



FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“GENERACIÓN, ACUMULACIÓN E IMPACTOS DE LOS
RESIDUOS PLÁSTICOS EN EL SUELO Y AGUA”

Trabajo de investigación para optar el grado académico de:

Bachiller en Ingeniería Ambiental

Presentado por:

Danyely Anyery Condori Santivañez (0000-0001-8264-4528)

Asesor:

Ing. Percy Iribarren Ibañez (0000-0001-8833-5224)

Lima – Perú

2019

RESOLUCIÓN DIRECTORAL ACADÉMICA DE CARRERA N°263-2020-DACIA-DAFCA-CIENTIFICA

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES / CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL

Lima 26 de noviembre de 2020

VISTO:

La revisión realizada y la aprobación de Trabajo de Investigación titulado: **GENERACIÓN, ACUMULACIÓN E IMPACTOS DE LOS RESIDUOS PLÁSTICOS EN EL SUELO Y AGUA**, presentado por:

- **Danyely Anyery Condori Santivañez**

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo al Reglamento General de la Universidad Científica del Sur y los reglamentos de pregrado para obtener el grado de Bachiller de **Ingeniería Ambiental** en la **Facultad de Ciencias Ambientales**, se debe desarrollar un trabajo de investigación.

Que, de acuerdo a la normativa vigente de la Universidad Científica del Sur, en uso de las atribuciones conferidas al Director Académico de Carrera.

SE RESUELVE:

Aprobar e inscribir el trabajo de investigación titulado: **GENERACIÓN, ACUMULACIÓN E IMPACTOS DE LOS RESIDUOS PLÁSTICOS EN EL SUELO Y AGUA** con N° de registro de la carrera: **0105-FCA-IAM**.

Nombrar al docente/colaborador **Percy Irribarren Ibañez** como asesor de dicho trabajo de investigación.

Regístrese, comuníquese y archívese,



Mg. Gonzalo Francisco Flores Roca
Director Académico de Carrera
Ingeniería Ambiental

GENERACIÓN, ACUMULACIÓN E IMPACTOS DE LOS RESIDUOS PLÁSTICOS
EN EL SUELO Y AGUA

Danyely Condori Santivañez

UNIVERSIDAD CIENTIFICA SEL SUR, FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES, LIMA, PERÚ

Danyely.condori@gmail.com

RESUMEN

Los residuos plásticos son dispuestos inadecuadamente en el ambiente, parte de los suelos, ríos y mares vienen siendo afectados negativamente por la falta de control. Este problema trae consigo sociedades insatisfechas, así como animales condicionados a compartir sus hábitats con la abundancia de plásticos, de la misma forma afecta al ambiente en general donde las condiciones de vida son más deficientes. En los años cincuenta se ha iniciado la generación en gran abundancia de plásticos y derivados, esta producción masiva trajo consigo los desechos plásticos que al pasar el tiempo se han ido acumulando en los suelos y mares sin poder controlarlos. Desde sus inicios el plástico ha tenido diferentes usos desde bolsas de mercado hasta ser parte de estructuras de vehículos. El plástico está compuesto por monómeros y algunas sustancias derivados del combustible fósil que son expuestos a una reacción química en la cual se forma la resina o también conocida como polímero. El polímero o resina plástica tiene como función principal proporcionar una estructura a los plásticos, además para poder lograr un producto final es necesario agregarle sustancias químicas que le brinden brillos, texturas diferenciadas, dureza, color, estabilidad, entre otros. El nivel de riesgo que puede ocasionar al ambiente es bajo, sin embargo, por su abundancia en el ambiente puede ocasionar alteraciones en las condiciones ambientales ya que el plástico es un material lento en degradarse.

Palabras clave:

Plásticos, no degradable, generación, acumulación, impacto ambiental, mar, suelo.

ABSTRACT

Plastic waste is improperly disposed in the environment, part of the soils, rivers and seas are being negatively affected by the lack of control. This problem brings with it unsatisfied societies, as well as animals conditioned to share their habitats with the abundance of plastics, in the same way it affects the environment in general where living conditions are more deficient. In the 1950s, the generation of plastics and their derivatives began in great abundance; this massive production brought with it plastic waste that over time has been accumulating in soils and seas without being able to control it. Since its beginnings, plastic has had different uses, from market bags to being part of vehicle structures. Plastic is composed of monomers and some substances derived from fossil fuel that are exposed to a chemical reaction in which the resin or also known as polymer is formed. The main function of the polymer or plastic resin is to provide a structure to plastics, in addition to achieve a final product it is necessary to add chemical substances that provide brightness, differentiated textures, hardness, color, stability, among others. The level of risk it can cause to the environment is low, however, due to its abundance in the environment it can cause alterations in environmental conditions since plastic is a slow degrading material.

Keywords:

Plastics, non-degradable, generation, accumulation, environmental impact, sea, soil.

REVISIÓN TEÓRICA

En los últimos 50 años, la superficie del planeta ha sufrido cambios y modificaciones drásticas, uno de los hechos más notorios es la gran cantidad y acumulación de desechos plásticos en los vertederos, rellenos sanitario, calles y avenidas (Barnes et al., 2009) que incrementa a diario porque se genera cerca de 150 millones de toneladas por año a nivel global (Rahimi y García, 2017). El inicio de la generación de plásticos se dio en los cincuentas, en tan poco tiempo se notó su acumulación en ambientes terrestres y en ambientes acuáticos como son los mares, ríos, lagunas, etc. (Barnes et al., 2009).

La vida humana siempre ha requerido de los plásticos para realizar diferentes usos. A lo largo de la historia se ha visto que estos usos son variables, se usan como embalaje (En Europa se usa cerca del 40 %). Por otro lado, los plásticos se han visto utilizados en construcciones tipo lego y otros. Estos plásticos han sido utilizados en diferentes aplicaciones, a pesar de todo ello se han logrado dividir a los plásticos en seis tipos: polietileno, polipropileno, cloruro de polivinilo, poliuretano, tereftalato y poliestireno (Piehl et al., 2018).

Los plásticos son caracterizados por su excelente resistencia mecánica, alta relación entre resistencia y densidad, que son características óptimas para la buena resistencia de humedad, elevado poder aislante térmico y de gran tolerancia a los diferentes solventes, bases y ácidos. Las extensas composiciones moleculares pueden ser ramificadas, entrecruzadas y lineales, esto depende de las características del plástico (Frías et al., 2003). En función a su comportamiento ante el calor pueden distribuirse en dos grandes grupos: los plásticos estables térmicamente y termoplásticos. Los termoplásticos son identificados por tener moléculas lineales compuestas con poco o

nada de enlaces cruzados, permitiéndoles reblandecer al someterse a altas temperaturas; al disminuir su temperatura se convierten en sólidos de nuevo. (Frías et al., 2003). En cuanto a los plásticos estables térmicamente ocurre lo contrario, ya que tienen moléculas lineales que al calentarse forman una red irreversible de enlaces cruzados, teniendo un producto más consistente y resistente a altas temperaturas (Frías et al., 2003). Además, los residuos se clasifican normalmente en función de su punto de generación pueden ser municipales, industriales, agrícolas, etc. Sin embargo no hay un claro enfoque al respecto (Barnes et al., 2009). En Estados Unidos los residuos sólidos municipales incluyen los generados en los sectores residenciales, comerciales e institucionales (por ejemplo, escuelas, oficinas gubernamentales), mientras que, en otros países, los residuos sólidos municipales pueden incluir cualquier cosa, desde residuos residenciales hasta todos los residuos gestionados en el sistema municipal (por ejemplo, industrial no peligroso).

Producción de plástico

El año 1907 fue el inicio de la era del plástico porque se dio inicio a la síntesis del primer polímero con un costo de producción muy reducido y un tiempo de vida elevado, así como su moldeo sencillo y seguro que facilitaron su aprovechamiento dentro de la economía a nivel del planeta. La producción comercial de plásticos que comenzó alrededor de la década de 1950 ha experimentado un crecimiento exponencial, hasta alcanzar la producción anual global actual de 330 millones de toneladas métricas en el 2016 (Lebreton y Andrady, 2019). Se ha determinado que hay un incremento constante de los residuos plásticos a medida que va avanzando el tiempo se calcula que en los últimos veinte años la producción de plásticos será el doble del actual. Estos plásticos

son fundamentales en la actualidad porque son usados en diferentes actividades como el embalaje el cual es la actividad de mayor uso (Lebreton y Andrady, 2019).

Las fibras y resinas han sido fundamentales por su aplicación en las industrias, desde los 50s se ha visto un aumento notorio de dos toneladas por metro cuadrado a treientos ochenta metros en el año 2015. Se ha calculado que la tasa de crecimiento anual es de más de 8 %, esto indica que es dos veces más que la tasa mundial. Desde el año 1950 hasta el 2015 la cantidad total de resinas y fibras fueron de 7800 TM. En los últimos 13 años se produjeron 3900 TM equivalente a la mitad de los años anteriores. En la actualidad, el 28% de resina y el 68% de fibra a nivel global pertenecen a China. La producción de plásticos amigables con el medio ambiente (biológicos y biodegradables) cuentan con solo 4 TM de producción global (Geyer, Jambeck, y Lavender, 2017).

La demanda de combustibles fósiles, energía, así como las emisiones de carbono asociadas por la industria, aumentarán a medida que la demanda futura de plásticos por parte de los consumidores persista y sea mayor. Mientras va pasando el tiempo se a determinado que aproximadamente el veinte por ciento de petróleo que se consume a el planeta y la emisión de carbono anual en más de quince por ciento es representado por la fabricación y todo el proceso que sufre el plástico (Lebreton y Andrady, 2019). Los hidrocarburos fósiles generan monómeros (propileno y etileno) que sirven para la fabricación de plásticos. No existen plásticos de uso comunitario que sea biodegradable y muchos persisten en el tiempo por años (Filho et al., 2019).

Acumulación del plástico

Hoy en día ha sido más notorio la acumulación de plásticos en los diferentes puntos del planeta, se han visto acumulación de plásticos en los botaderos sin ningún tipo de

control. También se han notado contaminados los ríos, lagos y mares donde afectan las condiciones naturales y afectan la vida silvestre de tal forma de llegar a matar a seres vivos porque no permiten la asimilación normal de sus alimentos. Los plásticos son fácilmente transportados por los vientos que pueden viajar de montañas hasta los ríos y mares (Barnes et al., 2009). Sin duda este es un problema muy grave que debe ser controlado por los seres humanos, tener un mayor compromiso y mejorar su cultura para evitar el efecto negativo al ambiente y sobre todo a los seres vivos silvestres. Es importante saber con precisión dónde se genera la basura para apuntar a las áreas prioritarias e implementar políticas de mitigación. Al 2015 se ha generado un aproximado de 80 millones de TM de plástico en el planeta. Si esta tendencia es la misma para años posteriores sin duda se vería tres veces más la cantidad inicial, aproximadamente 240 mil toneladas métricas al año 2050. Incluso en los próximos años, la futura acumulación de desechos seguirá siendo desproporcionadamente alta en los continentes de África y Asia (Lebreton y Andrady, 2019).

Los residuos plásticos son generados por los envases de un solo uso ya sean las botellas o bolsas plásticas de mercado, estos llegan a los botaderos sin ningún tipo de recubrimiento lo cual pueden ser liberados por los vientos y las diferentes corrientes que los transportan a diferentes lugares. Lo que puede provocar escombros por acumulación en lugares, en los últimos tiempos se han creado los rellenos sanitarios para la disposición final de la basura (plástico y otros) que a lo largo del tiempo se está creando un problema porque no se está aprovechando de forma adecuada y solo se está acumulando. Aunque la acumulación de plásticos en la tierra es importante, hay poca información disponible sobre las cantidades, tasas, destinos o impactos, así mismo se ha

hecho el esfuerzo de cuantificar los impactos en las zonas de costa así como los mares (Barnes et al., 2009).

Se ha notado la presencia de plásticos en diferentes partes del planeta, hoy en día es algo común ver plásticos en el ambiente marino, donde peces y demás seres marinos tienen una estrecha relación con el plástico. En muchos casos se generan nuevos ambientes más sólidos que perjudican el ciclo de vida de animales. Los plásticos pueden ser encontrados en diferentes tamaños porque son fáciles de romper hasta llegar a micro plásticos que puede ser consumidos por los peces u organismos. Muchas aves han creado sus nidos a partir de plásticos ya que los consiguen con mayor facilidad. Estos plásticos han ido aumentando a medida que el ser humano crece como población (Barnes et al., 2009).

El puñado de resinas que dominan las aplicaciones de empaque y servicio de alimentos se localizan con frecuencia en los residuos sólidos municipales, así como en los desechos marinos (Andrady, 2011). La pesca es una de las actividades que ha aportado plástico al ambiente marino, muchos artesanales han llevado comida envasada en plásticos a los mares y los han liberado sin ningún control, lo que conlleva a un efecto negativo. Las bolsas plásticas son los desechos más comunes que se han visto en los mares y la superficie terrestre debido a que tiene una baja densidad y son fáciles de transportar por los vientos y las corrientes marinas (Koutsodendris, Papatheodorou, Kougiourouki, y Georgiadis, 2008).

Usos de plástico e importancia

Los materiales plásticos al ser extremadamente versátiles debido a su baja densidad, baja conductividad térmica y eléctrica, resistencia a la corrosión, liviano, potencialmente

transparente, permite que sirvan como barrera contra el agua (humedad) y el oxígeno, mientras que su bajo precio también contribuye en su fabricación. Se emplea en una gran variedad de aplicaciones, desde el empaqueo de alimentos (Andrady, 2011) hasta aplicaciones médicas y tecnológicas (Frias y Nash, 2019).

El tipo de plástico más común es el tereftalato de polietileno (PET) porque se ha visto empleado en diferentes actividades y es un insumo primario para la elaboración de botellas plásticas que son utilizadas en el consumo de refrescos o gaseosas así mismo se utilizan para envasar alimentos como las frutas o las comidas envasadas que permiten una duración en el tiempo y un aislamiento a los contaminantes que pueden estar sometidos. El PET es un plástico no degradable en condiciones normales. En su mayoría las botellas de PET sustituyen las botellas de vidrio como el almacenamiento de recipiente de bebida debido a su peso ligero y facilidad de manipulación y almacenamiento (Maldonado, Corvalan, Cohenca, y Monteiro, 2018). El polietileno de baja densidad está distribuido principalmente como rollos de plástico transparente que son utilizados para envolver diferentes tipos de productos. Otro de los usos comunes es como plásticos grandes para recipientes de basura. los diferentes tipos de plásticos (poliestireno, policloruro de vinilo, policloruro de vinilideno y polipropileno) son utilizados también en empaquetado. El policloruro de vinilideno se usa cuando se desea hermeticidad, porque no permite la entrada de gases (como el oxígeno) hacia la parte interna o externa del paquete. El polipropileno de la misma manera funciona como barrera para que el vapor de agua no se libere y cuenta con aplicaciones domésticas que se utilizan para fabricar sogas y alfombras en forma de fibras. (Frías et al., 2003).

Los plásticos representan un material bio-inerte, hidrófobo, bio-inerte de bajo costo, fácil de conformar, de alto módulo, que se encuentra en una sorprendente gama de productos de consumo (Lebreton y Andrady, 2019). Se ha visto como la mejor opción para algunos productos ya que los envases de consumo son vitales hoy en día y eso se ha evidenciado con la producción anual de resina en más de 40% (Geyer, Jambeck, y Lavender, 2017). La utilidad del plástico es amplia debido a sus características propias (moldeable, duradero, ligero y barato), donde el 40% de uso se efectúa en el sector de envasado (Jambeck et al., 2015). Este sector ha tenido ventajas considerables, debido a su comercialización eficaz en las empresas, mediante el diseño de envolturas con apariencia atractiva para transportar productos de manera eficiente y económica en todo el mundo. Sin embargo, los envases de plástico para alimentos y bebidas a menudo se usan solo una vez (Brooks, Wang, y Jambeck, 2018). Por lo tanto, si no se hacen esfuerzos estratégicos de gestión con diseños apropiados y a medida para el final de vida útil de los desechos, los seres humanos crean un ambiente donde millones de toneladas métricas de material se acumulan en los principales ecosistemas terrestres y acuáticos (Geyer, Jambeck, y Law, 2017).

Impactos negativos del plástico (en el suelo, al aire y al mar)

En las últimas cuatro décadas, la producción global de plásticos se ha cuadruplicado. En el caso de continuar con la misma tendencia, las emisiones de gases de efecto invernadero generados por los plásticos llegarían hasta las quince por ciento de carbono global para el año dos mil cincuenta (Zheng y Suh, 2019). De esta forma se vería afectada la capa de ozono provocando un cambio climático degenerativo donde la temperatura

media global incrementaría y se notarían las variaciones de temperatura (en muchos casos extrema) en los diferentes continentes.

Las ingestiones de residuos plásticos pueden ser fatales para diferentes tipos de organismos porque pueden obstruir el ingreso de alimentos o nutrientes que perjudicarían la vida normal de tal forma de ahogar o en muchos casos transportar como partícula las sustancias tóxicas de envases de pesticidas que pueden alterar las condiciones normales del ambiente y de esta forma ingresar al cuerpo para eliminar la vida en el agua o suelo (Barnes et al., 2009). Se han detectado desechos plásticos en diferentes cuencas oceánicas, se estima que en el 2010 han sido insertados al ambiente marítimo alrededor de 4 a 12 millones de toneladas de plásticos. Las fibras sintéticas han sido una de las principales componentes que han afectado las condiciones normales del agua dulce además de los diferentes hábitats de la tierra. En los últimos tiempos, los residuos plásticos están siendo considerados como indicadores geológicos porque están presentes en abundancia y son un factor vital para determinar el efecto y las soluciones futuras para evitar la acumulación permanente de residuos en el ambiente (Geyer, Jambeck, y Lavender, 2017).

La pesca extensiva, los usos recreativos y marítimos del océano, así como los cambios demográficos que favorecen la inmigración a las regiones costeras, aumentarán la futura afluencia de desechos plásticos en los océanos (Ribic, Sheavly, Rugg, y Erdmann, 2010). Los Estados insulares del Pacífico están siendo afectados de manera desproporcionada por el plástico, y reitera que se necesitan más estudios y estrategias integradas, que incluyan la educación pública y el empoderamiento, la acción gubernamental y el liderazgo de la industria ecológicamente sostenible (Ribic et al., 2010).

los plásticos pueden ser un gran problema para los organismos vivos ya que se pueden ver expuestos por los micro plásticos, se ha logrado determinar en lobos marinos una bioacumulación que puede oscilar desde 20 a 150 veces iniciando desde peces hasta llegar a las focas marinas (Eriksson y Burton, 2003). Los micro plásticos con un diámetro menor a cinco milímetros pueden ser perjudiciales para los seres vivos marinos. Aunque aún están en discusión el tipo de efecto se deben tomar medidas para evitar pérdidas. Además se debe tener en cuenta que los plásticos pueden traer adheridos otros tipo de contaminantes como son los pesticidas que pueden matar organismos por intoxicación (Herzke et al., 2016). De cualquier manera, la posibilidad de que la contaminación plástica afecte la red alimenticia de los seres vivos debe ser considerada con responsabilidad (Cózar et al., 2017). En consecuencia, los científicos han sugerido que "los residuos de plástico se clasifiquen como peligrosos" porque pueden tener "impactos ecológicos significativos, que causan problemas de bienestar y conservación" (Rochman et al., 2013).

Los plásticos y su ciclo de vida

Los efectos negativos o positivos de un material introducido en el medio ambiente deben examinarse en todas las etapas de su ciclo de vida, iniciando en la extracción de los recursos, tratamiento de materia primas para su elaboración, traslado, distribución, su posible reutilización, mantenimiento y por ultimo su disposición final (Coelho, Castro, y Gobbo, 2011). En seguida se hace mención algunas etapas del ciclo de vida de los plásticos que vienen interrelacionados de tal manera de poder lograr la eficiencia energética, es decir un consumo de energía y una liberación de emisiones gaseosas a la naturaleza (Coelho et al., 2011). La primera etapa es la producción inicial, se generan las

principales materias primas para iniciar con la elaboración de más componentes. En seguida viene la etapa de la producción el cual permite la modificación de las materias primas para lograr un ensamblaje óptimo y su acabado final. Por consiguiente, viene la tercera etapa denominada distribución, que comprende el embalaje, transporte y almacenaje. La siguiente etapa es referida al uso del producto en diferentes tipos de actividades dependientes de la necesidad del consumidor. Por último, se encuentra la etapa de eliminación lo que conlleva a su disposición final en botaderos o rellenos sanitarios.

Las etapas mencionadas pueden generar impactos por la producción de botellas ya que se extraen recursos del medio natural. Se sabe los polímeros pueden ser asimilables mediante la quema, y pueden ser reciclados totalmente, lo importante es que no liberan toxinas. Es un polímero termoplástico que posee características de transparencia, brillo, impermeabilidad y peso ligero (Coelho et al., 2011). Esta claro que se necesita más investigación con respecto al desarrollo de alternativas al plástico convencional, mediante la producción de bioplástico, es decir, plástico que se produce a partir de materiales naturales (por ejemplo, fuentes no basadas en combustibles fósiles), y que puede ser completamente biodegradable (Ribic et al., 2010).

Destinos de los plásticos

Hay cuatro destinos diferentes para los residuos plásticos. Primero, la destrucción de los plásticos por sometimiento a calor extremo, como es el caso de la pirolisis una tecnología que permite la extracción de combustible a partir de los residuos como el plástico. En los últimos tiempos se ha notado la incineración de los residuos plásticos sin ningún tipo de control ni tipo de aprovechamiento lo que solo ha conllevado a emitir

contaminantes al ambiente y un bajo aprovechamiento de energía (Geyer, Jambeck, y Law, 2017). Segundo, los vertederos o en casos más drásticos los botaderos como los ríos son los lugares que sirven como disposición final de los desechos plásticos a falta de una buena organización de las autorizadas y de la cultura que tiene la sociedad (Barnes et al., 2009). Por último, pueden ser reciclados o reprocesados en un material secundario (Lahtela, Hyvärinen, y Kärki, 2019), el reciclaje es un proceso que puede transformar los residuos en nuevos e innovadores productos, para poder evitar el desecho de materiales potencialmente útiles, la mejor acción es disminuir el consumo de materias primas para evitar el consumo excesivo de energía, así mismo evitar el impacto a las condiciones atmosféricas y al agua (Maldonado et al., 2018). También, permite el aprovechamiento de los residuos sólidos inorgánicos para poder minimizar el volumen en los vertederos y rellenos sanitarios, de esta manera se puede reducir el impacto al ambiente y las enfermedades que generan los residuos a las personas solo si se reemplaza la producción de plástico primario pero este método es difícil de aplicar y sobre todo de estandarizar (Geyer, Jambeck, y Law, 2017).

El PET reciclado se puede utilizar para la fabricación de diversos productos tales como la producción de fibras, flejes, botellas, contenedores, aleaciones y compuestos. Varias tecnologías se han desarrollado para aprovechar las botellas de PET y los residuos de plástico (Coelho et al., 2011). Las materias primas y los productos respetuosos con el medio ambiente han llevado a muchos autores a desarrollar el área de la bioconstrucción, especialmente en la construcción civil, utilizando materiales alternativos para obtener nuevos logros. Las botellas de PET (tereftalato de polietileno), ampliamente utilizadas en todo el mundo, han permitido producir productos tecnológicos muy ambiciosos por su eficiencia energética y económica (Maldonado et

al., 2018). Una de las alternativas actuales para reducir el porcentaje de residuos plásticos es la elaboración de ladrillo, ya que parece ser una de las mejores formas de eliminar los residuos de plástico, debido a sus ventajas económicas y ecológicas (Saikia y De Brito, 2014). Se considera como la opción más óptima porque contribuye con el desarrollo sostenible, es decir, se toma en cuenta los tres ejes fundamentales como son la economía, la parte social y el ámbito ambiental (Lahtela et al., 2019). La fabricación de ladrillos con base en PET tiene considerables ventajas respecto a la fabricación de ladrillos tradicionales que se utiliza con frecuencia para la construcción de viviendas a nivel global (Martínez y Cote, 2014). El ladrillo fabricado de plástico se caracteriza por ser termoaislante, es decir que no transfiere calor con facilidad, por ende, puede ser utilizado en la construcción de viviendas para mantener el confort térmico elevado. Las viviendas deben de ser espacios que ofrecen protección y amparo a los seres humanos y es un componente vital para disminuir los riesgos (Santa María, 2008). La infraestructura y componentes de la vivienda (puertas, ventanas, techos y pisos) no están bien diseñadas para mantener un confort térmico en el interior, por lo que, los flujos de calor se pierden con facilidad (Flores, 2014). Además, las viviendas construidas utilizan materiales térmicos inapropiados, como el uso de la calamina para cubrir el techo y maderas para las paredes, lo que facilita el paso de calor hacia el exterior en las noches y hacia el interior en el día (Ramos et al., 2013).

CONCLUSIONES

A medida que los estándares de vida de la población incrementan, los residuos plásticos también siguen la misma tendencia. Este incremento, generación y acumulación de plásticos han provocado un gran problema a nivel del suelo y mar, afectando principalmente a organismos que están expuestos a los residuos plásticos (ingresan micro plásticos a su sistema). En el mar existe una acumulación de pequeñas piezas de plástico que, a través de la red alimentaria oceánica, llega al consumo de los seres humanos. Sin duda, este problema debe corregirse mediante leyes y/o principalmente con la educación ambiental implementada a todos los sectores educativos. También, se debe de actuar de inmediato, y considerar las alternativas de reaprovechamiento de los residuos plásticos para realizar productos como los ladrillos a base de PET que contribuyen con el desarrollo sostenible donde se toma en cuenta la mejora de la sociedad, reducir impactos ambientales y generar ingresos económicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrady, A. L. (2011). Microplastics in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, 62, 1596–1605. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.05.030>
- Barnes, D., Galgani, F., Thompson, R., & Barlaz, M. (2009). Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. *The Royal Society*, 364, 1985–1998. <https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0205>
- Bilbao, A. (2015). Desengancharse del plástico. Problemas de un material ubicuo. *Ecologistas En Accion*, 20.
- Brooks, A., Wang, S., & Jambeck, J. (2018). The Chinese import ban and its impact on global plastic waste trade. *Science Advances*, 4(6), 1–8.
- Coelho, T. M., Castro, R., & Gobbo, J. A. (2011). PET containers in Brazil: Opportunities and challenges of a logistics model for post-consumer waste recycling. *Resources, Conservation and Recycling*, 55(3), 291–299. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2010.10.010>
- Cózar, A., Martí, E., Duarte, C. M., García-de-Lomas, J., Van Sebille, E., Ballatore, T. J., ... Irigoien, X. (2017). The Arctic Ocean as a dead end for floating plastics in the North Atlantic branch of the Thermohaline Circulation. *Science Advances*, 3, 1–9. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1600582>
- Eriksson, C., & Burton, H. (2003). Origins and biological accumulation of small plastic particles in fur seals from Macquarie Island. *A Journal of the Human Environment*, 32(6), 380–384. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14627365>
- Filho, W. L., Havea, P. H., Balogun, A. L., Boenecke, J., Maharaj, A. A., Ha'apio, M., &

- Hemstock, S. L. (2019). Plastic debris on Pacific Islands: Ecological and health implications. *Science of the Total Environment*, *670*, 181–187. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.03.181>
- Flores, A. (2014). Construcción de una vivienda solar en base a las propiedades termofísicas y evaluación experimental de su confort térmico en llave. *Revista de Investigación Altoandina*, *16*(1), 177–186.
- Frías, A., Lema, I., & Gavilán, A. (2003). La situación de los envases de plástico en México. *Gaceta Ecológica*, (69), 67–82.
- Frias, J. P. G. L., & Nash, R. (2019). Microplastics: Finding a consensus on the definition. *Marine Pollution Bulletin*, *138*, 145–147. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.11.022>
- Geyer, R., Jambeck, J., & Law, K. (2017). Production , use , and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, *3*(7), 25–29.
- Geyer, R., Jambeck, J. R., & Lavender, K. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, *3*, 1–5. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782>
- Herzke, D., Anker-Nilssen, T., Nøst, T. H., Götsch, A., Christensen-Dalsgaard, S., Langset, M., ... Koelmans, A. A. (2016). Negligible Impact of Ingested Microplastics on Tissue Concentrations of Persistent Organic Pollutants in Northern Fulmars off Coastal Norway. *Environmental Science & Technology*, *50*(4), 1924–1933. <https://doi.org/10.1021/acs.est.5b04663>
- Jambeck, J., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T., Perryman, M., Andrady, A., ... Law, K. (2015). Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*, *347*(6223).

- Koutsodendris, A., Papatheodorou, G., Kougiourouki, O., & Georgiadis, M. (2008). Benthic marine litter in four Gulfs in Greece, Eastern Mediterranean; abundance, composition and source identification. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, *77*(3), 501–512. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2007.10.011>
- Lahtela, V., Hyvärinen, M., & Kärki, T. (2019). Composition of Plastic Fractions in Waste Streams: Toward More Efficient Recycling and Utilization. *Polymers*, *11*(1), 69. <https://doi.org/10.3390/polym11010069>
- Lebreton, L., & Andrady, A. (2019). Future scenarios of global plastic waste generation and disposal. *Palgrave Communications*, *5*(1), 1–11. <https://doi.org/10.1057/s41599-018-0212-7>
- Maldonado, A., Corvalan, A., Cohenca, D., & Monteiro, M. (2018). Setting time of ecological bricks with different percentage PET. *KnE Engineering*, *3*(1), 354–362. <https://doi.org/10.18502/keg.v3i1.1440>
- Martínez, A., & Cote, M. (2014). Diseño y Fabricación de Ladrillo Reutilizando Materiales a Base de PET. *INGE CUC*, *10*(2), 76–80.
- Piehl, S., Freitag, R., Löder, M. G. J., Weithmann, N., Möller, J. N., & Laforsch, C. (2018). Organic fertilizer as a vehicle for the entry of microplastic into the environment. *Science Advances*, *4*, eaap8060. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aap8060>
- Rahimi, A., & García, J. M. (2017). Chemical recycling of waste plastics for new materials production. *Nature Reviews Chemistry*, *1*, 46. Retrieved from <https://doi.org/10.1038/s41570-017-0046>
- Ramos, E., Ocupa, D., Molina, J., Natividad, J., Espinoza, R., & Prieto, R. (2013).

ACONDICIONAMIENTO TERMICO PARA EDIFICACIONES RURALES ALTOANDINAS.
XX SIMPOSIO PERUANO DE ENERGÍA SOLAR, 13.

Ribic, C. A., Sheavly, S. B., Rugg, D. J., & Erdmann, E. S. (2010). Trends and drivers of marine debris on the Atlantic coast of the United States 1997-2007. *Marine Pollution Bulletin*, *60*, 1231–1242.
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2010.03.021>

Rochman, C. M., Browne, M. A., Halpern, B. S., Hentschel, B. T., Hoh, E., Karapanagioti, H. K., ... Thompson, R. C. (2013). Classify plastic waste as hazardous. *Nature*, *494*, 169–171. Retrieved from <https://doi.org/10.1038/494169a>

Saikia, N., & De Brito, J. (2014). Mechanical properties and abrasion behaviour of concrete containing shredded PET bottle waste as a partial substitution of natural aggregate. *Construction and Building Materials*, *52*, 236–244.
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.11.049>

Santa María, R. (2008). La iniciativa de vivienda saludable en el Perú / The healthy housing initiative in Peru. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, *25*(4), 419–430. Retrieved from <http://www.bvsspa.es/papi/ezproxy.php?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edssci&AN=edssci.S1726.46342008000400013&%0Alanguage=es&site=eds-live&scope=site>

Zheng, J., & Suh, S. (2019). Strategies to reduce the global carbon footprint of plastics. *Nature Climate Change*, *9*(5), 374–378. [https://doi.org/10.1038/s41558-019-0459-](https://doi.org/10.1038/s41558-019-0459-z)

z