

Diseño de una planta para la producción de bolsas oxo biodegradables, con el propósito de aportar iniciativas que mitiguen el impacto ambiental negativo que genera el consumo excesivo de bolsas plásticas en la ciudad de Ocaña, Norte de Santander.

Magdala Anyelith Quintero Quintana

Asesor

Ing. Lida Margarita Zambrano Cortés

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería ECBTI

Programa Ingeniería Industrial

2023

Ing. Lida Margarita Zambrano Cortés

Jurado

2023

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mis hijos, Javier Leonardo y Ariana, deseo que todo este esfuerzo sirva de ejemplo para ellos, quiero que sepan que no hay límites cuando nos proponemos metas en la vida, mi anhelo es que sepan que el estudio es la llave que abre puertas que quizás en otras circunstancias estarían cerradas, quiero ser para ellos un faro, a pesar de las dificultades y obstáculos que no han sido motivo para dejar de luchar.

Hijos sepan que la juventud es una virtud que les puede dar ventajas importantes para que logren todos lo que se han propuesto, ¡aprovéchenla!

Los amo, siempre han sido mi motor y lo seguirán siendo. A mi esposo, mi compañero y amor de mi vida; a mis padres y a mis hermanos, dedico este triunfo por haber estado siempre presentes, creyendo siempre que era posible.

Agradecimientos

Mi gratitud hacia Dios quién me dio la oportunidad de poder estudiar la carrera de mis sueños, por darme la visión para alcanzar esta meta, gracias a mi esposo por el apoyo, la paciencia, la comprensión y la ayuda que me ha ofrecido durante estos años de estudio, a mi madre por la ayuda y oraciones para sostenerme cuando asomaba el cansancio, a mi padre por su apoyo, a mi hermana Angélica por ser el cimiento para que yo hoy pueda alcanzar este sueño, a mi hermano Elkin por estar siempre cuando más lo necesité y a mis hijos Javier Leonardo y Ariana, por sentirse orgullosos de mí. ¡Gracias infinitas por estar a mi lado los amo!

Quiero agradecer a la ingeniera Natalia Molina por creer en mí, por promoverme por ser modelo de constancia en esta etapa académica, gracias por su amistad, valoro mucho conocerla y haber compartido esta etapa; a la ingeniera Lida Zambrano por su apoyo para la elaboración de este trabajo, pero también por su confianza y su profesionalismo, gracias por su amistad. Gracias al ingeniero Jesús Vega, por todo el apoyo y por creer que este proyecto es posible, gracias por toda su orientación y por estar ahí siempre dispuesto a ayudarme. Gracias a Ivonne y Liz Mariana mis amigas del alma, quienes se alegran con mis triunfos, estando presentes siempre para mí, las llevo en mi corazón.

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 genera 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 (capacidad y tipo de bolsa) junto con ficha técnica, y logotipo genérico. 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 (Systematic 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 en 3D, para visualizar el área, distribución y dimensiones de la planta.

Palabras clave: Oxo Biodegradable, Plástico, Medio Ambiente, Polietileno, Planta.

Abstract

This project 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 (Systematic 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.

Tabla de Contenido

Dedicatoria	3
Agradecimientos	4
Resumen.....	5
Abstract	6
Planteamiento del Problema	15
Justificación	18
Objetivos.....	20
Objetivo General	20
Metodología	21
Fundamentación Conceptual y Teórica sobre Diseño de Procesos para Producir Bolsas Oxo	
Biodegradables.....	24
Antecedentes	24
Marco Conceptual	25
Investigación de Mercados para Establecer la Demanda.....	27
Análisis de las encuestas	27
Diseño de la Bolsa Oxo Biodegradable	38
Diseño del Proceso Productivo	43
Matriz de Enfoque Sistémico	45
Método SLP (System Layout Planning)	55
Diseño de la Planta para la Fabricación de Bolsas Oxo Biodegradables.....	57
Cálculo de Área Almacén Producto Terminado	62
Cálculo de Área Almacén de Materia Prima.....	66

Cálculo espacio físico del área de producción	69
Dimensiones de Áreas de Calidad, Mantenimiento, Servicios Generales y Administración ...	70
Conclusiones.....	72
Referencias Bibliográficas	75
Anexo 1	81

Lista de Figuras

Figura 1	28
<i>¿Usa bolsas para entrega de producto a sus clientes y/o actividades del negocio?</i>	<i>28</i>
Figura 2	29
<i>¿Qué tipo de bolsa usa para su negocio?</i>	<i>29</i>
Figura 3	29
<i>¿Conoce las bolsas Oxo biodegradables?</i>	<i>29</i>
Figura 4	30
<i>¿Conoce las normas ambientales en cuanto a la prohibición de plásticos de un solo uso?</i>	<i>30</i>
Figura 5	30
<i>¿En su actividad comercial, le gustaría aportar al cuidado del medio ambiente?</i>	<i>30</i>
Figura 6	31
<i>¿Qué factores tendría en cuenta a la hora de comprar bolsas oxo biodegradables?</i>	<i>31</i>
Figura 7	31
<i>¿Qué tipo de bolsa usa en su negocio?</i>	<i>31</i>
Figura 8	32
<i>¿Qué tamaño de bolsa es la que más compra?</i>	<i>32</i>
Figura 9	33
<i>¿Qué cantidad de bolsas adquiere en cada compra?</i>	<i>33</i>
Figura 10	33
<i>¿Con qué periodicidad compra bolsas para su negocio?</i>	<i>33</i>
Figura 11	34

<i>¿Cuál es la ubicación geográfica de su proveedor de bolsas plásticas? *Si es fuera, escriba la ciudad en otros</i>	34
Figura 12	35
<i>¿Estaría dispuesto a comprar bolsas oxo biodegradables a un proveedor de la ciudad?</i>	35
Figura 13	35
<i>¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por la bolsa oxo biodegradable, por encima del costo de la bolsa que compra actualmente?</i>	35
Figura 14	39
<i>Química de la degradación de las moléculas de poliolefinas con el aditivo</i>	39
Figura 15	39
<i>Química de la degradación con el aditivo</i>	39
Figura 16	40
<i>Resultado de la degradación; CO₂, H₂O y Biomasa</i>	40
Figura 17	40
<i>Diseño de la bolsa tipo camiseta con logo</i>	40
Figura 18	41
<i>Ficha técnica para bolsas oxo biodegradables</i>	41
Figura 19	43
<i>Modelo BPMN (Business Process Model and Notation) para la fabricación de bolsas oxo biodegradables</i>	43
Figura 20	46
<i>Ficha 1 subproceso recepción de materia prima</i>	46
Figura 21	47

<i>Ficha 2 subproceso almacenamiento de materia prima</i>	47
Figura 22	48
<i>Ficha 3 subproceso mezclado</i>	48
Figura 23	49
<i>Ficha 4 subproceso extrusión y embobinado</i>	49
Figura 24	50
<i>Ficha 5 subproceso impresión</i>	50
Figura 25	51
<i>Ficha 6 subproceso corte</i>	51
Figura 26	52
<i>Ficha 7 subproceso sellado</i>	52
Figura 27	53
<i>Ficha 8 subproceso almacenamiento producto terminado</i>	53
Figura 28	54
<i>Ficha 9 subproceso reciclaje de los desperdicios de la fabricación</i>	54
Figura 29	55
<i>Plano de la planta para la producción de bolsas oxo biodegradables método SLP</i>	55
Figura 30	57
<i>Vista frontal elevada modelo 3D, planta para la producción de bolsas oxo biodegradables</i>	57
Figura 31	59
<i>Vista lateral modelo 3D de la planta para la producción de bolsas oxo biodegradables</i>	59
Figura 32	59
<i>Vista superior lateral modelo 3D política economía circular de bolsas oxo biodegradables</i>	59

Figura 33	60
<i>Techo con paneles solares - modelo 3D de la planta para la producción de bolsas oxo biodegradables</i>	60
<i>Cálculo número de pallet en almacén de producto terminado</i>	63
Figura 34	66
<i>Rack estructural</i>	66
Figura 35	67
<i>Unidad de empaque materia prima y aditivo bulto de 25k</i>	67
Figura 36	81
<i>Matriz de Enfoque sistémico parte 1</i>	81
Figura 37	82
<i>Matriz de Enfoque sistémico parte 2</i>	82

Lista de tablas

Tabla 1	61
<i>Producción semanal para la población 115 establecimientos</i>	61
Tabla 2	62
<i>Producción diaria para la población de 115 establecimientos</i>	62
Tabla 3	62
<i>Características del bulto</i>	62
Tabla 4	63
<i>Cálculo capacidad de carga pallet</i>	63
Tabla 5	63
<i>Cálculo número de pallet en almacén de producto terminado</i>	63
Tabla 6	64
<i>Ficha técnica Montacargas - Carretilla eléctrica</i>	64
Tabla 7	64
<i>Resumen ficha técnica montacargas</i>	64
Tabla 8	65
<i>Ficha técnica apilador eléctrico</i>	65
Tabla 9	66
<i>Dimensiones de almacén de producto terminado</i>	66
Tabla 10	67
<i>Características del bulto de materia prima y aditivo</i>	67
Tabla 11	67
<i>Cálculo capacidad de carga pallet</i>	67

Tabla 12	68
<i>Datos para producción semanal de bolsas oxo biodegradables</i>	<i>68</i>
Tabla 13	68
<i>Cantidad de materia prima para producción semanal.....</i>	<i>68</i>
Tabla 14	68
<i>Cantidad de aditivo para producción semanal.....</i>	<i>68</i>
Tabla 15	69
<i>Dimensiones de almacén de materia prima y aditivo.....</i>	<i>69</i>
Tabla 16	69
<i>Espacio de maniobra equipos de manutención</i>	<i>69</i>
Tabla 17	70
<i>Dimensiones de la maquinaria</i>	<i>70</i>
Tabla 18	70
<i>Dimensiones área de producción.....</i>	<i>700</i>
Tabla 19	71
<i>Dimensión total de la planta para la producción de bolsas oxo biodegradables</i>	<i>71</i>

Planteamiento del Problema

Con la aparición del plástico, la humanidad supuso que con su fabricación se planteaba una solución práctica de movilidad de diversos productos, para comodidad de la población. Las bolsas plásticas se han convertido en un artículo imprescindible para los consumidores de todo tipo de mercancías puesto que permite llevarlas consigo, lo que resulta muy práctico; sin embargo, hoy en día se está tratando de reducir el excesivo consumo de plásticos de un solo uso.

Según 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” (párr. 1), por ello la producción y el consumo de plástico se considera un problema global, provocando entre otros el cambio climático, razón por la cual debe aplicarse medidas urgentes para mitigar el impacto ambiental tanto en el suelo, las fuentes de agua, etc., afectando a seres humanos y a la biodiversidad.

En el boletín cuenta satélite ambiental del DANE en 2019, se muestra que la tasa de reciclaje en Colombia y nueva utilización fue del 11.82 %; se espera que a corte de 2021 alcance el 13.81 %, y para el 2022, el 14.6 %. (MinAmbiente, 2022). Lo que evidencia una tasa muy baja de reciclaje en Colombia.

El propósito de esta propuesta plantea que, es posible elaborar un producto amigable con el medio ambiente, reciclando los sobrantes del proceso de fabricación para generar economía circular dentro de la planta, que sirve como materia prima para hacer un nuevo producto.

El congreso de Colombia aprobó la 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”, en consecuencia, es posible afirmar que se reducirá el volumen excesivo de

residuos de este tipo en los rellenos sanitarios en Colombia, los cuales no son reciclados, no obstante, siguen generando un gran problema ambiental.

La utilización de bolsas plásticas oxo biodegradables, plantea una solución al impacto ambiental generado por la sobreproducción de bolsas plásticas de polietileno y otras materias primas derivadas del petróleo debido a su gran demanda, las cuales tienen un proceso de degradación demasiado largo, en contraste al corto tiempo de degradación de las bolsas oxo biodegradables.

Según la superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios SSPD, (2019) citada por Carvajalino y Galeano (2019), las empresas de servicios públicos de la ciudad ESPO S.A. y ADAMIUAIN en la ciudad de Ocaña recolectaron en 2018 la cifra de, 23,898.94 toneladas de residuos sólidos en el relleno sanitario La Madera, cifra que no especifica el tipo de residuo recolectado por estas empresas, no obstante, el plan de gestión integral de residuos sólidos (PGIRS) del año 2018, estima que en Ocaña se genera de 8 a 12 toneladas al mes de residuos reciclables, esta cifra solo tuvo en cuenta el almacenamiento de la Asociación de Recicladores Integrales de Residuos Sólidos Bella Unión ASOREIRSO, sin considerar la totalidad de los recicladores ya que la mayoría son informales.

Otra arista que agrava el problema en la ciudad es que no existe una política pública clara de las autoridades ambientales como la UTA (Unidad Técnica ambiental) o la administración municipal, en cuanto a la cultura del reciclaje y la utilización del código de colores de las bolsas para disponer residuos, con excepción de los residuos hospitalarios catalogados como peligrosos que se disponen en bolsa roja.

La propuesta de diseño de una planta para la producción de bolsas oxo biodegradables, se hace en concordancia al tipo de producto requerido por el consumidor, la demanda de este y las

características identificadas en el estudio de mercado, el cual está principalmente orientado a la plaza de mercado, comercios, supermercados minoristas y distribuidores de plásticos.

¿Cómo aportaría el diseño de una planta para la producción de bolsas oxo biodegradables a generar iniciativas que mitiguen el impacto ambiental negativo que provoca el uso excesivo de bolsas plásticas convencionales en la ciudad de Ocaña, Norte de Santander?

Justificación

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible (2022), presenta un análisis acerca del volumen de basura plástica que se produce en Colombia, expone que:

La Organización de las Naciones Unidas – ONU ha comunicado que, si no se cambian las pautas de consumo y prácticas de gestión de desechos, contribuiremos a que en 2050 haya unos 12,000 millones de toneladas de basura plástica en vertederos y en el medio ambiente en todo el mundo (Párr. 1).

La ley 2232 de 2022, aprobada recientemente en el congreso de la república de Colombia, que trata de la prohibición de plásticos de un solo uso, beneficia la producción del plástico oxo biodegradable, debido a que este tipo de plástico es biodegradable y completamente reciclable, los residuos producto de la fabricación se pueden utilizar como materia prima para la fabricación de nuevas bolsas, de esta manera se evita la acumulación de desechos en planta.

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 (N. de S.), 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, CO₂, biomasa y minerales, lo que ciertamente tiene un beneficio ambiental, además las bolsas oxo biodegradables son reciclables.

Esta planta para la producción de bolsas oxo biodegradables se instala en el municipio de Ocaña, Norte de Santander, ubicado al nororiente del departamento, desde el cual se puede llegar por carretera con Bucaramanga, Cúcuta y la costa norte de Colombia. Ocaña es el segundo municipio del departamento después de la capital Cúcuta, posee una ubicación estratégica, debido a que es puerta de entrada al Catatumbo, lo que hace que haya un mercado muy importante para conquistar.

Se obtuvieron datos a través de la cámara de comercio de Ocaña, en los cuales se observa que el principal motor de la economía ocañera es el comercio, por ello se quiere dar un impulso al sector industrial en esta localidad, ya que los comerciantes que adquieren bolsas plásticas, en algunas ocasiones lo hacen con proveedores de fuera de la ciudad, por ello se hace relevante la localización geográfica de la planta para la fabricación de bolsas oxo biodegradables.

Por estas razones entre otras, el diseño de la planta para la producción de bolsas oxo biodegradables, genera una solución empresarial positiva, que además de reducir el impacto en el medio ambiente, y promover políticas de ecoeficiencia, es una respuesta a la problemática de empleo y mejora del entorno socio – económico de la comunidad ocañera, creando puestos de trabajo, mediante un modelo de compañía con eficiencia empresarial, compromiso social y ambiental.

Objetivos

Objetivo General

Diseñar una planta para la producción de bolsas oxo biodegradables, con el propósito de aportar iniciativas que mitiguen el impacto ambiental negativo que genera el consumo excesivo de bolsas plásticas en la ciudad de Ocaña, Norte de Santander.

Objetivos Específicos

Establecer mediante un estudio de mercado la posible demanda, de las bolsas oxo biodegradables en la ciudad de Ocaña.

Diseñar el proceso productivo para la fabricación de bolsas oxo biodegradables caracterizando la materia prima, maquinaria, equipo, actividades y mano de obra necesarias para su elaboración.

Diseñar la bolsa oxo biodegradable utilizando un programa de diseño gráfico.

Diseñar la instalación general de la planta para fabricación de las bolsas plásticas oxo biodegradables, usando software de simulación en 3D, teniendo en cuenta modelamiento BPMN, diseño distribución SLP y matriz de enfoque sistémico, evidenciando áreas de producción, administrativas, operativas y generales.

Metodología

En este siglo ha habido una preocupación extrema de los países del mundo y organizaciones ambientales respecto a la desmesurada producción de plásticos de un solo uso. Asia es la región con mayor producción de plástico del mundo alcanzando un 51% de la producción mundial, China produce el 30% del total en el año 2018, lo sigue Norte América con un 18%. Europa ocupa el tercer puesto con un 17% de la producción en el mismo año que significa 61.8 millones de toneladas (Green Peace, s.f.), mientras Colombia produjo 60 mil toneladas de bolsas plásticas en 2018 (Clínica Jurídica de Medio Ambiente & Salud Pública, 2019). De acuerdo con un nuevo reporte de la OCDE, (2022), “el mundo produce el doble de residuos plásticos que hace dos décadas, la mayor parte de los cuales se destina a relleno sanitario, se incinera o se filtra en el medio ambiente, y apenas el 9% se recicla con éxito”. Lo que evidencia un grave problema que viene creciendo, por ello se presenta esta propuesta como un pequeño aporte al medio ambiente (párr. 1).

Para el desarrollo de este proyecto se estableció una investigación mixta, usando técnicas de investigación cualitativas por consulta documental de trabajos similares y artículos científicos publicados en la web y cuantitativas mediante un estudio de mercado en el cual se usó como metodología de segmentación de mercado la localización geográfica, de acuerdo a los datos suministrados por la cámara de comercio de Ocaña, haciendo un tamizaje del nicho de mercado, por ello 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.

Esta investigación consta de las siguientes fases:

Fase I: Estudio de mercados por medio del diseño de encuestas, para establecer la posible demanda de las bolsas plásticas oxo biodegradables.

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

Para los análisis de variables discretas y nominales, se creó una muestra finita mediante el siguiente criterio estadístico:

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q} \therefore$$

n = Tamaño de la muestra buscado

N = Tamaño de la población

Z = Parámetro estadístico de acuerdo al nivel de confianza (para NC del 95% es 1,96)

e = Margen de error aceptado (5%)

p = probabilidad de éxito para que ocurra el evento (%)

q = (1-*p*) probabilidad de que no ocurra el evento estudiado (%)

Se hizo el diseño del cuestionario y la aplicación del mismo personalmente, donde se dio a conocer los beneficios de trabajar con un material amigable con el medio ambiente, la importancia de la participación en reducir el impacto ambiental, por el consumo de plásticos convencionales.

Fase II: Diseño de la bolsa oxo biodegradable, utilizando software de diseño Corel Draw, de acuerdo con las necesidades de los consumidores anteriormente identificados. Además del diseño de la ficha técnica del producto con este mismo aplicativo.

Fase III: Diseño del sistema de producción mediante la técnica de modelamiento BPMN, exponiendo cada una de las fases de la producción, paralelamente se elaboró la matriz de enfoque sistémico, donde se muestran las entradas, actividades y salidas del proceso y

características de la maquinaria y el equipo. Con todo lo anterior identificado, se diseñó 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 la distribución, características y dimensiones de la planta.

Para la elaboración de este trabajo se tuvo en cuenta lo que menciona en su investigación Cabrera y Zenozain, (2019) “Estudio de Pre Factibilidad para la implementación de una Empresa de Producción y Comercialización de Bolsas Oxo-Biodegradables”, además de la investigación de Sinche, (2012) acerca del “Estudio de la Degradación en Polímeros Oxo Biodegradables” con apoyo igualmente del trabajo de Félix y Muñoz (2017), quienes exponen en su trabajo de grado “Fabricación y Comercialización de bolsas Oxo-biodegradables, literatura que ayudó a ampliar mis conocimientos, apoyando la elaboración de este documento.

Los obstáculos que se presentaron fueron, la fiabilidad de la información acerca de estadísticas de volumen de residuos sólidos en la ciudad de Ocaña, los cuales no se encontraban caracterizados en la Unidad Técnica Ambiental – UTA de la ciudad de Ocaña, las empresas de recolección de residuos sólidos, tampoco poseen estadística de volumen de recolección de residuos, por lo que se optó por consultar investigaciones realizadas, donde se logró hallar cifras aproximadas entregadas por entidades estatales a nivel nacional, como la Superintendencia de servicios públicos. En cuanto al estudio de mercado se presentó inconvenientes para entablar contacto con los trabajadores, administradores o dueños de los establecimientos de comercio debido a la desconfianza de los entrevistados en compartir información de sus negocios, además del temor generado por la situación de inseguridad que se presenta en esta zona del país.

Fundamentación Conceptual y Teórica sobre Diseño de Procesos para Producir Bolsas Oxo Biodegradables

Antecedentes

Estudio de Pre Factibilidad para la Implementación de una Empresa de Producción y Comercialización de Bolsas Oxo- Biodegradables. (Cabrera y Zenozain, 2019)

Este proyecto consiste en el estudio de prefactibilidad para la creación de una empresa dedicada a producir y comercializar bolsas oxo biodegradables en la ciudad de Lima, Perú, la cual pretende ofrecer una alternativa de mitigación al impacto ambiental que generan los residuos por plásticos derivados del petróleo.

Revisión de Estándares Internacionales para la Producción de Plásticos Oxo-Biodegradables. (Álvarez y Célis, 2021)

En este trabajo se examinan los estándares internacionales ATSM, donde se justifica la biodegradación de los plásticos oxo biodegradables, en el cual se establece que estos no generan micro plásticos en el proceso de descomposición, los cuales realmente si cumplen con los resultados que entregan los fabricantes.

Fabricación y Comercialización de bolsas Oxo-biodegradables. (Félix y Muñoz, 2017)

Este trabajo desarrolla la idea de negocio respecto a la fabricación y comercialización de bolsas oxo biodegradables, utilizando como materia prima bolsas plásticas de polietileno con un llamado aditivo d2w, como una solución de uso en diversos campos.

Estudio de la Degradación en Polímeros Oxo Biodegradables. (Sinche, 2012)

En este trabajo se hizo un estudio de la biodegradación de plásticos oxo biodegradables mediante ensayos de degradación a la intemperie térmico natural y con técnicas artificiales.

Factibilidad de Instalar una Fábrica de Bolsas 100% Biodegradables. (García y López, 2014)

En este documento se estudia la factibilidad en cuanto a mercado, legislación, viabilidad ambiental y económica para la instalación de una fábrica de bolsas 100% biodegradables reemplazando las bolsas convencionales tipo camiseta en los supermercados y comercios.

Marco Conceptual

D₂w

Es un aditivo que se agrega durante la producción del plástico y se queda latente en la composición de cualquier producto, para que pueda ser usado por un periodo de tiempo preestablecido, y luego entra en acción a oxo biodegradarlo (Mileniotes, s.f., párr. 1).

Economía Circular

Según el portal web economía circular (s.f.) define:

La economía circular es un concepto económico que se interrelaciona con la sostenibilidad, y cuyo objetivo es que el valor de los productos, los materiales y los recursos se mantengan en la economía durante el mayor tiempo posible, y que se reduzca al mínimo la generación de residuos. Los residuos de unos se convierten en recursos para otros (párr. 5). Al diseñar un producto se debe tener en cuenta que pueda ser reutilizado o reusado. La economía circular consiste en transformar los desperdicios en materias primas, modelo que los fabricantes deberían seguir al interior de sus plantas.

Oxo-Biodegradables

Los plásticos son oxo biodegradables porque en su fabricación se les añade un aditivo prooxidante. El proceso de degradación se produce en gracia a la exposición a los rayos solares (UV), tensión mecánica, calor, posteriormente se inicia con la degradación oxidativa, esta tecnología genera la ruptura de los enlaces carbono-carbono gracias a la incidencia de los factores antes mencionados, formándose radicales libres y el peso molecular disminuye, esto

hace que el plástico desarrolle características hidrófobas lo cual permite que se inicie la degradación (Cadena, 2014).

Plástico

La palabra plástico hace referencia a un material compuesto de elementos orgánicos, sintéticos o semisintéticos que, mediante el calor o la presión, tiene la característica de ser maleable, es decir, que puede transformarse sin destruir su composición. Comúnmente, los plásticos son hechos de productos petroquímicos o de elementos como el gas natural, el carbón y la sal común (WWF- Colombia, 2018, párr. 3,4).

Reciclaje

El reciclaje es el proceso mediante el cual los desechos se convierten en nuevos productos o en recursos materiales con el que fabricar otros productos. De esta forma, los residuos se someten a un proceso de transformación eco-ambiental para poder ser aprovechados en algún proceso de fabricación, reduciendo el consumo de materias primas y ayudando a eliminar residuos (Cuidemos el planeta, s.f., párr. 4).

Relleno Sanitario

Es el lugar técnicamente seleccionado, diseñado y operado para la disposición final controlada de los residuos sólidos, sin causar peligro, daño o riesgo a la salud pública, minimizando y controlando los impactos ambientales y utilizando principios de ingeniería, para la confinación y aislamiento de los residuos sólidos en un área mínima, con compactación de residuos, cobertura diaria de los mismos, control de gases y lixiviados, y cobertura final (UAESP, s. f., párr. 1.)

Residuos Sólidos

Los residuos sólidos son todos aquellos objetos, materiales, elementos o sustancias en estado sólido o semisólido que tras el consumo de su vida útil son desechados. A pesar de esto, muchos residuos sólidos pueden ser reciclados o reutilizados sirviendo como materia prima en el ámbito industrial para sostener la economía en diversos estratos. Los residuos sólidos ocupan espacios, ya que su composición química y física les permite tener una forma definida. Entonces bien, la cantidad de residuos sólidos desechada por el hombre puede generar gran contaminación al ambiente (Valera, 2022, párr. 1, 2)

Investigación de Mercados para Establecer la Demanda

Análisis de las encuestas

Ubicación

Para la aplicación de las encuestas se tuvo en cuenta el factor geográfico, es decir la ubicación de los comercios y supermercados de acuerdo con la base de datos suministrada por la cámara de comercio de Ocaña, quienes entregan un archivo en formato xls con los nombres y las direcciones de los establecimientos, razón por la cual se aplicó un filtro en la información, por zonas donde se concentra la mayor parte de los comerciantes de la ciudad, estableciendo como sectores principales para la aplicación de las encuestas, la plaza de mercado público, la zona centro y la zona norte de la ciudad de Ocaña, mediante esta segmentación se obtuvo un resultado de 115 establecimientos de comercio como población total para la aplicación de la encuesta.

Tamaño de la Muestra

Para los análisis de variables discretas y nominales, se creó una muestra finita mediante el siguiente criterio estadístico:

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q} \therefore$$

n = *Tamaño de la muestra buscada*

N = *Tamaño de la población*

Z = *Parámetro estadístico de acuerdo al nivel de confianza (para NC del 95% es 1,96)*

e = *Margen de error aceptado (5%)*

p = *probabilidad de éxito para que ocurra el evento (60%)*

q = *(1-p) probabilidad de que no ocurra el evento estudiado (40%)*

$$n = \frac{115 * (1.96)^2 * 60\% * 40\%}{(5\%)^2 * (115 - 1) + (1.96)^2 * 60\% * 40\%}$$

$$n = \frac{106.03}{1.21}$$

$$n = 88$$

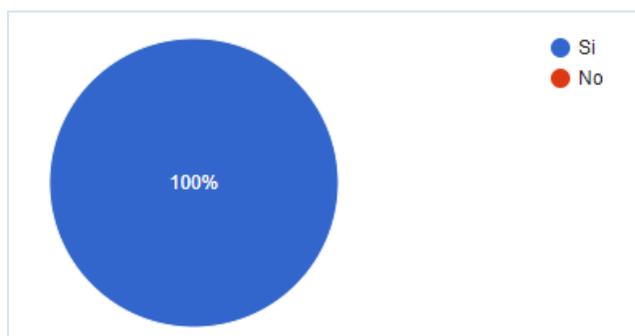
Diseño de la Encuesta

Se hizo el diseño del cuestionario y la aplicación del mismo personalmente, donde se dio a conocer los beneficios de trabajar con un material amigable con el medio ambiente, la importancia de la participación en reducir el impacto ambiental, por el consumo de plásticos convencionales, mediante el planteamiento de 13 preguntas.

Interpretación de Resultados

Figura 1

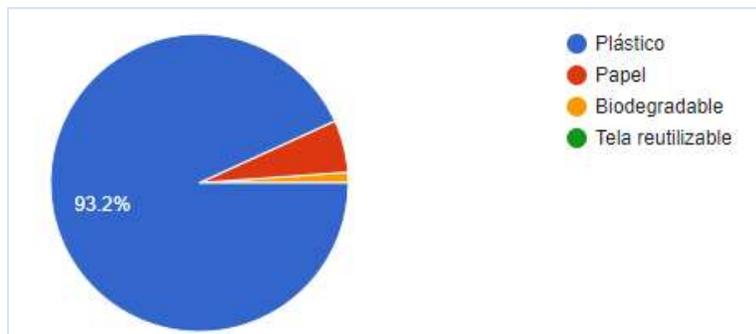
¿Usa bolsas para entrega de producto a sus clientes y/o actividades del negocio?



Nota: En concordancia con la figura anterior el 100% = 88 encuestados respondieron, que sí usa bolsas para entrega de producto a sus clientes y/o actividades del negocio.

Figura 2

¿Qué tipo de bolsa usa para su negocio?



Nota: En la figura anterior se observa que, el 92.2% de los encuestados manifiestan que usan bolsa plástica para su negocio.

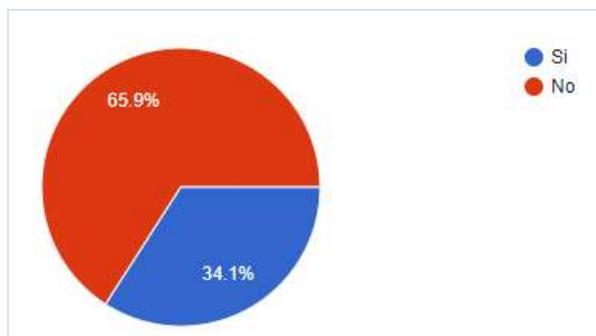
92.2% = 82 encuestados usan bolsa plástica para su negocio.

5.7 % = 5 encuestados usan bolsa de papel para su negocio.

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

Figura 3

¿Conoce las bolsas Oxo biodegradables?



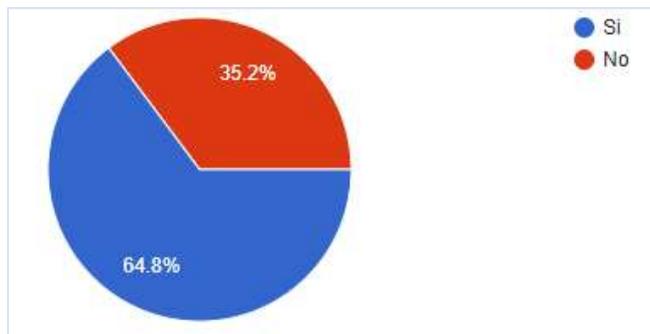
Nota: De acuerdo con el resultado de la figura anterior, el 65.9% de los encuestados manifiestan no conocer las bolsas oxo biodegradables.

65.9% = 58 encuestados manifiestan no conocer las bolsas oxo biodegradables.

34.1% = 30 encuestados manifiestan conocer las bolsas oxo biodegradables.

Figura 4

¿Conoce las normas ambientales en cuanto a la prohibición de plásticos de un solo uso?



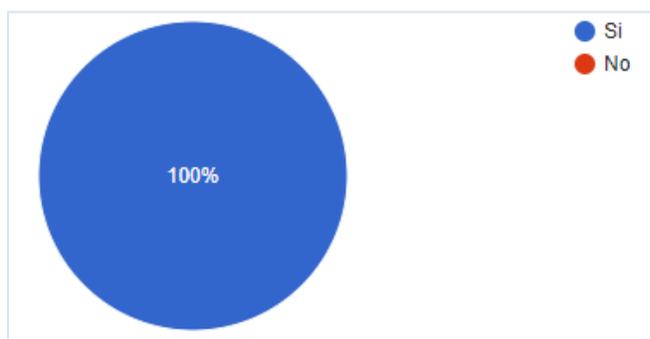
Nota: Según la figura anterior, el 64.8% de los encuestados manifiesta que sí conoce las normas ambientales en cuanto a la prohibición de plásticos de un solo uso.

64.8% = 57 encuestados manifiestan que sí conocen las normas ambientales en cuanto a la prohibición de plásticos de un solo uso.

36.2% = 31 encuestados manifiestan que no conocen las normas ambientales en cuanto a la prohibición de plásticos de un solo uso.

Figura 5

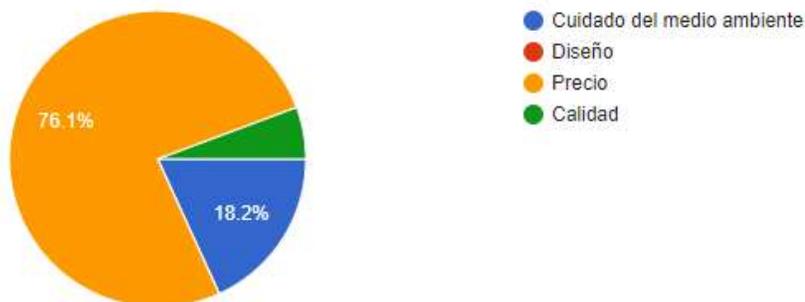
¿En su actividad comercial, le gustaría aportar al cuidado del medio ambiente?



Nota: La figura muestra que el 100% = 88 encuestados manifestaron que les gustaría aportar al cuidado del medio ambiente, desde su actividad comercial.

Figura 6

¿Qué factores tendría en cuenta a la hora de comprar bolsas oxo biodegradables?



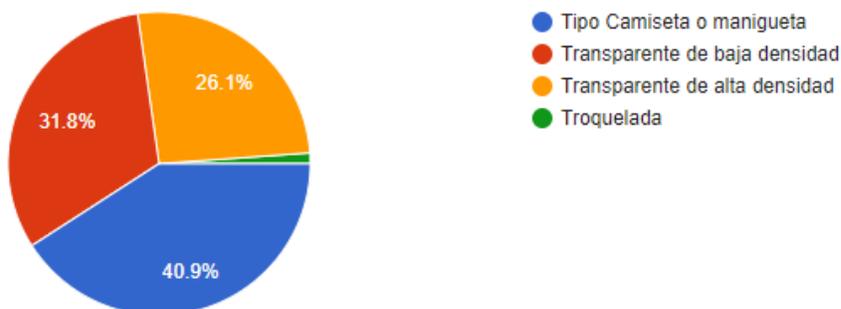
Nota: De acuerdo con la figura anterior, el 76.1% de los encuestados manifiestan que el precio es el factor más importante a la hora de comprar bolsas oxo biodegradables.

18.2% = 16 encuestados manifiestan que el cuidado del medio ambiente es el factor más relevante a la hora de comprar bolsas oxo biodegradables.

5.7% = 5 encuestados manifiestan que la calidad es fundamental a la hora de comprar bolsas oxo biodegradables.

Figura 7

¿Qué tipo de bolsa usa en su negocio?



Nota: 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% = 36 encuestados responde que el tipo de bolsa más usada en su negocio es tipo camiseta.

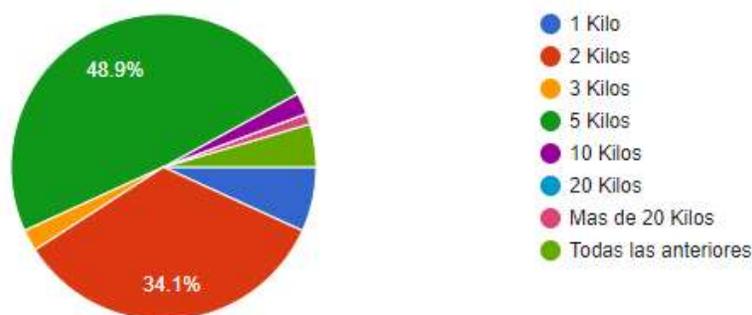
31.8% = 28 encuestados manifiestan usar bolsa plástica de baja densidad.

26.1% = 23 encuestados usan para su negocio bolsa de alta densidad.

1.1% = 1 encuestado refiere usar bolsa troquelada.

Figura 8

¿Qué tamaño de bolsa es la que más compra?



Nota: La gráfica deja ver que, el 48.9% de los encuestados responden que el tamaño de bolsa que más compra para su negocio es la de 5 kilos de capacidad.

48.9% = 43 encuestados compran bolsas de 5 kilos.

34.1% = 30 encuestados compran bolsas de 2 kilos.

6.8 % = 6 encuestados compran para su actividad bolsas de 1 kilo.

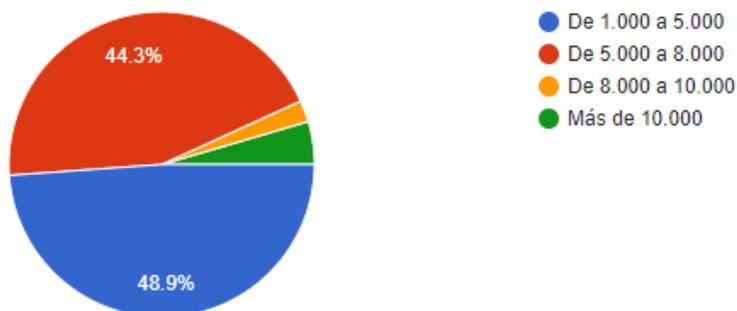
4.5% = 4 encuestados compran bolsas de todas las capacidades mencionadas en la pregunta.

2.3% = 2 encuestados compran para su negocio bolsas de 10 kilos de capacidad.

1.1% = 1 encuestado compra bolsas de más de 20 kilos de capacidad.

Figura 9

¿Qué cantidad de bolsas adquiere en cada compra?



Nota: Se observa en la figura que el 48.9% de los encuestados adquieren de 1000 a 5000 bolsas en cada compra.

48.9% = 43 encuestados adquieren de 1000 a 5000 bolsas en cada compra.

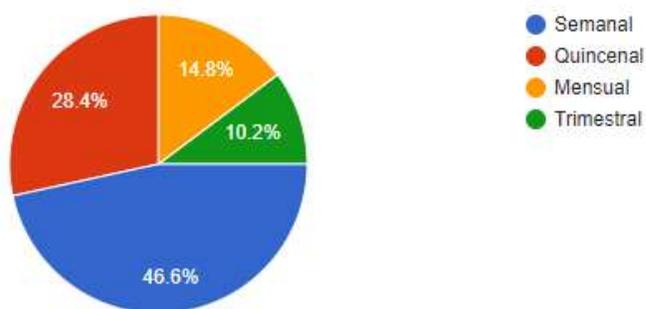
44.3% = 39 encuestados compran de 5000 a 8000 bolsas en cada pedido.

4.5% = 4 encuestados adquieren más de 10000 bolsas por compra.

2.3% = 2 encuestados manifiestan comprar de 8000 a 10000 bolsas en cada compra.

Figura 10

¿Con qué periodicidad compra bolsas para su negocio?



Nota: La figura muestra que el 46.6% de los encuestados responden que hacen compras semanales de bolsas para su negocio.

46.6% = 41 encuestados manifiestan hacer compras semanales de bolsas.

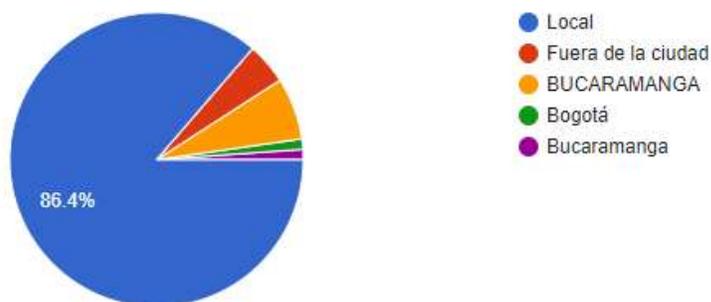
28.4% = 25 encuestados refieren comprar quincenalmente bolsas para su negocio.

14.8% = 13 encuestados respondieron que hacen compras mensuales de bolsas.

10.2% = 9 encuestados manifiestan adquieren bolsas para su negocio trimestralmente.

Figura 11

*¿Cuál es la ubicación geográfica de su proveedor de bolsas plásticas? *Si es fuera, escriba la ciudad en otros*



Nota: Según la figura 11, el 88.4% de los comerciantes encuestados manifiestan comprar a negocios locales las bolsas plásticas para su negocio.

88.4% = 76 encuestados responden que su proveedor de bolsas es local.

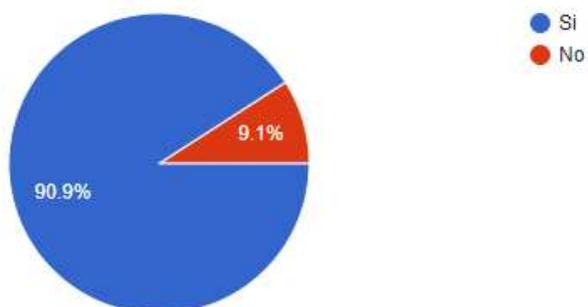
7.9 % = 7 encuestados compran las bolsas para su negocio en la ciudad de Bucaramanga.

4.5 % = 4 encuestados responden que compran bolsas para su negocio fuera de la ciudad (sin especificar cuál).

1.1% = 1 encuestado compra las bolsas para su negocio en Bogotá.

Figura 12

¿Estaría dispuesto a comprar bolsas oxo biodegradables a un proveedor de la ciudad?



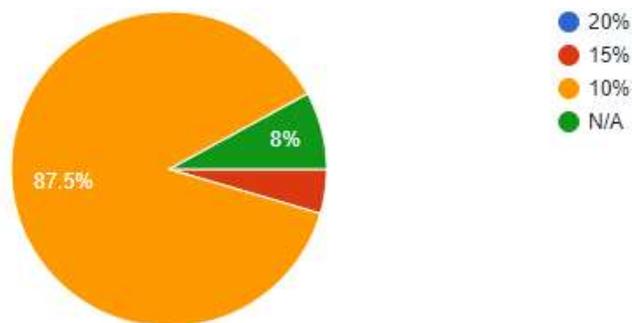
Nota: Se puede ver en la figura 12 que, el 90.9% de los encuestados responden que comprarían bolsas oxo biodegradables a un proveedor ubicado en la ciudad.

90.9% = 80 encuestados manifiestan que comprarían bolsas oxo biodegradables a un proveedor ubicado en la ciudad.

9.1% = 8 encuestados responden que no comprarían bolsas oxo biodegradables a un proveedor de la ciudad.

Figura 13

¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por la bolsa oxo biodegradable, por encima del costo de la bolsa que compra actualmente?



Nota: De acuerdo con la figura, el 88.5% de los encuestados respondieron que están dispuestos a pagar un 10% por encima del valor que pagan por las bolsas que compran actualmente.

Se puede afirmar que, el 88.5% = 77 encuestados manifiestan que están dispuestos a pagar un 10% por encima del valor que pagan por las bolsas que compran actualmente.

8% = 7 encuestados manifiestan no querer adquirir las bolsas oxo biodegradable con un valor extra a las que vienen comprando en la actualidad.

4.5% = 4 encuestados responden que pagarían 15% de más por las bolsas oxo biodegradable.

Conforme a los datos recopilados mediante la aplicación de esta encuesta se puede deducir que, todos los establecimientos comerciales usan bolsas para las actividades de su negocio, y mayoritariamente (93.2%) usan bolsas plásticas, también es importante resaltar que el 100% de los encuestados manifiesta el compromiso por aportar al cuidado del medio ambiente lo que hace que el proyecto de fabricación de bolsas oxo biodegradables en Ocaña pueda tener una aceptación por parte de los consumidores, puesto que es un material oxo biodegradable, no obstante se debe implementar una estrategia de marketing para dar a conocer los beneficios que el producto aporta al medio ambiente, debido a que el 65.9% de las personas que respondieron no conocen el material oxo biodegradable. 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. Los periodos de provisión de bolsas en los establecimientos de comercio son semanales, en un porcentaje de 46.6%, y quincenales en un 28.4%, este dato servirá para determinar los ciclos de mayor volumen de producción de la planta. Un dato relevante es que la mayoría de los comerciantes (90.9%) de Ocaña (N.S.), están dispuestos a comprar el producto a un proveedor local; en cuanto a la prioridad para comprar el producto, los encuestados toman el

precio, como el componente más importante para la adquisición de las bolsas oxo biodegradables, ya que un 76.1% lo afirmó; asimismo el 87.5% estarían dispuestos a pagar hasta un 10% por encima del precio de la bolsa convencional.

Diseño de la Bolsa Oxo Biodegradable

Antes de observar el diseño del producto es pertinente hacer un resumen acerca de las características, del plástico oxo biodegradable para lograr entender el tipo de materia prima utilizada, y el comportamiento del producto terminado a la hora de ser desechado de acuerdo a la química del aditivo y sus beneficios, lo que reducirá el impacto negativo en el ambiente.

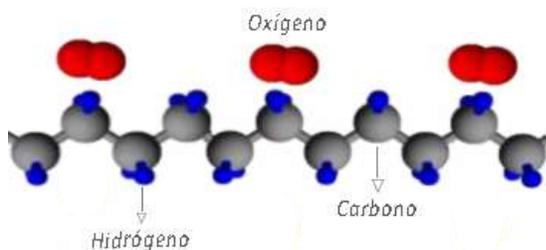
El proceso de oxo biodegradación se produce por la acción de una pequeña cantidad del aditivo mezclado con plásticos convencionales, sea material reciclado o materia prima virgen como el polietileno, con el que se fabrican las bolsas plásticas que todos conocemos y que son producidas con derivados del petróleo, plásticos altamente contaminantes y su degradación se da en tiempos excesivamente largos, (cientos de años) lo que provoca cada vez más grandes volúmenes de basura en vertederos, suelos, y fuentes de agua. Las bolsas plásticas convencionales en su composición química contienen cadenas poliméricas muy largas que permite que sea un material noble y resistente (Arra, 2009).

Según lo que publica la compañía costarricense Milenio Tres S.A. en su portal web:

El efecto catalizador del aditivo rompe las largas cadenas moleculares llamadas poliolefinas, que están estructuradas a través de un hilo conductor de átomos de carbono al que se adhieren átomos de hidrógeno y que genera radicales libres, estos se combinan con los átomos de oxígeno disponibles creando los hidroperóxidos que son los precursores de las reacciones de biodegradación (Milenio Tres, s.f., slide 24).

Figura 14

Química de la degradación de las moléculas de poliolefinas con el aditivo

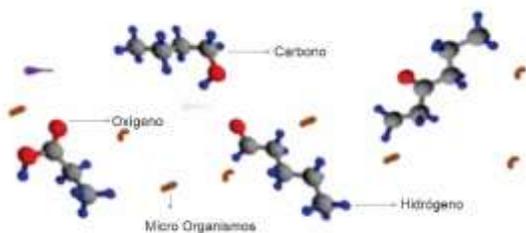


Fuente: (Milenio Tres, s.f., slide 24)

Luego que sucede la oxidación, lo que provoca que las moléculas alcancen un peso inferior a los 40.000 Dalton (1 Dalton equivale a la masa de un átomo de hidrógeno), tornando la estructura lo suficientemente pequeña como para que las bacterias y los microorganismos puedan acceder y volver el material biodegradable, hasta reducirse por completo en agua, CO₂ y biomasa, anotando que no hay desprendimiento de residuos de petroquímicos durante este proceso de descomposición. (Arra, 2009).

Figura 15

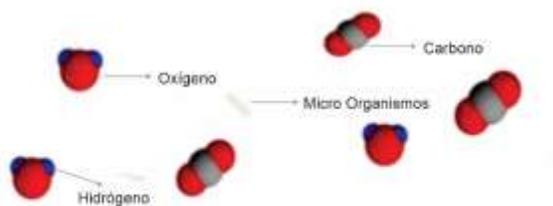
Química de la degradación con el aditivo



Fuente: (Milenio Tres, s.f., slide 25)

Figura 16

Resultado de la degradación; CO₂, H₂O y Biomasa



Fuente: (Milenio Tres, s.f., slide 26)

Habiendo hecho un contexto acerca del material oxo biodegradable se muestra una simulación del diseño de la bolsa, realizado en el programa de diseño gráfico CorelDraw 2022. De acuerdo a las encuestas aplicadas a comerciantes de la ciudad de Ocaña (N.S.) se establece que el diseño que más se consume es la bolsa tipo camiseta. Que se muestra a continuación.

Figura 17

Diseño de la bolsa tipo camiseta con logo



Nota: Diseño de la bolsa con software Corel Draw

Figura 18

Ficha técnica para bolsas oxo biodegradables



Nota: Diseño de la ficha técnica con software Corel Draw

Conforme a la investigación realizada, se puede asegurar que, el plástico oxo biodegradable es un material inteligente, pues su comportamiento químico es revolucionario, a pesar de que el aditivo d2w haya sido elaborado desde la década de los 70s, sin embargo, hasta ahora se tiene una verdadera conciencia ambiental debido al fenómeno del calentamiento global, lo que hace imperioso el uso de este tipo de productos. Otra característica importante es que se comporta similar al convencional (polietileno) tanto en flexibilidad y resistencia, es seguro para embalar y empacar alimentos y otro tipo de productos. El proceso de biodegradación inicia cuando la bolsa es desechada y es expuesta a condiciones ambientales como viento, calor, humedad, etc., en ese momento inicia el proceso químico que descompone el plástico oxo

biodegradable, en micro partículas tan pequeñas que pueden ser consumidas por microorganismos que generan residuos como agua, biomasa y CO₂, sin generar sustancias o restos perjudiciales para el suelo, agua o aire. Estas características están avaladas y verificadas por normas técnicas y certificadas por el fabricante referidas en la figura 18.

Las bolsas oxo biodegradables se proponen como una solución ambiental, en concordancia con la normatividad colombiana (Ley 2232), recientemente aprobada por el congreso de la república en el año 2022, en cuanto a la necesidad de reducir la fabricación y comercialización de plásticos de un solo uso, a partir del año 2030.

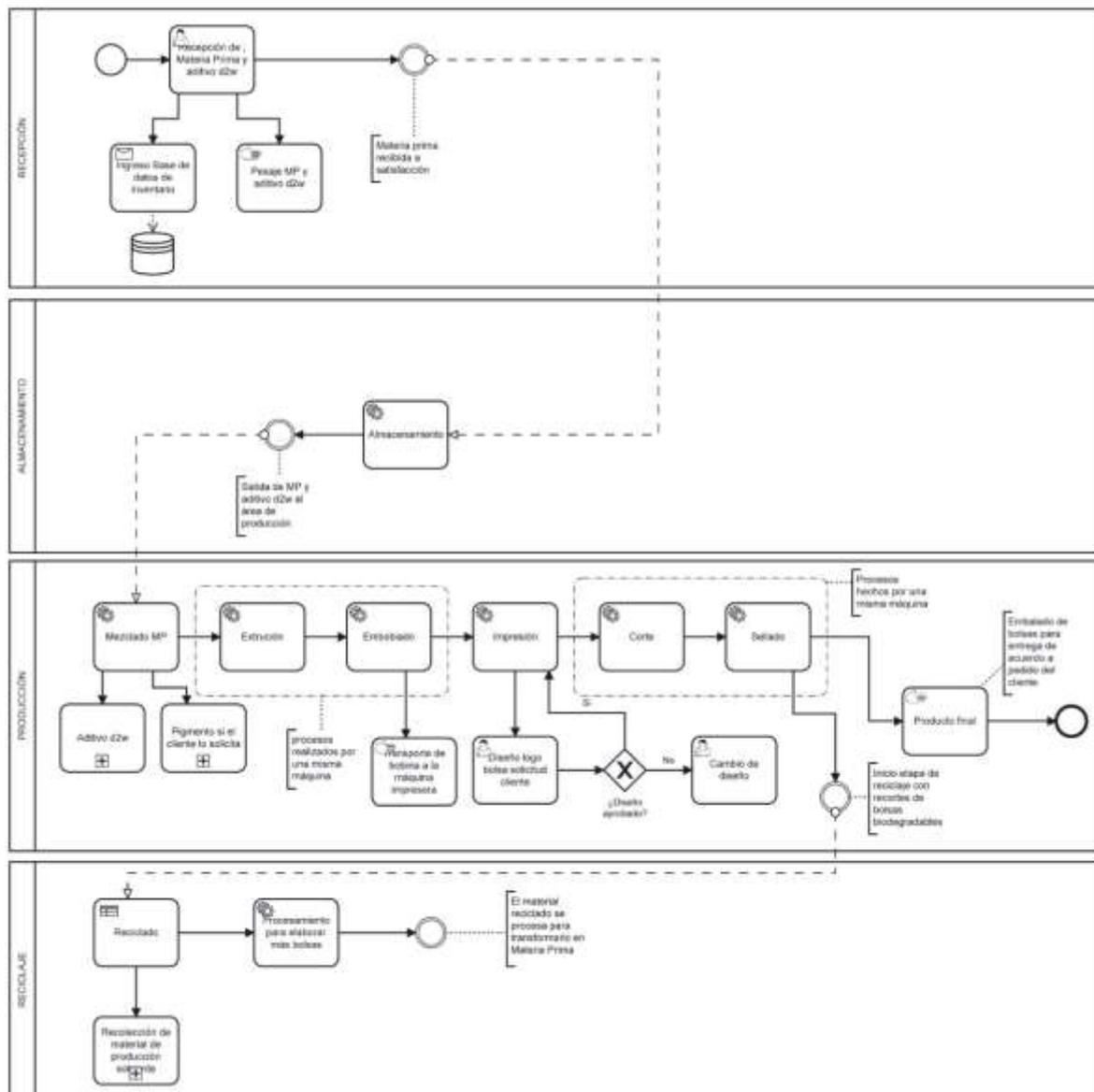
El diseño del producto se hace a partir del tipo de bolsas que más compran los establecimientos de comercio acorde al estudio de mercado realizado, determinando el diseño y capacidad de la bolsa. Se propone un logo genérico (figura 17) para diferenciar la bolsa oxo biodegradable de las bolsas convencionales, no obstante, cada cliente determina el diseño, de acuerdo a su propio logo tipo o imagen institucional.

Diseño del Proceso Productivo

Para el diseño del proceso productivo se aplica la técnica de modelamiento BPMN, exponiendo cada una de las fases para la fabricación de las bolsas oxo biodegradables.

Figura 19

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



Al llegar la materia prima y el aditivo a la planta para la fabricación de bolsas oxo biodegradables, la secuencia inicia en el área de recepción, donde ingresa la materia prima en bultos de pellets de plástico (polietileno) y el aditivo en la misma presentación, previamente pesados e ingresados en la base de datos de inventarios, inmediatamente son acopiados en el área de almacenamiento de materia prima; a continuación previa orden con documento soporte, salen los bultos requeridos al área de producción, donde se ingresa los pellets de polietileno y aditivo previamente pesados, en un contenedor movilizados por una carretilla elevadora y recibido por un operario en plataforma que los vacía dentro de la máquina mezcladora, los dos componentes se extraen de la mezcladora en contenedores, para luego ingresar de manera manual esta mixtura a la máquina de extrusión y embobinado por un operario, la mezcla dentro de la máquina es movilizada y calentada a través de un tornillo sin fin, que moviliza el plástico oxo biodegradable, a la extrusora la atraviesa una boquilla que está incrustada una manguera que inyecta aire generando una burbuja vertical con el plástico oxo biodegradable, que se desplaza a través de rodillos desde la parte superior hasta la parte inferior de la máquina extrusora, enrollándose en una bobina. Terminado este procedimiento un operario traslada la bobina por medio de una carretilla elevadora eléctrica especializada en el transporte de bobinas a la máquina de impresión, para aplicar el diseño en concordancia con el logo estándar o el requerido por el cliente, posteriormente la bobina impresa es trasladada por un operario a la máquina de corte y sellado, en una carretilla elevadora eléctrica especializada en el transporte de bobinas, donde se obtiene el producto final las bolsas oxo biodegradables, de acuerdo a los requerimientos del cliente o a la demanda del mercado.

Cabe anotar que, aplicando la política ambiental interna, se implementa la economía circular mediante el aprovechamiento de los desperdicios generados por proceso de fabricación

de las bolsas, los cuales se reciclan y se procesan en una máquina peletizadora, para transformarlos en materia prima oxo biodegradable en forma de pellets, con el fin de iniciar de nuevo el proceso de fabricación de las bolsas.

Es pertinente aclarar que el plástico oxo biodegradable es 100% reciclable lo que permite aplicar políticas ambientales como el reciclaje, con los desechos plásticos acopiados en puntos ecológicos ubicados estratégicamente en diferentes puntos de la ciudad.

El modelo BPMN, permite 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 claro el procedimiento de identificación de actividades, procesos, productos y maquinaria que se tabularán posteriormente en la matriz de enfoque sistémico.

Matriz de Enfoque Sistémico

Para poder observar de manera más detallada los subprocesos de la fabricación de las bolsas oxo biodegradables se diseña la matriz de enfoque sistémico, donde se muestran las entradas, actividades y salidas del proceso (Anexo 1), dejando ver el tipo de maquinaria y equipo utilizada en cada subproceso y sus características.

En concordancia con el diseño de la matriz, se muestra cada uno de los subprocesos que conforman el proceso de fabricación de las bolsas oxo biodegradables, mediante las siguientes fichas de caracterización para apreciarlo más claramente:

Figura 20*Ficha 1 subproceso recepción de materia prima*

Figura 21*Ficha 2 subproceso almacenamiento de materia prima*

Figura 22

Ficha 3 subproceso mezclado



Figura 23

Ficha 4 subproceso extrusión y embobinado



Figura 24

Ficha 5 subproceso impresión



Figura 25

Ficha 6 subproceso corte



Figura 26

Ficha 7 subproceso sellado



Figura 27

Ficha 8 subproceso almacenamiento producto terminado



Figura 28

Ficha 9 subproceso reciclaje de los desperdicios de la fabricación



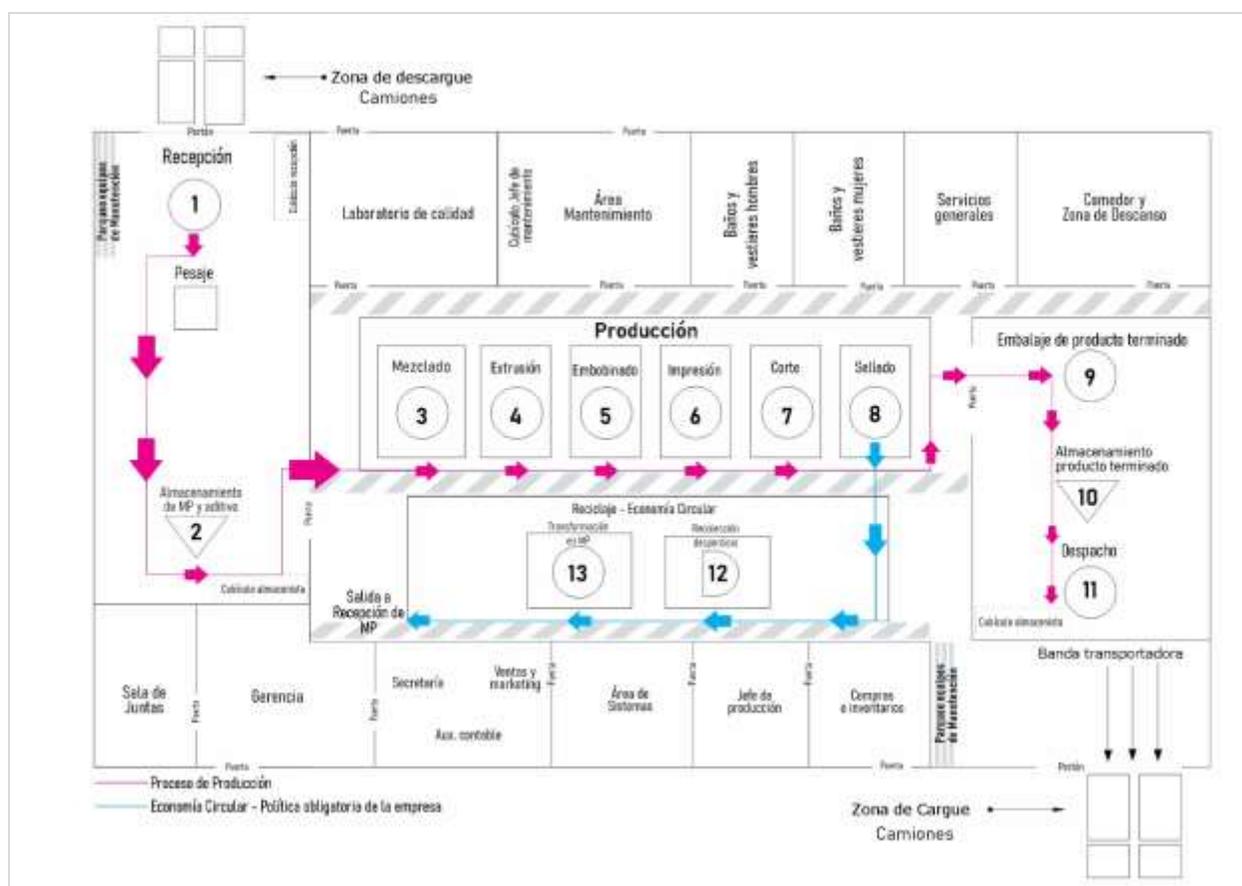
El diseño de la matriz de enfoque sistémico, permite identificar las entradas y salidas en cada uno de los subprocesos entendiendo la continuidad y procesamiento de la materia prima hasta llegar al producto terminado, identificando las actividades, estado del proceso, producto, maquinaria y equipos requeridos para la fabricación de las bolsas oxo biodegradables.

Método SLP (Systematic Layout Planning)

Para el diseño de la planta se aplicará el método SLP (Systematic Layout Planning) donde se muestra la disposición de las estaciones de trabajo, por medio del plano de la planta, (Fig. 29) diseñado mediante un software de diseño gráfico, se logra observar el flujo de materiales, cada uno de los subprocesos y la planta en su totalidad.

Figura 29

Plano de la planta para la producción de bolsas oxo biodegradables método SLP



Detallando el diseño del plano de la planta para la fabricación de bolsas oxo biodegradables, se evidencia que se hizo un diseño en forma de L. No obstante, observando el plano, se detalla el conjunto de subprocesos claramente identificados, mostrando el flujo de materiales, además la aplicación de la política de economía circular, deja ver que el

aprovechamiento del desperdicio de la producción es reciclado y convertido de nuevo en materia prima oxo biodegradable en forma de pellets, lo que convierte este diseño en U, que se evidencia cuando se aplica el reciclaje de desechos al interior de la planta.

Diseño de la Planta para la Fabricación de Bolsas Oxo Biodegradables

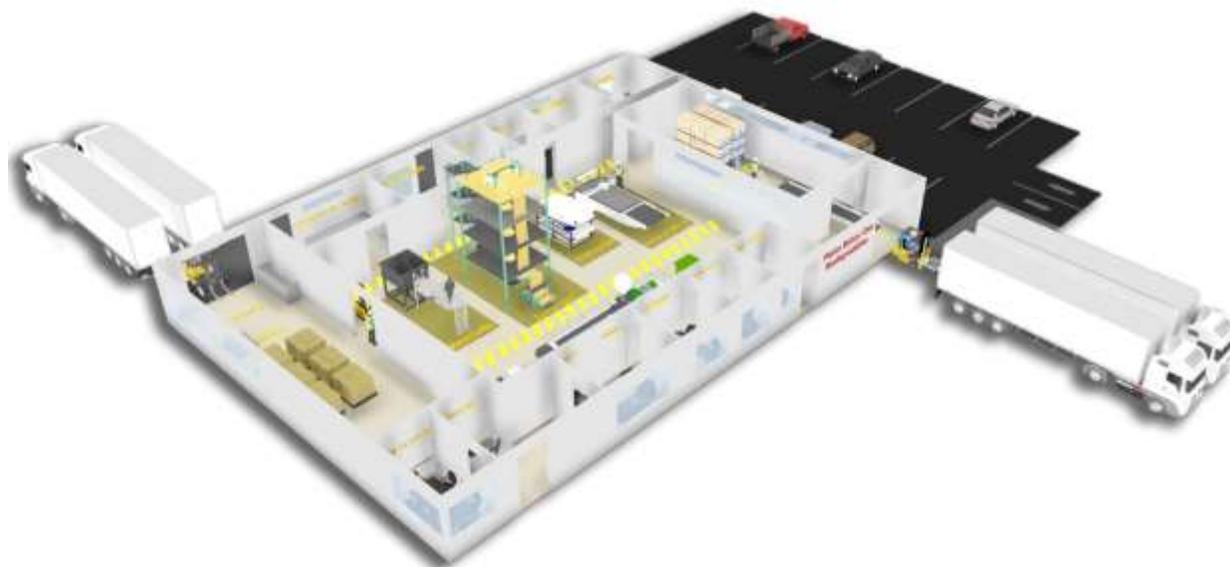
Con base en el plano (figura 29) se hizo el diseño de la planta para la fabricación de bolsas oxo biodegradables, utilizando como herramienta digital un software 3D donde se logra modelar la planta como se muestra en el plano, para tener una visión más clara acerca del diseño real de la planta.

Se hizo una investigación en línea en sitios especializados de modelado 3D para adquirir los modelos de la maquinaria necesaria para cada subproceso. Posteriormente se dispuso cada máquina en concordancia con diseño y el equipo de manutención.

Se establece dentro del diseño que las zonas de cargue y descargue deben ser independientes para evitar demoras en caso que los dos procesos coincidan por la propia dinámica industrial y se pierda el flujo eficiente del proceso productivo.

Figura 30

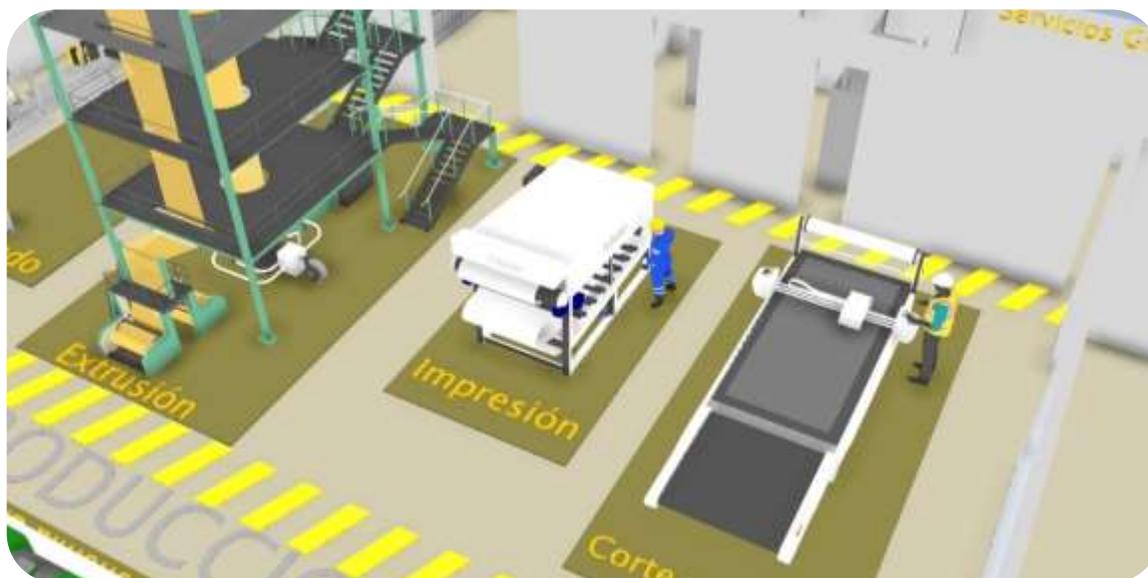
Vista frontal elevada modelo 3D, planta para la producción de bolsas oxo biodegradables



Observando el diseño de izquierda a derecha (Figura 30) vemos al inicio el área de recepción, la cual se encarga de verificar los documentos de compra de la materia prima y el aditivo; siguiendo el flujo de los materiales observado en el diseño 3D, se traslada de inmediato la materia prima y el aditivo a la zona de pesaje, verificando la cantidad de acuerdo a la factura de compra, en seguida se dispone la mercancía en el almacén de materia prima. Previa orden los insumos mencionados anteriormente, son trasladados al área de producción a fin de iniciar el proceso de manufactura, vertiendo la materia prima junto con el aditivo a la mezcladora, durante un tiempo determinado, posteriormente se envía esta mezcla a la extrusora de burbuja, que al finalizar su proceso permite retirar una bobina de plástico oxo biodegradable, la cual se ensambla en la máquina de impresión flexográfica para estampar el diseño previamente diseñado por computador, seguidamente la bobina impresa es acoplada en la máquina de corte y sellado para hacer la forma final de acuerdo al tipo de bolsa, para el caso en particular de acuerdo con la demanda sería la tipo camiseta. Teniendo la bolsa fabricada se empaca y embala acopiándola en el almacén de producto terminado donde se le dará salida previa orden de despacho.

Figura 31

Vista lateral modelo 3D de la planta para la producción de bolsas oxo biodegradables

**Figura 32**

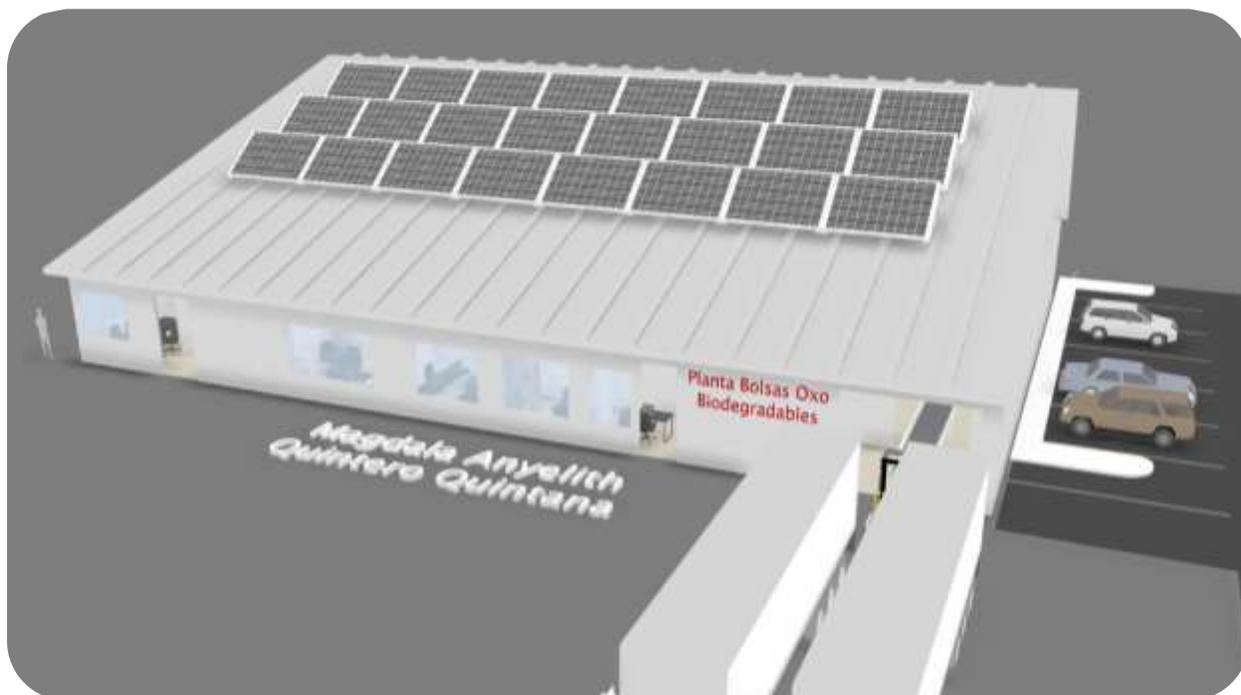
Vista superior lateral modelo 3D política economía circular



Se observa en el diseño anterior (figura 32) que se estipula dentro de diseño de la planta, la política de economía circular haciendo este proceso productivo amigable con el medio ambiente.

Figura 33

Techo con paneles solares - modelo 3D de la planta para la producción de bolsas oxo biodegradables



Coherentes con la política ambiental, se implementa un proceso de ecoeficiencia mediante la instalación de paneles solares en el techo de la planta, cuyo objetivo es que parte de la energía demandada por el proceso productivo al interior de la planta sea autosustentable, por lo tanto, se evita consumo excesivo de energía eléctrica.

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; por medio de este procedimiento es posible observar con claridad si el plano

que se ha diseñado, está correctamente distribuido, si hay un flujo de materiales adecuado, permitiendo corregir errores de diseño si fuese necesario, antes de la implementación de la planta. Ver video diseño de la planta en 3D: <https://youtu.be/EgasJbr3998>.

Por otra parte, para el área de la planta se deben tener en cuenta algunas variables para determinar cuánto espacio se requiere mediante una proyección de demanda que ha permitido establecer que, por cada subproceso se requiere una máquina y un operario por turno para su supervisión y manejo.

En el estudio de mercado se aplicó una segmentación geográfica de 115 establecimientos de comercio, supermercados y distribuidores de plástico, según los datos resultado de la aplicación de la encuesta, se estableció que se hacen pedidos semanales en promedio de 9.500 bolsas semanales, del tamaño que más demandan los encuestados es la de 5 kilos de capacidad, con dimensiones de 30 x 61 centímetros calibre 100.

Por ello se elaboró la siguiente tabla para observar el total de la producción semanal para esta población:

Tabla 1

Producción semanal para la población 115 establecimientos

Población	Unidades semanales por cada comercio	Total, Unidades a producir
115	9,500	1,092,500

Se puede deducir que la producción diaria a partir de la tabla 1 así:

Tabla 2

Producción diaria para la población de 115 establecimientos

Producto	Volumen de Producción diaria de bolsas	Días en Stock	Unidades a Almacenar por semana
Bolsas oxo biodegradables	156,071	7	1,092,500

Con estos datos se puede establecer el área de los almacenes, ya que determinando cuanta materia prima se requiere y cuanto producto terminado se fabrica, así mismo, se puede calcular el tamaño del área de almacenamiento.

Se utiliza el software Quick pallet, para conocer la mejor distribución de los bultos en cada pallet, no obstante, primero se hará unos sencillos cálculos para establecer el peso por millar (1.000) de bolsas, con las siguientes dimensiones:

Ancho (m) x largo (m) x la mitad del calibre, entonces,

$$0.3 \times 0.61 \times 50 = 9.15 \text{ k}$$

Se deduce entonces que, $1000/9.15 = 109.29 \text{ und.}$, aproximando a cifras enteras son 110 bolsas por kilo. Se continua con los datos de la capacidad de los pallets para establecer inicialmente las dimensiones del almacén de producto terminado.

Cálculo de Área Almacén Producto Terminado

Tabla 3

Características del bulto

Dimensiones del bulto cm.	60 x 30 x 20
Peso del bulto en Kg.	25
Bolsas por Bulto*	2.750

Tabla 4*Cálculo capacidad de carga pallet*

Dimensiones pallet /cm	100 x 120
Bultos × ancho de pallet	3
Bultos × largo de pallet	2
Bultos × altura de pallet	6
Total bultos por pallet	36
Peso de carga máximo kg	1500
Eficiencia de la pallet	90%
Alto de por carga /m (incluyendo la pallet)	134.5
Peso por carga / kg (incluyendo la pallet)	930
Volumen por pallet	1.61 m ³

Nota: Cálculos hechos con software Quick pallet

Conforme a los siguientes datos (tabla 5) se determina el número de pallet de producto terminado con un tiempo de stock de 7 días

Tabla 5*Cálculo número de pallet en almacén de producto terminado*

Producto	Unidades por bulto	Bultos por pallet	Unidades por pallet	Número de pallet almacén producto terminado
Bolsas oxo biodegradables	2.750	36	99.000	11

Con este resultado se hace el cálculo de las dimensiones del almacén de producto terminado, teniendo en cuenta, áreas de maniobra de los operarios y radios de giro de los equipos de mantenimiento en este caso montacargas y apiladores eléctricos.

Tabla 6*Ficha técnica Montacargas - Carretilla eléctrica*

Equipo					
Carretilla eléctrica de 4 ruedas – modelo EFG 316-320 Altura de elevación: 2020-7000 mm / Capacidad de carga: 1600-2000 kg					
Medidas básicas	4.5	Altura del mástil de elevación extendido (h4)	h ₄ mm	3590	
	4.7	Altura del tejadillo protector (cabina)	h ₆ mm		
	4.8	Altura de asiento / plataforma	h ₇ mm		
	4.12	Altura de enganche	h ₁₀ mm		
	4.12.1	2 Altura de enganche	mm		
	4.19	Longitud total	l _t mm	3144	3252
	4.19.4	Longitud incluida longitud de horquillas	l _t mm	3144	3252
	4.20	Longitud hasta dorsal de horquillas	l ₂ mm	1994	2102
	4.21.1	Ancho total	b ₁ mm	1060	
	4.22	Dimensiones de horquillas	s/ e/l mm		40 x 80
	4.23	Clase de conexión del portahorquillas			
	4.24	Ancho de carro portahorquillas	b ₃ mm		
	4.31	Margen con el suelo con carga, bajo mástil	m ₁ mm	97	
	4.32	Margen con el suelo, centro distancia entre ejes	m ₂ mm		
	4.34.1	Ancho de pasillo de trabajo (palet 1000x1200 transversal)	Ast mm	3407	3530
	4.34.2	Ancho de pasillo de trabajo (palet 800x1200 longitudinal)	Ast mm	3603	3729
	4.35	Radio de giro	W _g mm	1859	1985
4.36	Distancia mínima del centro de giro	b ₁₁ mm	498	562	

Nota: Datos técnicos carretilla eléctrica 4 ruedas – modelo EFG 316-320 *Fuente:*

Jungheinrich.co (s.f.)

En resumen,

Tabla 7*Resumen ficha técnica montacargas*

Radio de giro Montacarga /m	Espacio de maniobra	Espacio total de maniobra montacarga /m
1.9	1.6	3.5

Fuente: Jungheinrich.co (s.f.)

Tabla 8

Ficha técnica apilador eléctrico

Equipo

Apilador eléctrico de 4 ruedas con lanza y rueda motriz dirigida – modelo EJC 10/12

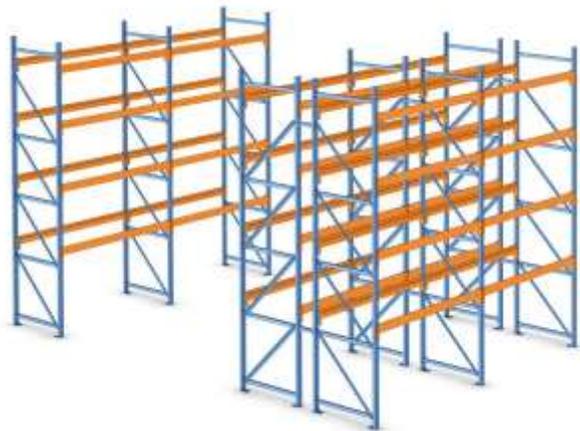


Dimensiones

	Designación	Versión	EJC 10	EJC 12	
h_1	Altura de constr. (dependiente del mástil) 1)		1700 - 2250	1700- 2600	mm
h_2	Elevación libre 2)		100	100	mm
h_3	Elevación (dependiente del mástil)		2500 - 3600	2500 - 4300	mm
h_4	Altura de mástil (dependiente del mástil)		2921 - 4021	2921 - 4721	mm
h_5	Elevación libre (elevación doble) (dependiente del mástil) 3)		1195 - 1745	1195 - 2095	mm
h_{13}	Horquilla de carga bajada		90	90	mm
y	Base de ruedas	corta larga	1177 -	1217 1357	mm mm
l_1	Largo del vehículo (=L2 + l) 5)	corta larga	1836 -	1836 1976	mm mm
l_2	Largo de parte salediza (versión) 5)	corta larga	686 -	686 826	mm mm
B	Ancho del vehículo		800	800	mm
b_5	Distancia exterior de horquilla		560	560	mm
m_2	Despejo sobre el suelo		30	30	mm
Ast	Ancho del pasillo de servicio 800 x 1200 longitudinal 5)	corta larga	2139 -	2140 2278	mm mm
Ast	Ancho del pasillo de servicio 800 x 1200 longitudinal (según VDI) 5)	corta larga	2269 -	2277 2416	mm mm
W_a maniobra	Radio de giro en marchas de maniobra (lanza arriba)	corta larga	1388 -	1428 1567	mm mm

Nota: Datos técnicos apilador eléctrico – modelo EJC 10/12 Fuente: Jungheinrich.co (s.f.)

Se establece que el producto terminado se almacene en estantería estructural (figura 34) que da espacio hacia arriba (más de 6 largueros), previendo que la demanda aumentará cada año, por lo tanto, habría espacio suficiente mínimo a cinco años para almacenar el producto terminado en el mismo espacio físico.

Figura 34*Rack estructural*

Fuente: mecalux.com.co, (s.f.)

Para el cálculo del espacio físico, se tuvo en cuenta el espacio de maniobra del montacargas y apiladores eléctricos, entre cada pasillo en concordancia con la ficha técnica del equipo de mantenimiento, también se tuvo en consideración el área de maniobra de los operarios para el control de inventarios, por lo tanto, se concluye que:

Tabla 9

Dimensiones de almacén de producto terminado

Ancho de almacén PT /m	14
Largo de almacén PT /m	16.62
Total área m²	232.68

Cálculo de Área Almacén de Materia Prima

Tabla 10*Características del bulto de materia prima y aditivo*

Dimensiones del bulto cm.	62 x 42 x 6
Peso del bulto en Kg.	25

Figura 35*Unidad de empaque materia prima y aditivo bulto de 25k***Tabla 11***Cálculo capacidad de carga pallet*

Dimensiones pallet /cm	100 × 120
Bultos × ancho del pallet	1
Bultos × Largo del pallet	2
Bultos × altura del pallet	20
Total bultos por pallet	58
Peso de carga máximo kg	1500
Eficiencia del pallet	65.10%
Alto de carga /m (incluyendo pallet)	134.5
Peso por carga / kg (incluyendo pallet)	1480
Volumen por pallet	1.61 m ³

Se determina el peso de la producción semanal de bolsas oxo biodegradables para determinar la cantidad de materia prima y aditivo que se requiere para su fabricación.

Observando la tabla 2, se plantea que semanalmente se almacena 1,092,500 bolsas, con esta información se deduce que:

Tabla 12

Datos para producción semanal de bolsas oxo biodegradables

Peso de bolsa por millar /kg	9.15
Millares por producción semanal	1,093
Peso de producción semanal /kg	9,996.38
Materia prima en k requerida para hacer 1 millar de bolsas × kg	3.5

Tabla 13

Cantidad de materia prima para producción semanal

Materia prima necesaria para producción semanal /kg	Numero de Bultos materia prima	Número de Pallets en almacén de materia prima
34,987.31	1,400	25

Tabla 14

Cantidad de aditivo para producción semanal

Aditivo 1% del total de materia prima /kg	Número de bultos aditivo	Número de Pallets aditivo
349.87	14	1

En resumen, se requiere acopiar 26 pallets en el almacén de materia prima.

Se decide que la materia prima se almacene en estantería estructural, (figura 34) la cual da espacio hacia arriba (más de 6 largueros), previendo que la demanda aumentará cada año, por lo tanto, habría espacio suficiente mínimo a cinco años para almacenar la materia prima en el mismo espacio físico.

Para el cálculo del espacio físico, se tuvo en cuenta el espacio de maniobra del montacarga y apiladores eléctricos, entre cada pasillo en concordancia con la ficha técnica del equipo de mantenimiento, también se tuvo en consideración el área de maniobra de los operarios para el control de inventarios, por lo tanto, se concluye que:

Tabla 15

Dimensiones de almacén de materia prima y aditivo

Ancho de almacén materia prima y aditivo /m	13.5
Largo de almacén materia prima y aditivo /m	26.24
Total área almacén m ²	354.24

Cálculo espacio físico del área de producción

Tabla 16

Espacio de maniobra equipos de mantenimiento

Equipo	Radio de giro /m	Dimensiones /m
Montacarga eléctrico	3.5	3.25×1.06
Apilador elevador eléctrico (barra timón) manual	1.4	1.8×0.8
Carretilla Manual (A×L×H) /m		0.6 × 0.6 × 1.31
Elevador eléctrico manual		0.65 × 0.6 × 1.6

Tabla 17*Dimensiones de la maquinaria*

Mezcladora /m	1.7 × 2.0
Plataforma metálica /m	3.1 × 2.45
Extrusora /m	5 × 2.2
Impresora /m	2.3 × 1.7
Cortadora y selladora/m	5.1 × 1.8
Peletizadora /m	1.0 × 5.5
Espacio de maniobra y pasillos libres /m	1.2

Tabla 18*Dimensiones área de producción*

Largo /m	26.3
Ancho /m	25.5
Total área producción m ²	670.65

Dimensiones de Áreas de Calidad, Mantenimiento, Servicios Generales y Administración

Para los espacios de calidad, mantenimiento y áreas de servicios se determinó que el ancho de las instalaciones físicas es de 3 metros y el largo lo establece el propio diseño de la planta, por lo tanto, la longitud se encuentra incluida en el largo total de la suma del área de producción y los almacenes; para el espacio de administración se determina el ancho de 2 metros y el largo se calcula bajo la misma lógica de las áreas anteriormente mencionadas.

Por lo tanto, sumando todas las dimensiones con antelación hechas se establece que:

Tabla 19

Dimensión total de la planta para la producción de bolsas oxo biodegradables

Largo en metros	53.8
Ancho en metros	73.36
Área total de la planta m²	3,946.77

Del procedimiento anterior se puede concluir que, para establecer los espacios de las áreas de la planta como almacenes, producción, administración, etc., se debe tener en cuenta una variedad de factores como las dimensiones de la maquinaria, los equipos de mantenimiento, las zonas de circulación peatonal, pasillos libres en almacenes, radios de giro de los equipos, entre otros. Por tal motivo es de suma importancia tener en cuenta los datos contenidos en la matriz de enfoque sistémico, que permite conocer las características de la maquinaria y equipo, de esta manera se determina el espacio físico que ocupa al interior de la planta, y con esta información calcular aproximadamente el tamaño real de la planta física (3,946.77m²) que se requiere para este proyecto de fabricación de bolsas oxo biodegradables.

Es importante mencionar que de acuerdo a las fichas técnicas y/o características de los proveedores de la maquinaria, es suficiente para la proyección de la demanda de acuerdo a la población consultada, sin embargo, previendo un crecimiento de la producción anual, se hace necesario incrementar los turnos de máquina, para aumentar la capacidad de manufactura, evitando una nueva inversión de maquinaria a corto plazo

Conclusiones

Aplicando la metodología propuesta para el desarrollo del proyecto, se logró identificar el mercado potencial de bolsas oxo biodegradable en la ciudad de Ocaña norte de Santander, conforme a los datos recopilados mediante la aplicación de esta encuesta se puede deducir que, todos los establecimientos comerciales usan bolsas para las actividades de su negocio, y mayoritariamente (93.2%) usan bolsas plásticas, también es importante resaltar que el 100% de los encuestados manifiesta el compromiso por aportar al cuidado del medio ambiente lo que hace que el proyecto de fabricación de bolsas oxo biodegradables en Ocaña pueda tener una aceptación por parte de los consumidores, puesto que es un material biodegradable, no obstante se debe implementar una estrategia de marketing para dar a conocer los beneficios que el producto aporta al medio ambiente, debido a que el 65.9% de las personas que respondieron no conocen el material oxo biodegradable. 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. Los periodos de provisión de bolsas en los establecimientos de comercio son semanales, en un porcentaje de 46.6%, y quincenales en un 28.4%, este dato servirá para determinar los ciclos de mayor volumen de producción de la planta. Un dato relevante es que la mayoría de los comerciantes (90.9%) de Ocaña (N.S.), están dispuestos a comprar el producto a un proveedor local; en cuanto a la prioridad para comprar el producto, los encuestados toman el precio, como el componente más importante para la adquisición de las bolsas oxo biodegradables, ya que un 76.1% lo afirmó; asimismo el 87.5% estarían dispuestos a pagar hasta un 10% por encima del precio de la bolsa

convencional. Con esta información se estima una cantidad de producción semanal, este dato es fundamental para conocer la capacidad de producción que debe tener la planta.

El diseño del producto se realizó utilizando software de diseño gráfico, este se proyecta a partir del tipo de bolsas que más compran los establecimientos de comercio, acorde al estudio de mercado realizado, determinando el diseño y capacidad de la bolsa.

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 claro la identificación de actividades, procesos, productos, maquinaria y equipos que se tabularán posteriormente en la matriz de enfoque sistémico que permite identificar las entradas y salidas en cada uno de los subprocesos entendiendo la continuidad y procesamiento de la materia prima hasta llegar al producto terminado. 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, de esta manera tener claro el flujo de materiales y la aplicación de la política de economía circular, dejando ver el aprovechamiento del desperdicio de la producción, el cual es reciclado y convertido de nuevo en materia prima oxo biodegradable en forma de pellets, que será ingresado como materia prima, para iniciar de nuevo el proceso.

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, esta visual en 3D de la planta permite observar con claridad la distribución y el flujo de materiales, permitiendo corregir errores de diseño si fuese necesario, antes de la implementación de la planta.

También se logró establecer los espacios de las áreas de la planta como almacenes, producción, administración, etc., de acuerdo con las dimensiones de la maquinaria, los equipos de mantenimiento, las zonas de circulación peatonal, pasillos libres en almacenes, radios de giro de los equipos, entre otros. Se identificó las dimensiones y características de la maquinaria y equipo contenidos en la matriz de enfoque sistémico, de esta manera se determina el espacio físico que ocupa al interior de la planta lo que permitió calcular aproximadamente el tamaño real ($3,946.77\text{m}^2$) de la planta para la fabricación de bolsas oxo biodegradables.

En definitiva, paralelo al proceso de elaboración de este trabajo, el proyecto se iba socializando con la finalidad de evidenciar que existen iniciativas para mitigar el impacto ambiental negativo, que genera el consumo excesivo de bolsas plásticas en la ciudad de Ocaña, Norte de Santander, lo que generó gran expectativa y aceptación por parte de los interlocutores, adicional a esto, se expuso el proyecto en escenarios académicos lo que generó conversaciones alrededor del tema ambiental y del problema que crea los residuos plásticos, junto con la necesidad emprender acciones para mitigarlo, por ello el proyecto para diseñar una planta para la producción de bolsas oxo biodegradables es el primer paso en este proceso, ya que el siguiente es aplicar todo este conocimiento para hacerlo realidad, logrando implementar la planta y fabricar el producto como una solución ambiental tangible.

Referencias Bibliográficas

- Alibaba.com. (s.f.) *Máquina extrusora de plástico de doble tornillo/extrusora de pelletizador de plástico de gránulos de PVC*. Recuperado el 2 de agosto de 2023.
https://spanish.alibaba.com/p-detail/Twin-953200052.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_title.260e723cYQ4wFa
- Alibaba.com. (s.f.) *Máquina para formado de bolsas*. Recuperado el 2 de agosto de 2023
https://spanish.alibaba.com/p-detail/Plastic-60834577861.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_title.337ef82e3p6gbw
- Alkosto. (s.f.). *Tablet LENOVO 11" Pulgadas Tab P11 2 generación - WIFI - Color – Gris*. Recuperado el 2 de agosto de 2023. <https://www.alkosto.com/tablet-lenovo-11-pulgadas-tab-p11-2-generacion-wifi-color-gris/p/196802052573>
- Álvarez, J., y Célis, L. F. (2021). *Revisión de Estándares Internacionales para la Producción de Plásticos Oxo-Biodegradables*. [Tesis pregrado, Fundación Universidad de América] Repositorio institucional 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 pregrado, Instituto Tecnológico de Buenos Aires] Repositorio institucional Instituto Tecnológico de Buenos Aires.
<https://ri.itba.edu.ar/server/api/core/bitstreams/a3567319-40f2-4677-9da2-e1cab3a06cf8/content>
- Asian Machinery Usa, Inc. (s.f.). *Línea de Extrusión de Polietileno de Alta, Baja y Baja Lineal Densidad*. Recuperado el 2 de agosto de 2023.

<https://asianmachineryusa.com/Fabricacion-de-bolsas-y-peliculas/Extrusoras-de-Peliculas/Monocapa-PE-AD-BD-BL/VMHL-50EZ>

Cabrera, I. y Zenozain, E. (2019). *Estudio de pre factibilidad para la implementación de una empresa de producción y comercialización de bolsas oxo- biodegradables*. [Tesis pregrado, Universidad Antonio Ruiz de Montoya]. Repositorio Institucional Universidad 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 pregrado, Universidad Politécnica Salesiana] Repositorio Institucional de la 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 pregrado, Universidad Francisco de Paula Santander] Repositorio Institucional UFPSO.

<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>

Cuidemos el planeta. (s.f.) *¿Qué es el reciclaje?* Recuperado el 15 de marzo de 2023

<https://cuidemoselplaneta.org/reciclaje/>

- DANE. (2022, 5 de agosto). *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
- Dell. (s.f.) *Factor de forma OptiPlex Micro*. Recuperado el 15 de mayo de 2023.
<https://www.dell.com/en-us/shop/deals-for-business/optiplex-micro-form-factor/spd/optiplex-7010-micro/s010dacomffusvp>
- Dell. (s.f.) *Dell 27 Monitor - P2722H*. Recuperado el 15 de mayo de 2023.
<https://www.dell.com/en-us/shop/dell-27-monitor-p2722h/apd/210-bbck/monitors-monitor-accessories>
- Economía circular. (s.f.). *Economía circular*. Recuperado el 15 de marzo de 2023.
<https://economiecircular.org/economia-circular/>
- Esmelux. (s.f) *Escalera CCBS y pedal de freno*. Recuperado el 2 de julio de 2023.
<https://www.esmelux.com/8001610>
- Félix, M.T., y Muñoz, E.S. (2017). *Fabricación y Comercialización de bolsas Oxo-biodegradables*. [Tesis pregrado, Universidad Tecnológica del Perú] Repositorio Institucional UTP.
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., y López, M. C. (2014). *Factibilidad de instalar una fábrica de bolsas 100% biodegradables* [Tesis pregrado, Universidad Nacional del Rosario] RepHipUNR.

[http://rephip.unr.edu.ar/bitstream/handle/2133/17613/BOLSAS%20BIODEGRADABLE S.pdf?sequence=3&isAllowed=y](http://rephip.unr.edu.ar/bitstream/handle/2133/17613/BOLSAS%20BIODEGRADABLE%20S.pdf?sequence=3&isAllowed=y)

Green Peace. (s.f.) *Datos sobre la producción de plástico*. Recuperado el 10 de marzo de 2023.

<https://es.greenpeace.org/es/trabajamos-en/consumismo/plasticos/datos-sobre-la-produccion-de-plasticos/>

Jungheinrich. (s.f.) *Apilador eléctrico con barra timón EJC / EJD*. Recuperado el 2 de agosto de

2023. <https://www.jungheinrich.co/productos/montacargas-el%C3%A9ctricos/estibadores/apiladores-el%C3%A9ctricos/apilador-el%C3%A9ctrico-con-barra-tim%C3%B3n-ejc-ejd>

Jungheinrich. (s.f.) *Montacargas Eléctricos*. Recuperado el 2 de agosto de 2023.

<https://www.jungheinrich.co/productos/montacargas-el%C3%A9ctricos>

Ley 2232/2022, 7 de julio, Reducción gradual de la producción y consumo de ciertos productos plásticos de un solo uso y se dictan otras disposiciones. (2022). *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

Made in China. (s.f.) *Mezcladora Vertical de acero inoxidable 1000KG*. Recuperado el 2 de agosto de 2023. [https://es.made-in-china.com/co_huazhiyijx/product_Indonesia-1000kg-](https://es.made-in-china.com/co_huazhiyijx/product_Indonesia-1000kg-Spiral-Lift-Vertical-Plastic-Particle-Stainless-Steel-Mixer_yssnhhsigy.html)

[Spiral-Lift-Vertical-Plastic-Particle-Stainless-Steel-Mixer_yssnhhsigy.html](https://es.made-in-china.com/co_huazhiyijx/product_Indonesia-1000kg-Spiral-Lift-Vertical-Plastic-Particle-Stainless-Steel-Mixer_yssnhhsigy.html)

Mecalux. (s.f.) *Rack estructural*. Recuperado el 10 de septiembre de 2023.

<https://mecaluxco.cdnwm.com/catalogos/rack-estructural1.1.0.pdf>

Mercado Libre. (s.f.) *Báscula Tek 500kg / 600kg - Brazo Plegable - Full Acero*. Recuperado el 2 de agosto de 2023. <https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-880269483-bascula-tek-500kg-600kg-brazo-plegable-full-acero->

_JM?searchVariation=174392808392#searchVariation=174392808392&position=27&search_layout=stack&type=item&tracking_id=52821a63-ab95-49e0-9972-d5789ddc33e4

Milenio Tres S.A. (2013, 5 de diciembre). *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 d2w? El d2w es la tecnología que controla la vida útil del plástico*. Recuperado el 20 de abril de 2023. <https://mileniotres.cr/d2w-plastico-oxobiodegradable/que-es-d2w/>

Ministerio de Ambiente y desarrollo sostenible. (2022, 7 de enero). *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/>

Multi Packing, (s.f.). *Carreta de mano MP-CT200KG*. Recuperado el 2 de agosto de 2023. <https://www.multi-packing.com.co/carretillas-manuales-de-carga/product/222-carreta-de-mano-mp-ct200kg>

Naciones Unidas, (2022, 2 de marzo). *El mundo se une contra el plástico. Magnitud del problema*. UN. <https://news.un.org/es/story/2022/03/1504922>

OCDE, (2022) *Perspectivas Globales del Plástico*. <https://www.oecd.org/espanol/noticias/perspectivas-globales-del-plastico.htm>

Plastic Estibas Ltda. (s.f.). *Estibas Plásticas*. Recuperado el 25 de julio de 2023. <https://www.plasticestibas.com/estibas-plasticas.html>

- Sinche, L.A. (2012) *Estudio de la Degradación en Polímeros Oxo Biodegradables*. [Tesis pregrado, Escuela Politécnica Nacional] Repositorio Digital – EPN.
<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4620/1/CD-4245.pdf>
- SoloStocks. (s.f.) *Máquina para Imprimir Película Plástica de 2 Colores Flexográfica*. Recuperado el 2 de agosto de 2023. <https://www.solostocks.com.co/venta-productos/maquinaria-impresion/impresoras-flexograficas/maquina-para-imprimir-pelicula-plastica-de-2-colores-flexografica-11128384>
- Tawi. (s.f.) *Elevadores eléctricos móviles*. Recuperado el 30 de mayo de 2023
<https://www.tawi.com/es/equipos/carretillas-elevadoras-electricas/carretillas-elevadoras/>
- Tienex. (s.f.) *Contenedor con Ruedas Cúbico 400 Litros Sin Tapa Rubbermaid FG461400BLA Negro*. Recuperado el 25 de julio de 2023.
<https://tienex.co/catalogo/rubbermaid/contenedor-con-ruedas-cbico-400-litros-sin-tapa-rubbermaid-fg461400bla-negro/>
- Tienex. (s.f.). *Contenedor de Basura con Ruedas 660 Litros Verde Weber*. Recuperado el 25 de julio de 2023. <https://tienex.co/catalogo/reciclaje/contenedores-basura-industriales/carga-trasera/contenedor-660lts-verde-weber/>
- UAESP. (s.f.) *Relleno sanitario*. Recuperado el 15 de marzo de 2023. 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://enciclopediadebiologia.com/residuos-solidos>.
- WMF – Colombia. (2018, 5 de junio). *¿Qué es el plástico?* Glosario ambiental: WMF.
<https://www.wmf.org.co/?328912/Glosario-ambiental-Que-es-el-plastico>.

Anexo 1

Figura 36

Matriz de Enfoque sistémico parte 1

Subproceso	Actividades del subproceso	Materia prima	Entradas		Salidas	
			Maquinaria	Equipo de manejo de materiales	Producto en proceso	Destino
			Foto máquina	Foto de equipos		
Recepción de Materia Prima	Se recibe la materia prima, verificando orden de compra y peso.	<ul style="list-style-type: none"> • Pellets de plástico (sobolleno) • Aditivos 		 Tablet 11" Fujitsu Tak P11 2da generación - iM8 / 128 GB (www.alfabet.com.s.f.)	Recepción de materia prima	Pesaje
				 Balanza Industrial, Modelo plataforma 0,45 X 0,6 m; Cap: 500kg (www.marcadoble.com.co.s.f.)	Materia prima y aditivos	Almacenamiento
Almacenamiento	Se almacena la materia prima en forma de pellets embastada en bultos.	<ul style="list-style-type: none"> • Bultos de Plástico convencional en pellets • Bultos Aditivo 25w en pellets 		 Carretilla manual; Dim: 1,31 X 0,60 X 0,60 m; Cap: 200kg (multi-parking.com.co.s.f.)	Almacenamiento de materia prima y aditivos en bultos.	Mezclado
				 Montacargas; Cap: 5.000 kg hasta 7,8 metros de elevación Jungheinrich, ca.		
				 Estibas trabajo pesado; Dim: 1,20 X 1,00; Resistencia en dinámica: De 600 kg a 1.800 kg (johncraft.com.s.f.)		
Mezclado	Se mezcla la materia prima con el aditivo y con pigmentos para coloración si el cliente lo solicita.	<ul style="list-style-type: none"> • Pellets de plástico convencional • Aditivo 	 Mezclador de elevación vertical; Dim: 1,7 X 2 X 2,9 m; Cap: 2000kg (made-in-china.com.s.f.)	 Escalera CCBS y pedal de freno - 1,850m x 2,710m - Alt: Suelo a la plataforma 2,5m	Mezcla de materia prima y aditivos.	Extrusión
			 Contenedor con ruedas LIXTO 600 Litros (in Type Negro) (interco.com.s.f.)			
			 Carretilla elevadora manual; Dim: 2,5 X 4,7m (jungheinrich.com.s.f.)			

Nota: Se muestra entradas, actividades y salidas del proceso, detallando el tipo de maquinaria y equipo utilizados en cada subproceso que conforma la fabricación de las bolsas oxo biodegradables.

Figura 37

Matriz de Enfoque sistémico parte 2

Subproceso	Actividades del subproceso	Entradas			Salidas	
		Materia prima	Maquinaria	Equipo de manejo de materiales	Producto en proceso	Destino
			Foto máquina	Foto de equipos		
Extrusión y Embobinado	La materia prima se funde junto con el aditivo, mientras es transportado por medio de un tornillo sin fin integrado a la máquina, esta es extruido a través de un tubo vertical, mediante un proceso de soplado, creando una burbuja en la parte superior, luego el plástico se aprieta por medio de unas rodillos y se enrolla en una bobina.	Folleo de Materia prima y aditivo	 Línea de extrusión de plástico de alta y baja densidad: Dim. 5.0 X 2.2 X 4.9 m. Cap. 30 60 Kg/h. MOG VMHL-502Z (Asian Machinery USA s.r.l.)	 Carretilla elevadora eléctrica (especializada en transporte de bobinas): Cap. ~250Kg. (deli.com s.r.l.)	Bobina de plástico oxo biodegradable	Impresión
Impresión	Se colocan las bobinas de plástico oxo biodegradable, son introducidas en un extremo de la máquina rotativa flexográfica, el plástico biodegradable pasa por unos rodillos y laterales imprimiendo el diseño diseñado previamente por computador, con logs genérico o logo del cliente.	Bobinas de plástico biodegradable	 Impresora de bobinas de plástico Biodegradable, máquina de impresión flexográfica Dim. 2.3 X 1.7 x 2.6 m. Cap. 80 m/min. (sacalocka.com s.r.l.)	 Computador de mesa: 183 X 173 X 36 mm; Intel i5 core empresa HD: 1 TB memoria: 16GB, DDR4; Monitor FHD 27" (deli.com s.r.l.)	Bobina de plástico biodegradable impresa	Corte
Corte	Se divide la lámina de plástico oxo biodegradable mediante una cuchilla y unas bobinas, posteriormente se corta en las formas y tamaños, de acuerdo a lo establecido por la fábrica o a lo solicitado por el cliente.	Láminas de plástico biodegradable	 Máquina cortadora y selladora Dim. 5.1 X 1.8 X 1.6 m. Cap. 200 piezas. (Alibaba.com s.r.l.)	 Carretilla manual Dim. 1.31 X 0.60 X 0.60 Cap. 200kg. (mul-packing.com.co s.r.l.)	Bolsas de plástico biodegradable cortadas en diferentes formas y tamaños.	Sellado
Sellado	Sella la base y la parte superior de las asas de las bolsas luego apilo grupos de bolsas, luego una vez ya sellado, se enrolla.	Bolsas previamente cortadas			Bolsas de plástico oxo biodegradable tipo camiseta cortadas y selladas de acuerdo a demanda o solicitud del cliente.	Almacenamiento de producto terminado
Almacenamiento producto terminado	Empaquetar producto terminado: Se acopia las bobinas oxo biodegradables terminadas, paletizando el producto terminado para ser distribuido y comercializado.	Bolsas oxo biodegradables terminadas.		 Carretilla manual Dim. 1.31 X 0.60 X 0.60, Cap. 200kg. (mul-packing.com.co s.r.l.)	Bolsas oxo biodegradables terminadas	Cliente o consumidor final
Reciclado desperdicios de producción.	Se recicla el material sobrante producto del corte de las bolsas y se convierte en pellets de plástico biodegradable	Recortes y sobrantes del proceso de elaboración de las bolsas plásticas biodegradables	 Máquina de pelletadora de plástico: Dim. 5.5 X 1.91.5m. Cap. 360-600 Kg/h. (alibaba.com s.r.l.)	 Contenedor para residuos plásticos: Dim. 78.4cm (Largo) x 137cm (Ancho) x 121.5cm (Alto) Cap. 650 Litros - 270kg. (Tiemex.co s.r.l.)	Recortes de bolsa plástica biodegradable.	Inicio del proceso de producción de Bolsas Oxo biodegradables

Nota: Se muestra entradas, actividades y salidas del proceso, detallando el tipo de maquinaria y equipo utilizados en cada subproceso que conforma la fabricación de las bolsas oxo biodegradables.