

Diagnóstico de los residuos generados en sede universitaria

Diagnosis of waste generated at the university site

Belén de Jesús Peredo Sotelo¹, Lian Ximena García Acosta², María José Cuellar Mozqueda³, Alma H. Serafin Muñoz^{*4},
José Ignacio Ceseña⁵

¹Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, División de Ingenierías del Campus Guanajuato; Universidad de Guanajuato.
^{*4}sermuah@ugto.mx⁴, ji.cesenaguifonezuq@ugto.mx⁵.

Resumen

En el presente artículo se muestra el desarrollo del estudio diagnóstico de los residuos generados en el Conjunto de Laboratorio La Perlita ubicado en Puente Roto 2, San Luisito, Guanajuato, Gto., México, para ello, se aplicaron entrevistas, seleccionando de forma no probabilística al personal encargado de limpieza obteniendo información respecto a la gestión actual de residuos sólidos urbanos (RSU) generados en el lugar. De igual manera se presentan los resultados de la identificación de las áreas de las que se compone todo el Conjunto, así como el material actual dedicado a la gestión. Se elaboró un estudio de la caracterización de los RSU, del día 13 al 24 de mayo del año en curso. se caracterizaron residuos cuyas bolsas tuvieron una diferencia de peso representativa del 58.8% debido a la disminución de población escolar en el sitio de estudio. Entre los residuos se encontraron aluminio, cartón, PET, residuos orgánicos, unicel, vidrio, guantes de nitrilo usados en los laboratorios, blíster, cajas Petri, plástico, cubrebocas, papel de oficina, empaques de aluminio, metal, material particulado y el papel sanitario, siendo este último el que se genera en mayor proporción teniendo un peso promedio de ± 4 kg por semana. Finalmente se realizaron las estimaciones pertinentes de los pesos generados proyectados a una semana, un mes, un semestre o medio año (seis meses) y un año, donde los resultados arrojan una estimación anual de RSU de ± 690.750 kg. Este diagnóstico demuestra que existe una deficiencia en el manejo y gestión actual de los residuos y que es necesario implementar medidas adecuadas para mejorar la gestión y aprovechamiento de los RSU generados dentro del conjunto.

Palabras clave: residuos; gestión; manejo integral; diagnóstico.

Abstract

This article shows the development of the diagnostic study of the waste generated in the La Perlita Laboratory Complex located in Puente Roto 2, San Luisito, Guanajuato, Gto., Mexico, for this purpose, interviews were applied, selecting in a non-probabilistic way the personnel in charge of cleaning, obtaining information regarding the current management of municipal solid waste (MSW) generated in the place. Likewise, the results of the identification of the areas that make up the whole complex are presented, as well as the current material dedicated to management. A study of the characterization of the MSW was carried out from May 13 to 24 of the current year. Waste whose bags had a representative weight difference of 58.8% due to the decrease in the school population at the study site was characterized. The waste included aluminum, cardboard, PET, organic waste, unicele, glass, nitrile gloves used in the laboratories, blisters, Petri dishes, plastic, mouth covers, office paper, aluminum packaging, metal, particulate material, and toilet paper, the latter being the most generated, with an average weight of ± 4 kg per week. Finally, the relevant estimates were made of the weights generated projected for a week, a month, a semester or half a year (six months) and a year, where the results show an annual estimate of MSW of $\pm 690,750$ kg. This diagnosis shows that there is a deficiency in the current management of waste and that it is necessary to implement adequate measures to improve the management and use of MSW.

Keywords: waste; management; integrated management; diagnosis

Introducción.

En base con lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)(Mendoza et al., 2023; Reyes Ambrosio), los residuos son aquellos materiales o productos que son desechados y que se encuentran ya sea en estado sólido, líquido o gaseoso y que pueden ser susceptibles a ser valorizados o requieren de tratamiento o disposición final, existe varios tipos de residuo los cuales son clasificados en: Residuos Sólidos Urbanos (RSU) que son aquellos generados en casa habitación, establecimientos o vías públicas y provienen principalmente de actividades domésticas, Residuos de Manejo Especial (RME) aquellos generados dentro de los procesos productivos y que no reúnen las características necesarias para ser considerados; RSU o RP, Residuos Peligrosos (RP) aquellos que poseen alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad o que contengan agentes infecciosos(Brunner & Morf, 2024; Cesaro & Belgiorno, 2020; Velghe et al., 2021; Voukkali et al., 2021). La cantidad generada de residuos se ha convertido en una problemática debido al indiscutible aumento de la población con el paso de los años, es por ello por lo que día a día se busca implementar estrategias que permitan llevar un control y manejo adecuado de los residuos, así como la revalorización a algunos de estos residuos mediante el manejo integral de los residuos.

El manejo integral de residuos son todas aquellas actividades enfocadas en la reutilización, reciclaje, separación, acopio, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos, esto adaptándose cada una de las actividades a las necesidades de cada lugar(Brunner & Morf, 2024; Funari et al., 2023; Galván & Bielsa, 2024; Strande et al., 2023; Voukkali et al., 2023). Para implementar o mejorar el manejo integral de los residuos es imprescindible realizar un estudio de casos, por lo que el presente trabajo se enfoca en llevar a cabo el diagnóstico de la generación y gestión actual de los residuos dentro del Conjunto de Laboratorios la Perlita, con la finalidad de implementar a futuro un mejor manejo de estos.

Metodología

Etapa I. Diagnóstico

El caso de estudio diagnóstico se realizó en el conjunto de Laboratorio “La Perlita” el cual se muestra en la **figura 1**, dicho sitio es perteneciente a la Universidad de Guanajuato, División de Ingenierías Campus Guanajuato.



Figura 1. Imagen satelital obtenida de Google Maps que representa la localización del Conjunto de Laboratorio La Perlita.

Entrevistas. Se realizaron entrevistas de forma oral no probabilista al personal de limpieza, con un formato de preguntas aleatorias para determinar cómo se lleva a cabo la labor de recolección de residuos sólidos y para conocer sobre su disposición final.

Identificación de áreas y conteo de contenedores. Posterior a la entrevista con el personal encargado de la limpieza se realizó un recorrido por todos los edificios del conjunto, para identificar las áreas donde se genera la mayor parte de los residuos, de igual forma se realizó un conteo de todos los contenedores existentes en cada edificio y en cada aérea.

Caracterización. Se coordinó con el encargado de cada área de limpieza para la recolección de los residuos generados durante toda una semana, para ello se realizó el etiquetado de bolsas para basura, se etiquetaron cuatro bolsas por día, y las etiquetas contenían la fecha y el número de bolsas para así poder determinar la cantidad de residuos generados por día. Una vez que se tenían todas las bolsas de la semana se procedió a realizar la caracterización, en donde el estudio consistió en pesar primeramente cada bolsa en orden, por fecha y numero de bolsa, posteriormente se realizó el vaciado de cada una de las bolsas sobre una lona de plástico para evitar el escurrimiento de lixiviados, una vez vaciados los residuos se procedió a separar los residuos de acuerdo a su clasificación y características, una vez separados, se procedió a pesar nuevamente los residuos pero esta vez por cada tipo de clasificación y se siguió este mismo procedimiento para cada una de las bolsas. Este procedimiento se repitió a la semana siguiente, lo que significa que el análisis realizado fue de dos semanas consecutivas.

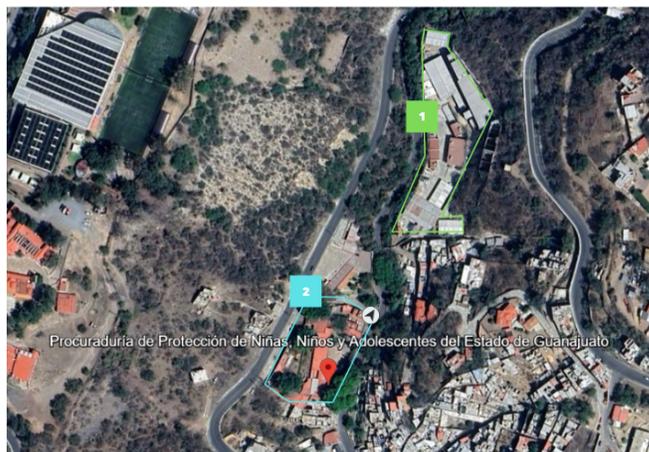
Estimaciones. Una vez que se obtuvo la información sobre la cantidad de residuos generados por día y por semana, se realizaron estimaciones para obtener el aproximado de residuos generados durante un mes, seis meses y un año.



Figura 2. Diagrama explicativo sobre metodología. Fuente: Autor propio.

Resultados y discusión

El Personal de Limpieza está compuesto por dos trabajadores, encargados de la recolección de los residuos generados correspondientes a la clasificación de RSU y al realizar las entrevistas se obtuvo la siguiente información: los trabajadores se dividen las áreas de las que se encargan, colocan bolsas negras para disponer los residuos, posteriormente las recogen y, por último, disponerlas. Los momentos en que se lleva a cabo la recolección de las bolsas con residuos son dependiendo del área que le toca al trabajador 2 veces a 1 vez al día, situación que se realiza diariamente de lunes a viernes. De acuerdo la cantidad generada, se menciona que se recolectan, dependiendo el área 2 bolsas negras grandes con una proporción de 85 cm por 105 cm (100 litros) al día, así como media bolsa al día. Para la disposición de los residuos cada trabajador se encarga de los residuos recolectados, estos son depositados por los trabajadores en un contenedor público municipal que se encuentra fuera del edificio de la Procuraduría de Protección de Niñas, Niño y Adolescentes del Estado de Guanajuato ubicado en San Luisito 4-C, Zona X Cata, Subida Mellado, San Luisito, 36010 Guanajuato, Guanajuato, el cual está a la distancia de 01 km del Conjunto de Laboratorio la Perlita. En la Figura 3 se muestra la localización del contenedor.



- 1** Conjunto de Laboratorio la Perlita
- 2** Procuraduría de Protección de Niñas, Niños y Adolescentes del Estado de Guanajuato
-  Localización de Contenedor Público Municipal

Figura 3. Imagen satelital obtenida en Google Earth que ubica la localización de un Contenedor Público Municipal en la Ciudad de Guanajuato, Guanajuato.

El trabajador que no llena una bolsa completa al día la almacena en un espacio al subir las escaleras del Área de Postgrados, al día siguiente llena la bolsa y dispone de esta en el contenedor ya mencionado.

A continuación, se muestra una descripción de los edificios que conforman el Conjunto de Laboratorio la Perlita, espacio donde se desarrolló el Estudio de la Generación de Residuos y para el que se plantea el Programa de Gestión de Residuos. Este Conjunto está conformado por diversas unidades, que se dividen como se muestra en la **Figura 4**. A la entrada del Conjunto de Laboratorios la Perlita se encuentra el Laboratorio de Operaciones Unitarias I que recién se habilitó y actualmente no se encuentra en uso, corresponde al número 1. Posterior a la entrada se encuentra la caseta de vigilancia; las Aulas I y II en las que comúnmente se llevan a cabo clases de impartición de las diversas UDA's; adjunto a estas se encuentran baños para hombres y mujeres, corresponden al número 2. Frente a esta área se encuentran los Edificios de Ingeniería Ambiental los cuales se componen de dos pisos; en la planta baja están dos laboratorios que

cumplen con el nombre de Laboratorio de Ambiental I; en la planta alta o segundo piso se encuentra el Laboratorio de Ambiental II de Innovación Sustentable y Energías Renovables, así como el Laboratorio de Ambiental III que está separado al anterior, corresponden al número 3. Continuando en la planta baja en el área ubicada hacia el Suroeste, está el Edificio de Ingeniería Civil compuesto por el Salón de Resistencia de Materiales y contiguo a este se encuentra el Laboratorio de Concretos, que le corresponde el número 4. Junto a los anteriores se encuentra el área destinada a Administración, a la cual le corresponde el número 5 Respecto al segundo piso o planta alta del Conjunto de Laboratorios la Perlita al rumbo del Sur se encuentra un salón que está inhabilitado que era el Área de Microscopio Electrónico de Transmisión y Almacén, corresponde al Número 6. Los Laboratorios de Sanitaria que se encuentran al mismo nivel de la planta alta o segundo piso, al rumbo del Suroeste, corresponden al número 7. Hacia el Noreste está el área de Postgrados donde se destina sobre todo a Tesistas, este edificio está conformado por niveles, primeramente, hay escaleras para poder llegar a los dos pisos, en el primero se encuentra el Laboratorio de Agua y Ciudad, Laboratorio de Hidrología Experimental y Aplicación, Baños para Mujeres; el segundo piso se conforma por dos conjuntos de cuatro cubículos cada uno, el primero del 101-104 y el segundo del 201-204; conjunto a estos se encuentran dos salones en los que hay cubículos individuales para estudio; también se encuentra la Sala de Modelación Numérica y Baños para Hombres; todo esto corresponde al número 8. El número 9, corresponde al Laboratorio de Investigación de Biotecnología, unido a él se encuentran unos baños y un salón del que dispone el personal de limpieza; a la orilla se encuentra un patio techado en el cual se destina composta y vivero de proyectos de estudiantes y profesores de la carrera de Ingeniería Ambiental. Por último, correspondiente al número 10, es el Laboratorio de Hidráulica y frente a este se encuentra un área techada que cubre un patio dispuesto para prácticas de la carrera de Ingeniería Hidráulica que en la Figura 4 corresponde al número 11.



Figura 4. Imagen satelital obtenida en Google Earth donde se representa el Conjunto de Laboratorio La Perlita y la señalización, así como la mención de las áreas que componen el lugar de estudio.

Indicado con el número 1, en la entrada del Conjunto de Laboratorio la Perlita se encuentra el Estacionamiento I, debido a que no es la única área destinada a estacionar los automóviles, se observa en la Figura 5 que se encuentra en la planta baja. Indicado con el número 2 se encuentra el Estacionamiento II, que también se encuentra en la planta baja, se puede, comparando con la Figura 4 que describe los edificios del Conjunto, este Estacionamiento II se encuentra fuera de las áreas de Administración y el Edificio de Ingeniería Civil; es importante mencionar que ambos estacionamientos no son usados únicamente con este fin, si bien el Estacionamiento I es el Punto de Reunión de todo el Conjunto y el Estacionamiento II, en sus zonas posteriores se usa como área para prácticas de la carreras de Ingeniería Civil y Ambiental.

Con el número 3 se distingue lo que se menciona como Vialidades, que se usa como pase Peatonal y también de los automóviles, abarca la Planta Baja y posteriormente se encuentra una Pendiente que se indica según la simbología como Desnivel el cual dirige a la Planta Alta y puede dirigir a dos sentidos, hacia el Suroeste donde está el Laboratorio de Sanitaria, o hacia el Norte que lleva hacia los Laboratorios de Ambiental II y III.

Detrás del Área de Administración y el Laboratorio de Concretos se encuentra una zona entre estos y las Vialidades que está ubicada en la Planta Baja, en esta zona que se encuentra techada en un 50%, aquí se encuentran dos Contenedores Grandes con Tapa que como se menciona en el apartado anterior se encuentran inhabilitados, a parte de los contenedores esta es un área que no tiene un uso específico y está indicada con el número 4; también es importante mencionar que en la entrada de esta zona hay un Área de Uso Común. En lo que respecta a la Planta Baja, con el número 5 se indica una zona que es usada para las prácticas de Ingeniería Civil y se encuentra detrás del Edificio de Ingeniería Civil. En la Planta Alta se encuentra fuera del Laboratorio de Sanitaria y a lado oeste del Área de Microscopio Electrónico de Transmisión y Almacén una Áreas de Descanso indicado con el número 6, también se indica de acuerdo con la simbología con el contorno de un cuadrado en color blanco un espacio de Uso Común. Al exterior del Laboratorio de Ambiental III, cuya entrada se encuentra dirigida hacia el Sur hay otro espacio para Uso Común, mencionando que esta se encuentra en la Planta Alta del Conjunto, la simbología usada es el contorno de un cuadrado en color blanco.

Con el número 7, se indica la zona frente a las escaleras del Área de Postgrados, es la entrada al Área de Prácticas de Hidráulica, se encuentra en la Planta Alta.

Posteriormente hacia el Noroeste, anterior al Laboratorio de Investigación de Biotecnología, esta zona con anterioridad era usada para otro fin académico, sin embargo, ahora este orificio es usado por estudiantes y profesores de la carrera de Ingeniería Ambiental para realizar composta; está indicado con el número 8, esto en la Planta Alta. Anterior al Laboratorio de Hidráulica, en la Planta Alta se encuentra un área que permite la movilización de personas entre este Laboratorio y después de la zona techada en donde se realizan las prácticas de la carrera de Ingeniería Hidráulica.



Figura 5. Imagen satelital obtenida por Google Earth del Conjunto de Laboratorio La Perita, así como también la señalización de las vialidades del lugar de estudio.

La recolección de los Residuos Sólidos Urbanos generados en el Conjunto de Laboratorio la Perita se lleva a cabo mediante contenedores de plástico que se dividen en dos tamaños. En las Figuras 6, 7, 8 y 9 se

muestran fotografías de los contenedores. En la Figura 6 se muestra el contenedor estándar, con dimensiones de 30 x 29 cm, este contenedor es el que encontramos en la mayoría de los edificios de la Perlita, en la descripción de la cantidad de contenedores a este se le menciona como “Contenedor Estándar”.

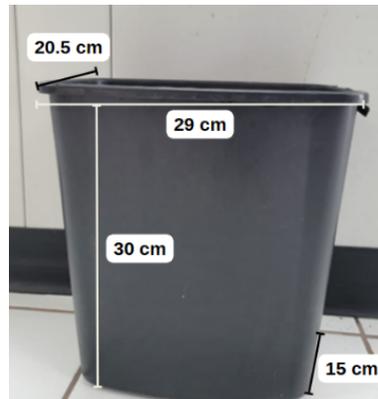


Figura 6. Fotografía de autoría propia que representa el Contenedor Estándar y sus dimensiones.

En la Figura 7 se muestra otro contenedor de los que comúnmente encontramos en los edificios de la Perlita; se observa que el contenedor es de color azul y cuenta con un símbolo que significa “Reciclaje”. Es importante destacar que no se respeta el símbolo de Reciclaje, en este contenedor como en todos los existentes dentro del Conjunto se depositan todos los Residuos Sólidos Urbanos sin distinción o clasificación alguna, así que en la descripción de la cantidad de contenedores en los edificios se mencionan estos de igual manera que los anteriores. Sus dimensiones son iguales a las del “Contenedor Estándar”.



Figura 7. Fotografía de autoría propia que representa otro tipo de Contenedor Estándar.



Figura 8. Fotografía de autoría propia que representa el Contenedor Grande.



Figura 9. Fotografía de autoría propia que representa el Contenedor Grande con Tapa.

Otro contenedor que encontramos en áreas comunes es el que se muestra en la Figura 8, el cual se menciona en la descripción como “Contenedor Grande”. Otros contenedores que son los de mayor tamaño de los que se encuentran en el Conjunto de Laboratorio la Perlita, se les va a distinguir como “Contenedor Grande con Tapa”, estos se encuentran detrás del Área de Administración y el Laboratorio de Concretos, son los mostrados en la fotografía que conforma la Figura 9.

Estos se encuentran inhabilitados, dentro de ellos hay cartón y ramas de lo cual se desconoce el tiempo que llevan ahí almacenados. El personal de limpieza mencionó que esos contenedores no son usados por ellos y se desconoce el tiempo que llevan ahí.

A continuación, se menciona la cantidad de contenedores que hay por cada uno de los edificios descritos al inicio del diagnóstico y los cuales serán identificados de acuerdo al número señalado en la figura 4: área 1 (no se encuentra en uso), no cuenta con contenedores, en el área 2 la cual abarca la caseta de vigilancia no cuenta con contenedor en la parte interior; las Aulas I y II cuenta cada una con un “Contenedor Estándar”, en los baños para hombres y mujeres que se encuentran adjuntos a las Aulas cuentan cada baño con cuatro “Contenedores Estándar”. En el patio entre las Aulas y los Edificios de Ingeniería Ambiental se encuentra un Contenedor Grande.

Respecto al número 3, dicho edificio se compone de dos pisos; en la planta baja están dos laboratorios que cumplen con el nombre de Laboratorio de Ambiental I cuenta con dos Contenedores Estándar y el Laboratorio contiguo cuenta con seis Contenedores Estándar; en la planta alta o segundo piso se encuentra el Laboratorio de Ambiental II de Innovación Sustentable y Energías Renovables que cuenta con once Contenedores Estándar, así como el Laboratorio de Ambiental III que está separado al anterior, donde hay tres Contenedores Estándar.

Continuando en la planta baja en el área ubicada hacia el Suroeste, se encuentra el área 4 que está compuesto por el Salón de Resistencia de Materiales que cuenta con seis Contenedores Estándar y contiguo a este se encuentra el Laboratorio de Concretos donde hay un Contenedor Estándar. Junto a los anteriores se encuentra el área 5, en la cual hay dos Contenedores Estándar. Respecto al segundo piso o planta alta del Conjunto de Laboratorios la Perlita al rumbo del Sur se encuentra un salón inhabilitado el cual está marcado como el área 6 por lo que no cuenta con contenedores. El área 7 que se encuentran al mismo nivel de la planta alta o segundo piso, al rumbo del Suroeste, cuenta con dos Contenedores Estándar. Hacia el Noreste se encuentra el área 8 conformado por niveles, en el primer piso se encuentra el Laboratorio de Agua y Ciudad, donde hay cuatro Contenedores Estándar y un Contenedor Grande; luego el Laboratorio de Hidrología Experimental y Aplicación donde hay dos contenedores estándar, en este piso también están los Baños para Mujeres donde hay cuatro Contenedores Estándar; el segundo piso hay dos conjuntos de cuatro cubículos cada uno, el primero del 101-104 se encuentran tres Contenedores Estándar y el segundo del 201-204 donde hay dos Contenedores Estándar; en los dos salones conjuntos hay tres Contenedores Estándar; luego, en la Sala de Modelación Numérica hay un Contenedor Estándar y por último, en los Baños para Hombres se encuentran tres Contenedores Estándar.

En el área 9 hay un Contenedor Estándar; en los baños junto a este hay dos Contenedores Estándar y en el salón del que dispone el personal de limpieza se encuentra un Contenedor Estándar; en el patio techado destinado a proyectos de alumnos y profesores de la carrera de Ingeniería Ambiental no se encuentra ningún Contenedor. Por último, el área 10 donde hay un Contenedor Grande.

Caracterización.

La caracterización realizada los días 17 al 24 de mayo del 2024 obtuvo los siguientes datos: peso total de los residuos en la primera semana que fue de 18,71 kg y peso total de los residuos en la segunda semana, que fue 7,59 kg. Para la caracterización se realizó una clasificación de los residuos de acuerdo con su composición y después se procedió a pesarlos. En la Tabla 1 se muestran los pesos por día de los residuos generados durante la semana del 13 al 17 de mayo del 2024. En la Tabla 2 se muestran los pesos por día de los residuos generados durante la segunda semana del 20 al 24 de mayo del 2024.

Tabla 1. Pesos de bolsas con residuos recolectados del día 13 al 17 de mayo del 2024.

Fecha	Peso kg
13/05/2024	2.845
14/05/2024	2.115
15/05/2024	5.695
16/05/2024	4.625
17/05/2024	3.16

Tabla 2. Pesos de bolsas con residuos obtenidos en la semana del 20 al 24 de mayo del 2024.

Fecha	Peso kg
20/05/2024	1.74
21/05/2024	1.83
22/05/2024	1.53
23/05/2024	1.24
24/05/2024	1.255

Como parte de esta etapa identificada como Caracterización, está la Separación por tipo de residuos en la cual se realizó una clasificación de los residuos que se encontraban en las bolsas del pesaje, donde se encontraron diversos desechos los cuales se muestran la Figura 10. Se puede observar que el residuo que se genera en mayor volumen es el papel sanitario y PET. También se puede destacar que en lo que se refiere a material orgánico su volumen es demasiado bajo.

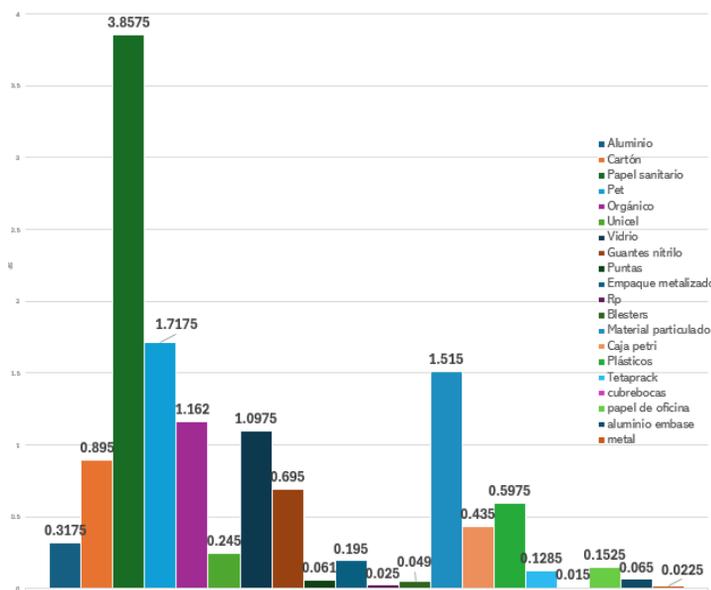


Figura 10. Segregación de residuos generados en el Conjunto de Laboratorio La Perlita de los días 13-17 y 20-24 de mayo del año 2024.

En base a los pesos registrados en el pesaje de las dos semanas se obtuvo un promedio el cual posteriormente fue utilizado para realizar las estimaciones a un mes, un semestre y por un año (Tabla 3), para así poder tener una aproximación de cuál es la cantidad de residuos que se podrían generar durante cada uno de los tiempos ya mencionados.

Tabla 3. Estimaciones de los pesos obtenidos en la etapa previa proyectados de forma semanal, mensual, semestral y anual.

Estimaciones	
kg por semana	13.25
kg por mes	56.97
Kg por semestre	345.38
kg por año	690.75

Posteriormente se realizó una clasificación de los residuos que se encontraban en las bolsas del pesaje, donde se encontraron diversos desechos los cuales se muestran la Grafica 1. Se puede observar que el residuo que se genera en mayor volumen es el papel sanitario y PET. También se puede destacar que en lo que se refiere a material orgánico su volumen es demasiado bajo.

Conclusión

Dentro de este estudio de diagnóstico y en base a la discusión de los resultados se observó que respecto a las estimaciones, la gran importancia para llevar a cabo en futuros estudios un Plan de Gestión de los Residuos generados en el lugar. Este diagnóstico demuestra que existe una deficiencia en el manejo y gestión actual de los residuos y que es necesario implementar medidas adecuadas para mejorar la gestión, así como el aprovechamiento asequible y sustentable de los RSU generados dentro del conjunto.

Agradecimientos

Los autores agradecen el valioso apoyo del Comité Organizador de los Veranos UG 2024, a la Dirección de Apoyo a la Investigación y al Posgrado de la Universidad de Guanajuato (DAIP-UG). Así como al Dr. Ulises Emiliano Rodríguez Castrejón y a la estudiante del Posgrado de Ciencia y Tecnología del Agua de la UG, M.C Mayela Janeth Zavala Sánchez.

Referencias

- Brunner, P. H., & Morf, L. S. (2024). Waste to energy, indispensable cornerstone for circular economy: A mini-review. *Waste Manag Res*, 734242X241227376. <https://doi.org/10.1177/0734242X241227376>
- Cesaro, A., & Belgiorno, V. (2020). The valorisation of residual waste bales by urban mining. *Environ Sci Pollut Res Int*, 27(19), 24004-24012. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-08741-0>
- Funari, V., Toller, S., Vitale, L., Santos, R. M., & Gomes, H. I. (2023). Urban mining of municipal solid waste incineration (MSWI) residues with emphasis on bioleaching technologies: a critical review. *Environ Sci Pollut Res Int*, 30(21), 59128-59150. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-26790-z>
- Galván, S. L., & Bielsa, R. O. (2024). Use of life cycle assessment for estimating impacts of waste-to-energy technologies in solid waste management systems: the case of Buenos Aires, Argentina. *Environ Sci Pollut Res Int*, 31(7), 9992-10012. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-29641-z>

- Mendoza, R. R., de Lima, A. M., da Silva Pimentel, M. A., Pontes, A. N., & Rocha, E. (2023). World development and generation of waste. *Environ Sci Pollut Res Int*, 30(6), 14792-14804. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-23106-5>
- Reyes Ambrosio, M. M. Análisis de la gestión integral de residuos sólidos urbanos y propuesta de un plan de manejo para la localidad de Santa María Petapa, Oaxaca.
- Strande, L., Evans, B., von Sperling, M., Bartram, J., Harada, H., Nakagiri, A., & Nguyen, V. A. (2023). Urban Sanitation: New Terminology for Globally Relevant Solutions? *Environ Sci Technol*, 57(42), 15771-15779. <https://doi.org/10.1021/acs.est.3c04431>
- Velghe, F., De Wilde, F., Snellinx, S., Farahbakhsh, S., Belderbos, E., Peral, C.,...Dietrich, T. (2021). Volatile fatty acid platform - a cornerstone for the circular bioeconomy. *FEMS Microbiol Lett*, 368(9). <https://doi.org/10.1093/femsle/fnab056>
- Voukkali, I., Loizia, P., Navarro Pedreño, J., & Zorpas, A. A. (2021). Urban strategies evaluation for waste management in coastal areas in the framework of area metabolism. *Waste Manag Res*, 39(3), 448-465. <https://doi.org/10.1177/0734242X20972773>
- Voukkali, I., Papamichael, I., Loizia, P., & Zorpas, A. A. (2023). Urbanization and solid waste production: prospects and challenges. *Environ Sci Pollut Res Int*. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-27670-2>