

Diseñando un futuro sostenible en la piscicultura de Yopal: Dispositivo de alimentación automatizado y solar para cultivos de tilapia

Edinson Gerardo Hernández García

Asesora

Sandra Marcela Bustacara Panzza

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD
Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería ECBTI

Diseño Industrial

2023

Resumen

El proyecto tiene como fin promover un futuro sostenible en la piscicultura de Yopal mediante el diseño de un sistema de alimentación automatizado y solar, destinado a fortalecer la sostenibilidad. La metodología de Design Thinking y el Diseño Centrado en el Usuario (DCU) guiaron el proceso desde la evaluación inicial hasta la implementación del prototipo. Entrevistas con actores clave proporcionaron valiosa información sobre las necesidades y desafíos locales, sentando las bases para un diseño adaptado a las realidades del entorno. La inclusión de referentes del mercado y la cuidadosa elección de materiales demostraron un enfoque holístico y detallado. Además, el proyecto abarcó la creación de planos y una serie de análisis que evaluaron diversos parámetros críticos, incluyendo Von Mises Stress, desplazamiento, factor de seguridad, velocidad del viento, turbulencia y centro de gravedad. Este análisis integral garantizó la evaluación estructural y funcional del alimentador automático. Durante el proceso de desarrollo, se propusieron funciones innovadoras para enriquecer el sistema, y se diseñó una interfaz para una aplicación móvil que permitiría la conectividad y el monitoreo remoto del alimentador. La propuesta consideró la colaboración con actores clave en la cadena de suministro y distribución para facilitar la adopción del sistema. Finalmente, se llevó a cabo una fase de testeo con usuarios para mejorar el diseño, asegurando la efectividad y usabilidad del alimentador automático. Este enfoque iterativo y centrado en el usuario garantiza que el producto final no solo sea tecnológicamente avanzado, sino también culturalmente receptivo y práctico para los piscicultores de Yopal.

Palabras Clave: Alimentador automático, Piscicultura, Sostenibilidad, Design Thinking

Abstract

The project aims to promote a sustainable future in Yopal fish farming through the design of an automated and solar feeding system, aimed at strengthening sustainability. The Design Thinking methodology and User-Centered Design (UCD) guided the process from the initial evaluation to the implementation of the prototype. Interviews with key actors provided valuable information on local needs and challenges, laying the foundation for a design adapted to the realities of the environment. The inclusion of market references and the careful choice of materials demonstrated a holistic and detailed approach. Additionally, the project involved the creation of plans and a series of analyzes that evaluated various critical parameters, including Von Mises Stress, displacement, factor of safety, wind speed, turbulence, and center of gravity. This comprehensive analysis guaranteed the structural and functional evaluation of the automatic feeder. During the development process, innovative features were proposed to enrich the system, and an interface was designed for a mobile application that would allow connectivity and remote monitoring of the feeder. The proposal considered collaboration with key actors in the supply and distribution chain to facilitate the adoption of the system. Finally, a testing phase was carried out with users to improve the design, ensuring the effectiveness and usability of the automatic feeder. This iterative, user-centered approach ensures that the final product is not only technologically advanced, but also culturally responsive and practical for Yopal fish farmers.

Keywords: Automatic feeder, Fish farming, Sustainability, Design Thinking

Tabla de Contenido

Introducción	11
Justificación	12
Objetivos.....	16
Objetivo General	16
Objetivos Específicos.....	16
Planteamiento del Problema	17
Marco Teórico.....	20
Importancia de Sostenibilidad y Sustentabilidad para el Diseño	20
Sostenibilidad	20
Sustentabilidad	21
Famiempresa	21
Responsabilidad Social y Tendencias en Diseño y Desarrollo de Productos	22
Diseño Centrado en el Usuario	23
Buenas Prácticas Acuícolas.....	23
Inocuidad en Producción Acuícola.....	24
Sistema de Cultivo de Tilapias	24
Parámetros Físico-Químicos	24
Cultivo de Tilapias en Piscinas o Estanques	25
Alimentadores Automáticos Acuícolas.....	25
Elementos Constitutivos de los Alimentadores Automáticos	26
Estado Actual del Problema.....	27
Autoridades en el Diseño de Equipos de Alimentación.....	27

Ecuador.....	28
México.....	29
Colombia.....	29
Aplicación al Proyecto.....	30
Referentes del Mercado.....	31
Arturo Appleton.....	32
Howard E. Sanders.....	33
Edward E. Lowry, Jr.....	33
Anthony Christopher Halford.....	33
Automatic Fish Feeder Using Microcontroller and GSM.....	33
Nuevas Tecnologías en Acuicultura.....	33
Metodología.....	35
Instrumento y Técnicas para la Recopilación de Datos.....	35
Ruta Metodológica.....	36
Fase 1: Empatizar.....	36
Aplicación de la Entrevista.....	37
Fase 2: Definir.....	37
Fase 3: Ideación y Desarrollo.....	38
Fase 4: Prototipar.....	38
Fase 5: Testear.....	38
Desarrollo del Proyecto.....	39
Conceptos de Diseño a Partir de los Requerimientos de Diseño.....	39
Bocetos y Evolución del Diseño.....	44

Presentación de la Propuesta Final Prototipo Digital.....	45
Primer Diseño.....	46
Segundo Diseño.....	47
Elección del Segundo Diseño.....	48
Secuencia de Actividad a partir de Vistas y Siluetas	52
Prototipo Real Presentación Detalles Análogos y Digitales	55
Testeo con Usuario.....	61
Planos Técnicos, Generales Planos de Detalles, Costos de Producción	65
Boya.....	68
Red de Pesca.....	71
Trailer	74
Análisis de Turbulencia, Viento y Elementos Finitos	77
Contenedor	80
Costos de Producción Contenedor.....	82
Conclusiones.....	84
Recomendaciones	86
Referencias Bibliográficas	87
Apéndices.....	93

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Proposiciones de Diseño</i>	42
Tabla 2 <i>Costos de Producción Contenedor</i>	82

Lista de Figuras

Figura 1 <i>Elementos Constitutivos de los Alimentadores Automáticos</i>	26
Figura 2 <i>Autoridades en el Diseño de Equipos de Alimentación</i>	28
Figura 3 <i>Patentes</i>	32
Figura 4 <i>Metodología</i>	36
Figura 5 <i>Caracterización del Diseño</i>	39
Figura 6 <i>Lugares Observados</i>	40
Figura 7 <i>Ubicación Fincas</i>	41
Figura 8 <i>Mood Board</i>	42
Figura 9 <i>Referentes del Diseño Utilizados</i>	43
Figura 10 <i>Bocetos Alimentadores Flotantes y Estático</i>	44
Figura 11 <i>Primer Diseño Propuesto</i>	46
Figura 12 <i>Segundo Diseño Propuesto</i>	47
Figura 13 <i>Render Diseño Elegido</i>	49
Figura 14 <i>Partes del Producto</i>	49
Figura 15 <i>Render Red de Pesca</i>	50
Figura 16 <i>Partes de la Red</i>	50
Figura 17 <i>Secuencia de Actividad</i>	52
Figura 18 <i>Interfaz App</i>	54
Figura 19 <i>Interfaz App Alertas</i>	55
Figura 20 <i>Render Contenedor Vista Lateral</i>	56
Figura 21 <i>Render Contenedor Vista Frontal</i>	57
Figura 22 <i>Render Contenedor Vista General</i>	57
Figura 23 <i>Render Contenedor Render Contenedor con Pala-Tapa</i>	58
Figura 24 <i>Prototipo Real del Contenedor</i>	59
Figura 25 <i>Prueba de Peso Prototipo del Contenedor</i>	60
Figura 26 <i>Usuario para Testeo</i>	61
Figura 27 <i>Testeo con Usuario</i>	62
Figura 28 <i>Testeo con Usuario 1</i>	63
Figura 29 <i>Testeo con Usuario Llenado 2</i>	64
Figura 30 <i>Plano General</i>	65

Figura 31 <i>Plano General Alimentador</i>	66
Figura 32 <i>Plano General Vista Lateral</i>	66
Figura 33 <i>Plano General Vista Superior</i>	67
Figura 34 <i>Plano General Vista Frontal</i>	67
Figura 35 <i>Plano Boya</i>	68
Figura 36 <i>Plano Boya Imagen General</i>	69
Figura 37 <i>Plano Boya Vista Lateral</i>	69
Figura 38 <i>Plano Boya Vista Superior</i>	70
Figura 39 <i>Plano Boya Vista Frontal</i>	70
Figura 40 <i>Plano Red</i>	71
Figura 41 <i>Plano Red Imagen General</i>	72
Figura 42 <i>Plano Red Vista Lateral</i>	72
Figura 43 <i>Plano Red Vista Superior</i>	73
Figura 44 <i>Plano Red Vista Frontal</i>	73
Figura 45 <i>Plano Trailer</i>	74
Figura 46 <i>Plano Trailer Imagen General</i>	75
Figura 47 <i>Plano Trailer Vista Lateral</i>	75
Figura 48 <i>Plano Trailer Vista Superior</i>	76
Figura 49 <i>Plano Trailer Vista Frontal</i>	76
Figura 50 <i>Von Mises Stress 200 Kg-f</i>	77
Figura 51 <i>Desplazamiento 200 Kg-f</i>	77
Figura 52 <i>Factor de Seguridad 200 Kg-f</i>	78
Figura 53 <i>Velocidad del Viento 30 K/h</i>	78
Figura 54 <i>Energía de Turbulencia</i>	79
Figura 55 <i>Centro de Gravedad</i>	80
Figura 56 <i>Plano Explosionado Contenedor Vista Lateral</i>	81
Figura 57 <i>Plano Explosionado Contenedor Imagen General</i>	81
Figura 58 <i>Fichas Entrevistas</i>	95

Lista de Apéndices

Apéndice A <i>Conceptos de Diseño</i>	93
Apéndice B <i>Bocetos Diseños Iniciales</i>	94
Apéndice C <i>Resultados de la Entrevista</i>	95
Apéndice D <i>Animación Ensamble y Detalles del Contenedor de Alimento</i>	97
Apéndice E <i>Animación Ensamble y Detalles de la Red</i>	98
Apéndice F <i>Animación Ensamble y Detalles del Trailer</i>	99
Apéndice G <i>Plano Explosionado Contenedor</i>	100
Apéndice H <i>Planos de Producción Contenedor</i>	101
Apéndice I <i>Planos Generales</i>	102
Apéndice J <i>Plano Boya</i>	103
Apéndice K <i>Plano Red</i>	104
Apéndice L <i>Plano Trailer</i>	105
Apéndice M <i>Fotografías Lugares Observados</i>	106
Apéndice N <i>Renders Diseño Final</i>	107
Apéndice O <i>Fotografías y Video Testeo con Usuario</i>	108

Introducción

La piscicultura desempeña un papel crucial en la seguridad alimentaria y la economía de las comunidades, y su sostenibilidad se ha convertido en un tema primordial en el contexto global. En este marco, el presente proyecto se centra en el diseño y desarrollo de un alimentador automático solar, aplicable en la piscicultura de Yopal y regiones circundantes. Este proyecto surge de la necesidad de abordar los desafíos específicos que enfrentan los acuicultores locales, considerando tanto sus prácticas tradicionales como la incorporación de tecnologías innovadoras. Con el propósito de promover la sostenibilidad en la piscicultura, se exploran diferentes aspectos, desde las necesidades y desafíos identificados hasta el diseño detallado del alimentador automático, incorporando elementos de Design Thinking, análisis de turbulencia, planificación de la aplicación móvil y la Evaluación con el Usuario (DCU). A través de un enfoque holístico, este proyecto aspira a ofrecer una solución integral que no solo mejore la eficiencia en la alimentación de los peces, sino que también promueva prácticas sostenibles y genere un impacto positivo en la comunidad piscícola de Yopal.

La piscicultura en Yopal, al igual que en muchas regiones, se enfrenta a desafíos que van desde la falta de acceso a tecnologías innovadoras hasta problemas medioambientales y de gestión. En este contexto, la búsqueda de soluciones sostenibles y adaptadas a las necesidades locales se convierte en un imperativo. Este proyecto no solo aborda las complejidades de la alimentación de peces en la piscicultura, sino que también busca integrar prácticas responsables, considerando el entorno ambiental y las condiciones socioeconómicas de los piscicultores. Al emplear el Design Thinking y analizar detalladamente los requerimientos del usuario, se pretende desarrollar un alimentador automático solar que no solo sea eficiente y accesible, sino que también contribuya a la resiliencia y mejora continua de la piscicultura en Yopal.

Justificación

El diseño se ha convertido en una herramienta fundamental para el mejoramiento de diversos campos de la ciencia y la industria en la actualidad. Su enfoque no solo se limita a la estética o la funcionalidad de un producto, sino que se extiende a la resolución de problemas complejos y la creación de soluciones integrales. En esta era de constante cambio, es crucial construir sistemas de interacción efectivos en cada proyecto, donde se establezca una conexión sólida entre los elementos clave. En este contexto, el sistema de interacción se forja mediante la relación entre el proyecto, el diseño y la famiempresa. El objetivo principal de esta sinergia es impulsar el mejoramiento de las capacidades de las pequeñas comunidades y las famiempresas, promoviendo la innovación, la sostenibilidad y el desarrollo integral en el ámbito local.

Esta interacción entre proyecto, diseño y famiempresa, cuando se aplica de manera estratégica, puede elevar significativamente las capacidades de las pequeñas comunidades y famiempresas. Como Senge (1990) destaca en su obra "La Quinta Disciplina", es crucial fomentar organizaciones que aprendan y se adapten constantemente. En este contexto, se busca crear un sistema que aborde integralmente las dificultades que enfrentan los piscicultores locales en Yopal, donde la falta de conocimiento técnico y la alimentación deficiente de los peces son desafíos críticos. Además, este diseño se alinea con la responsabilidad social en la creación de productos, reconociendo la importancia de considerar el impacto social y ambiental, tal como propone Puentes Lagos et al. (2013). Se busca no solo mejorar la eficiencia de la piscicultura, sino también garantizar la sostenibilidad y la responsabilidad con el entorno, contribuyendo así al desarrollo de las comunidades locales. En este contexto, se presenta la justificación para el diseño de un dispositivo de alimentación automatizado y solar, que no solo busca mejorar la

producción de las famiempresas de acuicultura, sino que también promueve el bienestar y el desarrollo sostenible en la región de Yopal.

El proyecto de diseño de un sistema electrónico programable de operación solar para famiempresas de acuicultura en Yopal surge como respuesta a la imperante necesidad de mejorar las condiciones de la piscicultura en la región. En consonancia con la perspectiva de Faerm (2017) sobre el diseño, que ya no se limita a preguntarse "qué diseñar" sino "cómo diseñar", la propuesta busca abordar integralmente los desafíos que enfrentan los piscicultores locales, desde la falta de conocimientos técnicos hasta la calidad de la alimentación de los peces.

Este enfoque de diseño se alinea con la idea de responsabilidad social en el diseño de productos de Puentes Lagos et al. (2013), que va más allá de incrementar la productividad, considerando también el impacto social y ambiental. El sistema de operación solar no solo persigue mejorar la eficiencia de la piscicultura, sino garantizar la sostenibilidad y responsabilidad ambiental. Además, el diseño sigue el enfoque sistémico propuesto por Torres (2020), considerando todas las interrelaciones en el ecosistema de la acuicultura en Yopal, desde la infraestructura vial hasta la formalización de los predios acuícolas.

La conjunción de estos enfoques y la aplicación de tecnología avanzada buscan no solo mejorar la producción de peces, sino también empoderar a las familias piscicultoras locales, buscando un cambio significativo en la comunidad de Yopal al abordar desafíos multidimensionales desde una perspectiva de diseño que promueva la eficiencia, sostenibilidad y responsabilidad social (Faerm, 2017; Puentes Lagos et al., 2013; Torres, 2020).

La decisión de adoptar tecnología de vanguardia en el cultivo de peces se fundamenta en la creciente necesidad de mejorar la eficiencia y sostenibilidad en la producción de alimentos. Según el análisis de James Dyson (Riveros Fajardo, 2020), el diseño no solo se centra en la

estética, sino también en la funcionalidad y eficiencia. La incorporación de tecnología avanzada respaldada por investigaciones científicas y el uso de dispositivos electrónicos puede transformar la acuicultura en la región de Yopal. La implementación de sistemas avanzados de monitoreo, control y gestión en la producción de peces tiene el potencial de incrementar significativamente tanto la calidad como la cantidad de la producción. Este enfoque está alineado con la tendencia actual de la industria acuícola hacia la automatización y la eficiencia, generando beneficios tanto para los productores como para el medio ambiente mediante la reducción del desperdicio y el impacto negativo (Riveros Fajardo, 2020).

Finalmente, el autor de este proyecto, como diseñador industrial arraigado en la región de Yopal, se siente profundamente motivado por su comunidad y su desarrollo. La región del Llano posee una riqueza natural y un potencial industrial que deben ser aprovechados de manera responsable. El proyecto busca ayudar a los piscicultores locales a superar barreras técnicas y de conocimiento, lo que puede impulsar la producción de alimentos y mejorar las condiciones de vida de la comunidad. La motivación detrás de este proyecto radica en el deseo de empoderar a los acuicultores locales y resaltar las potencialidades de la región, enfatizando la importancia de crear productos que satisfagan necesidades específicas y contribuyan al desarrollo de la comunidad.

Además, el alcance de este proyecto abarca desde la comprensión profunda de las necesidades de los agricultores locales y las condiciones específicas de los peces en la acuicultura de Yopal, hasta la concepción y elaboración de modelos operacionales y funcionales del sistema de alimentación automatizado y solar. El objetivo no se limita únicamente a la generación de conceptos teóricos; se extiende a la creación de prototipos físicos que encarnen estos diseños y permitan experimentar de manera práctica con la tecnología propuesta. Esto nos

permitirá evaluar en detalle cómo el sistema satisface las necesidades del usuario y se integra en el entorno de trabajo de los piscicultores. Sin embargo, es importante destacar que, aunque se llegará a prototipos funcionales, el alcance no incluye la implementación completa del sistema como producto final. Más bien, se busca validar la viabilidad de la propuesta y obtener retroalimentación valiosa para futuros desarrollos.

Objetivos

Objetivo General

Diseñar un dispositivo de alimentación automatizado y solar mediante el estudio de las realidades y desafíos de los acuicultores para promover un futuro sostenible en la piscicultura de Yopal.

Objetivos Específicos

Analizar las necesidades y desafíos que enfrentan los acuicultores en la zona rural de Yopal, centrándose en los métodos y comportamientos humanos, para comprender plenamente su contexto y problemáticas.

Determinar los requerimientos de diseño a través de los estudios de referentes y tecnologías actuales para poner en correspondencia el uso responsable de los recursos naturales, las necesidades del usuario, del contexto y la especie.

Validar la propuesta de diseño mediante el uso de recursos digitales y análogos para corroborar las necesidades identificadas y las resoluciones propuestas en términos tecnológicos como funcionales.

Planteamiento del Problema

La piscicultura desempeña un papel crucial en la economía y nutrición de las famiempresas en Yopal, siendo una actividad de gran importancia en las zonas rurales. Sin embargo, enfrenta obstáculos significativos, entre los cuales la falta de apoyo institucional y técnico a los piscicultores locales destaca como un desafío fundamental. Aproximadamente el 80% de los 450 piscicultores de la región, lo que equivale a unos 360 piscicultores, no cuentan con formalización ante entidades regionales. Solo el 20%, equivalente a 90 piscicultores, cuentan con legalización, refiriéndose a su formalización ante entidades regionales. Además, la piscicultura en Yopal se caracteriza por su enfoque extensivo y la falta de conocimiento técnico, lo que afecta la alimentación adecuada de los peces (AUNAP, 2014). La gestión del tiempo, el acceso limitado a recursos y la falta de supervisión constante son desafíos adicionales que impactan la calidad y productividad del cultivo, afectando negativamente la economía de los piscicultores. Además, problemas en la infraestructura vial y la complejidad en la formalización de los predios acuícolas agravan la situación, contribuyendo a una serie de dificultades multidimensionales en la cadena de producción acuícola en Yopal, Casanare (CORPORINOQUIA, 2023).

De igual forma, la baja apropiación de tecnologías en la cadena es una limitación evidente, en parte debido al arraigo cultural y a los costos elevados asociados con su implementación. Esto ha llevado a un subaprovechamiento de instrumentos financieros de la política sectorial, ya que existe cierta apatía para solicitar créditos debido a la tramitología involucrada. Además, la debilidad gremial en los eslabones de la cadena agrava aún más la situación, lo que hace evidente la necesidad de un fuerte fortalecimiento en la organización gremial (secretaría de Agricultura, Ganadería Medio Ambiente de Casanare, s.f.). Estas

problemáticas fundamentales en la cadena acuícola de Yopal demandan una atención integral y estratégica para promover su desarrollo y sostenibilidad.

En este contexto, se observa una necesidad crítica de diseñar soluciones que aborden las dificultades mencionadas y mejoren la acuicultura en Yopal. En este aspecto Faerm (2017) sugiere un cambio en el enfoque del diseño, pasando de "qué diseñar" a "cómo diseñar". En el contexto de la piscicultura en Yopal, esto implica considerar cómo diseñar un dispositivo de alimentación automatizado y solar que se adapte a las necesidades específicas de las famiempresas de acuicultores. El diseño debe enfocarse en comprender las necesidades en el sentido de la labor de los acuicultores y abordar los desafíos técnicos y logísticos que enfrentan.

El diseño del dispositivo de alimentación automatizado y solar para famiempresas de Yopal se enfrenta al desafío fundamental de abordar la falta de apoyo institucional y técnico, así como las dificultades en la alimentación de los peces que afectan la producción acuícola en la región. Puentes Lagos et al. (2013) enfatiza la responsabilidad social en el diseño, lo que implica considerar el impacto social y ambiental del dispositivo. El diseño debe ser colaborativo, centrado en el usuario y accesible para beneficiar a las famiempresas de acuicultores y la comunidad en general. Además, Torres (2020) destaca la importancia de la sostenibilidad y un enfoque sistémico, subrayando que el diseño del dispositivo debe contribuir a la sostenibilidad de la cadena de producción acuícola en Yopal, considerando sus interrelaciones con el entorno y los sistemas existentes en la comunidad de acuicultores. Por lo tanto, el interrogante fundamental que se plantea es el siguiente: ¿Cómo desde el diseño industrial se pueden promover las buenas prácticas acuícolas para el desarrollo de cultivos a menor escala (semi-intensivos) de tilapia en la zona rural de Yopal? Esta pregunta se formula en respuesta a la falta de apoyo al gremio

piscicultor, la falta de conocimiento técnico y las dificultades en la alimentación de los peces que afectan la producción acuícola en la región.

Marco Teórico

Importancia de Sostenibilidad y Sustentabilidad para el Diseño

El diseño contemporáneo está estrechamente vinculado a las tecnologías de información y comunicación, así como a la creciente conciencia global sobre la sostenibilidad, desempeñando un papel crucial en la gestión eficiente de recursos para reducir costos económicos y ambientales (Torres, 2020). La preocupación por la sostenibilidad se remonta a 1968, cuando un grupo diverso de personas encargó el informe "Los Límites del Crecimiento" en 1972, respaldado por el MIT, que abordaba los efectos ambientales y planteaba la posibilidad de una sociedad sostenible mediante límites a la producción material y un equilibrio global con la población (Meadows et al., 1972). Aunque la distinción entre sostenibilidad y sustentabilidad radica en términos geográficos o de uso, ambos conceptos comparten el objetivo central de garantizar la satisfacción de las necesidades actuales sin comprometer las de las futuras generaciones (Méndez, 2012).

Sostenibilidad

El diccionario de la Real Academia Española (RAE), define sostenible como: “dicho de un proceso que puede mantenerse por sí mismo, como lo hace”. Sin embargo, la falta de consenso en la actualidad ha generado más de cien interpretaciones sobre el desarrollo sostenible, reflejando la diversidad de enfoques en las políticas destinadas a este propósito (Artaraz, 2002). Aunque las perspectivas difieren, convergen en la idea de que las políticas de crecimiento económico deben cumplir con dos requisitos fundamentales: respetar el medio ambiente y promover la equidad social (Artaraz, 2002). La definición de la Comisión Brundtland de las Naciones Unidas en 1987 destaca la capacidad de satisfacer las necesidades actuales sin comprometer las de las futuras generaciones (ONU, 2020). Surgido a través del Informe

Brundtland, el término "sostenibilidad" promueve políticas que mantienen la dinámica actual sin comprometer el futuro, destacando la importancia de abordar las necesidades presentes y mejorar las condiciones actuales, considerando la capacidad de las poblaciones vulnerables para satisfacer sus propias necesidades (Riascos, 2012).

Sustentabilidad

La sustentabilidad, según la Real Academia Española (RAE), implica la capacidad de ser sustentada o defendida con razones. No obstante, la complejidad del concepto de sostenibilidad, según Myers (1993), radica en las diversas conexiones entre problemas ambientales, esferas de actividad humana, el mundo desarrollado y en desarrollo, generaciones actuales y futuras, preservación de recursos naturales y necesidades humanas. Daly y Gayo (1995) proponen una visión tripartita que abarca aspectos ecológicos, económicos y sociales, mientras que Atkinson (1995) sostiene que la sostenibilidad se logra garantizando que las generaciones futuras mantendrán un nivel de bienestar al menos igual al presente, desglosando el "capital" en manufacturado, humano y natural, lo que ha llevado a dos corrientes en el desarrollo sostenible: una "débil" y otra "fuerte".

Famiempresa

La conexión entre la familia y la empresa en Colombia ha sido constante a lo largo de la historia. Según Segovia (2012), la economía estaba estrechamente vinculada a los lazos familiares desde tiempos coloniales. Aunque el estudio de las empresas familiares comenzó a desarrollarse en las últimas dos décadas, investigadores y expertos aplicaron conceptos de vínculo y desvinculación a grupos familiares involucrados en actividades empresariales (Gersik et ál., 1997, p. 4). Varios autores, como Varela (2008) y Belausteguigoita (2010), abordan el sistema familiar considerando sus aspectos sociales y emocionales, destacando notables

diferencias entre el subsistema familiar y empresarial, siendo el primero emocional y el segundo racional y objetivo (Belausteguigoita, 2010, p. 29).

En Colombia, el tema de la famiempresa ha generado creciente interés en el ámbito legal y empresarial, con regulaciones específicas para su definición. Según el Artículo 6 del Decreto Reglamentario 187 de 1975, se considera famiempresa aquella que tiene un control económico, financiero o administrativo ejercido por personas unidas por matrimonio o parentesco hasta el segundo grado de consanguinidad o único civil (Oficio 220-16368, 1997). Además, la Ley 905 de 2004 añade criterios de tamaño y ventas anuales, definiendo una famiempresa como aquella con menos de 10 empleados y ventas anuales por debajo de un límite establecido por la normativa local en Colombia.

Responsabilidad Social y Tendencias en Diseño y Desarrollo de Productos

La relación dinámica entre la responsabilidad social y las tendencias en el diseño y desarrollo de productos, según Puentes Lagos (2012), está experimentando una constante evolución, marcando una nueva era con un enfoque antropocéntrico en el diseño. La necesidad de involucrar a las personas en el proceso de diseño para comprender a fondo sus necesidades y valores ha sido reconocida ampliamente. Esta convergencia redefine la forma en que concebimos, producimos y consumimos productos en la sociedad actual, colocando el bienestar humano y el impacto ambiental en el centro de la ecuación. García (2009) revisó el estado actual del diseño y la ingeniería de productos, identificando tendencias como diseño colaborativo, centrado en el usuario, centrado en el cliente, usabilidad, universal, basado en la experiencia y transcultural. Estas tendencias reflejan la influencia de aspectos como la cultura, el uso, la inclusión y las emociones en el diseño y la ingeniería de productos.

Diseño Centrado en el Usuario

El diseño centrado en el usuario (DCU), surgido en la década de 1970 y relacionado con la ergonomía, ha evolucionado hacia interfaces visuales y usabilidad. Expertos han resaltado la importancia de involucrar al usuario en el diseño (Pejtersen, 1984; Brown y Newman, 1985; Damodaran, 1983), estableciendo vínculos con la Interacción Humano-Computadora (IHC). Puentes-Lagos et al. (2012) definen principios del DCU, incluyendo la identificación de capacidades y limitaciones, conocimiento profundo del usuario, búsqueda de compatibilidad en la interfaz, uso de prototipos y tecnologías como realidad virtual y aumentada. Desde la Responsabilidad Social (RS), Puentes-Lagos y García-Acosta (2012) resaltan compromisos como involucrar a los usuarios desde etapas tempranas, manejar la información éticamente, basar los requisitos de diseño en necesidades de usuarios y asegurar que el producto final responda a las necesidades identificadas sin engaños. La RS implica considerar y respetar los intereses de los usuarios, siendo esencial en contextos como el latino, afectado por desigualdades sociales.

Buenas Prácticas Acuícolas

Las Buenas Prácticas de Producción Acuícola (BPPA) son esenciales en la acuicultura para prevenir riesgos y asegurar la calidad y seguridad de los productos. Arteaga et al. (2012) señalan que estas prácticas, ampliamente obligatorias en muchos países, tienen como objetivo evitar amenazas para la salud de los consumidores. Según la definición de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO) (2004), las BPPA son procedimientos esenciales para garantizar la producción de alimentos seguros y de alta calidad, cumpliendo con las normativas legales. En Colombia, el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) (2007) establece directrices detalladas que abarcan instalaciones, bioseguridad, condiciones sanitarias, gestión del agua, control de plagas, uso de medicamentos veterinarios,

alimentación animal, trazabilidad, bienestar animal, transporte, requisitos del personal, manejo de desechos y mitigación del impacto ambiental. Estas prácticas, enmarcadas en un Sistema de Aseguramiento de la Calidad, son vigiladas minuciosamente para asegurar resultados deseados por productores, comerciantes y consumidores.

Inocuidad en Producción Acuícola

La inocuidad alimentaria en la acuicultura es globalmente crucial y se aborda mediante regulaciones internacionales y nacionales, así como buenas prácticas. Según Chávez e Higuera (2003), el Código de Conducta para la Pesca Responsable de la FAO establece pautas para garantizar la inocuidad de los productos de acuicultura, fomentar la participación activa de los granjeros en prácticas responsables, mejorar la selección y uso de alimentos, aditivos y fertilizantes, regular el uso de químicos, y asegurar la inocuidad de los alimentos a lo largo de la cadena de producción. Estas medidas buscan minimizar riesgos para la salud humana y el medio ambiente, promoviendo la seguridad alimentaria y la calidad del producto final.

Sistema de Cultivo de Tilapias

El sistema de cultivo de tilapias se divide en tres modalidades según la cantidad de producción. La modalidad extensiva produce entre 200 y 500 kg por hectárea por ciclo, la semi-intensiva cosecha de 4,000 a 10,000 kg por hectárea por ciclo, y la intensiva produce más de 20,000 kg por hectárea por ciclo. En todos estos casos, se utilizan poblaciones de tilapias macho monosexo revertidas mediante el uso de hormonas durante los primeros 30 días de alimentación en el cultivo, hasta alcanzar una longitud total de 17 a 20 mm (Wicki y Gromenida, 2016, p. 4).

Parámetros Físico-Químicos

Las tilapias prosperan mejor en temperaturas entre 34 y 36 °C, siendo el cultivo adecuado en áreas con temperaturas elevadas entre los paralelos 22 y 28° de latitud sur en Ecuador (Wicki

y Gromenida, 2016). Se recomienda el uso de agua de pozo oxigenada para los estanques, y si proviene de otras fuentes, debe estar libre de contaminantes y tener niveles específicos de pH, alcalinidad, dureza, nitritos y nitratos (Wicki y Gromenida, 2016). El oxígeno disuelto es crucial, con niveles óptimos entre 5 y 6 mg/l, y condiciones climáticas como variaciones térmicas también afectan, generando estratificación térmica en el agua (Alicorp, 2013; Lakes Access, 2015).

Cultivo de Tilapias en Piscinas o Estanques

Los estanques de cultivo deben construirse en suelos de limo o arcilla, con una ligera pendiente natural para permitir el drenaje por gravedad. Se desaconseja su construcción en zonas propensas a inundaciones, suelos ácidos, arenosos, rocosos o con agroquímicos. Los terrenos ideales tienen hasta un 60% de contenido de arcilla y pendientes de 1:100 a 1:200 (Wicki y Gromenida, 2016). Se recomienda la construcción de estanques rectangulares, orientados para mejorar la oxigenación y reducir la erosión. En regiones tropicales, la profundidad promedio debe ser de 1.2 metros, mientras que cerca del paralelo 30° de latitud sur, se pueden usar profundidades de 1.4 a 1.6 metros. El fondo debe ser liso y sin obstáculos para la producción de peces (Wicki y Gromenida, 2016).

Alimentadores Automáticos Acuícolas

Los alimentadores automáticos, esenciales en la acuicultura, ofrecen flexibilidad al permitir que el productor programe la frecuencia y cantidad de alimentación, facilitando una mayor frecuencia sin aumentar la mano de obra. Estos dispositivos pueden ser eléctricos o alimentados por energía solar, y algunos incluyen sistemas acústicos de hidrófono para medir la actividad de los camarones al comer. En caso de detectar actividad, el sistema activa el motor del aspersor para dispensar más alimento, evitando así el desperdicio. Los alimentadores

automáticos pueden ubicarse fijos sobre muelles o tener flotadores para situarse sobre la piscina (Swanepoel et al., 2018).

Elementos Constitutivos de los Alimentadores Automáticos

Figura 1

Elementos Constitutivos de los Alimentadores Automáticos



Nota. Imágenes tomadas de PROAQUA, 2024, www.proaqua.mx.

El sistema de alimentación se compone de un panel de control que gestiona horarios, frecuencia y duración de la alimentación. El extractor de alimento utiliza un motor para retirar y dispensar alimento bajo el control del dispositivo central. La etapa de dispersión, crítica para la cobertura del alimento, emplea un motor con velocidad ajustable y un dispensador para distribuir el alimento de manera circular. Además, la inclusión de un sistema fotovoltaico con panel solar garantiza una fuente de energía sostenible e independiente para el dispositivo en piscifactorías de tilapias (Coba y Hernández, 2018).

Estado Actual del Problema

En esta etapa inicial del proyecto, se lleva a cabo una revisión de la literatura para indagar acerca de las autoridades, patentes, referentes y tecnologías específicos sobre el diseño de alimentadores automáticos para acuicultura, con enfoque en la zona rural de Yopal. Los resultados obtenidos hasta ahora guiarán el desarrollo del alimentador automático, asegurando su alineación con las necesidades y expectativas de los usuarios finales. A continuación, se presentarán los principales resultados encontrados:

Autoridades en el Diseño de Equipos de Alimentación

En el ámbito del diseño de equipos de alimentación para peces, se han desarrollado diversas soluciones tecnológicas de alta calidad y eficiencia en todo el mundo. Para comprender mejor la autoridad en este campo y los enfoques adoptados en diferentes países, agruparemos las referencias por naciones líderes en tecnología acuícola y destacaremos las innovaciones más relevantes. A continuación, presentaremos un análisis de las autoridades y enfoques clave en relación con el diseño de equipos de alimentación para peces en algunas de estas naciones líderes, junto con gráficos y fotografías para ilustrar ejemplos de tecnologías punteras en la industria. Este análisis se vinculará con la perspectiva del Desarrollo Centrado en el Usuario (DCU) y su influencia en la alta tecnología utilizada en la acuicultura.

Figura 2*Autoridades en el Diseño de Equipos de Alimentación**Nota. Autoría propia****Ecuador***

Alimentador Solar – ProQualia: En Ecuador, se ha desarrollado el Alimentador Solar - ProQualia, que presenta el innovador alimentador automático llamado "Solar Precria". Esta tecnología está diseñada para optimizar la distribución de alimentos en la acuicultura a través de un sistema automatizado. Su función principal radica en la eficiencia en la alimentación de los

cultivos, lo que a su vez contribuye al ahorro significativo de recursos. Este dispositivo, al utilizar energía solar, garantiza un suministro constante de alimento de manera precisa y programada, lo que se traduce en un importante avance tecnológico en la industria acuícola ecuatoriana.

Software Acuícola Aqua Control System: También disponible en Ecuador y fabricada por la empresa Aqua Control System, es una poderosa herramienta que brinda un monitoreo continuo y en tiempo real de los parámetros críticos de calidad de agua, incluyendo el oxígeno disuelto, pH y temperatura. Este sistema permite a los usuarios acceder y gestionar la información de manera conveniente a través de sus dispositivos móviles, lo que facilita un control preciso y una toma de decisiones informada en la acuicultura.

México

Alimentadora Flotante: La máquina alimentadora flotante, fabricada por empresas como Reactor Soluciones Químicas e IOSA, ha sido diseñadas para garantizar una instalación versátil y sencilla. Su diseño permite la adaptación flexible a diversas estructuras, lo que facilita su fijación segura en una variedad de configuraciones. Puede ajustar la longitud de los soportes y modificar las inclinaciones de las superficies de amortiguación y sujeción según sea necesario. Esta versatilidad le permite instalarse en una amplia gama de embarcaciones, como lanchas, canoas o pangas, comúnmente utilizadas por los acuicultores para la distribución de alimentos en estanques. Además, también es compatible con diversas estructuras móviles o estáticas que los productores emplean para la dispersión de alimentos, ya sean granulados, semillas o líquidos.

Colombia

Software para el Cultivo de Tilapias: En Colombia, Aplians Fish presenta una aplicación diseñada para el cultivo de Tilapia Roja y Nilótica en estanques, en un enfoque semi-intensivo.

Aplians Fish ofrece una solución práctica y sencilla para monitorear el desarrollo de su cultivo de tilapias, eliminando la necesidad de adquirir servidores o desarrollar software adicional.

Aplicación al Proyecto

Las autoridades en el diseño de equipos de alimentación para peces han desempeñado un papel fundamental en el desarrollo de tecnologías de alta calidad que son esenciales para los cultivos extensivos de peces. Estos expertos han impulsado la creación de dispositivos avanzados y soluciones técnicas para satisfacer las necesidades de una variedad de usuarios, incluyendo campesinos, agricultores novatos e incluso adolescentes que se aventuran en la acuicultura. Sus esfuerzos se han centrado en la creación de dispositivos que no solo sean eficaces en la alimentación de especies como la tilapia, sino que también sean fáciles de usar y se integren de manera eficiente en sistemas de cultivo extensivo.

Este enfoque de diseño centrado en el usuario se traduce en dispositivos intuitivos y amigables que permiten a los usuarios novatos y familiares con la agricultura obtener resultados satisfactorios. Los dispositivos están diseñados teniendo en cuenta a la especie objetivo, como la tilapia, para garantizar que la alimentación sea precisa y beneficiosa para el crecimiento de los peces. Además, se considera el sistema de cultivo en su conjunto para lograr un equilibrio entre la cantidad de alimento suministrado y la capacidad del sistema para mantener la salud y el bienestar de los peces.

A pesar de estos avances, es crucial señalar que en el caso específico del proyecto en Yopal, no se ha considerado integralmente el valor de las prácticas acuícolas. Aunque los dispositivos sistematizados ofrecen información oportuna, parece desconectar al acuicultor del cultivo al no requerir su presencia directa en el estanque. Según las buenas prácticas acuícolas, aspectos como el crecimiento y movimiento de los peces son indicadores clave de su salud, los

cuales podrían pasarse por alto al depender únicamente de la tecnología. Es fundamental reconocer que, para asegurar una gestión efectiva y sostenible, la integración de métodos tradicionales con las innovaciones tecnológicas es esencial. Esta consideración integral no solo fortalece la conexión del acuicultor con su cultivo, sino que también aporta al monitoreo holístico de la salud y el desarrollo de los peces.

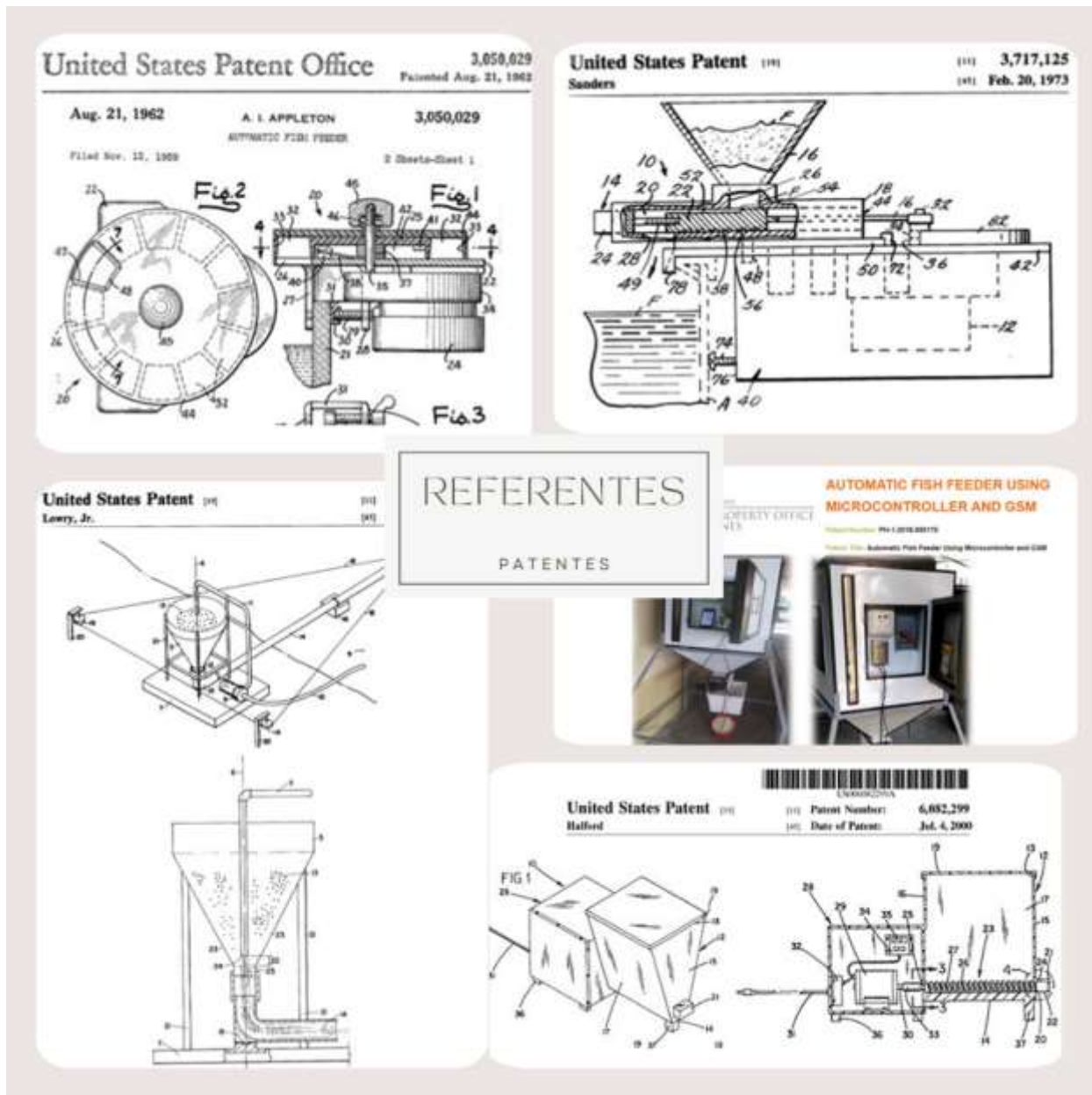
Esta reflexión subraya la importancia de la propuesta que se presentará posteriormente, la cual abordará aspectos no contemplados en estos desarrollos. En la metodología, estos análisis permitirán definir y presentar los elementos diferenciadores y novedosos de la propuesta, contribuyendo así a un enfoque más completo y efectivo en la gestión de cultivos extensivos de peces.

Referentes del Mercado

En la fase inicial de evaluación del estado actual del problema, se ha llevado a cabo un análisis detallado de patentes relacionadas como parte integral de la revisión bibliográfica. Estas patentes proporcionan una perspectiva valiosa sobre enfoques previos en el diseño de alimentadores automáticos para acuicultura. Al considerar estas referencias del mercado, se ha logrado una comprensión más completa de las soluciones existentes, permitiendo identificar tendencias, limitaciones y posibles áreas de mejora. Este conocimiento de referentes patentados contribuye significativamente a la formulación de conceptos de diseño más informados y a la identificación de oportunidades para la innovación en el desarrollo del alimentador automático.

Figura 3

Patentes



Nota. Autoría propia

Arturo Appleton

Está formado como un miembro similar a un disco con bolsillos de alimentación dispuestos en relación circunferencialmente espaciada a lo largo de su región periférica exterior. Cada bolsillo dispensa una cantidad de alimento.

Howard E. Sanders

Usa un pistón que tiene una ranura de longitud variable en un cilindro horizontal y se hace pasar lentamente debajo de una tolva donde la ranura se llena con alimento para peces y luego lentamente sobre el acuario para dispensar el alimento para peces.

Edward E. Lowry, Jr.

Un comedero de peces flotante autoalimentado para distribuir alimento para peces en un cuerpo de agua desde una tolva en la orilla del embalse.

Anthony Christopher Halford

Tolva de alimentación con una abertura inferior y un sinfín de alimentación montado de forma giratoria en la tolva de alimentación.

Automatic Fish Feeder Using Microcontroller and GSM

El alimentador puede recibir mensajes (a través de SMS) que ordenan iniciar la alimentación y también enviar mensajes para confirmar que la alimentación ha finalizado.

Nuevas Tecnologías en Acuicultura

Las tecnologías digitales han experimentado una notable evolución en la industria acuícola, beneficiando a camaroneros y laboratorios de larvas. Ejemplos de innovaciones incluyen GenIA de Vitapro, que utiliza digitalización, análisis avanzado e IoT para mejorar la alimentación de camarones, y LarvIA, que emplea visión por computadora e IA para monitorear larvas y juveniles. BioDynamics utiliza sensores y Machine Learning para reducir el desperdicio de alimentos, y la Alimentación Acústica controla la alimentación mediante señales acústicas. La impresión 3D se aplica en sistemas hidropónicos y robots submarinos, mientras que drones, sensores y la inteligencia artificial (AI) mejoran el monitoreo y la toma de decisiones. Además, la realidad aumentada (AR) y virtual (VR) se exploran en la educación acuícola, y blockchain se

considera para verificar la sostenibilidad, destacando la importancia del Internet de las Cosas (IoT) en el monitoreo y control remoto en acuicultura. (Armijos Medrano, 2021).

Es crucial reflexionar sobre el impacto de estas tecnologías en la realidad local, especialmente en la zona rural de Yopal, donde aún no se alcanza este nivel de implementación. Como subrayan los expertos del SENA, existe la necesidad no solo de tecnificar el proceso de piscicultura, sino también de abordar diversos aspectos cruciales para el éxito del cultivo. La cantidad óptima de peces por metro cúbico, el rango de peso ideal, el control del agua y otros cuidados esenciales, identificados durante las entrevistas (Apéndice C), resaltan la brecha entre las tecnologías de vanguardia y la realidad local.

Con lo anterior y de acuerdo con algunos expertos de la región, se evidencia una dificultad significativa derivada del desconocimiento e improvisación en los cultivos locales. Así pues, promover las buenas prácticas a través del diseño de soluciones adaptadas se vuelve esencial para superar estos desafíos y permitir que las comunidades rurales se beneficien de manera efectiva de las innovaciones tecnológicas en el sector acuícola.

Metodología

La metodología de este proyecto se basa en el Design Thinking, un enfoque innovador que destaca la importancia de comprender y abordar los desafíos desde la perspectiva del usuario. Según Diethelm (2012), el Design Thinking no solo influye en la concepción de artefactos, sino que también desempeña un papel central en la evaluación de cómo estos son "experimentados, asimilados y acogidos en la cultura" (p. 1). Este marco metodológico se complementa con un enfoque específico en el Diseño Centrado en el Usuario (DCU), alineándose con la norma ISO 9241-210:2010. El DCU busca mejorar la usabilidad de los sistemas interactivos mediante la aplicación de conocimientos de ergonomía, factores humanos y usabilidad (ISO, 2010). Así, la combinación de Design Thinking y DCU en la metodología garantiza un proceso centrado en comprender a fondo las necesidades y experiencias de los usuarios, promoviendo la creación de soluciones efectivas y culturalmente receptivas.

Instrumento y Técnicas para la Recopilación de Datos

El principal método para recopilar datos será a través de entrevistas, consideradas como reuniones para el intercambio de información entre el entrevistador y entrevistado (Hernández Sampieri, 2006, p.597). Se optará por una entrevista no estructurada, caracterizada por prescindir de una estructura rígida, permitiendo flexibilidad durante su ejecución (Sabino, 2002, p. 108).

Ruta Metodológica

Figura 4

Metodología



Nota. Autoría propia

Fase 1: Empatizar

En esta etapa inicial, se realiza una inmersión profunda para comprender las necesidades y desafíos específicos de los acuicultores en Yopal, centrada en el usuario. Se lleva a cabo una revisión de la literatura y referentes sobre alimentadores automáticos para acuicultura para entender comportamientos y métodos existentes en la alimentación de peces. Además, se aplican métodos de observación y se diseñan entrevistas específicas con los famicultores de Yopal, centrándose en la experiencia del usuario. Las entrevistas (relacionadas en el Apéndice C) proporcionan información valiosa sobre las necesidades y desafíos identificados. Esta información es crucial para la siguiente fase.

Aplicación de la Entrevista

Durante la fase 1 de la metodología, se llevaron a cabo entrevistas con tres figuras clave en la piscicultura: Erick Rincón del SENA, Jarby Amézquita, un experimentado piscicultor en Vereda Palomas, Yopal, y Francia López, funcionaria del ICA. Estas entrevistas proporcionaron una visión detallada de diversos aspectos cruciales de la piscicultura, incluyendo la cantidad óptima de peces por metro cúbico, el rango de peso ideal por pez, recomendaciones sobre el recambio de agua, control de amoníaco, oxigenación durante la siembra y una alimentación controlada para evitar comportamientos voraces. También se abordaron desafíos comunes como horarios ocupados y amenazas de depredadores, así como la importancia de la conciencia ambiental y la colaboración entre piscicultores. Este análisis exhaustivo proporciona una base sólida para el diseño del alimentador automático, asegurando su alineación con las expectativas y necesidades de los usuarios finales.

Fase 2: Definir

En esta fase, se llevó a cabo un análisis detallado de la información recopilada en la etapa anterior. Esta información incluyó datos obtenidos de entrevistas con expertos en piscicultura. Además, se revisaron literatura y referentes relacionados con el diseño de alimentadores automáticos para acuicultura enfocados en la sustentabilidad, el diseño centrado en el usuario, las buenas acuícolas, entre otras. Durante esta fase, se identificaron y seleccionaron los elementos que aportaban mayor valor al proyecto y que podrían conducir a perspectivas innovadoras no solo definidas por la tecnología sino por conceptos alineados al diseño. Asimismo, se comenzaron a delinear posibles problemas o desafíos que podrían surgir en el desarrollo del dispositivo. Este proceso de criba y selección proporcionó una base sólida para el siguiente paso del proceso de diseño.

Fase 3: Ideación y Desarrollo

Con base en datos de observaciones y entrevistas, se inicia una fase de ideación creativa utilizando técnicas de Design Thinking. Se busca conceptualizar y diseñar un alimentador de peces automático que responda a las necesidades identificadas, fomente la innovación y sea atractivo tecnológica y funcionalmente.

Fase 4: Prototipar

En esta fase, se construyen prototipos del alimentador de peces y se someten a pruebas iterativas. La retroalimentación obtenida informa nuevas iteraciones del diseño, asegurando que el producto final cumpla con las expectativas y necesidades de manera efectiva.

Fase 5: Testear

La fase final implica la interacción de los usuarios con el prototipo y la obtención de su feedback. Esta retroalimentación ayuda a identificar fallos y carencias para realizar mejoras y correcciones necesarias. Se completa el proceso centrado en el usuario para lograr una solución adaptada a sus contextos y requerimientos.

Desarrollo del Proyecto

Conceptos de Diseño a Partir de los Requerimientos de Diseño

En la primera etapa del desarrollo del proyecto, se generaron conceptos de diseño para el alimentador automático basados en los resultados de las entrevistas y los requisitos identificados. Estos conceptos buscaban integrar de manera óptima las necesidades de los piscicultores y los desafíos específicos en la zona de Yopal. Además, se centró en la creación de una propuesta sólida que aborde los elementos clave y las personas involucradas. La caracterización del diseño se basó en un sistema de interacción proyecto, diseño y famiempresa y sustentada en la metodología Design Thinking.

Figura 5

Caracterización del Diseño



Nota. Autoría propia

De igual forma, al momento del diseño se tiene en cuenta el análisis de usuario y la comunidad, para ello se trabaja con una empatía del usuario. Así pues, la iniciativa tiene como

objetivo facilitar la gestión eficiente de la acuicultura, especialmente para famicultores de la región, adoptando un enfoque de Diseño Centrado en el Usuario. Durante la investigación, se observaron diferentes lugares, incluyendo:

Finca La Prevención: Vereda Playón Recuerdo, Corregimiento La Chaparrera, Diego Benítez

Finca El Recuerdo: Vereda Buena Vista, María Fuentes

Finca Guayabal: Vereda Matepantano, José Ángel Arias

Finca La Llanerita: Corregimiento Quebradaseca, Oscar Riaño

Figura 6

Lugares Observados



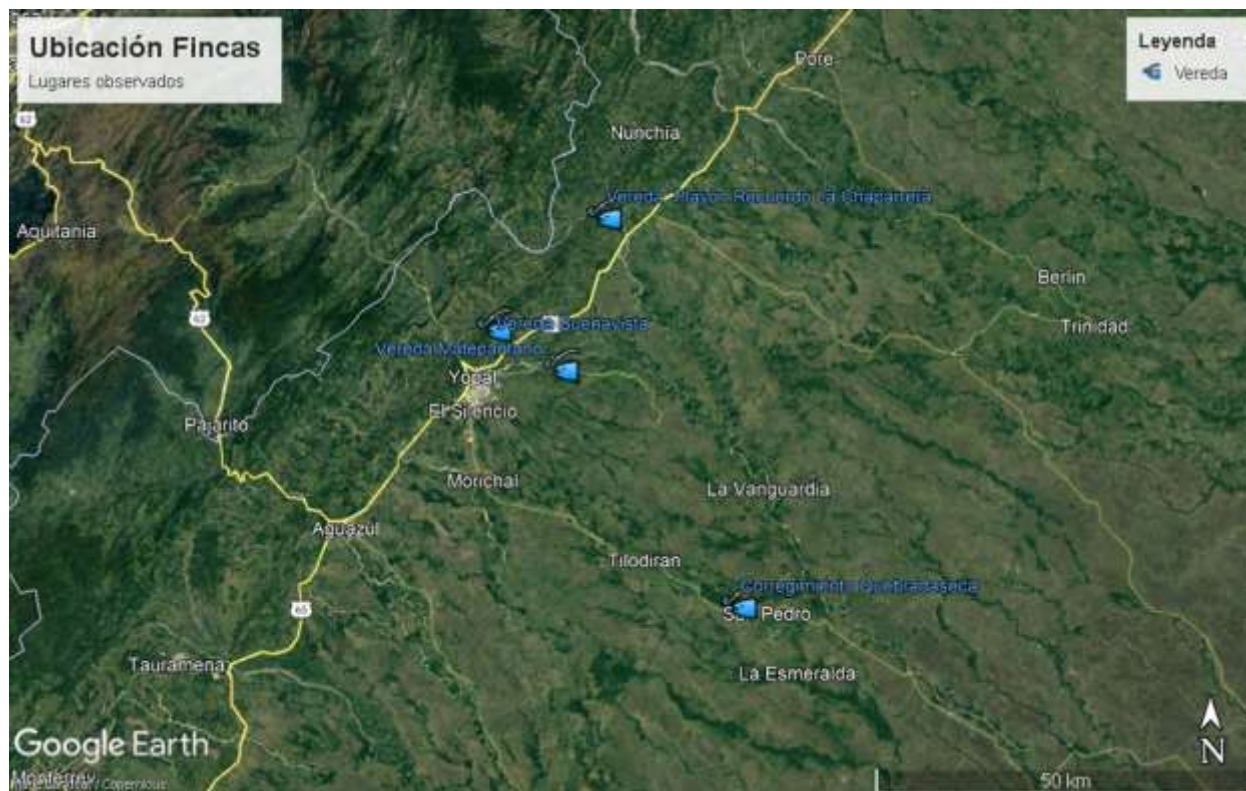
Nota. Autoría propia

Estos sitios fueron seleccionados estratégicamente para abarcar una variedad de contextos y situaciones, permitiendo una comprensión integral de las necesidades y desafíos de los

famicultores en la cría de peces. La ubicación de cada uno de los lugares se muestra en la Figura 7:

Figura 7

Ubicación Fincas



Nota. Autoría propia

Por otro lado, para el diseño, se realizó un Mood Board en el que se capturaron elementos visuales y conceptuales bajo el prisma de la empatía con los usuarios, en este caso, los famicultores de Yopal. Este proceso, llevado a cabo en el pasado, sirvió como herramienta para comprender mejor las necesidades, preferencias y contextos específicos de los famicultores, asegurando que el diseño final estuviera alineado con sus expectativas y experiencias.

Figura 8*Mood Board*

Nota. Autoría propia

En el proceso de diseño, se realizaron múltiples iteraciones para desarrollar proposiciones que se ajustaran a las diversas necesidades del entorno del alimentador de peces. Después de un proceso iterativo de análisis y refinamiento, el resultado final se plasmó en el siguiente cuadro:

Tabla 1*Proposiciones de Diseño*

Proposiciones	Justificarla (por qué)	Necesidades del Familiar Agricultor	Necesidades de los Peces	Qué Debe Tener el Objeto	Nombre Original	Nombre del Componente Técnico
Minimizar el estrés	Mantener un ambiente tranquilo en el cultivo.	Control del entorno y amenazas.	Bienestar de los Peces	Sistema de Control	Monitor de Estrés	Sensor de Bienestar de Peces
Personalizar la alimentación	Adaptar la dieta a las necesidades nutricionales de los peces.	Dieta específica y saludable para los peces.	Nutrición adecuada	Sistema de Nutrición	Alimentador Personalizado	Dispositivo de Nutrición Personalizado
Monitorear la salud	Detectar problemas de salud temprano y prevenir enfermedades.	Detección precoz de enfermedades y cuidado de la salud.	Salud de los Peces	Sistema de Monitoreo	Monitor de Salud	Sensor de Salud de Peces
Automatizar el proceso	Ahorrar tiempo y esfuerzo en la gestión diaria del cultivo.	Menos intervención humana en tareas repetitivas.	Eficiencia en la gestión	Sistema de Automatización	Automatización	Dispositivo de Automatización
Mejorar la eficiencia en la producción	Aumentar la productividad y reducir costos.	Eficiencia en el uso de recursos y reducción de costos.	Eficiencia en la nutrición y bienestar de los peces.	Tobera de distribución controlada, inspección de los peces	Alimentador Automático con Interfaz	Alimentador con interfaz

Nota. Todas las proposiciones apuntan a optimizar el proceso

Los referentes del diseño fueron esenciales para inspirar y guiar el desarrollo del alimentador de peces. Se examinaron productos existentes, como el "Alimentador automático para estanque de peces", para comprender soluciones ya implementadas. También se analizó la patente "Automatic Fish Feeder Using Microcontroller and GSM", que permitía la comunicación a través de mensajes SMS, aportando innovación en la interacción y control a distancia. La estética High Tech, caracterizada por tecnología avanzada y líneas limpias, influyó en el diseño para garantizar una interacción positiva con el usuario. Los referentes se presentan en la Figura 9:

Figura 9

Referentes del Diseño Utilizados



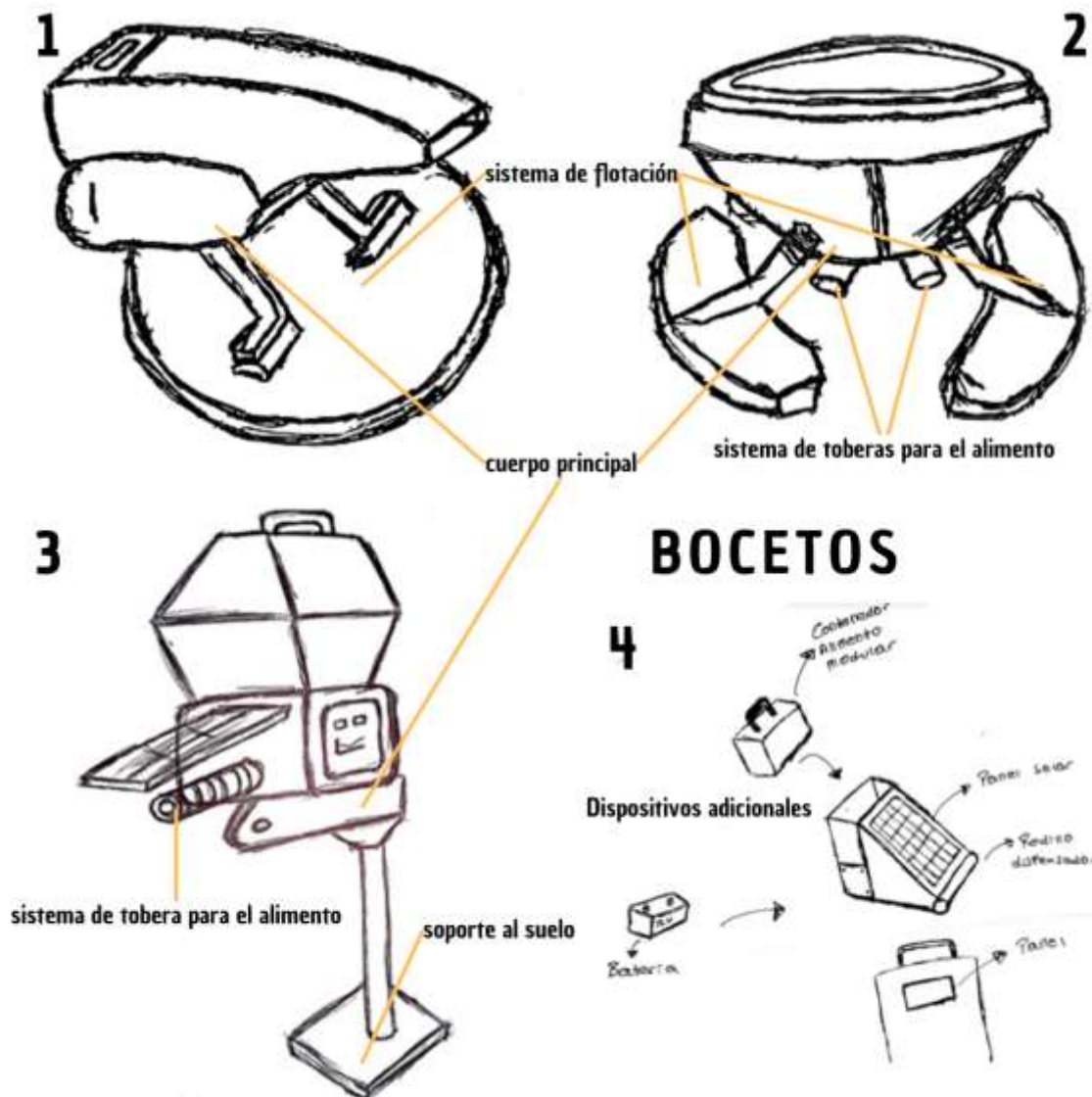
Nota. Autoría propia

Bocetos y Evolución del Diseño

En esta etapa, los bocetos y conceptos iniciales se revisan y evolucionan, considerando la retroalimentación obtenida de la revisión del estado del problema, el análisis del usuario y los referentes de diseño. Este proceso busca perfeccionar el diseño, asegurando que cumpla con los estándares de eficiencia y contextualización, en el Apéndice A se muestran los conceptos de la evolución del diseño. En la Figura 10, se presentan tres bocetos con tres ideas:

Figura 10

Bocetos Alimentador Flotante y Estático



Nota. Autoría propia

El primero de los bocetos es un dispositivo de alimentación flotante que permite la precarga del alimento y se dispensa de manera automática hacia adelante. Las formas y el concepto del diseño se basan en un alimentador tipo “boya”.

El segundo diseño, también es flotante pero diseñado en varias secciones, una parte inferior flotante y una parte superior contenedora, la dispensación de alimento se hace por la parte superior y los volúmenes van de acuerdo a los requerimientos de dispensación, este diseño también se enfoca en funciones programables, su parte física se asemeja a los hidroaviones en cuanto a las boyas y el referente del diseño presente en el mercado.

El tercer boceto está enfocado en una propuesta de dispensador al borde del estanque, habiendo una transición de los diseños flotantes a los estáticos. De igual forma, conserva todas las características de automatización de los bocetos anteriores.

El cuarto boceto es una transición entre los 3 primeros diseños propuestos, en él se muestran algunos dispositivos adicionales, todos ellos enfocados en los conceptos de automatización, energía solar y los requerimientos, así como la idea de ser amigable con el usuario. Finalmente, a partir de estos bocetos el diseño se enfocó hacia las propuestas de alimentadores tipo boya y dispensadores estáticos, como se propuso en los dos primeros bocetos. Los bocetos de todas las propuestas se presentan en el Apéndice B.

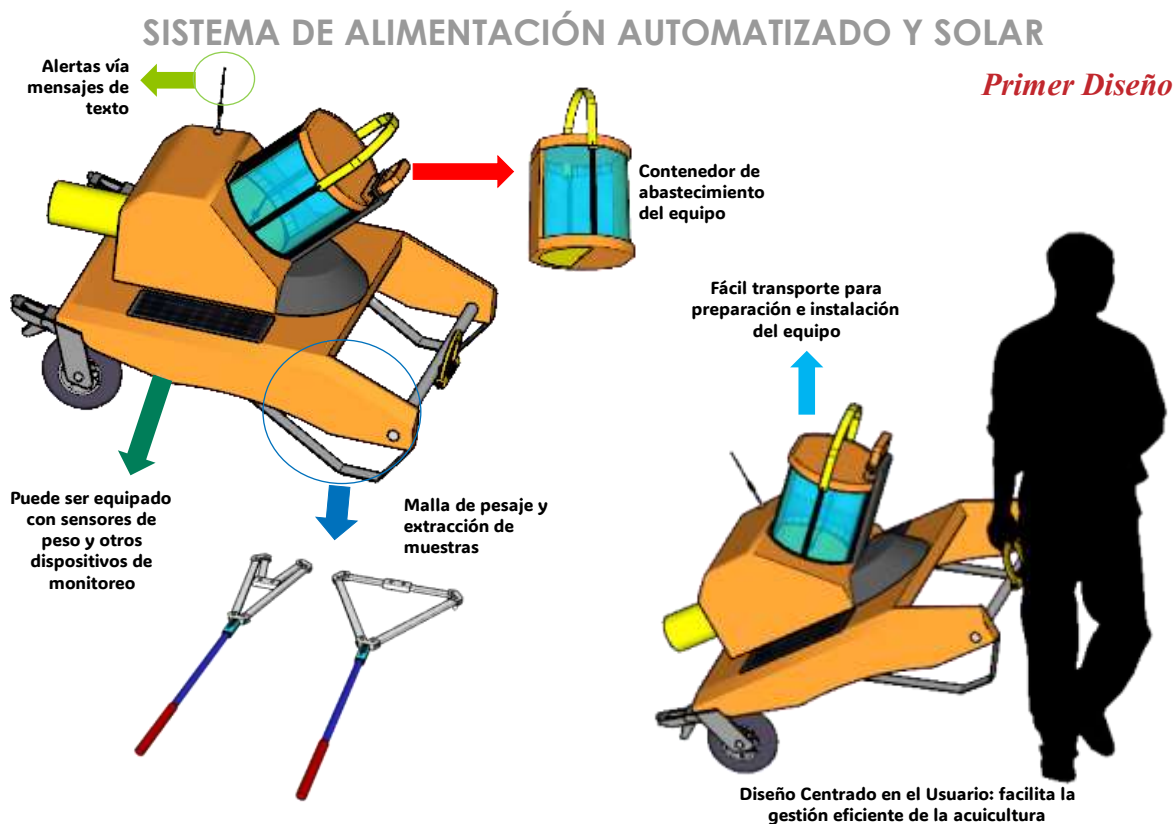
Presentación de la Propuesta Final Prototipo Digital

A partir de los bocetos de ideas iniciales, se definen entonces dos prototipos como opciones de desarrollo:

Primer Diseño

Figura 11

Primer Diseño Propuesto



Nota. Autoría propia

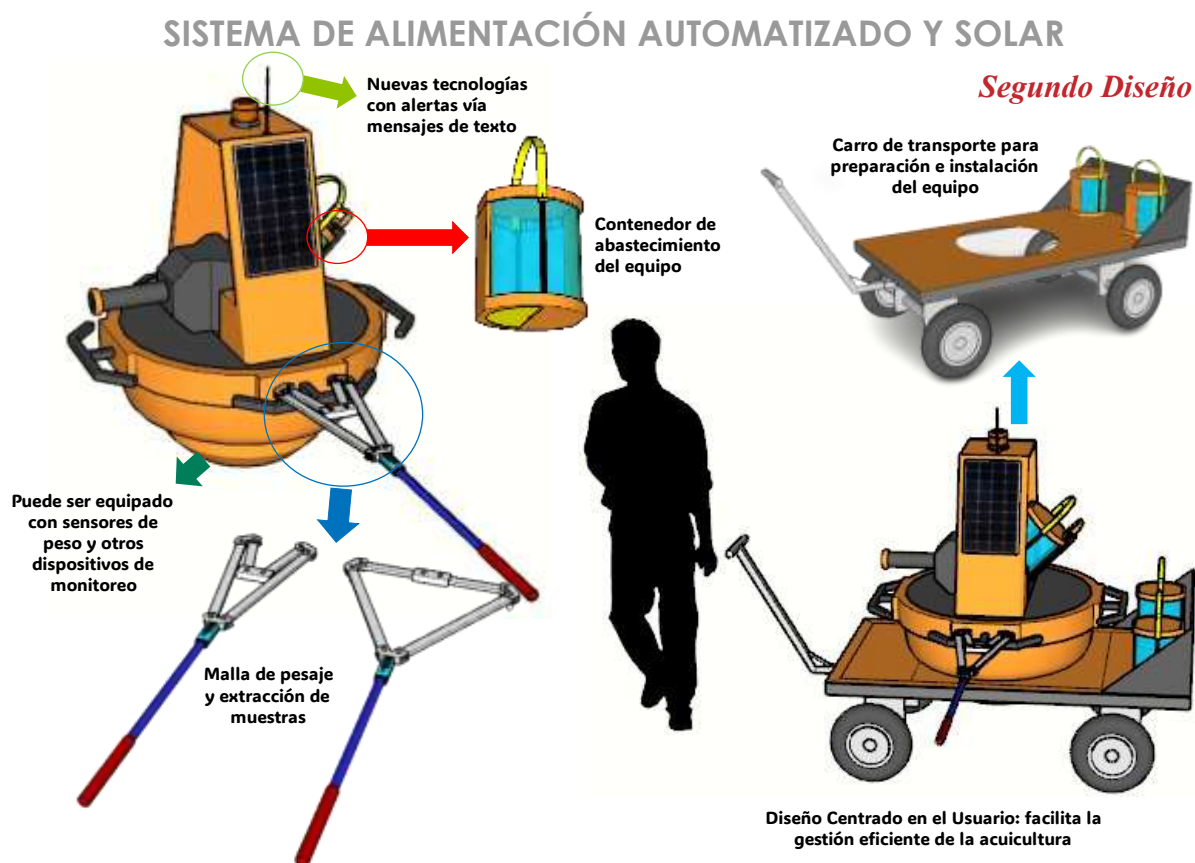
La primera propuesta se centra en la implementación de alertas mediante mensajes de texto para una comunicación eficaz sobre el estado del equipo. Se introduce un contenedor de abastecimiento para simplificar las operaciones diarias, y la versatilidad del diseño permite la integración de sensores de peso y otros dispositivos de monitoreo. La malla de pesaje y extracción de muestras optimiza la gestión de la alimentación, mientras que la facilidad de transporte simplifica la preparación e instalación del equipo. Es importante destacar que esta propuesta estará ubicada en el borde del estanque, impactando directamente en la comodidad y

bienestar de los peces. Este enfoque se alinea con el Diseño Centrado en el Usuario, priorizando la eficiencia en la acuicultura y adaptándose a las necesidades específicas de los famicultores.

Segundo Diseño

Figura 12

Segundo Diseño Propuesto



Nota. Autoría propia

La segunda propuesta incorpora tecnologías avanzadas al introducir alertas mediante mensajes de texto para mejorar la comunicación sobre el estado del equipo. Se conserva el contenedor de abastecimiento y se añade un carro de transporte para aumentar la movilidad y facilitar la preparación e instalación del equipo. Al igual que en la primera propuesta, esta versión puede estar equipada con sensores de peso y otros dispositivos de monitoreo, y presenta una malla de pesaje y extracción de muestras para optimizar la gestión de la acuicultura. Es

esencial destacar que esta propuesta busca mejorar la flotabilidad, lo que beneficia directamente a los peces. Un entorno estable contribuye a reducir el estrés en los peces, lo cual es esencial para su salud y rendimiento en la acuicultura. La estabilidad en la posición del dispositivo también garantiza que los peces puedan acceder fácilmente al alimento dispensado, promoviendo una alimentación más uniforme y eficiente. Además, la mejora en la flotabilidad puede tener un impacto positivo en la tranquilidad de los peces al evitar cambios bruscos en el entorno acuático. Un entorno más calmado puede favorecer el crecimiento y desarrollo saludable de los peces, contribuyendo así al éxito general de la operación de piscicultura.

Por otro lado, la inclusión de un remolque de transporte contribuye a simplificar las operaciones de mantenimiento e instalación del equipo, ofreciendo ventajas significativas para el cultivador y el bienestar de los peces. Este diseño sigue también el enfoque del Diseño Centrado en el Usuario, priorizando la eficiencia y adaptabilidad a las necesidades específicas de los famicultores.

Elección del Segundo Diseño

Tras una cuidadosa evaluación, se ha optado por la segunda propuesta debido a sus ventajas y capacidad para proporcionar mayores beneficios en términos de comunicación avanzada, movilidad mejorada y la integración de nuevas tecnologías. Este diseño, alineado con el diseño centrado en el usuario (DCU), promete una experiencia más completa y eficiente para los famicultores de Yopal en la gestión de la acuicultura.

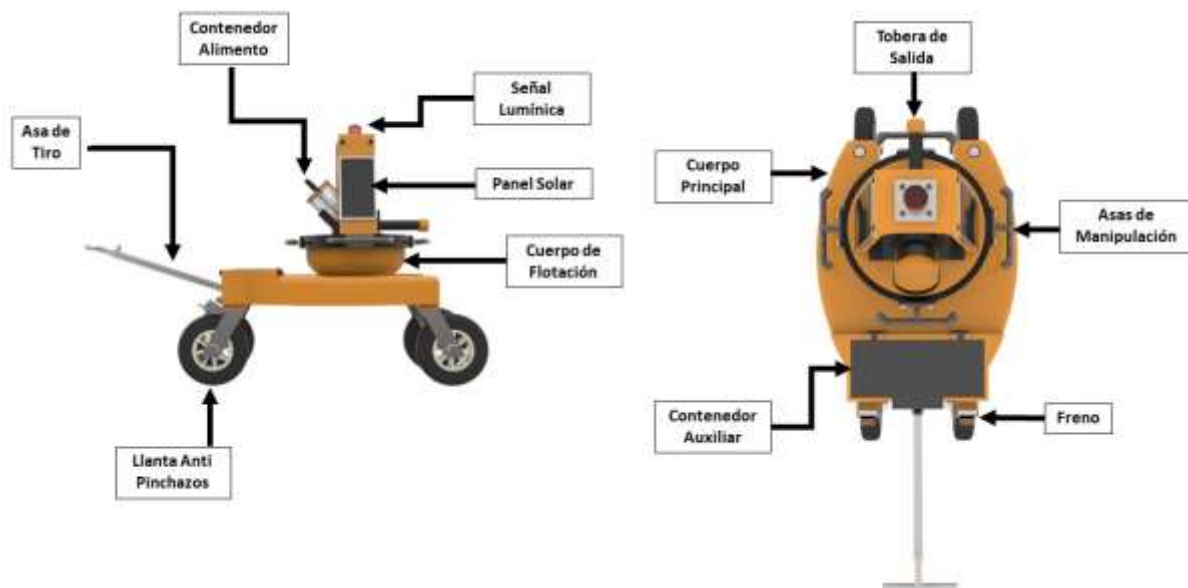
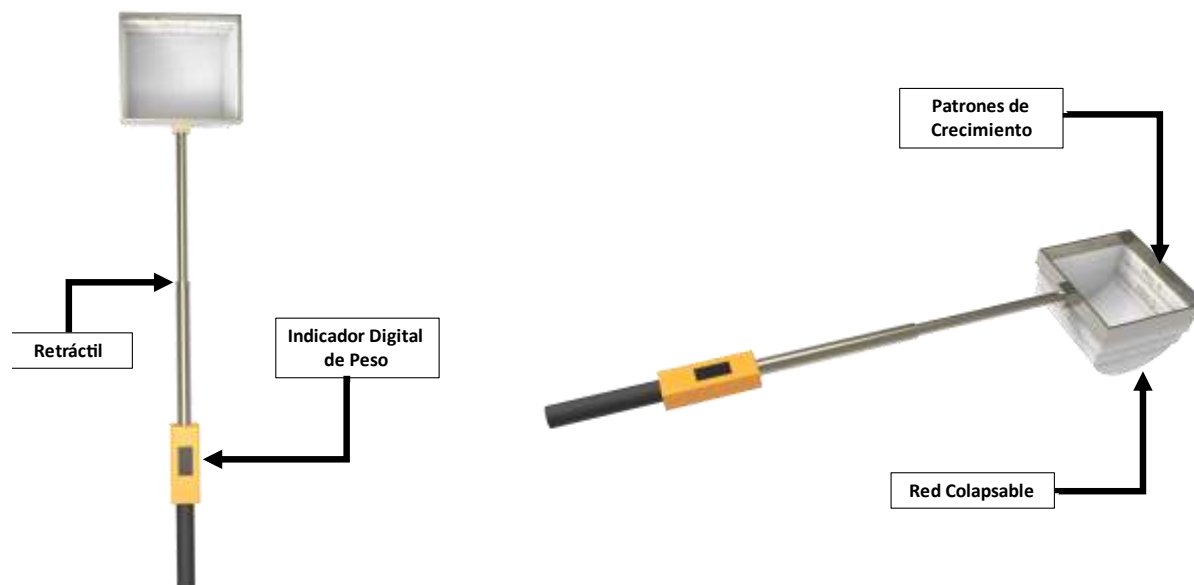
Figura 13*Render Diseño Elegido**Nota. Autoría propia***Figura 14***Partes del Producto**Nota. Autoría propia*

Figura 15*Render Red de Pesca**Nota. Autoría propia***Figura 16***Partes de la Red**Nota. Autoría propia*

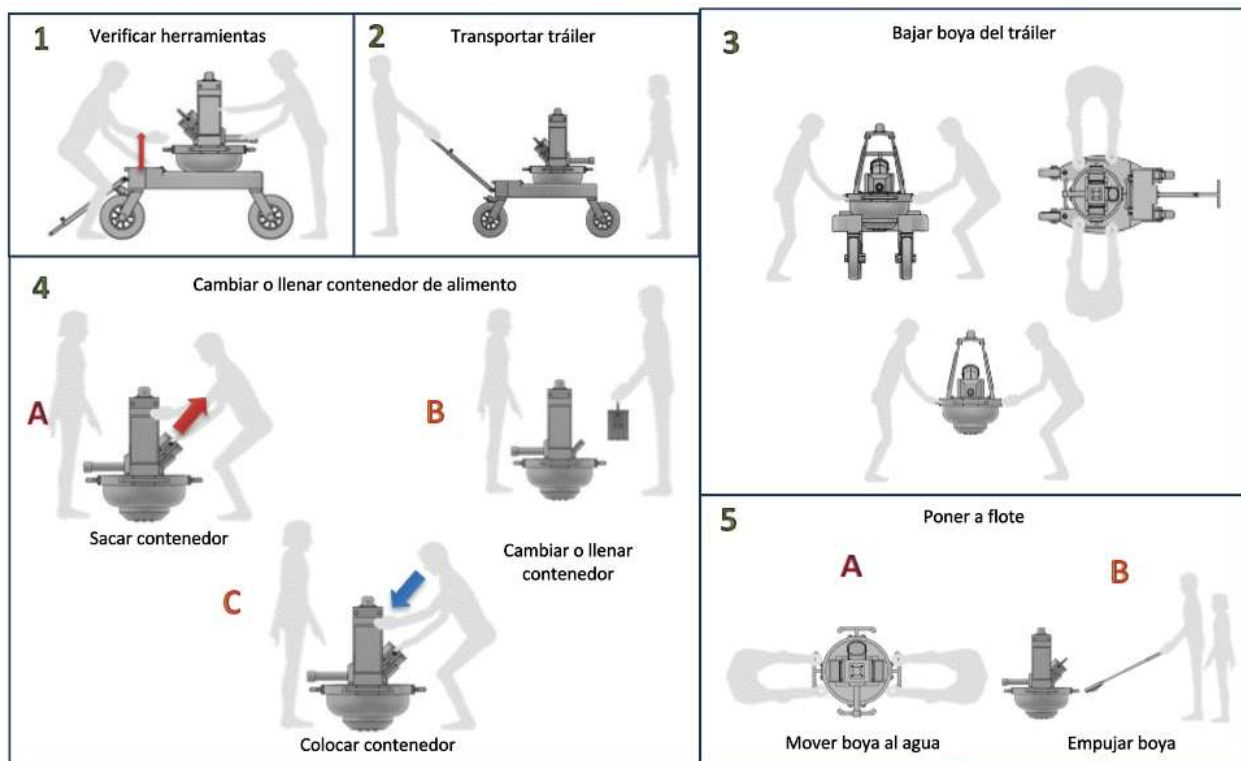
El proyecto también aborda la obtención de medidas cruciales a través de la red de pesca, las cuales proporcionan información esencial sobre tres etapas clave del desarrollo de los peces, marcadas por regletas para cada tamaño correspondiente (revisar simulación de ensamble y detalles de producto en el Apéndice E). Estas medidas son fundamentales para determinar las etapas de crecimiento de la tilapia, especialmente cuando dejan de ser alevines. Durante el proceso de muestreo, se seguirán prácticas específicas para garantizar la obtención de datos precisos sobre el tamaño y el peso de los peces en estas etapas clave. El objetivo principal es proporcionar a los famicultores información valiosa para tomar decisiones informadas sobre el momento óptimo para la cosecha y la comercialización de los peces.

Durante el ciclo de crecimiento de la tilapia, se llevarán a cabo muestreos periódicos en intervalos regulares, cada pocas semanas o meses, según la duración del ciclo de cultivo. Estos muestreos se realizarán en momentos específicos, como el muestreo inicial al comienzo del ciclo, muestreo periódico a lo largo del crecimiento, muestreo de madurez cuando los peces alcanzan la madurez, y finalmente, el muestreo de cosecha antes de la recolección y comercialización.

Secuencia de Actividad a partir de Vistas y Siluetas

Figura 17

Secuencia de Actividad



Nota. Autoría propia

La preparación e instalación del equipo implica una secuencia de actividades bien definida. Inicialmente, se verifica que el sistema esté encendido y en comunicación con el dispositivo móvil, además de asegurar el correcto funcionamiento de las sondas de lectura (Paso 1). Posteriormente, se traslada la boya al lugar de instalación utilizando un carro diseñado para tal fin (Paso 2). Durante la instalación, se levanta la boya con la colaboración de otra persona o mediante el uso de una rampa que facilita el deslizamiento del carro, permitiendo que la boya caiga al agua. Finalmente, se asegura al centro del estanque mediante cuerdas que se sujetan en los ganchos laterales (Paso 3).

El abastecimiento del equipo (Paso 4) implica el cambio del contenedor de alimento, donde se sigue una secuencia específica. Se procede a halar el contenedor hacia arriba, cambiar o

llenar el contenedor con alimento y luego colocarlo de nuevo en la posición inicial. Cada contenedor está diseñado con un asa y un riel que facilita su manejo, mientras que una tapa de media vuelta en la parte inferior permite cargar el alimento. Finalmente, se lleva la boya al estanque (Paso 5) mediante el uso de cuerdas para asegurar su flotación, moviendo la boya lateralmente con la colaboración de otra persona y empujándola con la ayuda de la malla. Este enfoque estructurado y centrado en el usuario garantiza una operación eficiente y precisa del alimentador solar automático para tilapia.

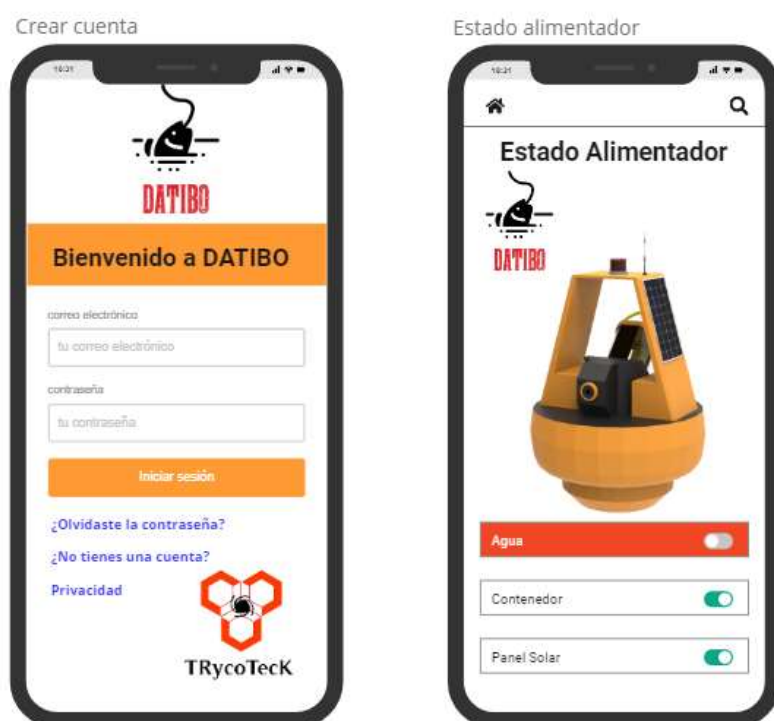
Dentro de los accesorios del equipo, se encuentra la red de pesca, que desempeña un papel crucial en el proceso de toma de muestras y en la operación del equipo. Esta red de pesca se integra en la toma de peso de las muestras. Además, la red de pesca se utiliza como accesorio de enganche para empujar al estanque o atraer el equipo a la orilla, en el caso de la boya, lo que facilita su instalación y mantenimiento. También, la red está diseñada de manera que el contenedor se ajuste en su interior y permita medir el peso del alimento. Este proceso se repite en cada ciclo de abastecimiento. Otro aspecto importante de la red de pesca es su capacidad para pesar la comida utilizada en las recargas. La red de pesca se ha adaptado para permitir la medición del peso del alimento antes de su carga en el estanque. Esto asegura que se suministre la cantidad adecuada de alimento en cada ciclo, lo que contribuye a mantener un equilibrio óptimo en el sistema de cultivo de tilapia.

El diseño del dispositivo prioriza la interacción humana al facilitar la separación de componentes para una limpieza y mantenimiento sencillos. Los elementos removibles, como los contenedores y la red de pesca y pesado, se manipulan fácilmente para garantizar la facilidad de uso.

Igualmente, se propuso el desarrollo de una interfaz para una aplicación móvil que permita la vinculación del alimentador automático con dispositivos celulares, facilitando la obtención de alertas y notificaciones. Esta aplicación se concibe como una alternativa adicional, aunque también se contempla la comunicación a través de mensajes de texto para brindar flexibilidad en la interacción y control del alimentador automático desde dispositivos móviles.

Figura 18

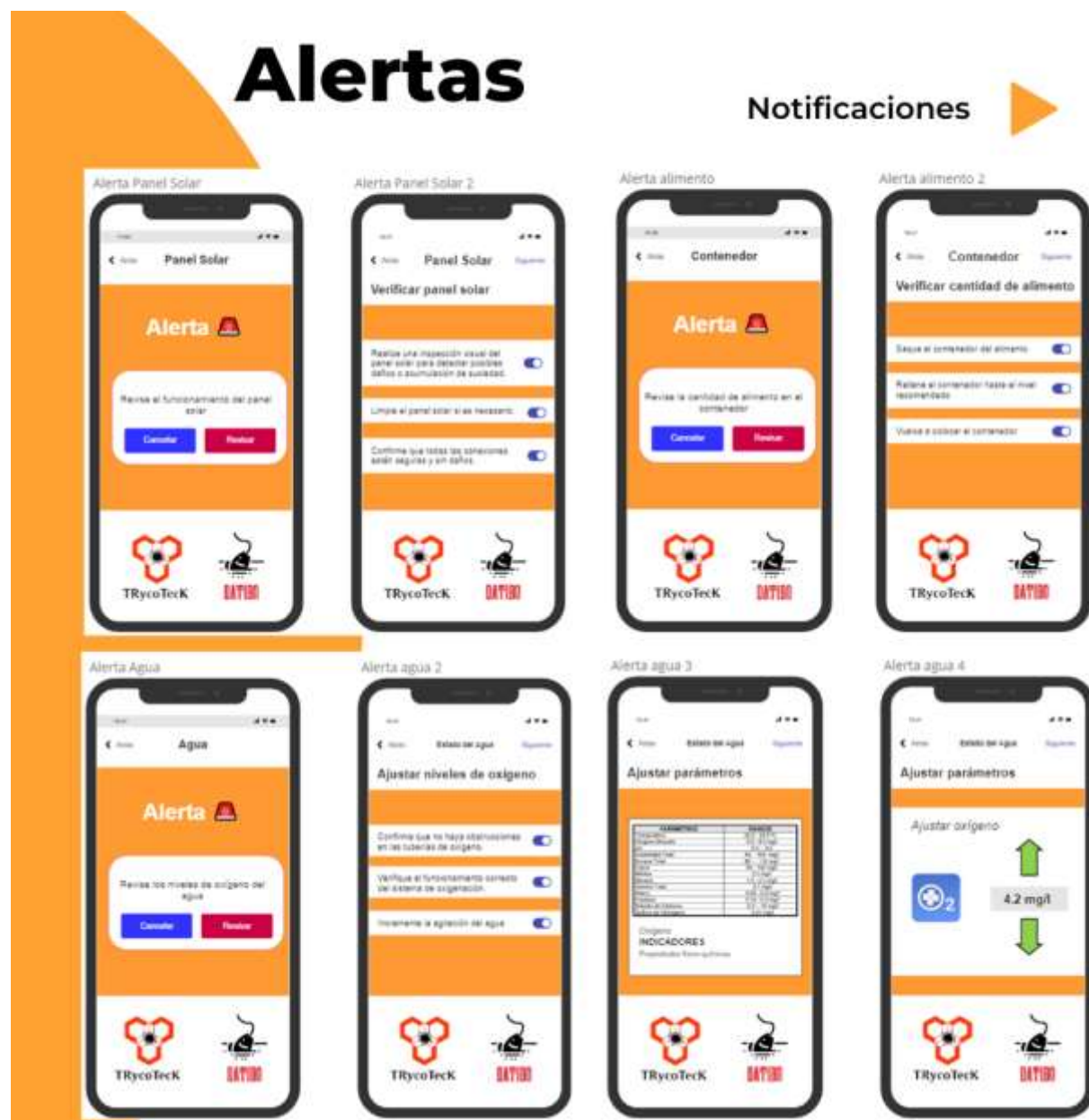
Interfaz App



Nota. Autoría propia

Figura 19

Interfaz App Alertas



Nota. Autoría propia

Prototipo Real Presentación Detalles Análogos y Digitales

En el transcurso del proyecto, se desarrolló un prototipo real de una de las partes del dispositivo que destacó tanto detalles analógicos como digitales. En cuanto al prototipo análogo, se tomó la decisión de enfocarse exclusivamente en la materialización del contenedor,

considerando el alcance y tiempo de desarrollo del proyecto. A pesar de la limitación deliberada en términos de alcance, el prototipo análogo desempeñó un papel esencial al proporcionar una representación tangible y práctica de la parte central del equipo. Esta elección estratégica facilitó una comprensión más profunda de las características físicas y funcionales del contenedor, sentando así una base sólida para la evolución del diseño general.

Como resultado del proceso de prototipado real, se logró materializar el diseño del contenedor, seleccionado como la pieza central para la fase de prototipado del alimentador solar automático para tilapia. El prototipo del contenedor fue llevado a la realidad, dando como resultado un render detallado que muestra cada componente y detalle estructural del contenedor. Este render se convierte en un valioso recurso visual que refleja la fidelidad del prototipo al diseño original, proporcionando una representación clara de la disposición y las interacciones de las diversas partes del contenedor. A su vez, sirve como un punto de referencia visual para la producción y ensamblaje futuros, asegurando una reproducción precisa y exitosa de esta pieza clave dentro del contexto global del proyecto. Revisar simulación de ensamblaje y detalles de producto en el Apéndice D y los resultados del render en el Apéndice N.

Figura 20

Render Contenedor Vista Lateral



Nota. Autoría propia

Figura 21

Render Contenedor Vista Frontal



Nota. Autoría propia

Figura 22

Render Contenedor Vista General



Nota. Autoría propia

Figura 23

Render Contenedor con Pala-Tapa



Nota. Autoría propia

Figura 24

Prototipo Real del Contenedor



Nota. Autoría propia

Durante las pruebas del prototipo real del contenedor, se realizaron evaluaciones para validar su funcionalidad y rendimiento en situaciones representativas. Se llevaron a cabo pruebas de peso para garantizar que el contenedor pudiera soportar la carga de alimento necesario para su operación en condiciones reales de uso. Además, se realizaron pruebas de movimiento para evaluar la resistencia estructural del contenedor durante su transporte y manipulación en el entorno acuícola.

Figura 25

Prueba de Peso Prototipo del Contenedor



Nota. Autoría propia

Las pruebas de peso se enfocaron en simular las condiciones de carga de alimento, asegurando que el contenedor mantuviera su integridad estructural y funcionalidad al estar completamente cargado. Paralelamente, las pruebas de movimiento, realizadas durante el testeó con usuario, evaluaron la durabilidad y estabilidad del contenedor durante su transporte y

manipulación. Estos ensayos en el prototipo real permitieron ajustes y refinamientos en el diseño, garantizando la robustez y confiabilidad del contenedor en el contexto específico de la acuicultura. Las mejoras derivadas de estas pruebas contribuyeron a la optimización del contenedor para su implementación exitosa en el sistema completo del alimentador solar automático para tilapia.

Testeo con Usuario

Figura 26

Usuario para Testeo



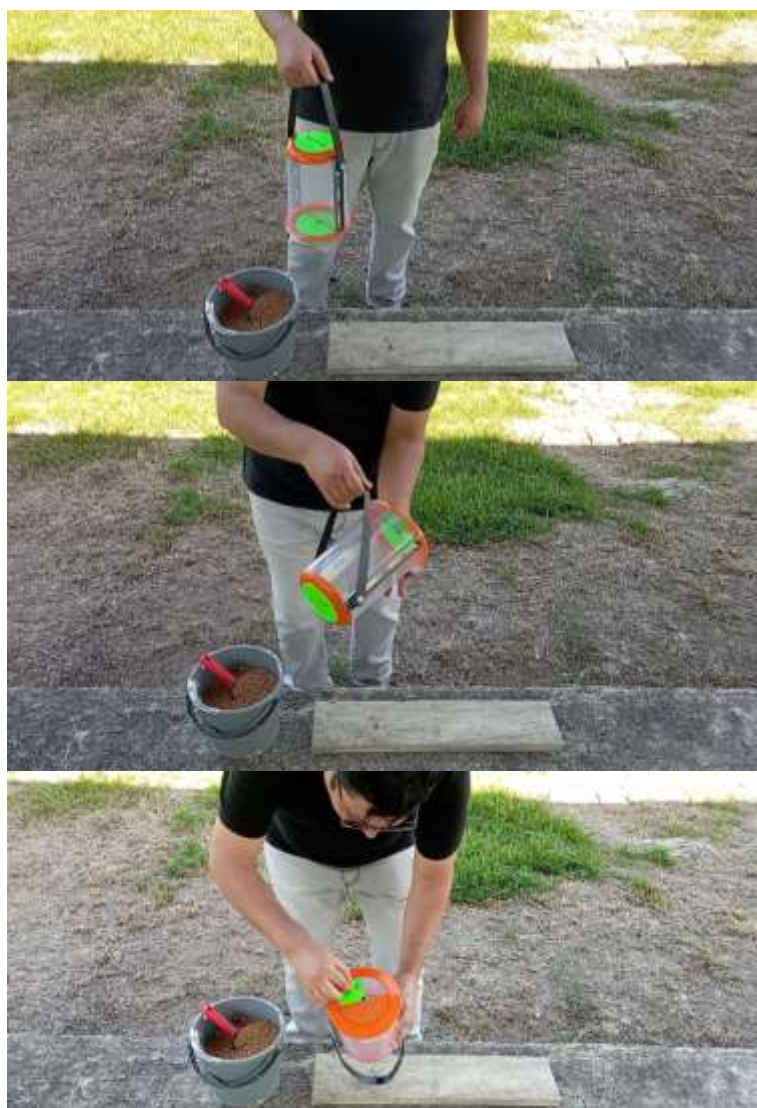
Nota. Autoría propia

Durante la fase de testeo con el usuario, que se centró en el pequeño famicultor de Yopal, se llevó a cabo una evaluación del Prototipo Real a manos de Jarby Amézquita un piscicultor con experiencia en la vereda Matepantano, Yopal. Este proceso de prueba fue fundamental para obtener valiosas retroalimentaciones directas del usuario final, permitiendo identificar áreas de mejora y realizar ajustes clave en el diseño. Las recomendaciones y comentarios proporcionados

por los famicultores jugaron un papel crucial en la redefinición de parámetros esenciales, lo que resultó en una mejora significativa en la implementación del sistema. La adaptación del diseño según las necesidades y preferencias específicas de los usuarios finales refleja un enfoque centrado en el usuario y garantiza que el alimentador solar automático para tilapia cumpla con las expectativas y requisitos prácticos de los pequeños famicultores en la región de Yopal. Las fotografías y video detallado del testeo se presenta en el Apéndice O.

Figura 27

Testeo con Usuario



Nota. Autoría propia

Figura 28

Testeo con Usuario Llenado 1



Nota. Autoría propia

Figura 29*Testeo con Usuario Llenado 2*

Nota. *Autoría propia*

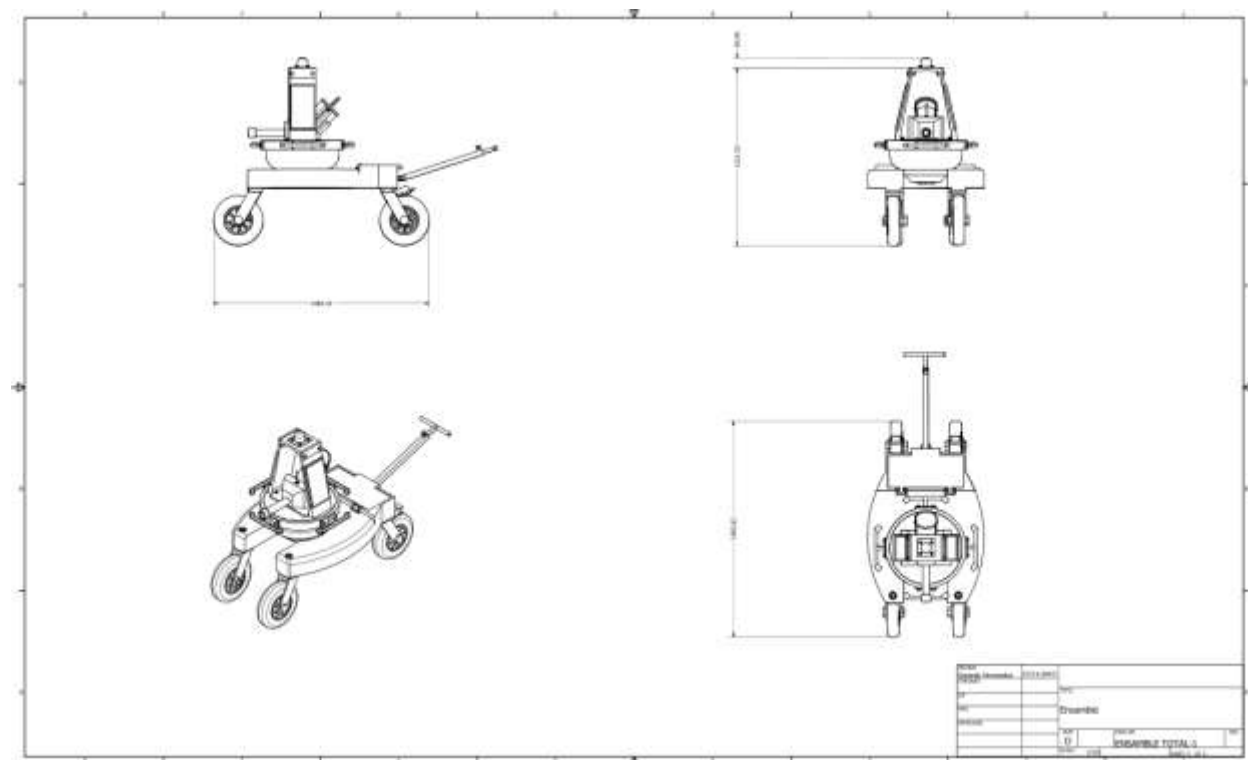
Es relevante mencionar, que debido al alcance y tiempo de desarrollo del proyecto, se elaboró un prototipo análogo enfocado exclusivamente en la materialización del contenedor del dispositivo de alimentación automatizada. Este prototipo no incluyó la funcionalidad completa del dispositivo, por lo que no se cuenta con un video probando directamente el dispositivo en funcionamiento. Sin embargo, el prototipo proporcionó una representación tangible y práctica de la parte central del equipo, lo que permitió una comprensión más profunda de sus características físicas y funcionales.

Planos Técnicos, Generales Planos de Detalles, Costos de Producción

En conformidad con el diseño seleccionado, se elaboraron diversos planos que experimentaron refinamientos en varias etapas de evaluación. La documentación técnica comprende planos generales (Apéndice I), planos de detalles (Apéndice G y Apéndice H) y los correspondientes costos de producción (Tabla 2). A continuación, se exhiben imágenes que representan cada uno de los planos generados, proporcionando una visión integral y detallada del diseño del alimentador solar automático para tilapia. Estos planos son resultado de un proceso iterativo, donde se consideraron las recomendaciones del usuario y se perfeccionaron para garantizar la viabilidad técnica y económica del proyecto. En el Apéndice I se aprecia con mayor detalle los planos técnicos de la propuesta.

Figura 30

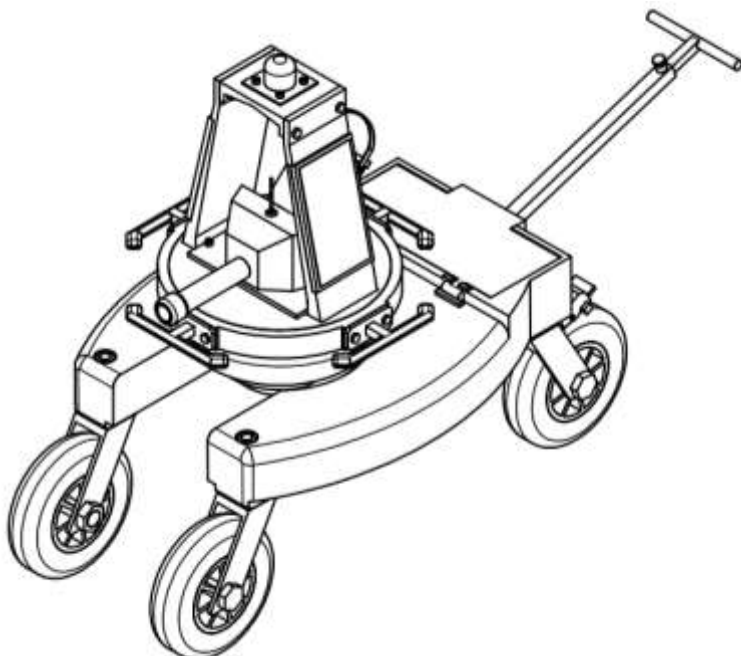
Plano General



Nota. Autoría propia

Figura 31

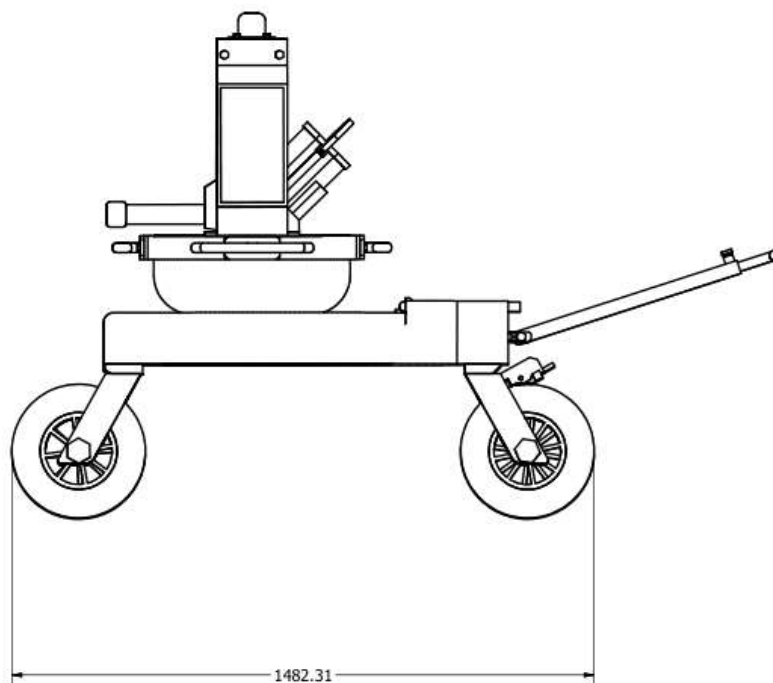
Plano General Alimentador



Nota. Autoría propia

Figura 32

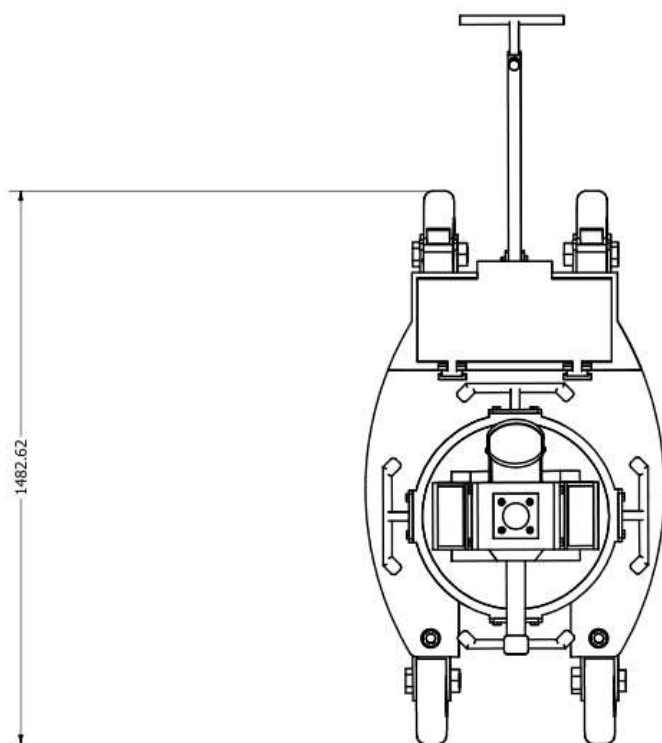
Plano General Vista Lateral



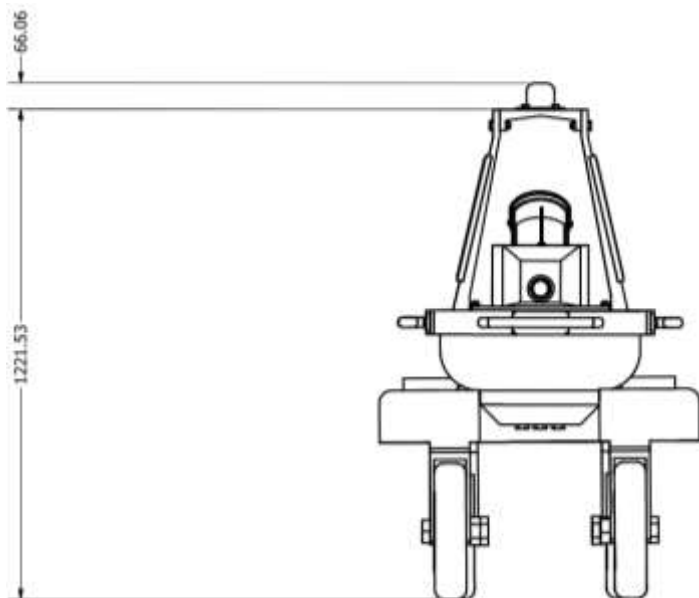
Nota. Autoría propia

Figura 33

Plano General Vista Superior

Nota. *Autoría propia***Figura 34**

Plano General Vista Frontal

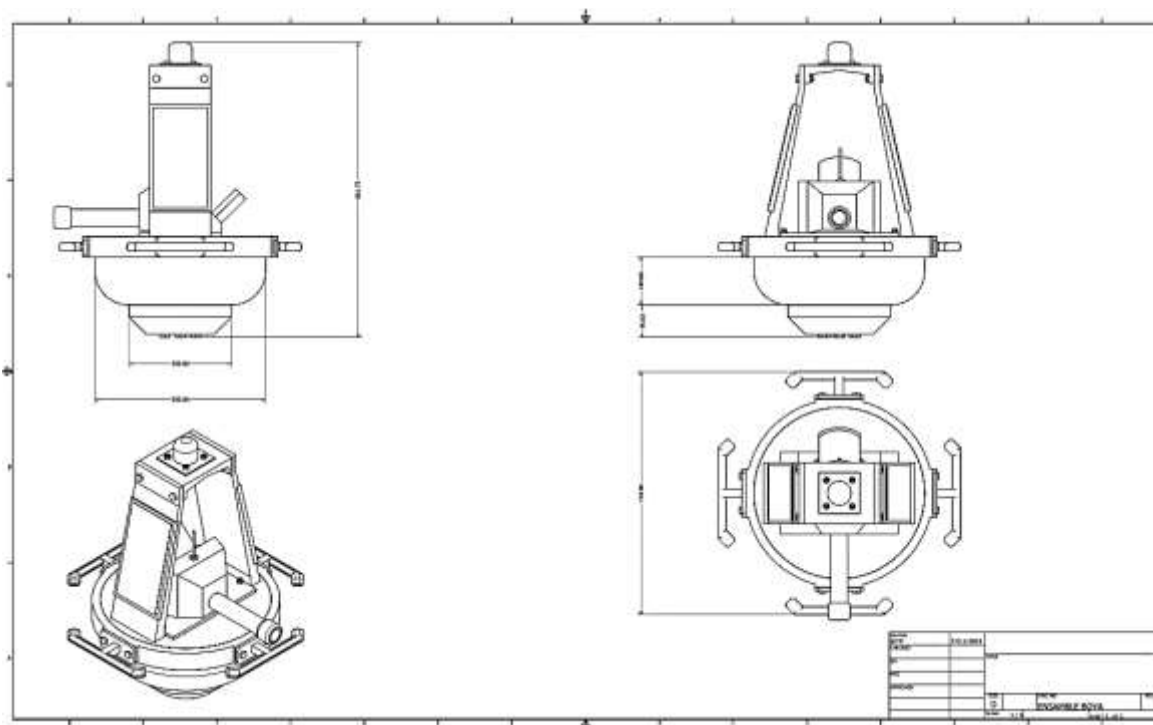
Nota. *Autoría propia*

Boya

Dentro de los planos de detalles, se elaboró un plano específico de la boya, abordando aspectos cruciales de su diseño. Este plano incluye vistas lateral, superior, frontal y una vista general, con el objetivo de proporcionar una comprensión completa de las características y dimensiones específicas de la boya. Cada vista ofrece información detallada sobre la disposición de los elementos clave, facilitando así la implementación y producción del componente. Los resultados de este enfoque revela una representación que sirve como guía precisa para la construcción y ensamblaje de la boya en el alimentador solar automático para tilapia; esenciales para comunicar claramente la estructura y funcionalidad del componente, contribuyendo al éxito general del proyecto. En el Apéndice J se aprecia con mayor detalle los planos técnicos de la propuesta.

Figura 35

Plano Boya



Nota. Autoría propia

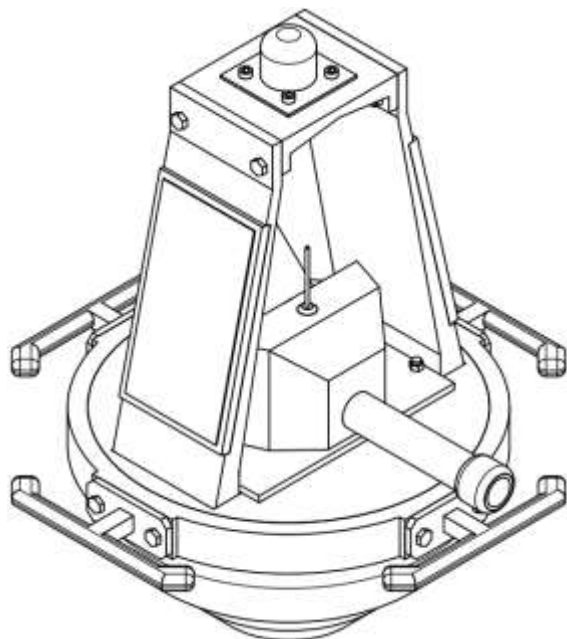
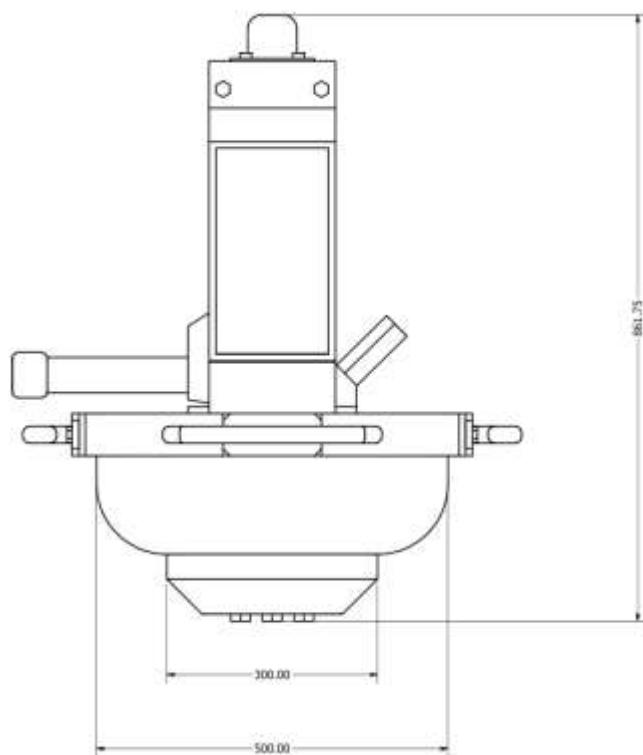
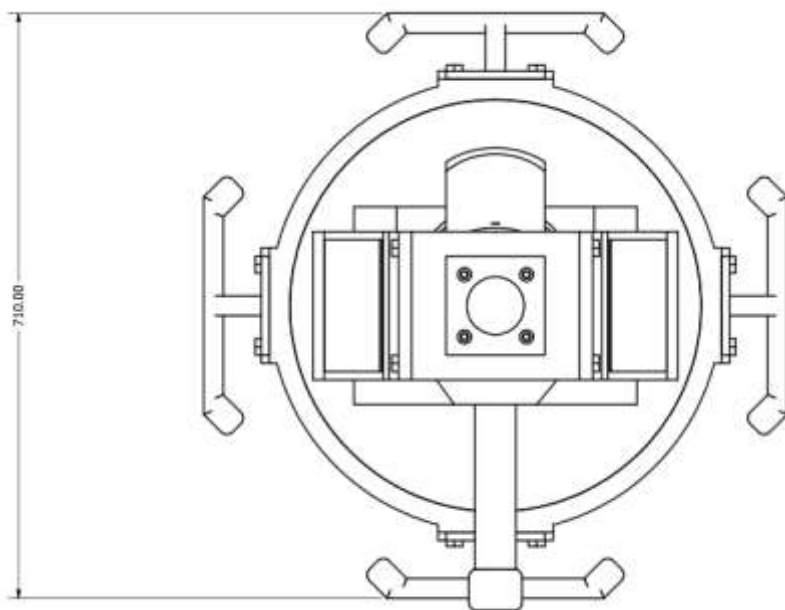
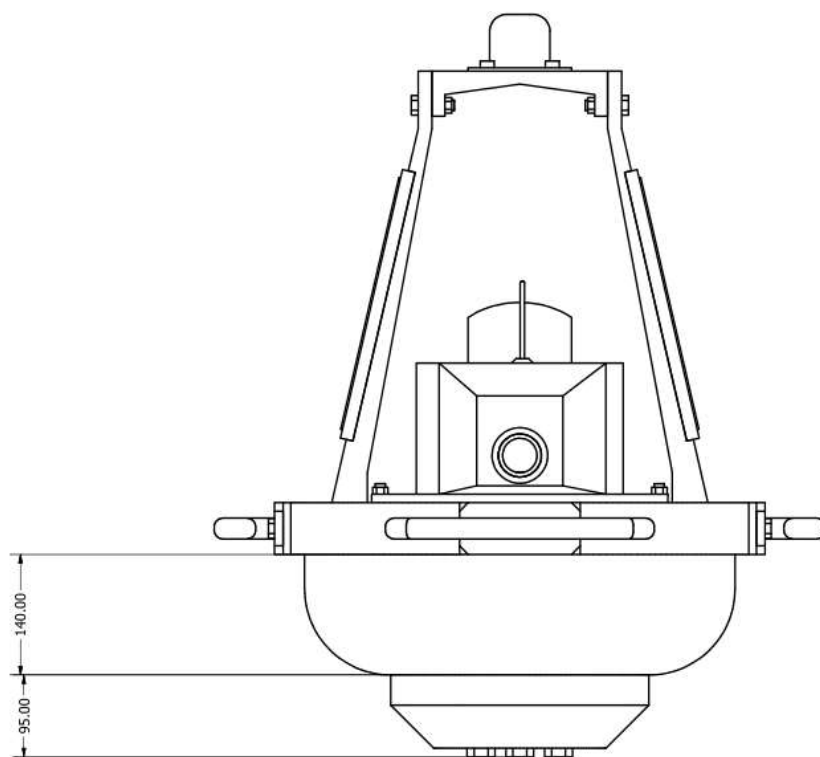
Figura 36*Plano Boya Imagen General**Nota. Autoría propia***Figura 37***Plano Boya Vista Lateral**Nota. Autoría propia*

Figura 38

Plano Boya Vista Superior

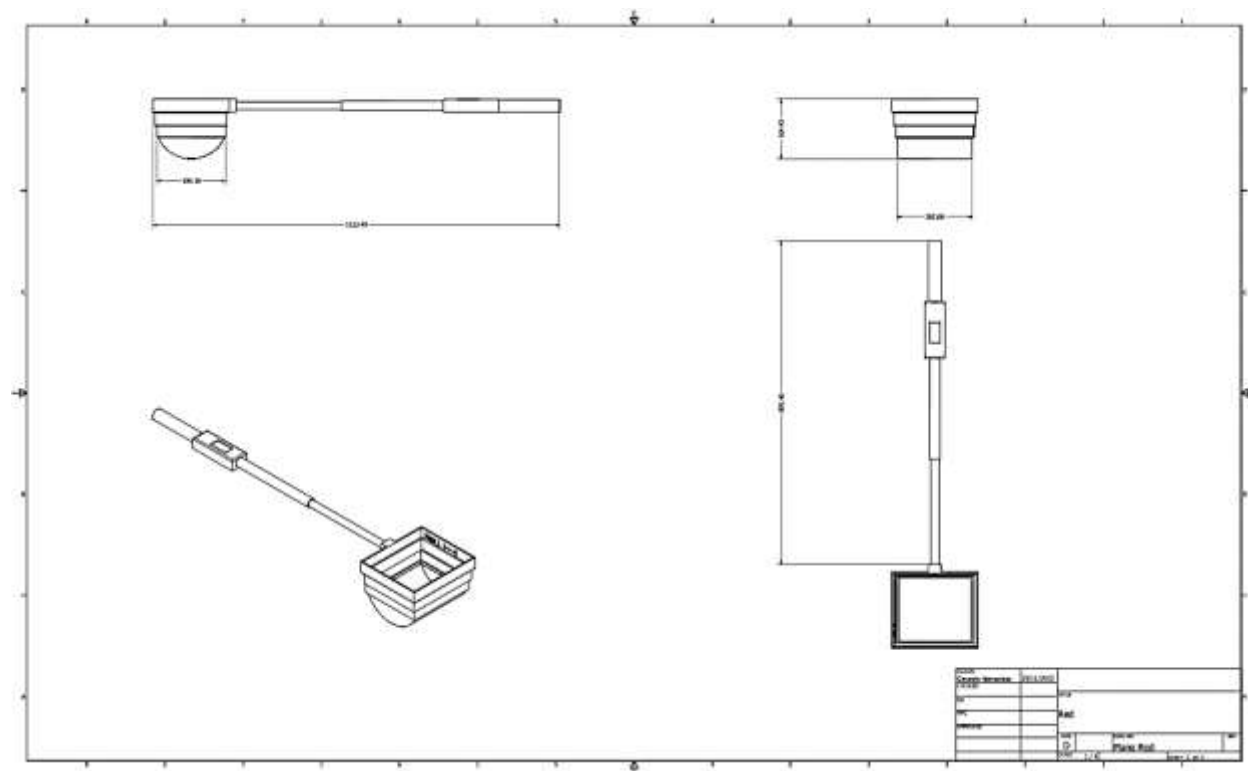
*Nota. Autoría propia***Figura 39***Plano Boya Vista Frontal**Nota. Autoría propia*

Red de Pesca

De igual forma, dentro de los planos de detalles correspondientes a la red de pesca, se llevó a cabo un enfoque similar de diseño. Específicamente, se generó un plano detallado que abarca vistas lateral, superior, frontal y una vista general de la red. Estas representaciones gráficas proporcionan una visión completa de la estructura y dimensiones de la red, destacando sus elementos clave y permitiendo una comprensión detallada de su función como instrumento complementario en el alimentador. Este enfoque detallado facilita la producción precisa de la red, asegurando su integración efectiva con el sistema general. Los resultados de este proceso se presentan a continuación, sirviendo como recursos visuales esenciales para la fabricación e implementación de la red de pesca en el proyecto. Para complementar en el Apéndice E se aprecia la animación de esta propuesta y los planos en el Apéndice K.

Figura 40

Plano Red



Nota. Autoría propia

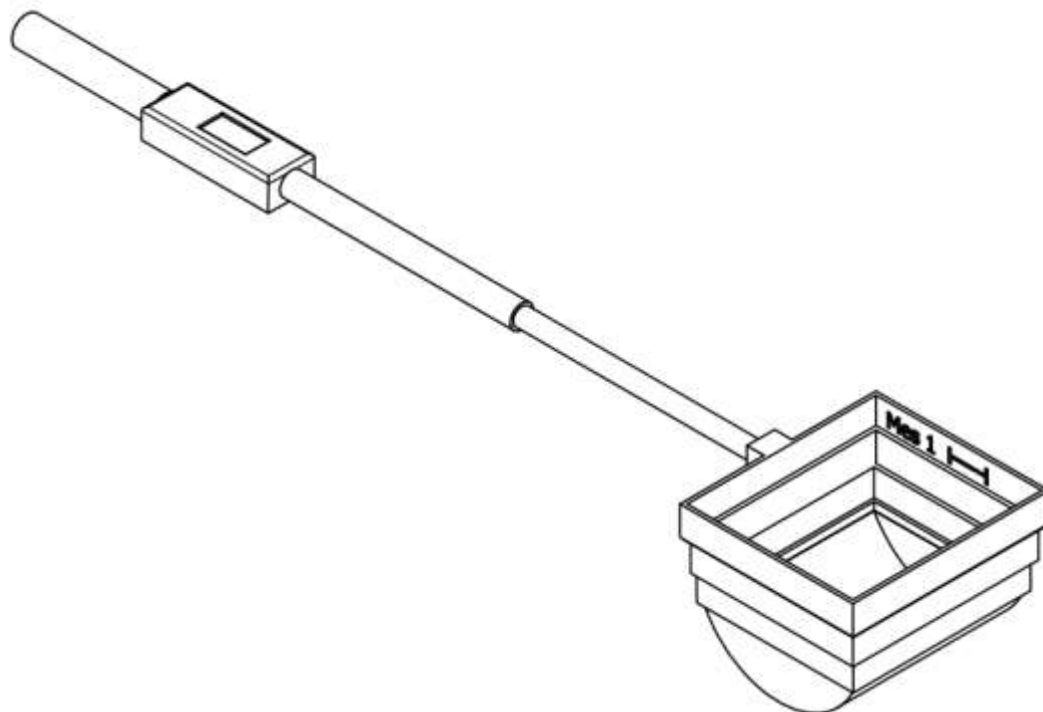
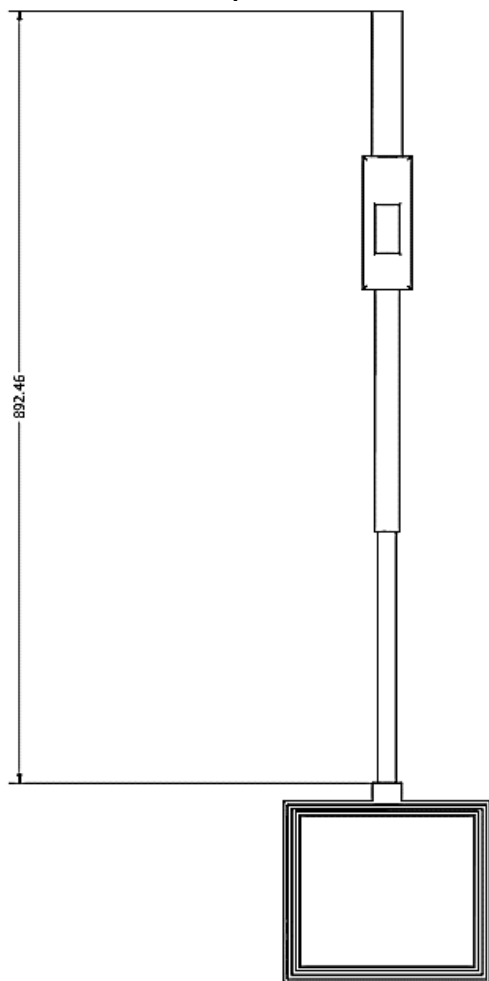
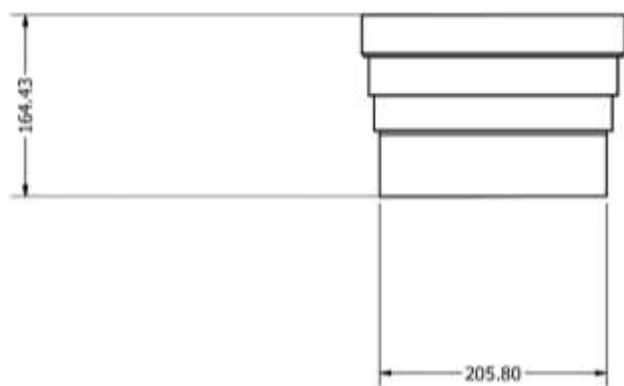
Figura 41*Plano Red Imagen General**Nota. Autoría propia***Figura 42***Plano Red Vista Lateral**Nota. Autoría propia*

Figura 43

Plano Red Vista Superior

*Nota. Autoría propia***Figura 44**

Plano Red Vista Frontal

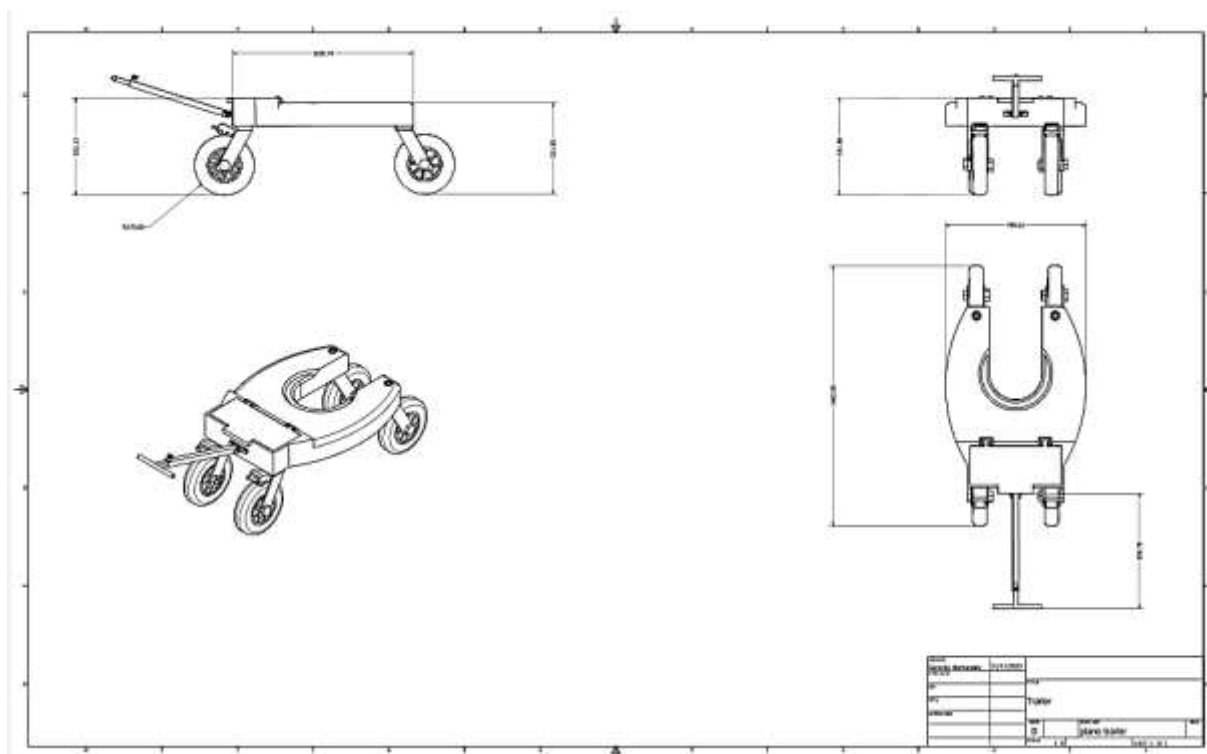
*Nota. Autoría propia*

Trailer

Dentro de los planos de detalles, se abordó específicamente el diseño del trailer, siguiendo un enfoque que contempló múltiples vistas. Se elaboró un plano detallado que incorpora vistas lateral, superior, frontal y una vista general del trailer. Cada una de estas representaciones gráficas ofrece una visión detallada de la disposición estructural y las dimensiones clave del trailer. Este enfoque es crucial para garantizar una comprensión completa de la función y las especificaciones técnicas del trailer como parte integral del alimentador. Las imágenes resultantes de este proceso se presentan a continuación, proporcionando una guía precisa para la fabricación y ensamblaje del trailer, contribuyendo así al éxito general del proyecto. Los detalles de simulación de ensamble y de producto se pueden observar en el Apéndice F, mientras que los detalles del plano se pueden consultar en el Apéndice L.

Figura 45

Plano Trailer



Nota. Autoría propia

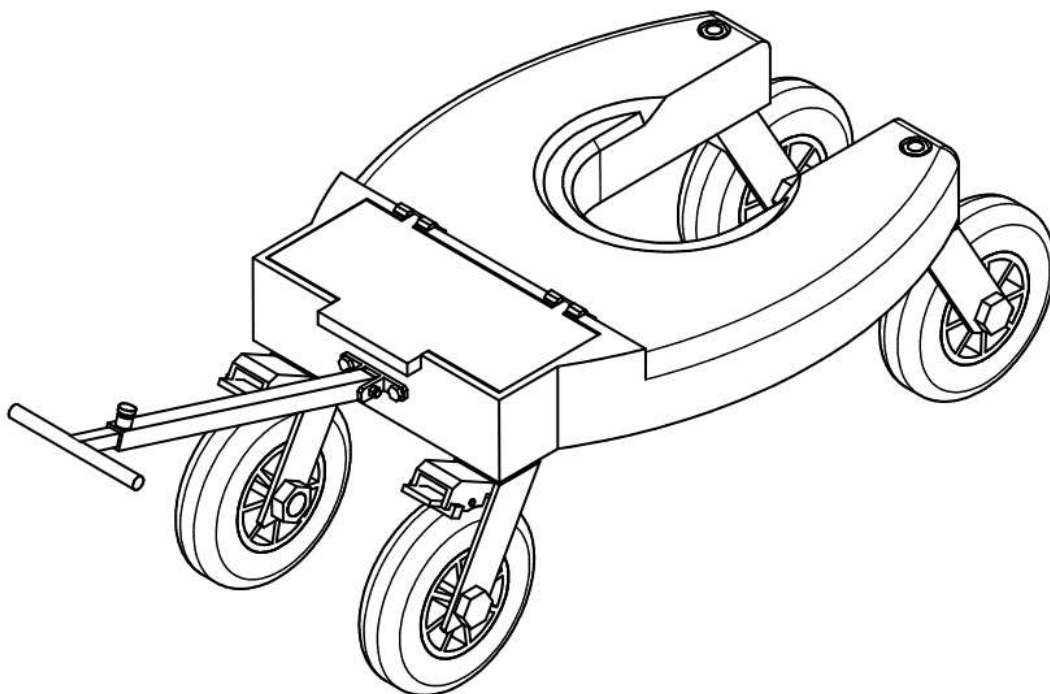
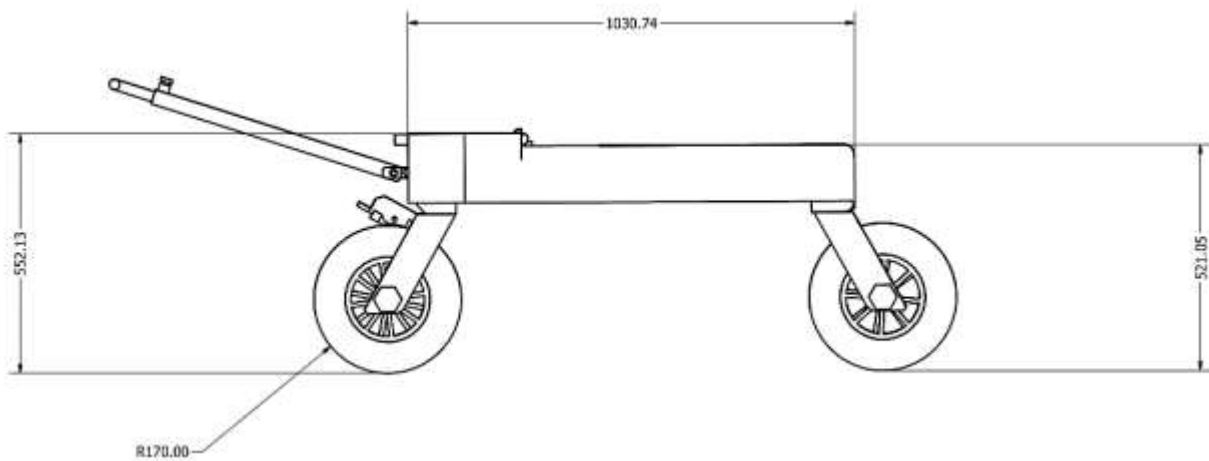
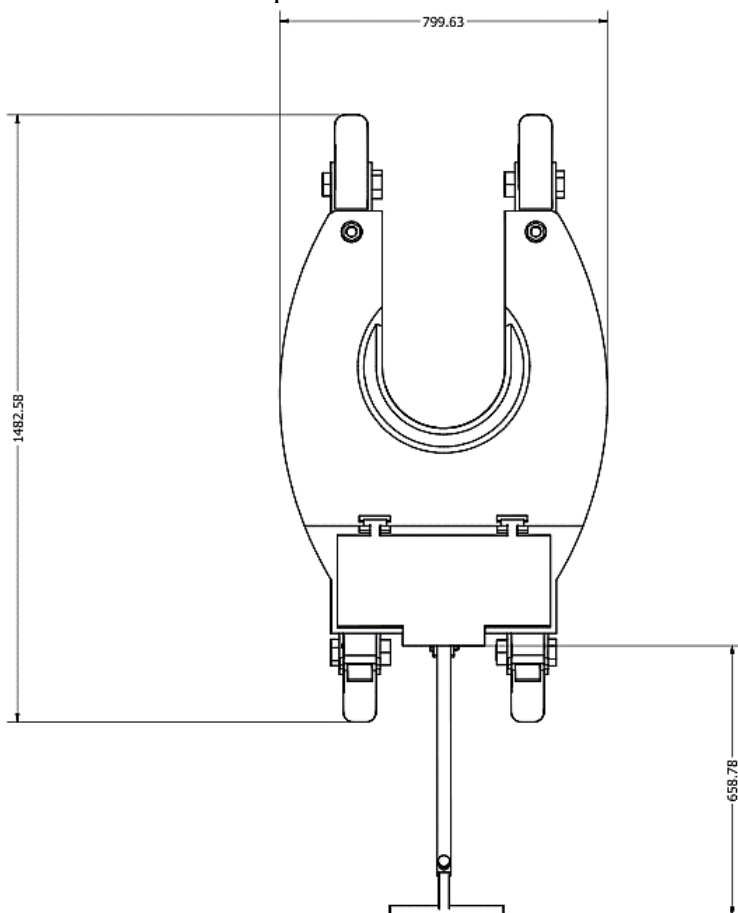
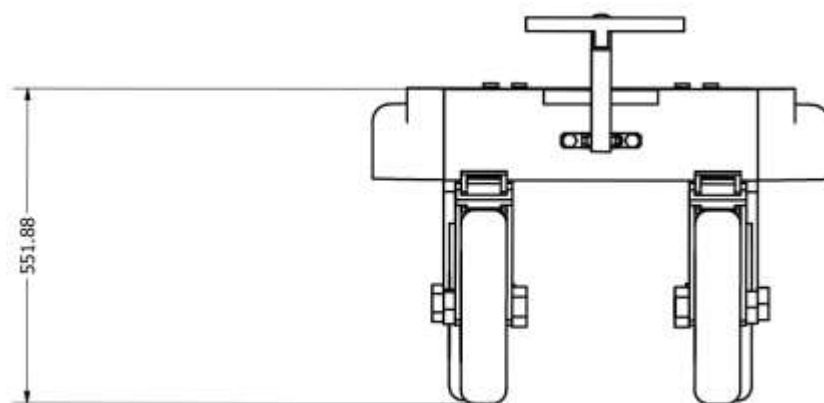
Figura 46*Plano Trailer Imagen General**Nota. Autoría propia***Figura 47***Plano Trailer Vista Lateral**Nota. Autoría propia*

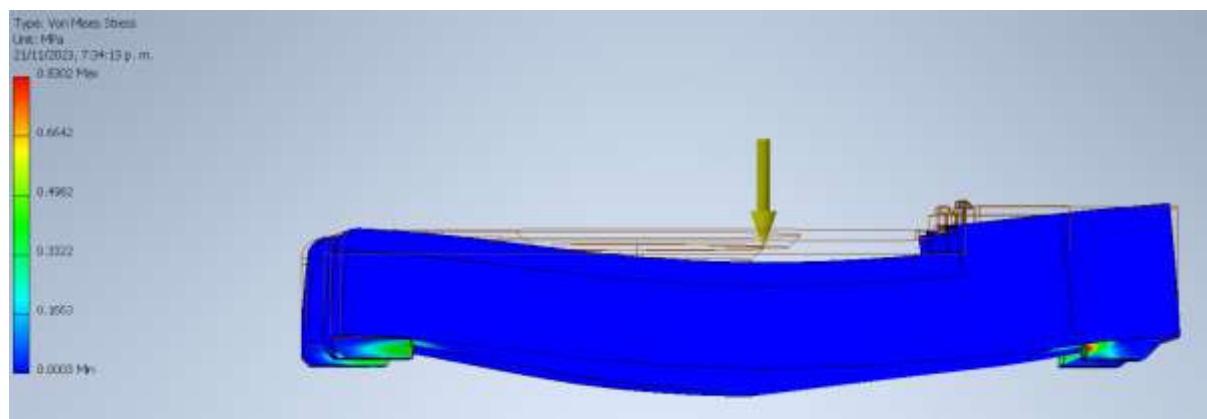
Figura 48*Plano Trailer Vista Superior**Nota. Autoría propia***Figura 49***Plano Trailer Vista Frontal**Nota. Autoría propia*

Análisis de Turbulencia, Viento y Elementos Finitos

Se llevaron a cabo análisis que abarcaron diversos parámetros críticos para la evaluación de la estructura. Estos análisis incluyeron Von Mises Stress (tensión de Von Mises), desplazamiento, factor de seguridad, velocidad del viento, turbulencia y centro de gravedad.

Figura 50

Von Misses Stress 200 Kg-f

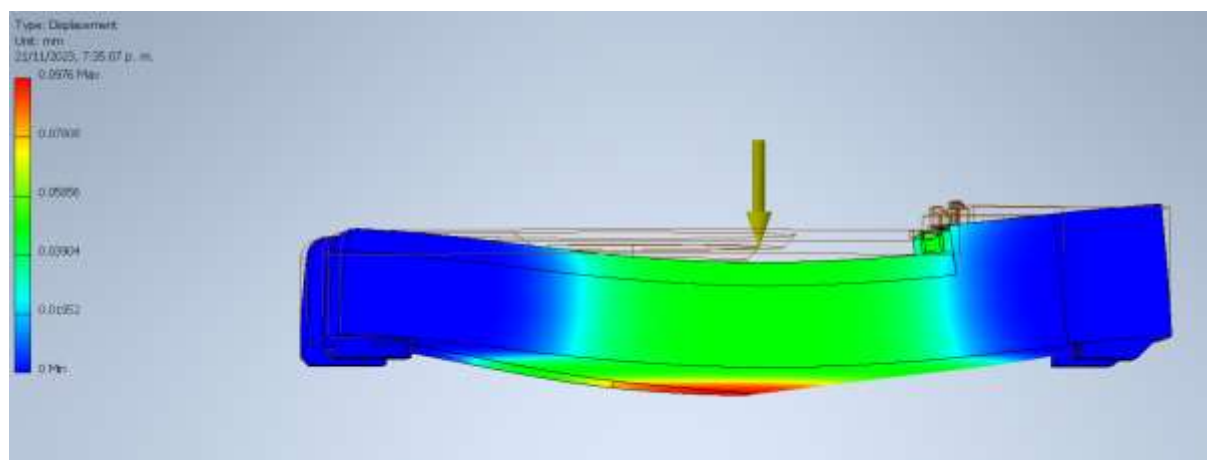


Nota. Autoría propia

El Von Mises Stress proporcionó información crucial sobre la resistencia estructural en condiciones de carga, evaluando la distribución de tensiones y ayudando a identificar áreas propensas a posibles fallos.

Figura 51

Desplazamiento 200 Kg-f

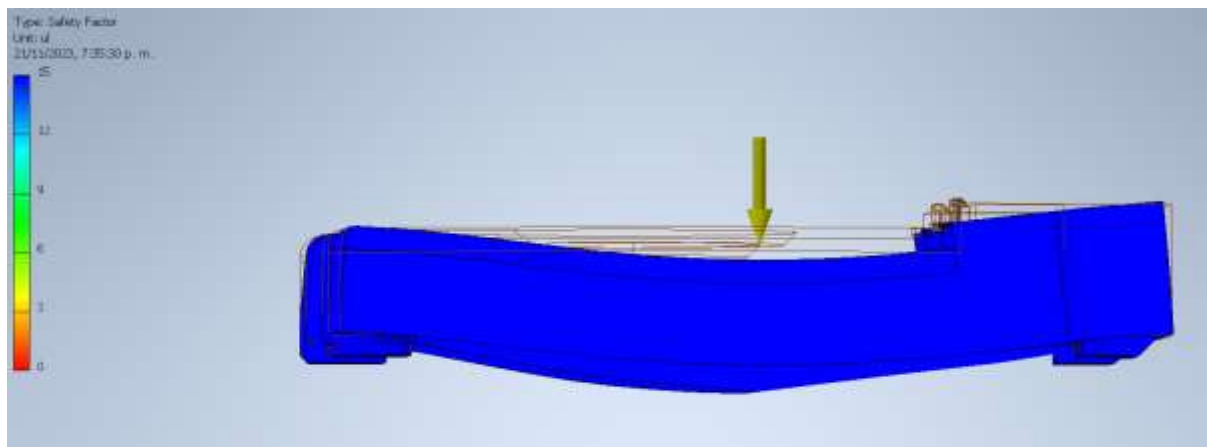


Nota. Autoría propia

El análisis de Desplazamiento permitió comprender cómo se comporta la estructura ante cargas externas, ofreciendo información valiosa sobre su estabilidad y deformación.

Figura 52

Factor de Seguridad 200 Kg-f

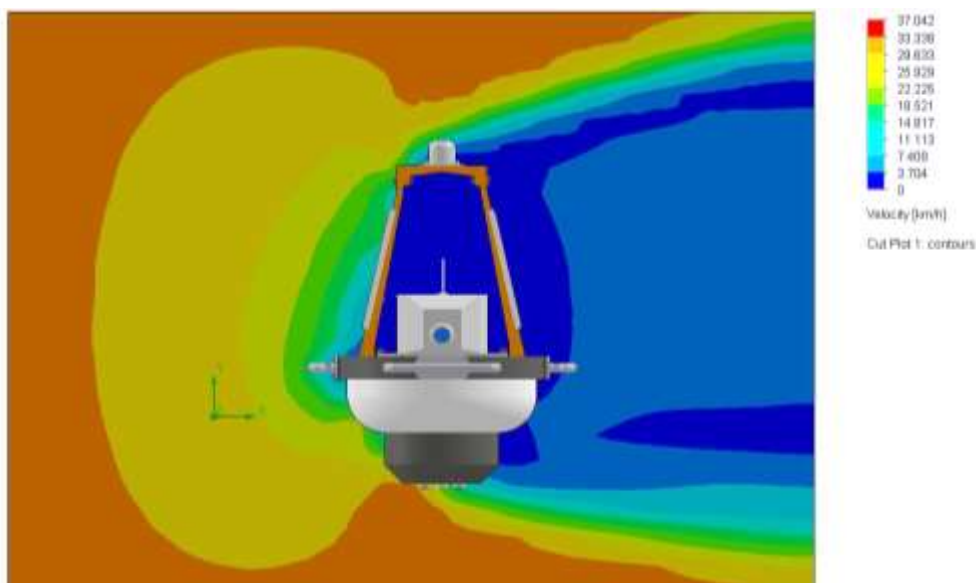


Nota. Autoría propia

El factor de seguridad se evaluó para garantizar que la estructura fuera capaz de soportar las condiciones de carga previstas con un margen adecuado.

Figura 53

Velocidad del Viento 30 K/h

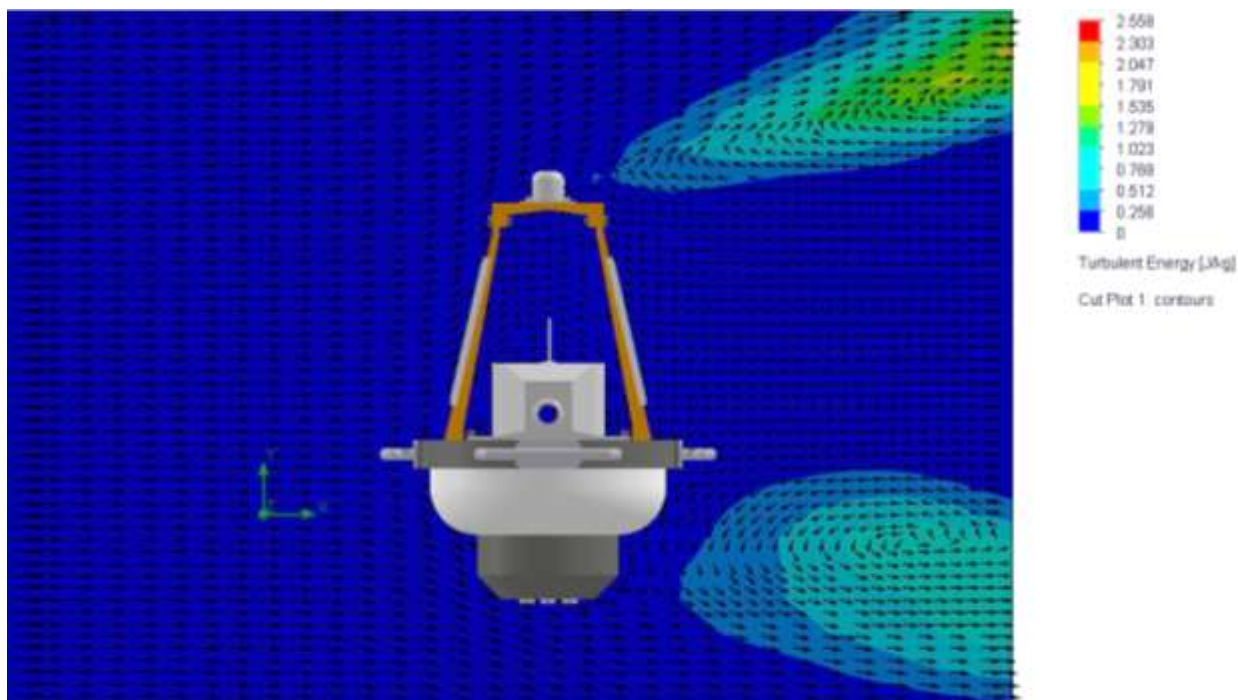


Nota. Autoría propia

La velocidad del viento fue considerada para comprender cómo las condiciones meteorológicas afectarían la estructura, asegurando su integridad en diversas situaciones climáticas, en la figura se evidencia como incide el viento a 30km/h en el modelo.

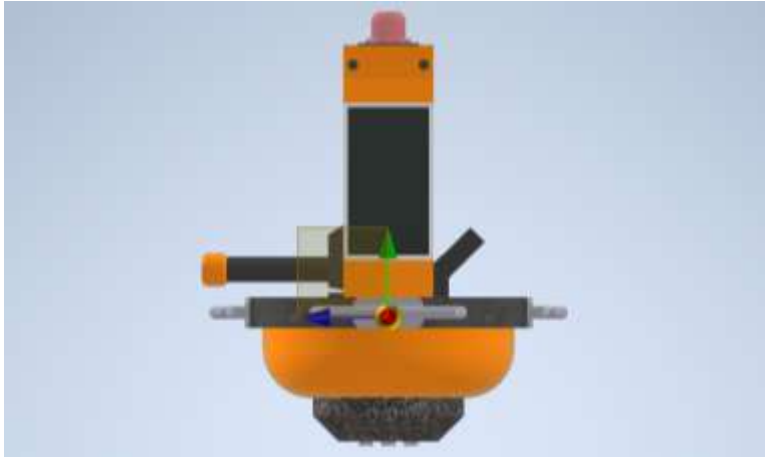
Figura 54

Energía de Turbulencia



Nota. Autoría propia

Además, se observó la turbulencia que se genera al impactar el viento a 30 km/h sobre el modelo. Así pues, la presencia de niveles bajos sugiere que la turbulencia en el sistema evaluado es relativamente reducida. Este hallazgo podría indicar una menor agitación o perturbación en el fluido circundante, lo que podría ser beneficioso en contextos acuícolas al contribuir a un entorno más estable y controlado.

Figura 55*Centro de Gravedad*

Nota. Autoría propia

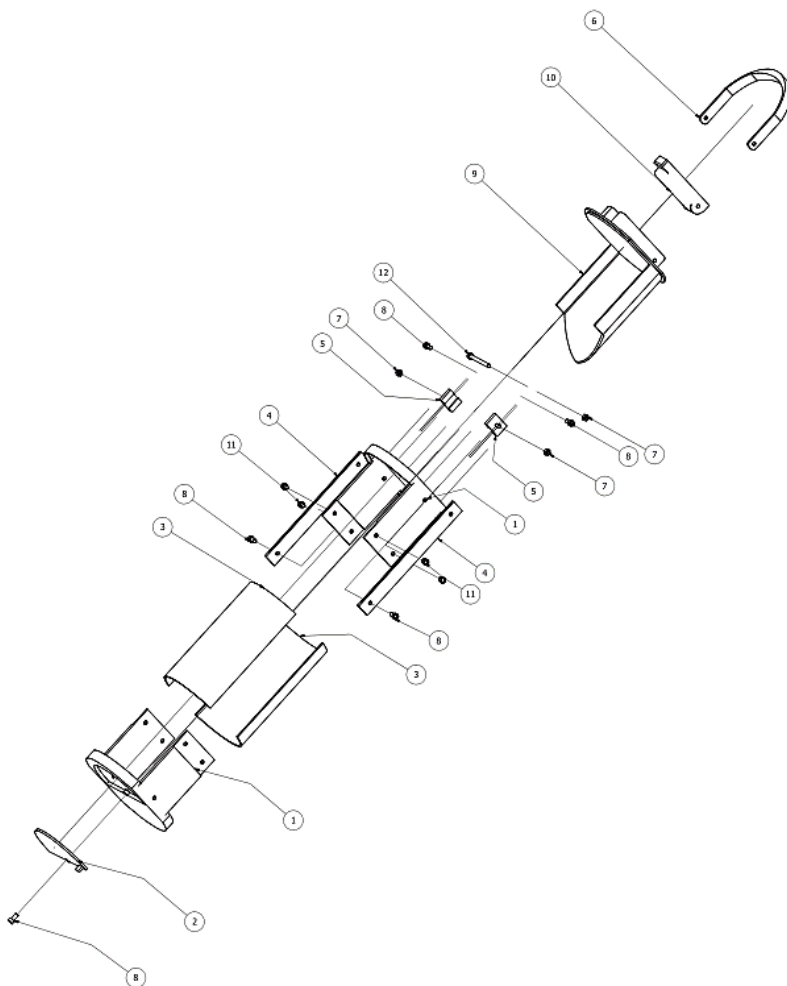
Finalmente, el análisis del centro de gravedad se llevó a cabo para evaluar la distribución de masa y garantizar la estabilidad estructural en diferentes configuraciones y posiciones. Estos aspectos fueron fundamentales para diseñar una estructura robusta y confiable, capaz de resistir las condiciones dinámicas del entorno.

Contenedor

Dentro de la serie de planos de detalles, se dedicó un plano específico al diseño del contenedor, considerado como una parte crucial del alimentador. Dada la selección de este componente para la fase de prototipado, los planos abarcan tanto la producción, dividiendo el contenedor en sus 14 partes esenciales (Revisar simulación de ensamble y detalles de producto en el Apéndice D), como un plano de explosionado (Apéndice G) que proporciona una representación visual detallada de la disposición y relación entre las distintas partes del contenedor. Estos planos no solo sirven como guía para la fabricación precisa del contenedor, sino que también fueron esenciales durante la fase de prototipado para asegurar una reproducción fiel de la estructura del contenedor. Los resultados detallados de este proceso se presentan a continuación.

Figura 56*Plano Explosionado Contenedor Lista de Partes*

PARTS LIST			
ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION
1	2	BASE	HDPE
2	1	TAPA	HDPE
3	1	CRISTAL	HDPE
4	2	RIEL LATERAL	STAINLESS
5	2	SLIDER	STAINLESS
6	1	ASA	HDPE
7	3	TUERCA	STAINLESS
8	5	TORNILLO 1	STAINLES
9	1	PALA	HDPE
10	1	ASA TAPA	HDPE
11	4	TORNILLO 2	STAINLESS
12	1	TORNILLO 3	STAINLESS

*Nota. Autoría propia***Figura 57***Plano Explosionado Contenedor Imagen General**Nota. Autoría propia*

Costos de Producción Contenedor

En cuanto, a los costos de poner en físico el producto, son los siguientes:

Tabla 2

Costos de Producción Contenedor

Ítem	Material	Precio por Kg (COP)	Peso Estimado (Kg)	Costo Estimado (COP)
1 - BASE	HDPE (Polietileno de Alta Densidad)	\$ 5.000	0,0425	\$ 212,5
2 - TAPA	HDPE (Polietileno de Alta Densidad)	\$ 5.000	0,0425	\$ 212,5
3 - CRISTAL	HDPE (Polietileno de Alta Densidad)	\$ 5.000	0,0425	\$ 212,5
4 - RIEL LATERAL	STAINLESS (Acero Inoxidable)	\$ 7.000	0,028	\$ 196,0
5 - SLIDER	STAINLESS (Acero Inoxidable)	\$ 7.000	0,001	\$ 7,0
6 - ASA	HDPE (Polietileno de Alta Densidad)	\$ 5.000	0,186	\$ 930,0
7 - TUERCA	STAINLESS (Acero Inoxidable)	\$ 7.000	0,0025	\$ 17,5
8 - TORNILLO 1	STAINLESS (Acero Inoxidable)	\$ 7.000	0,001	\$ 7,0
9 - PALA	HDPE (Polietileno de Alta Densidad)	\$ 5.000	0,07	\$ 350,0
10 - ASA TAPA	HDPE (Polietileno de Alta Densidad)	\$ 5.000	0,15	\$ 750,0
11 - TORNILLO 2	STAINLESS (Acero Inoxidable)	\$ 7.000	0,001	\$ 7,0
12 - TORNILLO 3	STAINLESS (Acero Inoxidable)	\$ 7.000	0,001	\$ 7,0
Subtotal (Materiales)				\$ 2.909,0
Mano de Obra (30%)				\$ 872,7
Costos Indirectos (20%)				\$ 581,8
Costo Total Estimado				\$ 4.363,5

Nota. Los valores se trabajan a precio nacional para 2024.

La tabla detalla los costos asociados con la fabricación de las partes del alimentador automático, destacando la utilización de dos tipos principales de materiales: HDPE y acero inoxidable, cada uno con características específicas. El HDPE mantiene un costo constante de \$5.000 COP por kilogramo, mientras que el acero inoxidable tiene un costo ligeramente superior de \$7.000 COP por kilogramo, siendo la elección basada en propiedades como resistencia y durabilidad. Se resalta la variabilidad en el peso y costos de cada componente, así como la asignación de porcentajes específicos para la mano de obra (30%) y costos indirectos (20%). Con un costo total estimado de producción de \$4.363,5 COP, la tabla proporciona una visión detallada de la estructura de costos, facilitando la planificación financiera y la toma de decisiones durante el desarrollo del prototipo del alimentador automático.

Conclusiones

La fase inicial del proyecto se enfocó en entrevistas detalladas con actores clave de la piscicultura en Yopal. Este enfoque proporcionó una comprensión de las prácticas locales, los desafíos diarios y las necesidades específicas de los piscicultores. El análisis de datos cualitativos y cuantitativos derivados de estas entrevistas permitió identificar con precisión los requisitos para el diseño del alimentador automático, asegurando que el producto final se adapte completamente al entorno local.

La aplicación de la metodología Design Thinking fue fundamental para lograr un diseño contextual y sostenible. La iteración repetida a lo largo del proceso permitió ajustar y refinar continuamente el diseño según la retroalimentación recibida. La elección de materiales, como el HDPE y el acero inoxidable, se basó en criterios cuidadosos de resistencia y durabilidad, asegurando no solo la eficiencia funcional sino también un compromiso con la sostenibilidad y el uso responsable de los recursos.

La propuesta de una interfaz de aplicación para teléfonos celulares representa una innovación tecnológica significativa. Además, la consideración de la turbulencia en el entorno acuático demuestra una atención minuciosa a los detalles para garantizar el rendimiento efectivo del alimentador automático. Estos elementos reflejan el enfoque innovador y tecnológico que se propuso desde el inicio del proyecto, alineándose con el objetivo de concebir una solución integral y avanzada.

La etapa de Evaluación con el Usuario, realizada a través de la metodología de Diseño Centrado en el Usuario (DCU), fue esencial para validar la eficacia y utilidad del alimentador automático. La retroalimentación directa de los usuarios finales permitió ajustar detalles específicos y garantizar que el diseño responda de manera efectiva a las necesidades reales. Este

enfoque validador no solo asegura la viabilidad del producto en el contexto local, sino que también contribuye al logro del objetivo general, promoviendo un futuro sostenible al incorporar las perspectivas y expectativas reales de los piscicultores en Yopal.

La elaboración de un prototipo análogo centrado en la materialización del contenedor del dispositivo de alimentación automatizada, a pesar de no incluir la funcionalidad completa del equipo, resultó ser una estrategia eficaz para proporcionar una representación tangible y práctica de su parte central. Aunque no se pudo demostrar directamente el funcionamiento del dispositivo, este enfoque permitió una comprensión más profunda de sus características físicas y funcionales, lo que probablemente contribuirá significativamente al desarrollo y mejora del diseño final del producto.

Recomendaciones

Dada la relevancia del alimentador automático en la promoción de la sostenibilidad en la piscicultura, se recomienda establecer alianzas estratégicas con actores clave en la cadena de suministro y distribución. Colaborar estrechamente con organizaciones locales, distribuidores de equipos acuícolas y asociaciones piscícolas facilitaría la adopción del sistema, asegurando su disponibilidad y accesibilidad para los acuicultores en Yopal y regiones circundantes. Esta colaboración estratégica no solo ampliará la llegada del producto al mercado, sino que también fortalecerá las relaciones con los stakeholders locales.

Para futuras iteraciones del diseño, se sugiere considerar la incorporación de funcionalidades innovadoras que enriquezcan la propuesta del sistema de alimentación. La introducción de características únicas, como sistemas de monitoreo avanzado o capacidades de programación intuitivas, no solo realzará el valor tecnológico del producto, sino que también garantizará una mayor aceptación y apreciación por parte de los usuarios finales. La innovación continua permitirá al alimentador automático mantenerse a la vanguardia de las necesidades y expectativas cambiantes de la industria acuícola, asegurando su relevancia a largo plazo.

Para impulsar la adopción y aceptación del alimentador automático, se sugiere llevar a cabo campañas de concientización que destaquen tanto los beneficios ambientales como los económicos. Resaltar la capacidad del sistema para fomentar prácticas sostenibles, como la reutilización del agua, contribuirá a atraer a aquellos piscicultores preocupados por el impacto ambiental. Además, enfocarse en los ahorros a largo plazo y la eficiencia que ofrece el sistema puede incentivar a los usuarios a ver la inversión como una mejora rentable para sus operaciones, fortaleciendo así su motivación para adoptar la tecnología.

Referencias Bibliográficas

- Alicorp. (2013). Manual de Crianza Tilapia. Nicovita, p. 49. Recuperado de <http://www.industriaacuicola.com/biblioteca/Tilapia/Manual%20de%20crianza%20de%20tilapia.pdf>.
- Armijos Medrano, S. (2021). Con tecnología se maximiza la producción acuícola en Ecuador. Retrieved from www.vistazo.com website: <https://www.vistazo.com/enfoque/con-tecnologia-se-maximiza-la-produccion-acuicola-en-ecuador-AB1047992>
- Artaraz, M. (2002). Teoría de las tres dimensiones de desarrollo sostenible. Ecosistemas, 11(2). <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/614>
- Arteaga, F., Hernandez, E., & Ramirez, S. (2012). Diseño de un centro de acopio y el manual de buenas prácticas de manufactura para el procesamiento de tilapia (*Oreochromis niloticus*) de cultivo acuícola. Universidad del Salvador, Facultad de Ingeniería y Arquitectura.
- Atkinson, G. (1995). La sostenibilidad como resiliencia en sistemas agroecológicos, en A. Cadenas (ed.), Agricultura y desarrollo sostenible. Madrid. MAPA, pp. 281-300.
- Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca, AUNAP. (2014). Plan nacional de desarrollo de la acuicultura sostenible en Colombia. <https://www.aunap.gov.co/wp-content/uploads/2016/04/Plan-Nacional-para-el-Desarrollo-de-la-Acuicultura-Sostenible-Colombia.pdf>
- Belausteguigoita, I. (2010). Empresas familiares, su dinámica, equilibrio y consolidación. México: McGraw-Hill.
- Burbano, H. (2015). Buenas prácticas de producción acuícola (BPPA) para el levante de alevinos de tilapia nilótica (*Oreochromis Niloticus*) en Piscícola Botero, estación Villa Dana Huila, Colombia.

- Castro, A. M. (2021). Diseño de una Metodología en Piscicultura Sostenible para la Finca Seba. <https://repositorio.ecci.edu.co/bitstream/handle/001/908/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=12&isAllowed=y>
- Chavez, M., & Higuera, I. (2003). Manual de Buenas Prácticas de Producción Acuícola de Camarón en la Inocuidad Alimentaria. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, p. 15.
- Chávez, M., & Higuera, I. (2003). Manual de Buenas Prácticas de Producción Acuícola de Camarón en la Inocuidad Alimentaria. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo. México, p. 15-16-58.
- Coba Robalino, J. L., & Hernández Angulo, B. N. (2018). Implementación de un sistema autónomo inalámbrico para la alimentación de tilapia, basado en supervisión de variables climáticas y control de calidad de agua (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).
- CORPORINOQUIA. (2023). Informe sobre la situación de la formalización de predios acuícolas en Yopal, Casanare. CORPORINOQUIA
- Cortés Mura, H. G., & Peña Reyes, J. I. (2015). De la sostenibilidad a la sustentabilidad. Modelo de desarrollo sustentable para su implementación en políticas y proyectos. Revista EAN, (78), 40-55.
- Daly, H. E., y Gayo, D. (1995). Significado, conceptualización y procedimientos operativos del desarrollo sostenible: posibilidades de aplicación a la agricultura, en A. Cadenas, (ed.), Agricultura y desarrollo sostenible. Madrid. MAPA, pp. 19-38.

- De Andrés, R., y Urzainqui, E. (1995). Comercio internacional agrario, GATT y desarrollo sostenible, en A. Cadenas, (ed.), Agricultura y desarrollo sostenible. Madrid. MAPA, pp. 361-384.
- Decreto 187. (8 febrero, 1975). Por medio del cual se dictan disposiciones reglamentarias en materia de impuestos sobre la renta y complementarios. Congreso de Colombia.
- Diethelm, J. (2012). An Essay On Meaning in Design Thinking. Recuperado de <http://pages.uoregon.edu/diethelm/EssayOnMeaninginDesignThinking.pdf>
- Faerm, S. (2017). Developing new value in design: not “what” but “how”. Cuadernos del Centro de Estudios en Diseño y Comunicación. Ensayos, (64), 207-224.
- García, G. (2009). Reconocimiento inicial: en- foques de documentos (casos, métodos/técnicas y conceptos) relacionados con el diseño para seres humanos/usuarios/clientes/consumidores/colaboradores. Unpublished Seminar work. Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona.
- García-Acosta, G., Lange Morales, K., Puentes, D., y Ruiz, R. (2011). Addressing Human Factors and Ergonomics in Design Process, Product Life Cycle and Innovation: Trends in Consumer Product Design. In: W. Karwowski, M. Soares and N. Stanton (Eds.). Handbook of Human Factors and Ergonomics in Consumer Product Design: Methods and Techniques. London: Taylor & Francis.
- Gersik, K. et ál. (1997). Empresas familiares generación a generación. México: McGraw-Hill.
- Henao, D. (2019). Proyecto aplicado en piscicultura para el mejoramiento de las condiciones económicas de los campesinos en la vereda agua zarcas, del municipio El Dorado, Meta.
- Hernández Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, P. (2006). Análisis de los datos cuantitativos. Metodología de la investigación.

<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/39437/Dhenaoca.pdf>

Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). (2007). Buenas Prácticas en la Producción Acuícola.

Directrices sanitarias y de inocuidad para la producción acuícola destinada al consumo humano. Produmedios.

ISO. (2010). ISO 9241-210:2010 Ergonomics of human-system interaction -- Part 210: Human-centred design for interactive systems. International Organization for Standardization.

Lakes Access. (2015). Lake Ecology - Density Stratification. Recuperado de

<http://www.lakeaccess.org/ecology/lakeecologyprim4.html>

Ley 905. (2 agosto, 2004). Por medio de la cual se modifica la Ley 590 de 2000 sobre promoción del desarrollo de la micro, pequeña y mediana empresa colombiana y se dictan otras disposiciones. Congreso de Colombia.

Myers, M. (1993). The question of linkages in environment and development. *Bioscience*, 43, pp. 302-310.

Organización de las Naciones Unidas (ONU). (1987). Informe Burtland.

Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2023). Sostenibilidad | Naciones Unidas.

Retrieved October 4, 2023, from United Nations website: <https://www.un.org/es/impacto-acad%C3%A9mico/sostenibilidad>

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO). (2004). Manejo sanitario y mantenimiento de la bioseguridad de los laboratorios postlarvas de camarón blanco *Penaeus vannamei* en América Latina. Roma.

PROAQUA. (2024). Productos - Equipos - Alimentadores - Page 1 - ProAqua México |

Proveedora de Insumos Acuícolas, S.A. de C.V. Retrieved from Proaqua.mx website:

<https://proaqua.mx/alimentadores/>

- Puentes Lagos, D. E., García Acosta, G., & Lange Morales, K. (2013). Tendencias en diseño y desarrollo de productos desde el factor humano: una aproximación a la responsabilidad social. *Iconofacto*, 9(12), 71-97.
- Puentes-Lagos, D. E., y García-Acosta, G. (2012). Tecnología y pensamiento futuro del trabajo desde la ergonomía en momentos de crisis global. *Revista de Salud Pública*, 14, 112-121.
- Riveros Fajardo, A. (2020). Análisis sobre: James Dyson. *Prospectivas De Diseño*, 44.
- Recuperado de
https://www.utadeo.edu.co/sites/tadeo/files/collections/documents/field_attached_file/diseño_estetico_y_funcional.pdf?width=740&height=780&inline=true
- Rodríguez, P. (2004). *La familia en Iberoamérica. 1550-1980. La familia en Colombia*. Bogotá: Nuevo Mundo.
- Sabino, C. (2002). *El proceso de Investigación*. Caracas, Editorial Panapo.
- Torres, C. (2020). Nuevo paradigma para el diseño de productos. *Cuadernos del Centro de Estudios de Diseño y Comunicación*, 23(104).
- Secretaria de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente de Casanare. (s.f.). *Cadena Acuícola*. Retrieved September 8, 2023, from www.casanare.gov.co website:
<https://www.casanare.gov.co/Dependencias/Agricultura/DocumentosCadenaPiscicola/Pre-sentaci%C3%B3n%20Comit%C3%A9%20Regional%20de%20la%20Cadena%20Acuicola.pdf>
- Segovia, A. A. (2012). Famiempresa, simbiosis organizacional: una perspectiva de desarrollo, derechos y género. *Tendencias y Retos*, 17(2), 49-62.
- Senge, P. M. (1990). *La Quinta Disciplina: Cómo impulsar el aprendizaje en la organización inteligente*. Editorial Granica.

Solórzano, A., Uribe, M., & González, M. (2015). Diseño y producto. Programa Editorial de la Universidad del Valle.

Swanepoel, A., Novriadi, R., Rhodes, M., Ullman, C., & Davis, A. (2018). Sistemas automatizados de alimentación en. *Global Aquaculture* , 3 - 8.

Varela, R. (2008). Innovación empresarial. Arte y ciencia en la creación de empresas. Bogotá: Pearson.

Wicki, G., & Gromenida, N. (2016). AquaTic. *Revista AquaTIC*, 0(2), 10. Recuperado de <http://revistaaquatic.com/ojs/index.php/aquatic/article/view/18/12>.

Apéndices

Apéndice A

Conceptos de Diseño

Enlace:

https://unadvirtualedu-my.sharepoint.com/personal/ehernandezg_unadvirtual_edu_co/_layouts/15/onedrive.aspx?ga=1&id=%2Fpersonal%2Fehernandezg%5Funadvirtual%5Fedu%5Fco%2FDocuments%2FProyecto%20Aplicado%2FDise%C3%B1os%20Iniciales%2FConceptos

Apéndice B

Bocetos Diseños Iniciales

Enlace:

https://unadvirtualedu-my.sharepoint.com/personal/ehernandezg_unadvirtual_edu_co/_layouts/15/onedrive.aspx?ga=1&id=%2Fpersonal%2Fehernandezg%5Funadvirtual%5Fedu%5Fco%2FDocuments%2FProyecto%20Aplicado%2FDise%C3%B1os%20Iniciales%2FBocetos

Apéndice C

Resultados de la Entrevista

Durante la fase 2, se realizaron entrevistas a tres actores clave en la piscicultura: Erick Rincón del SENA, Jarby Amézquita, un piscicultor con experiencia en Vereda Palomas, Yopal, y Francia López funcionaria del ICA.

Figura 58

Fichas Entrevistas

SENA	
Fecha:	23 de agosto de 2023
Entrevistado:	Erick Rincón
Cargo/Experiencia:	Experto SENA en Piscicultura
Piscicultor	
Fecha:	03 de agosto de 2023
Entrevistado:	Jarby Amézquita
Cargo/Experiencia:	Piscicultor con experiencia en Vereda Matepantano, Yopal
ICA	
Fecha:	23 de agosto de 2023
Entrevistado:	Francia López
Cargo/Experiencia:	Profesional ICA en Piscicultura

Los resultados subrayan la necesidad de no solo tecnificar el proceso de piscicultura, sino también de abordar varios aspectos cruciales. En primer lugar, se estableció que la cantidad óptima de peces por metro cúbico (m³) se sitúa entre 2 y 8 peces/m³, mientras que se identificó un rango de peso ideal de 200g a 500g por pez. Factores esenciales, como el recambio de agua y el control de amoníaco, fueron resaltados como cuidados necesarios. Durante la siembra, se enfatizó la importancia de la oxigenación y el uso de sal marina. Además, se recomendó una

alimentación controlada para evitar comportamientos voraces, y se subrayó la crucial evaluación físico-química del agua. Los desafíos comunes, como horarios ocupados, amenazas de aves y babillas, fueron mencionados, y los entrevistados expresaron la necesidad de gestionar el tiempo y acceder a recursos. La conciencia ambiental, resaltando la importancia de la reutilización de agua, la preocupación por el clima y la colaboración entre piscicultores, también se destacó. Además, se señaló que el rol del ICA se centra principalmente en campañas de enfermedades obligatorias y no tanto en el cuidado general de los peces. Este análisis detallado proporciona una visión integral que informará directamente el diseño del alimentador automático, asegurando una conceptualización precisa y alineada con las expectativas de los usuarios finales.

Apéndice D

Animación Ensamble y Detalles del Contenedor de Alimento

Enlace:

https://unadvirtualedu-my.sharepoint.com/personal/ehernandezg_unadvirtual_edu_co/_layouts/15/stream.aspx?id=%2Fpersonal%2Fehernandezg%5Funadvirtual%5Fedu%5Fco%2FDocuments%2FProyecto%20Aplicado%2FDise%C3%B1o%20Final%2FAnimacion%2FAnimacion%20Contenedor%2Ewmv&referrer=StreamWebApp%2EWeb&referrerScenario=AddressBarCopied%2Eview

Apéndice E

Animación Ensamble y Detalles de la Red

Enlace:

https://unadvirtualedu-my.sharepoint.com/personal/ehernandezg_unadvirtual_edu_co/_layouts/15/stream.aspx?id=%2Fpersonal%2Fehernandezg%5Funadvirtual%5Fedu%5Fco%2FDocuments%2FProyecto%20Aplicado%2FDise%C3%B1o%20Final%2FAnimacion%2FAnimacion%20Red%2Ewmv&referrer=StreamWebApp%2EWeb&referrerScenario=AddressBarCopied%2Eview

Apéndice F

Animación Ensamble y Detalles del Trailer

Enlace:

https://unadvirtualedu-my.sharepoint.com/personal/ehernandezg_unadvirtual_edu_co/_layouts/15/stream.aspx?id=%2Fpersonal%2Fehernandezg%5Funadvirtual%5Fedu%5Fco%2FDocuments%2FProyecto%20Aplicado%2FDise%C3%B1o%20Final%2FAnimacion%2FAnimacion%20Trailer%2Ewmv&referrer=StreamWebApp%2EWeb&referrerScenario=AddressBarCopied%2Eview

Apéndice G

Plano Explosionado Contenedor

Enlace:

https://unadvirtualedu-my.sharepoint.com/personal/ehernandezg_unadvirtual_edu_co/_layouts/15/onedrive.aspx?ga=1&id=%2Fpersonal%2Fehernandezg%5Funadvirtual%5Fedu%5Fco%2FDocuments%2FProyecto%20Aplicado%2FDise%C3%B1o%20Final%2FPlanos%2FPlano%20Explosion%20Contenedor

Apéndice H

Planos de Producción Contenedor

Enlace:

https://unadvirtualedu-my.sharepoint.com/personal/ehernandezg_unadvirtual_edu_co/_layouts/15/onedrive.aspx?ga=1&id=%2Fpersonal%2Fehernandezg%5Funadvirtual%5Fedu%5Fco%2FDocuments%2FProyecto%20Aplicado%2FDise%C3%B1o%20Final%2FPlanos%2FPlanos%20de%20Produccion%20Contenedor

Apéndice I

Planos Generales

Enlace:

https://unadvirtualedu-my.sharepoint.com/personal/ehernandezg_unadvirtual_edu_co/_layouts/15/onedrive.aspx?ga=1&id=%2Fpersonal%2Fehernandezg%5Funadvirtual%5Fedu%5Fco%2FDocuments%2FProyecto%20Aplicado%2FDise%C3%B1o%20Final%2FPlanos%2FPlanos%20Generales%2FPlano%20General%2Epdf&parent=%2Fpersonal%2Fehernandezg%5Funadvirtual%5Fedu%5Fco%2FDocuments%2FProyecto%20Aplicado%2FDise%C3%B1o%20Final%2FPlanos%2FPlanos%20Generales

Apéndice J*Plano Boya*

Enlace:

https://unadvirtualedu-my.sharepoint.com/personal/ehernandezg_unadvirtual_edu_co/_layouts/15/onedrive.aspx?ga=1&id=%2Fpersonal%2Fehernandezg%5Funadvirtual%5Fedu%5Fco%2FDocuments%2FProyecto%20Aplicado%2FDise%C3%B1o%20Final%2FPlanos%2FPlanos%20Generales%2FPlano%20Boya%2Epdf&parent=%2Fpersonal%2Fehernandezg%5Funadvirtual%5Fedu%5Fco%2FDocuments%2FProyecto%20Aplicado%2FDise%C3%B1o%20Final%2FPlanos%2FPlanos%20Generales

Apéndice K*Plano Red*

Enlace:

https://unadvirtualedu-my.sharepoint.com/personal/ehernandezg_unadvirtual_edu_co/_layouts/15/onedrive.aspx?ga=1&id=%2Fpersonal%2Fehernandezg%5Funadvirtual%5Fedu%5Fco%2FDocuments%2FProyecto%20Aplicado%2FDise%C3%B1o%20Final%2FPlanos%2FPlanos%20Generales%2FPlano%20Red%2Epdf&parent=%2Fpersonal%2Fehernandezg%5Funadvirtual%5Fedu%5Fco%2FDocuments%2FProyecto%20Aplicado%2FDise%C3%B1o%20Final%2FPlanos%2FPlanos%20Generales

Apéndice L*Plano Trailer*

Enlace:

https://unadvirtualedu-my.sharepoint.com/personal/ehernandezg_unadvirtual_edu_co/_layouts/15/onedrive.aspx?ga=1&id=%2Fpersonal%2Fehernandezg%5Funadvirtual%5Fedu%5Fco%2FDocuments%2FProyecto%20Aplicado%2FDise%C3%B1o%20Final%2FPlanos%2FPlanos%20Generales%2FPlano%20Trailer%2Epdf&parent=%2Fpersonal%2Fehernandezg%5Funadvirtual%5Fedu%5Fco%2FDocuments%2FProyecto%20Aplicado%2FDise%C3%B1o%20Final%2FPlanos%2FPlanos%20Generales

Apéndice M*Fotografías Lugares Observados*

Enlace:

https://unadvirtualedu-my.sharepoint.com/personal/ehernandezg_unadvirtual_edu_co/_layouts/15/onedrive.aspx?ga=1&id=%2Fpersonal%2Fehernandezg%5Funadvirtual%5Fedu%5Fco%2FDocuments%2FProyecto%20Aplicado%2FDise%C3%B1os%20Iniciales%2FConceptos%2FFotografias

Apéndice N*Renders Diseño Final*

Enlace:

https://unadvirtualedu-my.sharepoint.com/personal/ehernandezg_unadvirtual_edu_co/_layouts/15/onedrive.aspx?ga=1&id=%2Fpersonal%2Fehernandezg%5Funadvirtual%5Fedu%5Fco%2FDocuments%2FProyecto%20Aplicado%2FDise%C3%B1os%20Iniciales%2FConceptos%2FFotografias

Apéndice O

Fotografías y Video Testeo con Usuario

Enlace:

https://unadvirtualedu-my.sharepoint.com/personal/ehernandezg_unadvirtual_edu_co/_layouts/15/onedrive.aspx?ga=1&id=%2Fpersonal%2Fehernandezg%5Funadvirtual%5Fedu%5Fco%2FDocuments%2FProyecto%20Aplicado%2FDise%C3%B1o%20Final%2FFotografias