

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



Diseño integral de clasificadora y contadora de truchas arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) de 10 a 20 centímetros para la crianza de truchas en la Laguna de Pauracocha

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA LA OBTENCIÓN
DEL GRADO DE BACHILLER EN CIENCIAS CON
MENCIÓN EN INGENIERÍA MECATRÓNICA**

AUTOR

Pablo Remigio Díaz Vergara

ASESOR

Ing. Pedro Moises Crisóstomo Romero

Lima, setiembre, 2020

Resumen

Escribir resumen aquí. Pellentesque venenatis, nibh id viverra elementum, ligula nulla scelerisque quam, vel vehicula nisl elit ut lorem. Nullam mattis nunc libero, ac ornare tortor consequat nec. Suspendisse eleifend nibh id lorem consequat ornare. Nunc condimentum turpis nibh, sed ultrices massa consequat nec. Ut id magna risus. Morbi id dapibus nunc. Sed quis auctor nulla. Curabitur velit metus, aliquam sit amet velit ut, tincidunt consequat magna.

Considera los siguientes puntos:

1. Desarrolle un único párrafo (200 a 300 palabras)
2. Escriba en tiempo verbal presente
3. El resumen debe contener información sobre:
 - - La justificación de la investigación
 - - Los objetivos o hipótesis
 - - La teoría o supuestos teóricos o metodológicos en la que se sustenta
 - - El método o procedimiento realizado (de ser necesario)
 - - Los resultados (de ser necesario)
 - - La conclusión principal

Introducción

Vulputate mi sit amet mauris commodo quis imperdiet. Dolor sit amet consectetur adipiscing. Viverra maecenas accumsan lacus vel facilisis volutpat est velit. Dictum fusce ut placerat orci nulla pellentesque dignissim. Habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada. Malesuada fames ac turpis egestas integer eget aliquet nibh. Lobortis feugiat vivamus at augue eget arcu. Vel quam elementum pulvinar etiam. Id diam vel quam elementum pulvinar. Malesuada fames ac turpis egestas.

Sociis natoque penatibus et magnis. Ullamcorper eget nulla facilisi etiam dignissim diam quis enim lobortis. Pellentesque elit eget gravida cum sociis natoque penatibus. Tellus orci ac auctor augue mauris augue neque gravida. Hendrerit dolor magna eget est lorem ipsum dolor sit amet. Odio euismod lacinia at quis. Blandit cursus risus at ultrices. Varius morbi enim nunc faucibus a pellentesque sit. A cras semper auctor neque vitae. Ultrices sagittis orci a scelerisque purus semper eget. Habitant morbi tristique senectus et netus. Mauris pellentesque pulvinar pellentesque habitant.

Agradecimientos

Vulputate mi sit amet mauris commodo quis imperdiet. Dolor sit amet consectetur adipiscing. Viverra maecenas accumsan lacus vel facilisis volutpat est velit. Dictum fusce ut placerat orci nulla pellentesque dignissim. Habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada. Malesuada fames ac turpis egestas integer eget aliquet nibh. Lobortis feugiat vivamus at augue eget arcu. Vel quam elementum pulvinar etiam. Id diam vel quam elementum pulvinar. Malesuada fames ac turpis egestas.

Índice

<i>Resumen</i>	i
<i>Introducción</i>	ii
<i>Agradecimientos</i>	iii
<i>Índice</i>	iv
<i>Índice de figuras</i>	vi
<i>Índice de tablas</i>	vii
<i>I. — Antecedentes</i>	1
1.1 Descripción del sistema conceptual	1
1.2 Objetivos	1
1.2.1 Objetivo general	1
1.2.2 Objetivos específicos	1
1.3 Alcance	2
<i>II. — Diseño mecatrónico integral</i>	3
2.1 Desarrollo de diseño mecatrónico integral	3
2.1.1 Descripción del sistema integral	5
2.1.2 Subsistema de traslado de truchas	6
2.1.3 Subsistema de procesamiento de imágenes	16
2.1.4 Subsistema de suministro de energía	20
2.1.5 Subsistema de control e interacción con el usuario	22
2.1.6 Subsistema de flotadores	27

<i>III. — Pruebas y resultados</i>	28
3.1 Algoritmos de conteo de truchas	28
3.1.1 Criterios de evaluación	28
3.1.2 Comparación	29
3.1.3 Errores detectados en la simulación de conteo de truchas	29
3.2 Simulación estructural	29
3.3 Simulación dinámica del sistema	30
<i>IV. — Estimación de costos</i>	31
4.1 Costos de diseño	31
4.2 Costos de manufactura	31
4.3 Costos de componentes	31
4.4 Costos de materiales	32
4.5 Costos total del sistema	32
<i>Conclusiones</i>	33
<i>Recomendaciones</i>	34
<i>Referencias</i>	36

Índice de figuras

2.1	Estado de diseño mecatrónico: sub-soluciones	3
2.2	Fases de diseño según VDI 2221	4
2.3	Concepto óptimo	5
2.4	Compuerta	8
2.5	Velocidad de compuerta	8
2.6	Mecanismo servomotor-compuerta	10
2.7	Engranajes del mecanismo de compuertas	11
2.8	Diseño de tuberías para el concepto óptimo	12
2.9	Filtro único	13
2.10	Ejemplo de tabla	14
2.11	Diagrama de control de electrovalvulas	15
2.12	Control PID de una electrovalvula	15
2.13	Posicionamiento del sensor infrarrojo	17
2.14	Ejemplo de tabla	18
2.15	Aproximación lineal de la relación entre peso y la velocidad de nado de truchas arcoíris	24

Índice de tablas

I Antecedentes

1.1 Descripción del sistema conceptual

Dolor sit amet consectetur adipiscing elit ut aliquam purus sit. Dolor sed viverra ipsum nunc aliquet bibendum. Euismod in pellentesque massa placerat. Et malesuada fames ac turpis egestas sed tempus urna. Euismod elementum nisi quis eleifend quam adipiscing vitae proin. Ornare suspendisse sed nisi lacus sed. Mollis aliquam ut porttitor leo a diam.

1.2 Objetivos

Se presenta el objetivo general y los objetivos específicos del presente trabajo.

1.2.1 Objetivo general

Realizar el diseño integral de un sistema clasificador y contador de truchas arcoíris de 15 a 20 centímetros a partir del diseño conceptual previo.

1.2.2 Objetivos específicos

- Recolectar imágenes para formar una base de datos de truchas.
- Desarrollar el procesamiento de imágenes para la detección y conteo de truchas arcoíris.
- Orientar el desarrollo del proyecto hacia una máquina de bajo costo y con durabilidad.

-
- Simular

1.3 Alcance

Dolor sit amet consectetur adipiscing elit ut aliquam purus sit. Dolor sed viverra ipsum nunc aliquet bibendum. Euismod in pellentesque massa placerat. Et malesuada fames ac turpis egestas sed tempus urna. Euismod elementum nisi quis eleifend quam adipiscing vitae proin. Ornare suspendisse sed nisi lacus sed. Mollis aliquam ut porttitor leo a diam.

II Diseño mecatrónico integral

2.1 Desarrollo de diseño mecatrónico integral

En la sección llamada "*Desarrollo del diseño mecatrónico conceptual*" Díaz Vergara (2020) se analizó el concepto de solución óptimo. En la Figura 2.2 se muestra la etapa final de unir las sub-soluciones para desarrollar una forma viable de implementarlos de una forma integral.

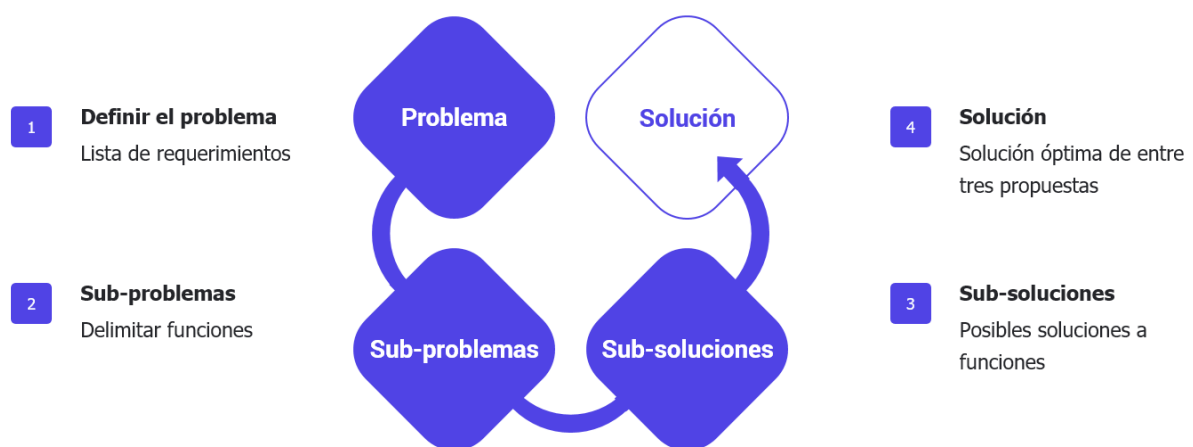


Fig. 2.1 – Estado de diseño mecatrónico: sub-soluciones

Fuente: Elaboración propia

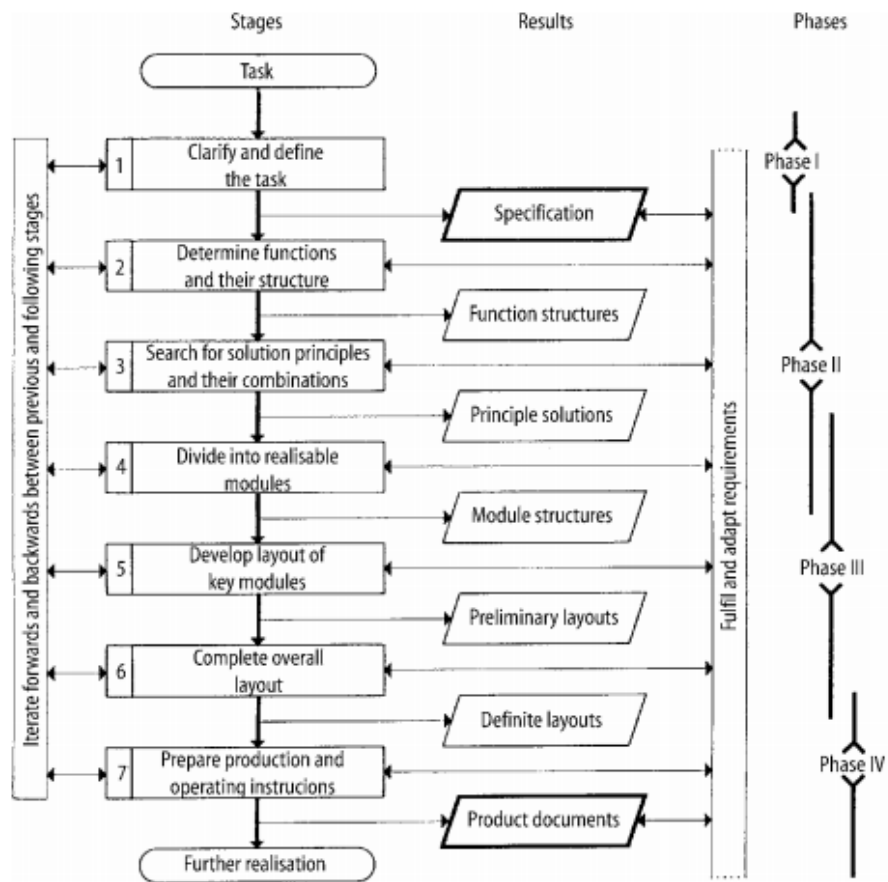


Fig. 2.2 – Fases de diseño según VDI 2221

Fuente: Pahl et al. (2007)

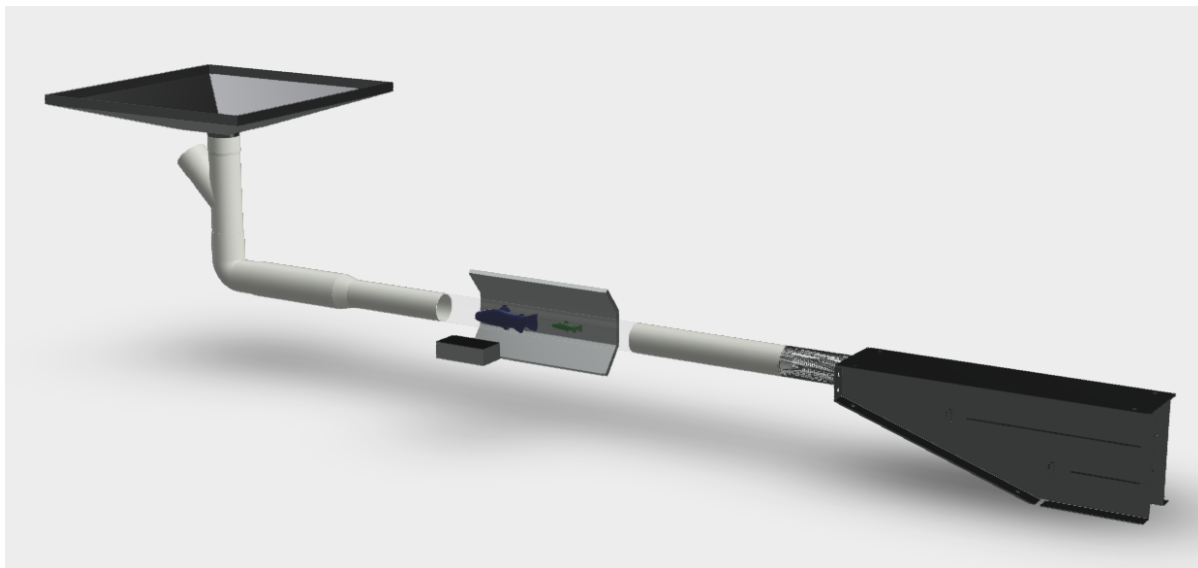


Fig. 2.3 – Concepto óptimo

Fuente: Elaboración propia.

2.1.1 Descripción del sistema integral

Dolor sit amet consectetur adipiscing elit ut aliquam purus sit. Dolor sed viverra ipsum nunc aliquet bibendum. Euismod in pellentesque massa placerat. Et malesuada fames ac turpis egestas sed tempus urna. Euismod elementum nisi quis eleifend quam adipiscing vitae proin. Ornare suspendisse sed nisi lacus sed. Mollis aliquam ut porttitor leo a diam.

Arquitectura de hardware

Dolor sit amet consectetur adipiscing elit ut aliquam purus sit. Dolor sed viverra ipsum nunc aliquet bibendum. Euismod in pellentesque massa placerat. Et malesuada fames ac turpis egestas sed tempus urna. Euismod elementum nisi quis eleifend quam adipiscing vitae proin. Ornare suspendisse sed nisi lacus sed. Mollis aliquam ut porttitor leo a diam.

Selección de materiales de fabricación

Dolor sit amet consectetur adipiscing elit ut aliquam purus sit. Dolor sed viverra ipsum nunc aliquet bibendum. Euismod in pellentesque massa placerat. Et malesuada fames ac turpis egestas sed tempus urna. Euismod elementum nisi quis eleifend quam adipiscing vitae proin. Ornare suspendisse sed nisi lacus sed. Mollis aliquam ut porttitor leo a diam.

2.1.2 Subsistema de traslado de truchas

Este subsistema consiste en encapsular los mecanismos físicos que están en el ciclo que sigue una trucha dentro de la máquina.

Diseño de tolvas

- **Diseño de tolva de recepción de truchas**

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Lacus sed turpis tincidunt id aliquet. Nunc aliquet bibendum enim facilisis gravida neque convallis a. Ut tellus elementum sagittis vitae et leo duis ut diam. Dolor sit amet consectetur adipiscing elit ut aliquam purus sit. Dolor sed viverra ipsum nunc aliquet bibendum. Euismod in pellentesque massa placerat. Et malesuada fames ac turpis egestas sed tempus urna. Euismod elementum nisi quis eleifend quam adipiscing vitae proin. Ornare suspendisse sed nisi lacus sed. Mollis aliquam ut porttitor leo a diam. Varius morbi enim nunc faucibus. Sit amet purus gravida quis blandit turpis cursus in hac.

Selección de reja accionada por motor

Esta compuerta puede ser reemplazada por una tapa para la tolva de recepción de truchas.

Selección de bomba sumergible

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Lacus sed turpis tincidunt id aliquet. Nunc aliquet bibendum enim facilisis gravida neque convallis a. Ut tellus elementum sagittis vitae et leo duis ut diam. Dolor sit amet consectetur adipiscing elit ut aliquam purus sit. Dolor sed viverra ipsum nunc aliquet bibendum. Euismod in pellentesque massa placerat. Et malesuada fames ac turpis egestas sed tempus urna. Euismod elementum nisi quis eleifend quam adipiscing vitae proin. Ornare suspendisse sed nisi lacus sed. Mollis aliquam ut porttitor leo a diam. Varius morbi enim nunc faucibus. Sit amet purus gravida quis blandit turpis cursus in hac.

Diseño de subsistema de distribución de truchas

Luego del proceso de procesamiento de imágenes el sistema mediante el algoritmo de clasificación dirige a la trucha en tránsito a la salida correspondiente en el mecanismo de distribución de truchas. Dicho mecanismo recibe a la trucha y debe redirigir mediante un juego de compuertas a tres salidas que a su vez se impulsan mediante un caudal a sus respectivas jaulas flotantes.

- **Cálculo de fuerza y velocidad de compuertas** La fuerza necesaria es simplemente el giro de la compuerta que está unida a un eje y a su vez al mecanismo de engranajes con el servomotor.

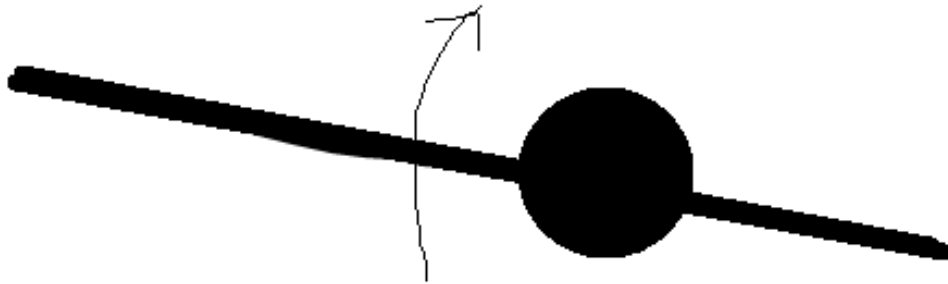


Fig. 2.4 – Compuerta

Fuente: Elaboración propia.

La velocidad de compuertas debe ir acorde a la distancia entre una trucha y la siguiente a esta.

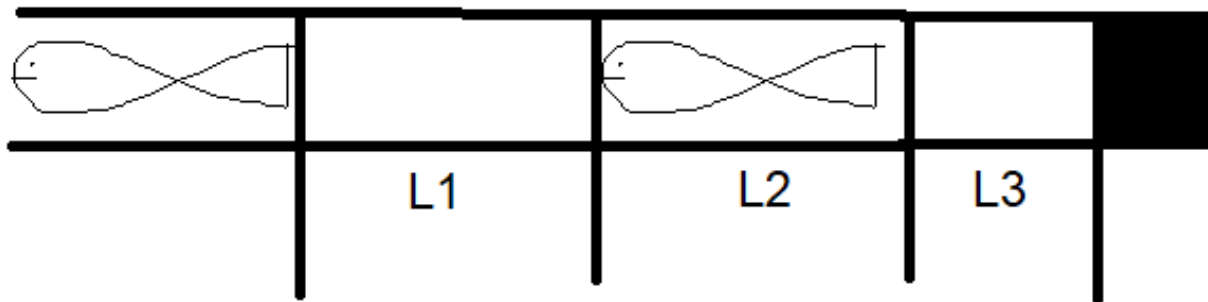


Fig. 2.5 – Velocidad de compuerta

Fuente: Elaboración propia.

Ut tellus elementum sagittis vitae et leo dui ut diam. Dolor sit amet consectetur adipiscing elit ut aliquam purus sit.

$$L_1 + L_2 + L_3 = t * v \quad (2.1)$$

Ut tellus elementum sagittis vitae et leo duis ut diam. Dolor sit amet consectetur adipiscing elit ut aliquam purus sit.

- **Selección de servomotores**

Calcular:

- Torque necesario
- Condiciones de uso (estará en agua)
- Tiempo de uso

La selección de los servomotores depende del propósito en la función que se encuentre.....

- **Servomotor de compuerta**

Este servomotor acciona la compuerta presentada en la Figura 2.4. El torque necesario del eje es $T_{max} = X(M * mm)$ y gracias al mecanismo de engranajes puede reducirse a $T_{max2} = Y(M * mm)$ En la Tabla XXX se muestra una comparación técnica entre tres servomotores que cumplen los requerimientos técnicos y conceptuales.

- **Diseño de mecanismo servomotor-compuerta**

Ut tellus elementum sagittis vitae et leo duis ut diam. Dolor sit amet consectetur adipiscing elit ut aliquam purus sit.

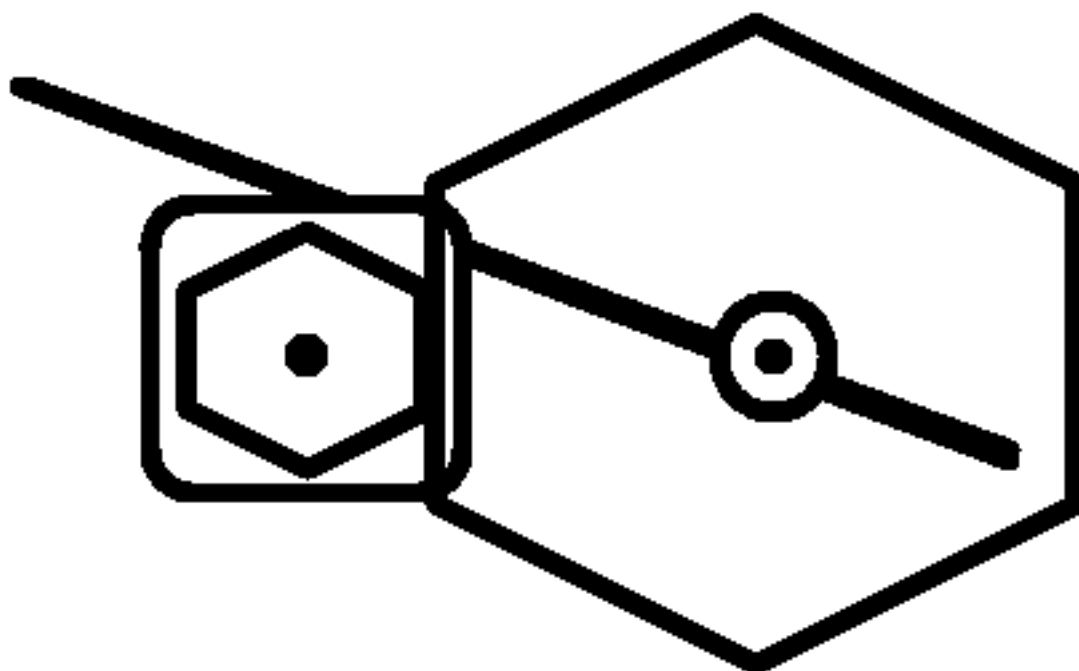


Fig. 2.6 – Mecanismo servomotor-compuerta

Fuente: Elaboración propia.

Ut tellus elementum sagittis vitae et leo duis ut diam. Dolor sit amet consectetur adipiscing elit ut aliquam purus sit.

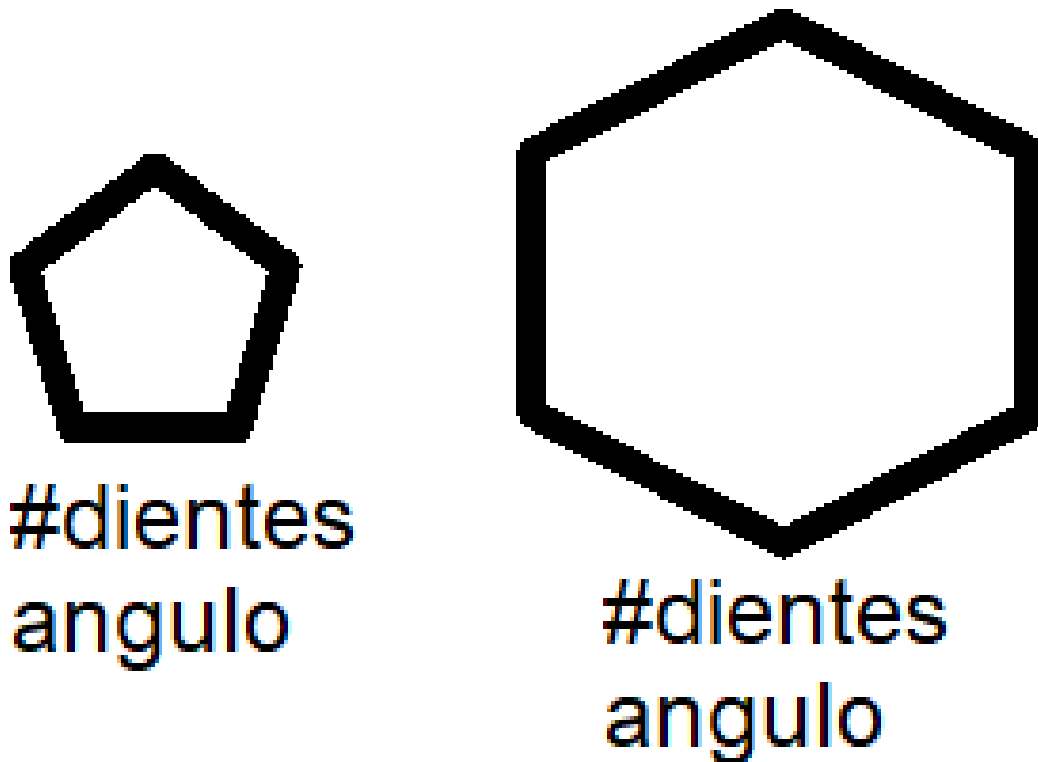


Fig. 2.7 – Engranajes del mecanismo de compuertas

Fuente: Elaboración propia.

Ut tellus elementum sagittis vitae et leo duis ut diam. Dolor sit amet consectetur adipiscing elit ut aliquam purus sit.

- **Diseño de juego de compuertas programables**

Descripción.

Diseño de subsistema de tuberías

Las tuberías del sistema tienen como propósito abastecer de un caudal a la máquina.

Lacus sed turpis tincidunt id aliquet. Nunc aliquet bibendum enim facilisis gravida neque convallis a. Ut tellus elementum sagittis vitae et leo duis ut diam. Dolor sit amet consectetur

adipiscing elit ut aliquam purus sit.

- **Diseño de tuberías**

Nunc aliquet bibendum enim facilisis gravida neque convallis a. Ut tellus elementum sagittis vitae et leo duis ut diam. Dolor sit amet consectetur adipiscing elit ut aliquam purus sit. Dolor sed viverra ipsum nunc aliquet bibendum. Euismod in pellentesque massa placerat. Et malesuada fames ac turpis egestas sed tempus urna. Euismod elementum nisi quis eleifend quam adipiscing vitae proin. Ornare suspendisse sed nisi lacus sed.

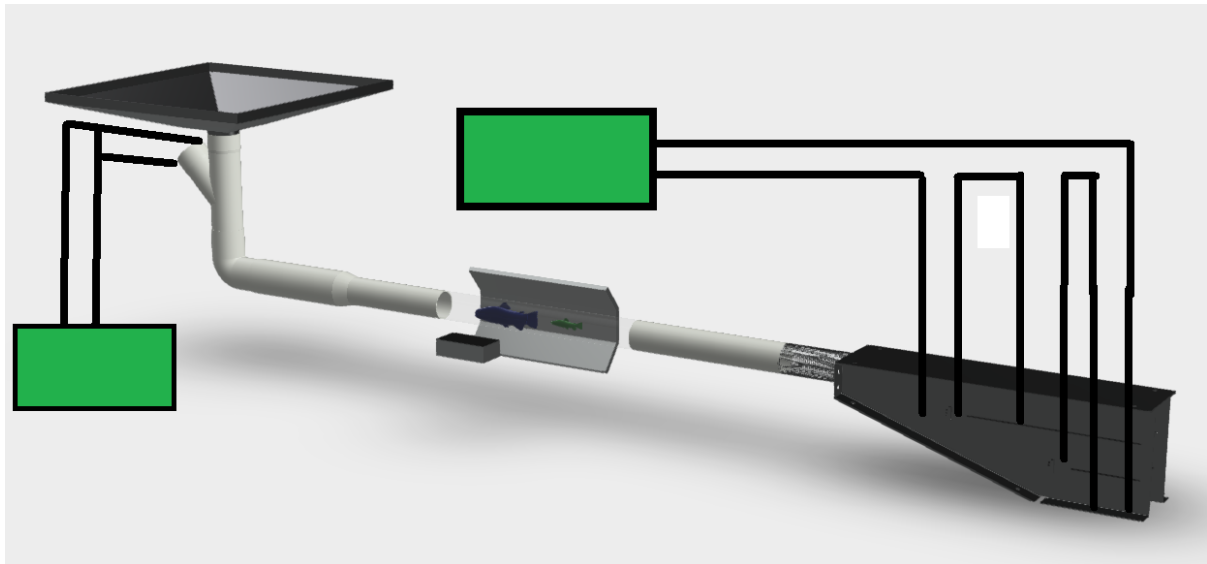


Fig. 2.8 – Diseño de tuberías para el concepto óptimo

Fuente: Elaboración propia.

Diseño de filtro único incluido

Nunc aliquet bibendum enim facilisis gravida neque convallis a. Ut tellus elementum sagittis vitae et leo duis ut diam. Dolor sit amet consectetur adipiscing elit ut aliquam purus sit. Dolor sed viverra ipsum nunc aliquet bibendum. Euismod in pellentesque massa placerat. Et malesuada fames ac turpis egestas sed tempus urna. Euismod elementum nisi quis eleifend quam adipiscing vitae proin. Ornare suspendisse sed nisi lacus sed.

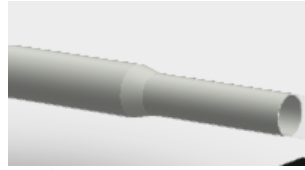


Fig. 2.9 – Filtro único

Fuente: Elaboración propia.

- **Selección de caudales apropiados**

En la Sección 2.1.5 se calculó la velocidad máxima, aproximada, de nado de las truchas arcoíris: $16(cm/s)$. La Ecuación 2.2 toma el valor de $v_{max} = 16(cm/s)$ y el

$$\begin{aligned}
 Q_{max} &= v_{max} * A \\
 Q_{max} &= 16 * \frac{\pi}{4} * (r_{int})^2 \\
 Q_{max} &= 16 * \frac{\pi}{4} * (9.1)^2 \\
 Q_{max} &= 1040.62
 \end{aligned}
 \tag{2.2}$$

Donde: $Q_{max}(cm^3/s)$ es el caudal máximo, $v_{max}(cm/s)$ es la velocidad máxima del agua, $r_{int}(cm)$

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Lacus sed turpis tincidunt id aliquet. Nunc aliquet bibendum enim facilisis gravida neque convallis a. Ut tellus elementum sagittis vitae et leo duis ut diam. Dolor sit amet consectetur adipiscing elit ut aliquam purus sit.

- **Selección de las electroválvulas**

Los valores límites que se tendrían que controlar mediante las electroválvulas pertenecen al rango $[0; 12345](m^3/s)$. En la Tabla XXX se muestran algunas marcas que cumplen

con estos requerimientos.

Categoría	Pardox Insight	Visonic G 10	Securitas Essence	Rsi Videofied	Risco Agility 3
Audio	SI	SI	NO	NO	NO
Imagen (alarma)	640X360 HD 1280X 720	JPEG/QVGA 320X240	JPEG GA/QVGA 640X480	QVGA 20X240 VGA 640X480	JPEG QVGA 320X240VGA 640X480
Demanda deVideo	VISUALIZACION ILIMITADA	VIDEO JPEG	VIDEO JPEG	VIDEO JPEG INSTANTANEA	VIDEO JPEG
Visión Nocturna	INFRARROJOS	INFRARROJOS	INFRARROJOS	LED VISIBLE	LED FLASH
Alcance de la cámara	12 METROS	12 METROS	12 METROS	12 METROS	10 METROS
Angulo de Visión	100°	90°	67°	110°	85°
Velocidad	10FPS	2 FPS	5 FPS O 15 FPS CALIDAD LIMITADA	5 FPS	3 -7 CONFIGURABLE
Sensor	QUAD	DUAL	DUAL	DUAL	DUAL

Fig. 2.10 – Ejemplo de tabla

Fuente: Elaboración propia.

Las características técnicas que se muestran en la Tabla XXX muestran que

Et malesuada fames ac turpis egestas sed tempus urna. Euismod elementum nisi quis eleifend quam adipiscing vitae proin. Ornare suspendisse sed nisi lacus sed. Mollis aliquam ut porttitor leo a diam. Varius morbi enim nunc faucibus. Sit amet purus gravida quis blandit turpis cursus in hac.

• Control de los caudales de agua

Los caudales que generan las bombas de agua sirven para impulsar a las truchas por el interior de la máquina.

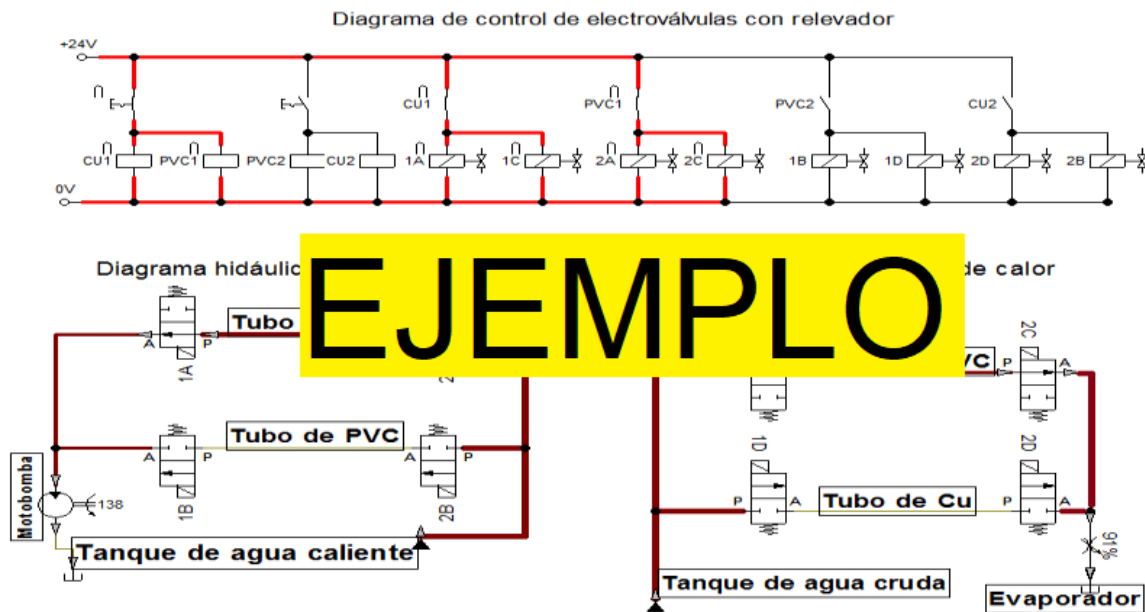


Fig. 2.11 – Diagrama de control de electroválvulas

Fuente: Elaboración propia.

Lacus sed turpis tincidunt id aliquet. Nunc aliquet bibendum enim facilisis gravida neque convallis a. Ut tellus elementum sagittis vitae et leo dui ut diam. Dolor sit amet consectetur adipiscing elit ut aliquam purus sit.

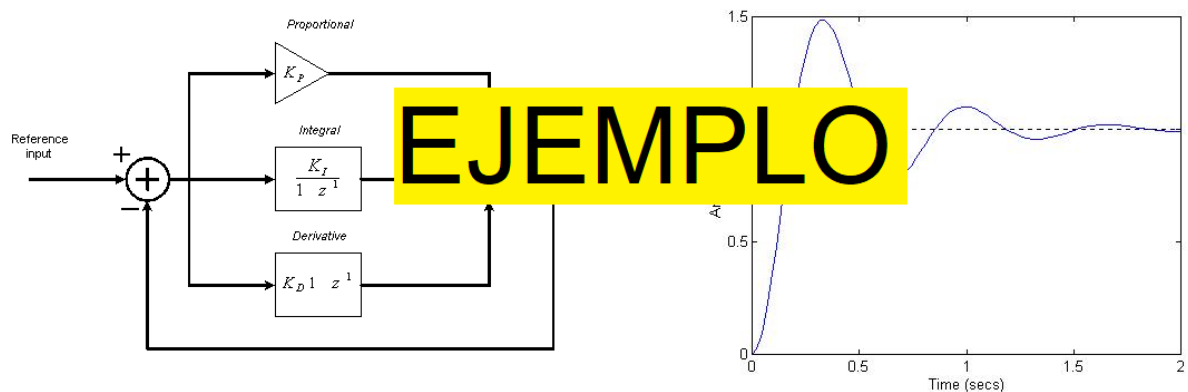


Fig. 2.12 – Control PID de una electroválvula

Fuente: Elaboración propia.

Lacus sed turpis tincidunt id aliquet. Nunc aliquet bibendum enim facilisis gravida neque convallis a. Ut tellus elementum sagittis vitae et leo duis ut diam. Dolor sit amet consectetur adipiscing elit ut aliquam purus sit.

2.1.3 Subsistema de procesamiento de imágenes

Este subsistema consiste obtener una serie de imágenes de una trucha en tránsito e indicar al sistema a dónde debería dirigirse una trucha determinada. El subsistema debe clasificar y contar truchas, con dicha finalidad necesita de la selección de una cámara y generar el ambiente adecuado para obtener las imágenes. Explicado los objetivos del subsistema, en las siguientes líneas se detalla: la selección del sensor infrarrojo, la selección de cámara estéreo, la selección de iluminación adecuada y la selección de algoritmos.

Selección del sensor infrarrojo

El sensor infrarrojo tiene como objetivo activar el algoritmo de detección y conteo de truchas por un determinado periodo de tiempo con la finalidad de evitar un sobre uso de los recursos computacionales. El sensor infrarrojo está unos centímetros antes de la parte que la cámara captura y su posición es como se muestra en las Figura 2.13.

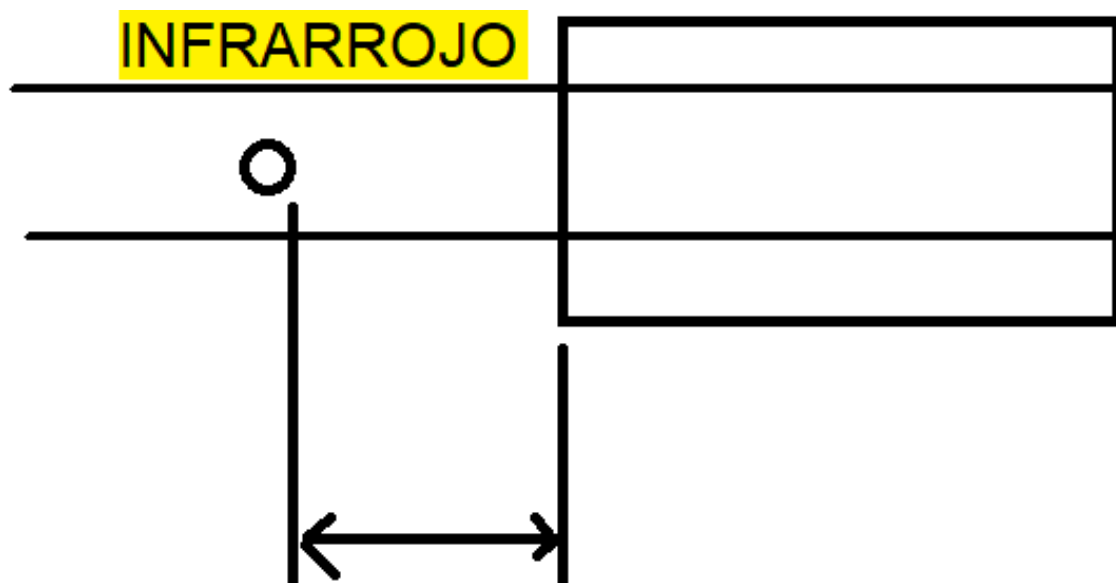


Fig. 2.13 – Posicionamiento del sensor infrarrojo

Fuente: Elaboración propia.

Entonces, el sensor infrarrojo debe tener un tiempo de respuesta Las comparaciones técnicas de los dispositivos comerciales que cumplen este requerimiento se muestran en la Tabla XXX.

Categoría	Pardox Insight	Visonic G 10	Securitas Essence	Rsi Videofied	Risco Agility 3
Audio	SI	SI	NO	NO	NO
Imagen (alarma)	640X360 HD 1280X 720	JPEG/QVGA 320X240	JPEG GA/QVGA 640X480	QVGA 20X240 VGA 640X480	JPEG QVGA 320X240VGA 640X480
Demanda deVideo	VISUALIZACION ILIMITADA	VIDEO JPEG	VIDEO JPEG	VIDEO JPEG INSTANTANEA	VIDEO JPEG
Visión Nocturna	INFRARROJOS	INFRARROJOS	INFRARROJOS	LED VISIBLE	LED FLASH
Alcance de la cámara	12 METROS	12 METROS	12 METROS	12 METROS	10 METROS
Angulo de Visión	100°	90°	67°	110°	85°
Velocidad	10FPS	2 FPS	5 FPS O 15 FPS CALIDAD LIMITADA	5 FPS	3 -7 CONFIGURABLE
Sensor	QUAD	DUAL	DUAL	DUAL	DUAL

Fig. 2.14 – Ejemplo de tabla

Fuente: Elaboración propia.

Selección de cámara estéreo

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Lacus sed turpis tincidunt id aliquet. Nunc aliquet bibendum enim facilisis gravida neque convallis a. Ut tellus elementum sagittis vitae et leo duis ut diam. Dolor sit amet consectetur adipiscing elit ut aliquam purus sit. Dolor sed viverra ipsum nunc aliquet bibendum. Euismod in pellentesque massa placerat. Et malesuada fames ac turpis egestas sed tempus urna. Euismod elementum nisi quis eleifend quam adipiscing vitae proin. Ornare suspendisse sed nisi lacus sed. Mollis aliquam ut porttitor leo a diam. Varius morbi enim nunc faucibus. Sit amet purus gravida quis blandit turpis cursus in hac.

Tener en cuenta:

-
- Tamaño de píxeles requerido
 - Cantidad de frames (80 fps con 3-4L/s) (Falta calcular con lo que hemos calculado 16 cm/s)
 - La inclinación hace que el pez no tenga velocidad hacia arriba
 - Cámara estereo o simple??
 - Necesita GPU?

"TABLA X"

Selección de iluminación adecuada

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Lacus sed turpis tincidunt id aliquet. Nunc aliquet bibendum enim facilisis gravida neque convallis a. Ut tellus elementum sagittis vitae et leo duis ut diam. Dolor sit amet consectetur adipiscing elit ut aliquam purus sit. Dolor sed viverra ipsum nunc aliquet bibendum. Euismod in pellentesque massa placerat. Et malesuada fames ac turpis egestas sed tempus urna. Euismod elementum nisi quis eleifend quam adipiscing vitae proin. Ornare suspendisse sed nisi lacus sed. Mollis aliquam ut porttitor leo a diam. Varius morbi enim nunc faucibus. Sit amet purus gravida quis blandit turpis cursus in hac.

Selección de led de alta potencia

El propósito de los leds de alta potencia es iluminar la zona en la que se realiza la captura de imágenes para detectar truchas y procesarlas. El uso de una led adecuado puede mejorar el rendimiento de la cámara.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Lacus sed turpis tincidunt id aliquet. Nunc aliquet bibendum enim facilisis gravida neque convallis a. Ut tellus elementum sagittis vitae et leo duis ut diam.

Dolor sit amet consectetur adipiscing elit ut aliquam purus sit. Dolor sed viverra ipsum nunc aliquet bibendum. Euismod in pellentesque massa placerat. Et malesuada fames ac turpis egestas sed tempus urna. Euismod elementum nisi quis eleifend quam adipiscing vitae proin. Ornare suspendisse sed nisi lacus sed. Mollis aliquam ut porttitor leo a diam. Varius morbi enim nunc faucibus. Sit amet purus gravida quis blandit turpis cursus in hac.

Selección de algoritmos

- NN: YOLO, YOLOv2, YOLOv3, YOLOv4, YOLOv5
- NN: CNN - Fish segmentation
- Segmentación por características

Referencia a todas las versiones de YOLO. YOLO J. S. D. R. G. A. F. Redmon (2016), YOLO v2.0 J. Redmon & Farhadi (2017), YOLO v3.0 J. Redmon & Farhadi (2018), YOLO v4.0 Solawetz (2020), YOLO v5.0 Bochkovskiy et al. (2020).

- **Selección de algoritmo contador de truchas:** Descripción.
- **Selección de algoritmo clasificador de truchas:** Descripción.

2.1.4 Subsistema de suministro de energía

Dolor sit amet consectetur adipiscing elit ut aliquam purus sit. Dolor sit amet consectetur adipiscing elit ut aliquam purus sit. Dolor sit amet consectetur adipiscing elit ut aliquam purus sit.

Selección de la batería

Ut tellus elementum sagittis vitae et leo duis ut diam. Dolor sit amet consectetur adipiscing elit ut aliquam purus sit. Dolor sit amet consectetur adipiscing elit ut aliquam purus sit. las elementum sagittis vitae et.

Selección de fuente de alimentación

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Lacus sed turpis tincidunt id aliquet. Nunc aliquet bibendum enim facilisis gravida neque convallis a. Ut tellus elementum sagittis vitae et leo duis ut diam. Dolor sit amet consectetur adipiscing elit ut aliquam purus sit. Dolor sed viverra ipsum nunc aliquet bibendum. Euismod in pellentesque massa placerat. Et malesuada fames ac turpis egestas sed tempus urna. Euismod elementum nisi quis eleifend quam adipiscing vitae proin. Ornare suspendisse sed nisi lacus sed. Mollis aliquam ut porttitor leo a diam. Varius morbi enim nunc faucibus. Sit amet purus gravida quis blandit turpis cursus in hac.

Selección de transformadores rectificadores

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Lacus sed turpis tincidunt id aliquet. Nunc aliquet bibendum enim facilisis gravida neque convallis a. Ut tellus elementum sagittis vitae et leo duis ut diam. Dolor sit amet consectetur adipiscing elit ut aliquam purus sit. Dolor sed viverra ipsum nunc aliquet bibendum. Euismod in pellentesque massa placerat. Et malesuada fames ac turpis egestas sed tempus urna. Euismod elementum nisi quis eleifend quam adipiscing vitae proin. Ornare suspendisse sed nisi lacus sed. Mollis aliquam ut porttitor leo a diam. Varius morbi enim nunc faucibus. Sit amet purus gravida quis blandit turpis cursus in hac.

Selección de fuentes switching

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Lacus sed turpis tincidunt id aliquet. Nunc aliquet bibendum enim facilisis gravida neque convallis a. Ut tellus elementum sagittis vitae et leo duis ut diam. Dolor sit amet consectetur adipiscing elit ut aliquam purus sit. Dolor sed viverra ipsum nunc aliquet bibendum. Euismod in pellentesque massa placerat. Et malesuada fames ac turpis egestas sed tempus urna. Euismod elementum nisi quis eleifend quam adipiscing vitae proin. Ornare suspendisse sed nisi lacus sed. Mollis aliquam ut porttitor leo a diam. Varius morbi enim nunc faucibus. Sit amet purus gravida quis blandit turpis cursus in hac.

Diagrama esquemático

Ut tellus elementum sagittis vitae et leo duis ut diam. Dolor sit amet consectetur adipiscing elit ut aliquam purus sit.

Diagrama eléctrico

Ut tellus elementum sagittis vitae et leo duis ut diam. Dolor sit amet consectetur adipiscing elit ut aliquam purus sit.

2.1.5 Subsistema de control e interacción con el usuario

Nunc aliquet bibendum enim facilisis gravida neque convallis a. Ut tellus elementum sagittis vitae et leo duis ut diam. . Nunc aliquet bibendum enim facilisis gravida neque convallis a. Ut tellus elementum sagittis vitae et leo duis ut diam.

Selección de microcontrolador

- Necesitamos: 80 fps
- Tamaño máximo: 15 cm
- Tamaño mínimo: 20 cm
- Velocidad estándar: 2 - 3 L/s (Longitud/segundos)
- Velocidad máxima: 3 - 4 L/s (Longitud/segundos)
- Debe poder:
 - procesar imágenes de forma rápida.
 -

En caso de usar NN

- 2 x Jetson Nano + Gumstix Jetson Nano Snapshot Board
- 1 x ESP32

En caso de no usar NN

- ESP32 o Raspberry Pi 4B
- 1 x Jetson Nano

En la Sección ?? se analiza los posibles algoritmos que pueden ser aplicados para la detección de truchas mediante visión por computadora.

Otros:

- Intel NSC2

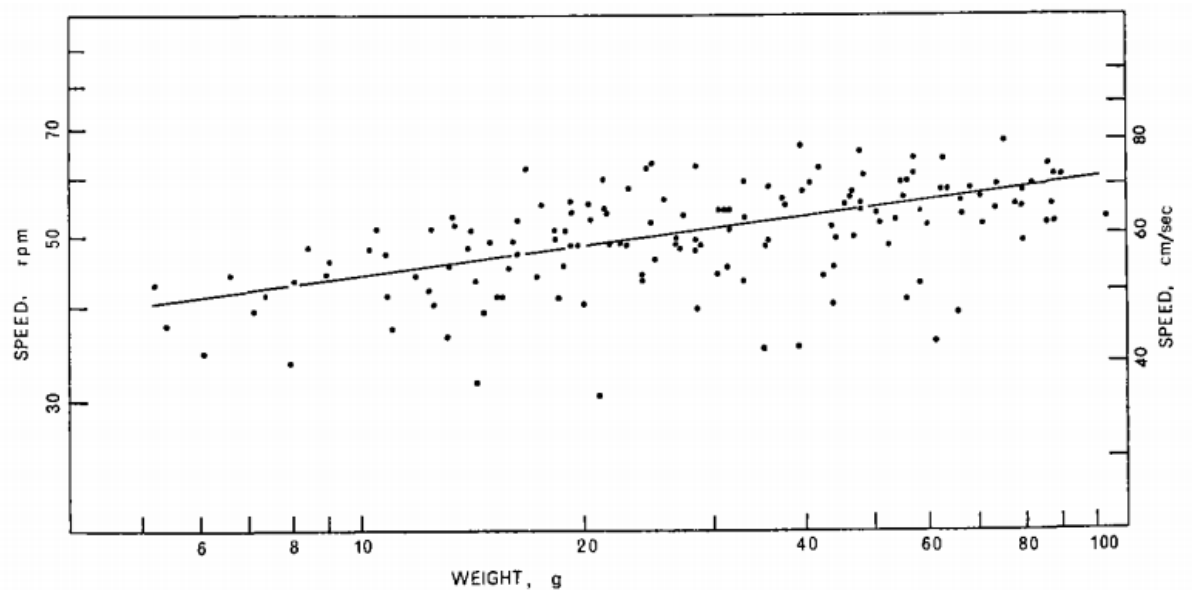


Fig. 2.15 – Aproximación lineal de la relación entre peso y la velocidad de nado de truchas arcoíris

Fuente: Fry & Cox (1970)

En la Ecuación 2.3 se muestra la relación entre *X*: *peso de la trucha (g)* e *Y*: *velocidad de nado (cm/s)* con un error $Z = \pm 0.033$.

$$Y = -3.965 + 2.908(Z)X \quad (2.3)$$

En el caso de este trabajo, la dimensión máxima y mínima de las truchas arcoíris son de 20 cm y 15 cm, respectivamente. De la Tabla ?? podemos obtener los gramos mediante interpolación lineal para cada límite: valores mínimo-máximo son 153 y 199 g, respectivamente. Utilizando los valores antes indicados y empleando la Ecuación 2.3 obtenemos los valores límites dentro del rango $[10.71; 15.13](cm/s)$. Luego de escoger la máxima velocidad con redondeo hacia arriba (16 cm/s), ...

Selección de indicadores visuales

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Lacus sed turpis tincidunt id aliquet. Nunc aliquet bibendum enim facilisis gravida neque convallis a. Ut tellus elementum sagittis vitae et leo duis ut diam. Dolor sit amet consectetur adipiscing elit ut aliquam purus sit. Dolor sed viverra ipsum nunc aliquet bibendum. Euismod in pellentesque massa placerat. Et malesuada fames ac turpis egestas sed tempus urna. Euismod elementum nisi quis eleifend quam adipiscing vitae proin. Ornare suspendisse sed nisi lacus sed. Mollis aliquam ut porttitor leo a diam. Varius morbi enim nunc faucibus. Sit amet purus gravida quis blandit turpis cursus in hac.

Selección de interruptor de seguridad de apagado de emergencia

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Lacus sed turpis tincidunt id aliquet. Nunc aliquet bibendum enim facilisis gravida neque convallis a. Ut tellus elementum sagittis vitae et leo duis ut diam. Dolor sit amet consectetur adipiscing elit ut aliquam purus sit. Dolor sed viverra ipsum nunc aliquet bibendum. Euismod in pellentesque massa placerat. Et malesuada fames ac turpis egestas sed tempus urna. Euismod elementum nisi quis eleifend quam adipiscing vitae proin. Ornare suspendisse sed nisi lacus sed. Mollis aliquam ut porttitor leo a diam. Varius morbi enim nunc faucibus. Sit amet purus gravida quis blandit turpis cursus in hac.

Selección de interruptor de interruptor tipo hongo

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Lacus sed turpis tincidunt id aliquet. Nunc aliquet bibendum enim facilisis gravida neque convallis a. Ut tellus elementum sagittis vitae et leo duis ut diam.

Dolor sit amet consectetur adipiscing elit ut aliquam purus sit. Dolor sed viverra ipsum nunc aliquet bibendum. Euismod in pellentesque massa placerat. Et malesuada fames ac turpis egestas sed tempus urna. Euismod elementum nisi quis eleifend quam adipiscing vitae proin. Ornare suspendisse sed nisi lacus sed. Mollis aliquam ut porttitor leo a diam. Varius morbi enim nunc faucibus. Sit amet purus gravida quis blandit turpis cursus in hac.

Cálculo del consumo de energía del sistema

Ut tellus elementum sagittis vitae et leo duis ut diam. Dolor sit amet consectetur adipiscing elit ut aliquam purus sit.

Diagrama de flujo

Dolor sed viverra ipsum nunc aliquet bibendum. Euismod in pellentesque massa placerat. Et malesuada fames ac turpis egestas sed tempus urna. Euismod elementum nisi quis eleifend quam adipiscing vitae proin. Ornare suspendisse sed nisi lacus sed. Mollis aliquam ut porttitor leo a diam. Varius morbi enim nunc faucibus. Sit amet purus gravida quis blandit turpis cursus in hac.

Diseño frontend de la aplicación móvil

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Lacus sed turpis tincidunt id aliquet. Nunc aliquet bibendum enim facilisis gravida neque convallis a. Ut tellus elementum sagittis vitae et leo duis ut diam. Dolor sit amet consectetur adipiscing elit ut aliquam purus sit.

2.1.6 Subsistema de flotadores

Cálculo de sistema flotador

Lacus sed turpis tincidunt id aliquet. Nunc aliquet bibendum enim facilisis gravida neque convallis a. Ut tellus elementum sagittis vitae et leo duis ut diam. Dolor sit amet consectetur adipiscing elit ut aliquam purus sit.

Selección de flotadores

Lacus sed turpis tincidunt id aliquet. Nunc aliquet bibendum enim facilisis gravida neque convallis a. Ut tellus elementum sagittis vitae et leo duis ut diam. Dolor sit amet consectetur adipiscing elit ut aliquam purus sit.

Diseño de sistema de flotadores

Lacus sed turpis tincidunt id aliquet. Nunc aliquet bibendum enim facilisis gravida neque convallis a. Ut tellus elementum sagittis vitae et leo duis ut diam. Dolor sit amet consectetur adipiscing elit ut aliquam purus sit.

III Pruebas y resultados

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Lacus sed turpis tincidunt id aliquet. Nunc aliquet bibendum enim facilisis gravida neque convallis a. Ut tellus elementum sagittis vitae et leo duis ut diam.

3.1 Algoritmos de conteo de truchas

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Lacus sed turpis tincidunt id aliquet. Nunc aliquet bibendum enim facilisis gravida neque convallis a. Ut tellus elementum sagittis vitae et leo duis ut diam.

3.1.1 Criterios de evaluación

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Lacus sed turpis tincidunt id aliquet. Nunc aliquet bibendum enim facilisis gravida neque convallis a. Ut tellus elementum sagittis vitae et leo duis ut diam. Dolor sit amet consectetur adipiscing elit ut aliquam purus sit. Dolor sed viverra ipsum nunc aliquet bibendum. Euismod in pellentesque massa placerat. Et malesuada fames ac turpis egestas sed tempus urna. Euismod elementum nisi quis eleifend quam adipiscing vitae proin. Ornare suspendisse sed nisi lacus sed. Mollis aliquam ut porttitor leo a diam. Varius morbi enim nunc faucibus. Sit amet purus gravida quis blandit turpis cursus in hac.

3.1.2 Comparación

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Lacus sed turpis tincidunt id aliquet. Nunc aliquet bibendum enim facilisis gravida neque convallis a. Ut tellus elementum sagittis vitae et leo duis ut diam. Dolor sit amet consectetur adipiscing elit ut aliquam purus sit. Dolor sed viverra ipsum nunc aliquet bibendum. Euismod in pellentesque massa placerat. Et malesuada fames ac turpis egestas sed tempus urna. Euismod elementum nisi quis eleifend quam adipiscing vitae proin. Ornare suspendisse sed nisi lacus sed. Mollis aliquam ut porttitor leo a diam. Varius morbi enim nunc faucibus. Sit amet purus gravida quis blandit turpis cursus in hac.

3.1.3 Errores detectados en la simulación de conteo de truchas

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Lacus sed turpis tincidunt id aliquet. Nunc aliquet bibendum enim facilisis gravida neque convallis a. Ut tellus elementum sagittis vitae et leo duis ut diam. Dolor sit amet consectetur adipiscing elit ut aliquam purus sit. Dolor sed viverra ipsum nunc aliquet bibendum. Euismod in pellentesque massa placerat. Et malesuada fames ac turpis egestas sed tempus urna. Euismod elementum nisi quis eleifend quam adipiscing vitae proin. Ornare suspendisse sed nisi lacus sed. Mollis aliquam ut porttitor leo a diam. Varius morbi enim nunc faucibus. Sit amet purus gravida quis blandit turpis cursus in hac.

3.2 Simulación estructural

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Lacus sed turpis tincidunt id aliquet. Nunc aliquet bibendum enim facilisis gravida neque convallis a. Ut tellus elementum sagittis vitae et leo duis ut diam.

Dolor sit amet consectetur adipiscing elit ut aliquam purus sit. Dolor sed viverra ipsum nunc aliquet bibendum. Euismod in pellentesque massa placerat. Et malesuada fames ac turpis egestas sed tempus urna. Euismod elementum nisi quis eleifend quam adipiscing vitae proin. Ornare suspendisse sed nisi lacus sed. Mollis aliquam ut porttitor leo a diam. Varius morbi enim nunc faucibus. Sit amet purus gravida quis blandit turpis cursus in hac.

3.3 Simulación dinámica del sistema

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Lacus sed turpis tincidunt id aliquet. Nunc aliquet bibendum enim facilisis gravida neque convallis a. Ut tellus elementum sagittis vitae et leo duis ut diam. Dolor sit amet consectetur adipiscing elit ut aliquam purus sit. Dolor sed viverra ipsum nunc aliquet bibendum. Euismod in pellentesque massa placerat. Et malesuada fames ac turpis egestas sed tempus urna. Euismod elementum nisi quis eleifend quam adipiscing vitae proin. Ornare suspendisse sed nisi lacus sed. Mollis aliquam ut porttitor leo a diam. Varius morbi enim nunc faucibus. Sit amet purus gravida quis blandit turpis cursus in hac.

IV Estimación de costos

4.1 Costos de diseño

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Lacus sed turpis tincidunt id aliquet. Nunc aliquet bibendum enim facilisis gravida neque convallis a. Ut tellus elementum sagittis vitae et leo duis ut diam.

4.2 Costos de manufactura

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Lacus sed turpis tincidunt id aliquet. Nunc aliquet bibendum enim facilisis gravida neque convallis a. Ut tellus elementum sagittis vitae et leo duis ut diam.

4.3 Costos de componentes

Lacus sed turpis tincidunt id aliquet. Nunc aliquet bibendum enim facilisis gravida neque convallis a. Ut tellus elementum sagittis vitae et leo duis ut diam. Lacus sed turpis tincidunt id aliquet. Nunc aliquet bibendum enim facilisis gravida neque convallis a. Ut tellus elementum sagittis vitae et leo duis ut diam.

4.4 Costos de materiales

Lacus sed turpis tincidunt id aliquet. Nunc aliquet bibendum enim facilisis gravida neque convallis a. Ut tellus elementum sagittis vitae et leo duis ut diam. Lacus sed turpis tincidunt id aliquet. Nunc aliquet bibendum enim facilisis gravida neque convallis a. Ut tellus elementum sagittis vitae et leo duis ut diam.

4.5 Costos total del sistema

Lacus sed turpis tincidunt id aliquet. Nunc aliquet bibendum enim facilisis gravida neque convallis a. Ut tellus elementum sagittis vitae et leo duis ut diam. Lacus sed turpis tincidunt id aliquet. Nunc aliquet bibendum enim facilisis gravida neque convallis a. Ut tellus elementum sagittis vitae et leo duis ut diam.

Conclusiones

Se detectaron procesos críticos en la crianza de truchas y se seleccionó el proceso manual que disminuía la producción final generando pérdidas económicas: clasificación y conteo de truchas en la etapa de engorde (15 a 20 centímetros).

Se elaboró la lista de requerimientos según una entrevista con personas dedicadas al cultivo de truchas. Se propuso tres conceptos de solución y se escogió uno de estos bajo un análisis técnico-económico. El concepto de solución óptimo cumple con todos los puntos de la lista de requerimientos. Además, se realizó el diagrama de operaciones necesario para mostrar el funcionamiento de la máquina.

Para el análisis de estabilidad y flotabilidad sobre el agua del concepto de solución óptimo será necesario realizar cálculos y mediciones

Una estimación simple sin detalle del concepto de solución óptimo muestra un costo menor comparado con el costo de una máquina que se comercializa internacionalmente. Además, el costo de operación disminuye debido a que se reduce el número de operarios de cuatro a solo uno.

El trabajo presentado puede ser extrapolado para obtener conceptos de solución diseñados para otras tallas de truchas.

Recomendaciones

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Lacus sed turpis tincidunt id aliquet. Nunc aliquet bibendum enim facilisis gravida neque convallis a. Ut tellus elementum sagittis vitae et leo duis ut diam. Dolor sit amet consectetur adipiscing elit ut aliquam purus sit. Dolor sed viverra ipsum nunc aliquet bibendum. Euismod in pellentesque massa placerat. Et malesuada fames ac turpis egestas sed tempus urna. Euismod elementum nisi quis eleifend quam adipiscing vitae proin. Ornare suspendisse sed nisi lacus sed. Mollis aliquam ut porttitor leo a diam. Varius morbi enim nunc faucibus. Sit amet purus gravida quis blandit turpis cursus in hac. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Lacus sed turpis tincidunt id aliquet. Nunc aliquet bibendum enim facilisis gravida neque convallis a. Ut tellus elementum sagittis vitae et leo duis ut diam. Dolor sit amet consectetur adipiscing elit ut aliquam purus sit. Dolor sed viverra ipsum nunc aliquet bibendum. Euismod in pellentesque massa placerat. Et malesuada fames ac turpis egestas sed tempus urna. Euismod elementum nisi quis eleifend quam adipiscing vitae proin. Ornare suspendisse sed nisi lacus sed. Mollis aliquam ut porttitor leo a diam. Varius morbi enim nunc faucibus. Sit amet purus gravida quis blandit turpis cursus in hac. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Lacus sed turpis tincidunt id aliquet. Nunc aliquet bibendum enim facilisis gravida neque convallis a. Ut tellus elementum sagittis vitae et leo duis ut diam. Dolor sit amet consectetur

adipiscing elit ut aliquam purus sit. Dolor sed viverra ipsum nunc aliquet bibendum. Euismod
in pellentesque massa placerat. Et malesuada fames ac turpis egestas sed tempus urna. Euismod
elementum nisi quis eleifend quam adipiscing vitae proin. Ornare suspendisse sed nisi lacus
sed. Mollis aliquam ut porttitor leo a diam. Varius morbi enim nunc faucibus. Sit amet purus
gravida quis blandit turpis cursus in hac.

Referencias

- Bochkovskiy, A., Wang, C.-Y., & Liao, H.-Y. M. (2020). *YOLO v4.0: Optimal Speed and Accuracy of Object Detection*. Retrieved from <https://arxiv.org/abs/2004.10934>
- Díaz Vergara, P. (2020). *Diseño conceptual de clasificadora y contadora de truchas arcoíris (Oncorhynchus mykiss) de 10 a 20 centímetros para la crianza de truchas en la Laguna de Paucarcocha* (Unpublished doctoral dissertation). Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Fry, F. E. J., & Cox, E. T. (1970). A Relation of Size to Swimming Speed in Rainbow Trout. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*. doi: 10.1139/f70-111
- Oates, David W., Krings, Lisa M., Ditz, K. L. (1993). Field Manual for the Identification of Selected North American Freshwater Fish by Fillets and Scales. *Other Publications in Wildlife Management. Paper 13.*
- Pahl, G., Beitz, W., Feldhusen, J., & Grote, K.-H. (2007). *Engineering Design* (3rd ed.). London: Springer London. Retrieved from <http://link.springer.com/10.1007/978-1-84628-319-2> doi: 10.1007/978-1-84628-319-2
- Redmon, J., & Farhadi, A. (2017). YOLO v2.0. *Cvpr2017*. doi: 10.1142/9789812771728_0012
- Redmon, J., & Farhadi, A. (2018). YOLO v3.0. *Tech report*.
- Redmon, J. S. D. R. G. A. F. (2016). (YOLO) You Only Look Once. *Cvpr*. doi: 10.1109/CVPR.2016.91
- Solawetz, J. (2020). *YOLO v5.0: How to Train A Custom Object Detection Model*. Retrieved from <https://towardsdatascience.com/how-to-train-a-custom-object-detection-model-with-yolo-v5-917e9ce13208>