



**COMILLAS**

UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICAI

# GRADO EN INGENIERÍA DE TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

TRABAJO FIN DE GRADO

## PLANTA BÁSICA DE RECICLAJE EN LA ISLA DE BILIRÁN (FILIPINAS)

Autor: Ricardo Lalanda de la Viña

Director: Carlos Morales Polo

Madrid

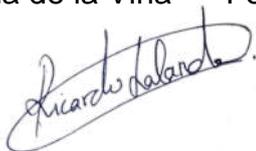
Julio de 2021



Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título  
**PLANTA BÁSICA DE RECICLAJE DE RESIDUOS EN LA ISLA DE BILIRÁN**  
(FILIPINAS)

en la ETS de Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el  
curso académico 4º es de mi autoría, original e inédito y  
no ha sido presentado con anterioridad a otros efectos. El Proyecto no es  
plagio de otro, ni total ni parcialmente y la información que ha sido tomada  
de otros documentos está debidamente referenciada.

Fdo.: Ricardo Lalanda de la Viña      Fecha: 01/ 07/ 2021



Autorizada la entrega del proyecto

**EL DIRECTOR DEL PROYECTO**



Firmado  
digitalmente por  
Carlos Morales Polo

Fdo.: Carlos Morales Polo      Fecha: 01/ 07/ 2021



**COMILLAS**

UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICAI

# GRADO EN INGENIERÍA DE TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

TRABAJO FIN DE GRADO

## PLANTA BÁSICA DE RECICLAJE EN LA ISLA DE BILIRÁN (FILIPINAS)

Autor: Ricardo Lalanda de la Viña

Director: Carlos Morales Polo

Madrid

Julio de 2021



# PLANTA BÁSICA DE RECICLAJE DE RESIDUOS EN LA ISLA DE BILIRÁN (FILIPINAS)

**Autor: Lalanda de la Viña, Ricardo.**

Director: Morales Polo, Carlos.

Entidad Colaboradora: ICAI – Universidad Pontificia Comillas

## RESUMEN DEL PROYECTO

Este proyecto recoge el estudio de la producción y comportamiento de la sociedad filipina en relación con los residuos. Como resultado, se ha propuesto la implementación de una pequeña planta básica de reciclaje que consiste en la separación de residuos para el correcto desarrollo de su tratamiento, además del aprovechamiento del plástico como materia prima en dos máquinas que consiguen un producto final.

### 1. Introducción.

Filipinas es un país del sudeste asiático que presenta graves problemas medioambientales, habiendo perdido cerca del 90% de su biodiversidad, y en donde los residuos afectan de manera directa en la vida de las personas. Diversas causas sociales, económicas y naturales dejan paso a una gestión ineficiente de los residuos, con el grave problema de poseer una economía de producción centrada puramente en bienes desechables. En los últimos años se han producido avances significativos, pero el problema que acontece sobrepasa las dimensiones de las soluciones. La situación se podría denominar de “crítica” debido al ritmo frenético del sistema productivo en comparación con la infraestructura, la gestión y la inversión económica en relación con el medioambiente.

En el caso concreto de Bilirán, perteneciente a la región VIII de Filipinas junto con Samar y Leyte (dos grandes islas que colindan a Bilirán), se ve afectada por el olvido de las administraciones al ser la isla de menor dimensión y población, careciendo de un buen sistema de gestión, vertederos sanitarios e inversión económica en infraestructura.

### 2. Definición del proyecto.

Este proyecto consiste en el estudio de la situación social-medioambiental y gestión residual en Filipinas, en donde se ha propuesto un modelo de gestión de residuos básico basado en pequeñas comunidades filipinas, centrándose más detenidamente en la zona de Bilirán, en donde se propone la instalación de una pequeña planta de reciclaje formada por dos máquinas, que además incorpora separación de residuos biodegradables, reciclables, residuales y tóxicos. Para la realización de este se han seguido una serie de objetivos:

#### Análisis de la producción y de la tipología de residuos.

- Se ha estudiado la cantidad de desechos producidos en diferentes zonas de Filipinas: urbanas y rurales.
- Se ha analizado el origen y la tipología de estos desechos.
- Se ha realizado una encuesta a la población local de Bilirán (caso de estudio de este proyecto) sobre el tipo de residuo generado.
- Estudio de una segunda vida.

#### Análisis de comportamiento de la población frente a la producción de desechos.

- Se ha realizado un estudio a través de una encuesta realizada a la población local que analiza diferentes rasgos del comportamiento social ante el reciclaje, la gestión ambiental y la actitud frente a los residuos en general.
- Se han comparado los datos con una encuesta realizada por la BIPSU.

#### Diseño de estrategia para la gestión de residuos.

- Se han estudiado las condiciones de implementación en concordancia con el marco legal de Filipinas.
- Se ha hecho un análisis de la situación de Bilirán en relación a gestión actual.
- Se ha propuesto una gestión a nivel de barangay en donde exista una recolección más controlada y una separación de residuos.

#### Diseño, ubicación y elección de maquinaria de la planta.

- Se han recogido dos máquinas previamente estudiadas en el estado del arte.
- Se ha propuesto una ubicación en el barrio de Pulang Bato.
- Se ha propuesto un diseño de operación de la planta.

Gráfico 1: Objetivos del proyecto.

### **3. Resultados**

#### **3.1 Análisis de la producción y de la tipología de residuos.**

En primer lugar, se ha realizado un análisis de la producción y la tipología de productos que acaban siendo desechados. Se han recabado datos que diferencian las zonas urbanas con las rurales, estando más afectadas las zonas urbanas como Manila. A través de datos extraídos de páginas oficiales del gobierno de Filipinas se concluye que la producción de desechos aumenta de manera lineal cada año. El origen de estos residuos tiene una procedencia doméstica del 57%, comercial del 27%, institucional del 12% e industrial del 4%.

Según las encuestas que se han realizado para el estudio de la población local los materiales que más se desechan son estos: celofán, comida, papel y cartón, y plástico. Siendo productos que se pueden destinar a una segunda vida.

#### **3.2 Análisis de comportamiento de la población frente a la producción de desechos.**

El comportamiento de la población se ha considerado uno de los puntos clave a estudiar en este proyecto debido a que supone una palanca clave en la gestión de los residuos. Se ha realizado una encuesta a la población local de Filipinas, en su mayoría gente que habita en Bilirán, dando respuesta a actitudes básicas como la costumbre de tirar la basura a los contenedores o al suelo, la segregación de materiales a la hora de tirar la basura en la vivienda, y también costumbres y facilidades relacionadas con el reciclaje en sus comunidades.

Estos datos se han comparado con una encuesta realizada por la BIPSU enfocada en el ámbito escolar, siendo coincidentes el rango de edades (de 10 a 19 años) con la encuesta que se ha realizado en este proyecto.

Como conclusión de este objetivo, se esclarece un sentimiento que da importancia a las prácticas del reciclaje, además de una creciente preocupación por la implantación de materia lectiva relacionada con el medioambiente en las escuelas. Sin embargo, se denota un sentimiento de conformidad ante el sistema de gestión.

#### **3.3 Diseño de estrategia para la gestión de residuos.**

En este punto del proyecto se ha realizado un estudio de las condiciones que debe contener el diseño de una estrategia, además de contemplar el sistema presente de gestión. Los puntos previos a la implementación son los siguientes:

- Repaso de los objetivos.
- Repaso de problemas y asuntos relativos a la implementación de una nueva estrategia.
- Seguimiento de la ley RA9003.
- Revisión de inventario.

Se ha realizado un análisis de la situación que abarca temas de base para el estudio previo a la implementación como: la localización y la población, inversión económica destinada al medioambiente y, medios disponibles para la gestión y el transporte. En donde se concluye una mejoría de la región VIII, pero un olvido desacreditado de la zona de Bilirán.

Se ha propuesto una iniciativa de gestión basada en la NSWMC con ayuda de la JICA que ha de nacer desde la colaboración ciudadana en cada barangay.



Gráfico 2: fases de seguimiento de la estrategia referida a la comunidad social.

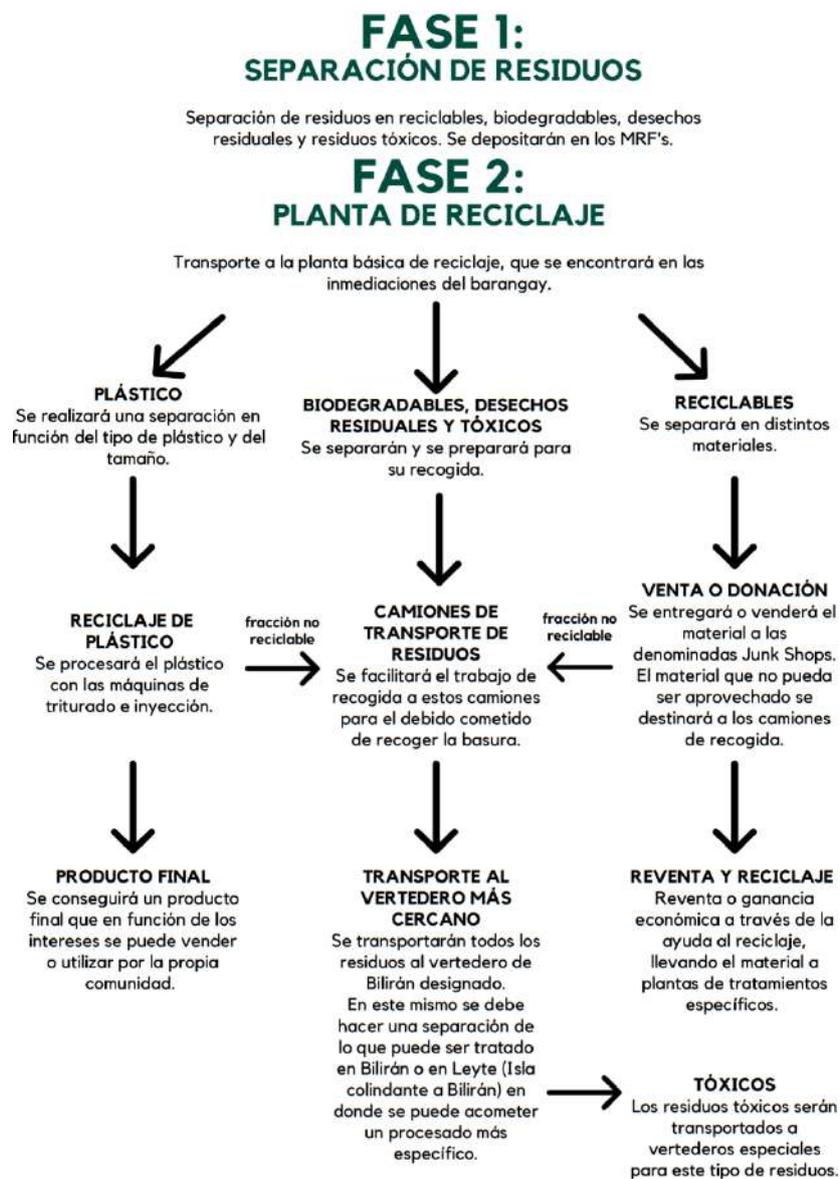


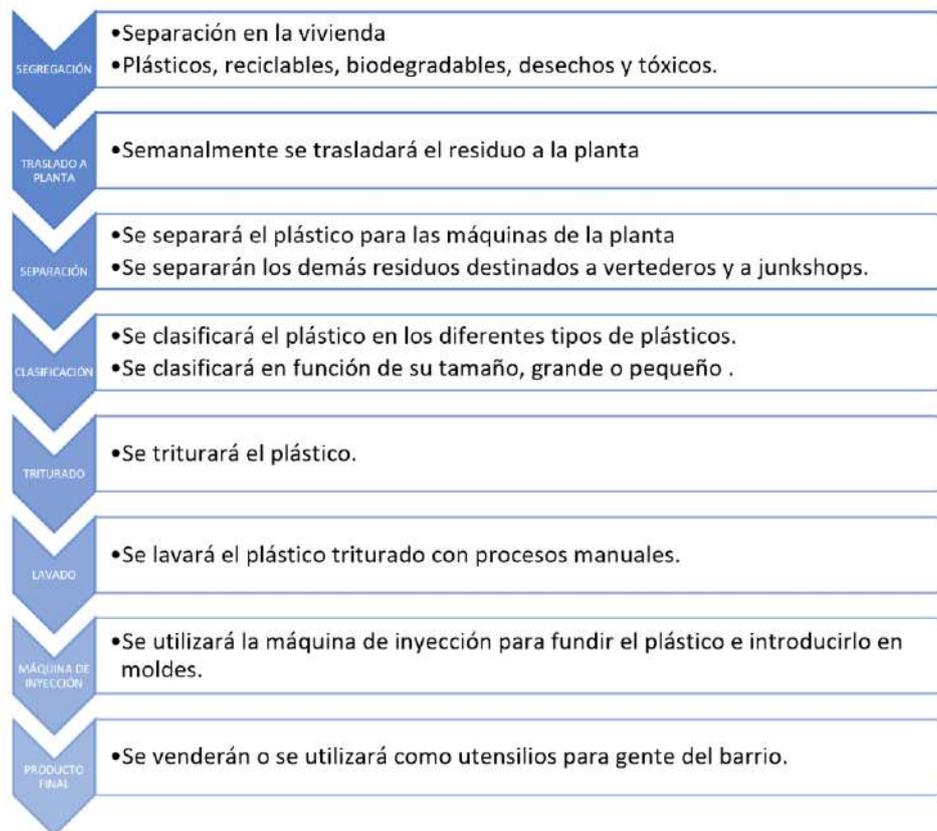
Gráfico 3: Organigrama de la estrategia.

Para concluir se ha diseñado un organigrama (gráfico 3) de la estrategia que se llevará a cabo contemplando la creación de una planta básica de reciclaje en el supuesto barangay, en este caso en Pulang Bato. La estrategia comienza en la separación desde la vivienda junto con el desechado en los MRF's, seguido de un traslado a la planta que se encontrará en las inmediaciones del barrio.

En la planta se procederá a su debido tratamiento de segregación y preparado para un transporte a vertederos facilitando así su recogida. Además, se contará con el aprovechamiento por parte de la venta o donación a las junk shops. Por último, el plástico será separado en sus diferentes tipos y tamaños para ser procesados por las máquinas de la planta.

### 3.4 Diseño, ubicación y selección de maquinaria de la planta.

En este punto del proyecto se diseña un modo de operación de la planta en donde se separan los residuos en reciclables, biodegradables, desechos residuales y tóxicos:



*Gráfico 4: Diseño del proceso de la planta.*

Las máquinas que se han seleccionado para el reciclaje de plástico en la planta son de triturado e inyección. Se ha optado por estas máquinas por el simple funcionamiento y construcción que presentan. Además, presentan un producto final que se puede vender o utilizar por la propia comunidad. Las características técnicas de las máquinas son las siguientes:



Peso	23Kg
Dimensiones	830x700x1300mm
Volumen del barril	150 cm <sup>3</sup>
Presión de inyección	45 bars
Tamaño máximo del molde	360-330mm
Voltaje	230V
Amperios	3.5A
Inyecciones por hora	10-30
Potencia nominal	800W

*Gráfico 5: Máquina de inyección y tabla de características técnicas.*



Peso	90Kg
Dimensiones	280x600x1142mm
Ancho de cuchilla	5mm, 6mm
Voltaje	380V
Amperios	5.8A
Potencia nominal	1.5kW
Momento nominal	300Nm
Velocidad de salida	70rev/min

*Gráfico 6: Máquina de triturado y tabla de características técnicas.*

#### **4. Conclusiones.**

Finalmente, se concluye un modelo de planta básica de reciclaje compuesto por dos máquinas capaces de presentar un producto que se puede utilizar como bien para la comunidad o bien ser puesto en venta y sacar beneficio económico de ello.

Además, se ha elegido una ubicación del barrio de Pulang Bato, en Bilirán, en donde conjuntamente se procederá al reciclaje del plástico, y la separación de todos los residuos que sean generados por la comunidad: biodegradables, reciclables, tóxicos y desechables. Más tarde éstos se destinarán a transporte a vertederos, venta o donación a junk shops o reciclaje en las máquinas.

Cabe destacar que este estudio se ha realizado a distancia. En el caso de haber podido realizarse un estudio de campo, el análisis, el estudio y la implementación de la planta básica conjunta con la gestión residual se podría acometer de manera más exacta. Por lo tanto, se considera este TFG como estudio en el que apoyarse para una futura implementación de la planta básica de reciclaje.

# BASIC WASTE RECYCLING PLANT IN THE ISLAND OF BILIRAN (PHILIPPINES)

**Author: Lalanda de la Viña, Ricardo.**

Supervisor: Morales Polo, Carlos.

Collaborating Entity: ICAI – Universidad Pontificia Comillas

## ABSTRACT

This project includes the study of the production and behaviour of Philippine society in relation to waste. As a result, it has been proposed the implementation of a small basic recycling plant that consists of the separation of waste for the correct development of its treatment, in addition to the use of plastic as a raw material in two machines that produce a final product.

### 1. Introduction.

The Philippines is a Southeast Asian country with serious environmental problems, having lost about 90% of its biodiversity, and where waste has a direct impact on people's lives. Various social, economic, and natural causes give way to inefficient waste management, with the serious problem of having a production economy focused purely on disposable goods. Significant progress has been made in recent years, but the problem that is occurring exceeds the dimensions of the solutions. The situation could be called "critical" due to the frenetic pace of the production system compared to the infrastructure, management, and economic investment in relation to the environment.

In the specific case of Biliran, which belongs to Region VIII of the Philippines together with Samar and Leyte (two large islands adjacent to Biliran), it is affected by the neglect of the administrations as the smallest island in size and population, lacking a good management system, sanitary landfills, and economic investment in infrastructure.

### 2. Definition of the project.

This project consists of the study of the social-environmental situation and waste management in the Philippines, where a basic waste management model has been proposed based on small Philippine communities, focusing more closely on the Biliran area, where the installation of a small recycling plant consisting of two machines is proposed, which also incorporates separation of biodegradable, recyclable, residual, and toxic waste. For the realization of this project, a series of objectives have been followed:



*Graph 1: Project objectives.*

### **3. Results.**

#### **3.1 Analysis of the production and typology of waste.**

First, an analysis was made of the production and typology of products that end up being discarded. Data was collected to differentiate between urban and rural areas, with urban areas such as Manila being more affected. Through data extracted from official pages of the Philippine government, it is concluded that the production of waste increases linearly every year. The origin of this waste is 57% domestic, 27% commercial, 12% institutional and 4% industrial.

According to the surveys carried out for the study of the local population, the most discarded materials are cellophane, food, paper and cardboard, and plastic. These are products that can be given a second life.

#### **3.2 Analysis of the population's behaviour with respect to waste production.**

The behavior of the population has been considered one of the key points to be studied in this project because it is a key lever in waste management. A survey of the local population in the Philippines, mostly people living in Biliran, has been carried out, answering basic attitudes such as the habit of throwing garbage in the garbage cans or on the ground, the segregation of materials when throwing garbage in the house, and also customs and facilities related to recycling in their communities.

These data have been compared with a survey conducted by BIPSU focused on the school environment, with the age range (from 10 to 19 years old) coinciding with the survey conducted in this project.

As a conclusion of this objective, there is a feeling that gives importance to recycling practices, as well as a growing concern for the implementation of environmental education in schools. However, there is a feeling of conformity with the management system.

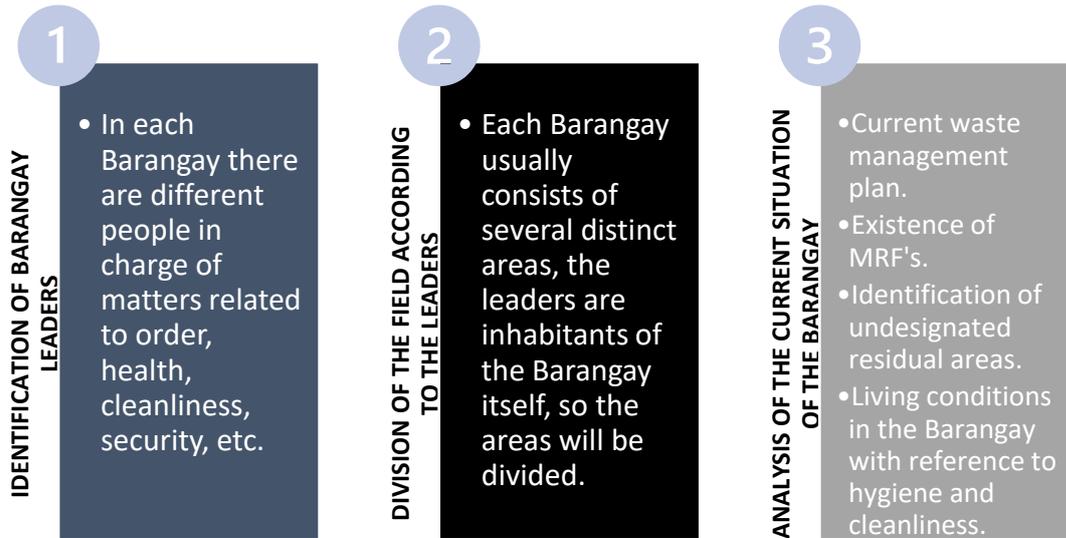
#### **3.3 Waste management strategy design.**

At this point of the project, a study has been made of the conditions that the design of a strategy must contain, in addition to contemplating the present management system. The points prior to implementation are as follows:

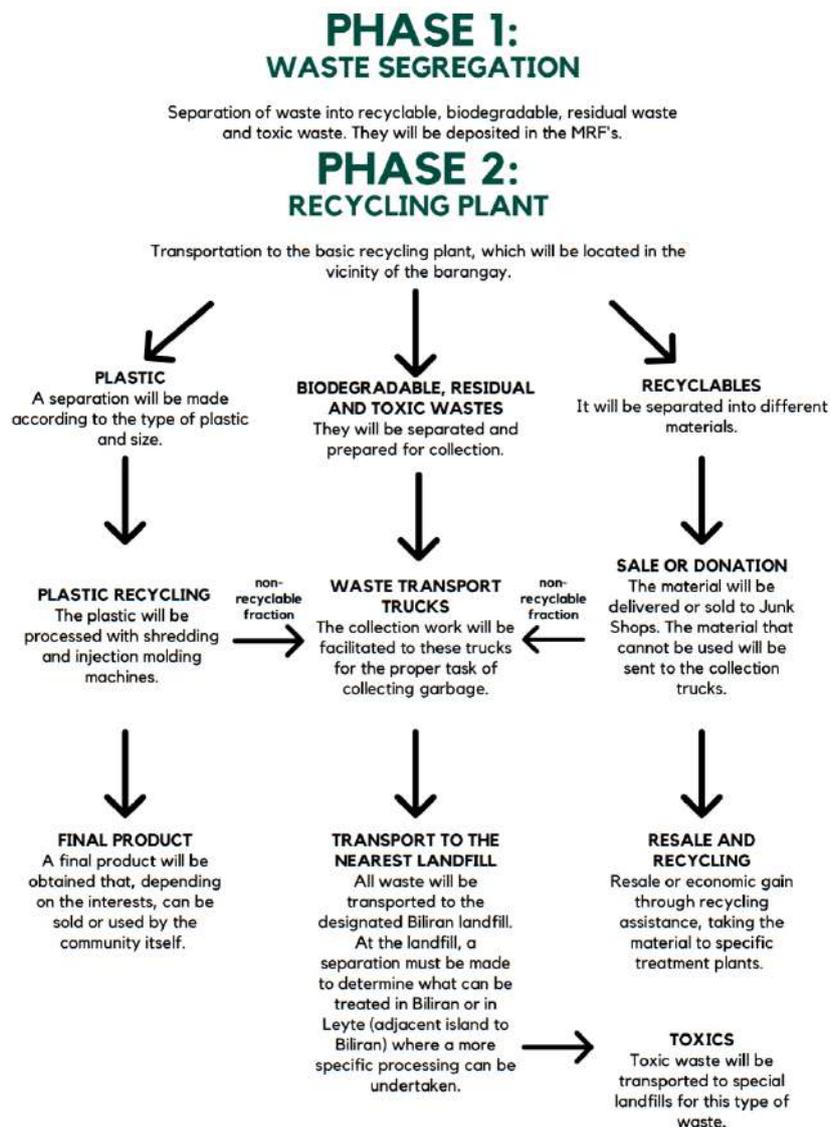
- Review of objectives.
- Review of problems and issues related to the implementation of a new strategy.
- Follow-up of RA9003.
- Inventory review.

A situation analysis has been carried out covering basic issues for the pre-implementation study such as: location and population, economic investment in the environment, and means available for management and transportation. The conclusion is an improvement of region VIII, but a discredited neglect of the Biliran area.

A management initiative based on the NSWMC with the help of JICA has been proposed to be born from the citizen collaboration in each barangay.



Graph 2: Monitoring phases of the strategy related to the social community.



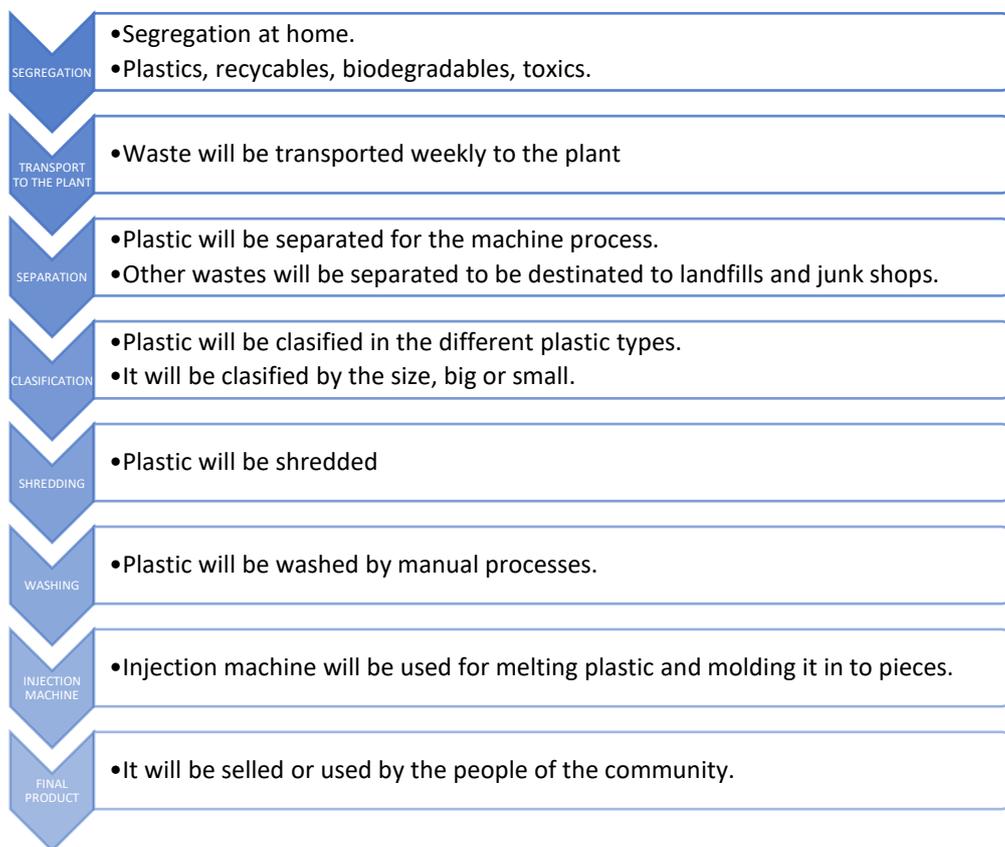
Graph 3: Strategy organization chart.

To conclude, a flow chart of the strategy to be implemented has been designed contemplating the creation of a basic recycling plant in the supposed barangay, in this case in Pulang Bato. The strategy starts with the separation from the household together with the discarded in the MRF's, followed by a transfer to the plant that will be in the vicinity of the barangay.

At the plant, it will be duly segregated and prepared for transport to landfills, thus facilitating its collection. In addition, it will be used for sale or donation to the junk shops. Finally, the plastic will be separated into its different types and sizes to be processed by the plant's machines.

### 3.4 Design, location, and selection of plant machinery.

At this point of the project, a plant operation mode is designed where waste is separated into recyclable, biodegradable, residual waste, and toxic waste:



*Graph 4: plant process design.*

The machines that have been selected for plastic recycling in the plant are shredding and injection molding machines. These machines have been chosen because of their simple operation and construction. In addition, they present a final product that can be sold or used by the community itself. The technical characteristics of the machines are as follows:



Weight	90Kg
Dimensions	280x600x1142mm
blade width	5mm, 6mm
Voltage	380V
Amps	5.8A
Nominal power	1.5kW
Nominal torque	300Nm
Output velocity	70rev/min

*Graph 5: Injection molding machine and table of technical characteristics.*



Weight	23Kg
Dimensions	830x700x1300mm
Barrel volume	150 cm <sup>3</sup>
Injection pressure	45 bars
Max size of the mold	360-330mm
Voltage	220V
Amps	2.6A
Injections per hour	10-30

*Graph 6: Shredding machine and table of technical characteristics.*

**4. Conclusions.**

Finally, a model of a basic recycling plant is concluded, consisting of two machines capable of presenting a product that can be used as a good for the community or be put on sale and make an economic profit from it.

In addition, a location has been chosen in the neighborhood of Pulang Bato, in Biliran, where plastic recycling will be carried out together with the separation of all the waste generated by the community: biodegradable, recyclable, toxic and disposable. Later these will be transported to landfills, sold, or donated to junk shops or recycled in the machines.

It should be noted that this study was conducted remotely. If a field study could have been carried out, the analysis, study, and implementation of the basic plant together with the waste management could be undertaken in a more accurate way. Therefore, this TFG is considered as a study on which to rely for a future implementation of the basic recycling plant.

*En primer lugar este trabajo se lo dedico a mis padres y a mi hermana, que con tanto amor y paciencia me han apoyado siempre en cualquier situación. Además, se lo dedico a todos los misioneros que conforman Misión Cebú, que con tanta locura han confiado en mí. También a Dianne, nuestra madre en Filipinas.*

*“¡Hagan lío!”*

PAPA FRANCISCO

*“Si no consigo barco, iré nadando”*

SAN FRANCISCO JAVIER



# Índice general

<b>1. Introducción</b>	<b>9</b>
<b>2. Estado del arte.</b>	<b>13</b>
2.1. Estrategias de gestión de residuos. . . . .	14
2.1.1. Ley de las 4 «R». . . . .	14
2.1.2. Diseño de estrategias de la UE para la gestión de residuos. . .	16
2.1.3. Estrategias exitosas de gestión. . . . .	18
2.2. Técnicas de caracterización y gestión de los residuos. . . . .	20
2.2.1. Clasificación y caracterización. . . . .	21
2.3. Ejemplos empresariales de reciclaje. . . . .	25
2.3.1. Precious Plastic. . . . .	26
2.3.2. Miniwiz. . . . .	27
2.4. Situación actual de residuos en Filipinas. . . . .	32
2.4.1. Gestión de los residuos. . . . .	33
2.5. Tipología de maquinaria. . . . .	35
2.5.1. Proceso de triturado. . . . .	35
2.5.2. Proceso de lavado. . . . .	37
2.5.3. Máquina de extrusión. . . . .	40
2.5.4. Máquina de inyección. . . . .	41

---

<b>3. Objetivos del proyecto.</b>	<b>43</b>
<b>4. Análisis de la producción y de la tipología de residuos.</b>	<b>45</b>
4.1. Producción. . . . .	45
4.2. Origen y tipología. . . . .	48
4.3. Datos de la población local. . . . .	50
4.4. Segunda vida de los residuos. . . . .	51
4.4.1. Plástico. . . . .	51
4.4.2. Comida. . . . .	53
4.4.3. Papel y cartón. . . . .	54
<b>5. Análisis de comportamiento de la población frente a la producción de desechos.</b>	<b>55</b>
5.1. Comportamiento de la población. . . . .	56
<b>6. Diseño de estrategia para la gestión de residuos.</b>	<b>65</b>
6.1. Condiciones de implementación. . . . .	66
6.2. Análisis de situación. . . . .	67
6.2.1. Localización y población. . . . .	67
6.2.2. Economía. . . . .	68
6.2.3. Medios disponibles para la gestión y el transporte. . . . .	71
6.3. Propuesta de estrategia de gestión. . . . .	73
6.3.1. Comunidad. . . . .	73
6.3.2. Concienciación de la comunidad. . . . .	73
6.3.3. Organigrama de la estrategia. . . . .	75
<b>7. Diseño, ubicación y selección de maquinaria de la planta.</b>	<b>77</b>
7.1. Diseño del proceso de la planta. . . . .	78
7.2. Clasificación del material. . . . .	78

7.3. Máquinas de reciclaje de plástico. . . . .	80
7.3.1. Lavado del plástico. . . . .	82
7.3.2. Máquina de triturado. . . . .	84
7.3.3. Máquina de inyección. . . . .	86
7.4. Ubicación. . . . .	88
<b>8. Conclusiones.</b>	<b>91</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>99</b>



# Acrónimos

*ICAI* Insitituto Católico de Artes e Industrias  
*TFG* Trabajo de Fin de Grado  
*UE* Unión Europea  
*LGU* Local Goverment Unit  
*EMB* Basura Patrol Program  
*RSU* Residuos Solidos Urbanos  
*RDF* Refuse Derived Fuel  
*PET* Tereftalato de Polietileno  
*HDPE* Polietileno de alta densidad  
*PVC* Policloruro de vinilo  
*LDPE* Polietileno de baja densidad  
*PP* Polipropileno  
*PS* Poliestireno  
*MRF* Material Recovery Facilities  
*BIPSU* Biliran Province State University  
*NSWMC* National Solid Waste Management Comission  
*NCR* National Capital Region  
*SEPO* Senate Economic Planning Office  
*JICA* Japan International Cooperation Agency  
*PENRO* Provincial Environmental and Natural Resources Officer

*SWMB* Solid Waste Management Board

*PHP* Philippine Peso

*RPM* Revoluciones por minuto

*GI* Gestión Integral

# Capítulo 1

## Introducción

Filipinas es un archipiélago de 7.107 islas, con una superficie de 298.170 km<sup>2</sup> y población de aproximadamente 101 millones de habitantes, el 13<sup>o</sup> puesto en el ranking mundial de países más habitados del mundo. El país carece de las infraestructuras necesarias para afrontar el actual crecimiento demográfico, sobre todo en zonas urbanas. El alarmante ritmo de generación de residuos, unido al problema de la ineficiencia en su gestión y a la escasez de vertederos sanitarios convierte este asunto en uno de los más urgentes desafíos del país[4]. Los idiomas oficiales son el filipino (tagalo) y el inglés. La moneda es el peso filipino (PHP). En su mayoría la población es católica y su sistema político se basa en una república democrática muy semejante a Estados Unidos. Geográficamente, Filipinas se sitúa en el Anillo de Fuego del Pacífico, zona con mayor intensidad sísmica del planeta que consta de una vegetación tropical[22].

La historia está escrita desde la llegada de los españoles 1565, aunque anterior a esto este archipiélago poseía historia y cultura que proviene de otros países que tenían contacto con las islas debido al comercio. La colonización de Filipinas trajo con sí un enclave comercial importantísimo en el Océano Pacífico. Con los

años, países como Japón, Corea del Sur, Canadá han terminado comercializando con residuos, que terminan en Filipinas debido a la necesidad de crear negocio sin control[14].

La presencia española en Filipinas duró tres siglos aproximadamente. En 1896, comenzó la independencia de Filipinas, aunque finalmente se terminó con la cesión de Filipinas a Estados Unidos[14].

Después de trágicos eventos, el principal objetivo de Estados Unidos fue la reeducación. Hecho que causó mucha influencia y se tradujo en una época crecimiento social para los filipinos, concluyendo con la independencia del pueblo filipino en el año 1945. Durante esta etapa de la historia las relaciones comerciales entre Estados Unidos y Filipinas crecieron enormemente, introduciendo consigo la industria y comercio libre. A raíz de este incremento, la contaminación residual ha crecido exponencialmente en prácticamente todo Filipinas[14].

En la actualidad, Filipinas se encuentra en desarrollo económico, aunque un cuarto de su población vive por debajo del umbral de pobreza, hecho que incrementa la generación de residuos y la falta de conciencia sobre este problema global[13]. Al tratarse de una población con prioridades de supervivencia mayores a las medio ambientales es aprovechada por grandes empresas que se basan en la “economía del sobre” [11], siendo un modelo económico en dónde grandes multinacionales promocionan sus productos dosis individuales, generando grandísimas cantidades de residuos per cápita (0,7 kg per cápita de basura diarios en Manila y 0,4 Kg per cápita en las zonas rurales)[4]. Toda la riqueza se reparte en familias que adquirieron su poder en la época de los españoles[14]. La pandemia del COVID-19 está causando un gravísimo impacto en la sociedad y la economía, creando millones de

nuevos pobres[6].

Todas las relaciones comerciales dejan un panorama descontrolado en relación con el medio ambiente. Gran cantidad de cuestiones medio ambientales necesitan ser tratadas: el transporte, la minería, la deforestación, el turismo, etc. Filipinas se encuentra entre los países con más riesgo de sufrir el cambio climático, siendo víctima constante de desastres naturales. Desde 1951, con el aumento de la industrialización y exportación, se han registrado cambios permanentes en el clima[8].

Desafortunadamente, el panorama socioeconómico impide mejorar el medio ambiente. La industria maderera supone la causa de la desaparición de más del 90 % de la biodiversidad, además de ser Filipinas el mayor productor exportador mundial de mineral, destruyendo las zonas rurales en donde “nada vuelve a crecer”. “La economía del sobre”, anteriormente mencionada, causa una desmesurada producción de residuos plásticos en todas las zonas del país. La contaminación del agua relacionada con la industria pesquera y el turismo acarrea problemas de salud a la población, dado que se carece de sistemas de saneamiento y agua potable[8].

Con proyecciones a 2050 de un aumento de 50 millones de habitantes en su población, Filipinas anhela un cambio en su economía y sociedad con fines de prosperidad en donde el gobierno plantea estos objetivos, reforzándose la implementación de la RA9003, conocida como: “The Ecological Solid Waste Management Act of 2000”, basada en cuatro pilares:[17]:

- Promover educación medioambiental y, aumentar la preocupación por los residuos y los residuos sólidos en el país.
- Movilizar a todos los sectores de la sociedad para participar en actividades de limpieza.

- Reforzar a los LGUs hasta el nivel de los Barangays (barrios) en la segregación y colecta de residuos sólidos.
- Reforzar los sistemas ya existentes EMB.

Con este TFG se pretende aportar una pequeña solución del tamaño de una gota en un océano de problemas, donde la acción contra estos problemas es determinante para el futuro de este país. En Bilirán, donde se llevará a cabo este TFG se busca transformar la mentalidad de los lugareños causada por la poca educación sobre este problema, reducir la generación de residuos agravada por la “economía del sobre”, además de suplir la inexistencia de vertederos y reducir la incineración, y enterramiento de basuras en playas, tratando de mejorar la biodiversidad. Por último, se pretende encontrar una segunda vida a los materiales residuales.

# Capítulo 2

## Estado del arte.

La evolución histórica de la gestión residual es importante para poder entender en que punto se encuentra nuestra actualidad. En el pasado, todo residuo se consideraba como materia prima de única determinación: basura. El vertedero o la eliminación eran su único final. A medida que la sociedad mundial comienza a generar productos desechables en exceso se reconsidera la gestión, y se evoluciona hacia una separación del material desechado. En España se incorpora esta ley en 2004[21]. En Filipinas se comienza con la ley “The Ecological Solid Waste Management Act of 2000”. En la actualidad, se implementa un tratamiento integral: el residuo se traslada a plantas de tratamiento tras su previa clasificación. Para el futuro, se habla de “economía circular”: *“siendo una nueva forma de crear valor y, en última instancia, prosperidad, mediante la extensión de la vida útil del producto y la reubicación de los desechos desde el final de la cadena de suministro hasta el principio; utilizando los recursos de manera más eficiente usándolos más de una vez”* [7].



Imagen. 2.1: Comparación de economía circular con economía lineal, extraído de [United Nations Industrial Development Organization](#)

## 2.1. Estrategias de gestión de residuos.

### 2.1.1. Ley de las 4 «R».

Toda estrategia de gestión se debe diseñar según criterios de eficacia y, cambios en el hábito y comportamiento del usuario. Se debe prever una generación en el origen y, se debe realizar una colección selectiva del residuo, junto con una preparación para el correcto tratamiento. Se puede realizar según la “Ley de las 4 «R»” [21]:

#### Reducción en el origen.

Este apartado implica la disminución de la cantidad y el volumen de generación residual, reduciéndose los riesgos nocivos del material derivado del residuo. Para lograrse se deben modificar:

- Los procesos de producción, con proyección hacia tecnologías más limpias y eficientes.
- Elección de nuevos componentes y transformación de materias primas.

- Concienciación de usuarios.

### **Reutilización.**

Este apartado implica una disminución de la producción residual, de modo que el producto se pueda recuperar y, tenga de nuevo salida en la producción y el consumo. Para conseguirlo se han de cambiar:

- Los procesos productivos, aplicándose nuevas estrategias de trabajo.
- La concienciación social supone una pieza fundamental. Campañas de concienciación con el principal objetivo de dar un segundo uso a los objetos que se van a desechar.

### **Reciclaje.**

Este apartado se implica en la recuperación de determinada materia prima, mediante procesos y tratamientos. Consiste en una cadena circular en donde los materiales que se han utilizado para determinados productos sirvan de nuevo para la creación de nuevos bienes.

Esto se hace realidad gracias a la construcción de infraestructura específica para esta práctica, como por ejemplo: el reciclaje de cartón, dándole una nueva vida evitándose su incineración.

### **Recuperación.**

Este apartado implica la extracción de determinadas sustancias o recursos residuales aprovechables, además de derivados del subproducto. Se pretende un uso distinto al original. Se logra mediante nueva infraestructura y nuevas plantas de producción, también se usa la incineración.

### 2.1.2. Diseño de estrategias de la UE para la gestión de residuos.

Desde la UE se han establecido estrategias para la gestión de residuos, basándose en una pirámide de prioridades. En la siguiente imagen se puede observar la implicación por parte del usuario y de los gestores[21].



Imagen. 2.2: Pirámide de prioridades UE, extraído de la [Universidad Pontificia Comillas](#)

#### Prevención.

El primer paso se centra en la minimización de desechos mediante el uso de tecnologías verdes. Siendo utilizados productos limpios que minimizan el impacto contra el medioambiente, gracias a los cuales se prescinde de procesos de fabricación y hacen de su eliminación más sencilla.

#### Reciclaje y reutilización.

En el segundo paso se pretende reutilizar componentes o productos enteros, además de una integración del reciclaje de materiales. Se pretende recuperar materias primas y aprovechar la energía de los procesos. Se debe expandir la práctica

del reciclaje: proporcionando nuevas técnicas, optimizando la recogida y clasificación de los residuos, bajando los costes de reutilización y reciclaje, facilitando su salida al mercado.

### **Optimización de la eliminación final.**

Este apartado se centra en el destino final de los residuos. Se requerirá una eliminación en vertederos donde los residuos estén controlados, se incinerará la fracción no recuperable por las anteriores estrategias, esto debe llevar incorporado una adecuada gestión de cenizas y demás compuestos generados, de modo que puedan suponer una recuperación energética.

### **Regulación del transporte.**

Este paso se centra en la regulación del transporte, eslabón fundamental de la cadena, en donde se debe proporcionar un modo de transportar residuos barato y, que posea todas las medidas de seguridad correspondientes.

### **Acciones correctivas para espacios y suelos contaminados.**

Este punto se centra en la recuperación y enmienda de errores cometidos en el vertido realizado en el pasado. Se trata de recuperar y sanar los espacios contaminados, además de controlar vertidos accidentales.

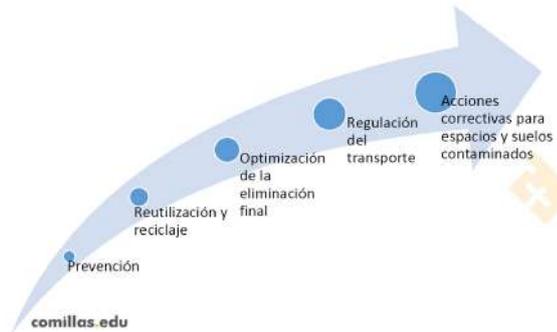


Imagen. 2.3: Flecha de diseño en cadena, extraído de [Universidad Pontificia de Comillas](http://www.comillas.edu)

### 2.1.3. Estrategias exitosas de gestión.

El problema de la gestión residual no solo se encuentra en países subdesarrollados, como es el caso de Filipinas. Todos los países del planeta han de enfrentarse a este reto que el desarrollo económico, social e industrial ha traído al mundo.

Muchos países han actuado de manera precoz ante la producción y gestión de los residuos. A pesar de la existencia de excelentes modelos, para algunos países ya se hace tarde, y esto supone un riesgo grandísimo que puede causar daños irreversibles en el planeta, y afectarán de manera directa al ser humano que vive en una zona afectada o no.

#### **Suiza.**

Suiza está situado entre los primeros en el ranking de países que más reciclan del mundo, con una tasa de reciclaje de más del 50 % en recuperación de desechos. También existen otros ejemplos en Europa como: Austria con un 63 %, Alemania, Bélgica, Países Bajos...

En Suiza se utiliza la “Ley de las 4 «R»”, empezando por el origen, tirar basura en Suiza cuesta dinero, pero reciclar sale gratis, lo que hace que la población tire menos basura y recicle más. Además, para Suiza, reciclar no supone solamente una

ayuda para el medioambiente, además es clave para incentivar la economía, dado que la basura ha de ir en bolsas estipuladas por el gobierno con un precio del cual se obtiene beneficio.

Se trata de una sociedad que se ha ido concienciando. Esto se puede observar en la gestión utilizada para el transporte de residuos: los camiones pasan determinadas veces al mes por cada vivienda, y recogen en cada vez diferentes tipos de residuos: cartón, vidrio, plástico, etc. Además, otros productos han de ser devueltos a los supermercados, fomentando la reutilización. *”Suiza, en definitiva, es un país que reduce, recicla, reutiliza y recupera su basura”*[10].

### **Taiwán.**

Cuando se piensa en Asia, solo cabe imaginar grandes problemas de gestión residual, pero existen países que rompen esa regla adoptando las medidas más exitosas de reciclaje, como Taiwán, anteriormente llamada “isla de basura”. En 1993, solo el 70 % de la basura era recogida, y nada era reciclado. A mediados de los 90, dos tercios de los vertederos estaban repletos, significado de serios problemas.

El gobierno adoptó medidas que involucraban a los ciudadanos y a las manufactureras para reducir la generación de residuos, y además de implementó 12 incineradoras.

Su sistema se centra en una elaborada estrategia, en donde las compañías tratan sus propios residuos o pagan un impuesto dedicado a la construcción de infraestructura para la gestión de residuos, y los ciudadanos han de poner sus residuos mixtos en bolsas de plástico aprobadas por el gobierno, por el contrario, los residuos que provengan de materiales reciclados pueden ir en cualquier tipo de bolsa.

La recogida de residuos es como un ritual para la comunidad, en donde camiones amarillos que recogen basura general pasan dos veces al día, seguidos de un camión más pequeño que se encarga de recolectar los residuos que provienen de materiales

reciclados, todo esto, mientras se escucha música clásica, siendo indicador para los taiwaneses del deber de ir a depositar sus residuos.

## **2.2. Técnicas de caracterización y gestión de los residuos.**

Los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) son generados en zonas urbanas debido a las actividades domésticas propias de cada vivienda, además de los generados por los servicios de la sociedad y el tráfico viario. La generación de residuos se considera inevitable, y actualmente está en crecimiento. En su mayoría se habla de productos de poca duración, como embalajes, envoltorios, envases. La preocupación aumenta y es de vital importancia pensar en soluciones:

- Prevención desde el origen, creando productos que duren más y que se diseñen específicamente para luego ser reciclados.
- Trata de residuos de manera eficiente, siendo fácil su incorporación en los ciclos naturales.
- Rediseñar el marco legal y fiscal, pieza fundamental que insta a la obligación de un cambio.

Un punto clave es analizar su producción, fijando diversos factores relacionados con: la composición y cantidad variable y heterogénea. Estos son dependientes del nivel de vida de los habitantes de la zona en donde se generen residuos, la localización y las costumbres, las variaciones temporales y la distinción de la generación en las diferentes estaciones.

Cualitativos		Origen
Composición	Inflamabilidad	Volumen
Concentración de orgánicos	Zonificación	Producción per cápita
Porosidad	Reciclabilidad	Concentración y % de las fracciones que los integran
Densidad	Putrescibilidad	Toxicidad
Peso específico	Biodegradabilidad	Manejabilidad
Humedad	Reactividad	Producción de olores
Olor	Compresibilidad	
Solubilidad	Ratio C/N	
Volatilidad	Poder calorífico	

Cuadro 2.1: Parámetros para definir las características de los RSU

### 2.2.1. Clasificación y caracterización.

Este apartado es de suma importancia para trazar el tratamiento y la vida final que debe recibir un residuo, considerándose lo más trascendente en la gestión de proyectos.

#### Caracterización.

1. Composición: se parte de la base que los residuos están compuestos por gran diversidad de materiales, siendo estos muy variables, pero cabe destacar que se encuentra similitud entre residuos de diferentes ciudades. Muestran heterogeneidad, pero a la vez homogeneidad. Se podrían caracterizar en: materia orgánica fermentable, residuos de jardinería o poda, papel y cartón, vidrios, plásticos, textiles, metales, voluminosos, escombros, peligrosos, etc.
2. Densidad: es un factor trascendental dado que aporta conocimiento sobre los medios de transporte, posible recuperación y dimensionado, en función de la materia prima a tratar. Un ejemplo claro es el vidrio, de gran densidad, fácil recuperación, por lo que se considera hacer recogida selectiva de este

material.

3. Poder calorífico: una gran parte de los residuos terminan no siendo aprovechados para su reutilización o reciclaje, entonces se recurre a la incineración, en donde es interesante estudiar su poder calorífico, aprovechándose su potencial energético. De los residuos se necesita caracterizar:

- Un análisis físico de la humedad, de los sólidos totales y volátiles, de las cenizas y del carbón fijo.
- Estudiar el punto de fusión de la ceniza.
- Realizar un análisis elemental de contenidos químicos (C, H, N, O y S), además de los halógenos con el objetivo final de definir una fórmula química y ratio C/N.
- Definir el “contenido energético” evaluando la cantidad de materia orgánica fermentable, midiendo la cantidad de inertes y cenizas, y la cantidad de materia combustible del RDF (Refuse Derived Fuel - Fracción no reciclable del rechazo). Se pueden determinar las siguientes fórmulas de contenido en % en peso a partir de la composición química:

$$\frac{kJ}{kg}[RSU]_{bs} = 80,56 \cdot C + 338,9 \cdot \left(H_2 - \frac{O_2}{8}\right) + 22,22 \cdot S + 5,56 \cdot N \quad (2.1)$$

$$\frac{kJ}{kg}[RSU]_{bs} = \frac{kJ}{kg}[RSU]_{bs} \cdot \frac{100 - w\%}{100} \quad (2.2)$$

4. Medición de la humedad, factor muy variable debido a las estaciones, zonificación e influencia de residuos orgánicos.
5. Caracterización del ratio C/N: capacidad de conversión en combustible/ capacidad de conversión en abono orgánico.

6. Biodegradabilidad (Fracción biodegradable de los RSU) de los residuos, analizando los constituyentes solubles en agua, la hemicelulosa, la celulosa, las grasas, aceites y ceras, la lignina, la lignocelulosa, las proteínas...

$$FB = f(SV) = 0,83 - 0,028 \cdot \%lignina_{bs} \quad (2.3)$$

7. Análisis de la producción de olores, en concreto el azufre, que surge de la descomposición de residuos con contenido en azufre, emitiendo vapores malolientes y desagradables, como el metilmercaptano y el ácido aminobutírico. Este factor se asocia a la temperatura y composición de los residuos.

### Gestión integral.

La gestión integral de los residuos se realiza con el fin de establecer una cadena de operaciones en donde los residuos serán tratados en concordancia con la salud del medioambiente y la sociedad, en la cual íntegramente se estudian sus características, su volumen, procedencia, el coste de tratamiento, la posible recuperación y vuelta a la comercialización, siempre respetando los marcos administrativos y legales. Existen 4 fases:



Imagen. 2.4: Fases de la GI de los RSU, extraído de

[Universidad Pontificia Comillas](#)

1. Pre-recogida: los residuos producidos se pueden depositar de diversas maneras, que cada comunidad se organiza para una posterior recogida y transporte. Los más comunes son las bolsas o sacos desechables, los cubos de basura, contenedores de pequeña, mediana y gran capacidad y clasificadores de recogida selectiva.
2. Recogida y transporte: supone un elemento fundamental a estudiar de la cadena, ya que se gasta en torno al 70% - 90% del coste total. Aspectos para considerar:
  - a) Se deben respetar ciertos diseños de recogida como las características del residuo, la variación estacional en cuanto a la cantidad, la infraestructura urbana, el trayecto a los centros de tratamiento o eliminación y normalización de contenedores.
  - b) Las formas más típicas de recogida son: de puerta en puerta utilizando camiones transportadores o con camiones recolectores, recogida mecanizada de contenedores o mecanizada de clasificadores y recogida neumática.
  - c) Recogida selectiva de residuos, en donde ya habiéndose clasificado se realiza la recogida. Para este apartado se requiere concienciación ciudadana a la hora de separar residuos.
  - d) Construcción de infraestructura destinada a la transferencia de residuos. Esto es debido a la necesidad de transportar residuos a lugares más lejanos.
3. Tratamiento: una vez depositados los residuos tras la recogida, es necesario un tratamiento que puede ser de aprovechamiento o eliminación:
  - El tratamiento de aprovechamiento involucra el compostaje, el reciclado

de materiales y la valorización, además cabe hablar de la incineración.

Estas prácticas tienen ventajas e inconvenientes:

- **Ventajas:** supone un ahorro de materias primas, emisiones y energía, se ahorra espacio en vertederos, aprobado socialmente, reducción de efluentes. Respecto a la incineración, se produce una alta recuperación energética junto con un ahorro de espacio en vertederos.
  - **Inconvenientes:** se producen gastos energéticos en el tratamiento de transformaciones, emisiones de gases nocivos, problemas en el origen debido a la comercialización, material reciclado o compost, baja eficiencia en algunos casos...Respecto a la incineración, se generan cenizas, se emiten vapores nocivos, supone una elevada inversión y no está bien visto socialmente.
- La eliminación consiste en el vertido de residuos. Esta práctica también tiene consecuencias negativas y positivas:
- **Ventajas:** supone consumos energéticos muy pequeños, baja inversión económica y existe una posibilidad de recuperación energética del metano.
  - **Inconvenientes:** contaminación de suelos junto con la generación de malos olores, emisiones nocivas, se producen problemas estructurales y socialmente son despreciados.

### **2.3. Ejemplos empresariales de reciclaje.**

Las empresas tienen un papel fundamental en la cadena de reciclaje. Un buen modelo empresarial enfocado en la “economía circular” es lo que puede hacer que los problemas de la gestión residual sean reducidos aún más desde su propio origen,

la empresa que manufactura. En este apartado se hablará de modelos empresariales que directamente basan su función en el reciclaje y aprovechamiento de residuos.

### 2.3.1. Precious Plastic.

En Países Bajos, se encuentra Precious Plastic, un proyecto que nace en la Design Academy of Eindhoven que consiste en la construcción de maquinaria fácil de montar y simple de utilizar, destinada al reciclaje de plástico. A parte de vender productos fabricados con materias primas recicladas, comparten la información necesaria para que cualquier individuo pueda construir la maquinaria. En su página [web](#) se pueden encontrar breves explicaciones de la máquinas, su información técnica, modelos 3D, herramientas y habilidades requeridas.

Los diferentes elementos que compone el sistema de reciclaje son<sup>[15]</sup>:

- Trituradora: se encarga de trituración del plástico en pequeñas lascas. Se utiliza el material en este estado físico, para posteriormente ser fundido.
- Extrusión: en esta máquina insertaremos el plástico que sale de la trituradora, para ser fundido y convertido en filamento.
- Máquina de inyección: consiste en la fundición del plástico que posteriormente se fundirá en moldes para conseguir objetos.
- Prensa de hojas: consiste en un sistema de prensado, diseñado para poder hacer plantillas.
- Máquina de compresión: se trata de un horno que puede comprimir el plástico para poder hacerse más compacto.

En la actualidad consta de una red global de gente que ha utilizado este material para reciclar en sus pequeñas comunidades, aunque se cree que el proyecto ha

crecido de manera muy extendida sin tener constancia de ello. Este proyecto ha sido muy valorado, siendo una mezcla perfecta entre impacto y sencillez. Una solución de “andar por casa” que ha revolucionado el mundo del reciclaje.



Imagen. 2.5: Logo de Precious Plastic, extraído de [Precious Plastic](#)

### 2.3.2. Miniwiz.

En Taiwán encontramos, junto a su exitoso sistema de recogida de basuras a [Miniwiz](#), una empresa revolucionaria encargada del reciclaje de residuos. Fue fundada en 2005 y en solo 10 años ha conseguido la aprobación como tecnológicamente pionera en “Energía/ Medioambiente/ Infraestructura”.



Imagen. 2.6: Logo de Miniwiz, extraído de [Trashpresso by Miniwiz](#)

El objetivo de esta empresa es convertir los residuos del consumidor en materiales de alta calidad. Ellos creen que *“todo lo que uno se pueda imaginar puede hacerse con basura”* [20] consiguiendo una economía circular real. Los diseñadores de Miniwiz han inventado alrededor de 1200 materiales sostenibles [12].

Miniwiz cuenta con un laboratorio destinado únicamente al estudio de esta materia prima: los residuos. *“TRASHLAB es el lugar donde cocinamos milagros con materiales todos los días, explorando cientos de fórmulas antes de encontrar los mejores resultados de rendimiento. Inventar nueva maquinaria, imaginar nuevas técnicas y tratamientos moleculares son parte de nuestra rutina diaria que refleja nuestro compromiso incansable con nuestro objetivo: crear una economía verdaderamente circular. Y lo más importante, todo está libre de toxicidad y se puede reciclar de nuevo.”* [18]

Miniwiz involucra toda su investigación y fabricación en: arquitectura, piezas de construcción, re-materiales, bienes para usuarios y muebles. Pero, uno de sus proyectos más fascinantes es la TRASHPRESSO.

## TRASHPRESSO.

El **TRASHPRESSO** es una línea de reciclaje de residuos sólidos, donde se transforman residuos plásticos en materiales de construcción de bajo coste, como losas.

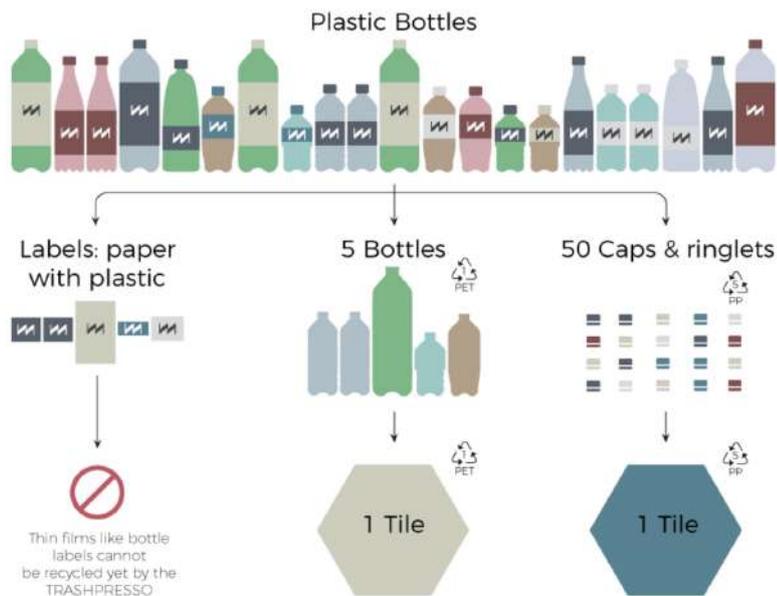


Imagen. 2.7: Idea de reciclaje, extraído de [Trashpresso by Miniwiz](#)

Las losas que se producen constan de versatilidad y resistencia, siendo útiles para muchas aplicaciones. Se pueden modelar a partir de ciclos incorporados en la trashpresso como: hilado, inyección o extrusión. La trashpresso es capaz de reciclar polímeros en termoplásticos con un punto de fusión más bajo que el de combustión[19].

En la actualidad existen dos Trashpressos construidas para el reciclaje de plásticos: The Asiatic Recycler x Jackie Chan y The European Recycler. Ambas plantas constan de[19]:

- Trituradora: destruye la basura en copos minúsculos que facilitarán la lim-

pieza y la efectividad del proceso.

- Lavadora: limpia el material, eliminando impurezas adheridas al material.
- Deshumidificador: seca el agua que queda en los copos tras la limpieza.
- Tuberías: sistema de tuberías para transportar el agua sucia y limpia.
- Secadora: reduce la humedad al mínimo para asegurar máxima calidad en el producto final.
- Bancada de trabajo: de forma manual se colocarán los copos secos en los moldes elegidos.
- Tanques de agua: depósitos de agua utilizada para el proceso.
- Estación eléctrica: instrumento diseñado para el control electrónico de toda la planta.
- Horno: los copos se derretirán en los moldes, convirtiéndose en losas.
- Filtro de aire: el material utilizado puede producir gases tóxicos, que con el filtro de aire se asegura la prevención de su exposición.
- Filtro de agua: toda el agua utilizada en el proceso se limpia para reducir la huella de agua contaminada.

1. The Asiatic Recycler x Jackie Chan.

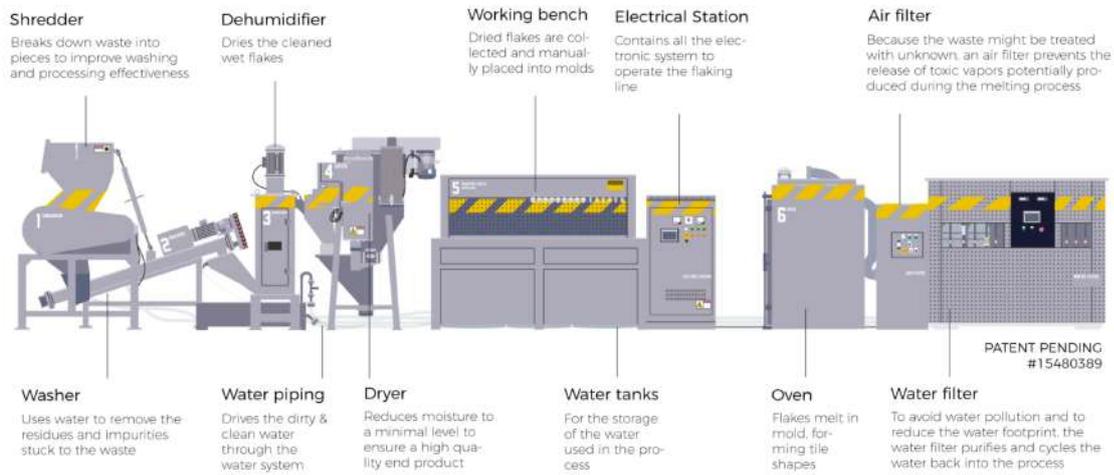


Imagen. 2.8: The Asiatic Recycler x Jackie Chan, extraído de [Trashpresso by Miniwiz](#)

2. The European Recycler.

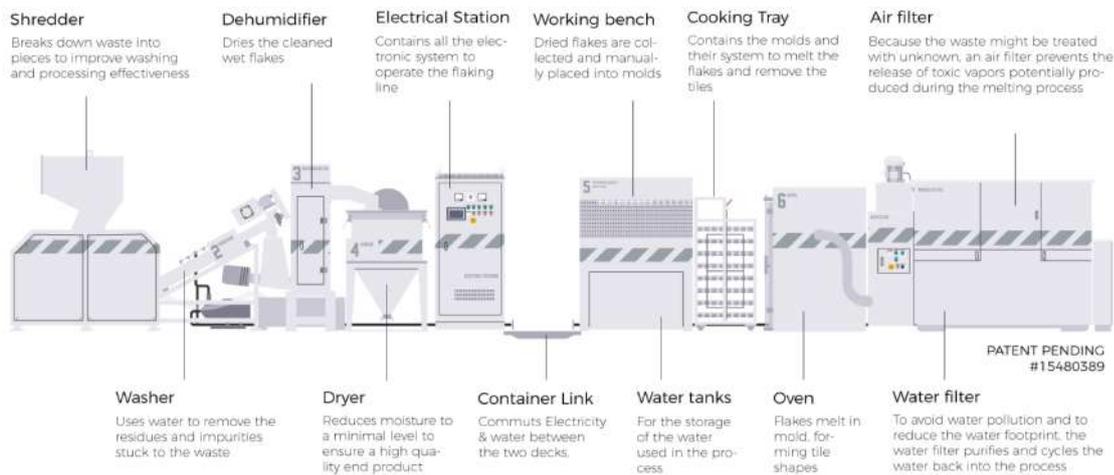


Imagen. 2.9: The European Recycler, extraído de [Trashpresso by Miniwiz](#)

## 2.4. Situación actual de residuos en Filipinas.

Manila, capital de Filipinas, se producen 0,77Kg/habitante al día de basura: residuos alimenticios, de cocina, papeles botellas PET, metales, latas, cajas de cartón, botellas de vidrio, celofanes/plásticos, residuos de jardín. La basura es recogida dos veces al día, y depositada en vertederos.

A pesar de la recogida, realmente existe gran parte de la población que desecha los residuos en cualquier lugar de la calle. En Manila las madres y ayudantes domésticos son los que deben gestionar los residuos, además de los llamados “scavengers”, personas que se dedican a la búsqueda de residuos reciclables en vertederos para poder pagar las comidas del día.

Estas prácticas ponen en riesgo la salud en sus vidas, y junto con la pandemia la situación está degenerando estas zonas, en concreto la llamada Metro-Manila.

A continuación, se muestra la composición principal de los residuos domésticos y urbanos.

Tipo de residuo	Porcentaje(%)
Comida/residuos de cocina	39
Campo	13
Papeles y cartones	11
Latas/metales	4
Botellas/vidrios	8
Botellas PET	21
Plástico/celofán	2
Pañales/servilletas	2

Cuadro 2.2: Composición de los residuos domésticos sólidos generados.

Residuos	Metro manila( %)	Media de Filipinas( %)
Residuos de cocina	33	45.4
Campo/madera	17	11.3
Papeles y cartones	12	16.8
Metal	5	5.2
Plástico	25	15.6
Otros	8	5.7

Cuadro 2.3: Composición de los residuos municipales generados.

### 2.4.1. Gestión de los residuos.

Los vertederos sanitarios están permitidos en Filipinas, aunque la práctica de los vertederos abiertos está muy extendida, junto con la práctica de la incineración al aire libre. Los vertederos abiertos generan todo tipo de problemas como ratas, mosquitos, moscas, cucarachas, organismos portadores de enfermedades, malos olores, y causan polución del aire y del agua. Todos los siguientes apartados se sujetan ante la ley RA9003 *The Ecological Solid Waste Management Act of 2000*

- Reducción en el origen: esta reducción debe adecuarse a los programas de cada LGU (gobiernos locales), junto con el reciclaje y el compostaje (apartado 20 de la ley RA9003). Deben incluirse estrategias, programas e incentivos económicos (según el apartado 45 de la RA9003), instando a la reducción de materiales no reciclables, reducir la paquetería y hacer uso eficiente del papel, cartón, vidrio, metal, y demás materiales.
- Reciclaje: este apartado debe también incluirse en las administraciones de los gobiernos locales. Además, las estrategias de colección, tratamiento, marketing y venta de los productos reciclados se deben tomar en cuenta por las

industrias y los generadores de residuos. Los LGU deben incorporar las siguientes medidas:

1. Tipo y cantidad de material reciclado.
  2. Segregación y recuperación de diferentes tipos de materiales reciclados, reutilizados y de compostaje.
  3. Localización de las estaciones en donde se realice el recuperado del material, MRFs (Material Recovery Facilities): descripción de sus actividades, número de trabajadores, etc.
  4. Métodos de clasificación de residuos para ser posteriormente diversificados en el reciclaje.
  5. Educación y campañas públicas dirigidas a las actividades del reciclaje.
- Compostaje: los LGU deben incorporar diferentes elementos de compostaje:
    1. Tipo de material compostado.
    2. Métodos de procesamiento de compostaje a diferentes niveles: doméstico, comunitario y de centrales.
    3. Capacidad de los centros y expansión de centros de compostaje.
  - Colección: la colección de residuos debe tener en cuenta la situación geográfica de cada barangay. Cada barangay debe organizarse para reunir los residuos de todos los tipos, además debe cubrir una serie de términos:
    1. Disponibilidad de contenedores o puntos para depositar residuos que puedan esperar unos días hasta su recolección.
    2. Transporte de los puntos de colección al destino final de estos desechos.
    3. Estatus de la emisión y refuerzo de las ordenanzas implementadas del sistema de colección de cada barangay.

4. Disponibilidad de trabajadores con habilidades para el manejo de residuos.
- Estaciones: son sitios en donde recoger los residuos para llevarlos a su su vertedero final. Se debe describir la localización, capacidad, tipos de residuo, y equipo y material disponible.
  - Disposición final: el estado final de los residuos debe ser descrito a través del resultado de encuestas, además de por las estrategias utilizadas. Los vertederos abiertos están prohibidos y deben ser cerrados inmediatamente. Todos los recursos, incluidos los residuos aceptados, deben ser claramente descritos.

## **2.5. Tipología de maquinaria.**

Fijándonos en los proyectos elaborados por Precious Plastic y Miniwiz, podemos establecer una tipología de maquinaria útil para la cuestión que se tratará en este proyecto. A continuación, se mostrará un análisis de las máquinas principales que han de constar en una planta básica de reciclaje. Se analizarán principalmente máquinas para reciclaje de plásticos.

### **2.5.1. Proceso de triturado.**

La función principal de la trituradora se desarrolla debido al movimiento de unas cuchillas accionadas por un rotor, y a su vez, estas encajarán perfectamente con unas cuchillas estáticas. Este movimiento es continuo hasta que las pequeñas de plástica sean lo suficientemente pequeñas para poder caer en el filtro final. Normalmente esta máquina es utilizada para plásticos, aunque no necesariamente. Específica para plásticos, muy similar a una trituradora está la granuladora de

plástico. Se debe asegurar un funcionamiento limpio e metales o rocas que puedan estropear la máquina. Estas se caracterizan por su gran rapidez de giro de corte, en cambio las trituradoras normales giran a menor velocidad[5]. Desde Precious Plastic proponen un diseño “casero”, sus características son[15]:

Weight	90Kg
Peso	90Kg
Dimensiones	280x600x1142mm
ancho de cuchilla	5mm, 6mm
Voltaje	380V
Amperios	5.8A
Potencia nominal	1.5kW
Momento nominal	300Nm
Velocidad de salida	70rev/min

Cuadro 2.4: Características técnicas de trituradora de un solo eje.

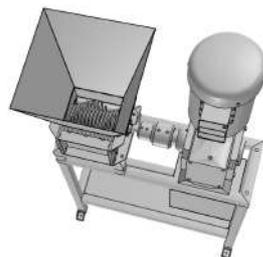


Imagen. 2.10: Modelo 3D de creado por

Precious Plastic

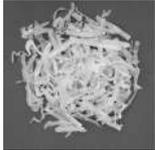
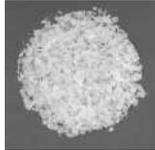


Imagen. 2.11: Trituradora hecha por seguidores de

Precious Plastic

En la figura 2.11 podemos observar las cuchillas que deberán ser activadas por

el eje. En función del tamaño del plástico triturado se podrán utilizar para modelar en determinadas máquinas.

	cc		
Nombre:	Grande	Mediano	Pequeño
Apariencia:			
Tamaño:	0-30mm	0-10mm	0-7mm
Trabaja con:	Prensa de hojas	Prensa de hojas Máquina de inyección Máquina de compresión	Prensa de hojas Máquina de inyección Máquina de compresión Máquina de extrusión

Cuadro 2.5: Estilo de copos.

### 2.5.2. Proceso de lavado.

El siguiente paso más importante en una planta de reciclado básica consiste en el lavado de los copos creados por la trituradora. El objetivo principal es eliminar las impurezas que puedan tener, separarlos de pequeños restos de metales o piedras. En un proceso exhaustivo de lavado, multitud de procesos deberían tener lugar para obtener un producto 100 % libre de todo tipo de impurezas y de alta calidad para su posterior uso para ser reciclado.

El proceso completo se compone de[5]:

- Separación: la separación de plásticos compactados, para que se introduzcan en el siguiente proceso de manera separada y libre.
- Trómel: opcionalmente se puede realizar una limpieza con un trómel que rota lentamente y tiene pequeños huecos para dejar caer las impurezas como

vidrios, rocas, metales, papel, etc.



Imagen. 2.12: Trómel, extraído de  
[BIANNA SERA](#)

- Granulado húmedo: al igual que se ha triturado el plástico, el proceso de triturado también se puede incorporar en el proceso de lavado, siendo una máquina de granulado húmedo la que actúe limpiando parcialmente el plástico triturado.



Imagen. 2.13: Granulado húmedo, extraído de  
[TECNOFER](#)

- Clasificación de aire: la clasificación a base de aire es un método para deshacerse de contaminaciones y separar lo grande de lo pequeño.
- Tanque de agua: la separación en un tanque de agua muestra es útil para separar materiales de distintas densidades. Unos flotan y otros no.



Imagen. 2.14: Tanque de agua, extraído de  
[TECNOFER](#)

- Lavado de alta temperatura: el lavado a altas temperaturas se utiliza para disolver pegamentos o restos de alimentos o bebidas.



Imagen. 2.15: Lavado de alta temperatura, extraído de  
[TECNOFER](#)

- Lavado de fricción: en aguas frías en un lavado de alta velocidad se termina el proceso de lavado.



Imagen. 2.16: Lavado de fricción, extraído de  
[TECNOFER](#)

- Máquina de deshidratación: un centrifugado del material hará que una gran parte del agua sea removida.



Imagen. 2.17: Máquina de deshidratación, extraído de [TECNOFER](#)

- Secadora térmica: los copos se aspiran hasta este nuevo proceso, en donde los copos viajarán a través de tuberías de secado por donde recorre aire caliente. Este proceso termina de eliminar todo tipo de humedades.



Imagen. 2.18: Máquina de secado térmico, extraído de [TECNOFER](#)

### 2.5.3. Máquina de extrusión.

La máquina de extrusión es un diseño propuesto por Precious Plastic. Consiste en introducir los copos previamente tratados en una tolva, en donde estos serán fundidos y presionados por un tornillo (helicoidal) a lo largo de un barril. El resultado es un filamento de plástico.

Peso	35Kg
Dimensiones	500x1020x1220mm
Tamaño del tornillo	26x600mm
máximo tiempo de uso	4h/día
Voltaje	380V
Amperios	5.8A
Potencia nominal	1.5kW
Momento nominal	109Nm
Velocidad de salida	40-140rev/min

Cuadro 2.6: Características técnicas de la máquina de extrusión.



Imagen. 2.19: Máquina de extrusión junto con trituradora, extraído de

Precious Plastic

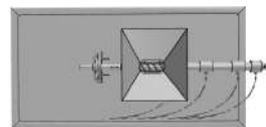


Imagen. 2.20: Vista planta de modelo 3D de

Precious Plastic

#### 2.5.4. Máquina de inyección.

La máquina de inyección se utiliza para producir piezas que salen de moldes. El plástico es fundido en su interior para luego ser depositado en el molde. A nivel industrial esta máquina se utiliza para la producción de piezas que han de crearse de manera repetitiva. Desde Precious Plastic se vuelve a proponer un modelo “casero” el cual resulta muy interesante para la cuestión a tratar en este proyecto.

El proceso consiste en introducir el plástico triturado en la tolva y acto seguido es calentado hasta fundirse. Entrando en el tubo hueco para posteriormente gracias a una prensa será empujado por un tubo macizo. Saldrá el plástico fundido con la intención de que sea introducido directamente en el molde, obteniendo el producto deseado.

Peso	23Kg
Dimensiones	830x700x1300mm
Volumen del barril	150 cm <sup>3</sup>
Presión de inyección	45 bars
Tamaño máximo del molde	360-330mm
Voltaje	220V
Amperios	2.6A
Inyecciones por hora	10-30

Cuadro 2.7: Características técnicas de la máquina de inyección.



Imagen. 2.21: Máquina de inyección, extraído de [Precious Plastic](#)

# Capítulo 3

## Objetivos del proyecto.

El objetivo principal que se persigue resolver con este proyecto es disminuir la cantidad de desechos que terminan sin una segunda vida contaminando la biodiversidad. Los pasos para estudiar se dividirán en diferentes fases:

- **Análisis de la producción y de la tipología de residuos.** Se estudiará la cantidad de desechos producidos en diferentes zonas de Filipinas, además de realizar una diversificación de los diferentes materiales desechados y su correspondiente estudio ante la posibilidad de una segunda vida.
- **Análisis de comportamiento de la población frente a la producción de desechos.** Se estudiará a través de encuestas ya hechas y, encuestas que se realizarán y enviarán a la Biliran Province State University, BiPSU (Misión Cebú tiene un convenio de colaboración para proyectos) y a contactos locales (barrio de Pulang Bato, Samarán, Gilutongan, etc). Se intentará recaudar el máximo de información a través de estudiantes voluntarios, y habitantes de las zonas de estudio para poder obtener una idea de la situación basándonos en datos reales y actuales de la población local.

- **Diseño de estrategia para la gestión de residuos.** Se diseñará un plan que contendrá prevención, reutilización de residuos por parte del usuario, además de una captación eficaz, de manera que implícitamente exista una prevención ante más contaminación por parte de los usuarios, y se realizará una posterior clasificación de los residuos, de modo que una parte de ellos se seleccionaran para obtener una segunda vida, posteriormente se elaborará un plan de tratamiento conjunto con el siguiente punto.
- **Diseño, ubicación y selección de maquinaria de la planta.** Se hará un estudio de la materia que más necesite una segunda vida según el análisis anterior, se escogerán las máquinas que correspondan para su debido tratamiento y posterior reciclaje, se estudiará la eficiencia, el gasto energético y el impacto causado.
- **Conclusiones.** Después del estudio en detalle de los residuos, la elaboración de la estrategia y la elección de máquinas se procederá al diseño definitivo de la planta, elaborando resultados y conclusiones.

# Capítulo 4

## Análisis de la producción y de la tipología de residuos.

El primero de los objetivos se centra en el análisis de la producción y tipología de residuos generados por distintos tipos de usuarios. Los recursos para emplear serán encuestas realizadas a la población filipina con el objetivo de conocer de primera mano que se genera en una vivienda filipina, y así poder contrastar con los datos que más tarde se recabarán. Se utilizará información de artículos estadísticos sobre la generación de residuos con el propósito de conocer que generan las grandes industrias y núcleos urbanos. En añadido, se adjuntarán gráficas que muestren el pronóstico de la generación de residuos en diferentes zonas de Filipinas. Para dar por finalizado este primer objetivo, se concluirá que residuos se encuentran sin segunda vida, y que posibilidades tienen de una segunda.

### 4.1. Producción.

La producción de residuos en Filipinas es diferente, existiendo una clara división en tres vertientes, una es la zona de las llamadas “metros”. Los “metros” de

Filipinas son los municipios que componen las grandes ciudades, como por ejemplo Manila y Cebú. El segundo tipo de zona es la rural. En estas zonas la vida es más tranquila que en las ciudades, la oportunidad de llevar a cabo una gestión eficiente es mayor, aunque como contra se trata de zonas que no tienen recursos económicos para prosperar. Sin embargo, en las ciudades ocurre lo contrario, la gestión es ineficaz, pero los medios son mayores. Por último, las pequeñas islas alejadas de la sociedad, en donde la gestión es tremendamente austera, sin embargo, de manera sorprendente el consumo de bienes como los productos "monodosis", que previamente se mencionaron en el estado del arte, bebidas embotelladas en plástico y vidrio, forman parte de la vida normal de estos isleños.

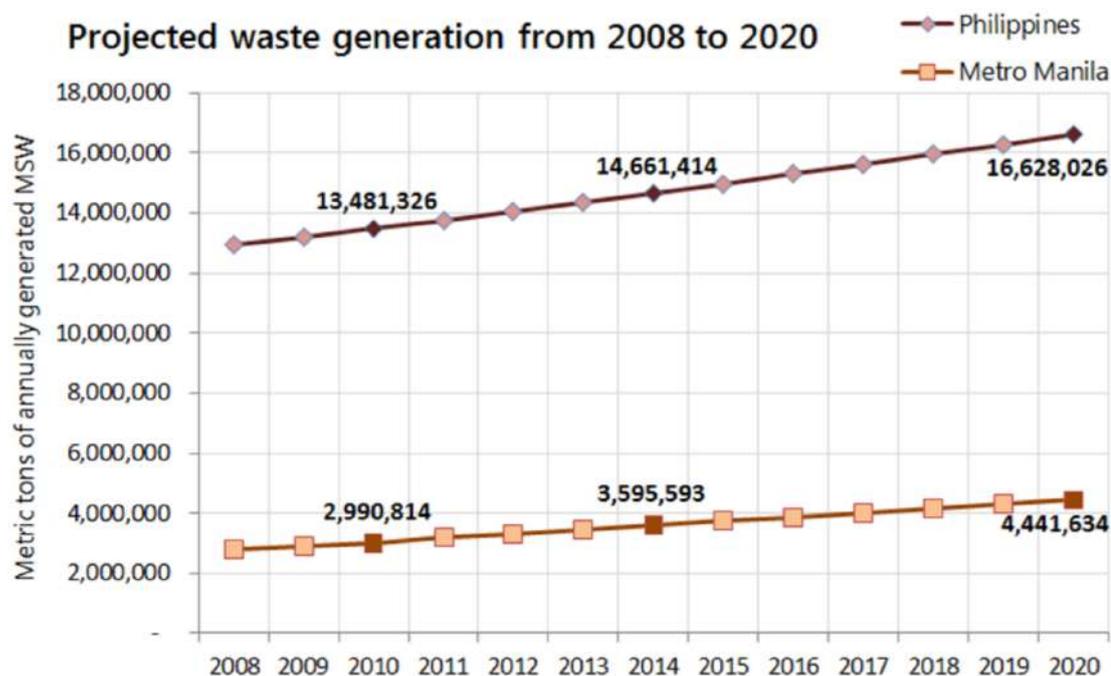


Imagen. 4.1: Predicción de la generación de residuos desde 2008 a 2015, extraído de

[Republic of the Philippines, Environmental Management Bureau](#)

En la imagen 4.1 se puede observar cómo es la predicción de la producción de desechos en Filipinas. Por una parte, se muestra la cantidad de residuos que se generarán en Manila, y por otra parte los residuos generados en el resto de las Filipinas. Se puede esclarecer una enorme producción de residuos generados en la capital en comparación con el resto de las Filipinas.

La producción de residuos en Filipinas crece a la vez que crece su población, la mejora de las condiciones de vida, la industrialización de las zonas urbanas y su crecimiento económico. En la tabla 4.1, la NSWMC (National Solid Waste Management Commission) calculó que de 37,427.46 toneladas al día en 2012 a 40,087.45 toneladas al día en 2016, con una media de producción de residuos 0.4 Kg/por habitante rural y urbano. Manila (NCR) se convierte en la región que más residuos produce con 9,212.92 toneladas al día. Se estima que para 2025 sean producidos de media 0.9Kg/por habitante[16].

En la imagen 4.2 se puede observar la progresión lineal creciente en la generación de residuos. Cabe destacar que se trata de una predicción, no obstante, se observa una comparación respecto a la predicción de la figura 4.1 se puede apreciar que es bastante acertada a la realidad.



Imagen. 4.2: Predicción de la generación de residuos desde 2020 a 2025, extraído de

[Republic of the Philippines, Environmental Management Bureau](#)

Región	2012	2013	2014	2015	2016
<b>1</b>	1709.17	1739.54	1769.9	1800.27	1830.64
<b>2</b>	1100.64	1120.19	1139.75	1159.31	1178.85
<b>3</b>	3631.99	3696.52	3761.05	3825.58	3890.12
<b>4a</b>	4145.52	4219.18	4292.83	4366.49	4440.14
<b>4b</b>	909.43	925.59	941.74	957.9	974.06
<b>55</b>	1878.74	1912.12	1945.5	1978.88	2012.26
<b>66</b>	2700.14	2748.11	2796.09	2844.06	2892.04
<b>77</b>	2605.67	2651.97	2698.27	2744.57	2790.86
<b>88</b>	1479.47	1505.75	1532.04	1558.33	1584.61
<b>99</b>	1391.95	1416.68	1441.41	1466.15	1490.88
<b>1010</b>	1693.94	1724.03	1754.13	1784.23	1814.32
<b>1111</b>	1818.05	1850.35	1882.65	1914.95	1947.26
<b>1212</b>	1348.2	1372.15	1396.1	1420.06	1444.01
<b>1313</b>	884.69	900.41	916.13	931.85	947.57
<b>CAR</b>	620.64	631.66	642.7	653.72	664.75
<b>NCR</b>	8601.6	8754.53	8907.26	9060.09	9212.92
<b>ARMM</b>	907.64	923.76	939.89	956.02	972.14
<b>TOTAL</b>	<b>37427.46</b>	<b>38092.46</b>	<b>38757.46</b>	<b>39422.46</b>	<b>40087.44</b>

Cuadro 4.1: Generación de basura en Filipinas de 2012 a 2016, extraído de [Senate Economic Planning Office](#)

## 4.2. Origen y tipología.

El origen de estos residuos es residencial, industrial, comercial, etc. Un estudio de 2013 analiza donde se originan, siendo un 57% de proveniencia residencial, siendo residuos de cocina, vidrios, papeles... Un 27% de desechos producidos por acciones comerciales, un 12% desechado por las instituciones, entre otras médicas y educacionales, y el 4% restante proviene de restos de la industria[16].

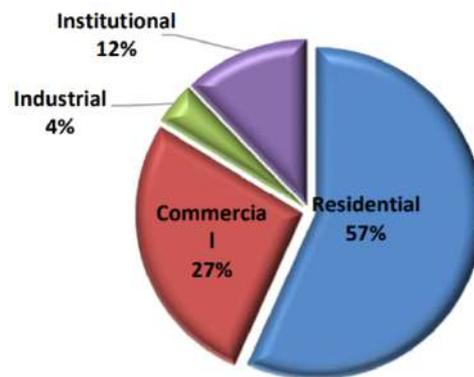


Imagen. 4.3: Origen de los residuos (2013), extraído de [Senate Economic Planning Office](#)

En 2015 se realizó un análisis de que contienen los residuos producidos, siendo un 52 % biodegradables, seguidos de un 28 % de reciclables, un 18 % de residuos no aprovechables, y un 2 % de peligrosos. Los residuos biodegradables y reciclables suponen un 70 % del total, dando cabida a la posibilidad de poder utilizarse como compostaje, además de su reciclaje[16].

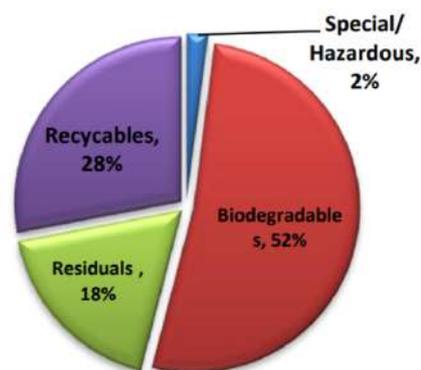


Imagen. 4.4: Tipo de residuos (2015), extraído de [Senate Economic Planning Office](#)

### 4.3. Datos de la población local.

A través de una encuesta realizada vía QuestionPro, se ha recaudado información sobre los residuos que normalmente se generan en una vivienda filipina. La mayoría de las localizaciones se tratan de Visayas Centrales, el centro del país, en donde se sitúan las islas de Leyte, Cebú y la isla en cuestión donde se desarrollaría el proyecto, Bilirán. El grupo de edad que más se ha pronunciado en la encuesta es de entre 10 a 19 años, siguiéndole el grupo de 20 a 29 años. Prácticamente cerca del 80 % de los encuestados conviven siendo 5 o más personas en la vivienda.



Imagen. 4.5: Orden de los residuos producidos en viviendas filipinas

En la anterior pirámide se muestran datos que se han recabado preguntando a los usuarios que tipo de residuos tiran y en qué orden (siendo 1 lo que más y 7 lo que menos). Se observa que el celofán es el producto más desechado, lo segundo los restos alimenticios, lo tercero papel y cartón, y lo cuarto botellas de plástico, siendo estos los 4 desechos que más se producen. Por lo tanto, se puede

hacer una generalización asumiendo que estos 4 tipos de residuos son los que se encuentran en toda vivienda filipina. Si se realiza una comparación con los datos extraídos del SEPO, se puede observar un crecimiento en la producción de desechos no biodegradables, pero si reciclables.

## **4.4. Segunda vida de los residuos.**

En este punto se analizará cuáles son las posibles segundas vidas de los residuos que más se producen. Siendo primero el celofán a modo de plástico que se usa para empaquetar productos, además de los plásticos utilizados para envasar, ya sean botellas o cualquier tipo de recipiente. Seguidamente, la comida, siendo uno de los residuos que más se encabeza en la producción. Y para finalizar, se comentará la posible reutilización del papel y cartón.

### **4.4.1. Plástico.**

La planta de reciclaje que se plantea para este proyecto tiene como uno de sus principales objetivos poder reciclar plástico, al ser uno de los mayores desechos que en esta región, y en definitiva en todo el país, se puede encontrar.

La segunda vida que se le proporcionaría al plástico pretende ser parte de la rutina de los habitantes de la zona, siendo esta una población humilde, rozando el umbral de pobreza. Se pretende convertir el plástico que principalmente proviene de envases y empaquetado, en utensilios básicos como los creados por Precious Plastic o Miniwiz. El diseño de su forma final se tendría que estudiar aparte, pero simplemente consiste en utilizar la imaginación y la creatividad. Desde mangos de cuchillos, tablas de cocina, pendientes, ladrillos... Y lo que la imaginación y los medios permitan.



Imagen. 4.6: Losas creadas por la empresa de reciclaje Miniwiz



Imagen. 4.7: banco creado por la empresa de reciclaje  
[Print Your City](#)



Imagen. 4.8: Productos creados por Precious Plastic

### 4.4.2. Comida.

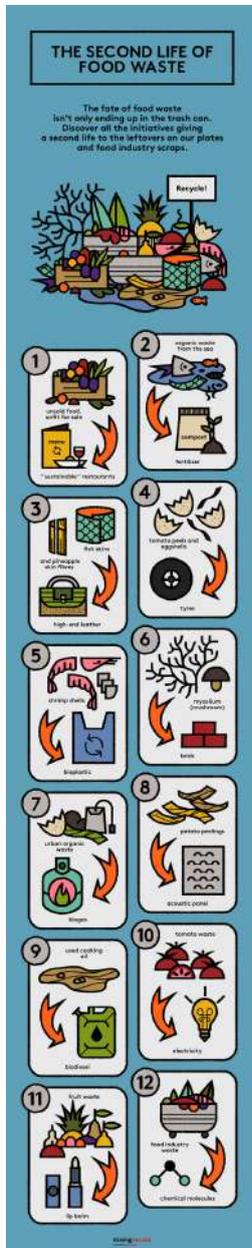


Imagen. 4.9: Segunda vida de los restos alimenticios

Living Circular

La comida es un residuo que toda vivienda filipina produce tanto como el plástico. Sin embargo, se debe destacar que en la cultura asiática toda la comida es aprovechada de una manera u otra. Pero, se da la existencia de residuos alimenticios que no se pueden aprovechar como posibles alimentos.

En la imagen 4.9 se pueden observar 12 usos diferentes de los residuos alimenticios. Siendo muy interesante para el caso de estudio los puntos 2, 3, 5 y 11. Siendo estos los productos básicos que se pueden encontrar entre los residuos alimenticios de las viviendas filipinas.

El punto 2, referente a todos los residuos orgánicos procedentes del océano. En este caso, muy apropiado al ser una zona costera y ser los productos más consumidos, tienen su segunda vida convertida en compost utilizado como fertilizante.

En el punto 3, al ser Filipinas de clima tropical, las frutas abundan en este país por todas partes, en concreto la piña, además de la piel de pescado, siendo una posible segunda vida la creación de pieles.

En el punto 5, la segunda vida de los restos de marisco puede utilizarse en la creación de bioplásticos, siendo una alternativa al plástico tradicional que se extiende poco a poco.

El punto 11, referente a las cascadas de frutas abundan en este país, se pueden convertir en bálsamos labiales.

### **4.4.3. Papel y cartón.**

El papel es un bien que se utiliza para multitud de tareas y, se convierte en algo muy necesario para el desarrollo íntegro de la sociedad. En el estudio realizado se encuentra de manera equitativa con el plástico y los restos alimenticios en un producto que se desecha de manera corriente en las familias, además de instituciones, empresas y, en definitiva en prácticamente todos los ámbitos de la sociedad.

La segunda vida más apropiada para el papel es su directo reciclaje en plantas dedicadas especialmente a esto convirtiéndolo de nuevo en papel, sabiendo que existen al menos 50 grados diferentes de tipos de papeles que reciclar: papel de oficina, papel higiénico, revistas, periódicos, cartulinas, envases de cartón...

## Capítulo 5

# Análisis de comportamiento de la población frente a la producción de desechos.

El comportamiento de la sociedad es de vital importancia para el estudio de la generación de residuos. El pueblo filipino puede percibirse como una sociedad que es potenciadora de problemas medioambientales debido a una existente actitud negativa.

La sociedad filipina se encuentra en una explosión de crecimiento poblacional. Esta explosión está causando un sometimiento extremo al medioambiente, manifestándose en el aire, el agua, la polución, las aguas residuales y en la eliminación de basura. Un ejemplo de esto es el vertedero Payatas de Manila, donde cada día se acumulan 4000 toneladas métricas de residuos sólidos. Sólo una porción de esto es tratada, el resto se deposita en aguas naturales o se quema, creándose problemas muy graves de salud.

Una de las razones de la ineficacia en la gestión en este país es la vulnerabilidad histórico-cultural, la debilidad político-económica, y la dificultad en el acceso a los

recursos y la interacción entre ellos.

Filipinas se considera un pueblo con graves carencias como una clara impotencia humana, agravada por una actitud fatalista. Estas carencias se identifican de manera clara en la expresión bien extendida “bahala na”, que literalmente significa “déjalo al destino”. Las causas de este sentido de la vida se dan debido a la cantidad de desastres naturales que se producen en este país y que tanto sufrimiento causan. Se trata de olvidarlo cuanto antes posible, convirtiéndose en un grave problema de actitud frente a los problemas de la vida.

En este segundo objetivo se pretende repasar la actualidad sobre el comportamiento del pueblo filipino ante la generación de residuos y, por ende, su manera de reciclarlo y tratarlo. Como recursos a emplear se utilizarán datos extraídos de internet, a ser posible de documentos oficiales y, para poder alcanzar más realismo en los datos, se realizarán encuestas a habitantes de Filipinas para que se pueda contrastar su comportamiento frente a la generación de residuos[2].

## **5.1. Comportamiento de la población.**

La población de Filipinas se ve representada por una pirámide poblacional de estilo triangular con tendencia a pirámide campana. Esto quiere decir que la población más joven es la predominante en el país. Para el desarrollo de este objetivo, se ha realizado una encuesta con datos de 51 personas, en donde el 90 % de los encuestados están comprendidos entre las edades de 10 a 29 años. Además, para poder contrastar los datos obtenidos se utilizará un estudio de la Universidad de Naval, Bilirán, sobre el conocimiento, las actitudes y las prácticas de la gestión de los residuos entre las escuelas de secundaria de la región de Leyte, isla a la cual Bilirán está adherida en funciones sociales, políticas y económicas.

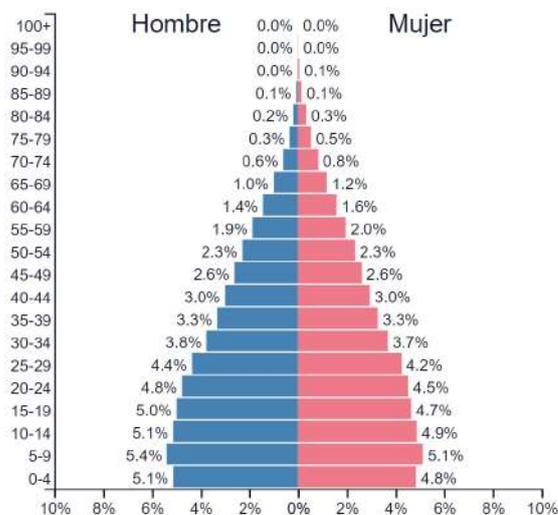


Imagen. 5.1: Pirámide poblacional de Filipinas 2019, extraído de [Población Pyramid](#)

En la imagen 5.1 se observa que la región de la pirámide comprendida entre los 10 y 29 años abarca un gran volumen poblacional, estando relacionado con las instituciones de educación. Al ser una proporción enorme en la sociedad, las instituciones de educación suponen un flujo constante de generación de residuos desde papeles, envoltorios de comida, botellas o vasos de plástico y todo tipo de pequeños envases de comida[3].

Edad	n <sup>o</sup> respuestas	%
60 o más	1	0.56
46 - 59	13	7.22
22 - 45	75	41.67
21 o menos	91	50.56
Total	180	100.00

Cuadro 5.1: Edades de los participantes en la encuesta realizada por BIPUSU.

La tabla 5.1 representa las edades de las personas que participaron en el estudio elaborado por la Universidad de Naval, Bilirán. El 90% de los encuestados es considerado grupo joven. Observando la imagen 5.2, que muestra las edades de los participantes en la encuesta que se ha realizado, el porcentaje coincide.

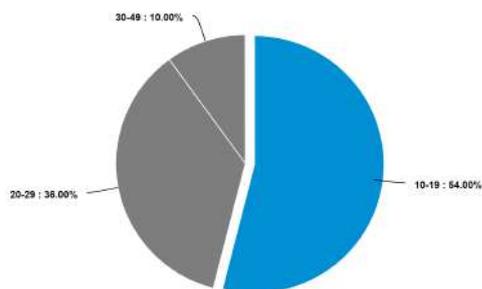


Imagen. 5.2: Grupo de edades de los participantes en la encuesta realizada para el estudio de este proyecto.

En la encuesta realizada a través de los contactos locales gracias a Misión Cebú, se pregunta sobre el comportamiento de tirar la basura al suelo. Los resultados se muestran en la imagen 5.3 y se observa que un 61% nunca la tira y existe un 29% que lo hace a veces, pero un 10% que ocasionalmente lo hace.

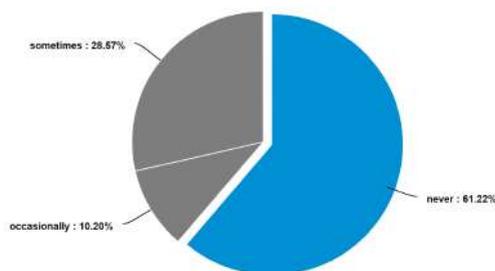


Imagen. 5.3: Participantes que tiran la basura al suelo.

Asimismo, se preguntó que hábito había de tirar la basura a un contenedor (basurero). Los resultados se observan en la imagen 5.4, siendo un 60% los que

afirman tirarlo siempre a los contenedores, pero se denota una tendencia referente a un 25 % de los encuestados que lo hacen normalmente, pero no siempre. Después, existe un pequeño grupo que representa aproximadamente el 5 % que lo hace de manera ocasional o a veces.

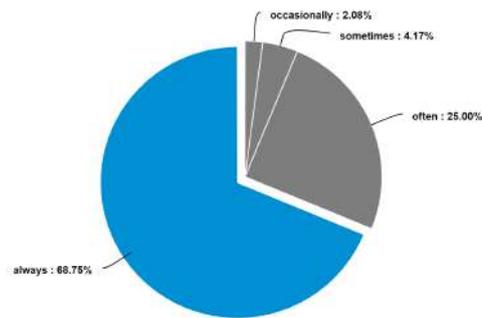


Imagen. 5.4: Participantes que tiran la basura a la basura.

Dando un paso más en la encuesta, se preguntó si a la hora de tirar basura en los contenedores existe la costumbre de separar por materiales. En la imagen 5.5 se observan los resultados.

Como punto positivo a destacar un 26 % lo hace siempre, seguido de un 24 % que lo hace ocasionalmente. Pero, se resalta un grupo que no tiene por costumbre hacer esta práctica, siendo un 50 % de los encuestados, filipinos que poco frecuentemente separa los residuos. Un porcentaje de un 6 % nunca separa residuos.

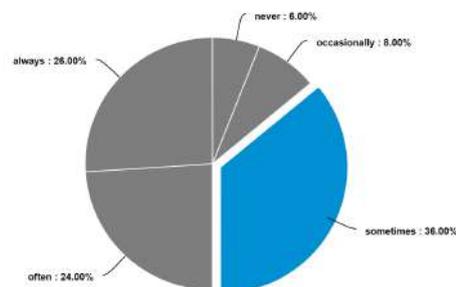


Imagen. 5.5: Participantes que separan los residuos al tirar la basura.

Después de haberse realizado estas preguntas, se preguntó de manera más directa sobre la costumbre de intentar reciclar, observándose los resultados en la imagen 5.6.

En este punto de la encuesta, disminuyen los participantes que lo intentan, siendo un 22 % los que afirman hacerlo siempre, seguido de un aproximadamente un 64 % que afirma hacerlo frecuentemente o a veces. Un porcentaje muy pequeño afirma no hacerlo nunca.

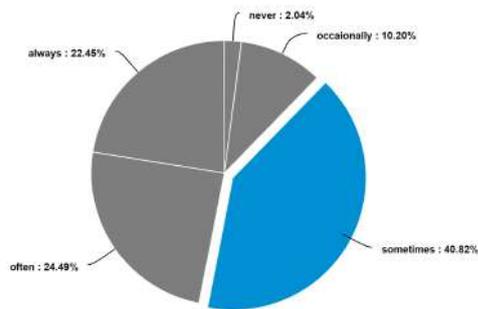


Imagen. 5.6: Participantes que intentan reciclar.

Para concluir con la encuesta realizada a los contactos de Misión Cebú locales de Filipinas y allegados suyos, se preguntó por la facilidad que existe en su comunidad para reciclar. Los resultados se muestran en la imagen 5.7, siendo un 60 % que afirma que sí es fácil reciclar, un 25 % que declara que quizás, suponiendo que se desconoce de la existencia de puntos de reciclaje o no se practica este comportamiento, y un 16 % que afirma que no es fácil reciclar en su comunidad.

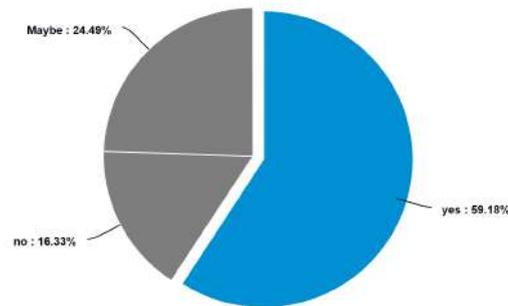


Imagen. 5.7: Respuesta a la facilidad de poder reciclar en las comunidades de los encuestados.

A continuación, se presentarán los datos extraídos en la encuesta realizada por la Biliran Province State University (BIPSU), con el fin de conocer la actitud, el conocimiento y las costumbres sobre la gestión de desechos que ejecutan los usuarios. Anteriormente, se comentó que en la encuesta coinciden los grupos de edad que participaron con los que han participado recientemente en la encuesta realizada específicamente para este estudio.

En la tabla 5.1 se analiza la costumbre que tiene la gente para almacenar el residuo, estando como posibles usos de almacén: bolsas de plástico, cajas de cartón, contenedores de tapa y sin tapa, contenedores abiertos, vertederos, cestas y contenedores de reciclaje. Los datos más relevantes de la tabla concretan que la mayoría de los participantes utilizan contenedores de tapa como principal medio para almacenar la basura, seguido del desecho en descampado, que con frecuencia se le asigna el desecho de metales y maderas[3].

## 62 Análisis de comportamiento de la población frente a la producción de desechos.

Tipo de residuo	Bolsas de plástico	Cajas de cartón	Contenedores de tapa	Contenedores sin tapa	Vertedero abierto	Cestas	Contenedores de reciclaje
Bolsas de plástico	25	3.9	43.9	5.6	6.7	0	13.3
Embalaje de Plástico	13.3	6.7	47.2	11.7	2.8	1.1	17.2
Papel y cartón	11.1	28.9	16.7	8.3	2.8	6.7	25.6
Cenizas/restos de la calle	4.4	1.7	31.1	15.6	37.7	1.7	7.8
Latas	2.2	1.7	21.7	6.1	22.2	3.3	42.5
Verduras	7.8	2.2	44.4	10	22.2	8.3	4.5
Comida	6.1	2.8	41.7	15.6	18.8	4.4	10.6
Maderas	0.6	3.9	25.6	35	44.4	1.7	18.3
Ropa/textiles	8.3	3.9	31.7	8.9	20	5.6	21.7
Vasos/cerámicas	1.1	3.3	31.1	8.9	26.1	5.6	23.9
Gomas	2.2	4.4	29.4	5.6	20	7.8	30.6

Cuadro 5.2: Almacenamiento de la basura.

En la tabla 5.2 se analiza el comportamiento de los encuestados para conocer donde depositan sus residuos. Se observa que la quema de residuos al aire libre es el método más común para deshacerse de residuos como papel y cartón, seguido del plástico y los embalajes de plástico. Mientras, el uso de vertederos para el desecho de residuos se utiliza principalmente para latas y textiles. Los descampados se utilizan también para el desecho de latas con un 33,33 %, vidrios y cerámicas con un 30,2 %, metales con un 30 %, madera con un 27,3 % y goma con un 23,9 %. Luego, se encuentra los residuos que se desechan en los pozos de abono, como las cenizas y los residuos de la calle con un 50 %, los restos de comida con un 40,6 % y los vegetales con un 38,9 %.

Tipo de residuo	Alimento para animales	Enterrar	Incinerar al aire libre	Vertedero	Descampado	Mar	Pozo de abono
Bolsas de plástico	0	15.6	33.9	13.9	15	0	21.7
Embalaje de plástico	0	19.39	31.7	14.4	16.1	0	18.3
Papel y cartón	0	6.7	37.2	23.3	19.39	0	13.3
Cenizas/residuos de la calle	0	9.5	17.2	10	12.2	1.1	50
Latas	0	7.8	5.6	33.29	33.29	1.1	18.8
Verduras	35.6	2.8	7.8	11.11	3.9	0	38.9
Comida	25.6	3.9	4.4	11.7	13.9	0	40.6
Madera	0	6.11	21.1	16.7	27.3	2.8	26.1
Textiles	0	12.3	10.1	30.2	21.2	1.7	24.6
Vidrio/cerámica	0	12.8	2.8	25.7	30.2	0.6	18.39
Goma	0	12.2	15	18.3	23.9	0.6	19.39
Metales	0	1.7	0.6	37.79	30	0	1.1

Cuadro 5.3: Disposición de la basura.

En este estudio, se realizó de manera más detallada una encuesta en donde se preguntaba a los usuarios sus diferentes actitudes de pensamiento frente a la generación de basura, el almacenamiento, la recogida, el transporte, el procesamiento, y finalmente su disposición[3].

- En la **generación de residuos** una gran parte de los encuestados está fuertemente de acuerdo con la idea de que se debe reducir la generación de basura y más aun, en el ámbito escolar. Todos los encuestados muestran actitud positiva ante este tema, reconociendo en gran parte que se consideran responsables de la generación, además de estar abiertos a un cambio.
- En el **almacenamiento de basura** los usuarios están de acuerdo en que deben separar la basura en diferentes contenedores, según su tipo. Además, se muestra gran preocupación ante la existencia de mala gestión residual en las escuelas, junto con lo que conlleva un cierto desagrado a encontrarse basura cerca de la escuela. Asimismo, hay evidencia de la responsabilidad de cada uno en el impacto de un almacenamiento correcto.
- En el ámbito de la **recogida** se muestra una actitud evidente en el pensamiento de que es importante el servicio de recogida, además de una búsqueda de voluntad en poder separar los residuos antes de su recogida. Sin embargo, se denota una actitud estanca a la hora de mejorar en servicios de recogida, ya sea en modificar su plan o el pago de impuestos por parte del ciudadano para la mejora de este servicio.
- En relación al **transporte** se denota una clara evidencia en el pensamiento e que una estrategia eficiente de transporte de la basura puede ayudar positivamente al ciudadano, mejorando el medioambiente y la salud de las personas.

- En el **procesado** de basura se esclarece que los encuestados ven de suma importancia que los colegios e instituciones establezcan leyes y reglas con relación al reciclaje, además se piensa que el cuidado del medioambiente debe ser enseñado en la escuela.
- En cuanto a la **disposición** de la basura, se cree que el recoger basura de los alrededores del colegio debe ser una responsabilidad de los estudiantes. Además, se destaca un gran rechazo a la quema de basura, con el conocimiento de que es nocivo para la salud.

En conclusión, si se hace una comparación con los resultados obtenidos en la encuesta realizada expresamente para el desarrollo de este proyecto en conjunto con la encuesta realizada por la BIPSU, se denota una clara presencia de la importancia del reciclaje, con una creciente preocupación por los hábitos en las escuelas.

Se destaca un grupo considerable de esta sociedad filipina situada en la zona de Bilirán y Leyte, que de alguna manera todavía desconoce la importancia del reciclaje, la generación o el correcto almacenamiento. Sin embargo, está presente la preocupación por llevar la manera correcta de actuar a las escuelas en forma de materia lectiva.

Por consiguiente, se conoce la importancia de que una buena gestión en transporte y separación de los residuos da lugar a una mejora en diferentes aspectos sociales. Sin embargo, se nota que en algunos lugares no es tan fácil reciclar o la comunidad no ayuda en su práctica. Asimismo, se denota una cierta conformidad ante el sistema de gestión ya establecido, aunque según los datos existen ciertas prácticas inadecuadas por las que este sistema debe ser rediseñado.

Concretamente, estos datos han sido proporcionados por un grupo de edades jóvenes, siendo muy importante lo que estos piensen y cuáles son sus actitudes ante la generación de los residuos, dado que el futuro más cercano depende de sus actos.

## Capítulo 6

# Diseño de estrategia para la gestión de residuos.

En este capítulo se diseñará una estrategia que implique la gestión de residuos en la provincia de Bilirán, Filipinas. En concreto, se realizará un diseño más detallado de la situación del Barangay (barrio) de Pulang Bato, situado en la región de Almería, Bilirán.

El diseño de esta estrategia pretende prevenir el desecho de residuos a lugares que no están planeados para esto, de modo que se prevenga el desecho de residuos a las playas, al suelo, prevenir su quema, prevenir el desecho en espacios socialmente aceptados para su desecho, pero sin aprobación ninguna por parte de las autoridades.

Se pensará una estrategia que pueda aumentar la reutilización de materiales por parte del usuario. Además, se planteará una captación eficaz de los residuos, instando a la reeducación de las actitudes de los habitantes a poder reciclar y, que sean conocedores de su impacto.

Se considerará que residuos van a ser aprovechados por la planta básica de reciclaje que se diseñará para este estudio. Posteriormente, se le dará salida a los

residuos que no puedan ser tratados desde la planta.

## 6.1. Condiciones de implementación.

Para efectuar una estrategia de gestión de residuos nos basaremos en la guía propuesta por la NSWMC en cooperación con la JICA. Un buen diseño se ha de efectuar con diversos requerimientos como la cooperación entre las diferentes partes interesadas siendo estos los dirigentes de la ciudad, los residentes y demás grupos comunitarios. El plan debe contener al menos los siguientes puntos[1]:

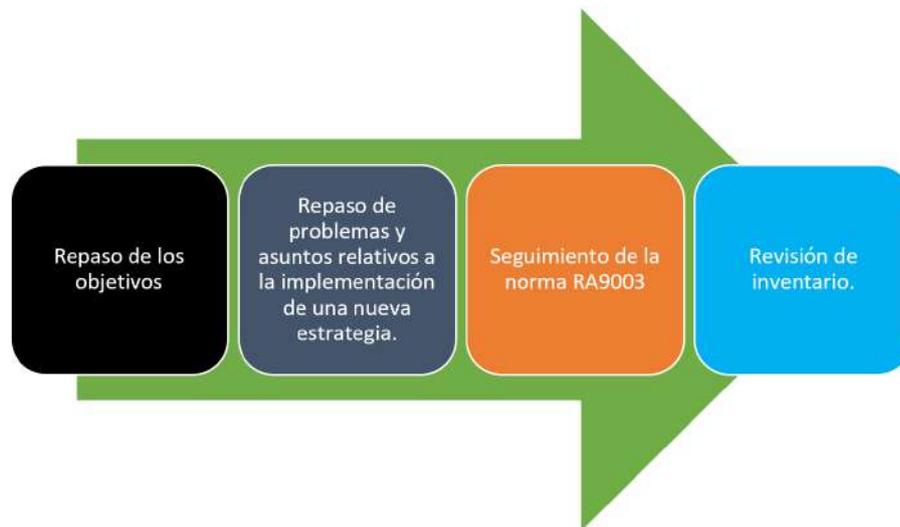


Imagen. 6.1: Puntos previos a la implementación.

Los siguientes pasos deben ir marcados por un análisis de datos en donde se debe considerar el sistema presente de gestión. En donde incluya la cantidad generada de residuos, el volumen, el almacenamiento, la colección, el transporte, el tratamiento y el desechado. En relación con este apartado se recabará la máxima información posible, con consciencia de la poca información que estas comunidades

de Filipinas proporcionan para su estudio.

## 6.2. Análisis de situación.

### 6.2.1. Localización y población.

La localización de las diferentes comunidades es importante para poder establecer un sistema de recogida efectivo. En la imagen 6.1 se pueden encontrar los núcleos de población más importantes, además de los diferentes barangays que componen la isla.



Imagen. 6.2: Mapa político de Bilirán.

### Province of Bilirán

La población que habita en cada barangay marca el servicio que se requerirá para gestionar de manera eficiente. Se deben localizar las áreas rurales, urbanas y, con más hincapié en las zonas desfavorecidas.

Examinándose el ejemplo de Pulang Bato, Almería. Se trata de un barangay situado en la carretera próxima a la costa, con una lejanía prácticamente similar

a Naval y a su correspondiente municipio, Almería. A pesar de ser un barangay cualquiera afronta retos de gestión de basuras debido a su bajo nivel adquisitivo y educativo.

### **6.2.2. Economía.**

El perfil económico de la provincia es un punto clave, que procederá al buen desarrollo de la gestión. Desde este punto, se decide la capacidad de poder implementar sistemas de recolección, transporte, tecnología, almacenamiento, etc.

Bilirán pertenece a la región VIII de Visayas Centrales en Filipinas, esta región comprende Biliran, Leyte, Northern Samar, Samar, Eastern Samar, Southern Leyte, Ormoc y Tacloban. La inversión económica en el ámbito medioambiental ha crecido de manera exponencial desde el año 2015, al cambiarse los presupuestos. Ampliando de 812,199.50 PHP en 2015 a 6,694,121.82 PHP a 2016 en materia de medioambiente y servicios sanitarios[23]. Concretamente en esta región, en el año 2017 se auditó una ayuda de 3,854,973.8 PHP, que finalmente se gastaron 2,384,442.84 PHP en diversas actividades correspondientes con el plan: reparando camiones incluyendo su seguro, evaluación del residuo en Leyte, limpiando viejos vertederos con excavadoras, inspecciones de propuestas de vertederos, contenedores de basura, etc. Esto supuso un cambio radical para esta región en cuanto a la disposición final de los residuos.

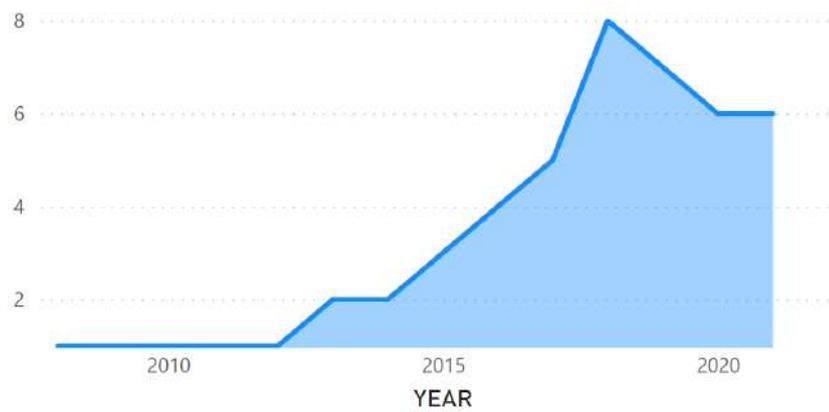


Imagen. 6.3: Crecimiento de la creación de basureros sanitarios en la región VIII, extraído del

Gobierno de Filipinas

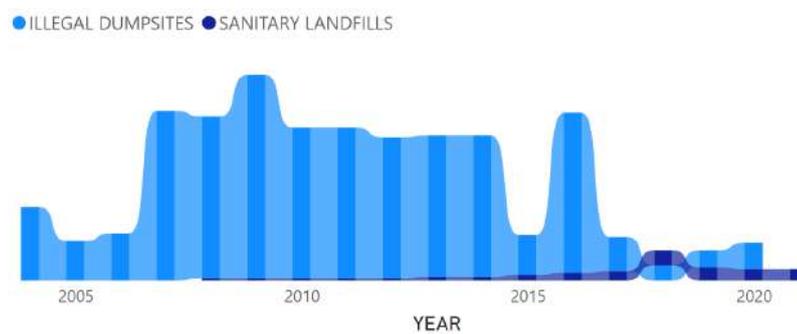


Imagen. 6.4: Vertederos ilegales y vertederos legales, extraído del

Gobierno de Filipinas

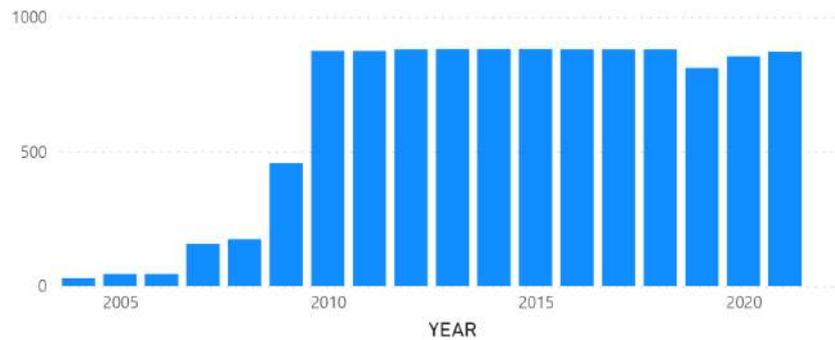


Imagen. 6.5: Creación de MRF's, extraído del Gobierno de Filipinas



Imagen. 6.6: MRF, extraído de Bilirán province

En las anteriores imágenes se identifica una mejora exponencial. En el caso de la imagen 6.2 se aprecia la creación de vertederos sanitarios en la zona, existiendo 6 vertederos en esta región. Por consiguiente, en la imagen 6.3 se puede observar como la práctica de arrojar basura a vertederos ilegales a disminuido considerablemente, según los datos del gobierno. A pesar, de este gran crecimiento, Bilirán a quedado excluida de este progreso. Se comenzó la investigación de una nueva localización para un nuevo vertedero en Villa Enage, Bilirán, pero actualmente sigue negociándose[24].

*“El nuevo PENRO en Bilirán, que vino de la provincia de Samar del Norte antes de asumir su cargo en noviembre de 2018 en Bilirán, admitió que a las LGU les ha costado mucho cumplir con la ley, especialmente en el establecimiento del relleno sanitario, que cuesta millones de pesos. Observó que las LGU en la provincia de Bilirán solo establecieron un vertedero abierto para su basura que la mayoría de las LGU solo podían permitirse tener y mantener debido a un costo más bajo en comparación con el establecimiento y mantenimiento de un relleno sanitario.”[9]*

### **6.2.3. Medios disponibles para la gestión y el transporte.**

Actualmente, según se ha declarado en anteriores capítulos Bilirán, y en definitiva todas las comunidades de Filipinas deben ser acordes a la Ley No.9003, o *Ecological Solid Waste Management Act of 2000*. Esta misma ley de regulación incluye una serie de requerimientos obligatorios:

- Regla IX - requerimiento mínimo para la segregación y reducción de volumen.
  - Debe existir un contenedor diferente para cada tipo de residuo.
  - Debe existir una separación en los contenedores en donde se pueda identificar si es compostaje, reciclable o residuo especial.
- Regla X - Estándares mínimos para la colección, el transporte y la recogida a mano de los residuos.
  - Todos los trabajadores que se ocupen de la recolección deben ir bien ocupados con el material correspondiente: guantes, mascarilla y botas de seguridad.
  - Se debe entrenar de manera apropiada a todo el personal encargado de la recogida de residuos.

- Se debe separar la recolección en el calendario, además de diferentes camiones de recolección para residuos específicos.

En 2015 se formó una resolución del Sangguniang (el consejero municipal), en donde cada LGU formaría un SWMB para reforzar la Ley RA9003. Elaborando un SWMP a 10 años por la SWMB aprobado por el NSWMC.

Según lo planeado por la SWMP, cada LGU aportará:

- Un camión de basura de 6 ruedas.
- Dos unidades de equipo de compostaje.
- Dos carretillas.
- 4 sets de contenedores de basura designados para residuos biodegradables, reciclables, residuales y especiales.
- Deben incluir un esquema de reducción de residuos dirigidos a instituciones, mercados públicos y familias.

En Bilirán, se observó que no existía una separación en los contenedores de biodegradable, reciclable o especiales. Además, se observó que no los trabajadores no iban protegidos correctamente. Por consiguiente, se observó que se carecía de un horario establecido para los camiones de basura, además de no existir una separación de residuos incorporada en los camiones y, llevando los residuos al descubierto en el transporte[24].

Debido a la debilidad presentada ante la implementación de las medidas necesarias, en Bilirán no se puede asegurar un sistema de gestión de residuos seguro y saludable[24].

### 6.3. Propuesta de estrategia de gestión.

La estrategia de gestión se implementará en el Barangay de Pulang Bato, Almería, Bilirán. Para desarrollar la estrategia se deben seguir una serie de pasos que consisten en el conocimiento de la situación por parte de la comunidad, la concienciación de esta misma y la metodología de gestión.

#### 6.3.1. Comunidad.



Imagen. 6.7: Seguimiento de la estrategia referida a la comunidad social.

#### 6.3.2. Concienciación de la comunidad.

Workshop con los miembros de la consejería del Barangay, los correspondientes líderes de las zonas designadas a su cargo, los miembros de la comunidad, ONG's que ayuden, en este caso Misión Cebú y miembro del departamento de medioambiental de la comunidad.



Imagen. 6.8: Pasos a seguir para la concienciación.

6.3.3. Organigrama de la estrategia.



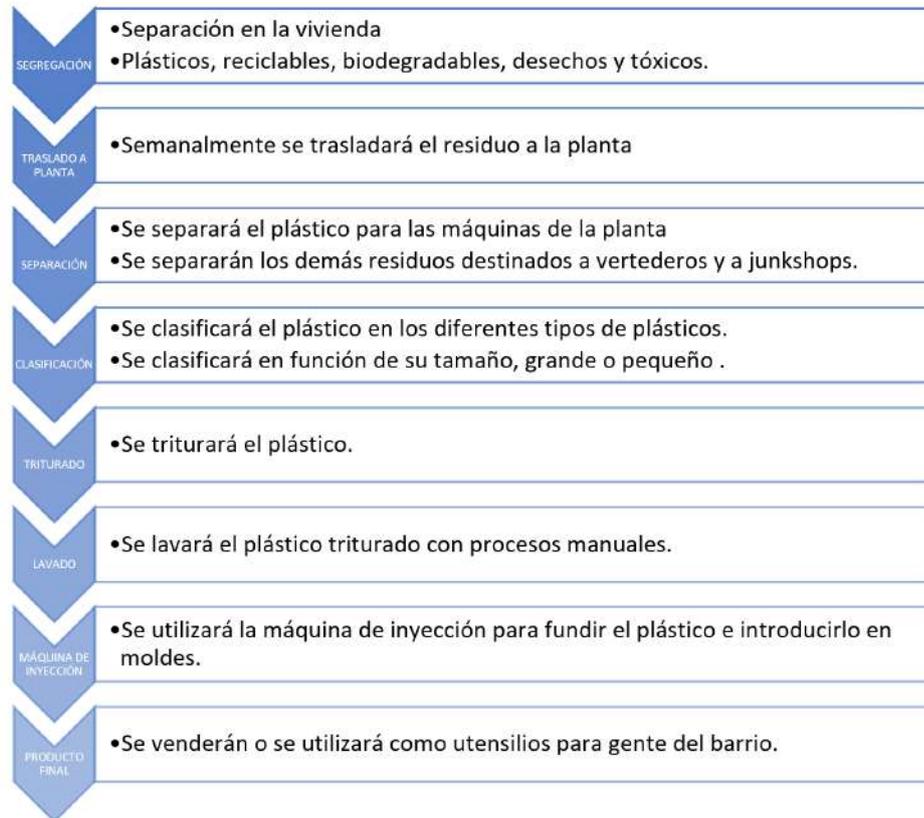


## Capítulo 7

# Diseño, ubicación y selección de maquinaria de la planta.

En este capítulo se selecciona un lugar de trabajo en donde poder tratar los plásticos que se van a reciclar. Además, se propondrá el lugar de trabajo como un sitio en donde hacer una segregación de residuos para acometer la segunda fase de la estrategia: destino y procesado. Se elegirán las máquinas propias de la planta básica de reciclaje de plástico, exponiéndose el gasto energético, la eficiencia correspondiente con las horas de uso por día.

## 7.1. Diseño del proceso de la planta.



## 7.2. Clasificación del material.

Una de las claves para una buena metodología de gestión debe ser la segregación en el origen, en este caso se incluye como proceso en la planta, aunque se deben separar todos los residuos desde las casas.

Se pueden dividir en 4 tipos de residuos a tomar en cuenta:

- Reciclables: se pueden vender a las denominadas Junk Shops, tiendas dedicadas a la recolección de objetos de segunda mano, que además también admiten materiales reciclables. En el caso concreto de este estudio, los plásticos

que puedan ser admitidos por las máquinas de reciclaje quedarán reservados para su uso posterior como materia prima, para nuevos objetos.

- Biodegradables: deben ser correctamente separados de los residuos degradables. Se puede utilizar como compost casero y utilizar para plantación.
- Desechos residuales: son desechos que difícilmente tienen una segunda vida. Estos se deben separar correctamente para que puedan ser enviados a vertederos, de modo que se puedan utilizar para diferentes usos como por ejemplo la obtención de energía por incineración.
- Residuos especiales o tóxicos: se trata de residuos que deben tener un trato especial, no se deben juntar con los desechos residuales.

### **Reciclables.**

- Papel: periódicos, carpetas, cartón, cajas, envases de cartón, libros, revistas, sobres, propaganda, etc.
- Metales: latas de aluminio, latas de hojalata, planchas de tejado antiguas, herramientas, canalones de metal, tuberías, llantas, etc.
- Plástico: botellas PET (tereftalato de polietileno) vacías de salsas, detergentes, champús. Utensilios de plástico, juguetes, sillas, bandejas de huevos, discos, cintas, etc.
- Vidrio: botellas, jarras, vasos rotos, platos y ventanas.
- Residuos especiales: aceites de motor o de cocinar, baterías de teléfono o neumáticos.
- Objetos voluminosos: neveras, ordenadores, aire acondicionado, televisiones, lavadoras, muebles, camas, vehículos.

**Residuos de cocina.**

- Cáscaras de alimentos, pieles, semillas, café, bolsas de té.
- Conchas y mariscos.
- Cascaras de huevo.
- Abono seco proveniente de animales.

**Residuos de jardín.**

- Esquejes de pasto.
- Hojas, leña y ramas.

**Desechos residuales.**

- Bolsas de plástico sucias.
- Pañuelos de papel, servilletas y algodones.
- Envoltorios de papel de aluminio, envases de poliestireno, espuma de poliestireno.
- Baterías desechables, bolígrafos, hisopos de algodón, latas de spray.

### **7.3. Máquinas de reciclaje de plástico.**

La selección de máquinas se orientará principalmente al procesado de plásticos. En las tablas 7.1 y 7.2 se analizan las propiedades, el uso de estos materiales en la vida cotidiana como un primer producto, su quemado y sus propiedades físicas. Se entienden estos datos de manera relevante para el procesado y el producto que se conseguirá a partir de estos plásticos.

Tipo y nombre	Propiedades	Uso común	Quemado
<b>PET-Tereftalato de Polietileno</b>	Claro, tenaz, solvente, resistente, barrera ante el gas, ablanda a 80º	Refrescos, botellas de agua, tupper, etc.	Llama amarilla, suelta un poco de humo.
<b>HDPE-Polietileno de alta densidad</b>	De duro a semiflexible, resistente a los químicos, superficie de cera, ablanda a 75º	Bolsas de plástico, bolsas de congelado, botellas de leche, de zumo, tarrinas de helado, shampoo, etc.	Difícil de quemar, con olor a velas.
<b>PVC-Policloruro de vinilo</b>	Fuerte, tenaz, puede ser claro y solvente, ablanda a 60º	Cosméticos, conducto eléctrico, tuberías de fontanería, revestimiento de techo, manguera.	Llama amarilla, chorro verde.
<b>LDPE-Polietileno de baja densidad</b>	Blando, flexible, superficie de cera, rasgado fácil, ablanda a 70º	Botellas exprimibles, bolsas de basura, papel film	Difícil de encender, huele a velas.
<b>PP-Polipropileno</b>	Duro pero flexible, superficie de cera, translúcido, soporta solventes, ablanda a 140º	Botellas, tubos de helado, pajitas, macetas, platos, tupper, utensilios de jardín.	Llama azul amarillenta
<b>PS-Poliestireno</b>	Claro, vidrioso, opaco, semitenaz, ablanda a 95º	CDs, vidrio de imitación, cubiertos de plástico, bandejas espumadas, juguetes frágiles.	Humo denso.
<b>Otro</b>	Las propiedades dependen del tipo de plástico	Automoción, electrónica, embalaje.	Como los demás.

Cuadro 7.1: Tipos de plástico extraído de [Precious Plastic](#)

Nombre	TM(°C)	TG(°C)	TD(°C)	CTE(PPM/°C)	TENSIÓN(PSI)	COMPRESIÓN(PSI)	G/CC
PET	245-265	73-80	21-38	65	7000-10500	11000-15000	1.29-1.40
LDPE	98-115	-25	40-44	100-220	1200-4550	....	0.917-0.932
HDPE	130-137	....	79-91	59-110	3200-4500	2700-3600	0.952-0.965
PP	168-175	-20	107-121	81-100	4500-6000	5500-8000	0.900-0.910
PVC	....	75-105	57-82	50-100	5900-7500	8000-13000	1.30-1.58
PS	....	74-105	68-96	50-83	5200-7500	12000-13000	1.04-1.05

Cuadro 7.2: Propiedades físicas, extraído de [Precious Plastic](#)

- TM(°C): Temperatura de fusión cristalina.
- TG(°C): Temperatura de transición vítrea.
- TD(°C): Temperatura de punto de rocío.
- CTE(PPM/°C): Coeficiente de expansión lineal térmica.
- Tensión (PSI): Tensión soportada en libras por pulgada.
- Compresión (PSI): Compresión soportada en libras por pulgada
- G/CC: Densidad en centímetros cúbicos.

### 7.3.1. Lavado del plástico.

El plástico debe ser previamente lavado. En este proceso no se incluirá una máquina que se dedica especialmente al lavado de la materia prima, pero se debería lavar con procesos manuales, y dejar un tiempo de secado para que se pueda efectuar su correcto funcionamiento en las máquinas. Se obtienen una serie de ventajas cuando se efectúa un lavado previo a la trituración: se previene de mayor suciedad a la máquina, se limpian mejor algunos residuos, pero en inconveniencia el tiempo empleado es mayor que lavando posteriormente, es por eso que el lavado posterior ayuda a mantener una buena línea en el proceso de reciclado.

El lavado se efectúa con tamices, que dejan paso a la suciedad, pero retienen las pequeñas lascas de plástico.



Imagen. 7.1: Limpieza en tamiz, extraído de [mathijsstroober](#)

Una ventaja del lavado a priori es que el PET se hunde y el HDPE se queda en la superficie, pudiendo realizar una fácil separación de estos dos plásticos, siendo estos los más comunes en la sociedad. Además, se realiza una limpieza de los aceites y pegamentos, que necesariamente se han de limpiar antes de introducirse en la trituradora.

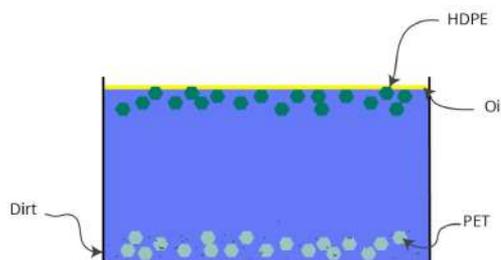


Imagen. 7.2: Limpieza a priori, extraído de [mathijsstroober](#)

Las máquinas que se han seleccionado cumplen con los objetivos básicos que busca solventar este proyecto. Las máquinas que se presentarán a continuación contienen una caja electrónica con la que se pueden ajustar valores específicos de funcionamiento. Se trata de electrónica básica en Arduino. Este proyecto no se extenderá en detalles de electrónica.

### 7.3.2. Máquina de triturado.

Máquina esencial para el triturado de la materia prima, el plástico. El diseño básico se extrae de Precious Plastic, previamente comentado en el Estado del Arte. Sus características técnicas son:

Peso	90Kg
Dimensiones	280x600x1142mm
Ancho de cuchilla	5mm, 6mm
Voltaje	380V
Amperios	5.8A
Potencia nominal	1.5kW
Momento nominal	300Nm
Velocidad de salida	70rev/min

Cuadro 7.3: Características técnicas de trituradora de un solo eje.

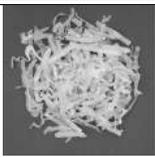
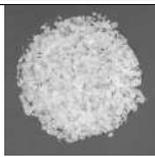
La máquina funciona a 1.5kW con una velocidad de rotor de 1430 RPM, que debido al engranaje se reduce en 20, resultando una velocidad de eje de 71.5 RPM. La capacidad de trabajo depende del tamaño de los objetos que se vayan a triturar, del tipo de plástico, y de la experiencia que se vaya obteniendo. Gracias a diferentes test que se han realizado al triturar diferentes cantidades y tipos de plásticos, se puede extrapolar una estimación de que impacto se causa, refiriéndose

a la reutilización de plástico como materia prima y, en cuanto tiempo, habiéndose añadido tiempos de lavado[15].

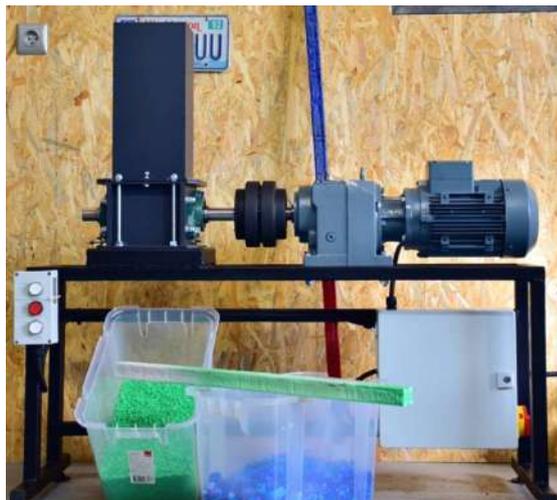
- PP (objetos pequeños): 12Kg/h.
- PP (objetos grandes): 4.5Kg/h.
- HDPE (objetos pequeños): 33Kg/h.
- HDPE (objetos grandes): 9Kg/h.
- PET (botellas): 7.5Kg/h.

#### Modo de operación[15]

1. Reunir el plástico que se va a triturar.
2. Separar en colores.
3. Revisar que el tamiz de limpieza cuadre para que el tamaño de las lascas no se cuele.
4. Encender la máquina.
5. Poner el plástico y esperar.
6. Guardar el plástico triturado.
7. Limpiar la máquina.

	cc		
Nombre:	Grande	Mediano	Pequeño
Apariencia:			
Tamaño:	0-30mm	0-10mm	0-7mm
Trabaja con:	Prensa de hojas	Prensa de hojas Máquina de inyección Máquina de compresión	Prensa de hojas Máquina de inyección Máquina de compresión Máquina de extrusión

Cuadro 7.4: Estilo de copos.

Imagen. 7.3: Trituradora, extraído de [Precious Plastic](#)

### 7.3.3. Máquina de inyección.

La máquina de inyección se destina a la producción final de un producto, en donde el plástico como materia prima se ve reutilizado. Consiste en la fundición

de las lascas producidas por la trituradora, para directamente ser introducido en un molde, ser secado y dar resultado final.

Esta parte del proceso se encarece debido a la necesidad de crear moldes. Además, se debe haber triturado previamente el plástico a un tamaño de máximo 10mm. La máquina funciona a 800W y su capacidad de trabajo es de 10 a 30 inyecciones por hora dependiendo del molde, siendo los plásticos HDPE, LDPE, PP, PS[15]. Las características técnicas son:

Peso	23Kg
Dimensiones	830x700x1300mm
Volumen del barril	150 cm <sup>3</sup>
Presión de inyección	45 bares
Tamaño máximo del molde	360-330mm
Voltaje	230V
Amperios	3.5A
Inyecciones por hora	10-30
Potencia nominal	800W

Cuadro 7.5: Características técnicas de la máquina de inyección.

#### Modo de operación[15].

1. Encender la máquina y programar la temperatura 20<sup>o</sup> más de la deseada para fundir el plástico.
2. Esperar al menos 20 minutos.
3. Bajar la temperatura y rellenar la tolva de plástico.
4. Esperar 15 minutos hasta que se produzca la fundición del plástico.
5. Colocar el molde al final del tubo de inyección.

6. Presionar la palanca y sacar la primera tanda de plástico fundido.
7. Levantar la palanca cada 5/10 minutos.
8. Rellenar con más plástico y esperar 10 minutos.
9. Repetir el proceso.

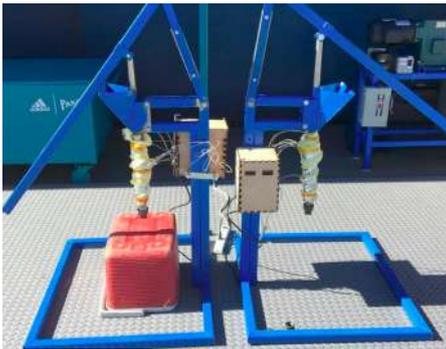


Imagen. 7.4: Máquina de inyección, extraído de

[Precious Plastic](#)



Imagen. 7.5: Ejemplo de molde para la máquina de inyección, extraído de

[Precious Plastic](#)

## 7.4. Ubicación.



Imagen. 7.6: Filipinas



Imagen. 7.7: Bilirán



Imagen. 7.8: Pulang Bato



cesado de residuos.

La planta se ubicará en el baran-gay de Pulang Bato. Se ha elegido un lugar cercano a la población para no dificultar su traslado desde las viviendas, cercano a la carretera para facilitar la recogida de los camiones y que sea amplio y libre de vegetación para que no se pueda ver dañada a la hora del pro-



# Capítulo 8

## Conclusiones.

Finalmente, se concluye un modelo de planta básica de reciclaje compuesto por dos máquinas capaces de presentar un producto que se puede utilizar como bien para la comunidad o bien ser puesto en venta y sacar beneficio económico de ello.

Además, se ha elegido una ubicación del barrio de Pulang Bato, en Bilirán, en donde conjuntamente se procederá al reciclaje del plástico, y la separación de todos los residuos que sean generados por la comunidad: biodegradables, reciclables, tóxicos y desechables. Más tarde éstos se destinarán a transporte a vertederos, venta o donación a junk shops o reciclaje en las máquinas.

Cabe destacar que este estudio se ha realizado a distancia. En el caso de haber podido realizarse un estudio de campo, el análisis, el estudio y la implementación de la planta básica conjunta con la gestión residual se podría acometer de manera más exacta. Por lo tanto, se considera este TFG como estudio en el que apoyarse para una futura implementación de la planta básica de reciclaje.



# Índice de cuadros

2.1. Parámetros para definir las características de los RSU . . . . .	21
2.2. Composición de los residuos domésticos sólidos generados. . . . .	32
2.3. Composición de los residuos municipales generados. . . . .	33
2.4. Características técnicas de trituradora de un solo eje. . . . .	36
2.5. Estilo de copos. . . . .	37
2.6. Características técnicas de la máquina de extrusión. . . . .	41
2.7. Características técnicas de la máquina de inyección. . . . .	42
4.1. Generación de basura en Filipinas de 2012 a 2016, extraído de <a href="#">Senate Economic Planning Office</a> . . . . .	48
5.1. Edades de los participantes en la encuesta realizada por BIPSU. . .	57
5.2. Almacenamiento de la basura. . . . .	62
5.3. Disposición de la basura. . . . .	62
7.1. Tipos de plástico extraído de <a href="#">Precious Plastic</a> . . . . .	81
7.2. Propiedades físicas, extraído de <a href="#">Precious Plastic</a> . . . . .	82
7.3. Características técnicas de trituradora de un solo eje. . . . .	84
7.4. Estilo de copos. . . . .	86
7.5. Características técnicas de la máquina de inyección. . . . .	87



# Índice de figuras

2.1. Comparación de economía circular con economía lineal, extraído de	14
2.2. Pirámide de prioridades UE, extraído de la	16
2.3. Flecha de diseño en cadena, extraído de	18
2.4. Fases de la GI de los RSU, extraído de	23
2.5. Logo de Precious Plastic, extraído de	27
2.6. Logo de Miniwiz, extraído de	28
2.7. Idea de reciclaje, extraído de	29
2.8. The Asiatic Recycler x Jackie Chan, extraído de	31
2.9. The European Recycler, extraído de	31
2.10. Modelo 3D de creado por	36
2.11. Trituradora hecha por seguidores de	36
2.12. Trómel, extraído de	38
2.13. Granulado húmedo, extraído de	38
2.14. Tanque de agua, extraído de	39
2.15. Lavado de alta temperatura, extraído de	39
2.16. Lavado de fricción, extraído de	39
2.17. Máquina de deshidratación, extraído de	40
2.18. Máquina de secado térmico, extraído de	40
2.19. Máquina de extrusión junto con trituradora, extraído de	41

2.20. Vista planta de modelo 3D de . . . . .	41
2.21. Máquina de inyección, extraído de . . . . .	42
4.1. Predicción de la generación de residuos desde 2008 a 2015, extraído de . . . . .	46
4.2. Predicción de la generación de residuos desde 2020 a 2025, extraído de . . . . .	47
4.3. Origen de los residuos (2013), extraído de . . . . .	49
4.4. Tipo de residuos (2015), extraído de . . . . .	49
4.5. Orden de los residuos producidos en viviendas filipinas . . . . .	50
4.6. Losas creadas por la empresa de reciclaje Miniwiz . . . . .	52
4.7. banco creado por la empresa de reciclaje . . . . .	52
4.8. Productos creados por Precious Plastic . . . . .	52
4.9. Segunda vida de los restos alimenticios . . . . .	53
5.1. Pirámide poblacional de Filipinas 2019, extraído de . . . . .	57
5.2. Grupo de edades de los participantes en la encuesta realizada para el estudio de este proyecto. . . . .	58
5.3. Participantes que tiran la basura al suelo. . . . .	58
5.4. Participantes que tiran la basura a la basura. . . . .	59
5.5. Participantes que separan los residuos al tirar la basura. . . . .	59
5.6. Participantes que intentan reciclar. . . . .	60
5.7. Respuesta a la facilidad de poder reciclar en las comunidades de los encuestados. . . . .	61
6.1. Puntos previos a la implementación. . . . .	66
6.2. Mapa político de Bilirán. . . . .	67
6.3. Crecimiento de la creación de basureros sanitarios en la región VIII, extraído del . . . . .	69

---

6.4. Vertederos ilegales y vertederos legales, extraído del . . . . .	69
6.5. Creación de MRF's, extraído del . . . . .	70
6.6. MRF, extraído de . . . . .	70
6.7. Seguimiento de la estrategia referida a la comunidad social. . . . .	73
6.8. Pasos a seguir para la concienciación. . . . .	74
7.1. Limpieza en tamiz, extraído de . . . . .	83
7.2. Limpieza a priori, extraído de . . . . .	83
7.3. Trituradora, extraído de . . . . .	86
7.4. Máquina de inyección, extraído de . . . . .	88
7.5. Ejemplo de molde para la máquina de inyección, extraído de . . . . .	88
7.6. Filipinas . . . . .	88
7.7. Bilirán . . . . .	88
7.8. Pulang Bato . . . . .	88



# Bibliografía

- [1] National Solid Waste Management Commission (NSWMC) Japan International Cooperation Agency (JICA). *Guidebook for formulation of solid wastes management plan*. NATIONAL SOLID WASTE MANAGEMENT COMMISSION, 2010.
- [2] Joseph Anthony L. Reyes. “Environmental Attitudes and Behaviors in the Philippines”. En: *Journal of Educational and Social Research* 4.6 (2014). ISSN: 2240-0524. URL: <https://www.mcser.org/journal/index.php/jesr/article/view/4067>.
- [3] Jose Niño A. Ramos y Elvira S. Pecajas. “KNOWLEDGE, ATTITUDES AND PRACTICES IN SOLID WASTE MANAGEMENT AMONG THE SECONDARY SCHOOLS IN THE DIVISION OF LEYTE”. En: 2016.
- [4] Lidia. Oficina Económica y Comercial de España en Manila Candal Suárez. “Ficha sector. Gestión de residuos en Filipinas 2019”. En: *ICEX España Exportación e Inversiones* (2019).
- [5] *ASG Plastic Recycling Machines*. URL: <https://www.plasticrecyclingmachine.net/plastic-granulator-machines/>.
- [6] *ASIA/FILIPINAS - Desempleo y nueva pobreza: el bloqueo causado por la pandemia tiene un grave impacto económico y social*. URL: [http://www.fides.org/es/news/68046-ASIA\\_FILIPINAS\\_Desempleo\\_y\\_nueva\\_](http://www.fides.org/es/news/68046-ASIA_FILIPINAS_Desempleo_y_nueva_)

- pobreza\_el\_bloqueo\_causado\_por\_la\_pandemia\_tiene\_un\_grave\_impacto\_economico\_y\_social.
- [7] *Circular Economy*. URL: <https://www.unido.org/our-focus-cross-cutting-services/circular-economy>.
- [8] *CUESTIONES AMBIENTALES EN FILIPINAS*. URL: <https://www.hisour.com/es/environmental-issues-in-the-philippines-37511/>.
- [9] *DENR calls on Biliran LGUs to implement ecowaste law*. URL: <https://www.biliranisland.com/blogs/2019/03/26/denr-calls-on-biliran-lgus-to-implement-ecowaste-law/>.
- [10] *El reciclaje en Suiza*. URL: <https://gestoresderesiduos.org/noticias/el-reciclaje-en-suiza>.
- [11] *Los pescadores filipinos recogen más plástico que peces*. URL: [https://elpais.com/elpais/2019/05/28/planeta\\_futuro/1559054316\\_731054.html](https://elpais.com/elpais/2019/05/28/planeta_futuro/1559054316_731054.html).
- [12] *Miniwiz*. URL: <http://www.miniwiz.com/>.
- [13] *Miseria y milagro económico: las dos caras de Filipinas*. URL: [https://elpais.com/economia/2016/10/27/actualidad/1477590104\\_347665.html](https://elpais.com/economia/2016/10/27/actualidad/1477590104_347665.html).
- [14] *Philippines*. URL: <https://www.britannica.com/place/Philippines>.
- [15] *Precious Plastic*. URL: <http://preciousplastic.com/>.
- [16] *Senate Economic Planning Office*. URL: [http://legacy.senate.gov.ph/publications/SEPO/AAG\\_Philippine%5C%20Solid%5C%20Wastes\\_Nov2017.pdf](http://legacy.senate.gov.ph/publications/SEPO/AAG_Philippine%5C%20Solid%5C%20Wastes_Nov2017.pdf).

- [17] *TRASH-FREE PHILIPPINES*. URL: <http://nswmc.emb.gov.ph/?p=900#:~:text=General%5C%20Objectives%5C%3A&text=To%5C%20mobilize%5C%20all%5C%20sectors%5C%20of%2C%20Patrol%5C%20Program%5C%20of%5C%20the%5C%20EMB..>
- [18] *TRASHLAB*. URL: <http://www.miniwiz.com/trashlab.php>.
- [19] *TRASHPRESSO* by *Miniwiz*. URL: <https://trashpresso.com/trash-tech/>.
- [20] *Turning Taiwan's trash into bussines*. URL: <http://breakthrough.unglobalcompact.org/briefs/miniwiz-taiwans-trash-business-arthur-huang-jarvis-liu/>.
- [21] Universidad Pontifica de Comillas. “Gestión Integral de Residuos”. En: (2020/2021).
- [22] ICEX España Exportación e Inversiones. “Ficha país. Filipinas 2020”. En: *ICEX España Exportación e Inversiones* (Julio 2020).
- [23] Regional Office No. VIII Republic of the Philippines COMMISSION ON AUDIT. “ANUAL AUDIT REPORT On The MUNICIPALITY OF NAVAL Province of Biliran”. En: (For the year Ended December 31, 2016).
- [24] Regional Office No. VIII Republic of the Philippines COMMISSION ON AUDIT. “ANUAL AUDIT REPORT On The MUNICIPALITY OF NAVAL Province of Biliran”. En: (For the year Ended December 31, 2017).