



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA,**  
**ELECTRÓNICA Y SISTEMAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**



**IMPLEMENTACIÓN DE PROTOTIPO DE UN SISTEMA DE**  
**MONITOREO DOSIFICADOR DE ALIMENTOS PARA GRANJA**  
**DE TRUCHAS EN CIPBS - CHUCUITO UNA - PUNO SEDE –**  
**BARCO**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. KENNY JALDEN MUÑOZ BELLIDO**

**Bach. MARCO DANIEL MAMANI MAMANI**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO ELECTRÓNICO**

**PUNO – PERÚ**

**2022**



## DEDICATORIA

*Dedico este proyecto a mi padre ANTONIO, como también a mi tío ALEJANDRO, y para mis abuelitos MANUELA y SANTIAGO, ya que, con su incondicional apoyo y ejemplos dignos de superación y entrega, dentro de mi formación académica, han logrado que este esfuerzo se culmine con éxito. Por su apoyo total en los momentos más difíciles de mi carrera profesional, puesto que siempre me han ayudado a enfrentar con valentía cada obstáculo presentado*

**Kenny Jalden Muñiz Bellido**



## DEDICATORIA

*Dedico este proyecto a mis padres RAMON MAMANI LUQUE y LORENZA MAMANI CHURA quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre. Finalmente quiero dedicar esta tesis a mis hermanas ADRIANA MAMANI y DIANETH MAMANI y a mi hermano ALDO MAMANI por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias. A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.*

**Marco Daniel Mamani Mamani**



## AGRADECIMIENTO

*Agradezco a DIOS por todo en este mundo. A mi familia, por su constante apoyo y aliento incondicional hizo que pudiera continuar con mi educación personal y profesional. A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica, como, quienes fueron los pilares en la formación de mi vida profesional y ser personas útiles para la sociedad, a mis jurados, por guiarme y apoyarme en la culminación del presente trabajo de investigación.*

**Kenny Jalden Muñiz Bellido**

*En primer lugar, quiero agradecer a Dios por haberme permitido avanzar con mis estudios y mantener mi fe en momentos de dificultad*

*También quiero agradecer a la Universidad Nacional del Altiplano, a la carrera Profesional de Ingeniería Electrónica por brindarme una formación de primer nivel, a los Docentes que me brindaron sus conocimientos en los años de formación de primer nivel.*

*Por último, quiero agradecer a mis padres, porque son lo más sagrado que tengo en la vida, por ser siempre mis principales motivadores y los formadores de lo que ahora soy como persona, sin ustedes y sus consejos, su amor y su cariño yo no habría llegado hasta donde estoy.*

*En especial quiero hacer mención a ROUS VILLANUEVA TORRES, que siempre estuvo ahí brindándome su confianza y apoyo incondicional.*

*Muchas gracias a todos.*

**Marco Daniel Mamani Mamani**



# ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN ..... 10

ABSTRACT..... 11

## CAPÍTULO I

### INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema..... 12

1.2. Formulación del problema ..... 12

1.3. Hipótesis de la investigación ..... 13

1.4. Objetivos de la investigación ..... 13

## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes Internacionales..... 14

2.2. Antecedentes Nacionales ..... 16

2.3. Antecedentes Locales..... 18

2.4. Tipos de granjas acuícolas flotantes. .... 22

2.5. Alimentación ..... 24

2.6. Automatización en la granja ..... 28

2.7. Ecosistema ..... 32

2.8. Acero inoxidable..... 35

2.9. Aplicado a la Ingeniería ..... 37



## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Tipo y diseño de investigación .....	46
3.2. Tipo de investigación .....	46
3.3. Enfoque de la investigación .....	46
3.4. Diseño de investigación .....	46
3.5. Población y muestra de la investigación .....	47
3.6. Ubicación y descripción de la población .....	48
3.7. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos e información .....	48
3.8. Diseño de un dosificador de alimentos para truchas.....	50
3.9. Construcción y montaje .....	62

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados de la implementación del prototipo según diseño .....	67
4.2. Discusión de resultados.....	72
V. CONCLUSIONES .....	73
VI. RECOMENDACIONES .....	74
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICA .....	75
VIII. ANEXOS .....	77
ANEXO 1. INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	77
ANEXO 2. CÓDIGO FUENTE DE LA PROGRAMACIÓN .....	77
ANEXO 3. DESPUÉS DEL PROCESO DE DOSIFICACIÓN .....	85

**Área:** Robótica

**Tema:** Procesamiento de datos estadísticos

**Fecha de Sustentación:** 20 de enero del 2022



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Granjas circulares flotantes.....	23
<b>Figura 2:</b> Granjas rectangulares .....	24
<b>Figura 3:</b> Alimentos elaborados.....	28
<b>Figura 4:</b> Alimentacion manual .....	29
<b>Figura 5:</b> Modulo shield .....	40
<b>Figura 6:</b> Panel solar .....	41
<b>Figura 7:</b> Sensor ultrasonico HC - SR04 .....	44
<b>Figura 8:</b> Motor paso a paso .....	45
<b>Figura 9:</b> Sede Barco .....	47
<b>Figura 10:</b> Prototipo dosificador de alimentos .....	50
<b>Figura 11:</b> Diseño del sistema electronico (Proteus).....	53
<b>Figura 12:</b> modulo arduino uno. ....	56
<b>Figura 13:</b> Modulo Shield Ethernet .....	57
<b>Figura 14:</b> Laptop HP .....	59
<b>Figura 15:</b> Esquema del diseño de Software. ....	61
<b>Figura 16:</b> prototipo dosificador .....	62
<b>Figura 17:</b> Contenedor de alimentos.....	63
<b>Figura 18:</b> Pellets .....	65
<b>Figura 19:</b> Llenado del contenedor.....	68
<b>Figura 20:</b> Toma de datos del vaciado de pellets .....	71
<b>Figura 21:</b> Error promedio de vaciado de pellet.....	71
<b>Figura 22:</b> Margen de error promedio en24 horas.....	72



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Porcentaje de alimentación diaria.....	25
<b>Tabla 2:</b> Porcentaje de alimentación diaria.....	30
<b>Tabla 3:</b> Flujo de producción de truchas arco iris.....	31
<b>Tabla 4:</b> Comportamiento de la trucha en función al pH del agua .....	32
<b>Tabla 5:</b> Porcentaje de alimentación diario con base en la temperatura del agua .....	33
<b>Tabla 6:</b> Comportamiento de la trucha en función a la temperatura del agua .....	33
<b>Tabla 7:</b> Valor específico de la Batería.....	39
<b>Tabla 8:</b> Muestras tomadas .....	48
<b>Tabla 9:</b> Técnica para la recolección de datos. ....	49
<b>Tabla 11:</b> Datos obtenidos de datalogger.....	70





## ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

<b>GH</b>	: Grado Hidrométrico.
<b>CH<sub>4</sub></b>	: Metano.
<b>CO<sub>2</sub></b>	: Dióxido de Carbono.
<b>TAG</b>	: grado Alcalino.
<b>Cr</b>	: Cromo.
<b>Ni</b>	: Níquel
<b>Mn</b>	: Manganeso
<b>CA</b>	: Contenedor de alimentos
<b>PH</b>	: Potencial de Hidrógeno
<b>H<sub>2</sub>O</b>	: Agua.
<b>C°</b>	: Grados Celsius.



## RESUMEN

En el Lago Titicaca la piscicultura se ejecuta todo el proceso de producción de forma manual, la parte que menos control y conocimiento de su ejecución, tiempo y costo tienen los piscicultores es la alimentación. Por lo que la investigación desarrolla un prototipo de un sistema de monitoreo dosificador de alimentos que permita el control y proporcionar el costo de producción. El prototipo dosificador cumple con cada uno de los requisitos necesarios para que el proceso de alimentación sea ejecutado de forma correcta, mostrando su efectividad en cada una de las pruebas realizadas para comprobar con los parámetros de referencia. La entrega de alimento fue realizada en la cantidad necesaria, el número de dosis requeridas, en las horas previstas y sin producir desperdicio al esparcir los pellets, dejando claro el beneficio de la alimentación por medio del dosificador desarrollado comparado con la alimentación manual.

**Palabras Clave:** Monitoreo, dosificador, truchas, piscicultores.



## ABSTRACT

In Lake Titicaca fish farming is carried out throughout the production process manually, the part that fish farmers have the least control and knowledge of its execution, time and cost is food. So the research develops a prototype of a food dispenser monitoring system that allows control and provide the cost of production. The dosing prototype meets each of the necessary requirements for the feeding process to be executed correctly, showing its effectiveness in each of the tests carried out to check with the reference parameters. The food delivery was carried out in the necessary quantity, the number of doses required, in the foreseen hours and without producing waste when spreading the pellets, making clear the benefit of feeding through the developed dispenser compared to manual feeding.

**Key Words:** Monitoring, dispenser, trout, fish farmers.



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo fue desarrollado tomando como base las necesidades y problemáticas de los pequeños y medianos productores de truchas que se encuentran sin ayuda tecnológica para mejorar la producción piscícola. El prototipo dosificador de alimentos para truchas es un sistema capaz de ejecutar la alimentación de forma fiable, permanente, precisa y flexible siendo de pequeño volumen, de estructura liviana, amigable con el medio ambiente, interactiva y manejable; cualidades que permite ayudar a los productores con este trabajo. En la primera parte del documento se da un preámbulo de la situación actual de la piscicultura en la región Puno, la determinación de la problemática que se encuentra debido a la falta de tecnologías que ayuden al productor en las diferentes etapas de la producción de truchas y se determina las cualidades que debe tener la alimentación automática monitorizada.

### **1.1. Planteamiento del problema**

En el Lago Titicaca la crianza de truchas en jaulas flotantes, se viene desarrollando cada vez más de forma artesanal. Las jaulas no cuentan con un dosificador de alimentos, por lo tanto, ocasiona inestabilidad en la alimentación de las truchas. Por ende, no se dosifica adecuadamente su alimentación a su debido tiempo y genera baja producción.

### **1.2. Formulación del problema**

¿Se conseguirá el control de alimentos mediante la implementación de prototipo de un sistema de monitoreo dosificador de alimentos para granja de truchas?

#### **1.2.1. Justificación del problema de investigación**

Un proceso automatizado es más eficiente, fiable y rentable que un proceso artesanal o manual; para cada edad y tamaño de truchas, es necesario un determinado



número de comidas al día, de un alimento específico, para el cumplimiento de esto se crea el software del módulo del desarrollo que maneja el hardware del prototipo dosificador de alimentos para truchas, permitiendo controlar los horarios de las dosis diarias y volumen a entregar.

El prototipo posee un sensor que facilita la alarma de alimento próximo a terminarse; además nos monitoriza el control estadístico volumétrico de alimento entregado a lo largo de la dosificación.

### **1.3. Hipótesis de la investigación**

#### **1.3.1. Hipótesis general**

Con el prototipo dosificador, se obtendrá el control de alimentos para truchas, mediante un monitoreo estadístico.

#### **1.3.2. Hipótesis específicas**

- Con el prototipo, se logrará el control estadístico de alimentos para truchas, gracias a que vamos a contar con un sensor ultrasónico.
- En la ejecución del prototipo se logrará la dosificación correcta de alimentos.

### **1.4. Objetivos de la investigación**

#### **1.4.1. Objetivo general**

Implementar un prototipo dosificador de alimentos para truchas.

#### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Dosificar alimentación balanceada para truchas.
- Monitoreo estadístico para el control de eficiencia del prototipo.



## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. Antecedentes Internacionales

Realizan un trabajo de investigación donde el objetivo consiste en abordar desde el punto de vista comparativo los diversos criterios que existen para clasificar a las MIPYMES que vendrían a ser las Micro, Pequeñas y Medianas empresas en Latinoamérica en el que indica que no solamente no existe homogeneidad en América Latina lo cual dificulta determinar la situación y/o estado de las MIPYMES, sino que además varían según el departamento o zona en el que se encuentran, por lo que para realizar un estudio debe tenerse en cuenta la base de la región y el país en el que se está realizando. Para el caso específico de Perú nos indica que existe 22 una clasificación propuesta por el INEI4 que es el criterio de personas ocupadas, pero en general no existe una manera particular. Por último, en el Perú se cataloga como microempresas de 1 a 10 personas y pequeña empresa de 11 a 50 trabajadores o menos en ambos casos. Saavedra, Hernández (2008)

Realiza una investigación con el objetivo de analizar el perfil socioeconómico y aspectos técnicos del micro y pequeño productor de truchas, con la finalidad de contar con una referencia del perfil del productor MIPYME acuícola en la “Asociación de Productores Macizo Cerro de la Muerte”, los resultados obtenidos indican que el 12.7% de estas se dedican a la agricultura y la pesca. Además, que la acuicultura es una actividad muy versátil debido a que depende en cierta manera de la cantidad de personas que pueden colaborar, de la disponibilidad de agua y tierra y del total de estanques que predisponen, enfatiza también que son labores familiares y que la cantidad de trabajadores promedio es de 4 miembros por familia, de los que en promedio 1.75 personas trabajan en la finca



y 1.5 corresponde a la mano de obra femenina que puede ser familiar o contratada, se indica también que es notorio que al ser convocados a actividades de capacitación solamente acude escasamente un 10% de las mujeres pese a que el grado de escolaridad es indistinta del género. La crianza de los alevinos se realiza sin restricciones sanitarias en los lagos, excepto mallas o filtros de tamaños tales que impidan el paso de animales. La comercialización se realiza principalmente en restaurantes, ferias del agricultor, algunas pescaderías, plantas cercanas, supermercados y empresas internacionales. Aclarando que no todos realizan todo el ciclo de desarrollo y engorde ya que esto depende y se concreta de acuerdo a las situaciones económicas del mercado hormiga. 4 Instituto Nacional de Estadística e Informática 23 En lo referente a las características socioeconómicas, los resultados muestran que la familia campesina, hombres y mujeres de mayor edad son en términos generales las que se encargan del manejo y cuidado de las truchas, y si bien son conscientes de mejorar sus prácticas de manejo de trucha especialmente en su alimentación dado los altos costos delimitan su tiempo a fin de obtener ingresos de otras actividades, especialmente aquellas que tienen flujo efectivo más concurrente. (Vargas 2016)

Realizan un estudio para analizar los principales efectos de la Salmonicultura en las Economías Campesinas de la Región de los Lagos de Chile; y concluyen que por efecto del desarrollo de la acuicultura, y considerando a la Región de Los Lagos desde una perspectiva territorial total, se presentan en ella con nitidez aspectos de una nueva ruralidad que se muestra a través de la inserción al contexto global; Actividades productivas no agrícolas; Empleo no agrícola; Ampliación y segmentación del mercado de trabajo; Redes relacionales entre campo, ciudades intermedias y centros urbanos mayores nacionales e internacionales; Nuevas formas de vida y patrones de consumo. Por otro lado, se observa la crisis de la agricultura regional, disminuyendo por ejemplo la



producción de leche; además los mecanismos de exclusión del sector campesino revelan la ambivalencia de estos procesos de transformación. (Ammann & Blanco W., 2001)

Realizan una investigación con el objetivo de estudiar la evolución de la agricultura familiar Chilota en perspectiva; los resultados a los que llega indican que desde hace veinte años los agricultores chilotas valoraban sus predios por el sistema de producción diversificado y de autoconsumo, en el contexto de aislamiento económico geográfico; hoy las industrias salmoneras y la apertura al mercado han cambiado las actividades productivas, se abandonó parcialmente la actividad agrícola y hoy desarrollan la pluriactividad y están en situación de “nueva 24 residencia rural”, por la existencia de la industria en el sector rural. (Salieres, Le Grix, Vera, & Billaz, 2005)

Realizan una investigación con el objetivo de hacer un análisis del proceso de desacralización en México con el fin de identificar las tendencias generales y las perspectivas de desacralización que ha sufrido el país como tal. En el que los resultados a los que llega son: Destacan que México ha experimentado un proceso de desacralización por la disminución gradual de la contribución de las actividades agropecuarias al ingreso de las familias rurales, el incremento en la migración y el envejecimiento de la población en el sector rural. Trayendo como consecuencia que los hogares adopten múltiples estrategias de sobrevivencia, combinando actividades agropecuarias y no agropecuarias. Escalante, (Catalán, Galindo, & Reyes 2007)

## **2.2. Antecedentes Nacionales**

Quien realizó una investigación con el objetivo de determinar los factores sociales, económicos y empresariales que inciden en la producción de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en la región Tacna en el año 2015. La investigación es de tipo descriptivo correlacional, no experimental, transversal y retrospectivo; se trabajó con una





muestra de 14 empresas, el instrumento de medición que se utilizó para medir las variables fue un cuestionario estructurado con preguntas cerradas, a esto los métodos estadísticos utilizados fueron estadística descriptiva, categorización de variables y estadística inferencial y para el análisis estadístico se utilizó el software estadístico SPSS versión 22 y hoja de cálculo EXCEL para Windows. Los resultados al que llega sobre los factores sociales que intervienen en la producción de trucha en torno al productor son: la edad del productor que en promedio es 38 años, nivel de estudios que en general alcanzaron el nivel secundario (60%) y el otro grupo que alcanzaron el nivel superior (40%), tamaño familiar que oscila entre 2 a 5 miembros y un promedio de 4 miembros, nivel de capacitación que indica que en promedio cada productor ha sido capacitado en 5 actividades productivas lo que hace que haya variabilidad en el nivel de capacitación; la incidencia de los factores sociales muestra que existe una relación significativa y positiva entre el nivel de producción de trucha y el nivel de estudios alcanzados y la capacitación, pero no existe correlación significativa entre el nivel de producción y la edad del productor y lo mismo sucede con el tamaño familiar. En cuanto a los factores económicos que intervienen en la producción de trucha son: el área de producción que en promedio es 2.7 hectáreas, el tipo de instalación acuícola indica el 90% utiliza sistema de jaulas y el 10% utiliza el sistema de producción al estanque, la tasa de mortalidad en promedio es de 14.8% cabe mencionar que es un valor heterogéneo lo que hace que los niveles de mortandad en cada una de ellas difiere en gran proporción entre unas y otras, el nivel de ingresos en promedio es de S/ 148 155 y oscila entre S/ 2800 a S/ 600 000 que fue calculado tomando en cuenta el precio de venta de la trucha a nivel de planta (promedio S/ 9.5) y la cantidad producida (mínimo 350, máximo 50 000 y promedio 14 060), el acceso a financiamiento precisa que solo el 30% accede a créditos y el 70% de los productores no acceden a solicitar créditos debido a que no cumplen con los requisitos



solicitados por las entidades prestatarias; la incidencia de los factores económicos indica que no hay relación significativa entre el nivel de producción y el tipo de instalación acuícola, acceso a financiamiento, área de producción y la tasa de mortandad. Sin embargo, los resultados indican que si existe correlación significativa entre el nivel de producción y el nivel de ingresos del productor de truchas. Por tanto, concluye que el nivel de ingresos del productor influye significativamente en la producción de trucha en la región Tacna. (Quispe 2016)

### **2.3. Antecedentes Locales**

Sarmiento (2015), realizó la investigación, “Estudio de mercado y comercialización de truchas (*Oncorhynchus mykiss*) a nivel nacional” el ámbito de estudio del presente trabajo de investigación está ubicado en: la Región Puno-Perú, Departamento Puno, Provincia Puno, Distrito de Chucuito, comprende las Comunidades Campesinas de Raya, Cusipata, Barco y Chucuito. La Sede principal de la Asociación de Productores de Trucha Brisas del Titicaca- Puno está ubicado en la Zona Circunlacustre del Distrito de Chucuito, Comunidad de Cusipata, se encuentra a 18 km. de la ciudad de Puno (ver mapa). El Lago Titicaca de más de 200,000 km<sup>2</sup> (20'000,000 Has.) de superficie total, incluye los dominios de Argentina, Chile, Bolivia y Perú, nace entre los Departamentos de Puno y Cusco, culminando en la quebrada de Humahuaca en Tucumán Argentina. El Lago Titicaca está ubicado a una altitud mayor a 3,810 msnm., tiene una extensión de 100,000 km<sup>2</sup> que comprende los territorios de Perú y Bolivia, ocupa una superficie de 8,559 km<sup>2</sup>, de los cuales a la parte peruana corresponde 4,996.28 km<sup>2</sup> (499,628 Has.), el resto corresponde a Bolivia, presenta las siguientes características - Longitud máxima 176 km de largo, medidos desde el estrecho de Tiquina-Bolivia. Tiene un ancho de 50 km a 70 km. Perímetro 1,141 km. Tiene una profundidad máxima de 20 m. Tiene una profundidad media de 105 m. El Lago Titicaca está considerado como el lago navegable



más alto del mundo, compartido por los países de Perú y Bolivia, se divide en 3 partes bien diferenciados: El lago grande. Tiene una superficie de 6,542 km<sup>2</sup>; una máxima Profundidad de 280 m. Un volumen aproximado de agua de 883 millones de m<sup>3</sup>. El lago pequeño. Abarca una superficie de 1,428 km<sup>2</sup>, tiene una profundidad de 30 a 40 m. tiene un volumen aproximado de agua de 12 millones de m<sup>3</sup>. La bahía de Puno tiene una extensión de 589 km<sup>2</sup> (58,900 Has.), con un volumen de agua aproximadamente de 5 millones de m<sup>3</sup>, tiene una profundidad promedio de 10 a 30 m. La acuicultura en la Cuenca Hidrográfica del Titicaca se desarrolla en base a la producción de truchas bajo el sistema intensivo: jaulas flotantes y estanques. La superficie territorial de la Región Puno es de 71,999 km<sup>2</sup>, incluye 4,996.28 km<sup>2</sup> del Lago Titicaca (lado peruano). Mamani Arteaga (2015), realizó el trabajo de investigación “Contribución al análisis de la comercialización de la trucha en el mercado regional, extra-regional e internacional de la Asociación de Productores Brisas de Titicaca-Puno”. Tesis para optar el grado académico de Magíster en Economía mención en Desarrollo Empresarial y Regional. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Ciencias Económicas. Escuela de Post Grado. Tuvo como ámbito de estudio las Comunidades Campesinas de Raya, Cusipata, Barco y Chucuito, ubicados en la Sub Unidad Geográfica Circunlacustre de la Región Puno, Provincia Puno, Distrito de Chucuito, donde a partir del año 1998, 62 productores de trucha se han agrupado y organizado formando la “Asociación de Productores de Trucha Brisas del Titicaca” con el fin de dedicarse a la producción, comercialización e industrialización de la trucha en el mercado local, regional, extra regional e internacional. Tiene como objetivos principales: a. Contribuir a incrementar la demanda de la trucha en el mercado regional, extra regional (Lima Metropolitana) e internacional, dinamizando la comercialización directamente del productor al consumidor, en un mercado no monopsonio, con el apoyo del Gobierno Central y Gobierno Regional. b. Contribuir al



crecimiento de las exportaciones de la trucha, logrando que la Asociación de Productores de Trucha Brisas del Titicaca también exporte su producción al mercado internacional. c. Promover la industrialización de la trucha con fines de exportación, directamente de los productores puneños, sin la intervención de acopiadores intermediarios, aprovechando las oportunidades de intercambio comercial promovido por el Foro de Cooperación Económica Asia Pacífico (APEC), Programa Sierra Exportadora. Lo que se pretende con el presente trabajo de investigación es contribuir al desarrollo de la comercialización de la trucha directamente del productor al consumidor en los mercados: Regional, Extra regional (Lima Metropolitana) e Internacional, de la Asociación de Productores de Trucha Brisas del Titicaca, mejorando el nivel de vida de los productores de trucha, aliviando la pobreza, generando más ingresos y puestos de trabajo, mejorando la salud de los consumidores, siendo la trucha peruana un alimento de alto valor nutritivo para el ser humano en todas sus etapas de desarrollo, es una fuente rica en componentes minerales como el calcio, fósforo, sodio, potasio, omega 3. Para el desarrollo del estudio de investigación se han empleado los siguientes métodos: a. Método Deductivo método de investigación científica preponderantemente experimental, cuyos procedimientos metodológicos son: la síntesis, razonamiento, comparación de resultados y su respectiva evaluación. b. Método Estadístico. La estadística económica centra su atención en la recolección, procesamiento y presentación de cifras económicas, para su análisis e interpretación económica. La recolección de datos ha constituido la materia prima del trabajo econométrico. c. Método Econométrico. ciencia social en la cual las herramientas de la Teoría Económica, la Economía Matemática y la Inferencia Estadística se han aplicado al análisis de los fenómenos económicos. En el desarrollo del presente trabajo de investigación se ha empleado la Econometría Teórica y la Econometría Aplicada para la estimación de los modelos econométricos de la producción de trucha. En cuanto a la



producción nacional de trucha, la Región Puno ocupa el 1er. lugar con el 70.24 %; en 2do. Lugar está la Región Junín con el 16.28 %; mientras que la Asociación de Productores de Trucha Brisas del Titicaca produce el 1.88 % de la producción nacional. El desarrollo del presente trabajo de investigación ha conllevado a determinar que el consumo per cápita de la trucha en el Perú es de 0.34 kg/hab., en la Región Puno es de 1.81 kg/hab. Y en la Región Lima es de 0.11 kg/ha. En el ámbito Internacional, se ha llegado a determinar que el consumo per cápita de la trucha en Estados Unidos de América es de 0.084 kg/hab., mientras que en el País de Alemania es de 0.26 kg. /hab., en el resto de países por falta de información no se ha podido determinar el consumo per cápita. En el mercado de la Región Lima, si el consumo per cápita de la trucha se incrementa de 0.11 kg/hab a 0.50 kg/hab, entonces en el año 2012 Lima tendrá una demanda insatisfecha de -4,339 T.M., en el 2015 alcanzará a - 4,550 T.M. y en el año 2020 aumentará a -4,931 T.M. Parte de esta demanda insatisfecha será cubierta con la producción de la Asociación de Productores de Trucha Brisas del Titicaca de Puno. En el Mercado Internacional del País de Alemania, si se incrementa el consumo per cápita 21 de la trucha de 0.26 kg/hab a 0.6 kg/hab, entonces la demanda insatisfecha de este país crecerá desde -28,061 T.M en el 2012 hasta -29,722 T.M. en el 2020. De igual forma en el Mercado Internacional del País de Estados Unidos de Norteamérica, si se incrementa el consumo per cápita de la trucha de 0.084 kg/hab a 0.1 kg/hab, entonces la demanda insatisfecha de este país crecerá desde -13,574 T.M. en el año 2012 hasta - 22,248 T.M en el 2020. Mercados internacionales bastante atractivos para que la Asociación de Productores de Trucha Brisas del Titicaca de Puno también pueda exportar, con el apoyo del Gobierno Central, Gobierno Regional, Ministerio de la Producción, PROMPEX, SIERRA EXPORTADORA, entre otras Entidades Gubernamentales, contribuyendo de esta manera a recuperar el crecimiento de las exportaciones de la trucha peruana del año



2008 con respecto al año 2007, cuyo descenso fue muy significativo reduciéndose de 10.8% a 4.8% de la producción total, mientras que en otros Países como Chile, Dinamarca y Noruega sus exportaciones han crecido notablemente en 54.9 %, 64.9 % y 61.9% de su producción total. Nuestro País con una producción de la trucha en crecimiento, participa con apenas el 0.79 % de la producción mundial, mientras que por el lado de las exportaciones participa con solo el 0.27 % de la exportación mundial. (Sarmiento 2015)

#### **2.4. Tipos de granjas acuícolas flotantes.**

Para poder elaborar una granja acuícola flotante se necesita de estudios e investigaciones de planeación de la distribución, construcción y funcionamiento de esta, para asegurar buenos resultados técnicos y económicos, no existe un diseño de uso universal: cada proyecto debe crearse con base al lugar, la disponibilidad del lugar en el lago, el tipo de material disponible, los tipos de peces que se pretenden cultivar, los métodos de alimentación y la cosecha a emplear (Pillay. 2004).

Dadas las características que se pretenden emplear para el prototipo dosificador diseñado, sólo se describen a continuación los diferentes tipos de granjas acuícolas flotantes donde el proyecto es aplicable.

##### **2.4.1. granjas circulares flotantes.**

Se fabrican con materiales de alta durabilidad que estén libres de pinturas o de recubrimientos tóxicos. Estos son contruidos de enmallado, plástico, fibra de vidrio u otros materiales livianos, siendo la fibra de vidrio la más utilizada por ligereza y resistencia además de ser inerte al agua dulce y salada.

Generalmente las granjas enmalladas de fibra de plástico son circulares, su diseño es ideal para propósitos de cría y engorda acelerada. En estas granjas flotantes hay mejor

desempeño de crecimiento, también en sus medios de protección y en la circulación periódica del fluido.



**Figura 1:** Granjas circulares flotantes

**Fuente:** Pillay, (2004, pág. 98).

### **2.1.1. Granjas rectangulares flotantes.**

Las granjas rectangulares flotantes son fáciles de construir, pero la circulación del agua no es completamente buena, ya que existen espacios donde pueden acumularse productos metabólicos y también causar falta de oxígeno, lo que los hace más difíciles de mantener en comparación con los circulares.





**Figura 2:** Granjas rectangulares

**Fuente:** Pillay, 2004, pág. 101

## 2.2. Alimentación

El crecimiento y la producción de las truchas dependen en gran parte de la eficiencia en la alimentación desde los comienzos de la piscicultura. La alimentación primordial dependía solamente de la producción de alimentos naturales o por la fertilización y el manejo del agua con diferentes nutrientes esenciales para la vida de la trucha; sin embargo, al manejar hoy en día una producción acelerada de peces se opta por recurrir de forma constante a la alimentación complementaria (artificial) para asegurar la disponibilidad del alimento y aumentar el desarrollo en el menor tiempo posible.

El metabolismo energético de las truchas es diferente al de los mamíferos ya que en este no hay consumo energético para mantener una temperatura corporal estable. Al ser de sangre fría, su intensidad metabólica varía dependiendo de la temperatura, edad,



talla pH, salinidad, entre otros. El calor que producen se pierde en el ambiente, así como también pérdidas en sus desechos y excreciones branquiales.

Sus requerimientos energéticos se satisfacen mediante la ingestión de carbohidratos, proteínas y grasas. Hoy en día se trata de obtener una serie de alimentos encapsulados o en partículas finas que cumplan con sus necesidades fisiológicas. Estos alimentos se han diseñado con base a la experimentación, que consiste en proporcionar dietas con valor calórico variable; se dice que el valor calórico adecuado para cada especie es el que produce mayor crecimiento en las truchas. (Pillay. 2004).

**Tabla 1:** Porcentaje de alimentación diaria

Temperatura °C	Número de peces por cada 2,2 libras (1000 gramos)										
	5592	5592	669	194	83.2	43.3	25.8	16.2	10.8	7.6	5.5
		669	194	83.2	43.3	25.8	16.2	10.8	7.6	5.5	
	Longitud en centímetros										
	2.5	2.5	5	7.6	10	12.7	15.2	17.8	20.3	22.8	25.4
	5	7.6	10	12.7	15.2	17.8	20.3	22.8	25.4		
Dosis de alimentación (%)											
8	4.3	3.6	3	2.3	1.7	1.4	1.2	1	0.9	0.8	0.7
9	4.5	3.8	3	2.4	1.8	1.5	1.3	1.1	1	0.9	0.8
10	5.2	4.3	3.4	2.7	2	1.7	1.4	1.2	1.1	1	0.9
11	5.4	4.5	3.6	2.8	2.1	1.7	1.5	1.3	1.1	1	0.9
12	5.8	4.9	3.9	3	2.3	1.9	1.6	1.4	1.3	1.1	1
13	6.1	5.1	4.2	3.2	2.4	2	1.6	1.4	1.3	1.1	1
14	6.7	5.5	4.5	3.5	2.6	2.1	1.8	1.5	1.4	1.2	1.1
15	7.3	6	5	3.7	2.8	2.3	1.9	1.7	1.5	1.3	1.2
16	7.8	6.5	5.3	4.1	3.1	2.5	2	1.8	1.6	1.4	1.3
17	8.4	7	5.7	4.5	3.4	2.7	2.1	1.9	1.7	1.5	1.4
18	8.7	7.2	5.9	4.7	3.5	2.8	2.2	1.9	1.7	1.6	1.5
19	9.3	7.8	6.3	5.1	3.8	3	2.3	2	1.8	1.7	1.6

**Fuente:** (modificado de Leitritz.1980)



## **2.2.1. Alimentación Artificial**

### **2.2.1.1. Alimentación complementaria**

Antiguamente se utilizaban desechos de aves, cereales, leguminosas, materiales vegetales y hasta vísceras en la acuicultura, pero el cálculo de la dosis empleada con este tipo de productos resultaba difícil de determinar, debido a la variación en los productos que se adquirirían. En la acuicultura comúnmente se utilizan alimentos complementarios que aportan una ayuda a los naturales producidos en lagos, estanques u otras aguas fluviales, estos proporcionan proteínas y grasas adicionales para este tipo de granjas. Los alimentos complementarios comúnmente son más económicos, sin embargo, existen dificultades para determinar su composición. (Pillay, 2004).

### **2.2.1.2. Alimentos elaborados**

Los alimentos elaborados integran una alimentación balanceada que cumple con los requerimientos nutricionales de las truchas cultivadas. El uso de este tipo de productos reduce la problemática de la disponibilidad y calidad de los nutrientes necesarios, ya que están formulados conforme a las especificaciones de cada uno y se tiene la desventaja con este tipo de dieta, ya que es bastante costosa comparándola con la complementaria existen tres tipos de alimentos elaborados:

Los purificados, que contienen Aminoácidos sintéticos, ácidos grasos, carbohidratos, vitaminas y minerales (estos son los más y costosos y sólo se usan en la investigación);

Los semipurificados que contienen ingredientes naturales, como aceite de maíz y de pescado (se utilizan en estudios para el incremento de talla y peso);



Los prácticos, que son los más viables, se componen de Productos naturales (harinas de semillas, harinas de pescado, cereales, etc.) y son utilizados para satisfacer las necesidades de las truchas criadas de una forma económica.

Los alimentos húmedos son los más completos nutrimentalmente, pero su vida útil es escasa, por lo que deben consumirse casi en el momento de su elaboración; esto hace imposible su almacenamiento prolongado, siendo necesaria su congelación. Los alimentos secos presentan una ventaja sobre los otros: se pueden transportar y almacenar, ya que sólo contienen alrededor del 10% de humedad y son estables al contacto con el agua al ser secos, se pueden elaborar para que sus gránulos floten o se hundan en el agua, también pueden compactarse a diferente escala, permitiendo su aplicación para truchas de distintos tamaños.

La composición de los alimentos elaborados depende de la edad de cada trucha, teniendo una mayor concentración de proteína en las primeras etapas de crianza y disminuyendo su contenido nutricional conforme al crecimiento del animal. Existen también los alimentos medicados; estos contienen antibióticos, fármacos curativos, promotores del crecimiento y en algunos casos, compuestos pigmentadores.

Estos ayudan a que la trucha obtenga sus colores naturales y a mejorar su calidad de vida.



**Figura 3:** Alimentos elaborados

**Fuente:** Tiendas alibaba

### **2.3. Automatización en la granja**

Actualmente los métodos de alimentación varían dependiendo del tipo de granja. En sistemas de granjas rectangulares o circulares flotantes; se utilizan tres tipos de alimentación: alimentación Manual (el acuicultor realiza el proceso de forma manual), alimentación semiautomática (utiliza Artefactos de suministro que requieren de un impulso manual para después terminar su ciclo por cuenta propia) y alimentación automática (tanto la cantidad como los periodos de suministro son realizados por un sistema dosificador de alimentos controlados, que no requieren de intervención manual).

#### **2.3.1. Alimentación manual**

Las granjas que funcionan con este tipo de suministro tienden a presentar fallas continuas e incluso irregularidades en la producción. A pesar de ser la práctica más antigua, el hecho de que el acuicultor esté al tanto de la nutrición de las truchas, cada momento del día conlleva como resultado desbalance en la nutrición de las truchas. La escasa percepción de la cantidad de alimento por día, así como los descuidos en los

periodos de mucha lluvia y su suministro son muy frecuentes. Esta alimentación sigue siendo empleada en muchos sectores acuícolas, ya que la deficiencia productiva no es sustancial a pesar de su baja eficiencia.



**Figura 4:** Alimentación manual

**Fuente:** Lago Titicaca.

### **2.3.2. Alimentación semiautomática.**

Los dispositivos empleados en este tipo de alimentación son capaces de definir la cantidad de Alimento por evento, sin embargo, el acuicultor debe controlar el número de veces que el dispositivo operará por día, lo cual provoca en ciertos casos irregularidades en el suministro diario. Al igual que en la alimentación manual, esta práctica no está completa; el suministro de alimento continúa dependiendo del acuicultor, provocando aún irregularidades en la crianza de las truchas.





**Tabla 2:** Porcentaje de alimentación diaria

Relación de longitud y peso de la trucha arcoiris			
Longitud en centímetros	Peso en gramos de un ejemplar	Longitud en centímetros	Peso en gramos de un ejemplar
2,0	0,11	16,5	54,3
2,5	0,18	17,0	60,0
3,0	0,40	17,5	65,8
3,5	0,61	18,0	72,1
4,0	0,86	18,5	78,8
4,5	1,15	19,0	86,6
5,0	1,49	19,5	92,0
5,5	2,18	20,0	98,0
6,0	2,87	20,5	105,0
6,5	3,72	21,0	112,0
7,0	4,60	21,5	119,0
7,5	5,60	22,0	128,0
8,0	6,70	22,5	136,0
8,5	7,90	23,0	145,0
9,0	9,20	23,5	154,0
9,5	10,53	24,0	163,0
10,0	12,00	24,5	172,0
10,5	14,00	25,0	182,0
11,0	16,40	25,5	194,0
11,5	18,70	26,0	208,0
12,0	21,40	26,5	222,0
12,5	24,10	27,0	236,0
13,0	27,00	27,5	251,0
13,5	30,00	28,0	266,0
14,0	33,20	28,5	281,0
14,5	36,50	29,0	297,0
15,0	40,00	29,5	314,0
15,5	44,20	30,0	330,0
16,0	49,80		

**Fuente:** (modificado de Leitritz.1980)

**Tabla 3:** Flujo de producción de truchas arco iris



**Fuente:** (modificado de Leitritz.1980)

### 2.3.3. Alimentación automática

Esta clase de dispositivos son capaces de monitorear, controlar y tomar decisiones a la hora de comenzar o continuar el suministro de alimentos.

El operador tiene la tarea de proveer porciones adecuadas para que el dosificador de alimentos funcione sin necesidad de influenciar como las anteriores. El dosificador realizado en este proyecto está dentro de esta clasificación.

## 2.4. Ecosistema

Existen dos factores claves en la vida de una trucha; el primero es la calidad del agua, y el segundo es la alimentación. A su vez, estas dos ramas dependen una de la otra, de tal modo que unidas pueden proporcionar un ecosistema adecuado para el desarrollo de cualquier ser acuático. En el lago Titicaca permite que los seres acuáticos puedan desplazarse de forma fluida a través de ella, al ser más pesada que el aire atenúa los efectos de la gravedad y funciona de soporte para el libre movimiento de la trucha, de tal manera que este necesite de muy poca energía para moverse y no hundirse.

Es de vital importancia conocer las necesidades de un pez de acuerdo con su ambiente. El agua en el lago Titicaca se almacena de distintos puntos de la región ya su vez tiene propiedades únicas; los nutrientes y las bacterias que proliferan en ella son quienes determinan qué tipo de trucha puede habitar en su ecosistema. Cada trucha comprende ciertas características en común que se describen a continuación:

**Tabla 4:** Comportamiento de la trucha en función al pH del agua

pH	4.0 - 5.0	5.1 - 6.5	6.6 - 7.9	8.0 - 10.0
Condición	Mucho estrés Crecimiento lento	Estrés Crecimiento lento	Óptimo desarrollo	Crecimiento lento Muere

**Fuente:** (modificado de Leitritz.1980)



### 2.4.1. Temperatura

En el lago Titicaca la temperatura promedio es de 13°C en lo cual es adaptable los peces de agua fría (truchas), que manejan temperaturas de 12 hasta 23 grados Celsius.

**Tabla 5:** Porcentaje de alimentación diario con base en la temperatura del agua

Temperatura °C	Número de truchas por cada 2,2 libras (1000 gramos)										
	5592	5592	669	194	83.2	43.3	25.8	16.2	10.8	7.6	5.5
		669	194	83.2	43.3	25.8	16.2	10.8	7.6	5.5	
	Longitud en centímetros										
	2.5	2.5	5	7.6	10	12.7	15.2	17.8	20.3	22.8	25.4
		5	7.6	10	12.7	15.2	17.8	20.3	22.8	25.4	
Dosis de alimentación (%)											
8	4.3	3.6	3	2.3	1.7	1.4	1.2	1	0.9	0.8	0.7
9	4.5	3.8	3	2.4	1.8	1.5	1.3	1.1	1	0.9	0.8
10	5.2	4.3	3.4	2.7	2	1.7	1.4	1.2	1.1	1	0.9
11	5.4	4.5	3.6	2.8	2.1	1.7	1.5	1.3	1.1	1	0.9
12	5.8	4.9	3.9	3	2.3	1.9	1.6	1.4	1.3	1.1	1
13	6.1	5.1	4.2	3.2	2.4	2	1.6	1.4	1.3	1.1	1
14	6.7	5.5	4.5	3.5	2.6	2.1	1.8	1.5	1.4	1.2	1.1
15	7.3	6	5	3.7	2.8	2.3	1.9	1.7	1.5	1.3	1.2
16	7.8	6.5	5.3	4.1	3.1	2.5	2	1.8	1.6	1.4	1.3
17	8.4	7	5.7	4.5	3.4	2.7	2.1	1.9	1.7	1.5	1.4
18	8.7	7.2	5.9	4.7	3.5	2.8	2.2	1.9	1.7	1.6	1.5
19	9.3	7.8	6.3	5.1	3.8	3	2.3	2	1.8	1.7	1.6

17 truchas por 2,2 libras, está aquí.

Temperatura del agua del estanque →

Fuente: (modificado de Leitritz.1980)

**Tabla 6:** Comportamiento de la trucha en función a la temperatura del agua

Temperatura °C	1 - 3	4 - 8	9 - 14	15 - 17	18 - 20
Consecuencia	Muere	Crecimiento lento	Crecimiento óptimo Buena incubación y reproducción	Velocidad de crecimiento disminuye	Estrés, bajo contenido de O <sub>2</sub>

Fuente: (modificado de Leitritz.1980)



#### **2.4.2. GH**

Es el grado hidrométrico que indica el contenido total de iones alcalinotérreos disueltos en el agua, los cuales en su mayoría son de calcio y magnesio. El exceso de estos iones disminuye el flujo de oxígeno en la sangre de las truchas.

#### **2.4.3. TAG**

Es el grado alcalino métrico completo del agua. Indica la concentración de carbonatos, Bicarbonatos y otros tipos de aniones relacionados con el pH. El exceso de estas sustancias causa carencias de hierro, y produce concreciones sobre las paredes del estanque.

#### **2.4.4. Nitratos**

Son producidos por la descomposición de la materia orgánica. El exceso de estos nitratos puede producir altos niveles de amoníaco que envenenan el agua.

#### **2.4.5. PH**

Es el potencial de hidrógeno, el cual es una medida cuantitativa de la acidez o alcalinidad del agua. Una variación abrupta del pH tiene como consecuencia la inestabilidad de ciertas materias encontradas en el agua que son relevantes para la vida de los organismos.

#### **2.4.6. Dióxido de carbono**

Este gas es producido por la respiración de los peces, así como producto de fermentaciones es utilizado por las plantas para su proceso de fotosíntesis; la carencia o el exceso de este compuesto es nocivo para los peces.



#### **2.4.7. Potencial Redox.**

Es un factor que analiza los cuerpos que liberan oxígeno (oxidantes) y los cuerpos que lo consumen (reductores). El ambiente debe tener un equilibrio entre estos dos cuerpos para que la vida sea viable; depende de otros factores, como el pH y la temperatura.

#### **2.5. Acero inoxidable**

El acero es una aleación de hierro y carbono, siempre que el porcentaje de carbono sea inferior al 2%. Este porcentaje de carbono suele variar entre el 0,05% y el 2% como máximo a veces se incorpora a la aleación otros materiales como el Cr (Cromo), el Ni (Níquel) o el Mn (Manganeso) con el fin de conseguir determinadas propiedades y se llaman aceros aleados.

Hay cuatro tipos de aceros inoxidables, aunque el 65% del acero inoxidable utilizable es el Auténtico.

Acero Inoxidable Auténtico: Son aleaciones de hierro, cromo, níquel y carbono con menos del 0.10% de carbono. Dentro de este grupo se incluyen los dos más conocidos el 18/18 y el 18/10 Que realmente se llaman el 1.4304 y el 1.4301.

##### **2.5.1. Requisitos de seguridad en el acero inoxidable**

El proyecto debe construirse con un material resistente a la oxidación como el AISI 304. El metal recubierto de Zinc es aceptado sólo en algunas, aunque no es aconsejable su uso, ya que no resiste debidamente la acción corrosiva de los productos Alimenticios y de los detergentes empleados en la limpieza, Para la manipulación y preparación de productos alimenticios no es aceptable el Empleo de recipientes o



máquinas de hierro esmaltado o vitrificado. Los materiales plásticos y recubiertos de resina deben ser resistentes a la abrasión y al calor, tienen que ser indestructibles, no tóxicos y no deben ceder elementos al producto o a sus derivados.

### **2.5.2. El acero y sostenibilidad**

El acero tiene una serie de atributos específicos que son de gran importancia para la construcción sustentable entre ellos:

El acero inoxidable es uno de los metales ambientalmente amigables más comúnmente usados en la construcción. Se usa para ayudar a generar energía, ahorrar energía, proveer aire limpio, conservar agua, evitar productos químicos peligrosos, y limitar la contaminación del medio ambiente y los rellenos sanitarios a causa del metal. Si se seleccionan correctamente el acero Inoxidable y el acabado, y se les da el mantenimiento adecuado, permanecerán atractivos durante toda la vida de la construcción incluso si esta se prolonga por cientos de años. Aún después de muchos años de descuido, el acero inoxidable puede frecuentemente restaurar a su apariencia original o puede ser reutilizado en otras aplicaciones. Muchas de las características que determinan si un metal es "verde" están relacionadas directa o indirectamente con la Resistencia a la corrosión.

#### **2.5.2.1. Conservando los recursos naturales**

El acero inoxidable conserva los recursos naturales en muchas formas. Menor explotación Minera es requerida debido a que las tasas de corrosión son muy bajas y los porcentajes reales de reciclado son muy altos, de forma que el reemplazo del metal existente es insignificante.

Las aplicaciones estructurales, los requerimientos de material son reducidos si los diseñadores Sacan provecho del rendimiento superior en alta temperatura del acero



inoxidable y si los aceros Inoxidables de resistencia más alta son utilizados para reducir el tamaño de la sección (Houska, Nickel Instituto, 2011)

## **2.6. Aplicado a la Ingeniería**

### **2.6.1. Automatización**

La técnica de la automatización es una disciplina que abarca varias especialidades y que, por lo tanto, recurre a conocimientos y métodos de diversas ciencias de ingeniería. Está estipulado que un autómatas es un sistema artificial que se comporta de determinadas maneras relacionando entre variables de entrada con estados del sistema, con el fin de obtener las salidas necesarias para solucionar tareas.

Para configurar procesos automáticos modernos se necesitan tres componentes:

- Sensores para captar los estados del sistema.
- Actuadores para emitir los comandos de control.
- Unidades de control para la ejecución del programa y para tomar decisiones.

#### **2.6.1.1. Consecuencias de la automatización para el ser humano en la granja de truchas**

Una de las razones principales para el uso de sistemas automatizados fue y sigue siendo la necesidad de producir a costos cada vez menores para ser competitivos. La técnica de la automatización del dosificador contribuye a ese fin de varias maneras:

- En los dosificadores automatizados se necesitan menos piscicultores.
- Se puede alimentar las 24 horas del día, interrumpiendo los procesos únicamente para realizar trabajos de mantenimiento.



- En términos generales, los dosificadores automatizados cometen menos errores que los humanos, por lo que las truchas tienen un alto y constante nivel de calidad de alimentación.
- Los tiempos de los procesos son menores. Es posible entregar a los clientes más productos en menos tiempo.
- Gracias a la automatización, los piscicultores no tienen que hacer trabajos monótonos, pesados y peligrosos o nocivos para la salud.
- Sin embargo, estas ventajas de la automatización se enfrentan a varias desventajas:
- La automatización de los dosificadores implica que los piscicultores tomen decisiones específicas, cuyas consecuencias no pueden apreciarse en su totalidad debido al carácter complejo de las instalaciones.
- costos originados por un sistema automático tienen como consecuencia que los individuos asumen una mayor responsabilidad en relación con el éxito de la empresa.

### **2.6.2. Batería de ion de Litio**

La batería de iones de litio o Li-Ion, es un dispositivo creado para el almacenamiento de energía eléctrica que usa como electrolito una sal de litio que adquiere los iones necesarios para la reacción electroquímica reversible que se ejecuta entre el cátodo y el ánodo.

Sus propiedades, su bajo peso, la elevada capacidad energética, resistencia a la descarga, el poco efecto memoria, el elevado número de ciclos de regeneración, permiten diseñar acumuladores ligeros, pequeños y de variadas formas, con alto rendimiento, especialmente adaptados a las aplicaciones de la industria electrónica de gran consumo.

(Wikipedia, 2016)

**Tabla 7:** Valor específico de la Batería

	<b>Energía específica</b>	100–265 $\text{W}\cdot\text{h}/\text{kg}^1$ <sup>2</sup> (0.36–0.95 MJ/kg)
	<b>Densidad energética</b>	250–730 $\text{W}\cdot\text{h}/\text{L}^2$ (0.90–2.23 MJ/L)
	<b>Potencia específica</b>	~250–~340 $\text{W}/\text{kg}^1$
	<b>Eficiencia carga/descarga</b>	80–90% <sup>3</sup>
	<b>Energía / precio consumidor</b>	2.5 $\text{W}\cdot\text{h}/\text{US\$}$
	<b>Velocidad de auto descarga (%/mes)</b>	8% a 21 °C 15% a 40 °C 31% a 60 °C (por mes)
	<b>Durabilidad (ciclos)</b>	400–1200 ciclos
	<b>Voltaje de célula nominal</b>	NMC 3.6 / 3.7 V, LiFePO4 3.2 V

**Fuente:** [https://articulo.mercadolibre.com.pe/MPE-438743336-bateria-de-litio-18650-37v-usadas-\\_JM#&gid=1&pid=1](https://articulo.mercadolibre.com.pe/MPE-438743336-bateria-de-litio-18650-37v-usadas-_JM#&gid=1&pid=1)

### 2.6.3. Shield Arduino

Un “shield” es simplemente una placa de circuito impreso que se coloca sobre la placa Arduino y se conecta a ella mediante el acoplamiento de sus pines sin necesidad de alguna otra conexión externa. Su función es actuar como una placa complementaria, ampliando las capacidades de la placa Arduino Base.

Los shield pueden ser compatibles con diferentes tipos de placas Arduino, la mayoría están diseñados para operar con las placas Arduino UNO y Arduino MEGA.

Algunos shield son “Stackables“, esto significa que se pueden apilar unos sobre otros, para dar más funciones a la placa. En estos casos hay que verificar la



documentación del shield para asegurarnos de que no se ocupen los mismos pines para distintas funciones.

Hay que tener en cuenta los requerimientos de alimentación eléctrica de cada shield. Ya que el Arduino soporta aproximadamente 500mA, dependiendo de los componentes asociados al shield puede que el consumo de corriente supere el máximo que pueda entregar el Arduino.



**Figura 5:** Modulo shield

**Fuente:** [https://m.media-amazon.com/images/I/71V3vRzFIYL.\\_AC\\_SY450\\_.jpg](https://m.media-amazon.com/images/I/71V3vRzFIYL._AC_SY450_.jpg)

#### 2.6.4. Panel solar

Un panel fotovoltaico está formado por numerosas celdas que convierten la luz en electricidad. Las celdas dependen del efecto fotovoltaico el cual produce cargas positiva y negativa a partir de la energía lumínica que incide en dos semiconductores próximos de diferente tipo, generando un campo eléctrico capaz de producir una corriente. (Wik, 2016).



Las celdas solares suelen estar hechas de silicio cristalino o arseniuro de galio. El silicio poli cristalino posee menor eficacia de conversión y menor coste. Hay tres subcategorías en las células de silicio empleadas en paneles fotovoltaicos: Las de silicio mono cristalino están constituidas por un único cristal de silicio, estas células presentan un uniforme color azul oscuro. (Wikipedia, 2016)

Las células de silicio poli cristalino están constituidas por un conjunto de cristales de silicio, lo que explica que su rendimiento sea algo inferior al de las células mono cristalinas. Se caracterizan por un color azul más intenso. Las células de silicio amorfo son menos eficientes que las de silicios cristalinos y más baratos también. Este tipo de células se emplea en relojes o calculadoras. (Wikipedia, 2016)



**Figura 6:** Panel solar

**Fuente:** revista clean-energy-solar-panel-clip-art



## 2.6.5. Microcontroladores

Un microcontrolador es un módulo diseñado de tal manera que tenga todas las componentes integradas tales como memoria o buses de transmisión de datos en el mismo chip, esto permite un ahorro de tiempo y espacio al momento de crear un dispositivo. No necesita de otros componentes especializados para su aplicación, porque todos los circuitos necesarios para su operación ya se encuentran incorporados.

Los microcontroladores ofrecen una amplia gama de aplicaciones y sólo algunas se exploran normalmente, el diseñador es el encargado de decidir el funcionamiento que el microcontrolador tendrá y de cargar un programa con las instrucciones necesarias para su correcta operación.

### 2.6.5.1. Arduino

Arduino es una placa con un microcontrolador y con toda la circuitería de soporte, que incluye, reguladores de tensión y un puerto USB conectado a un módulo adaptador USB-Serie que permite programar el microcontrolador desde cualquier computadora de manera cómoda haciendo pruebas de comunicación con el propio chip. (Evans, 2011)

La programación del Arduino utilizado en el dispositivo (Arduino UNO) se basa en el lenguaje ensamblador, ya que el propio microcontrolador cuenta con un IDE con todas las librerías.

Un Arduino dispone de pines que pueden configurarse como entrada o salida y a los que puede conectarse cualquier dispositivo que sea capaz de transmitir o recibir señales digitales de 0 y 5V. También dispone de entradas y salidas analógicas. Mediante las entradas analógicas podemos obtener datos de sensores en forma de variaciones



continuas de un voltaje. Las salidas analógicas suelen utilizarse para enviar señales de control en forma de señales PWM.

#### Entradas y salidas Arduino

- RX y TX: Se usan para transmisiones serie de señales TTL.
- Interrupciones externas: Posee pines configurados para generar una interrupción en el microcontrolador. Las interrupciones pueden dispararse cuando se encuentra un valor bajo en estas entradas y con flancos de subida o bajada de la entrada.
- PWM: Arduino dispone de salidas destinadas a la generación de señales PWM de hasta 8 bits
- SPI: Algunos pines pueden utilizarse para llevar a cabo comunicaciones SPI, que permiten trasladar información full duplex en un entorno Maestro/Esclavo.
- I<sup>2</sup>C: Permite establecer comunicaciones a través de un bus I-C. El bus FC es un producto para la interconexión de sistemas embebidos. Actualmente se puede encontrar una gran diversidad de dispositivos que utilizan esta interfaz, desde pantallas LCD, sensores, etc.

#### 2.6.6. Sistemas sensoriales

Es fundamental que en un sistema se examine la evolución de la respuesta del proceso que se está controlando, para disponer de esta información es necesario transformar la magnitud física concreta en señales eléctricas que puedan ser interpretadas por el controlador.

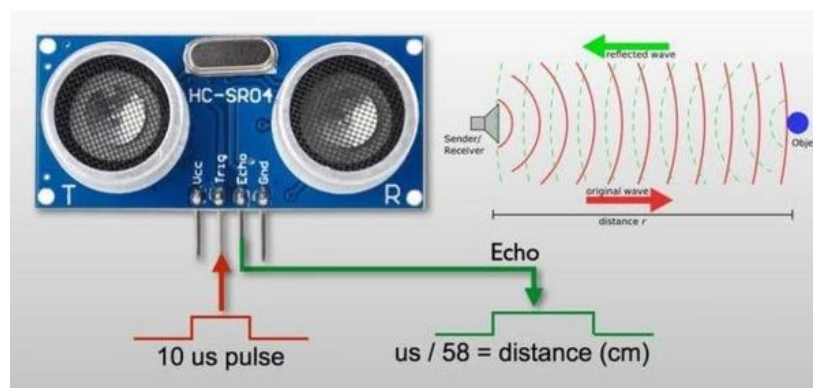
Cuando se emplea un controlador digital, la información procedente de los sensores llega a un canal de entrada que se debe atender para obtener dicha información.

Para el alimentador a implementar se propuso el uso de sensores ultrasónicos, cuya función es detectar el nivel de alimento en el tanque del aparato.

### 2.6.6.1. Sensores ultrasónicos

Son un tipo de sensores muy versátiles que su función es la de captar radiación electromagnética dentro del espectro luminoso, aunque solo abarquen una porción del mismo habitualmente.

La banda del espectro electromagnético comprende longitudes de onda que van de 300 nm a 1500 nm para el espectro luminoso (radiación contenida en la luz del Sol), de 380 nm a 780 nm para la luz visible, por debajo de 380 nm es el espectro ultravioleta y por encima de 780 nm es el espectro infrarrojo.



**Figura 7:** Sensor ultrasónico HC - SR04

**Fuente:** Empezando con Arduino - 3C: Sensor Ultrasónico HC-SR04.2020

### 2.6.7. Motor paso a paso

Se utiliza especialmente cuando se precisa un sistema de posicionamiento seguro y fiable evitando recurrir a sistemas más complejos como los servomecanismos.

Solucionando con relativa sencillez cuando hay exigencia de velocidad de accionamiento en varios movimientos ordinarios asociados a sistemas de frenado con gran seguridad y de problemática ejecución práctica. (Falak, 2010)



**Figura 8:** Motor paso a paso

**Fuente:** <https://es.aliexpress.com/item/32332267474.html>

#### **2.6.8. Servidor Web**

Un servidor web o servidor HTTP es un programa informático que procesa una aplicación del lado del servidor, realizando conexiones bidireccionales o unidireccionales y síncronas o asíncronas con el cliente y generando o cediendo una respuesta en cualquier lenguaje o aplicación del lado del cliente. El código recibido por el cliente es renderizado por un navegador web. Para la transmisión de todos estos datos suele utilizarse algún protocolo. Generalmente se usa el protocolo HTTP para estas comunicaciones, perteneciente a la capa de aplicación del modelo OSI. El término también se emplea para referirse al ordenador. (Wikipedia, 2021)



## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

El inicio de la investigación fue con la recolección de información de distintas fuentes web, revistas, informes, Blogs, tesis, repositorios institucionales, etc. Así como conocimientos previos adquiridos en la escuela profesional de ingeniería electrónica.

Para la implementación del prototipo se usó revistas y páginas de la Web. Posteriormente se hizo uso de fichas técnicas de distintos fabricantes de componentes y accesorios además de materiales necesarios para su implementación.

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

#### **3.2. Tipo de investigación**

Es exploratoria, porque se examina un tema o problema de investigación poco estudiado. Es descriptiva por que tiene como propósito describir las características de la población, situación o fenómeno alrededor del cual se centra su estudio. Realiza su estudio sin alterar o manipular ninguna de las variables del fenómeno, limitándose únicamente a la medición y descripción de las mismas.

#### **3.3. Enfoque de la investigación**

La investigación es de enfoque cuantitativa debido a que se recopilan números y valores para, luego, obtener resultados mediante la aplicación de la estadística. (Hernández Sampieri, 2014)

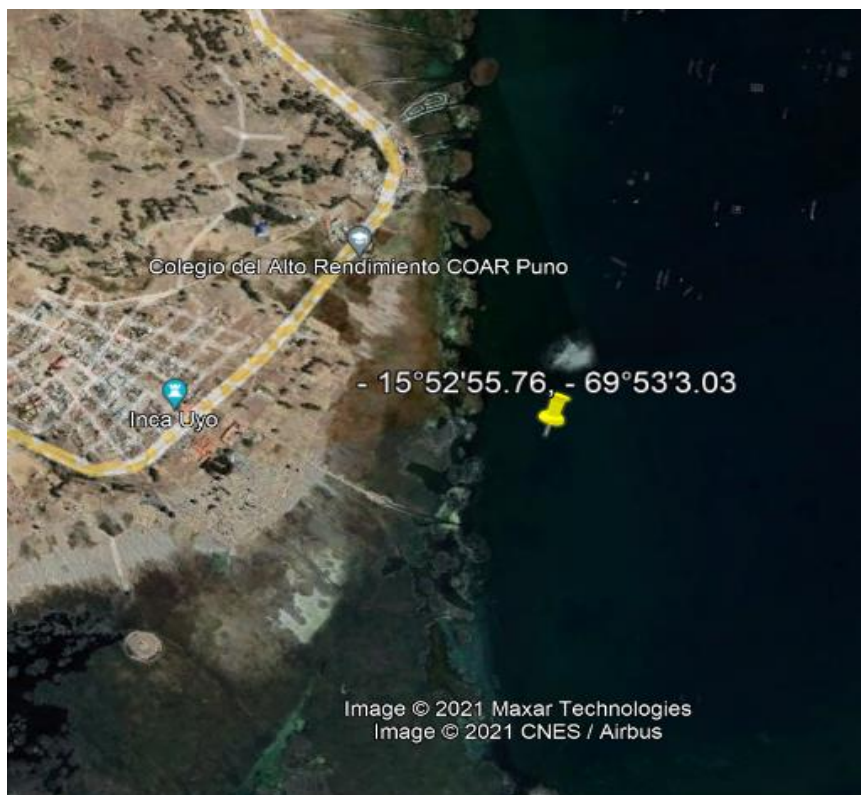
#### **3.4. Diseño de investigación**

Es “descriptiva”, debido a que se selecciona una serie de cuestiones y se mide cada una de ellas, es decir se busca especificar las propiedades importantes del fenómeno que se ha sometido a análisis. (Hernández Sampieri, 2014)

### 3.5. Población y muestra de la investigación

#### 3.5.1. Población

La población de nuestra investigación será la cantidad total de las mediciones realizadas en la etapa de prueba de un dosificador de alimentos para truchas implementado durante esta investigación; dicha prueba consta de un total de un mes (30 días) tiempo en el que se obtuvo los datos de distintos parámetros cada día realizándose así un total de 180 mediciones en total.



**Figura 9:** Sede Barco

**Fuente:** Google Earth pro

#### 3.5.2. Muestra

La muestra de población en esta investigación debe ser no menor de la requerida según la cantidad de la población a investigarse para esto se tomará en cuenta la siguiente ecuación:



$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q} \dots \dots \dots (6)$$

Donde; n; Tamaño de muestra buscado

N; Tamaño de la población o Universo

Z; Parámetro estadístico que depende del nivel de confianza (NC)

e; Error de estimación máximo aceptado

p; Probabilidad de que ocurra el evento estudiado (éxito)

q: (1-p) Probabilidad de que no ocurra el evento estudiado

Según el resultado obtenido la muestra debe ser por lo menos 180 muestras; a partir de esto podemos tomar la cantidad de datos de nuestra población para poder ser estudiado.

Para nuestro caso tomaremos los datos de 3 mediciones cada 2 segundos en 24 horas durante 30 días que dará un total de 90 números de mediciones.

**Tabla 8:** Muestras tomadas

	Cada día.	X sem	Xmes	3mes
Mediciones	3	7	30	180

Elaborado por el equipo de trabajo.

### 3.6.Ubicación y descripción de la población

### 3.7.Técnicas e instrumentos para la recolección de datos e información

#### 3.7.1. Procedimiento inicial del proceso

Para el ensayo de la alimentación de truchas se prosiguió de la siguiente metodología.





### 3.7.2. Información básica

Se recopiló la información de la investigación empleando equipos e instrumentos de medición de datos, parámetros físicos que así nos permitió medir las variables del proceso. Elaborado por el equipo de trabajo.

- Multímetro.
- Balanza de peso.
- Flexómetro
- Escuadra

**Tabla 9:** Técnica para la recolección de datos.

<b>MÉTODO</b>	<b>TÉCNICA</b>	<b>INSTRUMENTO</b>
Descriptivo	Observación	Reportes de Datalogger
Aplicativo	Implementada	Experimentación

Elaborado por el equipo de trabajo.

Para la investigación se implementó un prototipo de dosificador de alimentos para truchas por el cual se obtendrá el control estadístico de alimentación.

### 3.8. Diseño de un dosificador de alimentos para truchas

#### 3.8.1. Diseño Mecánico



**Figura 10:** Prototipo dosificador de alimentos

Elaborado por el equipo de trabajo

#### 3.8.2. Cálculo matemático

Se realizan los siguientes cálculos matemáticos:

Cálculo de volumen en el contenedor.

VA: Volumen en A cilindro.

VB: Volumen en B semiesfera.

VT: Volumen total.

R: Radio del contenedor de alimentos.

h: Altura en A cilindro.

$\pi$ : Valor de pi. 3.1415...



$$VA = \pi R^2 * h = \pi(5.75cm)^2 * 20cm = 2077.378142cm^3$$

$$VB = \frac{2}{3}\pi R^3 = \frac{2}{3}\pi(5.75cm)^3 = 398.164139cm^3$$

$$VT = VA + VB = 2475.542286cm^3$$

Cálculo de tiempo de vaciado en el contenedor.

Volumen total equivalente al peso total.

$$VT = 2475.542286cm^3 \cong 1.150Kg$$

El tiempo de vaciado  $t_v$  aplicando el cronometro fue.

$$t_v = 15.30seg \cong 1.150Kg = peso\ total$$

El orificio de salida del recipiente es: 3.75cm de diámetro.

Cálculo de intervalos de separación de comida, para cada horario: para interpretar el sistema de control.

Realizaremos el cálculo de alimentación al respecto del tiempo.

TAMAÑO DE TRUCHA: 8cm.

PESO: 6.9g.

ALIMENTACION DIARIA: 10% del PESO.

CATIDAD DE TRUCHA: 20 unidades.

$$10\% de\ Peso = \frac{6.9g * 10\%}{3 * 100\%} = 0.69g$$

Dividiendo para tres veces al día la alimentación para 20 truchas.

T20: 20 truchas por ración.

$$Una\ racion\ por\ trucha = \frac{0.69g}{3\ veces\ el\ dia} = 0.23g$$

$$T20 = 0.23g * 20 = 4.6g$$

Realizando el cálculo de tiempo de apertura para "20 truchas por ración":



$$Racion\ por\ trucha = \frac{tv * T20}{Peso\ total} = \frac{15.30seg * 4.6g}{1150g} = 1.987seg \cong 2seg$$

### 3.8.3. Sistema de ensamblaje

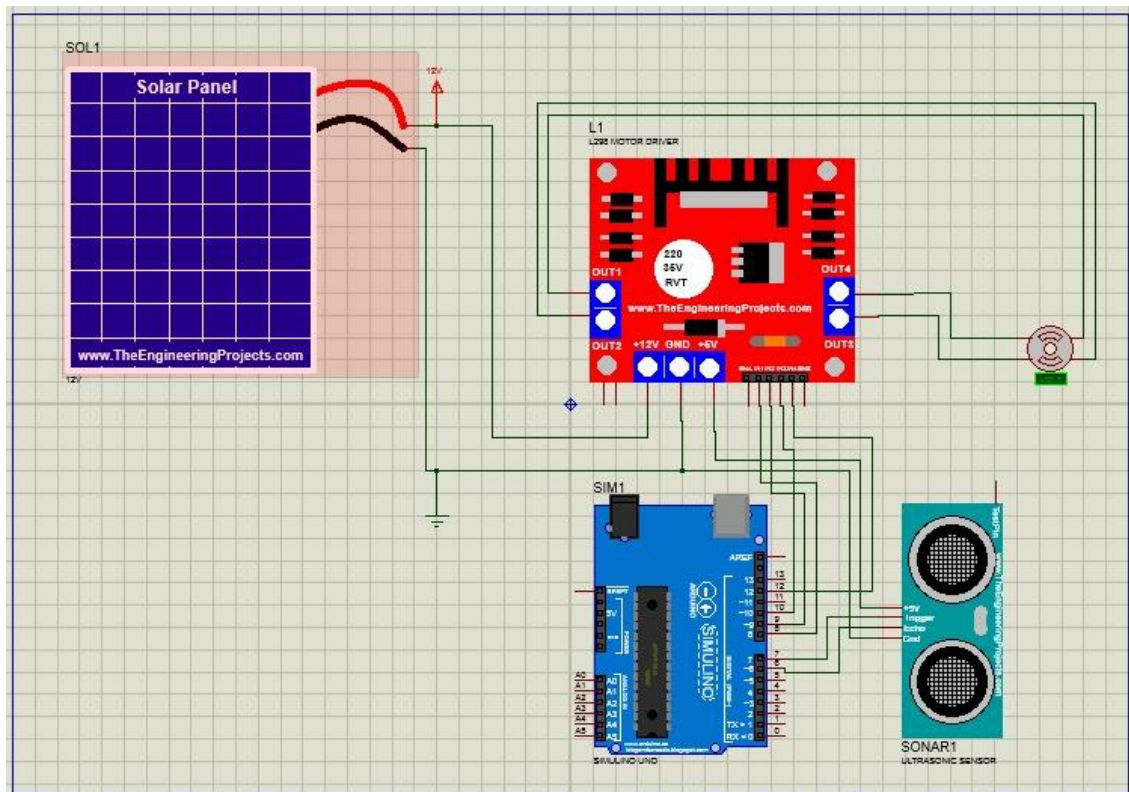
### 3.8.4. Accesorios en general

- Contenedor de alimentos.
- Motor paso a paso.
- Arduino uno.
- Módulo Shield arduino.
- Modulo puente H.
- Panel solar.
- Batería Litio de ion.
- Laptop.

### 3.8.5. Diseño electrónico.

El sistema electrónico consiste en realizar el control de vaciado de un contenedor dosificador de alimentos en función del tiempo; el cual posee un motor paso a paso y un módulo puente H el cual realiza la apertura y cierre del vaciado del contenedor. El sensor ultrasónico tomará los datos de la reducción volumétrica de alimentos en el contenedor y los datos tomados serán almacenados en la nube del servidor para así tomar muestras de eficiencia de calidad del contenedor.

El sistema funciona de tal modo que cuando exista variación volumétrica en el sensor; lo cual activa o desactiva el motor paso a paso según lo programado respecto el horario de alimentación de truchas.



**Figura 11:** Diseño del sistema electrónico (Proteus)

Elaborado por el equipo de trabajo.

### 3.8.6. Sensores

Es el encargado de medir magnitudes físicas y químicas del sistema con el fin de transformarlas en señales eléctricas y ser almacenadas en una base de datos, para posteriormente ser evaluadas y empleadas algoritmos y condiciones de control y estas podrán reflejarse en los actuadores del sistema.

#### 3.8.6.1. Sensor ultrasónico.

El sensor HC-SR04 es un sensor de distancia de bajo costo que utiliza ultrasonido para determinar la distancia de un objeto en un rango de 2 a 450 cm. Destaca por su pequeño tamaño, bajo consumo energético, buena precisión y excelente precio. El sensor HC-SR04 es el más utilizado dentro de los sensores de tipo ultrasonido, principalmente por la cantidad de información y proyectos disponibles en la web. De igual forma es el más empleado en



proyectos de robótica como robots laberinto o sumo, y en proyectos de automatización como sistemas de medición de nivel o distancia.

El sensor HC-SR04 posee dos transductores: un emisor y un receptor piezoeléctricos, además de la electrónica necesaria para su operación. El funcionamiento del sensor es el siguiente: el emisor piezoeléctrico emite 8 pulsos de ultrasonido(40KHz) luego de recibir la orden en el pin TRIG, las ondas de sonido viajan en el aire y rebotan al encontrar un objeto, el sonido de rebote es detectado por el receptor piezoeléctrico, luego el pin ECHO cambia a Alto (5V) por un tiempo igual al que demoró la onda desde que fue emitida hasta que fue detectada, el tiempo del pulso ECO es medido por el microcontrolador y así se puede calcular la distancia al objeto. El funcionamiento del sensor no se ve afectado por la luz solar o material de color negro (aunque los materiales blandos acústicamente como tela o lana pueden llegar a ser difíciles de detectar).

La distancia se puede calcular utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Distancia (m)} = \{(\text{Tiempo del pulso ECO}) * (\text{Velocidad del sonido}=340\text{m/s})\}/2$$

El sensor US-016 es similar al HC-SR04 pero con salida de tipo analógico, otro sensor ultrasonido es el sensor US-100 con salida de tipo uart/serial.

Especificaciones técnicas:

Voltaje de Operación: 5V DC

Corriente de reposo: < 2mA

Corriente de trabajo: 15mA

Rango de medición: 2cm a 450cm

Precisión: +- 3mm

Ángulo de apertura: 15°

Frecuencia de ultrasonido: 40KHz



Duración mínima del pulso de disparo TRIG (nivel TTL): 10  $\mu$ S

Duración del pulso ECO de salida (nivel TTL): 100-25000  $\mu$ S

Dimensiones: 45mm x 20mm x 15mm

Tiempo mínimo de espera entre una medida y el inicio de otra 20ms (recomendable 50ms)

Pines de conexión:

VCC (+5V DC)

TRIG (*Disparo del ultrasonido*)

ECHO (*Recepción del ultrasonido*)

GND (0V)

### **3.8.7. Controlador**

#### **3.8.7.1. Módulo Arduino uno**

Arduino Uno es una plataforma de creación de electrónica de código abierto, la cual está basada en hardware y software libre, flexible y fácil de utilizar para los creadores y desarrolladores. Esta plataforma permite crear diferentes tipos de microordenadores de una sola placa a los que la comunidad de creadores puede darles diferentes tipos de uso.

Para poder entender este concepto, primero vas a tener que entender los conceptos de hardware libre y el software libre. El hardware libre son los dispositivos cuyas especificaciones y diagramas son de acceso público, de manera que cualquiera puede replicarlos. Esto quiere decir que Arduino ofrece las bases para que cualquier otra persona o empresa pueda crear sus propias placas, pudiendo ser diferentes entre ellas, pero igualmente funcionales a partir de la misma base. Se describe su funcionalidad:

Microcontrolador

AT UNO328

Voltaje de funcionamiento	5V
Voltaje de entrada (recomendado)	7 - 12V
Voltaje de entrada (límites)	6 - 20V
Clavijas de E / S digitales	14(de los cuales 6 proporcionan salida PWM)
Clavijas de entrada analógica	6
Corriente CC por clavija de E / S	40 mA
Corriente CC para clavija de 3.3V	50 mA
Memoria Flash	32 KB (ATmega328 MHz) de los cuales 0.5 KB son utilizados por el gestor de arranque
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Velocidad del reloj	16 MHz



**Figura 12:** modulo Arduino uno.

**Fuente:** <https://crimport.com.pe/index.php/online-store/cameras/arduino-uno-r3-detail>



### 3.8.7.2. Módulo Shield Arduino

Con el shield Ethernet para Arduino se abren innumerables opciones para controlar tu Arduino a través de Internet o de la una red local (LAN).

Esta conectividad Ethernet nos permite utilizarlo en proyectos de domótica, el Internet de las cosas (IoT), proyectos de control y monitoreo.

El chip W5100 que utiliza este módulo para Arduino es un controlador de Ethernet fabricado por Wiznet especialmente diseñado para aplicaciones embebidas.

Este módulo es compatible con Arduino Uno y con Arduino Mega, es un módulo apilable y que se conecta a la placa Arduino mediante SPI por lo que nos deja la mayoría de los pines libres para utilizarlos en las tareas de nuestro proyecto. El shield Ethernet incluye un conector hembra RJ45, un botón para resetear el módulo y la placa Arduino y un lector de tarjetas microSD.



**Figura 13:** Modulo Shield Ethernet

**Fuente:** [https://articulo.mercadolibre.com.pe/MPE-432530014-shield-ethernet-\\_JM](https://articulo.mercadolibre.com.pe/MPE-432530014-shield-ethernet-_JM)



### 3.8.7.3.Laptop

Una laptop es una computadora portátil de peso y tamaño ligero, su tamaño es aproximado al de un portafolio (hay más pequeñas como Palmtop y Handheld). Ésta pertenece al grupo de las computadoras personales, las cuales son sistemas de computación relativamente pequeños y de bajo costo, también llamados microprocesadores.

La laptop es un equipo compuesto por una pantalla líquida, alimentada con baterías o corriente alterna, puede durar más de dos horas de funcionamiento, es liviana (usualmente pesa menos de 12 libras), presenta teclado integrado, panel táctil para manejar el puntero en lugar del ratón, entre otras características.

Como es una verdadera computadora personal, no está para dejarla en manos de otras personas. La laptop es ideal para quienes desean trasladar su trabajo de la oficina al hogar y viceversa, para quienes realizan presentaciones o son viajeros frecuentes, para los estudiantes de universidad, investigadores, personas que viven o trabajan oprimidos en espacios reducidos, etc.

Hoy en día muchos usuarios la emplean en sus hogares como medio de comunicación, entretenimiento, ocio y de educación, dejando a un lado la computadora de escritorio. Su popularidad se debe a su portabilidad y rendimiento.

Una laptop puede hacer prácticamente lo mismo que una computadora de escritorio, con memorias extensas, capacidad enorme, monitores amplios y procesadores muy avanzados. Solo tiene la limitante de que no son fáciles de actualizar (hardware).

En la última década, el precio de las computadoras personales portátiles (antes prohibitivo) ha disminuido considerablemente, y el valor que tiene para consumidores en

constante movimiento ha aumentado. Ambos factores también intervienen en el sorprendente fenómeno de popularidad de las laptops. Desde que se dio a conocer la primera computadora portátil (la Osborne) en 1981, han sido numerosas las computadoras de este género portátil que han aparecido durante estos años. Muchos fabricantes están produciendo y desarrollando nuevos equipos cada vez más rápidos y potentes dejando en el olvido a sus predecesores. Y según avanza la tecnología, los precios se vuelven más competitivos hasta el punto de que cualquier persona puede disponer de una computadora portátil.



**Figura 14:** Laptop HP

**Fuente:** <https://www.hp.com/pe-es/shop/laptop-hp-15-dw10611a-2a4q81a.html>



### 3.8.7.4. Actuadores

### 3.8.7.5. Motor paso a paso

El motor de pasos es un dispositivo electromecánico que convierte una serie de impulsos eléctricos en desplazamientos angulares discretos, lo que significa que es capaz de girar una cantidad de grados (paso o medio paso) dependiendo de sus entradas de control. El motor paso a paso se comporta de la misma manera que un conversor digital-analógico (D/A) y puede ser gobernado por impulsos procedentes de sistemas digitales. Este motor presenta las ventajas de tener precisión y repetitividad en cuanto al posicionamiento. Entre sus principales aplicaciones destacan los robots, drones, radiocontrol, impresoras digitales, automatización, fotocomponedoras, pre prensa, etc.

#### Características:

Ángulo de paso:	1.8 grados
Pasos:	200 por vuelta
Fases:	4
Voltaje:	4.5V
Corriente:	2A/fase
Diámetro de eje:	6.35mm
Holding Torque:	14Kg/cm
Formato:	NEMA 23

### 3.8.8. Diseño de software.



**Figura 15:** Esquema del diseño de Software.

Elaborado por el equipo de trabajo.

#### 3.8.8.1.Registro de datos

##### **Datalogger**

Un datalogger en Arduino refiere a una programación de códigos que, con la ayuda de un arreglo de componentes encargados de obtener y registrar datos en la nube de un servidor, logran registrar todos los datos obtenidos según la hora y la fecha del evento.

#### 3.8.8.2.Procesamiento de datos

Una vez obtenido los datos de la medición realizada en la nube se procederá a la evaluación y procesamiento de los datos.

##### **Excel**

Los datos se obtienen en un formato .txt o archivo de texto y a partir de ahí se realizará el procesamiento.

Se realizará la conversión del archivo .txt a .xls para lo cual se hace el siguiente procedimiento.

### 3.9. Construcción y montaje

Este apartado describe cómo se realizó la construcción y el montaje de acuerdo al diseño que se realizó anteriormente.

#### 3.9.1. Construcción del sistema mecánico

El sistema mecánico consiste en la implementación del contenedor de alimentos conformados por un recipiente de 2 kilos, material plástico.



**Figura 16:** prototipo dosificador  
Elaborado por el equipo de trabajo.

### 3.9.2. Contenedor de alimento

El contenedor de alimentos fue implementado de material plástico transparente que cuenta con los accesorios de seguridad. Accesorios y acoples mecánicos

Se usó materiales como varilla de espárragos rosca con perno para tener la estabilidad de la estructura y planchas metálicas antioxidantes.



**Figura 17:** Contenedor de alimentos.

Elaborado por el equipo de trabajo.

### 3.9.3. Construcción del sistema electrónico

### 3.9.4. Circuito de potencia

El circuito de potencia es el que se encarga de suministrar la energía a actuadores como motor paso a paso, sensor y al controlador mediante un panel solar suministrado en una batería.





### **3.9.5. Circuito de control**

El circuito de control consta de un arreglo de componentes y módulos de manera que cumplen la tarea de obtener datos volumétricos de alimentos en el sensor ultrasónico para verificar la eficiencia de control en la dosificación.

### **3.9.6. Montaje del prototipo.**

El montaje total consiste en la unión de todos los sistemas antes descritos de manera que todas funcionen cumpliendo sus tareas con un solo fin.

### **3.9.7. Pruebas**

#### **3.9.7.1. Prueba de funcionamiento.**

Se realizó una prueba de funcionamiento del prototipo dosificador de alimentos durante 30 días, tiempo en el que se obtuvieron datos del control volumétrico durante el vaciado del alimento en el contenedor, los datos tomados y verificados en margen de error máximo, mínimo y promedio para verificar la eficiencia del dosificador.

#### **3.9.7.2. Procedimientos para la prueba.**

Posterior a la implementación del prototipo se procedió con el funcionamiento de este para poder verificar la funcionalidad del mencionado prototipo para lo cual se detalla los procedimientos de la prueba de funcionamiento:

- Acondicionamiento del motor paso a paso con el contenedor de alimentos.
- Ensamblar en sistema de control.
- Asegurar el prototipo en el lugar de pruebas y llenado de alimentos en el contenedor de alimentos.
- Acondicionamiento y ubicación de sistema para la obtención de datos.



### **3.9.7.3. Tiempo de prueba de funcionamiento**

El ensayo consistió en la prueba de funcionamiento del sistema durante 30 días el cual inició el 30/10/2021. La toma de datos se consideró a partir del día 02/11/2021 posterior a ser implementado y puesta en funcionamiento, y tiempo en el que se esperó obtener resultados.

Para lo cual se preparó el sistema para la toma de datos durante el periodo, por lo tanto, se tuvo que realizar el sellado y acondicionamiento del sistema un día antes, para comenzar el periodo sin problemas.

Las mediciones se realizaron progresivamente a razón de 24:00:00 hora de diferencia.

### **3.9.7.4. Alimento en forma de pellet.**

Los alimentos son utilizados para el llenado en el contenedor de alimentos para así ser controlados en el proceso de vaciado para el consumo de truchas como muestra en la figura.



**Figura 18:** Pellets



Elaborado por el equipo de trabajo.

#### **3.9.7.5.Toma de datos**

La toma de datos se realizó a partir del 16/10/2021 a las 08:00 horas en el tiempo que estuvo programado en el controlador del datalogger. Los datos medidos fueron almacenados para su posterior trato.

#### **3.9.7.6.Inicio de control**

El inicio de control se realiza en el momento de encendido del sistema, en el cual el sensor ultrasónico toma el control para el actuador y el horario de apertura y cierre.

#### **3.9.7.7.Dosificación inicial**

En la dosificación inicial se obtuvieron los primeros datos estadísticos para la evaluación del proceso de control y también para la calibración del sensor.



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Resultados de la implementación del prototipo según diseño

En este capítulo se detalla los resultados que obtuvo en la etapa de prueba posterior a la implementación del prototipo, como anteriormente se mencionó la etapa de prueba consistió en una puesta de funcionamiento de 30 días.

La investigación debido a cada objetivo trazado, la implementación de cada parte del prototipo fue trabajada por separado para su posterior integración al sistema planteado inicialmente, quedando así conformado completo el sistema.

Desde la etapa que se inicia la implementación general del sistema hasta que ocurre la dosificación de alimentos, además la evaluación de los valores obtenidos del sistema puesto en marcha para su respectiva prueba, siguiendo la metodología planteada inicialmente lo cual se expone a continuación.

##### 4.1.1. Resultado de la implementación del prototipo

La implementación física del prototipo dosificador de alimentos se desarrolló en dos cuerpos los cuales son etapas de:

- Etapa de ensamblado de motor paso a paso con el contenedor de alimentos.
- Etapa de ensamblado de control del sistema.
- Etapa de ensamblado total en el lugar de prueba.

##### 4.1.2. Resultado de la etapa de dosificación de alimentos.

Se inicia con el llenado de alimentos en el contenedor, encendido del sistema de control y el actuador; en cual el sensor es el principal factor de toma de control del proceso

de vaciado y toma de datos para la administración volumétrica, lo cual verifica la eficiencia de la dosificación de alimentos.



**Figura 19:** Llenado del contenedor.

Elaborado por el equipo de trabajo.

#### **4.1.3. Resultado de la implementación del prototipo**

El prototipo dosificador de alimentos para truchas, dosifica los alimentos correctamente en tiempo indicado y con las probabilidades de mínimo error en la eficiencia.



#### **4.1.4. Resultado de sistema electrónico**

En el sistema electrónico, se realiza la toma de datos en la salida serial y luego enviado a un Base de datos (nube) para su respectiva tabulación e interpretación estadístico o gráfico.

#### **4.1.5. Resultados de la implementación prototipo**

La implementación del sistema de medición Datalogger se realizó utilizando módulos y componentes electrónicos, así como software libre para la programación de componentes electrónicos.

#### **4.1.6. Datos obtenidos del control de alimentos**

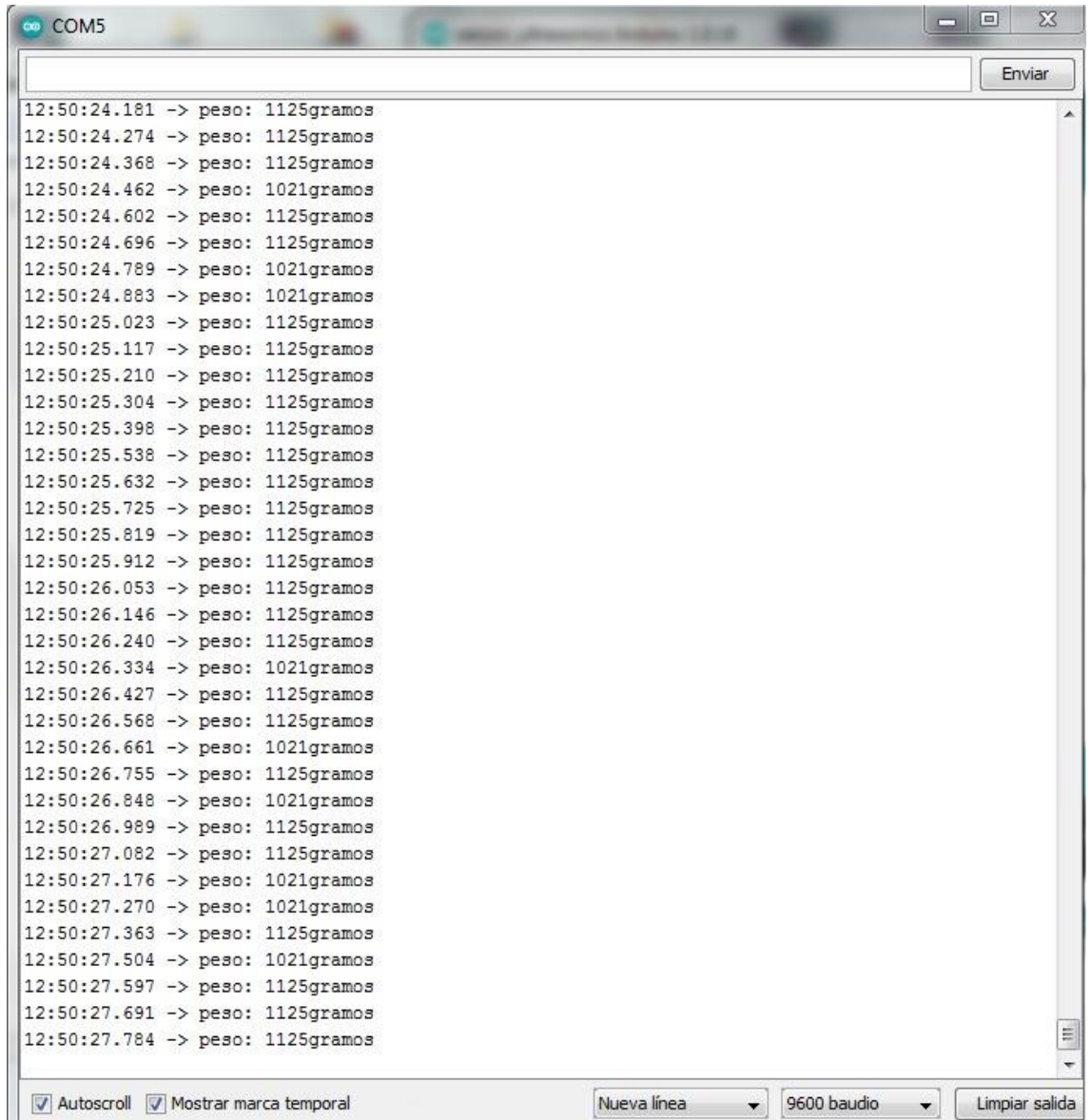
Los datos del sensor en el prototipo fueron obtenidos por el Datalogger implementado, estos se muestran a continuación.

La manera en la que está ordenada en la siguiente:

- 30 días durante 1 mes
- 7 días de la semana durante 24 horas diarias.

Detalla los valores obtenidos del datalogger los cuales están enumerados por número de dato que consta de 90 datos que se lograron obtener durante 30 días, como se muestra a continuación se puede ver que no se cuenta con el total de los datos por ser de gran cantidad; estos se podrán ver en la sección de anexos.

**Tabla 10:** Datos obtenidos de datalogger.



```
COM5
12:50:24.181 -> peso: 1125gramos
12:50:24.274 -> peso: 1125gramos
12:50:24.368 -> peso: 1125gramos
12:50:24.462 -> peso: 1021gramos
12:50:24.602 -> peso: 1125gramos
12:50:24.696 -> peso: 1125gramos
12:50:24.789 -> peso: 1021gramos
12:50:24.883 -> peso: 1021gramos
12:50:25.023 -> peso: 1125gramos
12:50:25.117 -> peso: 1125gramos
12:50:25.210 -> peso: 1125gramos
12:50:25.304 -> peso: 1125gramos
12:50:25.398 -> peso: 1125gramos
12:50:25.538 -> peso: 1125gramos
12:50:25.632 -> peso: 1125gramos
12:50:25.725 -> peso: 1125gramos
12:50:25.819 -> peso: 1125gramos
12:50:25.912 -> peso: 1125gramos
12:50:26.053 -> peso: 1125gramos
12:50:26.146 -> peso: 1125gramos
12:50:26.240 -> peso: 1125gramos
12:50:26.334 -> peso: 1021gramos
12:50:26.427 -> peso: 1125gramos
12:50:26.568 -> peso: 1125gramos
12:50:26.661 -> peso: 1021gramos
12:50:26.755 -> peso: 1125gramos
12:50:26.848 -> peso: 1021gramos
12:50:26.989 -> peso: 1125gramos
12:50:27.082 -> peso: 1125gramos
12:50:27.176 -> peso: 1021gramos
12:50:27.270 -> peso: 1021gramos
12:50:27.363 -> peso: 1125gramos
12:50:27.504 -> peso: 1021gramos
12:50:27.597 -> peso: 1125gramos
12:50:27.691 -> peso: 1125gramos
12:50:27.784 -> peso: 1125gramos
```

Elaborado por el equipo de trabajo.

Los datos detallan número de datos, fecha, hora, error y error promedio como muestran en el cuadro anterior.

Durante el mes de periodo de funcionamiento se obtuvieron lecturas de datos como: volumen vaciado en kg en el contenedor respecto a la configuración programada y los mismos fueron reflejados en la curva de error máximo, mínimo y error promedio para toma la eficiencia del dosificador.



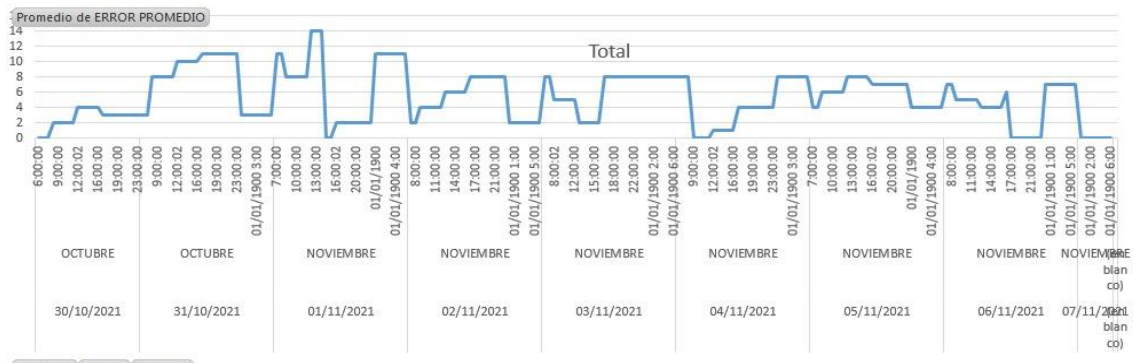
#### 4.1.7. Datos obtenidos en periodo de una semana

A continuación, se muestra la medición durante 24 horas del día 02 del periodo de prueba, esta medición se obtuvo de manera aleatoria para poder visualizar y apreciar de manera visual el comportamiento del vaciado del contenido en el contenedor cumpliendo el control del sensor y configuración en la programación.



**Figura 20:** Toma de datos del vaciado de pellets

Elaborado por equipo de trabajo.

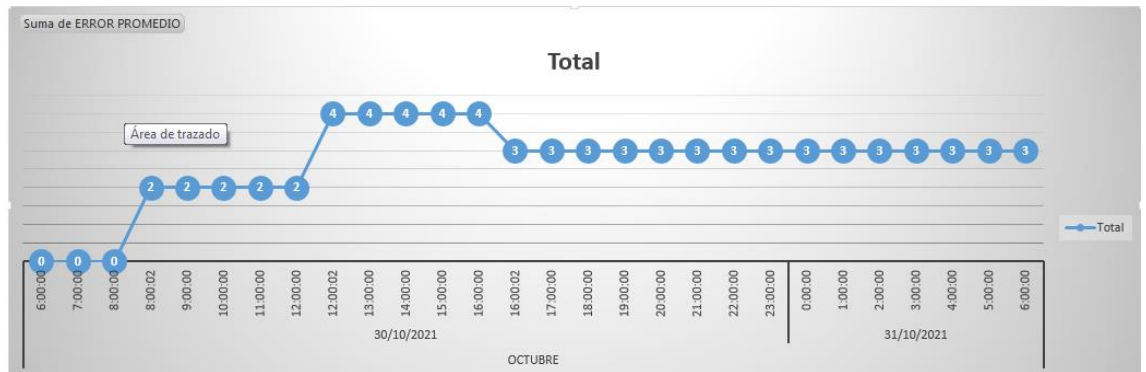


**Figura 21:** Error promedio de vaciado de pellet.

Elaborado por el equipo de trabajo.

#### 4.1.8. Datos obtenidos en un periodo de 24 horas

El promedio de error, muestra los niveles de toma de datos del vaciado y la eficiencia correspondiente al día 30/10/2021 a partir de las 6:00 AM.



**Figura 22:** Margen de error promedio en 24 horas.

Elaborado por el equipo de trabajo

#### 4.2. Discusión de resultados

El prototipo dosificador de alimentos tiene la capacidad de dosificar cualquier alimento balanceado tipo pellet que esté dentro de los tamaños que maneja, siendo balanceados para especies acuáticas, como los de truchas, tilapias, camarones, langostas, para los cuales será necesario ejecutar la calibración previa para cada uno de estos alimentos. (Implementación de alimentador automático autónomo para peces con comunicación GSM en la empresa alfa construcciones en aceros, 2016)

El control de alimentación para truchas satisface el proceso de la producción con más eficiencia para el mercado y el control estadístico de la producción. (Kember loa, 2018).





## V. CONCLUSIONES

1. Se ha implementado un prototipo dosificador, que se ha logrado una alimentación dosificada para el cultivo de truchas.
2. En la dosificación se ha logrado una alimentación balanceada con un contenedor de 1.150 Kg, que abasteció dos días y medio a 20 truchas de 8cm, con un peso de 6.9 g y se alimentó tres raciones por día.
3. Con el monitoreo estadístico, se ha logrado la eficiencia del prototipo al 99,55% y con un error promedio de 0,45%.



## VI. RECOMENDACIONES

1. Tener en consideración los rangos y valores de energía, para que el prototipo adquiera una eficiencia optima y conseguir un diseño que cumpla con las necesidades energéticas del prototipo.
2. Para mayor cultivo de truchas se puede implementar un contenedor de mayor capacidad.
3. Con un sistema vinculado en la plataforma web, se puede realizar el control óptimo y eficiente desde cualquier lugar, en la manipulación de datos estadísticos para la producción de truchas.



## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AUTÓMATAS PROGRAMABLES Curso Básico de Autómatas Programables. (2001).  
Obtenido de  
<http://www.sc.ehu.es/sbweb/webcentro/automatica/WebCQMH1/PAGINA%20PRINCIPAL/Automatización/Automatizacion.htm>
- Barbus, E. (Marzo de 2014). ecda EL CAJÓN DE ARDU. Obtenido de  
<http://elcajondeardu.blogspot.com/2014/03/tutorial-sensor-ultrasonidos-hc-sr04.html>
- Contreras, J. C. (s.f.). monografias.com. Obtenido de  
<http://www.monografias.com/trabajos93/tecnologia-gsm-aplicada-automatizacion-travesmicro-controladores/tecnologia-gsm-aplicada-automatizacion-traves-microcontroladores.shtml>
- COPADATA. (s.f.). Obtenido de <https://www.copadata.com/es-es/soluciones-hmi-scada/interfazhombre-maquina-hmi/>
- Falak, O. (2010). monografias.com. Obtenido de  
<http://www.monografias.com/trabajos93/motorpaso-paso/motor-paso-paso.shtml>
- FAO. (2016). Obtenido de <http://www.fao.org/fishery/affris/perfiles-de-las-especies/niletilapia/formulacion-y-preparacion-produccion-de-alimentos/es/>
- Gardey, J. P. (2012.). definición.DE. Obtenido de <http://definicion.de/mecanismo/>
- GEEKFACTORY. (s.f.). Obtenido de  
<http://www.geekfactory.mx/tutoriales/tutorialesarduino/ds1307-en-tinyrtc-con-arduino/>
- Gonzales, I. C. (2010). Obtenido de  
<http://ri.uaq.mx/bitstream/123456789/2488/1/RI002308.pdf>
- Ing. Jhonatan Gallo, M. G. (2013). DISEÑO DE UN SISTEMA AVANZADO DE DOSIFICACIÓN DE CONCENTRADO PARA PECES EN CAUTIVERIO. Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada, 67-73.
- monografias.com. (2010). Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos-pdf4/tutorialinteractivo-motor-brushless/tutorial-interactivo-motor-brushless.pdf>
- NAYLAMP mechatronics. (2016). Obtenido de  
<http://www.naylampmechatronics.com/arduinoshields/146-shield-geetech-gsm-gprs.html>
- Ojeda, L. T. (2016). ARDUINO.cl. Obtenido de <http://arduino.cl/arduino-mega-2560/>
- Ortega, L. (2016). Obtenido de <http://cultivodetilapia.blogspot.com/>



- Peñarreta, J. P. (s.f.). monografias.com. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos90/ultrasonido-frecuencia/ultrasonidofrecuencia.shtml>
- Publicado, J. P. (2013). Definición.DE. Obtenido de <http://definicion.de/maquina/>
- Tecnología del Plástico. (2016). Obtenido de <http://www.plastico.com/temas/En-que-sediferencian-los-sistemas-de-dosificacion-volumetricos-de-los-gravimetricos+97156>
- The Free Dictionary. (2016). Obtenido de <http://es.thefreedictionary.com/automatizaci%C3%B3n> Wikipedia. (2016). Obtenido de Panel solar: [https://es.wikipedia.org/wiki/Panel\\_solar](https://es.wikipedia.org/wiki/Panel_solar)
- Wikipedia. (2015). Obtenido de [https://es.wikipedia.org/wiki/Reloj\\_en\\_tiempo\\_real](https://es.wikipedia.org/wiki/Reloj_en_tiempo_real)
- Wikipedia. (2016). Obtenido de Batería de ion de litio: [https://es.wikipedia.org/wiki/Bater%C3%ADa\\_de\\_ion\\_de\\_litio](https://es.wikipedia.org/wiki/Bater%C3%ADa_de_ion_de_litio)
- Wikipedia. (2019). Obtenido de LCD TFT: [https://es.wikipedia.org/wiki/TFT\\_LCD](https://es.wikipedia.org/wiki/TFT_LCD)
- Wikipedia. (2020). Obtenido de [https://en.wikipedia.org/wiki/Electronic\\_speed\\_control](https://en.wikipedia.org/wiki/Electronic_speed_control)
- Wikipedia. (2016). Obtenido de <https://en.wikipedia.org/wiki/ULN2003A> 96 Wikipedia la enciclopedia libre. (2016). Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Fitoplancton>
- Wikipedia La enciclopedia libre. (Julio de 2021). Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Arduino>



## ANEXOS

### ANEXO 1. INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Fichas de recolección de Datalogger

HORA	FECHA	MES	ANALISIS PESO Kg	REAL PESO Kg	ERROR PROMEDIO	OCTUBRE
6:00:00	30/10/2021	OCTUBRE	1.150	1.150	0	
7:00:00	30/10/2021	OCTUBRE	1.150	1.150	0	
8:00:00	30/10/2021	OCTUBRE	1.150	1.150	0	
8:00:02	30/10/2021	OCTUBRE	1.012	1.010	2	
9:00:00	30/10/2021	OCTUBRE	1.012	1.010	2	
10:00:00	30/10/2021	OCTUBRE	1.012	1.010	2	
11:00:00	30/10/2021	OCTUBRE	1.012	1.010	2	
12:00:00	30/10/2021	OCTUBRE	1.012	1.010	2	
12:00:02	30/10/2021	OCTUBRE	874	870	4	
13:00:00	30/10/2021	OCTUBRE	874	870	4	
14:00:00	30/10/2021	OCTUBRE	874	870	4	
15:00:00	30/10/2021	OCTUBRE	874	870	4	
16:00:00	30/10/2021	OCTUBRE	874	870	4	
16:00:02	30/10/2021	OCTUBRE	736	733	3	
17:00:00	30/10/2021	OCTUBRE	736	733	3	
18:00:00	30/10/2021	OCTUBRE	736	733	3	
19:00:00	30/10/2021	OCTUBRE	736	733	3	
20:00:00	30/10/2021	OCTUBRE	736	733	3	
21:00:00	30/10/2021	OCTUBRE	736	733	3	
22:00:00	30/10/2021	OCTUBRE	736	733	3	
23:00:00	30/10/2021	OCTUBRE	736	733	3	
0:00:00	31/10/2021	OCTUBRE	736	733	3	
1:00:00	31/10/2021	OCTUBRE	736	733	3	
2:00:00	31/10/2021	OCTUBRE	736	733	3	
3:00:00	31/10/2021	OCTUBRE	736	733	3	

### ANEXO 2. CÓDIGO FUENTE DE LA PROGRAMACIÓN

```
#include <SPI.h> //Aqui incluimos la libreria SPI
#include <Ethernet.h> //Aqui incluimos la libreria Ethernet
byte mac[]={0xDE,0xAD,0xBE,0xEF,0xFE,0xED}; //Declaracion de la direccion MAC
IPAddress ip(192,168,1,4); //Declaracion de la IP
EthernetServer servidor(80); //Declaracion del puerto 80

const int Trigger = 7; //Pin digital 2 para el Trigger del sensor
const int Echo = 6; //Pin digital 3 para el Echo del sensor

String readString=String(40); //lee los caracteres de una secuencia en una cadena.
//Los strings se representan como arrays de caracteres (tipo char)
String state=String(3);

void setup() {
```



```
Ethernet.begin(mac, ip); //Inicializamos con las direcciones asignadas
servidor.begin(); //inicia el servidor
pinMode(Trigger, OUTPUT); //pin.../*
Ejemplo de Control de Motores Paso a Paso con el modulo L298N
Creado EL 09/05/17 para PROYECTOSCONARDUINO.COM
*/

#include <Stepper.h> //Importamos la librería para controlar motores paso a paso

#define STEPS 48 //Ponemos el número de pasos que necesita para dar una vuelta. 48
en nuestro caso

// Ponemos nombre al motor, el número de pasos y los pins de control
Stepper stepper(STEPS, 8, 9, 10, 11);

void setup()
{
  // Velocidad del motor en RPM
  stepper.setSpeed(200);
}

void loop()
{
  //Girar una vuelta entera en un sentido
  stepper.step(-26);
  delay(1000); //Pequeña pausa

  //Girar una vuelta entera en sentido contrario
  stepper.step(26);
  delay(10000); //Pequeña pausa

  //Girar una vuelta entera en un sentido
  stepper.step(-26);
  delay(1000); //Pequeña pausa

  //Girar una vuelta entera en sentido contrario
  stepper.step(26);
  delay(10000); //Pequeña pausa

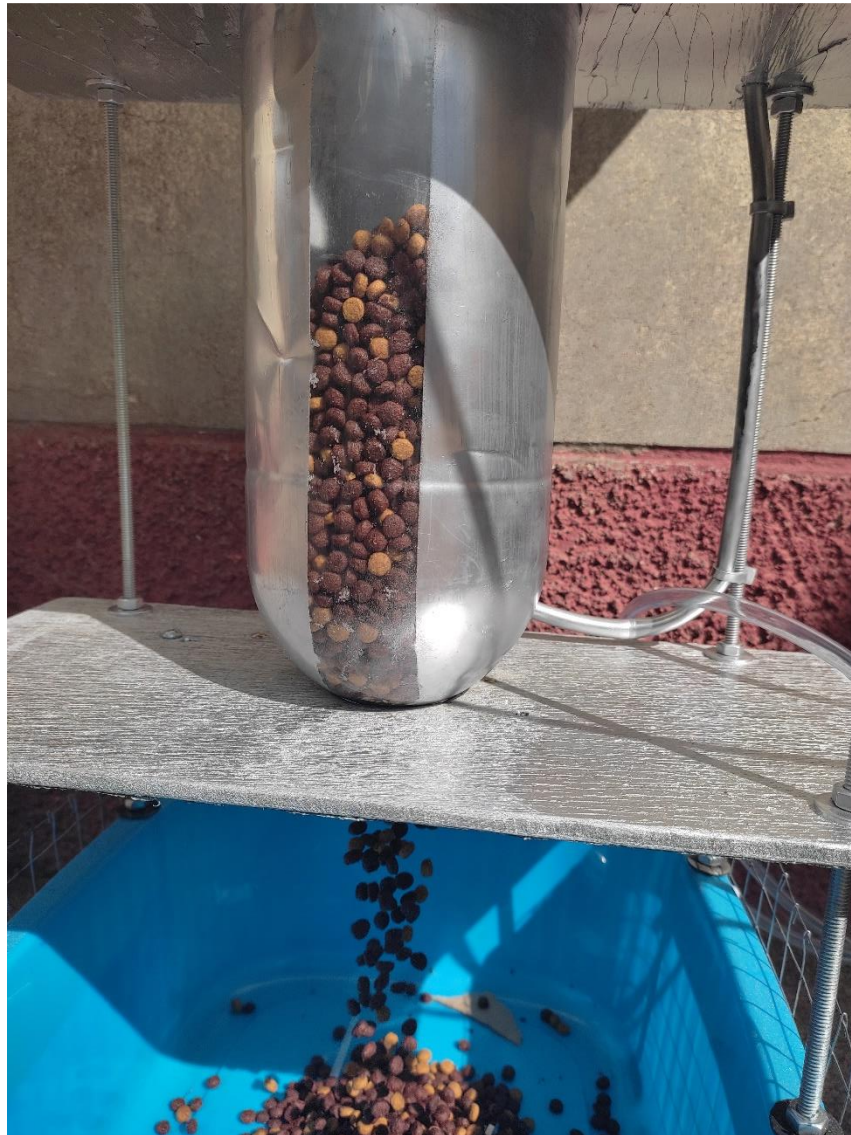
  //Girar una vuelta entera en un sentido
  stepper.step(-26);
  delay(1000); //Pequeña pausa

  //Girar una vuelta entera en sentido contrario
  stepper.step(26);
  delay(10000); //Pequeña pausa
}
```



## ANEXO 3. DESPUÉS DEL PROCESO DE DOSIFICACIÓN DE ALIMENTOS

La alimentación es monitorizada estadísticamente para obtener la eficiencia del prototipo.



Elaborado por el equipo de trabajo



Elaborado por el equipo de trabajo