



Diseño de un manual técnico y de usuario para un sistema contador de peces en la empresa AC Ingeniería Virtual de Bucaramanga - 2021.

Modalidad: Presencial

Angel David Fernández Arias.
CC 1.005.107.364

UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
Facultad de Ciencias e Ingeniería
Tecnología en Producción Industrial
Bucaramanga 17-09-2021



Diseño de un manual técnico y de usuario para un sistema contador de peces en la empresa AC Ingeniería Virtual de Bucaramanga - 2021.

Modalidad: Presencial

Angel David Fernández Arias.
CC 1.005.107.364

Trabajo de Grado para optar al título de
Tecnólogo en Producción Industrial

DIRECTOR

Zulay Yesenia Ramírez León

Grupo de investigación – SOLYDO
Semillero - SIGO

UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
Facultad de Ciencias e Ingeniería
Tecnología en Producción Industrial
Bucaramanga 17-09-2021

F-DC-125

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO,
MONOGRAFÍA, EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 1.0

Nota de Aceptación

Mayra Alejandra Jaimes C.

Firma del Evaluador

Fulvio

Firma del Director

DEDICATORIA

El presente trabajo de grado se lo dedico primeramente a Dios por siempre iluminarme y ubicarme en el mejor camino, por darme las fuerzas necesarias cada vez que paso por los momentos difíciles, por el conocimiento que me brinda para entender cada uno de los temas de la carrera y todas las bendiciones que me da para poder llegar a concluir con éxito esta etapa más para mi formación académica.

A mi familia con mucho amor y aprecio, en especial a mi mamá Yolanda Arias Cáceres que siempre estuvo ahí apoyándome en todo momento y convirtiéndose en un pilar fundamental en mi creación como ciudadano colombiano con los mejores valores y principios. Cada uno de sus sacrificios por sacarme adelante van a dar como frutos un excelente tecnólogo que se motiva día a día a mejorar como persona.

De la misma manera a mi abuelito Bruno Arias y mi abuelita Rita Cáceres que son la voz de la experiencia, una inspiración y motivación para mi vida.

Angel David Fernández Arias

AGRADECIMIENTOS

Expreso un enorme reconocimiento y agradecimiento a la empresa AC Ingeniería Virtual por ser la base de este trabajo de grado, por vincularme al proyecto del sistema contador de peces que va dirigido para la Truchera Pezcasta de Risaralda, por suministrarme cada uno de los documentos necesarios, por ofrecerme las mejores herramientas de trabajo, por darme todas las explicaciones, por su compromiso, responsabilidad y respeto que los caracteriza a cada uno de sus integrantes.

Quiero hacer una mención importante y especial al Ingeniero Químico Helver Crispiniano Alvarez Castro por su acompañamiento, asesoramiento, instrucciones, consejos y contribución al desarrollo de este trabajo de grado. Además de siempre ser una persona inspiradora, motivadora, humilde y con la mejor actitud para llevar a cabo todas las actividades de la manera más efectiva posible.

A los Ingenieros Electrónicos Oscar y William quienes siempre estuvieron enseñándome conceptos que no entendía sobre el sistema contador de peces y brindándome el mejor trato.

A mi directora y docente Zulay Yesenia Ramírez León quien fue pieza fundamental para este acuerdo entre las UTS y la empresa AC Ingeniería Virtual, por corregirme cada uno de mis errores a lo largo de este proyecto y ofrecerme las mejores observaciones posibles para entregar un excelente informe final. Además, resaltar que es una excelente profesional caracterizada por sus lindos e impecables valores.

Y a cada una de las personas que me han brindado entendimiento o cualquier apoyo positivo para poder culminar esta fase de aprendizaje porque así sea el más mínimo granito de conocimiento aportado siempre se ve reflejado en resultado final.

Angel David Fernández Arias

TABLA DE CONTENIDO

<u>RESUMEN EJECUTIVO</u>	<u>14</u>
<u>INTRODUCCIÓN</u>	<u>15</u>
<u>1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN</u>	<u>17</u>
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
1.2. JUSTIFICACIÓN	18
1.3. OBJETIVOS	19
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	19
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
<u>2. MARCO REFERENCIAL.....</u>	<u>20</u>
2.1. MARCO TEÓRICO	20
2.1.1. COUNTER PRODUCT FISH.....	20
2.1.2. LA AUTOMATIZACIÓN.....	21
2.1.3. CLASES DE CONTADORAS DE PECES	22
2.1.4. PISCICULTURA	28
2.1.5. CALIDAD DEL AGUA	29
2.1.6. CUALIDADES MORFOLÓGICAS DE LOS PECES	30
2.1.7. VISIÓN ARTIFICIAL	33
2.2. MARCO LEGAL	36
2.2.1. DECRETO 1443 DE 2014.....	36
2.2.2. DECRETO 1072 DE 2015.....	37
2.2.3. DECRETO 472 DE 2015.....	37
2.2.4. DECRETO 614 DE 1984.....	38
2.2.5. LEY 1562 DE 2012	38
2.3. MARCO CONCEPTUAL	38
2.3.1. DATA ANALYTICS	38

F-DC-125

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE
 PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO,
 MONOGRAFÍA, EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 1.0

2.3.2.	MACHINE LEARNING	40
2.3.3.	DEEP LEARNING	42
2.3.4.	SOLIDWORKS.....	43
2.4.	MARCO AMBIENTAL	44
2.4.1.	ISO 14001:2015	45
3.	<u>DISEÑO DE LA INVESTIGACION.....</u>	50
4.	<u>DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO.....</u>	54
4.1.	CONCEPTUALIZACIÓN DE LA PROPUESTA DE VALOR COMO PREÁMBULO DE LAS PIEZAS DE LA CONTADORA DE PECES DE LA EMPRESA ACIV DE BUCARAMANGA.	54
4.2.	CARACTERÍSTICAS Y FUNCIONES DE LA CONTADORA DE PECES DE LA EMPRESA ACIV DE BUCARAMANGA.....	56
4.3.	ALCANCE DEL ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.	58
4.4.	DIGITALIZACIÓN DEL SISTEMA CONTADOR DE PECES COMO UN SISTEMA LOGÍSTICO PARA EL DISEÑO DE LOS MANUALES.	58
4.5.	DOCUMENTACIÓN DE LOS MANUALES DE USUARIO Y TÉCNICO PARA LA EMPRESA ACIV.63	
4.5.1.	HARDWARE FÍSICO.	63
4.5.2.	HARDWARE ELECTRÓNICO.	73
4.5.3.	CONEXIONES ELÉCTRICAS DE LA CONTADORA DE PECES.	85
4.5.4.	CREACIÓN DE LA FICHA DE USUARIO DE LA CONTADORA DE PECES EN EL FORMATO DE LA EMPRESA ACIV.	86
4.5.5.	CREACIÓN DE LA INFOGRAFÍA DEL MANUAL DE USUARIO DE LA CONTADORA DE PECES EN EL FORMATO DE LA EMPRESA ACIV.	86
4.5.6.	CREACIÓN DE VIDEO COMO MANUAL PEDAGÓGICO DEL FUNCIONAMIENTO DE LA CONTADORA DE PECES DE LA EMPRESA ACIV.	89
4.6.	AUTENTIFICACIÓN DEL MANUAL TÉCNICO Y DE USO DEL SISTEMA CONTADOR DE PECES CON EL EMPRESARIO COMO PARTE FINAL DEL TRABAJO.	90
5.	<u>RESULTADOS.....</u>	91
5.1.	FICHA DE USUARIO.....	91
5.2.	MANUAL DE USO	94

5.3.	VIDEO FINAL DEL MANUAL PEDAGÓGICO DE LA CONTADORA DE PECES.....	96
5.4.	MANUAL TÉCNICO.....	96
6.	<u>CONCLUSIONES.....</u>	<u>97</u>
7.	<u>RECOMENDACIONES</u>	<u>98</u>
8.	<u>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	<u>99</u>
9.	<u>APÉNDICES.....</u>	<u>104</u>

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Contadoras de peces	20
Figura 2. La automatización de peces.....	21
Figura 3. Clases de contadoras de peces	23
Figura 4. Contadora FC2: 300 - 4,5 kg.....	23
Figura 5. Contadora FC4: 50- 900 KG	25
Figura 6. Contadora FC8: 8- 120 KG.	26
Figura 7. Contadora FC12: 1- 20 KG.	27
Figura 8. Piscicultura.....	28
Figura 9. Segmentación básica del cuerpo de un pez.....	31
Figura 10. Morfología de la trucha.....	32
Figura 11. Visión artificial.	33
Figura 12. Componentes de la visión artificial.....	35
Figura 13. Data Analytics	39
Figura 14. Machine Learning Structure	40
Figura 15. Deep Learning núcleo principal de la IA.....	43
Figura 16. SolidWorks	44
Figura 17. Modelo del sistema de gestión ambiental de la Norma ISO 14001:2015	46
Figura 18. Esquema oxígeno disuelto en el agua.	47
Figura 19. Esquema del nitrógeno en el agua.....	48
Figura 20. Enfoque de la investigación.	50
Figura 21. Soportes del sistema CPF en la empresa ACIV.....	54
Figura 22. Hardware Físico del sistema CPF en la empresa ACIV.....	55
Figura 23. Carcasa del hardware electrónico en la empresa ACIV.....	56
Figura 24. Visión global de las partes del sistema CPF.	57
Figura 25. Vista Tridimensional del Counter Product Fish (CPF) de ACIV.....	59

Figura 26. Vista Canales Internos del Counter Product Fish (CPF) de ACIV.....	59
Figura 27. Vista Frontal del Counter Product Fish (CPF) de ACIV.....	60
Figura 28. Vista Trasera del Counter Product Fish (CPF) de ACIV.....	60
Figura 29. Vista Superior del Counter Product Fish (CPF) de ACIV.	61
Figura 30. Vista Inferior del Counter Product Fish (CPF) de ACIV.....	61
Figura 31. Vista Lateral Derecha del Counter Product Fish (CPF) de ACIV.	62
Figura 32. Vista Lateral Izquierda del Counter Product Fish (CPF) de ACIV.	62
Figura 33. Acero Inoxidable utilizado para la maquina CPF.....	64
Figura 34. Canal de entrada de la CPF.....	65
Figura 35. Medidas en vista superior de la entrada a la CPF de ACIV.	66
Figura 36. Medidas en vista superior de la CPF de ACIV.	68
Figura 37. Medidas en vista lateral periférica de la CPF de ACIV.....	69
Figura 38. Medidas en vista lateral frontal de la CPF de ACIV.....	70
Figura 39. Medidas en vista lateral posterior de la CPF de ACIV.....	71
Figura 40. Empuñadura de transporte de la CPF de ACIV.	72
Figura 41. Medidas en vista posterior de la CPF de ACIV.	73
Figura 42. Procesador Nvidia Jetson Nano.....	74
Figura 43. Partes del Procesador Nvidia Jetson Nano.....	75
Figura 44. Pantalla 7 INCH Capacite Touchscreen.....	76
Figura 45. Cámara Logitech HD 1080p C920.	78
Figura 46. Cable HDMI.....	80
Figura 47. Cable USB.	82
Figura 48. Regleta eléctrica Multitoma del sistema CPF.....	84
Figura 49. Conexiones eléctricas del sistema CPF.....	85
Figura 50. Diagrama de flujo del sistema CPF.....	86
Figura 51. Portada ficha de Usuario.....	91
Figura 52. Fish Counter Description.....	92
Figura 53. Solución Global de ACIV.....	93
Figura 54. Manual de uso cara principal.	94

Figura 55. Manual de uso cara trasera.....	95
Figura 56. Miniatura video manual pedagógico del sistema CPF de ACIV.	96

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Características FC2:300 – 4,5KG.....	24
Tabla 2. Características FC4: 50- 900KG	25
Tabla 3. Características FC8: 8 – 120 KG.....	26
Tabla 4. Características FC12: 1 – 20 KG.....	27
Tabla 5. Indicadores de la calidad de agua para la producción de peces.	30
Tabla 6. Fases del trabajo de investigación.	51
Tabla 7. Datos del canal de entrada de la CPF de ACIV.	66
Tabla 8. Datos canal interno de flujo de la CPF de ACIV.....	67
Tabla 9. Datos de la carcasa del CPF de ACIV.....	68
Tabla 10. Datos de la puerta superior del CPF.	69
Tabla 11. Datos de la carcasa del visualizador digital de la CPF de ACIV.....	70
Tabla 12. Datos de la empuñadura de transporte de la CPF de ACIV.	71
Tabla 13. Datos del canal de salida de la CPF de ACIV.	72
Tabla 14. Características Procesador Nvidia Jetson Nano del sistema CPF.	74
Tabla 15. Características Pantalla 7 INCH Capacitive Touchscreen del sistema CPF.	77
Tabla 16. Características Cámara Logitech HD 1080p C920 del sistema CPF.	79
Tabla 17. Características Cable HDMI del sistema CPF.....	81
Tabla 18. Características Cable USB del sistema CPF.....	83
Tabla 19. Características de la regleta eléctrica del sistema CPF.	84

RESUMEN EJECUTIVO

El proyecto se desarrolla con el fin de conceptualizar las características y funciones de una contadora de peces (CPF sus siglas en ingles) de la empresa AC Ingeniería Virtual ubicada en la ciudad de Bucaramanga, se realizó un trabajo de tipo explicativo. Principalmente se describe cada una de las partes que conforman el hardware físico (interno y periférico), hardware electrónico y software. Posteriormente, se procede a realizar la digitalización de la maquina por medio del software conocido como SolidWorks que es una herramienta de dibujo asistido por computador para el diseño de piezas. Una vez está el sistema contador de peces diseñado se realiza la ficha de usuario, manual de uso, manual técnico y finalmente un video pedagógico del proceso de la maquina con el pez (trucha) para conseguir que el trabajador de Pezcasta (empresa a la que va dirigida el sistema CPF) pueda entender lo más eficientemente el funcionamiento.

A partir de esta información suministrada por estas nuevas tecnologías implementadas por AC Ingeniería Virtual se está direccionando la industria hacia una era digital automatizada que busca la optimización y mejoras en los procesos de las organizaciones piscícolas logrando posicionarse como líderes frente a la competencia gracias a la inteligencia artificial (big data, data analytics, machine learning, deep learning and computer vision).

PALABRAS CLAVE. Data Analytics, Machine Learning, Counter Product Fish, Deep Learning, Computer Vision.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo del presente trabajo de grado tiene como finalidad realizar unos manuales técnicos y de usuario para un Counter Product Fish (CPF) con el fin de tener información enfocada en el aprendizaje del trabajador en la empresa AC Ingeniería Virtual de Bucaramanga, ya que es muy importante que esta máquina opere de la forma más eficiente posible y que la cantidad de peces no se vea envuelta en un problema de conteo teniendo como consecuencia pérdidas para la piscícola Pezcasta. Se debe recalcar que esta forma de conteo automático por medio de una CPF encamina a las organizaciones a una evolución hacia la industria 4.0 porque se dejaría a un lado el conteo rudimentario que se hace manual por el uso de una maquina programada con visión e inteligencia artificial, también ayuda a la toma de las mejores decisiones en el menor tiempo posible.

En el Counter Product Fish (CPF) los peces del estanque por efecto de la presión del agua y la fuerza de gravedad pasan por un embudo y llegan al sistema de canales internos del contador con el fin de evitar aglomeración y garantizar un alto flujo de peces. Durante el paso de los peces por estos canales, una cámara programada especialmente detecta y registra el paso de cada pez realizando así el conteo. Al mismo tiempo, la información detectada es mostrada al usuario a través de una pantalla táctil, junto a otras variables. Finalmente, los peces son conducidos a embalses o estanques (AC Ingeniería Virtual, 2021).

El sistema de visión artificial para el conteo de peces está diseñado y ensamblado en acero inoxidable. Está previsto un sistema integrado de visión e inteligencia artificial previamente programada, los dispositivo y conectores están adaptados en la caja de conexiones del módulo principal por medio de una cámara

principal con una óptima resolución para la adquisición de imágenes hacia las redes neuronales que procesan, analizan, miden y cuentan los peces.

El diseño del manual de usuario contara con un pequeño video introductorio en donde se evidencia todo el funcionamiento CPF y va enfocado directamente a las personas aprendices que no han tenido experiencia manejando estos sistemas y podrán observar una guía de empleo del sistema para reducir posibles daños causados por un mal uso. El sistema CPF también necesitará un manual técnico para realizar la debida corrección de la falla y no dar pérdida total este sistema contador de peces por si llega a presentar alguna problemática se pueda abordar con la mejor solución.

De esta forma, es gracias a esta necesidad que se planteó este fortalecimiento empresarial como proyecto con metodología de solución teórica enfocada al aprendizaje de la máquina Counter Product Fish creada por AC Ingeniería Virtual para la piscícola Pezcasta, se fomenta una innovación para identificar conocimientos de la propuesta de valor por medio de una Machine Learning como prefacio de las piezas, características y funciones.

1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las empresas deben estar enfocadas a la Industria 4.0 para fortalecer el desarrollo de las competencias técnicas y específicas enfocadas a un manual del usuario para plasmar toda la información con sus respectivas características de los procesos. Para esto, se están adoptando estrategias tecnológicas y gestión del flujo de datos remotos con el fin de poderlos procesar en tiempo real para una posible toma de decisiones.

La empresa AC Ingeniería Virtual ubicada en Bucaramanga/Colombia se dedica al diseño, análisis, evaluación, optimización, automatización e instrumentación de equipos y procesos industriales (AC Ingeniería Virtual, 2021). Recientemente iniciaron un proyecto ongoing para Pezcasta donde realizaron un sistema seleccionador y contador de peces con un enfoque de inteligencia artificial, este sistema fue creado con éxito pero no cuenta con un manual técnico ni de usuario.

Lo anterior, ocasiona que un trabajador de Pezcasta cuando vaya a hacer uso del sistema contador de peces no sea capaz de desempeñar su labor porque no tiene una guía de uso. También se vería envuelto en esta problemática si el sistema llega a fallar ya que no cuenta con especificaciones de cada una de sus partes, ubicaciones electromecánicas, ubicaciones de sensores, ni ninguna pieza que pertenezca a este sistema. Teniendo en cuenta las ventajas de diagramas de métodos y la importancia de la documentación de los sistemas, surge la siguiente pregunta problema: ¿Cuáles son las características técnicas y actividades del proceso del sistema contador de peces que guiarán al operador de la máquina a desempeñar de manera óptima su trabajo?

1.2. JUSTIFICACIÓN

AC Ingeniería Virtual ha realizado más de 40 proyectos en áreas de flujo de crudo, topping, cracking, demex, unibón, oil & gas. Desde 2012 brinda soluciones para la industria de desarrollo de productos tecnológicos, simulación computacional, inteligencia y visión artificial obteniendo grandes reconocimientos a nivel nacional por creación EBT (COLCIENCIAS, 2012), premios de innovación y creación de software CAPITCH (INNPULSA, 2016), software Ecohid (SENOVA, 2017), visión artificial de sistemas de flujo (INNOVATE ECOPETROL, 2018) y otros proyectos para el ministerio de ciencias de innovación industria 4.0 (MINTIC, 2020)). Este año emprendieron un nuevo proyecto para la empresa Pezcasta de un sistema electromecánico seleccionador de peces con sensores automatizados de conteo a través de visión artificial, este sistema no cuenta con un manual técnico ni de usuario para su funcionamiento o un posible mantenimiento. El diseño del manual de usuario va enfocado a las personas aprendices que no han tenido experiencia manejando estos sistemas y necesitan una guía de empleo del sistema para reducir posibles daños causados por un mal uso, además de esto, llegado al caso de que se llegara a dañar el sistema necesitará un manual técnico para realizar la debida corrección de la falla y no dar perdida total este sistema contador de peces.

La realización de esta propuesta de trabajo de grado aporta un juicio de valor al grupo de investigación SOLYDO y al semillero SIGO de las Unidades Tecnológicas de Santander en la línea de investigación al desarrollo y acompañamiento de proyectos de las empresas de base tecnológica expertas en industria 4.0 en Bucaramanga, la aplicabilidad de este diseño es muy importante para el estudiante en el uso de herramientas metodológicas enfocadas al aprendizaje del sector industrial.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar un manual técnico y de usuario como herramienta metodológica enfocada en el aprendizaje del trabajador para un sistema contador de peces en la empresa AC Ingeniería Virtual de Bucaramanga.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conceptualizar la propuesta de valor como preámbulo de las piezas, características y funciones para el sistema contador de peces.
- Identificar las características técnicas y de uso como un sistema logístico para los diseños de los manuales.
- Crear un manual técnico y de usuario con diagramas metodológicos para el sistema contador de peces de la empresa AC Ingeniería Virtual.
- Validar el manual técnico y de uso del sistema contador de peces con el trabajador como resultado final del proyecto para lograr fortalecer su aprendizaje sobre la máquina.

2. MARCO REFERENCIAL

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. *Counter Product Fish*

Las contadoras de peces (Ver figura 1) son un sistema automatizado que a partir de visión artificial sirven para el conteo de peces logrando optimizar el proceso manual que se hacía en la época antigua e impulsando las empresas a una industria 4.0. Esta máquina se encuentra vigilada por una persona, pero en realidad el proceso de conteo lo realiza a medida que los peces se deslizan por dentro de la contadoras de peces gracias a una cámara de visión artificial ubicada en la parte superior del canal interno de flujo aportando a la optimización y efectividad en la actividad empresarial (Crispiniano, 2021).

Figura 1. Contadoras de peces



Fuente: (CALITRY TECHNOLOGY, 2018)

2.1.2. La Automatización

Según (Fluid Engineering Company, 2019), señala que la automatización es el adquisición y mejora de tecnologías que ayudan a monitorear y controlar las empresas piscícolas. Su finalidad consta de efectuar tareas reiterativas de una forma automatizada, limitando la participación de la mano de obra logrando efectividad en la actividad con cortos periodos de tiempo. Así, gracias a ello, se reducen los costes y la calidad es mucho mayor que con la intervención humana (Ver figura 2).

Figura 2. La automatización de peces.



Fuente: (CALITRY TECHNOLOGY, 2018)

2.1.2.1 Tecnologías Inmersas en la Automatización.

El desarrollo de las tecnologías inmersas en la automatización dentro de la agricultura 4.0 dependen de un diseño de forma, ubicación, sistema y pueden variar en eléctricas, electrónicas, mecánicas, entre otras. Siendo las tecnologías mecánicas las que poseen más antigüedad (EDSROBOTICS, 2020).

2.1.3. Clases de contadoras de peces

La industria actualmente oferta gran variedad de contadoras de peces de acuerdo al tamaño del pez y dependiendo de eso se desarrolla el diseño de forma, número de canales, ubicación y sistema. Hay varias organizaciones internacionales que se dedican a la fabricación y comercialización de estos sistemas de conteo entre esas resaltan VAKI, CALITRI TECHNOLOGY y FAIVRE. Pero sin dudas de estas tres la cuenta con mejor trayectoria es CALITRI TECHNOLOGY con más de 30 años de experiencia especializados en detección, diseño y fabricación de equipos en conteo para acuicultura logrando exportar por todo el mundo su gama de productos ventajosos debido al conocimiento avanzado de las empresas en la programación de microcontroladores (CALITRY TECHNOLOGY, 2018). Logrando ofertar al mercado los siguientes tipos de contadoras de peces (Ver figura 3):

- FC2: 300 – 4,5kg
- FC4: 50 – 900g
- FC8: 8 – 120g
- FC12: 1 – 20g

Figura 3. Clases de contadoras de peces

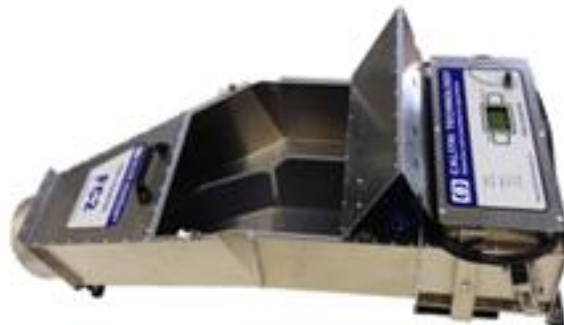


Fuente: (CALITRY TECHNOLOGY, 2018)

2.1.3.1 FC2: 300 – 4,5KG

La FC2: 300 – 4,5KG (Ver figura 4) es un sistema diseñado para peces de gran tamaño y su uso es para saber la cantidad exacta antes de que pasen a fase de muerte para posterior venta.

Figura 4. Contadora FC2: 300 - 4,5 kg



Fuente: (CALITRY TECHNOLOGY, 2018)

La contadora de peces FC2:300 – 4,5 KG cuenta con las siguientes especificaciones:

Tabla 1. Características FC2:300 – 4,5KG

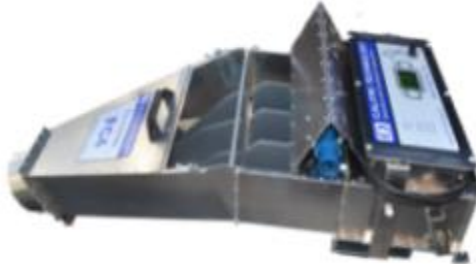
Tipo de pez	<i>trucha – salmón – lubina – besugo</i>
Tamaño	<i>300 g a 4,5 kg</i>
Capacidad de conteo	<i>5 toneladas/hora</i>
Flujo de agua	<i>10 – 15 m³/h</i>
Número de canales	<i>2</i>
Anchura de los canales	<i>210 mm</i>
Diámetro de entrada	<i>200 mm</i>
Precisión	<i>97%</i>
Dimensiones (L x A x P)	<i>1250 x 460 x 380 mm</i>
Peso	<i>18 kg</i>
Voltaje	<i>90-220Vac 50-60Hz / 15Vdc</i>
<i>Nota: Todas estas especificaciones son aprobadas y proporcionadas por la fabricante CALITRI TECHNOLOGY.</i>	

Fuente: (CALITRY TECHNOLOGY, 2018)

2.1.3.2 FC4: 50 – 900KG

La FC4:50- 900KG (Ver figura 5) es un sistema diseñado con 4 canales para peces promedio que todavía se encuentran en fase de engorde, su ubicación es cerca de un estanque de crecimiento piscícola.

Figura 5. Contadora FC4: 50- 900 KG



Fuente: (CALITRY TECHNOLOGY, 2018)

La contadora de peces FC4: 50 - 900 KG cuenta con las siguientes especificaciones:

Tabla 2. Características FC4: 50- 900KG

Tipo de pez	<i>trucha – salmón – lubina – besugo</i>
Tamaño	<i>50 g a 900 g</i>
Capacidad de conteo	<i>4 toneladas/hora</i>
Flujo de agua	<i>10 – 15 m³/h</i>
Número de canales	<i>4</i>
Anchura de los canales	<i>100 mm</i>
Diámetro de entrada	<i>160 mm</i>
Precisión	<i>97%</i>
Dimensiones (L x A x P)	<i>1250 x 460 x 330 mm</i>
Peso	<i>18 kg</i>
Voltaje	<i>90-220Vac 50-60Hz / 15Vdc</i>
<i>Nota: Todas estas especificaciones son aprobadas y proporcionadas por la fabricante CALITRI TECHNOLOGY.</i>	

Fuente: (CALITRY TECHNOLOGY, 2018)

2.1.3.3 FC8: 8 – 120 KG

La FC8: 8 – 120KG (Ver figura 6) es un sistema diseñado con 8 canales para peces pequeños, es la más vendida a nivel mundial porque vincula tamaños de la FC4: 50 – 900KG y FC12: 1 – 20KG.

Figura 6. Contadora FC8: 8- 120 KG.



Fuente: (CALITRY TECHNOLOGY, 2018)

La contadora de peces FC8: 8 - 120 KG cuenta con las siguientes especificaciones:

Tabla 3. Características FC8: 8 – 120 KG.

Tipo de pez	<i>trucha – salmón – lubina – besugo</i>
Tamaño	<i>8g a 120 g</i>
Capacidad de conteo	<i>4 toneladas/hora</i>
Flujo de agua	<i>10 – 15 m³/h</i>
Número de canales	<i>8</i>
Anchura de los canales	<i>50 mm</i>
Diámetro de entrada	<i>160 mm</i>
Precisión	<i>97%</i>
Dimensiones (L x A x P)	<i>1250 x 460 x 330 mm</i>
Peso	<i>18 kg</i>
Voltaje	<i>90-220Vac 50-60Hz / 15Vdc</i>
<i>Nota: Todas estas especificaciones son aprobadas y proporcionadas por la fabricante CALITRI TECHNOLOGY.</i>	

Fuente: (CALITRY TECHNOLOGY, 2018)

2.1.3.4 FC12: 1 – 20 KG

La FC12: 1 – 20 KG (Ver figura 7) es el sistema para peces más pequeño que se puede encontrar en el mercado, especialmente para contar los peces que acaban de llegar a la piscícola.

Figura 7. Contadora FC12: 1- 20 KG.



Fuente: (CALITRY TECHNOLOGY, 2018)

La contadora de peces FC12: 1 - 20 KG cuenta con las siguientes especificaciones:

Tabla 4. Características FC12: 1 – 20 KG.

Tipo de pez	<i>trucha – salmón – lubina – besugo</i>
Tamaño	<i>1g a 20 g</i>
Capacidad de conteo	<i>125 000 peces/hora</i>
Flujo de agua	<i>máx. 12 m3/h</i>
Número de canales	<i>12</i>
Anchura de los canales	<i>30 mm</i>
Diámetro de entrada	<i>160 mm</i>
Precisión	<i>97%</i>
Dimensiones (L x A x P)	<i>1250 x 460 x 330 mm</i>
Peso	<i>18 kg</i>
Voltaje	<i>90-220Vac 50-60Hz / 15Vdc</i>
<i>Nota: Todas estas especificaciones son aprobadas y proporcionadas por la fabricadora CALITRI TECHNOLOGY.</i>	

Fuente: (CALITRY TECHNOLOGY, 2018)

2.1.4. Piscicultura

La piscicultura (Ver figura 8) es una actividad dedica a la crianza de peces bajo el direccionamiento e implementación de un buen manejo para su progreso genético: incubación, alimentación, crecimiento, reproducción y sanidad de los peces. Esta producción de animales acuáticos ha integrado parte del proceso de culturalización humana encontrándose de esta forma la interacción entre el ser humano con el agua, de esta forma se piensan tecnologías de manejo y generación evolucionada para el tratamiento del agua. La piscicultura se puede producir en medios hídricos naturales o artificiales controlados (PROAIN TECNOLOGÍA AGRÍCOLA, 2020).

Figura 8. Piscicultura



Fuente: (Urrego, 2021)

La piscicultura fuerte consiste en criar los peces en unas albercas u otras estructuras construidas específicamente según el tipo de especie con un control intensivo y completo (Urrego, 2021). Las ventajas que ofrece la piscicultura son muchas, entre esas se destacan las siguientes:

- Las albercas se encuentran en lugares que no son viables para la agricultura o la ganadería, pero debe existir un suministro de agua suficiente.
- Disminuye el costo de producción de los peces porque directamente en los ríos resulta más complicado capturarlos, establecer tratamientos para mantenerlos y llevarlos a los mercados.
- Se obtiene más fácil la producción de peces según las necesidades del mercado.
- Las fases de crecimiento/engorde de los peces aumentan y mejoran su control alimenticio.

2.1.5. Calidad del agua

Un factor muy importante para esta actividad económica es el tratamiento del agua, ya que este es el lugar de desarrollo de los peces, debe contar con una calidad muy alta y adecuada dependiendo de la especie, ya que cada especie de pez necesita diferentes parámetros. Estos indicadores pueden ser a nivel ambiental, orden físico y orden químico; deben cumplir con los niveles apropiados de vida acuática para asegurar un correcto resultado genético en las especies de peces que se desean producir (PROAIN TECNOLOGÍA AGRÍCOLA, 2020).

Tabla 5. Indicadores de la calidad de agua para la producción de peces.

PARÁMETROS	NIVELES DESEABLES
Temperatura	12 a 28°C
Oxígeno disuelto	3 a 8 mg/l
CO ₂	5 a 10 mg/l
pH	6.5 a 8.5
Amonio no ionizado (NH ₃)	<0.1 mg/l
Nitrito	0.1 a 0.3 mg/l
Dureza	20 a 30 mg CaCO ₃ /l
Transparencia	20 a 55 cm

Nota: Estos parámetros de calidad del agua son generales porque cada especie de pez necesita diferente tratamiento.

Fuente: (PROAIN TECNOLOGÍA AGRÍCOLA, 2020)

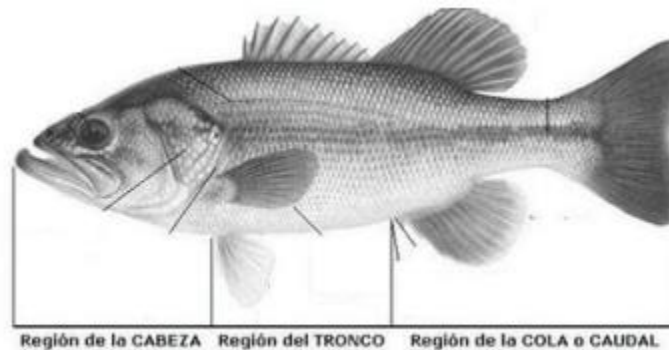
2.1.6. Cualidades morfológicas de los peces

Con el propósito de saber la forma exacta de la especie principal que se utilizara para este sistema a implementar, se mencionarán las características principales de los peces detallando sus atributos generales.

El pez es un animal que su estructura física es *fusiforme*, esto quiere decir es forma de huso/alargada que le otorgan aerodinamismo. Su estructura va dependiendo de la especie, pueden estar comprimidos dorso-verticalmente teniendo una altura más grande que su anchura o viceversa lateralmente pueden ser más anchos que su misma altura; además pueden tener diferentes formas, manchas, colores, entre otras características (Hoyos Giraldo, 2017). Del cuerpo del pez (Ver figura 9) se distinguen tres partes básicas:

- Cefálica o cabeza.
- Tronco.
- Cola o caudal.

Figura 9. Segmentación básica del cuerpo de un pez.



Fuente: (PECERAS, s.f.)

Es importante mencionar que las dos aletas que integran la región caudal es lo que más varían en los peces por eso no hacen parte de la segmentación básica, por el contrario, es uno de los factores fundamentales para al momento de diferenciar géneros y especies. Tienen diferentes longitudes, igualmente la ubicación de las escamas en la zona lateral del pez (Hoyos Giraldo, 2017).

Una vez enfocadas la morfología general de los peces, se aborda en especial énfasis las especies bajo estudio del proyecto. Pezcasta es una empresa dedicada a la producción y exportación de truchas a los Estados Unidos en todas sus fases: incubación, levante y engorde. Se determinaron las especies que más se cultivan en el departamento de Risaralda ubicada geográficamente en la región andina, centro oriente de Colombia y la trucha es la más favorecida por las condiciones climáticas y el costo-beneficio de los productores.

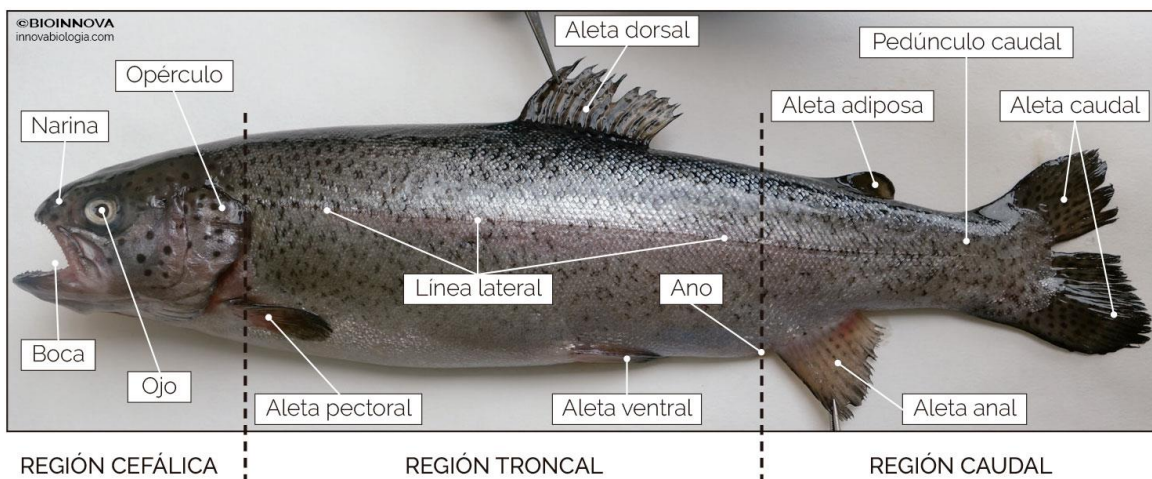
2.1.6.1 La Trucha

La trucha hace parte de la familia de los *salmónidos*, su máximo crecimiento puede ser hasta 60 cm, presentan manchas negras en sus aletas, su cuerpo presenta una forma aerodinámica y su silueta es muy parecida a un torpedo (María, 2020). Las truchas presentan las siguientes características:

- ✓ Cuenta con 7 aletas además de su cola (las aletas es la estabilidad del pez).
- ✓ Tiene escamas en forma redonda y de superficie lisa.
- ✓ El opérculo está pegado al cuerpo.
- ✓ Su aleta caudal suele ser recta o casi recta.
- ✓ Su boca es grande, el maxilar sobrepasa el borde posterior del ojo.
- ✓ No presenta protuberancias.

A continuación, se muestra la morfología detallada de una trucha (Ver figura 10):

Figura 10. Morfología de la trucha.

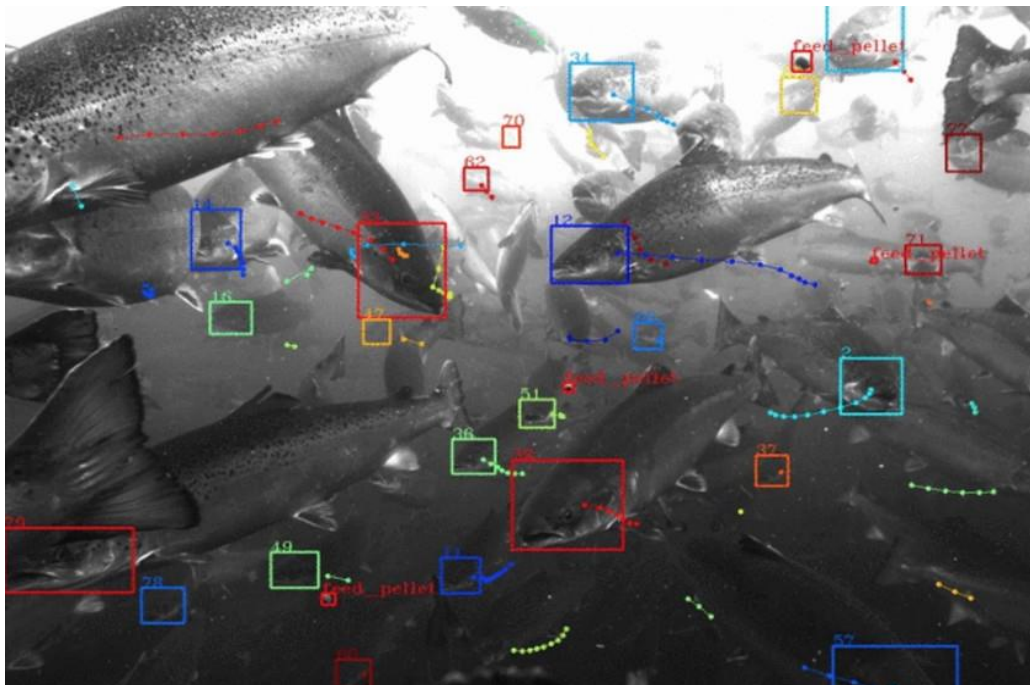


Fuente: (INNOVA, 2018)

2.1.7. Visión artificial

La visión artificial es un sistema que tiene como función emular por medio de una máquina una visualización por una aplicación real. Incluye todas las etapas desde la selección de la cámara puesta en la CPF, procesamiento y análisis de las apariencias. Involucrando gran cantidad de conocimientos y tecnologías de la ingeniería tales como el uso de: diseño y manejo de SolidWorks, interfaces, sistemas de control, bigdata y análisis de datos (AC Ingenieria Virtual, 2021). Los sistemas de visión artificial (Ver figura 11) analizan los aspectos vistos, entregando dicha descripción a otra tarea de procesamiento de la información para ejecutar una toma de decisiones. Se examina la escena con la información dada por el sensor (cámara) y mediante métodos como procesamiento de escenas, reconocimiento de patrones y análisis de aspectos que dan como resultado en la pantalla unos números (1,2,3, etc.) que es la cantidad de peces que pasaron (Muñoz Otero, 2017).

Figura 11. Visión artificial.



Fuente: (Parra, 2020)

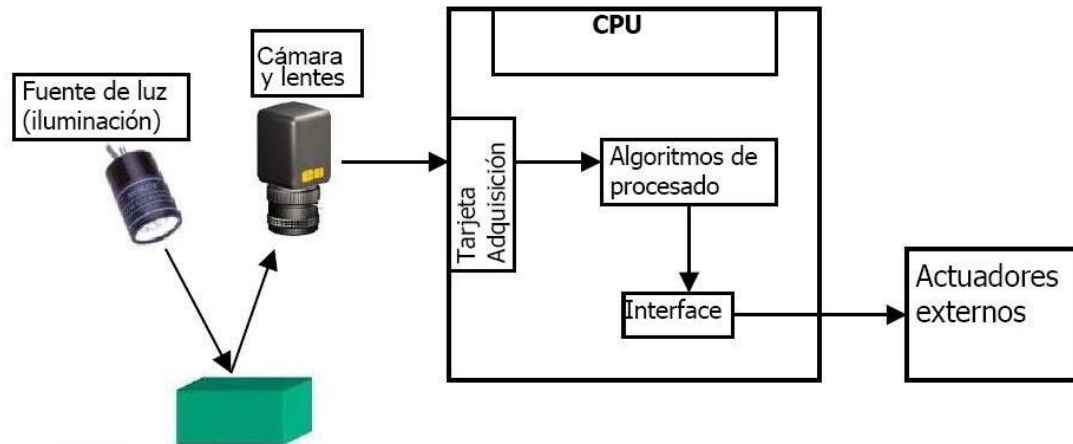
Principalmente se le otorga a la maquina el poder emulado de la visión humano, de esta forma la maquina adquiere, procesa, analiza y entiende las imágenes de las partes fundamentales de los peces logrando un aprendizaje interactivo denominado redes neuronales artificiales. La red neuronal entiende los datos y las señales, se encuentra las características de un pez; lo procesa y lo cuenta (Aula21, 2020). El sistema define los atributos de la morfología de un pez con millones de imágenes cargadas reconociendo por medio de las redes neuronales cada vez que va pasando por el sensor (cámara) del sistema counter product fish (CPF).

2.1.7.1 Componentes de la visión artificial

La visión artificial es una de las áreas en el machine Learning, este sistema consta de dos componentes importantes que son la adquisición de imagen (dispositivo que captura fotografías / cámara) y el sistema que analiza la imagen: digitalizador y software (Aula21, 2020). Normalmente, la configuración de hardware de los sistemas de visión artificial es bastante estándar y consiste en los siguientes componentes (Ver figura 12):

- ✓ Dispositivo de iluminación: Proporciona la luz a las especies.
- ✓ Cámara de video: Adquiere la imagen.
- ✓ Frame-grabber: Convierte lo analógico a lo digital A/D de la captura de la imagen o pixeles digitalizados.
- ✓ Microprocesador: Proporciona almacenamiento en disco de imágenes.
- ✓ Monitor a color con buena definición: Visualiza las imágenes y el conteo de las especies.

Figura 12. Componentes de la visión artificial



Fuente: (INFORMATICA Y SISTEMA, 2016)

2.1.7.2 Ventajas de la visión artificial

El crecimiento de la visión artificial es gigante por la revolución tecnológica que vivimos día a día descubriendo las industria varias ventajas (Aula21, 2020), algunas de estas son:

- ✓ Precisión: Esta técnica consolida una alta precisión en el conteo.
- ✓ Fiabilidad: Las cámaras y los ordenadores no tienen el factor humano del cansancio evitando factores como bajas por enfermedad o errores por agotamiento.
- ✓ Costos: Tiene altos costos al inicio, pero con el tiempo sale muy rentable.
- ✓ Rapidez: La visión artificial procesa la información más eficaz.

2.1.7.3 Desventajas de la visión artificial

La capacidad del Machine Learning otorga una gran cantidad de ventajas, pero como toda la tecnología se deben tener en cuenta las siguientes desventajas (Aula21, 2020):

- ✚ Especialistas: Se necesita un profesional en el campo de Machine Learning u inteligencia artificial para que aproveche al máximo estas tecnologías en caso de que necesite algún mantenimiento.
- ✚ Fallo en el procesamiento de imagen: El sistema puede verse afectado por un virus u otros problemas en el software, se debe resolver este problema muy rápidamente porque se puede llegar a perder información de la producción.
- ✚ Daños en los componentes de la visión artificial: Se debe tener muy en cuenta que cuando la maquina falla no anuncia o anticipa el problema.

2.2. Marco Legal

La implementación de la normatividad SG-SST en Colombia es muy importante también para las piscícolas porque su enfoque es en el trabajador, pieza fundamental en la actividad económica de la mayoría de las empresas. Esta persona tiene el derecho de cuidar y proteger su integridad física acorde a las leyes vigentes, de acuerdo a esto, es óptimo proporcionar un digno sitio de trabajo en los estanques y sus alrededores para obtener un muy buen desempeño de sus labores logrando aumentar la efectividad productiva (MIN TRABAJO, 2015).

2.2.1. Decreto 1443 de 2014

El presente decreto tiene un enfoque pleno en la seguridad y salud del trabajo, teniendo como responsabilidad el cuidado de los trabajadores por parte del empleador (MIN TRABAJO , 2014).

2.2.2. Decreto 1072 de 2015

El presente decreto tiene como objetivo definir las directrices de obligatorio cumplimiento para implementar la normativa SG-SST y deben ser aplicadas a todos los empleados públicos y privados. En el decreto se deben ejecutar: acción correctiva, acción de mejora, acción preventiva, ciclo PHVA, condiciones de salud y medio ambiente en el trabajo, indicadores de proceso, mejora continua y una constante vigilancia al cumplimiento de esta normativa (MIN TRABAJO, 2015).

2.2.3. Decreto 472 de 2015

El presente decreto es el encargado de hacer cumplir la normativa SG-SST con la aplicación de unas respectivas multas, garantiza el respeto por la integridad del trabajador y prohíbe toda actividad que ponga en peligro la vida, la integridad y la seguridad de la persona (MIN TRABAJO, 2015).

2.2.3.1 Resolución 1111 de 2017

Esta resolución indica lo mínimo con que debe contar la normativa SG-SST para los trabajadores. Se debe establecer, entregar y controlar todos los dispositivos necesarios para desempeñar la actividad en buen estado, si esta persona no tiene conocimiento se le debe brindar apoyo, asesoría y capacitación para su respectiva ejecución en el trabajo (MIN TRABAJO, 2017).

En Colombia, las empresas deben conformar el COPASST que es el organismo encargado de la vigilancia y control de los reglamentos de la seguridad y salud en

el trabajo logrando garantizar que los riesgos de enfermedad y accidentes bajen al mínimo posible (AXXA COLPATRIA, 2018) Está regido por:

2.2.4. Decreto 614 de 1984

Este decreto se informa las bases para la organización y administración de la salud ocupacional, reglamenta el establecimiento de comités de higiene y seguridad industrial en el trabajo (Intranet IDT, 2020).

2.2.5. Ley 1562 de 2012

La ley dispone el sistema de riesgos laborales para las organizaciones y otorga disposiciones en materia de salud ocupacional.

Según los dicho en el artículo 91 del decreto-ley 1295 de 1994 más el artículo 13 de esta ley el incumplimiento de estos programas de salud ocupacional en el trabajo, las normas y las obligaciones que tiene el empleador sobre sus subordinados dentro de lo que se encuentra la conformación del COPASST, se vería afectado por una multa de hasta quinientos (500) salarios mínimos legales vigentes. Si se llega a ser reincidente, se podría cerrar la empresa (Intranet IDT, 2020).

2.3. Marco Conceptual

2.3.1. Data Analytics

En estos tiempos de la era digital del siglo XXI es ya una prioridad que las empresas optimicen sus procesos productivos para obtener el mejor desempeño y ganarle a la competencia. La data analytics llega como un proceso en el que se analizan los datos para llegar a una solución o conclusión, estas técnicas se suelen automatizar a un sistema convirtiéndose en procesos mecánicos. Para esto se debe usar unos algoritmos que esquematicen la información para que resulte más fácil entender los resultados (CERTUS , 2020).

Las técnicas de data analytics son muy importantes como implementación porque se reducen los costos a largo plazo al conocer las formas más eficientes de funcionar todo esto para ofrecer a nuestro cliente un excelente producto.

La data analytics (Ver figura 13) es un término muy amplio que comprende la mayor cantidad de datos insertados en el sistema CPF con el fin de mejorar el funcionamiento interno.

Figura 13. Data Analytics



Fuente: (CERTUS , 2020)

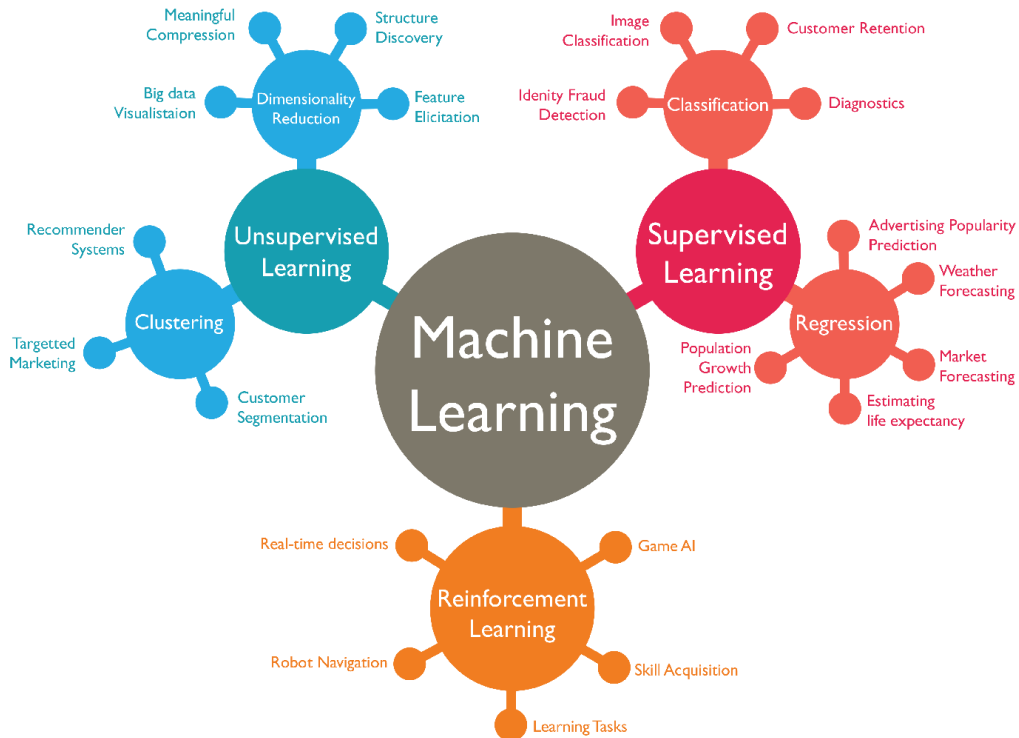
Los tipos de data analytics son:

- I. Descriptive analytics: Se procede a describir todo lo que sucederá en el sistema en un periodo determinado de tiempo. ¿Cuántos peces pasan por la CPF? ¿Cuántos estanques?
- II. Diagnostic analytics: Nos enfocamos en evidenciar porque suceden las cosas y el diagnostico, requiere toda la información teórica. ¿Tuvo algún impacto la implementación de este sistema? ¿Se brindó toda la información de uso al trabajador?
- III. Predictive analytics: Se muestra lo que sucederá en un futuro cercano. ¿Se tendrá un porcentaje alto de precisión? ¿Tendremos una eficiencia más alta?
- IV. Prescriptive analytics: Se lleva a la aplicación la CPF, se deben tomar todas las medidas brindadas. Si el sistema necesita un ángulo de inclinación se debe llevar a cabo este mismo porcentaje, entre otras indicaciones.

2.3.2. Machine Learning

La inteligencia artificial utiliza los datos para sacar conclusiones, tomar decisiones y hacer proyecciones. Los algoritmos de la machine learning ayudan a la inteligencia artificial no solo para procesar datos sino también para ser más inteligente el sistema por medio de redes neuronales. El machine learning (Ver figura 14) tiene diferentes modelos y técnicas algorítmicas, depende de donde provienen los datos, los resultados que se desean tener, entre otros factores. Estas técnicas están diseñadas para la clasificación, encontrar patrones de datos, proyectar resultados y facilitar decisiones; es importante recalcar que se puede usar uno o combinaciones entre ellos para lograr la mayor precisión cuando se trata de datos muy complejos (OTECH , 2019).

Figura 14. Machine Learning Structure



Fuente: (OTECH , 2019)

El modelo machine learning puede ser:

- I. Supervisado: El primer modelo machine learning es un algoritmo de aprendizaje supervisado a la maquina mediante ejemplos. Estos consisten en pares de datos de "entrada" y "salida", donde la salida se etiqueta con el valor deseado (SAP, 2018). Por ejemplo, el objetivo del sistema CPF es que se diferencia entre los peces y el agua, un par de datos binarios de entrada incluyen una imagen de un pez. El resultado deseado en particular es escoger el pez, con lo cual se la identificará previamente como el resultado correcto.
- II. No supervisado: El segundo modelo machine learning es una forma más variable de respuesta porque no existe una estructuración diferenciadora ni clave de respuesta ya que solo usa datos muy básicos y relevantes. En pocas

palabras, este aprendizaje no supervisado sigue el modelo de como los humanos ven el mundo (SAP, 2018).

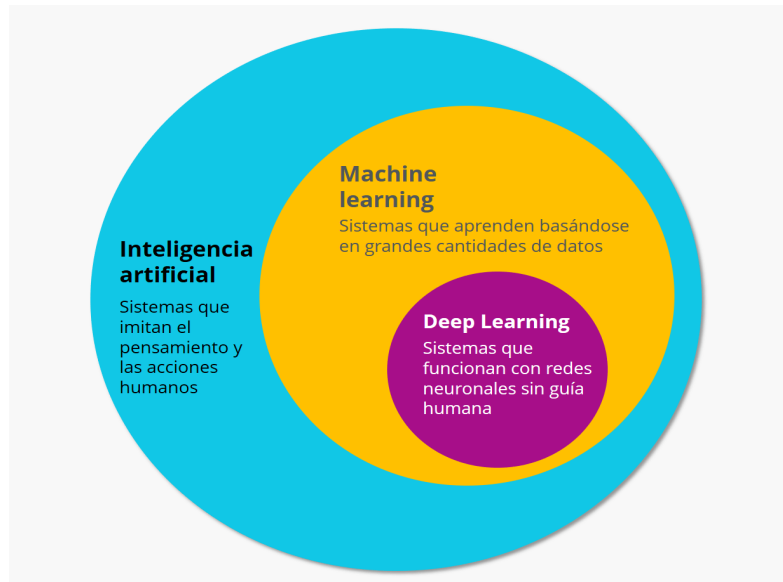
- III. Semisupervisado: El tercer modelo machine learning es la solución más viable para cuando hay muchos datos crudos, lo que se hace es estructurar e introducir al sistema pequeñas cantidades para que sean compatibles, esto aumenta los data sets logrando mayor velocidad y precisión del aprendizaje. Un algoritmo semisupervisado habilita a la máquina para que analice los datos estructurados según propiedades correlativas que después se adaptan a los datos no estructurados (SAP, 2018).
- IV. Refuerzo: El último modelo machine learning comprende un aprendizaje por medio de reglas y no de datos estructurados, esto hace que la máquina su habilidad durante el proceso. Este sistema va aprendiendo a medida que va pasando el tiempo por lo que al inicio puede tener una gran cantidad de errores (SAP, 2018), pero después los mejorara como una recopilación de su funcionamiento (este resultado suele ser numérico).

2.3.3. Deep Learning

El deep learning (Ver figura 15) es un subproceso de la machine learning en el cual se usan las redes neuronales de forma jerárquica, empezando los primeros niveles con identificación muy simple y a medida que se va avanzando van formando una información más compleja hasta definir figuras de animales, rostros, etc. Por ejemplo, con nuestro caso el primer nivel identificaría cosas simples como zonas claras y oscuras de una imagen encontrando los bordes de la misma, el siguiente nivel ya combinaría los bordes para construir la silueta hasta que finalmente los últimos niveles podrían combinar figuras geométricas, formando cabeza, tronco o caudal. El proceso continúa hasta que se alcanza el nivel superior en la jerarquía, en el cual la red aprende a identificar peces (Digital Guide, 2020). El

deep learning es el núcleo central de la inteligencia artificial y los modelos machine learning como se puede evidenciar en la siguiente imagen:

Figura 15. Deep Learning núcleo principal de la IA



Fuente: (Digital Guide, 2020)

2.3.4. SolidWorks

Solidworks es un software de diseño asistido por computador de modelado sólido en 3D con una técnica de bocetos de perfiles en 2D. Permite a los usuarios crear y simular piezas, máquinas y procesos con el fin de ayudar a encontrar sus medidas exactas, identificar y resolver problemas de montaje garantizando de esta forma un excelente producto. Estas tecnologías pretenden hacer más eficiente el diseño de un producto, procesos de ingeniería, análisis de dinámica, entre otras. También, incluye de análisis de movimiento a medida que pasa el tiempo, renderizados para fotos y videos, encaminamiento de cables eléctricos, aplaneamiento de superficies y muchísimos más resultados (Era Digital, 2019).

Figura 16. SolidWorks



Fuente: (Era Digital, 2019)

2.4. Marco Ambiental

El presente trabajo en cierta parte tiene que ver con recursos ambientales como el agua que es el sitio donde se encuentran los peces y se dispone a poner el sistema CPF, se debe por lo tanto conseguir un punto de equilibrio entre el medio ambiente, sociedad y economía es fundamental para la preservación de la vida, pero sin comprometer las generaciones futuras entonces se debe tener un desarrollo sostenible (AC Ingenieria Virtual, 2021). Se debe tener en cuenta para el desarrollo sostenible un sistema de gestión ambiental que está regido por la norma internacional ISO 14001 del año 2015.

2.4.1. ISO 14001:2015

La norma ISO 14001 de 2015 otorga a las empresas unas pautas para el cuidado del medio ambiente y responder sobre los cambios que este presenta, pero con la condición de que siempre se busque el equilibrio con las condiciones socioeconómicas. El sistema de gestión ambiental depende de los valores que tengan todas las personas de la organización en especial los de la alta dirección para su correcta aplicación de prevención y mitigación de los impactos ambientales (International Organization for Standardization, 2015).

Es importante recalcar que la aplicación de esta normativa es diferente para cada organización y actividad económica porque depende del proceso en el que se encuentre la empresa. Por ejemplo, si dos empresas tienen igual actividad económica se diferencian por su compromiso con la política ambiental, obligaciones, tecnología y desempeño (International Organization for Standardization, 2015).

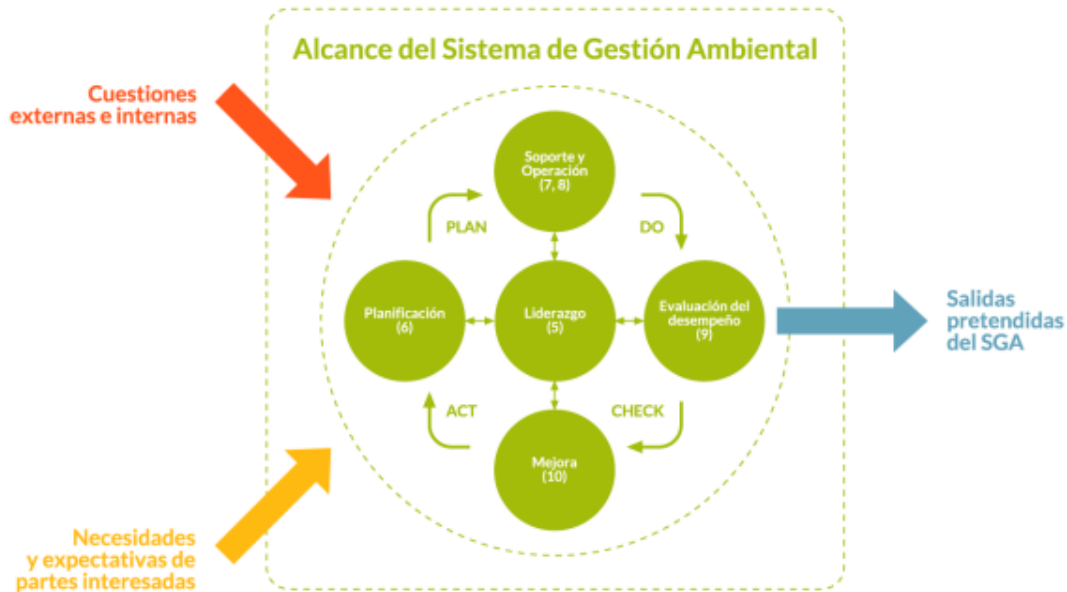
2.4.1.1 Modelo del sistema de gestión ambiental

El sistema de gestión ambiental se promueve mediante el modelo PHVA que es un proceso que realizan las organizaciones para obtener una mejora continua (International Organization for Standardization, 2015). El modelo PHVA comprende:

- ✓ P de planificar: Instaura los objetivos ambientales y procesos necesarios para cumplir con la política ambiental.
- ✓ H de hacer: Ejecuta los procesos que se planearon.
- ✓ V de verificar: Establece seguimiento a la gestión ambiental en lo que se incluye los compromisos y objetivos con los recursos ambientales utilizados.

- ✓ A de actuar: Evalúa todo el sistema de gestión ambiental ejecutado y se toman decisiones para la mejora continua del medio ambiente.

Figura 17. Modelo del sistema de gestión ambiental de la Norma ISO 14001:2015



Fuente: (International Organization for Standardization, 2015)

2.4.1.2 Indicadores de la calidad del agua para la producción de peces

La calidad del agua debe tener indicadores específicos para la producción de peces los cuales pueden ser físicos y químicos (PROAIN TECNOLOGÍA AGRÍCOLA, 2020):

2.4.1.2.1 Indicadores físicos

Radiación solar: La luz que recibe el estanque da la energía para el proceso productivo en el agua, el grado de luz depende de la inclinación del sol y turbidez del agua.

Temperatura: La temperatura del estanque se regula según la especie criada, en nuestro caso las truchas estarán aproximadamente a unos 20°C.

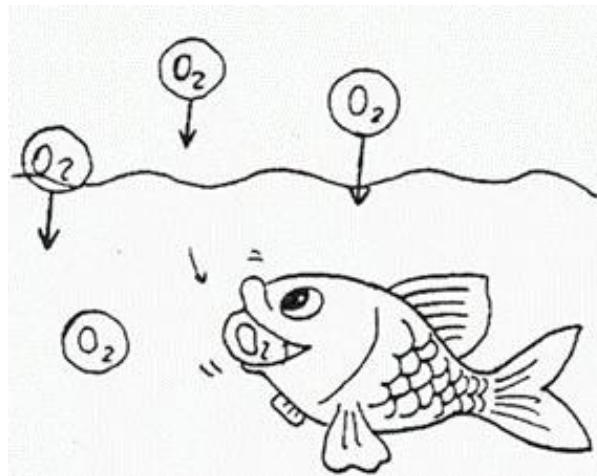
2.4.1.2.2 Indicadores químicos

Oxígeno disuelto: En un estanque de piscicultura el oxígeno disuelto es considerador el indicador más importante para la calidad del agua y más crítico para el resultado de la producción. Se centra principalmente en:

- ✚ El oxígeno de la atmosfera que ingresa al agua depende de la presión, ya que cuando baja la concentración de oxígeno y presión en el agua es porque la presión atmosférica es mayor y transfiere el oxígeno al agua.
- ✚ Los organismos fitoplanctónicos que habitan en el agua a través de la fotosíntesis generan oxígeno.

De acuerdo a esto, el requerimiento de oxígeno disuelto en los peces varía de acuerdo a la especie y su etapa de desarrollo. Para el caso de la trucha se recomienda una concentración no inferior a 3 mg/l y no mayor a 10 mg/l para una excelente producción (PROAIN TECNOLOGÍA AGRÍCOLA, 2020).

Figura 18. Esquema oxígeno disuelto en el agua.



Fuente: (PROAIN TECNOLOGÍA AGRÍCOLA, 2020)

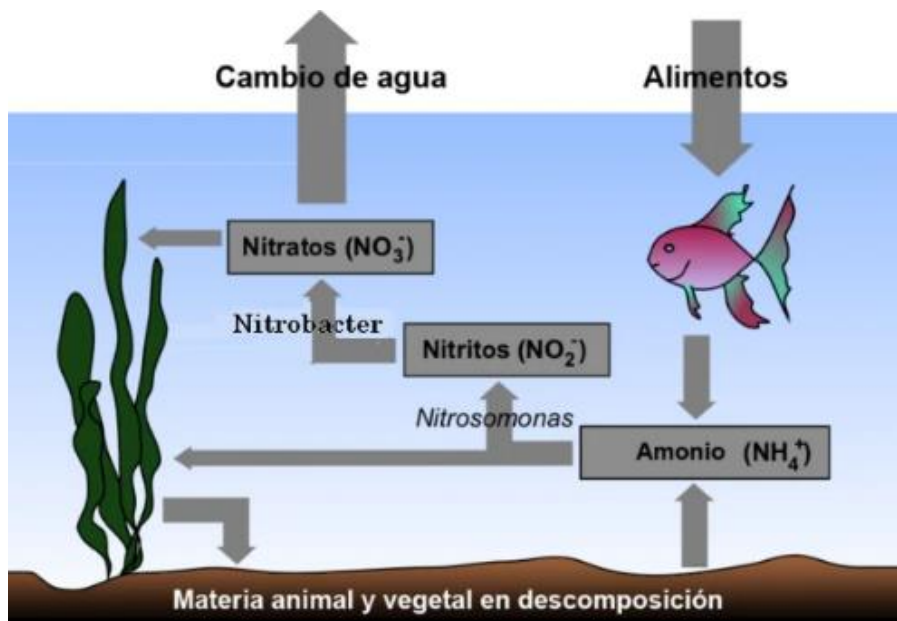
pH: El pH del agua ideal para la trucha debe oscilar entre 6.5 y 8 para que no se presenten efectos adversos sobre la producción.

Dióxido de carbono: El dióxido de carbono que se encuentra en el agua para la trucha no es un factor muy relevante pero no pueden soportar más de 20 mg/l.

Turbidez: Es un indicador químico no muy relevante, pero trata de el paso del indicador físico de la luz a través de la corriente de agua.

Amonio: Es un compuesto del nitrógeno (Ver figura 19) y debe tener formula química NH₄⁺ porque en su forma no ionizada (NH₃) es tóxico y mortal para los peces.

Figura 19. Esquema del nitrógeno en el agua.



Fuente: (PROAIN TECNOLOGÍA AGRÍCOLA, 2020)

2.4.1.3 Control y medición del agua

En la piscicultura, el análisis del agua es un área muy especial y de un valioso cuidado, por lo que se debe aplicar la normativa completa para establecer los mejores métodos de cuidado ambiental en los indicadores. Se debe realizar registros para representar estadísticamente el comportamiento que tiene el agua diariamente o semanalmente para prevenir probables cambios ambientales de estándares muy altos y delicados sobre el ciclo de vida de la trucha, este es el mecanismo de control periódico fundamental para la actividad económica (PROAIN TECNOLOGÍA AGRÍCOLA, 2020).

3. DISEÑO DE LA INVESTIGACION

El trabajo es de tipo explicativo debido a que el tema además de describir el funcionamiento CPF, se amplía la explicación con diseños de la maquina en SolidWorks como programa de dibujo asistido por computador, en este sentido, se muestra todas las medidas del sistema, se realiza video introductorio, infografía y ficha de usuario para la Counter Product Fish (ISSUU, 2017).

El enfoque del proyecto (Ver figura 20) es mixto porque vincula una parte cuantitativa con la recolección de datos y medidas para finalmente documentar todo formalmente de forma cualitativa describiendo sus partes, funciones y ficha técnica del sistema CPF.

Figura 20. Enfoque de la investigación.



Fuente: (AC Ingenieria Virtual, 2021)

Así mismo, se logra analizar la Counter Product Fish en todos sus aspectos, hardware físico, hardware electrónico y software para poder enterarnos de su funcionamiento. Se procede a usar el software de SolidWorks para digitalizar todo lo que analizamos de la CPF logrando terminar con los renderizados y poder hacer un video explicativo de su proceso. El video es el método observativo por parte del usuario que busca su comprensión y entendimiento, además se le entrega una infografía sencilla de analizar como aprendizaje. Por último, la técnica empleada es un google drive creado por el estudiante con toda la información utilizada: piezas y ensambles, logo ACIV, video manual pedagógico, imágenes renderizadas de alta calidad, recursos de animación, planos CPF, ficha de usuario, infografía de uso y textos de información.

A continuación, se presenta la tabla con las fases del trabajo de investigación teniendo en cuenta cada uno de los objetivos:

Tabla 6. Fases del trabajo de investigación.

Objetivo Especifico	Fase	Descripción
Conceptualizar la propuesta de valor como preámbulo de las piezas, características y funciones para el sistema contador de peces.	Observación de la Counter Product Fish, conceptualización de todas sus piezas, características y su funcionamiento.	En esta fase, se encuentra ubicada la maquina contadora de peces en Tecno parque establecido en la Calle 48 #28-40 Nodo Bucaramanga. Se toman evidencias de fotos a cada una de las partes de la CPF, apuntes de las

		medidas e información sobre su funcionamiento.
Identificar las características técnicas y de uso como un sistema logístico para los diseños de los manuales.	Caracterización de cada una de las partes de la contadora de peces por medio de una herramienta virtual (SolidWorks) para el diseño de los manuales.	En esta fase, ya una vez se tiene apuntada y entendida la información del sistema CPF se procede a recurrir a lo aprendido en la materia dibujo asistido por computador (hacer uso del SolidWorks) para visualizar la maquina digitalmente y poder adjuntar sus renderizados en el diseño de los manuales.
Crear un manual técnico y de usuario con diagramas metodológicos para el sistema contador de peces de la empresa AC Ingeniería Virtual.	Ejecución del desarrollo de los manuales técnico y de usuario metodológicamente por medio de una ficha de usuario, infografía CPF, video manual pedagógico y manual técnico para la empresa AC Ingeniería Virtual.	En esta fase, ya con los diseños del software de SolidWorks se procede a hacer el documento formal con la información que brindo la empresa sobre el sistema contador de peces, se realiza la ficha de usuario y la infografía por medio del programa canva. Por último, el video del

		<p>manual pedagógico y de fácil entendimiento sobre el uso de la CPF se usan programas de edición vinculados a la familia Adobe (After effects, Premier pro, Animate, Photoshop) por medio de una cuenta brindada por la empresa AC Ingeniería Virtual.</p>
<p>Validar el manual técnico y de uso del sistema contador de peces con el trabajador como resultado final del proyecto para lograr fortalecer su aprendizaje sobre la máquina.</p>	<p>Autenticación con el empresario sobre los manuales del sistema contador de peces para fortalecer al usuario el aprendizaje sobre la máquina CPF.</p>	<p>La última fase, se le hace entrega al Ingeniero Helver Crispiniano Alvarez Castro: ficha de usuario, manual de uso (infografía), manual técnico y video pedagógico sobre el funcionamiento de la contadora de peces.</p>

Fuente: (Fernández Arias, Fases del trabajo de investigación, 2022)

4. DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO

4.1. Conceptualización de la propuesta de valor como preámbulo de las piezas de la contadora de peces de la empresa ACIV de Bucaramanga.

Partiendo del modelo canvas, la propuesta de valor añadida que se le entrega al cliente con el sistema CPF es una tecnología de última generación que optimiza los procesos logrando resolver los problemas de tiempos en el conteo de la trucha, gracias a la ayuda del machine learning las empresas se convierten en líderes ingeniería 4.0 frente a su competencia. La primera impresión del sistema CPF es que se trataba de una máquina de buen tamaño sostenida por cuatro soportes de los cuales los dos superiores debían estar aproximadamente a 50 cm del piso mientras los inferiores estaban a 10 cm, esa ubicación es para que la máquina pueda tener un grado de inclinación para cuando los peces se dispongan a pasar por ella no tengan ninguna obstrucción. A continuación, en la figura 21 se muestran pruebas de los soportes:

Figura 21. Soportes del sistema CPF en la empresa ACIV.



Fuente: Fotos tomadas por el estudiante 03/10/2021.

Ahora sí, la contadora de peces de la empresa ACIV cuenta con hardware físico, hardware electrónico y software. Se debe mencionar que el sistema cuenta con unas agarraderas para facilitar el proceso de transporte, canal de entrada de los peces, canal interno de flujo, carcasa, puerta de vista superior del canal interno, visualizador digital y canal de salida. En la figura 22 se evidencia fotos de estas partes principales:

Figura 22. Hardware Físico del sistema CPF en la empresa ACIV.



Fuente: Fotos tomadas por el estudiante 03/10/2021

En cuanto al desglose de los elementos electrónicos, los ingenieros electrónicos Oscar y William de la empresa ACIV informan que cuenta el sistema CPF con: procesador Nvidia Jetson Nano, pantalla 7 INCH Capacitive Touchscreen, cámara Logitech HD 1080p C920, cable HDMI y cables USB. Todas estas partes se encuentran protegidas por una gran carcasa, en la figura 23 se muestra la imagen real de esta carcasa del hardware electrónico con su respectiva agarradera:

Figura 23. Carcasa del hardware electrónico en la empresa ACIV.

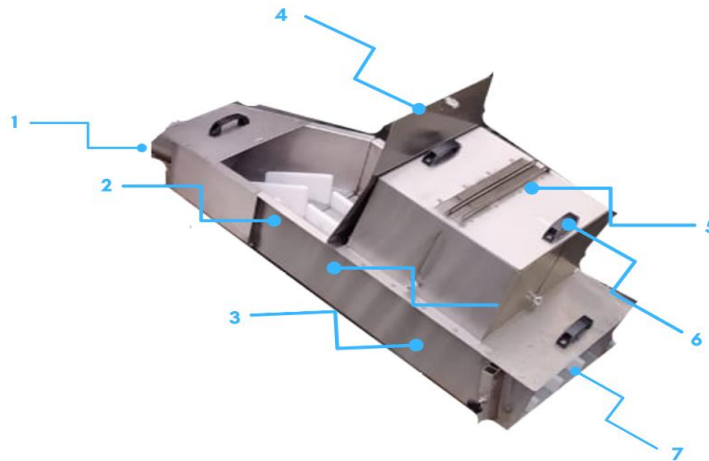


Fuente: Fotos tomadas por el estudiante 03/10/2021.

4.2. Características y funciones de la contadora de peces de la empresa ACIV de Bucaramanga.

El Counter Product Fish (CPF) es un sistema diseñado para el conteo de los peces, en este caso la trucha, que pertenece a la familia de los salmónidos. La solución global planteada por AC INGENIERIA VIRTUAL SAS, está basada en nuevas tecnologías de ingeniería 4.0, las cuales tienen como corazón o sistema principal la visión e inteligencia artificial para el conteo y reconocimiento de los peces; este sistema con tecnología Machine Learning tiene la capacidad de mejorarse u optimizarse a medida que aumenta la cantidad de imágenes o conteos realizados. En la imagen 24 se observa la descripción global de la contadora de peces, todas las partes electrónicas están selladas, fácilmente extraíbles y reemplazables por el usuario.

Figura 24. Visión global de las partes del sistema CPF.



Fuente: (AC Ingenieria Virtual, 2021)

1. Canal de entrada de peces: Es el canal de ingreso de la trucha por medio de un embudo que se ajusta a este canal y una bomba de agua para que ingrese agua al sistema haciendo que la trucha se deslice sin ningún problema.
2. Canal interno de flujo de los peces: Es el canal donde la trucha tiene su primer contacto con el sistema CPF.
Nota: Es el canal donde hay más probabilidades de estancamiento.
3. Carcasa en acero inoxidable: Es la protección del sistema CPF.
4. Puerta de vista superior del canal interno: Es la puerta que se destapa para ver el canal interno de flujo para que no ocurra ninguna obstrucción de los peces.
5. Visualizador Digital: Es donde se observa el conteo de todos los peces y está conectado al hardware electrónico.
6. Empuñadura de transporte: Es el agarre de desplazamiento al estanque.
7. Canal de salida del contador: Es el canal donde los peces salen del sistema y caen directamente al estanque correspondiente.

4.3. Alcance del análisis de la información.

Para el diseño de la máquina se adapta un campo de visión amplio sobre la superficie donde circulan los peces requiriendo una inclinación que nos garantice una velocidad constante del pez y acorde a la información analizada de la contadora de peces, se delimita a una altura variable dependiendo de las condiciones del estanque:

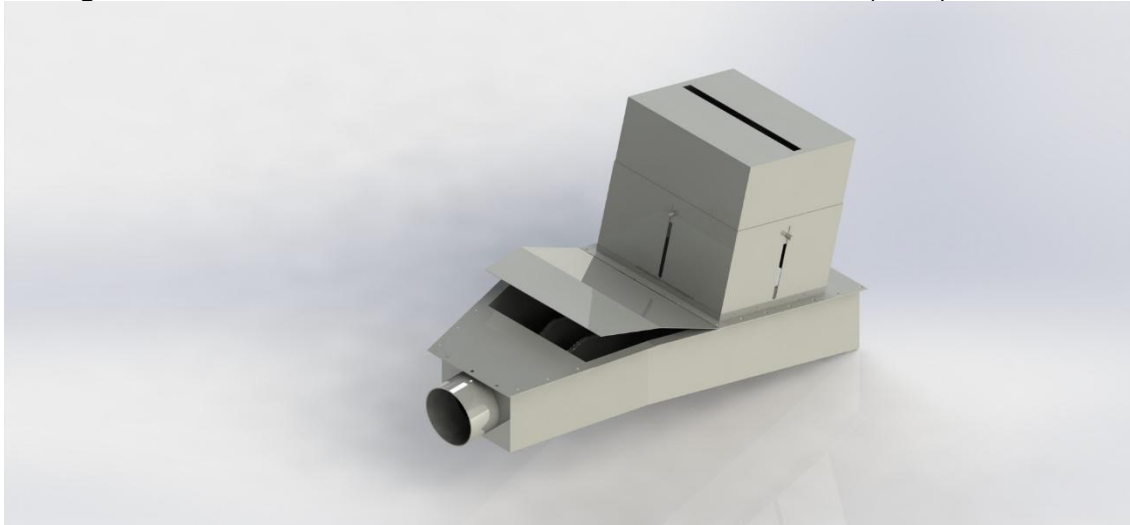
- Estanque menor a 50 cm se debe disminuir la altura de los soportes.
- Estanque igual a 50 cm se mantendrá igual la altura de los soportes.
- Estanque mayor a 50 cm se debe aumentar la altura de los soportes.

Nota: El sistema contador de peces tiene una altura máxima en sus soportes de 90 cm.

4.4. Digitalización del sistema contador de peces como un sistema logístico para el diseño de los manuales.

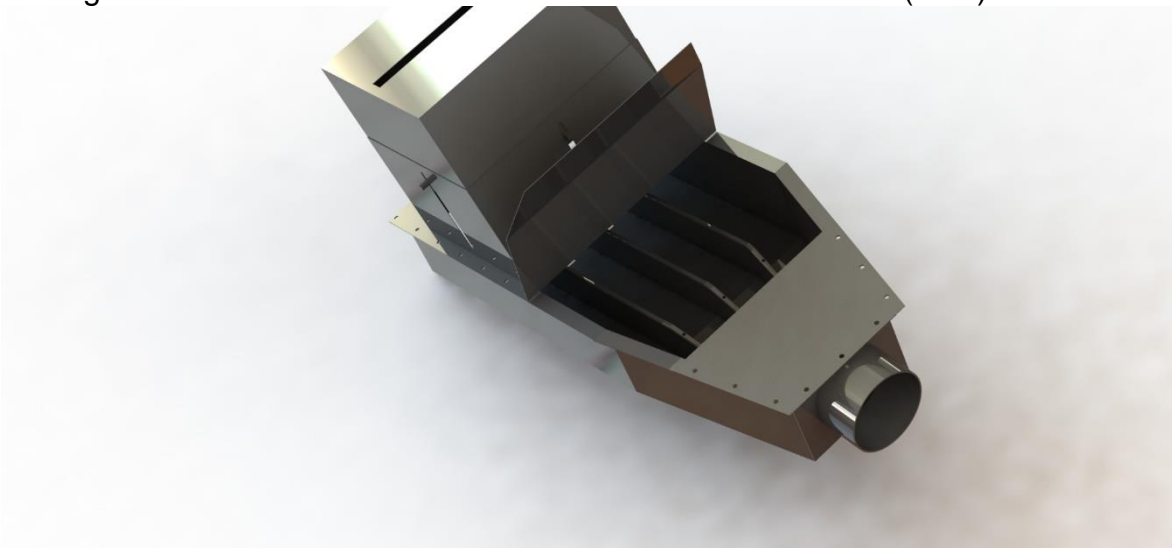
La digitalización del sistema contador de peces es lograr observarlo por medio de un software virtual de diseño de máquinas, en este caso el software elegido es SolidWorks. SolidWorks es un software aprendido en el sexto semestre de la tecnología en producción industrial y totalmente habilitado para emplear el conocimiento en el diseño del sistema CPF, el software arroja como resultado los siguientes renderizados en cada una de sus diferentes vistas del sistema contador de peces de la empresa ACIV como un sistema logístico para posteriormente usarlos para la explicación de los manuales:

Figura 25. Vista Tridimensional del Counter Product Fish (CPF) de ACIV.



Fuente: (SOLIDWORKS, 2021)

Figura 26. Vista Canales Internos del Counter Product Fish (CPF) de ACIV.



Fuente: (SOLIDWORKS, 2021)

Figura 27. Vista Frontal del Counter Product Fish (CPF) de ACIV.



Fuente: (SOLIDWORKS, 2021)

Figura 28. Vista Trasera del Counter Product Fish (CPF) de ACIV.



Fuente: (SOLIDWORKS, 2021)

Figura 29. Vista Superior del Counter Product Fish (CPF) de ACIV.



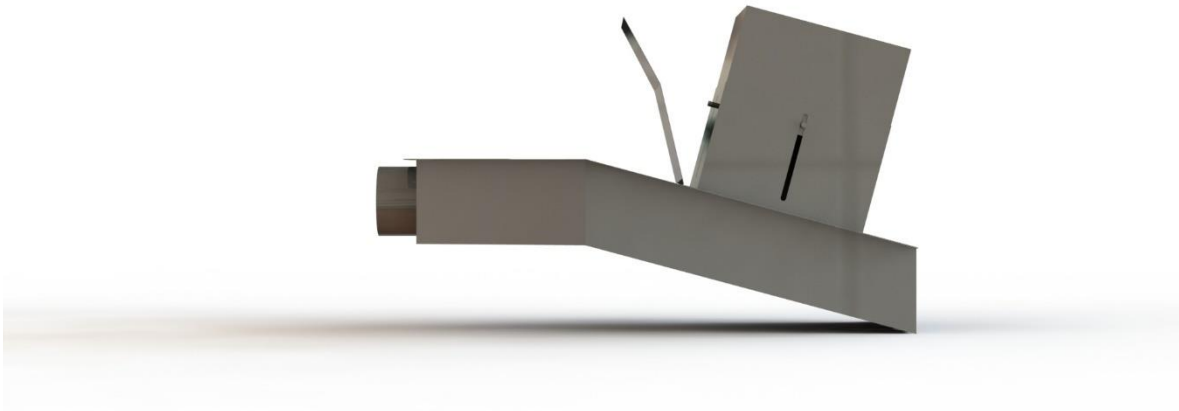
Fuente: (SOLIDWORKS, 2021)

Figura 30. Vista Inferior del Counter Product Fish (CPF) de ACIV.



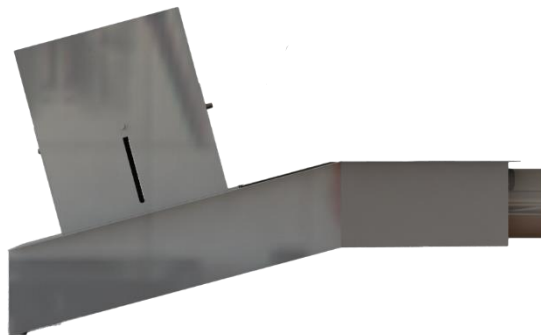
Fuente: (SOLIDWORKS, 2021)

Figura 31. Vista Lateral Derecha del Counter Product Fish (CPF) de ACIV.



Fuente: (SOLIDWORKS, 2021)

Figura 32. Vista Lateral Izquierda del Counter Product Fish (CPF) de ACIV.



Fuente: (SOLIDWORKS, 2021)

4.5. Documentación de los manuales de usuario y técnico para la empresa ACIV.

Ejecutando los objetivos, ya una vez tengo los diseños virtuales del sistema contador de peces realizo formalmente la documentación en el formato de la empresa AC Ingeniería Virtual que se encuentra en el apéndice A del proyecto. Este manual se ejecuta con la siguiente estructura:

4.5.1. Hardware Físico.

El hardware físico son todos los componentes tangibles del sistema contador de peces y se usan en conjuntos estos componentes para el funcionamiento de la máquina. Este término proviene su etimología del inglés, donde “hard” significa “duro” y “ware”, “cosas” (Moes, 2018), por lo que se podría definir literalmente como “las partes duras” o un poco más entendible como todas las partes físicas que componen la contadora de peces. Y se distinguen dos tipos:

Hardware Interno: Son todas las partes que se encuentran dentro de la carcasa de acero inoxidable más específicamente donde está el visualizador digital y pertenecen a esto:

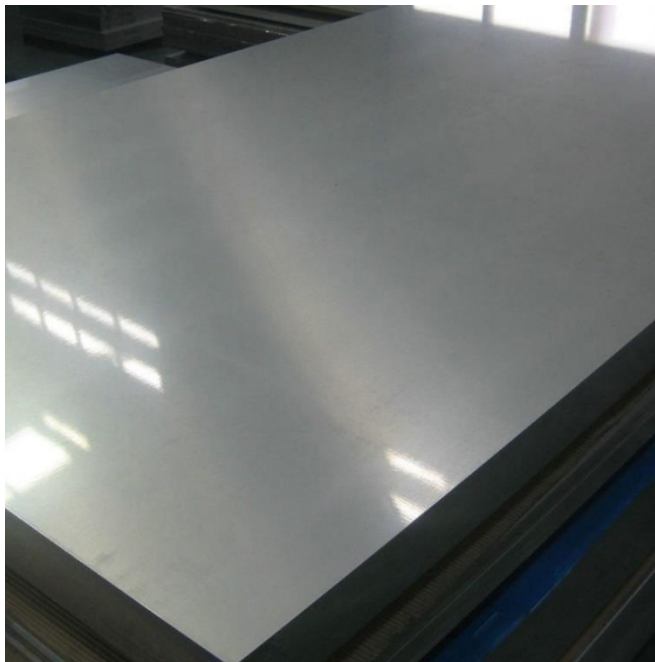
- ❖ Procesador Nvidia Jetson Nano
- ❖ Pantalla 7 INCH Capacitive Touchscreen.
- ❖ Cámara Logitech HD 1080p C920.
- ❖ Cable HDMI y USB.
- ❖ Regleta Eléctrica.

Nota: Se especificarán con mayor detalle en la sección 4.5.2 Hardware Electrónico.

Hardware Periférico o Externo: Son todas las piezas que se encuentran en contacto con el ambiente, el material de nuestro hardware periférico es el:

- ✓ Acero Inoxidable: El acero inoxidable son aleaciones de carbono, cromo y hierro que se le pueden añadir más materiales para una mejor resistencia, especialmente de níquel. El nombre de inoxidable es cuando se le agrega el cromo en estos aceros ya que actúa con el contacto del aire creando una capa de óxido muy resistente y densa que aísla la máquina contadora de agentes corrosivos (Ulbrinox, 2020).

Figura 33. Acero Inoxidable utilizado para la maquina CPF.

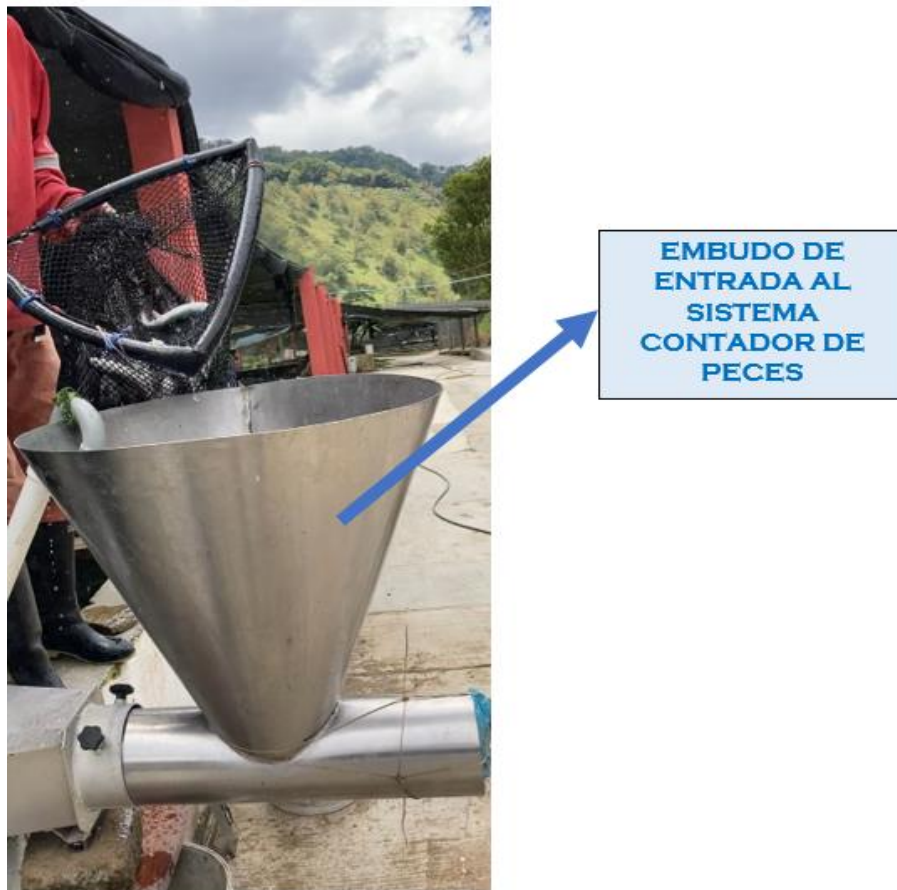


Fuente: (IMPORINOX, 2019)

En este Hardware periférico cada una de sus partes físicas que componen el sistema son importantes y se encuentra diseñadas para el funcionamiento de la CPF. Todo lo que se puede tocar/ver representa este Hardware y son las siguientes partes:

- ✓ Canal de entrada: El canal de entrada a la contadora (CPF) se encuentra diseñado de forma circular para que se pueda conectar a un embudo donde el trabajador procede a ingresar los peces, como se evidencia en la figura 34:

Figura 34. Canal de entrada de la CPF.



Fuente: Imagen tomada en la visita a la truchera San Isidro, 2/10/2021.

La pieza base se diseñó con las siguientes medidas:

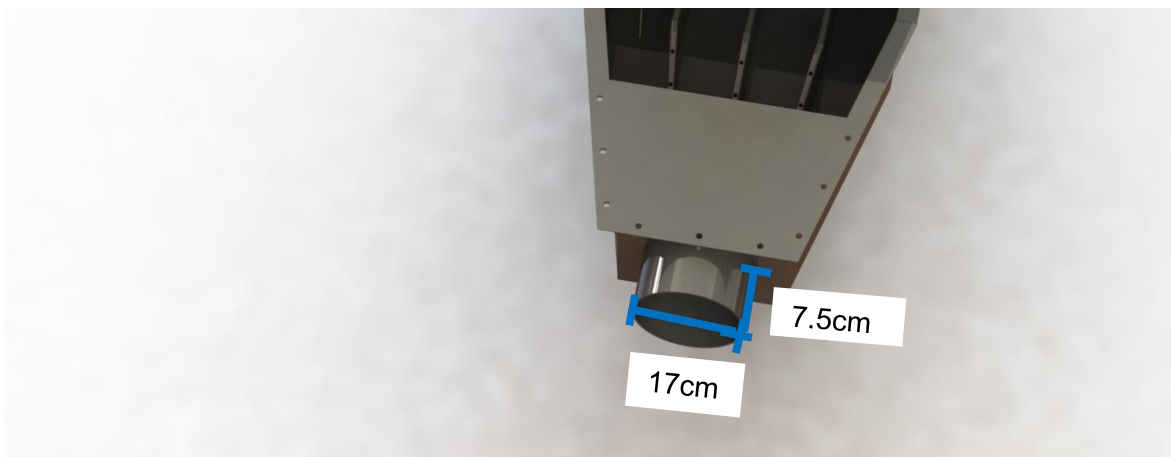
Tabla 7. Datos del canal de entrada de la CPF de ACIV.

Canal de Entrada (CPF)	
Diámetro	17cm
Longitud	7,5cm
Espesor	0,5cm
Material	Acero Inoxidable
Nota: Es importante tener en cuenta la utilización de tecnologías virtuales para no tener un margen de error ya que estos programas nos muestran un prototipo ensamblado eficientemente.	

Fuente: (AC Ingenieria Virtual, 2021)

Obteniendo como resultado un diseño en SolidWorks de la entrada a la contadora de peces con las medidas otorgadas en la Tabla 7 y evidenciadas en la Figura 35.

Figura 35. Medidas en vista superior de la entrada a la CPF de ACIV.



Fuente: (SOLIDWORKS, 2021)

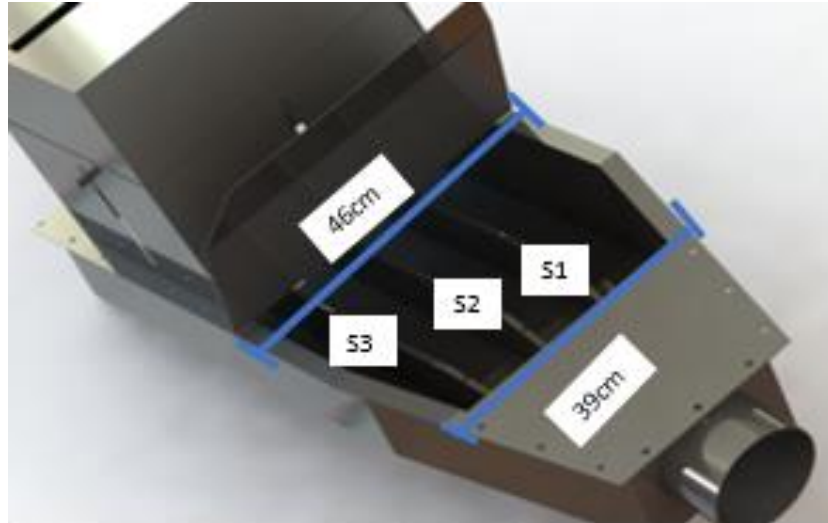
- ✓ Canal Interno de Flujo: El canal interno de flujo de la contadora (CPF) está dividido en 4 vías que lo que buscan es que los peces pasen uno por uno en el visualizador digital evitando de esta forma errores en el conteo. La pieza se diseñó con las siguientes medidas:

Tabla 8. Datos canal interno de flujo de la CPF de ACIV.

Canal interno de flujo (CPF)	
Ancho inicial	39cm
Ancho final	46cm
Espesor	0,5cm
Separadores	3
Canales	4
Espesor Separadores	0,8cm
Longitud Inicial Separadores	10cm
Longitud Final Separadores	52cm
Altura Separadores	9cm
Distancia Canales Laterales	10,8cm
Distancia Canales Centrales	12,2cm
Material Separadores	Acrílico
Nota: Es importante tener en cuenta la utilización de tecnologías virtuales para no tener un margen de error ya que estos programas nos muestran un prototipo ensamblado eficientemente.	

Fuente: (AC Ingenieria Virtual, 2021)

Figura 36. Medidas en vista superior de la CPF de ACIV.



Fuente: (SOLIDWORKS, 2021)

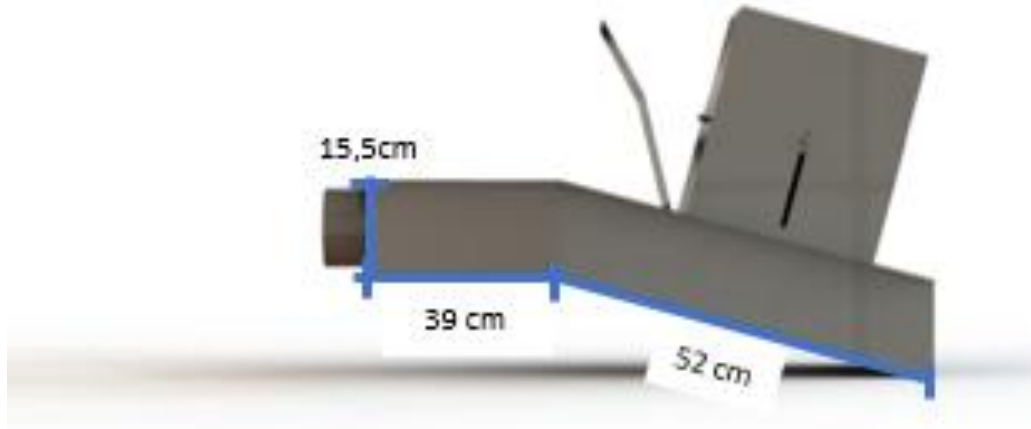
- ✓ Carcasa: La carcasa comprende toda la mayor parte de la maquina contadora de peces y vincula la inclinación que este debe tener para que no ocurra ninguna obstrucción por parte de los peces. La pieza se diseñó con las siguientes medidas:

Tabla 9. Datos de la carcasa del CPF de ACIV.

Carcasa (CPF)	
Longitud inicial	39cm
Angulo inclinación	45°
Longitud final	52cm
Altura	15,5cm
Material	Acero Inoxidable
Nota: Es importante tener en cuenta la utilización de tecnologías virtuales para no tener un margen de error ya que estos programas nos muestran un prototipo ensamblado eficientemente.	

Fuente: (AC Ingenieria Virtual, 2021)

Figura 37. Medidas en vista lateral periférica de la CPF de ACIV.



Fuente: (SOLIDWORKS, 2021)

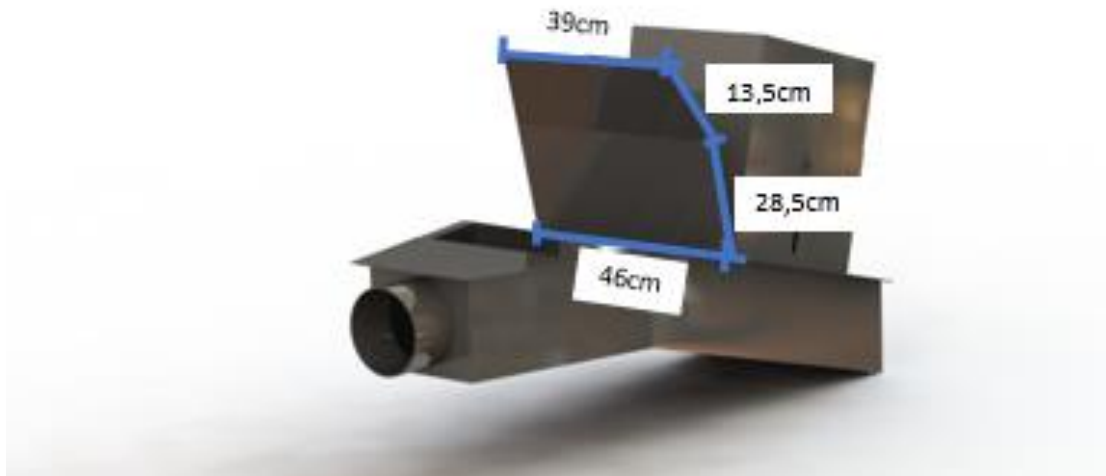
- ✓ Puerta de vista superior del canal interno: Para poder observar el flujo de los peces por la contadora se dispuso de una tapa movable sostenida de por dos bisagras en la parte superior de esta forma se puede abrir para evidenciar de manera oportuna alguna obstrucción entre los peces. La pieza se diseñó con las siguientes medidas:

Tabla 10. Datos de la puerta superior del CPF.

Puerta de vista superior del canal interno de la CPF	
Longitud 1	28,5cm
Longitud 2	13,5cm
Ancho 1	46cm
Ancho 2	39cm
Espesor	0,5cm
Material	Acero Inoxidable
Nota: Es importante tener en cuenta la utilización de tecnologías virtuales para no tener un margen de error ya que estos programas nos muestran un prototipo ensamblado eficientemente.	

Fuente: (AC Ingenieria Virtual, 2021)

Figura 38. Medidas en vista lateral frontal de la CPF de ACIV.



Fuente: (SOLIDWORKS, 2021)

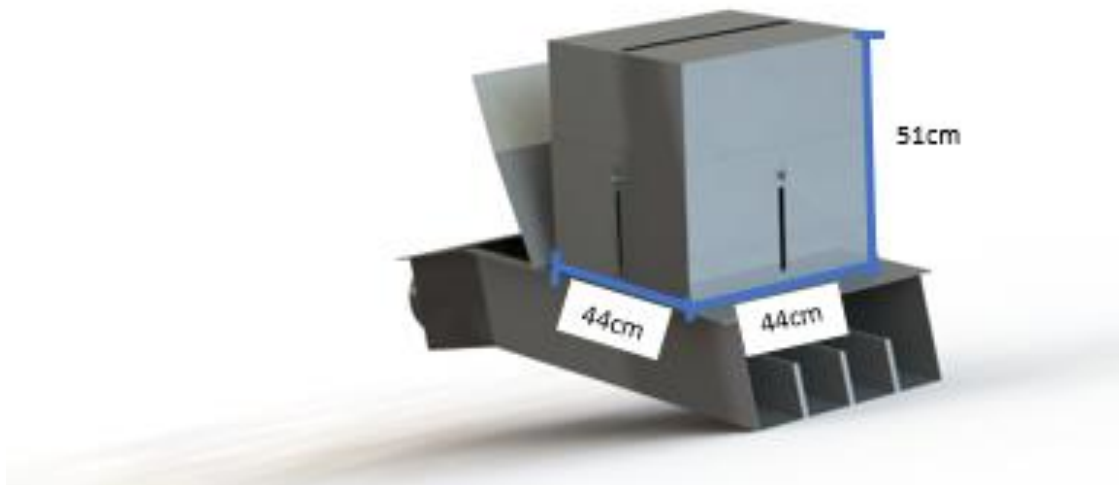
- ✓ Carcasa del Visualizador Digital: El Hardware electrónico necesita una protección para que el agua no entre y genere cortocircuito, para esto es creada la carcasa del visualizador digital que se diseñó con estas respectivas medidas:

Tabla 11. Datos de la carcasa del visualizador digital de la CPF de ACIV.

Carcasa del Visualizador Digital de la CPF	
Longitud	44cm
Ancho	44cm
Altura	51cm
Espesor	0,5cm
Material	Acero Inoxidable
Nota: Es importante tener en cuenta la utilización de tecnologías virtuales para no tener un margen de error ya que estos programas nos muestran un prototipo ensamblado eficientemente.	

Fuente: (AC Ingenieria Virtual, 2021)

Figura 39. Medidas en vista lateral posterior de la CPF de ACIV.



Fuente: (SOLIDWORKS, 2021)

- ✓ Empuñadura de transporte: El sistema contador de peces necesita un constante movimiento desde la zona donde se guarda hasta cada uno de los estanques, para esto se pusieron empuñaduras en la parte frontal y posterior como la siguiente:

Tabla 12. Datos de la empuñadura de transporte de la CPF de ACIV.

Empuñadura de transporte de la CPF	
Longitud	22cm
Ancho	6,5cm
Altura	7cm
Espesor	3cm
Material	Termoplástico
Tuercas	4
Tornillos	4

Fuente: (AC Ingeniería Virtual, 2021)

Figura 40. Empuñadura de transporte de la CPF de ACIV.



Fuente: Imagen tomada en la visita a ACIV en Tecnoparque, 6/12/2021.

- ✓ Canal de salida: En el canal de salida de la contadora (CPF) cuenta con las mismas 4 vías del canal interno de flujo por la que los peces se deslizaron después de haber pasado por la cámara digital y se disponen a caer de nuevo al estaque. La pieza se diseñó con las mismas medidas que el canal interno de flujo para que la maquina sea estética y simétrica:

Tabla 13. Datos del canal de salida de la CPF de ACIV.

Canal de salida (CPF)	
Longitud	44cm
Altura	15,5cm
Separadores	3
Canales	4
Espesor Separadores	0,8cm
Altura Separadores	9cm
Distancia Canales Laterales	10,8cm
Distancia Canales Centrales	12,2cm

Nota: Es importante tener en cuenta la utilización de tecnologías virtuales para no tener un margen de error ya que estos programas nos muestran un prototipo ensamblado eficientemente.

Fuente: (AC Ingenieria Virtual, 2021)

Figura 41. Medidas en vista posterior de la CPF de ACIV.



Fuente: (SOLIDWORKS, 2021)

4.5.2. Hardware Electrónico.

Dentro de la carcasa del visualizador digital se encuentra el hardware electrónico que está compuesto por:

4.5.2.1 Procesador Nvidia Jetson Nano

El procesador Nvidia Jetson Nano es un microcontrolador pequeño y poderoso que funciona como un computador permitiendo la aplicación de múltiples redes neuronales en paralelo para los sistemas de inteligencia artificial y procesa varios sensores de alta resolución simultáneamente. Su función principal es la clasificación de imágenes, detección de partes de los peces, segmentación y procesamiento del movimiento. Su vida útil es de más de 10 años siempre y cuando se proteja de

cualquier filtración de agua en la contadora de peces. En la figura 42 se muestra el procesador utilizado en el sistema CPF:

Figura 42. Procesador Nvidia Jetson Nano



Fuente: (NVIDIA, 2020)

En la tabla 14 se especifican las características:

Tabla 14. Características Procesador Nvidia Jetson Nano del sistema CPF.

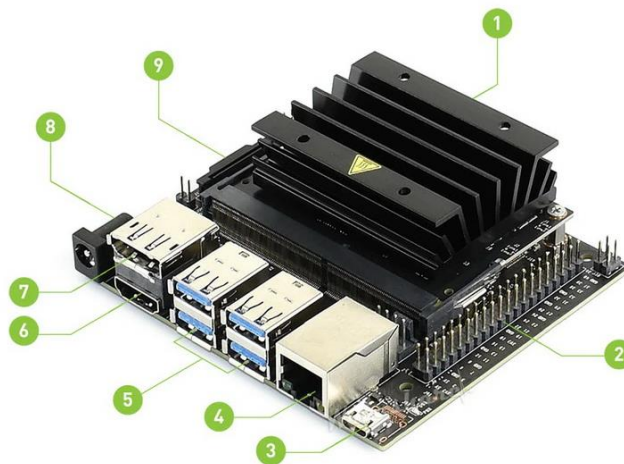
Procesador Nvidia Jetson Nano del sistema CPF	
GPU	128-core Maxwell™ GPU
CPU	quad-core ARM® Cortex®-CPU A57
Memoria	4GB 64 bits LPDDR4
Almacenamiento	ranura para tarjeta Micro SD (requiere una tarjeta TF externa de 16G como mínimo).
Video	Codificación 4K @ 30 (H.264/H.265) Decodificación 4K @ 60 (H.264/H.265)

Interfaces	<p>Ethernet: 10/100/1000BASE-T auto-negociación</p> <p>Cámara: 12-ch (3 o 4x4x2) MIPI CSI-2 DPHY 1,1 (1,5 Gbps)</p> <p>Pantalla: HDMI 2,0, DP (DisplayPort)</p> <p>USB: 4x USB 3,0, USB 2,0 (Micro USB)</p> <p>Otros: GPIO, I2C, I2S, SPI, UART</p>
Potencia	<p>Micro USB (5V 2A)</p> <p>Conector CC (5V 4a)</p>
Dimensiones	<p>Módulo central: 69,6mm x 45mm</p> <p>Kit completo: 100mm x 80mm x 29mm</p>
<p>Nota: Todo ya viene configurado por ACIV proporcionando su funcionamiento en el sistema CPF solo se debe tener en cuenta que por ningún motivo tenga contacto directo con el agua.</p>	

Fuente: (JETSON NANO, 2020)

En la figura 43 se especifican cada una de las partes del procesador Nvidia Jetson Nano:

Figura 43. Partes del Procesador Nvidia Jetson Nano.



Fuente: (NVIDIA, 2020)

- 1) Ranura para tarjeta Micro SD: Ahí se inserta una tarjeta TF de 16GB o más para almacenar y escribir la imagen del sistema principal.
- 2) Cabezal de expansión de 40 pines.
- 3) Puerto Micro USB: Para entrada de Alimentación de 5V o para transmisión de datos USB.
- 4) Puerto Gigabit Ethernet:10/100/1000Base-T auto-negociación.
- 5) 4 puertos USB 3,0.
- 6) Puerto de salida HDMI.
- 7) Conector DisplayPort.
- 8) Conector DC: Para entrada de energía de 5V.
- 9) Conector de cámara MIPI CSI.

4.5.2.2 Pantalla 7 INCH Capacitive Touchscreen.

Es un dispositivo para visualizar el software y tomar decisiones de control en el sistema de conteo de peces, cuenta con un mini panel HDMI y es tan pequeño que encaja a la perfección en la carcasa de la contadora de peces. La pantalla tiene 7 pulgadas de 1024x600 de resolución y se puede alimentar la pantalla a través de un puerto USB y por medio de un interruptor controlar la luz de fondo de la pantalla. En la figura 44 se muestra la pantalla utilizada en el sistema CPF:

Figura 44. Pantalla 7 INCH Capacite Touchscreen.



Fuente: (AMAZON, 2020)

Y las características se especifican en la tabla 15 del documento.

Tabla 15. Características Pantalla 7 INCH Capacitive Touchscreen del sistema CPF.

Pantalla 7 INCH Capacitive Touchscreen del sistema CPF.	
Pantalla	7 pulgadas
Resolución de hardware	800x480 pixeles
Resolución de software	1024x600 pixeles
Tactilidad	soporte máximo de 5 puntos táctiles
Luz	Admite solo el control de la luz de fondo, la luz de fondo se puede apagar para ahorrar energía
Compatibilidad	Admite Raspberry Pi, BB Black, Banana Pi y otras mini PC convencionales
Monitor	Se puede conectar un Mini panel HDMI
Sistema	Admite el sistema WIN7, WIN8, WIN10 (XP y versiones anteriores del sistema suelen generar inconvenientes)
Certificación	RoHS
Área	153.84x85.63 mm
Dimensiones	164.9x124.27 mm
Disipación de energía:	0.74A * 5V
Nota: ACIV entrega la contadora de peces con todos sus dispositivos conectado, solo NO debe tener por ningún motivo contacto con el agua.	

Fuente: (VISTRONICA, 2020)

4.5.2.3 Cámara Logitech HD 1080p C920.

Es un dispositivo que ofrece video a máxima resolución para la toma de imágenes de los peces para realizar su respectivo procesamiento y detección en la contadora, es una cámara ultima en tecnología ya que procesa 1080p a 30 fps increíblemente nítido y detallado todo lo que capte en un campo visual de 78°. Tiene un lente de cristal Full HD con corrección de iluminación automática ajustándose con precisión y fluidez para ofrecer definición consistente. En la figura 45 se muestra la cámara usada en el sistema CPF.

Figura 45. Cámara Logitech HD 1080p C920.



Fuente: (LOGITECH, 2020)

Y las características se especifican en la tabla 16 del proyecto.

Tabla 16. Características Cámara Logitech HD 1080p C920 del sistema CPF.

Cámara Logitech HD 1080p C920 del sistema CPF.	
Resolución	720p a 30 fps o 1080p a 30 fps
Cámara mega pixel	3
Tipo de enfoque	Automático
Tipo de lente	Cristal
Micrófono integrado	Estéreo
Radio de micrófono	Hasta 1m
Campo visual diagonal (dFoV)	78°
Compatibilidad	Windows® 7 o posterior macOS 10.10 o posterior Chrome OS™ Puerto USB-A
Altura	43,3mm
Ancho	94mm
Profundidad	71mm
Longitud del cable	1,5m
Peso	162 gr
Nota: La compañía Logitech proporciona dos años de garantía y una vida útil de aproximadamente 10 años por si se llega a dañar en el sistema CPF creado por ACIV.	

Fuente: (LOGITECH, 2020)

4.5.2.4 Cable HDMI

El cable HDMI es el encargado de llevar la información del procesador Nvidia Jetson Nano a la Pantalla 7 INCH Capacite Touchscreen en alta velocidad, el modelo es HDMM150CM y tiene una longitud de 1,5 metros para una adecuada conexión. Este cable HDMI es de alta calidad y soporta unas resoluciones de 1080 p+ con hasta 120 Hz de frecuencia de barrido mostrando colores reales. En la figura 46 se muestra el cable HDMI:

Figura 46. Cable HDMI.



Fuente: (AMAZON, 2020)

Startech son los expertos diseñadores de los cables HDMI a fin de garantizar su alta calidad y rendimiento de alta definición, combina video de banda ancha y audio digital multicanal, así como una resolución de imagen de calidad impecable. A continuación, en la tabla 17 se especifican las características.

Tabla 17. Características Cable HDMI del sistema CPF.

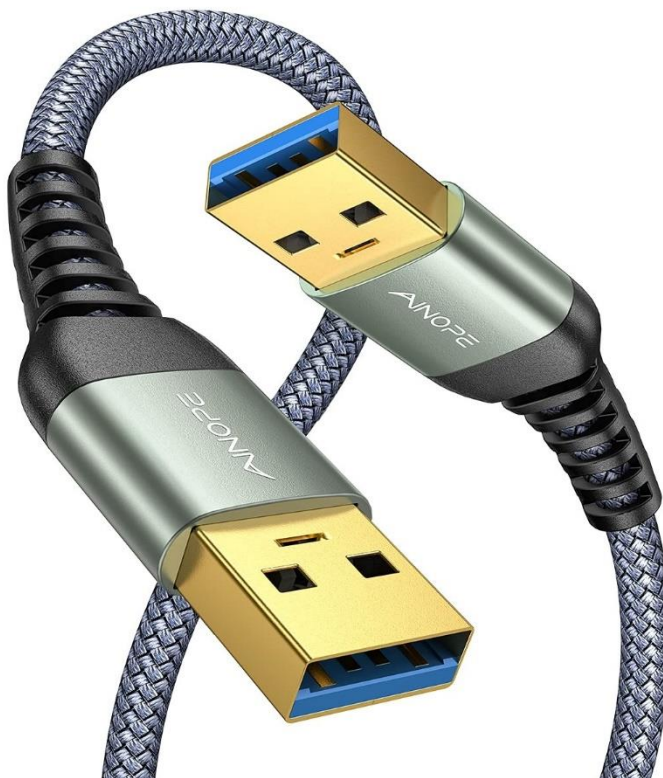
Cable HDMI del sistema CPF.	
Longitud	1.5 m [4.9 ft]
Ancho	21.0 mm [0.8 in]
Altura	1.2 cm [0.5 in]
Peso	107.9 g [3.8 oz]
Color	Black
Conectores	Conector A: HDMI (19 pin) Conector B: HDMI (19 pin)
Estilo de conector	Straight
Calibre de conector	28 AWG
Hardware	Revestimiento del Conector: Gold Jacket: PVC - Polyvinyl Chloride Blindado: Aluminum-Mylar Foil with Braid
Resolución	4K x 2K @ 30 Hz
Requisitos ambientales	Temperatura Operativa: 0°C to 50°C (32°F to 122°F) Temperatura de Almacenamiento: -20°C to 70°C (-4°F to 158°F) Humedad: 60% at 25°C
Nota: Para ajustarse a las exigencias de los dispositivos de alta definición del futuro el cable puede soportar resoluciones de imagen de hasta 4 k x 2 k sin contacto con el agua.	

Fuente: (STARTECH, 2020)

4.5.2.5 Cables USB

El cable USB es el encargado de transferir los datos entre la Cámara Logitech HD 1080p C920 a el procesador Nvidia Jetson Nano. En la figura 47 se muestra los cables USB utilizados.

Figura 47. Cable USB.



Fuente: (AMAZON, 2021)

El cable USB es con puerto USB 3.0 tipo A y tiene alta compatibilidad para conectar con la Jetson Nano, ordenador portátil, Smart TV, USB en coche, reproductor de DVD, hub USB 3.0, monitor, cámara, Wacom, unidad Blue-ray, caja de disco duro externo de 2,5 pulgadas con puerto tipo A y la mayoría de discos

duros externos USB 3.0 con puerto tipo A para una transferencia rápida de archivos. La velocidad de transferencia de datos es de hasta 5 Gbps que es 10 veces más rápido más rápido que los otros cables USB pudiendo transferir archivos grandes en cuestión de segundos con una claridad de señal óptima, su diseño es de cobre que su función es la de proteger contra la corrosión y prolongar la vida útil del cable (AMAZON, 2021). Las especificaciones del producto usado en la contadora de peces se muestran en la tabla 18 del proyecto.

Tabla 18. Características Cable USB del sistema CPF.

Cable USB del sistema CPF.	
Longitud	6,6 ft
Color	Gris
Marca	AINOPE
Genero del conector	Male to male
Compatibilidad	Procesador Nvidia Jetson Nano
Tipo de cable	USB
Tipo de conector	USB 3.0
Velocidad de transferencia de datos	5.0 gbs por segundo.
Nota: El género del conector (male to male) ayuda a proporcionar suficiente energía al procesador.	

Fuente: (AMAZON, 2021)

4.5.2.6 Regleta Eléctrica Multitoma

Es un dispositivo eléctrico usado por la empresa para conectar varios aparatos eléctricos de corriente alterna en un mismo enchufe, esta regleta tiene un interruptor para apagar o encender el paso de la electricidad funcionando como fuente de alimentación de la contadora de peces. En la figura 48 se muestra la regleta eléctrica a la que se le conectan la Jetson, la pantalla y la cámara.

Figura 48. Regleta eléctrica Multitoma del sistema CPF.



Fuente: (HOMECENTER, 2020)

Las características de la regleta eléctrica se especifican en la tabla 19.

Tabla 19. Características de la regleta eléctrica del sistema CPF.

Regleta eléctrica del sistema CPF	
Material	Plástico ABS + PVC
Potencia	1875 Watts
Número de salidas	6
Color	Blanco
Conectividad	Alámbrica
Corriente	15 Amperios
Largo del cable	50cm
Energía Máxima	90 Julios
Voltaje	125 Voltios
Calibre del cable	14/3 SJT
Nota: La máxima corriente eléctrica soportada es de 4500 mA y por ningún motivo debe tener contacto con el agua.	

Fuente: (HOMECENTER, 2020)

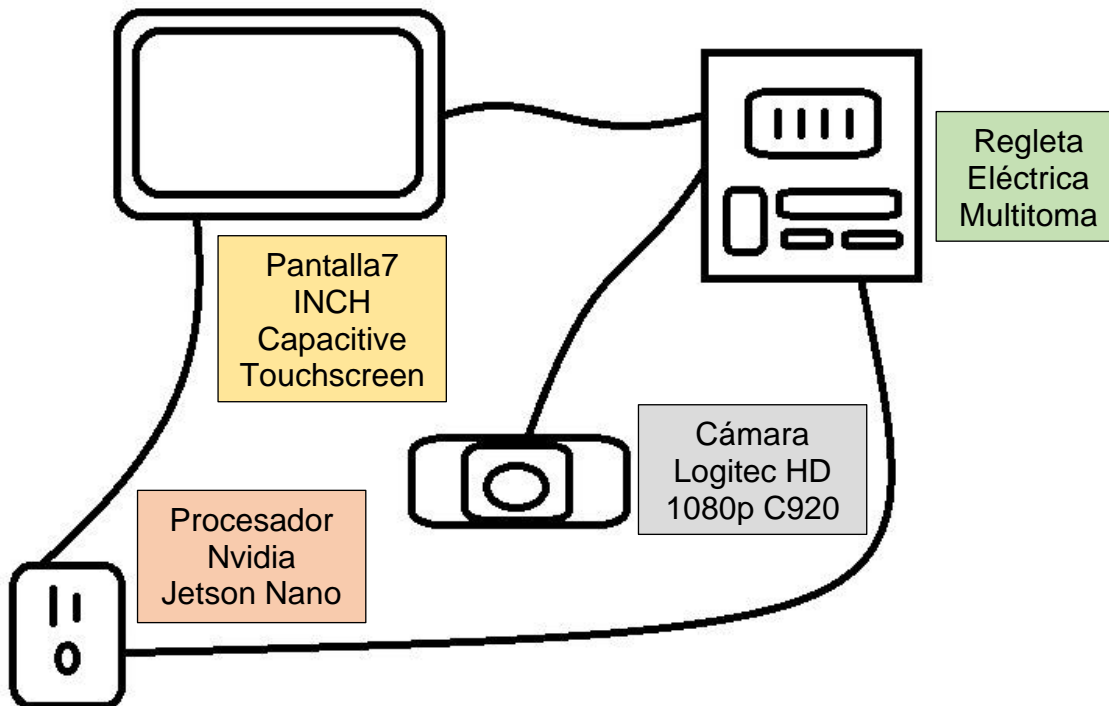
4.5.3. Conexiones eléctricas de la contadora de peces.

El sistema Counter Product Fish (CPF) funciona gracias a las siguientes conexiones que hicieron los ingenieros eléctricos de la empresa AC Ingeniería Virtual:

- ❖ La pantalla 7 INCH Capacitive Touchscreen está conectada a la alimentación (regleta eléctrica) y la Jetson.
- ❖ El procesador Nvidia Jetson Nano está conectado a la cámara Logitech HD 1080p C920 y a la alimentación (regleta eléctrica).

Para un mejor entendimiento se diseñó la figura 49 en donde se muestran las respectivas conexiones de la contadora de peces.

Figura 49. Conexiones eléctricas del sistema CPF.



Fuente: Imagen creada por el Ingeniero Oscar Olejua de AC Ingeniería Virtual.

4.5.4. Creación de la ficha de usuario de la contadora de peces en el formato de la empresa ACIV.

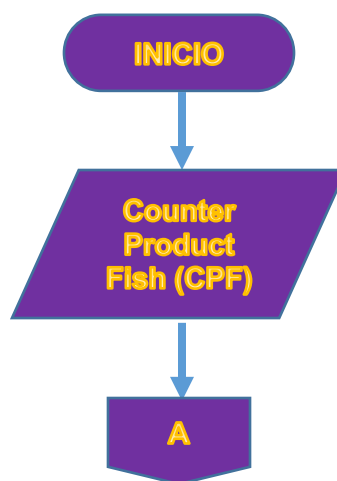
Cumpliendo con los objetivos, ya una vez explicado todo el sistema Counter Product Fish (CPF) accedí a la aplicación de CANVA para realizar la ficha de usuario con logo de la empresa ACIV. Debo recalcar que CANVA es una aplicación virtual y gratuita para que cualquier persona haga su uso.

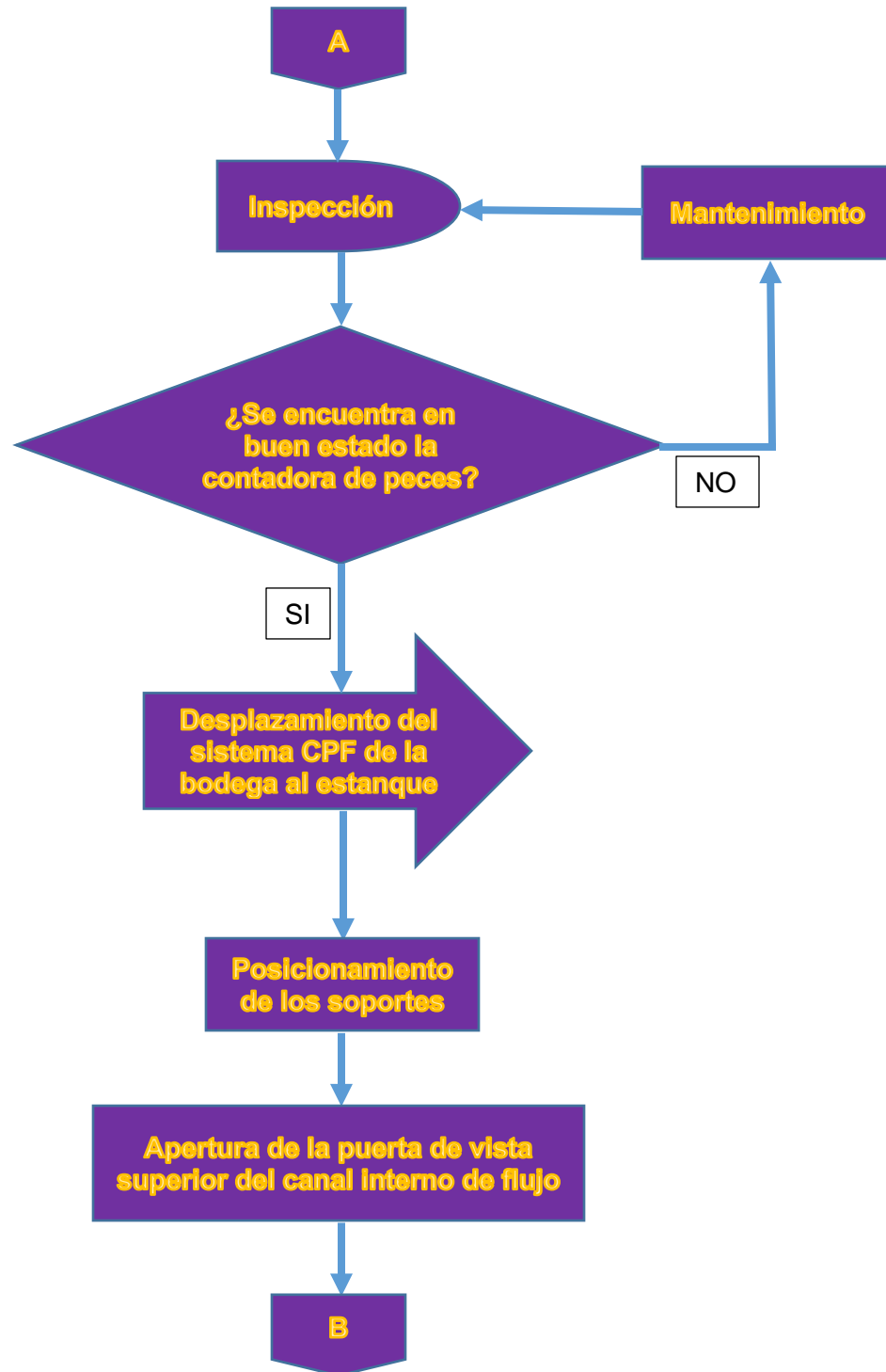
En el Apéndice B adjunto la ficha de usuario en formato PDF.

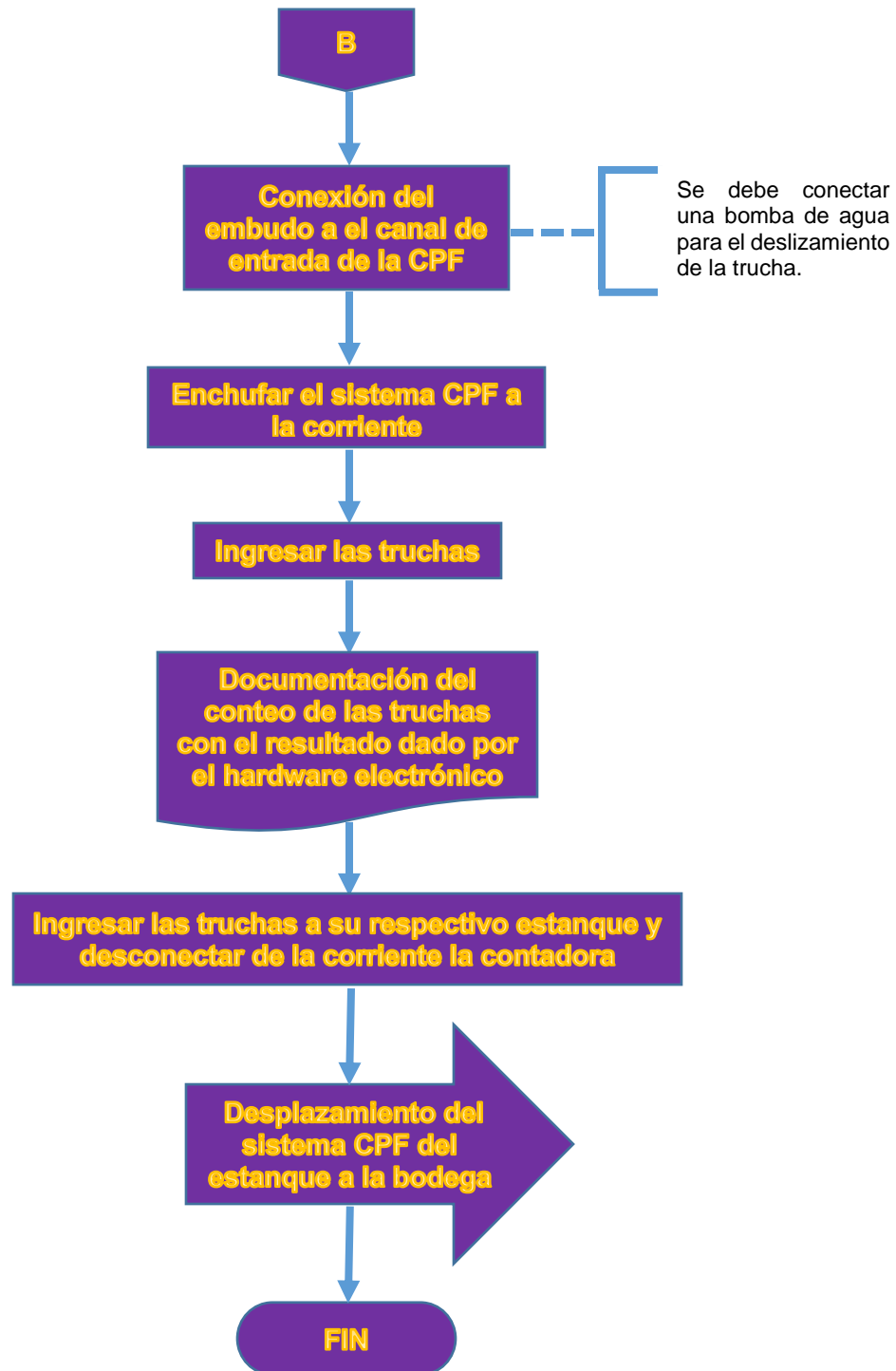
4.5.5. Creación de la infografía del manual de usuario de la contadora de peces en el formato de la empresa ACIV.

Recopilando la información, para la creación del manual de usuario se realizó el siguiente diagrama de flujo del sistema Counter Product Fish (Ver figura 50):

Figura 50. Diagrama de flujo del sistema CPF.













Siguiendo el protocolo de objetivos, en la misma aplicación de CANVA en el que se desarrolló la ficha de usuario se procedió a realizar el manual de uso como un paso a paso de lo que se debe hacer con la contadora de peces al momento de uso. Este manual va dirigido especialmente para aquella persona que se encargaba antiguamente de contar peces manualmente.

En el Apéndice C adjunto la infografía del manual de usuario en formato PDF.

4.5.6. Creación de video como manual pedagógico del funcionamiento de la contadora de peces de la empresa ACIV.

En esta parte se recurrió a aplicaciones que necesitan licencias para su uso, pero la empresa ACIV otorgo una cuenta de Adobe que componen varios programas indispensables para la creación del video. Entre los softwares principales se utilizaron After effects, Premier pro, Animate y Photoshop.

El autor del proyecto creó un google drive donde se guarda el almacenamiento de la Counter Product Fish (CPF) en Adobe After Effects, ejecutado en Adobe Premier Pro y los recursos usados en Animate y Photoshop, que son:

-  Música: La música usada en el video se llama Voyeur Jingle Punks No Copyright.
-  Croma de los peces.
-  Croma del lago.
-  Croma de la cascada.
-  Croma de un contador.
-  Ensamblado en cinema 4d.

Nota: El video se encuentra subido en Youtube y en el apéndice D del trabajo.

4.6. Autenticación del manual técnico y de uso del sistema contador de peces con el empresario como parte final del trabajo.

Se entrega al ingeniero Helver Crispiniano Alvarez Castro: ficha de usuario, manual de uso (infografía), manual técnico y video pedagógico sobre el funcionamiento de la contadora de peces. Todo esto con el fin de que la empresa ACIV cuando entregue finalmente su máquina contadora de peces a Pezcasta en Risaralda, adjunte toda esta información para que el trabajador que la vaya a emplear tenga el más efectivo aprendizaje.

5. RESULTADOS

5.1. Ficha de usuario

La ficha de usuario cuenta con la portada mostrada en la figura 51 del informe:

Figura 51. Portada ficha de Usuario.



Fuente: Autor.

Seguidamente de una información corta y precisa que se brinda al usuario sobre la contadora de peces que se presenta en la figura 52:

Figura 52. Fish Counter Description.

FISH COUNTER DESCRIPTION

COUNTER PRODUCT FISH (CPF) es un sistema diseñado para el conteo de los peces, en este caso la trucha, que pertenece a la familia de los salmónidos. Este sistema cuenta con un canal de entrada de la trucha, canal interno de flujo, un canal de salida y una cámara de visión artificial en la parte superior del canal interno de flujo.



1. Canal de entrada de peces
2. Canal interno de flujo de los peces
3. Carcasa en acero inoxidable
4. Puerta de vista superior del canal interno
5. Visualizador Digital
6. Empuñadura de transporte
7. Canal de salida del contador

AC INGENIERIA VIRTUAL
 Nit: 900535335-3
 Calle 11 # 29 - 47 Apto 201, Bucaramanga - Colombia
 E-mail: acingenieriavirtual@hotmail.com; helver.alvarez@hotmail.com

 @ActingenieriaVirtual
 @ActingenieriaVirtual

Fuente: Autor.

Por último y no menos importante se le cuenta al usuario la solución que ofrece AC Ingeniería Virtual con la maquina contadora de peces (Ver figura 53).

Figura 53. Solución Global de ACIV.



The infographic features a dark blue background with a light blue speech bubble in the center containing the AC logo and the text 'Ingeniería Virtual'. To the left, there is a light blue circle with yellow dots and a line-art fish. To the right, there are several line-art fish and a green seaweed-like plant at the bottom right. A large light blue text box in the center contains the following text:

La solución global planteada por AC INGENIERIA VIRTUAL SAS, está basada en nuevas tecnologías de ingeniería 4.0, las cuales tienen como corazón o sistema principal la visión e inteligencia artificial para el conteo y reconocimiento de los peces; este sistema con tecnología Machine Learning tiene la capacidad de mejorarse u optimizarse a medida que aumenta la cantidad de imágenes o conteos realizados.

At the bottom left, contact information is provided:

AC INGENIERIA VIRTUAL
Nit: 900535335-3
Calle 11 # 29 - 47 Apto 201, Bucaramanga - Colombia
E-mail: acingenieriavirtual@hotmail.com; helver.alvarez@hotmail.com

At the bottom right, social media handles are listed:

 @AcIngenieriaVirtual
 @AcIngenieriaVirtual

Fuente: Autor.

5.2. Manual de Uso

Se logró definir el manual de uso en nueve simples pasos, en los cuales quedo dividido en dos caras para entregar al empleado como un folleto y de esta forma sea sencillo de entenderse. En la cara principal se muestran los primeros cinco pasos (Ver figura 54).

Figura 54. Manual de uso cara principal.



Fuente: Autor.

Mientras tanto su cara trasera se encuentra el resto de los pasos del proceso que tiene el pez dentro del sistema CPF (Ver figura 55).

Figura 55. Manual de uso cara trasera.

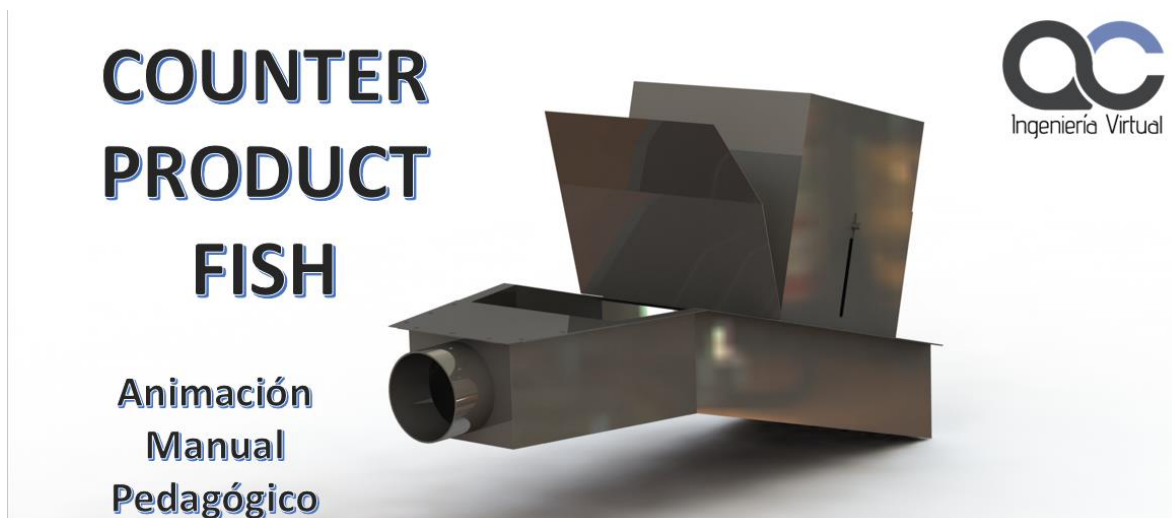


Fuente: Autor

5.3. Video final del manual pedagógico de la contadora de peces.

Se presenta un video final en MP4 (Ver apéndice D) de todo el proceso que ocurre entre las truchas y el sistema CPF. El autor subió este manual pedagógico a Youtube, disponible en el siguiente link: <https://www.youtube.com/watch?v=9Oyy7RGkU28> y con la siguiente portada (Ver figura 56).

Figura 56. Miniatura video manual pedagógico del sistema CPF de ACIV.



(Fernández Arias, Contadora de Peces - Animación - Manual pedagógico - AC Ingeniería Virtual (Official Video), 2021)

5.4. Manual Técnico

El manual técnico fue el documento que se realizó en Word con el formato de la empresa ACIV sobre todo y cada una de lo que está compuesto la maquina contadora de peces. Se encuentra en el Apéndice A.

6. CONCLUSIONES

- El sistema contador de peces de AC Ingeniería virtual ahora cuenta con un video explicativo para facilitar el aprendizaje de los trabajadores de Pezcasta con el menor tiempo posible.
- AC Ingeniería Virtual obtiene una ficha de usuario del sistema CPF que además de servir para Pezcasta, puede cumplir la función en su plan de marketing para ofrecer a otras empresas piscícolas esta eficiente máquina.
- La máquina contadora de peces cuando se compra ahora va de la mano con un manual de uso en el que se describe el proceso óptimo en nueve pasos sencillos y un manual técnico por si se llega a presentar alguna problemática durante su uso.
- Estas nuevas tecnologías de machine learning que presenta AC Ingeniería Virtual son parte de la nueva industria en la era virtual por la gran optimización y mejoras que emplean las piscícolas que se automatizan frente a la competencia que realiza el conteo manual.

7. RECOMENDACIONES

- Este sistema contador de peces tiene un gran costo inicial por las tecnologías que lleva, pero se va recuperando esta inversión a medida que pasa el tiempo por las grandes ventajas que aporta a las piscícolas automatizadas.
- El ángulo estimado de la contadora depende de la distancia de sus soportes y el estanque en donde se va a posicionar. Por lo tanto, es muy importante tener en cuenta la sección 4.3 alcance del análisis de la información.
- El agua es un factor de difícil manejo entonces puede que, aunque el material de la contadora sea acero inoxidable se pueda desgastar si ya lleva más de 10 años de uso que es la vida útil de los equipos y maquinarias de las organizaciones.
- Se debe tener en cuenta que esta contadora de peces es un prototipo que está en desarrollo por parte de la empresa AC Ingeniería Virtual, por lo cual en un futuro puede presentar ajustes en su hardware físico, hardware electrónico y software.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AC Ingeniería Virtual. (2021). *Canva*. Obtenido de https://www.canva.com/design/DAECPZ2QpwE/rWtas36H-_pOHKcl8QN7Ww/view?utm_content=DAECPZ2QpwE&utm_campaign=designshare&utm_medium=link&utm_source=sharebutton#22
- AC Ingeniería Virtual. (2021). *Informe ACIV*. Bucaramanga.
- AMAZON. (2020). *Cable HDMI*. Obtenido de <https://www.amazon.com/-/es/Amazon-Basics-Cable-HDMI-velocidad/dp/B014I8SSD0>
- AMAZON. (2020). *Pantalla 7 INCH Capacitive 1024X600 HDMI TOUCHSCREEN*. Obtenido de <https://www.amazon.com/-/es/geeekpi-600-pantalla-capacitiva-visualizaci%C3%B3n-Raspberry/dp/B075QCXLPF>
- AMAZON. (2021). *AINOPE Cable USB 3.0 A a macho macho Cable USB 3.0 a USB 3.0 [5.2 ft] [Nunca se rompe] USB macho a macho Cable USB de doble extremo compatible con cajas de disco duro, reproductor de DVD, portátil Cool-Grey*. Obtenido de https://www.amazon.com/-/es/extremo-compatible-reproductor-port%C3%A1til-Cool-Grey/dp/B09FDJFJ6Z/ref=sr_1_1?adgrpid=126490972518&gclid=Cj0KCQiAxc6PBhCEARIsAH8Hff2IPKf4wdpPZyXqx_p1GJwe0VHBVmDWGfR5qyMJgNS_o7dBYv9XbDgaAlf1EALw_wcB&hvadid=537877498514&hvdev=c
- Aula21. (2020). *Visión Artificial: todo lo que necesitas saber*. Obtenido de <https://www.cursosaula21.com/que-es-la-vision-artificial/>
- AXXA COLPATRIA. (13 de Febrero de 2018). *COPASST*. Obtenido de <https://issuu.com/colegiomargaritab/docs/copasst>
- CALITRY TECHNOLOGY. (2018). *TECNOLOGÍA PLUG & PLAY*. Obtenido de <https://www.calitri-technology.com/es/contadores-de-peces/>
- CERTUS . (25 de Septiembre de 2020). *Data Analytics* . Obtenido de <https://www.certus.edu.pe/blog/que-es-data-analytics/>
- COLCIENCIAS. (2012). EBT. Bucaramanga, Santander, Colombia.

F-DC-125

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO,
MONOGRAFÍA, EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 1.0

- Crispiniano, H. (2021). *Sistema contador de Peces*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=D6qMtP2a0dQ>
- Digital Guide. (22 de Mayo de 2020). *Deep learning*. Obtenido de <https://www.ionos.es/digitalguide/online-marketing/marketing-para-motores-de-busqueda/deep-learning-vs-machine-learning/>
- EDSROBOTICS. (27 de Julio de 2020). *La importancia de la automatización de procesos industriales*. Obtenido de <https://www.edsrobotics.com/blog/automatizacion-procesos-industriales/>
- Era Digital. (22 de Febrero de 2019). *Qué es Solid Works y para qué sirve*. Obtenido de <https://ayto-torrijos.com/herramientas/que-es-solid-works-y-para-que-sirve/>
- Fernández Arias, A. D. (28 de Noviembre de 2021). *Contadora de Peces - Animación - Manual pedagógico - AC Ingeniería Virtual (Oficial Video)*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=9Oyy7RGkU28>
- Fernández Arias, A. D. (21 de Enero de 2022). Fases del trabajo de investigación. *Counter Product Fish*. Bucaramanga, Santander, Colombia.
- Fluid Engineering Company. (Noviembre de 2019). *Automatización Industrial*. Obtenido de <https://fluideco.com/automatizacion-industrial-que-es/>
- HOMECENTER. (2020). *Regleta Electrica multitomas*. Obtenido de <https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/88191/supresor-de-picos-de-90-julios-y-6-salidas-polo-a-tierra-halux/88191/?queryId=e190d8dd-7efb-4d7b-a378-0670b38dd072>
- Hoyos Giraldo, E. A. (2017). *SISTEMA PARA CONTEO Y CLASIFICACIÓN DE PECES EN ESTANQUES DE CULTIVO, BASADO EN VISIÓN ARTIFICIAL*. Obtenido de <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/handle/10893/15790/0495058.pdf?sequence=1>
- IMPORINOX. (2019). *Lamina Acero Inoxidable*. Obtenido de <https://imporinox.com/producto/lamina-304-acabado-2b/>

INFORMATICA Y SISTEMA. (12 de Diciembre de 2016). *VISION ARTIFICIAL*.

Obtenido de
http://tecnologiainformaticasistemas.blogspot.com/2016/12/VisionArtificial_12.html

INNOVA. (2018). *Anatomía de un vertebrado :: Trucha* . Obtenido de

<https://www.innovabiologia.com/biodiversidad/diversidad-animal/anatomia-oncorhynchus-mykiss/>

INNOVATE ECOPETROL. (2018). *Dinamica de Fluidos Computacional*. Santander, Colombia.

INNPULSA. (2016). *Diseño de Software CAPITCH*. Colombia.

International Organization for Standardization. (2015). *ISO 14001*. Obtenido de

https://www.google.com/search?q=iso&rlz=1C1NHXL_esCO759CO759&oq=iso&aqs=chrome..69i57j46i199i433i465i512j69i59j35i39j0i433i512j69i60l3.384j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8

Intranet IDT. (2020). *Comite paritario de seguridad y salud en el trabajo*. Obtenido

de <https://intranet.idt.gov.co/coopast>

ISSUU. (2017). *Investigación descriptiva y explicativa*. Obtenido de

https://issuu.com/marioalbertoceronduran/docs/tipos_de_investigaci__n_de_scriptiva

JETSON NANO. (2020). *NVIDIA Jetson Nano-Kit de desarrollador, un pequeño*

ordenador potente para inteligencia artificial. Obtenido de
<https://es.aliexpress.com/item/4000668695521.html>

LOGITECH. (2020). *CÁMARA WEB HD PRO C920*. Obtenido de

<https://www.logitech.com/es-roam/products/webcams/c920-pro-hd-webcam.960-000764.html>

María, F. (5 de Septiembre de 2020). *Características de la trucha*. Obtenido de

<https://okdiario.com/mascotas/caracteristicas-trucha-arco-iris-6053108>

F-DC-125

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO,
MONOGRAFÍA, EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 1.0

- MIN TRABAJO . (2014). *Decreto 1443*. Obtenido de https://www.mintrabajo.gov.co/documents/20147/36482/decreto_1443_sgss.pdf/ac41ab70-e369-9990-c6f4-1774e8d9a5fa
- MIN TRABAJO. (2015). *Decreto 0472*. Obtenido de <https://www.mintrabajo.gov.co/documents/20147/36468/DECRETO+472+DEL+17+DE+MARZO+DE+2015-2.pdf/16ace149-94c5-e2e2-efca-a15899b88f85>
- MIN TRABAJO. (2015). *Decreto del Sistema de Gestión*. Obtenido de <https://www.mintrabajo.gov.co/documents/20147/51963/Decreto+1443.pdf/e87e2187-2152-a5d7-fd1d-7354558d661e>
- MIN TRABAJO. (27 de Marzo de 2017). *Resolución 1111*. Obtenido de <https://www.mintrabajo.gov.co/documents/20147/647970/Resoluci%C3%B3n+1111-+est%C3%A1ndares+m%C3%ADnimos-marzo+27.pdf>
- MINTIC. (2020). Inteligencia y visión artificial. Santander, Colombia.
- Moes, T. (2018). *¿Qué es hardware y software? Definición y diferencias*. Obtenido de <https://softwarelab.org/es/que-es-hardware-y-software-definicion-y-diferencias/>
- Muñoz Otero, A. (2017). *SISTEMA PARA CONTEO Y CLASIFICACIÓN DE PECES EN ESTANQUES DE CULTIVO, BASADO EN VISIÓN ARTIFICIAL*. Obtenido de <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/handle/10893/15790/0495058.pdf?sequence=1>
- NVIDIA. (2020). *Nvidia Jetson Nano: una computadora para la implementación de aplicaciones AI*. Obtenido de <https://blog.desdelinux.net/nvidia-jetson-nano-una-computadora-para-la-implementacion-de-aplicaciones-ai/#:~:text=El%20Jetson%20Nano%20Developer%20Kit,segmentaci%C3%B3n%20y%20procesamiento%20de%20voz.>

- OTECH . (20 de Agosto de 2019). *Machine Learning: ¿qué es y cuál es su relación con la IA?* Obtenido de <https://otech.uaeh.edu.mx/noti/index.php/machine-learning/machine-learning-que-es-y-cual-es-su-relacion-con-la-ia/>
- Parra, S. (11 de Marzo de 2020). *sistema de reconocimiento visual de peces.* Obtenido de <https://www.xatakaciencia.com/tecnologia/google-desarrolla-sistema-reconocimiento-visual-peces-para-piscifactorias>
- PECERAS. (s.f.). *Partes de un pez* . Obtenido de <https://www.peceras.online/partes-pezo/>
- PROAIN TECNOLOGÍA AGRÍCOLA. (8 de Octubre de 2020). *PRODUCCIÓN DE PECES (PISCICULTURA) EN MÉXICO.* Obtenido de <https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/produccion-de-peces-piscicultura-en-mexico>
- SAP. (2018). *machine learning.* Obtenido de <https://www.sap.com/latinamerica/insights/what-is-machine-learning.html>
- SENOVA. (2017). Creación de Software Ecohid. Santander.
- SOLIDWORKS. (2021). Diseño del CPF. Bucaramanga.
- STARTECH. (2020). *Cable HDMI de alta velocidad.* Obtenido de <https://www.startech.com/es-es/cables-adaptadores/hdmm150cm#tech--certifications>
- Ulbrinox. (24 de Abril de 2020). *¿Qué son los aceros inoxidable?* Obtenido de <https://www.ulbrinox.com.mx/blog/que-son-los-aceros-inoxidables-1>
- Urrego, A. (19 de Febrero de 2021). *EXPORTACIONES PISCÍCOLAS TUVIERON SU MEJOR AÑO EN 2020 Y LLEGARON A LAS 12.898 TONELADAS.* Obtenido de <https://www.agronegocios.co/agricultura/exportaciones-piscicolas-tuvieron-su-mejor-ano-en-2020-y-llegaron-a-las-12898-toneladas-3128124>
- VISTRONICA. (2020). *PANTALLA 7 INCH 1024X600 HDMI TOUCHSCREEN.* Obtenido de <https://www.vistronica.com/board-de-desarrollo/raspberry-pi/pantalla-7-inch-1024x600-hdmi-touchscreen-raspberry-pi-detail.html>

9. APÉNDICES

Apéndice A. Manual Técnico en formato de la empresa AC Ingeniería Virtual en PDF.

Apéndice B. Ficha de usuario en formato de la empresa AC Ingeniería Virtual en PDF.

Apéndice C. Manual de usuario en formato de la empresa AC Ingeniería Virtual en PDF.

Apéndice D. Video pedagógico final en formato de la empresa AC Ingeniería Virtual en MP4.