



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Tecnología Casera de Reciclado de Tereftalato de Polietileno
(PET) para Estimular la Escasa Segregación en la Fuente,
Distrito de Parcona – Ica**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniera Ambiental**

AUTORA:

Apari Alejo, Lizet Patricia (ORCID: 0000-0002-7332-2903)

ASESOR:

Mg. Herrera Díaz, Marco Antonio (ORCID: 0000-0002-8578-4259)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión de los Residuos

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria

Este trabajo es el inicio de todo para mí, el dejar de lado mi otro yo hizo darme cuenta que tengo la necesidad de terminar lo que empecé; por eso se lo dedico a quien me empujó y estuvo hay siempre dándome esa llamada de atención y amor eterno, Mi Madre. Y a quien me inspira a seguir adelante, sobretodo porque es mi color y luz en mis días grises, Thiago, mi amado hijo.

Agradecimiento

Un agradecimiento fraterno al Ing. Quije y demás, quienes me ayudaron, me motivaron y brindaron información para este estudio. Agradecer a mi familia, quienes siempre mantuvieron su apoyo incondicional. Y por último pero no menos importante a mi asesor por su atención, dedicación y aprendizaje.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
Índice de abreviaturas.....	vii
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	6
III. MÉTODO.....	13
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	14
3.2 Categorías, subcategorías y matriz de categorización apriorística.....	14
3.3 Escenario de estudio.....	15
3.4 Participantes.....	16
3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	17
3.6 Procedimientos.....	17
3.7 Rigor científico.....	17
3.8 Método de análisis de información.....	18
3.9 Aspectos éticos.....	18
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	19
V. CONCLUSIONES.....	34
VI. RECOMENDACIONES.....	36
REFERENCIAS.....	38
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1 Datos de las hojuelas de PET.....	25
Tabla 2 Datos de insumos para el lavado de las hojuelas de PET	25
Tabla 3 Herramientas para la fabricación de la extrusora casera	27
Tabla 4 Datos técnicos de la extrusora.....	31
Tabla 5 Datos de scrap.....	31
Tabla 6 Datos de las condiciones de operación del extruido de hojuela.....	32
Tabla 7 Cantidad de hilo PET por utilización	32
Tabla 8 Energía gastada	32
Tabla 9 Tiempo trabajado/extrusora.....	32
Tabla 10 Gasto de materiales/ elaboración de prototipo	33

Índice de figuras

Figura 1. Mapa localizado del distrito de Parcona.....	16
Figura 2. Mapa del sector de muestra.....	16
Figura 3. Extracción de componentes ajenos al PET	23
Figura 4. Componentes principales de la botella PET.....	23
Figura 5. Molino de trituración por plásticos.....	24
Figura 6. Hojuelas de PET.....	25
Figura 7. Lavado de hojuelas.....	25
Figura 8. Hojuelas de PET limpias.....	27

Índice de abreviaturas

PET: Tereftalato de polietileno

PVC: policloruro de vinilo

PP: polipropileno

PEAD: polietileno de alta densidad

BOPP: polipropileno bio orientado

PEBD: polietileno de baja densidad

Resumen

El problema de la investigación fue de qué forma una tecnología casera de reciclado de tereftalato de polietileno (PET) podría estimular la escasa segregación en la fuente en el distrito de Parcona - Ica. El objetivo de la investigación fue demostrar que una tecnología casera de reciclado de tereftalato de polietileno (PET) estimulará la escasa segregación en la fuente en el distrito de Parcona – Ica.

Al rehusar las botellas de Tereftalato de Polietileno (PET) se logró tener el scrap; este material es muy útil para usos distintos, ejemplo: los hilos PET. El tipo de investigación fue aplicada, se generó una tecnología viable de implementar un reciclado mecánico y transformarlo a hilos. Experimental, porque se hizo pruebas hasta obtener los hilos de PET haciendo uso de la tecnología casera. El nivel fue aplicativo; se planeó resolver el problema causado por la mala disposición de los PET optando por la reutilización, minimizando parte de ello y mejorar el ambiente. El método fue científico experimental; se empleó un modelo piloto para demostrar las hipótesis. También fue inductivo; podrá aplicarse en diferentes lugares, donde se pueda manejar su propio modelo teniendo en base el piloto propuesto, y finalmente el diseño; pre experimental.

Palabras clave: Escasa segregación en la fuente, tecnología casera de reciclado, botellas de Tereftalato de Polietileno (PET).

Abstract

The research problem was how a homemade polyethylene terephthalate (PET) recycling technology could stimulate insufficient source segregation in the district of Parcona - Ica. The objective of the research was to demonstrate that a homemade polyethylene terephthalate (PET) recycling technology will stimulate insufficient segregation at the source in the district of Parcona - Ica.

By rejecting the Polyethylene Terephthalate (PET) bottles, scrap was achieved; This material is very useful for different uses, for example: PET threads. The type of research was applied, a viable technology was generated to implement a mechanical recycling and transform it into threads. Experimental, because tests were carried out until the PET threads were obtained using homemade technology. The level was applicative; It was planned to solve the problem caused by the poor disposal of PET by opting for reuse, minimizing part of it and improving the environment. The method was scientific experiment; a pilot model was used to demonstrate the hypotheses. It was also inductive; it can be applied in different places, where you can handle your own model based on the proposed pilot, and finally the design; pre experimental.

Keywords: Low source segregation, homemade recycling technology, polyethylene terephthalate (PET) bottles.

I. INTRODUCCIÓN

Pensar en los residuos sólidos principalmente en el PET nos genera un rechazo inmediato hacia está, sin embargo, tenemos que convivir con ella y no solo en nuestro hogares, sino a la vuelta de cualquier esquina, en calles, a orillas de las carreteras, en los parques, en las plazas de mercado; en fin en cualquier lugar. Todo esto es el resultado de las diversas actividades que realiza el hombre en su vida diaria, donde ha generado una producción excesiva de desechos, los cuales se convierten en un inconveniente mayor a la hora de almacenarlos, disponerlos o eliminarlos.

Es por eso que se hace necesario aprender a manejar y aprovechar adecuadamente las botellas plásticas (PET), dejarlas de ver como la percibimos y verlas como residuos que son objetos y que se puede transformar en otro bien, con valor económico. El distrito de Parcona del departamento de Ica no es ajena a la problemática ambiental causada por el manejo inadecuado de residuos sólidos; porque en este lugar se generan a diario, una gran producción de residuos sólidos, a los cuales se desarrolla un programa adecuado para su separación, recolección, transporte y almacenamiento; pero aún falta implementarlo bien para un adecuado uso posterior.

Esta investigación surge de la necesidad de aportar para que se lleve un mejor manejo de estos y así reducir los impactos ambientales negativos que producen; por tal razón, el objetivo general de esta investigación es el de proponer una tecnología casera de reciclado de tereftalato de polietileno (PET) lo cual estimulará la escasa segregación en la fuente y su impacto en la contaminación y salud ambiental en el distrito de Parcona, provincia de Ica.

El documento se encuentra estructurado en 7 capítulos, así: el primer capítulo contiene una explicación de la realidad problemática de modo general dando lugar a una descripción del problema; que va a dar una idea clara de la situación en general con relación a la problemática de las botellas plásticas. Posteriormente, encontramos la formulación del problema, las principales preguntas de investigación, luego los objetivos general y

específicos y seguidamente la justificación, planteados para el desarrollo del trabajo investigativo. En el segundo capítulo plantea el marco teórico donde se presenta: datos específicos del tema a tratar, haciendo mención de estudios científicos ya realizados. En el tercer capítulo se presenta los planteamientos metodológicos, tipo, diseño, categorías, subcategorías y matriz de caracterización apriorística. Da lugar al escenario de estudio, participantes quienes aportan con valiosa información en este trabajo de investigación, técnicas e instrumentos de recolección de datos, procedimientos, rigor científico, método análisis de información y finalmente aspectos éticos. En el cuarto capítulo se presenta los resultados y discusión; haciendo descripción, explicación y discusión de los resultados obtenidos en base a la investigación. En el quinto capítulo podemos encontrar las conclusiones ya definidas y concisas. En el sexto capítulo las recomendaciones son en base a la investigación y a la vez dar lugar a seguir ampliando la investigación a futuras teorías.

La investigación es relevante y factible por tratarse de un tema y problemática de actualidad y de preocupación de las futuras generaciones.

El problema del plástico es un dilema mundial ya que afecta deliberadamente al ambiente donde vivimos, es por eso que cada vez organizaciones, entes privados etc., se dedican a buscar soluciones sostenibles para nuestro planeta.

El plástico afecta a la tierra, el agua y el aire, su largo tiempo de degradación provoca múltiples daños en los ecosistemas, aunque el reciclaje es una buena opción para disminuir la contaminación en la tierra por el plástico aún carecemos de tomar medidas y optarlas como un modo de vida perenne.

Económicamente hablando el problema de los plásticos nos puede dar una opción para poder reciclar y obtener ingresos a partir de ello, como familias pueden proponerse reciclar y dar un post uso al plástico transformándolo y obteniendo un ingreso.

De esta manera también vamos aprendiendo nuevas técnicas, usos y maneras de poder darle mejoras a nuestro estilo de vida. Podemos mejorar la mala gestión que nos aqueja hoy en día y por lo que se aumenta el problema de plásticos en nuestro mar, propagamos el contaminarnos y extinguir especies que están en esta área.

El emplear una alternativa al problema del plástico y sacarle provecho nos brinda beneficios a nosotros como población, ya que podemos tener acceso de una tecnología casera y poder adaptarlo de acuerdo a nuestro importe o factibilidad que podamos tener y así tener otra cara de la moneda.

Sobre la base de realidad problemática presentada se planteó el problema general y los problemas específicos de la investigación. El problema general de la investigación fue de qué forma una tecnología casera de reciclado de tereftalato de polietileno (PET) podría estimular la escasa segregación en la fuente en el distrito de Parcona - Ica. Los problemas específicos de la investigación fueron los siguientes:

- **PE1:** De qué manera la tecnología casera de reciclado del tereftalato de polietileno (PET) influenciará las operaciones del proceso productivo en el distrito de Parcona – Ica.
- **PE2:** De qué manera la tecnología casera de reciclado del tereftalato de polietileno (PET) podrá contribuir para obtener productos de uso común en el distrito de Parcona – Ica.
- **PEN:** En qué medida la tecnología casera de reciclado del tereftalato de polietileno (PET) será viable económicamente su ejecución para la población en el distrito de Parcona – Ica.

El objetivo general fue demostrar que una tecnología casera de reciclado de tereftalato de polietileno (PET) estimulará la escasa segregación en la fuente en el distrito de Parcona – Ica. Los objetivos específicos fueron los siguientes:

- **OE1:** Demostrar que la tecnología casera de reciclado del tereftalato de polietileno (PET) influenciará las operaciones del proceso productivo en el distrito de Parcona – Ica.
- **OE2:** Demostrar que la tecnología casera de reciclado del tereftalato de polietileno (PET) contribuirá para obtener productos de uso común en el distrito de Parcona – Ica.
- **OEN:** Demostrar que la tecnología casera de reciclado del tereftalato de polietileno (PET) será viable económicamente su ejecución para la población en el distrito de Parcona – Ica.

II. MARCO TEÓRICO

Este capítulo está dirigido a un enfoque investigativo de artículos que hacen uso del PET como materia prima en cada uno de sus subproductos dejando claro que su aporte en el ambiente es ayudar a economizar en materia prima y emplear artículos usados como el PET.

Beifa Filial (2014), introdujo en España su marca ecológica del Grupo Beifa Group CO LDT. El objetivo de este nuevo producto incorporado que se abre en España es la acción de reutilizar botellas de plásticos. Consistiendo en la recolección de estos materiales para pasar un proceso de lavado profundo, pasando a trocear y transformándolos en el producto nuevo. Como resultado de este proceso que realiza reduce significativamente la huella de carbono del producto final en materia de energía requerida y emisiones de gases de efecto invernadero. Asimismo, la ONU en sus datos anuales nos dice que se producen en el mundo 500,000 millones de botellas tipo PET lo cual solo el 20% llega a valorizarse. Como China, que es el país que más compra PET para así producir productos a base de ello, logrando concientizar a la sociedad. Por último, Beifa Group, tiene un 75% y un 90% por materiales reciclados de botellas plásticas. Resultando no tóxicos los bolígrafos y beneficiosos para el medio ambiente.

Botero Jaramillo, Muñoz Liliana, Ossa Alexandra y Romo Miguel cita en la revista Redalyc.org (2014), que estudiaron el Comportamiento Mecánico del Polietileno Tereftalato (PET) y sus Aplicaciones Geotécnicas; usando algunos envases plásticos de PET comunes en todo el mercado de México, con el objetivo de evaluar su uso para aplicaciones geotécnicas, de material ligero y resistente a emplear en el sector civil. Realizaron pruebas de compresión no confinada individual y colectiva, para lo cual llegaron a emplear más de 200 envases para sus ensayos. Resultando que para todos los tipos de envases PET individuales presentan mayor resistencia a compresión. Los grupos de envases de gaseosas o refrescos se llenaron con bolsas de polietileno, luego se compactaron en su interior mediante una metodología en laboratorio, incrementando un 16% y 140% de resistencia. Proponiendo la aplicación de PET como reemplazo del

Tezontle en rellenos y nivelación de terrenos irregulares donde se construyó casas de habitación. Concluyendo así que el PET representó una alta alternativa potencial para su uso como material de reemplazo, nivelación y aligeramiento en áreas más extensas que fueron utilizadas para construcciones livianas; dejando claro que la resistencia química del PET hace que su durabilidad supere la vida útil de la vivienda que se construya sobre ellos.

Maria Arteaga y Juan Hernandez (2017), cita en la revista Ferretera Tuercas y Tornillos; desarrollaron un proyecto para mejorar las propiedades de los materiales en el sector construcción con fibras de PET. El proceso consiste en un corte mecánico de los envases PET con uso de navajas hasta obtener hilos, para lo cual con solo medio envase se obtiene una gran cantidad de fibras que se introducen en el material de construcción. Proporcionan una mayor resistencia mecánica y rigidez, además de ser un ahorro en cuanto a materia prima para elaboración de este material. Ofreciendo así ventajas como disminución en costos de producción con respecto a morteros ya conocidos, debido que se sustituye parcial de los agregados, como la arena. Concluyendo que su resistencia es de 20 a 30% para lo que se emplearía menor cantidad de acero y sustituir parte del cemento.

Laura Neira Marciales 2019, en su artículo, hace mención que algunas empresas que hacen su labor por el ambiente.

Creando líneas como la ECO de Totto, que cuenta con morrales, billeteras, loncheras y multiusos fabricados con tela Rpet, con la que no solo ahorran 52,6% de energía, sino que también usan botellas PET en las telas con las que producen estos artículos.

Alejandra Ospina (Agosto,2019), fundadora de la plataforma para emprendimientos sostenibles, Tribeco, comentó que “por la naturaleza de la prenda, es difícil encontrar materiales que no sean plástico o poliéster, pero se han desarrollado fibras como Econyl, o PET reciclado que reducen el impacto ambiental y son usadas por las marcas”.

OQ también ha hecho esfuerzos por presentar un producto ecoamigable, por ello junto con la modelo y presentadora, Claudia Bahamón, presentaron una línea de bolsos y zapatos elaborados con material reciclado, las ganancias van destinadas a la Fundación Ecopazífico.

Fokus Green, es una marca que utiliza materiales 100% reciclados en todas sus prendas y así “cambiar el mundo con hábitos comerciales más limpios, redefiniendo la moda a través de fibras 100% recicladas”.

Reciclado Primario

Consiste en la conversión del desecho plástico en artículos con propiedades físicas y químicas idénticas a las del material original. El reciclaje primario se realiza con termoplásticos como PET (Polietileno Tereftalato), PEAD (Polietileno de Alta Densidad), PEBD (Polietileno de Baja Densidad), PP (Polipropileno), PS (Poliestireno), y PVC (Cloruro de Polivinilo). Este tipo de reciclado se deben llevar a cabo en 4 procesos muy importantes que son: Separación, Granulado, Limpieza y Peletizado.

1. *Separación*: Los métodos de separación pueden ser clasificados en separación macro, micro y molecular. La macro separación se realiza sobre el producto completo usando el reconocimiento óptico del color o la forma. El micro separación puede realizarse por una propiedad física específica: tamaño, peso, densidad, etc.
2. *Granulado*: Tras un proceso industrial, el plástico se muele y se convierte en gránulos parecidos a las hojuelas del cereal.
3. *Limpieza*: Los plásticos granulados generalmente están contaminados con comida, papel, piedras, polvo, pegamento, por eso deben limpiarse primero.
4. *Peletizado*: El plástico granulado debe ser fundido y pasarse a través de un tubo para tomar la forma de fideo al enfriarse en agua. Una vez frío es cortado en pedacitos llamados pellets (*Peláez, sin fecha*).

Reciclado Mecánico

El reciclado mecánico es el más utilizado, se puede llevar a cabo dentro de las categorías de reciclaje primario y secundario; consiste en un proceso físico el cual el plástico de post consumo o el industrial, es recuperado después de pasar por distintas etapas como la de separación, limpieza y molido permitiendo su posterior utilización.

Los plásticos que son reciclados mecánicamente provienen de dos grandes fuentes: los residuos de los procesos de fabricación tanto en la industria petroquímica como en la transformadora y es llamado (chatarra), el cual es más fácil de reciclar porque está limpio y homogéneo en su composición, y no está mezclado con otros tipos de plásticos. Algunos procesos de transformación, como el termoformado, generan el 30-50% de scrap, que normalmente se recicla. La otra fuente son los residuos plásticos proveniente de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) lo cual se clasifican en tres clases:

- Residuos plásticos de tipo simple: clasificados y separados entre sí los de distintas clases.
- Residuos mixtos: los diferentes plásticos se hallan mezclados entre sí.
- Residuos plásticos mixtos combinados con otros residuos: papel, cartón, metales.

Reciclado Secundario

En este tipo de reciclaje se convierte el plástico en artículos con propiedades que son inferiores a las del polímero original, ejemplos de plásticos recuperados por esta forma son los termoestables o plásticos contaminados. Aquí elimina la necesidad de separar y limpiar los plásticos, en vez, se mezclan incluyendo tapas de aluminio, papel, polvo, etc., las cuales proceden a molerse y se funden dentro de un extrusor. Los plásticos pasan por un conducto con una gran abertura hacia un recipiente de agua y luego

son cortados a distintas longitudes dependiendo de las especificaciones del cliente.

Reciclado Terciario

Este tipo de reciclaje se degrada primero el polímero a compuestos químicos básicos y combustibles. Diferente a los dos primeros porque involucra además de un cambio físico un cambio químico. Hoy en día el reciclaje primario cuenta con dos métodos principales. Pirolisis y gasificación. El primero se recuperan las materias primas de los plásticos, de manera que se puedan rehacer polímeros puros con mejores propiedades y menos contaminación. Y en la gasificación, por medio del calentamiento de los plásticos se obtiene gas que puede ser usado para producir electricidad, metanol o amoníaco (Cerro, 1996)

Reciclado Químico

Este se realiza dentro de la categoría de Reciclaje Terciario y se trata de diferentes procesos los cuales las moléculas de los polímeros son rotas dando origen nuevamente a materia prima básica que puede ser utilizada para fabricar plásticos. El reciclado químico se desarrolló en la industria petroquímica con la finalidad de lograr las metas propuestas para la optimización de recursos y recuperación de residuos. Algunos métodos de reciclado químico ofrecen la ventaja de no tener que separar tipos de resma plástica, es decir, que pueden tomar residuos plásticos mixtos reduciendo de esta manera los costos de recolección y clasificación, dando origen a productos finales de muy buena calidad.

Reciclado Cuaternario

El procedimiento consiste en el calentamiento del plástico con el objetivo de usar la energía térmica liberada de este proceso para llevar a cabo otros procesos, en otras palabras el plástico es usado como combustible para reciclar energía. Las ventajas es que los desechos plásticos ocupan mucho menos espacio en los rellenos sanitarios, además de obtener la recuperación

de metales y el manejo de distintas cantidades de desechos. Sin embargo, las desventajas es la generación de contaminantes gaseosos. (Noticiero Plástico, 1998).

III. MÉTODO

En este capítulo encontraremos de forma ordenada y puntual el tipo, diseño, categorías, sub categorías, escenario de estudio, participantes que intervienen para hacer posible esta investigación, técnicas, procedimientos, rigor científico, método y aspectos éticos que se explica con detenimiento para mayor entendimiento de la investigación en curso.

3.1 Tipo y diseño de investigación

El tipo de investigación es aplicada con diseño experimental.

Será aplicada porque, se generó una tecnología viable de implementar un reciclado mecánico y transformarlo a hilos, los envases de PET. También es experimental, se hizo pruebas hasta obtener los hilos de PET haciendo uso de la tecnología casera.

Variable y operacionalización

Variable independiente

Prototipo de extrusora

Variable dependiente

Generación de hilos PET

3.2 Categorías, subcategorías y matriz de categorización apriorística

N°	Objetivos Específicos	Problemas específicos	Categoría	Subcategoría
1	Demostrar que la tecnología casera de reciclado del tereftalato de polietileno (PET) influenciará las operaciones del proceso	De qué manera la tecnología casera de reciclado del tereftalato de polietileno (PET) influenciará las operaciones del proceso	Operaciones del proceso productivo	Flujograma del proceso

	productivo en el distrito de Parcona – Ica.	productivo en el distrito de Parcona – Ica.		
2	Demostrar que la tecnología casera de reciclado del tereftalato de polietileno (PET) contribuirá para obtener productos de uso común en el distrito de Parcona – Ica.	De qué manera la tecnología casera de reciclado del tereftalato de polietileno (PET) podrá contribuir para obtener productos de uso común en el distrito de Parcona – Ica.	Productos de uso común	Reciclaje mecánico y preparación de la extrusora
3	Demostrar que la tecnología casera de reciclado del tereftalato de polietileno (PET) será viable económicamente su ejecución para la población en el distrito de Parcona – Ica.	En qué medida la tecnología casera de reciclado del tereftalato de polietileno (PET) será viable económicamente su ejecución para la población en el distrito de Parcona – Ica.	Costos	Materiales Insumos Energía

3.3 Escenario de estudio

La presente investigación no cuenta con un escenario definido para el uso del proyecto, pero sí esta evocado al distrito de Parcona por presencia de una falta de acciones con respecto al tema.

Figura N° 1

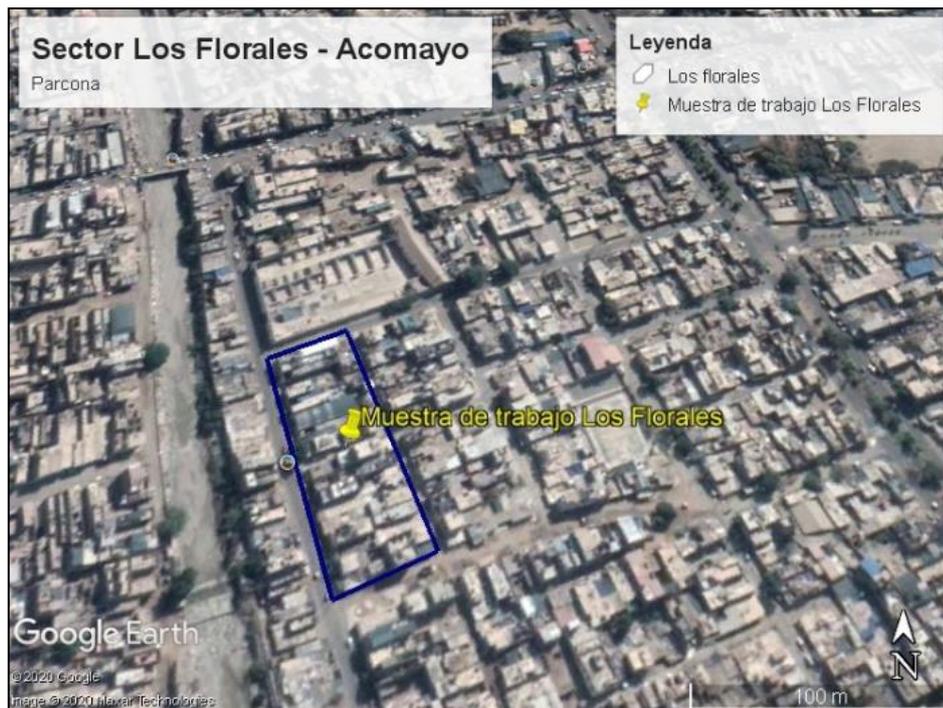
Mapa localizado del distrito de Parcona



Nota: Zona localizada el distrito de Parcona, 2020. Google.

Figura N° 2

Mapa del Sector de Muestra



Nota: Sector Los Florales, donde se recoge la materia prima PET.
Google Earth Pro. Elaboracion propia.

3.4 Participantes

Para esta investigación, se empleó diferentes fuentes confiables, como libros, tesis, artículos científicos, fuentes nacionales e internacionales con vigencia para el análisis.

3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para este proyecto de investigación se empleó la técnica de:

- Entrevista

Donde se obtuvo información valiosa desde la fuente para la realización del proyecto con veracidad.

Los instrumentos que se emplearan en este proyecto serán:

- Guía de entrevista

Se elaboró una guía de entrevista (Anexo 1)

3.6 Procedimientos

Se realizó una búsqueda de diferentes artículos científicos para el proyecto de investigación. Las palabras claves que se emplearon en cada búsqueda fueron: PET, polietileno tereftalato, hilos pet, hojuelas pet, reciclaje, extrusora, reciclaje mecánico, las cuales se buscaron en la base de datos de Scopus y Google académico. Se consiguió un total de 123 artículos que fueron revisados de acuerdo a lo que sigue el proyecto de investigación, llegando a concluir un total de 40 artículos que conlleva información relevante para la presente investigación.

3.7 Rigor científico

Se tomaron en cuenta criterios definidos por (Noreña, Alcaraz-Moreño, Rojas, &Rebolledo-Malpica, 2012).

Criterio de consistencia, hay una estabilidad en datos, cuales artículos científicos son adquiridos de base de datos científicos.

Criterio de estabilidad, se emplea la recolección de datos como otros proyectos de investigación.

Criterio de credibilidad, la información adquirida de artículos es totalmente verídica, al ser páginas de artículos científicos confiables.

3.8 Método de análisis de datos

El método de la investigación será científico experimental ya que, se empleara un modelo piloto para dar demostrado las hipótesis planteadas.

También será un método inductivo porque, podrá aplicarse en diferentes lugares o provincias, donde se pueda recrear o manejar su propio modelo teniendo en base el piloto propuesto.

3.9 Aspectos éticos

El reciclado que se generara es para facilitar la vida libre de humo, imagen paisajística y darle utilidad al envase plástico.

Más que probable la proliferación de estos surgirá una acumulación ya sea por calles, avenidas, botaderos, rellenos sanitarios, ríos, etc. Y no respetando la vida libre y tranquila de la población por lo que la necesidad de implementar este proyecto es fundamental.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Está visto que el tema del plástico es un tema amplio, y a la vez global. Si nos enfocamos en cuanto a los pobladores del distrito de Parcona en el sector de la Urbanización Los Florales y recicladores informales, se tiene poco conocimiento acerca del reciclaje, segregación y post usos.

Hay quienes no diferencian lo que es hacer una segregación correcta a un reciclaje de productos usados, dando como resultado un mayor enfoque en la segregación solo de aquellos materiales en desuso que puedan generarle alguna entrada económica; y los que realizan el reciclaje solo lo emplean para un enfoque de creatividad como manualidades escolares, jardinería, etc. Los recicladores informales reúnen más interés en las botellas, papel y cobre; por lo que logran reunir por kilo de 0.90 centavos, 0.50 centavos y 2.00 soles respectivamente; y eso que se exponen por no contar con una bioseguridad que impida algún contagio o problemas de salud.

En cuanto al conocimiento de la contaminación y degradación de la botella, no está bien definido estos puntos ya que creen que el tener una botella en las calles se degradara en 5 meses por estar expuestos al sol, pero lo que no saben es que al estar expuestos liberan más toxinas y acumulación de estos. Lo que se busca es aumentar la eficiencia del reciclaje de botellas PET para darles post usos pasando por un proceso de transformación y poder obtener otra perspectiva de ello.

Proceso productivo

Acopio: acopiar todos los envases plásticos que se reúne de las casas en un centro destinado para ello.

Segregación y extracción: segregación o separación de las botellas plásticas, en botellas PET, PVC u otros residuos. Hacer una minuciosa selección de estos para su proseguir en la operación. Extracción de tapas, etiquetas y arillos o cintillos de la boquilla de la botella plástica PET, acumulándolos para otro fin como ecoladrillos, etc.

Picado: aquí solo se encarga de reducir el tamaño de la botella, picándolos de forma homogénea de tamaño de término medio por acción de una picadora industrial; obteniendo las hojuelas y dar paso al lavado.

Lavado: Se emplea detergente marca ACE (por contener mayor porcentaje de tenso activos que ayudan a una limpieza mayor) y lejía (sosa caustica) para un lavado más eficiente y obtener buenos resultados. Aquí podemos visualizar si algún polipropileno se infiltró al grupo de PET ya que flotará y podremos sacarlo con un colador o rejilla.

Se procede al enjuague con abundante agua y posteriormente a la separación de impurezas que puedan haber quedado como partes de las tapas o etiquetas.

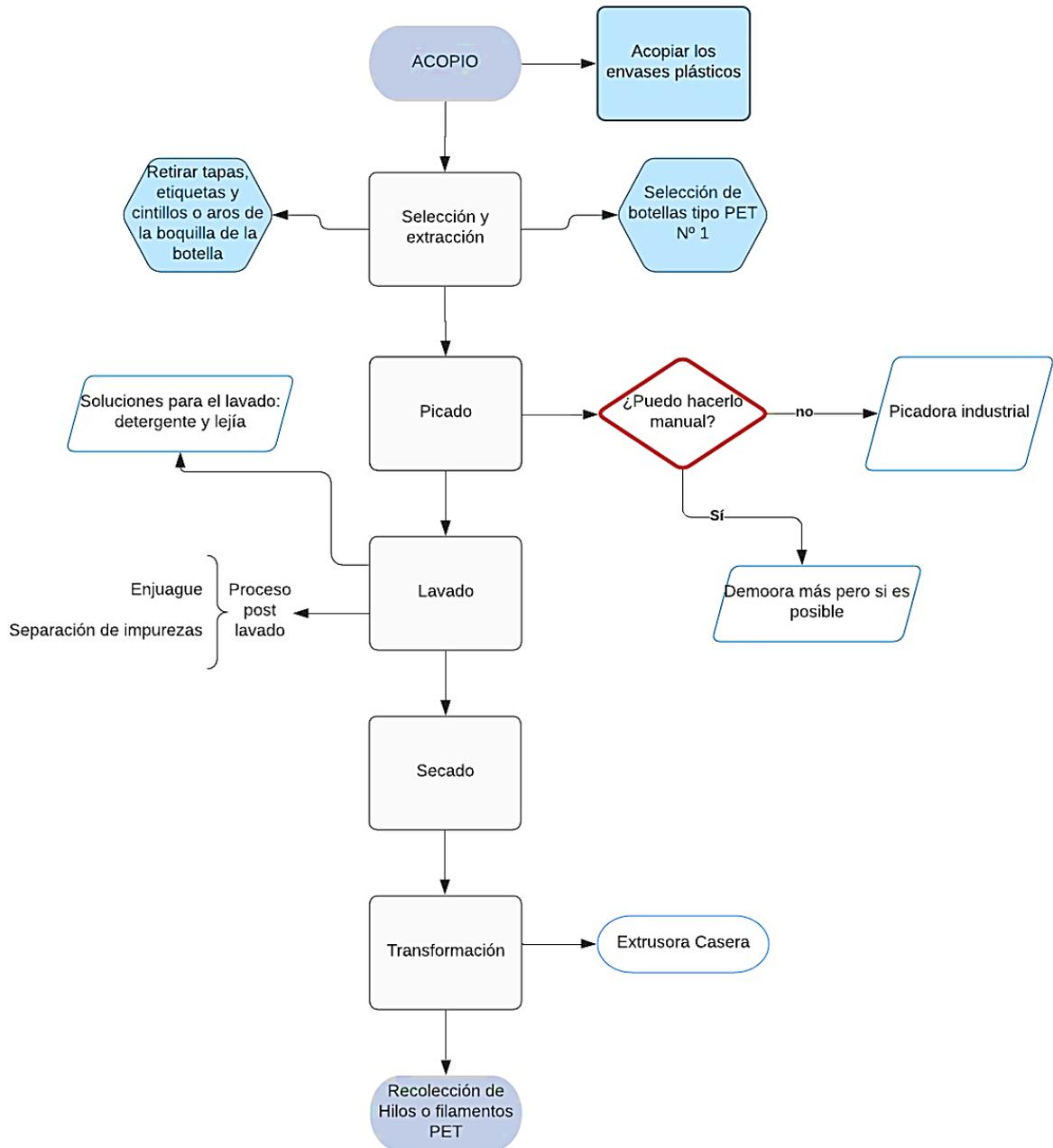
Secado: se realiza de manera casera, dejándolo reposar en un recipiente por 3 horas, teniéndolo listo para la siguiente etapa.

Transformación: Aquí se emplea una extrusora casera para poder darle una transformación a las hojuelas donde obtendremos filamentos o hilos PET; se emplea a altas temperaturas de 250 °C y en un tiempo de 20 min por medio kilogramo de PET en hojuelas.

Recolección de hilos PET: Una vez que sale los hilos PET de la extrusora se recaba en un rodillo para darles utilidad en cosas de uso común o creaciones de cada persona.

Flujograma de Tecnología Casera de Transformación de PET

Patricia Apari Alejo | November 21, 2020



1. Acopio de envases plásticos; la recolección se realiza con ayuda de los vecinos de la Urb. Los Florales Mz D.

Se acopio un total de 10 kg de botellas plásticas con tapas y etiquetas respectivamente.

2. Se realizó la segregación de todos los plásticos, clasificando las botellas tipo PET N°1 y los de PVC.

Haciendo un total de 7.60 kg de botellas PET con tapas, etiquetas y aros o cintillos de la boquilla de la botella.

Se extrae todo ajeno al PET como PP (polipropileno) o PEAD (polietileno de alta densidad), BOPP (Polipropileno bio orientado), PEBD (polietileno de baja densidad) o papel.

Figura N° 3

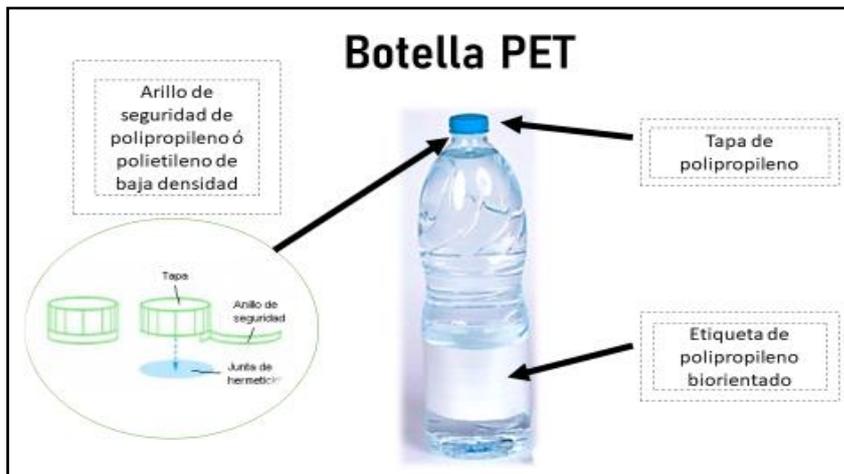
Extracción de componentes ajenos al PET



Nota: Cintillos y restos de etiquetas. Elaboración propia.

Figura N° 4

Componentes principales de la Botella PET



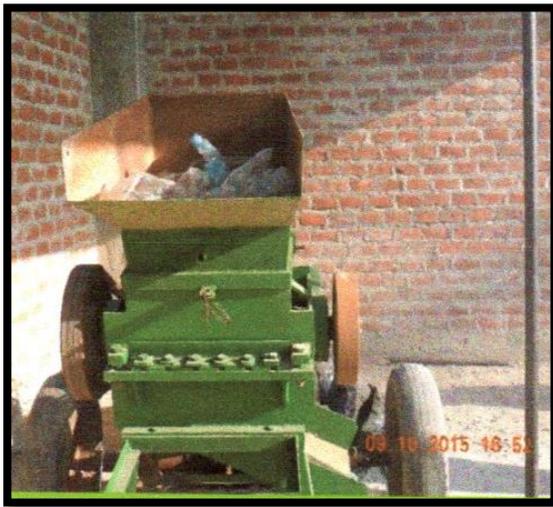
Nota: Materiales que constituye una botella PET. Elaboración propia.

Una vez lista la botella sin materiales ajenos esta lista para continuar el proceso.

3. Teniendo las botellas listas procedemos a llevarlos al establecimiento de reciclaje donde ocupamos el molino o picadora industrial.

Figura N° 5

Molino de trituración para plásticos



Nota: Molino industrial. Elaboración propia.

Se introdujo las botellas a la tolva del molino o picadora industrial y se da inicio al picado respectivamente; arrojando hojuelas de PET como resultado. Se realiza el pesado con una balanza romana y se obtiene 6 kg de PET triturado.

Figura N° 6

Hojuelas de PET



Nota: Resultado de la molienda. Elaboración propia.

Tabla N°1: Datos de las hojuelas de PET

Plástico	Peso	Tamaño	Tiempo
PET	6 kg	0.5 cm	6 min 9 seg

Nota: Elaboración propia.

4. El lavado se utilizó la cantidad de $\frac{1}{2}$ kg de hojuelas de PET como muestra a seguir. En esta etapa se empleó una batea grande con los siguientes insumos:

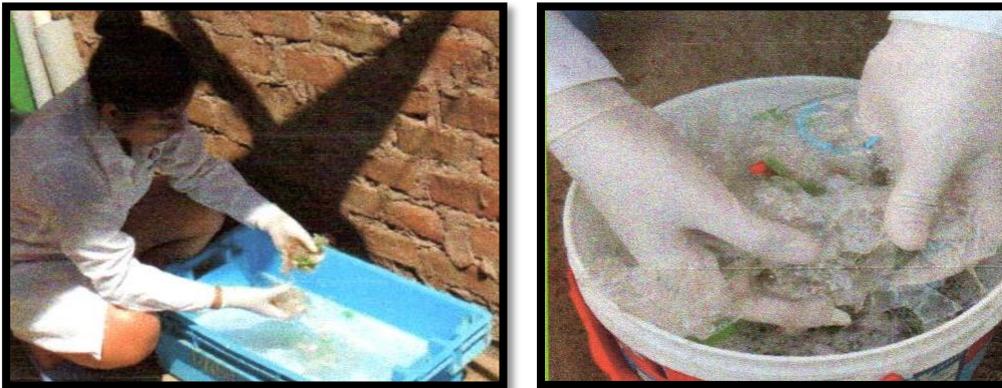
Tabla N°2: Datos de insumos para el lavado de las hojuelas de PET

Insumos	Cantidad
Agua	1 lt
Detergente Ace	30 gr
Lejía	2.5 ml
Sosa Cáustica	10 gr

Nota: Elaboración propia.

- ❖ Se emplea tensoactivos aniónicos para una limpieza más eficiente, este se emplean para la elaboración de detergentes y la función principal de estos componentes es producir una limpieza eficiente, eliminando la suciedad y protegiendo las superficies donde estos se aplican; por lo que se utilizó el detergente marca ACE por contener un 14.08 % de tensoactivo aniónico; además se empleó agua tibia y sosa caustica para una mejor efectividad de limpieza.

Figura N° 7
Lavado de hojuelas



Nota: Elaboración propia.

Una vez realizado el lavado se procede al enjuague con 3 Lt de agua para eliminar los detergentes utilizados.

Luego de culminar el enjuague, se procede a la separación de impurezas como polipropileno (residuos de tapas), papeles (etiquetas que quedaron adheridas a la botella) y/o residuos de diferencias de densidad y flotación; se extendió todas las hojuelas de PET en un recipiente para mayor comodidad del proceso.

5. Teniendo ya seleccionado por segunda vez las hojuelas de PET se deja secando a T° ambiente un promedio de 3 a 4 horas. Una vez seco el material procedemos ya al último paso que es la transformación a hilos para su posterior utilización.

Figura N° 8
Hojuelas de PET limpias



Nota: Elaboración propia.

6. Transformación a hilos PET

Es aquí donde se realiza el proceso de transformación del PET para obtener los hilos; para este proceso se empleó una extrusora casera que da lugar a poder realizarlo de forma sencilla.

Las herramientas que se empleó para la elaboración de la extrusora son los siguientes:

Tabla N°3: Herramientas para la fabricación de la extrusora casera

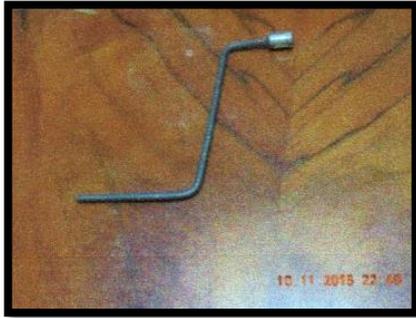
Herramientas	Unidad
Broca (sin fin) acero inoxidable	1
Acoples	4
Tapas de acero	2
Fibra de vidrio	1
Venda medica	1
Seguro	1

Pirómetro accionado a un contactor, resistencia, termocupla, interruptor de encendido	1
Tolva de acero	1
Interruptor ON OFF	1
Abrazadera metálica	1
Descripción	
Soldadura Tig	
Estante de madera	
Mano de obra del técnico eléctrico	
Ventilador	

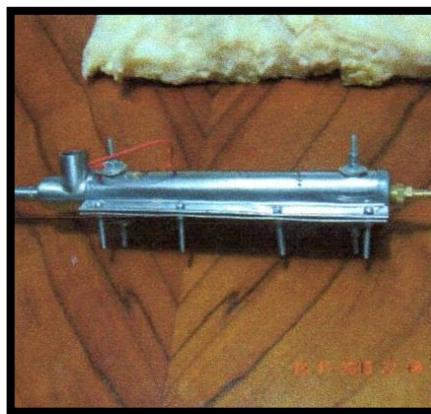
Nota: Elaboración propia.

Armado de la extrusora

1. Se armó la resistencia con el tubo de acero inoxidable (donde se soldó la tolva para adherirla) y la broca, para luego hacer las conexiones pertinentes con los interruptores para el encendido y apagado de la extrusora.
2. Se embolsó el tubo de acero inoxidable con una venda de fibra de vidrio para contener el calor (2 capas) y para ser aún más hermética se cubrió con una venda medica haciendo presión.
3. Para el manejo de la broca al interior se necesitó una manizuela de fierro para realizar el movimiento dextrógiro y así poder dar un empuje al PET una vez dentro hacia la boquilla.



4. Se coloca la extrusora en el soporte que se mandó a confeccionar en una carpintería teniendo como resultado:



Acción de la Extrusora

1. Se enciende el pirómetro accionado por un contactor subiendo de a poco la temperatura para prueba.
2. Una vez encendido la extrusora se deja calentar unos 2 min para llegar a la T° deseada de 250 °C aproximadamente. Se echa las hojuelas por la tolva de acero de la extrusora y se va realizando el movimiento dextrógiro para el transformado homogéneo del PET.



Tiempo: 20 min

Temperatura: 250 °C

3. Posteriormente se obtuvo el hilo o filamento de (1/2 cm), una vez que el hilo va saliendo se va dejando caer al agua para un enfriamiento a temperatura ambiente por 20 seg y luego se enroló en un tubo que está a una distancia de 50 cm.



Primera prueba

Color: oscuro

Olor: ninguno

Aspecto: granitos de pet

Secado: 10 seg

Prueba posterior

Color: oscuro

Olor: ninguno

Aspecto: hilo delgado

Secado: 10 seg

Tabla N°4: Datos técnico de la extrusora

Extrusora	
<i>Dimensión total</i>	
Tamaño	36 x 6 cm
Diámetro	1 pulg ½
Capacidad	½ kg

Material	Medidas
Tubo de acero inoxidable	1 pulg x 31 cm
Tolva	1 Pulg
Tople posterior	1 pulg
Broca	2.5 cm diámetro x 22 largo
Ventilador	220/240 voltios
Pirometro	0-399°C
Resistencia	700 vatios
Lana de vidrio	20 x 60 cm

Nota: Elaboración propia.

Tabla N° 5: Datos del Scrap

Propiedades del RPET	
Propiedades	Valor
Punto de fusión	250 °C
Cantidad	1 kg
Tamaño	½ cm
Forma física	Hojuelas
Resistencia	No se rompe
Densidad	1.33 1.34 g/cm ³

Nota: Elaboración propia.

Tabla N° 6: Datos de las condiciones de operación del extruido de hojuela

Mezcla	Tamaño de hojuela	RPM	T°
M1	5 mm	50	250
M2	5 mm	60	250

Nota: Elaboración propia.

Tabla N° 7: Cantidad de hilo PET por utilización

Material	Cantidad en Kg	Veces de utilización/día
Hilo PET	0.95	1
Hilo PET	4.75	5

Viabilidad

Tabla N° 8: Energía gastada

Voltaje	Energía gastada al trabajar extrusora
215 voltios	0.6 kw

Nota: Elaboración propia.

Tabla N° 9: Tiempo trabajado/extrusora

Tiempo de labor (h)	Energía (kw)	Gasto de energía eléctrica (kw/h)	Gasto en Soles S/.
3	0.6	1.8	1.29
5	0.6	3	2.16

Nota: Elaboración propia.

Nota: 1kw = 0.72 soles energía eléctrica

Tabla N° 10: Gasto de materiales / elaboración de prototipo

MATERIAL	S/.
Acero inoxidable	50.00
Broca	25.00
Acoples	34.00
Tapas	10.00
Fibra de vidrio	15.00
Ventilador	50.00
Soldadura tic	60.00
venda	4.50
Base de madera	37.00
Seguro	1.00
Pirómetro accionado a un contactor, resistencia, termocupla	350.00
Interruptor On OFF	4.50
Abrasadera	3.50

Nota: Elaboración propia.

Tabla N° 11: Costo de PET en el mercado

Botella PET (sucio)	0.70 centimos/kilo
Botella PET (limpia)	0.90 centimos/kilo
Hojuelas de PET	0.98 centimos/kilo

V. CONCLUSIONES

Las conclusiones de la investigación fueron las siguientes:

1. Se llegó a concluir que el proceso productivo se puede llevar a cabo con ayuda del flujograma y así tener plasmado cada paso a seguir.
2. Se concluyó que al obtener los hilos PET se puede realizar diferentes objetos a fines de venta o uso doméstico; ya interviene la necesidad u creatividad de cada poblador. Caso contrario se puede vender tal cual es para posteriores transformaciones de forma industrial.
3. La acción de realizar la extrusora de cero y poder tener una herramienta para obtener un producto deseado es factible en cuanto al costo, ya que solo se invierte S/.1200 nuevos soles; está al alcance de un poblador de ingresos medios o caso contrario por sector. El gasto en obtener la materia prima (botella plástica) es gratis ya que se realizará con desechos que el mismo distrito otorga. Este prototipo es para dar a conocer que si se da a gran dimensión se puede obtener respuestas positivas y sobre todo una mejor sostenibilidad.

VI. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones para futuras investigaciones son las siguientes:

El ser un equipo casero, tiene por consiguiente hacer un equipo más completo y a gran escala con mejoras en su productividad y resultados.

En nuestra ciudad el escaso reciclaje es visto a gran escala por lo que es considerada sucia y falta de gestión en cuanto al sistema municipal; con los pobladores se puede hacer un proyecto la cual intervengan cada vecino u persona que desea ser parte y así formar un acopio para una posterior economía circular.

Para obtener mejores resultados o un material más virgen se recomienda un lavado más prolijo y en cantidades mayores, para que de esta manera se pueda obtener más cantidad de PET limpio para posibles ventas a empresas que se dedican a la transformación de este material, en caso no se realice algún objeto a venta o uso doméstico.

REFERENCIAS

Toni Lodeiro 2008 *Consumir menos, vivir mejor. Ideas prácticas para un consumo más consciente. Editorial Txalaparta, España.*

Claudia María del Carmen Ceniceros González 2001 **Reciclado de polietilen tereftalato, diversas opciones.** México.

Juan Antonio Carcaga 1993 **Manejo y reciclaje de los residuos de envases y embalaje.** México.

Uriel Humberto Durán Flores 2013 **Diseño de una recicladora de Pet.** Estados Unidos.

Virginie Manuel 2011 **Los caminos del reciclaje.** España.

ANEXOS

Anexo 1: Guía de entrevista

GUIA DE ENTREVISTA

Entrevistado:

Entrevistador:

Fecha:

Lugar:

Preguntas.

1. ¿Separan los envases plásticos PET de la basura que generan en su vivienda?
2. ¿Qué hace usted con las botellas plásticas vacías?
3. ¿Usted cree que las botellas plásticas son contaminantes?
4. ¿Cuánto tiempo cree usted que tardan en degradarse una botella plástica?
5. ¿Qué tipos de productos se pueden fabricar con las botellas plásticas reciclados?
6. ¿Usted segrega o recicla?
7. ¿Cómo ayuda al medio ambiente el reciclaje del PET?