



**UNIVERSIDAD UTE**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E  
INDUSTRIAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA**

**DISEÑO DE UN SISTEMA ELECTROMECÁNICO DE  
INSENSIBILIZACIÓN DE AVES MEDIANTE  
ELECTRONARCOSIS**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO  
DE INGENIERO ELECTROMECÁNICO**

**CRISTIAN BERLIN REYEZ ZAMBRANO**

**DIRECTOR: ING. JORGE TERÁN BENALCAZAR, MSC**

**CODIRECTOR: ING. ALEXIS CORDOVÉS GARCÍA, PHD**

**Santo Domingo, Junio 2019**

© Universidad UTE. 2019

Reservados todos los derechos de reproducción

## FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO TRABAJO DE TITULACIÓN

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	0503305476
APELLIDO Y NOMBRES:	Reyez Zambrano Cristian Berlin
DIRECCIÓN:	Km 1 Vía a Chone
EMAIL:	bsc.reyes89@hotmail.com
TELÉFONO FIJO:	032689316
TELÉFONO MOVIL:	0998753768

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Diseño de un sistema electromecánico de insensibilización de aves mediante electronarcosis
AUTOR O AUTORES:	Reyez Zambrano Cristian Berlin
FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	27 de junio de 2019
DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	Ing. Jorge Román Terán Benalcázar, MSc
PROGRAMA	<b>PREGRADO</b> <input checked="" type="checkbox"/> <b>POSGRADO</b> <input type="checkbox"/>
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	<b>Ingeniero Electromecánico</b>
RESUMEN:	<p>El presente proyecto de trabajo de titulación tiene como objetivo el diseñar un sistema electromecánico de insensibilización de pollos dirigido a pequeñas avícolas con el fin de reducir costos de implementación y posterior mantenimiento, diseñado desde las placas electrónicas para el aturdimiento mediante electronarcosis, y un sistema mecánico de transporte aéreo, de esta manera mejorar la producción avícola tanto en factores económicos, como tiempos de trabajo. El proyecto se dividirá en tres partes: la primera es la elaboración de una encuesta para conocer parámetros y factores del producto como son el peso, tamaño, modos de sacrificio y cantidad de producción semanal en cada avícola; la segunda parte es el diseño de los sistemas eléctricos y electrónicos para la ejecución de las medidas de frecuencia y corriente, propuestos por los sistemas de control y bienestar animal; y por último el diseño mecánico que se realizará con</p>

	medidas de longitud acorde a los tiempos de trabajo, tomados de las conclusiones de las encuestas para una óptima instalación y desempeño de la máquina. Una vez obtenido el resultado de los diseños se concluirá con demostraciones en softwares de simulación como Proteus para la parte electrónica y AutoCAD y SOLIDWORKS en la parte mecánica, y de esta manera corroborar cada uno de los puntos analizados en el proceso de diseño. Además de las simulaciones, se construirá un tablero eléctrico y electrónico para demostrar que el diseño de insensibilización cumple los tiempos y magnitudes eléctricas, para el aturdimiento de los pollos. Así mismo se realizará un estudio económico para revelar si el proyecto es factible en la implementación de este en las avícolas.
<b>PALABRAS CLAVES:</b>	Insensibilización, aturdimiento, electricidad, electrónica, mecánica, granjas avícolas, electronarcosis

Se autoriza la publicación de este Proyecto de Titulación en el Repositorio Digital de la Institución.



f: \_\_\_\_\_  
**REYEZ ZAMBRANO CRISTIAN BERLIN**  
 C.I: 050330547-6

## **DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN**

Yo, **REYEZ ZAMBRANO CRISTIAN BERLÍN**, CI: 050330547-6 autor del trabajo de titulación: **Diseño de un sistema electromecánico de insensibilización de aves mediante electronarcosis** previo a la obtención del título de **INGENIERO ELECTROMECAÁNICO** en la Universidad UTE.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las Instituciones de Educación Superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación de grado para que sea integrado al Sistema Nacional de información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la BIBLIOTECA de la Universidad UTE a tener una copia del referido trabajo de titulación de grado con el propósito de generar un Repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Santo Domingo, 21 de junio del 2019



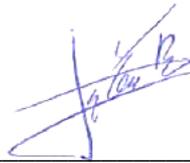
f: \_\_\_\_\_

**REYEZ ZAMBRANO CRISTIAN BERLIN**

**C.I: 050330547-6**

## CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor, certifico que el presente trabajo de titulación que lleva por título **Diseño de un sistema electromecánico de insensibilización de aves mediante electronarcosis** para aspirar al título de **INGENIERO ELECTROMECAÁNICO** fue desarrollado por **REYEZ ZAMBRANO CRISTIAN BERLIN**, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias; y que dicho trabajo cumple con las condiciones requeridas para ser sometido a las evaluación respectiva de acuerdo a la normativa interna de la Universidad UTE.



ING. JORGE TERÁN BENALCAZAR

**DIRECTOR DEL TRABAJO**

C.I. 100252750-3

# ÍNDICE DE CONTENIDO

	PÁGINA.
<b>RESUMEN</b> .....	1
<b>1. INTRODUCCION</b> .....	2
<b>2. METODOLOGÍA</b> .....	2
2.1. ENCUESTA .....	9
2.2. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE TARJETAS ELECTRÓNICAS. ....	14
2.2.1. TARJETA DE CONTROL .....	14
2.2.2. TARJETA DE FUERZA .....	23
2.3. DISEÑO MECÁNICO.....	25
2.3.1. CINTA TRANSPORTADORA.....	25
2.3.2. TROL DE ARRASTRE .....	30
2.3.3. SISTEMA DE TRANSMISIÓN.....	32
2.1.4. SISTEMAS DE ESTRUCTURAS.....	39
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	9
3.1. PREPARACIÓN.....	43
3.2. PRUEBA 1 .....	43
3.3. PRUEBA 2.....	45
3.4 PRUEBA DE LA MÁQUINA .....	45
3.5 INDICADORES DE PRODUCCIÓN .....	47
3.5.1. CAPACIDAD DE RESPUESTA .....	47
3.5.2. MEJORA DE LA CALIDAD.....	48
3.5.3. MEJORA DE LA EFICIENCIA .....	48
3.5.4. REDUCIR EL MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA .....	48
3.6 INDICADORES ECONÓMICOS .....	49
3.6.1. COSTO DEL PROYECTO.....	49
3.6.2. PERIODO DE RECUPERACIÓN DE INVERSIÓN (PRI) .....	53
3.6.3. VALOR ACTUAL NETO (VAN) .....	54
3.6.4. TASA INTERNA DE RETORNO (TIR) .....	54
<b>4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	42
4.1. CONCLUSIONES .....	55
4.2. RECOMENDACIONES.....	55
<b>BIBLIOGRAFÍA:</b> .....	56
<b>ANEXOS</b> .....	58

# ÍNDICE DE TABLAS

	<b>PÁGINA</b>
<b>Tabla 1.</b> Promedio de pollos faenados .....	9
<b>Tabla 2.</b> Promedio de pollos vendidos en pie. ....	10
<b>Tabla 3.</b> Promedio de crianza de pollos .....	10
<b>Tabla 4.</b> Respuestas sobre conocimientos de reglamentos zotécnicos.11	11
<b>Tabla 5.</b> Formas de sacrificio en granjas avícolas.....	11
<b>Tabla 6.</b> Inconvenientes presentados antes y después del sacrificio .....	12
<b>Tabla 7.</b> Porcentaje de mortalidad de pollos a la semana .....	12
<b>Tabla 8.</b> Aceptación de sistema de insensibilización.....	13
<b>Tabla 9.</b> Cantidad por dólares de inversión en sistemas de aturdimiento14	14
<b>Tabla 10.</b> Tiempos y distancias de trabajo .....	28
<b>Tabla 11.</b> Características perfil tipo “G” .....	29
<b>Tabla 12.</b> Masa de materiales acoplados a cada gancho.....	33
<b>Tabla 13.</b> Dimensiones rueda dentada principal.....	37
<b>Tabla 14.</b> Peso de cada pollo. ....	44
<b>Tabla 15.</b> Valores promedio de aturdimiento. ....	44
<b>Tabla 16.</b> Tiempo de desangre de los pollos. ....	45
<b>Tabla 17.</b> Valores encontrados en simulación. ....	45
<b>Tabla 18.</b> Costo de accesorios mecánicos. ....	49
<b>Tabla 19.</b> Costo de elementos estructurales mecánicos. ....	50
<b>Tabla 20.</b> Costo de elementos eléctricos.....	51
<b>Tabla 21.</b> Costo de elementos electrónicos.....	51
<b>Tabla 22.</b> Mano de obra. ....	52
<b>Tabla 23.</b> Costo Total. ....	53
<b>Tabla 24.</b> Flujo de caja con periodo de 5 años.....	53

# ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>PÁGINA</b>
<b>Figura 1.</b> Transformador 127/12 VAC. ....	15
<b>Figura 2.</b> Puente rectificador BR36. ....	16
<b>Figura 3.</b> Conexión del capacitor como filtro regulador. ....	16
<b>Figura 4.</b> Conexión del regulador de voltaje 7812. ....	17
<b>Figura 5.</b> Fuente 12 VDC completa. ....	17
<b>Figura 6.</b> Fuente 12 VDC real. ....	18
<b>Figura 7.</b> Onda cuadrática a 48% de ciclo de trabajo. ....	18
<b>Figura 8.</b> Tarjeta de control de porcentaje de trabajo. ....	21
<b>Figura 9.</b> Tarjeta real de control de porcentaje de trabajo. ....	21
<b>Figura 10.</b> Tarjeta de control de voltaje y frecuencia. ....	22
<b>Figura 11.</b> Tarjeta real de control de voltaje y frecuencia. ....	22
<b>Figura 12.</b> Circuito rectificador AC – DC. ....	23
<b>Figura 13.</b> Conexión de optoacopladores PC817. ....	24
<b>Figura 14.</b> Convertidor DC-DC. ....	25
<b>Figura 15.</b> Etapas de trabajo. ....	26
<b>Figura 16.</b> Rampa de salida (a), rampa de entrada (b) ....	27
<b>Figura 17.</b> Riel de la cinta transportadora modelado en 3D. ....	29
<b>Figura 18.</b> Diseño en 3D de la rueda de arrastre. ....	30
<b>Figura 19.</b> Modelado en 3D de gancho de carga. ....	31
<b>Figura 20.</b> Parámetros de selección de cadenas. ....	31
<b>Figura 21.</b> Modelado 3D de los seguros en los ganchos, ....	32
<b>Figura 22.</b> Diagrama cinemático del sistema de transmisión. ....	35
<b>Figura 23.</b> Sistema de transmisión por cadena ....	38
<b>Figura 24.</b> Polea guía. Fuente: ....	38
<b>Figura 25.</b> Perfiles de apoyo para ejes. ....	39
<b>Figura 26.</b> Sistema de apoyo para las poleas. ....	40
<b>Figura 27.</b> Chaveta y chavetero de los ejes. ....	40
<b>Figura 28.</b> Rodamiento SKF 61903. ....	40
<b>Figura 29.</b> Modelado 3D de la batea de aturdimiento. ....	41
<b>Figura 30.</b> Máquina ensamblada. ....	42
<b>Figura 31.</b> (a) Frecuencia dada de 400 Hz, (b) Voltaje a 49.7 V ....	44
<b>Figura 32.</b> Máximo y mínimo tensión de Von Mises ....	46
<b>Figura 33.</b> Máximo y mínimo deformación. ....	46
<b>Figura 34.</b> Máximo y mínimo factor de seguridad. ....	47

# ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>PÁGINA</b>
<b>ANEXO 1.</b>	DATASHET BR36 ..... 59
<b>ANEXO 2.</b>	REGULADOR DE TENSIÓN 7812..... 60
<b>ANEXO 3.</b>	ESPECIFICACIONES OSCILOSCOPIO ..... 61
<b>ANEXO 4.</b>	DATASHET SG3524 ..... 63
<b>ANEXO 5.</b>	DATASHET PC817 ..... 64
<b>ANEXO 6.</b>	DATASHET TIP142..... 65
<b>ANEXO 7.</b>	PCB PLACA DE CONTROL ELECTRÓNICA ..... 66
<b>ANEXO 8.</b>	PCB PLACA DE FUERZA ELECTRÓNICA ..... 67
<b>ANEXO 9.</b>	MEDIDAS PERFILES TIPO “G” ..... 68
<b>ANEXO 10.</b>	DIÁMETROS DE CADENAS DE ESLABONES ..... 69
<b>ANEXO 11.</b>	ANILLO DE SEGURIDAD PARA EJES..... 70
<b>ANEXO 12.</b>	CARACTERÍSTICAS DEL NYLON ..... 71
<b>ANEXO 13.</b>	MEDIDAS MOTORREDUCTOR ..... 72
<b>ANEXO 14.</b>	SELECCIÓN DE CADENA..... 73
<b>ANEXO 15.</b>	DIÁMETROS ESTÁNDAR DE CADENAS ..... 74
<b>ANEXO 16.</b>	SELECCIÓN DE RUEDAS DE ESTRELLA ..... 75
<b>ANEXO 17.</b>	SELECCIÓN DE PERNOS ..... 76
<b>ANEXO 18.</b>	SELECCIÓN DE TUERCAS ..... 77
<b>ANEXO 19.</b>	SELECCIÓN DE PASADORES ..... 78
<b>ANEXO 20.</b>	SELECCIÓN DE CHAVETAS Y CHAVETEROS ..... 79
<b>ANEXO 21.</b>	CARACTERÍSTICAS DEL RODAMIENTO ..... 80
<b>ANEXO 22.</b>	CARACTERÍSTICAS DEL ACERO INÓXIDABLE..... 81
<b>ANEXO 23.</b>	SELECCIÓN DE PERNOS DE EXPANSIÓN..... 82
<b>ANEXO 24.</b>	PLANO ELÉCTRICO..... 83
<b>ANEXO 25.</b>	PLANO ATURDIDOR..... 84
<b>ANEXO 26.</b>	PLANO ESTRUCTURAL DEL ATURDIDOR..... 85
<b>ANEXO 27.</b>	PLANO BASE DE LA ESTRUCTURA DEL ATURDIDOR..... 86
<b>ANEXO 28.</b>	PLANO CINTA TRANSPORTADORA..... 87
<b>ANEXO 29.</b>	PLANO DEL TROL DE ARRASTRE ..... 88
<b>ANEXO 30.</b>	PLANO DE CONJUNTO MOTRIZ DE TRANSMISIÓN..... 89
<b>ANEXO 31.</b>	PLANO RUEDA MOTRIZ..... 90
<b>ANEXO 32.</b>	PLANO RUEDA CONDUCIDA..... 91
<b>ANEXO 33.</b>	PLANO RUEDAS PARA CADENAS ..... 92
<b>ANEXO 34.</b>	PLANO BATEA DE SUMERSIÓN..... 93
<b>ANEXO 35.</b>	PLANO DE ESTRUCTURA BATEA ..... 94
<b>ANEXO 36.</b>	PLANO BATEA ..... 95

## RESUMEN

El presente proyecto de trabajo de titulación tiene como objetivo el diseñar un sistema electromecánico de insensibilización de pollos dirigido a pequeñas avícolas con el fin de reducir costos de implementación y posterior mantenimiento, diseñado desde las placas electrónicas para el aturdimiento mediante electronarcosis, y un sistema mecánico de transporte aéreo, de esta manera mejorar la producción avícola tanto en factores económicos, como tiempos de trabajo. El proyecto se dividirá en tres partes: la primera es la elaboración de una encuesta para conocer parámetros y factores del producto como son el peso, tamaño, modos de sacrificio y cantidad de producción semanal en cada avícola; la segunda parte es el diseño de los sistemas eléctricos y electrónicos para la ejecución de las medidas de frecuencia y corriente, propuestos por los sistemas de control y bienestar animal; y por último el diseño mecánico que se realizará con medidas de longitud acorde a los tiempos de trabajo, tomados de las conclusiones de las encuestas para una óptima instalación y desempeño de la máquina. Una vez obtenido el resultado de los diseños se concluirá con demostraciones en softwares de simulación como Proteus Versión Prueba para la parte electrónica y AutoCAD y SOLIDWORKS Versión Prueba en la parte mecánica, y de esta manera corroborar cada uno de los puntos analizados en el proceso de diseño. Además de las simulaciones, se construirá un tablero eléctrico y electrónico para demostrar que el diseño de insensibilización cumple los tiempos y magnitudes eléctricas, para el aturdimiento de los pollos. Así mismo se realizará un estudio económico para revelar si el proyecto es factible en la implementación de este en las avícolas.

Palabras claves: Insensibilización, aturdimiento, electricidad, electrónica, mecánica, granjas avícolas, electronarcosis

## **1. INTRODUCCIÓN**

# 1. INTRODUCCION.

En un estudio realizado por la revista Industria Avícola, Ecuador se encuentra en el puesto número 10 de los mayores consumidores de carne de pollo per cápita en Latinoamérica con un total del 32% (Alvarado, 2019, pág. 13). El costo de la carne de pollo faenado está circundando los 1.50 USD en los mercados mientras la venta de pollos en pie se encuentra a 0.50 USD y producirlo bordea los 0.72 USD (El Sitio Avícola, 2019).

En la actualidad, en el país existen 486 centros de faenamiento de aves catastrados, de estos 451 son artesanales, 34 industriales y 1 de exportación (Gutiérrez, 2018). Con base a estos parámetros de consumo y económicos cual este proyecto de investigación va dirigido a las microempresas avícolas, implementando el sistema de aturdimiento o de insensibilización ante-mortem para los pollos.

Este sistema mejoraría la calidad de las carnes de aves, ya que el pollo no estaría expuesto al estrés producido por el sufrimiento del sacrificio. Además, está la posibilidad del forcejeo ave - operario, ocasionando maltrato en el cuerpo y posterior a este dislocaciones y rompimientos de partes frágiles del animal que llevaría a una mala apariencia del producto final. Este problema hace que las empresas avícolas reflejen pérdidas debido a que el producto no cumple con los parámetros requeridos de calidad.

En el aspecto relacionado con el bienestar animal, un buen aturdimiento favorece la inmovilización necesaria para realizar el desangrado y tiene un efecto positivo indirecto en la seguridad laboral en los mataderos. También, permite una mejor desangrada y completa eliminación de las plumas (Moreno, 2006, pág. 25).

A través de este trabajo investigativo se busca el mejoramiento de un producto final referente a la carne avícola de engorde que estará sometida al proceso de electronarcosis, llevando el producto a una etapa de calidad ya que no existirían los factores antes visto de estrés y forcejeos.

Este análisis lleva a una pregunta: ¿Es posible una solución que permita el mejoramiento del producto final referente a carnes avícolas conllevando a un mejor trato a las aves de corral en los sistemas de producción en empresas de faenamiento?.

Por ende se recurre al diseño de un sistema un sistema electromecánico de insensibilización de aves mediante electronarcosis y de esta manera resolver la problemática estudiada. Las aves de corral deben ser aturdidos de forma

que el animal entre en un estado de inconsciencia que se prolongue hasta la muerte por desangrado.

La metodología de elaboración del proyecto consiste en analizar los diferentes parámetros eléctricos que conllevan a la electrocución de las aves, la segunda parte será el diseño y el desarrollo experimental mediante simulación del sistema electrónico y de la estructura de soporte del sistema de aturdimiento y desangrado de las aves, elaborado a raíz de los resultados obtenidos anterior. Mediante estudios, análisis eléctricos, aplicación de fórmulas y ensayos en avícolas que dispongan de este sistema de insensibilización, se determinará la cantidad necesaria de voltaje y corriente que se es inducido al ave para lograr una excelente conmoción y propondrá el diseño y la construcción de un sistema de aturdimiento prototipo (circuito electrónico) que permita ajustar sus parámetros eléctricos para alcanzar un adecuado aturdimiento de las aves.

El voltaje necesario para conseguir un buen aturdimiento puede ser muy variable, en función de diversos factores. Cuanto más pesada sea el ave, mayor será la resistencia eléctrica de su cuerpo (López & Casp, 2004, pág. 33). Si el plumaje está mojado, la corriente circulará por la superficie de las plumas y el aturdimiento puede ser deficiente (Gregory & Wilkins, 1989, pág. 56) Este problema se soluciona con las adecuadas dimensiones de la batea y la velocidad de arrastre de las aves. Además para que no exista una descarga eléctrica en el animal antes de entrar al tanque, este contara con una rampa aislada del sistema eléctrico (Bilgili, 1999, pág. 45).

De esta manera se constata el adecuado trato de la ave antes y durante el ciclo que dure el procedimiento de electrificación, haciendo de este sistema la mejor opción en el momento del sacrificio del animal. Si bien el aturdido de pollo representa suma importancia en la manera de faenamiento, todavía existe mucho desconocimiento sobre esta operación en las plantas procesadoras y se continua desatendiendo al aturdidor como se debería.

Por supuesto que hay buenas razones morales y éticas de las que preocuparse. Sin embargo, por la naturaleza de la industria avícola, dado el enorme número de aves implicadas, es difícil atender al bienestar de las aves de forma individual, sino se presta una especial consideración a las consecuencias de las distintas operaciones involucradas.

Otros métodos de aturdimiento en aves como es el sistema mediante gas o atmósfera controlada (CAS) como también se le conoce, en donde las aves de corral se hallan en módulos o jaulas de transporte son ser sometidas a concentraciones de CO<sub>2</sub> cada vez más intensas hasta su debido aturdimiento,

de esta manera ninguna ave recobraría el conocimiento antes del faenamiento (AGROCALIDAD, 2018, pág. 65).

Sin embargo, debido a los costos altos de adquisición y operación, se ha optado por el sistema de electronarcosis para cumplir con las operaciones de producción de faenamiento avícola, además implica la normativa de AGROCALIDAD aclarando que las aves no pueden vivir cerca de la planta de CAS, mientras que ese problema no existe en el sistema de aturdimiento eléctrico.

La normativa para el faenamiento muestra una serie de cuantificaciones a considerar para un adecuado aturdimiento; El riel deberá ser lo más liso posible para evitar movimientos bruscos al momento del transporte, evitar el pre choque, tamaño de ganchos de acorde al tamaño de las dos patas de los pollos, los pollos deben estar al menos cuatro segundos entre 100 y 150 amperios y 400 Hz, (AGROCALIDAD, 2018, pág. 61). Para el caso de no cumplirse estos parámetros de aturdimiento, se dispondrá de elevar la frecuencia, y así mismo la corriente (AECOSAN, 2015, pág. 18).

Después de un lapso de 2 ó 3 minutos tras el aturdido, las aves deben recuperar el conocimiento (Estrada Consulting, 2014, pág. 21) Asimismo, la presencia de hemorragias internas, las fracturas en punta de alas y del fémur es producto de una elevada intensidad de la corriente recibida por el ave durante la insensibilización eléctrica (Romero, Sánchez, & Moncayo, 2014, pág. 35).

El aturdimiento debe ser inmediato, máximo un segundo de haber ingresado a la batea de insensibilización, de esta manera se evita el sufrimiento innecesario del ave, (Raj & Berg, 2014, pág. 16) a más de que evitaría los movimientos bruscos y alboroto entre las demás aves.

La información para la realización de este proyecto a través de libros, publicaciones científicas y revistas, a más de las infinitas páginas web existentes (Grande & Abascal, 2005, pág. 13), sin embargo mediante la encuesta se puede conseguir información y parámetros de diseño precisos para la continuidad del proyecto.

Para la realización de los circuitos que generen estos valores eléctricos, se recurrirá a la selección de componentes electrónicos PWM (Pulse-Width Modulation) (Mohan, Undeland, & Robbins, 2009, pág. 369) para regular frecuencias y voltaje de acuerdo a las exigencias mostradas anterior, a través de tarjetas de control y fuerza.

La tarjeta de control electrónica constará de elementos que permitirán regular la salida de frecuencia y voltaje mediante potenciómetros de precisión. El modulador de ancho de pulso SG3524 cumple con los requisitos ya que dispone de una variación de frecuencia de 0 a 450 kHz (Texas Instruments, 2015, pág. 6).

Así mismo los PWM SG3524 tienen la característica de permite que el ancho de pulso o periodo de la onda cuadrática sea regulable hasta un valor requerido trabajo (50%), además de regular la frecuencia y el voltaje para el aturdimiento adecuado. Pueden ser usados como el elemento de control para aplicaciones de salida en alta potencia.

En base a los requerimientos de funcionamiento de los moduladores de ancho, los PWM deberán alimentarse con voltajes continuos ajustados mediante reguladores de voltaje (Boylestad & Nashelsky, 2009, pág. 773).

En la tarjeta de fuerza, el voltaje y frecuencia dado los por moduladores de pulso se conectaran a un sistema de convertidores DC-DC también conocidos como troceadores, mediante el uso de optoacopladores PC817, servirá de aislamiento amplificando el voltaje de conexión aprovechando la ganancia que ofrece el fototransistor, pero tendría una corriente baja, mientras que el Troceador convertirá las magnitudes eléctricas de DC a AC, disminuyendo el factor DAT de la corriente de carga de la tarjeta de control (Hart, 2005, pág. 333).

La Distorsión Armónica Total (DAT) es el grado de distorsión de la onda, es decir, las imperfecciones que pueden aparecer en nuestra señal cuadrática al momento de regular la salida de frecuencia de nuestra tarjeta de control.

El optoacoplador PC817 está compuesto por un diodo LED y un fototransistor unidos haciendo que el fototransistor actúe en modo de saturación cuando por el LED reciba una señal. Este dispositivo tiene cuatro pines ánodo, cátodo, base y colector, la base del fototransistor será la encargada de recibir la señal del LED (Sharp, 1995, pág. 5).

La tarjeta de fuerza tiene un convertidor de AC a AC, constituido por un puente de diodos contra grandes intensidades de corriente, capacitores de considerables almacenamiento de voltajes y resistencias de altas potencias para disipación de calor.

El uso de un osciloscopio se puede visualizar la salida de la señal cuadrática, además de mostrar el valor de frecuencia y porcentaje de trabajo. El voltímetro da el valor de voltaje tanto en AC como en DC.

El tablero de control es un dispositivo que permite la instalación de las tarjetas de control y las protecciones. Así mismo dispone de pantallas de lectura de magnitudes eléctricas como voltaje, corriente, potencia y consumo de potencia.

El uso de un riel de transporte aéreo (monorriel) ha facilitado la movilización de agentes dentro de empresas dedicadas a la producción. El transporte aéreo de pollos de engorde dentro de un sistema de insensibilización mediante electronarcosis, da la facilidad de cumplir y programar tiempos de trabajo, ya sea variando velocidades de transporte en un espacio dado, o variando el espacio en una velocidad dada.

El presente trabajo de titulación, se adapta al sistema de velocidad fija y distancia variable. De esta manera los sistemas de producción se mantendrán en un tiempo ya programado en el diseño del sistema de transporte. Con el uso de tablas y curvas dadas por fabricantes de partes mecánicas, se facilita la selección de mecanismos para el diseño.

Los motorreductores facilita el desplazo de los agentes a través del espacio de trabajo, reduciendo la velocidad ya que cuenta con una excelente relación de transmisión. Existen varias maneras para reducir velocidades, con el acople de un motor eléctrico o de combustión a un sistema de transmisión por poleas, engranes o ruedas dentadas es una opción.

Estos tipos de reductores de velocidad cumplen la misma función, depende de la manera que vaya a trabajar la selección del sistema. La instalación del motor reductor ocupa menos espacio en comparación del motor acoplado a sistemas de transmisión. Así mismo el mantenimiento del motorreductor es bastante bajo en comparación del variador de frecuencia que requiere personal capacitado.

“Los reductores de engranaje cónico son reductores angulares en los cuales el eje motor y el eje de salida forman un ángulo de  $90^\circ$ . De esta forma se obtiene a menudo una favorable disposición física del accionamiento” (NORD, 2019) Además, tienen la particularidad de ajustar la posición de la caja reductora hasta  $360^\circ$  con respecto al motor de inducción. De esta manera se logra modificar el ángulo de giro sin afectar la estructura de soporte.

El uso de cadenas de rodillos y sus correspondientes piñones, se ha venido usando desde la antigüedad, en la actualidad es implementado muy seguido en sistemas de transmisión debido a la particularidad de embone entre cadena y diente, en comparación con las cintas en “V”, el sistema de piñón-cadena no presenta deslizamientos (INTERMEC, 2015, pág. 2).

Para el diseño de los piñones, este depende de los parámetros de la cadena, empezando por el paso, seguido del tamaño del rodillo y la altura de este. Para la selección de cadena se usa tablas en función de la velocidad y potencia del motor instalado. A diferencia de la cadena de rodillo, la cadena de eslabones es usada cuando se requiera transportar agentes en todas las direcciones. Mientras que las cadenas de rodillo maniobran en un solo eje, las cadenas de eslabones lo hacen en dos, además de realizar un buen arrastre a bajas velocidades, y producir menos ruido.

Las poleas en este proyecto se usan para la guía de la cadena de eslabones, colocadas con exactitud en cada esquina, evita que la cadena pierda el curso. La selección correcta de la polea y la cadena, evita la fricción en los dos elementos debido a la presión que ejerce la cadena (Shigley, Nisbett, & Budynas, 2019, pág. 898). Para evitar esta fricción, se usa elementos de regulación de presión, en este diseño, el regulador estará sobre las bases de la polea, que moverá en sentido del eje de las "X" la polea con el eje.

Los ganchos o troles son elementos de suspensión empleados en el sistema de transporte. Estos elementos tienen como misión fundamental asegurar la carga a transportar. Los ganchos o troles van dentro de la cadena de eslabones, asegurados de tal manera que se deslicen provocando fricción. Van junto a ruedas sobre el riel semicerrado, impidiendo que salgan de la pista (Budynas & Nisbett, 2014, pág. 4).

Para producir el efecto de electronarcosis, el pollo se movilizara dentro de una batea con agua, la batea es de las partes importantes del diseño, ya que la velocidad lineal de arrastre, está dada de la distancia y el tiempo de aturdimiento programado de la misma. La batea está hecha de materiales resistentes a la corrosión debido a que contienen una solución salina al 1% (Ivan Bohman, 2018, pág. 38).

Mediante indicadores de producción se conseguirá múltiples combinaciones para asegurar que se cumpla un objetivo comercial más amplio mediante la utilización del proyecto propuesto (Corvo, 2019) de esta manera asegurar que los tiempos de producción sean menores y con mayores resultados que trabajar de la manera tradicional.

Así mismo, aplicando indicadores económicos se encontrará valores para una adecuada toma de decisiones, para lo cual atienden a los valores de los indicadores a saber, "periodo de recuperación de inversión (PRI), valor actual neto (VAN) y tasa interna de retorno (TIR), para establecer la estrategia de ejecución de las inversiones en función de las prioridades según los indicadores y las fuentes de financiamiento disponibles" (Burneo-Valarezol, Roberto Vítorell, & Vérez, 2016, pág. 305).

La propuesta de una máquina de insensibilización es la mejor opción para un sacrificio sin dolor del ave ya que produce la pérdida de la consciencia y sensibilidad, incluido cualquier proceso que provoque la muerte instantánea, de esta manera mejorar el producto y reducir las cuantiosas pérdidas hacia las empresas por rechazo del producto final. El moderno sistema de electronarcosis evitaría la contaminación del lugar de trabajo ya que el derrame de sangre se controlaría debido a la posición estática del ave, mejorando el trabajo hacia los operadores y terminar con los tiempos no programados. El objetivo principal es diseñar un sistema electromecánico de insensibilización de aves mediante electronarcosis y los objetivos específicos son:

- Obtener datos sobre el proceso de faenamiento de aves a través de encuestas a personal de empresas avícolas.
- Investigar los parámetros eléctricos que se apliquen en el sistema de insensibilizaciones de aves.
- Diseñar un método electromecánico de electronarcosis de bajo costo para pequeñas empresas avícolas.
- Construir un circuito electrónico prototipo que permita realizar el proceso de electronarcosis en aves.
- Realizar la simulación del comportamiento del circuito electrónico y de la estructura mecánica de soporte del sistema de aturdimiento y desangrado.

## **2. METODOLOGÍA.**

## 2. METODOLOGÍA.

Para el desarrollo de la metodología se ha optado por separar en tres partes el desarrollo de este proyecto de titulación, la primera parte se ha dedicado al uso de una encuesta a pequeñas avícolas, el segundo segmento es el diseño y construcción de las placas electrónicas para la modulación de ancho de pulso, variación de frecuencia y voltaje, y por último el diseño de la máquina de transporte aéreo.

### 2.1. ENCUESTA.

A través de la encuesta se logró conseguir información para decretar parámetros de diseño tanto para el diseño electrónico, como para el mecánico. Esta se realizó en 6 avícolas del Cantón La Maná provincia de Cotopaxi. Los factores a encontrar mediante la encuesta es la cantidad de producción de pollos tanto en pies como faenados, además de técnicas de sacrificio y conocimientos sobre bienestar animal. Así mismo conocer sobre mejoramientos en infraestructuras y tiempos de crianza de las aves.

#### PREGUNTA 1

**¿Cuál es la cantidad de pollos faenados y producidos a la semana (si un caso hiciere)?**

El promedio de faenamamiento a la semana de pollos Broiler es de 1333 unidades, tomando en cuenta que no es una cantidad exacta, debido a las variaciones de venta que se presentan, sin embargo es un valor bastante aproximado ya que fueron sacados de libros de cuentas. En la tabla 1 se visualiza los máximos y mínimos niveles de ventas y el promedio.

**Tabla 1.** Promedio de pollos faenados

AVICOLAS	POLLOS
P1	3000
P2	1500
P3	1200
P4	600
P5	900
P6	800
PROMEDIO	1333

## PREGUNTA 2

### ¿Cuál es la cantidad de pollos que distribuyen en pie a la semana?

La venta de pollos en pie es mayor en comparación de pollos faenados en 49.37%, esto es debido a que no presentan gastos en mano de obra ni recursos al faenar los pollos, ganando tiempo y espacio para la siguiente camada. En la tabla 2 se representa el promedio de pollo vendidos en pie o pluma.

**Tabla 2.** Promedio de pollos vendidos en pie.

AVICOLAS	POLLOS
P1	3000
P2	9000
P3	1200
P4	800
P5	1200
P6	1000
PROMEDIO	2700

## PREGUNTA 3

### ¿Cuánto es el tiempo de crianza que emplea en las aves?

La tabla 3 se muestra el promedio de tiempo de crianza de los pollos, indicando que varía así mismo debido a la producción, si es alta, la salida de las aves es rápida.

**Tabla 3.** Promedio de crianza de pollos

AVICOLAS	SEMANAS
P1	5,5
P2	6
P3	6
P4	6
P5	6
P6	5,5
PROMEDIO	5,8

#### PREGUNTA 4

**¿Conoce usted los reglamentos de “BIENESTAR ANIMAL FAENAMIENTO DE ANIMALES DE PRODUCCIÓN” de AGROCALIDAD y el MAGAP?**

Los manuales de bienestar animal compensan los conocimientos acerca de crianza y faenamiento de las aves, el 100% de los encuestados afirmaron que estaba al tanto de los reglamentos de entidades zootécnicas. La tabla 4 presenta la confirmación de los conocimientos de los reglamentos.

**Tabla 4.** Respuestas sobre conocimientos de reglamentos zootécnicos.

AVICOLAS	RESPUESTA
P1	SI
P2	SI
P3	SI
P4	SI
P5	SI
P6	SI
MODA	SI

#### PREGUNTA 5

**¿Qué métodos usan para el sacrificio del animal?**

Considerado la parte importante en el faenamiento, el sacrificio define la calidad del producto al momento de la venta. En la actualidad en todas las avícolas encuestadas utilizan el sistema de desangre donde puede ser usado un sistema de conos donde el animal es insertado para prevenir forcejeos. La tabla 5 muestra el porcentaje de técnicas de sacrificio.

**Tabla 5.** Formas de sacrificio en granjas avícolas.

AVICOLAS	SACRIFICIO
P1	DESANGRADO
P2	DESANGRADO
P3	DESANGRADO
P4	DESANGRADO
P5	DESANGRADO
P6	DESANGRADO
MODA	DESANGRADO

## PREGUNTA 6

**¿Cuál es el principal inconveniente que se presenta al momento del sacrificio animal?**

La tabla 6 muestra el porcentaje de inconvenientes al momento del transporte y posterior sacrificio. El 16,7% presenta dislocaciones al momento del sacrificio, el 33,3 presenta forcejos al momento del transporte, y el 50% restante indica que el derramamiento de sangre post mortem es su principal inconveniente.

**Tabla 6.** Inconvenientes presentados antes y después del sacrificio

AVICOLAS	INCONVENIENTE
P1	DISLOCACION
P2	FORCEJEO
P3	FORCEJEO
P4	SANGRE DERRRAMADA
P5	SANGRE DERRRAMADA
P6	SANGRE DERRRAMADA
MODA	SANGRE DERRRAMADA

## PREGUNTA 7

**¿Cuál es la cantidad de aves que presenta alguno de los inconvenientes citados en el punto anterior?**

La tabla 7 ofrece valores de pérdidas por inconvenientes presentados en el punto anterior, revisando el valor de 2.63% se consideraría despreciable, sin embargo aplicando la ecuación 1, se logra determinar la cantidad de pollos al año lo cual demostraría una cantidad notable, considerando un estudio de la revista aniNews donde considera la tasa de mortalidad de 7,6 % debido a factores adversos a la crianza, es decir en el proceso de transporte (Ramirez, 2017).

**Tabla 7.** Porcentaje de mortalidad de pollos a la semana

AVICOLAS	PORCENTAJE
P1	0,07
P2	0,26
P3	2,00
P4	0,1
P5	0,1
P6	0,1
TOTAL	2,63

$$PA = PS * SA * P \quad [1]$$

Donde:

PA= pollos año

PS= pollos semana

SA= semanas año

P= porcentaje de pérdidas

$$PA = 1333 * 52 * 0.0263$$

$$PA = 1823 \text{ Pollos/año}$$

Al año, alrededor de 1823 pollos presentarían inconvenientes entre las 6 avícolas encuestadas, ya sea al momento del transporte o durante la maniobra en la planta.

## PREGUNTA 8

**¿Implementaría usted un sistema de aturdimiento que facilite el sacrificio animal?**

Cinco avícolas encuestadas estarían interesadas en implementar la técnica de insensibilización, mientras que una avícola estaría considerando para un futuro con mejor producción. La tabla 8 muestra la aceptación del sistema aturdidor de pollos.

**Tabla 8.** Aceptación de sistema de insensibilización.

AVICOLAS	RESPUESTA
P1	SI
P2	DESPUÉS
P3	SI
P4	SI
P5	SI
P6	SI
MODA	SI

## PREGUNTA 9

**¿Si la respuesta anterior es SI, Cuánto estaría dispuesto a invertir en un sistema de aturdimiento?**

La principal razón para modernizar los procesos de faenamiento en una avícola, es el incremento de la producción, sin embargo, considerando las ventas en la actualidad de cada empresa, el 66,67% de las empresas

encuestadas opta por un sistema de calidad y el 33,33% optó por un sistema de mediana calidad. En la tabla 9 se observa la cantidad por dólares de inversión en el sistema aturridor.

**Tabla 9.** Cantidad por dólares de inversión en sistemas de aturdimiento.

AVICOLAS	CANTIDAD
P1	3000
P2	4000
P3	4000
P4	4000
P5	4000
P6	2000
PROMEDIO	3500

Mientras que la última pregunta no se considera en el análisis debido a que ésta pregunta está relacionada con la negación en la pregunta 8. Como las respuestas son positivas, se desprecia ésta.

## **2.2. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE TARJETAS ELECTRÓNICAS.**

Para el diseño y construcción de tarjetas se optó por dividir las mismas en dos partes: tarjeta de control y fuerza, de esta manera se puede distribuir y controlar de una manera eficiente y segura para conseguir los parámetros propuestos tanto por calculo e investigación propias, como por estándares publicados en normativas de bienestar animal.

### **2.2.1. TARJETA DE CONTROL**

Para la elaboración de esta tarjeta se tomó en cuenta parámetros de diseño como voltaje de alimentación y de salida hacia la tarjeta de fuerza. El objetivo principal de la tarjeta de control es la de inducir magnitudes a través de una fuente conmutada PWM o generador de ancho de pulso SG-3524 tanto para el porcentaje de trabajo, como para controlar el voltaje y frecuencia a través de una señal cuadrada.

Este tipo de circuito de control se alimenta con un voltaje de corriente continua de 12 VDC por lo cual en la entrada de la tarjeta se colocará una fuente fija de 12 VDC la cual se detallará el diseño y construcción en el capítulo siguiente.

- **Fuente fija 12 VDC**

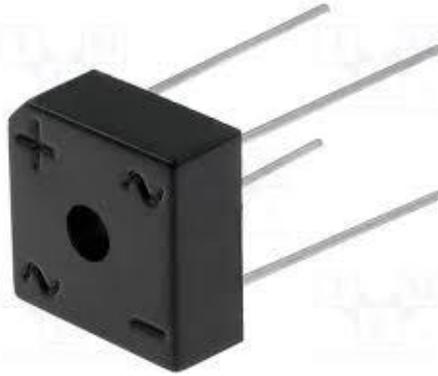
En el mercado existen módulos que convierten 127 VAC en 12 VDC tanto fijos como regulables, sin embargo unos de los objetivos propuestos en este proyecto es la de reducir costos elaborando cada una de las tarjetas. El primer paso del diseño de la fuente es la selección del transformador para este caso un transformador con relación de transformación de 10:1 es decir, de 127 a 12 VAC como se indica en la figura 1, a continuación se detalla las características del transformador en el cuadro 1, aunque el valor real de salida es de 15 V.



**Figura 1.** Transformador 127/12 VAC.

De esta manera se transforma al voltaje adecuado para poder alimentar al integrado SG-3524, sin embargo la alternabilidad del voltaje no es el adecuado ya que este integrado debe conectarse con voltaje continuo para efectuar el trabajo el cual se verá a continuación.

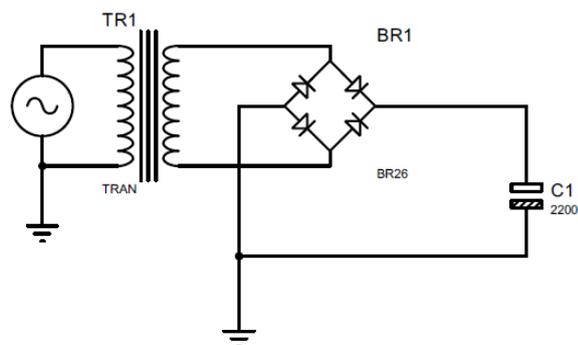
Para cambiar de AC en DC se usará un puente rectificador de diodos de 3 amperios, valor suficiente ya que en este circuito solo se trabajará en unidades de miliamperios (mA), para efectuar la conversión se usó el puente de diodos BR36 como muestra la figura 2 que cumplía con las características requeridas (ANEXO 1).



**Figura 2.** Puente rectificador BR36.

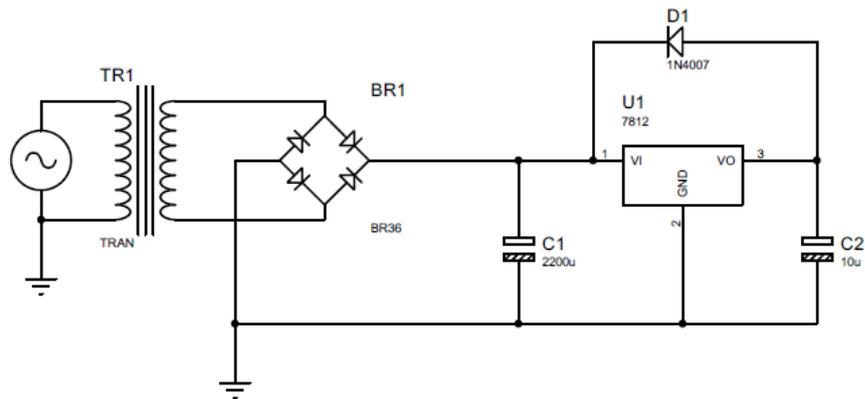
Se conecta la salida del transformador en la figura que representa la onda sinodal del puente, al ser un sistema monofásico, puede ir conectado en cualquier de las extremidades antes mencionadas. Mientras que para la salida en AC se debe considerar la polaridad tanto positiva como negativa para tierra.

De esta manera se obtendrá una señal de DC distorsionada, este se corrige con un filtro rectificador de onda con un capacitor electrolítico que de manera empírica se determina el valor en 2.000 uF por Amperio de salida y la tensión del doble del valor superior, por lo cual se usa un capacitor de 2200 uF a 50 voltios conectado en paralelo a la salida del puente rectificador tanto positivo como negativo. En la figura 3 se observa la conexión del capacitor en la fuente. En otras palabras, este sistema se encarga de “aplanar” el efecto rizado, produciendo una señal continua que no varía en el tiempo.



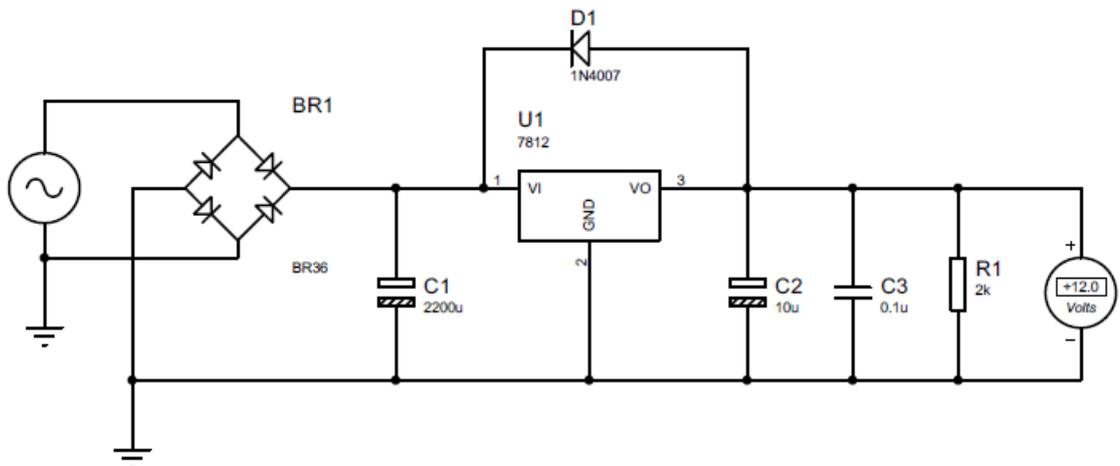
**Figura 3.** Conexión del capacitor como filtro regulador.

El regulador de tensión 7812 (ANEXO 2) sistematiza la señal de voltaje para evitar caídas de tensión a la salida de la fuente, manteniendo el valor en 12 VDC a 1 amperio de intensidad de corriente, se conecta la entrada input del regulador (pin 1) en paralelo al capacitor de 1000 uF, tierra o GND (pin 2) a la señal de tierra, y la salida output (pin 3) en paralelo a un capacitor de 10 uF cerrando los pines a tierra. Para protección y evitar el regreso de la corriente, se conectara un diodo semiconductor 1N4007 en paralelo a los pines 1 y 3, siendo la conexión del ánodo al 3 y el cátodo al 1 del regulador (figura 4).



**Figura 4.** Conexión del regulador de voltaje 7812.

Para mejorar la señal DC se coloca un último capacitor de porcelana de 0,1 uF en paralelo a una resistencia de 2kΩ en paralelo a la salida 3 del regulador de voltaje a la señal de tierra como muestra la figura 5, esta resistencia al final del circuito, descarga al capacitor creando un divisor de voltaje permitiendo conseguir el valor necesario de tensión.



**Figura 5.** Fuente 12 VDC completa.

Se nota en la imagen anterior la conexión de un voltímetro DC con el valor de 12 voltios generado por la fuente, este circuito está elaborado en el Software Proteus para el mejor entendimiento de las conexiones, en la figura 6 se puede ver la fuente real elaborada a raíz de la simulación antes mencionada, los cables negro y amarillo son las salidas del transformador, nótese el disipador de calor en el regulador 7812 para evitar sobrecalentamientos.

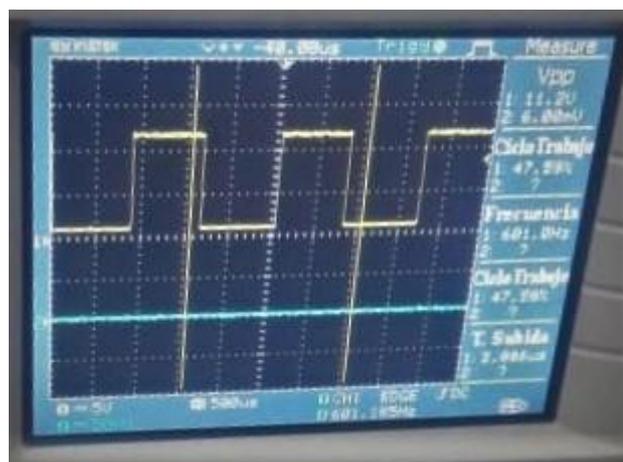


**Figura 6.** Fuente 12 VDC real.

- **Componente regulador del porcentaje de trabajo.**

Una vez realizada y comprobada la fuente de voltaje, se procederá a alimentar el integrado SG3524 que es un modulador de ancho de pulso, a través de una bornera de conexión, pero antes se conocerá y conectará los pines para obtener las magnitudes requeridas a nuestra consideración.

El ciclo de trabajo o Duty Cycle, dará el porcentaje del tiempo de encendido que dura el ciclo completo de la señal, como se trabajará al 50%, la mitad del periodo de la señal estará encendido y el otro apagado. Usando un osciloscopio G<sup>W</sup> INSTEK GDS-1072-U (ANEXO 3), se logra notar la forma de onda cuadrática en el cuadrante pico positivo como muestra la figura 7, lo cual muestra que está trabajando de la manera que se ha programado.



**Figura 7.** Onda cuadrática a 48% de ciclo de trabajo

A continuación se describirá la función de cada pin en orden del 1 al 16 (ANEXO 4).

**PIN 1:** Puenteado al PIN 9

**PIN 2:** Este pin es el encargado de reducir o ampliar el ciclo de trabajo, se conecta a un capacitor de 0,1 uF en paralelo al pin 2 de un potenciómetro de 20 kΩ y conectado a tierra mediante el pin 3, se usará un potenciómetro de 20 kΩ ya que el de 5 y 10 kΩ no llegaban a la medida de porcentaje que se necesitaba.

**PIN 3 y 10:** Abierto

**PIN 4, 5, 8, 11, 14:** Conectados a tierra, trabajando como protección en caso de sobrecargas

**PIN 6.** Conectado a una resistencia fija de 10 kΩ que se obtuvo aplicando una formula dada por el fabricante del integrado mostrada a continuación en la ecuación 2.

$$f = \frac{1,30}{Rt * Ct} \quad [2]$$

Donde:

$f$ = Frecuencia en kHz

$Rt$ = Resistencia en kΩ

$Ct$ = Capacitor en uF

1,30= Constante de diseño

En este caso se despejará  $Rt$  ya que los valores de frecuencia que se debe alcanzar es de 400 Hz y dando un valor de un capacitor de 0,47 uF se obtendrá:

$$Rt = \frac{1,30}{f * Ct}$$
$$Rt = \frac{1,30}{400 \text{ Hz} * 0,47 \text{ uF}} = 6,915 \text{ k}\Omega$$

El valor mínimo de la resistencia para alcanzar los 400 Hz es de 7 kΩ, para mejorar resultados se optó por colocar una resistencia inmediata superior de 10 kΩ, corrigiendo de esta manera la salida de la frecuencia del oscilador.

**PIN 7:** Se conecta el positivo del capacitor electrolítico de 0,47 uF nombrado anterior en la ecuación, y el negativo a tierra.

**PIN 12:** Se conecta una resistencia de 2 kΩ en paralelo al pin 15.

**PIN 13:** Como el punto anterior, se conecta la misma resistencia de 2 kΩ en paralelo al pin 15 y a su vez se colocará un puente entre el PIN 12 y 13.

**PIN 15:** Se conecta a la salida de la fuente de 12 VDC, alimentando de esta manera al integrando.

**PIN 16:** Este irá conectado a un capacitor de 0,1 uF aterrizando el otro extremo, y a su vez irá conectado en paralelo al pin 1 del potenciómetro nombrado en la conexión del PIN 2.

Las salidas para conectar a la tarjeta de fuerza, se viene dado en las señales dadas en el PIN 15 y una resistencia en serie del PIN 13, el valor de la resistencia se consigue aplicando Ley de Ohm en la ecuación 3 en una sumatoria de voltaje que se encuentra en los diodos de los optoacopladores PC817 que se encuentran en la tarjeta de fuerza. La potencia de la resistencia está dada por la ecuación 4.

$$R = \frac{V}{I} \quad [3]$$

Donde:

R= Resistencias en Ω

V= Voltaje de entrada – voltaje en PC817

I= Corriente directa en Amperios

$$R = \frac{(12 - 1.2)V}{80 \text{ mA}} = 135 \Omega$$

$$P = V * I \quad [4]$$

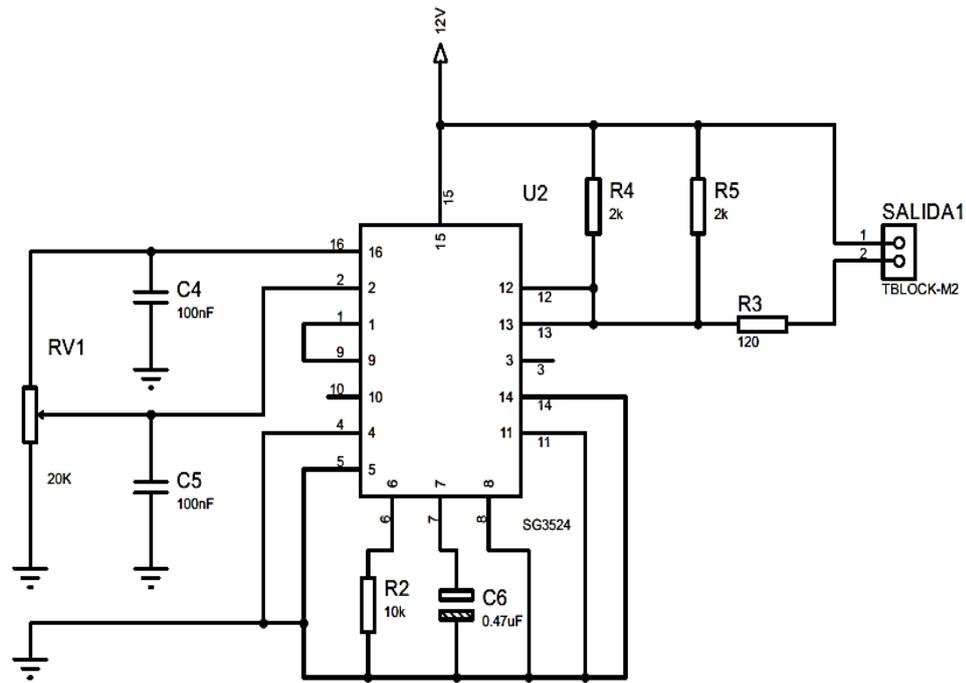
Donde:

P= potencia en W

$$P = (12 - 1.2)v * 80 \text{ mA}$$

$$P = 864 \text{ mW}$$

Aplicando la ecuación, el valor de la resistencia de trabajo es de 120 Ω con una potencia de disipación 1 W. Una vez analizado e identificado los pines del integrado, se conectará y dejando como resultado la figura 8 mostrada a continuación.



**Figura 8.** Tarjeta de control de porcentaje de trabajo

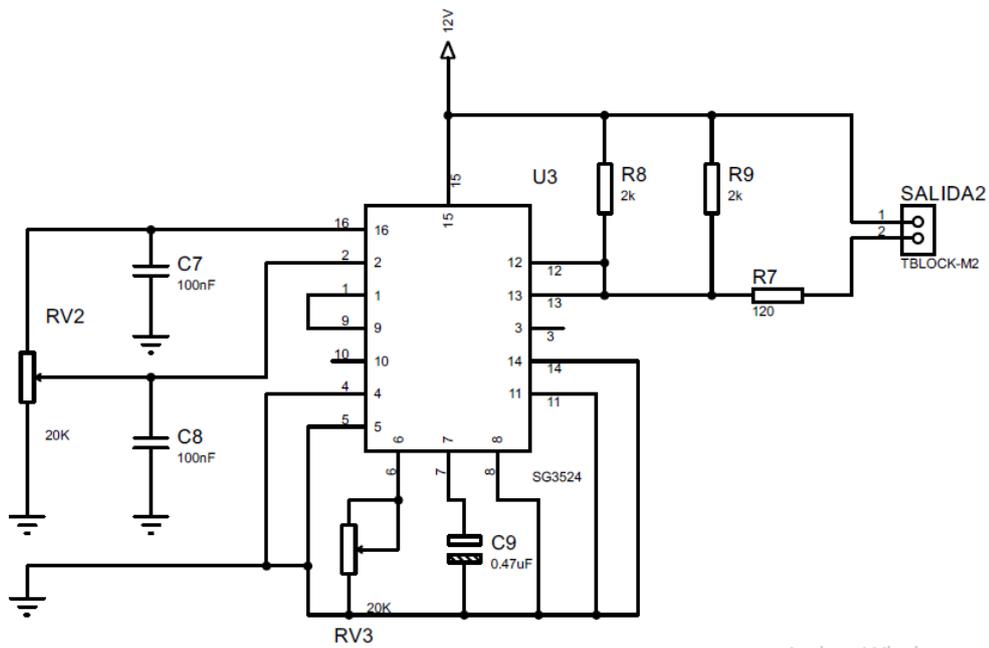
El resultado de la tarjeta ensamblada con componentes reales, se muestra en la figura 9.



**Figura 9.** Tarjeta real de control de porcentaje de trabajo.

### **Componente regulador de frecuencia y voltaje.**

La conexión de los pines en esta parte de la tarjeta, es la misma que la de control de porcentaje de trabajo, con la diferencia es que en el PIN 6 está conectado un potenciómetro lineal de precisión de 20 kΩ como muestra la figura 10, para encontrar este valor de potenciómetro se aplica la ecuación 1 vista anterior, sin embargo, al colocar un potenciómetro de 10 kΩ, la frecuencia no llegaba hasta los 400 Hz, lo cual se llegó a colocar potenciómetros de 20 kΩ solucionando el problema.



**Figura 10.** Tarjeta de control de voltaje y frecuencia.

Con el potenciómetro conectado al PIN 6, se regula a voluntad la frecuencia hasta 450 kHz, mientras tanto que con el potenciómetro conectado en el PIN 16 regularía voltajes a la salida de la tarjeta de fuerza. En la figura 11 se observa la tarjeta con componentes reales.



**Figura 11.** Tarjeta real de control de voltaje y frecuencia.

De esta manera mediante las salidas 1 y 2 de las tarjetas se conectará a la tarjeta de fuerza para amplificar los valores correspondientes a frecuencia y voltaje requerido para un eficaz aturdimiento, cumpliendo con los parámetros propuestos por los agentes de control de faenamiento y calidad animal. (ANEXO 7 muestra el diseño PCB de la placa de control).

### 2.2.2. TARJETA DE FUERZA.

Esta tarjeta consta de dispositivos que, conectados de manera adecuada, se obtendrá salidas de voltaje, corriente tanto en AC como en DC y frecuencia en AC, cuyos valores son dados por la tarjeta de control la cual se analizó en el capítulo anterior. La tarjeta de fuerza se divide en 3 secciones: convertidor de voltaje AC/DC, salida de voltaje y corriente y salida de frecuencia (Troceador).

- **Convertidor de voltaje AC/DC.**

Uno de los parámetros que se dio al momento del diseño de las tarjetas electrónicas, es de la necesidad de trabajar con voltajes estándares en el país, es decir a 127 VAC, para lo cual se usa componentes que puedan cumplir con estas medidas de diseño, desde puentes rectificadores, hasta capacitores de potencia.

Como se trabajará con componentes en DC, se coloca un puente rectificador de diodos de 4 amperios, como se explicó capítulos atrás para transformar de AC en DC, sumado a esto dos capacitores de 470 uF a 250 V en serie para conseguir una mejoría en la rectificación de la onda, paralelo a los capacitores, dos resistencias en serie y otra en paralelo de 470 kΩ como divisores de voltaje, como se visualiza en la figura 12.

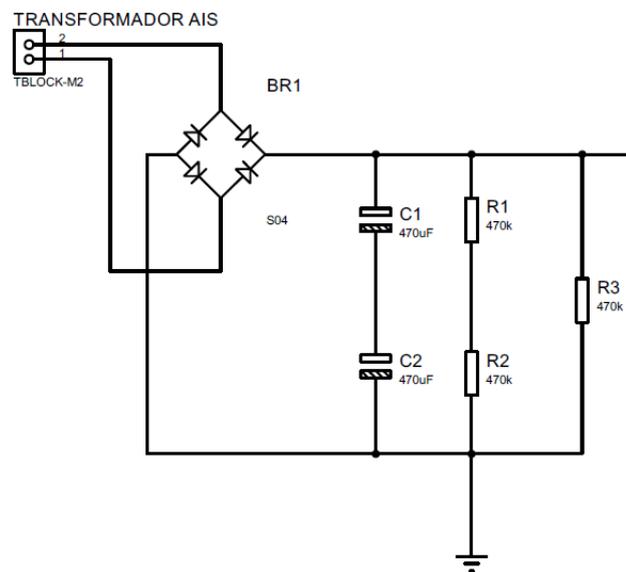


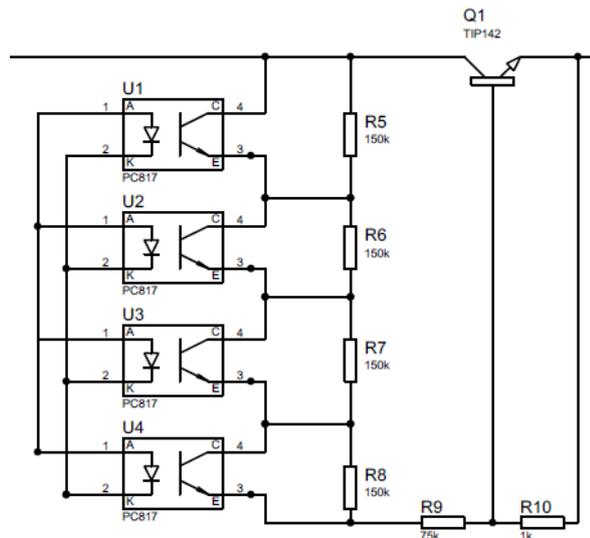
Figura 12. Circuito rectificador AC – DC.

- **Convertidor DC/DC.**

Una vez obtenido los valores de voltaje correspondiente, se conecta los optoacopladores PC817, este circuito aislará la etapa de control con la etapa de potencia o fuerza, protegiendo de las sobrecargas.

Se dispuso a usar el optoacoplador PC817 ya que dispone de un LED como infrarrojo y un transistor suficiente para soportar el voltaje de 127 VDC, la tarjeta de control que regula el porcentaje de trabajo irá conectada a la entrada del ánodo y cátodo del LED, y este a su vez activará el transistor mediante la luz infrarroja como un conmutador entre el colector y emisor (ANEXO 5).

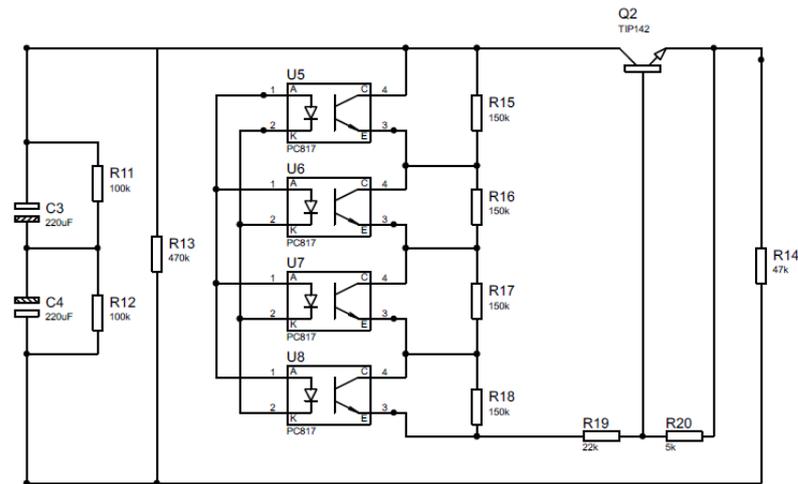
Se dispondrá de 4 optoacopladores conectados en paralelo por el lado del LED y en serie por el lado del transistor, las salidas colector emisor estarán conectadas en paralelo a 4 resistencias de 150 k $\Omega$ , y este a su vez irá conectado a un transistor Darlington TIP142 amplificando el voltaje y disminuyendo la corriente como muestra la figura 13.



**Figura 13.** Conexión de optoacopladores PC817

- **Regulador DC/DC (Troceador)**

Esta parte de la conexión es la encargada de regular el ancho de pulso de nuestra señal cuadrada. Además recibe la señal DAT de la tarjeta de control para la frecuencia, corrigiendo la presencia de armónicos en la señal. La conexión es idéntica al convertidor DC/DC con la diferencia de que las resistencias de la base y base-emisor, son de valores bajos como se ve en la figura 14. Para que se genere un voltaje mínimo: menor resistencia, menor voltaje. Así mismo el transistor Darlington amplifica la corriente mediante el valor de su ganancia (ANEXO 6). En las salidas de este circuito se puede comprobar el voltaje en AC y la frecuencia, mediante una resistencia de 47 k $\Omega$  del emisor del transistor Darlington, a tierra.



**Figura 14.** Convertidor DC-DC.

El ANEXO 8 muestra el diseño PCB de la placa de control, y en el Anexo 24, el plano de conexión eléctrico del sistema.

## 2.3. DISEÑO MECÁNICO

En el análisis y diseño de la maquinaria para el transporte aéreo, se optó por un sistema conocido como monorriel, con mediana dificultad de acople de piezas, fácil instalación y mantenimiento. Así mismo consta de un sistema de factible desacople para la transportación de las partes, para su posterior ensamble en un lugar designado.

Para diseñar la máquina transportadora, este capítulo se ha dividido en cuatro secciones: la primera sección está dedicada al diseño de la cinta transportadora, la segunda sección al diseño del trol de arrastre y sus componentes, la tercera sección al sistema de transmisión y por último la cuarta sección a los sistemas de estructuras de apoyo y descanso de los sistemas anteriores.

### 2.3.1. CINTA TRANSPORTADORA.

El parámetro principal que se tomó en cuenta para el diseño de la cinta fue la velocidad lineal, considerando la distancia de la batea de sumergimiento de los pollos y el tiempo de aturdimiento al que está sometido el ave. Tomando la distancia en metros, la medida promedio del pollo en 25 cm y la capacidad de la batea de tres pollos, además del tiempo de aturdimiento como menciona las normas de Agrocalidad es de al menos cuatro segundos (AGROCALIDAD, 2018, pág. 43), por lo cual se trabajara con un tiempo de ocho segundos; se obtendrá la velocidad lineal de trabajo mediante la ecuación 5.

$$Vl = \frac{D \times Ntb}{t} \quad [5]$$

Donde:

$Vl$ = Velocidad lineal (m/s)

$D$ = Distancia (m)

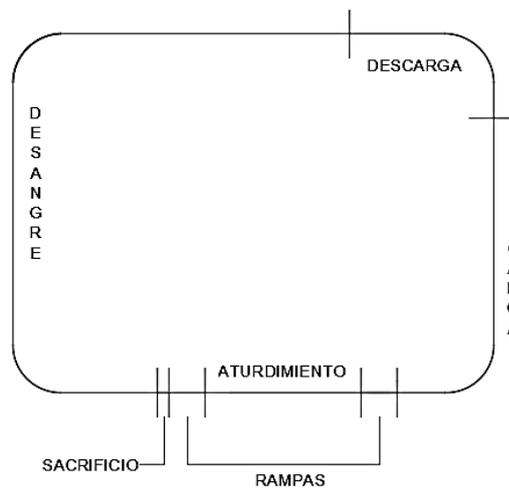
$Ntb$ = Número de troles en la batea

$t$ = Tiempo (s)

$$Vl = \frac{0.25 \text{ m} \times 3}{8 \text{ Seg}}$$

$$Vl = 0.094 \text{ m/s}$$

Con la velocidad de 0.094 m/s, se encontrará las demás longitudes y tiempos de trabajo, la ecuación 6 para distancia y ecuación 7 para tiempos, obtenidas del despeje de distancia de la ecuación 5. Las longitudes de trabajo es la división del perímetro de la cinta transportadora en 6 etapas como se ve en la figura 15.



**Figura 15.** Etapas de trabajo.

- **Carga**

Es el lugar donde se colocan a los pollos en los ganchos de transporte, este debe estar cerca del lugar de aturdimiento, para garantizar que las aves se hayan calmado al momento de llegar al tanque de agua entre >12 y < 60 segundos (AGROCALIDAD, 2018, pág. 42), se designará un tiempo de 40 segundos y el tiempo de trabajo se encontrará aplicando la ecuación siguiente.

$$D = Vl \times t \quad [6]$$

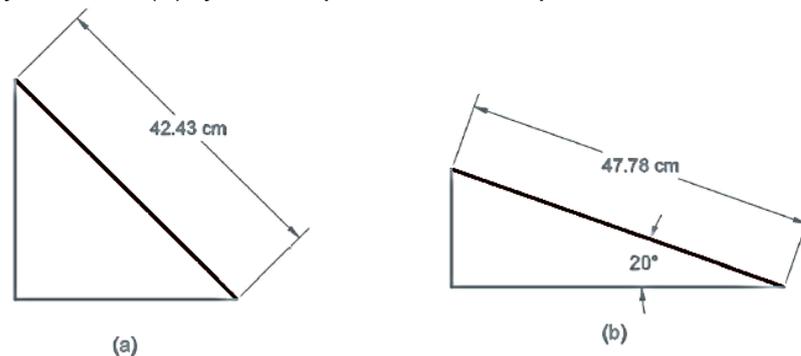
$$D = 40 \text{ s} \times 0.094 \text{ m/s}$$

$$D = 3.75 \text{ m}$$

La distancia asignada es de 3,75 m a partir del punto de carga, hasta la rampa de acceso a la batea de aturdimiento.

- **Rampas**

Designado para el fácil acceso de los pollos hacia la batea, la primera rampa (1) va aislada del tanque aturridor para evitar que los pollos entren en contacto con la corriente, además de una inclinación de 19° para acomodar la cabeza y evitar que la tenga alzada, y la otra rampa (2) para la salida del ave aturdida. En la figura 16 se puede apreciar las longitudes de desplazamiento para la salida (a) y entrada (b), y el tiempo se calcula aplicando la ecuación 7.



**Figura 16.** Rampa de salida (a), rampa de entrada (b)

$$t = \frac{D}{Vl} \quad [7]$$

$$t = \frac{(0.4243 + 0.4778) \text{ m}}{0.094 \text{ m/s}}$$

$$t = 9.597 \text{ s}$$

El tiempo de recorrido teórico sobre las rampas es de 9.6 segundos, en la práctica, el pollo recorrerá solo la mitad de las rampas, debido a la posición de los ganchos y al tamaño de los pollos, estos contactan con las rampas con aproximación a su altura media, que representa un recorrido de unos 0,46 m en 4,91 s.

- **Aturdimiento**

Es la etapa donde los pollos entran al proceso de insensibilización cuyos valores de tiempo y distancia fueron dados para el cálculo de la velocidad lineal, 0,7 m en 8 segundos.

- **Sacrificio**

El sacrificio se realizará de una manera rápida y efectiva cortando la yugular de derecha a izquierda, ya que el aturdimiento durará el lapso de 40 a 60 segundos como se menciona en las normas (AGROCALIDAD, 2018, pág. 46),

lo que dará muerte al ave no más de 3 segundos una vez que haya abandonado batea.

- **Desangre**

Aprovechando el tamaño de la cinta transportadora, el diseño cuenta con un sistema de desangre. El tiempo que lleva el desangre varía según el peso y tamaños del animal, sin embargo, debe durar por lo menos 30 segundos para que sea considerado satisfactorio (AGROCALIDAD, 2018, pág. 46) con lo cual se decidió en 34 segundos por las configuraciones de diseño. Aplicando la ecuación 6 dio una distancia de trabajo de 3.38 metros.

$$D = V l \times t$$

$$D = 34 \text{ s} \times 0.094 \text{ m/s}$$

$$D = 3,19 \text{ m}$$

- **Descarga**

Por último el tiempo de descarga del pollo se optó por 5 segundos, de esta manera se asegura que no se acumulen las aves desangradas y no afecte al siguiente proceso (carga). Se encontrará la distancia de trabajo con la ecuación 6 quedando en 0.47 m.

$$D = V l \times t$$

$$D = 5 \text{ s} \times 0.094 \text{ m/s}$$

$$D = 0,47 \text{ m}$$

En la tabla 10 se muestra la sumatoria de las distancias para la elaboración de la cinta de transporte y los tiempos de trabajo de cada etapa.

**Tabla 10.** Tiempos y distancias de trabajo

ACCIÓN	DISTANCIA (m)	TIEMPO (s)
Carga	3,75	40
Aturdimiento	0,75	8
Sacrificio	0,28	3
Sangrado	3,19	34
Descarga	0,47	5
Rampas	0,46	4,91
<b>TOTAL</b>	<b>9,04</b>	<b>96,40</b>

El tiempo total fue de 96,40 segundos, que sería una aproximación de 01:36 minutos el ciclo ideal de recorrido para cada pollo en un perímetro de 9 metros de longitud.

- **Selección del material**

Para la construcción de la riel de transporte se eligió un perfil liviano y resistente para evitar grandes cargas hacia los soportes y a los pernos de sujeción que conecta a los mismos, así que la mejor opción fue un perfil tipo “G” de 8 x 4 cm, cuyas características se verá en la tabla 11 y las dimensiones en el ANEXO 9.

**Tabla 11.** Características perfil tipo “G”

Norma	NTE INEN 1 623
Calidad	ASTM A36 - SAE J 403 1090
Longitud de entrega	6 metros
Tolerancia	+40mm – 0 mm
Acabado	Galvanizado

(DIPAC, 2019)

- **Dimensiones específicas**

Para cubrir los 9 metros del perímetro, se modeló al perfil en una figura rectangular de 2 x 1.5 metros, con secciones circulares en las esquinas de 20 cm de diámetro. Así mismo una curvatura en S hacia el eje de las –Y de 20 cm de alto y 110 cm de largo. Esta curvatura se da para que los troles con las aves puedan entrar libre hacia la batea de aturdimiento y así mismo salir.

Por la facilidad de moldeo del perfil en curvas verticales, se tomó en cuenta el lado interno del perfil para la curvatura de 90°, es decir se dobló hacia la cara interna. En la figura 17 se tiene una estructura modelada en 3D del perfil como riel de transporte.



**Figura 17.** Riel de la cinta transportadora modelado en 3D.

En el Anexo 28 se encuentra el planos con las dimensiones de la cinta transportadora.

### 2.3.2. TROL DE ARRASTRE

Para el diseño del trol de arrastre, se seleccionará un material que no presente ruido al momento del trabajo, y que tenga una excelente resistencia a la fricción, por lo cual se descartó el uso de rodamientos metálicos y se eligió Nylon para las ruedas.

- **Ruedas**

Se adaptó las dimensiones de las ruedas para que pueda transitar con libertad por el perfil tanto en altura como en espesor, considerando que la correa tipo "G" tiene 8 x 4 cm, a las ruedas se les dio las dimensiones de 5 x 2,5 cm y un diámetro interno de 10 mm para el ingreso del eje del gancho como muestra la figura 18. De esta manera se dio espacio para poder colocar las seguridades tanto al final de la rueda, como al inicio, y con la altura suficiente para que los pernos de sujeción de la cinta, no interfiera en el proceso de arrastre.



Figura 18. Diseño en 3D de la rueda de arrastre.

- **Ganchos de carga**

Se diseñó los ganchos de acuerdo a un promedio de la separación de las patas de los pollos con una separación de 20 cm y una altura de 60 cm desde el centro de la rueda, hasta el fin del gancho como se ve en la figura 19. Se usó una varilla lisa de 10 mm de diámetro que embona en las ruedas de los trols y en las cadenas de arrastre. La particularidad que tiene el diseño de los ganchos es la de forma en que el centro de gravedad va a par del centro de la rueda, de esta manera las fuerzas gravitatorias no se ven afectadas en el recorrido, ni en posibles movimientos brusco de las aves. En el Anexo 29 se encuentra el planos con las dimensiones del trol.



Figura 19. Modelado en 3D de gancho de carga.

- **Selección de cadena**

Se optó por elegir una cadena de eslabones debido a que posee grados de libertad en todas sus direcciones a diferencia de las cadenas de rodillos que solo posee en una sola dirección. Para un adecuado acople en el diámetro de los ganchos, la selección de la cadena deberá tener una anchura interior ( $w_1$ ) de 13,4 mm y un paso nominal de 30 mm (ANEXO 10), por lo cual el modelo WC802-10 coincidía con las características del diseño. En la figura 20 se muestra el parámetro a considerar en la selección de la cadena, nótese la dimensión  $w_1$ .

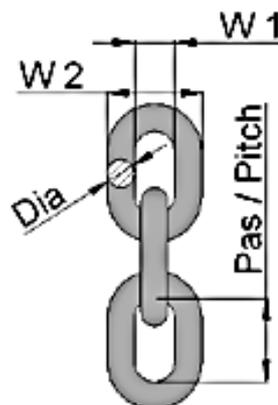
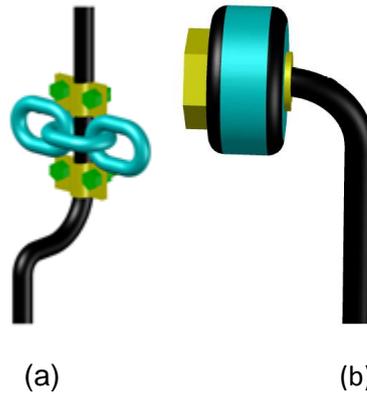


Figura 20. Parámetros de selección de cadenas.

- **Seguridad en los ganchos**

Para evitar que la cadena la fricción entre la cadena y el trol, se empleó un sistema de seguridad a base de platinas en forma de grapa que retienen el movimiento axial como se muestra en la figura 21 (a), al momento de pasar por la batea de aturdimiento. Así mismo para evitar el desprendimiento de la rueda en el gancho, se colocó una tuerca y rodela al final del gancho y un anillo de seguridad (ANEXO 11) al otro extremo de la rueda como muestra la figura 21 (b).



**Figura 21.** Modelado 3D de los seguros en los ganchos,  
(a) Protección de cadena, (b) Protección de rueda.

### 2.3.3. SISTEMA DE TRANSMISIÓN

#### Selección del motor

Para empezar con el diseño del sistema de transmisión, se deberá conocer dos parámetros principales, la velocidad lineal y angular del trabajo a efectuarse. En el capítulo 2.1.1 se logró encontrar la velocidad angular ( $V_l = 0.094 \text{ m/s}$ ), y con el diámetro del piñón de salida (9 cm) se encontrará la velocidad angular en RPM mediante la ecuación 8.

$$w = \frac{V_l}{r} \quad [8]$$

Donde:

$w$ = velocidad lineal en radianes (rpm)

$V_l$ = velocidad lineal (m/s)

$r$ = radio del piñón de salida (m)

$n$ = número de revoluciones por minuto (rpm)

$$w = \frac{0.094 \text{ m/s}}{0.045 \text{ m}}$$

$$w = 2.089 \text{ Rad/s}$$

Y este valor se convertirá a rpm con la ecuación 9:

$$n = \frac{w \text{ Rad}}{2\pi} \times 60 \text{ Seg} \quad [9]$$

$$n = \frac{2.083 \text{ Rad/Seg}}{2 \times 3.1416} \times 60 \text{ Seg}$$

$$n = 19.948 \text{ rpm}$$

La velocidad angular del motor será de 20 rpm lo cual permitirá cumplir el tiempo y distancia programada anterior para efectuar el trabajo. Para el cálculo de la potencia del motor se tomará en cuenta parámetros físicos como fuerza de rozamiento de la rueda (ecuación 10) y el torque (ecuación 11).

La fuerza de rozamiento se encuentra multiplicando la fuerza normal que soporta las ruedas multiplicado por el coeficiente de rozamiento dinámico que es la fricción producida por la rueda sobre el acero, cuyo valor está dado por el fabricante en las especificaciones técnicas del Nylon, en este caso el valor es de 0.43 (ANEXO 12). La fuerza normal es la sumatoria de las fuerzas que soporta la rueda, es decir, la suma de la masa acoplada a los ganchos de transporte, este dato se detalla en la tabla 12 a continuación.

**Tabla 12.** Masa de materiales acoplados a cada gancho.

LONGITUD (m)	MATERIAL	PESO UNITARIO (kg)
	Nylon	0,05
0,3	Varilla 8 mm	0,12
1,3	Varilla 10 mm	0,80
0,25	Cadena	0,55
	Pollo	2,70
<b>TOTAL</b>		<b>4,22</b>

El total de masa por cada trol es de 4,22 kg, se multiplica por la gravedad y por 28 troles en la cinta, el valor de la fuerza normal da la ecuación 10.

$$Fn = Mtrol * g * Nt \quad [10]$$

Donde:

$Fn$ = Fuerza normal (kN)

$Mtrol$ = Masa del trol (kg)

$g$ = Aceleración de la gravedad ( $m/s^2$ )

$Nt$ = Número de troles

$$Fn = 4.22 \text{ kg} * 9.81 \frac{m}{s^2} * 28 \quad [10]$$

$$Fn = 1159.15 \text{ N} = 1.159 \text{ kN}$$

Una vez encontrada la fuerza normal se multiplicará por el coeficiente de rozamiento dinámico, para obtener la fuerza total de rozamiento a través de la ecuación 11.

$$F_{tr} = F_n * \mu_d \quad [11]$$

Donde

$F_{tr}$ = Fuerza total de rozamiento (kN)

$\mu_d$ = coeficiente de rozamiento Nylon 6

$$F_{tr} = 1.159 \text{ kN} * 0.43$$

$$F_{tr} = 0.498 \text{ kN}$$

Con la fuerza total de rozamiento, se encontrará el Torque de trabajo (ecuación 12) que caerá sobre el sistema de transmisión y de esta manera encontrar la potencia requerida del motor (ecuación 12)

$$T = F_{tr} * r \quad [12]$$

Donde:

$T$ = Torque o par del motor (Nm)

$r$ = Radio del piñón motriz (m)

$$T = 0.498 \text{ kN} * 0.05 \text{ m}$$

$$T = 0.0249 \text{ kNm} = 24.9 \text{ Nm}$$

La potencia y el torque de selección se complementan en la ecuación 13.

$$T_n = \frac{716.2 * P_n}{n} \quad [13]$$

Donde:

$T_n$ = Torque del motor (Nm)

$P_n$ = Potencia del motor (HP)

$n$ = Velocidad angular (rpm)

Encontrado el torque, se prosigue a despejar la potencia de selección  $P_n$  en la ecuación 14.

$$P_n = \frac{T_n * n}{716.2} \quad [14]$$

$$P_n = \frac{23.9 \text{ Nm} * 20 \text{ RPM}}{716.2}$$

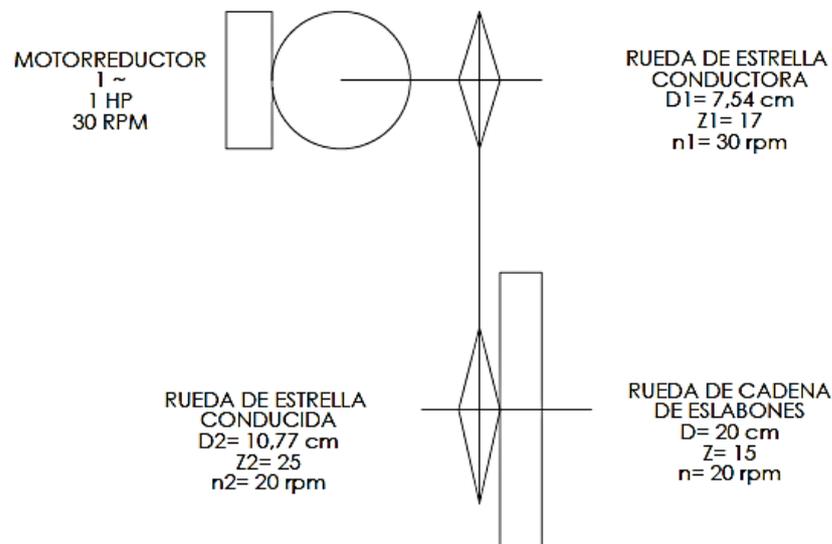
$$P_n = 0.667 \text{ HP}$$

La selección de potencia del motor se de 0.7 HP, es decir, se puede optar por un motor de 3/4 HP o a su vez, debido a la gran demanda en el mercado, se designará el uso de un motor de 1 HP. (ANEXO 13).

### Selección de ruedas de estrella.

La forma de transmisión de potencia del motor hacia los troles se realizará a través de una transmisión por cadenas de rodillos y cadena de eslabones para el arrastre de los troles.

El sistema por cadenas de rodillos permitirá conectar el motor eléctrico con la rueda de estrella que se acopla en el mismo árbol en el que se ubica la rueda de cadena de eslabones como se visualiza en la figura 22, encargada de transmitir el movimiento de la cadena de eslabones. Ello asegura una reducción de la velocidad angular del motor (30 RPM) a la (20 RPM) con la que rota el sistema de ruedas de cadenas de eslabones.



**Figura 22.** Diagrama cinemático del sistema de transmisión.

Para diseñar el sistema de transmisión de las ruedas de estrella, se empezará calculando la relación de transmisión del sistema ( $i$ ), la cual se da en la ecuación 15.

$$i = \frac{N1}{N2} = \frac{Z2}{Z1} \quad [15]$$

Donde:

$i$ = relación de transmisión

$N1$ = Revoluciones por minuto rueda conductora (rpm)

$N2$ = Revoluciones por minuto rueda conducida (rpm)

$Z2$ = Número de dientes rueda conducida

$Z1$ = Número de dientes rueda conductora

$$i = \frac{30 \text{ rpm}}{20 \text{ rpm}} = 1.5$$

El número de dientes de la rueda de estrella viene dado de la relación del paso del diente, con el perímetro de la rueda. Empleando la velocidad angular y la potencia del motor da como resultado el uso de la cadena 80 (16 A) (ANEXO 14). El uso de la tabla dada en el ANEXO 15, muestra el paso de la cadena según Norma ISO 606 (serie Americana) de 1" (25.4 mm).

Sin embargo, al poseer un diámetro de 10 cm, el número de dientes estaría por debajo de lo recomendado que es 17 dientes, por lo cual se usará la mitad del paso seleccionado, es decir, 1/2 "(17,4 mm), compensando la distribución de la potencia en una rueda de estrella doble. Mediante la ecuación 16 se calculará el número de dientes de la rueda conducida.

$$Z_2 = \frac{2\pi r}{p} \quad [16]$$

Donde:

$2\pi r$  = cálculo del perímetro de la rueda conducida (m)

$p$  = Paso del diente (m)

$$Z_2 = \frac{2 \times \pi \times 0.05 \text{ m}}{0.0127 \text{ m}}$$

$$Z_2 = 24.7$$

El número de dientes de la rueda de estrella conducida es 24.7, además es preferible tener un número de dientes impar en el piñón, para evitar un eslabón especial con la cadena (Budynas, Keith, 2008, pag. 893), lo cual se designa 25 dientes para la rueda de estrella conducida.

Para encontrar los dientes de la rueda conductora se divide los dientes  $Z_2$  para la relación de transmisión 1,5.

$$Z_1 = \frac{Z_2}{1.5}$$

$$Z_1 = \frac{25}{1.5}$$

$$Z_1 = 16.7$$

Calculando el número de dientes de la rueda conductora es de 16,7, lo que daría un total de 17 dientes. También se encontrará el diámetro de la rueda dentada conductora, despejando el perímetro de la ecuación 16.

$$P = p \times Z_1$$

$$P = 1,27 \times 17$$

$$P = 21,59 \text{ cm}$$

Con el perímetro encontrado se puede calcular el radio y diámetro de la rueda dentada.

$$r = \frac{P}{2\pi}$$

$$r = \frac{21,59 \text{ cm}}{2\pi} = 3.436 \text{ cm}$$

El radio del piñón conductor es de 3,436 cm, y siendo el diámetro 2r lo cual daría un resultado de 6,87 cm. Considerando los valores de fabricación estándar de las ruedas de estrella, se seleccionaron mediante catálogos de fabricantes, quedando al final un piñón 40B17 como rueda conductora y 40B25 como rueda conducida (ANEXO 16). En los Anexos 31, 32 y 33 se encuentran los planos de las dimensiones de los piñones.

### **Selección de la cadena de rodillo.**

Para la selección de la cadena se guiará en el gráfico dado por las Normas ISO 606 de la serie Americana (ANEXO 14) en el cual se ubicará la velocidad de la rueda pequeña (30 RPM) y la potencia del motor (0.75 HP), se coloca el punto en el eje de coordenadas y el resultado fue la cadena 80 (16 A) vista anterior, cuyo principal parámetro es el paso de 1" o 25.40 mm (ANEXO 15), cuya medida se usó para calcular así mismo el paso de las ruedas dentadas.

### **Diseño de la rueda de cadena de eslabones.**

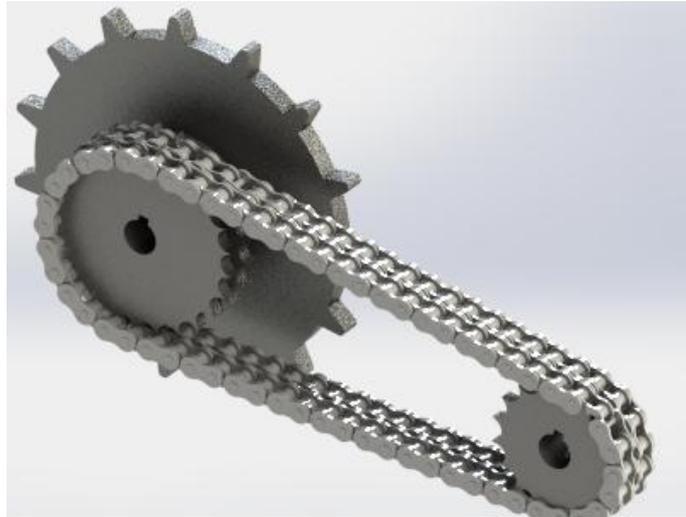
En el diseño de esta rueda se tomará en cuenta la medida del paso de la cadena de eslabones vista en la figura 19 donde  $w_1$  es igual a 13 mm, y el paso nominal es 3 veces el diámetro de la varilla, es decir tres por diez milímetros dando un total de 24 mm. Los parámetros de diseño de la rueda es demostrada en la tabla 13. Se consideró el diámetro de la curvatura del riel para coincidir con la rueda.

**Tabla 13.** Dimensiones rueda dentada principal.

CARACTERÍSTICAS	MEDIDA
Diámetro	200 mm
Diámetro Del Eje	19 mm
Espesor Del Diente	10 mm
Altura Del Diente	17 mm
Numero De Dientes	15

El número de dientes de trabajo se redujo a la mitad debido a que el segundo eslabón de la carrera está girado 90° debido a su diseño. En la figura 23 se visualizará la instalación de los sistemas de transmisión del motor hasta la

rueda dentada principal y en el Anexo 30 se encuentra el plano del sistema de transmisión.



**Figura 23.** Sistema de transmisión por cadena

- **Polea guía.**

El sistema de guía de la cadena de eslabones constará de 3 poleas de 20 cm de diámetro con rodamiento interno para la sujeción fija de los ejes con pista interna de 19 mm. De esta manera se conseguirá que la cadena y polea no esté sometido a grandes esfuerzos producido por la fricción al momento del trabajo. La polea dispondrá de un canal de 30 mm para el acople de la cadena, y el material será de Nylon para evitar ruidos excesivos y mejorar el agarre con la cadena. Figura 24.



**Figura 24.** Polea guía.

*(Ferretería PUIG, 2019)*

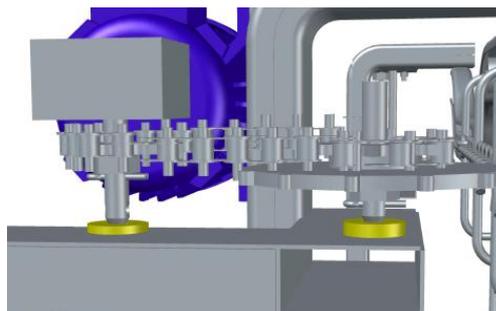
## 2.1.4. SISTEMAS DE ESTRUCTURAS

Para la sujeción del riel de guía y para el descanso de los elementos de transmisión, se seleccionó un perfil rectangular de acero galvanizado NTE INEN 2415 de 80 x 40 mm y un espesor de 3 mm. Además de una base en los parantes lleva un soporte de 20 x 20 cm y 5 mm de espesor de acero negro para evitar movimientos no deseados y asegurar el nivel del piso soporte. Para el montaje del riel en las estructuras se eligió el uso de pernos hexagonales PG050100 de 1 x 1/2 pulgada, de esta manera se asegura un desmontaje sin necesidad de deformar las piezas. ANEXO 17.

### Estructuras de apoyo

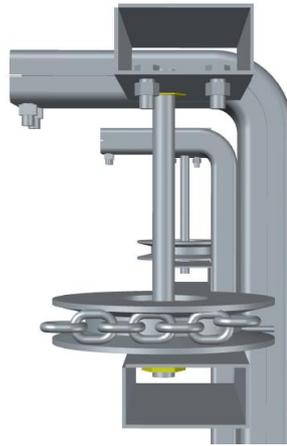
Se utilizará el perfil rectangular de 80 x 40 mm para conseguir que los sistemas de transmisión como son las ruedas dentadas y las poleas guías, tenga un lugar de apoyo, evitando que se desnivelen del lugar de origen y de esta manera la cadena de eslabones no tienda a salirse. Otra de las particularidades que presentan estos apoyes es la de un canal para tensar en sentido horizontal y nivelar la cadena en un sentido vertical. Esto se debe a que posee un canal en la parte inferior del perfil, permitiendo al eje desplazarse en las dos dimensiones como se ve en la figura 25.

Para evitar la fricción del eje sobre el acero del perfil, se colocará un rodamiento de bola para que el eje descansa y pueda girar con libertad y de esta manera asegurar que el material, tanto del perfil como del eje se desgaste por la fricción. El rodamiento irá soldado al perfil a través de la pista exterior, dejando a la pista interior como lugar de apoyo como muestra la figura 26.



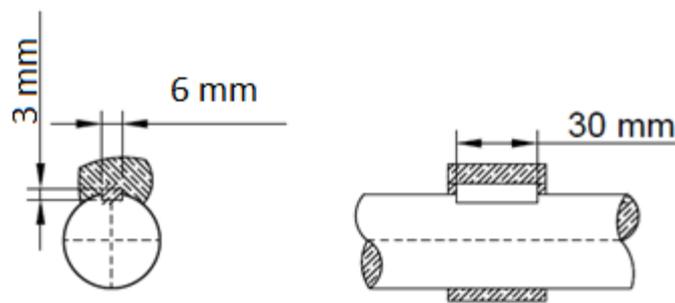
**Figura 25.** Perfiles de apoyo para ejes.

Para las poleas el sistema de apoyo funciona de manera inversa, ya que el eje va fijo al perfil sujeto mediante tuercas (ANEXO 18) la polea reposará sobre una tuerca y un pasador (ANEXO 19), siendo la pista externa la que permite el giro, además de las ranuras para el temple de la cadena visualizada en la figura 26. En el Anexo 27 se encuentra los planos de las dimensiones de las estructuras.



**Figura 26.** Sistema de apoyo para las poleas.

Todos los sistemas de transmisión están conectados a un eje de 3/4 de pulgadas, con hilo maquinado para las tuercas y chavetera de dimensiones 6 x 6 mm y 30 mm de largo como se ve en la figura 27. El ANEXO 20 muestra la selección de las chavetas según el diámetro del eje a trabajar.



**Figura 27.** Chaveta y chavetero de los ejes.

La base de apoyo tiene un rodamiento 61903 como se ve en la figura 28, con la medida de la pista interna de 17 mm (ANEXO 21). El eje tendría un ligero acabado cónico para que pueda embonar en la pista.



**Figura 28.** Rodamiento SKF 61903.  
(RS, 2019)

- **Batea de sumersión**

Para el diseño de la batea de aturdimiento se eligió una plancha de acero inoxidable AISI 304 de 1.5 mm de espesor, debido a las altas características de fabricación que posee, gracias a su aleación de níquel y cromo le dan una buena resistencia a la corrosión del agua, ácidos y soluciones alcalinas (ANEXO 22). Además la batea lleva una estructura de perfil rectangular de acero negro de 5 x 2.5 cm y 2 mm de espesor. Además de una base para los parantes de 10 x 10 cm y 0.7 mm de espesor para mejorar el soporte.

En la batea se encuentra la rampa de acceso y salida de los pollos que se visualizó en el apartado 2.1.1, la rampa de acceso se encuentra aislada del tanque mediante una separación de 5 mm de espesor del mismo material de las ruedas (Nylon), de esta manera evitará que las aves entren en contacto con la corriente. Así mismo en el fondo se encuentran dos electrodos de acero inoxidable a lo largo de la batea, lo que permite la transferencia de corriente de las tarjetas electrónicas a la solución salina para el proceso de electronarcosis.

Además la batea estará apoyada en la estructura y sujeta mediante pernos, ya que por las diferencias de propiedades térmicas de los materiales, era complicado unir los metales mediante soldadura. En la figura 29 se observará un modelado final de la estructura y en los Anexos 34, 35 y 36 se encuentra los planos de los componentes de la batea.

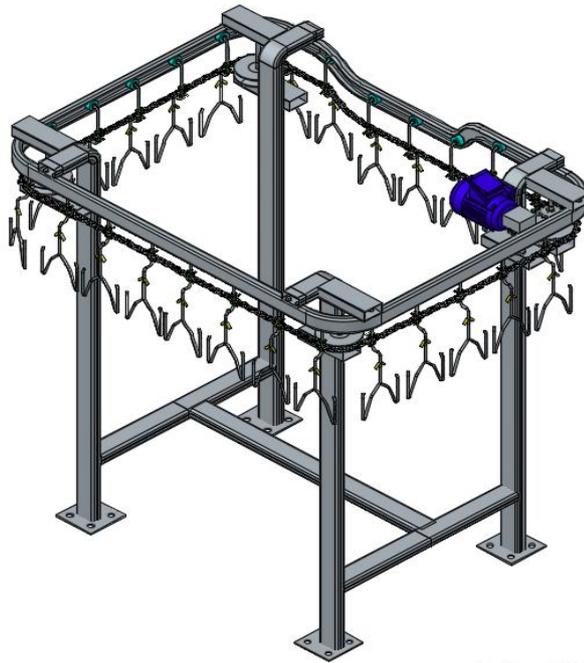


**Figura 29.** Modelado 3D de la batea de aturdimiento.

- **Máquina terminada**

Una vez definido los parámetros de diseño y construcción, se continuará al ensamble de la máquina visualizada en la figura 30, el montaje se da mediante medidas reales y de esta manera conocer puntos y distancias críticas, en las cuales eviten un ensamble programado y definido. Las bases de la estructura estará sobre una plancha de tol de 20x20 cm y 5 mm de espesor, y este a su

vez irá empernada mediante pernos de expansión galvanizado de 3/8 x 3 pulgadas al suelo (ANEXO 23). En el Anexo 25 se encuentra el plano con la distribución de los elementos que componen la máquina de aturdimiento.



**Figura 30.** Máquina ensamblada.

### **3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Tomando en base los parámetros de diseño, se procedió a realizar las pruebas reales, considerando las magnitudes eléctricas y tiempos de trabajo.

Premisas para la realización de las pruebas de aturdimiento:

- Se considerará los pollos de mayor tamaño y peso.
- Disolver una solución salina al 1% en el agua para mejorar la conductividad.
- Se procederá a aturdir durante un tiempo constante de 8 segundos.
- El tiempo de aturdimiento será instantáneo (< 1 segundo).
- Si sobrepasa el tiempo de 1 segundo, se suspende el aturdimiento.
- No se hará pruebas a pollos que presenten lesiones.
- La segunda prueba se realizará pasada 45 minutos después de la primera prueba.

Mediante estos lineamientos se verificará resultados promediados en las avícolas y pollos en general.

#### **3.1. PREPARACIÓN**

Antes de proceder a las pruebas, se deberá construir un mecanismo que soporte la suspensión de los pollos, por lo cual se consideró realizar un gancho de varilla de 1/4 de pulgada, doblado de tal manera que el ave no se mueva antes del aturdimiento, ni después del desangre. Este gancho estará sujeto a un cordel de yute para evitar la descarga con el operario, ya que en el gancho irá conectado la señal de neutro.

Se empleó el uso de un recipiente de acero para la colocación de la varillas de cobre de 1/2 pulgada conectada a la señal de línea del sistema de aturdimiento.

#### **3.2. PRUEBA 1**

**Objetivo: provocar la insensibilización.**

Antes de realizar la prueba 1 se procedió a pesar los pollos para encontrar un valor promediado y de esta manera manipular las medidas eléctricas. En la tabla 14 se muestra los valores en libras de cada pollo.

**Tabla 14.** Peso de cada pollo.

POLLOS	PESO
P1	5,6 Lb
P2	5,8 Lb
P3	6,2 Lb
P4	6,3 Lb
P5	5,9 Lb
PROMEDIO	5,96 Lb

Una vez obtenidos los pesos, se procede a calibrar la frecuencia visualizada en la figura 31 a y el voltaje como se ve en la figura 31 b, en el tablero de control.



(a)

(b)

**Figura 31.** (a) Frecuencia dada de 400 Hz, (b) Voltaje a 49.7 V

En la tabla 15 se observa los valores eléctricos y el resultado obtenido.

**Tabla 15.** Valores promedio de aturdimiento.

POLLOS	VOLTAJE	FRECUENCIA	TIEMPO RECUPERACION
P1	48 V	400 Hz	1:40 Min
P2	50 V	400 Hz	2:00 Min
P3	50 V	430 Hz	2:40 Min
P4	40 V	400 Hz	NO HAY ATURDIMIENTO
P5	50 V	400 Hz	2:00 Min
MODA	50 V	400 Hz	2:00 Min

Se verificó que a un voltaje bajo no existe aturdimiento, además que a mayor frecuencia, mayor será el tiempo de aturdimiento. Mediante la moda se notará que 50 V y 400 Hz, es la medida acertada para la insensibilización.

### 3.3. PRUEBA 2

Objetivo: determinar tiempo de desangre

Una vez conocido los valores de frecuencia y voltaje, se esperó un lapso de 45 minutos a que los pollos se reestablezcan. Posterior a este procedimiento, el siguiente aturdimiento se complementa con el sacrificio para controlar el tiempo de desangre del pollo, para esto se realizara un corte en la yugular de derecha a izquierda. En la tabla 16 se observa el tiempo de desangrado, a 400 Hz, 50 V y 8 segundos.

**Tabla 16.** Tiempo de desangre de los pollos.

POLLOS	TIEMPO DESANGRE
P1	0:25 Min
P2	0:26 Min
P3	0.26 Min
P4	0:35 Min
P5	0:30 Min
PROMEDIO	0:28 Min

De esta manera se analizará el tiempo de desangre promedio de los pollos, hay que recordar que estos tiempos no son precisos, ya que varía el aturdimiento y peso de cada pollo.

### 3.4 PRUEBA DE LA MÁQUINA

Mediante el programa AutoCAD 2016 se obtuvo el modelo 3D del sistema mecánico con todos los elementos como se visualizó la figura 28, por lo cual se trabajó con medidas reales a escala de 1:50, y así se verificó distancias, modos de ensambles y errores que podrían presentarse en cada componente mecánico.

Así mismo, usando el software SOLIDWORKS Versión Prueba, se verificó mediante simulación los valores de esfuerzos (Tabla 17), además la deformación máxima y mínima tensión de Von Mises como muestra la figura 32, la máxima deformación en la figura 33 y el factor de seguridad mínimo en la figura 34.

**Tabla 17.** Valores encontrados en simulación.

Fuerzas de reacción (N)	21079
Momentos de reacción (N.m)	212.4
Tensión Max (Mpa)	77.1626
Deformación Max (mm)	14
Factor de Seguridad Min	2.6

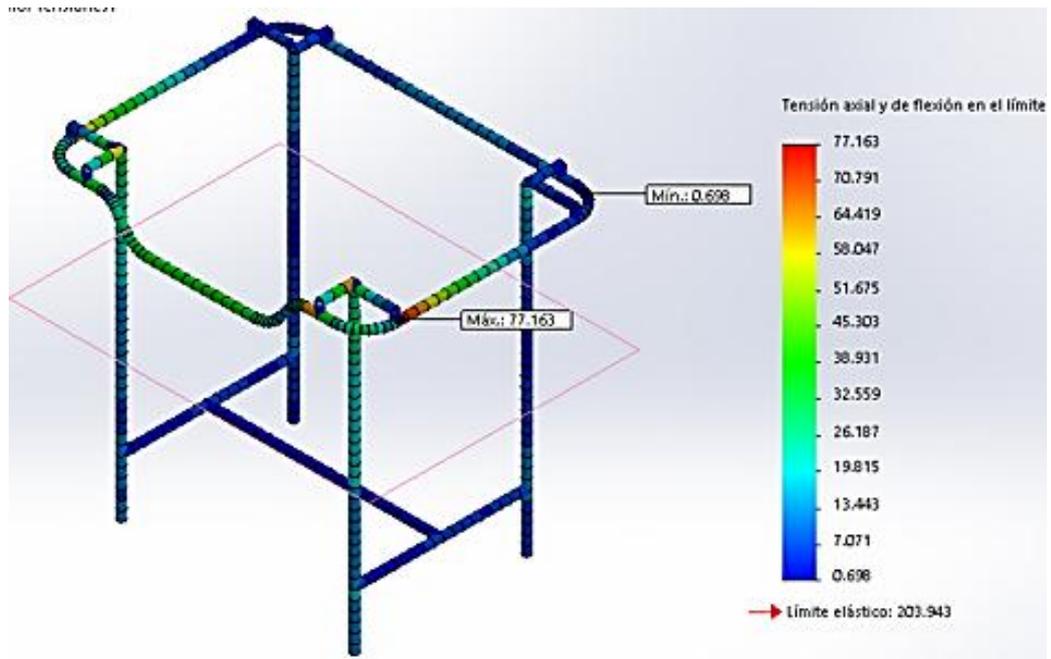


Figura 32. Máximo y mínimo tensión de Von Mises

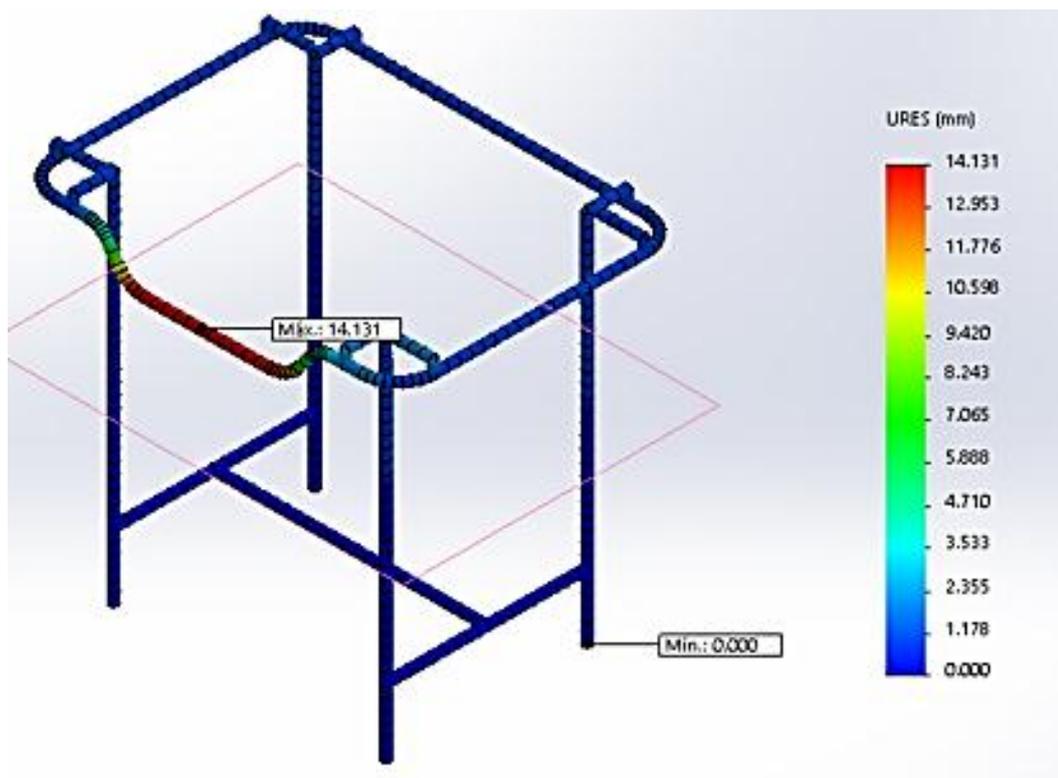


Figura 33. Máximo y mínimo deformación.

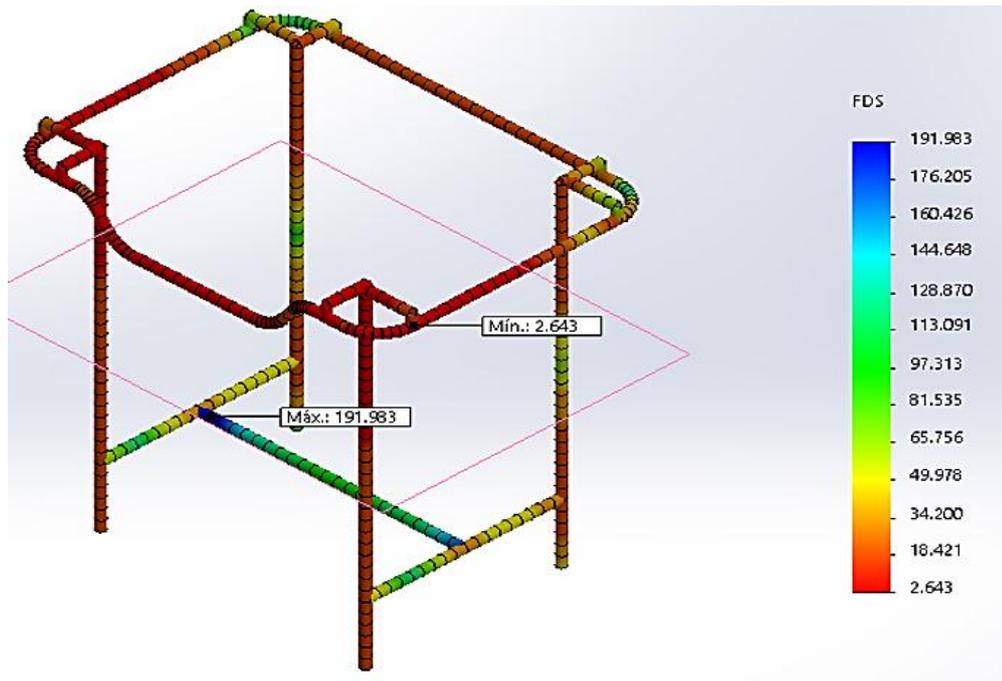


Figura 34. Máximo y mínimo factor de seguridad.

### 3.5 INDICADORES DE PRODUCCIÓN

En la tabla 1 del primer capítulo se logra visualizar la máxima y mínima cantidad de pollos producidos a la semana por avícola, mediante estos valores, se pueden calcular el tiempo de producción de pollos aturdidos mediante el ciclo de trabajo que se obtiene en el funcionamiento de la máquina, y así se analizó los indicadores divididos en etapas de producción donde se demuestra el rendimiento del proceso mediante el uso del sistema de aturdimiento.

#### 3.5.1. CAPACIDAD DE RESPUESTA

- **Ciclos de trabajo.-** mediante el perímetro de la cinta, la distancia entre troles y la cantidad de pollos diarios, se logra determinar los ciclos requeridos para la producción.

$$CT = \frac{Dt * \frac{Ps}{7}}{Pc} \quad [17]$$

Donde:

$Ct$ = Ciclos de trabajo

$Dt$ = distancia entre troles

$Ps$ = pollos semanal

$Pc$ = Perímetro de la cinta

$$CT = \frac{0,32 \text{ m} * \frac{3000}{7} \text{ u}}{9,04 \text{ m}} = 15,17$$

Un total de 15 ciclos trabajará la máquina para compensar la producción diaria máxima de pollos.

### 3.5.2. MEJORA DE LA CALIDAD

- **Producto aturdido y sacrificado.-** mediante las pruebas 1 y 2 realizadas anterior, se logra visualizar que el pollo faenado no muestra ningún tipo de laceraciones, quemaduras o moretones por forcejeo o descarga eléctrica.
- **Diferencias entre proveedores.-** el uso de la máquina provocaría un impacto entre avícolas y la comunidad en general, ya que se inculcaría la idea de un sistema tecnológico que impide el sufrimiento animal y aumento de la calidad de la carne.

### 3.5.3. MEJORA DE LA EFICIENCIA

- **Tiempo de trabajo.-** una vez conseguido los ciclos de trabajo, este valor se multiplica por el tiempo de trabajo requerido en un ciclo y se obtendrá el tiempo total de trabajo.

$$Tt = Ct * Tc \quad [18]$$

Donde:

$Tt$ = Tiempo de trabajo (min)

$Ct$ = Ciclos de trabajo

$Tc$ = Tiempo en un ciclo

$$Tt = 15,17 * 96,40 \text{ seg} * \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ seg}}$$

$$Tt = 24,37 \text{ min}$$

- El tiempo de trabajo será aproximadamente 24:22 minutos, recalcando que este llegaría a ser un “tiempo ideal” de trabajo; es decir, sin ningún tipo de interrupciones.

### 3.5.4. REDUCIR EL MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA

- **Lugar de trabajo.-** con el uso de la maquina se consigue que el lugar de trabajo esté aseado, debido al sistema de transporte de sangre y su posterior desagüe.

### 3.6. INDICADORES ECONÓMICOS

Los indicadores económicos muestra la viabilidad del proyecto para su posterior ejecución. Se inició encontrando el costo total de los elementos de la maquinaria y su mano de obra, y a partir de este punto se logró calcular el Periodo de Recuperación de Inversión (PRI), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Valor Agregado Neto (VAN).

#### 3.6.1. COSTO DEL PROYECTO

El costo total de la maquina consta de la suma de los elementos electromecánicos usados en el proyecto más la mano de obra total; es decir, solo los precios fijos, despreciando los costos variables de producción. Para lo cual se dividió en cuatro elementos: estructurales mecánicos, accesorios mecánicos, electrónicos y eléctricos.

- **Costo de accesorios mecánicos**

Para definir los costos de accesorios mecánicos, se optó por elegir los elementos de transmisión y las uniones fijas y desmontables, además del motorreductor y los elementos del sistema de troles como se muestra en la tabla 18., los valores de los elementos de seguridad se incluyen en el apartado de varios debido al reducido costo que estos poseen.

**Tabla 18.** Costo de accesorios mecánicos.

ELEMENTOS ACCESORIOS MECANICOS					
ELEMENTOS	CARACT.	CANT.	DIM.	COSTO (U)	COSTO (T)
Rodamientos Axiales	SKF 61903	4 u	30 x 17 mm	\$ 2,50	\$ 10,00
Bocines	Ø 11 mm	28 u	25 mm	\$ 1,00	\$ 28,00
Poleas	Poliamida 19 mm e 1 Canal	3 u	Ø 200 mm	\$ 15,00	\$ 45,00
Piñón	Z= 13	1 u	Ø 200 mm	\$ 40,00	\$ 40,00
Piñón	Z= 9	1 u	Ø 72,8 mm	\$ 19,00	\$ 19,00
Piñón	Z= 13	1 u	Ø 137 mm	\$ 24,00	\$ 24,00
Cadena de Eslabones	Tc 802-08	10 m	1 ln	\$ 6,00	\$ 60,00
Cadena de Rodillos	ISO 16 A-1	1 m	1 ln	\$ 4,50	\$ 4,50
Nylon	Poliamida 6	1 m	Ø 50 mm	\$ 60,00	\$ 60,00
Pernos	Grado 5	28 u	1 x 1/2 ln	\$ 0,50	\$ 14,00
Pernos	Expansivos	16 u	1/4 ln	\$ 0,60	\$ 9,60
Motor	Reductor 3/4 HP	1 u	-	\$ 348,00	\$ 348,00
Eje de Transmisión	-	2 m	1/4 ln	\$ 3,00	\$ 6,00
<b>TOTAL</b>					<b>\$ 668,10</b>

- **Costo de estructuras mecánicas**

Los elementos de estructuras mecánicas, comprende todo referente a estructuras de apoyo y descanso de la máquina, como son los sistemas de transmisión y riel de transporte, incluido la batea de aturdimiento. En la tabla 19 se visualiza cada material con su respectivo precio. Se desprecia los costos de materiales de uniones como son los electrodos, ya que se desconoce la cantidad a utilizar, esta ira en costos varios, al igual que las tuercas y arandelas.

**Tabla 19.** Costo de elementos estructurales mecánicos.

ELEMENTOS ESTRUCTURALES MECÁNICOS					
MATERIAL	CARACT.	CANT.	DIM.	COSTO (U)	COSTO (T)
Perfil Tipo "G"	Galvanizado 3mm e	2 u	40 x 80 mm	\$ 16,00	\$ 32,00
Tubo Rectangular	NTE INEN 2415 3mm e	1 u	50 x 25 mm	\$ 22,00	\$ 22,00
Tubo Rectangular	Galvanizado 3mm e	3 u	80 x 40 mm	\$ 32,00	\$ 96,00
Varilla Redonda Lisa	-	4 u	Ø 10 mm	\$ 4,60	\$ 18,40
Varilla Redonda Lisa	-	2 u	Ø 8 mm	\$ 3,00	\$ 6,00
Varilla Acero Inoxidable	-	2 m	Ø 1/2 ln	\$ 5,00	\$ 10,00
Plancha Acero Inoxidable	AISI 304 1.5 mm e	2.5 u	1200 x 2400 m	\$ 70,00	\$ 175,00
Tol Estriado	3 mm e	0,25 u	1201 x 2400 m	\$ 45,00	\$ 11,25
Platina	-	1 u	3/4 x 1/8 ln	\$ 6,50	\$ 6,50
Angulo	-	1 u	1 ln	\$ 7,00	\$ 7,00
<b>TOTAL</b>					<b>\$ 384,15</b>

- **Costo de elementos eléctricos**

Los últimos elementos son los que trabajan a 110 VAC, cuyas conexiones van dirigidas a las tarjetas electrónicas y el motorreductor. Tabla 20.

**Tabla 20.** Costo de elementos eléctricos.

ELEMENTOS ELÉCTRICOS				
ELEMENTO	CARACT.	CANT.	COSTO (U)	COSTO (T)
Transformador	12V 1A	1 u	\$ 5,00	\$ 5,00
Selector	2 Vías	1 u	\$ 1,50	\$ 1,50
Luz Piloto	AD 16	1 u	\$ 1,75	\$ 1,75
Pantalla	-	1 u	\$ 20,00	\$ 20,00
Tablero Beacoup	OFAB001750	1 u	\$ 15,00	\$ 15,00
Breaker	DB10H	1 u	\$ 1,50	\$ 1,50
Cable Gemelo	2x14	3 m	\$ 0,45	\$ 1,35
Cable Gemelo	2x22	1 m	\$ 0,35	\$ 0,35
Enchufe	10 Amp	1 u	\$ 0,50	\$ 0,50
TOTAL				\$ 46,95

- **Costo de elementos electrónicos**

En este apartado se designó costos a los elementos netos que estuvieron involucrados en la creación de las tarjetas electrónicas, tanto para la tarjeta de fuerza, como la de control. Tabla 21.

**Tabla 21.** Costo de elementos electrónicos.

ELEMENTOS ELECTRÓNICOS				
ELEMENTO	CARACT.	CANT.	COSTO (U)	COSTO (T)
Capacitor electrolítico	1 uF	1 u	\$ 0,25	\$ 0,25
Capacitor electrolítico	2200 uF	1 u	\$ 0,50	\$ 0,50
Capacitor electrolítico	0,47 uF	2 u	\$ 0,25	\$ 0,50
Capacitor electrolítico	470 uF	2 u	\$ 4,00	\$ 8,00
Capacitor electrolítico	220 uF	2 u	\$ 3,50	\$ 7,00
Capacitor de cerámica	100 nF	5 u	\$ 0,05	\$ 0,25
Resistencias	2 kΩ	5 u	\$ 0,10	\$ 0,50
Resistencias	10 kΩ	2 u	\$ 0,10	\$ 0,20
Resistencias	470 kΩ	3 u	\$ 0,10	\$ 0,30

Continuación..

Continua.

Resistencias	120 $\Omega$	1 u	\$	0,10	\$	0,10
Resistencias	150 k $\Omega$	8 u	\$	0,10	\$	0,80
Resistencias	75 k $\Omega$	1 u	\$	0,10	\$	0,10
Resistencias	1 k $\Omega$	1 u	\$	0,10	\$	0,10
Resistencias	100 k $\Omega$	1 u	\$	0,10	\$	0,10
Resistencias	47 k $\Omega$	1 u	\$	0,10	\$	0,10
Resistencias	22 k $\Omega$	1 u	\$	0,10	\$	0,10
Resistencias	5 k $\Omega$	1 u	\$	0,10	\$	0,10
Regulador de Voltaje	7812	1 u	\$	0,35	\$	0,35
Moduladores de frecuencia	SG-3524	2 u	\$	3,00	\$	6,00
Diodo Semiconductor	1N4007	1 u	\$	0,15	\$	0,30
Puente Rectificador	4 Amperios	2 u	\$	0,50	\$	1,00
Potenci3metro Lineal	20 k $\Omega$	3 u	\$	1,00	\$	3,00
Optoacoplador	PC-817	8 u	\$	1,00	\$	8,00
Transistores Darlington	TIP-142	2 u	\$	2,50	\$	5,00
Borneras	KF301-2P	10 u	\$	0,25	\$	2,50
Base para IC	4 pines	8 u	\$	0,25	\$	2,00
Base para IC	16 pines	2 u	\$	0,50	\$	1,00
Baquelita	PCB	250 cm <sup>2</sup>	\$	35,00	\$	35,00
TOTAL					\$	83,15

- **Mano de obra**

Los costos de mano de obra, cubre solo el valor del trabajo del personal, se desprecia viáticos y otros valores. Tabla 22.

**Tabla 22.** Mano de obra.

ELEMENTOS ELECTRICOS			
PERSONAL	CANTIDAD	COSTO (U)	COSTO (T)
Soldador	1	\$ 200,00	\$ 200,00
Tornero	1	\$ 150,00	\$ 150,00
Fresador	1	\$ 75,00	\$ 75,00
El3ctrico	1	\$ 50,00	\$ 50,00
Ayudante Mecánico	2	\$ 75,00	\$ 150,00
TOTAL			\$ 625,00

- **Costo Total**

El costo total incluye los valores de los elementos antes mencionados, además de un valor equivalente al 75% de los costos totales que cubren viáticos, transporte, diseño de ingeniería y otros gastos. Tabla 23.

**Tabla 23.** Costo Total.

COSTOS TOTALES	
DESCRIPCIÓN	COSTO
Elementos Estructurales Mecánicos	\$385,15
Elementos Accesorios Mecánicos	\$668,10
Elementos Electrónicos	\$83,15
Elementos Eléctricos	\$46,95
Mano De Obra	\$625,00
75%	\$1.364,51
<b>TOTAL</b>	<b>\$3.164,61</b>

### 3.6.2. PERIODO DE RECUPERACIÓN DE INVERSIÓN (PRI)

El PRI, es el tiempo estimado en que la avícola recupera la inversión de la máquina de aturdimiento. Suponiendo una inversión de 5.000,00 USD, la inversión de 3.183,86 USD y 29.952,00 de ingreso neto anual en la empresa con menor venta de las avícolas encuestadas, se consiguió calcular el PRI (Ecuación 19) con proyección a 5 meses como muestra la tabla 24

**Tabla 24.** Flujo de caja con periodo de 5 años.

	0	1	2	3	4	5
MÁQUINA	-3164,61					
GALPÓN	-12000					
MAQUINÁRIA	-3360					
POLLOS	-7000	-7000	-7000	-7000	-7000	-7000
INSUMOS	-127000	-127000	-127000	-127000	-127000	-127000
SERVICIOS BASICOS	-2916	-2916	-2916	-2916	-2916	-2916
MANO DE OBRA	-24540	-24785,4	25033,25	25283,58	-25535,83	-25791,19
PÉRDIDA DE POLLOS		-1444,7	-1444,7	-1444,7	-1444,7	-1444,7
TRANSPORTE	-9108	-9108	-9108	-9108	-9108	-9108
INGRESO VENTAS DE POLLOS		247000	249470	251964,7	254484,35	257029,19
<b>TOTAL</b>	<b>-189088,61</b>	<b>74745,9</b>	<b>76968,05</b>	<b>79212,42</b>	<b>81479,82</b>	<b>83769,3</b>

$$PRI = A + \frac{(I - FA)}{FR} \quad [19]$$

Donde:

$A$  = Año que se recupera la inversión

$I$  = Inversión Inicial.

$FA$  = Flujo de anterior acumulado del año que se recupera la inversión.

$FR$  = Flujo de siguiente año que se recupera la inversión.

$$PRI = 2 + \frac{(189089 - 151731,95)}{79212,42}$$

$$PRI = 2,471 \text{ años}$$

El periodo de recuperación de inversión es de 2,471 años, y dando un periodo aproximado de 2 años con 5 meses y 20 días.

### 3.6.3. VALOR ACTUAL NETO (VAN)

El valor actual neto calcula el valor presente de un número de flujos de caja futuros, originados por una inversión, descuenta todos los flujos de caja con el desembolso inicial. Cuando dicha equivalencia es mayor que la inversión inicial, el proyecto debe ser aceptado. Se procede a calcular el VAN con los valores dados en la tabla 22, la tasa de costo capital del 13% y aplicando la ecuación 20.

$$VAN = -I + \sum_{t=1}^n \frac{Vt}{(1+k)^t} \quad [20]$$

Donde:

$I$  = Inversión inicial

$Vt$  = Flujo de caja por periodo

$k$  = Tasa de costo capital

$t$  = años

$$VAN = -189.089,00 + \left( \left( \frac{74.745,90}{(1,13)^1} \right) + \left( \frac{76.968,05}{(1,13)^2} \right) + \left( \frac{79.212,42}{(1,13)^3} \right) + \left( \frac{81.479,82}{(1,13)^4} \right) + \left( \frac{83.769,00}{(1,13)^5} \right) \right)$$

$$VAN = 87672,82 \text{ USD}$$

Como el resultado calculado sobrepasa a 0, el proyecto es viable para su ejecución.

### 3.6.4. TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)

Y como ya se ha comentado anterior, el TIR o tasa de rendimiento interno, es una herramienta de toma de decisiones de inversión utilizada para conocer la factibilidad de diferentes opciones de inversión. Para considerar si el proyecto es viable o no, se debe considerar los siguientes enunciados:

- Si  $TIR \geq 0$ , se acepta el proyecto.
- Si  $TIR < 0$ , se rechaza el proyecto.

Para encontrar el valor del TIR, se aplica la ecuación 20 del VAN, reemplazando el valor de la tasa de costo capital, por una tasa de tal manera que el valor del VAN de menor a 0, en este caso se usará el valor del 33%

$$VAN = -189.089,00 + \left( \frac{74.745,90}{(1,33)^1} + \frac{76.968,05}{(1,33)^2} + \frac{79.212,42}{(1,33)^3} + \frac{81.479,82}{(1,33)^4} + \frac{83.769,00}{(1,33)^5} \right)$$

$$VAN = -9538,34$$

Luego este nuevo valor del VAN se reemplaza en la ecuación 21 para determinar el valor del TIR.

$$TIR = 0,13 + \left( \frac{(0,33 - 0,13)(87672,82)}{87672,82 - (-9538,34)} \right)$$

$$TIR = 0,310$$

El valor de la tasa interna de retorno es del 31%, mayor que el 13% de la tasa de interés de retorno usado para calcular el VAN, con lo que demuestra que el proyecto es viable.

#### **4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

## **4.1. CONCLUSIONES**

- Se obtuvo datos sobre el proceso de faenamiento de aves a través de encuestas en avícolas, determinando aspectos de crianza, transporte y maneras de sacrificio.
- Se creó un circuito electrónico prototipo que permita comprobar el efecto de electronarcosis en aves para obtener adecuados valores eléctricos para la insensibilización.
- Se logró determinar los parámetros de voltaje en 48 V y frecuencia en 400 Hz que aplican en el sistema de insensibilizaciones de aves, para conseguir un adecuado aturdimiento en los pollos.
- Se diseñó un método electromecánico de electronarcosis con un costo módico de \$3.164,61, para pequeñas avícolas, mejorando la producción tanto económica, ética y productiva.
- Se consiguió mediante simulación mecánica el resultado del factor de seguridad de la máquina con un valor de 2.6, la máxima deformación en la viga de mayor criticidad en 14 mm y una tensión máxima de Von Mises en 73/203 MPa.

## **4.2. RECOMENDACIONES**

- Investigar procesos similares a los temas implantados en el diseño de la máquina de aturdimiento.
- Simular cada etapa del diseño de las tarjetas electrónicas para evitar problemas de conexión al arrancar.
- Revisar los datasheet de los elementos electrónicos para conocer los parámetros de diseños.
- Utilizar guantes dieléctricos al momento de carga y descarga de las aves para impedir el contacto directo con el sistema de electronarcosis.

## **BIBLIOGRAFÍA:**

## BIBLIOGRAFÍA:

- AECOSAN. (10 de 11 de 2015). OPERACIONES DEL SACRIFICIO: ATURDIMIENTO. Madrid, España. Obtenido de [http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/seguridad\\_alimentaria/gestion\\_riesgos/PNT\\_ATURDIMIENTO.pdf](http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/seguridad_alimentaria/gestion_riesgos/PNT_ATURDIMIENTO.pdf)
- AGROCALIDAD. (29 de 10 de 2018). BIENESTAR ANIMAL FAENAMIENTO DE ANIMALES DE PRODUCCION. Quito, Pichincha, Ecuador. Obtenido de <http://www.agrocalidad.gob.ec/documentos/RESOLUCIONES-Y-MANUAL-DE-MATADEROS.pdf>
- Alvarado, C. B. (2019). Repite Perú como mayor consumidor de pollo en Latinoamérica. *Industria Avícola*, 13.
- Bilgili, S. (1999). *Recent advances in electrical stunning*. Alabama: Poultry Science.
- Boylestad, R., & Nashelsky, L. (2009). *Electrónica: teoría de circuitos y dispositivos electrónicos*. Mexico: Pearson.
- Budynas, R., & Nisbett, K. (2014). *Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley*. Mexico: McGraw-Hill.
- Burneo-Valarezol, S., Roberto Victorell, M., & Vérez. (2016). Estudio de factibilidad en el sistema de dirección por proyectos de inversión. *Ingeniería Industrial*, 305.
- Corvo, T. (2019). *Indicadores de Producción: Principales Indicadores y Ejemplos*. Obtenido de Llfeder.com: <https://www.llfeder.com/indicadores-produccion/>
- DIPAC. (2019). *Correa G*. Obtenido de DIPAC Productos de Acero: <http://www.dipacmanta.com/correa-g>
- El Sitio Avícola. (15 de mayo de 2019). Avicultores solicitan se fije precio oficial para el pollo y se controlen las importaciones. *El Sitio Avícola*, pág. 1.
- Estrada Consulting. (2014). APLICACIÓN DE LA CORRIENTE ELECTRICA EN EL ATURDIDO A LA LUZ DE LA NORMATIVA DE LA UE. *Selecciones Avícolas*, 21.
- Ferretería PUIG. (2019). *Ferretería PUIG*. Obtenido de POLEA NYLON PUERTA BASCULANTE 1 CANAL DE 9,0 MM: <http://industrial.ferreteriapuig.com/>

- Grande, I., & Abascal, E. (2005). *Análisis de Encuestas*. Madrid: ESIC Editorial.
- Gregory, N., & Wilkins, L. (1989). *Effect of stunning current on carcass quality in chickens*. N/A: Veterinary Record.
- Gutiérrez, M. d. (2018). Ecuador certifica a veterinarios para inspeccionar mataderos avícolas. *aviNews*, 1.
- Hart, D. (2005). *Electrónica de potencia*. Mexico: Pearson Education.
- INTERMEC. (2015). Piñones y Cadenas. *Transmisión de Potencia*, 2.
- Ivan Bohman. (2018). *IBCA Ivan Bohman CA*. Obtenido de <https://www.ivanbohman.com.ec/product-detail/catalogo-2018/>
- López, R., & Casp, A. (2004). *Tecnología de Mataderos*. Madrid: Mundi-Prensa Libros.
- Mohan, N., Undeland, T., & Robbins, W. (2009). *Electrónica de potencia: convertidores, aplicaciones y diseño*. Mexico: McGraw Hill.
- Moreno, B. (2006). *Higiene e inspección de carnes*. Madrid: Díaz de Santos.
- NORD. (Mayo de 2019). *Motorreductores powered by: NORD*. Obtenido de <https://motorreductores.com.co/reductores-de-engranaje-conico>
- Raj, C., & Berg, A. (2014). MÉTODOS DE ATURDIDO PARA LAS AVES: ASPECTOS DEL BIENESTAR ANIMAL. *Selecciones Avícolas*, 16.
- Ramirez, L. (21 de Agosto de 2017). *Caracterización de la mortalidad avícola*. Obtenido de avicultura: <https://www.google.com/amp/s/avicultura.info/caracterizacion-de-la-mortalidad/amp/>
- Romero, M., Sánchez, A., & Moncayo, J. (2014). Evaluación de la mortalidad y de las lesiones traumáticas en pollo de engorde bajo condiciones de sacrificio comercial. *Biosalud*, 35.
- RS. (2019). *Rodamiento de bolas SKF, Ranura Profunda, 61903-2RS1*. Obtenido de RS: <https://es.rs-online.com/web/p/rodamientos-de-bola/1440865/>
- Sharp. (1995). PC817 Datasheet - Sharp Electronic Components. *Electronic Components Datasheet*, 5.
- Shigley, J., Nisbett, K., & Budynas, R. (2019). *Diseño en ingeniería mecánica de Shigley*. Mexico: McGraw-Hill Interamericana.
- Texas Instruments. (2015). SGx524 Regulating Pulse-Width Modulators. *Electronic Components Datasheet*, 6.

**ANEXOS**

# ANEXO 1.

## DATASHEET BR36

	<b>DC COMPONENTS CO., LTD.</b> RECTIFIER SPECIALISTS	<b>BR3505W THRU BR3510W</b>
---	---	-------------------------------------

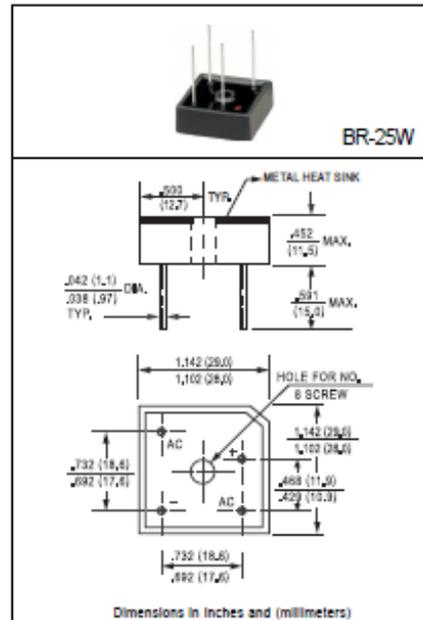
*TECHNICAL SPECIFICATIONS OF SINGLE-PHASE SILICON BRIDGE RECTIFIER*  
 VOLTAGE RANGE - 50 to 1000 Volts CURRENT - 35 Amperes

**FEATURES**

- \* Plastic case with heatsink for Maximum Heat Dissipation
- \* Surge overload ratings-400 Amperes
- \* Low forward voltage drop

**MECHANICAL DATA**

- \* Case: Molded plastic with heatsink
- \* Epoxy: UL 94V-0 rate flame retardant
- \* Lead: MIL-STD-202E, Method 208 guaranteed
- \* Polarity: As marked
- \* Mounting position: Any
- \* Weight: 30 grams



**MAXIMUM RATINGS AND ELECTRICAL CHARACTERISTICS**  
 Ratings at 25°C ambient temperature unless otherwise specified.  
 Single phase, half wave, 60 Hz, resistive or inductive load.  
 For capacitive load, derate current by 20%.

	SYMBOL	BR3505W	BR3510W	BR3520W	BR3540W	BR3560W	BR3580W	BR3510W	UNITS
Maximum Recurrent Peak Reverse Voltage	V <sub>RRM</sub>	50	100	200	400	600	800	1000	Volts
Maximum RMS Bridge Input Voltage	V <sub>RMS</sub>	35	70	140	280	420	560	700	Volts
Maximum DC Blocking Voltage	V <sub>DC</sub>	50	100	200	400	600	800	1000	Volts
Maximum Average Forward Rectified Output Current at T <sub>C</sub> = 55°C	I <sub>O</sub>	35							Amps
Peak Forward Surge Current 3.3 ms single half sine-wave superimposed on rated load (JEDEC Method)	I <sub>FSM</sub>	400							Amps
Maximum Forward Voltage Drop per element at 17.5A DC	V <sub>F</sub>	1.1							Volts
Maximum DC Reverse Current at Rated DC Blocking Voltage per element	@T <sub>A</sub> = 25°C	10							uAmps
	@T <sub>A</sub> = 100°C	500							
I <sup>2</sup> t Rating for Fusing (<math>t < 3ms</math>)	I <sup>2</sup> t	664							A <sup>2</sup> Sec
Typical Junction Capacitance ( Note1)	C <sub>J</sub>	300							pF
Typical Thermal Resistance ( Note 2)	R <sub>θJC</sub>	2.2							°C/W
Operating and Storage Temperature Range	T <sub>A</sub> ,T <sub>STG</sub>	-55 to + 150							°C

NOTES : 1. Measured at 1 MHz and applied reverse voltage of 4.0 volts  
 2. Thermal Resistance from Junction to Case per leg.



# ANEXO 2.

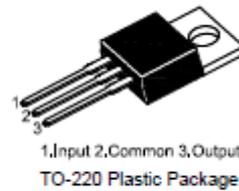
## REGULADOR DE TENSIÓN 7812

### 7812

3-terminal 1 A positive voltage regulator

#### Features

- Output Current up to 1 A
- Thermal Overload Protection
- Short Circuit Protection
- Output Transistor Safe Operating Area Protection



#### Absolute Maximum Ratings (T<sub>a</sub> = 25 °C)

Parameter	Symbol	Value	Units
Input Voltage	V <sub>I</sub>	35	V
Thermal Resistance Junction-Cases	R <sub>θJC</sub>	5	°C/W
Thermal Resistance Junction-Air	R <sub>θJA</sub>	65	°C/W
Operating Temperature Range	T <sub>opr</sub>	0 to + 125	°C
Storage Temperature Range	T <sub>stg</sub>	- 65 to + 150	°C

#### Electrical Characteristics

(0 °C < T<sub>J</sub> < 125 °C, I<sub>O</sub> = 500 mA, V<sub>I</sub> = 19 V, C<sub>I</sub> = 0.33 μF, C<sub>O</sub> = 0.1 μF, unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
Output Voltage	V <sub>O</sub>	T <sub>J</sub> = + 25 °C	11.5	12	12.5	V
		5 mA ≤ I <sub>O</sub> ≤ 1 A, P <sub>O</sub> ≤ 15 W V <sub>I</sub> = 14.5 V to 27 V	11.4	12	12.6	
Line Regulation <sup>1)</sup>	Regline	T <sub>J</sub> = + 25 °C			240	mV
		V <sub>I</sub> = 14.5 V to 30 V V <sub>I</sub> = 18 V to 22 V	-	-	120	
Load Regulation <sup>1)</sup>	Regload	T <sub>J</sub> = + 25 °C			240	mV
		I <sub>O</sub> = 5 mA to 1.5 A I <sub>O</sub> = 250 mA to 750 mA	-	-	120	
Quiescent Current	I <sub>Q</sub>	T <sub>J</sub> = + 25 °C	-	-	8	mA
Quiescent Current Change	ΔI <sub>Q</sub>	I <sub>O</sub> = 5 mA to 1 A	-	-	0.5	mA
		V <sub>I</sub> = 14.5 V to 30 V	-	-	1	
Output Voltage Drift	ΔV <sub>O</sub> /ΔT	I <sub>O</sub> = 5 mA	-	-1	-	mV/°C
Output Noise Voltage	V <sub>N</sub>	f = 10 Hz to 100 KHz, T <sub>A</sub> = + 25 °C	-	76	-	μV
Ripple Rejection	RR	f = 120 Hz, V <sub>I</sub> = 15 V to 25 V	55	-	-	dB
Dropout Voltage	V <sub>Drop</sub>	I <sub>O</sub> = 1 A, T <sub>J</sub> = + 25 °C	-	2	-	V
Output Resistance	R <sub>O</sub>	f = 1 KHz	-	18	-	mΩ
Short Circuit Current	I <sub>SC</sub>	V <sub>I</sub> = 35 V, T <sub>A</sub> = + 25 °C	-	230	-	mA
Peak Current	I <sub>PK</sub>	T <sub>J</sub> = + 25 °C	-	2.2	-	A

<sup>1)</sup> Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V<sub>O</sub> due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.



**SEMTECH ELECTRONICS LTD.**



Dated : 17/09/2016 Rev: 01

## ANEXO 3.

### ESPECIFICACIONES OSCILOSCOPIO

GDS-1072-U	Bandwidth (-3dB)	DC coupling: DC ~ 70MHz AC coupling: 10Hz ~ 70MHz
	Bandwidth Limit	20MHz (-3dB)
	Trigger Sensitivity	0.5div or 5mV (DC ~ 25MHz) 1.5div or 15mV (25MHz~70MHz)
	External Trigger	~ 50mV (DC~25MHz)
	Sensitivity	~ 100mV (25MHz~70MHz)
	Rise Time	< 5ns approx.
Vertical	Sensitivity	2mV/div~10V/Div (1-2-5 increments)
	Accuracy	± 3% full scale
	Bandwidth	See model-specific specifications
	Rise Time	See model-specific specifications
	Input Coupling	AC, DC, Ground
	Input Impedance	1MΩ±2%, ~15pF
	Polarity	Normal, Invert
	Maximum Input	300V (DC+AC peak), CAT II
	Math Operation	+, -, FFT
	Offset Range	2mV/div~50mV/div: ±0.4V 100mV/div~500mV/div: ±4V 1V/div~5V/div: ±40V 10V/div : ±300V
Trigger	Sources	CH1, CH2, Line, EXT
	Modes	Auto, Normal, Single, TV, Edge, Pulse
	Coupling	AC, DC, LF rej, HF rej, Noise rej
	Sensitivity	See model-specific specifications
External trigger	Range	DC: ±15V, AC: ±2V
	Sensitivity	See model-specific specifications
	Input Impedance	1MΩ±2%, ~15pF
	Maximum Input	300V (DC+AC peak), CATII

Horizontal	Range	1ns/div~50s/div, 1-2.5-5 increment Roll: 50ms/div – 50s/div
	Modes	Main, Window, Window Zoom, Roll, X-Y
	Accuracy	±0.01%
	Pre-Trigger	10 div maximum
	Post-Trigger	1000 div
X-Y Mode	X-Axis Input	Channel 1
	Y-Axis Input	Channel 2
	Phase Shift	±3° at 100kHz
Signal Acquisition	Real-Time	250M Sa/s maximum
	Equivalent	25G Sa/s maximum
	Vertical Resolution	8 bits
	Record Length	4k points maximum
	Acquisition	Normal, Peak Detect, Average
	Peak Detection	10ns (500ns/div ~ 50s/div)
	Average	2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256

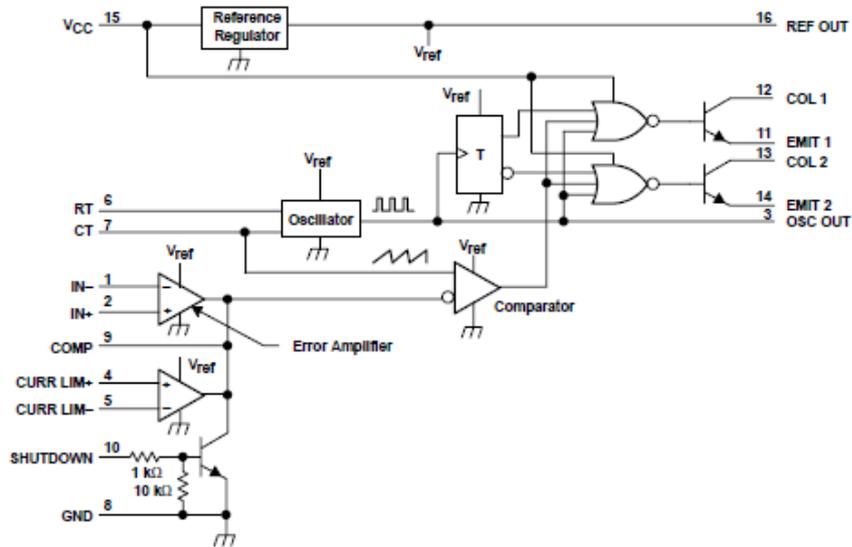
# ANEXO 4.

## DATASHEET SG3524

### SG2524, SG3524 REGULATING PULSE-WIDTH MODULATORS

SLV8077D – APRIL 1977 – REVISED FEBRUARY 2003

functional block diagram



NOTE A: Resistor values shown are nominal.

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)†

Supply voltage, $V_{CC}$ (see Notes 1 and 2)	40 V
Collector output current, $I_{CC}$	100 mA
Reference output current, $I_{O(ref)}$	50 mA
Current through CT terminal	-5 mA
Operating virtual junction temperature, $T_J$	150°C
Package thermal impedance, $\theta_{JA}$ (see Notes 3 and 4):	
D package	73°C/W
N package	67°C/W
NS package	64°C/W
Lead temperature 1,6 mm (1/16 inch) from case for 10 seconds	280°C
Storage temperature range, $T_{stg}$	-85°C to 150°C

† Stresses beyond those listed under "absolute maximum ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated under "recommended operating conditions" is not implied. Exposure to absolute-maximum-rated conditions for extended periods may affect device reliability.

- NOTES:
1. All voltage values are with respect to network ground terminal.
  2. The reference regulator may be bypassed for operation from a fixed 5-V supply by connecting the  $V_{CC}$  and reference output (REF OUT) pin both to the supply voltage. In this configuration, the maximum supply voltage is 5 V.
  3. Maximum power dissipation is a function of  $T_{J(max)}$ ,  $\theta_{JA}$ , and  $T_A$ . The maximum allowable power dissipation at any allowable ambient temperature is  $P_D = (T_{J(max)} - T_A)/\theta_{JA}$ . Operation at the absolute maximum  $T_J$  of 150°C can impact reliability.
  4. The package thermal impedance is calculated in accordance with JEDEC 51-7.

# ANEXO 5.

## DATASHEET PC817

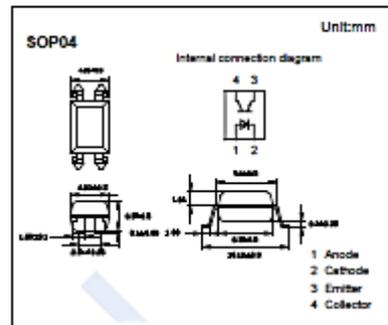
**SMD Type**

**Photocoupler**

### High Density Mounting Type Photocoupler PC817 Series

■ **Features**

- Current transfer ratio  
(CTR: MIN. 50% at  $I_r = 5\text{mA}$ ,  $V_{ce} = 5\text{V}$ )
- High Isolation voltage between input and output



■ **Absolute Maximum Ratings  $T_a = 25^\circ\text{C}$**

Parameter	Symbol	Rating	Unit
Input Reverse voltage	$V_{re}$	6	V
Collector - Emitter Output Voltage	$V_{ceo}$	35	
Emitter-Collector Output Voltage	$V_{eco}$	6	
Isolation Voltage	$V_{iso}$	5000	$V_{rms}$
Input Forward Current	$I_r$	50	mA
Input Peak Forward Current (Note.1)	$I_{rm}$	1	A
Collector Current - Continuous	$I_c$	50	mA
Input Power Dissipation	$P$	70	mW
Collector Output Power dissipation	$P_c$	150	
Total Power Dissipation	$P_{tot}$	200	
Junction Temperature	$T_j$	125	$^\circ\text{C}$
Soldering temperature	$T_{sol}$	260	
Operating Temperature	$T_{opr}$	-30 to 100	
Storage Temperature Range	$T_{stg}$	-55 to 125	

Note.1:Pulse width $\leq$ 100ms, Duty ratio : 0.001

# ANEXO 6.

## DATASHEET TIP142



### DARLINGTON COMPLEMENTARY SILICON POWER TRANSISTORS

...designed for general-purpose amplifier and low speed switching applications

#### FEATURES:

- \* Collector-Emitter Sustaining Voltage-  
 $V_{CE(sus)}$  = 60 V (Min) - TIP140, TIP145  
               = 80 V (Min) - TIP141, TIP146  
               = 100 V (Min) - TIP142, TIP147
- \* Collector-Emitter Saturation Voltage  
 $V_{CE(sat)}$  \* 2.0 V (Max.) @  $I_C = 5.0$  A
- \* Monolithic Construction with Built-in Base-Emitter Shunt Resistor

NPN	PNP
TIP140	TIP145
TIP141	TIP146
TIP142	TIP147

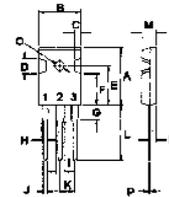
10 AMPERE  
DARLINGTON  
COMPLEMENTARY SILICON  
POWER TRANSISTORS  
60-100 VOLTS  
125 WATTS

#### MAXIMUM RATINGS

Characteristic	Symbol	TIP140 TIP145	TIP141 TIP146	TIP142 TIP147	Unit
Collector-Emitter Voltage	$V_{CE0}$	60	80	100	V
Collector-Base Voltage	$V_{CB0}$	60	80	100	V
Emitter-Base Voltage	$V_{EB0}$	5.0			V
Collector Current-Continuous -Peak	$I_C$ $I_{CM}$	10 15			A
Base Current	$I_B$	0.5			A
Total Power Dissipation @ $T_C = 25^\circ\text{C}$ Derate above $25^\circ\text{C}$	$P_D$	125 1.0			W W/ $^\circ\text{C}$
Operating and Storage Junction Temperature Range	$T_J, T_{stg}$	-65 to +150			$^\circ\text{C}$



TO-247(3P)

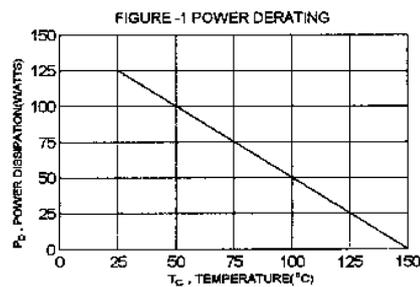


PIN 1 BASE  
2 COLLECTOR  
3 EMITTER

DIM	MILLIMETERS	
	MIN	MAX
A	20.63	22.38
B	15.36	16.20
C	1.60	2.70
D	5.10	6.10
E	14.81	15.22
F	11.72	12.84
G	4.20	4.50
H	1.82	2.46
I	2.82	3.23
J	0.89	1.53
K	5.26	5.66
L	18.50	21.50
M	4.68	5.36
N	2.40	2.80
O	3.25	3.65
P	0.55	0.70

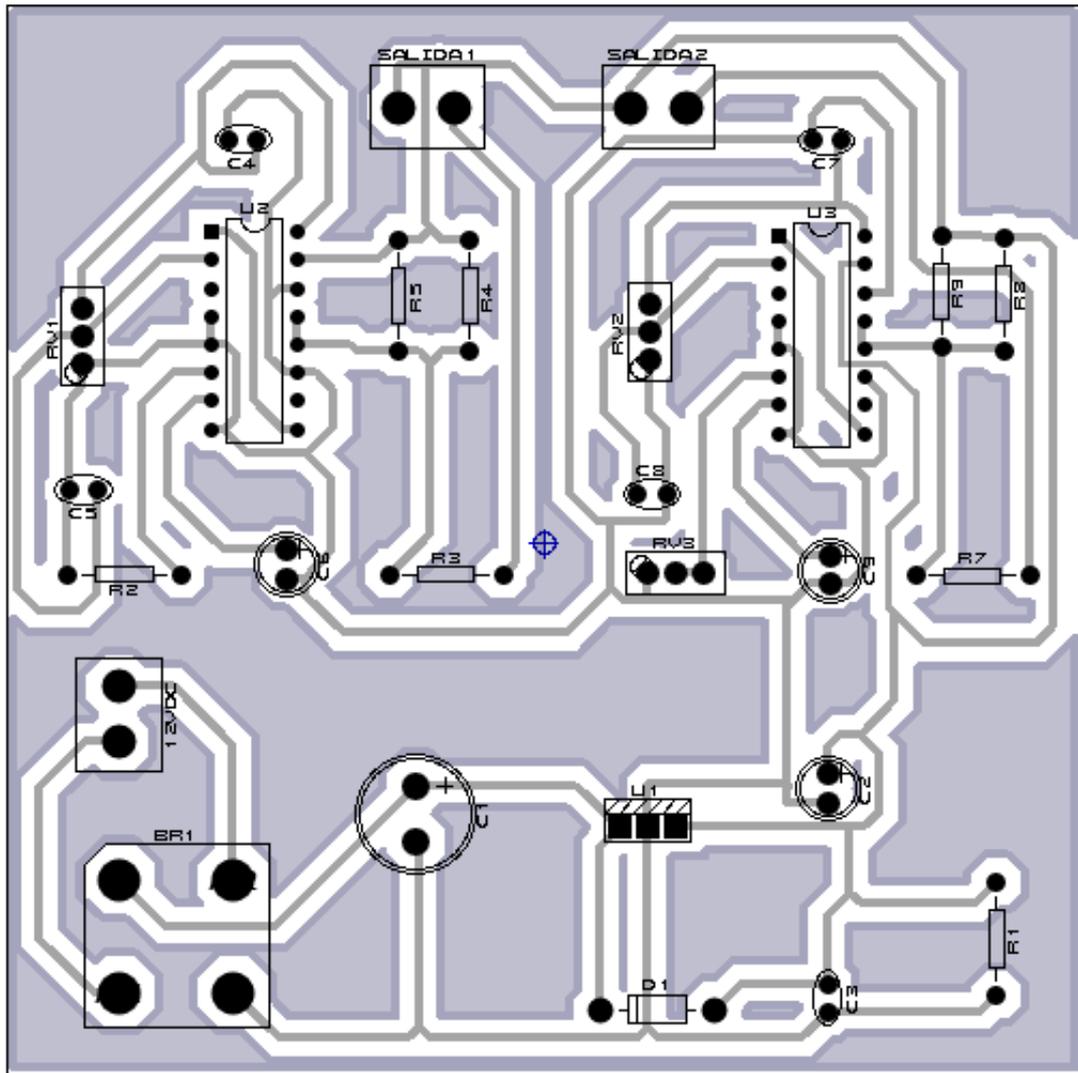
#### THERMAL CHARACTERISTICS

Characteristic	Symbol	Max	Unit
Thermal Resistance Junction to Case	$R_{\theta jc}$	1.0	$^\circ\text{C/W}$



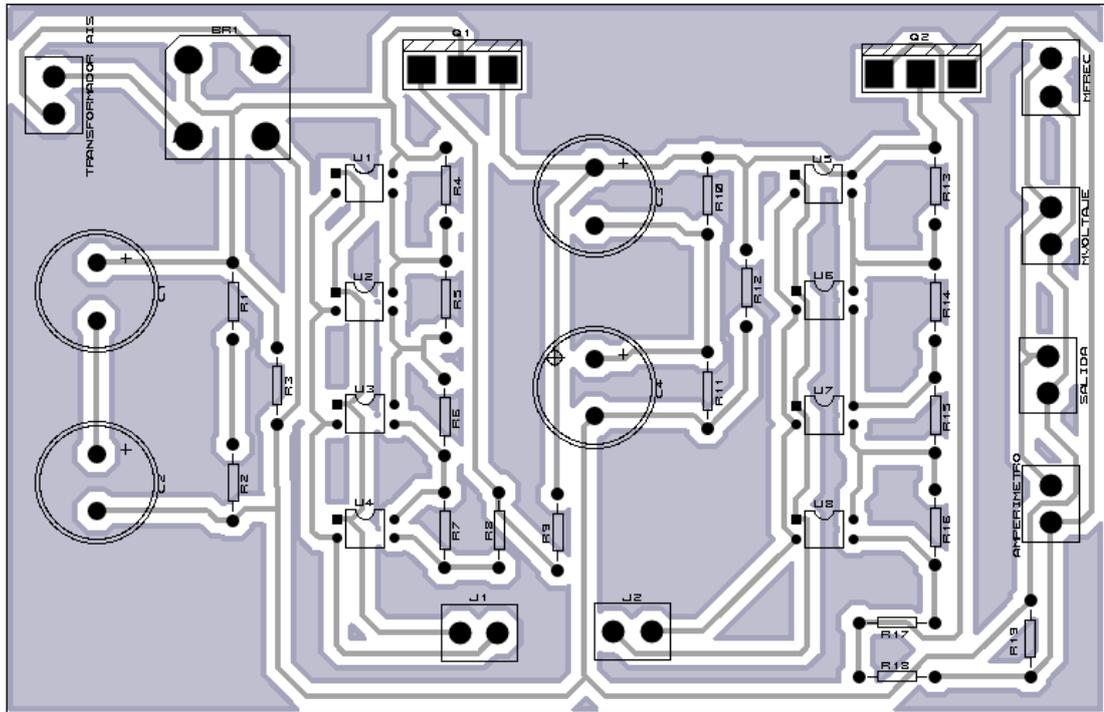
## ANEXO 7.

### PCB PLACA DE CONTROL ELECTRÓNICA



## ANEXO 8.

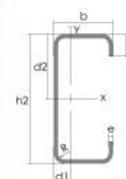
### PCB PLACA DE FUERZA ELECTRÓNICA



## ANEXO 9.

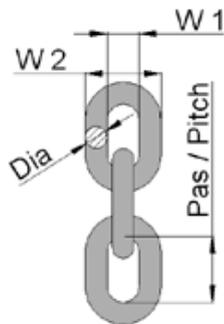
### MEDIDAS PERFILES TIPO "G"

Designación	Dimensiones				Masa Kg/m	A cm <sup>2</sup>	d cm	Momento de inercia		Módulo resistente		Radio de giro	
	h	d	c	e				ix	ly	Wx	Wy	ix	iy
	mm	mm	mm	mm				cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm
G 60x30x10x2	60	30	10	2	1,96	2,54	1,44	14,88	5,28	4,9	2,74	2,42	1,44
G 80x40x15x2	80	40	15	2	2,75	3,54	1,46	35,25	8,07	8,81	3,18	3,16	1,51
G 80x40x15x3	80	40	15	3	3,95	5,11	1,46	49,04	10,85	12,26	4,27	3,1	1,46
G 80x50x15x2	80	50	15	2	3,06	3,88	1,46	41,11	13,55	10,28	4,34	3,23	1,88
G100x50x15x2	100	50	15	2	3,38	4,34	1,73	69,24	14,98	13,85	4,57	4,00	1,86
G100x50x15x3	100	50	15	3	4,89	6,31	1,72	97,78	20,51	19,56	6,25	3,94	1,8
G100x50x15x4	100	50	15	4	6,29	8,15	1,71	122,5	24,85	24,49	7,55	3,88	1,75
G100x50x20x4	100	50	20	4	6,60	8,55	1,85	126,7	28,5	25,34	9,05	3,85	1,83
G100x50x25x5	100	50	25	5	8,35	10,86	1,98	152,51	36,52	30,5	12,09	3,75	1,83
G125x50x15x2	125	50	15	2	3,77	4,84	1,56	116,4	16,16	18,63	4,69	4,91	1,83
G125x50x15x3	125	50	15	3	5,48	7,06	1,55	165,5	22,16	26,48	6,43	4,84	1,77
G125x50x15x4	125	50	15	4	7,07	9,15	1,54	208,7	26,88	33,39	7,78	4,78	1,71
G125x50x15x5	125	50	15	5	8,55	11,11	1,54	246,2	30,41	39,39	8,78	4,71	1,65
G125x50x50x4	125	50	20	4	7,39	9,55	1,68	217	30,9	34,7	9,32	4,77	1,8
G125x50x25x5	125	50	25	5	9,33	12,11	1,8	264,3	39,88	42,29	12,46	4,67	1,82
G125x50x30x6	125	50	30	6	11,32	14,73	1,92	307,1	48,69	49,14	15,81	4,56	1,81
G150x50x15x2	150	50	15	2	4,16	5,34	1,42	178,7	17,13	23,83	4,78	5,79	1,79
G150x50x15x3	150	50	15	3	6,07	7,81	1,42	255,2	23,49	34,03	6,56	5,72	1,73
G150x50x15x4	150	50	15	4	7,86	10,15	1,41	323,5	28,51	43,13	7,95	5,65	1,68
G150x50x15x5	150	50	15	5	9,53	12,36	1,41	383,6	32,27	51,15	8,98	5,57	1,62
G150x50x20x4	150	50	20	4	8,17	10,5	1,54	337	32,9	44,9	9,52	5,65	1,77
G150x75x25x5	150	75	25	5	12,28	15,86	2,65	545,4	117,2	72,71	24,17	5,86	2,72
G150x75x30x6	150	75	30	6	14,86	19,23	2,78	641,4	144,5	85,52	30,57	5,77	2,74
G175x50x15x2	175	50	15	2	4,56	5,84	1,31	257,7	17,92	29,45	4,85	6,64	1,75
G175x50x15x3	175	50	15	3	6,66	8,56	1,31	369,4	24,59	42,22	6,66	6,57	1,7
G175x50x15x4	175	50	15	4	8,64	11,15	1,3	470,0	29,85	53,71	8,07	6,49	1,64
G175x50x15x5	175	50	15	5	10,51	13,61	1,3	559,7	33,79	63,97	9,14	6,41	1,58
G175x75x25x4	175	75	25	4	10,84	13,9	2,48	653,0	105	74,6	20,9	6,84	2,75
G175x75x25x5	175	75	25	5	13,26	17,11	2,47	786,0	123,9	89,82	24,63	6,78	2,69
G175x75x30x6	175	75	30	6	16,03	20,73	2,6	929,4	152,8	106,2	31,19	6,7	2,72
G200x50x15x2	200	50	15	2	4,95	6,34	1,21	354,9	18,59	35,49	4,91	7,48	1,71
G200x50x15x3	200	50	15	3	7,25	9,31	1,21	510,3	25,51	51,03	6,73	7,4	1,66
G200x50x15x4	200	50	15	4	9,43	12,15	1,21	651,4	30,96	65,14	8,18	7,32	1,6
G200x50x15x5	200	50	15	5	11,49	14,86	1,21	778,3	35,06	77,83	9,26	7,24	1,54
G200x75x25x4	200	75	25	4	11,63	14,9	2,32	895,0	110,0	89,50	21,3	7,64	2,71
G200x75x25x5	200	75	25	5	14,24	18,37	2,32	1080,0	129,6	108,0	25,02	7,67	2,66
G200x75x30x6	200	75	30	6	17,21	22,23	2,45	1282,0	160,2	128,2	31,73	7,59	2,68
G250x75x25x4	250	75	25	4	13,20	6,90	2,07	1520,0	118,0	122,0	21,7	9,48	2,64
G250x100x25x5	250	100	25	5	18,17	23,36	2,73	2219,0	285,3	177,5	39,24	9,75	3,49
G250x100x30x6	250	100	30	6	21,92	8,23	3,1	2647,0	383,5	219,8	55,58	9,68	3,69
G300xz100x30x4	300	100	30	4	16,65	21,3	2,84	2860,0	274,0	191,0	38,3	11,6	3,58
G300x100x35x5	300	100	35	5	20,91	26,9	2,97	3560,0	351,0	237,0	49,9	11,5	3,62
G300x100x35x6	300	100	35	6	24,75	31,8	2,96	4170,0	404,0	278,0	57,4	11,4	3,56



## ANEXO 10.

### DIÁMETROS DE CADENAS DE ESLABONES



[ampliar imagen]

WC802 - CADENA DE ACERO grado 80 (B-Mn)

[Descargar catálogos | Tarifa<sup>\(n4\)</sup>](#)

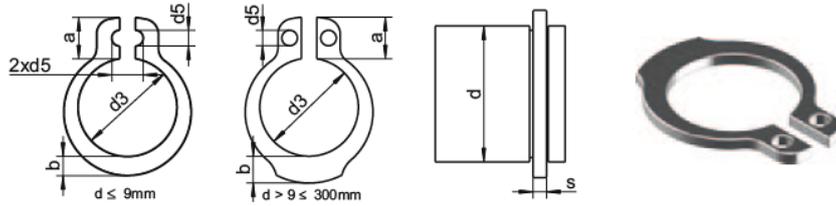
REF.	Diámetro nominal Ød	CMU 4:1 [tons]	Paso nominal $p = 3 \times \text{Ød}$ [mm]	Anchura interior w1 mín. [mm]	Anchura exterior w2 máx. [mm]	Peso [kg/m]
WC802-06	6mm	1,12	18	7,8	22,2	0,8
WC802-07	7mm	1,5	21	9,1	25,9	1,1
WC802-08	8mm	2	24	10,4	29,6	1,4
● WC802-10	10mm	3,15	30	13	37	2,2 ●
WC802-13	13mm	5,3	39	16,9	48,1	3,8
WC802-16	16mm	8	48	20,8	59,2	5,7
WC802-19	19mm	11,2	57	24,7	70,3	8,1
WC802-22	22mm	15	66	28,6	81,4	10,9
WC802-26	26mm	21,2	78	33,8	96,2	15,2
WC802-32	32mm	31,5	96	41,6	118	23

v100224RT.

# ANEXO 11.

## ANILLO DE SEGURIDAD PARA EJES

**DIN 471 - Página 1**  
Anillo de seguridad  
para ejes



d	d3	d5 min.	a max.	b~	s	Grado	UV
3	2,7	1,0	1,9	0,8	0,40	1.4122	200
4	3,7	1,0	2,2	0,9	0,40	1.4122	200
5	3,7	1,0	2,5	1,1	0,60	1.4122	200
6	5,6	1,2	2,7	1,3	0,70	1.4122	200
7	6,5	1,2	3,1	1,4	0,80	1.4122	200
8	7,4	1,2	3,2	1,5	0,80	1.4122	200
9	8,4	1,2	3,3	1,7	1,00	1.4122	200
10	9,3	1,5	3,3	1,8	1,00	1.4122	200
11	10,2	1,5	3,3	1,8	1,00	1.4122	200
12	11,0	1,7	3,3	1,8	1,00	1.4122	200
13	11,9	1,7	3,4	2,0	1,00	1.4122	200
14	12,9	1,7	3,5	2,1	1,00	1.4122	200
15	13,8	1,7	3,6	2,2	1,00	1.4122	200
16	14,7	1,7	3,7	2,2	1,00	1.4122	200
17	15,7	1,7	3,8	2,3	1,00	1.4122	100
18	16,5	2,0	3,9	2,4	1,20	1.4122	100
19	17,5	2,0	3,9	2,5	1,20	1.4122	100
20	18,5	2,0	4,0	2,6	1,20	1.4122	100
22	20,5	2,0	4,2	2,8	1,20	1.4122	100
23	21,4	2,0	4,3	2,9	1,20	1.4122	50
24	22,2	2,0	4,4	3,0	1,20	1.4122	50
25	23,2	2,0	4,4	3,0	1,20	1.4122	50
26	24,2	2,0	4,5	3,1	1,20	1.4122	50
27	25,1	2,0	4,6	3,1	1,20	1.4122	50
28	25,9	2,0	4,7	3,2	1,50	1.4122	50
29	26,9	2,0	4,8	3,4	1,50	1.4122	50
30	27,9	2,0	5,0	3,5	1,50	1.4122	25
32	29,6	2,5	5,2	3,6	1,50	1.4122	25
34	31,5	2,5	5,4	3,8	1,50	1.4122	25

## ANEXO 12.

### CARACTERÍSTICAS DEL NYLON

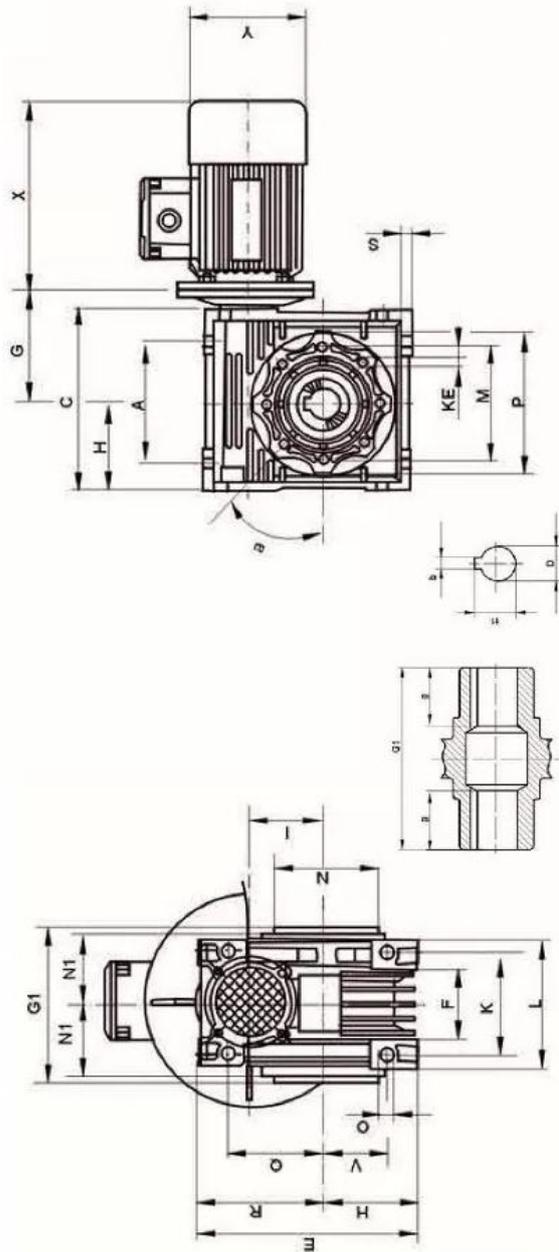
 Poliamida 6

DATOS TECNICOS

<b>POLIAMIDA 6 (GRILON) (HUMEDAD 2,5%)</b>				<b>PA - 6 (H - 2.5%)</b>
<b>PROPIEDADES MECANICAS A 23°C</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>ASTM</b>	<b>DIN</b>	<b>VALORES</b>
PESO ESPECIFICO	gr/cm <sup>3</sup>	D-792	53479	1.14
RESIST. A LA TRACC.(FLUENCIA / ROTURA)	Kg/cm <sup>2</sup>	D-638	53455	450 / --
RES. A LA COMPRESION ( 1 Y 2 % DEF)	Kg/cm <sup>2</sup>	D-695	53454	150 / 280
RESISTENCIA A LA FLEXION	Kg/cm <sup>2</sup>	D-790	53452	400
RES. AL CHOQUE SIN ENTALLA	Kg.cm/cm <sup>2</sup>	D-256	53453	NO ROMPE
ALARGAMIENTO A LA ROTURA	%	D-638	53455	200
MODULO DE ELASTICIDAD (TRACCION)	Kg/cm <sup>2</sup>	D-638	53457	14000
DUREZA	Shore D	D-2240	53505	72 - 76
COEF. DE ROCE ESTATICO S/ACERO		D-1894		0.31 a 0.54
COEF. DE ROCE DINAMICO S/ACERO		D-1894		0.27 a 0.43
RES. AL DESGASTE POR ROCE				BUENA
<b>PROPIEDADES TERMICAS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>ASTM</b>	<b>DIN</b>	<b>VALORES</b>
CALOR ESPECIFICO	Kcal/Kg.°C	C-351		0.4
TEMP. DE FLEX. B/CARGA (18.5Kg/cm <sup>2</sup> )	°C	D-648	53461	70
TEMP. DE USO CONTINUO EN AIRE	°C			-40 a 90
TEMP. DE FUSION	°C			220
COEF. DE DILATACION LINEAL DE 23 A 100°C	por °C	D-696	52752	0.000105
COEF. DE CONDUCCION TERMICA	Kcal/m.h.°C	C-177	52612	0.23

# ANEXO 13.

## MEDIDAS MOTORREDUCTOR



Type	(Dimensions)																		
	A	C	D(H7)	E	F	G	H	I	L	M	N(h8)	O	P	Q	R	S	T	V	K
40	70	101	18	121.5	43	≤62	50	40	71	75	60	6.5	87	55	71.5	6.5	23	35	60

Type	(Dimensions)																			
	G1	g	N1	KA	FL	F	KB	KC	KE	α	KM	KN(H8)	KO	KP	KQ	d(j6)	b	t1	X	Y
40	78	23	36.5	67	97	7	4	M6×8(n4)	45°	87	60	9/4/90°	110	95	11	6	20.8			ELECTRIC MOTOR

# ANEXO 14.

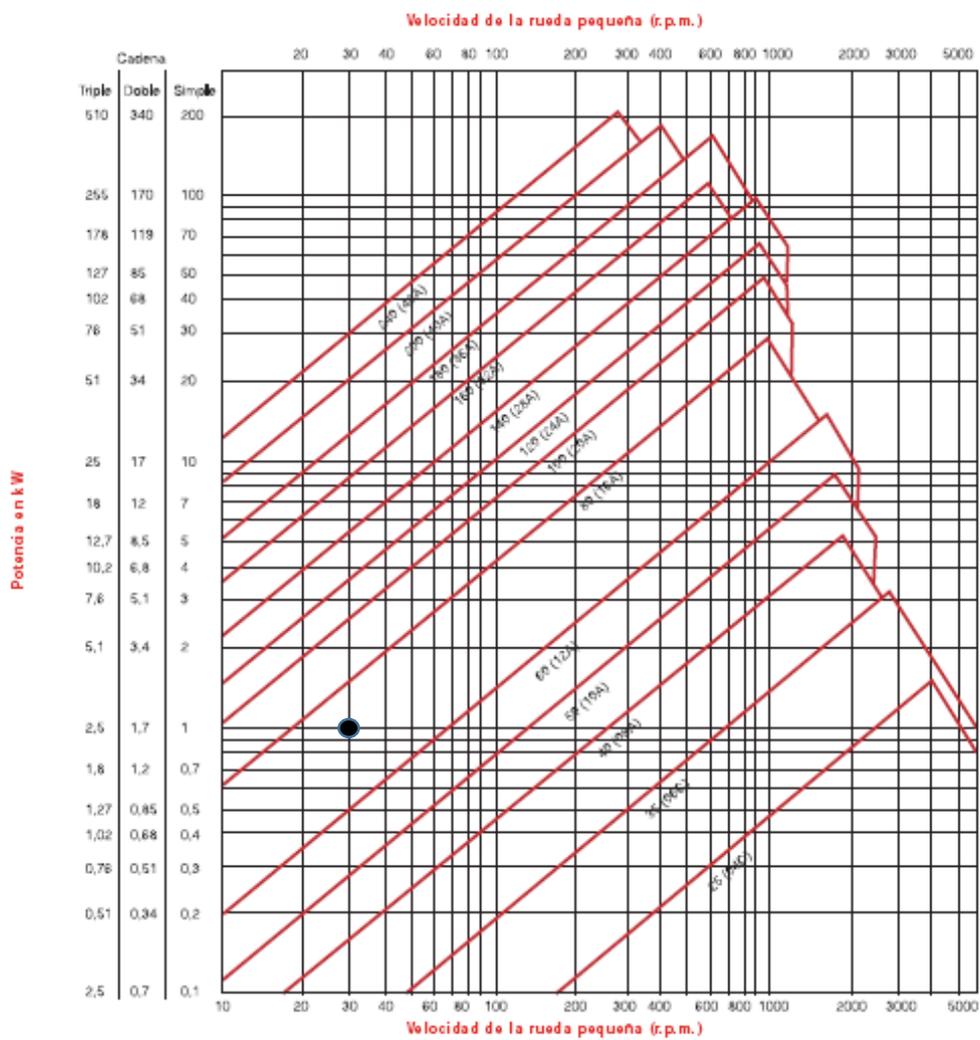
## SELECCIÓN DE CADENA



### Cálculo de una transmisión por cadena

### Gráfico para la selección de cadenas Norma ISO 606 (Serie americana)

Tabla N°VI

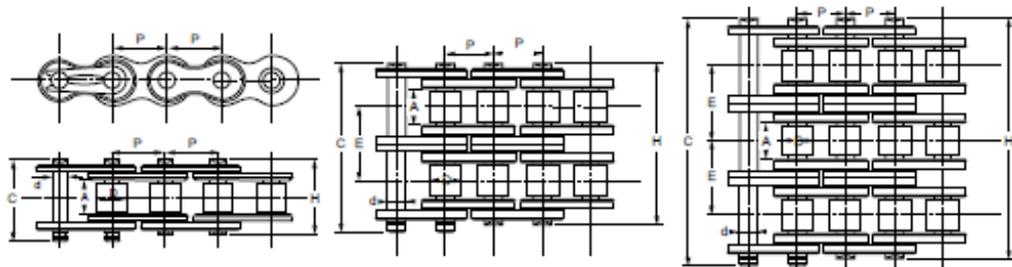


# ANEXO 15.

## DIÁMETROS ESTÁNDAR DE CADENAS

### Cadenas de rodillos serie ISO 606

Derivadas de la norma americana  
ANSI B 29.1 y DIN 8188



	Cadenas simples			Cadenas dobles			Cadenas triples							
	Referencia	Norma	Paso P	Paso P	Ancho interior mínimo	Diámetro del toallo	Diámetro del eje	Ancho máximo sobre ejes	Ancho sobre ejes de unión	Separación entre filas	Superficie de articulación	Carga aprox. de rotura	Eslabones por metro aprox.	Peso por metro
	JORESA	ISO	Pulgadas	mm	A mm	D mm	d mm	H mm	C mm	E mm	cm <sup>2</sup>	daN		Kg
Cadenas simples	25*	04 C	1/4	6,35	3,18	3,30	2,31	8,00	9,60	-	0,11	450	157	0,140
	35*	06 C	3/8	9,525	4,77	5,08	3,59	11,90	13,18	-	0,27	1.050	105	0,330
	40	08 A-1	1/2	12,70	7,95	7,92	3,96	16,30	21,70	-	0,45	1.850	79	0,840
	41	85	1/2	12,70	6,35	7,77	3,58	13,40	18,70	-	0,32	910	79	0,400
	50	10 A-1	5/8	15,875	9,53	10,16	5,08	20,10	25,90	-	0,71	2.900	63	1,080
	60	12 A-1	3/4	19,05	12,70	11,91	5,94	28,00	31,50	-	0,97	3.900	53	1,550
	80	16 A-1	1	25,40	15,88	15,88	7,92	35,30	38,90	-	1,76	8.700	39	2,810
	100	20 A-1	1 1/4	31,75	19,05	19,05	9,53	43,40	47,20	-	2,58	11.000	31	3,850
	120	24 A-1	1 1/2	38,10	25,40	22,23	11,10	53,40	57,40	-	3,90	15.500	27	5,550
	140	28 A-1	1 3/4	44,45	25,40	25,40	12,70	58,50	62,30	-	4,67	21.000	23	7,700
160	32 A-1	2	50,80	31,75	28,58	14,27	68,50	73,40	-	6,40	28.500	19	10,000	
200	40 A-1	2 1/2	63,50	38,10	39,67	19,84	78,50	90,30	-	10,85	43.000	15	16,690	
240	48 A-1	3	76,20	47,63	47,63	23,80	94,30	105,50	-	16,11	60.000	13	25,170	
Cadenas dobles	2035*	06 C-2	3/8	9,525	4,77	5,08	3,59	22,00	27,40	10,13	0,54	2.100	105	0,850
	2040	08 A-2	1/2	12,70	7,95	7,92	3,96	30,70	36,20	14,38	0,90	3.700	79	1,280
	2050	10 A-2	5/8	15,875	9,53	10,16	5,08	38,20	39,90	18,11	1,42	5.800	63	2,100
	2080	12 A-2	3/4	19,05	12,70	11,91	5,94	47,90	54,40	22,78	1,94	7.800	53	3,150
	2080	16 A-2	1	25,40	15,88	15,88	7,92	61,40	68,10	29,29	3,80	13.400	39	5,190
	2100	20 A-2	1 1/4	31,75	19,05	19,05	9,53	79,20	83,10	35,76	5,16	22.000	31	7,700
	2120	24 A-2	1 1/2	38,10	25,40	22,23	11,10	98,90	102,90	45,44	7,80	31.000	27	11,100
	2140	28 A-2	1 3/4	44,45	25,40	25,40	12,70	105,40	110,40	48,87	9,34	42.000	23	15,400
	2180	32 A-2	2	50,80	31,75	28,58	14,27	127,10	131,90	58,55	12,80	53.000	19	20,000
	2200	40 A-2	2 1/2	63,50	38,10	39,67	19,84	148,00	161,00	71,55	21,70	86.000	15	33,000
2240	48 A-2	3	76,20	47,63	47,63	23,80	182,00	193,00	87,83	32,22	120.000	13	50,000	
Cadenas triples	3035*	06 C-3	3/8	9,525	4,77	5,08	3,59	32,20	37,50	10,13	0,81	3.150	105	0,950
	3040	08 A-3	1/2	12,70	7,95	7,92	3,96	45,10	50,60	14,38	1,35	5.500	79	1,900
	3050	10 A-3	5/8	15,875	9,53	10,16	5,08	56,30	62,00	18,11	2,13	8.700	63	3,140
	3080	12 A-3	3/4	19,05	12,70	11,91	5,94	70,70	77,20	22,78	2,91	11.700	53	4,710
	3080	16 A-3	1	25,40	15,88	15,88	7,92	90,60	97,10	29,29	5,28	20.100	39	7,760
	3100	20 A-3	1 1/4	31,75	19,05	19,05	9,53	115,00	119,10	35,76	7,74	33.000	31	11,500
	3120	24 A-3	1 1/2	38,10	25,40	22,23	11,10	144,40	147,80	45,44	11,70	48.500	27	16,800
	3140	28 A-3	1 3/4	44,45	25,40	25,40	12,70	154,30	159,40	48,87	18,00	63.000	23	23,000
	3160	32 A-3	2	50,80	31,75	28,58	14,27	185,60	189,90	58,55	19,20	79.500	19	30,000
	3200	40 A-3	2 1/2	63,50	38,10	39,67	19,84	219,50	233,00	71,55	32,55	129.000	15	49,310
3240	48 A-3	3	76,20	47,63	47,63	23,80	270,00	281,00	87,83	48,33	180.000	13	74,830	

\* Cadena de casquillos. Norma ISO 1395  
1 daN = 1 Kg

## ANEXO 16.

### SELECCIÓN DE RUEDAS DE ESTRELLA



www.intermec.com.co

PIÑONES  
1/2 (40)

TABLA DE DIMENSIONES  
DE LOS PIÑONES INTERMEC PASO 1/2" (12.7 mm)  
para Cadena ANSI No. 40 Tipo B Sencillos, Dobles y Triples

Ref.	D	SENCILLOS			Ref.	DOBLES			Ref.	TRIPLES		
		Dm	L	d		Dm	L	d		Dm	L	d
40B9 R	42.4	27	22	12.70	40-2B9 R	23	38	12.70	40-3B9 R	23	54	12.70
40B10 R	46.7	32	22	12.70	40-2B10 R	27	38	12.70	40-3B10 R	27	54	12.70
40B11 R	50.8	35	22	12.70	40-2B11 R	37	38	12.70	40-3B11 R	37	54	12.70
40B12 R	55.1	40	22	12.70	40-2B12 R	40	38	12.70	40-3B12 R	40	54	12.70
40B13	59.2	40	22	12.70	40-2B13	38	38	12.70	40-3B13	38	54	12.70
40B14	63.2	43	22	12.70	40-2B14	43	38	12.70	40-3B14	43	54	12.70
40B15	67.3	46	22	12.70	40-2B15	46	38	12.70	40-3B15	46	54	12.70
40B16	71.4	51	22	15.88	40-2B16	51	38	15.88	40-3B16	51	54	15.88
40B17	75.7	54	25	15.88	40-2B17	54	38	15.88	40-3B17	54	54	15.88
40B18	79.8	59	25	15.88	40-2B18	59	38	15.88	40-3B18	59	54	15.88
40B19	83.8	63	25	15.88	40-2B19	63	38	15.88	40-3B19	64	54	15.88
40B20	87.9	66	25	15.88	40-2B20	66	41	15.88	40-3B20	67	57	15.88
40B21	91.9	70	25	15.88	40-2B21	70	41	15.88	40-3B21	70	57	15.88
40B22	96.0	73	25	15.88	40-2B22	73	41	15.88	40-3B22	73	57	15.88
40B23	100.1	76	25	15.88	40-2B23	76	41	15.88	40-3B23	76	57	15.88
40B24	104.1	82	25	15.88	40-2B24	82	41	15.88	40-3B24	82	57	15.88
40B25	108.2	82	25	15.88	40-2B25	82	41	15.88	40-3B25	82	57	15.88
40B26	112.3	82	25	15.88	40-2B26	82	41	15.88	40-3B26	82	57	15.88
40B27	116.3	82	25	15.88	40-2B27	82	41	15.88	40-3B27	82	57	15.88
40B28	120.4	82	25	15.88	40-2B28	82	41	15.88	40-3B28	82	57	15.88
40B29	124.5	82	25	15.88	40-2B29	82	41	15.88	40-3B29	82	57	15.88
40B30	128.5	82	25	15.88	40-2B30	82	41	15.88	40-3B30	82	57	15.88
40B31	132.6	82	25	15.88	40-2B31	82	41	15.88	40-3B31	82	57	15.88
40B32	136.7	82	25	15.88	40-2B32	82	41	19.05	40-3B32	82	57	19.05
40B33	140.7	82	25	15.88	40-2B33	82	41	19.05	40-3B33	82	57	19.05
40B34	144.8	82	25	15.88	40-2B34	82	41	19.05	40-3B34	82	57	19.05
40B35	148.8	82	25	15.88	40-2B35	82	41	19.05	40-3B35	82	57	19.05
40B36	152.9	82	25	15.88	40-2B36	95	41	19.05	40-3B36	82	60	19.05
40B37	157.0	82	25	15.88	40-2B37	95	41	25.40	40-3B37	82	60	25.40
40B38	160.8	82	25	15.88	40-2B38	95	41	25.40	40-3B38	82	60	25.40
40B39	164.8	82	25	15.88	40-2B39	95	41	25.40	40-3B39	82	60	25.40
40B40	168.9	89	28	19.05	40-2B40	95	44	25.40	40-3B40	82	60	25.40
40B41	173.0	89	28	19.05	40-2B41	95	44	25.40	40-3B41	82	60	25.40
40B42	177.0	89	28	19.05	40-2B42	95	44	25.40	40-3B42	82	60	25.40
40B43	181.1	89	28	19.05	40-2B43	95	44	25.40	40-3B43	82	60	25.40
40B44	185.2	89	28	19.05	40-2B44	95	44	25.40	40-3B44	82	60	25.40

## ANEXO 17.

### SELECCIÓN DE PERNOS

6

PERNOS Y TUERCAS G2

CONSUN



PERNO GALVANIZADO CABEZA HEXAGONAL CON TUERCA

**PERNO GALVANIZADO CABEZA HEXAGONAL**

TIPO DE CABEZA:

FAMILIA: PG0  
 MEDIDAS: PULGADAS  
 TIPO DE ROSCA: FINA  
 MATERIAL: ACERO GALVANIZADO  
 HILO: ESTÁNDAR

CÓDIGO: FAMILIA PG0      VENTA: KG

**NOMENCLATURA DE CÓDIGO**

Galvanizado      Longitud  
**PG025050**  
 Perno      Diámetro

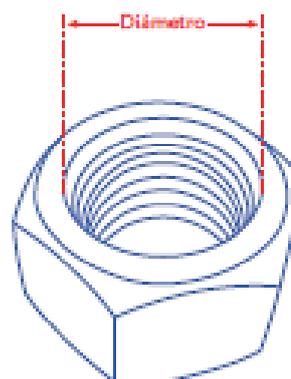
D= Diámetro del Perno  
 L= Longitud del Perno

CÓDIGO:	DIÁMETRO:	LONGITUD:	MÁSTER (KG)
PG025050	1/4"	1/2"	30 KG.
PG025075	1/4"	3/4"	30 KG.
PG025100	1/4"	1"	30 KG.
PG025150	1/4"	1 1/2"	30 KG.
PG025200	1/4"	2"	30 KG.
PG025250	1/4"	2 1/2"	30 KG.
PG025300	1/4"	3"	30 KG.
PG025350	1/4"	3 1/2"	30 KG.
PG025400	1/4"	4"	30 KG.
PG031075	5/16"	3/4"	30 KG.
PG031100	5/16"	1"	30 KG.
PG031150	5/16"	1 1/2"	30 KG.
PG031200	5/16"	2"	30 KG.
PG031250	5/16"	2 1/2"	30 KG.
PG031300	5/16"	3"	30 KG.
PG031350	5/16"	3 1/2"	30 KG.
PG031400	5/16"	4"	30 KG.
PG031450	5/16"	4 1/2"	30 KG.
PG031500	5/16"	5"	30 KG.
PG031600	5/16"	6"	30 KG.
PG037100	3/8"	1"	30 KG.
PG037150	3/8"	1 1/2"	30 KG.
PG037200	3/8"	2"	30 KG.
PG037250	3/8"	2 1/2"	30 KG.
PG037300	3/8"	3"	30 KG.
PG037350	3/8"	3 1/2"	30 KG.
PG037400	3/8"	4"	30 KG.
PG037450	3/8"	4 1/2"	30 KG.
PG037500	3/8"	5"	30 KG.
PG037600	3/8"	6"	30 KG.
PG043100	7/16"	1"	30 KG.
PG043150	7/16"	1 1/2"	30 KG.
PG043200	7/16"	2"	30 KG.
PG043250	7/16"	2 1/2"	30 KG.
PG043350	7/16"	3 1/2"	30 KG.
PG043400	7/16"	4"	30 KG.
PG043450	7/16"	4 1/2"	30 KG.
PG043500	7/16"	5"	30 KG.
PG050100	1/2"	1"	30 KG.
PG050150	1/2"	1 1/2"	30 KG.
PG050200	1/2"	2"	30 KG.
PG050250	1/2"	2 1/2"	30 KG.
PG050300	1/2"	3"	30 KG.
PG050350	1/2"	3 1/2"	30 KG.
PG050400	1/2"	4"	30 KG.
PG050450	1/2"	4 1/2"	30 KG.
PG050500	1/2"	5"	30 KG.
PG050600	1/2"	6"	30 KG.
PG062100	5/8"	1"	30 KG.
PG062150	5/8"	1 1/2"	30 KG.
PG062200	5/8"	2"	30 KG.
PG062250	5/8"	2 1/2"	30 KG.
PG062300	5/8"	3"	30 KG.
PG062350	5/8"	3 1/2"	30 KG.
PG062400	5/8"	4"	30 KG.
PG062450	5/8"	4 1/2"	30 KG.
PG062500	5/8"	5"	30 KG.
PG062600	5/8"	6"	30 KG.
PG062700	5/8"	7"	30 KG.
PG075200	3/4"	2"	30 KG.
PG075300	3/4"	3"	30 KG.
PG075450	3/4"	4 1/2"	30 KG.
PG075600	3/4"	6"	30 KG.

## ANEXO 18.

### SELECCIÓN DE TUERCAS

#### TUERCA HEXAGONAL GALVANIZADA



FAMILIA:  
MATERIAL:  
HILO:

TG  
GALVANIZADO  
ESTÁNDAR

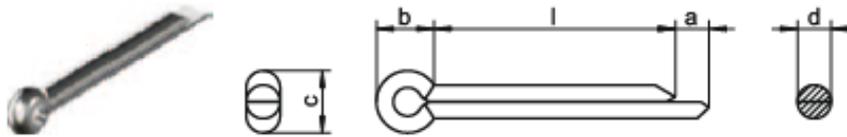
#### MEDIDAS EN PULGADAS

CÓDIGO:	DIÁMETRO:	MÁSTER (KG):
TG025	1/4"	30 KG.
TG031	5/16"	30 KG.
TG037	3/8"	30 KG.
TG043	7/16"	30 KG.
TG050	1/2"	30 KG.
TG062	5/8"	30 KG.
TG075	3/4"	30 KG.
TG087	7/8"	30 KG.
TG100	1"	30 KG.

# ANEXO 19.

## SELECCIÓN DE PASADORES

**DIN 94** - sim. ISO 1234  
Pasador



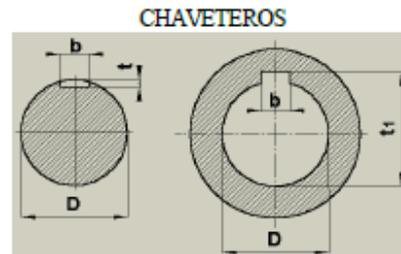
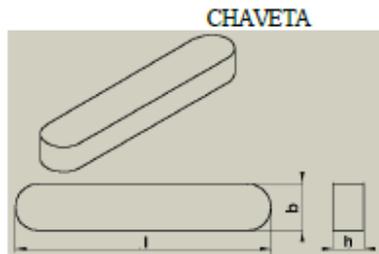
d max.	0,9	1,0	1,4	1,8	2,3	2,9	3,7	4,6	5,9	7,5	9,5	12,4
d min.	0,8	0,9	1,3	1,7	2,1	2,7	3,5	4,4	5,7	7,3	9,3	12,1
a max.	1,6	2,5	2,5	2,5	2,5	3,2	4,0	4,0	4,0	4,0	6,3	6,3
a min.	0,80	1,25	1,25	1,25	1,25	1,60	2,00	2,00	2,00	2,00	3,20	3,20
b ≈	3,0	3,0	3,2	4,0	5,0	6,4	8,0	10,0	12,6	16,0	20,0	26,0
c max.	1,8	2,0	2,8	3,6	4,6	5,8	7,4	9,2	11,8	15,0	19,0	24,8
c min.	1,6	1,7	2,4	3,2	4,0	5,1	6,5	8,0	10,3	13,1	16,6	21,7
Long. / Ø	1	1,2	1,6	2	2,5	3,2	4	5	6,3	8	10	13
6	▲●	▲●	▲●	▲●								
8	▲●	▲●	▲●	▲●								
10	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●						
12	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●						
14	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●						
16	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●				
18	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●				
20	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●			
22	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●		
25	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●		
28	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●		
32	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	
36	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	
40	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	
45	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	
50			▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	
56						▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●
63						▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●
71						▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●
80						▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●
90							▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●
100							▲●	▲●	▲●	▲●	▲●	▲●
112								▲●	▲●	▲●	▲●	▲●
125									▲●	▲●	▲●	▲●
140										▲●	▲●	▲●
UV	500	500	500	500	500	500	200	200	100	100	50	25

■ A1 / ▲ A2 / ● A4 | UV: Unidad de venta | Todas las medidas en mm | Otras dimensiones bajo pedido  
Ejemplo Art.-Nr.: 94-2-8X40 DIN 94 - A2 - Ø 8mm - l = 40mm

## ANEXO 20.

### SELECCIÓN DE CHAVETAS Y CHAVETEROS

#### CHAVETAS PRATT AND WHITNEY Y DIMENSIONES DE SUS RESPECTIVOS CHAVETEROS



b	h	l Desde – hasta
4	3	8 - 25
4	4	10 - 30
5	3	10 - 40
5	5	10 - 40
6	4	12 - 50
6	6	12 - 50
7	7	15 - 60
8	5	20 - 70
8	7	20 - 70
10	6	25 - 90
10	8	25 - 90
12	8	30 - 120
14	9	35 - 140
16	10	45 - 180
18	11	50 - 200
20	12	60 - 220
24	14	70 - 280
28	16	80 - 300
28	17	80 - 300
32	18	90 - 350
32	20	90 - 350
36	20	100 - 400
36	23	100 - 400
40	22	120 - 400
40	26	120 - 400
45	25	160 - 400

Diámetro del árbol Desde – hasta	Chaveta b x h	Chaveteros		
		b	t	t <sub>1</sub>
10 - 12	4 * 4	4	2.5	D + 1.7
12 - 17	5 * 5	5	3	D + 2.2
17 - 22	6 * 6	6	3.5	D + 2.7
22 - 30	8 * 7	8	4	D + 3.2
30 - 38	10 * 8	10	4.5	D + 3.7
38 - 44	12 * 8	12	4.5	D + 3.7
44 - 50	14 * 9	14	5	D + 4.2
50 - 58	16 * 10	16	5	D + 5.2
58 - 68	18 * 11	18	6	D + 5.3
68 - 78	20 * 12	20	6	D + 6.3
78 - 92	24 * 14	24	7	D + 7.3
92 - 110	28 * 16	28	8	D + 8.3
110 - 130	32 * 18	32	9	D + 9.3
130 - 150	36 * 20	36	10	D + 10.3
150 - 170	40 * 22	40	11	D + 11.3
170 - 200	45 * 25	45	13	D + 12.3

b □ Ancho de la chaveta y de los chaveteros en mm

h □ Altura de la chaveta en mm

l □ Longitud de la chaveta en mm

d □ Diámetro del eje en mm

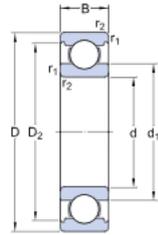
t □ Profundidad del chavetero en el eje en mm

t<sub>1</sub> □ Medida de la verificación de la profundidad del chavetero en el cubo en mm

# ANEXO 21.

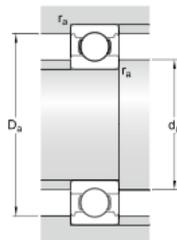
## CARACTERÍSTICAS DEL RODAMIENTO

### Dimensiones



d	17	mm
D	30	mm
B	7	mm
d <sub>1</sub>	≈ 20.4	mm
D <sub>2</sub>	≈ 27.7	mm
r <sub>1,2</sub>	min. 0.3	mm

### Dimensiones de los resaltes



d <sub>a</sub>	min. 19	mm
D <sub>a</sub>	max. 28	mm
r <sub>a</sub>	max. 0.3	mm

### Datos del cálculo

Capacidad de carga dinámica básica	C	4.62	kN
Capacidad de carga estática básica	C <sub>0</sub>	2.55	kN
Carga límite de fatiga	P <sub>0</sub>	0.108	kN
Velocidad de referencia		50000	r/mir
Velocidad límite		32000	r/mir
Factor de cálculo	k <sub>r</sub>	0.02	
Factor de cálculo	f <sub>0</sub>	14.7	

### Masa

Rodamiento de masa		0.016	kg
--------------------	--	-------	----

## ANEXO 22.

# CARACTERÍSTICAS DEL ACERO INÓXIDABLE



### PLANCHAS ACERO INOXIDABLE

## Norma: AISI 304

### Especificaciones Generales

DESCRIPCIÓN DE ACUERDO A NORMA	JIS	SUS 304
	ASTM	304
	JIN	4301

**ESPEORES** desde 0,40-1,5mm

**DIMENSIONES** 1220 x 2440mm (estándar)  
1220 x otros largos (especial)



Descripción: Acero inoxidable aleado al cromo y níquel, muy resistente a la corrosión intergranular y a los ataques químicos del medio ambiente. Posee una buena resistencia a la corrosión del agua, ácidos y soluciones alcalinas si se emplea con superficie pulida a espejo. Se le puede encontrar con acabado ASTM 2B y 1.

#### COMPOSICIÓN QUÍMICA (%)

C Max	Si Max	Mn	P Max	S Max	Ni	Cr	Mo	Otros
0,08	1	2	0,04	0,03	8 - 10,5	18 - 20	XX	XX

#### PROPIEDADES MECÁNICAS

RESISTENCIA MECÁNICA		PUNTO DE FLUENCIA		Elongación % Min.	PRUEBAS DE DUREZA (MAX)	
Kg/mm <sup>2</sup>	Psi	Kg/mm <sup>2</sup>	Psi		ROCKWELL B	VICKERS
49	69500	18	25500	40	81,7	160

ACERO INOXIDABLE

## ANEXO 23.

# SELECCIÓN DE PERNOS DE EXPANSIÓN

2



PERNOS ESPECIALES



**CONSUN**



PERNOS DE EXPANSIÓN

**PERNO DE EXPANSIÓN GALVANIZADO**



TIPO DE CAMISA:

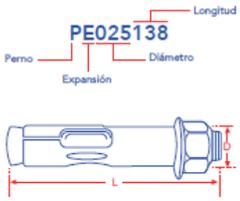


FAMILIA: PE  
 MEDIDAS: PULGADAS  
 TIPO DE CAMISA: LARGA  
 MATERIAL: ACERO GALVANIZADO  
 HILO: ESTÁNDAR

CÓDIGO: FAMILIA PE      VENTA: UNIDAD

**NOMENCLATURA DE CÓDIGO**

**PE025138**



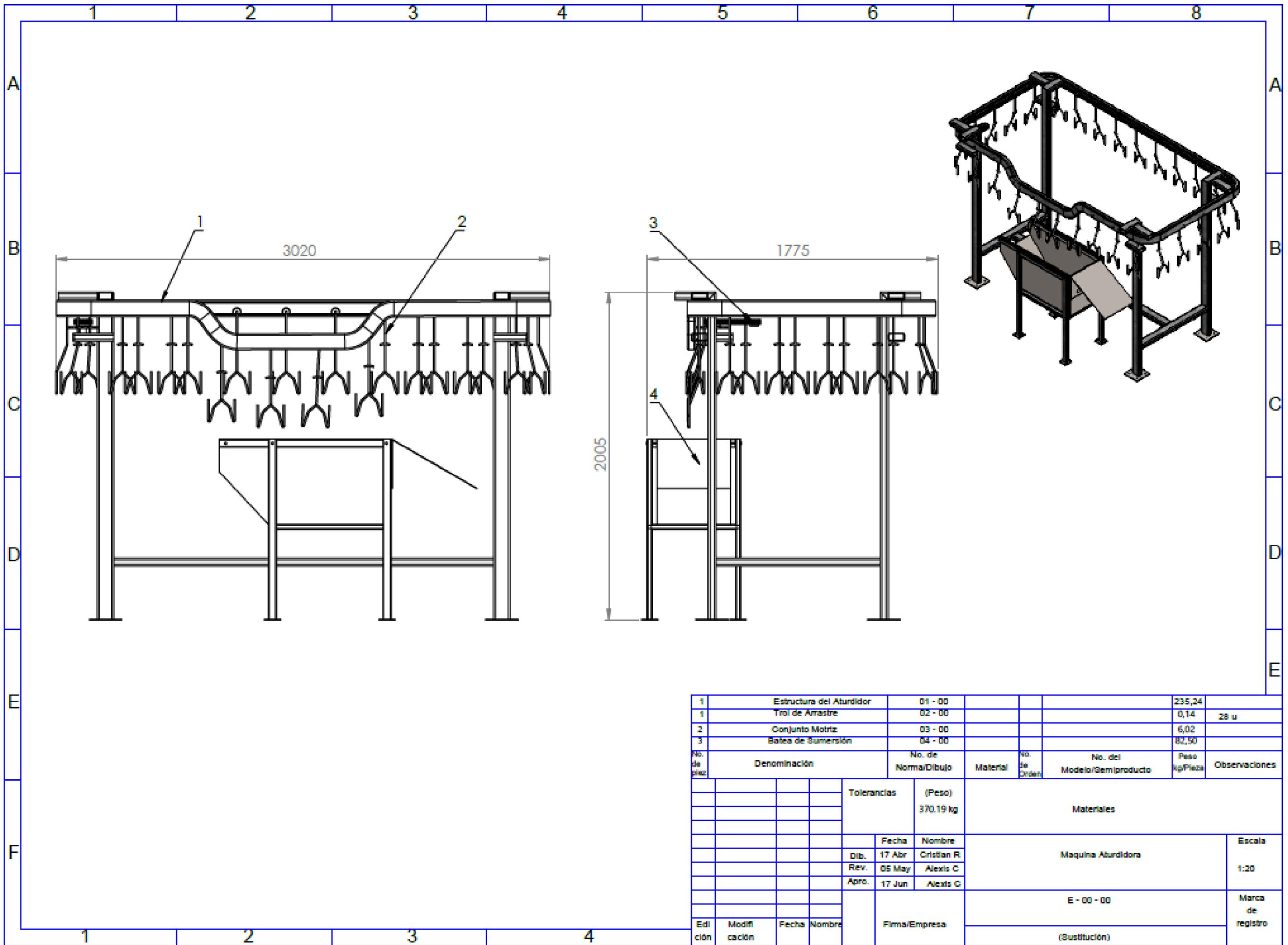
D= Diámetro del Perno  
 L= Longitud del Perno

CÓDIGO:	DIÁMETRO:	LONGITUD:	MÁSTER (CT)
PE025138	1/4"	1 3/8"	25 CT.
PE025225	1/4"	2 1/4"	15 CT.
PE031150	5/16"	1 1/2"	15 CT.
PE031200	5/16"	2"	15 CT.
PE031250	5/16"	2 1/2"	10 CT.
PE038187	3/8"	1 7/8"	5 CT.
PE038300	3/8"	3"	5 CT.
PE038400	3/8"	4"	4 CT.
PE050225	1/2"	2 1/4"	3 CT.
PE050275	1/2"	2 3/4"	3 CT.
PE050300	1/2"	3"	3 CT.
PE050400	1/2"	4"	3 CT.
PE050600	1/2"	6"	2 CT.
PE062225	5/8"	2 1/4"	2 CT.
PE062300	5/8"	3"	1 CT.
PE062425	5/8"	4 1/4"	1 CT.
PE062575	5/8"	5 3/4"	1 CT.
PE062600	5/8"	6"	1 CT.
PE075250	3/4"	2 1/2"	1 CT.
PE075425	3/4"	4 1/4"	1 CT.
PE075625	3/4"	6 1/4"	1 CT.

**ANEXO 24.**  
**PLANO ELÉCTRICO**



**ANEXO 25.**  
**PLANO ATURDIDOR**

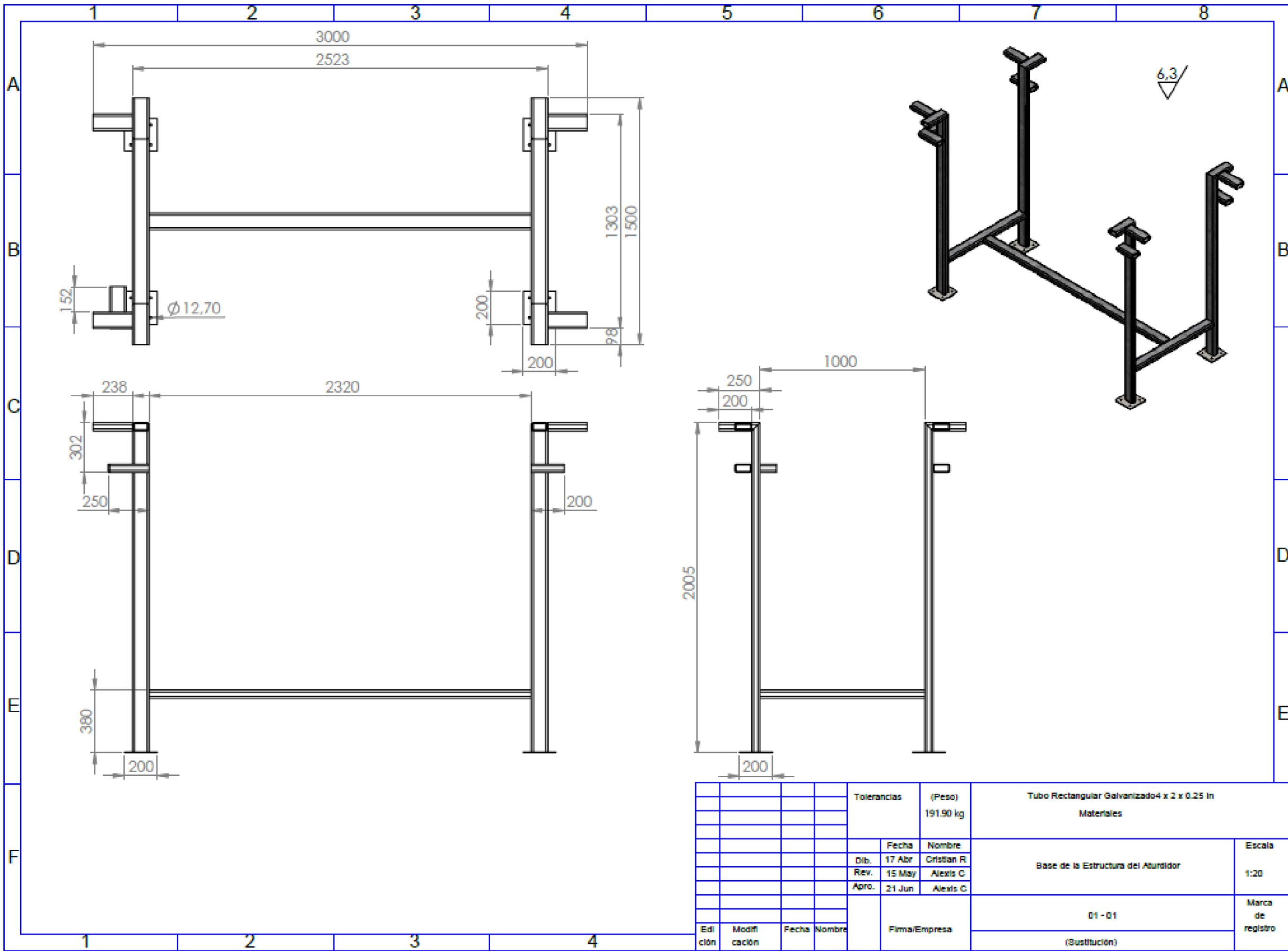


No. de pieza	Denominación	No. de Norma/Dibujo	Material	No. de Orden	No. del Modelo/Semiproducto	Peso kg/Pieza	Observaciones
1	Estructura del Aturdidor	01 - 00				235,24	
1	Trol de Arrastre	02 - 00				0,14	28 u
2	Conjunto Motriz	03 - 00				6,02	
3	Batea de Sumersión	04 - 00				82,50	
		Tolerancias		(Peso)			
				370.19 kg		Materiales	
		Fecha		Nombre		Escala	
		Dib. 17 Abr		Cristian R.		Maquina Aburdidora	
		Rev. 05 May		Alexis C.		1:20	
		Apro. 17 Jun		Alexis C.			
						E - 00 - 00	
						Marca de registro	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Firma/Empresa		(Sustitución)	

**ANEXO 26.**  
**PLANO ESTRUCTURAL DEL ATURDIDOR**



**ANEXO 27.**  
**PLANO DE LA BASE DE LA ESTRUCTURA DEL ATURDIDOR**

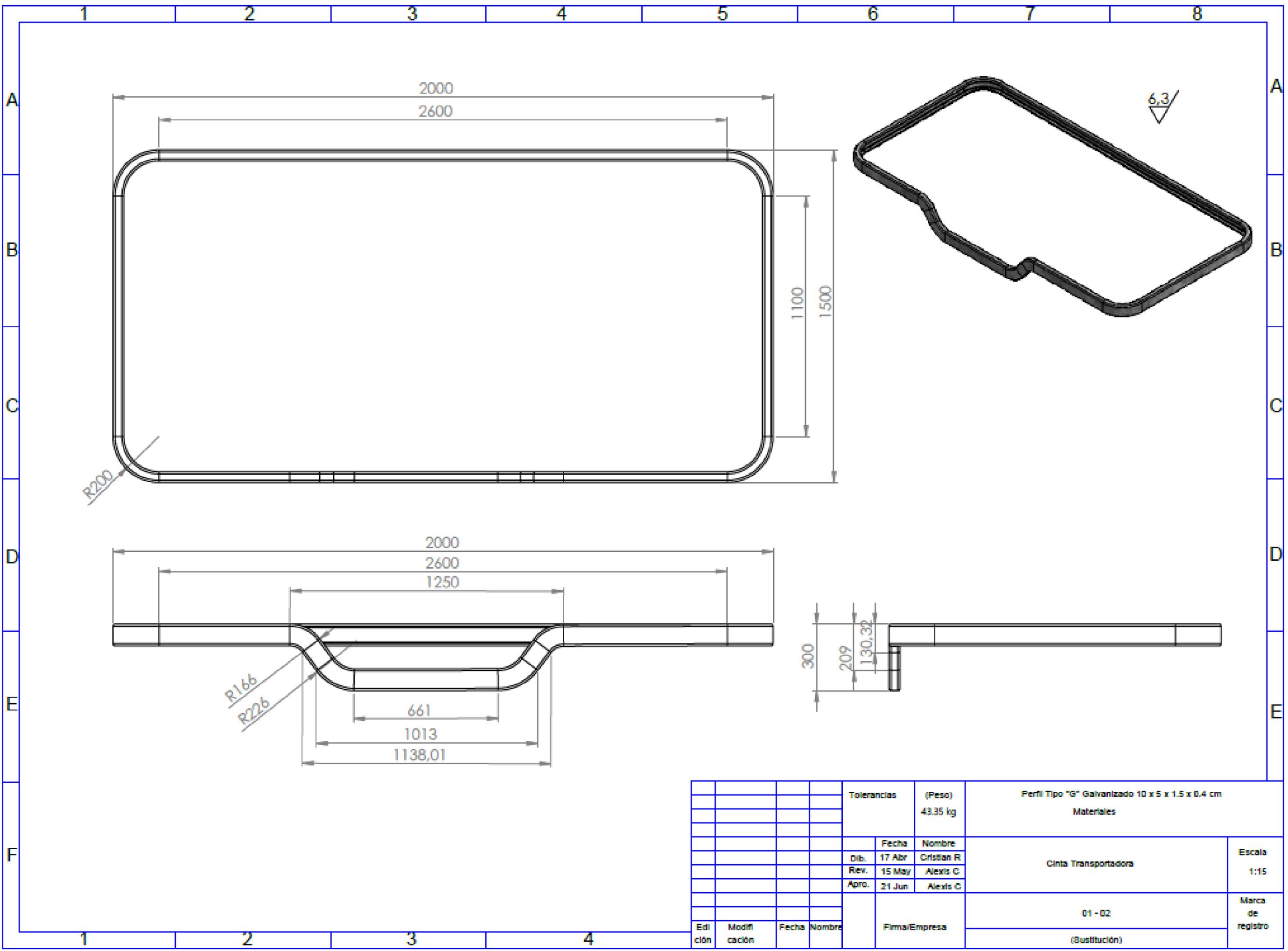


				Tolerancias	(Peso)	Tubo Rectangular Galvanizado 4 x 2 x 0.25 In	
					191.90 kg	Materiales	
					Fecha	Nombre	Base de la Estructura del Aturdidor
				Dib.	17 Abr	Cristian R.	
				Rev.	15 May	Alexis C.	
				Apro.	21 Jun	Alexis C.	
					Firma/Empresa		01 - 01
Edi	Modifi	Fecha	Nombre				Marca de registro
ción	cación					(Sustitución)	

Escala  
1:20

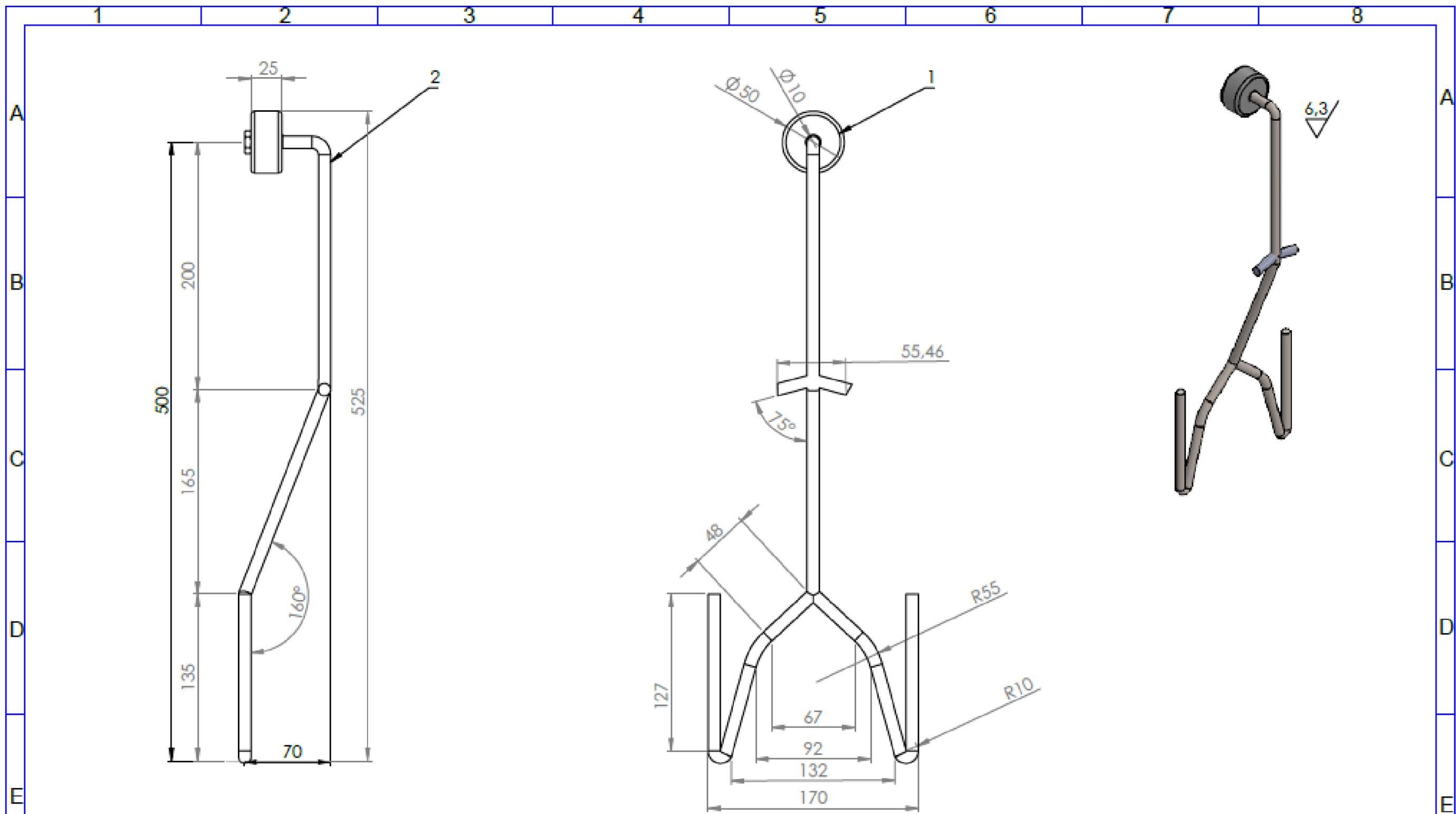
Marca de registro

**ANEXO 28.**  
**PLANO CINTA TRANSPORTADORA**



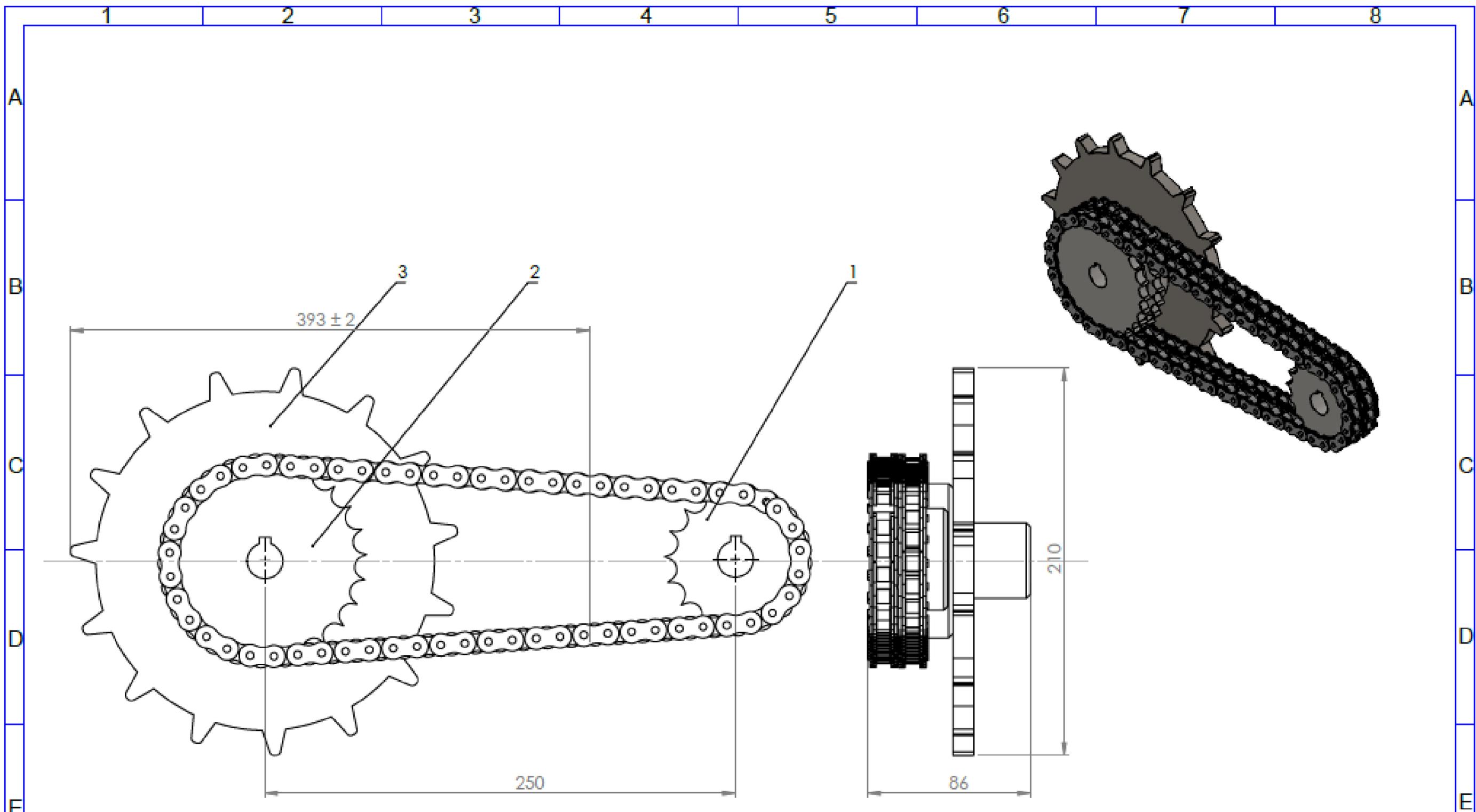
				Tolerancias	(Peso)	Perfil Tipo "B" Galvanizado 10 x 5 x 1.5 x 0.4 cm	
					43.35 kg	Materiales	
					Fecha	Nombre	Cinta Transportadora
				Dib.	17 Abr	Cristian R.	
				Rev.	15 May	Alexis C.	
				Apro.	21 Jun	Alexis C.	Escala 1:15
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Firma/Empresa		01 - 02	
						(Sustitución)	

**ANEXO 29.**  
**PLANO DEL TROL DE ARRASTRE**



No. de pieza	Denominación	No. de Norma/Dibujo	Material	No. de Orden	No. del Modelo/Semiproducto	Peso kg/Pieza	Observaciones
1	Rueda Trol	02 - 01	Nylon 6			0.04	
2	Gancho Trol	02 - 02	Varilla lisa			0.10	Sist. de seguridad
		Tolerancias		(Peso)		Materiales	
				0.14 kg			
		Fecha		Nombre		Trol de Arrastre	
		Dib. 17 Abr		Cristian R		Escala	
		Rev. 15 May		Alexis C		1:3	
		Apro. 21 Jun		Alexis C		Marca de registro	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Firma/Empresa		02 - 00	
						(Sustitución)	

**ANEXO 30.**  
**PLANO DE CONJUNTO MOTRIZ DE TRANSMISIÓN**

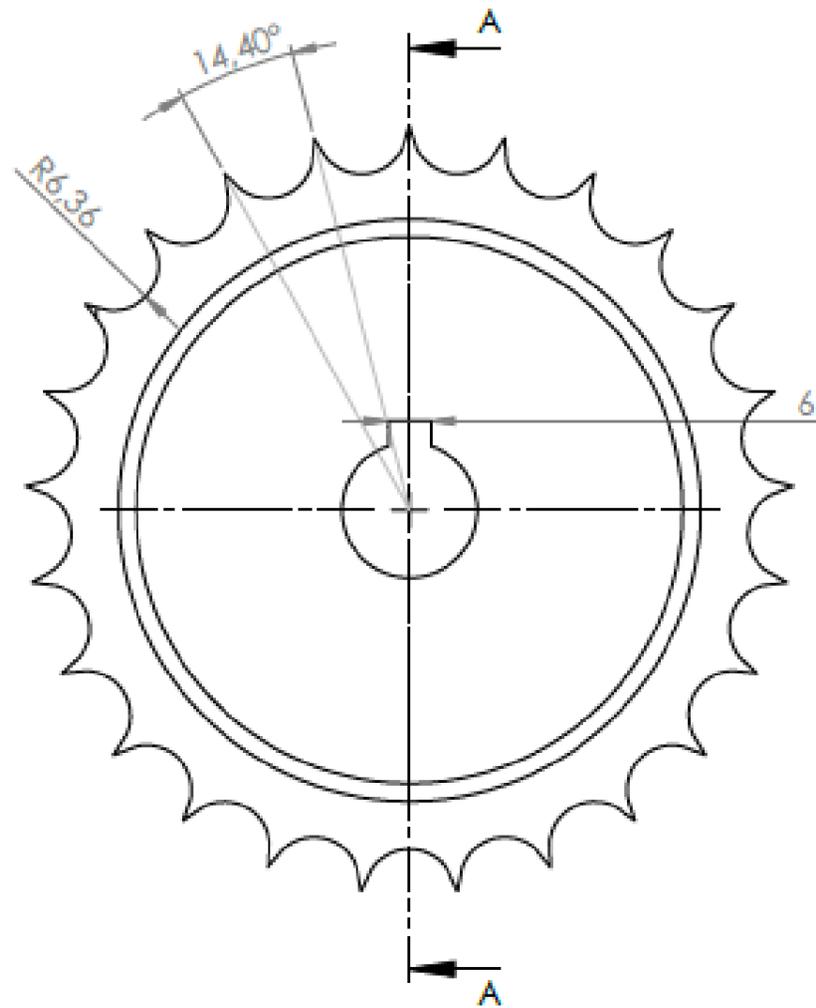


1	Rueda Motriz	03 - 01	Acero Endur		0.67	
2	Rueda Conducida	03 - 02	Acero Endur		1.75	
3	Rueda para Cadenas	03 - 03	Acero Endur		2.49	
No. de pieza	Denominación	No. de Norma/Dibujo	Material	No. de Orden	No. del Modelo/Semiproducto	Peso kg/Pieza Observaciones
			Tolerancias	(Peso)	Materiales	
				6.02 kg		
			Fecha	Nombre	Conjunto Motriz	
			Dib. 17 Abr	Cristian R.	Escala	
			Rev. 01 May	Alexis C.	1:2	
			Apro. 14 Jun	Henry I.	Marca de registro	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Firma/Empresa	03 - 00 Número del dibujo (Sustitución)	

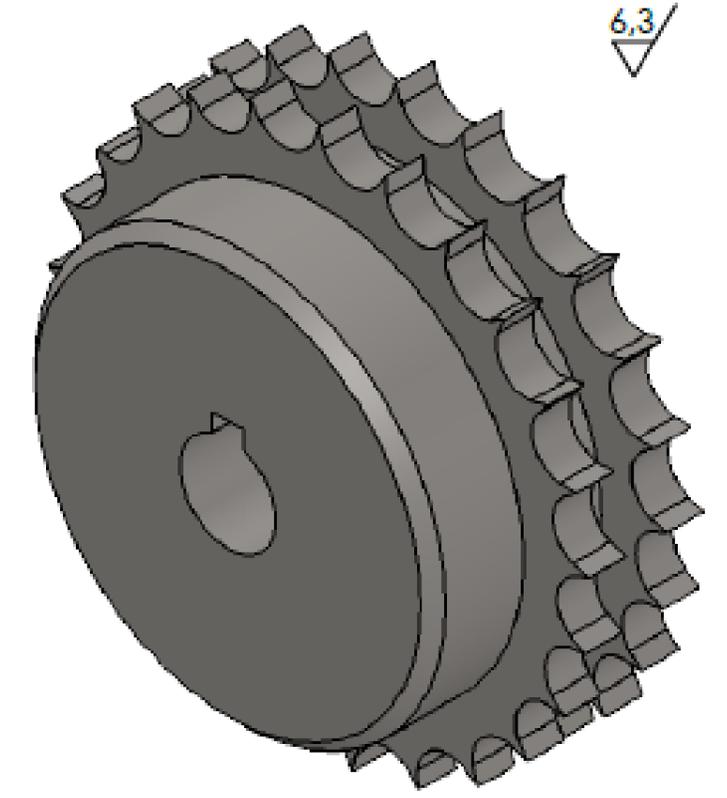
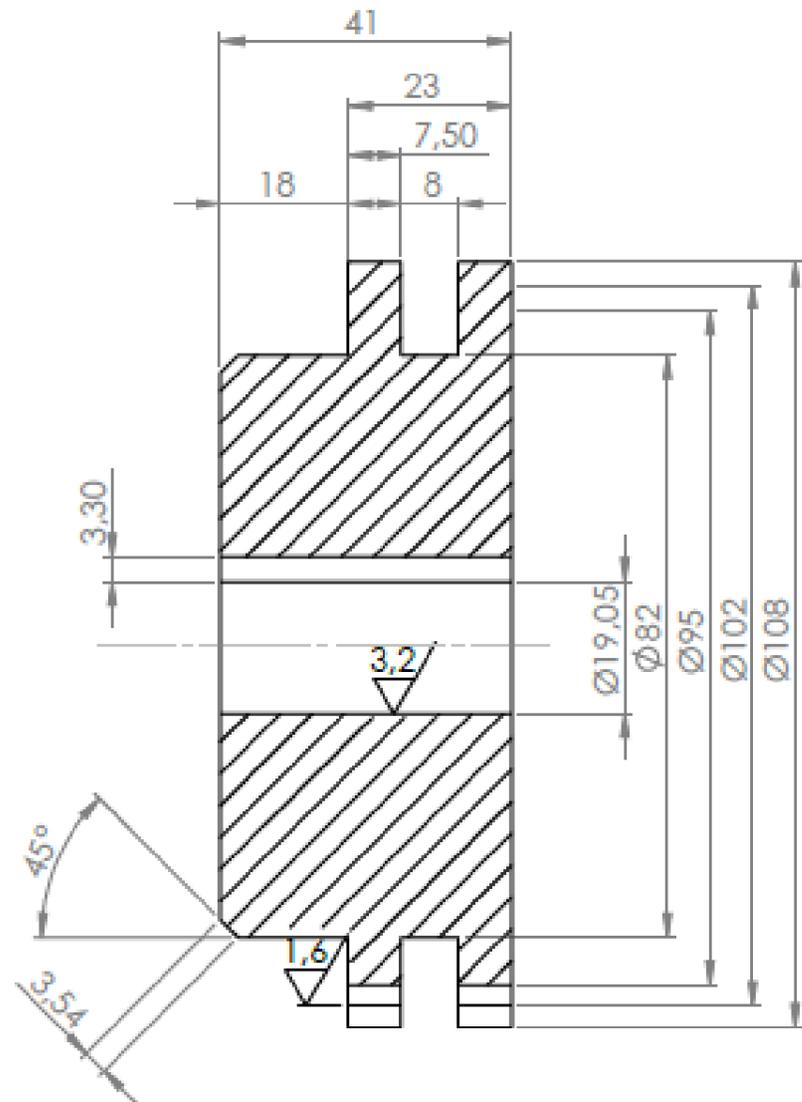
**ANEXO 31.**  
**PLANO RUEDA MOTRIZ**



**ANEXO 32.**  
**PLANO RUEDA CONDUcida**



SECCIÓN A-A



Número de dientes	25
Altura del diente	8 mm
Esesor del diente	7,5 mm
Paso	12,7 mm
Diámetro primitivo	102 mm

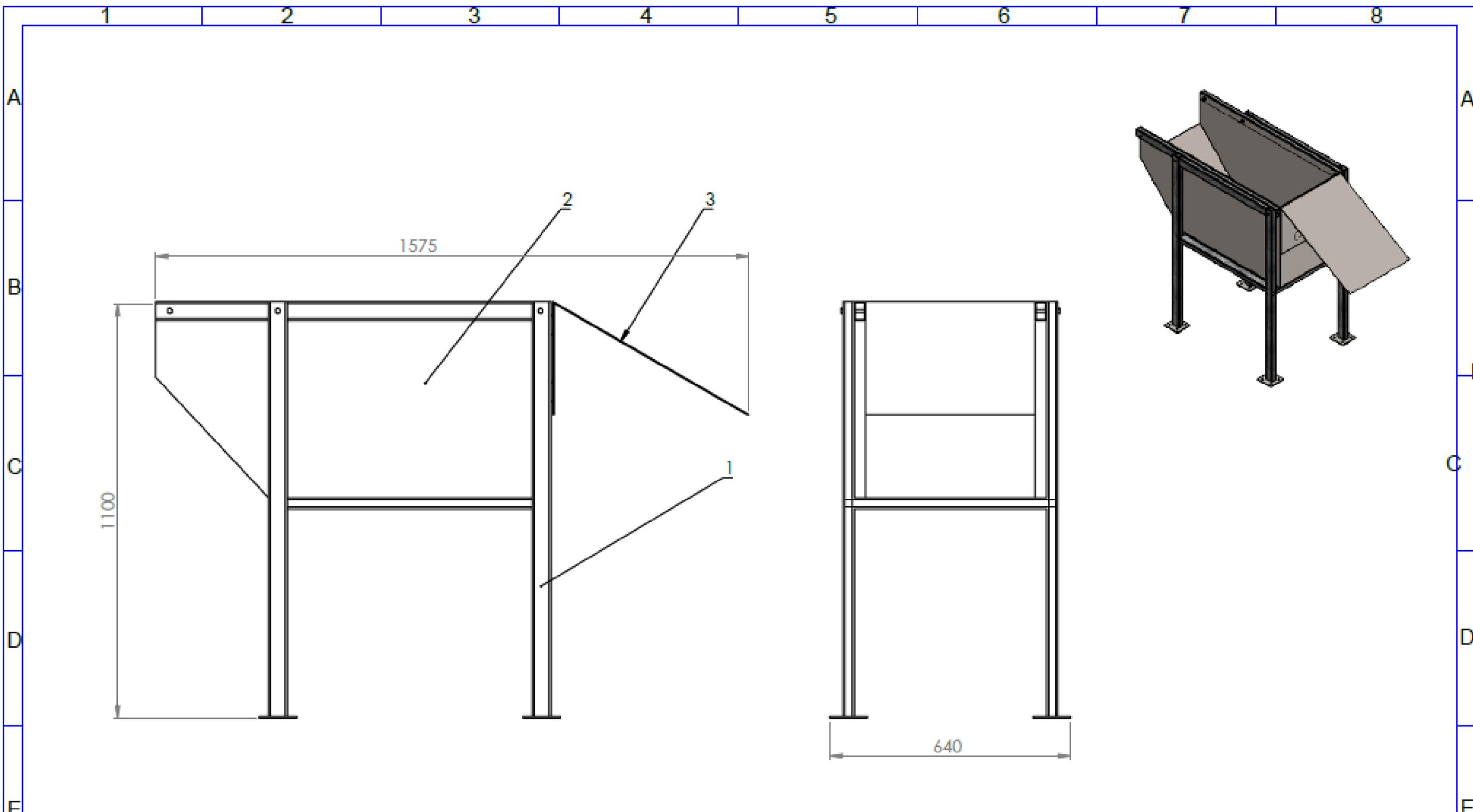
				Tolerancias	(Peso) 1.75 kg	Acero endurecido Materiales	
					Fecha	Nombre	Rueda Conducida
				Dib.	17 Abr	Cristian R.	
				Rev.	15 May	Alexis C.	
					Apro.	17 Jun	Alexis C.
				Firma/Empresa		03 - 02	Marca de registro
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	

6,3

**ANEXO 33.**  
**PLANO RUEDAS PARA CADENAS**

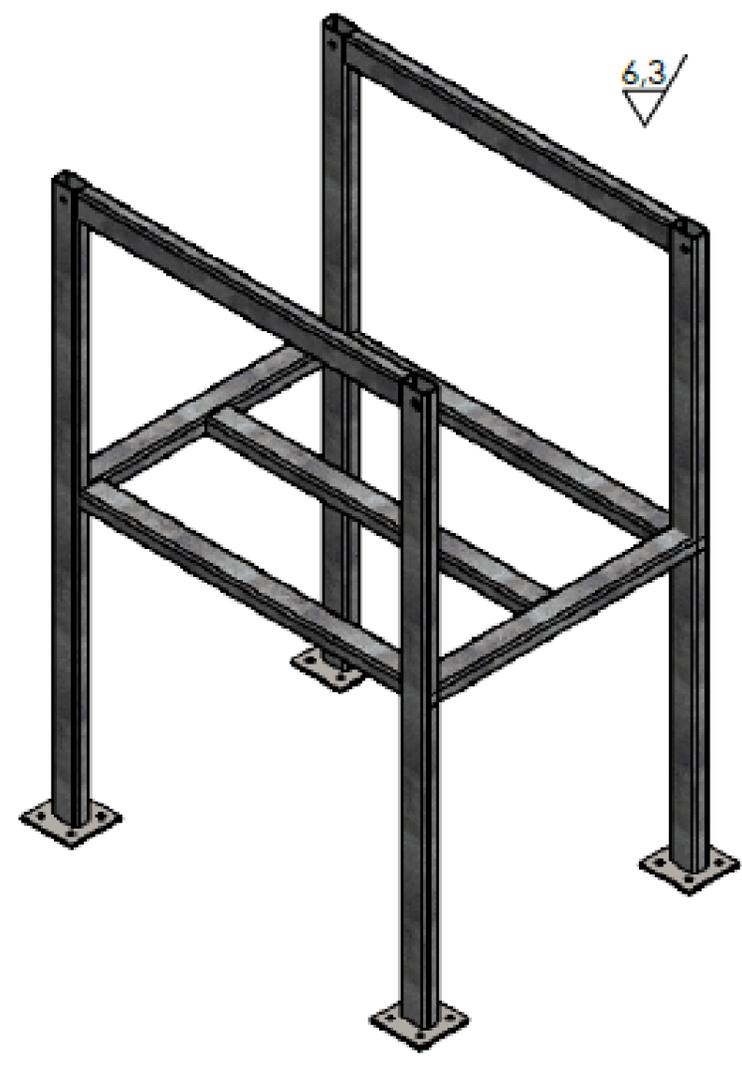
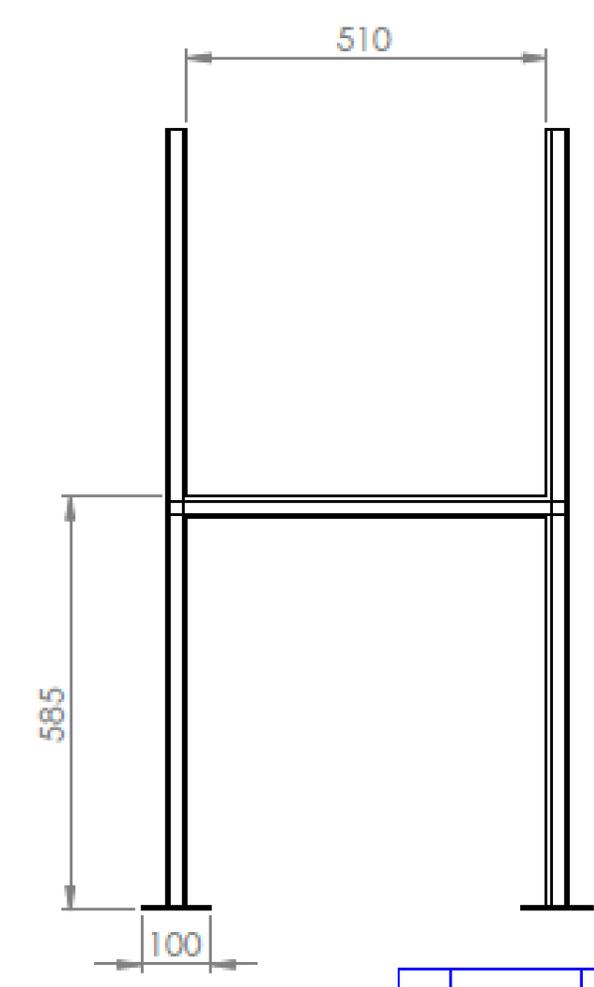
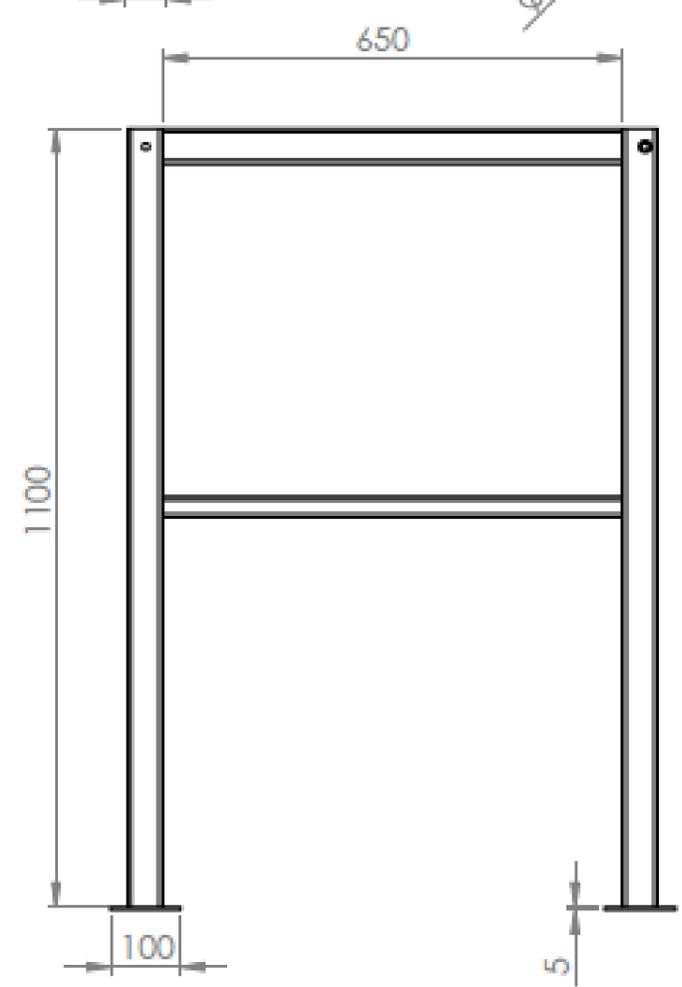
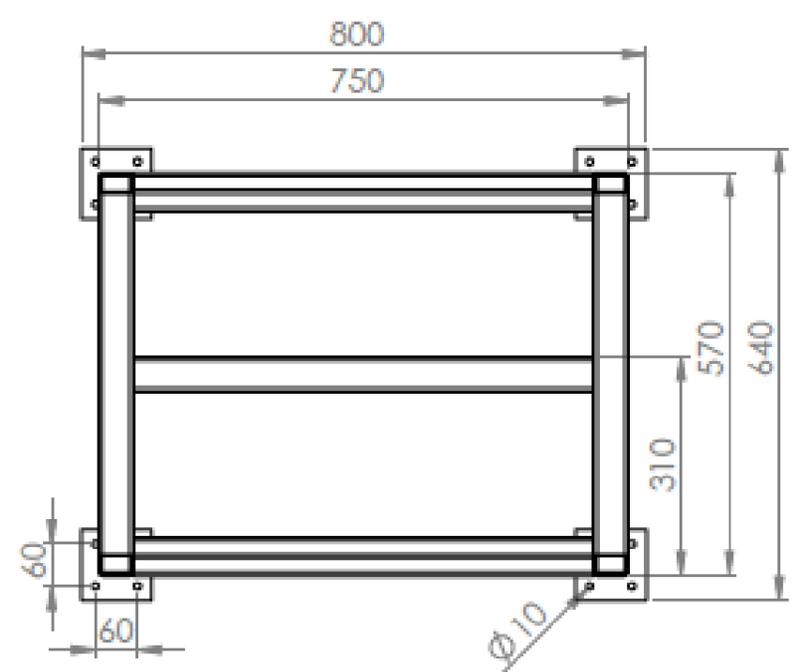


**ANEXO 34.**  
**PLANO BATEA DE SUMERSIÓN**



1	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	Estructura Batea		04 - 01	Acero Galv.				25.76	
2	Batea		04 - 02	Acero Inox.				47.47	
3	Rampa de entrada		04 - 03	Acero Inox.				9.27	
No. de pieza	Denominación		No. de Norma/Dibujo	Material	No. de Orden	No. del Modelo/Semiproducto		Peso kg/Pieza	Observaciones
						Materiales			
			Tolerancias	(Peso)	Batea de sumersión				Escala
				82.50 kg					
			Fecha	Nombre					
			Dib.	17 Abr					Cristian R.
			Rev.	05 May	Alexis C.	04 - 00		1:10	
			Apro.	17 Jun	Alexis C.				
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Firma/Empresa		(Sustitución)		Marca de registro	

**ANEXO 35.**  
**PLANO DE ESTRUCTURA BATEA**



				Tolerancias	(Peso) 25.76	Tubo Galvanizado Rectangular 2 x 1 x 1/8 In		
						Materiales		
					Fecha	Nombre	Estructura de la Batea	
				Dib.	17 Abr	Cristian R.		
				Rev.	05 May	Alexis C.		
					Apro.	17 Jun	Alexis C.	
							04 - 01	
							(Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	Firma/Empresa				Escala 1:10
								Marca de registro

**ANEXO 36.**  
**PLANO BATEA**

