.41	268.86	75.15
2020	0.689	1095.20	539.09	207.91	272.12	76.06
2021	0.693	1108.14	545.46	210.36	275.34	76.96
2022	0.696	1120.95	551.76	212.80	278.52	77.85
2023	0.700	1133.60	557.99	215.20	281.67	78.73
2024	0.703	1146.06	564.12	217.56	284.76	79.60
2025	0.707	1158.32	570.16	219.89	287.81	80.45
2026	0.710	1170.39	576.10	222.18	290.81	81.29
2027	0.714	1182.25	581.94	224.43	293.75	82.11
2028	0.717	1193.91	587.68	226.65	296.65	82.92
2029	0.721	1205.36	593.31	228.82	299.50	83.71
2030	0.725	1216.57	598.83	230.95	302.28	84.49

Fuente: Sistemas de ingeniería y Control Ambiental.

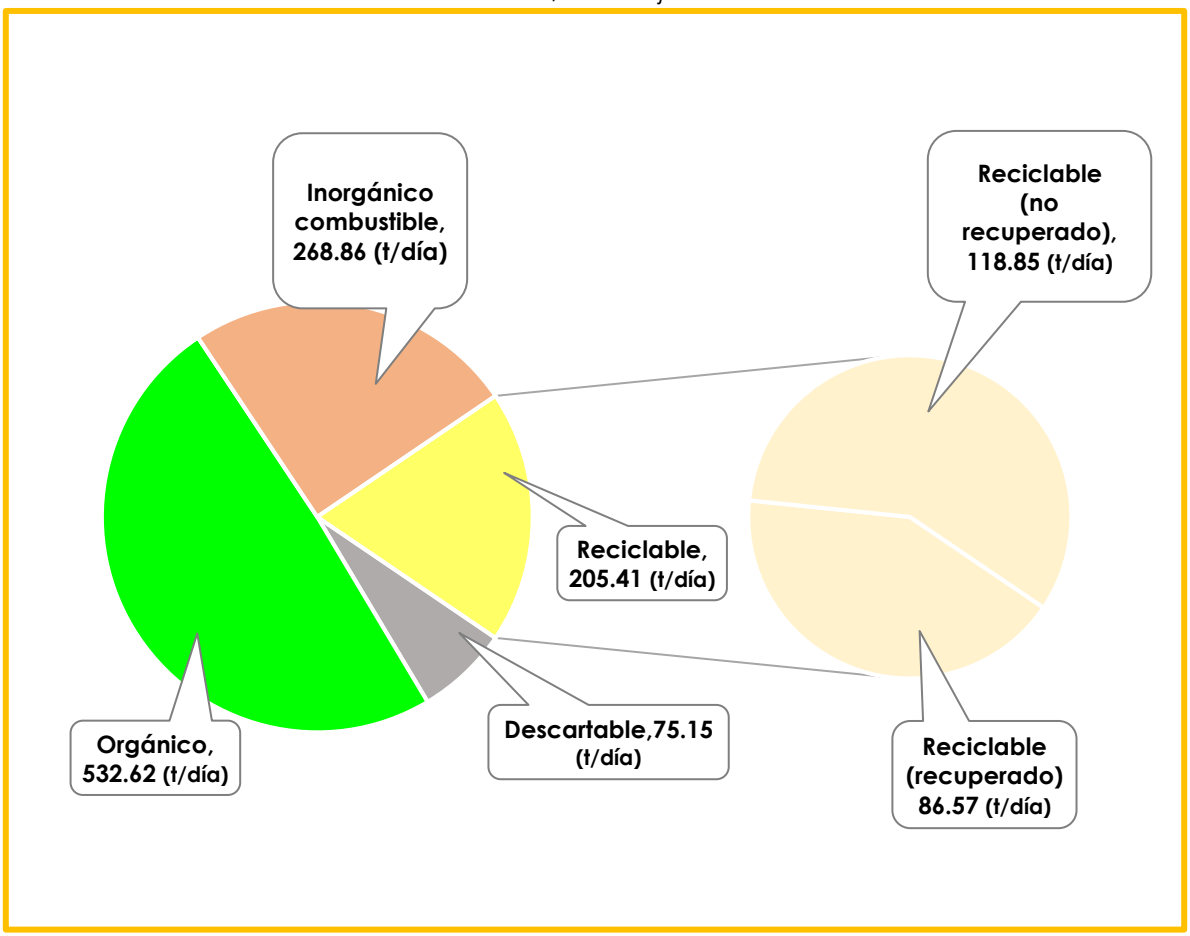
***Tabla No. II.7.3**. Proyección de la generación de residuos, por tipo de categoría, señalando las cantidades de reciclables que se recuperan, considerando que el 8% del total se recicla.*

Año	Población	Generación per cápita (kg/hab/día)	Generación (kg/día)	Generación (t/día)	Orgánico	GENERACIÓN DE POR CATEGORÍA DE RESIDUOS (T/DÍA)				
						Reciclable	Reciclable (recuperado) (t/día)	Reciclable (no recuperado) (t/día)	Inorgánico combustible	Descartable
2019	1577354.23	**0.686**	1082065.00	1082.07	532.62	205.41	86.57	118.85	268.86	75.15
2020	1588553.77	0.689	1095196.63	1095.20	539.09	207.91	87.62	120.29	272.12	76.06
2021	1599328.39	0.693	1108138.10	1108.14	545.46	210.36	88.65	121.71	275.34	76.96
2022	1609775.15	0.696	1120953.30	1120.95	551.76	212.80	89.68	123.12	278.52	77.85
2023	1619832.71	0.700	1133596.58	1133.60	557.99	215.20	90.69	124.51	281.67	78.73
2024	1629494.92	0.703	1146060.21	1146.06	564.12	217.56	91.68	125.88	284.76	79.60
2025	1638739.18	0.707	1158324.72	1158.32	570.16	219.89	92.67	127.23	287.81	80.45
2026	1647564.91	0.710	1170385.90	1170.39	576.10	222.18	93.63	128.55	290.81	81.29
2027	1655985.73	0.714	1182249.67	1182.25	581.94	224.43	94.58	129.85	293.75	82.11
2028	1663999.73	0.717	1193910.92	1193.91	587.68	226.65	95.51	131.13	296.65	82.92
2029	1671601.34	0.721	1205361.86	1205.36	593.31	228.82	96.43	132.39	299.50	83.71
2030	1678745.57	0.725	1216566.00	1216.57	598.83	230.95	97.33	133.62	302.28	84.49

Fuente: Sistemas de Ingeniería y Control Ambiental.

En el gráfico que se presenta a continuación, se observa la expresión gráfica de los valores totales las diferentes categorías en que fueron agrupados los diferentes subproductos que integran los residuos generados en la Ciudad de León, Gto. y que se reportan en la tabla No. II.7.3. Obsérvese que el mayor porcentaje en dicha distribución, corresponde a la fracción orgánica y que el menor correspondió a la fracción clasificada como descartable.

Gráfico No. II.7.2. *Distribución porcentual de las diferentes categorías en que fueron agrupados los subproductos que integran los RSU domiciliarios generados en el Municipio de León, Guanajuato.*



Fuente: Sistemas de Ingeniería y Control Ambiental.

II.8. DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO "IN-SITU" DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS PROVENIENTES DE CASAS-HABITACIÓN.

La determinación del peso volumétrico in-situ de los residuos sólidos provenientes del muestreo realizado, se llevó a cabo aplicando la metodología que se describe en las normas aplicables para determinar este parámetro.

En ese sentido, la metodología señala que, con los residuos sólidos provenientes de dos cuartos opuestos, se debe llenar un tambo de 200 litros de capacidad, para después proceder a levantarlo hasta una altura de 10 cm. y dejarlo caer a continuación, repitiendo esta operación en tres ocasiones.

El volumen del tambo que se libera al compactarse con las operaciones ya señaladas, se llena nuevamente con más residuos provenientes de los dos cuartos opuestos seleccionados durante el cuarteo, para que a continuación se realice su pesaje. Posteriormente se realiza el cálculo, con base en el peso obtenido de los residuos sólidos y el volumen conocido del tambo, el peso volumétrico correspondiente a los residuos que fueron muestreados.

Es importante señalar que el clima predominante durante los días de muestreo, fue nublado y algunos días lluviosos, por lo que la humedad relativa en el ambiente fue alta.

A continuación, en la tabla II.8.1, se reportan los registros del peso volumétrico, dicha medición se realizó durante 7 días, valores que fueron promediados; mientras que en la imagen II.8.1, se presentan una serie de fotografías que muestran los trabajos realizados.

Tabla No. II.8.1. *Cálculo del peso volumétrico in situ.*

CONCEPTO	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	PROMEDIO
	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	
	27/09/2019	28/09/2019	29/09/2019	30/09/2019	01/10/2019	02/10/2019	03/10/2019	
peso de la tara (kg)	16.2	16.2	16.2	16.2	16.2	16.2	16.2	-
Capacidad del recipiente (m^3)	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	-
Peso Bruto de los residuos (kg)	76.6	60.2	66.4	60.2	66.2	72.4	68.4	67.20
Peso neto de los residuos (kg)	60.4	44	50.2	44	50	56.2	52.2	51.00
Peso volumétrico (kg/m^3)	**302**	**220**	**251**	**220**	**250**	**281**	**261**	**255.00**

Fuente: SICA.

Nota: se reportan valores muy altos en la determinación del peso volumétrico "in situ", los cuales serán verificados con las pruebas de laboratorio.

Imagen No. II.8.1. *Determinación de peso volumétrico "in-situ".*

II.9. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS PROVENIENTES DE CASAS-HABITACIÓN.

Se tomaron 2 muestras de residuos sólidos y una de puro residuo orgánico derivado de las partes descartadas del cuarteo, la primera se tomó el día 23 de septiembre del 2019 y los 2 restantes el jueves 26 de septiembre.

Imagen No. II.9.1. *Evidencia fotográfica de las muestras obtenidas. Fuente: Sistemas de Ingeniería y Control Ambiental.*

Por lo que toca a los resultados obtenidos en laboratorio, respecto a la composición química de la basura, en las tablas II.9.1 al II.9.5, también, estos resultados se pueden encontrar en el anexo No. 3, en resumen, es importante mencionar la inusual presencia de materia orgánica, para la muestra ML-01 fue de 77.49% y 68.835%, es importante precisar que, evaluándolos en forma conjunta, sin hacer diferencias entre los valores obtenidos; se puede citar que con respecto a la humedad (H), los porcentajes variaron de 40.05% a 60.28 %.

NO. DE CONTROL LCAR	FECHA DE MUESTREO	HORA	IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS
R-001	30/09/2019	15:10	LM-01

PARÁMETRO	UNIDADES	METODOLOGÍA	RESULTADO
Cenizas*	%	NMX-AA-018-1984	8.614
Carbón Orgánico*	%	NMX-AA-067-1985	44.944
Humedad*	%	NMX-AA-068-1986	40.05
Materia Orgánica*	%	NMX-AA-021-1985	77.49
Oxigeno*	%	NMX-AA-080-1986	24.62
Nitrógeno Total*	%	NMX-AA-024-1984	1.003
Los resultados están en base seca. Nota: La muestra presento alto contenido de plásticos			

Tablas No. II.9.1., II.9.2*. Fecha y resultados de laboratorio de la muestra de residuos solidos ML-01. Fuente: Sistemas de Ingeniería y Control Ambiental.*

NO. DE CONTROL LCAR	FECHA DE MUESTREO	HORA	IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS
R-002	03/10/2019	15:30	ML-02
R-003	03/10/2019	14:36	ML-03

PARÁMETRO	UNIDADES	METODOLOGÍA	RESULTADO
Cenizas*	%	NMX-AA-018-1984	25.829
Carbón Orgánico*	%	NMX-AA-067-1985	39.924
Humedad*	%	NMX-AA-068-1986	60.28
Materia Orgánica*	%	NMX-AA-021-1985	68.835
Oxigeno*	%	NMX-AA-080-1986	22.096
Nitrógeno Total*	%	NMX-AA-024-1984	0.891
Los resultados están en base seca. Nota: La muestra presento alto contenido de plásticos			

PARÁMETRO	UNIDADES	METODOLOGÍA	RESULTADO
Humedad	%	NMX-AA-068-1986	79.706

Tablas No. II.9.3., II.9.4, II.9.5*. Fecha y resultados de laboratorio de la muestra de residuos solidos*
ML-02 y ML3. Fuente: Sistemas de Ingeniería y Control Ambiental.

Esta variación está íntimamente ligada con el porcentaje del carbón presente en la materia orgánica (CPMO), que es el principal constituyente de los residuos orgánicos presentes en la basura, por lo que indirectamente indica la mayor o menor presencia de los materiales orgánicos, que son los que mayormente retienen humedad; es decir un elevado porcentaje de CPMO, implica un elevado porcentaje de H y viceversa. La variación del CPMO fue de 44.944.6% y 39.924 %, que corresponden respectivamente a los valores de H antes reportados.

Así mismo, los porcentajes de cenizas (C) correspondientes a los de CPMO antes indicados, fueron de 8.614 % y 24.829 %, lo que era de esperarse, ya que un porcentaje moderado de CPMO, conlleva un porcentaje también moderado de H y, por tanto, un elevado porcentaje de cenizas debido a que el porcentaje de materiales inorgánicos es elevado, puesto que es inversamente proporcional con la H y el CPMO.

Para complementar los análisis de laboratorio realizados para determinar la caracterización física y química de los residuos muestreados, se determinó el Poder Calorífico superior a las 3 muestras, las determinaciones de este parámetro se hicieron en un laboratorio particular especializado en este tipo de análisis, ya que no es una determinación rutinaria que pueda realizarse en cualquier laboratorio ambiental, por último, en el anexo No. 3 se encuentra los resultados

NUMERO DE MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	UNIDAD	RESULTADO	L.D.	L.C.
192467-1	ML-01	Cal/gr	5151.0 +- 98.90	N.A..	N.A.
192467-2	ML-02	Cal/gr	4920.0 +- 94.46	N.A.	N.A.
192467-3	ML-03	Cal/gr	4049.0 +- 77.74	N.A.	N.A.

***Tablas No. II.9.6**. Resultado del poder calorífico obtenido en laboratorio de la muestra de residuos sólidos ML-01, ML-02 y ML3. Fuente: Sistemas de Ingeniería y Control Ambiental.*