



# DISEÑO DE UNA PLANTA PARA LA PRODUCCIÓN DE BOLSAS OXO BIODEGRADABLES, EN LA CIUDAD DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER

## DESIGN OF A PLANT FOR THE PRODUCTION OF BIODEGRADABLE OXO BAGS, IN THE CITY OF OCAÑA, NORTE DE SANTANDER

<sup>1</sup>Magdala Anyelith Quintero Quintana, <sup>2</sup>Lida Margarita Zambrano Cortés, <sup>3</sup>Natalia Molina Arévalo

<sup>1,2,3</sup>Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia

Recibido: 20/10/2023 Aprobado 20/11/2023

### RESUMEN

Este proyecto muestra el diseño de una planta para la producción de bolsas oxo biodegradables, en la ciudad de Ocaña, Norte de Santander, con el fin de disminuir el impacto ambiental que generan las bolsas plásticas en el municipio. Se elabora un estudio de mercado por medio del cual se caracterizan los consumidores de bolsas plásticas, para establecer la demanda. En este caso en particular los clientes se centran en la plaza de mercado, supermercados minoristas, y establecimientos distribuidores de bolsas plásticas. De acuerdo a las preferencias de los clientes se elabora el diseño del producto junto con ficha técnica, su diseño (capacidad y tipo de bolsa) y logotipo. El diseño del proceso productivo se hace mediante la técnica de modelamiento BPMN (Business Process Model and Notation), exponiendo cada una de las fases de la producción, paralelamente se diseña la matriz de enfoque sistémico, donde se muestran las entradas, actividades y salidas del proceso. Para el diseño de la planta se aplicará el método SLP (System Layout Planning) donde se muestra la disposición de las estaciones de trabajo, por medio del plano de la planta para la producción y de este modo observar el flujo de materiales. Para el diseño final se usa software de diseño 3D, para visualizar la distribución de la planta.

**Palabras clave:** oxo-biodegradable, plástico, medio ambiente, polietileno, planta.

Citación: Quintero Quintana, M. A., Zambrano Cortés, L. M., & Molina Arévalo, N. (2023). Diseño de una planta para la producción de bolsas oxo biodegradables, en la ciudad de Ocaña, Norte de Santander. *Publicaciones E Investigación*, 17(4). <https://doi.org/10.22490/25394088.7500>

<sup>1</sup>maquinteroq@unadvirtual.edu.co / <https://orcid.org/0009-0009-0744-9672>

<sup>2</sup>lida.zambrano@unad.edu.co / <https://orcid.org/0000-0002-5347-9428>

<sup>3</sup>natalia.molina@unad.edu.co / <https://orcid.org/0000-0002-6266-596X>

<https://doi.org/10.22490/25394088.7500>

## ABSTRACT

This article presents the design of a plant for the production of oxo-biodegradable bags in the city of Ocaña, Norte de Santander, with the aim of reducing the environmental impact generated by plastic bags in the municipality. A market study is conducted to characterize plastic bag consumers and establish demand. In this particular case, customers are focused on the marketplace, retail supermarkets, and plastic bag distribution establishments. Based on customer preferences, the product design (capacity and type of bag) is developed, along with technical specifications and a generic logo. The design of the production process is carried out using the BPMN (Business Process Model and Notation) modeling technique, outlining each phase of production. Simultaneously, a systemic focus matrix is designed, showing the inputs, activities, and outputs of the process. The plant's layout design applies the SLP (System Layout Planning) method, illustrating the arrangement of workstations through the plant floor plan for production, thus observing the flow of materials. For the final design, 3D design software is used to visualize the area, layout, and dimensions of the plant.

**Keywords:** Oxo-biodegradable, plastic, environment, polyethylene, plant.



## 1. INTRODUCCIÓN

Según la Organización de las Naciones Unidas (2022), “La contaminación por plástico pasó de dos millones de toneladas en 1950 a 348 millones en 2017. Se espera que se duplique su cantidad, de aquí a 2040”, por ello la producción de plástico se considera un problema global, por lo que deben aplicarse medidas urgentes para mitigar el impacto ambiental, tanto en el clima como en el suelo, las fuentes de agua y hasta en la salud humana.

Es notable que la industria del plástico va en crecimiento en Colombia, y que este es un producto que difícilmente va a dejarse de consumir, por ello en esta investigación se quiere evidenciar el alto consumo de bolsas plásticas, por consiguiente se hace importante proponer el diseño de una planta para la producción de bolsas oxo biodegradables en la ciudad de Ocaña (Norte de Santander, Colombia), mediante la cual se plantea un modelo de proceso productivo eficiente que permitirá agregar valor a las bolsas plásticas oxo biodegradables. La ventaja principal radica en el tiempo de degradación, que es mucho más corto respecto a las bolsas de plástico convencional, y al tipo de residuo generado al final del proceso, en el caso de las bolsas oxo biodegradables es agua, CO<sub>2</sub> y biomasa, lo que ciertamente tiene un beneficio ambiental.

En este artículo se evidencia la metodología que se estableció en tres fases que se determinan en la primera fase mediante un estudio de mercados; en la segunda fase se hizo una simulación de la la bolsa oxo biodegradable, y diseño de la ficha técnica como última fase se diseñó del sistema de producción aplicando técnicas de diseño de procesos mediante diagramas BPMN, se elaboró la matriz de enfoque sistémico, por último se diseñó la planta para la producción de bolsas oxo biodegradables aplicando el método SLP, lo que permitió hacer un diseño final de la planta con software 3D.

## 2 . MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo de este proyecto se estableció una investigación mixta, usando técnicas de investigación cualitativas teniendo en cuenta lo que mencionan en su trabajo de investigación Cabrera & Zenozain, (2019) y Félix & Muñoz, (2017) de acuerdo al proceso productivo del producto y técnicas cuantitativas, mediante un estudio de mercado en el cual se usó como metodología de segmentación de mercado la localización geográfica, de acuerdo con los datos suministrados por la Cámara de Comercio de Ocaña, haciendo un tamizaje del nicho

de mercado, por lo cual se centró en dos sectores comerciales de la ciudad de Ocaña donde se concentra la mayor parte de los establecimientos de comercio, supermercados minoristas y distribuidores de plásticos de la ciudad como son: la plaza de mercado público, el sector del centro de la ciudad y el sector norte de la ciudad.

Se aplicó la metodología de encuestas a 88 establecimientos como muestra, con una población total de 115 comercios, de acuerdo a la segmentación mencionada anteriormente.

Posterior al resultado obtenido en el estudio de mercado en la segunda fase se procede a realizar el diseño de la bolsa oxo biodegradable, junto con la elaboración de la ficha técnica del producto, utilizando el software de diseño Corel Draw, de acuerdo a las necesidades de los consumidores anteriormente identificados.

La tercera fase consiste en realizar el diseño del sistema de producción mediante la técnica de modelamiento BPMN, exponiendo cada una de las etapas

de la producción, paralelamente se elaboró la matriz de enfoque sistémico, donde se muestran las entradas, actividades y salidas del proceso.

Para finalizar se realizó el diseño de la planta para la producción de bolsas oxo biodegradables donde se aplicó el método SLP, exponiendo la ubicación de las estaciones de trabajo, lo que permitió hacer un diseño final con software 3D para visualizar las dimensiones y características de la planta para la producción de bolsas plásticas oxo biodegradables.

### 3. DESARROLLO

En este apartado se muestran los datos más relevantes para determinar la demanda en cuanto al tipo, capacidad, y cantidad de bolsas que consumen actualmente los comercios de la ciudad de Ocaña. Al aplicar las encuestas se observa de acuerdo con la Figura 1, que el 93.2% de los encuestados manifiestan que usan bolsa plástica para su negocio.

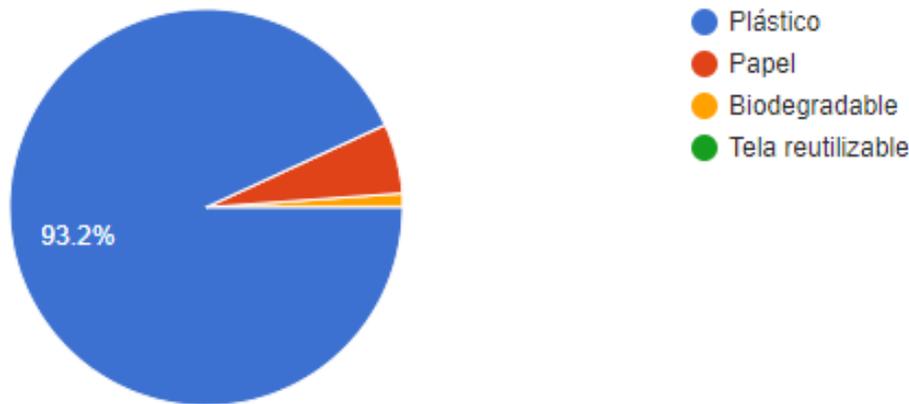


Figura 1. ¿Qué tipo de bolsa usa para su negocio?

En la figura anterior se observa que, el 93.2 % de los encuestados manifiestan que usan bolsa plástica para su negocio.

- 92.2 % = 82 encuestados usan bolsa plástica para su negocio.
- 5.7 % = 5 encuestados usan bolsa de papel para

su negocio.

- 1.1% = 1 encuestado usa bolsa biodegradable para su negocio.

Otro dato relevante tiene que ver con el tipo o diseño de bolsa que usan la mayoría de los comerciantes como se puede ver en la Figura 2.

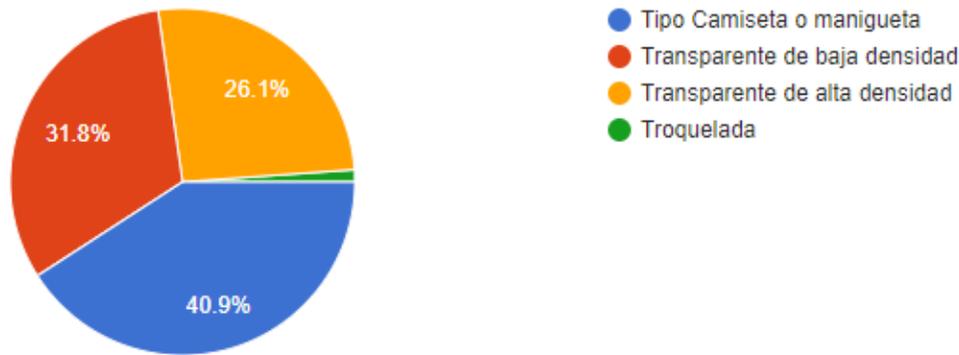


Figura 2. ¿Qué tipo de bolsa usa en su negocio?

La figura anterior muestra que, el 40.9 % de los encuestados responde que el tipo de bolsa más usada en su negocio es tipo camiseta.

- 40.9 % de los encuestados responde que el tipo de bolsa más usada en su negocio es tipo camiseta.
- 31.8 %, manifiestan usar bolsa plástica de baja densidad.
- 26.1 % usan para su negocio bolsa de alta densidad.

- 1.1% refiere usar bolsa troquelada.

Otro dato para destacar en esta investigación de mercado, es la capacidad de la bolsa que se fabricará en mayor cantidad por la demanda, lo que se determina por el resultado que se observa en la Figura 3, donde se puede visualizar que los tamaños más demandados son: bolsa de 5 kilos y bolsa de 2 kilos con porcentajes de demanda del 48.9 % y 34.1 % respectivamente.

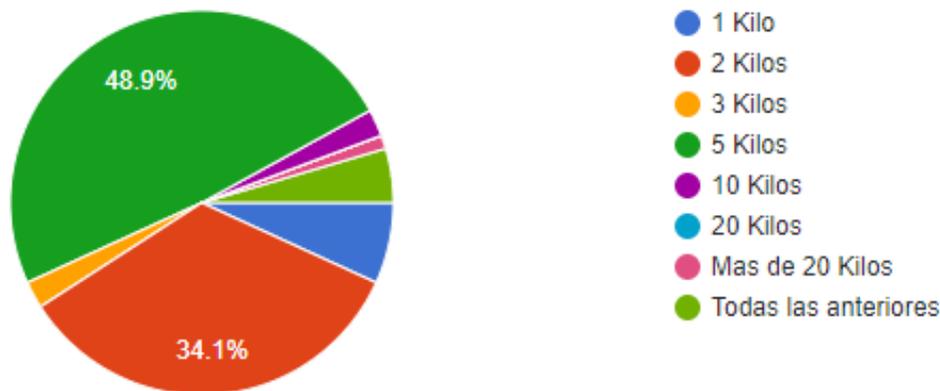


Figura 3. ¿Qué tamaño de bolsa es la que más compra?

En el estudio de mercado realizado por Félix & Muñoz, (2017), se realiza una segmentación del mercado en una población total de la ciudad de Lima, Perú, pero enfocándose a restaurantes, supermercados y pollerías en la zona metropolitana de la ciudad, a diferencia nuestra que planteamos el mayor impacto en la distribución de las bolsas oxo biodegradables en supermercados, comercios y

distribuidores locales en la zona urbana de Ocaña. Se indagó el mercado en el estudio referenciado anteriormente, mediante la aplicación de encuestas similares a la presentada en este artículo, permitiendo establecer una posible demanda de las bolsas oxo biodegradables con el objetivo de establecer cantidades de producción y estrategias de comercialización, de acuerdo al objetivo del proyecto.

En correspondencia con los resultados de las encuestas se establece un diseño para la bolsa oxo biodegradable que se observa en la Figura 4.



Figura 4. Diseño de la bolsa tipo camiseta con logo.

Como se observa en la figura anterior, la bolsa tipo camiseta es la más usada en el nicho de mercado identificado, tal como se muestra en el resultado de las encuestas la bolsa plástica es la más utilizada por los comerciantes, por ello el ingreso del material oxo

biodegradable se inserta en el mercado como remplazo del plástico convencional de manera orgánica ya que es un material inteligente, pues su comportamiento químico es revolucionario. El aditivo d2w que se mezcla con el plástico convencional fue elaborado desde la década de los 70, no obstante, hasta ahora que las políticas ambientales tienen verdadera relevancia debido al fenómeno del calentamiento global, entre otros, se hace imperioso el uso de este tipo de productos. Otra característica importante es que se comporta de forma similar al convencional (polietileno, poliestireno, etc.) tanto en flexibilidad y resistencia, siendo seguro para embalar y empacar alimentos y otro tipo de productos.

Se adjunta la ficha técnica de las bolsas oxo biodegradables, describiendo el tipo de bolsa, presentación del material, aplicación, diseño del producto, el cual se adecúa a los resultados obtenidos en la investigación de mercado, igualmente, se identifican las características y legislación aplicable incluyendo la norma técnica que avala las características de oxo biodegradación, del material que se muestra en la Figura 5.

### FICHA TECNICA

#### BOLSA OXO BIODEGRADABLE

 <b>DISEÑO DEL PROTOTIPO</b>	 <b>CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO</b>	 <b>PRESENTACION DEL PRODUCTO</b>	 <b>DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL</b>	 <b>LEGISLACIÓN APLICABLE AL PRODUCTO</b>
	<p><b>Bolsas de plástico oxo biodegradable</b>, tipo camiseta, para uso comercial, diseñadas como contenedores de alimentos y demás artículos, con resistencia y durabilidad similar a las bolsas plásticas convencionales. Se puede reutilizar y reciclar; y tiene las mismas utilidades de las bolsas de plástico tradicionales, son aptas para entrar en contacto con los alimentos.</p>	<p>Capacidad en Kg. 2 - 5 - 10</p> <p>Calibre 70 - 100</p> <p>Embalaje Bulto de 100 paq. de 100 unds.</p>	<p>El <b>plástico oxo biodegradable</b> contiene plástico convencional reciclado o polietileno más un aditivo, que permite que los plásticos derivados del petróleo se degraden en condiciones ambientales normales, como el calor, la luz solar, exposición al viento, etc., tiene las mismas características en términos de resistencia y flexibilidad de las bolsas de plástico comunes, este material no genera residuos contaminantes, microplásticos o residuos tóxicos.</p>	<p><b>ASTM 6954-04</b>, ha quedado demostrada por la pérdida de peso molecular lograda después de la degradación térmica abiótica, resultando en biodegradación final del material en CO2, agua, sales minerales y biomasa.</p> <p>No quedan residuos nocivos, esto ha sido verificado para el aditivo; norma de referencia <b>OCDE 208</b>, así como las normas <b>OCDE202 y OCDE 203</b>.</p> <p><b>Ley 2232 de 2022</b> de Colombia "por medio de la cual se establecen medidas tendientes a la reducción gradual de la producción y consumo de ciertos productos plásticos de un solo uso y se dictan otras disposiciones".</p>

Figura 5. Ficha técnica para bolsas oxo biodegradables.

Para el diseño del proceso productivo se aplica la técnica de modelamiento BPMN, (Figura 6) exponiendo cada una de las fases para la fabricación de las bolsas oxo biodegradables. La secuencia inicia en el área de recepción, donde ingresa la materia prima pellets de plástico (polietileno) y el aditivo d2w™, pesados e ingresados en la base de datos de inventarios, se almacena y posteriormente con documento soporte, salen los bultos requeridos al área de producción, donde se ingresan los pellets de polietileno y aditivo pesados a la máquina de mezclado, para

luego ingresar esta mezcla a la máquina de extrusión y embobinado, terminado este procedimiento se transporta la bobina a la impresora con el diseño estándar o el requerido por el cliente, posteriormente la bobina impresa es trasladada a la máquina de corte y sellado donde se obtienen las bolsas oxo biodegradables. Los desperdicios del proceso de corte de las bolsas, se recicla y se procesa para transformarlo en materia prima en forma de pellets para iniciar de nuevo el proceso, aplicando la política interna de economía circular.

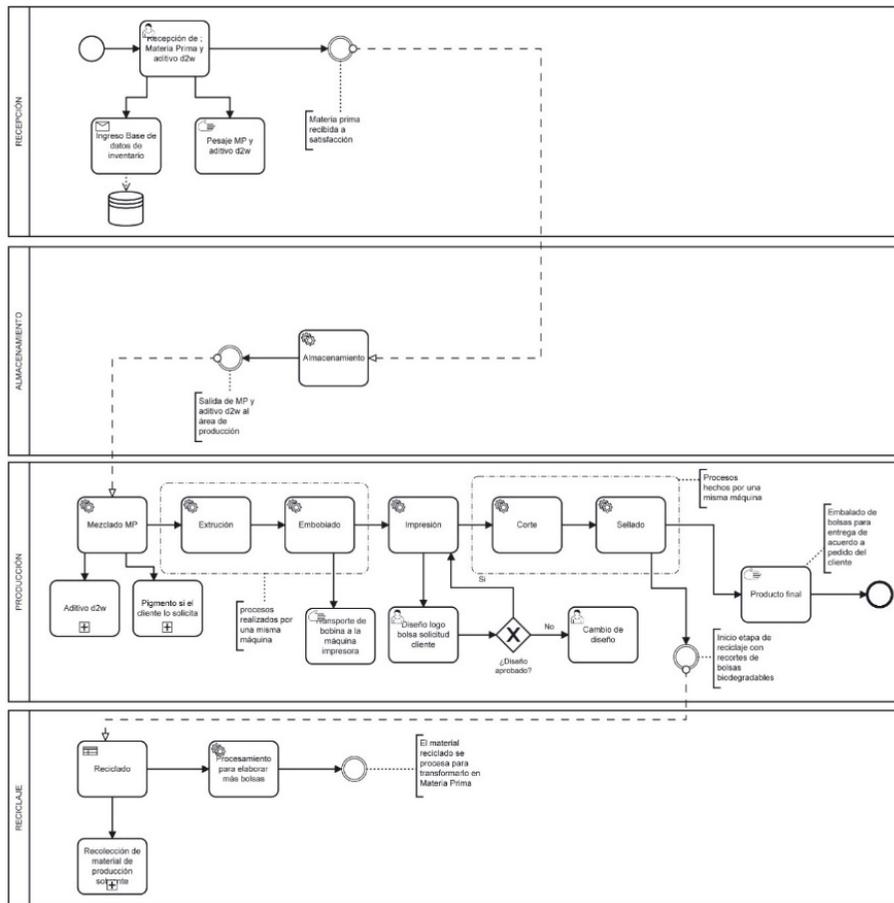


Figura 6. Modelo BPMN (Business Process Model and Notation) para la fabricación de bolsas oxo biodegradables.

En concordancia con lo anterior se aplicó el método SLP, exponiendo la ubicación de las estaciones de trabajo y flujo de procesos y materiales al interior de la planta, delimitando claramente las diferentes áreas de la planta como almacenes, producción, áreas de mantenimiento, calidad, administrativa,

entre otras, de la misma manera se delimitan claramente pasillos de circulación de operarios y equipos de mantenimiento, donde se puede hacer un recorrido de cada subprocesso de manera secuencial hasta llegar al producto terminado, como se puede observar en la Figura 7.

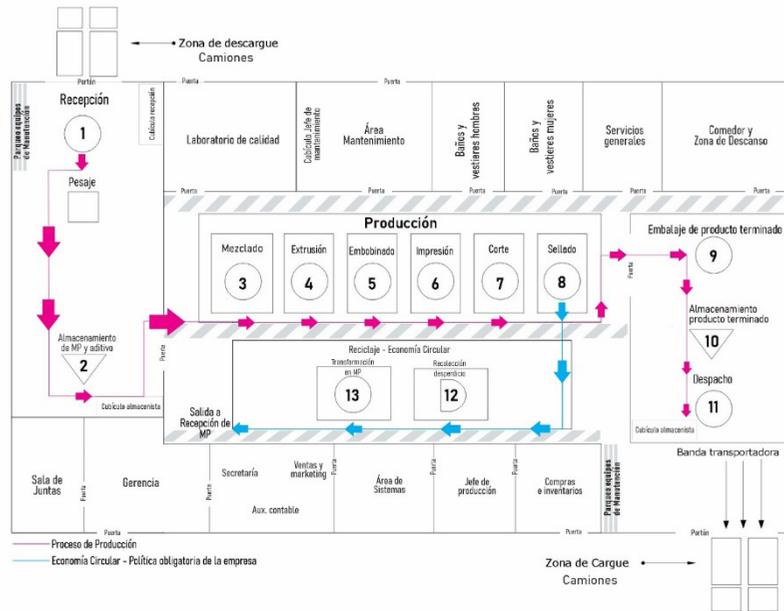


Figura 7. Plano de la planta para la producción de bolsas oxo biodegradables método SLP.

Finalmente, y de acuerdo con el plano de distribución, se elabora el diseño definitivo usando software de

diseño 3D, para visualizar el área de producción de la planta (Figura 8).

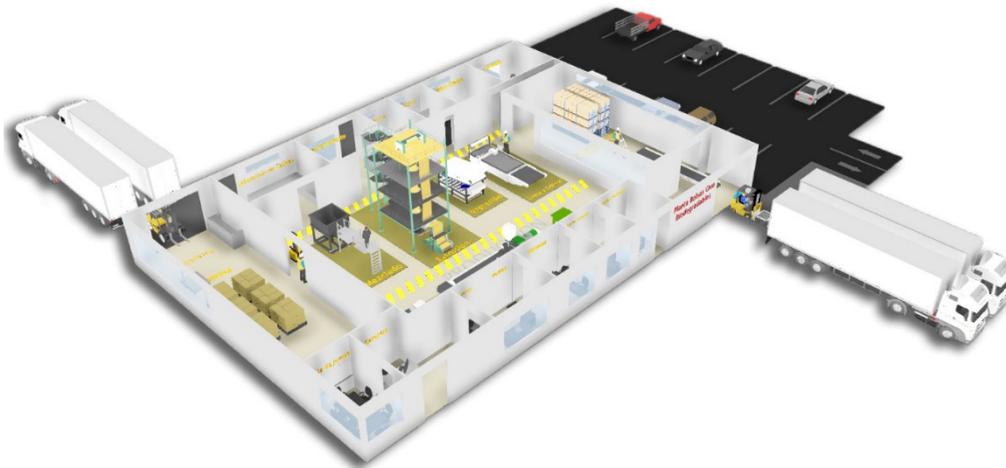


Figura 8. Vista isométrica modelo 3D, planta para la producción de bolsas oxo biodegradables.

Para este tipo de investigación se analizaron algunos proyectos de investigación:

- “Estudio de prefactibilidad para la implementación de una empresa de producción y comercialización de bolsas oxo-biodegradables”.
- “Revisión de estándares internacionales para la producción de plásticos pxo-biodegradables”.
- “Fabricación y comercialización de bolsas oxo-biodegradables”.
- “Estudio de la degradación en polímeros oxo-biodegradables”.

En el “Estudio de pre factibilidad para la implementación de una empresa de producción y comercialización de bolsas oxo- biodegradables” (Cabrera & Zenozain, 2019), quienes plantean un proyecto en el cual se pretende ofrecer una alternativa de mitigación al impacto ambiental que generan los residuos por plásticos derivados del petróleo, entendiendo el alcance de la ley peruana 30884 que regula el plástico de un solo uso y envases desechables. Determinando en el mismo documento, aspectos como la localización, identificación de maquinaria y equipo, además del análisis financiero que establece la viabilidad del proyecto. Concluyendo que el proyecto planteado es viable tanto en la parte operativa como financiera debido a la creciente demanda de este tipo de productos. También se contó con el estudio de Álvarez & Célis, (2021), quienes proponen la “Revisión de estándares internacionales para la producción de plásticos oxo-biodegradables”, evidenciando los estándares internacionales ATSM, donde se justifica la degradación de los plásticos oxo biodegradables, en el cual se establece que estos no generan micro plásticos en el proceso de descomposición, los cuales realmente sí cumplen con los resultados que entregan los fabricantes, factor que es muy positivo y que genera una expectativa positiva en cuanto al uso del material oxo biodegradable, por lo cual se siguió indagando y se logró conocer el proyecto llamado “Fabricación y comercialización de bolsas oxo-biodegradables”, en el cual Félix & Muñoz, (2017), plantean una idea de negocio respecto a la fabricación y comercialización de bolsas oxo biodegradables, utilizando como materia prima bolsas plásticas de polietileno con aditivo d2w, como una solución de uso en diversos campos, mostrando la gran diferencia en cuanto al tiempo de degradación de las bolsas plásticas convencionales frente a las bolsas oxo biodegradables y la manera de descharlas. Ventaja que se expone en nuestra propia investigación sobre los plásticos convencionales por su largo tiempo para lograr la degradación, frente a la degradación del plástico oxo biodegradable que se produce en muy corto tiempo.

#### 4. DISCUSIÓN

Esta investigación se orientó hacia la posibilidad de poner en marcha el proyecto, por ello se consulta el documento llamado: “Factibilidad de instalar una fábrica de bolsas 100 % biodegradables”, en el que los autores García & López, (2014), estudian el mercado, la legislación, la viabilidad ambiental y económica para la instalación de una fábrica de bolsas 100 % biodegradables, remplazando las bolsas convencionales tipo camiseta en los supermercados y comercios, proyecto que aborda el problema ambiental por la mala disposición de las bolsas plásticas convencionales y la falta de gestión en cuanto al reciclaje de las mismas, lo que genera un problema grave para el medio ambiente. En consecuencia, resulta muy interesante conocer a profundidad lo que sucede física y químicamente, con los plásticos oxo biodegradables al momento de ser desechados, por tal motivo el proyecto llamado, “Estudio de la degradación en polímeros oxo biodegradables” (Sinche, 2012), resulta importante para esta investigación, pues los autores hicieron un estudio de la biodegradación de plásticos oxo biodegradables mediante ensayos de degradación a la intemperie térmico natural y con técnicas artificiales, que mostró los cambios en el material oxo biodegradable en diferentes condiciones y demuestra que realmente esta tecnología funciona.

#### 5. CONCLUSIONES

Aplicando la metodología propuesta para el desarrollo del proyecto, se logró identificar el mercado potencial de bolsas oxo biodegradables en la ciudad de Ocaña, bajo una metodología de segmentación y la aplicación de encuestas se puede deducir que la mayoría de los comerciantes (90.9 %) de Ocaña (Norte de Santander), están dispuestos a comprar el producto a un proveedor local. También se evidenció en la aplicación de las encuestas, que el 40.9 % de los comerciantes prefieren la bolsa tipo camiseta, por lo que se dará prioridad a este diseño y el 48.9 % respondió que usa las de 5 kilos de capacidad, en consecuencia,

al momento de planear la producción se hará el enfoque en este tipo de bolsa, sin dejar de producir los demás tamaños y diseños que mejor aceptación tienen de acuerdo a la encuesta. Con la información obtenida se logra estimar la cantidad de producción semanal, este dato es fundamental para conocer la capacidad de producción que debe tener la planta. Se realizó el diseño del proceso productivo mediante las técnicas de modelamiento BPMN, que permitió conocer con nitidez cada uno de los subprocesos que conforma la fabricación de bolsas oxo biodegradables, evidenciando y separando las áreas y el proceso que se lleva a cabo en cada una de ellas, de esta manera se hace más clara la identificación de actividades, procesos, productos, maquinaria y equipos que se tabularán. Posteriormente, se delineó el plano aplicando la metodología SLP, en el cual se evidencia el tipo de diseño detallando el conjunto de subprocesos identificados, con el método BPMN. Mediante el modelado en 3D de la planta para la fabricación de bolsas oxo biodegradables, se puede visualizar claramente cada uno de los subprocesos, maquinaria, equipo y distribución física de la planta.

## REFERENCIAS

- Álvarez, J., & Célis, L. F. (2021). *Revisión de estándares internacionales para la producción de plásticos oxo-Biodegradables*. (Tesis de grado). Fundación Universidad de América. <http://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/8308/1/6161840-2021-1-IQ.pdf>
- Arra, D. (2009). *Estudio de la implementación de bolsas plásticas biodegradables u oxo biodegradables, su impacto en el medio ambiente y su comparación con tecnologías alternativas*. (Tesis de grado). Instituto Tecnológico de Buenos Aires. <https://ri.itba.edu.ar/server/api/core/bitstreams/a3567319-40f2-4677-9da2-e1cab3a06cf8/content>
- Cabrera, I. & Zenoain, E. (2019). *Estudio de pre factibilidad para la implementación de una empresa de producción y comercialización de bolsas oxo- biodegradables*. (Tesis de grado). Universidad Antonio Ruiz de Montoya. Antonio Ruiz de Montoya. <http://hdl.handle.net/20.500.12833/1987>
- Cadena, D. V. (2014). *Estudio de la biodegradación de cuatro tipos de bolsas oxo - biodegradables empleadas en la venta de productos, utilizando tierra compostable fresca, fresca más aireación madura, simulando condiciones ambientales de humedad y temperatura del relleno sanitario ubicado en Quito*. (Tesis de grado). Universidad Politécnica Salesiana. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7140/6/UPS-ST001252.pdf>
- Carvajalino, T. & Galeano L.Y. (2019). *Identificación de los residuos sólidos aprovechados en el municipio de Ocaña, Norte de Santander como insumo para el cálculo del índice de calidad ambiental urbana "ICAU"*. (Tesis de grado). Universidad Francisco de Paula Santander. <http://repositorio.ufpso.edu.co/xmlui/handle/123456789/1973?show=full>
- Clínica Jurídica de Medio Ambiente y Salud Pública (2019). *Situación actual de los plásticos en Colombia y su impacto en el medio ambiente*. Universidad de los Andes. <https://derecho.uniandes.edu.co/es/informe-situacion-actual-de-los-plasticos-en-colombia>
- Congreso de Colombia (julio 7 de 2022). Ley 2232 de 2022. Por la cual se establecen medidas tendientes a la reducción gradual de la producción y consumo de ciertos productos plásticos de un solo uso y se dictan otras disposiciones. *Diario Oficial No. 52.089 de 8 de julio de 2022. Rama legislativa-poder público 4, 5*. [http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_2232\\_2022.html](http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_2232_2022.html)
- Cuidemos el planeta (s.f.) *¿Qué es el reciclaje?* <https://cuidemoselplaneta.org/reciclaje/>
- DANE (05 de agosto del 2022). *Cuenta ambiental y económica de flujos de materiales – residuos sólidos (CAEFM-RS) 2019 – 2020 provisional*. [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/ambientales/cuentas\\_ambientales/cuentas-residuos/Bt-Cuenta-residuos-2020p.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/ambientales/cuentas_ambientales/cuentas-residuos/Bt-Cuenta-residuos-2020p.pdf)
- Economía circular (s.f.). *Economía circular*. <https://economiecircu-lar.org/economia-circular/>
- Félix, M.T., & Muñoz, E.S. (2017). *Fabricación y comercialización de bolsas oxo-biodegradables*. (Tesis de grado). Universidad Tecnológica del Perú. [https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/2280/Maria%20Felix\\_Erika%20Mu%c3%b1oz\\_Trabajo%20de%20Suficiencia%20Profesional\\_Titulo%20Profesional\\_2017.pdf?sequence=8&isAllowed=y](https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/2280/Maria%20Felix_Erika%20Mu%c3%b1oz_Trabajo%20de%20Suficiencia%20Profesional_Titulo%20Profesional_2017.pdf?sequence=8&isAllowed=y)
- García, C. M., & López, M. C. (2014). *Factibilidad de instalar una fábrica de bolsas 100 % biodegradables*. (Tesis de grado). Universidad Nacional del Rosario. <http://rephip.unr.edu.ar/bitstream/handle/2133/17613/BOLSAS%20BIODEGRADABLES.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Green Peace (s.f.). *Datos sobre la producción de plástico*. <https://es.greenpeace.org/es/trabajamos-en/consumismo/plasticos/datos-sobre-la-produccion-de-plasticos/>
- Milenio Tres S.A. (5 de diciembre del 2013). *d2w: Tecnología oxo-biodegradable para plásticos*. [presentación de diapositivas]. Slideshare. <https://es.slideshare.net/SilviaVega8/d2w-tecnologia-oxobiodegradable-para-plsticos>
- Mileniotres (s.f.). *¿Qué es el d<sub>2</sub>w? El d<sub>2</sub>w es la tecnología que controla la vida útil del plástico*. <https://mileniotres.cr/d2w-plastico-oxobiodegradable/que-es-d2w/>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (7 de enero del 2022). *Noticias*. MinAmbiente. <https://www.minambiente.gov.co/comunicado-de-prensa/en-2050-habria-en-el-mundo-unos-12-000-millones-de-toneladas-de-basura-plastica-si-no-se-cambian-las-pautas-de-consumo/>

Sinche, L. A. (2012) *Estudio de la degradación en polímeros oxo biodegradables*. (Tesis de grado). Escuela Politécnica Nacional. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4620/1/CD-4245.pdf>

UAESP. (s.f.) *Relleno sanitario*. Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C. <https://www.uaesp.gov.co/transparencia/informacion-interes/glosario/relleno-sanitario>

Valera, K. (2022). Residuos sólidos. *Enciclopedia de Biología*. <https://enciclopediaebiologia.com/residuos-solidos>.

WMF – Colombia. (5 de junio del 2018). ¿Qué es el plástico? *Glosario ambiental: WMF*. <https://www.wmf.org.co/?328912/Glosario-ambiental-Que-es-el-plastico>.