



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL**  
**ESCUELA DE POSGRADOS "ESPOG"**

**MAESTRÍA EN**  
**ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN**  
*Resolución: RPC-SO-09-No.265-2021*

**PROYECTO DE TITULACIÓN EN OPCIÓN AL GRADO DE MAGÍSTER**

<b>Título del proyecto:</b>
Automatización de dobladora de malla electrosoldada para la empresa CPP
<b>Línea de Investigación:</b>
Ciencias de la ingeniería aplicadas a la producción, sociedad y desarrollo sustentable
<b>Campo amplio de conocimiento:</b>
Ingeniería, industria y construcción
<b>Autor/a:</b>
Chiliquinga Lara Jefferson Iván
<b>Tutor/a:</b>
PhD. Urdaneta Herrera Maryory Mg. Albarracín Guarochico Wilmer Fabián

**Quito – Ecuador**

**2024**

## APROBACIÓN DEL TUTOR



Yo, **PhD. Urdaneta Herrera Maryory**, con C.I: **1759316126** en mi calidad de Tutor del proyecto de investigación titulado: **Automatización de dobladora de malla electrosoldada para la empresa CPP**.

Elaborado por: **Chiliquinga Lara Jefferson Iván**, de C.I: 0401677760, estudiante de la Maestría: **Electrónica y Automatización** de la **UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL (UISRAEL)**, como parte de los requisitos sustanciales con fines de obtener el Título de Magister, me permito declarar que luego de haber orientado, analizado y revisado el trabajo de titulación, lo apruebo en todas sus partes.

Quito D.M., 08 de marzo de 2024

---

**Firma**

## DECLARACIÓN DE AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL ESTUDIANTE



Yo, Chiliquinga Lara Jefferson Iván con C.I: 0401677760, autor/a del proyecto de titulación denominado: Automatización de dobladora de malla electrosoldada. Previo a la obtención del título de Magister en Electrónica y Automatización.

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 el respectivo trabajo de titulación 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. Manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Tecnológica Israel los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor@ del trabajo de titulación, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital como parte del acervo bibliográfico de la Universidad Tecnológica Israel.
3. Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de prosperidad intelectual vigentes.

Quito D.M., 08 de marzo de 2024

---

**Firma**

## Tabla de contenidos

<b>APROBACIÓN DEL TUTOR.....</b>	<b>ii</b>
<b>DECLARACIÓN DE AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL ESTUDIANTE .....</b>	<b>iii</b>
<b>INFORMACIÓN GENERAL.....</b>	<b>6</b>
Contextualización del tema.....	6
Problema de investigación .....	7
Objetivo general.....	8
Objetivos específicos.....	8
Vinculación con la sociedad y beneficiarios directos:.....	8
<b>CAPÍTULO I: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....</b>	<b>10</b>
1.1. Contextualización general del estado del arte.....	10
1.2. Proceso investigativo metodológico .....	13
<b>CAPÍTULO II: PROPUESTA .....</b>	<b>14</b>
2.1 Fundamentos teóricos aplicados .....	14
2.1.1 Automatización y control de procesos en la industria.....	14
2.1.2 Sistema de Control .....	14
2.1.2.1 Breaker .....	15
2.1.2.2 Relé.....	15
2.1.2.3 Guardamotor.....	15
2.1.2.4 Pulsador.....	16
2.1.2.5 Luz indicadora .....	16
2.1.2.6 Selector de dos posiciones .....	16
2.1.2.7 Fin de carrera .....	16
2.1.3 Sistema Hidráulico.....	16
2.1.3.1 Válvulas .....	17
2.1.3.2 Bomba hidráulica.....	17
2.1.3.3 Depósito de fluido .....	18
2.1.3.4 Tuberías y mangueras .....	18
2.1.3.5 Actuadores hidráulicos.....	18
2.1.4 Software de simulación.....	19
2.2 Descripción de la propuesta.....	20
2.3 Validación de la propuesta.....	36
2.4 Matriz de articulación de la propuesta .....	40

2.5 Análisis de resultados. Presentación y discusión. ....	42
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>51</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>53</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>54</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>55</b>

## Índice de tablas

<b>Tabla 1. Características de las mallas electrosoldadas .....</b>	<b>20</b>
<b>Tabla 2. Cálculos para selección de sistema hidráulico. ....</b>	<b>27</b>
<b>Tabla 3. Características seleccionadas para sistema hidráulico. ....</b>	<b>27</b>
<b>Tabla 4. Características seleccionadas para actuadores. ....</b>	<b>28</b>
<b>Tabla 5. Descripción de perfil de validadores. ....</b>	<b>36</b>
<b>Tabla 6. Descripción de perfil del validador 1. ....</b>	<b>36</b>
<b>Tabla 7. Escala de evaluación por Ing. Edison Túqueres .....</b>	<b>36</b>
<b>Tabla 8. Descripción de perfil del validador 2. ....</b>	<b>37</b>
<b>Tabla 9. Escala de evaluación por Ing. Diego Canchignia .....</b>	<b>37</b>
<b>Tabla 10. Descripción de perfil del validador 3. ....</b>	<b>38</b>
<b>Tabla 11. Escala de evaluación por Maryory Urdaneta .....</b>	<b>38</b>
<b>Tabla 12. Matriz de articulación .....</b>	<b>40</b>
<b>Tabla 13. Comparación de productividad entre uso de dobladora manual y automatizada. .....</b>	<b>47</b>

## Índice de figuras

<b>Figura 1. Dobladora manual de malla electrosoldada a ser automatizada .....</b>	<b>11</b>
<b>Figura 2. Dobladora de malla electrosoldada accionada de forma manual. ....</b>	<b>12</b>
<b>Figura 3. Tablero de control ON OFF. ....</b>	<b>15</b>
<b>Figura 4. Central hidráulica.....</b>	<b>17</b>
<b>Figura 5 Cilindros Hidráulicos. ....</b>	<b>18</b>
<b>Figura 6. Software de simulación Automation Studio. ....</b>	<b>19</b>
<b>Figura 7. Diagrama de flujo del proceso. ....</b>	<b>23</b>
<b>Figura 8. Vista lateral de dobladora automatizada. ....</b>	<b>25</b>
<b>Figura 9. Vista posterior de dobladora automatizada. ....</b>	<b>25</b>
<b>Figura 10. Partes de la central hidráulica.....</b>	<b>26</b>
<b>Figura 11. Central hidráulica implementada con manifold para 3 actuadores.....</b>	<b>28</b>
<b>Figura 12. Diagrama de fuerza CP-MD-001. ....</b>	<b>29</b>
<b>Figura 13. Diagrama de control CP-MD-001.....</b>	<b>30</b>
<b>Figura 14. Simulación del tablero CP-MD-001.....</b>	<b>31</b>
<b>Figura 15. Layout interno y externo del tablero CP-MD-001.....</b>	<b>32</b>
<b>Figura 16. Implementación del tablero CP-MD-001 .....</b>	<b>33</b>
<b>Figura 17. Implementación final de la automatización de la dobladora de malla electrosoldada.....</b>	<b>33</b>
<b>Figura 18. Pruebas finales de funcionamiento. ....</b>	<b>34</b>
<b>Figura 19. Pruebas de funcionamiento de central hidráulica y accionamiento de actuadores .....</b>	<b>42</b>
<b>Figura 20. Pruebas de funcionamiento de central hidráulica y accionamiento de actuadores .....</b>	<b>43</b>
<b>Figura 22. Pruebas del tablero de control mediante uso de electroválvula de central hidráulica .....</b>	<b>44</b>
<b>Se presenta en la figura 23 el registro de capacitación del uso de la dobladora automatizada impartido al personal que trabaja en el taller de prefabricados civiles de la empresa CPP....</b>	<b>45</b>
<b>Figura 23. Registro de capacitación del uso de la dobladora automatizada .....</b>	<b>45</b>
<b>Figura 24. Verificación de la implementación y uso de la dobladora por parte del personal de CMASS.....</b>	<b>46</b>
<b>Figura 25. Resultados finales. Extracto 1 del informe emitido por el área de Calidad de CPP. ....</b>	<b>48</b>
<b>Figura 26. Resultados finales. Extracto 2 del informe emitido por el área de Calidad de CPP. ....</b>	<b>49</b>
<b>Figura 27. Resultados finales. Extracto 3 del informe emitido por el área de Calidad de CPP. ....</b>	<b>49</b>

**Figura 28. Resultados finales. Extracto 4 del informe emitido por el área de Calidad de CPP.**

.....50



## INFORMACIÓN GENERAL

### Contextualización del tema

El campo de la automatización industrial ha tomado cada vez más fuerza en la industria ecuatoriana, incluso en medianas y pequeñas industrias, debido a la necesidad del uso de sistemas eléctricos, electrónicos, y/o mecánicos diseñados en base a una ingeniería acorde a las necesidades y recursos de la industria, que cumplan el objetivo de mejorar procesos, logrando así mejorar tareas minimizando errores, reduciendo costos, evitando sobreesfuerzos y riesgos para el trabajador, y obteniendo aumentos considerables en la eficiencia de producción.

Dentro de las industrias ecuatorianas que han ido incluyendo procesos de automatización para mejora de sus procesos se encuentra Construcciones y Prestaciones Petroleras S.A. (CPP), empresa dedicada a la construcción y facilidades dentro de la industria petrolera en el oriente ecuatoriano, caracterizada por la alta calidad de sus servicios y construcciones, altos estándares de seguridad, búsqueda constante de innovación, mejora continua de sus procesos, entre otros.

El presente trabajo de titulación nace de la búsqueda de mejoras en el taller de prefabricados de hormigón de la fase civil de la empresa Construcciones y Prestaciones Petroleras CPP., a partir de opciones de automatización para elementos de uso diario para la producción, enfocándose en soluciones que puedan mejorar la producción y la seguridad de los trabajadores.

Entre la maquinaria utilizada en el taller civil, se encuentra una máquina dobladora de acero, específicamente de malla electrosoldada de acero de refuerzo, la cual es de funcionamiento manual, lo que causa inconvenientes como demora en el doblado de la malla, daño en la malla, requerimiento de muchas personas para dar funcionamiento a la máquina, y sobre esfuerzo de los trabajadores al utilizarla.

La cantidad de personas necesarias para dar el funcionamiento manual a la dobladora es de 7 personas (6 personal técnico, 1 capataz), invirtiendo un tiempo de 20 min por cada malla doblada; personal y tiempo que debe ser reducido mejorando la eficiencia del proceso.

Con lo anteriormente expuesto se puede notar la necesidad de automatizar la dobladora de malla electrosoldada, desapareciendo así el cuello de botella que implica la demora del doblado en el proceso de prefabricados del taller civil de la empresa, y evitando también los riesgos ergonómicos involucrados a los que cada uno de los trabajadores se exponen al realizar un sobreesfuerzo por la exigencia que requiere el doblado debido a la resistencia del acero de la malla.

## **Problema de investigación**

Actualmente, el taller de prefabricados civiles de la empresa Construcciones y Prestaciones Petroleras cuenta con una dobladora de malla electrosoldada, que es un equipo de trabajo para doblado de acero de refuerzo que funciona mediante dos vigas H A36, una fija, y otra móvil unidas mediante 5 bisagras. La viga móvil es accionada manualmente ejerciendo la fuerza suficiente por medio de dos palancas ubicadas a cada extremo de la dobladora, estas hacen girar la viga móvil doblando la malla hasta obtener el ángulo deseado.

Al realizar el accionamiento de la máquina los trabajadores realizan un alto esfuerzo físico y se exponen a riesgos ergonómicos, atrapaduras, cortes, golpes, sobreesfuerzos, y más. El proceso de doblado dura hasta 20 minutos, y requiere el esfuerzo de hasta 6 personas, para el doblado de una malla.

Los esfuerzos excesivos pueden causar problemas o lesiones en los músculos y huesos, principalmente debido a malas posturas, acciones de movimientos repetitivas, manejo manual de objetos pesados y aplicación de fuerza física. La automatización de la dobladora tiene como objetivo prevenir los riesgos ergonómicos específicos, especialmente los relacionados con los esfuerzos excesivos.

Realizando un análisis para mejorar este proceso, se ha detectado que el uso manual de la dobladora es el principal motivo que causa los inconvenientes ya mencionados, y esto tiene como problema raíz la carencia de automatización para mejorar el proceso. Si se automatiza la dobladora de malla se reduciría considerablemente el esfuerzo, el riesgo y el tiempo que emplean los trabajadores en sus tareas asignadas, mejorando así la productividad de todo el taller de prefabricados.

Al diseñar un sistema automático que tenga la fuerza suficiente para realizar el doblado de la malla mediante un tablero de control que se encuentre fuera del área de doblado se reduce los riesgos de accidentes laborales en gran medida, debido a que solo se requerirá de más de una persona para colocar de la malla en la dobladora y retirarla después del doblado, debido a su peso, y de una operador para realizar el control del proceso desde el tablero, los cual impacta también en el tiempo usado para realizar la actividad.

El doblado de malla al ser uno de los procesos que más recursos requiere para ejecutarlo, se vuelve un punto crítico a mejorar para lograr que los procesos posteriores al doblado también mejoren su rendimiento (armado, encofrado, hormigonado, etc.).

Por lo expuesto, surge la necesidad de diseñar un sistema que se adapte la maquina dobladora manual existente y automatice su proceso, este deberá ser robusto debido a las características de los trabajos que cumplirá dentro del taller de prefabricados civiles, deberá ser factible de implementación analizando el costo / beneficio de su implementación, de fácil uso, y que cumpla los requerimientos de calidad en los resultados finales del acero de refuerzo doblado.

### **Objetivo general**

Implementar un sistema que automatice la dobladora de malla electrosoldada para evitar riesgos ergonómicos y aumentar el rendimiento del proceso de doblado del taller de prefabricados del área civil de la empresa CPP.

### **Objetivos específicos**

- Establecer los riesgos laborales que implica el uso de la dobladora de forma manual.
- Determinar el sistema de control adecuado para la automatización de la dobladora de malla electrosoldada.
- Diseñar la automatización de la dobladora mediante un control de fácil uso para el operador.
- Implementar el sistema diseñado para la automatización de la dobladora y capacitar al personal del taller para el uso adecuado de la máquina automatizada.
- Validar resultados mediante pruebas de funcionamiento y registros de calidad de los resultados finales del doblado de la malla electrosoldada.

### **Vinculación con la sociedad y beneficiarios directos:**

Una vez diseñada e implementada la automatización de la dobladora de malla electrosoldada del área civil de la empresa CPP, se cumplirá con el objetivo general del presente proyecto de investigación, logrando así un beneficio para la empresa, más directamente para el área operativa en cuanto a su eficiencia y rendimiento, y para la salud de sus trabajadores, ya que al contar con un sistema de doblado automatizado se obtienen tiempos menores en el proceso de prefabricados de hormigón, y al mismo tiempo se previenen los riesgos ergonómicos que causa el sobreesfuerzo que realizan los trabajadores accionando la máquina dobladora de forma manual.

La empresa CPP, al tener mano de obra local en más de un 80% del total de sus trabajadores, contribuye a la sociedad al implementar el presente proyecto, ya que mejora las condiciones de trabajo dando un importante beneficio en cuanto a la salud ocupacional.

Con la implementación del tablero de control on-off para accionar de forma remota la dobladora se evita el riesgo de atrapamiento, golpes, y demás riesgos, evitando el contacto con la malla electrosoldada y con la parte de doblado de la máquina, y a la vez el diseño se ha realizado de manera que consuma poca energía eléctrica, por lo que el accionamiento de la viga de doblado se hace de mediante cilindros hidráulicos, lo que implica el uso de energía hidráulica que tiene la fuerza suficiente para lograr el doblado de manera adecuada.

Al ser el presente proyecto de beneficio común para la empresa y sus trabajadores, y de vinculación con la comunidad, la investigación va dirigida a hacer énfasis en los riesgos ergonómicos que se evita mediante las mejoras que se quiere lograr en el uso de la máquina dobladora, teniendo como resultado la mejora de la producción, pero también en la prevención de riesgos laborales y mejora del entorno de trabajo, reflejándose todo esto en la mejora de los indicadores de producción, indicadores de salud ocupacional, y en el bienestar de la comunidad al ser CPP una empresa con un alto porcentaje de mano de obra local.

## CAPÍTULO I: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### 1.1. Contextualización general del estado del arte

La empresa Construcciones y Prestaciones Petroleras S.A., más conocida como CPP, ofrece servicios integrales de ingeniería, procura, y construcción, en proyectos relacionados con el sector de los hidrocarburos en la Región Amazónica de Ecuador, actualmente, con operaciones centradas en Campo Auca, y Campo Shushufindi.

Entre las políticas más importantes de la firma CPP se puede nombrar, entre otras, las siguientes:

- Prevenir todos los incidentes y accidentes que amenacen la salud, seguridad, medio ambiente y calidad de los procesos.
- Mantener altos estándares de seguridad, protección ambiental y calidad como requisitos para todos los empleados, incluyendo subcontratistas y proveedores.
- Integrar la Responsabilidad Social como una consideración clave en todas nuestras operaciones, promoviendo el desarrollo sostenible y el respeto a las comunidades.
- Aplicar técnicas de ingeniería, construcción, instalación y gestión actualizadas para agregar valor a cada proceso.

Enfocada en las políticas anteriormente mencionadas, la empresa se mantiene en constante búsqueda de mejorar sus procesos internos, impulsando para esto diferentes iniciativas que estén alineadas a aspectos clave que reflejan el compromiso con la seguridad, salud de sus trabajadores, protección ambiental, responsabilidad social y aporte a la comunidad, la innovación y la excelencia en la ejecución.

Para detectar los procesos constructivos internos de la empresa que puedan presentar oportunidades de mejora se ha procedido a realizar una inspección y revisión de varios trabajos realizados en los talleres de CPP, detectando un proceso en particular que mediante su ejecución presenta riesgos a la salud del personal, especialmente en el tema de ergonomía, al detectar el sobreesfuerzo realizado por cada uno de los trabajadores para lograr el doblado de una malla electrosoldada mediante una maquina manual, mostrada en la figura 1, que funciona con el accionamiento de una viga móvil que se realiza mediante dos palancas, cada una al extremo de la maquina manual.

**Figura 1.**

*Dobladora manual de malla electrosoldada a ser automatizada*



En este sentido surge la propuesta del proyecto “Automatización de dobladora de malla electrosoldada para la empresa CPP”, el cual busca cumplir con las políticas establecidas por la empresa reflejando su compromiso con la excelencia, la calidad, la seguridad, y la innovación en cada etapa.

El proyecto nace al detectar el problema en el proceso antes mencionado ejecutado en el taller de prefabricados de hormigón del área civil de la empresa CPP, que, en lugar de verlo como un obstáculo, se percibe como una oportunidad para mejorar, y buscar una solución de fácil uso para los operarios de manera que no sea complicado capacitar al personal que lo vaya necesitando y se adapte al trabajo mediante una máquina automatizada. Esta implementación supondría un cambio significativo en el método de trabajo del taller civil, especialmente considerando que se ha empleado una máquina dobladora manual durante los últimos 8 años.

En la figura 2 se puede observar el accionamiento manual mediante el empuje de las palancas, cabe mencionar que para el doblado de una malla electrosoldada estándar completa de 6m de longitud, el personal necesario es de 3 personas por cada palanca, es decir, 6 personal en total para ejecutar la actividad.

**Figura 2.**

*Dobladora de malla electrosoldada accionada de forma manual.*



De acuerdo al departamento médico de la empresa CPP, el uso de la dobladora de forma manual causa que los trabajadores adopten posturas forzadas, teniendo así varios riesgos laborales, siendo los principales asociados al uso de la máquina los riesgos ergonómicos.

La adopción de posturas exigentes, la ejecución repetitiva de tareas, el manejo inadecuado de cargas y la aplicación errónea de fuerza durante las labores pueden desencadenar trastornos musculoesqueléticos. Estos trastornos, que son lesiones inflamatorias o degenerativas, afectan principalmente a músculos, nervios, ligamentos, articulaciones, tendones y en áreas como y las piernas, las manos, la espalda, el cuello, las muñecas, los hombros, los codos, y los dedos.

Estas lesiones se desarrollan gradualmente y pueden parecer inicialmente benignas. Al principio, pueden causar dolor y fatiga durante las horas de trabajo, pero estos síntomas pueden persistir incluso durante el descanso a medida que las lesiones empeoran.

Según reporte de servicio médico de la empresa CPP, se tiene actualmente personal con restricciones médicas activas, debido a hernia discal más discartrosis en tratamiento de especialidad, estenosis espinal/espondilolistesis, lumbociatalgia aguda, entre otras, por lo que el evitar este tipo de lesiones es fundamental para la empresa y sus trabajadores.

## **1.2. Proceso investigativo metodológico**

El enfoque con el cual se realiza el presente proyecto es de tipo cuantitativo, y se parte de datos obtenidos de indicadores de rendimiento del taller de prefabricados, lo que ha permitido realizar una comparativa del estado actual de la dobladora y verificar cual es la mejora a obtener mediante la automatización en cuanto a tiempos de producción, así como también de datos obtenidos gracias al servicio médico sobre incidentes tenidos anteriormente a causa de riesgos ergonómicos, para verificar cuál será la mejora en cuanto a evitar los riesgos para el trabajador.

Los métodos teóricos y prácticos que se han tomado para el diseño e implementación del proyecto incluyen conocimientos tanto de sistemas electrónicos de control, sistemas hidráulicos, simulación mediante software de automatización, selección de elementos y posterior instalación, y pruebas de funcionamiento para obtener una máquina confiable y versátil, brindando seguridad, confiabilidad, y eficiencia en tiempo, recursos, y mano de obra, mejorando así la producción del taller y el beneficio para la sociedad y la empresa.

Se ha recolectado datos manejados en reportes de producción por los capataces/supervisores del taller, con los tiempos y número de personas que manejan la máquina dobladora de forma manual, dentro de lo que consta los tiempos de colocación y posterior retiro de la malla electrosoldada, proceso de doblado, y en algunos casos los re trabajos por mal doblado debido a que el sobreesfuerzo de los trabajadores hace que no se tenga una correcta precisión en el ángulo de doblado, siendo todos estos datos recibidos indicadores de cumplimiento y tiempos, facilitando así el análisis para su estudio y mejora, con el objetivo de optimizar el tiempo y cantidad de personal para la realización del doblado.



## **CAPÍTULO II: PROPUESTA**

### **2.1 Fundamentos teóricos aplicados**

Es necesario especificar los conceptos principales que intervienen en el diseño e implementación del presente proyecto para entender los fundamentos teóricos aplicados.

#### **2.1.1 Automatización y control de procesos en la industria**

La automatización y el control de procesos en la industria buscan mejorar la eficiencia, seguridad, y calidad de las operaciones industriales al implementar sistemas automáticos y tecnologías de control avanzadas. Esto permite a las empresas aumentar su competitividad, reducir costos y adaptarse con facilidad a los cambios en el mercado.

En todo tipo de automatización industrial, debido a las distintas necesidades que se presentan en un proceso, se unen sistemas de distintos tipos: electromecánicos, hidráulicos neumáticos. Esta interacción de distintos tipos de sistemas hace que la automatización se complemente de forma adecuada en cada proceso.

Para el presente proyecto de automatización de dobladora de malla electrosoldada para la empresa CPP, se ha implementado dos sistemas diferentes que interactúan para cumplir las necesidades principales del proceso:

- Sistema Electromecánico: Control del proceso de doblado de la malla electrosoldada
- Sistema Hidráulico: Fuerza para ejecutar el doblado de la malla electrosoldada

#### **2.1.2 Sistema de Control**

Se llama sistema de control al conjunto componentes interrelacionados que trabajan juntos para regular, dirigir o manipular el comportamiento de un sistema dinámico con el objetivo de mantenerlo dentro de ciertos límites o llevarlo a un estado deseado.

Dentro de los tipos de sistemas de control se encuentra el sistema ON-OFF, que es un tipo de sistema de control muy utilizado en ingeniería y automatización industrial. En este sistema, la salida del controlador se activa o desactiva en respuesta a una condición específica generalmente comparando la señal de entrada con un valor de referencia, o es activada o desactivada directamente por una señal enviada por el operador.

Se ha seleccionado la implementación de un sistema de control ON-OFF debido a los requerimientos de la automatización de la dobladora, haciendo que esta sea una máquina con

un entorno muy amigable al usuario, y que de esta manera cualquier operario pueda utilizarla de forma segura, accionando el avance o retroceso del doblado desde un tablero de control.

El tablero de control on-off contiene varios componentes clave que permiten encender y apagar equipos eléctricos de manera segura y controlada. En la figura 3 se presenta la vista tanto exterior como interior del tablero de control CP-MD-0001.

**Figura 3.**

*Tablero de control ON OFF.*



#### **2.1.2.1 Breaker**

Es un dispositivo de protección usado para interrumpir el flujo de corriente eléctrica en caso de presentarse una sobrecarga o un cortocircuito en el circuito eléctrico.

En el tablero de control on-off, el breaker se utiliza para controlar la alimentación eléctrica.

#### **2.1.2.2 Relé**

Dispositivo electromecánico que actúa como un interruptor controlado eléctricamente. Cuando recibe una señal eléctrica, activa o desactiva la corriente eléctrica en otro circuito.

En el tablero de control on-off, el relé puede ser utilizado para controlar la activación o desactivación de equipos eléctricos de mayor potencia, ya que puede manejar corrientes más altas que los pulsadores o interruptores comunes.

#### **2.1.2.3 Guardamotor**

Dispositivo de protección que se utiliza para proteger motores eléctricos de sobrecargas y cortocircuitos.

#### **2.1.2.4 Pulsador**

Dispositivo de entrada que se utiliza para enviar una señal eléctrica momentánea cuando se presiona, puede utilizarse para iniciar o detener manualmente un proceso o equipo.

#### **2.1.2.5 Luz indicadora**

Se utiliza para indicar el estado de un componente o proceso. Por ejemplo, una luz indicadora puede estar conectada al relé para indicar si un equipo está encendido o apagado

#### **2.1.2.6 Selector de dos posiciones**

Un selector de dos posiciones es un dispositivo eléctrico o electrónico que permite elegir entre dos opciones o estados distintos. Estos dispositivos son comunes en sistemas de control, donde se utilizan para seleccionar entre dos opciones diferentes, como encendido/apagado, manual/automático.

#### **2.1.2.7 Fin de carrera**

Dispositivo que detecta la posición final de un mecanismo o componente.

Se utiliza, por ejemplo, para detener automáticamente un proceso cuando un componente alcanza una posición específica.

### **2.1.3 Sistema Hidráulico**

Un sistema hidráulico es un conjunto de componentes interrelacionados que utilizan fluidos, típicamente aceite, para transmitir energía y realizar trabajo. Estos sistemas son usados en una gran variedad de aplicaciones industriales, vehiculares, de construcción, entre otras.

Los sistemas hidráulicos ofrecen varias ventajas, como una alta densidad de potencia, lo que significa que pueden proporcionar una gran cantidad de fuerza en un espacio relativamente pequeño, así como la capacidad de controlar con precisión la velocidad y la fuerza del actuador. Además, los sistemas hidráulicos son conocidos por su capacidad para operar en entornos extremos, como altas temperaturas o entornos altamente contaminados.

Una central hidráulica que utiliza mangueras para empujar cilindros hidráulicos mediante el empuje por medio de aceite es un ejemplo de aplicación de la energía hidráulica en un sistema industrial o mecánico. Este tipo de sistema se basa en el principio de la transmisión de fuerza a través de fluidos incompresibles, como el aceite.

Se ha optado por la implementación de un sistema hidráulico, específicamente una central hidráulica, como complemento al sistema de control para lograr de forma adecuada la automatización del proceso, con el que se aportará con la fuerza necesaria para el doblado de la malla. Se presenta en la figura 4 el armado de una central hidráulica (unidad hidráulica) usada en muchos procesos industriales como solución a necesidades de fuerza y presión hidráulica.

**Figura 4.**

*Central hidráulica.*



La central hidráulica es un equipo paquete que cuenta con todos los elementos principales básicos de un sistema hidráulico.

#### **2.1.3.1 Válvulas**

Controlan el flujo de fluido dentro del sistema. Las válvulas direcciones controlan la dirección del flujo de fluido, mientras que las válvulas de control de flujo regulan la cantidad de flujo que pasa a través del sistema.

#### **2.1.3.2 Bomba hidráulica**

Es el componente que genera la presión necesaria para mover el fluido a través del sistema. La bomba toma el fluido a baja presión y lo comprime para crear la presión requerida para el funcionamiento del sistema.

### **2.1.3.3 Depósito de fluido**

Almacena el fluido hidráulico utilizado por el sistema. También puede actuar como un reservorio para permitir la expansión y contracción del fluido debido a cambios de temperatura y presión.

### **2.1.3.4 Tuberías y mangueras**

Transportan el fluido hidráulico entre los diferentes componentes del sistema. Estas pueden estar hechas de materiales resistentes a la presión y al fluido, como acero al carbono o acero inoxidable, y están diseñadas para soportar las condiciones de alta presión del sistema.

### **2.1.3.5 Actuadores hidráulicos**

Son dispositivos que convierten la energía hidráulica en movimiento mecánico. Esto puede incluir cilindros hidráulicos, que utilizan el flujo de fluido para mover un pistón hacia adelante y hacia atrás, y motores hidráulicos, que convierten la energía hidráulica en rotación.

Para la automatización de la dobladora, se ha seleccionado como actuadores a tres (3) cilindros hidráulicos los cuales mediante el empuje de una viga móvil aportarán la fuerza necesaria a la velocidad adecuada para ejecutar el doblado de la malla electrosoldada. Se puede observar en la figura 5 los actuadores implementados en la estructura de la dobladora manual para probar el ángulo de giro y proceder posteriormente con las pruebas de funcionamiento.

#### **Figura 5**

*Cilindros Hidráulicos.*



### 2.1.4 Software de simulación

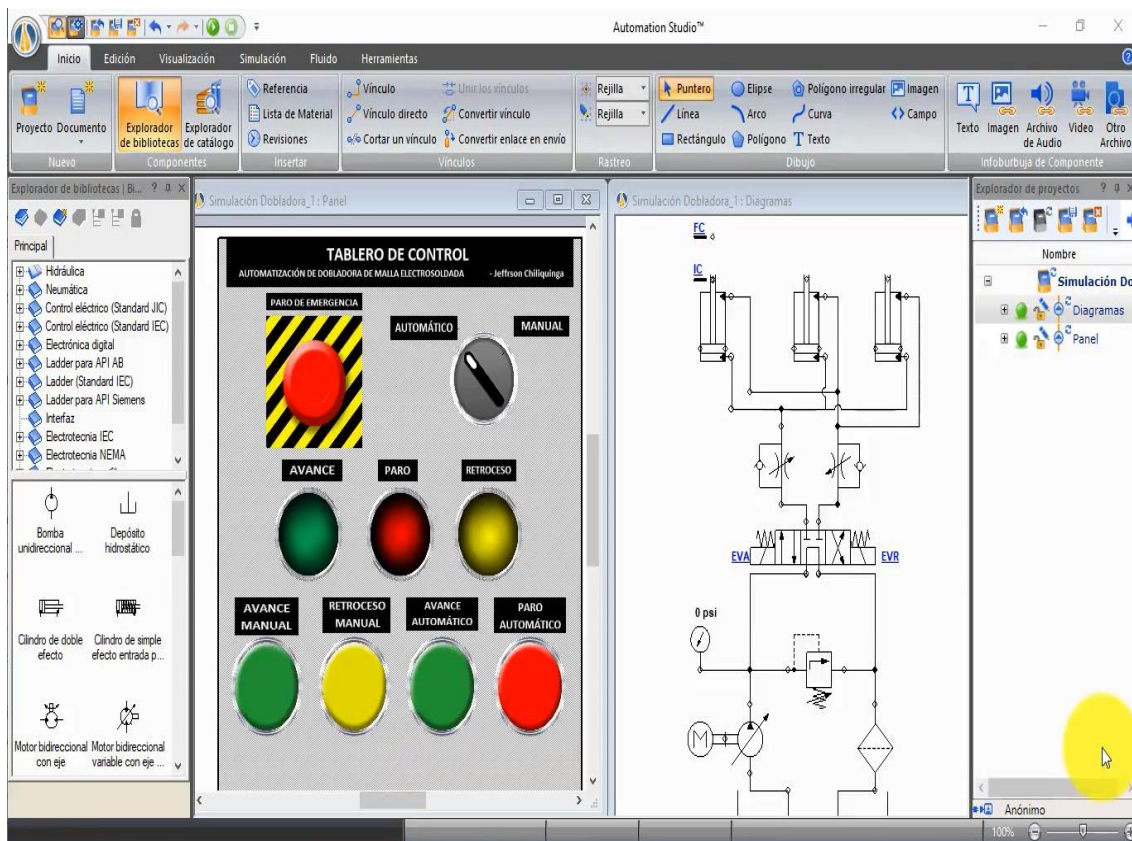
Un software de simulación en un proceso de automatización y control es una herramienta informática que permite modelar y simular el comportamiento de sistemas automáticos y procesos industriales antes de implementarlos en la realidad. Estos programas ofrecen entornos virtuales donde se pueden diseñar, probar y optimizar sistemas de control sin necesidad de realizar pruebas en equipos físicos, lo que puede ser costoso y riesgoso.

Un software de simulación en un proceso de automatización y control es una herramienta esencial que permite diseñar, probar y optimizar sistemas de control antes de su implementación, lo que ayuda a reducir costos, minimizar riesgos y mejorar el rendimiento de los sistemas automáticos y procesos industriales.

Se muestra en la figura 6 como mediante software de simulación se puede interactuar con los diferentes sistemas para realizar pruebas entre si y detectar cualquier falla en el diseño antes de implementarlo de forma física, en este caso, mediante el software Automation Studio.

**Figura 6.**

*Software de simulación Automation Studio.*



## 2.2 Descripción de la propuesta

Este proyecto se lleva a cabo para abordar las necesidades del personal del taller de prefabricados civiles de la empresa CPP. Se reconoce que la forma de accionamiento manual con la que se trabaja con la dobladora de malla electrosoldada actualmente genera riesgos ergonómicos, y falta de productividad debido a los tiempos que lleva el proceso de doblado y la cantidad de personal necesaria.

La dobladora de malla electrosoldada en la actualidad es un equipo de trabajo que funciona mediante dos vigas H A36, una fija, y otra móvil unidas mediante 5 bisagras. La viga móvil es accionada manualmente ejerciendo la fuerza suficiente por medio de dos palancas ubicadas a cada extremo de la dobladora, estas hacen girar la viga móvil doblando la malla hasta obtener el ángulo deseado. La dobladora realiza el doblaje de mallas electrosoldadas fabricadas con varillas de acero A36 de diámetros desde hasta 12mm. En la tabla 1 se puede encontrar un resumen de las mallas electrosoldadas de las cuales se realiza el doblado en el taller civil de prefabricados de CPP (Los pesos corresponden a paneles estándar de 6m x 2.20m).

**Tabla 1.**

*Características de las mallas estándar electrosoldadas de 6m.*

MALLAS ELECTROSOLDADAS CALIDAD B500T-NORMA UNE 36092: 96 EN 10080: 2006				
Retícula	Diámetro (mm)	Peso Malla (Kg)	Peso/m <sup>2</sup> (Kg/m <sup>2</sup> )	Área acero (mm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )
15X15	4	17.6	1.33	150.8
	5	24.7	1.87	235.9
	6	35.5	2.69	339.3
	8	63.1	4.78	603.2
	10	98.6	7.47	942.5
	12	142.1	10.76	1357.2

Al automatizar la dobladora de malla se reduciría considerablemente el esfuerzo, el riesgo y el tiempo que emplean los trabajadores en sus tareas asignadas.

Debido a los requerimientos que debe cumplir la máquina dobladora para realizar un doblado eficaz de las mallas, se ha seleccionado para su automatización el diseño e instalación de un sistema de control ON-OFF, con un modo manual que realiza el doblado o retroceso mientras se tenga presionado el botón correspondiente, y parando al soltar el botón, y un modo automático, que se activará al presionar una sola vez el botón de arranque, realiza el doblado y vuelve la viga de doblado a su posición original. El proceso será controlado desde un tablero que

lleva instalados los diferentes pulsadores, indicando los diferentes estados del proceso mediante luces indicadoras.

La tecnología actual ha desarrollado componentes muy precisos, haciendo que un control ON-OFF sea bastante preciso mediante el uso de elementos electrónicos de fácil implementación y programación electromecánica (temporizadores, finales de carrera, selectores, etc.), esto hará que la automatización de la dobladora no desemboque en una máquina de difícil uso, logrando así que cualquier operario pueda utilizarla de forma segura.

Hernández (2010), menciona que “Un sistema SÍ-NO (ON-OFF) es aquel en el que el elemento final de control sólo tiene dos posiciones: ENCENDIDO-APAGADO, a diferencia de otro tipo de control cuya acción es proporcional con respecto al error”.

El sistema de control ON-OFF propuesto se complementa para la automatización del proceso con un sistema hidráulico debido a que este tipo de sistemas son adecuados para procesos que necesitan una fuerza considerable; este se controla con el accionamiento de una electroválvula que permite el paso del fluido, ya sea para avance o retroceso, hacia los actuadores (cilindros hidráulicos).

Según Zamora y Viedma (2026) “puede decirse que una máquina de fluido es un sistema mecánico que intercambia energía mecánica con el fluido que está contenido o que circula a través de él”

Para lograr el esfuerzo necesario para doblar sin inconvenientes las mallas, se ha tomado como actuadores tres (3) cilindros hidráulicos, estos realizarán el movimiento necesario de la viga móvil con la velocidad y fuerza adecuadas para no afectar al proceso y dañar las varillas que componen la malla electrosoldada.

Un trabajo de titulación que ha sido de gran ayuda para el desarrollo del presente trabajo es el proyecto titulado “Automatización del sistema de corte de laminado para la empresa NOVACERO”, del autor Oñate (2022), quién realiza una automatización con el concepto de control ON-OFF con un sistema neumático, de acuerdo a las necesidades de su proyecto, describiendo el proceso de la siguiente manera: “Con la instalación de la cizalla star-stop se verá un ahorro energético muy notable, ya que la cizalla instalada es de tipo embrague y es accionada de forma neumática, lo que implica el uso de aire comprimido y la inercia de un volante que genera un desgaste notorio en los elementos, tanto mecánicos como de matricería, ya que al presentar desgaste hacen que los resortes que contiene se vean severamente afectados, los mismos generan ruidos extraños y paras para su reparación.”



Actualmente en todo tipo de automatización se unen distintos tipos de sistemas: electromecánicos, neumáticos, hidráulicos; lo que complementa de forma adecuada un sistema automático de automatización dependiendo de las necesidades de cada proceso.

La automatización industrial debe ir a la par con el mejoramiento continuo de la calidad, requiriendo así una adecuada precisión de los procesos para no obtener productos que no cumplan con los estándares deseados, al mismo tiempo que siempre tiene que estar presente la seguridad de los trabajadores en cualquier tipo de automatización.

Se ha seleccionado el software Automation Studio para realizar el diseño de cada uno de los sistemas a implementar y su posterior simulación, ya que permite que se interactúe entre diferentes tipos de sistemas al mismo tiempo que es de uso relativamente fácil para los usuarios permitiendo simular tanto el sistema de control como el sistema hidráulico en el mismo entorno, como lo manifiesta Lara (2010) en su proyecto de titulación "Automation Studio es un programa de concepción, animación y simulación. Ha sido creado para responder a las necesidades de ingeniería, formación y concepción en el campo de la automatización. Sus talleres reflejan lo más fielmente posible la realidad industrial. Su simulador lo convierte en una herramienta eficaz que permite responder a los requisitos de la certificación de procesos o programas de automatización. Automation Studio ofrece un entorno de trabajo donde todas las herramientas de concepción están al alcance de la mano. Su sistema de base contiene tres utilitarios: un Editor de esquemas, un Explorador de proyectos y un Explorador de bibliotecas.

Finalmente, este programa le permite documentar su proyecto. En efecto, usted dispone de la posibilidad de imprimir y exportar esquemas"

Usando la información de los libros y trabajos de investigación citados anteriormente se ha tenido un punto de partida claro lo que es la automatización y control en procesos industriales, y de los sistemas a implementar de acuerdo a las necesidades y con las herramientas disponibles encontrando beneficios en la calidad, rendimientos, y prevención de riesgos, para cumplir así con los objetivos planteados y obtener una máquina automatizada de fácil uso y mantenimiento que será diseñada y simulada con el software Automation Studio, con una interfaz para el usuario que permitirá implementar lo simulado de forma rápida en un tablero de control que estará fuera del área de doblado permitiendo que el operador se sienta seguro al momento de usarlo.

Esta solución también presenta la ventaja adicional de ser de fácil uso, y de fácil mantenimiento, lo que reduce los tiempos de inactividad asociados con capacitaciones constantes a nuevo personal para su uso, o reparaciones.

### a. Estructura general

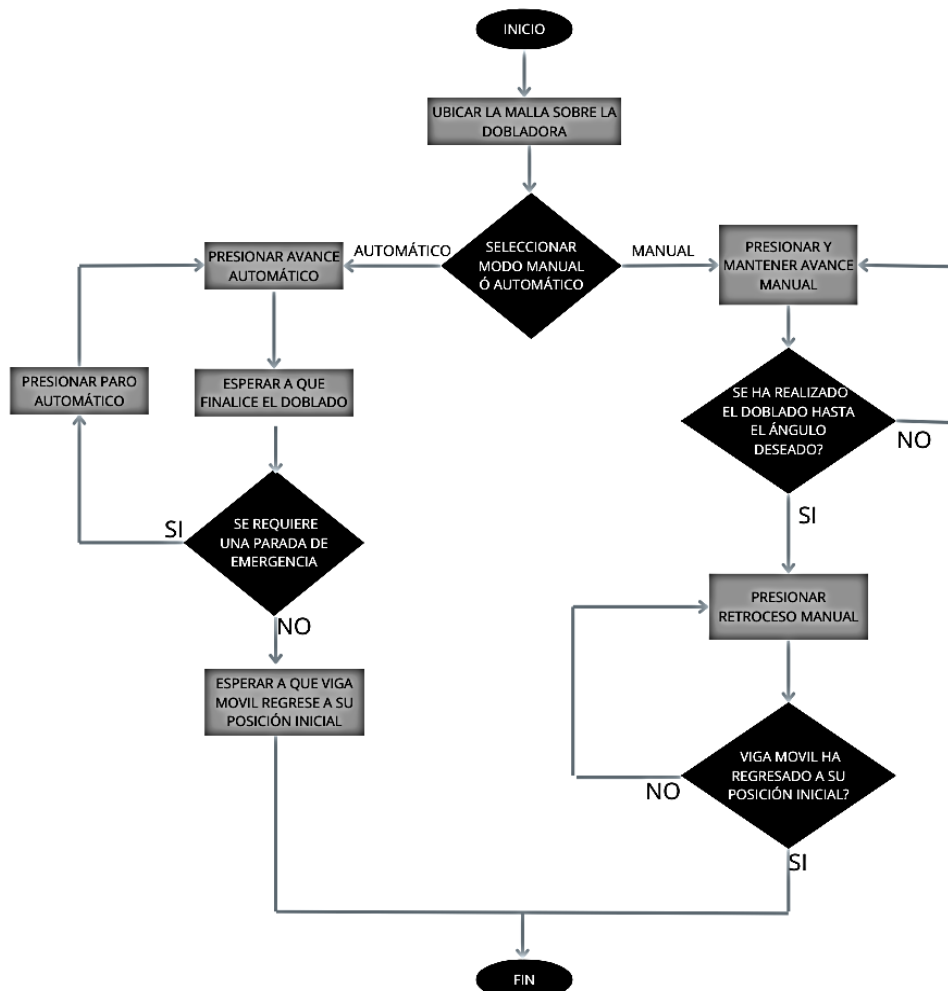
En el diagrama de flujo que muestra el proceso de control, figura 7, se describe la secuencia para el funcionamiento de la dobladora automatizada, en el cual una vez colocada la malla electrosoldada sobre la máquina de doblado se selecciona el modo de funcionamiento (manual o automático), y se procede a ejecutar el doblado con el pulsador de avance correspondiente.

La primera decisión que se muestra en el diagrama es la de escoger el modo Manual o Automático, esto mediante un selector de dos posiciones que activará o desactivará, según corresponda, los pulsadores que no sean los que intervienen en proceso seleccionado.

Siguiendo con el flujo del diagrama se observa que dentro de cada modo se tiene una decisión (dos botones pulsadores por cada modo de funcionamiento), que mediante los pulsadores de entrada se podrá escoger si se desea avanzar con el doblado, detener, o retroceder, según lo que se requiera.

**Figura 7.**

*Diagrama de flujo del proceso.*



## **b. Explicación del aporte**

Se presenta a continuación el funcionamiento de la propuesta, describiendo el empleo de cada uno de sus componentes.

La propuesta de automatización de dobladora de malla electrosoldada para la empresa CPP, consta de dos sistemas que se complementan entre sí: Sistema de control y sistema hidráulico; estos sistemas han sido diseñados y simulados mediante software computacional para poder verificar y asegurar que el diseño de la automatización a implementar sea adecuado y tenga un buen funcionamiento para así poder proceder con la implementación en la dobladora para su automatización.

### **b.1. Diseño del sistema**

La premisa inicial para la implementación de la automatización y control del presente proyecto es tomar en cuenta la estructura existente, es decir, la dobladora de malla electrosoldada de uso manual, para sobre esta estructura realizar la automatización.

Para comenzar el diseño, es crucial comprender las propiedades del material utilizado para el doblado, como en este caso, las mallas electrosoldadas elaboradas con varillas de acero ASTM A36. Estas mallas tienen un esfuerzo de fluencia  $\sigma$  de 2 530 kg/cm<sup>2</sup> (250 MPa, 36 ksi) y un esfuerzo mínimo de ruptura en tensión que oscila entre 4 080 kg/cm<sup>2</sup> y 5 620 kg/cm<sup>2</sup> (400 a 550 MPa, 58 a 80 ksi), además de presentar una soldabilidad adecuada.

La característica principal de la varilla corrugada de acero A36 es su ductilidad, lo que facilita su corte y doblado, mientras que sus elevados niveles de resistencia y calidad la convierten en la opción más adecuada para aplicaciones en construcción.

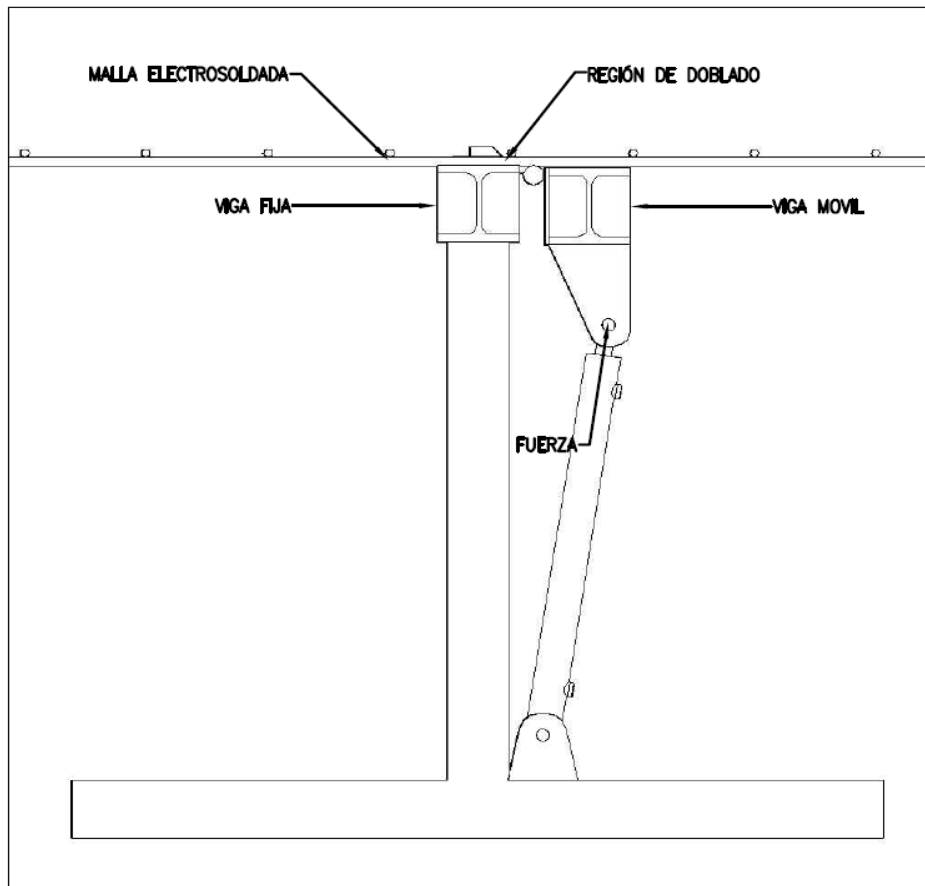
Se debe tomar en cuenta que el doblado se realiza por proceso de flexión. Cada varilla de la malla debe mantenerse anclada en la viga fija mientras que la viga móvil aplica la fuerza suficiente para deformarla plásticamente.

La viga móvil actúa como dado de doblado, generando la fuerza necesaria para doblar la malla, a medida que la viga gira va doblando las varillas.

Se muestra en la figura 8 la vista lateral incluyendo la posición de la malla para poder entender de mejor como actuará cada componente de la estructura para el proceso de doblado, mientras que en la figura 9, se observa una vista posterior de la dobladora con la posición que se escogió para la central hidráulica incluida.

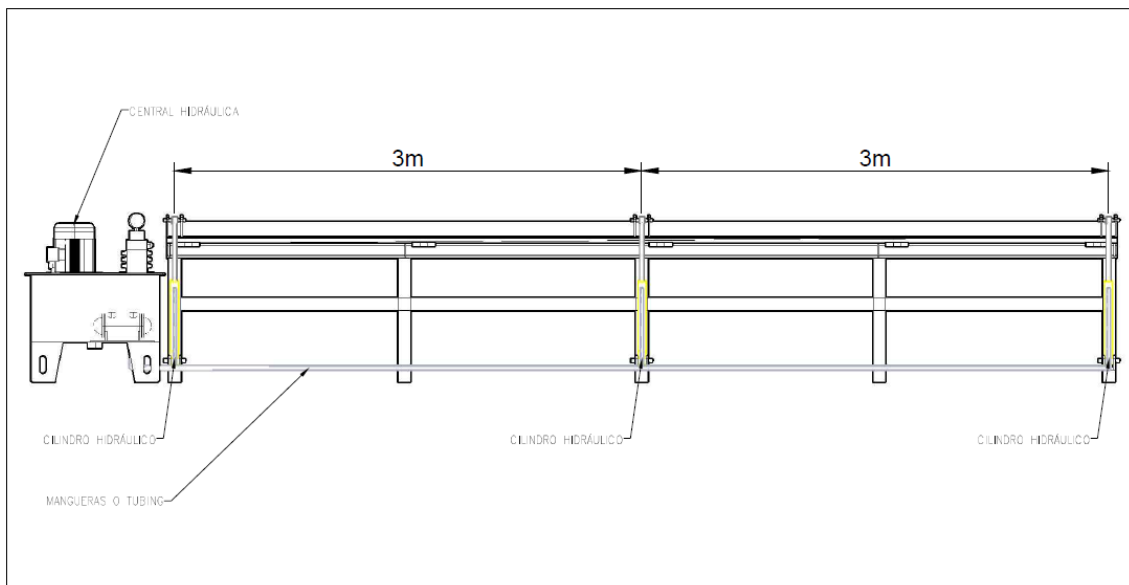
**Figura 8.**

*Vista lateral de dobladora automatizada.*



**Figura 9.**

*Vista posterior de dobladora automatizada.*



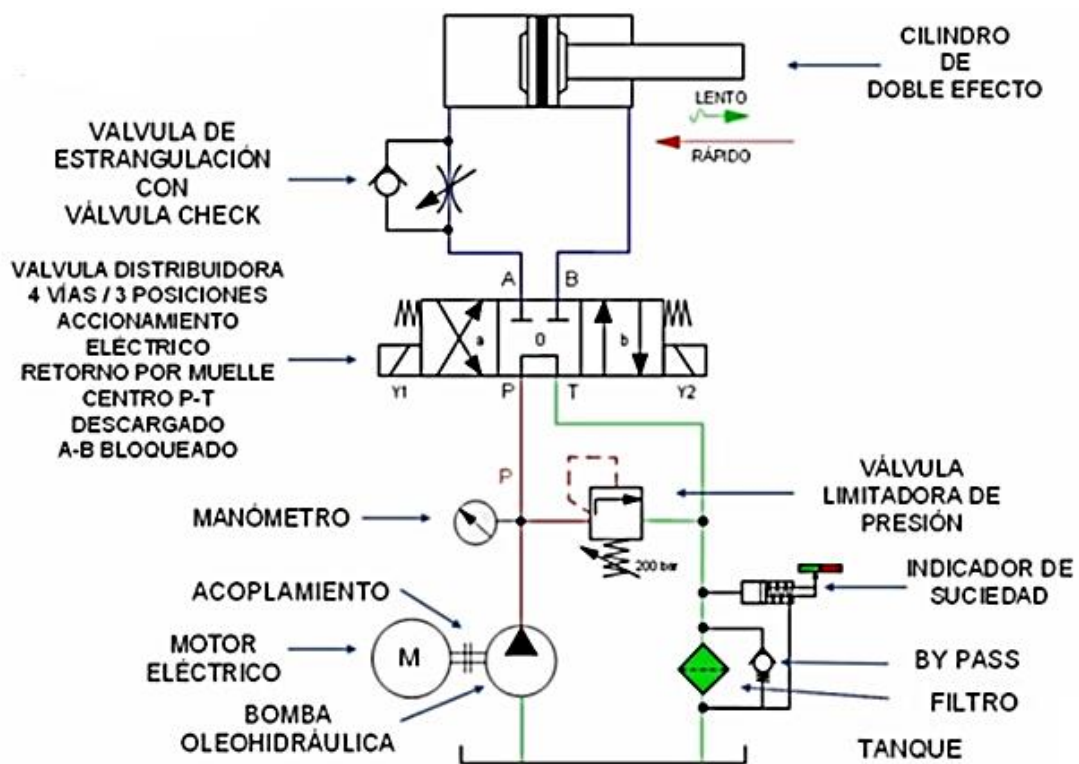
El sistema hidráulico se encarga de aportar la fuerza para empujar la viga móvil y de esta manera ejecutar el doblado de la malla electrosoldada, ya que al funcionar a alta presión produce fuerzas elevadas, mediante el uso de aceite para producir trabajo mecánico.

Los actuadores del sistema hidráulico soportan la carga rígidamente, y actúan a una velocidad lenta lo que facilita el control y hace que el doblado se realice de forma adecuada ya que de lo contrario la alta velocidad podría hacer que se rompan las varillas de la malla electrosoldada.

En la figura 10 se presentan los elementos que componen la central hidráulica, siendo un sistema hidráulico completo dentro de una unidad paquete lo cual permite, luego de calcular las necesidades requeridas para el proceso, poder definir las características que debe cumplir la unidad y solicitar el cumplimiento de las mismas al proveedor del equipo.

**Figura 10.**

*Partes de la central hidráulica.*



Adicional a la fuerza necesaria para el doblado de la malla, se suma el peso de viga móvil que tiene las especificaciones estándar de denominación HEB 100. Peso de la viga: 122,4 Kg.

Una vez que conocemos la fuerza necesaria para realizar el doblado procedemos a calcular las características del sistema hidráulico para la selección de la central hidráulica y los actuadores adecuados. El resumen de los cálculos realizados para seleccionar las características y componentes se muestra en la Tabla 2.

**Tabla 2.**

*Cálculos para selección de sistema hidráulico.*

<b>RESUMEN DE RESULTADOS DE CÁLCULOS ANALÍTICOS</b>			
<b>Magnitud</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>	<b>Valos Estándar</b>
<b>Esfuerzo necesario para el dobaldo</b>	Kg	836.37	1000
<b>Diámetro de Émbolo</b>	in	1.06	1.5
<b>Diámetro de Vástago</b>	in	1.26	1.25
<b>Presión</b>	psi	2500	3000
<b>Velocidad de Carrera</b>	s	10.13	10
<b>Volumen de Líquido</b>	lt	19.5	40

Debido a la longitud de la viga móvil se ha optado por la instalación de tres actuadores, uno en el centro y dos a los extremos de la viga móvil, para evitar pandeos de la viga y realizar un doblado uniforme en toda la extensión de la malla electrosoldada, por lo que se requiere que la central hidráulica cuente con un manifold con 3 electroválvulas 4/3 cerradas o tándem, para la conexión de 3 cilindros doble efecto.

La operación del motor será a 220Vac, 60Hz, aprovechando que el taller de prefabricados civiles cuenta con este tipo de conexión para la alimentación de sus equipos.

El resumen de las características principales que debe cumplir la central hidráulica una vez realizados los cálculos requeridos se muestra en la tabla 3, y las características que deben cumplir los actuadores se observan en la tabla 4.

**Tabla 3.**

*Características seleccionadas para sistema hidráulico.*

<b>Central Hidráulica</b>			
<b>Depósito (litros)</b>	<b>Motor (HP)</b>	<b>Bomba (cm<sup>3</sup>/rev)</b>	<b>Presión Máx (bar)</b>
<b>41</b>	5.5	5.5	250

**Tabla 4.**

*Características seleccionadas para actuadores.*

Cilindros doble efecto				
Presión (psi)	Émbolo (in)	Vástago (in)	Stroke (in)	Retract (in)
3000	1.5	1.25	16	22

Una vez analizados cada uno de los requerimientos y características que debe cumplir la central hidráulica se obtiene armado el equipo paquete que se presenta en la figura 11.

**Figura 11.**

*Central hidráulica implementada con manifold para 3 actuadores.*



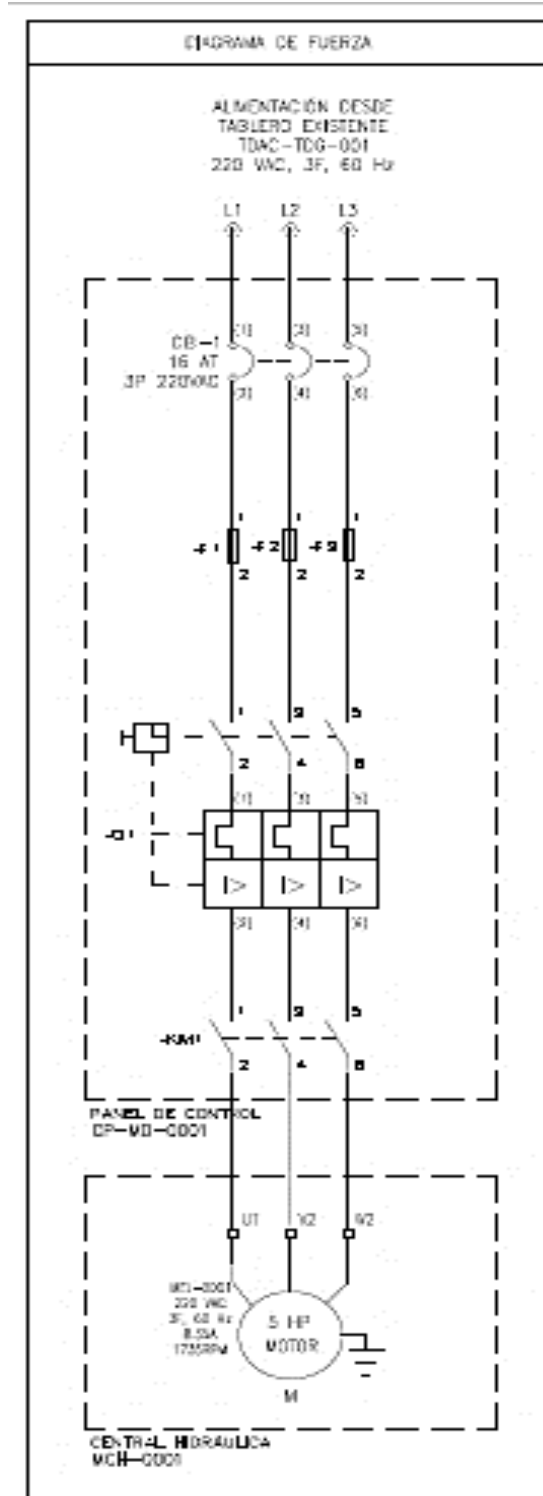
La interacción que realiza el operador para el control del equipo automatizado la realiza desde el tablero de control, ubicado fuera de la dobladora por seguridad del operador.

El tablero de control CP-MD-001 cuenta con un circuito de fuerza, desde el que se alimenta el motor de la central hidráulica, y un circuito de control, alimentado directamente desde el circuito de fuerza, con el cual mediante elementos electromecánicos controla las acciones de la dobladora automatizada con la manipulación adecuada de los pulsadores por parte del operador.

Se observa en la figura 12 el circuito de fuerza que se implementa para el funcionamiento correcto del motor de la unidad hidráulica, este provee una alimentación alterna de 220V, del cual también se desprende la alimentación del circuito de control a 110V.

**Figura 12.**

*Diagrama de fuerza CP-MD-001.*



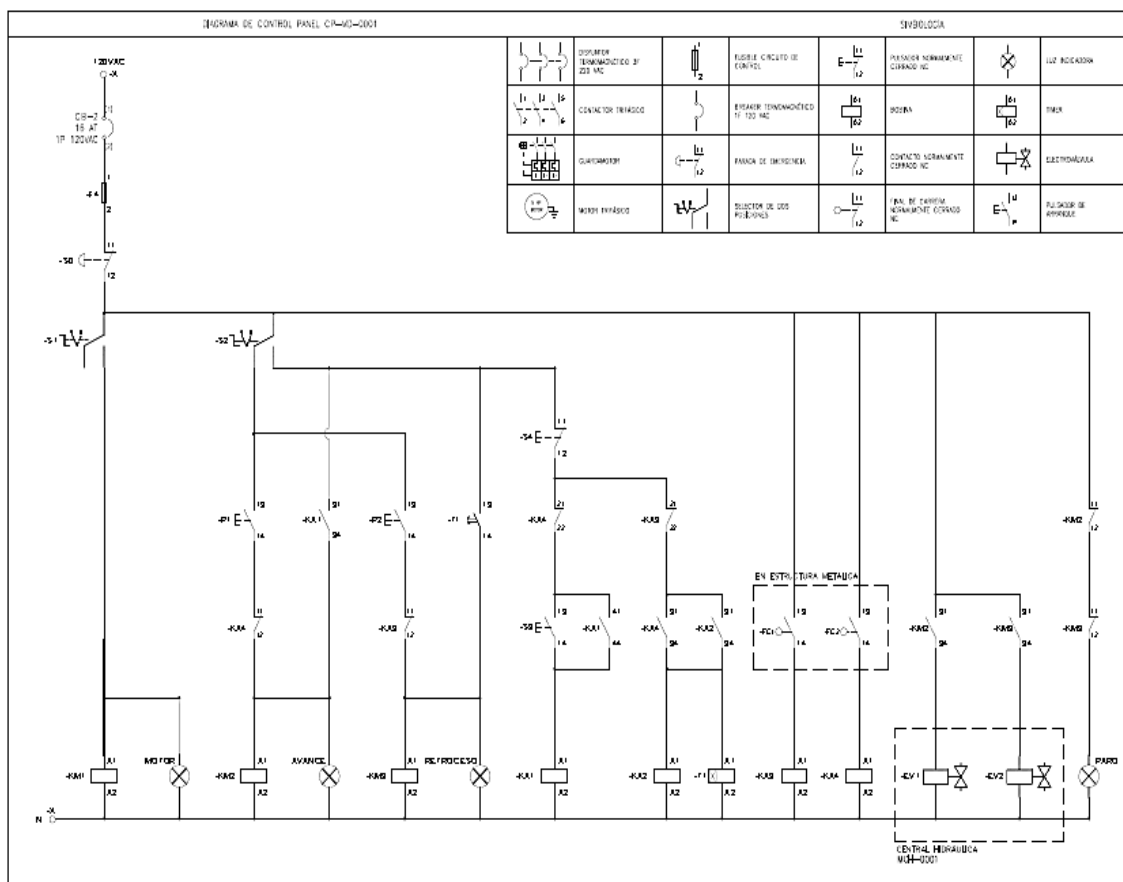


Se muestra en la figura 13 el circuito de que se implementa para el control del proceso, en el mismo se indica la ubicación de la electroválvula (central hidráulica) y de los fines de carrera (estructura de la dobladora), el resto de los componentes se ubican dentro del tablero CP-MD-001.

Por seguridad se ha implementado en el tablero de control un botón de emergencia el cual se acciona en cualquier momento del proceso en caso de tener un desvío en el funcionamiento correcto de la dobladora.

**Figura 13.**

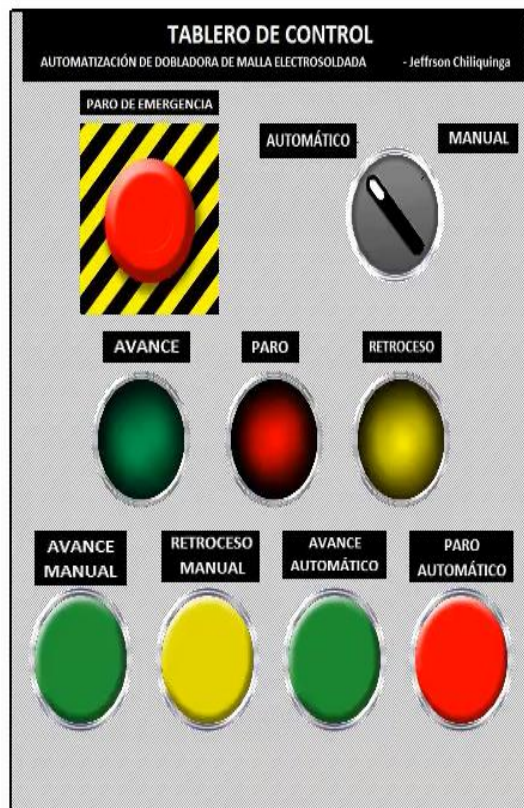
*Diagrama de control CP-MD-001.*



Para iniciar el proceso de doblado se debe seleccionar primero, mediante un selector de dos posiciones, el modo manual o automático. En la figura 14 se plasma la simulación de la interfaz con el usuario del tablero que manipulará el operador para ejecutar el proceso automatizado, una vez probada con el resto de componentes de los diferentes sistemas se procede a implementar físicamente el tablero de control CP-MD-0001.

**Figura 14.**

*Simulación del tablero CP-MD-001.*



En el modo Automático se tiene un botón de “avance automático” que se presiona una vez para empezar a realizar el doblado mediante el movimiento de una viga móvil que se produce mediante la activación de los actuadores (cilindros hidráulicos); una vez que llegue a un doblado de 90°, el avance se desactiva al indicar el fin de doblado mediante la activación de un fin de carrera. Una vez finalizado el doblado se activa automáticamente el retroceso de los cilindros hidráulicos (y por tanto de la viga móvil de doblado) hasta su posición normal en 0°. Al presionar el botón “paro automático” en cualquier momento del proceso de doblado, este se detiene y la viga móvil regresa a su posición inicial.

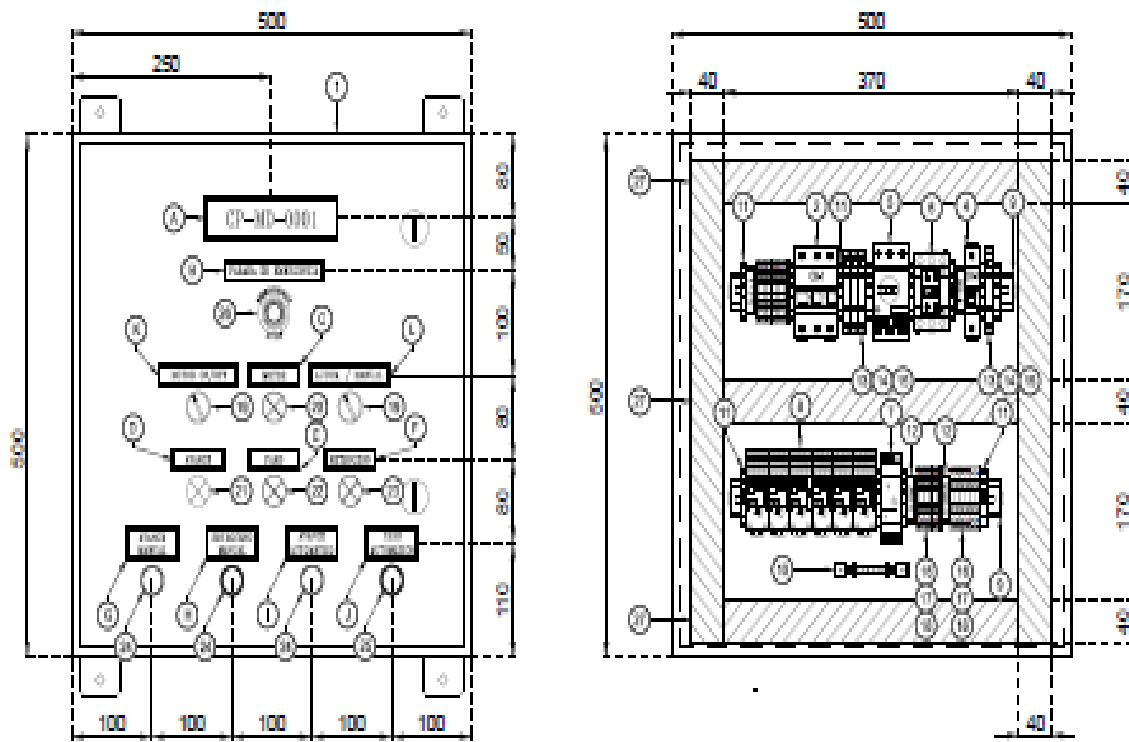
En el modo Manual se tiene un botón de “avance manual” que se mantiene presionado para que se realice el movimiento de avance de la viga móvil, esta se detiene al dejar de presionar el pulsador. Al llegar al ángulo máximo de doblado (90°) el pulsador se desactiva por acción del fin de carrera, y la viga móvil no avanzará más, aunque el pulsador siga siendo presionado. También en el modo Manual se tiene un botón de “retroceso manual” que se mantiene presionado para que se realice el movimiento de retroceso de la viga móvil, esta se detiene al dejar de presionar el pulsador. Al llegar al ángulo inicial de doblado (0°) el pulsador se desactiva por acción del fin de carrera, y la viga móvil no retrocederá más, aunque el pulsador siga siendo presionado.

Se indica en la figura 15 el diagrama de la vista frontal externa, interna e inferior del tablero de control, los componentes indicados se describen en el layout completo del diseño del tablero incluido como Anexo 2.

**Figura 15.**

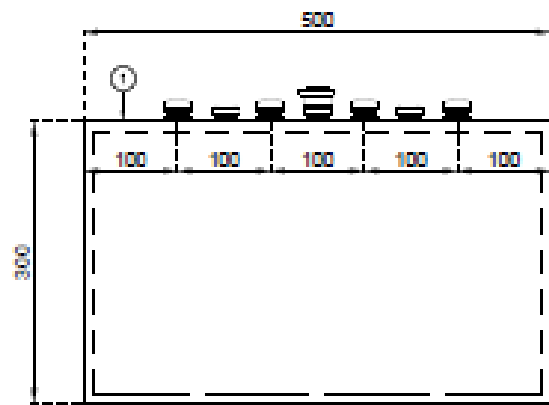
*Layout interno y externo del tablero CP-MD-001*

**DIAGRAMA LAYOUT INTERNO Y EXTERNO DEL PANEL CP-MD-0001**



VISTA FRONTAL

VISTA INTERNA



VISTA INFERIOR

Una vez diseñado, simulado, y probado se procede a completar la implementación del tablero de control CP-MD-0001, se muestra su resultado en la figura 16, mientras que, en la figura 17 se muestra la implementación final de todos los componentes del proceso.

**Figura 16.**

*Implementación del tablero CP-MD-001*



**Figura 17.**

*Implementación final de la automatización de la dobladora de malla electrosoldada*



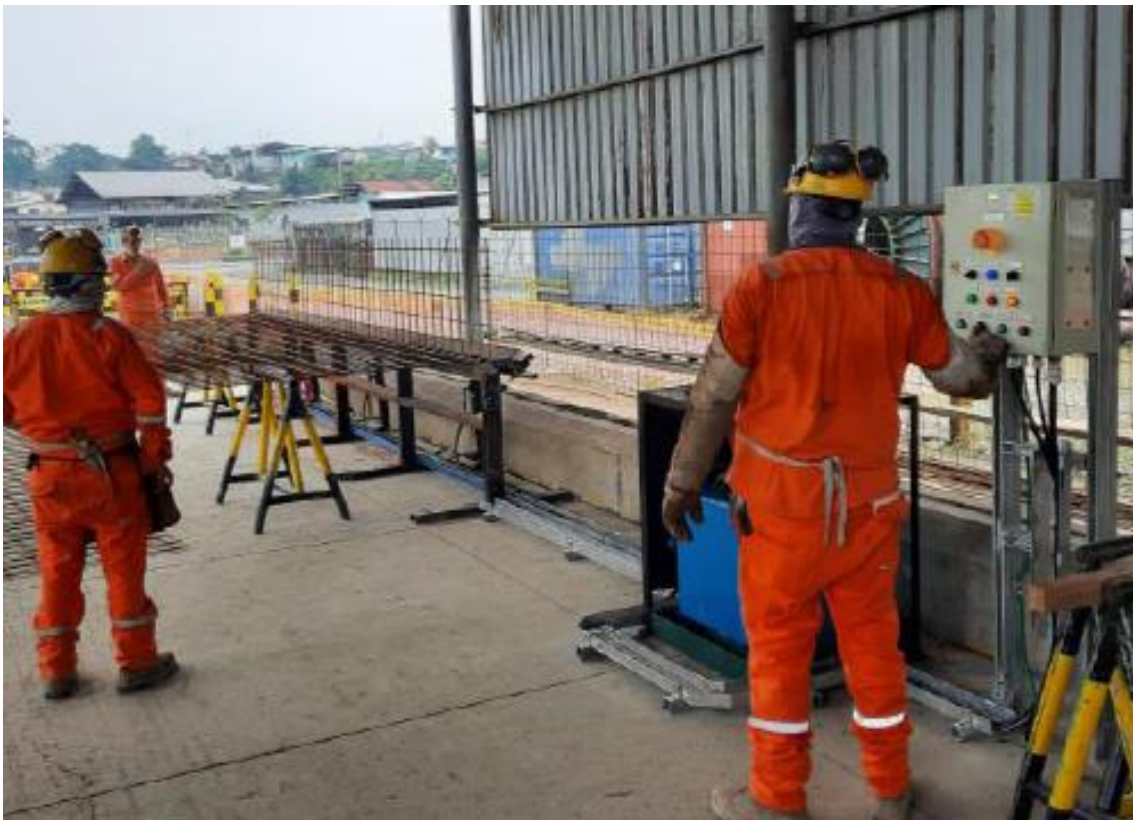
Las actividades de evaluación propuestas para la validación de los resultados del proyecto implementado son:

- Pruebas de funcionamiento por cada sistema que compone el proceso de automatización.
- Operación de la máquina automatizada por parte del personal del taller de prefabricados civiles, previa capacitación del personal.
- Verificación de la seguridad del personal al realizar los trabajos por parte del departamento de CMASS de la empresa CPP.
- Evaluación de la productividad del taller con la implementación de la automatización de la dobladora en comparación al método de doblado manual.
- Resultados finales del doblado de la malla electrosoldada por parte del departamento de Calidad de la empresa CPP.

Se muestra e la figura 18 al personal del taller de prefabricados civiles de CPP ejecutando las pruebas finales cuyos resultados se mostrarán más adelante:

**Figura 18.**

*Pruebas finales de funcionamiento.*



Con resultados satisfactorios de las actividades de evaluación propuestas se demuestra la correcta interacción de distintos sistemas para lograr un adecuado funcionamiento en la implementación de la automatización propuesta, aplicando diseño de ingeniería a la industria de la construcción en este caso aportando a las actividades de construcción de la empresa CPP, logrando los resultados esperados en un proyecto que es de gran innovación y aporte al bienestar de los trabajadores.

### **c. Estrategias y/o técnicas**

Desde el inicio de la investigación para llevar a cabo este proyecto, se establece la evaluación de diversos estudios relacionados con la Automatización y el Control de Procesos en la industria. Se analiza la calidad de los conceptos, métodos y resultados presentes en estos trabajos, considerando su relevancia para las necesidades actuales de la industria, especialmente en el amplio ámbito de la ingeniería y la construcción.

Ha sido indispensable analizar las estrategias y técnicas aplicada en las actividades del taller de prefabricados civiles de la empresa CPP, para entender las necesidades, buscar mejoras en los procesos, seleccionar, y aplicar los conocimientos investigados que se adapten a la realidad y mejora del taller mejorando así su productividad.

Se determina el diseño propuesto e implementado con los equipos seleccionados, como adecuados para la ejecución del proyecto, entre otras características importantes se adaptan a las necesidades del taller y pueden ser manipulados con facilidad por parte del personal luego de este ser capacitado para su uso, haciendo así un equipo versátil y de gran utilidad.

Por otra parte, el mantenimiento del equipo es relativamente sencillo y no requiere de constante mantenimiento.

Como punto importante se debe mencionar que el equipo implementado, gracias a su diseño y versatilidad, puede adaptarse a ampliación de funciones y mejoras de manera fácil en caso de requerirlas en un futuro.

Las herramientas tecnológicas aplicadas han sido seleccionadas de manera que cumplan su objetivo específico por separado pero que en la interacción de los sistemas este sea un conjunto que se complemente entre sí para lograr el alcance requerido.

### 2.3 Validación de la propuesta

Para seleccionar a los especialistas para la validación, se ha tenido en cuenta un perfil que cumpla con los siguientes requisitos: formación académica relevante al tema de investigación, experiencia laboral y/o académica, así como una motivación para participar. Además de esto, se ha considerado la posición estratégica del personal dentro de la empresa CPP y cómo los resultados del proyecto impactarán directamente en cada una de sus áreas o roles.

La tabla 5 presenta información de cada stakeholder seleccionado para la validación.

**Tabla 5.**

*Descripción de perfil de validadores.*

Nombres y Apellidos	Años de experiencia	Titulación Académica	Cargo
Edison Bolívar Túqueres Cevallos	10	Ing. Mecánico	Jefe de Obra del campo Auca – Construcciones y Prestaciones Petroleras CPP
Diego Francisco Canchignia Oña	14	Ing. Eléctrico	Jefe de Calidad del campo Auca – Construcciones y Prestaciones Petroleras CPP
Maryory Urdaneta Herrera	20	PhD en Ingeniería Eléctrica	Profesor Titular

**Tabla 6.**

*Descripción de perfil del validador 1.*

Nombres y Apellidos	Años de experiencia	Titulación Académica	Cargo
Edison Bolívar Túqueres Cevallos	10	Ing. Mecánico	Jefe de Obra del campo Auca – Construcciones y Prestaciones Petroleras CPP

**Tabla 7.**

*Escala de evaluación por Ing. Edison Túqueres*

CRITERIOS	EVALUACION SEGUN IMPORTANCIA Y REPRESENTATIVIDAD				
	En Total Desacuerdo	En Desacuerdo	Ni de Acuerdo Ni en Desacuerdo	De Acuerdo	Totalmente Acuerdo
Impacto					X
Aplicabilidad					X
Conceptualización					X
Actualidad					X
Calidad Técnica					X
Factibilidad					X
Pertinencia					X

Firma: EDISON BOLIVAR TUQUERES CEVALLOS

Firmado digitalmente por EDISON BOLIVAR TUQUERES CEVALLOS.  
Nombre de reconocimiento (DN): cn=EDISON BOLIVAR TUQUERES CEVALLOS, serialNumber=051023103936, ou=ENTIDAD DE CERTIFICACION DE INFORMACION, o=SECURITY DATA S.A., z, c=EC.  
Fecha: 2024.02.23 09:56:26 -05'00'

**Tabla 8.**

*Descripción de perfil del validador 2.*

Nombres y Apellidos	Años de experiencia	Titulación Académica	Cargo
Diego Francisco Canchignia Oña	14	Ing. Eléctrico	Jefe de Calidad del campo Auca – Construcciones y Prestaciones Petroleras CPP

**Tabla 9.**

*Escala de evaluación por Ing. Diego Canchignia*

CRITERIOS	EVALUACION SEGUN IMPORTANCIA Y REPRESENTATIVIDAD				
	En Total Desacuerdo	En Desacuerdo	Ni de Acuerdo Ni en Desacuerdo	De Acuerdo	Totalmente Acuerdo
Impacto					X
Aplicabilidad					X
Conceptualización					X
Actualidad					X
Calidad Técnica					X
Factibilidad					X
Pertinencia					X

DIEGO  
FRANCISCO  
CANCHIGNIA OÑA

Firma: \_\_\_\_\_

Firmado digitalmente por DIEGO  
FRANCISCO CANCHIGNIA OÑA  
Nombre de reconocimiento (DN):  
cn=DIEGO FRANCISCO CANCHIGNIA  
OÑA, serialNumber=130923154257,  
ou=ENTIDAD DE CERTIFICACION DE  
INFORMACION, o=SECURITY DATA S.A.  
2, c=EC



**Tabla 10.**

*Descripción de perfil del validador 3.*

Nombres y Apellidos	Años de experiencia	Titulación Académica	Cargo
Maryory Urdaneta Herrera	20	PhD en Ingeniería Eléctrica	Profesor Titular

**Tabla 11.**

*Escala de evaluación por Maryory Urdaneta*

CRITERIOS	EVALUACION SEGUN IMPORTANCIA Y REPRESENTATIVIDAD				
	En Total Desacuerdo	En Desacuerdo	Ni de Acuerdo Ni en Desacuerdo	De Acuerdo	Totalmente Acuerdo
Impacto					X
Aplicabilidad					X
Conceptualización					X
Actualidad					X
Calidad Técnica					X
Factibilidad					X
Pertinencia					X



Firmado electrónicamente por:  
MARYORY URDANETA  
HERRERA

Firma: \_\_\_\_\_

En análisis a los resultados obtenidos mediante evaluación de cada punto propuesto por parte de los validadores muestra una fuerte validación y respaldo hacia el proyecto. Se puede apreciar que el proyecto se percibe como altamente satisfactorio para los especialistas que han aportado su validación del impacto del proyecto, la aplicabilidad, calidad técnica, conceptualización, factibilidad, pertinencia, y actualidad.

Los resultados sugieren que se considera que el proyecto tiene un impacto significativo, esto debido a que el proyecto aborda un problema importante para la empresa CPP y su personal y tiene el potencial de generar cambios significativos o contribuir de manera significativa, además de que al ser implementado el proyecto es aplicable en un contexto práctico o real.

Se observa mediante la validación que la idea del proyecto está clara, bien definida y fundamentada teóricamente, es decir, el proyecto está bien conceptualizado, y además actualizado y relevante en el momento presente.

Es importante el resultado obtenido por la jefatura de calidad ya que considera alta la calidad técnica, cumpliendo con altos estándares, abordando problemas y necesidades específicas que son importantes para la empresa CPP.

## 2.4 Matriz de articulación de la propuesta

En la matriz expuesta mediante la tabla 12 se resume la conexión del proyecto con los fundamentos teóricos, metodológicos, estratégicos-técnicos y tecnológicos utilizados.

**Tabla 12.**

*Matriz de articulación*

	<b>Ejes o partes principales del proyecto</b>	<b>Breve descripción de los resultados de cada parte</b>	<b>Sustento teórico que se aplicó en la construcción del proyecto</b>	<b>Metodologías, herramientas técnicas y tecnológicas que se emplearon</b>
<b>1</b>	Definición: de la propuesta de automatización adecuada a aplicar en base a las necesidades de la maquina existente y los objetivos a alcanzar, de los elementos electromecánicos de control, elementos del sistema hidráulico, entradas del sistema, variables de salida a controlar, etc.	1.1. Exploración de bibliografía sobre sistemas de control y automatización en entornos industriales 1.2. Evaluación de trabajos previos, sus metas y logros obtenidos 1.3. Análisis de componentes de sistemas variados 1.4. Elección de los sistemas a implementar	Automatización y Control en entornos industriales Clasificación de sistemas de control Categorías de sistemas hidráulicos Manual proporcionado por el proveedor de equipos y materiales eléctricos y mecánicos.	Método cuantitativo, análisis experimental de pruebas y de resultados.  Se realiza un análisis de la información investigada, se selecciona la que mejor se adapta al proyecto como sustento teórico.
<b>2</b>	Diseño: de circuitos de fuerza, electromecánicos de control, cálculos, planos CAD, simulaciones, etc.	2.3 Diseño de circuitos de fuerza y control con elementos electromecánicos y sin controlador lógico programable.	Diseño y simulación de circuitos de control industrial Manual del vendedor de equipos y materiales eléctricos y mecánicos. Autocad	De manera sistémica se realiza el diseño de cada sistema asegurando su correcta interacción al momento de unir cada parte diseñada para obtener el diseño final del sistema

		<p>2.2. Características y dimensionamiento de central hidráulica</p> <p>2.3. Características y dimensionamiento de actuadores</p> <p>2.4. Diseño de tablero de control para fácil interacción hombre-máquina para el operador.</p> <p>2.4 Interacción y simulación de todos los sistemas y componentes</p>	<p>Cadesimu</p> <p>Automation Studio</p> <p>Buenas prácticas de ingeniería</p>	<p>completo a implementar para la automatización de la dobladora.</p> <p>Uso de software de diseño y simulación de circuitos eléctricos, de control, neumáticos, e hidráulicos.</p>
<b>3</b>	<p>Implementación: tablero de control y fuerza, central hidráulica, actuadores, interconexiones de los sistemas</p>	<p>3.2. Tablero de control</p> <p>3.3. Uso de software de programación</p> <p>3.4. Regulación de motores o válvulas eléctricas</p> <p>3.5. Diseño de sistemas eléctricos para control o comunicación</p>	<p>NFPA 70 (NEC)</p> <p>Instalaciones eléctricas industriales</p> <p>Manual de Operación unidad hidráulica de dobladora de malla electrosoldada.</p> <p>Buenas prácticas de la industria de la construcción.</p>	<p>Instalación de cada uno de los equipos en disposición final, cableado para la alimentación principal del tablero y puesta a tierra, cableado de control y alimentación desde tablero a central hidráulica, instalación e interconexión de fines de carrera, instalación de actuadores en dobladora manual, conexión de mangueras entre actuadores y central hidráulica, colocación de aceite hidráulico, y pruebas de funcionamiento.</p>

## 2.5 Análisis de resultados. Presentación y discusión.

El desarrollo de este proyecto de titulación permitió implementar la Automatización de la máquina dobladora del taller de prefabricados civiles de la empresa CPP.

Mediante el diseño de un sistema on-off controlado por un operador, iniciando el proceso en modo manual o automático, el doblado es ejecutado mediante el movimiento de una viga móvil empujada por 3 actuadores con la fuerza y velocidad adecuada para lograr deformar la malla electrosoldada sin el peligro de romperla, de esta manera se consigue una precisión adecuada en el ángulo de doblado de una forma rápida y además segura para el operador, evitando los sobreesfuerzos de todo el personal del taller. La fuerza aplicada al doblado garantiza que el uso constante de la máquina, en contraste con el uso manual que causaba la necesidad de un mayor número de personal, tiempos de inactividad debido a descansos por el sobreesfuerzo, sumado al riesgo de problemas ergonómicos, lo cual retrasaba la producción afectando el cumplimiento de los programas de producción. Se muestra en la figura 19 la descripción del proceso y sus partes al momento de finalizar las pruebas que se describen a lo largo de esta sección con el sistema completo con una malla electrosoldada estándar de 6m.

**Figura 19.**

*Pruebas de funcionamiento de central hidráulica y accionamiento de actuadores*



La implementación de los sistemas necesarios para el doblado y su control implicó la aplicación de conocimientos en diseño de elementos mecánicos y de automatización industrial. Como resultado, se logró un proceso rápido y preciso lo cual se adaptó a las necesidades de construcción de la empresa CPP. Los resultados demuestran una reducción en el porcentaje de tiempo empleado y en el personal para ejecución de la actividad, contribuyendo esto a la satisfacción y al bienestar general de todas las partes involucradas, tanto en producción como en la comunidad.

Todos estos desafíos alineados con el fin de lograr el fiel cumplimiento de los objetivos y actividades de evaluación propuestas fueron abordados y resueltos con resultados satisfactorios para este proyecto.

Las pruebas de funcionamiento por cada sistema que compone el proceso de automatización fueron ejecutadas de manera independiente en una primera etapa para asegurar los funcionamientos individuales de cada componente, y en una segunda etapa se realizaron las pruebas de todo el sistema en conjunto. Este proceso de ejecución de pruebas llevado a cabo en dos etapas permitió detectar cualquier inconveniente de manera minuciosa y rápida debido a que cada cambio se realizó en cada sistema y así en las pruebas finales no se tuvo ningún inconveniente y solo se afino detalles para el funcionamiento final.

Como prueba inicial se procedió a probar la interacción entre la central hidráulica y sus actuadores, probando primero el empuje en vacío y luego el empuje acoplado los actuadores a la estructura de la dobladora, se muestra lo descrito en la figura 20.

**Figura 20.**

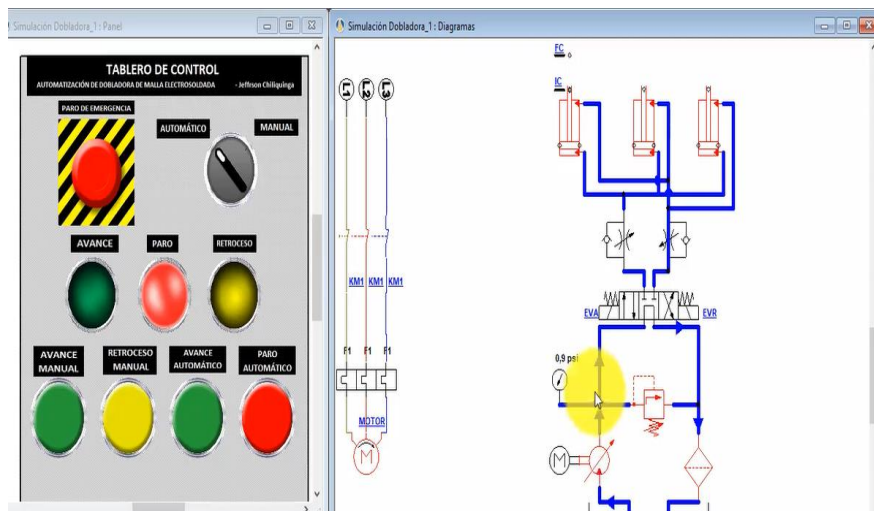
*Pruebas de funcionamiento de central hidráulica y accionamiento de actuadores*



Como segundo paso se probó nuevamente los sistemas diseñados mediante simulación para asegurar que no existan errores en la ejecución del proceso antes de interconectar todas las partes, se muestra el proceso de simulación en la figura 21.

**Figura 21.**

*Pruebas del tablero de control mediante simulación de los sistemas*



Antes de proceder con la interacción y pruebas del proyecto completo se procede a interconectar la electroválvula de la central hidráulica para realizar las pruebas de funcionamiento con el tablero de control para verificar su funcionamiento, haciendo funcionar de manera manual los finales de carrea ubicados en la estructura dobladora, se muestra el proceso de ejecución de esta prueba en la figura 22.

**Figura 22.**

*Pruebas del tablero de control mediante uso de electroválvula de central hidráulica*



Con la implementación del sistema completo a ser operado mediante el tablero de control diseñado pensando en que sea amigable para el operador, con una manera fácil y sencilla de usar, se procede a capacitar a todo el personal del taller con el objetivo de que el uso de la misma no sea exclusivo de un solo operador, sino pensando en la preparación de todo el personal del taller.

Capacitar a todo el personal permite tener múltiples operadores capacitados que pueden manejar la máquina en caso de ausencia o rotación del personal, esto evita interrupciones en la producción debido a la falta de personal capacitado. Al tener a todo el personal capacitado, se puede distribuir la carga de trabajo de manera más equitativa, evitando que un solo operador esté sobrecargado de responsabilidades. Con todo el personal está familiarizado con la máquina automatizada, es más probable que puedan identificar y resolver problemas menores por sí mismos, sin necesidad de esperar a un operador especializado, por lo tanto, capacitar a todo el personal del taller de prefabricados civiles para el uso de una máquina automatizada es fundamental para garantizar la continuidad operativa, la eficiencia y la resiliencia del equipo de producción.

Se presenta en la figura 23 el registro de capacitación del uso de la dobladora automatizada impartido al personal que trabaja en el taller de prefabricados civiles de la empresa CPP.

**Figura 23.**

*Registro de capacitación del uso de la dobladora automatizada*

CPP CONSTRUCCIONES PREFABRICADOS PETROLERAS S.A		Campo Auca		Departamento:	MADS
REGISTRO DE CAPACITACIÓN		Código CPP No.:	3004-0001-0000001	Fecha Revisión:	16/06/2018
		Revisión No.:	1	Página No.:	1 de 1
MA: <i>Uso de la dobladora automatizada de metal alce</i>		Fecha: <i>13/10/2018</i>			
Facilitador: <i>Edgar Sánchez</i>		Firma: <i>[Firma]</i>		Duración: <i>1 hora</i>	
Localidad: <i>Obra</i>		Fase: <i>ET / E-1</i>		CODIGO SAF:	
N°	LEGAJO	APELLIDO Y NOMBRE	CÉDULA	EMPRESA	FIRMA
1	3032	Tapanta Luis	180210285-1	CPP	[Firma]
2	2819	pasq. carpintero	0019527-1	CPP	[Firma]
3	2852	Castro Escobar	220020011-1	CPP	[Firma]
4	4178	Val. B...	120801145	CPP	[Firma]
5	6274	William Vega	220041211	CPP	[Firma]
6	7505	Henday Udy	2200160853	CPP	[Firma]
7	2425	Edu. Manzan	220022042-2	CPP	[Firma]
8	6830	Bascallo Wendy	220016005-1	CPP	[Firma]
9	2245	Arday Touss	172299532	CPP	[Firma]
10	7095	MARIA VEGA	225009524-2	CPP	[Firma]
11	809	Viviana Montero	0222517629	CPP	[Firma]
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					

TEMARIO:  
 - Uso de dobladora: control hidráulica, tablero de control  
 - Riegos Mecánicos  
 - Riegos Eléctricos  
 - Seguridad en el manejo de los equipos



Al ser Construcciones y Prestaciones Petroleras S.A. – CPP una empresa donde el principio más valioso es la seguridad y cuyo activo máspreciado es su personal, es esencial la revisión del uso y funcionamiento de la máquina para garantizar que esté en condiciones óptimas para operar, lo que reduce el riesgo de accidentes y lesiones para el personal que trabaja con ella, demostrando el compromiso de la empresa con la seguridad y el bienestar de sus empleados.

Luego de realizar una primera inspección para iniciar las operaciones, es importante la revisión periódica de la máquina tanto por el personal de seguridad como del personal de mantenimiento, permitiendo detectar cualquier problema o desgaste antes de que se convierta en una falla importante. Esto ayuda a evitar tiempos de inactividad no planificados y pérdidas de producción, lo que a su vez protege los intereses comerciales de la empresa, su capacidad para mantener a su personal empleado, y mantener su compromiso con el bienestar del personal, y, por tanto, las buenas relaciones con la comunidad.

Se realiza en conjunto con el personal de Seguridad de la empresa el cumplimiento de normas de seguridad de la máquina y cada uno de sus sistemas, verificando los certificados de calidad que garanticen el buen funcionamiento de cada uno de los componentes, los manuales de operación, y el funcionamiento mediante pruebas realizadas, teniendo resultados altamente satisfactorios en materia de seguridad, lo que causa la emisión de una Observación de Trabajo Preventivo Relevante por a la implementación del proyecto la cual se muestra en la figura 24.

**Figura 24.**

*Verificación de la implementación y uso de la dobladora por parte del personal de CMASS.*

 <b>CONSTRUCCIONES Y PRESTACIONES PETROLERAS S.A.</b>		<b>OTP - Relevante</b>	
<b>Empresa:</b> CPP. <b>Sector/ Fase:</b> Eléctrica & Instrumentación.		<b>Lugar:</b> Obrador / Taller Prefabricado Civil <b>Tarea:</b> Trabajos civiles.	
<b>Realizada por:</b> Jefferson Chilibuanga /Karol Nacimba.			
<b>Descripción:</b> Personal de la fase civil del taller de prefabricado de hierro realizaba actividades en la dobladora de malla electrosoldada este equipo funciona mediante dos vigas H A38, una fija y otra móvil, el equipo es accionado manualmente ejerciendo un alto esfuerzo físico y exponiendo a diferentes tipos de riesgos al personal para el doblado de malla y así obtener el ángulo adecuado, el proceso de doblado dura hasta 15 minutos y se necesita 8 personas para la actividad. Según reporte de servicio médico, se tiene actualmente personal con restricciones medicas debido a hernia discal, estenosis espinal/espondilololitesis, lumbociatalgia etc. Existiendo la necesidad de la automatización de la dobladora de malla se implementa un proceso de flexión automático usando un sistema eléctrico/hidráulico mismo que logra reducir la exposición a riesgos ergonómicos, de atrapamiento de manos, y la optimización de tiempo y número de trabajadores en el doblado de hierro.		<b>DOBLADORA DE MALLA ELECTROSOLDADA MANUAL.</b> 	
<b>Riesgos:</b> > Riesgos ergonómicos. > Sobreesfuerzos. > Lesiones músculo-esqueléticos. > Atrapamientos.		<b>DOBLADORA DE MALLA ELECTROSOLDADA AUTOMATIZADA.</b> 	
<b>Acciones Inmediatas:</b> > Automatización de la dobladora de malla electrosoldada.			
<b>Lección Aprendida:</b> "La creación de equipos automatizados reduce el sobreesfuerzo físico de las personal."			

Al ser un proyecto realizado con el método cuantitativo, uno de las variables más importantes durante la ejecución de las pruebas de los actuadores fue el tiempo en de demora en llegar al ángulo deseado de doblado, obteniendo resultados satisfactorios con una reducción del 75% del tiempo empleado, y la reducción de recursos de personal civil para la ejecución del proceso.

En la tabla 13 los resultados alcanzados son presentados y se lleva a cabo una comparación entre ellos con los resultados previos tomados del proceso de doblado manual, teniendo porcentajes de reducción en las dos variables medidas.

**Tabla 13.**

*Comparación de productividad entre uso de dobladora manual y automatizada.*

COMPARACIÓN EN USO DE DOBLADORA MANUAL Y AUTOMATIZADA			
Descripción	Dobladora manual	Dobladora Automatizada	Reducción
Personal para operación	6	3	50%
Tiempo (min)	20	5	75%

El Área de Calidad de la empresa CPP juega un papel fundamental en la revisión y validación del funcionamiento de la operación de la maquinaria dentro del taller y los resultados que de este proceso se obtenga, por varias razones importantes:

- Garantizar la Calidad de la máquina asegurándose que esté funcionando correctamente y entregando resultado que cumplan con los altos estándares de calidad caracterizan a la empresa CPP.
- La revisión y validación por parte del área de calidad ayudan a garantizar que la operación de la maquinaria cumpla con las normativas y regulaciones aplicables en cuanto a calidad y seguridad. Esto es especialmente importante en industrias altamente reguladas, como es en este caso la industria de construcciones petroleras.
- Identificación y corrección de desviaciones, ya que, al revisar el funcionamiento de la maquinaria, pueden detectar problemas potenciales y tomar medidas correctivas para evitar defectos en los productos finales.
- Identificación de oportunidades de mejora para optimización de procesos, aumento de la eficiencia, y reducción de costos de producción.

Como evaluación final al funcionamiento de la máquina automatizada de doblado se realiza la verificación de los resultados finales en la ejecución del proceso de doblado para una malla electrosoldada que será usada para el prefabricado de cunetas en el taller civil.

Una vez doblado la malla hasta ángulo requerido se corroboran las mediciones y resultados, y la evaluación del proceso completo por parte de uno de los inspectores del área de Calidad del proyecto Auca de CPP, obteniendo resultados totalmente satisfactorios.

Se emite el informe de Calidad a conformidad del funcionamiento y resultados obtenidos, con lo que la maquina ya entra en operación normal dentro del taller para ejecución de los doblados de malla electrosoldada para los prefabricados civiles de CPP en el proyecto Auca. Por medio de las Figuras 25, 26, y 27, y 28, se muestran los extractos tomados del informe de calidad donde se plasman los resultados satisfactorios obtenidos mediante los resultados finales de la ejecución del proceso.

**Figura 25.**

*Resultados finales. Extracto 1 del informe emitido por el área de Calidad de CPP.*

1. OBJETIVO		
Inspeccionar y reportar el funcionamiento de Dobladora Automática de Malla Electro soldada implementada en taller de Prefabricados Civiles en Oltrador CPP.		
2. INSPECCIÓN FÍSICA		
De la inspección realizada durante la prueba de funcionamiento de la maquina implementada se tienen las siguientes observaciones:		
ITEM	DESCRIPCIÓN	FOTOS
1	Se verifico el funcionamiento adecuado de la dobladora.	

**Figura 26.**

*Resultados finales. Extracto 2 del informe emitido por el área de Calidad de CPP.*



**Figura 27.**

*Resultados finales. Extracto 3 del informe emitido por el área de Calidad de CPP.*



### 3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se realizó la verificación de funcionamiento de dobladora automática para malla electro soldada implementada en taller de prefabricados civiles en Obrador CPP, se observó que el funcionamiento del sistema para doblado automático es adecuado permitiendo mejorar los factores de seguridad ergonómica de los trabajadores y la capacidad de producción del taller.

**Figura 28.**

*Resultados finales. Extracto 4 del informe emitido por el área de Calidad de CPP.*

• Se efectuó control dimensional basándose en la normativa civil de construcción ACI obteniendo valores conformes a las tolerancias establecidas.	
<b>INSPECTOR DE CALIDAD CPP S.A.</b>	
Nombre:	César Abad

Se ha evidenciado mediante el análisis de resultados el cumplimiento de todos los objetivos planteados y de las actividades de evaluación propuestas para la validación de los resultados del proyecto implementado.

No se han detectado debilidades ni objetivos no cumplidos al momento de finalización del proyecto y puesta en funcionamiento para las operaciones normales del taller de prefabricados.

## CONCLUSIONES

El diseño e implementación de la automatización de la dobladora de malla electrosoldada en el taller de prefabricados del área civil de la empresa CPP ha resultado en un éxito rotundo, logrando este proyecto eliminar los riesgos ergonómicos asociados con el proceso manual de doblado, al tiempo que ha aumentado significativamente el rendimiento del proceso de producción.

Tras investigar dentro del área de salud de la empresa los principales riesgos que han afectado anteriormente los trabajadores y a los cuales siguen expuestos, se identificaron y plasmaron en el presente documento los riesgos laborales asociados con el manejo manual de la dobladora de malla electrosoldada. Esta información fue crucial para partir de esta necesidad del cuidado a los trabajadores para diseñar un sistema automatizado que mitigara estos riesgos y mejorara las condiciones de trabajo del personal, como también mejorara la eficiencia del taller.

Después de analizar diversas opciones, se seleccionó dos tipos de sistemas que cumplen con los requisitos necesarios para aportar con la fuerza, precisión, eficiencia y facilidad de uso necesarios para la automatización del proceso de doblado. La interacción de los dos sistemas demostró ser altamente efectiva en la optimización de la operación de la dobladora, dando resultados totalmente satisfactorios.

El diseño del sistema de automatización se centró en la creación de un medio de fácil interacción, intuitivo y fácil de usar para el operador de la dobladora. Se implementó un tablero con un diseño claro y accesible que permitió al personal del taller operar la máquina de manera eficiente y segura.

La implementación del sistema de automatización se llevó a cabo de manera exitosa, y se proporcionó una capacitación integral al personal del taller para garantizar su correcto manejo y operación. Esto aseguró que el personal estuviera completamente preparado para utilizar la nueva tecnología de manera efectiva.

Se realizaron pruebas exhaustivas de funcionamiento y se llevaron registros detallados de la calidad de las mallas electrosoldadas dobladas utilizando la máquina automatizada. Los resultados obtenidos demostraron la eficacia y la precisión del sistema, confirmando su capacidad para producir resultados que cumplan con la calidad exigida.

Los resultados de las pruebas ejecutadas confirman que se han alcanzado todos los objetivos establecidos, así como las actividades de evaluación diseñadas para validar los resultados del proyecto implementado.

## RECOMENDACIONES

Es recomendable seguir monitoreando de cerca las condiciones de trabajo en el taller de prefabricados y realizar evaluaciones periódicas de riesgos laborales. Esto permitirá identificar cualquier nuevo riesgo que pueda surgir y abordarlo de manera proactiva. Además, se sugiere mantener actualizados los sistemas automatizados existentes y considerar la implementación de nuevas tecnologías en el futuro para seguir mejorando la seguridad y eficiencia del proceso de producción.

Seguir investigando y evaluando nuevas tecnologías y sistemas que puedan mejorar aún más la eficiencia y precisión del proceso de doblado es de vital importancia para el taller, la empresa, y los trabajadores. Mantenerse al tanto de las últimas innovaciones en el campo de la automatización ayudará a garantizar que la empresa pueda seguir siendo competitiva y mantener altos estándares de calidad en su producción.

Se sugiere realizar una evaluación continua del diseño para garantizar que siga siendo fácil de usar para el personal del taller, y buscar oportunidades de ampliación de funciones y mejora.

Se recomienda recopilar regularmente comentarios del personal sobre cualquier aspecto del diseño que pueda necesitar mejoras, con el fin de optimizar continuamente la experiencia del usuario.

Es importante seguir ofreciendo capacitación y actualizaciones periódicas al personal del taller sobre el uso y mantenimiento de la maquinaria automatizada.

Se aconseja mantener un sistema de seguimiento y registro continuo de los resultados de producción para detectar cualquier desviación o problema potencial de manera oportuna.

Se sugiere establecer procedimientos claros para abordar y corregir cualquier discrepancia encontrada durante la validación de resultados, con el fin de que altos estándares de calidad de CPP se mantengan en todo momento.

Como mejoras a futuro de la maquina automatizada, se puede implementar más funcionalidades que hagan de esta una maquina aún más versátil con la suma de funciones para más tareas del taller, por ejemplo, el doblado de tubería, o corte de varillas; entre otras posibilidades y oportunidades de mejora que puedan ser detectadas con el tiempo.



## BIBLIOGRAFÍA

- Carrión J. (2022). Interfaz HMI para control y supervisión de los parámetros del sistema de bombeo de combustibles de la estación Osayacu. Proyecto de titulación en opción al grado de magíster, Universidad de Israel, Quito.
- Córdova J. (2022). Sistema automático de monitoreo y control de la calidad del agua para la torre de enfriamiento de la empresa Interquimec. Proyecto de titulación en opción al grado de magíster, Universidad de Israel, Quito.
- Enzyme. (2019). Automatización de procesos: descubre todo lo que puede hacer por tu negocio [Post de blog]. Retrieved from <https://enzyme.biz/blog/automatizacion-de-procesos-que-como-y-beneficios>
- Hernández, R. (2010). *Introducción a los sistemas de control*. Instituto Tecnológico de Aguascalientes.
- Jácome E., De la Torre J., & Aguas L. (2023). Automatización de un proceso industrial virtual de ensamblaje utilizando Factory IO. *Risti*, N.º E55, 01/2023, Pages: 12-23  
<https://www.risti.xyz/issues/ristie55.pdf>
- Jurado F. & Escobar E. (2023). Automatización del mecanismo para bipedestación en una silla de ruedas para personas de entre 7 a 18 años con movilidad limitada. *Risti*, N.º E55, 01/2023, Pages: 145-157  
<https://www.risti.xyz/issues/ristie55.pdf>
- Lara, E. (2010). *Secuencia de automatización para una compactadora de PET*. Proyecto de titulación para obtener el título de ingeniero en comunicaciones y electrónica, Instituto Politécnico Nacional, México DF.
- Oñate, J. (2022). *Automatización del sistema de corte de laminado para la empresa NOVACERO*. Proyecto de titulación en opción al grado de magíster, Universidad de Israel, Quito.
- Sydle. (17 de agosto de 2023). Automatización de procesos industriales: ventajas y cómo aplicarla [Post de blog]. Retrieved from <https://www.sydle.com/es/blog/automatizacion-de-procesos-industriales-64ca5277f90a0a42e9aba715>
- Zamora, B., & Viedma, A. (2016). *Máquinas Hidráulicas, teoría y problemas*. Escuela técnica Superior de Ingeniería Industrial, Universidad politécnica de Cartagena.

## ANEXOS

## ANEXO 1

### OBJETIVOS DE VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA

Los objetivos perseguidos mediante la validación son los siguientes:

- Validar la metodología de trabajo aplicada en el desarrollo de la investigación.
- Aprobar los resultados, conclusiones y recomendaciones obtenidas.
- Redefinir (si es necesario) el enfoque de los elementos desarrollados en la propuesta, considerando la experiencia de los especialistas.
- Constatar las posibilidades potenciales de aplicación del modelo de gestión propuesto.

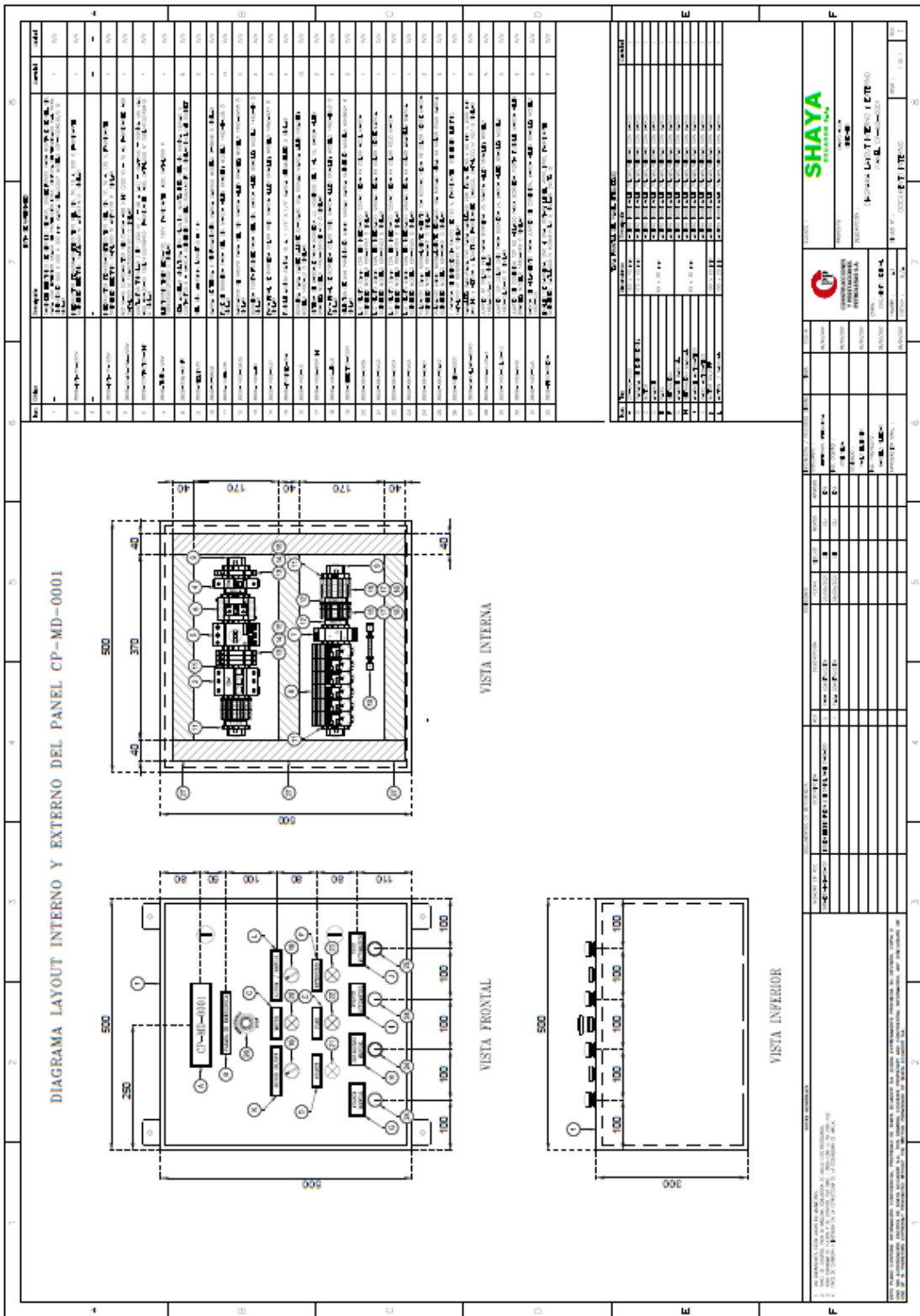
#### Tabla Anexo 1.

*Criterios de evaluación.*

Criterios	Descripción
Impacto	Representa el alcance que tendrá el modelo de gestión y su representatividad en la generación de valor público.
Aplicabilidad	La capacidad de implementación del modelo considerando que los contenidos de la propuesta sean aplicables
Conceptualización	Los componentes de la propuesta tienen como base conceptos y teorías propias de la gestión por resultados de manera sistémica y articulada.
Actualidad	Los contenidos de la propuesta consideran los procedimientos actuales y los cambios científicos y tecnológicos que se producen en la nueva gestión pública.
Calidad Técnica	Miden los atributos cualitativos del contenido de la propuesta.
Factibilidad	Nivel de utilización del modelo propuesto por parte de la Entidad.
Pertinencia	Los contenidos de la propuesta son conducentes, concernientes y convenientes para solucionar el problema planteado.

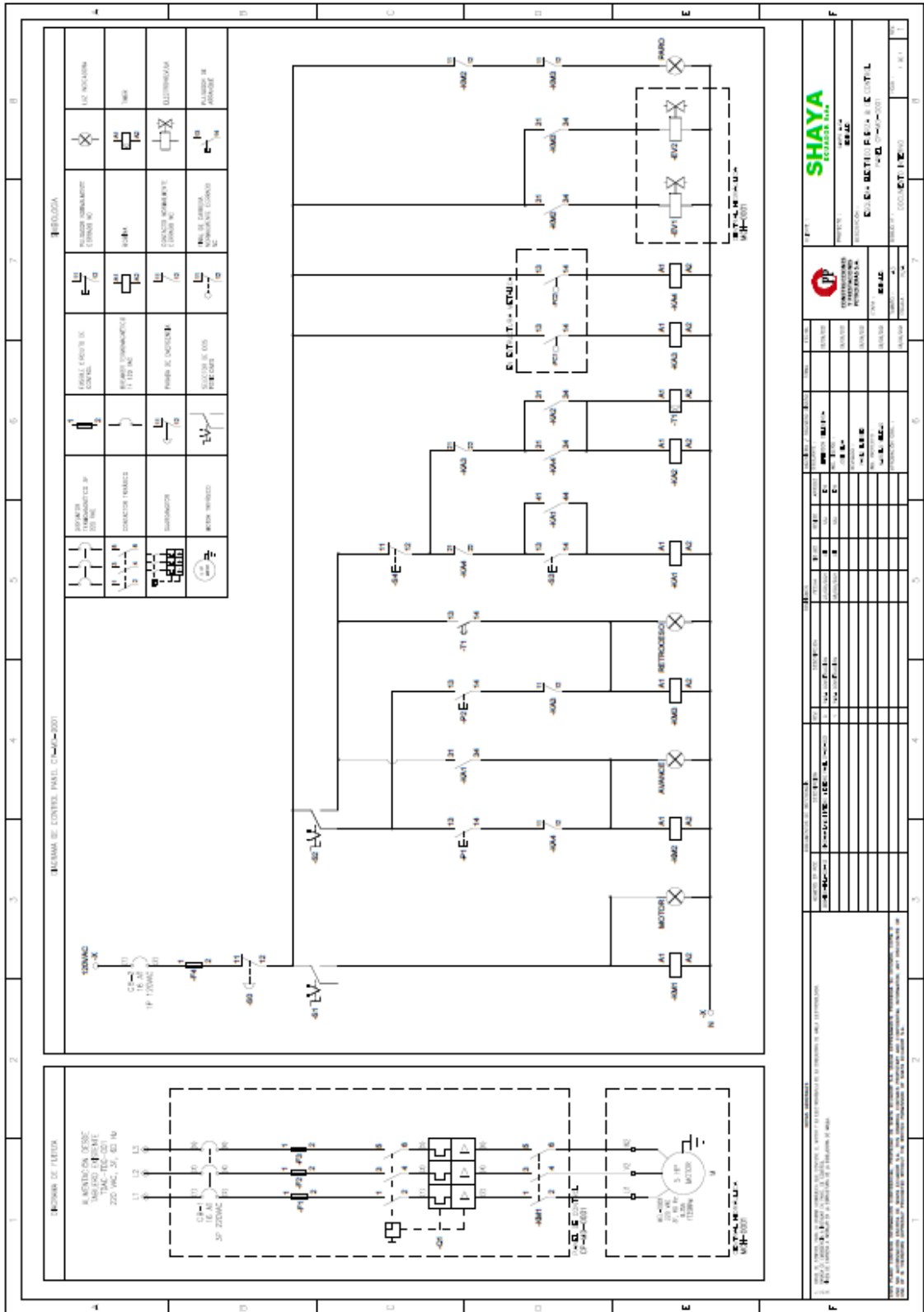
ANEXO 2

DIAGRAMA LAYOUT DE PANEL DE CONTROL



# ANEXO 3

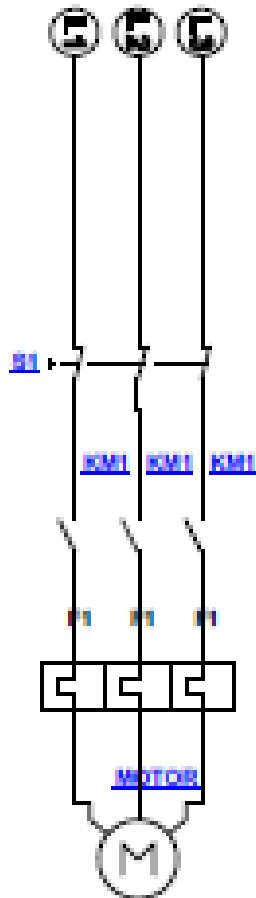
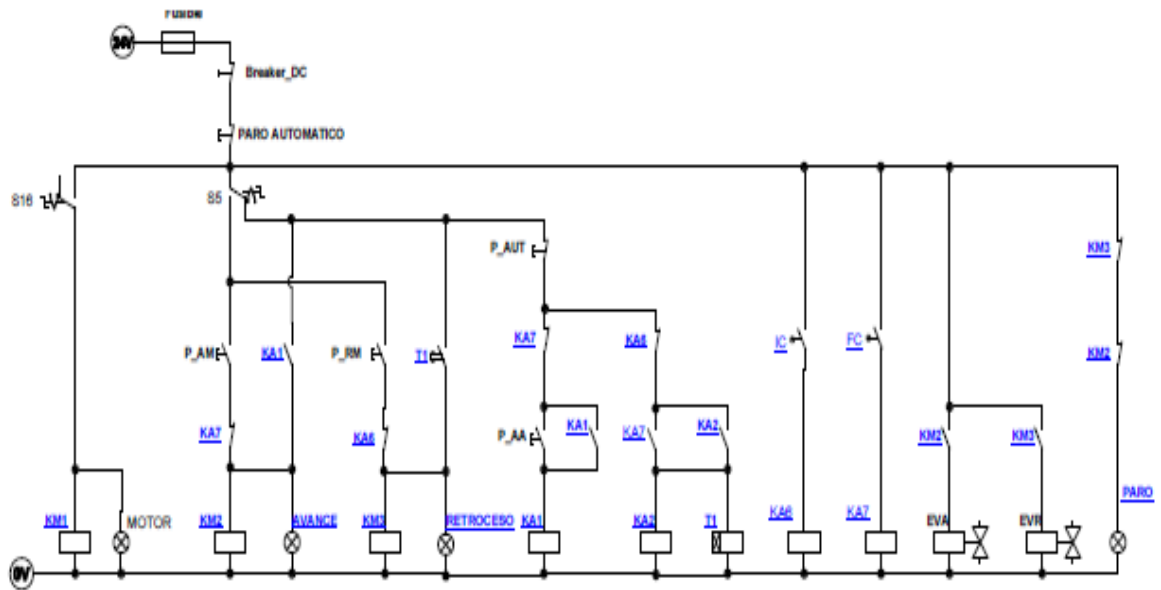
## DIAGRAMAS DE FUERZA Y CONTROL





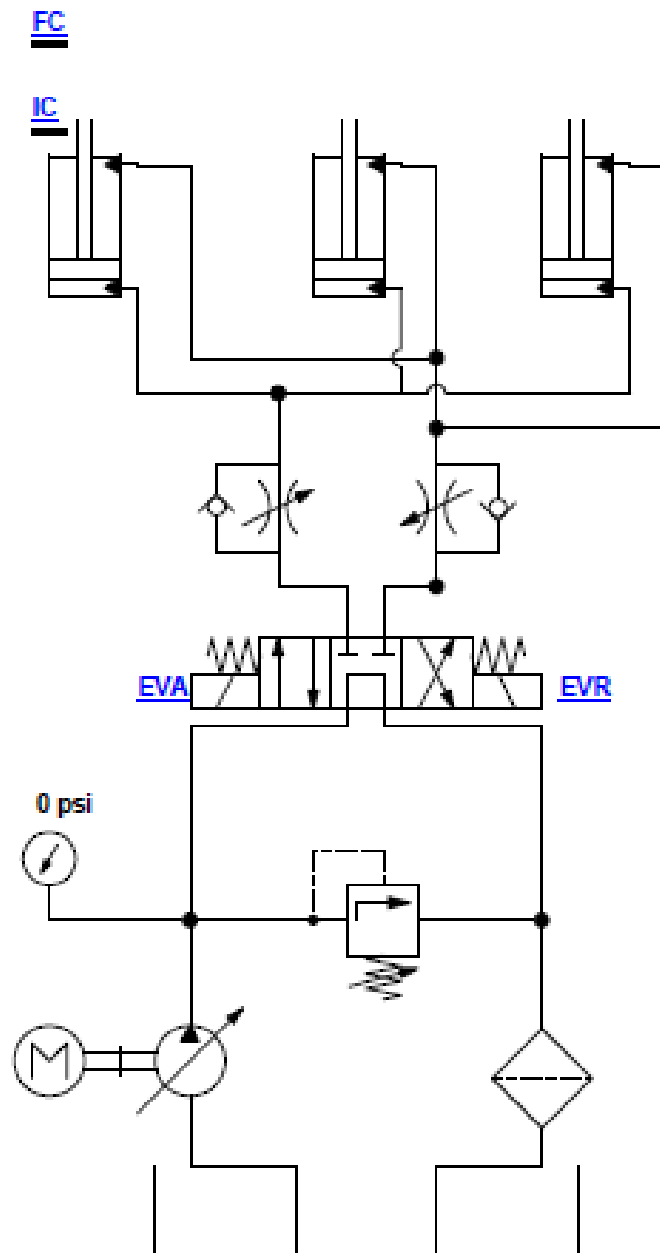
## ANEXO 5

### SIMULACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL Y FUERZA



ANEXO 6

SIMULACIÓN DEL SISTEMA HIDRÁULICO





ANEXO 7

MANUAL DE OPERACIÓN DE UNIDAD HIDRÁULICA



**DE:** EMPRESA HIDRAULICA APRAEZ

**PARA:** CONSTRUCCIONES Y PRESTACIONES PETROLERAS S.A

**FECHA:** 17 de Septiembre de 2023

**TEMA:** UNIDAD HIDRAULICA DE DOBLADORA DE MALLA ELECTROSOLDADA



**HIDRAULICA APRAEZ S.A. "HIDRAPRAEZ"**

Guayaquil: Calle Aguirre 1700 y Av. Del Ejercito Tel: (503) 04 5053128 Cel: 099 1158202

Email: [ventas@apraezhydraulic.com](mailto:ventas@apraezhydraulic.com) Web: [www.apraezhydraulic.com](http://www.apraezhydraulic.com)



## 1. GENERAL

La Empresa Hidráulica Apraez líder en la construcción de maquinaria hidráulica y neumática ha desarrollado la solución ideal para su trabajo.

La unidad hidráulica es la solución a los problemas de dobleces de materiales ya que ocupando una unidad hidráulica a presión se mejora el trabajo ergonómico de los operarios.

El sistema hidráulico construido bajo las normas más estrictas de calidad que aumentan la eficiencia en su desempeño cuenta con un diseño estético e innovador que facilita el mantenimiento y manipulación del mismo.

### Características y Aplicaciones

- Sistema hidráulico con válvula de alivio
- Presión de trabajo según grosor de material
- Fácil operación
- Presión máxima 210 bar

## 2. MANUAL DE OPERACIÓN

1. Verificar sistema hidráulico que estén conectadas las mangueras en los cilindros y no haya fugas.
2. Verificar giro de motor eléctrico según giro de bomba hidráulica
3. Revisar que este energizado motor eléctrico
4. Controlar nivel de aceite.
5. Presionar pulsador de subida hasta que doble material
6. Hay dos fines de carrera de subida y bajada.
7. Paro de emergencia si es necesario.

## 3. PROCEDIMIENTO DE SEGURIDAD

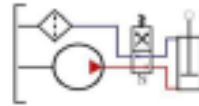
1. Nunca permita que personas no autorizadas operen el sistema hidráulico. Se debe capacitar a nuevos empleados antes de la manipulación del sistema en general.
2. Precaución la unidad de potencia funciona a alta presión. Evitar manipular.
3. Retire material de la dobladora antes de poner en marcha
4. Prohibir que las personas no autorizadas estén alrededor de la unidad hidráulica cuando este en uso.

### HIDRAULICA APRAEZ S.A. "HIDRAPRAEZ"

Guayaquil: Calle Aguirre 1700 y Av. Del Ejército Tel: (503) 04 5053126 Cel: 099 1158202

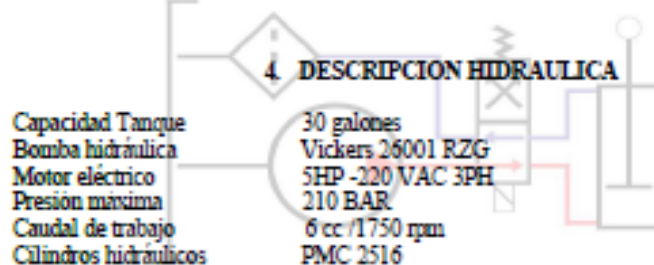
Email: [gerencia@apraezhydraulic.com](mailto:gerencia@apraezhydraulic.com) Web: [www.apraezhydraulic.com](http://www.apraezhydraulic.com)





**APRAEZ HYDRAULIC**  
THE POWER YOU NEED

5. La capacidad de presión máxima es de 210 bar. No exceda esta presión.
6. Antes de poner en marcha la dobladora se debe verificar que no haya materiales que pueda interferir con la operación de los dobles de la malla electrosoldada.
7. Siempre antes de dar arranque de la unidad verificar que todas las cámaras de los cilindros estén con aceite ya que están realizando movimientos uniformes los 3 cilindros y si uno está la cámara vacía hasta que se llene los otros avanzan y genera una contrapresión.
8. Para llenar las cámaras se da pulsos pequeños de subida y bajada hasta que llene cámaras.
9. Los fines de carrera son los dispositivos de corte de señal eléctrica de válvulas verificar siempre que hagan el trabajo. (sugerencia cambiar modelo fin de carrera para bloqueo de movimiento).
10. Giro de motor eléctrico horario va señalizado.



#### 4. DESCRIPCION HIDRAULICA

#### 5. INSPECCION Y MANTENIMIENTO

Sistema Hidráulico, Eléctrico y estructural de la dobladora

El ciclo de mantenimiento obligatorio del sistema hidráulico es de cada 6 meses, si se realiza una inspección debe tomar en consideración los siguientes puntos.

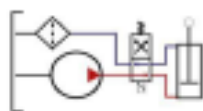
1. Verificar si hay fugas de aceite en los siguientes elementos: mangueras, accesorios, unidad hidráulica y tomas en los cilindros.
2. Ruidos extraños o poco comunes al instante de activar el equipo
3. Presencia de humedad dentro o cerca de válvulas y conectores Din del sistema eléctrico en válvulas.
4. Inspeccione el cable que va hacia la unidad hidráulica.
5. Verificar que el cable no tenga secciones rota o perforadas
6. La corrosión que provoca debe ser eliminada ya que dan fallas en las válvulas.

#### HIDRAULICA APRAEZ S.A. "HIDRAPRAEZ"

Guayaquil: Calle Aguirre 1700 y Av. Del Ejército Tel: (593) 04 5063126 Cel: 099 1158292

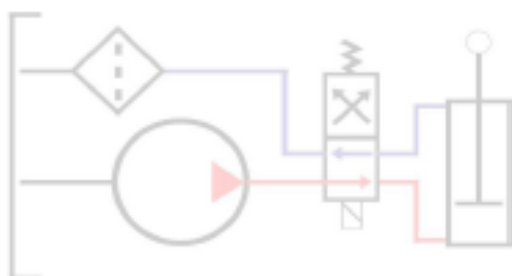
Email: [arancia@apraezhydraulic.com](mailto:arancia@apraezhydraulic.com) Web: [www.apraezhydraulic.com](http://www.apraezhydraulic.com)





**APRAEZ HYDRAULIC**  
THE POWER YOU NEED

7. Verificar niveles de aceite
8. Verificar presencia que las bisagras estén bien lubricadas.
9. Cambio de elemento filtrante cada 6 meses.
10. Revisión y calibración del equipo hidráulico si es necesario
11. Mantenimiento preventivo de sistema hidráulico cada 12 meses.



**APRAEZ HYDRAULIC**  
THE POWER YOU NEED

**HIDRAULICA APRAEZ S.A. "HIDRAPRAEZ"**

Guayaquil: Calle Aguirre 1700 y Av. Del Ejercito Tel: (593) 04 5063126 Cel: 099 1158202

Email: [apraez@apraezhydraulic.com](mailto:apraez@apraezhydraulic.com) Web: [www.apraezhydraulic.com](http://www.apraezhydraulic.com)

