

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**

**SECCIÓN INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**“RESIDUOS SÓLIDOS EN EL PERÚ”**

**Trabajo de investigación para obtener el grado académico de BACHILLERA  
EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**AUTORA:**

Elizabeth Noemí Duran Feliciano

**ASESORA:**

María Isabel Quispe Trinidad

Lima, 25 de noviembre del 2020

## RESUMEN

En el Perú, la Gestión del manejo de los residuos sólidos está centrada en su recolección sin darle la debida importancia a la recuperación de los mismos, este enfoque trae como consecuencia un resultado desfavorable, puesto que en los rellenos sanitarios solo se encuentra el 55% de los residuos generados en el país, mientras que el restante está en botaderos. Es por ello que, surge la necesidad de dar a conocer las diferentes formas y alternativas que se usan en la actualidad para realizar la recolección y posterior reciclaje de los residuos sólidos, principalmente del plástico, vidrio, papel y cartón, mediante esta investigación, para encontrar un camino favorable a la mejora del reciclaje y reaprovechamiento de estos.

Las conclusiones obtenidas fueron la proporcionalidad entre la población y actividad económica de un territorio con la generación de residuos, así como la múltiple utilidad tras el respectivo tratamiento de diferentes residuos considerados como recursos, teniendo en cuenta que los no aprovechables deben tener un control en su desecho, pues de lo contrario traen consecuencias negativas al medio ambiente, entorno social y salud afectando la calidad de vida de las personas. Es así como la investigación pretende incentivar mejores prácticas en el sector reciclaje para promover un reaprovechamiento de residuos y cerrar el ciclo de vida que a su vez contribuye a una economía circular en el país.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS .....	iii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	iii
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPITULO1: MARCO TEÓRICO.....	3
1.1 Desafío de los residuos sólidos.....	3
1.1.1 Los residuos como recursos o como peligro .....	5
1.2 Situación Global de la gestión de residuos sólidos.....	7
1.2.1 Gestión de residuos sólidos en Perú .....	12
1.3 Manejo de residuos sólidos.....	15
1.4 Clasificación de residuos sólidos.....	19
CAPITULO 2: PROCESOS DE RECICLAJE.....	22
2.1 Proceso del reciclaje del plástico .....	22
2.2 Proceso del reciclaje del Papel y Cartón.....	26
2.3 Proceso de reciclaje del vidrio.....	30
CAPITULO 3: RECICLAJE DE RESIDUOS SÓLIDOS.....	33
3.1 Situación del plástico reciclado .....	33
3.2 Situación del papel y cartón.....	35
3.3 Situación del vidrio reciclado .....	35
Conclusiones y Recomendaciones.....	38
Bibliografía .....	40

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Porcentaje de reciclaje en América Latina y el Caribe.....	11
Tabla 2: Clasificación por origen de residuos sólidos .....	19
Tabla 3: Clasificación por gestión de residuos sólidos.....	20
Tabla 4: Clasificación por peligrosidad de residuos sólidos.....	21
Tabla 5: Tipos de plásticos .....	22

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Cantidad de población por región .....	8
Figura 2: Residuos generados por año .....	8
Figura 3: Ranking de Producto Interior Bruto .....	9
Figura 4: Residuos sólidos dispuestos en rellenos sanitarios de Lima y Callao.....	13
Figura 5: Residuos sólidos dispuestos en rellenos sanitarios.....	14
Figura 6: Etapas involucradas en el manejo de residuos sólidos.....	15
Figura 7: Clasificación de residuos sólidos .....	21
Figura 8: Diagrama de operaciones de procesos del plástico reciclado.....	26
Figura 9: Diagrama de operaciones de procesos del papel y cartón reciclado .....	29
Figura 10: Diagrama de operaciones de procesos del vidrio reciclado .....	32

## INTRODUCCIÓN

La naturaleza tiene la particularidad de tener procesos biológicos que no generan residuos haciéndolos eficiente en cuanto a la gestión de sus recursos, mientras que los procesos que utiliza la sociedad son todo lo contrario, pues extrae materias primarias sin preocuparse por su disposición final. A raíz del crecimiento demográfico mundial, actualmente se registra 7 750 millones de habitantes, más el uso del complejo sistema de producción y consumo se ha generado una gran acumulación de diversos residuos, lo cual ha sido perjudicial para el suelo, cuerpos de agua y aire, debido a su inadecuado desecho y vertido generando un desequilibrio ecológico.

En el informe What a Waste 2.0 se hace énfasis que la gestión de los residuos sólidos, pese a ser una pieza clave de las ciudades sostenibles, sanas e inclusivas, no suelen ser tomados con la misma importancia en los países de bajo ingreso (Group World Bank, 2018). Como país tercermundista el Perú no es ajena a esta situación, la generación de residuos sólidos se ha ido incrementando año tras año y sumado a ello la mala disposición final de los mismos generando una notoria contaminación visual en los alrededores de las ciudades. Si bien, una alternativa para frenar este suceso es la implementación de plantas recuperadoras industriales como en las ciudades de Europa y Asia, esta opción no es muy viable, debido a que implican altos costos de inversión y operación que el gobierno peruano no estará dispuesto a aceptar.

Dado este panorama, el presente trabajo de investigación plantea realizar un estudio de los residuos sólidos y su reciclaje en diferentes países, el cual contribuirá a dejar de percibir a los residuos como objetos subvalorados cuando en realidad pueden ser reaprovechados de múltiples formas, de esta manera aumenta la probabilidad de que las empresas decidan invertir en nuevos

proyectos que involucren el reaprovechamiento de los residuos y ser agentes de cambio aportando una estabilidad económica al mercado de elementos aprovechables.



## CAPITULO1: MARCO TEÓRICO

### 1.1 Desafío de los residuos sólidos

En los últimos años, la forma adecuada de gestionar la recolección de residuos sólidos es un desafío que no se ha podido responder con éxito. Asimismo, se puede afirmar que es un problema latente de forma universal, ya que diversos países presentan dificultades para completar dicho desafío debido a que autoridades y municipalidades no saben cómo manejar las grandes cantidades de residuos que se llegan a generar en todos aquellos lugares donde el ciclo producción-consumo no se cierra. Una gestión inadecuada de los residuos (generación y no recolección), acumulación en algún depósito o botadero y la quema de forma incontrolada crea daños ambientales con repercusiones negativas en las poblaciones aledañas, algunas de ellas son las crisis sanitarias que se han visto a lo largo de la historia como la peste negra (Virgili, 2012). El surgimiento de las enfermedades es debido a que la descomposición de las materias orgánicas emana contaminantes al aire, por lo que cualquier individuo aledaño a esta área al respirar dicho aire pone en peligro su salud. Sin embargo, no solo el aire es afectado, también el suelo y aguas subterráneas han sido perjudicadas.

En cambio, una gestión sostenible de los residuos lleva asociada la sostenibilidad económica, así como una mejora en la calidad de vida y la salud (Amigos de la tierra, 2014). Dicho esto, se puede enunciar que un problema significativo que enfrentamos hoy en día gira en torno a los residuos sólidos y cómo afecta al entorno. Entonces, esto abre las puertas a varias interrogantes como: ¿Qué son exactamente los residuos sólidos? ¿Por qué es tan difícil su correcta gestión?

Alfonso del Val, experto ambiental, manifestó a la revista Economía y Sociedad que el residuo era una realidad social, es decir, que dependía de las sociedades, épocas y cultura. (Del

Val, 1992, pág. 10). Esta definición nos da a entender que el concepto y valor del residuo depende de la perspectiva del individuo y su entorno. En 2009, un punto de vista similar lo compartió Carolina Montes, pues dijo que el residuo sólido no es un concepto estático sino dinámico que así como cambia, también evoluciona de la mano del desarrollo económico y productivo (Montes, 2009, pág. 20). Sin embargo, algunas entidades han dado una definición más sobria, en España, la Ley 22/2011 de residuos y suelos contaminados define a los residuos como “cualquier sustancia u objeto que su poseedor deseche o tenga la intención o la obligación de desechar” (Boletín Oficial del Estado de España, 2013). Mientras que, en Perú, ley gestión integral de residuos sólidos define que “Cualquier objeto, material, sustancia o elemento resultante del consumo o uso de un bien o servicio, del cual su poseedor se desprenda o tenga la intención u obligación de desprenderse, para ser manejados priorizando la valorización de los residuos y en último caso, su disposición final” (Decreto legislativo N° 1278, 2016).

Con lo mencionado por los distintos autores, se puede afirmar que los residuos son objetos que para los individuos ya no tienen provecho alguno debido a que su calidad o utilidad no permite su uso nuevamente y tratan de desecharlos, pero esto depende de la realidad social del individuo, puesto que lo ya no tiene utilidad para uno puede ser útil para otro reconsiderando su valor y produciendo un ciclo en el que otros puedan aprovechar el tiempo de vida de aquel antes llamado residuo para otro fin.

Como respuesta a la segunda pregunta, se puede exponer que la particularidad de cada ciudad de los países en desarrollo demanda tener una variedad de sistemas de gestión, sin embargo, cuando las autoridades ejecutan la implementación y no se ven cambios o mejoras llevándolos al fracaso, la mayoría considera que la responsabilidad del fallo solamente debe recaer en la incapacidad de las autoridades cuando en realidad el desarrollo y efectividad de un sistema

involucra la participación de todos los actores involucrados. Para ello, Abarca-Guerrero, Maas y Hogland (2015) hallaron figuras claves en el sistema de gestión de residuos sólidos como las autoridades nacionales y locales, ministerios del gobierno y empresas privadas que brindan servicios, pues son ellos quienes definen las políticas y gestionan los sistemas a implementar. El estudio publicado en la *Revista Tecnología en Marcha* demuestra que “ un sistema efectivo no solo se basa en soluciones tecnológicas sino también ambientales, socioculturales, legales, institucionales y en vínculos económicos que deberían estar presentes para permitirle al sistema en general que funcione” (Abarca, Maas, & Hogland, 2015). En resumen, de todo lo expuesto, se interpreta que la dificultad de realizar una correcta gestión de residuos sólidos, es debido a falta de cooperación y comunicación de los actores, así como la ausencia de la concientización sobre la responsabilidad de cada actor.

### **1.1.1 Los residuos como recursos o como peligro**

El complejo sistema de producción y consumo creado en un inicio por la sociedad para cubrir sus necesidades, ha cambiado de tal forma que ahora se desvió a la satisfacción de una necesidad superflua, provocando que en el sistema cualquier materia o producto sea consumida de forma parcial generando un incremento en la cantidad de residuos (Ibañez y Corroccoli, 2002; Mora, 2001). A modo de complemento, Ibañez y Corroccoli compartieron que “cuando la generación de los residuos es inevitable, deben pasar a ser considerados como un recurso a partir del cual pueden ser recuperados materiales para formar parte de otro sistema ya sea como materia prima, nutrientes orgánicos e incluso energía”. Esta opinión ha hecho que un sector de la sociedad comience a cambiar su posición de desestimar a los residuos y comience a considerarlos como un recurso valioso.

En este sentido, diferentes sectores han fijado su atención en el desarrollo de una economía circular, pues esta busca mantener el valor de los recursos el mayor tiempo posible y los regenera al final de su ciclo de vida (Unión Europea, 2018). Por ejemplo, en la agricultura surgió la implementación del compostaje a partir de los residuos orgánicos, mientras que en las industrias encontraron un aprovechamiento de los materiales que contienen el residuo para generar energía a partir de su incineración, así como la obtención de materiales para reducir o incluso evitar la extracción de materias primarias. Frente a este caso, vale la pena mencionar que no todos los residuos pueden ser tratados para ser convertidos en nuevos productos, por ello son derivados a los vertederos como los huesos, envolturas de golosinas, papel higiénico, etc.

Como se mencionó, los residuos pueden ser considerados como recursos adquiriendo un valor económico, sin embargo, ¿Qué hacer con aquellos que no son aptos para su reciclaje? Es lógico pensar que con desecharlos a un vertedero culmina su ciclo, pero hay que tener presente que debe realizarse de una forma controlada debido a que estos también representan un peligro. Esto es apoyado por Andrés Dulanto Tello quien afirma que “el proceso de industrialización tuvo como consecuencia un aumento en la cantidad como en peligrosidad de los residuos sólidos”. (Dulanto, 2013). Esto se debe a que los residuos poseen componentes químicos que provocan diversas enfermedades a las personas que se expongan a los lugares con una alta acumulación de residuos como enfermedades de tipo respiratorio, alergias o intoxicaciones.

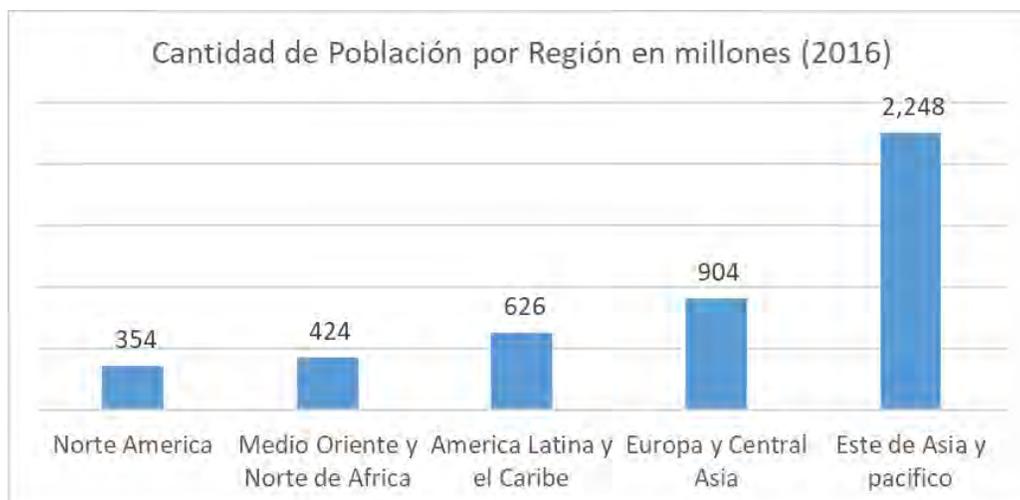
Por ejemplo, en el caso de países de América Latina que utilizan los rellenos sanitarios o la disposición a cielo abierto contribuyen a la proliferación de malos olores y lixiviados, además de generar vectores (moscas, ratas, etc.) que no solo afectan la salud de la población, sino que también, la calidad de las aguas subterráneas (Sánchez, 2015). Asimismo, en el caso del suelo cuando los lixiviados sobrepasan los estándares de calidad ambiental (ECA) afectan la

regeneración causando daños irreversibles. Lo anteriormente anunciado, ha contribuido a una dificultad en su gestión y tratamiento posterior, pues involucra una prevención por los riesgos en la salubridad aumentando los costos asociados a la gestión y tratamiento de residuos. Desgraciadamente, esto solo es tomado en cuenta en el ámbito formal, puesto que los recicladores informales al momento de segregar los residuos sólidos se exponen a riesgos derivados de las condiciones de insalubridad, inseguridad y la falta de equipo de protección personal con las que realizan esta actividad.

Finalmente, se entiende que la contaminación producida por la alta acumulación de residuos sólidos sin una correcta gestión puede desencadenar graves riesgos sanitarios, deterioro del ambiente y pérdidas de valor económico.

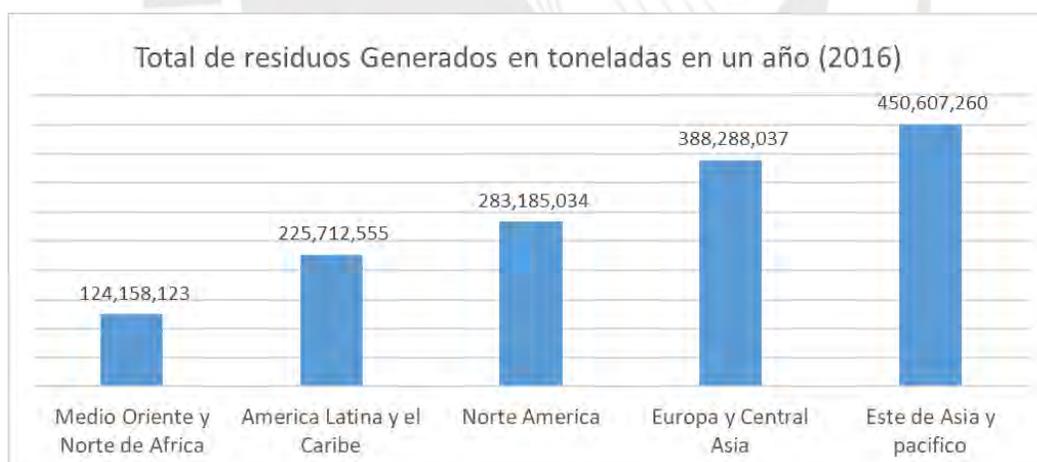
## **1.2 Situación Global de la gestión de residuos sólidos**

En un informe del Banco Mundial relacionado a los residuos sólidos, se menciona que “En la medida de que la urbanización este acelerada por el crecimiento de las poblaciones, se prevé que en el curso de los próximos 30 años la generación de desechos a nivel mundial aumentará en un 60% teniendo como punto de referencia los 2010 millones de toneladas registrados en 2016” (Group World Bank, 2018). Por ello, a partir de la base de datos del Proyecto What a Waste se elaboraron las siguientes figuras para poder hacer un análisis de la situación de los diferentes países.



*Figura 1: Cantidad de población por región  
Fuente a partir de los datos del proyecto What a Waste*

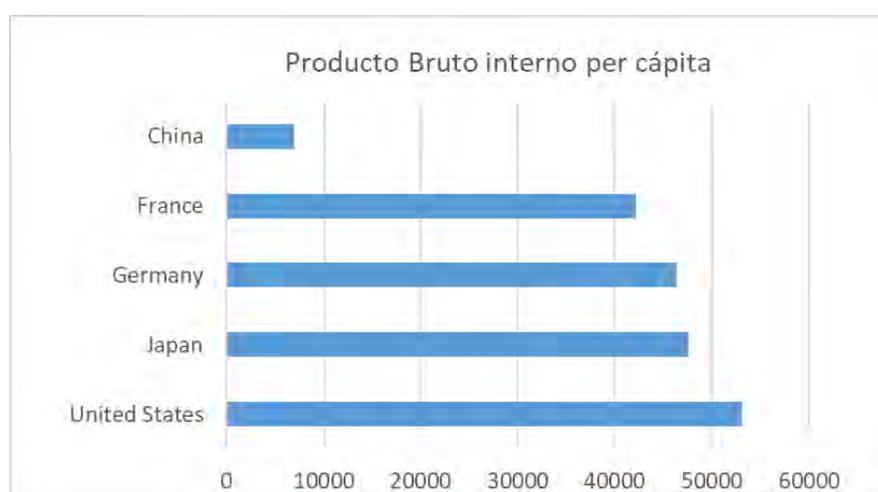
En la Figura 1, se puede observar que el Este de Asia y Pacífico tiene la mayor cantidad de población, lo cual nos puede ayudar a deducir que su generación de residuos debería ser mayor comparado con el resto de regiones, siguiendo lo citado por el Banco mundial, en que la relación de la población y generación es proporcional.



*Figura 2: Residuos generados por año  
Fuente a partir de los datos del proyecto What a Waste*

En la Figura 2, se puede evidenciar lo expuesto, ya que efectivamente los del Este de Asia y el Pacífico son quienes generan más residuos. Sin embargo, hay un caso que salta a simple vista que no está cumpliendo con dicho supuesto, nos referimos a Norte America, pues por población

con 354 millones de habitantes se encuentra en la última posición, mientras en generación de residuos está en tercer lugar con 283 millones de residuos generados. La razón principal a esto es que la región de Norte America solo abarca a Canada, Bermuda y los Estados Unidos. Por lo que, comparado con el Resto de regiones que abarcan más de 20 países es lógico que su posición se encuentre entre las últimas. Los tres países mencionados, son considerados como países de altos ingresos, sobre todo Estados Unidos que es conocido por ser una potencia mundial por su gran poder e influencia.



*Figura 3: Ranking de Producto Interior Bruto  
Fuente a partir de los datos del proyecto What a Waste*

Una demostración de ello se evidencia la Figura 3, donde se ha colocado a los 5 países con mayor producto bruto interior, en los que claramente es liderado por Estados Unidos. Sin embargo, al ser un país con gran potencial para la producción también se convirtió en uno de los países con mayores residuos municipales, industriales y tóxicos con un total de 810kg per capita por año. Contradictoriamente a su capacidad económica, su capacidad de reciclaje es realmente ineficiente y esto se debe a una falta de inversión en tecnologías. Un país que si ha tomado la iniciativa para un mejor desarrollo social y económico es Alemania, con implementación de del concepto de sostenibilidad, esto se demuestran en sus tasas de reciclaje, pues se han encontrado por encima de

la media de Europa. Esto se logró por el cambio del Decreto de los envases, obligando a los empresarios a realizar cambios complejos con respecto a la fabricación de sus productos (RECEMSA, 2017). La región de América Latina y el Caribe, se encuentra en tercer lugar en la Figura 1 con 626 millones de población, mientras que la Figura 2 se encuentra en cuarto lugar con 225 millones de toneladas dando una generación de 360 kg de residuos per cápita por año, una de las razones por las que ocurre esto, comparado con las regiones anteriores es que los países de Latinoamérica son denominados como países en desarrollo, por lo que lo dada su baja producción, comparado con las potencias, su generación es de menor cantidad. A pesar de ello, su aumento ha sido progresivo debido a actividades comerciales o turismos como es el caso del Caribe. Al no contar con conocimiento de primera mano y carecer de infraestructura legal, el reciclaje que se ha vuelto sustancial, no ha podido ser prospero, a pesar de los esfuerzos de las autoridades. En la tabla 1 se muestra los porcentajes de tratamiento de los residuos como se puede observar, Colombia y Puerto rico lideran la lista, pero el resto de países están muy lejos de acercarse a tasa promedio de reciclaje.



*Tabla 1: Porcentaje de reciclaje en América Latina y el Caribe*

América Latina y el Caribe	Porcentaje de reciclaje de residuos
Argentina	6
Aruba	11
Bolivia	12.11
Brazil	1.4
Barbados	9
Chile	0.37
Colombia	17.2
Costa Rica	1.26
Cuba	9.49
Curacao	2
República Dominicana	8.2
Ecuador	12.9
Guyana	0.54
Mexico	5
Peru	4
Puerto Rico	14
Uruguay	8

*Fuente a partir de los datos del proyecto What a Waste*

Finalmente se ha concluido que, debido al viejo paradigma de producir, usar y tirar en diferentes países han hecho uso de distintos métodos para la gestión de residuos sin dar una respuesta adecuada, algunos han continuado con la manera tradicional mientras que otros han ido innovando invirtiendo grandes cantidades de dinero, en el caso de países subdesarrollados han puesto en práctica programas similares a los de los países desarrollos, sin embargo, los programas deben estructurarse de acuerdo a la realidad de la ciudad estudiando las características de cada territorio y actualizarse constantemente, ya que hasta ahora no existe un sistema estándar que pueda funcionar para todos, por lo que siempre hay que estar renovando teniendo como punto de partida una recolección eficiente para mejorar el resto de operaciones, así como promover políticas ambientales que frenen la producción tal como se ha ido realizando estos años.

### 1.2.1 Gestión de residuos sólidos en Perú

Entre los múltiples programas y planes de acción diseñados para evitar los daños de una localidad, se encuentra la gestión integral de residuos sólidos, la cual debe velar por un control de las operaciones de cada etapa que involucra la cadena de valor del reciclaje. Una definición de la gestión de residuos sólidos es la disciplina asociada al control de la generación, almacenamiento, recogida, transferencia y transporte, procesamiento y evacuación de residuos sólidos de una forma que armoniza con los mejores principios de la salud pública, de la economía, de la ingeniería, de la conservación, de la estética y de otras consideraciones ambientales, y que también responde a las expectativas públicas (Tchobanoglous, Theisen, & Vigil, 1994). A su vez, cualquier actividad asociada a la gestión de residuos debe promover la aplicación de una estrategia jerarquizada como evitar, minimizar, tratar y disponer.

Rondon, Szanto, Pacheco, Contreras, & Gálvez (2016) mencionan que “la gestión de residuos sólidos también incluye todas las funciones administrativas, financieras, legales, de planificación y de ingeniería involucradas en las soluciones de todos los problemas de los residuos sólidos”. Es decir, involucra distintas áreas, por ende, la gestión está sujeta a la toma de decisiones de cada una de ellas en el diseño y la proyección, de estar articuladas y alineadas a lograr el objetivo común, que es mejorar la calidad de vida de las personas, se podrá mejorar progresivamente.

En el Perú se ha responsabilizado al Estado, así como al Ministerio de Medio Ambiente (MINAM) de regular el servicio de gestión y manejo de residuos sólidos junto con la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) del Ministerio de Salud quien vela por los aspectos técnicos de los proyectos de infraestructura de residuos sólidos, incluyendo las actividades de reciclaje, reutilización y recuperación (CEPAL, 2017).

Actualmente, las municipales provinciales a través de los Planes Provinciales de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PIGARS) deben identificar los geográficos para la ubicación de las infraestructuras de los residuos. Mientras que las municipales distritales tienen la responsabilidad de brindar los servicios de limpieza pública, que incluye la recolección y evacuación (Decreto Legislativo N° 1501, 2020). No obstante, se ha contemplado se ha priorizado la recolección más no en el tratamiento, considerando así solo la eliminación sin antes efectuar la aplicación de la estrategia jerarquizada mencionada en párrafos anteriores como consecuencia la cantidad de residuos sólidos producida en el territorio peruano es de 23 260 toneladas por día (CEPAL, 2017).

El Perú cuenta con 52 rellenos sanitarios que reciben alrededor del 53.5% de los residuos generados, la diferencia se encuentra distribuido en los 1500 botaderos ilegales, los cuales han surgido por la insuficiencia de rellenos sanitarios en sus respectivos departamentos, en la que es necesario tener al menos de 1 a 2 relleno en su capital (Ministerio del Ambiente, 2016). Los departamentos y ciudades con mayor disposición de residuos sólidos en los rellenos sanitarios, de acuerdo al portal del SINAI (2017), fueron los siguientes: Ancash, Ayacucho, Cajamarca, Callao, Ica, Lima, Loreto y Pasco

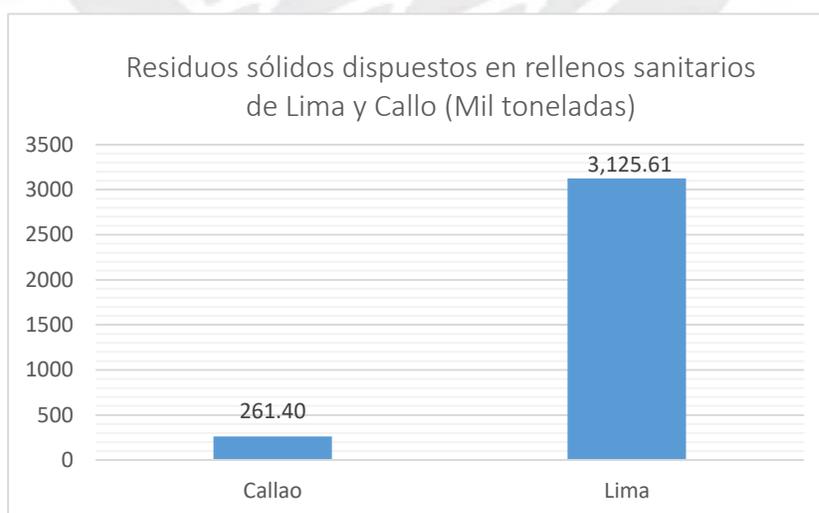
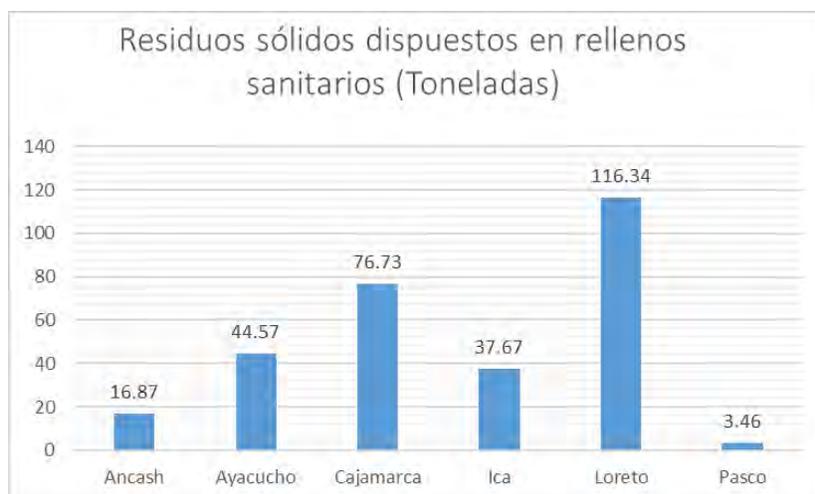


Figura 4: Residuos sólidos dispuestos en rellenos sanitarios de Lima y Callao (Mil toneladas)



*Figura 5: Residuos sólidos dispuestos en rellenos sanitarios (Mil toneladas)  
Fuente a partir de los indicadores del portal web SINIA*

Como se puede observar en el Figura 4, Lima es la ciudad con mayor disposición de residuos en los rellenos sanitarios, esto es debido a que es la ciudad con mayor población y como se explicó anteriormente tiene una relación proporcional a la generación de residuos, según INEI la población alcanzó los 11 millones 591 mil 400 habitantes en el año 2019, esta concentración ha contribuido a la instalación de un número mayor de rellenos sanitarios para recolectar los residuos generados en toda la capital.

Por otro lado, la Figura 5 nos muestra que de los 24 departamentos solo en 6 se ha llegado a recolectar una menor proporción de residuos sólidos, en comparación de Lima y Callao. Así mismo, se puede observar que Loreto es quien lidera la lista, a pesar de no ser considerado un departamento con alta concentración de población, seguido de Cajamarca, el cual es considerado el 5to departamento con mayor concentración. Esto se debe a que los distritos beneficiados del relleno sanitario “El treinta” son Iquitos, San Juan Bautista, Punchana, Belén, los cuales son los distritos más poblados de Loreto sumando un total de 471 730 de habitantes, mientras que en Cajamarca los distritos beneficiados son Cajamarca, Jesus, Llacanora, Los Baños del Inca y

Namora, donde solo Cajamarca es el distrito con la mayor concentración de población con 246 536 habitantes, añadiendo el resto de distritos la suma total es de 319 992.

### 1.3 Manejo de residuos sólidos

El manejo de los residuos sólidos es un método que orienta el flujo que debe seguir los residuos para lograr una gestión de los residuos de manera correcta, de acuerdo al contexto de una zona las autoridades deberán evaluar posibles estrategias para la asignación de los recursos a implementar en cada etapa, se ha elaborado la Figura 6 mostrando las etapas involucradas según la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos:



*Figura 6: Etapas involucradas en el manejo de residuos sólidos*

#### 1) Generación

La generación es el punto de partida, se da en el momento en que se producen los residuos como resultado de la actividad humana ya sea domiciliaria, comercial, industrial, etc. Por ello, un punto clave es obtener una estimación de los datos de las cantidades de

residuos sólidos que ha sido generados, separados para el reciclaje y recogidos para su tratamiento y/o disposición final, para utilizarlos como indicadores y a partir de ello se puedan desarrollar programas efectivos de gestión de residuos sólidos y su respectiva destinación de fondos (Rondón y otros, 2016, p.51). Simultáneamente, es importante conocer la composición de residuos, para conocer el tipo de residuo que es así como su composición, lo primero ayuda a una posible destinación de tratamiento antes de su disposición final, mientras que lo segundo ayuda a estimar la vida útil de los espacios construidos para su disposición final.

## 2) Segregación en la fuente

Cuando se habla de segregación se hace referencia a la agrupación de los residuos por su tipo o composición para ser manejados de forma especial. Su propósito es facilitar el aprovechamiento, tratamiento o comercialización para finalmente impulsar el trabajo de reciclaje y la valorización de los residuos (Flores, 2019). Por ello, se sugiere que los gobiernos locales deben iniciar con el funcionamiento de plantas de tratamiento dentro de los rellenos sanitarios para que los recicladores organizados puedan continuar con sus actividades y con ello reducir una cantidad significativa destinada a los rellenos.

## 3) Almacenamiento

Es la operación de acumulación temporal de residuos en ciertas condiciones, bajo la responsabilidad de los generadores. Los recipientes deben ser diferenciados por colores en recipientes de material impermeable, liviano y resistente, de fácil manipulación para su traslado hasta el vehículo, este tipo de almacenamiento debe ser difundido y facilitado por los gobiernos locales a los ciudadanos cada vez que inicie la implementación de algún

programa. Los colores según la Norma Técnica Peruana 900.058:2019 son amarillo para los metales, plomo para el vidrio, azul para papel y cartón, blanco para plásticos, marrón para orgánicos, negro para generales no aprovechables y rojo para residuos peligrosos (con símbolo de reciclaje de ser reaprovechables).

#### 4) Comercialización de residuos sólidos

Esta etapa involucra la compra y venta de los residuos por empresas dedicadas a este rubro con objeto social de lograr su reaprovechamiento. Estas empresas deben tener la autorización estricta de DIGESA, quien exige el cumplimiento de las condiciones que aseguran la protección sanitaria y ambiental.

#### 5) Recolección y transporte

La recolección es la recogida de los residuos almacenados por el generador y transportarlos de manera segura a una unidad de tratamiento o al lugar de disposición final dependiendo de la autoridad o empresa a cargo. Debe estar organizada para que al realizar el servicio no produzca malos olores, polvos, ruidos molestos y desorden (Rondón y otros, 2016, p.54).

En el caso del transporte, según la cantidad de residuos a recolectar se reconocerá el tamaño y tipo de transporte a utilizar, así como las vías utilizadas para tal fin. Los vehículos pueden ser convencionales como no convencionales, en el caso del primer grupo están los camiones compactadores, barandas y camiones de gran capacidad, en el segundo grupo están los triciclos y moto furgón. Los vehículos no convencionales son usados por personal que se dedica a la recolección de puerta a puerta que en sí es una práctica costosa debido a la mano de obra.

#### 6) Transferencia

La transferencia es la conexión entre un almacen temporal y un lugar autorizado para la disposición final mediante transporte con mayor capacidad a la de recolección, los residuos no deben excederse de las 12 horas en estos almacenes, ya que se corre el riesgo de su descomposición.

#### 7) Tratamiento

Una vez recolectados y transportados antes de ser depositados en los sitios de disposición final (o rellenos sanitarios), los residuos sólidos pueden ser sometidos a procesos que cambien sus características físicas produciendo beneficios técnicos, operativos, económicos y ambientales. (Rondón y otros, 2016, p.68). Así, el objetivo del tratamiento es el aprovechamiento de los recursos contenidos, pues se puede destinar su uso como materia prima para otros recursos, así como la recuperación de su estado anterior o la sustitución de otros materiales.

#### 8) Disposición Final

En la última etapa, aquellos residuos que no puedan ser reaprovechados a pesar de un tratamiento deben ser aislados en infraestructuras debidamente autorizadas, de acuerdo a tipo de residuo que sea con la finalidad de prevenir su exposición perjudicando al ambiente y la salud los ciudadanos. No obstante, a falta de servicios de limpieza pública en ciertos sectores, los ciudadanos utilizan otros tipos de espacios como botaderos informales, vertientes de ríos o carreteras dañando gravemente el ecosistema.

## 1.4 Clasificación de residuos sólidos

A partir de la Ley N°27314: Ley general de residuos sólidos- D.L. N°1278 se elaboró tablas descriptivas de la clasificación de los residuos sólidos.

El residuo se puede definir por la actividad que lo origine, esencialmente es una clasificación sectorial, como se muestra en la Tabla 2:

*Tabla 2: Clasificación por origen de residuos sólidos*

Tipo	Origen	Ejemplo
Residuo domiciliario	Son aquellos residuos orgánicos e inorgánicos que se producen debido a las actividades realizadas en los domicilios. La cantidad depende de la capacidad de consumo de los residentes.	Restos de comida, periódicos o revistas, botellas de plástico, latas, envolturas de comida, pañales descartables y restos de aseo personal.
Residuo comercial	Son aquellos residuos que se producen debido a las actividades comerciales de bienes y servicios, tales como supermercados, almacenes, restaurantes, tiendas, bares, bancos, etc.	Productos vencidos, papel, plásticos, embalajes diversos, cajas y electrodomésticos.
Residuo de limpieza	Son residuos arrojados por los peatones recolectados de las pistas, veredas, plazas, parques, escuelas y cárceles.	Botellas de plástico, restos de comida y envolturas.
Residuo hospitalario	Son aquellos residuos generados en el área de salud como hospitales, clínicas, postas, laboratorios clínicos, consultorios, entre otros afines.	Jeringas, algodones, gasas, muestras para análisis y hojas de bisturí.
Residuo Industrial	Son aquellos residuos generados en los procesos de extracción, transformación y producción de distintas industrias, tales como la industria manufacturera, metalurgia, pesquera, etc.	Lodos, cenizas, escorias metálicas, vidrios, plásticos y papeles.
Residuo de construcción	Son aquellos residuos que son generados en las actividades de construcción y demolición de obras, tales como edificios, puentes, carreteras, represas, canales, etc.	Piedras, escombros, bloques de cemento, etc.
Residuo agropecuario	Son aquellos residuos generados por las actividades de la agricultura, ganadería y pesca.	Envases de fertilizantes, plaguicidas y los agroquímicos diversos.

Residuo de actividades especiales	Son aquellos residuos sólidos generados en infraestructuras complejas con riesgo en su operación como plantas de tratamiento de agua para consumo humano o de aguas residuales, puertos, aeropuertos, terminales terrestres, instalaciones navieras y militares.	Residuos de aeropuertos y lodos obtenidos de las plantas de tratamiento de agua.
-----------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------

El residuo se puede definir por la entidad que está a cargo de su gestión, para luego ser colocados en el lugar apropiado para su disposición final, como se muestra en la Tabla 3:

Tabla 3: Clasificación por gestión de residuos sólidos

Tipo	Gestión
Residuo de ámbito municipal	Son todos los residuos que como ciudadanos estamos familiarizados desde los residuos que se generan en el hogar, en los negocios y distintas actividades públicas o privadas. La gestión de su recojo está a cargo de las municipalidades locales y su disposición es destinada a los rellenos sanitarios de no poder aprovecharse.
Residuo de no ámbito municipal	Son aquellos residuos generados en los procesos o actividades que no compete a la gestión municipal siendo dispuestos de manera directa a los <i>rellenos sanitarios de seguridad</i> debido a que manejo es un riesgo para la salud, como en el caso de los residuos hospitalarios, actividades especiales, agropecuarios, industriales y de construcción.

El residuo se puede definir por la peligrosidad de su composición, así como el efecto negativo que puede tener en el ambiente, como se muestra en la Tabla 4:

Tabla 4: Clasificación por peligrosidad de residuos sólidos

Tipo	Peligrosidad
Peligroso	Se les considera de ese modo, ya que presentan particularidades como auto combustibilidad, explosividad, corrosividad, reactividad, toxicidad, radiactividad o patogenicidad.
No peligroso	Se consideran no peligrosos aquellos residuos que por sus características o el manejo al que son sometidos no representan un riesgo significativo para la salud de las personas o el ambiente.

En resumen, la clasificación de los residuos es de 3 tipos empezando por su origen, seguido de la gestión y la peligrosidad que puedan tener, como se muestra en la Figura 7:

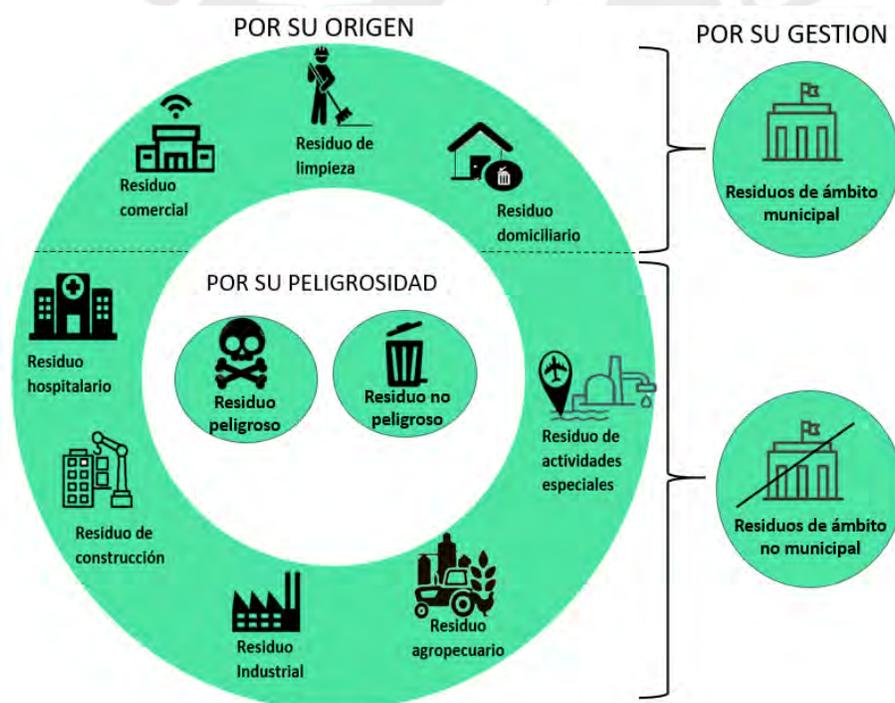


Figura 7: Clasificación de residuos sólidos

## CAPITULO 2: PROCESOS DE RECICLAJE

En este capítulo se describirá los procesos productivos que se realizan para la obtención de un nuevo bien a partir de residuos re aprovechables como lo son el plástico, papel, cartón y vidrio.

### 2.1 Proceso del reciclaje del plástico

El reciclaje de este material ha resultado ser complejo, ya que tienen una diversidad de características como el PET, PEAD, PEBD, PVC, PP y PS. Lo cual exige una previa separación de familias para su reciclado correspondiente, dificultando así la recolección, pues la obtención de estos proviene en su mayoría del post-consumo, rechazo industrial y agrícola. Los tipos de plástico, así como sus principales aplicaciones se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5: Tipos de plásticos

Tipo	Aplicaciones	
PET (Tereftalato de polietileno)	Se utiliza en botellas de bebidas, envases de productos alimenticios y refuerzos neumáticos de coche.	
PEAD (Polietileno de alta densidad)	Se utiliza para botellas de detergente, cosméticos, baldes, bidones, juguetes, embalajes y tuberías.	
PVC (Cloruro de polivinilo)	Se utiliza para bolsas, botellas para aceite de cocina, productos de limpieza, ventanas.	
PEBD (Polietileno de baja densidad)	Se utiliza para envolturas de alimentos, tuberías para riego y film adhesivo.	
PP (Polipropileno)	Se utiliza para envases de yogurt, botellas para champú, pajitas, recipientes para margarina, componentes eléctricos.	

PS (Poliestireno)	Se utiliza en la espuma plástica usada en tazas de bebidas calientes, envases de comida rápida, cartones para huevos.	
-------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

*Fuente a partir de la Cámara de la Industria de Reciclados Plásticos*

A continuación, se procederá a describir cada una de las operaciones para el reciclado del plástico a partir del proceso de la empresa La Red reciclados plásticos localizada en Sevilla (España):

#### 1. Recepción

Esta operación implica la recepción de los materiales plásticos almacenados en cajas, sacos o contenedores que los contienen ya sea triturados o a granel.

#### 2. Selección

Esta operación tiene dos fases, la primera consiste en separar los materiales que no son aptos debido a que su utilización correspondía al consumo anterior como las etiquetas, con esto se garantiza una calidad óptima y se evita una producción ineficiente, también ayuda al control de la materia prima suministrada por la fuente de abastecimiento. La segunda fase, consiste en una separación de colores para así reducir el consumo de los colorantes que se utilizan en la extrusión y brindar mayor variedad de colores en los productos terminados.

#### 3. Triturado

A través de trituradores las piezas se rompen y desmenuzan por medio de un juego de cuchillas giratorio, reduciendo su tamaño a pequeños trozos logrando así que los granos del plástico sean homogéneos para facilitar las operaciones siguientes.

#### 4. Lavado

Se introducen los trozos en los lavaderos industriales, en los cuales se los mezcla con agua para que al mojarlos completamente todas las impurezas se queden sedimentadas.

#### 5. Secado y Centrifugado

Lo extraído de la operación de lavado se colocan en las centrifugas en las que se secan y a la vez se eliminan las impurezas que no pudieron ser retenidas en el lavado.

#### 6. Homogeneización

En un silo se realiza el mezclado mecanizado para finalmente conseguir un material homogéneo en color, textura y comportamiento.

#### 7. Extrusión

En la máquina de extracción debido al calor y fricción que genera permite que todas las partículas antes creadas sean plastificadas transformándolas en una masa uniforme. También, en esta operación se añade el color necesario para los productos terminados de acuerdo a la demanda.

#### 8. Filtrado

El plástico pasa un filtro con un sistema de mallas finas que retendrá impurezas que no han sido retenidas en operaciones anteriores, luego las mallas con las impurezas son retiradas y se colocan unas limpias para continuar con el proceso.

#### 9. Granceado

El plástico con forma de monofilamentos debido a la extrusionadora, pasan a una máquina llamada tallarina para ser cortados por una cuchilla giratoria para obtener los granos adecuados que luego serán vendidos.

#### 10. Control de Calidad

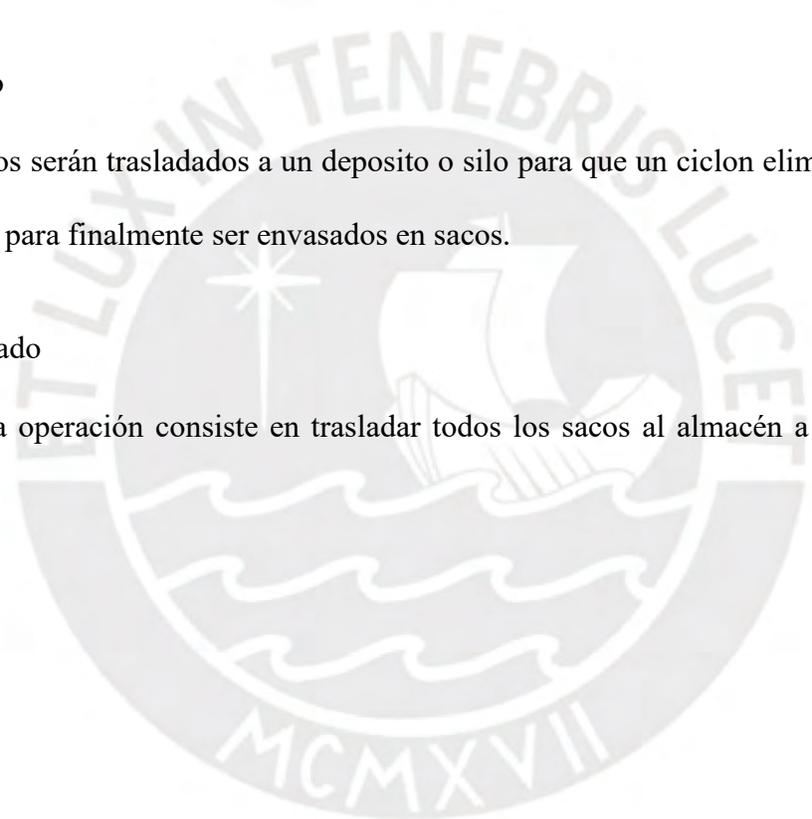
Se analiza las características de los granos como su fluidez, densidad y cenizas en el laboratorio para asegurar la calidad homogénea.

#### 11. Envasado

Los granos serán trasladados a un deposito o silo para que un ciclon elimine los restos de humedad para finalmente ser envasados en sacos.

#### 12. Almacenado

La última operación consiste en trasladar todos los sacos al almacén a la espera de ser retirados.



De manera más explicativa, se elaboró el Diagrama de Operaciones de Procesos, como se muestra en la Figura 8:



Figura 8: Diagrama de operaciones de procesos del plástico reciclado

## 2.2 Proceso del reciclaje del Papel y Cartón

El reciclaje de estos materiales es un proceso sencillo y beneficioso, pues evita la tala de árboles por la celulosa que se obtiene de ella, ya que es la materia principal para la fabricación tanto del papel como del cartón es por ello que se pueden reciclar de manera conjunta. Sin embargo, existe cierta complejidad en su reciclaje el cual es en la etapa de recolección de sus contenedores, ya que no se tiene en cuenta que el papel o cartón que se pongan a disposición de reciclaje no deben tener sustancias o residuos que puedan contaminar al resto de ellos como grasas o líquidos. A continuación, se procederá a describir cada una de las operaciones involucradas en

el reciclaje del papel y cartón a partir del proceso de la empresa Leonardo localizada en Valencia (España):

#### 1. Clasificación

En esta operación es necesario clasificar los residuos por tipo de papel recuperado para luego ser compactadas en balas para su tratamiento.

#### 2. Triturado

El fin de esta operación es destruir todo lo que se le introduce en la pulper mezclándolo con agua y se procede a remover hasta que quede completamente deshecha, a esta mezcla se le llama pulpa desintegrada correctamente.

#### 3. Limpieza

Para la eliminación de todas las impurezas se traslada la pulpa a través de una bomba, donde se quedan todos los restos, hacia el área donde se encuentran los refinadores.

#### 4. Refinado

En esta operación se termina de desintegrar las fibras de papel ya sin impurezas para que estén listas para formar el producto final.

#### 5. Formado

Se distribuye la pulpa sobre una mesa cubierta con una tela plástica especial de forma uniforme la cual drena el agua y deja las fibras por encima dando origen al producto que será una hoja de distinto espesor de acuerdo a las especificaciones.

#### 6. Prensado

En esta operación se pasa la hoja por una secuencia de rodillos las cuales tienen como función hacer presión sobre ella para poder extraer el agua que aún estaba integrada en la hoja y eliminar la humedad.

#### 7. Secado

El agua que no ha podido ser extraído por el prensado, deberá ser extraído por medio del calor, para ello se utilizan cilindros secadores.

#### 8. Calandra

En esta operación se empareja la hoja mediante el uso de rodillos metálicos para darle una homogeneización y que quede completamente plana.

#### 9. Control de calidad

En un laboratorio de calidad se evalúa la resistencia a la compresión, humedad, peso base del producto final y verificar si se están cumpliendo con la especificación final de acuerdo al tipo de papel o caja que se esté fabricando.

#### 10. Almacenado

La última operación consiste en trasladar todos los rollos al almacén a la espera de ser retirados.

Por todo lo mencionado, se elaboró el Diagrama de Operaciones de Procesos, como se muestra en la Figura 9:

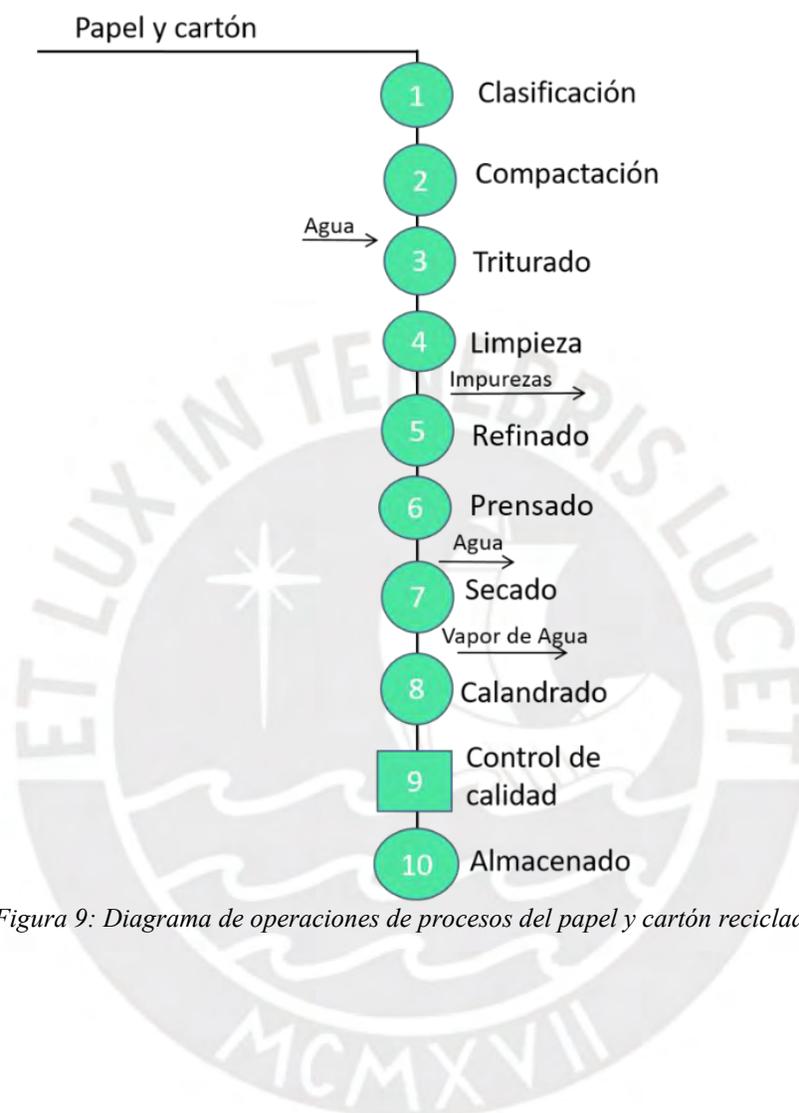


Figura 9: Diagrama de operaciones de procesos del papel y cartón reciclado

## 2.3 Proceso de reciclaje del vidrio

El reciclaje de vidrio surgió debido a su amplio campo de usos y a que es un material 100% reciclable, no solo tiene importancia por su utilidad como materia prima en la fabricación de nuevos envases de vidrio en las empresas industriales y comerciales, si no por las diversas prácticas que se pueden realizar con este material en otros sectores. Por todo lo mencionado, el proceso de reciclado ha logrado ser mecanizado y automatizado gracias a sus diferentes prácticas por industrias de países que pertenecen a la Unión Europea, así como en EE.UU. Sin embargo, es considerado un proceso costoso, debido a las condiciones en las que se debe encontrar el producto, implementando así diferentes máquinas que aseguren la separación de elementos que no sean vidrio. A continuación, se procederá a describir cada una de las operaciones involucradas en el reciclaje del vidrio a partir del proceso de una planta de tratamiento en Madrid (España):

### 1. Recepción

En esta operación se colocan todos los residuos de vidrio que han sido recolectado y son colocados en una tolva que los conducirá a la siguiente operación por una cinta.

### 2. Separación

En esta operación se realiza una separación magnética a partir de un imán que va retirando los elementos metálicos que se encuentren, ya que no todos los residuos que han sido recepcionados son exclusivamente vidrio.

### 3. Limpieza

Luego de la separación se procede con una limpieza en donde un operario es responsable de quitar los residuos que son detectables fácilmente como cartón, plástico, etc.

#### 4. Aspirado

Esta operación tiene como fin eliminar los elementos ligeros como etiquetas o tapones mediando un aspirador.

#### 5. Lavado

Esta operación se lleva a cabo dentro de un tambor donde el vidrio sucio es lavado ayudando a quitar los filos de vidrio para luego ser transportada al triaje manual.

#### 6. Triaje manual

Luego de ser lavado se realiza un triaje manual para la eliminación de todo componente que no sea vidrio que no haya podido ser retenido en las fases anteriores.

#### 7. Molienda

Por medio de las cintas se transportan los vidrios al molino en los que se va moliendo hasta lograr la granulometría necesaria.

#### 8. Separación

Una de las operaciones finales es la separación óptica que mediante el uso de un rayo infrarrojo separa los elementos no transparentes, como son la porcelana, copas y vajillas.

#### 9. Almacenado

Finalmente, se transportan al almacén y según la granulometría se acumulan en pequeños montes para luego ser vendidos de acuerdo a clientes y sus requerimientos.

Por todo lo mencionado, se elaboró el siguiente Diagrama de Operaciones de Procesos, como se muestra en la Figura 10:



Figura 10: Diagrama de operaciones de procesos del vidrio reciclado

## **CAPITULO 3: RECICLAJE DE RESIDUOS SÓLIDOS**

Como se mostró en el capítulo anterior, existen procesos de reciclaje para cada determinado residuo y aquellos que han adoptado su aplicación son las empresas y plantas de tratamiento en países desarrollados en los cuales consideran la actividad de reciclar como una necesidad y oportunidad, ya que mejora la calidad del ambiente, promueve la protección de la salud de las personas y genera un nuevo mercado. Sin embargo, en el Perú, del total de residuos sólidos re-  
aprovechables solo se recicla el 1.9% (MINAM, 2018). Por ello, considerar su reciclaje contribuye a la reducción de residuos que llega a diario a botaderos y rellenos sanitarios del país.

Sin embargo, en el país, las leyes sobre procesos de reciclaje de residuos sólidos recién se están implementando, por lo que las empresas dedicadas al sector de reciclaje vienen siendo mermadas por la poca formalidad.

### **3.1 Situación del plástico reciclado**

El plástico tarda entre 100 a 1000 años en degradarse, es por eso que es tan importante su reciclaje, puesto que así se consumirían menos cantidades de materias primas, recursos naturales y energéticos, traduciéndolo a menos emisiones de CO<sub>2</sub> en la atmósfera, reduciendo el efecto invernadero. Su impacto negativo ha sido de mayor magnitud en el océano, pues hay grandes cantidades de plástico como bolsas o botellas flotando como pequeñas islas, además de encontrarse trozos o partículas de plástico en el interior de especies tanto de saladas como dulces (García, 2019).

En el Perú, la utilización del plástico recuperado como materia prima no tienen tanta demanda, debido a que el plástico proviene del petróleo y tener un costo bajo trae como

consecuencia que sea más barato producir botellas plásticas nuevas que a partir de un material recuperado (Huiman, 2017). Además, a medida que se ha recomendado utilizar menos cantidades de plástico por el impacto negativo que tienen en las áreas naturales, los fabricantes han optado por fabricar botellas, latas, etc. con espesores más finos reduciendo aún más el costo de producción por unidad (Huiman, 2017).

En Lima, en el distrito de Surco se tiene una planta de reciclaje en donde lo que más se recicla es el plástico, ya que es el residuo aprovechable más utilizado, los residuos llegan a la planta en bolsas naranjas que los ciudadanos llenan con residuos aprovechables y son recogidos una vez por semana, a pesar de solo hacer uso del 26% de su capacidad, también se reciclan bolsas de un solo uso, lo cual no es muy común en el resto de distritos. Una vez segregados, son colocados en sacos para finalmente ser compactados y ser transferidos a su destino final (Raffo, 2020).

En el Callao, existe una planta de reciclaje de la empresa Palmosa, en la que se recicla hasta 220 Tn de botellas de plástico (PET) al mes, la manera en que ellos trabajan es con proveedores, quienes les brindan los bloques grandes de botellas comprimidas para luego ser recicladas en la planta. Los acopiadores trabajan en niveles, ya que los pequeños, quienes compran a los recolectores que van de casa en casa, venden lo almacenado a los medianos para que ellos acumulen las cantidades que los más grandes solicitan, puesto que ellos cuentan una mayor área de almacenamiento, luego son vendidas a los grandes acopiadores, quienes culminada la segregación respectiva se la entregan a las plantas recicladoras quienes se encargan de ingresarlos al proceso de reciclaje industrializado. Cabe mencionar que inclusive, para evitar algún desperdicio, como lo generado en los procesos o etiquetas obtenidas en la segregación, se ponen en venta a otras empresas que reciclan este tipo de resinas (Lopez, 2018).

### **3.2 Situación del papel y cartón**

El reciclaje del papel y cartón es importante debido a que se evita la extracción de pulpa de madera, el cual es su recurso natural primario, permitiendo salvaguardar a los bosques, además que, al reciclar el papel obtenido tiene la misma calidad que uno fabricado a partir de celulosa extraída de recursos forestales (Campodónico, 2001). También, en el reciclado se reduce el agua que se utiliza para el proceso de producción, así como la energía, por ende, implica una disminución en la huella de carbono. (Collacci, 2019).

En el caso de los papeles que provienen de los periódicos, imprentas y oficinas, por ser restos con baja calidad o simplemente sobras del trabajo diario, son los que generan más volumen para el reciclaje, ya que la limpieza de un material es imprescindible para su aprovechamiento, pues la suciedad suele ser el factor que resta el valor a un producto como el contacto con otros desechos. Al mismo tiempo, las tiendas comerciales como los supermercados son los grandes proveedores de cartón, debido a su alta demanda y oferta de productos (Campodónico, 2001).

En Perú, la industria papelería tiene una gran demanda de toneladas de papel, pues carece de bienes sustitutos, pero debido a la poca cultura de reciclaje, la mayor parte de residuos que pudiesen ser aprovechados son mezclados en bolsas de basura y con ello desaprovechados. En los últimos años, al menos, las empresas han tenido un aumento significativo de esta concientización, mientras que las medianas las conocen, pero no las implementan (Montoya, 2015).

### **3.3 Situación del vidrio reciclado**

El vidrio es 100% e infinitamente reciclable, con su reciclaje se ahorra energía, recursos naturales y se evita emisiones a la atmósfera. Por ejemplo, un Kg de vidrio recolectado sustituye

el uso de 1.2 Kg de vidrio virgen y la energía que ahorra el reciclaje de una botella mantendría encendida una bombilla de 100 watt durante 4 horas (CONAM, 2006). Por lo tanto, podemos decir que su reciclaje debe ser considerado favorable, ya que su recuperación y valorización genera muchos beneficios en cuanto al aprovechamiento de los recursos.

Las empresas que quieran dedicarse al rubro de reciclaje de vidrio deben pasar por la gestión de los trámites de las empresas ante DIGESA o entidades gubernamentales que resultan tardíos y costosos. Una traba adicional a ello, es el resultado de la evaluación de las empresas, ya que al parecer no cumplen al 100% con las disposiciones legales ambientales ni empresariales solicitadas para ejercer el reciclaje. A falta de este apoyo, existen pocas empresas dedicadas a este rubro, impidiendo la prosperidad del sector reciclaje de vidrio.

Según un estudio publicado en la revista Anales Científicos de la UNALM, uno de los flujos de la cadena de reciclaje de vidrio es el mercado de comercialización de vidrio roto, el cual tiene como destino final las empresas fabricantes de nuevos envases (Zamora & Meza, 2017). Dicho mercado presenta 4 niveles de participación: recolectores/generadores, acopiadores, proveedores y fabricantes.

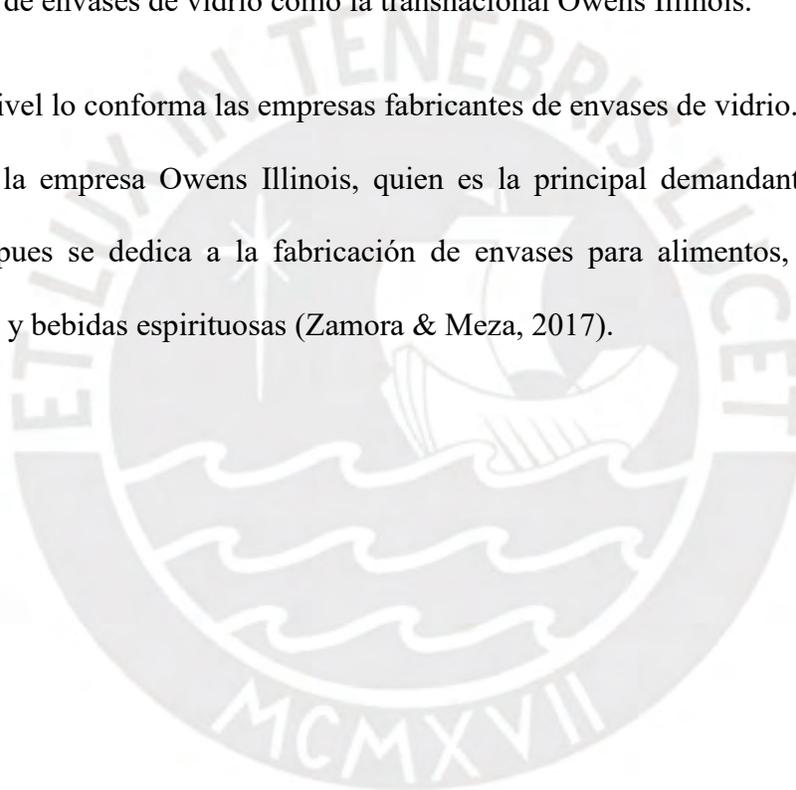
El primer nivel de la cadena está conformado por los recolectores quienes son aquellas personas que realizan las labores de recolección de los residuos reciclables en la fuente de origen y trasladan los residuos reciclables a los centros de acopio. Este grupo está conformado por los recicladores formales e informales, así como el personal del área de limpieza pública de la Municipalidad.

El segundo nivel está conformado por acopiadores que cuentan con centros de acopio donde se realiza la compra y venta de los residuos reciclables. En este nivel, el vidrio

comprado es seleccionado y separado para venta dependiendo si es vidrio entero o roto. La venta de vidrio roto consiste en triturar los envases para luego comercializarlo por colores (blanco, ámbar y verde). En cambio, la venta de vidrio entero consiste en acumular en sacos, sin separarlos por color.

El tercer nivel lo conforman los proveedores quienes están conformadas por empresas constituidas legalmente y principales abastecedores de vidrio reciclado de las empresas fabricantes de envases de vidrio como la transnacional Owens Illinois.

El cuarto nivel lo conforma las empresas fabricantes de envases de vidrio. En el Perú, tenemos a la empresa Owens Illinois, quien es la principal demandante de vidrio reciclado, pues se dedica a la fabricación de envases para alimentos, bebidas no alcohólicas y bebidas espirituosas (Zamora & Meza, 2017).



## Conclusiones y Recomendaciones

- Los residuos sólidos que realmente puedan ser tratados para convertirse en nuevos productos son considerados como un nuevo recurso a raíz de sus diversas utilidades, pero es importante mencionar que aquellos que no puedan aprovecharse deben ser desechados bajo un control debido a sus componentes químicos, puesto que de lo contrario provoca un deterioro ambiental y riesgos en la salud de las personas aledañas a la zona y pérdidas de valor económico en las áreas afectadas por la presencia de RS.
- La generación de residuos es proporcional a la población y a la principal actividad económica del país como producción, comercialización o turismo. En base a esto, se debe planificar la cantidad de vertederos necesarios para la disposición de cada territorio, pues de no ser así, aparecen los botadores. Es por ello, que las medidas a tratar en los proyectos, programas o actividades relacionadas a la recolección deben estructurarse de acuerdo a las características de cada territorio como la cultura social y demografía de manera dinámica.
- La gestión integral de residuos sólidos, así como su manejo debe estar alineado al objetivo común que es mejorar la calidad de vida de las personas, por ello la toma de decisiones debe involucrar la cooperación de todos los actores responsables involucrados incluyendo a la población.
- El plástico tiene un impacto negativo debido a los largos años que toma su degradación, por ello, su reciclaje es el que más importancia tiene por su alta cantidad de producción, pues afecta en la contaminación visual de las ciudades, residuos que no corresponden en

los vertederos e islas flotantes en los océanos dañando grandemente al ecosistema. Por ello, una forma de colocar un freno a situación es tener políticas de quien contamina paga para las empresas que se dedican a este rubro.

- El papel y cartón son considerados los residuos más fáciles de reciclar, sin embargo, la limpieza es quien realmente define si este residuo podrá ser aprovechado no, por ende, se entiende que, de concientizar a las personas y empresas a mantener a estos residuos al margen de sus usuales contenedores de basura, se llegaría aumentar la cantidad de papel y cartón reciclado para así contribuir a un porcentaje de la demanda de la industria papelera evitando la extracción de recursos naturales.
- El vidrio como residuo sólido es reciclado en su mayoría para la fabricación de envases de vidrio, sin embargo, al no ser a gran escala ha contribuido a la informalidad de los primeros niveles de participación de la cadena actual del vidrio. Es por ello que se infiere que de reducir la informalidad se obtendrá mayor participación de parte de los recolectores y acopiadores para finalmente aumentar la recolección del vidrio y darle una nueva vida.

## Bibliografía

- Abarca, L., Maas, G., & Hogland, W. (2015). Desafíos en la gestión de residuos sólidos para las ciudades de países en desarrollo. *Tecnología en Marcha*, 28(2), 141-168. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/283761048\\_Desafios\\_en\\_la\\_gestion\\_de\\_residuos\\_solidos\\_para\\_las\\_ciudades\\_de\\_paises\\_en\\_desarrollo#:~:text=El%20manejo%20de%20residuos%20s%C3%B3lidos,comprensiv%C3%B3n%20sobre%20una%20diversidad%20de](https://www.researchgate.net/publication/283761048_Desafios_en_la_gestion_de_residuos_solidos_para_las_ciudades_de_paises_en_desarrollo#:~:text=El%20manejo%20de%20residuos%20s%C3%B3lidos,comprensiv%C3%B3n%20sobre%20una%20diversidad%20de)
- Almengor, A., & Caballero, K. (2016). *Reciclaje de materiales para la elaboración de bloques bioamigables*. Centro Regional de Chiriquí. Obtenido de <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/ric/article/view/1460/html>
- Almengor, Gutiérrez, Moreno, & Caballero. (2015). Reciclaje de materiales para la elaboración de bloques bioamigables. *Revistas Académicas UTP*. Obtenido de <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/ric/article/view/1460/html>
- Alvarez, F. W. (2015). *Estudio de pre-factibilidad de una empresa productora y comercializadora de envases de vidrio en base a vidrio reciclado*. Estudio de pre-factibilidad de una empresa productora y comercializadora de envases de vidrio en base a vidrio reciclado, Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de ciencias e ingeniería, Lima. Obtenido de [file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/ALVAREZ\\_FIORELLA\\_ESTUDIO\\_PREFACTIBILIDAD%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/ALVAREZ_FIORELLA_ESTUDIO_PREFACTIBILIDAD%20(1).pdf)
- Amigos de la tierra. (2014). *Los residuos como recursos ejemplos prácticos de Centroamérica y España*. San Lorenzo. Obtenido de [http://www.comunidadism.es/wpcontent/uploads/downloads/2014/06/Los\\_Residuos\\_como\\_Recursos\\_Ejemplos\\_practicos\\_de\\_Centroamerica\\_y\\_Espana.pdf](http://www.comunidadism.es/wpcontent/uploads/downloads/2014/06/Los_Residuos_como_Recursos_Ejemplos_practicos_de_Centroamerica_y_Espana.pdf)
- Apaza, J. (2019). *Análisis del Manejo de Residuos Sólidos en el Distrito de Chuquibamba, Considerando la Nueva ley de Residuos sólidos*. Tesis de maestría en medio ambiente y sistemas integrados de gestión, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Facultad de ingeniería de producción y servicios, Arequipa. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/9585/UPapcoj.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Avalos, B., & Mettler, D. (2019). *Planta de tratamiento de residuos sólidos. Tesis en Licenciatura en Organización Industrial*. Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Concepción del Uruguay, Concepción del Uruguay. Obtenido de <https://ria.utn.edu.ar/bitstream/handle/20.500.12272/4452/2020.05.07.PF.Avalos.Mettler%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bazan, I. O. (2018). *Caracterización de residuos de construcción de lima y callao (estudio de caso)*. Tesis en licenciatura en Ingeniería Civil, Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería, Lima. Obtenido de [http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/10189/BAZAN\\_GARAY\\_CHARACTERIZACION\\_RESIDUOS\\_TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/10189/BAZAN_GARAY_CHARACTERIZACION_RESIDUOS_TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Campodónico, J. (2001). *ANÁLISIS DEL RECICLAJE DE PAPEL Y CARTÓN EN LA CIUDAD DE CHICLAYO*. Tesis en licenciatura de Administración de Empresas, Universidad de Piura,

- Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Piura. Obtenido de [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1459/AE\\_240.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1459/AE_240.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Chaquilla, M. F. (2019). *Análisis del servicio de recolección (formal e informal) de residuos sólidos en la Av. Universitaria del distrito de Comas*. Tesis en licenciatura en Geografía y Medio Ambiente, Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Letras y Ciencias Humanas, Lima. Obtenido de [http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/14506/CHAQUILLA\\_CUBILLAS\\_ANALISIS\\_DEL\\_SERVICIO\\_DE\\_RECOLECCION\\_FORMAL\\_E\\_INFORMAL\\_DE\\_RESIDUOS\\_SOLIDOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/14506/CHAQUILLA_CUBILLAS_ANALISIS_DEL_SERVICIO_DE_RECOLECCION_FORMAL_E_INFORMAL_DE_RESIDUOS_SOLIDOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Collacci, A. (20 de Mayo de 2019). ¿Qué tipo de papel es reciclable en la PUCP? (C. d. PUCP, Entrevistador)
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2017). *La gestión y manejo de residuos sólidos y sus propuestas regulatorias e impositivas*. Obtenido de [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45252/1/S1700148\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45252/1/S1700148_es.pdf)
- Consejo Nacional del Ambiente. (2006). *Guía técnica para la formulación e implementación de planes de minimización y reaprovechamiento de residuos sólidos a nivel municipal*. Lima. Obtenido de [http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4\\_uibd.nsf/CB26106479B874E205257D6D00626723/\\$FILE/Gu%C3%ADaT%C3%A9cnicaFormulaci%C3%B3nImplementaci%C3%B3nDePlanes.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/CB26106479B874E205257D6D00626723/$FILE/Gu%C3%ADaT%C3%A9cnicaFormulaci%C3%B3nImplementaci%C3%B3nDePlanes.pdf)
- Del Val, A. (1992). Los residuos: el reverso de la producción una aproximación a su compleja realidad social, económica y técnica. *Economía y Sociedad*. *Economía*, 9-33.
- Del Val, A. (1992). Los residuos: el reverso de la producción. Una aproximación a su compleja realidad social, económica y técnica. *Economía y Sociedad*(7), 9-33.
- Dulanto, A. (2013). *Asignación de competencias en materia de residuos sólidos de ámbito municipal y sus impactos en el ambiente*. Tesis de licenciatura en Derecho, Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Derecho, Lima. Obtenido de [http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/4689/DULANTO\\_TELLO\\_ANDRES\\_RESIDUOS\\_SOLIDOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/4689/DULANTO_TELLO_ANDRES_RESIDUOS_SOLIDOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Durand, M. (2011). La gestión de los residuos sólidos en los países en desarrollo: ¿Cómo obtener beneficios de las dificultades actuales? *Espacio y Desarrollo*, 23, 115-130. Obtenido de <http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/espacioydesarrollo/article/view/3502/3374>
- Flores, R. C. (2019). *Análisis de la identificación del problema específico en el Programa Presupuestal 0036 Gestión Integral de Residuos Sólidos, bajo el enfoque de la gestión estratégica de residuos y la gestión integral de residuos*. Tesis en licenciatura en Gestión con mención en Gestión Pública, Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Gestión y Alta dirección, Lima. Obtenido de [http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/14772/FLORES\\_CORIA\\_RUTH\\_CAROLINA.pdf?sequence=6&isAllowed=y](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/14772/FLORES_CORIA_RUTH_CAROLINA.pdf?sequence=6&isAllowed=y)
- García, L. (26 de Julio de 2019). *¿Por qué es importante reciclar el plástico?* Obtenido de Leonardo: <https://www.leonardo-gr.com/es/blog/por-qu-es-importante-reciclar-el-plastico>

- GROUP WORLD BANK. (2018). *What a Waste 2.0: Aglobal Snapshot of Solid Waste Managment to 2050*. Washington. Obtenido de [file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/9781464813290%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/9781464813290%20(1).pdf)
- Grupo de Investigación en Derecho Ambiental. (2017). El sistema jurídico y los residuos sólidos. *Boletín GIDAMB*. Obtenido de El sistema jurídico y los residuos sólidos: [https://inte.pucp.edu.pe/wp-content/uploads/2017/11/Boletin\\_GIDAMB\\_INTE\\_6.pdf](https://inte.pucp.edu.pe/wp-content/uploads/2017/11/Boletin_GIDAMB_INTE_6.pdf)
- Guardajo, S. M. (2019). *Estudio de valorización del vidrio en los residuos domésticos de la comuna de Melipilla*. Tesis en licenciatura en Ingeniería Civil con mención en metalurgia, Universidad Andrés Bello, Facultad de Ingeniería, Santiago de Chile. Obtenido de [http://repositorio.unab.cl/xmlui/bitstream/handle/ria/10144/a127856\\_Guajardo\\_S\\_Estudio\\_de\\_valorizacion\\_del\\_vidrio\\_2019\\_Tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unab.cl/xmlui/bitstream/handle/ria/10144/a127856_Guajardo_S_Estudio_de_valorizacion_del_vidrio_2019_Tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Huiman, A. (28 de Agosto de 2017). *Hacia dónde va el reciclaje en Perú*. Obtenido de INTE-PUCP: <https://inte.pucp.edu.pe/editoriales/hacia-donde-va-reciclaje-peru/>
- Lopez, M. (02 de Octubre de 2018). *La ruta del plástico: Así se reciclan las botellas en el Perú*. Obtenido de RPP Noticias: <https://rpp.pe/vital/salud/la-ruta-del-plastico-asi-se-reciclan-las-botellas-en-el-peru-noticia-1153615>
- Ministerio del Ambiente. (2015). *Guía metodológica para el desarrollo del Plan de Manejo de Residuos Sólidos*. Lima. Obtenido de <https://redrrss.minam.gob.pe/material/20150302183324.pdf>
- Ministerio del Ambiente. (2016). *Plan Nacional de Gestión Integral de residuos sólidos 2016-2024*. Lima. Obtenido de [file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/plan\\_nacional\\_rrss%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/plan_nacional_rrss%20(2).pdf)
- Ministerio del Ambiente. (2018). *En el Perú solo se recicla el 1.9% del total de residuos sólidos reaprovechables*. Obtenido de <http://www.minam.gob.pe/notas-de-prensa/en-el-peru-solo-se-recicla-el-1-9-del-total-de-residuos-solidos-reaprovechables/>
- Montes, C. (2009). *Régimen jurídico y ambiental de los residuos sólidos*. (U. E. Colombia, Ed.) Colombia.
- Montoya Bramon, N. E. (2015). *Plan de negocio para una empresa*. Magister en Administración de Empresas, UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS, Lima. Obtenido de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/594642/Plan%20de%20Negocio%20para%20una%20empresa%20de%20Reciclaje%20de%20Papel%20y%20Car.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- OPEMED. (s.f.). *El complicado proceso de reciclaje del plástico*. Obtenido de <http://gestionderesiduosonline.com/el-complejo-proceso-del-reciclaje-del-plastico/>
- Organización de Evaluación y Fiscalización Ambiental. (2014). *Fiscalización ambiental en residuos sólidos*. Lima. Obtenido de Fiscalización ambiental en residuos sólidos
- Organización de Evaluación y Fiscalización Ambiental. (2014). *Fiscalización ambiental en residuos sólidos de gestión municipal provincial informe 2013 – 2014*. Lima. Obtenido de [http://www.oefa.gob.pe/?wpfb\\_dl=13926](http://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=13926)

- Raffo, F. (10 de Enero de 2020). *Conoce el proceso de reciclaje de la planta más grande del Perú*. Obtenido de RPP: <https://rpp.pe/peru/actualidad/fotos-conoce-el-proceso-de-reciclaje-de-la-planta-mas-grande-del-peru-noticia-1238853?ref=rpp>
- RECEMSA. (2017). *El chatarrero*. Obtenido de Reciclaje en Alemania: <https://www.elchatarrero.com/reciclamos-como-los-alemanes/>
- RECICLADOS LA RED S.L. (s.f.). *El proceso de reciclaje de plástico. La red, reciclado plásticos*. Obtenido de <http://www.recicladoslared.es/proceso-de-reciclaje-de-plasticos/>
- Rodríguez, H. (2012). *Gestión Integral de residuos Sólidos*. Fundación Universitaria del Área Andina. Obtenido de <https://digitk.areandina.edu.co/bitstream/handle/areandina/518/Gesti%c3%b3n%20Integral%20de%20Residuos%20S%c3%b3lidos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rondon, E., Szanto, M., Pacheco, J. F., Contreras, E., & Gálvez, A. (2016). *Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios. Santiago. Consulta 25 de mayo de 2020*. Obtenido de [file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/S1500804\\_es.pdf](file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/S1500804_es.pdf) cepal 2
- Sánchez, M. d. (2015). ¿Le apuestan los sistemas de manejo de residuos sólidos en el mundo al Desarrollo Sostenible? *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 1, 445-450. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/2631/263139243060.pdf>
- SEGTEC VIDRIO. (2019). *Uso del vidrio reciclado como material de construcción*. Obtenido de <https://www.segtecvidrio.com/uso-del-vidrio-reciclado-como-material-de-construccion/>
- Sistema Nacional de Información Ambiental. (s.f.). *Información estadística de Residuos Sólidos*. Obtenido de <https://sinia.minam.gob.pe/informacion/tematicas?tematica=08>
- Tchobanoglous, G., Theisen, H., & Vigil, S. (1994). *Gestión integral de residuos sólidos*.
- Virgili, A. (17 de Agosto de 2012). *La peste negra, la epidemia más mortífera*. Obtenido de National Geographic: [https://historia.nationalgeographic.com.es/a/peste-negra-epidemia-mas-mortifera\\_6280](https://historia.nationalgeographic.com.es/a/peste-negra-epidemia-mas-mortifera_6280)
- Zamora, S., & Meza, V. (2017). Percepción de la formalidad de la cadena de reciclaje de vidrio en Lima Zona Norte. *Anales Científicos*. Obtenido de <file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/DialnetPercepcionDeLaFormalidadDeLaCadenaDeReciclajeDeVid-6232133.pdf>