

A photograph of a university campus. In the foreground, there is a paved walkway on the right and a grassy area on the left. A black, ornate lamppost stands in the grass. In the background, a red brick building is partially visible, surrounded by lush green trees. Several people are sitting on a low wall or bench in the middle ground. The overall scene is bright and sunny.

Gestión de residuos sólidos en la Universidad de Lima: una experiencia exitosa en el cuidado del ambiente

Por Arístides Sotomayor



Los residuos sólidos urbanos, denominados comúnmente *basura*, constituyen un problema para el hombre desde el momento en que se generan, sobre todo si alcanzan importantes volúmenes, y, en consecuencia, son vertidos al medio ambiente –sin previo manejo adecuado– y contaminan los factores vitales. En general, los residuos urbanos provienen de actividades domésticas, comerciales y de servicios, así como de la limpieza de calles, parques y jardines. Igualmente, el nivel de vida de la población es un factor determinante en la generación y calidad de los residuos; la población con mejor economía suele producir mayor volumen de residuos en comparación con la de zonas de menores ingresos económicos. Además, en una sociedad avanzada, existe una cultura de aprovechamiento de los materiales desechados, tales como los envases, el papel, cartón, entre otros.

En términos generales, la gestión de los residuos, sin el manejo eficiente, se convierte en un problema de la sociedad en su conjunto, principalmente en las instituciones con responsabilidad y capacidad en la toma de decisiones con respecto a sus estrategias de gestión; la gestión inadecuada se refleja en la falta de interés de sus autoridades o la escasa fiscalización por parte del Estado. En definitiva, son relativamente pocas las instituciones que, de manera responsable, realizan una gestión adecuada de los residuos, lo cual es fundamental para la protección y conservación del medio natural y humano.

Actualmente, el Perú cuenta con una normativa legal sobre protección del medio ambiente. Por un lado, existe la Ley General del Am-

biente 28611, que establece los principios y normas básicas para asegurar el efectivo ejercicio del derecho a un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida. Por el otro, se encuentra la Ley General de Residuos Sólidos 27314, su Reglamento –aprobado por Decreto Supremo 057-2004-PCM– y su Modificatoria; mediante esta, se fortalece la responsabilidad de los generadores desde la etapa de generación y segregación en la fuente, pasando por la fase de recolección, almacenamiento, transporte y tratamiento, hasta su disposición final. Por lo tanto, la gestión eficiente en cada una de estas etapas es muy importante para el bienestar de la sociedad en su conjunto. Sin embargo, en contraste con la realidad y las experiencias peruanas, a nivel nacional, son evidentes las prácticas inadecuadas, que consisten en el vertido de los residuos sin ningún control. Este origina impactos ambientales con notable deterioro estético de los espacios públicos y el paisaje, alteración en la calidad de las aguas, degradación de los suelos, además de la presencia y proliferación de vectores, como pueden ser los roedores e insectos, que afectan la salud y el bienestar de las personas.

La Universidad de Lima, en el marco de su política de gestión, tiene como objetivo fundamental la formación de profesionales y el de-

sarrollo de la ciencia y la tecnología como instrumentos de transformación para la implementación de sus actividades. Por ello, ha estado fomentando durante las últimas décadas la política de gestión ambiental y de responsabilidad ciudadana como parte de su cultura y ética institucional, y ha recogido el sentir de toda la comunidad universitaria para generar actitudes más amigables con el entorno ambiental dentro y fuera del campus; por lo tanto, en cumplimiento con las normas vigentes en materia de gestión de residuos sólidos y los lineamientos estratégicos de gestión, orienta sus esfuerzos hacia el cuidado del ambiente y la salud humana. Por esta razón, en noviembre de 2014, con el objetivo de reforzar el manejo integral, se ha realizado un nuevo estudio de generación y caracterización de los residuos sólidos en el campus de la universidad con la finalidad de cuantificar su volumen y determinar el tipo de residuos, lo que permitirá optimizar los procesos de segregación, transporte y disposición final de los mismos.

Gestión de residuos sólidos y cuidado del ambiente

Los residuos sólidos generados por los miembros de la comunidad universitaria provienen de todas las instalaciones, distribuidas en tres escuelas universitarias; estas com-

Figura 1. Litter



Fuente: Pexels (2016)

prenden once carreras y funcionan en un total de veinte edificios (pabellones), que incluyen el Zum (zona de usos múltiples). Además, están las áreas donde se realizan actividades económicas, como el banco Scotiabank; la librería Libum; dos comedores ubicados en los edificios Ch y Q; cuatro quioscos (cabañitas) ubicados frente al banco, en el parque central y en el primer piso del edificio R; tres centros de servicio de fotocopias localizadas dentro de la tienda de *merchandising*. También se originan residuos en los centros de servicios de Seguridad y Vigilancia, así como en los estacionamientos de vehículos, etc.

En la actualidad, la Universidad de Lima, en cumplimiento con la normativa ambiental, mantiene un control eficiente de los residuos sólidos tanto en la fase de generación como en la de segregación y disposición de los mismos, especialmente en lo que concierne a las actividades de segregación en la fuente y de recojo selectivo, una fortaleza de la gestión eficiente. Los residuos sólidos son recolectados de salones, talleres, laboratorios, oficinas, áreas

comunes, comedor, zonas de estacionamiento y servicios higiénicos, entre otros, los cuales se acopian en un contenedor para su posterior recojo y traslado con un soporte operativo de la Municipalidad de Santiago de Surco, encargada del transporte y la disposición final de los residuos en un relleno sanitario.

Igualmente, existe un sistema de segregación selectivo de residuos de papel, plástico y vidrio mediante unos depósitos diferenciados ubicados en lugares estratégicos, los mismos que, una vez cubierta su capacidad, son llevados a un centro de acopio temporal dentro de la universidad para su posterior recojo y traslado por parte de organizaciones que brindan apoyo social, tales como el Grupo Fundación para el Desarrollo Solidario (Fundades) –que se encarga del traslado de papel, cartón y vidrio para su posterior reciclaje– y la Asociación de Ayuda al Niño Quemado (Aniquem) –que realiza el recojo y traslado de plásticos–.

Cabe señalar que la Universidad de Lima cuenta con depósitos adecuados para el almacenamien-

to temporal de recojo selectivo y no selectivo de residuos que están debidamente rotulados y diferenciados por colores para el caso del papel, plástico y vidrio, ubicados en diversos puntos dentro del campus, tal como se puede ver en la *figura 2*. Los residuos recolectados en los módulos no selectivos, como son los orgánicos y mixtos, se depositan en un contenedor proporcionado por la Municipalidad de Surco para su traslado diario a un relleno sanitario.

La Universidad de Lima evita la contaminación y el deterioro del medio ambiente mediante una gestión exitosa de buenas prácticas al clasificar los residuos en la fuente y reducir su volumen; contribuye con la reutilización y el reciclado de los materiales; favorece la protección y el uso racional de los recursos naturales; propicia, a través de organizaciones sociales, ingresos económicos por la venta de productos reciclables; colabora con la extensión de la vida útil de los rellenos sanitarios; y mantiene un programa permanente relacionado con la educación ambiental y la responsabilidad ciudadana aplicando el modelo de desarrollo sostenible.

Figura 2. Depósitos (tachos) de residuos sólidos segregados (papel, botellas y bolsas plásticas, vidrios y otros), Universidad de Lima



Fuente: Elaboración del autor

Generación y caracterización de los residuos sólidos

Para el estudio de la generación y caracterización de los residuos sólidos, se ha tenido en cuenta la información proporcionada por la guía metodológica de generación de residuos sólidos establecida por el Ministerio del Ambiente (Minam) y por los municipios, que usualmente se involucran en este tipo de investigación con el fin de conocer las características cualitativas y cuantitativas de los residuos. En el presente trabajo, con la finalidad de facilitar el estudio de campo, se ha considerado como parte de la metodología dividir la información en función de los tipos de residuos y las áreas de trabajo, los que se describen a continuación:

- Residuos de áreas comunes: se refieren a los recolectados en los ambientes comunes, como los alrededores de los quioscos, pasadizos, las aulas, oficinas y zonas de recreación, entre otras.
- Residuos del comedor y los quioscos: corresponden a los generados en los dos restaurantes (comedores) ubicados dentro de la univer-

sidad, así como en los puestos de venta o quioscos ubicados frente al pabellón G, en el pabellón R y frente al banco Scotiabank.

- Residuos segregados: son los dispuestos en depósitos (tachos) diferenciados según el tipo de residuo (papel, vidrio, plástico y cartón, entre otros).

Para el recojo de los residuos sólidos, la Universidad de Lima cuenta con un soporte operativo a través del Grupo EULEN, que dispone de un total de 153 trabajadores, distribuidos en tres turnos de trabajo (mañana, tarde y noche). De acuerdo con el estudio realizado, del total de los residuos sólidos recolectados, la mayor cantidad corresponde al turno de la mañana (52 % del total acumulado), mientras que, en el turno de la tarde, la generación alcanza el 43 %. El estudio de generación y caracterización de residuos sólidos se llevó a cabo en el mes de noviembre de 2014 con el fin de determinar cuantitativamente los valores promedio de generación per cápita y composición física de residuos, lo que permitió conocer la generación actual de los

residuos sólidos en la universidad. Dichos resultados facilitan el establecimiento de estrategias que fortalecerán los mecanismos de mejora de segregación en la fuente y la disposición final de los residuos sólidos.

La comunidad universitaria muestra una predisposición positiva hacia la aplicación de las buenas prácticas en la etapa de generación selectiva de los residuos, principalmente los estudiantes, quienes suponen un alto porcentaje de la población universitaria; igualmente, en las áreas de servicios, los residuos son segregados, tal como se puede observar en la *figura 3*. El proceso de generación de residuos se llevó a cabo mediante la recolección de las bolsas de residuos orgánicos e inorgánicos (residuos mixtos) provenientes del comedor, los quioscos y las áreas comunes, de salones, talleres, laboratorios, oficinas, zonas de estacionamiento, centros de fotocopiadoras, servicios higiénicos y de otros puntos, siempre que la composición de los residuos sólidos estuviera asociada a la generación propia de la actividad educativa.

Figura 3. Generación selectiva de residuos orgánicos y mixtos de áreas de servicios, Universidad de Lima



Fuente: Elaboración del autor

El proceso de caracterización se llevó a cabo mediante la recolección de los residuos sólidos provenientes de todas las instalaciones de la universidad. Estos han sido muestreados de acuerdo con la guía y técnicas normalmente aplicadas en este tipo de prácticas, para lo cual se ha ubicado un espacio en el campus, donde se procedió con la clasificación de los residuos por componentes, tal como se puede apreciar en la *figura 4*. En el presente trabajo, se ha considerado la clasificación de los siguientes componentes:

Del análisis de los resultados, se desprende que, del total de residuos recolectados y muestreados, el primer lugar corresponde al componente de residuos de papel, que supone el 35 % del total de residuos clasificados; seguido por el componente materia orgánica con un 24 %; y los componentes de cartón y plásticos rígidos con un 10 % del total de residuos generados en toda la universidad, tal como se puede observar en la *figura 5*. Igualmente, se ha realizado un muestreo considerando solamente los residuos mix-

tos, que suponen el 41 % del total; de este porcentaje, un 20 % corresponde al componente papel, un 18 % y un 14 % son residuos de plástico rígido y liviano respectivamente, y un 9 % representa los cartones.

De acuerdo con los resultados obtenidos en el trabajo de campo, la comunidad universitaria requiere de un mayor esfuerzo para fortalecer la cultura de segregación y disposición de los residuos, lo que se traducirá en un beneficio para la salud humana y el cuidado del medio ambiente. Por otro lado, una gran parte de los residuos inorgánicos (papel, vidrio y plástico), clasificados y almacenados en contenedores ubicados en el campus de la universidad, son entregados como labor benéfica a Fundades y Aniquem como parte de la política de responsabilidad ciudadana y cuidado del medio natural. Cabe indicar que la mayor generadora de residuos sólidos es la masa estudiantil, lo cual es una fortaleza para la Universidad de Lima, ya que las políticas de buenas prácticas orientadas a la concientización y sensibilización generan expectativas altas al ser acogidas de forma eficiente y eficaz por el nivel académico y cultural que poseen.

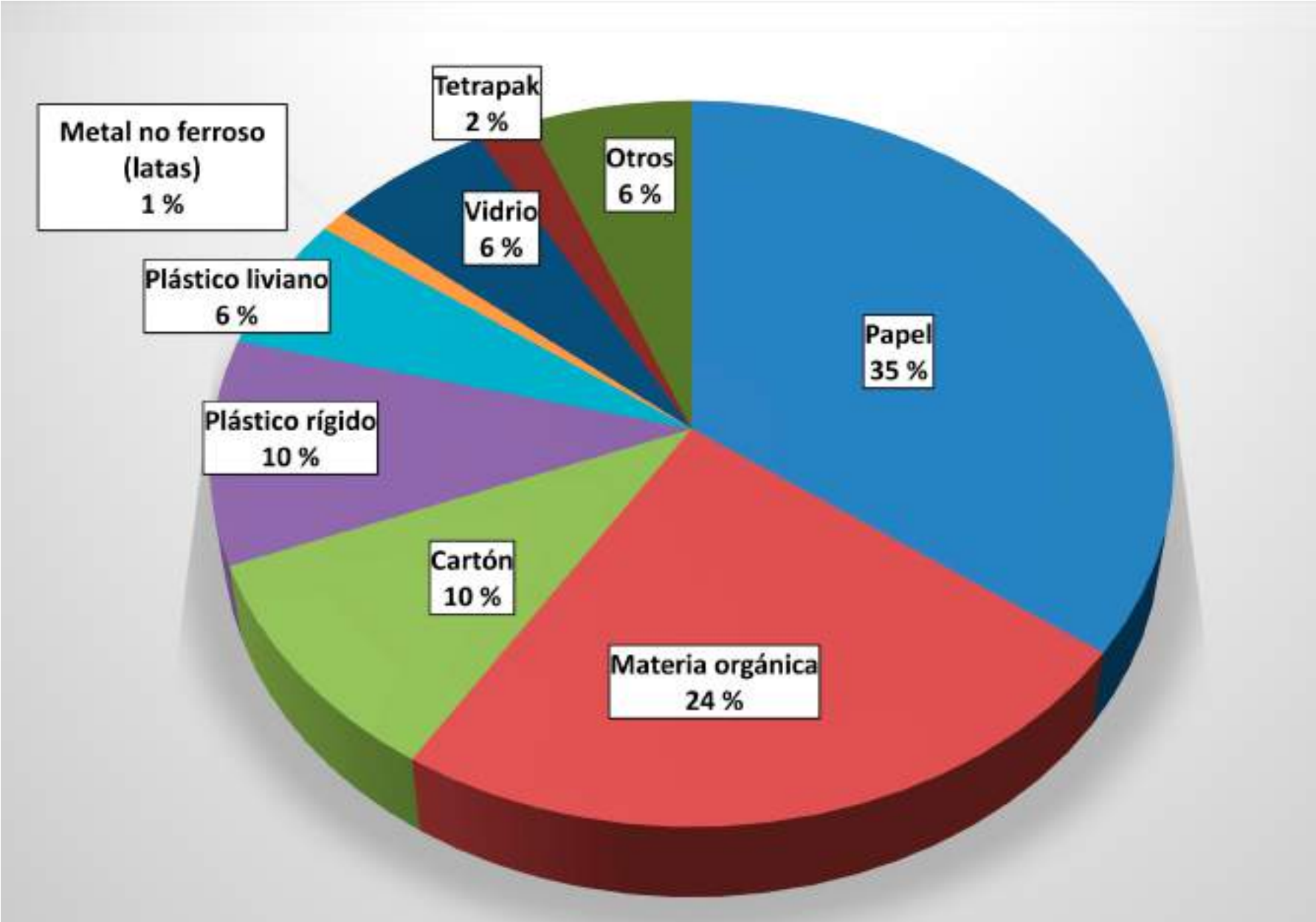
Materia orgánica:	restos de preparación y consumo de alimentos
Papel:	periódicos, papel blanco y de color
Cartón:	cajas de cartón, cartulinas blanca y de color
Vidrio:	botellas transparentes, ámbar, verde y azul, vidrio de ventanas
Plástico rígido:	botella descartable de bebidas, restos de envases, plásticos rígidos (baldes, lavatorios, platos, tenedores descartables y otros)
Plástico liviano:	todo tipo de bolsas plásticas
Tetrapak:	los envases
Pilas:	pilas para radio, baterías de vehículos motorizados
Materiales inertes:	material que no se puede segregar
Otros:	papeles higiénicos, entre otros

Figura 4. Clasificación de residuos sólidos por componentes, Universidad de Lima



Fuente: Elaboración del autor

Figura 5. Caracterización de residuos sólidos por componentes, Universidad de Lima



Fuente: Elaboración del autor

Determinación de la generación per cápita de residuos sólidos

Para la generación per cápita de residuos sólidos, se han tenido en cuenta dos factores fundamentales: la población de la comunidad universitaria y el total de residuos generados en toda la Universidad de Lima. De acuerdo con los datos disponibles, la población universitaria está compuesta por 17 223 miembros aproximadamente, integrados principalmente por estudiantes, profesores, personal administrativo, personal de servicio y otros. El procedimiento para determinar la generación per cápita consiste en el

pesaje del total de residuos, como se puede apreciar en la figura 6. Los valores obtenidos se refieren a la suma de los pesos de residuos recogidos directamente de los comedores, cafeterías, aulas, quioscos, oficinas, pasadizos, áreas recreativas y áreas comunes, además de los residuos que surgen del proceso de caracterización de las bolsas muestreadas y recolectadas para este fin, de las oficinas administrativas, comedores, cafeterías, áreas comunes y aulas. Igualmente, se ha realizado el pesaje de los residuos provenientes de los puntos de segregación de papel, latas, vidrio, cartón y plásticos con la finalidad de cubrir la totalidad de residuos sólidos generados por la población universitaria.

Figura 6. Pesaje de residuos sólidos para la generación



Fuente: Elaboración del autor

De los resultados obtenidos a través del proceso de pesaje, que pertenecen a la recolección selectiva y la caracterización por componente de los residuos de la universidad, se ha podido determinar que la cantidad total de residuos sólidos generados es de 1503,55 kilogramos por día (kg/d), tal como se puede apreciar en la tabla 1. El análisis de la composición física de los residuos muestra el componente papel con 520,42 kg/d; seguido por la producción orgánica, que alcanza 358,90 kg/d; el componente cartón con 155,48 kg/d; y los plásticos rígidos con 155,96 kg/d. Por lo tanto, la generación per cápita es de 1,5 toneladas por día (t/d) en promedio, de las cuales el 21 % es de origen orgánico, el 38 % inorgánico y el 41 % mixto (orgánico e inorgánico); la mayor cantidad de residuos se genera en el turno de día (52 %), mientras que el turno tarde produce el 43 % y el nocturno un 5 %. El total de los residuos generados en la Universidad de Lima representa el 1 % de los que se generan en el distrito de Santiago de Surco, cuya cantidad se estima en unas 300 t/d.

Tabla 1
Porcentaje de distribución de componentes de residuos sólidos, Universidad de Lima

Componente	Generación diaria (Kg/d)	Distribución
Materia orgánica	358,90	24 %
Papel	520,42	35 %
Cartón	155,48	10 %
Plásticos rígidos	155,96	10 %
Plástico liviano	86,30	6 %
Metal no ferroso (latas)	12,33	1 %
Vidrio	90,86	6 %
Tetrapak	30,82	2 %
Otros	92,47	6 %
Total	1503,55	100 %

Fuente: Elaboración del autor

La Universidad de Lima cuenta con depósitos adecuados para el almacenamiento temporal de recojo selectivo y no selectivo de residuos que están debidamente rotulados y diferenciados por colores para el caso del papel, plástico y vidrio, ubicados en diversos puntos dentro del campus.

per cápita, Universidad de Lima



Asimismo, se ha determinado la densidad de los residuos sólidos. Este proceso se llevó a cabo mediante el uso de fórmulas aplicadas comúnmente para este tipo de mediciones. Se procedió a la identificación aleatoria de muestras de bolsas de residuos provenientes de las diferentes áreas, se descargaron en un cilindro de 200 litros hasta cubrir su capacidad total y se dejó caer el cilindro que contenía los residuos desde una altura establecida con el fin de asegurar su confinamiento. Por la diferencia de altura del contenido de residuos dentro del cilindro, se determina la densidad promedio de los restos sólidos; posteriormente, se procede a la separación de los componentes para el correspondiente pesaje y registro de datos. Los resulta-

dos obtenidos acerca de la densidad de los residuos se presentan en la tabla 2; el valor promedio calculado es igual a 67,20 Kg/m³, con valores máximos y mínimos que oscilan entre 124,28 Kg/m³ y 34,30 Kg/m³. El valor de la densidad depende del tipo de residuos recolectados y de su composición.

Conclusión

Se llevó a cabo en la Universidad de Lima el estudio de generación y caracterización de residuos sólidos con el fin de determinar los valores promedio de generación per cápita y composición física de los mismos para conocer la situación actual a fin de facilitar el establecimiento de estrategias para su disposición final.



Fuente: Universidad de Lima

Tabla 2
Determinación de la densidad de residuos sólidos, Universidad de Lima

Parámetros	Áreas				
	Pabellón H Oficinas	Pabellón A y B Aulas	Pabellón S Aulas	Pabellón R Cabañita	Pabellón CH Cafetería
Total (kg)	25,6	1,75	9	22	10,6
H (altura inicial) m	1,2	0,19	0,86	0,87	0,89
H (altura final) m	0,92	0,1	0,67	0,67	0,73
Diferencia m	0,28	0,09	0,19	0,2	0,16
Altura del cilindro i	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88
Diámetro m	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
Volumen (m ³)	0,2431	0,0264	0,177	0,177	0,1929
Densidad (kg/m ³)	105,32	66,24	50,84	124,28	54,96

Fuente: Elaboración del autor



De acuerdo con los resultados obtenidos, se desprende que, del total de residuos generados, corresponde un 35 % a papel, 24 % a materia orgánica, 10 % a cartón, 10 % a plásticos rígidos, 6 % a plásticos livianos, 6 % a vidrio y 9 % a otros.

Se ha determinado que la cantidad total de residuos sólidos generados es de 1503,55 kilogramos por día (kg/d), de los cuales 21 % es de origen orgánico; 38 %, inorgánico; y 41 %, mixtos (orgánico e inorgánico). Un 52 % se genera en el turno de día; 43 %, por la tarde; y, en el turno de noche, un 5 %; el total de los residuos sólidos producidos en la Universidad de Lima representa el 1 % de lo generado en el distrito de Santiago de Surco, cuya producción es de 300 t/d.

La metodología aplicada para el trabajo de campo comprendió la división por áreas según el tipo de residuos y áreas de trabajo. Estos son los residuos de áreas comunes, del comedor y kioscos, y segregados.

Como parte de la política ambiental y social establecida por la universidad, los residuos segregados, como son el papel, plástico y vidrio, son recolectados en depósitos diferenciados para su posterior entrega a organizaciones sin fines de lucro, como son Fundades y Aniquem, entre otras. Los residuos orgánicos y mixtos son depositados en un contenedor proporcionado por la Municipalidad de Surco para su traslado diario a un relleno sanitario.

Cabañita Parque Central G	Pabellón C Aulas	Pabellón W Aulas	Pabellón V	Oficinas Q, W, F	PROMEDIO
5,8	8,8	9,5	8,7	7	
0,88	0,78	0,85	0,86	0,79	
0,64	0,59	0,67	0,64	0,65	
0,24	0,19	0,18	0,22	0,14	
0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	
0,58	0,58	0,5	0,58	0,58	
0,1691	0,1559	0,177	0,1691	0,1717	
34,30	56,45	53,67	51,45	40,76	67,02