

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

## **ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS**

### **CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO DE AUTOMATIZACION DE COMEDERO DE POLLOS EN LA ESFOT (ETAPA1)**

#### **MECÁNICO**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PRESENTADO COMO  
REQUISITO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO SUPERIOR  
EN ELECTROMECAÁNICA**

**CRISTHIAN DAVID CRUZ MOLINA**

**DIRECTOR: ÓSCAR SANTIAGO ORTIZ ÁVILA**

**DMQ, febrero 2022**

## **CERTIFICACIONES**

Yo, CRISTHIAN DAVID CRUZ MOLINA declaro que el trabajo de integración curricular aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.



---

**CRISTHIAN CRUZ**

**crsthian.cruz@epn.edu.ec**

**crsthiantron20@hotmail.com**

Certifico que el presente trabajo de integración curricular fue desarrollado por CRISTHIAN DAVID CRUZ MOLINA, bajo mi supervisión.



---

**Óscar Santiago Ortiz Ávila**  
**DIRECTOR**

**oscar.ortiz02@epn.edu.ec**

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA**

A través de la presente declaración, afirmamos que el trabajo de integración curricular aquí descrito, así como el (los) producto(s) resultante(s) del mismo, son públicos y estarán a disposición de la comunidad a través del repositorio institucional de la Escuela Politécnica Nacional; sin embargo, la titularidad de los derechos patrimoniales nos corresponde a los autores que hemos contribuido en el desarrollo del presente trabajo; observando para el efecto las disposiciones establecidas por el órgano competente en propiedad intelectual, la normativa interna y demás normas.

CRISTHIAN DAVID CRUZ MOLINA

## **DEDICATORIA**

Dedico este proyecto con todo mi amor a mi padre Jaime Oswaldo y a mi madre Jenny Molina, gracias a su apoyo incondicional y también va dirigido a las nuevas generaciones a mis sobrinas Loany y Tabatha y a mi querido Matías que está por venir a este mundo con todo mi amor este proyecto es por ustedes.

**Cristhian Cruz Molina**

## **AGRADECIMIENTO**

Con infinita gratitud hacia mi familia mis padres y hermanos quienes día a día pusieron un granito de arena y aportaron a que esto ocurra siempre agradecido los llevo en mi corazón.

**Cristhian Cruz Molina**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIONES .....	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	II
DEDICATORIA .....	III
AGRADECIMIENTO .....	IV
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	V
RESUMEN.....	VII
ABSTRACT.....	VIII
1 DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO.....	1
1.1 Objetivo General.....	2
1.2 Objetivos Específicos.....	2
1.3 Alcance.....	2
1.4 Marco teórico.....	3
NORMA AWS D1.1.....	3
MÉTODO ISO A .....	3
TORNILLO SIN FIN .....	3
MATERIALES A GRANEL .....	4
2 METODOLOGÍA.....	5
2.1 Requerimientos mecánicos.....	6
2.2 Diseño de la estructura metálica y tornillo sin fin.....	6
Análisis de esfuerzos en la base metálica.....	9
2.3 Ensamblaje de los componentes. ....	13
2.4 Hoja Guía de Laboratorio.....	16
3 RESULTADOS .....	21
3.1 Pruebas y Análisis de Resultados.....	23
Giro del Tornillo sin fin y acople a la base.....	23
Tolva acoplada a la base con separación .....	25
Acople entre eje del tornillo y eje del motor.....	25

4	Conclusiones .....	27
5	Recomendaciones .....	28
6	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	29
7	ANEXOS.....	30
	Anexo I. Reporte de Similitud Generado por Turnitin .....	31
	Anexo II. Certificado de Funcionamiento de Trabajo de Integración curricular .....	32
	Anexo III. Presentación de Planos .....	33

## RESUMEN

Mediante el presente se propone la implementación de un módulo didáctico que cuenta con un sistema eficiente para la alimentación del producto avícola en el cual los estudiantes de la ESFOT pueden desarrollar habilidades en el manejo de equipos en el área avícola, fomentando la creatividad y mejora del módulo.

El presente documento consta de seis secciones las cuales se detallan a continuación:

La sección uno presenta la descripción del componente desarrollado, en la cual se puntualiza el objetivo general, objetivo específico, el alcance y el marco teórico sobre el funcionamiento del tornillo sin fin y el transporte de alimento.

La sección dos menciona los instrumentos, técnicas y metodología aplicada para cumplir con los parámetros e instrucciones que permitan cumplir con los objetivos establecidos, además esta sección contiene la construcción, los videos de funcionamiento, hoja guía para práctica de laboratorio, los manuales de uso y mantenimiento.

La sección tres detalla las pruebas y resultados obtenidos que validan el funcionamiento de la parte mecánica del módulo didáctico.

La sección cuatro abarca conclusiones a las que se llegaron en base al proyecto planteado junto a las recomendaciones, las cuales aportan una vista objetiva de cómo mejorar la experiencia al realizar el módulo didáctico a pequeña, mediana y gran escala a su vez contiene las fuentes bibliográficas consultadas que fundamentan y mantienen al proyecto y su desarrollo, finalmente se presentan los planos esquemáticos realizados para la explicación de todo el sistema mecánico.

**PALABRAS CLAVE:** Tornillo sin fin, Norma AWS D1.1, Solid Works, Método ISO A.



## ABSTRACT

Through this, the implementation of a didactic module is proposed that has an efficient system for feeding poultry products in which ESFOT students can develop skills in managing equipment in the poultry area, promoting creativity and improvement of the module.

This document consists of six sections which are detailed below:

Section one presents the description of the developed component, in which the general objective, specific objective, scope and theoretical framework on the operation of the endless screw and the transport of food are pointed out.

Section two mentions the instruments, techniques and methodology applied to comply with the parameters and instructions that allow the established objectives to be met, in addition this section contains the construction, the operation videos, the guide sheet for laboratory practice, the user manuals and maintenance.

Section three details the tests and results obtained that validate the operation of the mechanical part of the didactic module.

Section four covers the conclusions reached based on the proposed project together with the recommendations, which provide an objective view of how to improve the experience when carrying out the didactic module on a small, medium and large scale, and in turn contains the bibliographic sources. consulted that base and maintain the project and its development, finally the schematic plans made for the explanation of the entire mechanical system are presented.

**KEYWORDS:** Endless screw, AWS Standard D1.1, Solid Works, ISO Method A.

# 1 DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO

En el Ecuador el 70 % de personas dedicadas a la crianza de pollos, desconocen sobre nuevos métodos para alimentar a las aves que podrían beneficiar su salud, el porcentaje podría disminuir si se observa el funcionamiento de un módulo didáctico de automatización de comedero de pollos innovador que se podría implementar a gran escala en las medianas y grandes empresas avícolas ya que cambiaría la manera tradicional de alimentar a los pollos aportando agilidad en el proceso de crianza de los pollos y reduciendo esfuerzos físicos por parte de trabajadores.[1]

La idea de implementar un sistema automatizado para pollos en los galpones es que presenta una ventaja a la hora de ahorrar tiempo al distribuir el alimento, ya que la distribución en el galpón es un 8,6% menor que el método empleado manualmente. Además, si se considera el peso de los pollos, se tiene un 10% más de engorde al final de la producción. [2]

A lo largo de la historia en la industria avícola, la alimentación de las aves de crianza ha sido realizada por personas que, con su esfuerzo físico, apoyan en su espalda mínimo un quintal de alimento y lo van distribuyendo en los diferentes comederos durante largas jornadas. Esto afecta la salud de las personas dedicadas a esa actividad. El presente proyecto integrador tiene como propósito principal solucionar esta problemática.

El desarrollo del módulo parte de los requerimientos eléctricos y mecánicos. Posteriormente se realiza la estructura metálica en base a la norma AWS D1.1. Se realiza el tornillo sin fin en base a dos factores el primero es que debe ser de acero inoxidable ya que tiene contacto directo con el alimento a transportarse y el segundo factor es dependiendo del tipo de paso, en este caso el paso es tipo estándar en donde el paso del tornillo es igual al diámetro exterior del tornillo. Luego se procede a realizar la carcasa en u que cubre al tornillo sin fin y la tolva que almacena el alimento a transportarse, estas dos están hechas de aluminio para una mayor flexibilidad al momento de darle forma a la plancha y posteriormente remacharlos.

Posteriormente se pasa al ensamblaje para realizar las pruebas correspondientes a cada uno de los sistemas, en donde finalmente se expone el manual de usuario y mantenimiento del módulo.

## **1.1 Objetivo General**

Construir un módulo didáctico de automatización de comederos para pollos en la ESFOT – Etapa1.

## **1.2 Objetivos Específicos**

1. Requerimientos mecánicos
2. Diseño de la estructura metálica y tornillo sin fin.
3. Ensamblaje de los componentes.
4. Hoja guía de laboratorio.

## **1.3 Alcance**

El módulo didáctico de automatización de comedero de pollos del presente trabajo de titulación se realizó para mejorar el desarrollo práctico de los estudiantes de la ESFOT en el cual se puede observar los tipos de accionamientos y protecciones que existen en el diseño del módulo didáctico en donde se presentan las actividades en industrias avícolas al momento de alimentar a las aves de crianza.

Los elementos que componen la parte mecánica del módulo didáctico de automatización son:

- El tornillo sin fin, este componente es el que permite distribuir el alimento desde el depósito de comida para pollos hacia los distintos comederos o punto final.
- El motor, este componente mueve al tornillo sin fin.
- La base, este componente es en donde se apoyan los elementos mecánicos y eléctricos y en base a esto se realizará el estudio de cargas que van dirigidas hacia la base.

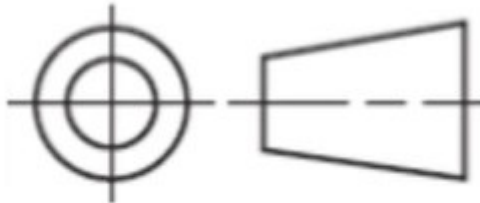
## 1.4 Marco teórico

### NORMA AWS D1.1

La norma AWS D1.1 explica los requerimientos de soldadura para los distintos tipos de estructuras también los tipos de aceros al carbono y de baja aleación utilizados en su mayoría en construcción de bases metálicas, [3].

### MÉTODO ISO A

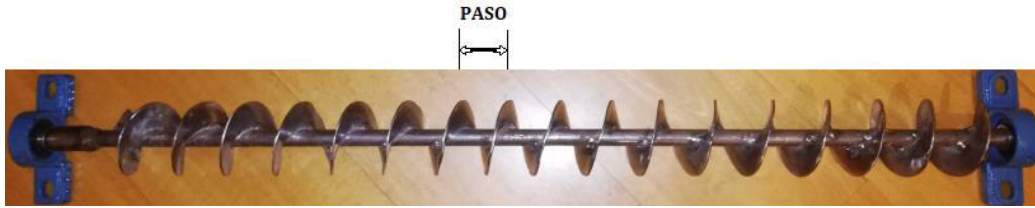
El método ISO A consiste en proyecciones ortogonales del diseño mecánico de las partes de la estructura metálica las cuales están estandarizadas internacionalmente en base al sistema americano, para identificar el sistema que se ha representado en la proyección del objeto se utiliza el siguiente símbolo como se observa en la **Figura 1.1** y este representa el sistema ISO A o también conocido como ASA o de tercer cuadrante porque la vista frontal se encuentra específicamente en el tercer cuadrante, [4].



**Figura 1.1** Símbolo de identificación ISO A, [5].

### TORNILLO SIN FIN

El tornillo sin fin es un tipo de transportador el cual funciona mediante hélices que giran de forma constante guardando una distancia entre si llamada paso el cual se observa en la **Figura 1.2** , el tornillo sin fin tiene la cualidad de transportar el alimento de forma continua y también en distintas posiciones ya que posee la facilidad de acomodarse a disposición ya sea horizontal, vertical o inclinada siempre y cuando esta sea de manera recta, [6].



**Figura 1.2** Tornillo sin Fin.

## **MATERIALES A GRANEL**

Los materiales a granel de clase I son los utilizados para alimentar a los pollos por su tamaño y por lo fácil de transportar ya que no son abrasivos, los cuales tienen un peso específico entre 0.4 y 0.7 toneladas por metro cúbico  $\left(\frac{T}{m^3}\right)$  aproximadamente, [6].

## 2 METODOLOGÍA

El proyecto se fundamenta en una investigación de tipo descriptiva basada en la problemática técnica para desempeñar el transporte de alimento hacia los comederos de los pollos. Por ende, utilizando los conocimientos e investigación relacionados a la carrera Tecnología Superior en Electromecánica, se realiza el diseño, selección de componentes y ensamble de un módulo didáctico de automatización de comedero de pollos.

Por lo que en un inicio se determinó la distancia que va a recorrer el alimento, esto permite determinar el tipo de material usado para realizar el tornillo sin fin y la potencia del motor. Posteriormente se realiza la base la cual debe tener 2 columnas por cada 60 centímetros (cm) y se debe soldar siguiendo la norma AWS D1.1.

Posteriormente para el tornillo sin fin se define el diámetro del eje y la distancia del paso, se corta una lámina de 1 (mm) de espesor y se conforma la hélice hasta llegar al paso propuesto, después se suelda hasta llegar a completar toda la distancia de eje de polo a polo.

La selección de las chumaceras las cuales nos permiten que el eje del tornillo sin fin gire, se basan en el diámetro del eje.

Para el ensamblaje de los componentes en la base metálica se realizó la coordinación con la parte eléctrica en donde se definió la ubicación respectiva, las chumaceras deben ir sujetas con pernos y tuercas a la estructura metálica para una mayor resistencia a las vibraciones causadas por el motor, la tolva y la cubierta del tornillo van fijas a la base.

Posteriormente para que el eje del motor se acople al eje del tornillo sin fin se utilizó una expansión en el eje del tornillo en donde se hizo una perforación para que entre el eje del motor y se apriete con el ajuste de la chumacera.

## 2.1 Requerimientos mecánicos.

La capacidad de la estructura metálica se define en base al peso de todos los componentes en primer lugar la del tornillo sin fin que es de 3,18 (Kg) el cual se considera el más pesado, la tolva junto con la carcasa y las chumaceras pesan 1.2 (Kg). Sin embargo, cabe recalcar que los distintos componentes ejercen fuerzas en distintas partes de la base metálica como por ejemplo las chumaceras ejercen presión sobre las pestañas laterales, en base a estudios realizados en el software Solid Works se logra determinar que la fuerza ejercida sobre las distintas zonas de la base metálica que se aprecia en la **Figura 2.1** son despreciables sin afectar el factor de seguridad de la base metálica.



**Figura 2.1** Base metálica.

## 2.2 Diseño de la estructura metálica y tornillo sin fin.

A continuación, se presenta la potencia del motor requerida en base al tornillo sin fin

$$S = \lambda \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

**Ecuación 2.1** Área de relleno del tornillo, [7].

Donde:

S : (m<sup>2</sup>) área de relleno.

λ : 0,4 coeficiente de relleno.

D : 0,16 (m) diámetro del cilindro.

Resolviendo la **Ecuación 2.1** y reemplazando los valores se obtiene el área de relleno:

$$S = 0,008042 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$V = \frac{p \cdot n}{60}$$

**Ecuación 2.2** Velocidad de desplazamiento, [7].

Donde:

$V$  :  $\left(\frac{m}{s}\right)$  velocidad del desplazamiento del material.

$p$  : 0,05 (m) paso del tornillo sin fin.

$n$  : 60 (rpm) velocidad de giro del tornillo.

Resolviendo la **Ecuación 2.2** y reemplazando los valores se obtiene la velocidad de desplazamiento del material.

$$V = 0,0500 \left(\frac{m}{s}\right)$$

$$Q = 3600 \cdot S \cdot V \cdot p \cdot i$$

**Ecuación 2.3** Flujo de material en el transportador de tornillo, [7].

Donde:

$S$  : 0,008042 (m<sup>2</sup>) área de relleno.

$V$  : 0,0500  $\left(\frac{m}{s}\right)$  velocidad del desplazamiento del material.

$p$  : 0,74  $\left(\frac{T}{m^3}\right)$  densidad del material Transportado.

$i$  : 1 coeficiente de disminución debido a la inclinación del transportador.

$Q$  :  $\left(\frac{T}{h}\right)$  Flujo de material que el transportador maneja.

Resolviendo la **Ecuación 2.3** y reemplazando los valores se obtiene que la capacidad de flujo de material es:

$$Q = 1,078 \left(\frac{T}{h}\right)$$

$$Pfr = \frac{L \cdot n \cdot Fb \cdot Fd}{1000000}$$



**Ecuación 2.4** Potencia de accionamiento en vacío, [7].

Donde:

L : 2,95 (ft) Longitud del transportador en pies.

n : 60 (rpm) velocidad de giro del tornillo.

Fb : 1 Factor del buje para colgante.

Fd : 7,7 Factor del diametro del tornillo.

Pfr : (W) Potencia de accionamiento en vacío.

Resolviendo la **Ecuación 2.4** y reemplazando los valores se obtiene que la Potencia de accionamiento en vacío es:

$$P_{fr} = 1,01415 \text{ (W)}$$

$$P_m = \frac{Q \cdot L \cdot p \cdot F_f \cdot F_m}{1000000}$$

**Ecuación 2.5** Potencia de desplazamiento de material, [7].

Donde:

L : 2,95 (ft) Longitud del transportador en pies.

Q : 1,078  $\left(\frac{T}{h}\right)$  Flujo de material que el transportador maneja.

p : 0,74  $\left(\frac{T}{m^3}\right)$  densidad del material Transportado.

Ff : 1 Factor de la helicoidal del tornillo.

Fm : 0,4 Factor del material.

Pm : (W)Potencia de desplazamiento de material.

Resolviendo la Ecuación 2.1 y reemplazando los valores se obtiene que la Potencia de desplazamiento de material es:

$$P_m = 2,0916 \text{ (W)}$$

$$P_T = (P_{fr} + P_m)$$

**Ecuación 2.6** Potencia de accionamiento, [7].

Donde:

$P_{fr}$  : 1,01415 (W) Potencia de accionamiento en vacío

$P_m$  : 2,0916 (W) Potencia de desplazamiento de material

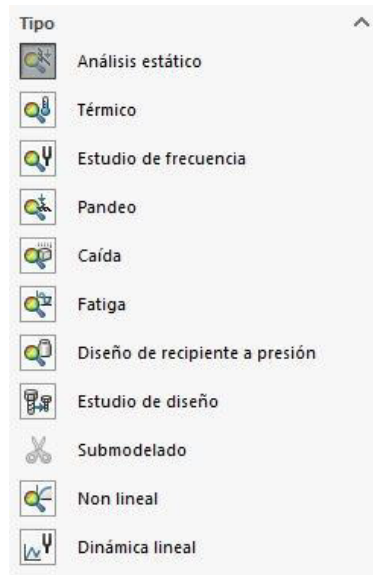
Resolviendo la **Ecuación 2.6** y remplazando los valores se obtiene que la Potencia de accionamiento es:

$$PT = 3,11 \text{ (W)}$$

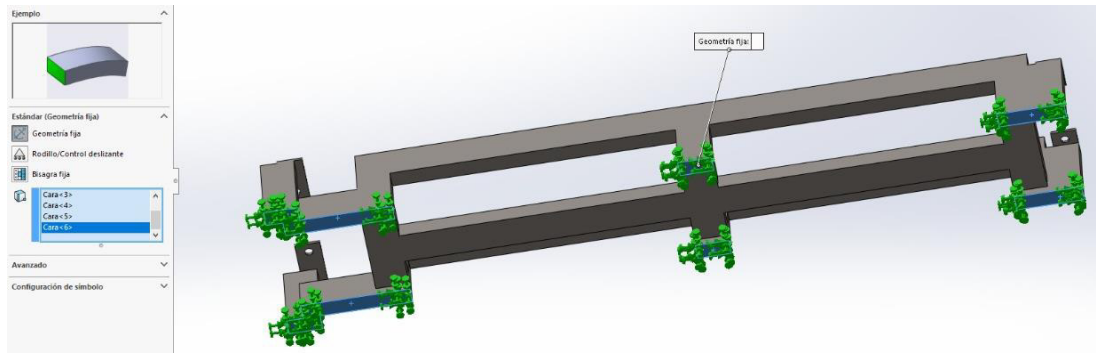
### **Análisis de esfuerzos en la base metálica**

El análisis de esfuerzos en la base metálica se realizó con el propósito de analizar las distintas fuerzas que se ejercen sobre la base y analizar si la base es suficientemente robusta para mantener el peso de todos los componentes del módulo.

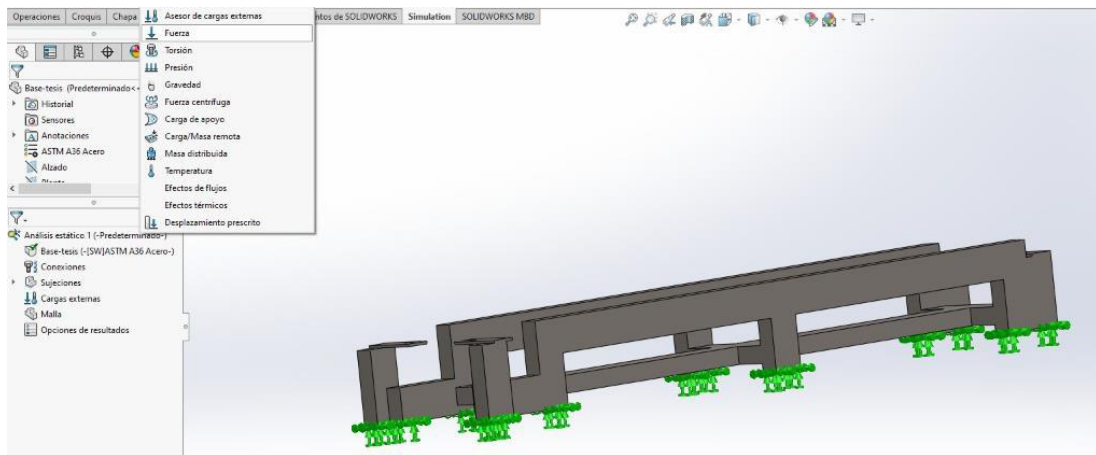
Para esto se emplea el análisis estático como se observa en la **Figura 2.2** y a su vez utilizando la herramienta de geometría fija la cual nos permite fijar las caras de las bases como se observa en la **Figura 2.3** para mantener fija a la base y proceder a aplicar las fuerzas como se observa en la **Figura 2.4** y **Figura 2.5** .



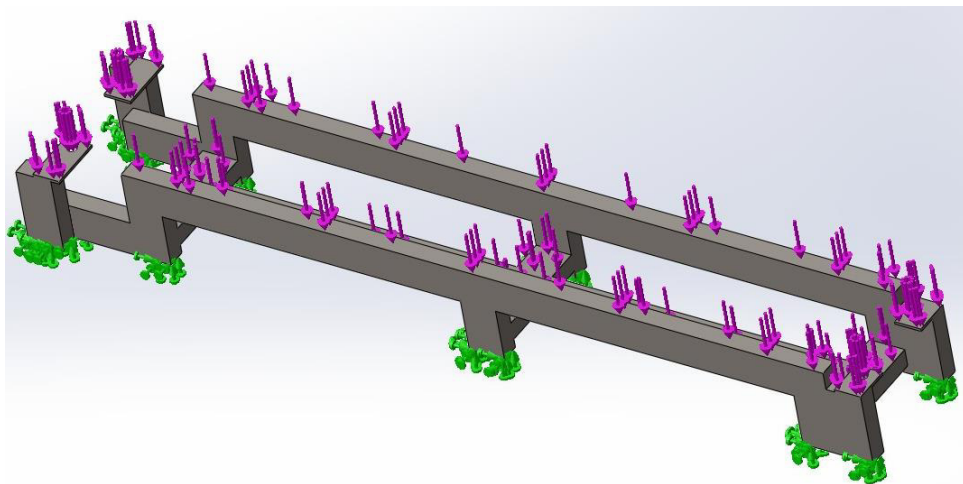
**Figura 2.2** Herramientas de simulación de esfuerzos – Solid Works.



**Figura 2.3** Geometría fija de base metálica



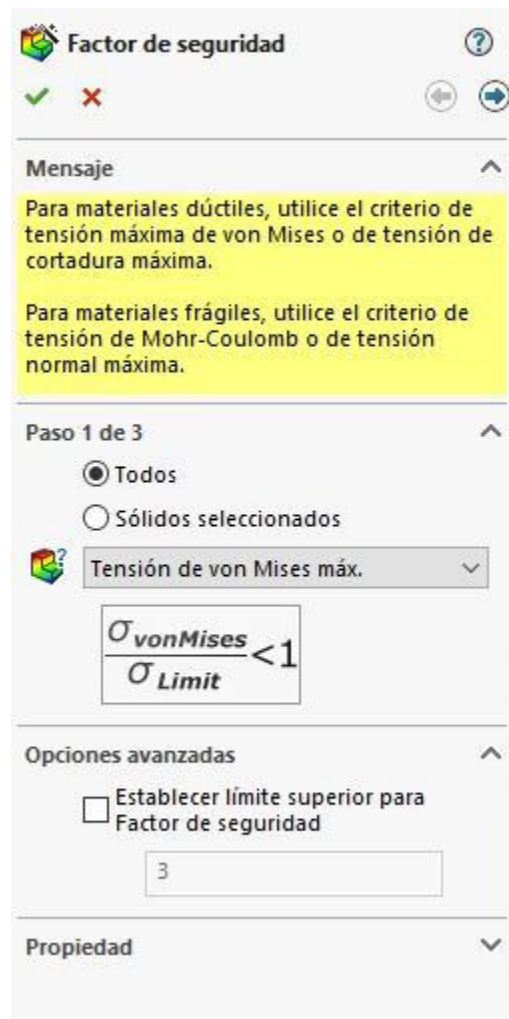
**Figura 2.4** Aplicación de fuerzas en base metálica.



**Figura 2.5** Aplicación de fuerzas en base metálica.

Una vez que se aplicaron todas las fuerzas de las chumaceras que sostienen al tornillo sin fin, de la tolva y la carcasa en u se procede a realizar la simulación para determinar la gráfica del factor de seguridad, a continuación se define el

criterio de factor de seguridad que se desea calcular en este caso el más utilizado es el de Von Mises que se puede apreciar en la **Figura 2.6** en donde para calcular el factor de seguridad se realiza de la siguiente manera, la relación entre el esfuerzo encontrado en la pieza y el límite elástico del material en donde si el factor es menor a uno quiere decir que la pieza no soporta la carga a la cual fue sometida es por eso que se busca trabajar por fuera del uno, esto va en función a las normas de diseño del sistema en el que se esté trabajando en específico.



**Figura 2.6** Factor de seguridad mediante Von Mises.

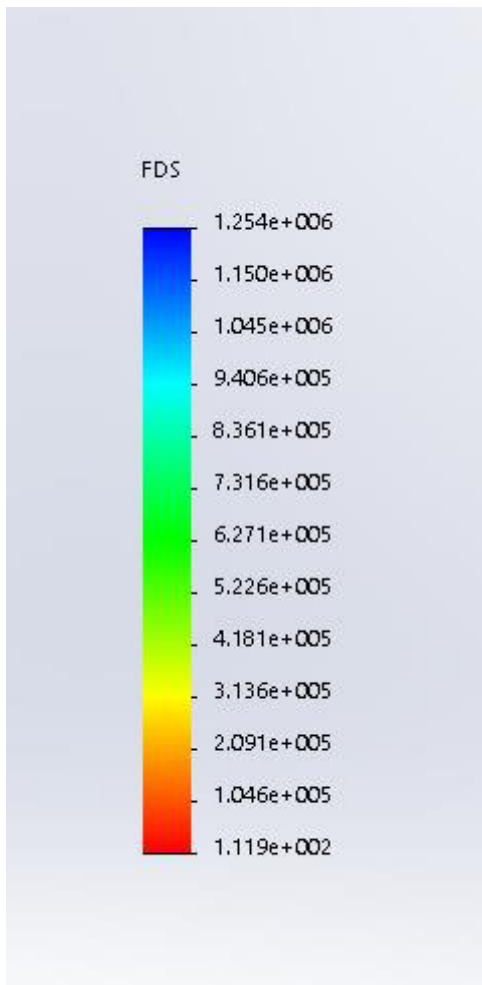


Figura 2.7 Factor de seguridad de base metálica.

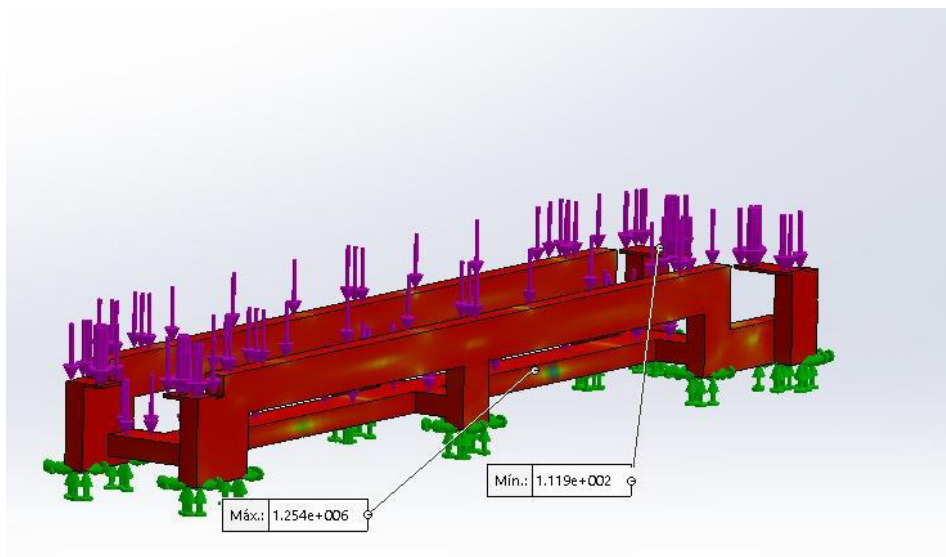


Figura 2.8 Factor de seguridad máximo y mínimo.

En la **Figura 2.7** y **Figura 2.8** se puede observar el factor de seguridad mínimo y máximo que se presentan en la simulación en donde el factor de seguridad el cual es la relación entre la resistencia y el esfuerzo a los que se somete la base son despreciables ya que, si se compara el peso de la estructura metálica respecto al peso del tornillo sin fin, la carcasa y tolva no afecta ya que no sobrepasa el factor de seguridad que es de 2,5.

### 2.3 Ensamblaje de los componentes.

Para el diseño de la estructura partimos del metal base como se aprecia en la **Figura 2.7** en donde se realizaron cortes dependiendo de las medidas de los planos.



**Figura 2.7** Metal base para la estructura.

Posteriormente se realiza un pulido como se observa en la **Figura 2.8** **Figura 2.8** y a continuación se procede con la soldadura como se aprecia en la **Figura 2.9** y **Figura 2.10**



**Figura 2.8** Pulido y soldadura del metal base.



**Figura 2.9** Proceso de soldadura.

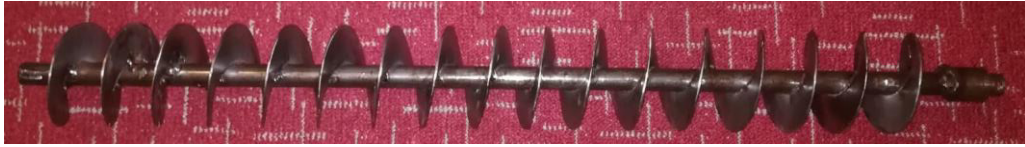


**Figura 2.10** Cordón de soldadura entre bases metálicas pulidas.

Para el tornillo sin fin se parte de la idea de que el metal va a estar en contacto con el alimento por consiguiente se diseña y se elige un tipo de acero inoxidable para que no exista corrosión, después de esto se realizan cortes de 1 mm de espesor para posteriormente soldar y tener el tornillo sin fin como se aprecia en la **Figura 2.11**

Para la parte del acople del eje del motor se suelda un tubo de aproximadamente 3 (cm) de largo de un diámetro de 2,5 (cm) en donde nace otra unión del mismo diámetro del eje del tornillo sin fin de 1,5 (cm) de largo, en donde se realizan dos

orificios en los cuales uno se introduce el eje del motor y el otro es para que el aprisionador de la chumacera apriete al eje del motor junto con el eje del tornillo sin fin como se puede apreciar en la **Figura 2.12** y **Figura 2.13**



**Figura 2.11** Tornillo sin fin.



**Figura 2.12** Acople del eje del motor con el tornillo sin fin.



**Figura 2.13** Acople del eje del motor con tornillo sin fin.

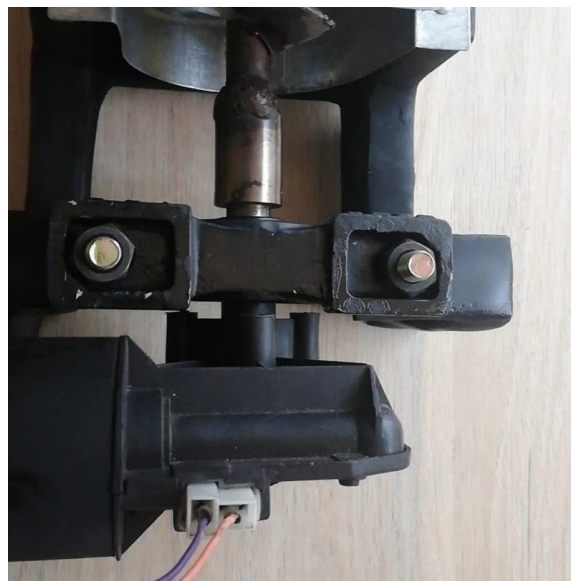


Para el ensamblaje de los componentes partimos de la unión de la base junto con la carcasa en u que cubre al tornillo sin fin y la tolva en la cual se deposita el alimento, esto se logra con remaches de 0,5 (cm) de diámetro como se observa en la **Figura 2.14**



**Figura 2.14** Ensamblaje de componentes.

Una vez que se unen los tres componentes se procede a colocar las chumaceras en las pestañas correspondientes y se acopla junto al eje del motor y el eje del tornillo sin fin como se aprecia en la **Figura 2.15**



**Figura 2.15** Acople chumacera con eje del motor y eje tornillo sin fin.

## 2.4 Hoja Guía de Laboratorio



# ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

## TECNOLOGÍA SUPERIOR EN ELECTROMECAÁNICA

### HOJA GUÍA

**PRÁCTICA No:** #  
**TEMA:** Análisis de esfuerzos en estructura metálica  
**MATERIA:** Elementos de Máquinas

#### OBJETIVOS:

- Familiarizar a los alumnos con las herramientas del programa Solid Works
- Conocer las funcionalidades del software Solid Woks para el análisis de esfuerzos en estructuras metálicas.
- Realizar el análisis de cargas a una estructura con las herramientas del Solid Works.

#### 1. INTRODUCCIÓN

##### **Solid Works**

Es un programa de diseño en 3D que sirve para realizar piezas en este caso las mecánicas utilizando las distintas herramientas y posteriormente ensamblarlas y pasar al plano en 2D mediante el formato DWG donde se escala y se acota para el correspondiente armado, [1].

##### **Esfuerzos**

Las estructuras independientemente del material que estén construidas están obligadas a sostener cargas externas sin deformarse ni romperse. Como consecuencias de dichas cargas externas las piezas o estructuras sobrellevan fuerzas internas denominadas esfuerzos.

#### 2. MATERIALES

- Módulo didáctico de automatización de comederos para pollos.
- Computador con el software Solid Works.
- Cinta métrica.
- Indumentaria: mandil azul, gafas industriales y guantes.

### 3. TRABAJO PREPARATORIO

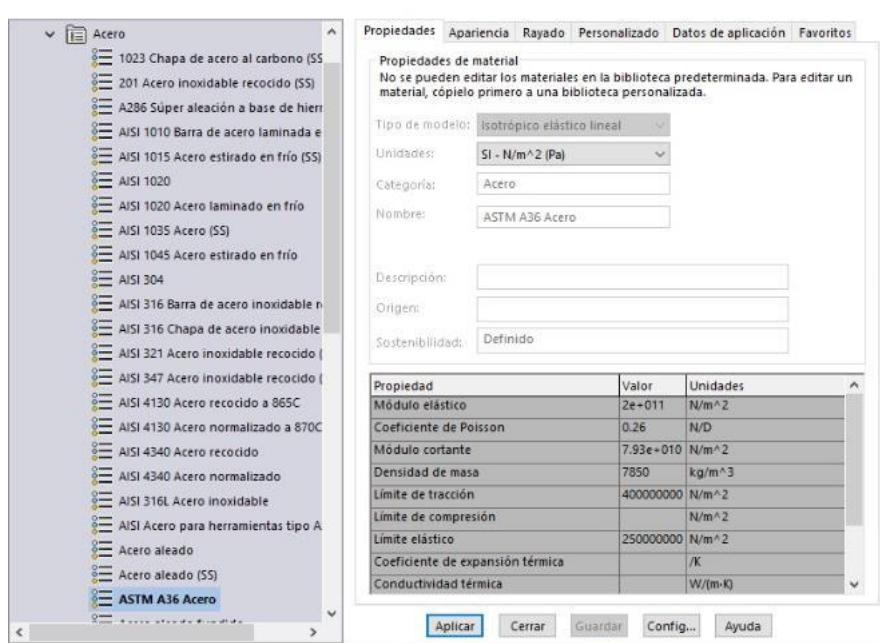
Investigar tipos de esfuerzos mecánicos y en qué tipo de estructuras o materiales están presentes dichos esfuerzos.

### 4. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES Y PROCEDIMIENTO DE LA PRÁCTICA

- 4.1 Instrucción del profesor acerca del uso del laboratorio
- 4.2 Retroalimentación del profesor sobre los tipos de esfuerzos en estructuras y de igual manera sobre el análisis de esfuerzos.
- 4.3 Familiarizarse con la estructura metálica del módulo didáctico.
- 4.4 Analizar las cargas que soporta la estructura metálica.
- 4.5 Realizar mediciones de todas las dimensiones de la estructura.
- 4.6 Realizar el modelado en 3D de la estructura metálica de acero A36 en el software Solid Works.
- 4.7 Realizar el análisis de esfuerzos en el software Solid Works.

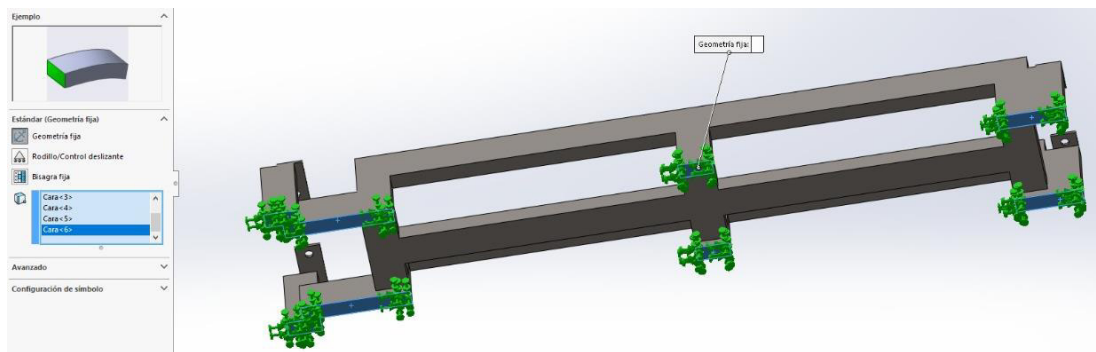
Pasos para realizar el análisis de esfuerzos:

- a) Asignar el material a la estructura el cual será ASTM A36 acero, como se observa en la **Figura 1.1**.



**Figura 1.1** Asignación de material en la estructura.

- b) Guardar en el computador el archivo creado
- c) Recortar los tubos verticales para que no haya interferencia en las esquinas.
- d) Crear un rectángulo con plano en la cara superior del tubo cuadrado y extruir 2 mm.
- e) Hacer clic en complementos de Solid Works y seleccionar *simulation*.
- f) Dentro de la configuración de la herramienta *simulation* creamos un archivo que se llame análisis de esfuerzos.
- g) El programa automáticamente creará los nodos de todas las uniones rígidas de la estructura.
- h) En la sección de conjunto de contactos de la herramienta *simulation* configurar unión rígida entre cara superior y el rectángulo de 2mm de espesor.
- i) Definir como fijos los nodos externos de las patas como se muestra en la **Figura 1.2**



**Figura 1.2** Geometría fija de base metálica.

- j) Asignar la carga que soportará la estructura metálica.
- k) Seleccionamos la cara superior de la estructura y asignamos el peso de la carga en dirección normal al plano planta con sentido hacia abajo.
- l) Ejecutar la simulación del análisis y analizar los resultados de los esfuerzos que debe soportar la estructura metálica.
- m) Analizar el factor de seguridad el cual debe ser mayor a 2, este valor puede variar dependiendo del material de la estructura.

## **INFORME**

- Elaborar el informe en base al formato acordado.
- Conclusiones y recomendaciones individuales.

## **5. BIBLIOGRAFÍA**

- [1] «SOLIDWORKS - Qué es y para qué sirve», *SolidBI*. <https://solid-bi.es/solidworks/> (accedido 25 de enero de 2022).

### 3 RESULTADOS

A continuación, en la **Figura 2.2** y en la **Figura 2.3** se observa el módulo didáctico ensamblado en el cual se muestran los elementos que lo componen.

El módulo didáctico está ubicado en el laboratorio de la ESFOT de Tecnología Industrial el cual brinda un sistema eficiente para la alimentación del producto avícola en el cual los estudiantes pueden desarrollar habilidades en el manejo de equipos en el área avícola, fomentando la creatividad y mejora del módulo.



**Figura 3.1** Módulo didáctico de automatización de comedero de pollos



**Figura 3.2** Parte frontal del módulo didáctico.

1. Base metálica.
2. Carcasa en U.
3. Tornillo sin fin.
4. Chumaceras.
5. Tolva.
6. Motor motorreductor.

Para mejorar el entendimiento se han preparado dos videos los cuales explican el funcionamiento del módulo didáctico y el manual de mantenimiento.

En la **Figura 3.3** se encuentra un video demostrativo y explicativo del funcionamiento del módulo didáctico implementado.



**Figura 3.3** Código QR del enlace al video demostrativo de funcionamiento.

**Enlace:** <https://www.youtube.com/watch?v=DmS-WZWPFBo>

En la **Figura 3.4** se encuentra el video del manual de mantenimiento del módulo didáctico que permite entender como alargar la vida útil y las distintas prevenciones de este, dando consejos para el mantenimiento preventivo.



**Figura 3.4** Código QR del enlace al video con el manual de mantenimiento.

**Enlace:** <https://www.youtube.com/watch?v=7Fo8AifMdvQ&t=77s>

### **3.1 Pruebas y Análisis de Resultados**

Para el análisis de resultados se realizaron varias pruebas que corroboran que el módulo didáctico funciona y también la existencia de fricción entre los componentes.

A continuación, se verifican los requisitos que se cumplieron durante las pruebas:

#### **Giro del Tornillo sin fin y acople a la base**

Como se observa en la **Figura 3.5** el tornillo sin fin cumple con la mínima fricción que debe existir para que arrastre todo el alimento el cual va sujeto como se observa en la **Figura 3.6** con la chumacera y dos tornillos a cada lado acoplados a las pestañas.





**Figura 3.5** Tornillo sin fin acoplado a chumacera.



**Figura 3.6** mínima fricción entre tornillo sin fin y carcasa en u.

### **Tolva acoplada a la base con separación**

Como se observa en la **Figura 3.7** entre tolva y la base metálica existe una separación esto debido al rozamiento que puede existir entre el tornillo y la tolva por el gran diámetro del tornillo sin fin, es por eso por lo que si cumple con el objetivo de proporcionar el alimento sin complicaciones.



**Figura 3.7** Separación entre tolva y base metálica.

### **Acople entre eje del tornillo y eje del motor.**

En la **Figura 3.8** se observa que se acoplaron ambos ejes sin problemas esto debido al aprisionador que existe en la chumacera el cual mediante un orificio hace que ambos ejes se mantengan fijos, por conclusión funciona sin complicaciones.



**Figura 3.8** Acople entre eje del motor y eje tornillo sin fin.

## 4 CONCLUSIONES

- En esta tesis se construyó un módulo didáctico de automatización de comederos para pollos en la ESFOT, porque ayudaba a estudiar y entender que la industria alimenticia en el Ecuador va creciendo por el aumento de población, es por eso por lo que nos vemos forzados a realizar automatizaciones y que mejor que un módulo que ayude a los futuros técnicos a dar una idea de cómo se podría implementar y mejorar procesos automáticos.
- La ventaja de analizar los requerimientos mecánicos es que permite determinar la capacidad de la base metálica la cual forma parte sustancial, porque es la que nos brinda seguridad dentro de los que es el soporte es decir que todo el módulo se ve centrado en eso.
- El diseño de la estructura metálica y tornillo sin fin siempre deben ser en conjunto, sin embargo, la estructura metálica debe tener un mayor factor de seguridad para que no exista ningún tipo de deformación por el peso del tornillo ya que al tener las mismas dimensiones deben trabajar en conjunto sin afectarse entre piezas.
- Se ensambló los componentes diseñados ajustando la fricción entre piezas, porque es necesario que exista roce entre la carcasa en u y el tornillo sin fin para que el alimento logre llevar todo el alimento a través del conducto y así evitar pérdidas de comida.
- La ventaja de realizar la hoja guía de laboratorio es porque motivan a los estudiantes a través de práctica a entender cómo influye el análisis de esfuerzos en la estructura metálica.

## 5 RECOMENDACIONES

- Para el diseño de la estructura donde se apoyan todos los componentes, es necesario utilizar columnas cada treinta y cinco centímetros para lograr un mejor soporte, de igual manera las pestañas donde se apoya el tornillo sin fin deben ir fijadas a la misma distancia de las bases.
- Tener en cuenta que los componentes pueden ser desmontables con facilidad, para ello se recomienda el uso de pernos milimétricos los cuales nos permiten un mayor ajuste entre piezas, y hacen que el ensamble y desmantelamiento sea más fácil.
- Se recomienda que para el acople del eje del tornillo sin fin y del motor se verifique si los ejes son del mismo diámetro caso contrario se debe soldar un tubo en el eje del tornillo con mayor diámetro y que tengan dos orificios a cada extremo en el cual se introduzca el eje del motor y mediante aprisionadores se fijen ambos ejes.
- Para la elaboración de los planos es recomendable escalar los componentes en reducción en relación de uno a dos para una mejor apreciación y facilidad de lectura de la medida.
- El correcto espesor de las pestañas donde va sujeto el tornillo sin fin deben ser de más de tres milímetros ya que al soportar el peso y giro del tornillo sin fin tiende a doblarse es por eso que se recomienda ese espesor y utilizar masilla y endurecedor para una mayor fijación y evitar que se salgan de su lugar.

## 6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] «Sector-avicola-Ecuador.pdf». Accedido: 26 de enero de 2022. [En línea]. Disponible en: <https://blogs.cedia.org.ec/obest/wp-content/uploads/sites/7/2020/09/Sector-avicola-Ecuador.pdf>
- [2] «CURSO POLLO DE ENGORDE: VER MANUAL», *CURSO POLLO DE ENGORDE*. <http://pollosantacoa.blogspot.com/p/manual-practico-de-pollos.html> (accedido 13 de septiembre de 2021).
- [3] *Structural welding code - steel: aws d1.1/d1.1m*. Miami: Amer Welding Society, 2015.
- [4] «Proyecciones ISO-A ISO-E.docx - PROYECCIONES SEGN LAS NORMAS ISO-A ISO-E ARIEL ANDRS PALACIO MORELO DIBUEJO TCNICO (GRUPO 052) LEN MONTOYA INSTITUCIN | Course Hero». <https://www.coursehero.com/file/35111351/Proyecciones-ISO-A-ISO-Edocx/> (accedido 13 de febrero de 2022).
- [5] «Sistemas de Representación: Simbolos ISO(E) e ISO(A)». <https://campus.ingenieria.uner.edu.ar/mod/resource/view.php?id=27805> (accedido 13 de febrero de 2022).
- [6] D. E. O. Orellana, «Estudio, Puesta en marcha y Proposición de Ensayos para un Transportador de Tornillo de Laboratorio», p. 104.
- [7] «Cálculo de Transportadores de Tornillo Sin Fin». <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn143.html> (accedido 27 de enero de 2022).

## **7 ANEXOS**

# ANEXO I. REPORTE DE SIMILITUD GENERADO POR TURNITIN

DMQ, 22 de enero de 2022

Yo, Óscar Santiago Ortiz Ávila, como Director del presente Trabajo de Integración Curricular, certifico que el siguiente es el resultado de la evaluación de similitud realizado por la plataforma Turnitin en este documento escrito desde Resumen hasta Recomendaciones:

---

**Submission date:** 22-Feb-2022 04:45PM (UTC-0500)

**Submission ID:** 1768624142

**File name:** TIC\_Cristhian\_Cruz.docx (3.6M)

**Word count:** 4484

**Character count:** 22385

TIC

---

ORIGINALITY REPORT

---

**5%**

SIMILARITY INDEX

**5%**

INTERNET SOURCES

**2%**

PUBLICATIONS

**1%**

STUDENT PAPERS

---

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography Off



Firmado electrónicamente por:

**OSCAR  
SANTIAGO  
ORTIZ AVILA**

---

**DIRECTOR**

Óscar Santiago Ortiz Ávila



## ANEXO II. CERTIFICADO DE FUNCIONAMIENTO DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

DMQ, 27 de enero de 2022

Yo, Óscar Santiago Ortiz Ávila, docente a tiempo completo de la Escuela Politécnica Nacional y como director de este trabajo de integración curricular, certifico que he constatado el correcto funcionamiento del módulo didáctico de automatización de comederos para pollos, etapa 1, mecánica, el cual fue implementado por el estudiante *Cristhian David Cruz Molina*.

El proyecto cumple con los requerimientos de diseño y parámetros necesarios para que los estudiantes de la ESFOT puedan realizar prácticas con seguridad para los equipos y las personas.



---

**DIRECTOR**

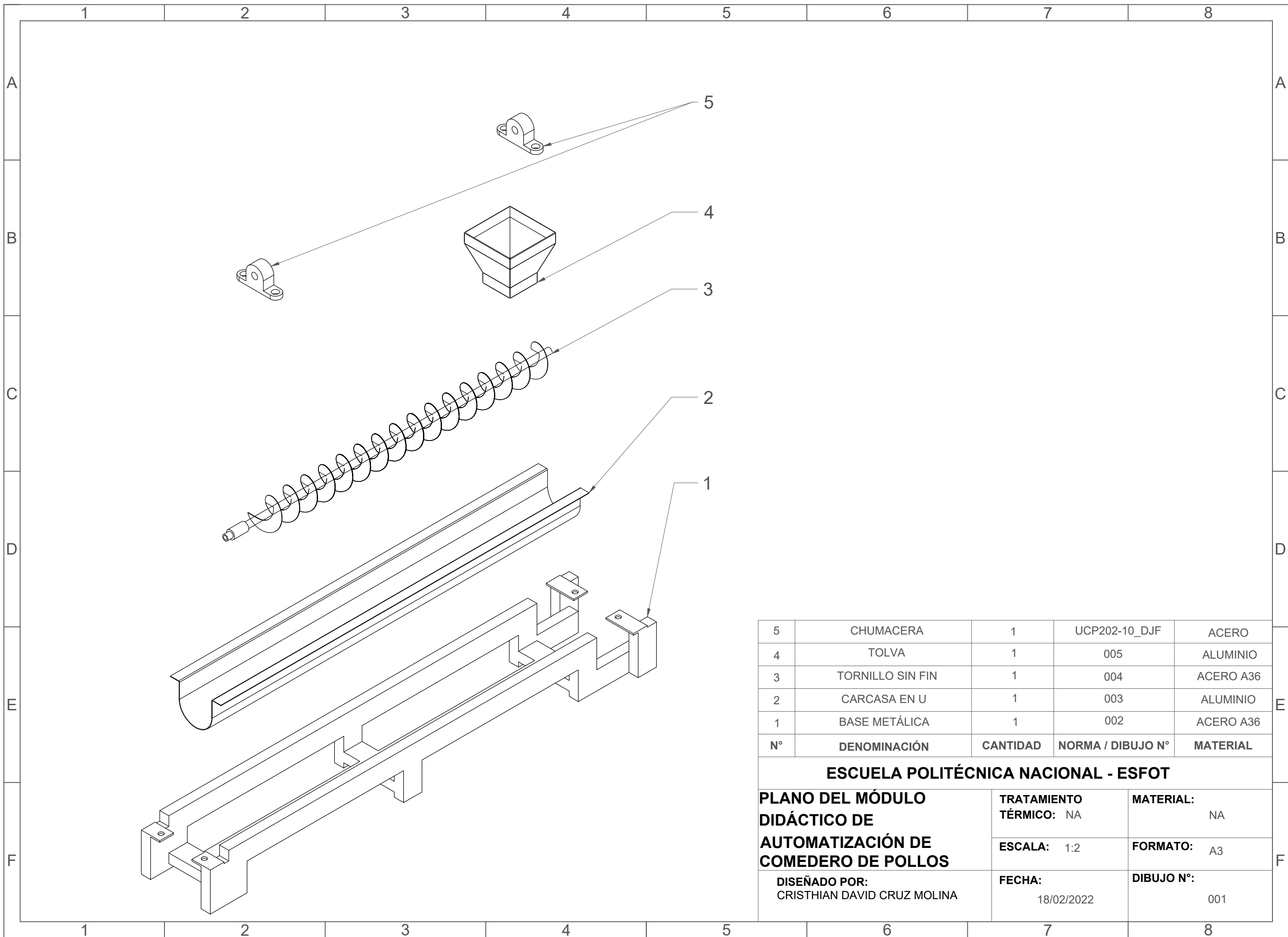
Óscar Santiago Ortiz Ávila.

---

Ladrón de Guevara E11-253 y Andalucía | Edificio N. 21 | Área 7 | Oficina 28

**Correo:** pablo.proano@epn.edu.ec | **Ext:** 2729

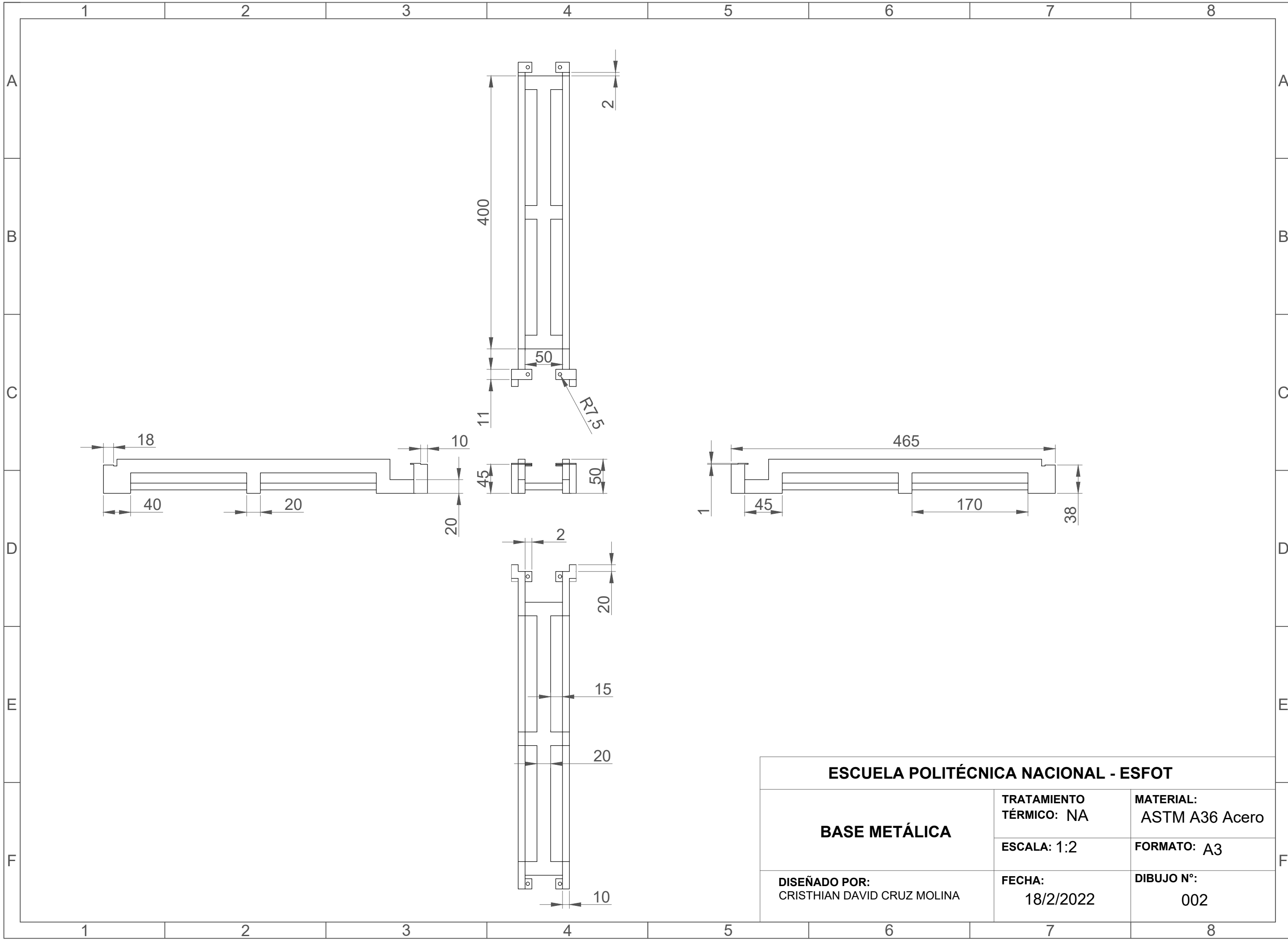
## **ANEXO III. PRESENTACIÓN DE PLANOS**



5	CHUMACERA	1	UCP202-10_DJF	ACERO
4	TOLVA	1	005	ALUMINIO
3	TORNILLO SIN FIN	1	004	ACERO A36
2	CARCASA EN U	1	003	ALUMINIO
1	BASE METÁLICA	1	002	ACERO A36
N°	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	NORMA / DIBUJO N°	MATERIAL

**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL - ESFOT**

<b>PLANO DEL MÓDULO DIDÁCTICO DE AUTOMATIZACIÓN DE COMEDERO DE POLLOS</b>  DISEÑADO POR: CRISTHIAN DAVID CRUZ MOLINA	<b>TRATAMIENTO TÉRMICO:</b> NA	<b>MATERIAL:</b> NA
	<b>ESCALA:</b> 1:2	<b>FORMATO:</b> A3
	<b>FECHA:</b> 18/02/2022	<b>DIBUJO N°:</b> 001

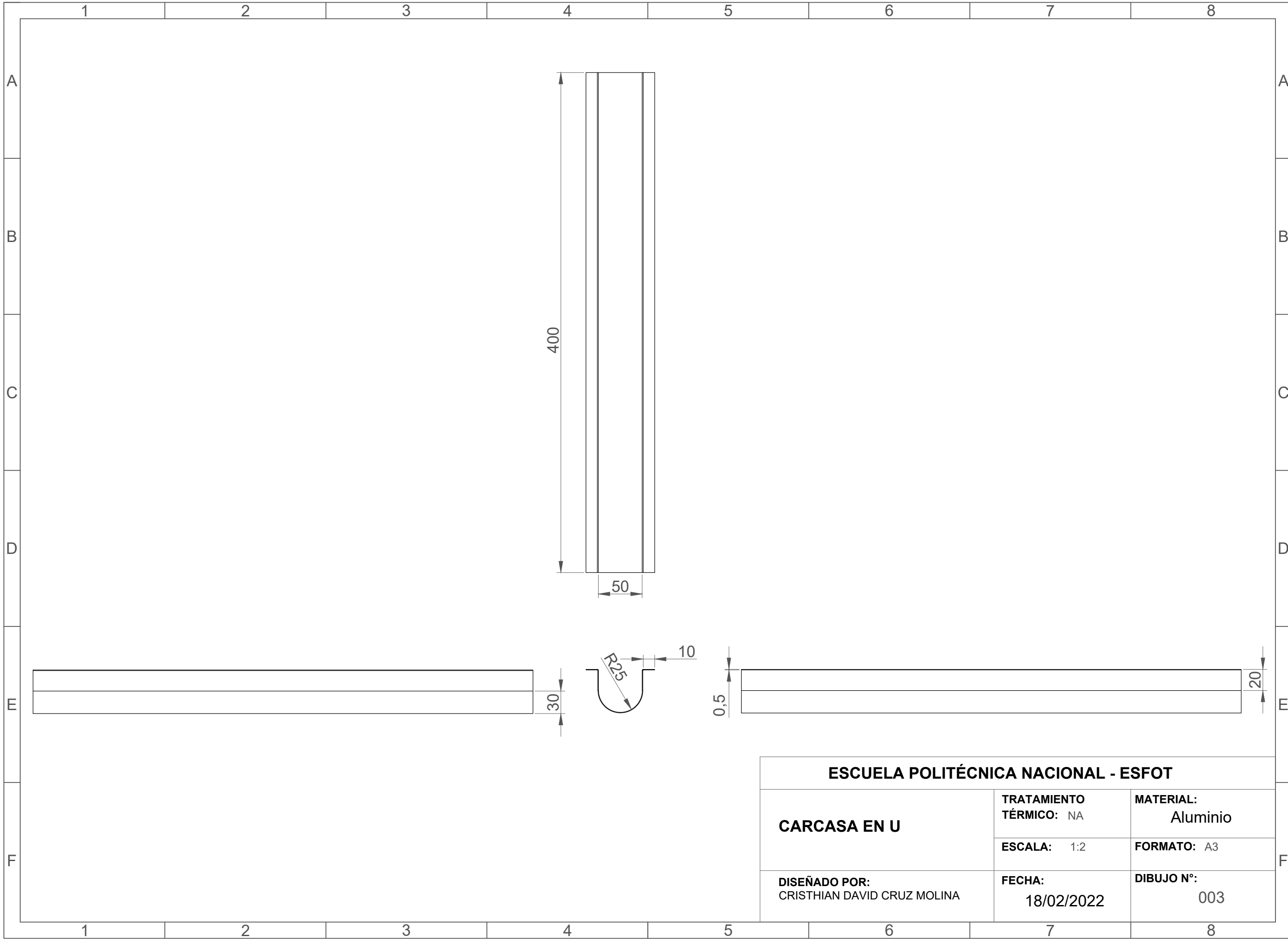


**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL - ESFOT**

**BASE METÁLICA**

<b>TRATAMIENTO TÉRMICO: NA</b>	<b>MATERIAL: ASTM A36 Acero</b>
	<b>FORMATO: A3</b>
<b>ESCALA: 1:2</b>	<b>DIBUJO N°: 002</b>
<b>FECHA: 18/2/2022</b>	

**DISEÑADO POR:**  
CRISTHIAN DAVID CRUZ MOLINA

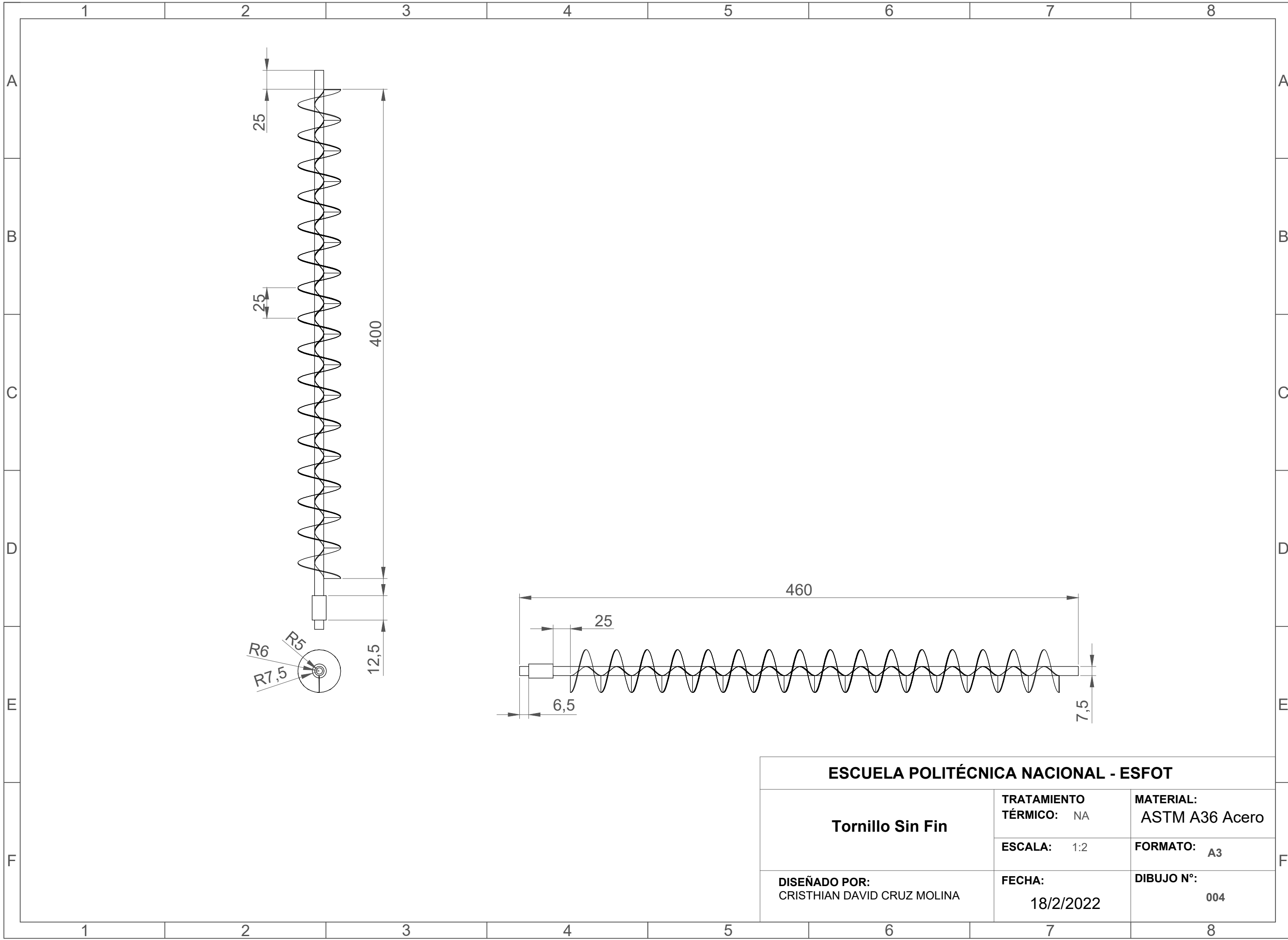


**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL - ESFOT**

**CARCASA EN U**

<b>TRATAMIENTO TÉRMICO:</b> NA	<b>MATERIAL:</b> Aluminio
<b>ESCALA:</b> 1:2	<b>FORMATO:</b> A3
<b>FECHA:</b> 18/02/2022	<b>DIBUJO N°:</b> 003

**DISEÑADO POR:**  
CRISTHIAN DAVID CRUZ MOLINA



**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL - ESFOT**

**Tornillo Sin Fin**

**TRATAMIENTO  
TÉRMICO:** NA

**MATERIAL:**  
ASTM A36 Acero

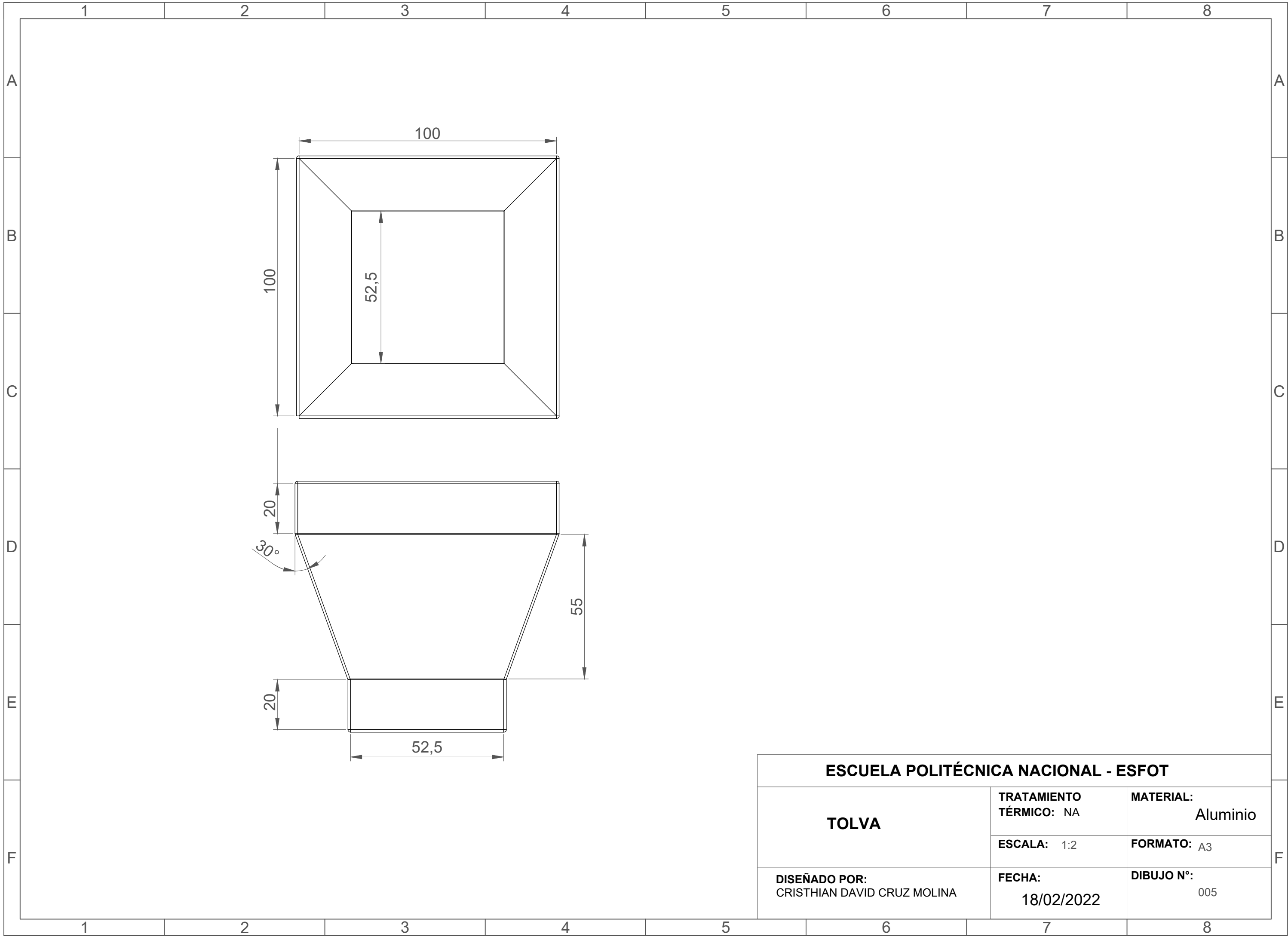
**ESCALA:** 1:2

**FORMATO:** A3

**DISEÑADO POR:**  
CRISTHIAN DAVID CRUZ MOLINA

**FECHA:**  
18/2/2022

**DIBUJO N°:**  
004



**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL - ESFOT**

**TOLVA**

**TRATAMIENTO  
TÉRMICO:** NA

**MATERIAL:**  
Aluminio

**ESCALA:** 1:2

**FORMATO:** A3

**DISEÑADO POR:**  
CRISTHIAN DAVID CRUZ MOLINA

**FECHA:**  
18/02/2022

**DIBUJO N°:**  
005