



**REALIZAR MEJORAS OPERACIONALES EN LAS ÁREAS
METAL-MECÁNICA Y ELECTRÓNICA DE LA EMPRESA
ROCH ELECTRONICS DE LA CIUDAD DE SOGAMOSO**

JUAN DAVID CUEVAS CARRERO

**Universidad de Pamplona
Facultad de Ingenierías y Arquitectura
Departamento MMI
Pamplona, Colombia**

2021



**REALIZAR MEJORAS OPERACIONALES EN LAS ÁREAS
METAL-MECÁNICA Y ELECTRÓNICA DE LA EMPRESA
ROCH ELECTRONICS DE LA CIUDAD DE SOGAMOSO**

JUAN DAVID CUEVAS CARRERO

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de
Ingeniero en Mecatrónica**

Director:

**Yara Angeline Oviedo Durango
Msc. Controles Industriales**

**Universidad de Pamplona
Facultad de Ingenierías y Arquitectura
Departamento MMI
Pamplona, Colombia**

2021

Contenido

AGRADECIMIENTOS	IV
DEDICATORIA	V
Resumen	VI
Lista de figuras	X
Lista de tablas	XI
1. Introducción	1
1.1. Justification	2
1.2. Objetivos	4
1.2.1. Objetivo General	4
1.2.2. Objetivos específicos	4
2. Marco teórico	5
2.1. ROCH ELECTRONICS	5
2.2. Paneles de mensajería variable	6
2.3. Paneles de mensajería variable móvil	6
2.3.1. Área Gráfica	8
2.3.2. Sistemas de control, comunicaciones y monitoreo	8
2.3.3. Sistema Fotovoltaico	8
2.3.4. Sistema mecánico	9
2.3.5. Elevación y giro hidráulico	9
2.3.6. Características del PMVM	10
2.4. Soldadura	11
2.4.1. Proceso de Soldadura - TIG (GTAW)	13
2.4.2. Proceso de Soldadura - MIG/MAG (GTAW)	14
2.4.3. Proceso de Soldadura - Arco Manual con Electrodo Revestido (SMAW)	16
2.5. Norma AMERICAN WELDING SOCIETY AWS A2.4	17
2.5.1. Símbolos de soldadura	19
2.6. Inspección de soldadura	25
2.6.1. Prueba de Ultrasonido (UT)	25
2.6.2. Prueba Radiográfica (RT)	26
2.6.3. Partículas Magnéticas (MT)	26
2.6.4. Líquidos Penetrantes (PT)	26
2.6.5. Ensayos destructivos	26
2.6.6. Inspección Visual (VT)	27

3. Control de calidad elaboración de PMVM área metal-mecánica	33
3.1. Inspección de soldaduras	33
3.1.1. Inspección visual	33
3.1.2. Tintas penetrantes	34
3.2. Antecedentes	34
3.3. Formatos de inspección	35
3.4. Planos de soldadura	36
4. Distribución de planta	37
4.1. Tipos de distribución de planta	37
4.1.1. Distribución en planta por producto	37
4.1.2. Distribución en planta por proceso	38
4.1.3. Distribución en planta por posición fija	38
4.1.4. Distribución híbrida	38
4.2. Factores de distribución de planta	38
4.3. Redistribución de planta	39
4.4. Desarrollo de metodología	39
4.4.1. Diagnóstico inicial del área metal-mecánica la empresa	40
4.4.2. Diagramas de flujo	40
4.4.3. Matriz de relación de operaciones y productos	41
4.4.4. Planos actuales	42
4.5. Corte plasma	42
4.6. Corte láser	43
4.7. Propuesta de distribución	44
4.7.1. Diagramas de flujo	45
4.7.2. Matriz de relación de operaciones y productos	45
4.7.3. Diagrama Origen-Destino	45
4.7.4. Diagrama de costos	46
4.7.5. Simbología SLP	48
4.7.6. Matriz de cercanía	48
4.7.7. Relación de procesos	49
4.7.8. Relación de áreas	51
5. Manual de pruebas de dispositivos eléctricos y electrónicos de los PMVM	53
6. Reporte de fallos en componentes eléctricos y electrónicos de los PMVM	68
6.1. Instalación incorrecta luz direccional	68
6.2. Error funcionamiento tarjeta de control de errores	70
7. Resultados	72
7.1. Inspección de soldaduras	72
7.1.1. Falta de penetración	73
7.1.2. Discontinuidad en la soldadura	73
7.2. Distribución de planta	80
7.2.1. Factor material	80
7.2.2. Factor edificación	80
7.2.3. Factor maquinaria	81
7.2.4. Factor movimiento	81
7.2.5. Factor humano	81

8. Conclusiones y recomendaciones	83
8.1. Conclusiones	83
8.2. Recomendaciones	85
Referencias	86
Apéndice A. Formatos de inspección	88
Apéndice B. Planos de soldadura	94
Apéndice C. Distribución inicial de planta del área metal-mecánica	108
Apéndice D. Propuesta de redistribución de planta del área metal-mecánica	121

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por brindarme una vida llena de aprendizajes y experiencias.

Le doy gracias a mis padres Bertilda Carrero y Alirio Cuevas por brindarme su apoyo siempre, por los valores que me han inculcado, y por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida.

A mi hermano William Cuevas Carrero por estar siempre presente, acompañándome y por su apoyo incondicional durante todo mi proceso profesional.

Quiero agradecer a mi directora Yara Oviedo, quien con sus conocimientos y apoyo me guío a través de cada una de las etapas de este proyecto.

Por último, quiero agradecer a la Universidad de Pamplona por permitir formarme profesionalmente como Ingeniero en Mecatrónica, a mis docentes, compañeros y amigos que me compartieron sus conocimientos y apoyo durante mi proceso de formación.

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres y hermano por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad y por su apoyo incondicional.

A mi directora y al cuerpo docente de la universidad por brindarme sus conocimientos para formarme moralmente y profesionalmente.

Resumen

La empresa Roch Electronics se encarga de ofrecer soluciones tecnológicas innovadoras desde los retos de la ingeniería, para la gestión de tráfico y transporte por medio de equipos que permiten mejorar la seguridad de los usuarios en la vía, uno de sus equipos es el PMVM (panel de mensajería variable móvil), cuya fabricación se realiza en las áreas metal-mecánica, pintura, ensamble y electrónica. Actualmente, la empresa requiere incluir el control de calidad en el armado y aplicación de soldaduras, proceso que se realiza en el área metal-mecánica y que consistirá en verificar las soldaduras aplicadas a las partes que componen los PMVM, para esta revisión se emplearan planos donde se especifiquen las áreas soldadas y el tipo de aplicación de soldadura con la correcta simbología haciendo uso de la norma **AMERICAN WELDING SOCIETY AWS A2.4**, verificar que los equipos estén diseñados según planos mecánicos y presenten buenos acabos superficiales donde se requiera, también llevar trazabilidad de los equipos elaborados para tener un control en la elaboración. En el área de electrónica, se verifica que el cableado eléctrico cumpla con las conexiones, calibre y color según el diseño de los planos eléctricos, verificar voltajes de alimentación, configuración y funcionamiento de tarjetas electrónicas y componentes eléctricos entre los que se encuentran sistema fotovoltaico, funcionamiento del panel de mensajería, sensor de brillo, tarjetas de control y tarjetas de reportes de fallas. Por otra parte, la empresa se encuentra en el proceso de adquisición de una máquina cortadora láser CNC, para lo cual solicitan realizar una propuesta de distribución o reorganización de la planta física del área metal-mecánica, donde se pueda instalar dicha máquina, sin interrumpir los procesos que se llevan a cabo dentro de esta área.

Palabras clave: Soldadura, Panel de Mensajería Variable Móvil, control de calidad, trazabilidad, distribución de planta, norma AWS A2.4.

Abstract

The Roch Electronics company is responsible for offering innovative technological solutions from engineering challenges, for traffic and transport management through equipment that allows improving the safety of users on the road, one of its equipment is the PMVM (panel of mobile variable messaging), whose manufacture is carried out in the areas of metal-mechanics, painting, assembly and electronics. Currently, the company requires to include quality control in the assembly and application of welds, a process that is carried out in the metal-mechanical area and which will consist of verifying the welds applied to the parts that make up the PMVM, for this review, the plans will be used where the welded areas and the type of welding application are specified with the correct symbology making use of the **AMERICAN WELDING SOCIETY AWS A2.4** standard, verify that the equipment is designed according to mechanical plans and present good surface finishes where required, also carry traceability of the equipment made to have control in the process. In the electronics area, it will be verify that the electrical wiring complies with the connections, size and color according to the design of the electrical plans, verify supply voltages, configuration and operation of electronic cards and electrical components among which are photovoltaic system, operation of the messaging panel, brightness sensor, control cards and fault report cards. On the other hand, the company is in the process of acquiring a CNC laser cutting machine, for which they request to make a proposal for the distribution or reorganization of the physical plant of the metal-mechanical area, where said machine can be installed, without interrupting the processes carried out within this area.

Keywords: Welding, Mobile Variable Messaging Panel, quality control, traceability, plant distribution, AWS A2.4 standard.

Lista de figuras

2.1. Panel de mensajería variable.	6
2.2. Panel de mensajería variable móvil.	7
2.3. Panel de mensajería variable del PMVM.	10
2.4. Remolque (tráiler).	11
2.5. Compartimientos baterías y sistema hidráulico.	11
2.6. Mástil.	12
2.7. Proceso de Soldadura TIG.	13
2.8. Proceso de Soldadura MIG.	15
2.9. Proceso de soldadura por arco.	16
2.10. Símbolos de Soldaduras.	18
2.11. Colocación Normalizada de los elementos de un Símbolo de Soldadura.	19
2.12. Aplicación de símbolos Significado de la localización de la flecha.	20
2.13. Aplicación de símbolos, lado flecha.	21
2.14. Aplicación de símbolos, lado posterior.	21
2.15. Aplicación de Símbolos de soldaduras simétricas	22
2.16. Aplicación de Símbolos de soldaduras asimétricos	22
2.17. Aplicación de símbolos, líneas de flechas múltiples	23
2.18. Aplicación de símbolos, datos suplementarios	23
2.19. Aplicación de símbolos, Contorno o cabado de soldadura obtenido por el mismo proceso de soldar	24
2.20. Aplicación de símbolos, contornos obtenidos con acabados posteriores a la aplica- ción de la soldadura	24
2.21. Exceso de penetración de la soldadura.	27
2.22. Falta de penetración de la soldadura.	28
2.23. Falta de continuidad en el cordón de soldadura.	29
2.24. Porosidad en cordón de soldadura.	30
2.25. Fisura en frío.	31
2.26. Fisura de interrupción.	31
2.27. Fisura longitudinal.	32
4.1. Deformación de malla de capaceta.	42
4.2. Deformación de corte en malla de capaceta.	43
4.3. Residuos por corte plasma.	43
4.4. Máquina de corte láser LF3015LNR.	44
4.5. Simbología SLP.	48
4.6. Relación de procesos.	50
4.7. Relación de áreas.	51
4.8. Diagrama de relación de áreas.	52
6.1. Luz direccional mal instalada.	68

6.2. Proceso de reinstalación de luz direccional	69
6.3. Luz direccional reinstalada.	69
6.4. Tarjeta control de errores.	70
6.5. Prueba de comunicación tarjeta de control de errores de otro PMVM.	71
7.1. Formato de inspección compartimientos-1.	74
7.2. Formato de inspección compartimientos-2.	75
7.3. Fisura en soldadura.	75
7.4. Uniones de compartimiento de baterías.	76
7.5. Uniones de compartimientos unidad de potencia hidráulica.	77
7.6. Falta de penetración de soldadura.	78
7.7. Solución aplicación de nueva soldadura.	78
7.8. Discontinuidad en soldadura.	79
7.9. Solución de discontinuidad de soldadura.	79
7.10. Plano de áreas, propuesta redistribución de planta.	82
A.1. Lista de chequeo etapa de fabricación capaceta, parte 1.	89
A.2. Lista de chequeo etapa de fabricación capaceta, parte 2.	90
A.3. Lista de chequeo etapa de fabricación chasis, parte 1.	91
A.4. Lista de chequeo etapa de fabricación chasis, parte 2.	92
A.5. Lista de chequeo etapa de fabricación mástil.	93
B.1. Uniones de tubería a malla.	95
B.2. Detalles uniones tubería capaceta.	96
B.3. Detalles de soldadura en capaceta P20 uniones A.	97
B.4. Detalles de soldadura en capaceta P20 uniones B.	98
B.5. Partes tráiler PMVM.	99
B.6. Uniones Tráiler PMVM.	100
B.7. Detalles uniones Tráiler PMVM.	101
B.8. Soldadura partes tráiler PMVM 1.	102
B.9. Soldadura partes tráiler PMVM 2.	103
B.10. Soporte baterías tráiler PMVM.	104
B.11. Soporte sistema hidráulico tráiler PMVM.	105
B.12. Mástil interno PMVM.	106
B.13. Mástil externo PMVM.	107
C.1. Distribución inicial de áreas.	109
C.2. Diagrama de flujo de procesos chasis.	111
C.3. Diagrama de flujo de procesos compartimientos (baterías y unidad hidráulica).	113
C.4. Diagrama de flujo de procesos mástil (interno y externo).	115
C.5. Diagrama de flujo de procesos capaceta.	117
C.6. Diagrama de recorrido fabricación de chasis.	118
C.7. Diagrama de recorrido fabricación de mástil y compartimientos.	119
C.8. Diagrama de recorrido fabricación de capaceta.	120
D.1. Diagrama de flujo de procesos chasis propuesto.	122
D.2. Diagrama de flujo de procesos compartimientos (baterías y unidad hidráulica) propuesto.	124
D.3. Diagrama de flujo de procesos mástil (interno y externo) propuesto.	126
D.4. Diagrama de flujo de procesos capaceta propuesto.	128
D.5. Diagrama de recorrido fabricación de chasis propuesto.	129

D.6. Diagrama de recorrido fabricación de mástil y compartimientos propuesto. 130
D.7. Diagrama de recorrido fabricación de capaceta propuesto. 131

Lista de tablas

4.1. Diagrama de operaciones.	41
4.2. Diagrama de operaciones.	45
4.3. Diagrama Origen/Destino.	46
4.4. Costos de los productos.	47
4.5. Diagrama de costos.	47
4.6. Intervalo de cercanía.	48
4.7. Matriz de cercanía de procesos.	49
4.8. Matriz de cercanía de áreas de procesos.	50
C.1. Flujo de procesos chasis.	110
C.2. Flujo de procesos compartimientos (baterías y unidad hidráulica).	112
C.3. Flujo de procesos mástil (interno y externo).	114
C.4. Flujo de procesos capaceta.	116
D.1. Flujo de procesos chasis propuesto.	121
D.2. Flujo de procesos compartimientos (baterías y unidad hidráulica) propuesto.	123
D.3. Flujo de procesos mástil (interno y externo) propuesto.	125
D.4. Flujo de procesos capaceta propuesto.	127

Capítulo 1

Introducción

El progreso masivo de los sistemas de transporte en las ciudades ha generado el aumento de requerimientos de las infraestructuras viales necesarias para su operación, además realizar una mejor administración y/o distribución del espacio público y la implementación de nuevos y mejores mecanismos para tener un adecuado control de la movilidad. Una de las posibles soluciones es el uso de los sistemas inteligentes de transporte (ITS, Intelligent Transportation Systems) que buscan mejorar la seguridad de los usuarios en la vía manteniéndolos informados de su estado con sistemas de comunicación visuales o sonoros, reduciendo considerablemente el riesgo y aumentando la agilidad del tráfico. Una innovación a los sistemas de movilidad son los Paneles de Mensajería Variable Móvil (PMVM) que son diseñadas para brindar información al usuario en carretera sobre eventualidades que en esta se presenten, como pueden ser obras, embotellamientos, condiciones meteorológicas anormales o sencillamente emiten mensajes informativos de carácter público o gubernamental. [1].

ROCHELECTRONICS es una empresa que en su portafolio de servicios fabrica sistemas PWVM por tanto, en el siguiente documento se presentan las mejoras operacionales en las áreas de metalmecánica y electrónica de este sistema. Durante la fabricación de las distintas partes de los PMVM, es necesario hacer una de inspección de soldaduras en la fabricación de los equipos, con el fin de mejorar los procesos realizados en el área metalmecánica y poder generar equipos que cumplan con un control de calidad óptimo para ser comercializados. Estas inspecciones de soldadura y armado se realizan por medio de formatos con el fin de llevar una trazabilidad de los equipos elaborados, además estos documentos van de la mano con los planos de ensamble y aplicación de soldaduras en los equipos, de igual manera, se emplea la norma AWS A2.4 para estos planos donde especifica los aspectos, acabados y simbología de soldadura en

las uniones estructurales. Para la inspección de los equipos electrónicos se realizan pruebas de funcionamiento a las tarjetas empleadas y de los componentes, seguimiento de voltajes en componentes electrónicos, seguimiento de planos para verificar el cableado con el fin de corroborar el calibre correspondiente, color y conexión, verificación de configuración de computador central, router, regulador de carga solar y puesta en marcha de PMVM. En general, para este proceso de inspección se diseña un manual en el cual se especifica las diferentes pruebas realizadas a los equipos electrónicos antes y después del montaje en el PMVM.

Finalmente, el área de metalmecánica en la empresa está distribuido por dos diferentes áreas, la primera es el área de almacenamiento de material (laminas, platinas y tubería) y la segunda es el área de procesos de corte plasma para platinas y láminas, corte con tronzadoras para tuberías, doblado, pulido y ensamble mediante soldadura. Actualmente, la empresa se encuentra en el proceso de adquisición de una máquina cortadora láser CNC modelo “3015LNR” está tiene como objetivo realizar corte en platinas, láminas y tubería, la cual ayudará a mejorar los procesos durante la elaboración de las diferentes partes de los PMVM, para la ubicación de esta cortadora láser se diseña una propuesta de distribución de planta en el área metal-mecánica donde se presente una redistribución de las áreas ya existentes y el área para la nueva máquina.

1.1. Justification

ROCHELECTRONICS es una empresa que impacta con soluciones tecnológicas innovadoras los retos de ingeniería para la gestión del tráfico y el transporte, cumpliendo estándares internacionales para la fabricación e integración de equipos a cualquier sistema de control y gestión, siempre desde la excelencia en el desarrollo e implementación de estos sistemas con tecnología de vanguardia, proyectándose a un continuo crecimiento y permanencia en el mercado. Las soluciones desarrolladas por ROCHELECTRONICS mejoran la seguridad de los usuarios en las vías, manteniéndolos informados del estado de estas con sistemas de comunicación visuales, para reducir el riesgo y aumentar la agilidad del tráfico.

La fabricación de lo PMVM es uno de los productos más importantes que ofrece la empresa, los cuales usan componentes electrónicos con tecnología de bajo consumo energético que les

permite tener una autonomía de 24 horas, además cuenta con un sistema de programación intuitivo para el usuario, con el que se puede saber el estado del PMV y enviar mensajes gráficos o alfanuméricos. Los PMV-M 104 x 64 se basan en las especificaciones y estándares colombianos exigidos por la Asociación Nacional de Infraestructura ANI y la Dirección de Tránsito y Transporte de la Policía Nacional DITRA.

En el área metalmecánica es donde se inicia el proceso de fabricación de estos equipos PMVM, durante su elaboración se producen algunas fallas en las áreas de aplicación de soldadura, la más común es la falta de aplicación de soldadura en las uniones estructurales, teniendo como inconveniente la disminución en la resistencia estructural de los equipos, causando desprendimientos y fisuras en los estos. Por lo anterior, es necesario realizar una inspección al proceso de ensamble y aplicación de soldaduras a los equipos antes de salir de esta área, ya que se pueden corregir los errores directamente con el personal de soldadura y evitar la devolución luego de pasar por otros procesos como el de pintura y/o el ensamble de componentes y partes eléctricas y electrónicas, minimizando la posibilidad de que estos se entreguen a los clientes con fallas que se convierten posteriormente en garantías y/o reclamaciones por ellos, afectando la credibilidad en la marca ROCHELECTRONICS.

En el área de electrónica se ensamblan los componentes y partes eléctricas y electrónicas de los equipos, es el proceso final de los PMVM antes de ser enviados a los distintos clientes, en algunos casos los sistemas electrónicos no son probados antes de ser montados en los PMVM y cuando se realiza el chequeo final de pruebas de componentes electrónicos se encuentran algunas anomalías en el funcionamiento de las tarjetas, implicando el desmontaje de estas, su revisión y corrección por parte del equipo técnico y nuevamente se repite el proceso de montaje en el equipo. Con el fin de mejorar este proceso se realizó un manual donde se especifican las pruebas de inspección y funcionamiento a los equipos electrónicos, comprobando la correcta operación de los componentes antes de ser instalados en los PMVM.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

- Realizar mejoras operacionales en las áreas metal-mecánica y electrónica de la empresa Roch Electronics de la ciudad de Sogamoso

1.2.2. Objetivos específicos

- Inspeccionar soldaduras durante la elaboración metal-mecánica de equipos PMVM.
- Diseñar propuesta de distribución de planta para la instalación de maquina CNC de corte laser en el área metal-mecánica.
- Construir un manual para el proceso de inspección para los equipos electrónicos antes y después del montaje en los PMVM.
- Reportar fallos en funcionamiento en tarjetas (tarjeta de errores, tarjetas control de histéresis, tarjeta controladora LED y tarjeta de monitoreo de variables) y equipos electrónicos.

Capítulo 2

Marco teórico

2.1. ROCH ELECTRONICS

Es una empresa encargada de mejorar con soluciones tecnológicas innovadoras los retos de ingeniería de la gestión del tráfico y el transporte, cumpliendo estándares internacionales para la fabricación e integración de equipos a cualquier sistema de control y gestión. Estas soluciones buscan mejorar la seguridad de los usuarios de la vía manteniéndolos informados de su estado con sistemas de comunicación impactantes, reduciendo considerablemente el riesgo y aumentando la agilidad del tráfico.

Los equipos están diseñados para lograr el mayor impacto visual en los usuarios de los diferentes corredores viales, a través de información actual del estado de la vía así con la emisión de mensajes, preventivos e informativos. Pueden ser conectados a través de internet a un sistema de información (servidor FTP) en tiempo real para estar continuamente presentando el estado de la vía, o información útil para los conductores.

Se fabrican equipos confiables de alta calidad que se ajusten a las necesidades de los clientes, buscando mejorar la seguridad de los usuarios de la vía, manteniéndolos informados de su estado con sistemas de comunicación innovadores, reduciendo considerablemente el riesgo y aumentando la agilidad del tráfico. Buscando la excelencia en el desarrollo e implementación de sistemas electrónicos de vanguardia, proyectados a un continuo crecimiento y permanencia en el mercado. [2].

2.2. Paneles de mensajería variable

Los paneles de mensajería variables PMV (en inglés, VMS), son señales de tránsito diseñadas para informar al usuario en carretera sobre eventualidades en la vía como obras, embotellamientos, condiciones meteorológicas anormales o para emitir mensajes informativos de carácter público o gubernamental. [3].



Figura 2.1: Panel de mensajería variable.
[Autor]

2.3. Paneles de mensajería variable móvil

Los paneles de mensajería variable móvil PMVM permiten que la información que transmite, pueda ser presentada en cualquier punto a lo largo de una vía ya que cuentan con un tráiler de fácil adaptación a un vehículo para su transporte. [4].

Los PMVM producidos en ROCH ELECTRONICS son diseñados con la reglamentación colombiana del manual de señalización vial y los requerimientos de la dirección de tránsito y transporte de la policía nacional DITRA, además de cumplir con normas internacionales como las



Figura 2.2: Panel de mensajería variable móvil.

[Autor]

siguientes:

- Norma de protección contra partículas IP65.
- Protocolo de comunicación NTCIP, TCP/IP, ModBus TCP haciendo uso de la red LTE 4G.
- Certificación Conformidad Europea CE
- EMI Filter y EN 12966:1

Estos equipos pueden desplegar cualquier contenido grafico en una gama de 65.535 colores en un área grafica de 104x64 pixeles, se usan componentes electrónicos con tecnología de bajo consumo que les permite tener una autonomía de 24 horas, además cuenta con un sistema de programación intuitivo para el usuario, con el que se puede saber el estado del PMV y enviar mensajes gráficos o alfanuméricos..

El PMV-M 104 x 64 Se divide en los siguientes subsistemas:

2.3.1. Área Gráfica

El equipo cuenta con 104 matrices LED Ph 31.25 de 8x8 pixeles con una carcasa en aluminio estructural de 3.330 x 2.080 mm, esta es la zona activa donde se visualizan los contenidos.

2.3.2. Sistemas de control, comunicaciones y monitoreo

Se compone de los siguientes equipos:

- Router 4G: Su función es la de gestionar las comunicaciones del equipo en su programación. Genera una red local vía Wi-Fi y se conecta a la nube con la red celular 4G.
- Controladora LED: Es la encargada de generar los contenidos gráficos del PMV, se conecta directamente a las matrices LED. ModBus TCP haciendo uso de la red LTE 4G.
- Tarjeta de monitoreo: Se usa para leer los periféricos del PMV como GPS, estado de batería, control de errores, sensor de brillo y radar de velocidad si aplica.
- Control de errores: Se conecta directamente a las matrices y se encarga de verificar fila a fila que las señales que se envían de la controladora LED Principal hacia las matrices sean correctas.
- Sensor de histéresis: Su función es enviar una señal de apagado al PMV cuando se encuentra con una batería muy baja y enviar una señal de encendido cuando detecte que tiene un nivel óptimo para operar con normalidad.
- Panel PC: Es una consola de programación y monitoreo local TOUCH.

2.3.3. Sistema Fotovoltaico

Se compone de los siguientes equipos:

- 4 paneles solares de 330W.
- Bandeja de potencia.
- 4 baterías de 200Ah.

2.3.4. Sistema mecánico

Se compone de los siguientes equipos:

- Eje.
- Ballestas.
- Juego de campanas y platos de frenos.
- Freno de inercia.
- Bloqueos mecánicos.
- Rueda timonera.
- Compartimientos de instrumentos y baterías.

2.3.5. Elevación y giro hidráulico

El sistema de elevación y giro de 360° es electrohidráulico, tiene una bomba de 2.500 PSI y cilindro de efecto simple.

2.3.6. Características del PMVM

Diseño fabricación y estructura - VMS

La estructura del panel está construida en aluminio estructural y acero al carbono. Usamos equipos de corte laser, soldadura TIG y MIG de alta frecuencia. Por otro lado, se usan empaques siliconados que garantizan el sellamiento para evitar la entrada de agua y polvo al interior del panel.



Figura 2.3: Panel de mensajería variable del PMVM.

[Autor]

Remolque

Fabricado en Tubería estructural HR 100x40 mm cal 2.5 mm, ángulo y platinaría estructural acero A36 . Pintura Epóxica con filtro UV.

Compartimientos

Los alojamientos están desarrollados para soportar las condiciones y cargas requeridas por la ANI y DITRA de 90 Kg puntuales, con cerraduras especiales y la ventilación adecuada para



Figura 2.4: Remolque (tráiler).

[Autor]

cada accesorio, la lámina es de acero estructural cold rolled. Pintura Epóxica con filtro UV, se usan empaques siliconados que garantizan el sellamiento para evitar la entrada de agua y polvo al interior de los compartimentos.



Figura 2.5: Compartimientos baterías y sistema hidráulico.

[Autor]

Mástil

La estructura del mástil está construida por tubería y lámina en acero estructural, pintura Epóxica con filtro UV.

2.4. Soldadura

La soldadura es uno de los procesos de fabricación más difundidos en diversas aplicaciones industriales, siendo utilizado principalmente para realizar la unión de dos o más componentes.



Figura 2.6: Mástil.

[Autor]

Presenta gran versatilidad debido a las diferentes modalidades existentes, caracterizadas en general por cómo se forma la junta soldada, destacándose los procesos por fusión.

En relación a los ciclos térmicos de calentamiento y enfriamiento involucrados en el proceso, problemas como cambios geométricos y tensiones residuales pueden comprometer el comportamiento estructural de la pieza soldada, motivando así el desarrollo de metodologías para cuantificar y minimizar estos efectos.

El comportamiento térmico es el responsable del proceso de fusión entre los diferentes componentes, el cual es estimulado a partir de la presencia de una fuente de calor. Este proceso puede ocurrir varias veces en las soldaduras con más de una etapa, lo que genera un ciclo térmico con consecuencias estructurales en los componentes.

Los principales efectos estructurales son distorsiones geométricas y tensiones residuales. En forma general, el nivel de restricción al movimiento de la junta es el responsable por la magnitud de cada uno de esos fenómenos. Componentes que tengan poca o ninguna restricción (mayor libertad el movimiento) tienden a estar más sujetos a distorsiones; por su parte, aquellos que presenten mayores restricciones serán sometidos a campos de tensiones residuales más significativos. [5].

En la elaboración de los PMVM en la empresa ROCH ELECTRONICS se emplean estos pro-

cesos de soldadura, los procesos de soldadura utilizados en la fabricación de estos equipos son:

2.4.1. Proceso de Soldadura - TIG (GTAW)

Las siglas de su nombre indican Gas tungsten arc welding (GTAW) o Tungsten inert gas (TIG). Este gas es identificado por la AWS como Gas Tungsten Arc Welding-GTAW, es un proceso de soldadura por arco eléctrico, que se establece entre un electrodo de tungsteno y la pieza a soldar, bajo la protección de un gas inerte que evita el contacto del aire con el baño de fusión y con el electrodo, que se encuentran a alta temperatura.

El electrodo de tungsteno está sujeto a una torcha que le transmite la corriente eléctrica e inyecta el gas de protección; puede estar refrigerada y es alimentada por una fuente de alimentación que puede ser de corriente continua o alterna. De igual manera, se tiene en cuenta que el metal de aporte, cuando es necesario, se agrega directamente a la pileta líquida. [6].

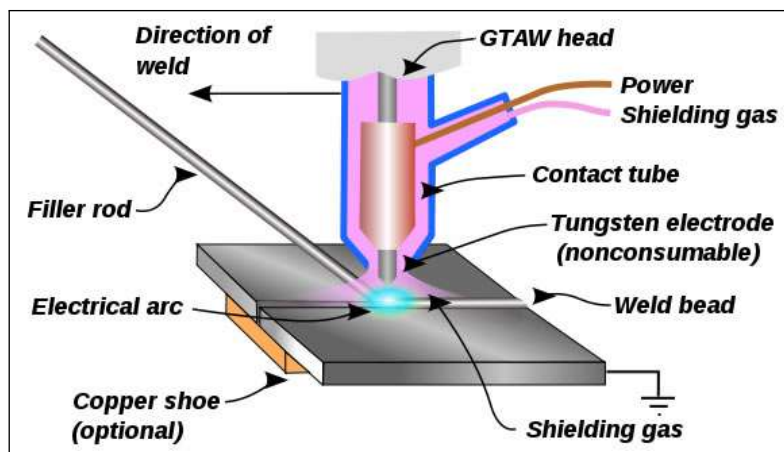


Figura 2.7: Proceso de Soldadura TIG.

[7].

Ventajas:

- Este se puede soldar en toda posición y en todos los metales, aceros aleados, aluminio, magnesio, cobre, níquel y otros metales especiales, tales como el titanio y el circonio.
- Debido a que el electrodo de tungsteno y el material de aporte son independientes, permite añadir sólo la cantidad adecuada, evitando generar soldaduras con sobreespesores innecesarios, con muy buen aspecto.

- Genera un decapado de la capa de óxido que recubre los metales, refractaria en el caso del aluminio, mientras que el gas inerte evita la regeneración de la misma, lo que produce una soldadura limpia, sin escoria.
- No transfiere material a través del arco, por lo que no se producen salpicaduras.
- Mantiene el arco aún con muy bajas corrientes, se puede soldar una amplia gama de espesores y hasta 4 mm de espesor sin preparación de bordes.
- Permite controlar la penetración, por lo que se usa para la pasada de raíz de finos y grandes espesores, luego se puede completar la junta con cualquier otro proceso.
- Permite obtener soldaduras con la misma composición química y propiedades mecánicas que el metal base, cuando no hay material de aporte.

Limitaciones:

- Las velocidades de deposición son menores que aquellas obtenidas con otros procesos de soldadura por arco eléctrico con consumible.
- Se requiere mayor habilidad del soldador que con electrodo revestido y MIG-MAG.
- Presenta baja tolerancia a los contaminantes de los consumibles o el metal base.

2.4.2. Proceso de Soldadura - MIG/MAG (GTAW)

Las siglas de su nombre indican Metal Inert Gas (MIG) / Metal Active Gas (MAG) / Gas Metal Arc Welding (GMAW). En este sistema de alimentación se impulsa en forma automática y a velocidad predeterminada el alambre-electrodo hacia el trabajo o baño de fusión, mientras la pistola de soldadura se posiciona a un ángulo adecuado y se mantiene a una distancia tobera-pieza, generalmente de 10 mm. [6].

El sistema MIG posee cualidades importantes al soldar aceros, entre las que sobresalen:

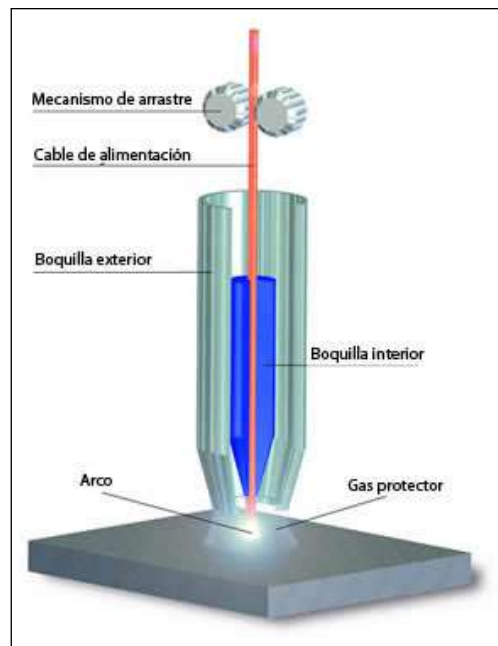


Figura 2.8: Proceso de Soldadura MIG.
[7].

- El arco siempre es visible para el operador.
- La pistola y los cables de soldadura son ligeros, haciendo muy fácil su manipulación.
- Es uno de los más versátiles entre todos los sistemas de soldadura.
- Rapidez de deposición.
- Alto rendimiento.
- Posibilidad de automatización.

El sistema MIG requiere del siguiente equipo para su funcionamiento:

- Una máquina soldadora.
- Un alimentador que controla el avance del alambre a la velocidad requerida.
- Una pistola de soldar para dirigir directamente el alambre al área de soldadura.
- Un gas protector, para evitar la contaminación del baño de soldadura.
- Un carrete de alambre de tipo y diámetro específico.

2.4.3. Proceso de Soldadura - Arco Manual con Electrodo Revestido (SMAW)

Las siglas de su nombre indican Shielded metal arc welding (SMAW) o manual metal arc (MMA) welding. Este se define como el proceso en que se unen dos metales mediante una fusión localizada, producida por un arco eléctrico entre un electrodo metálico y el metal base que se desea unir.

Este tipo de soldadura, se conoce desde fines del siglo pasado. En esa época se utilizaba una varilla metálica descubierta que servía de metal de aporte. Pronto se descubrió que el oxígeno y el nitrógeno de la atmósfera eran causantes de fragilidad y poros en el metal soldado, por lo que al núcleo metálico se le agregó un revestimiento que al quemarse se gasificaba, actuando como atmósfera protectora, a la vez que contribuía a mejorar notablemente otros aspectos del proceso.

El electrodo consiste en un núcleo o varilla metálica, rodeado por una capa de revestimiento, donde el núcleo es transferido hacia el metal base a través de una zona eléctrica generada por la corriente de soldadura. [6].

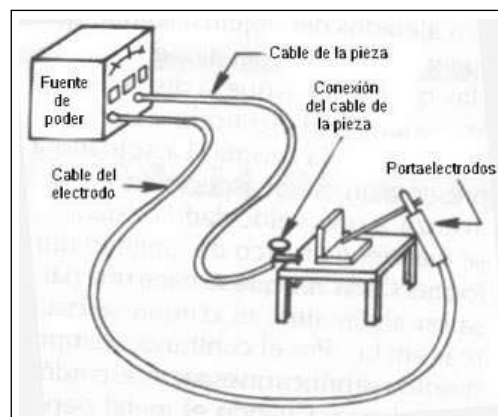


Figura 2.9: Proceso de soldadura por arco.

[7].

El revestimiento del electrodo, que determina las características metálicas y químicas de la unión, está constituido por un conjunto de componentes minerales y orgánicos que cumplen las siguientes funciones:

Inicialmente, producir gases protectores para evitar la contaminación atmosférica y gases ionizantes para dirigir y mantener el arco. De igual manera, producir escoria para proteger el metal ya

depositado hasta su solidificación. Finalmente, suministrar materiales desoxidantes, elementos de aleación y hierro en polvo.

El factor principal que hace de este proceso de soldadura un método tan útil es su baja complejidad y su fácil acceso debido a su precio. A pesar de la gran variedad de procesos de soldadura disponibles, la soldadura con electrodo revestido no ha sido desplazada del mercado. La sencillez hace de ella un procedimiento práctico; todo lo que necesita un soldador para trabajar es una fuente de alimentación, cables, un porta electrodo y electrodos. El soldador no tiene que estar junto a la fuente y no hay necesidad de utilizar gases comprimidos como protección. Por tanto, el procedimiento es excelente para trabajos, reparación, fabricación y construcción.

Además, la soldadura SMAW es muy versátil, su campo de aplicaciones es variado, ya que casi todos los trabajos de pequeña y mediana soldadura de taller se efectúan con electrodo revestido; se puede soldar metal de casi cualquier espesor y se pueden hacer uniones de cualquier tipo.

Sin embargo, posee como desventaja el procedimiento de soldadura con electrodo revestido no se presta para su automatización o semi-automatización, esto radica en que su aplicación es puramente manual. La longitud de los electrodos es relativamente corta: de 230 a 700 mm. Por lo tanto, es un proceso principalmente para soldadura a pequeña escala. El soldador tiene que interrumpir el trabajo a intervalos regulares para cambiar el electrodo y debe limpiar el punto de inicio antes de empezar a usar electrodo nuevo. Sin embargo, aún con todo este tiempo muerto y de preparación, un soldador eficiente puede ser muy productivo. [6].

2.5. Norma AMERICAN WELDING SOCIETY AWS A2.4

Esta norma establece un método para especificar, mediante símbolos, cierta información y característica de soldadura, soldadura fuerte y métodos de ensayo no destructivo en la soldadura. Esta normativa suministra la información que se puede tener en un símbolo de soldadura de forma detallada, también suministra los ejemplos de cómo desarrollar o interpretar estos símbolos de soldaduras. Este sistema proporciona una manera de especificar las operaciones de soldadura o soldadura fuerte, y también, los ensayos no destructivos, incluyendo el método, frecuencia y

extensión del ensayo.

Los símbolos presentados en esta norma proporcionan los medios para colocar la información de soldadura, soldadura fuerte y ensayo no destructivo, en los dibujos. En la práctica, no se hace necesario emplear todo lo que presenta esta normatividad, por lo cual muchos usuarios solo emplean los símbolos y partes del sistema necesarios, que satisfacen las necesidades requeridas. [8].

RANURA							
EN ESCUADRA	REBAJE	EN V	BISEL	EN U	EN J	EN V ABOCINADA	BISEL ABOCINADO

FILETE	TAPÓN	RANURA	PERNO	PUNTO O PROYECCIÓN	COSTURA	RESPALDO	RECUBRIMIENTO SUPERFICIAL	BORDE

Figura 2.10: Símbolos de Soldaduras.

[9].

”La publicación AWS A2.4 se creó en 1976 como resultado de combinar y sustituir dos documentos anteriores, A2.0, Standard Welding Symbols (Símbolos estándar de la soldadura), y A2.2, Nondestructive Testing Symbols (Símbolos de los ensayos no destructivos). Ambos de estos documentos anteriores tuvieron sus orígenes en el trabajo realizado conjuntamente por la American Welding Society y el Comité Seccional Y32 de la American Standards Association (ASA). La AWS A2.0 se publicó por primera vez en 1947 y fue revisada en 1958 y 1968. La AWS A2.2 apareció por primera vez en 1958 y fue revisada en 1969.” [9].

2.5.1. Símbolos de soldadura

En muchos de los diseños mecánicos se requiere la soldadura de piezas y partes, esta información debe estar reflejada en los planos mecánicos y para ello se recurre a la simbología, las cuales están perfectamente definida dentro de las normas industriales. En esta pequeña sección se hará referencia a la norma American AWS A 2.4, la cual contempla los símbolos o ideogramas para definir a la soldadura, además de dictar las pautas para su representación en los planos mecánicos y de construcción, Para ser interpretados por personal que se encuentre realizando procesos de soldaduras o de inspecciones de soldaduras.

”Los símbolos deben ser dibujados en contacto con la línea de referencia. Un símbolo de soldadura puede consistir de varios elementos. Como elementos requeridos están la línea horizontal de referencia y la flecha. Se pueden incluir elementos adicionales con el objeto de indicar aspectos importantes y específicos sobre la soldadura. La cola del símbolo es utilizada para indicar información adicionales tales como especificaciones, procesos identificación del metal de relleno etc”. [9].

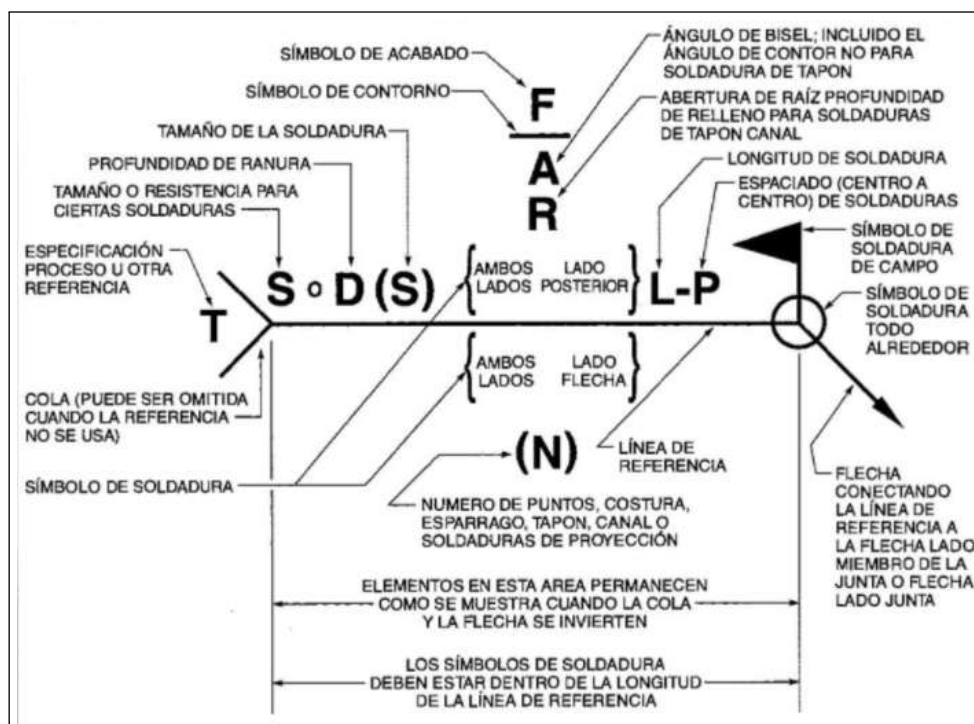


Figura 2.11: Colocación Normalizada de los elementos de un Símbolo de Soldadura.

[9].

Referencia base

En el sistema actual, la junta o unión es la referencia base. El lado de la flecha corresponde al lado de la junta a la que apunta el símbolo de la flecha. El lado contrario donde apunta la flecha corresponde al otro lado de la junta

Localización del símbolo de soldadura

Mediante la flecha del símbolo de soldadura se apunta hacia la localización de la junta o el área que debe de soldarse, apuntando o indicando una línea de la unión.

Significado de la localización de la flecha

En la línea de referencia se ubica la información de las soldaduras, para el lado de la unión que apunta la flecha, esta información se debe colocar por debajo de la línea de referencia, la información del lado contrario de la unión, debe ser colocada por encima de la línea de referencia.

Colocación del cordón de soldadura con respecto de la junta.

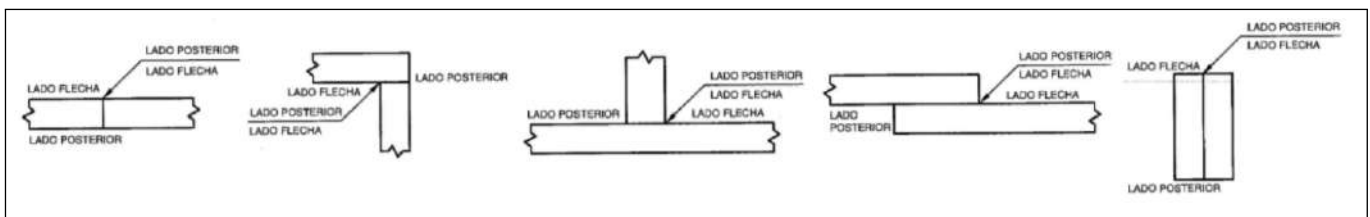


Figura 2.12: Aplicación de símbolos Significado de la localización de la flecha.

[9].

Lado flecha

La información de la soldadura sobre el lado flecha de la junta deben ser especificadas colocando el símbolo de la soldadura por debajo de la línea de referencia.

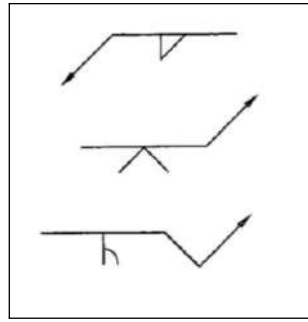


Figura 2.13: Aplicación de símbolos, lado flecha.
[9].

Lado posterior

La información de las soldaduras sobre el lado posterior de la junta indicada por la flecha deben ser especificadas colocando el símbolo de soldadura por encima de la línea de referencia.

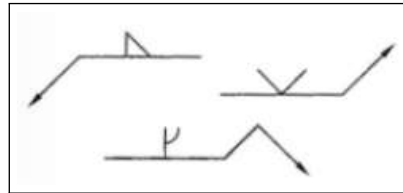


Figura 2.14: Aplicación de símbolos, lado posterior.
[9].

Ambos lados

Las soldaduras sobre ambos lados de la junta deben especificarse colocando ambos símbolos de la soldadura por encima y por debajo de la línea de referencia.

Símbolos de soldaduras simétricas

Si los símbolos de las soldaduras usados, sobre ambos lados de la línea de referencia, tienen ejes de simetría que son perpendiculares o normales a la línea de referencia, estos ejes de los símbolos deben ser directamente alineados a través de la línea de referencia.

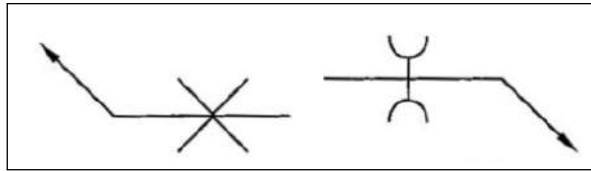


Figura 2.15: Aplicación de Símbolos de soldaduras simétricas
[9].

Símbolos de soldaduras asimétricos

Si a cualquiera de los símbolos de soldadura utilizados le falta un eje de simetría perpendicular o normal a la línea de referencia, el lado izquierdo de los símbolos de soldadura debe estar directamente alineados a través de la línea de referencia.

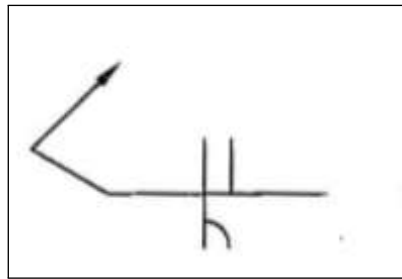


Figura 2.16: Aplicación de Símbolos de soldaduras asimétricos
[9].

Líneas de flechas múltiples

Dos o mas flechas pueden ser usadas con una simple línea de referencia apuntando a los lugares en donde están especificadas soldaduras idénticas.

Datos suplementarios

En la cola de las líneas de referencia, pueden ser usadas para especificar datos suplementarios a la información del símbolo de soldadura.

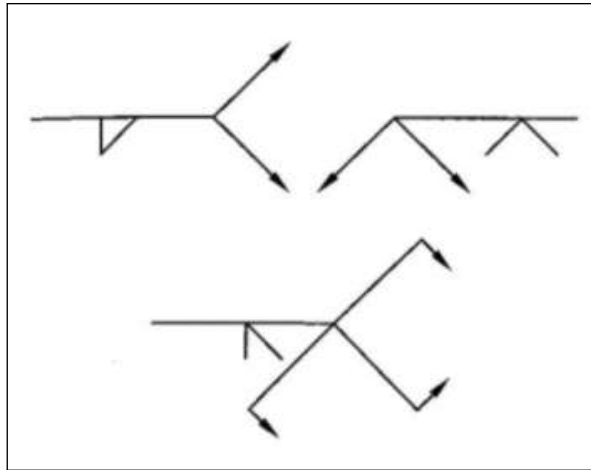


Figura 2.17: Aplicación de símbolos, líneas de flechas múltiples
[9].

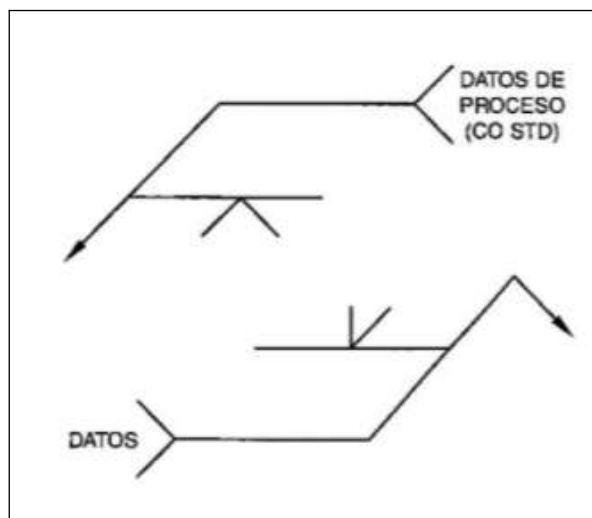


Figura 2.18: Aplicación de símbolos, datos suplementarios
[9].

Continuidad de la soldadura

A menos que se indique una medida de la soldadura, el símbolo de soldadura debe de denotar soldadura continua en la unión.

Contornos obtenidos por la aplicación de la soldadura

La soldadura a ser realizadas con contornos aproximados que sean: lisos o rasantes, planos, convexos ó cóncavos sin utilizar el terminado mecánico deben ser especificadas adicionando los símbolos de contorno raso o plano, convexo ó cóncavo en el símbolo de soldadura. No deberán

utilizarse las designaciones sobre el acabado cuando el contorno deseado debe lograrse con la aplicación de soldadura.

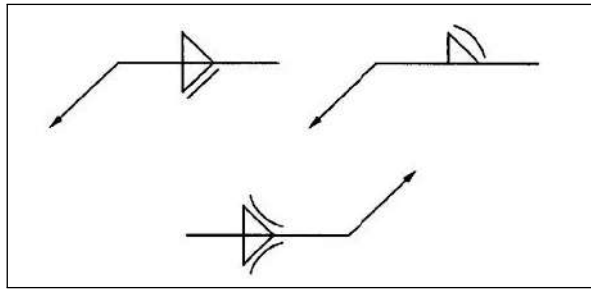


Figura 2.19: Aplicación de símbolos, Contorno o cabado de soldadura obtenido por el mismo proceso de soldar

[9].

Contornos obtenidos con acabados posteriores a la aplicación de la soldadura

Cuando se requiere un proceso de acabado posterior a la aplicación de la soldadura, se denota mediante alguna de las siguientes letras que hacen referencia al proceso que se realiza para el acabado. Las designaciones del acabado no deben utilizarse para especificar el grado de terminado.

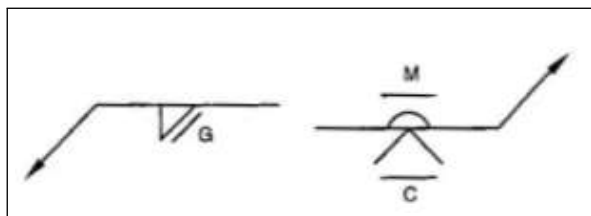


Figura 2.20: Aplicación de símbolos, contornos obtenidos con acabados posteriores a la aplicación de la soldadura

[9].

- C = CINCELADO
- G = ESMERILADO
- H = MARTILLADO
- M = MAQUINADO
- P = PRENSADO
- R = FRESADO

- U = NO ESPECIFICADO

2.6. Inspección de soldadura

Este proceso consiste en verificar, examinar e informar respecto al trabajo de soldadura, teniendo como base las normas y códigos que rigen en una soldadura. Éstos son criterios con los que se trabaja para examinar las dimensiones y discontinuidades que posee toda unión soldada. De igual manera, es importante resaltar los dibujos de fabricación y los símbolos de soldadura. Estos gráficos indican características importantes tales como el tamaño, longitud, ubicación basándose en numerosos cálculos de diseños que cumplen las exigencias de una unión de soldadura.

En este proceso de inspección de soldadura, se puede relacionar de acuerdo con sus características como son: con los tamaños, dimensiones, discontinuidades, etc. Las discontinuidades en la soldadura se refieren a las imperfecciones que existen dentro y/o contiguos a la soldadura. Cuando se realiza una soldadura, su tamaño es muy importante, porque así se conoce la resistencia de su unión y lo que conllevará más adelante. [10].

A continuación, se realiza una explicación de los tipos de pruebas para la inspección de soldaduras.

2.6.1. Prueba de Ultrasonido (UT)

Este se basa en la transmisión de ondas sonoras a través del material, de igual manera, detecta los movimientos, vibraciones que no puede percibir el oído humano. Estos movimientos o vibraciones se conducen a través del material, y si éste es interrumpido, sucede una refracción o distorsión. Esta interrupción sucede en un cambio de intensidad, dirección y ángulo de propagación. El UT detecta y registra a través de un monitor especializado. [10].

2.6.2. Prueba Radiográfica (RT)

Es usado para señalar la capacidad de penetración así como en los Rayos X y a los Rayos Gama. Ante algún cambio interno dentro de un material, se puede determinar con esta prueba, midiendo la radiación incidente frente a la radiación liberada. [10].

2.6.3. Partículas Magnéticas (MT)

Es un tipo de prueba No Destructiva, basado en el principio físico llamado Magnetismo. Son utilizados pequeños trozos de Partículas Magnéticas, donde se revelará la presencia de discontinuidades en la superficie del metal. [10].

2.6.4. Líquidos Penetrantes (PT)

Es apoyado en el principio físico llamado «Capilaridad», consiste en la aplicación de una solución con buenas características de penetración. Luego, se aplica un líquido absorbente, llamado revelador, su color es diferente al líquido penetrante, éste absorberá el líquido que haya penetrado, revelando las hendiduras superficiales. [10].

2.6.5. Ensayos destructivos

Se fundamenta en extraer mediante corte probetas formadas por chapa-soldadura-chapa y sometelas a ensayos de laboratorio para conocer sus propiedades mecánicas o químicas. Los ensayos de inspección de soldaduras deberán ser realizados por laboratorios de control de calidad homologados conforme a un Plan de Control de Calidad definido en proyecto o establecido por la Dirección Facultativa de la obra. [10].

2.6.6. Inspección Visual (VT)

Es una secuencia de operaciones que se realizan a lo largo de todo el proceso productivo y que tiene como fin asegurar la calidad de las uniones soldadas. Se inicia con la recepción de los materiales en el almacén, continúa durante todo el proceso de soldadura y finaliza cuando el inspector examina y marca, si es necesario, las zonas a reparar y completa el informe de inspección.

En esta prueba, se logra conseguir información sobre la condición superficial del material inspeccionado. Durante las distintas fases de inspección pueden detectarse imperfecciones sobre los requisitos dispuestos en códigos o normas que establecen las bases de fabricación e inspección necesarias para el buen comportamiento en servicio de las construcciones soldadas . [10].

Algunas imperfecciones comunes que se presentan en la unión soldada.

Exceso de penetración

El exceso de penetración debe ser generalmente de 1 a 2 mmno debiendo superar nunca los 3 mm.

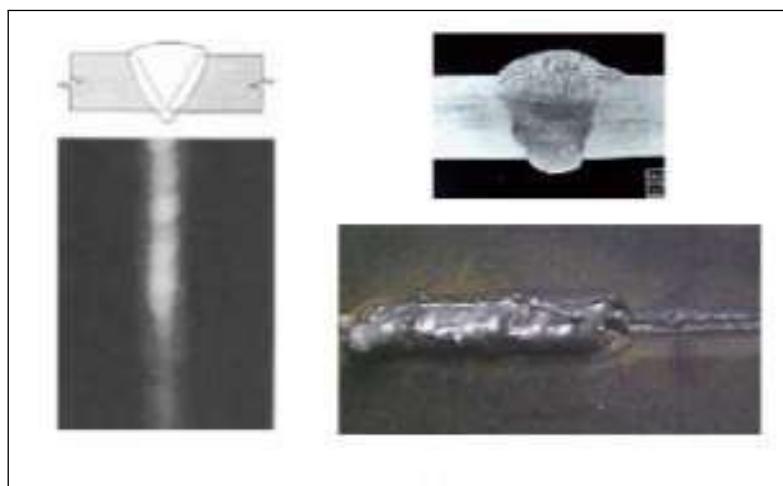


Figura 2.21: Exceso de penetración de la soldadura.
[11].

Se puede producir por varios factores :

- Velocidad muy baja de soldeo .
- Separación de los bordes excesiva.
- Intensidad demasiado elevada al depositar el cordón de raíz.
- Diseño de unión defectuoso con preparación incorrecta de raíz.

Falta de penetración

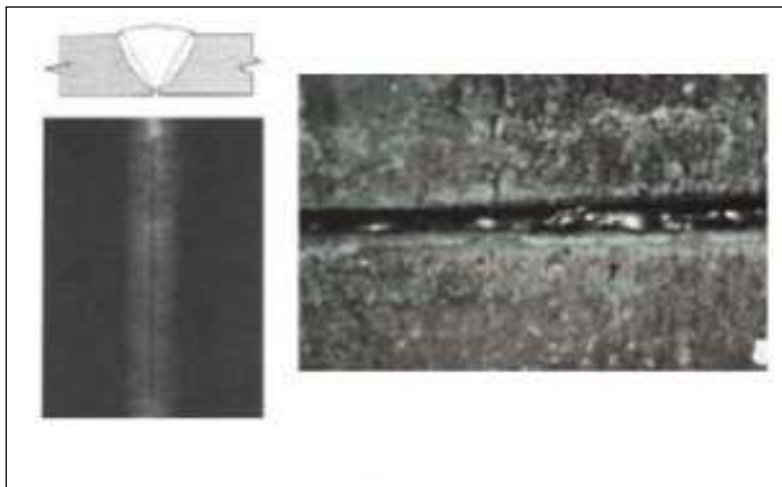


Figura 2.22: Falta de penetración de la soldadura.
[11].

Se puede producir por varios factores :

- Baja intensidad de soldeo.
- Excesiva velocidad de soldeo.
- Separación en la raíz muy pequeña , ángulo bisel demasiado pequeño ó talón de la raíz muy grande.
- Electrodo de diámetro demasiado grande.
- Desalineamiento entre piezas.

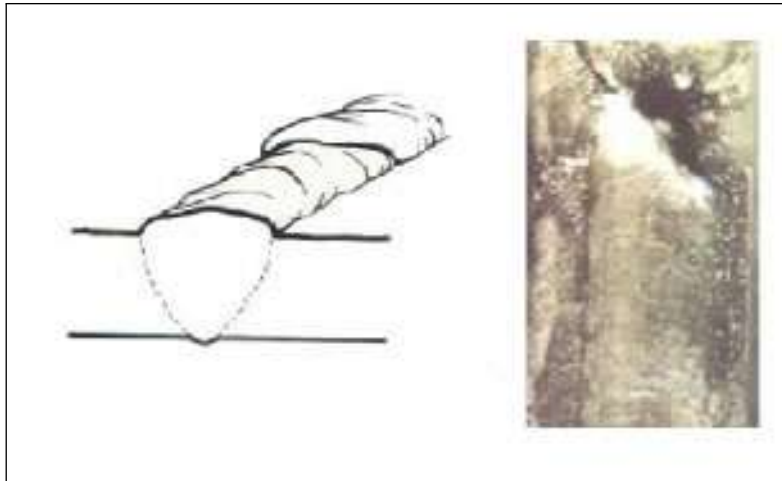


Figura 2.23: Falta de continuidad en el cordón de soldadura.
[11].

Falta de continuidad en el cordón

Se puede producir por varios factores:

- Se origina al interrumpir el soldador el cordón y no empalmar bien la reanudación del trabajo.
- Pueden considerarse auténticas faltas de fusión transversales

Poros

La porosidad gaseosa puede producirse de forma esférica aislada , agrupada (nidos de poros) , de forma alineada , etc.

Se puede producir por varios factores:

- Falta de limpieza en los bordes de la unión , presencia de óxidos, pintura o grasa.
- Intensidad excesiva .
- Revestimiento húmedo , emplear electrodos mal conservados ,húmedos u oxidados .



Figura 2.24: Porosidad en cordón de soldadura.
[11].

- Empleo de electrodos con el extremo desprovisto de recubrimiento .
- Condiciones atmosféricas desfavorables : excesivo vientoMala técnica operatoria : soldar con el arco demasiado largo o con un ángulo de protección muy grande.
- Equipo de soldeo en mal estado : fugas en el sistema de refrigeraciónn , gases de protección con humedad , etc.
- Gas de protección inadecuado o insuficiente.

Fisuras

- Fisuras en frío
 - Se forman cuando el material se acerca o alcanza la temperatura ambiente.
 - Principalmente, el elevado contenido de hidrógeno en la zona fundida.
 - Elevada velocidad de enfriamiento.
 - Tensiones producidas sobre el cordón por el enfriamiento.
- Fisura de interrupción o arranque (o de cráter)
 - En el arranque de la soldadura por cambio de electrodo pueden producirse fisuras en forma de estrella por efecto del brusco enfriamiento y recalentamiento del material (son fisuras en caliente).

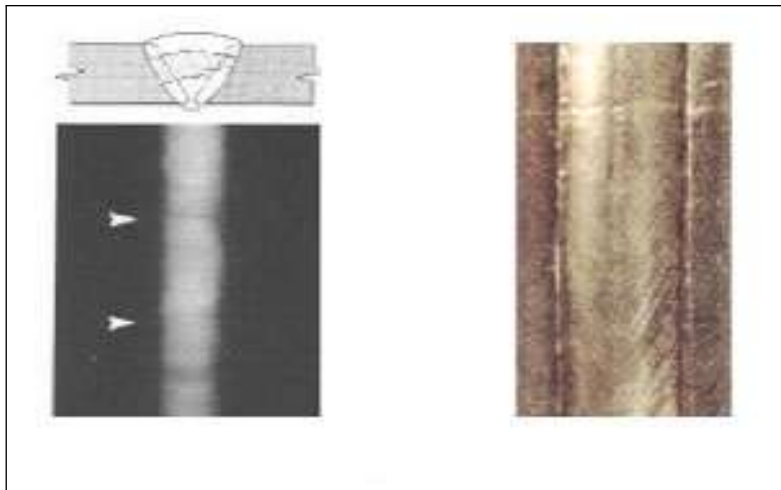


Figura 2.25: Fisura en frío.
[11].

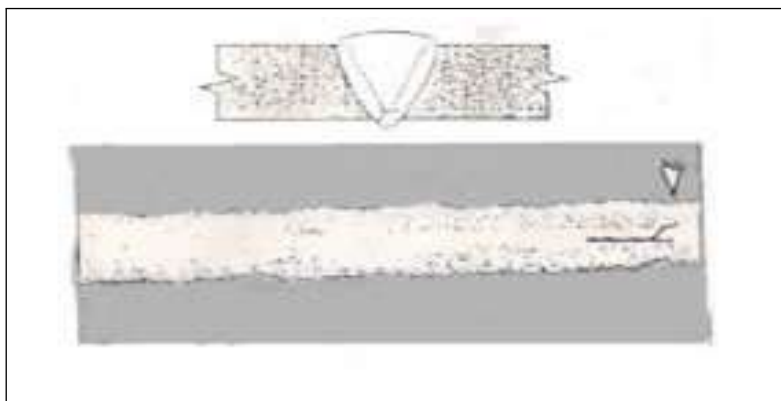


Figura 2.26: Fisura de interrupción.
[11].

- Cuando se interrumpe el arco se forma un cráter de contracción si la cavidad del arco no se rellena con una cantidad de material fundido adecuado. Los cráteres de arco son frecuentemente los puntos defectuosos en la soldadura en razón a que el último material que se solidifica lo hace a tensiones muy elevadas, pudiendo producir segregación.
- Fisuras longitudinales
 - Pueden producirse en el centro del cordón (generalmente por movimientos durante o posteriores a la soldadura) o en la interfase del material base con el de aporte (por causa de un enfriamiento brusco o falta de un correcto precalentamiento en grandes espesores).
 - Cuando este defecto aparece en el material de la soldadura se le denomina “fisura de solidificación”, mientras que si se produce en la ZAC se llama “fisura de licuación”

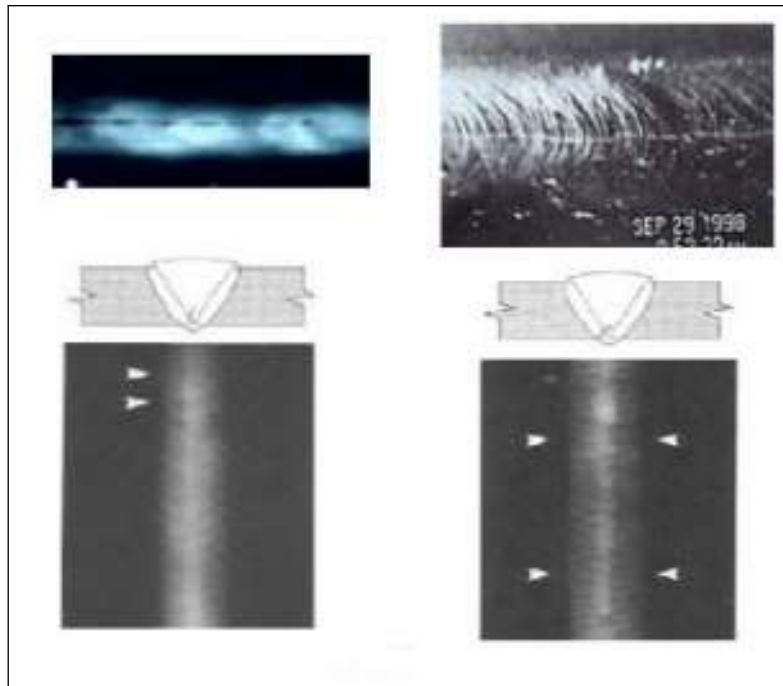


Figura 2.27: Fisura longitudinal.
[11].

(intergranular).

- Estos dos tipos comprenden la fisuración en caliente y se producen por la combinación de una composición química desfavorable (elementos que forman precipitados de bajo punto de fusión, por ejemplo el azufre que forma sulfuro de hierro SFe
- Solidificación de bordes de grano) y tensiones de solidificación, restricción o deformación. En este caso el precalentamiento no tiene influencia sobre los defectos.
- La fisuración en frío de hidrógeno (longitudinal) es menos frecuente que la transversal. La imagen radiográfica es una línea ondulante muy negra y fina en el centro del cordón en la base del mismo (similar al espesor de un cabello).

Capítulo 3

Control de calidad elaboración de PMVM área metal-mecánica

3.1. Inspección de soldaduras

En la etapa de fabricación de los Paneles de Mensajería Variable Móvil PMVM, que se realiza en el área metal-mecánica de la empresa, al finalizar el proceso de ensamble y de soldadura se requiere una inspección a la aplicación de soldaduras y de armado, esto con fin de encontrar errores y poder solucionarlos antes de que los equipos avancen a las otras áreas de la empresa.

En las inspecciones de soldadura se encuentran ensayos destructivos y no destructivos, en los destructivos se tienen que realizar cortes perforaciones en un laboratorio especializado, es por esto que no se emplean este tipo de inspección en las soldaduras por no contar con un laboratorio especializado y evitar retrasos del producto, en los ensayos no destructivos en algunos de ellos se emplean equipos especializados como lo es en el caso del ultrasonido, hacer este tipo de inspección requiere del equipo y personal especializado, la empresa no cuenta con esos recursos físicos.

3.1.1. Inspección visual

Es el tipo de inspección que se realiza al finalizar los procesos de soldadura y ensamble, en esta inspección visual se revisan que las soldaduras aplicadas en los equipos cumplan con algunos

criterios específicos en la soldadura, el principal problema que se encuentra en la revisión es la falta de aplicación de soldadura en algunas uniones, siendo esto el error más común y que más perjudica a los equipos por que pierden resistencia a esfuerzos mecánicos y se pueden producir perdidas en la protección ip del equipo lo que conlleva al ingreso de partículas de agua y de polvo.

Otros de los errores comunes encontrados en la inspección visual es la falta de continuidad en cordones, porosidades, fisuras de la soldadura después de hacer pulido, estas fisuras se debe a la baja penetración de las soldaduras en las uniones, otro error es la aplicación en solo uno de los dos o más elementos de la unión.

3.1.2. Tintas penetrantes

Este es un ensayo no destructivo visual el cual consiste en la aplicación de tintas penetrantes en las uniones soldadas, en la fabricación de los PMVM se realizó una propuesta de utilizar este tipo de inspección ya que ayuda a encontrar las fallas presentadas anteriormente con una mayor facilidad, viendo la viabilidad de emplear estas tintas es alta, ya que ayudarían a hacer más visibles fallas como porosidades y fisuras en los equipos, por otra parte, si se requieren para observar la alta penetración es útil generalmente para los compartimientos, ya que en el chasis la tubería es cerrada y se tendrían que hacer cortes para verificar la penetración de las tintas, y en la capaceta la tubería interna dificulta la visibilidad de las uniones de las láminas externas.

3.2. Antecedentes

Los procesos de inspección de soldadura no eran muy rigurosos y se llevaban a cabo por parte del personal de soldadura, quienes son los que llevan los procesos de ensamble, soldadura y pulido de los equipos, para estos procesos de inspección en muchos casos no empleaban formatos de inspección, donde se pudiera dar visto bueno de la inspección realizada y los equipos cumplieran con los parámetros requeridos, los procesos de inspección los realizaban de forma

rápida y sin tener detalle de los equipos, esto se da por que el personal de soldadura tienen que cumplir con otras funciones dentro del área metal-mecánica y la empresa debe de cumplir con los tiempos de entrega requerido por los clientes. Esto conlleva a que los equipos presentaran algunas fallas o falencias en el funcionamiento, cuando en los procesos de las otras áreas de la empresa (pintura, ensamble y electrónica) se percatan de los errores de soldadura los equipos nuevamente tienen que ir a reproceso al área metal-mecánica y nuevamente continuar con los demás procesos, lo que conlleva a retrasos de tiempo.

En los formatos de inspección empleados solo hacían referencia y se visualizaban planos de armado, aunque en estos formatos de inspección se tenían en cuenta la aplicación de soldadura en áreas específicas de los equipos no contaban con planos enfocados a la aplicación de soldadura.

3.3. Formatos de inspección

A lo largo de la elaboración de los PMVM se emplean una serie de formatos para validar condiciones óptimas y el buen funcionamiento de los PMVM, estos tipos de formatos se emplean en las diferentes áreas. En el área metal-mecánica se utilizan estos formatos de manera individual por cada una de las partes que conforman el PMVM (chasis, capceta, mástil y compartimientos), en estos formatos se valida información acerca del ensamble y de las uniones y partes que se requieren que se encuentren soldadas.

Generalmente estos formatos vienen acompañados de planos de ensamble, donde se especifican medidas y ubicación de algunos componentes, en el caso de la soldadura no contaban con planos en los cuales se evidenciarán donde se encuentran las uniones de todos los componentes, ni algunas características de la soldadura y sus acabados.

A lo largo del periodo de prácticas se fueron modificando estos formatos donde se agregaban nuevos ítems para tener en cuenta y minimizar los errores al final del proceso del área metal-mecánica, como uno de los objetivos para mejorar estos formatos es la realización de planos donde se verifiquen las soldaduras de los equipos, y dentro del ítem de los formatos hacer referencia a estos planos, para que la persona que se encuentre realizando la inspección de

calidad este más segura acerca de lo que se pide revisar en los ítem, para la elaboración de estos planos se emplearon los planos de armado para saber medidas, cortes y partes reales de los PMVM. Estos formatos se encuentran en la sección de apéndice A.

3.4. Planos de soldadura

Los planos de soldadura se realizaron con el fin de dar una ayuda visual acerca de las áreas y de las uniones soldadas en la fabricación de los PMVM, estos planos son requeridos por el personal que se encuentre realizando la inspección de soldadura de los equipos, para tener una relación entre los equipos y los formatos de inspección de cada equipo. Estos planos se encuentran en la sección de apéndice B.

En la simbología empleada en los planos de soldadura se empleó la norma American Welding Society AWS A2.4, este tipo de simbología brinda la información requerida para la inspección de soldadura, reflejada en los planos mecánicos. Estos planos fueron desarrollados en el programa CAD SolidWorks el cual brinda la herramienta de diseño para las partes mecánicas y en el área de dibujo presenta herramientas como **Símbolo de soldadura** el cual agrega un símbolo de soldadura en la entidad que se encuentre seleccionada, **Acabado superficial** agrega un símbolo de acabado superficial, **Vista de detalle** agrega una vista de detalle con la cual se puede tener a detalle una proporción a una escala mayor, con el uso de estas y otras herramientas que presenta el programa SolidWorks se cuenta con una gran ayuda para la elaboración y el desarrollo de este tipo de planos empleados durante la revisión de las soldaduras y acabados que se requieran en los equipos.

Capítulo 4

Distribución de planta

En una distribución de planta se busca dar una ordenación de física de los elementos industriales, en esta ordenación se incluyen espacios de almacenamiento, movimiento de material, equipo de trabajo y personal del taller. [12].

4.1. Tipos de distribución de planta

4.1.1. Distribución en planta por producto

En este tipo de distribución se elabora un tipo de producción en línea o cadena, esto se realiza cuando la producción es organizada, continua o repetitiva, este tipo de distribución es sencilla, se busca tener una continuidad en las operaciones, donde cada operación va tan cerca a si predecesora, las maquinas se sitúan a lo largo de una línea de secuencia y cada una de ellas va a realizar una operación en el producto.

Este tipo de distribución minimiza los tiempos de producción, simplifica sistema de planificación y de control, simplifica las tareas, por otra parte, no permite flexibilidad en el proceso, baja flexibilidad en tiempos de fabricación, el conjunto depende de cada uno de los procesos. [13].

4.1.2. Distribución en planta por proceso

Este tipo de distribución por proceso o por funciones, busca agrupar el personal y la maquinaria que realizan una misma función en una sola área, en este tipo de distribución se presenta Flexibilidad en el proceso, diversidad de tareas, inconvenientes como baja eficiencia en el manejo de material, dificultad para controlar y planificar la producción y baja productividad. [13].

4.1.3. Distribución en planta por posición fija

Este tipo de distribución se emplea cuando no es posible mover el producto, ya sea por su volumen o por su peso, o alguna característica que impida el movimiento, esto ocasiona que el material base permanezca quieto hasta su finalización, en este caso los que realizan movimientos son el personal, maquinaria y material que se este empleado. [13].

4.1.4. Distribución híbrida

Se elaboran células de trabajo donde se agrupa maquinas y trabajadores que elaboran una sucesión de operaciones, disminuye el material en proceso, facilita la supervisión y control visual, por otra parte, se incrementa los tiempos inactivos de la maquinaria. [13].

4.2. Factores de distribución de planta

Los factores que afectan durante la ejecución de una distribución de planta son: material, maquinas, recurso humano, movimiento, áreas físicas y cambio. [13].

4.3. Redistribución de planta

Para realizar una redistribución de planta se requiere plantear unos objetivos para la realización de esta, estas redistribuciones se realizan a medida que la organización crece y debe adaptarse a los cambios internos o externos, en estas redistribuciones se hacen necesarias cuando se realizan cambios como volumen de producción, cambios de tecnologías en los procesos y cambios de productos. Estas redistribuciones se realizan dependiendo de las exigencias del proceso y pueden ser continuas o periódicas. [12].

4.4. Desarrollo de metodología

Para la ejecución de la propuesta de distribución es necesario realizar un diagnostico inicial de la empresa en el área metal-mecánica y una propuesta de mejoramiento donde se encuentre el objetivo de esta distribución.

- Diagnostico inicial del área metal-mecánica la empresa. Para eso se realizaron las siguientes actividades:
 - Elaboración de los diagramas de flujo de procesos y operaciones
 - Elaboración de matriz de relación de operaciones y productos
 - Levantamiento de planos físicos
 - Levantamiento de planos de áreas abarcadas de maquinas y bancos de trabajo
 - Elaboración de diagramas de proceso y de recorrido en la empresa

- Propuesta de mejoramiento.
 - Proponer una distribución de planta teniendo en cuenta los procesos actuales del área metal-mecánica y la ubicación de la máquina de corte laser.
 - Elaborar diagramas de procesos, operaciones y recorridos, de la propuesta.

4.4.1. Diagnóstico inicial del área metal-mecánica la empresa

Este se realiza para conocer las condiciones actuales de la empresa mediante el levantamiento de información como lo es, delimitaciones del área física del área metal-mecánica, procesos y áreas de trabajo, diagrama de flujo de los procesos llevados a cabo.

4.4.2. Diagramas de flujo

En el apéndice C se encuentran las tablas de los procesos con los tiempos requeridos en cada uno de ellos y los diagramas de flujo de los procesos que se requieren para la elaboración de las distintas partes de los PMVM no todas las partes presentan las mismas operaciones en su fabricación, las operaciones que se llevan en los procesos son las siguientes:

Recepción e ingreso de material

Se compran los materiales empleados para la fabricación, al momento de llegada del material se verifica que cumpla con las características y la cantidad solicitada y se llevan a las áreas dispuestas para su almacenamiento: laminas y platinas en acero y aluminio, tubería y perfilera en acero, tubería y perfilera en aluminio.

Corte

Después de los procesos de diseño se realizan los procesos de corte, según el material se emplean distintas áreas de corte como lo son tronzadora para perfilera y tubería de aluminio, tronzadora para perfilera y tubería de acero, máquina de corte plasma para láminas y platinas de aluminio y acero.

Doblado

Según los productos que requieran este proceso se realiza el doblado de láminas en una máquina de doblado manual.

Ensamble, soldadura y pulido

Estos procesos se realizan el ensamble, soldadura y pulido de las distintas partes de los PMVM, empleando equipos de soldadura (MIG, TIG y SMAW) y otras máquinas y herramientas que se requieran en estos procesos.

Salida hacia área de pintura

Después de terminar los procesos de fabricación y de inspección cada uno de los productos es llevado hacia el área de pintura para continuar con los demás procesos que se requieren en las demás áreas de la empresa.

4.4.3. Matriz de relación de operaciones y productos

Es una de las técnicas empleadas para la distribución de una planta, donde se maneja a través de una matriz la relación entre los procesos y los productos que se fabrican, la siguiente matriz se encuentran los procesos y productos actuales de la empresa para la fabricación de los PMVM.

Cuadro 4.1: Diagrama de operaciones.

Operación / Producto	Chasis	Mástil	Capaceta	Compartimientos
Corte plasma	X	X	X	X
Doblado			X	X
Corte perfiles de aluminio			X	
Corte perfiles de acero	X	X		X
Ensamble	X	X	X	X
Taladrado	X	X	X	
Rectificado de perforado	X		X	
Pulido	X	X	X	X

4.4.4. Planos actuales

Estos planos se realizaron para saber el tamaño del área metal-mecánica de la empresa y de las áreas que ocupan las máquinas y bancos de trabajo que esta cuenta, y poder saber la disposición de espacios, para esto fue necesario medir la planta física ya que los planos que se contaban no reflejaban medidas ni disposiciones reales, las medidas realizadas son valores muy cercanos a los reales, ya que el área no es simétrica y presenta algunas dificultades para un valor real. En el apéndice C se pueden apreciar los planos físicos, planos de áreas, diagramas de proceso y recorrido en el área metal-mecánica de la empresa.

4.5. Corte plasma

En la actualidad la empresa cuenta con una máquina de corte plasma con la cual realizan todos los cortes de láminas y platinas empleadas en la fabricación de los PMVM y de otros productos elaborados en la empresa, el fundamento del corte por plasma es emplear temperaturas elevadas el cual funde el metal y el gas elimina el material fundido, aunque este proceso de corte por plasma ha sido muy importante en la empresa, presenta algunas fallas como lo es: al finalizar las piezas cortadas requieren un reproceso de pulido y de perforado, ya que en los cortes realizados por la maquina se alojan partes del material cortado formando rebabas , esto hace que el tiempo en los procesos de fabricación aumenten, otro factor importante es a la hora de cortar materiales empleados como malla de capaceta, en esta se producen curvaturas y deformaciones por las altas temperaturas y poca concentración del corte, estas fallas se aprecian en las siguientes figuras: 4.1 4.2 y 4.3.



Figura 4.1: Deformación de malla de capaceta.
[Autor].

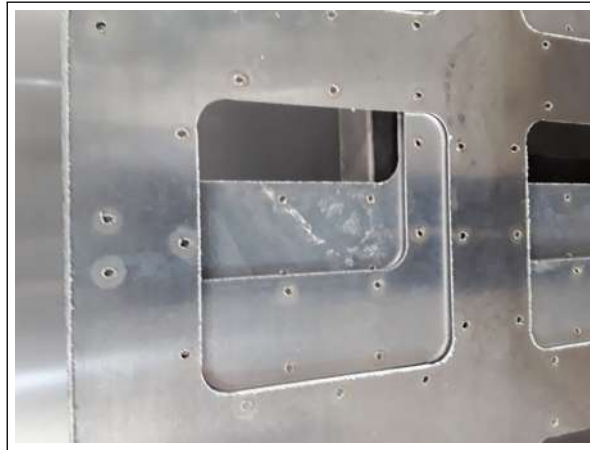


Figura 4.2: Deformación de corte en malla de capaceta.
[Autor].



Figura 4.3: Residuos por corte plasma.
[Autor].

4.6. Corte láser

La máquina de corte láser permite una mayor concentración de la energía, lo que produce un corte más en limpio lo que evita la formación de altas cantidades de materia fundida en las piezas cortadas, de esta forma se evitan procesos de rectificado de perforaciones y pulido de rebabas en las piezas. Otra de las ventajas de la máquina de corte láser obtenida por la empresa, es la realización de corte en tubería, lo que evita que este proceso de corte se lleve a cabo de manera manual en las tronzadoras de corte por parte del personal de la empresa.

“El modelo 3015LNR de cortadora láser de fibra óptica puede realizar cortes en placas y tubos de metal. Con una sola máquina se pueden completar dos trabajos, de manera que no es necesario adquirir dos equipos, con el consiguiente ahorro de más del 50% de espacio y una mayor eficiencia de producción.” [14].



Figura 4.4: Máquina de corte láser LF3015LNR.
[14].

4.7. Propuesta de distribución

En esta propuesta se tienen en cuenta factores y principios para la distribución de planta para obtener una propuesta eficiente.

El objetivo principal de esta propuesta de distribución de planta es la ubicación de una máquina de corte láser (LF3015LNR), adquirida en los últimos meses por la empresa, donde se necesita mantener los procesos que se realizan actualmente en el área metal-mecánica junto a la máquina láser, la cual va a realizar mejoras en la producción evitando algunos procesos que se llevan a cabo actualmente en el área metal-mecánica.

Para la propuesta de distribución se emplea el método SLP (Planeación sistemática distribución de la planta), para determinar en cierta la posición del espacio de los diversos elementos que integra el proceso productivo, buscando reducción de costos, el método está constituido por una serie de fases, es una serie de procedimientos y símbolos convencionales para identificar, evaluar y visualizar los elementos y áreas involucradas de la mencionada planeación. Ha sido la más aceptada y la más comúnmente utilizada para la resolución de problemas de distribución en planta a partir de criterios cualitativos, aunque fue concebida para el diseño de todo tipo de distribuciones de planta independientemente de su naturaleza.

4.7.1. Diagramas de flujo

Para los tiempos empleados en los diagramas de flujo, se calcularon a partir de las tablas de las fichas técnicas enviadas por el fabricante de la máquina, se estima una disminución de $\pm 25\%$ en cortes de platinas y láminas frente a la máquina de corte plasma de la empresa y del $\pm 50\%$ en el corte y perforaciones de tuberías con tronzadoras y taladro de árbol.

En el apéndice D se encuentran las tablas de los procesos con los tiempos requeridos en cada uno de ellos y los diagramas de flujo de los procesos que se requieren para la elaboración de las distintas partes de los PMVM, empleando la máquina de corte láser en los procesos que se es requerida.

4.7.2. Matriz de relación de operaciones y productos

Esta técnica empleada en la distribución de una planta, es el primer paso que se tiene en cuenta dentro del método SLP, en la matriz se encuentran los procesos y productos de la propuesta de distribución.

Cuadro 4.2: Diagrama de operaciones.

Operación / Producto	Chasis	Mástil	Capaceta	Compartimientos
Corte láser de platinas	X	X	X	X
Doblado			X	X
Corte perfiles de aluminio			X	
Corte láser de perfiles de acero	X	X		X
Ensamble	X	X	X	X
Pulido	X	X	X	X

4.7.3. Diagrama Origen-Destino

En esta matriz se encuentran las operaciones de origen y operaciones de destino, para determinar la relación entre los procesos.

- Procesos:

- 1. Corte láser de láminas y platinas
- 2. Doblado
- 3. Corte de perfiles de aluminio manual
- 4. Corte de perfiles de acero en máquina láser
- 5. Ensamble de chasis (Ensamble, soldadura y pulido)
- 6. Ensamble de capaceta y soporte paneles solares (Ensamble, soldadura y pulido)
- 7. Ensamble de compartimientos y guardabarros (Ensamble, soldadura y pulido)
- 8. Ensamble de mástil (Ensamble, soldadura y pulido)

■ **Productos:**

- PC: puertas capaceta
- GB: Guardabarros
- CP: capaceta
- CH: Chasis
- SP: Soporte paneles solares
- CM: Compartimientos
- M: Mástil

Cuadro 4.3: Diagrama Origen/Destino.

Origen / Destino	1	2	3	4	5	6	7	8
1	-	PC-GB-CP-CM			CH	CP		M
2		-				PC-CP	GB-CM	
3			-			CP-SP		
4				-	CH			M
5					-			
6						-		
7							-	
8								-

4.7.4. Diagrama de costos

En esta matriz se manejan los costos de los productos entre operaciones, se tiene en cuenta el costo de cada producto y el costo del transporte del producto, para el costo de transporte se

Cuadro 4.4: Costos de los productos.

Producto	Costo	Costo transporte	Demanda	Total
Compartimiento	\$500.000	\$5.000	2	\$1.005.000
Chasis	\$2.500.000	\$5.000	1	\$2.505.000
Capaceta	\$3.000.000	\$5.000	1	\$3.005.000
Puerta capaceta	\$475.000	\$2.500	3	\$1.427.500
Mástil	\$600.000	\$5.000	1	\$605.000
Guardabarro	\$110.000	\$2.500	2	\$222.500
Soporte paneles solares	\$650.000	\$2.500	1	\$652.500

dio un estimado de tiempo igual al que se maneja en la distribución actual. También se tiene en cuenta la demanda de cada producto para el PMVM.

■ **Procesos:**

- 1. Corte láser de láminas y platinas
- 2. Doblado
- 3. Corte de perfiles de aluminio manual
- 4. Corte de perfiles de acero en máquina láser
- 5. Ensamble de chasis (Ensamble, soldadura y pulido)
- 6. Ensamble de capaceta y soporte paneles solares (Ensamble, soldadura y pulido)
- 7. Ensamble de compartimientos y guardabarros (Ensamble, soldadura y pulido)
- 8. Ensamble de mástil (Ensamble, soldadura y pulido)

Cuadro 4.5: Diagrama de costos.

Origen / Destino	1	2	3	4	5	6	7	8
1	-	\$5.660.000			\$2.505.000	\$3.005.000		\$605.000
2		-				\$4.432.500	\$1.227.500	
3			-			\$3.675.500		
4				-	\$2.505.000			\$605.000
5					-			
6						-		
7							-	
8								-

4.7.5. Simbología SLP

Expresa las necesidades de las relaciones encontradas de una manera lógica mediante el uso de un código de letras, es una escala que decrece con el uso de las 5 vocales y la indeseabilidad con el uso de la letra X.

≡≡≡	A	Absolutamente necesario
≡≡	E	Específicamente necesario
≡	I	Importante cercanía
—	O	Normal cercanía
---	U	Sin importancia
~~~~	X	Indeseable cercanía

**Figura 4.5: Simbología SLP.**

[Autor].

**Cuadro 4.6: Intervalo de cercanía.**

Símbolo	Intervalo	
A	\$4.716.665	\$5.660.000
E	\$3.773.332	\$4.716.664
I	\$2.829.998	\$3.773.331
O	\$1.886.666	\$2.829.997
U	\$943.333	\$1.886.665
X	\$0	\$943.332

### 4.7.6. Matriz de cercanía

Este diagrama se realiza con los datos obtenidos en el diagrama de costos y en el diagrama de intervalo de cercanía, este diagrama sirve para determinar qué tan necesario es la cercanía entre los distintos procesos.

■ Procesos:

- 1. Corte láser de láminas y platinas
- 2. Doblado
- 3. Corte de perfiles de aluminio manual
- 4. Corte de perfiles de acero en máquina láser

- 5. Ensamble de chasis (Ensamble, soldadura y pulido)
- 6. Ensamble de capaceta y soporte paneles solares (Ensamble, soldadura y pulido)
- 7. Ensamble de compartimientos y guardabarros (Ensamble, soldadura y pulido)
- 8. Ensamble de mástil (Ensamble, soldadura y pulido)

**Cuadro 4.7: Matriz de cercanía de procesos.**

Origen / Destino	1	2	3	4	5	6	7	8
1	-	A			O	I		X
2		-				E	U	
3			-			I		
4				-	O			X
5					-			
6						-		
7							-	
8								-

Con el desarrollo de la matriz de cercanía de procesos, se va a desarrollar una matriz de cercanía de las áreas donde se llevan a cabo dichos procesos.

- Áreas de procesos:
  - 1. Máquina de corte láser
  - 2. Dobladora
  - 3. Tronzadora para corte de perfilería de aluminio
  - 4. Ensamble de chasis
  - 5. Ensamble de capaceta y soporte paneles solares
  - 6. Ensamble de compartimientos y guardabarros
  - 7. Ensamble de mástil

#### **4.7.7. Relación de procesos**

En este se realiza una ordenación topológica de las actividades, con la información recogida en las actividades anteriores.

Cuadro 4.8: Matriz de cercanía de áreas de procesos.

Origen / Destino	1	2	3	4	5	6	7
1	-	A		A	I		U
2		-			E	U	
3			-		I		
4				-			
5					-		
6						-	
7							-

■ Procesos:

- 1. Corte láser de láminas y platinas
- 2. Doblado
- 3. Corte de perfiles de aluminio manual
- 4. Corte de perfiles de acero en máquina láser
- 5. Ensamble de chasis (Ensamble, soldadura y pulido)
- 6. Ensamble de capaceta y soporte paneles solares (Ensamble, soldadura y pulido)
- 7. Ensamble de compartimientos y guardabarros (Ensamble, soldadura y pulido)
- 8. Ensamble de mástil (Ensamble, soldadura y pulido)

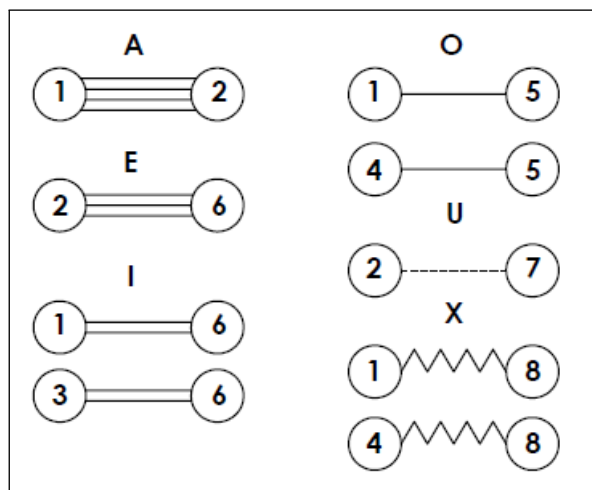


Figura 4.6: Relación de procesos.

[Autor].

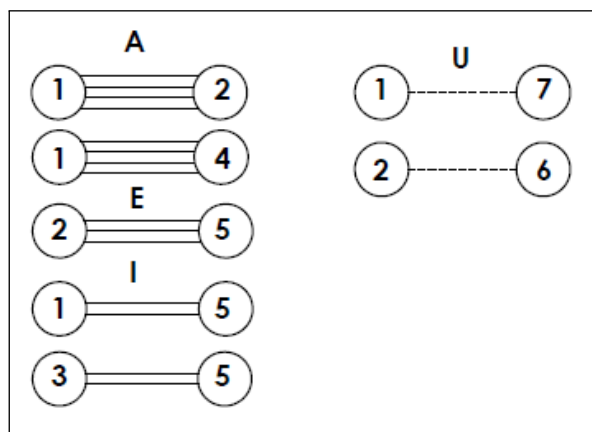
### 4.7.8. Relación de áreas

Este diagrama, es un gráfico simple en el cual las áreas son representadas por nodos unidos mediante líneas, estas líneas representan la intensidad de la relación que se debe tener entre las distintas áreas, a partir de uso de la simbología SLP y de las relaciones encontradas.

Este diagrama se ajusta de tal manera que se minimice el cruce entre líneas que representan las relaciones, de esta forma, se trata de conseguir una distribución de planta adecuada, con un mayor flujo del material recorriendo distancias cortas

■ Áreas de procesos:

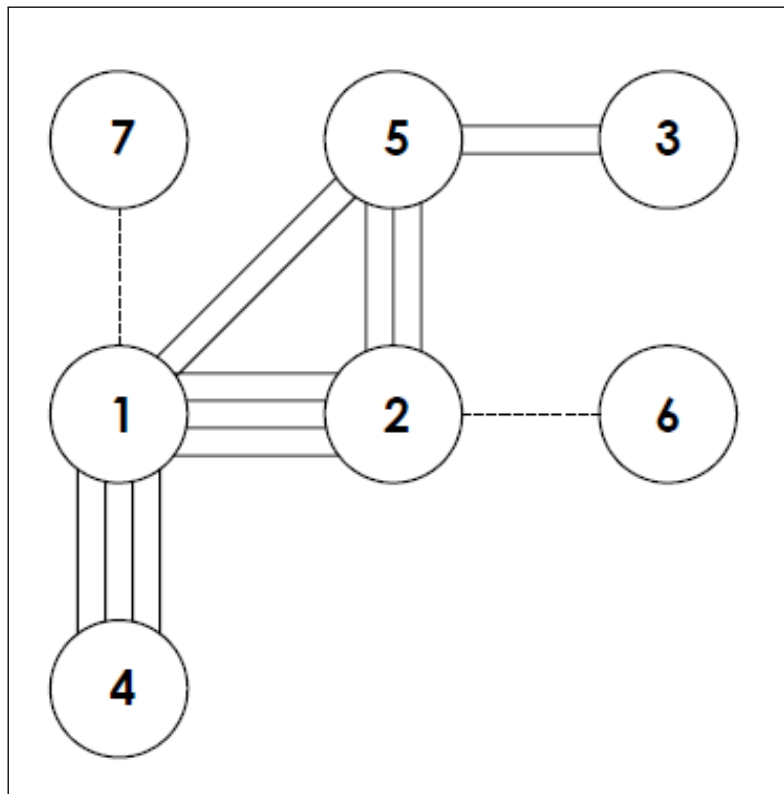
- 1. Máquina de corte láser
- 2. Dobladora
- 3. Tronzadora para corte de perfilería de aluminio
- 4. Ensamble de chasis
- 5. Ensamble de capaceta y soporte paneles solares
- 6. Ensamble de compartimientos y guardabarros
- 7. Ensamble de mástil



**Figura 4.7: Relación de áreas.**

[Autor].





**Figura 4.8: Diagrama de relación de áreas.**

[Autor].

## **Capítulo 5**

# **Manual de pruebas de dispositivos eléctricos y electrónicos de los PMVM**

Citas bibliográficas empleadas en el manual. [15]. [16].

# MANUAL DE PRUEBAS DE DISPOSITIVOS ELECTRICOS Y ELECTRONICOS DE LOS PMVM

1	PRESENTACION.....	1
2	OBJETIVOS .....	2
3	DEFINICIONES .....	3
4	PRUEBAS DE LOS COMPONENTES EN LOS PMVM .....	4
4.1	Chasis .....	4
4.1.1	Descripción.....	4
4.1.2	Pruebas previas al montaje de luces .....	4
4.1.3	Pruebas posteriores al montaje de luces .....	5
4.2	Sistema fotovoltaico.....	6
4.2.1	Descripción.....	6
4.2.2	Pruebas previas al montaje .....	6
4.2.3	Paneles solares.....	6
4.2.4	Baterías.....	7
4.2.5	Bandeja de potencia .....	7
4.3	Bandeja de control.....	11
4.3.1	Control de histéresis .....	11
4.3.2	Regulador de voltaje.....	12
4.3.3	Tarjeta de control .....	12
4.4	Tarjetas de control de errores .....	13

## **1 PRESENTACION**

El presente manual indica diferentes clases de pruebas con el fin de orientar a los trabajadores de la empresa Roch Electronics en la inspección a equipos electrónicos antes y después del montaje en los paneles de mensajería variable móvil (PMVM). Durante los distintos procesos que se requieren en los PMVM, desde su fabricación, hasta la salida final para entrega a los diferentes clientes, al finalizar el proceso en cada una de las áreas (metal-mecánica, pintura, ensamble y electrónica), se realiza chequeo para comprobar que cumple con los distintos parámetros de las listas de inspección de cada área.

En el área de electrónica, al finalizar el montaje de los componentes eléctricos y/o electrónicos y la puesta en marcha de estos, se verifica el cumplimiento de los parámetros establecidos en el formato de revisión de componentes eléctricos y electrónicos. Durante esta revisión se realiza el seguimiento del cableado, dando cumplimiento a los planos eléctricos, de igual manera, se verifica los voltajes en las entradas y salidas de los componentes electrónicos y sistemas eléctricos. Además, se verifica las configuraciones de algunos equipos y se respectivo funcionamiento para que cumplan correcta con el trabajo dentro del sistema. Finalmente, para lograr un mejor desempeño durante la revisión, se elabora un manual de prueba, para realizar ciertos procedimientos de pruebas de funcionamiento y configuración de los componentes previos al montaje correspondiente, estas pruebas las realiza el personal encargado del área para tener certeza del funcionamiento. A continuación, se presenta en que consiste dichas pruebas de funcionamiento.

## **2 OBJETIVOS**

### **1.1 Objetivo General**

- Efectuar el procedimiento de pruebas en dispositivos eléctricos y electrónicos mediante la revisión de cada componente con el fin de disminuir el margen de error en la fabricación de los PMVM.

### **1.2 Objetivo Específicos**

- Brindar a los trabajadores de la empresa Roch Electronics un documento técnico que oriente las actividades para verificar el funcionamiento de cada uno de los componentes en los PMVM.
- Informar al supervisor oportunamente acerca de los errores existentes en la fabricación de los PMVM.

### 3 DEFINICIONES

**Chasis:** Es la estructura que da soporte a todos los componentes del PMVM.

**Sistema fotovoltaico:** Es la agrupación y trabajo en conjunto de una serie de componentes eléctricos para lograr la transformación de la energía solar en energía eléctrica utilizable en los PMVM.

**Paneles solares:** Son módulos fotovoltaicos individuales que captan la energía que proporciona el sol convirtiéndola en electricidad. Están formados por celdas solares que a su vez contienen células solares individuales hechas de materiales semiconductores como el silicio (cristalino y amorfo) que transforman la luz (fotones) en energía eléctrica (electrones).

**Baterías:** Dispositivo electrónico encargado de generar corriente continua con el fin de alimentar circuitos eléctricos.

**Control de histéresis:** Dispositivo electrónico que tiene como función activar una salida a partir de la comparación de voltajes para evitar la descarga por debajo nominal de las baterías.

**Tarjeta de control:** Se encarga de realizar todas las funciones de control del panel principal de los PMVM.

## 4 PRUEBAS DE LOS COMPONENTES EN LOS PMVM

### 4.1 Chasis

#### 4.1.1 Descripción

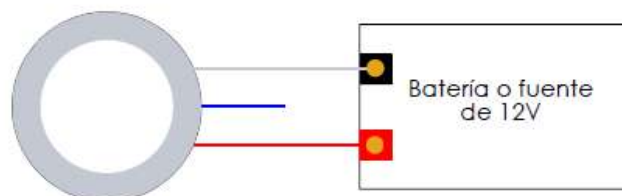
En el chasis del PMVM, se cuenta con el sistema de luces obligatoria para circulación en carretera, basados en normas nacionales e internacionales, empleando los siguientes colores en los cocuyos, para reversa se usa BLANCO, para el freno, luces bajas y stop ROJO, para el uso de direccionales y parqueo AMARILLO, este sistema de luces se encuentra conectado a un conector HELLA macho el cual se conecta al vehículo de remolque (figura 1).



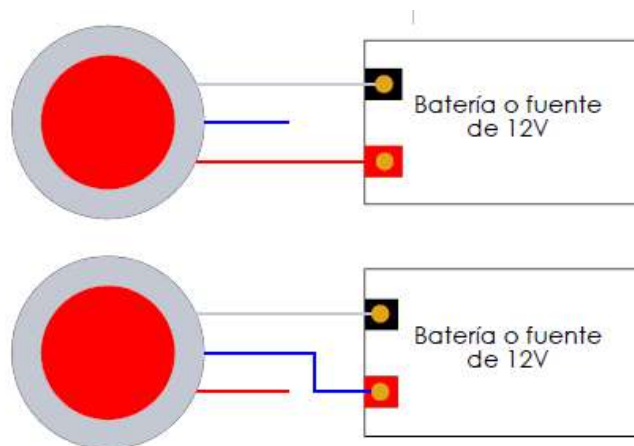
**Figura 1:** Luces tráiler  
[Autor]

#### 4.1.2 Pruebas previas al montaje de luces

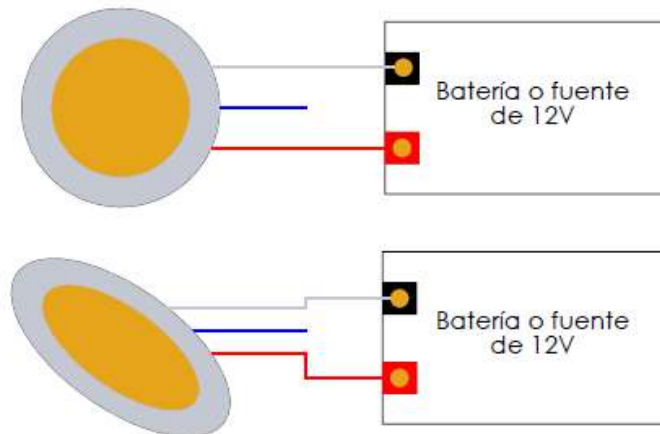
Antes de empezar con la conexión de las luces en el tráiler, es necesario realizar una prueba de funcionamiento para cada una de las luces, lo cual consiste en conectar las luces a una batería de 12V o una fuente de 12V como se indica en las siguientes figuras.



**Figura 2:** Prueba luces de reversa  
[Autor]



**Figura 3:** Prueba luces de luces freno y stop. Prueba luces bajas  
[Autor]



**Figura 4:** Pruebas luces direccionales y parqueo.  
[Autor]

Al finalizar el proceso de prueba de funcionamiento de cada uno de los cocuyos, se realiza la instalación del cableado y de cocuyos en el tráiler teniendo en cuenta el plano de ensamble CO2-0002.

#### 4.1.3 Pruebas posteriores al montaje de luces

Después de realizar el montaje de luces y conexión con el conector Hella macho, se emplea el dispositivo de prueba para luces del tráiler el cual cuenta con unas conexiones de pulsadores según los diagramas de conector Hella, fuente de voltaje y un conector Hella hembra, estos dispositivos se conectan a 110V AC o a 12V DC esto depende según la configuración con la que cuenta el dispositivo, finalmente se verifica que el funcionamiento de las luces sea el indicado.





**Figura 5:** Dispositivo conector hella hembra, para prueba de luces tráiler  
[Autor]

Una vez verificado el correcto funcionamiento de los cocuyos se procede a realizar el visto bueno en la lista de chequeo final de componentes eléctricos y electrónicos.

## **4.2 Sistema fotovoltaico**

### **4.2.1 Descripción**

El sistema fotovoltaico es el sistema que le brinda energía eléctrica al PMVM, y le da autonomía en su funcionamiento, este sistema capta la energía del sol para convertirla en energía eléctrica mediante el uso de celdas solares. Este sistema lo componen:

- 4 paneles solares de 330W
- 4 baterías de 200Ah
- 1 bandeja de potencia

### **4.2.2 Pruebas previas al montaje**

Antes de realizar el montaje de los componentes del sistema fotovoltaico en el PMVM es necesario realizar algunas pruebas de funcionamiento de sus componentes, para garantizar un correcto y eficiente funcionamiento.

### **4.2.3 Paneles solares**

Para los paneles solares es necesario realizar una prueba de funcionamiento individual, ya que, al estar conectados los paneles solares según los planos eléctricos, estos tienen una configuración en

paralelo, por lo que se hace difícil saber si en el conjunto de los 4 paneles hay alguno que se encuentre defectuoso. Esta prueba consiste en utilizar un multímetro en estado de lectura de DC y ubicar el panel solar en un sitio donde se tenga presencia directa de los rayos del sol, conectar la punta positiva del multímetro al borne positivo del panel y la punta negativa del multímetro al borne negativo del panel para poder medir el voltaje de salida que está generando el panel solar.

Este voltaje medido debe ser igual o mayor al voltaje nominal del panel, esta prueba se recomienda hacerla en las horas e 9 AM a 3 PM ya que se alcanzan mayores niveles de voltaje por la alta radiación proveniente del sol durante estas horas.

Después de realizar la prueba de funcionamiento de cada panel, se conectan a los soportes para paneles solares del PMVM y así realizar las correspondientes conexiones según el respectivo plano.

#### **4.2.4 Baterías**

Las baterías del sistema fotovoltaico son las encargadas de almacenar la energía eléctrica para la autonomía del sistema cuando no se tenga presencia de energía solar, para estas es necesario medir el voltaje en sus bornes, esta medición se realiza con un multímetro en lectura DC y se conecta la punta positiva del multímetro con el borne positivo de la batería y la punta negativa con el borne negativo este voltaje debe de estar alrededor de los 12V, según el modelo de batería empleado, también se tiene que verificar que las baterías no presenten derramamiento de ácidos o sustancias de su interior, y el material de los bornes no se encuentre con sulfatación o sustancias atípicas de ellos, dentro del sistema de baterías se cuenta con porta fusibles y fusibles, en los fusibles se tiene que revisar que estén con las especificaciones correspondientes según el plano y con el uso de un multímetro en medición de continuidad, conectar cada una de las puntas del multímetro a cada uno de los extremos del fusible y comprobar que el fusible tiene continuidad.

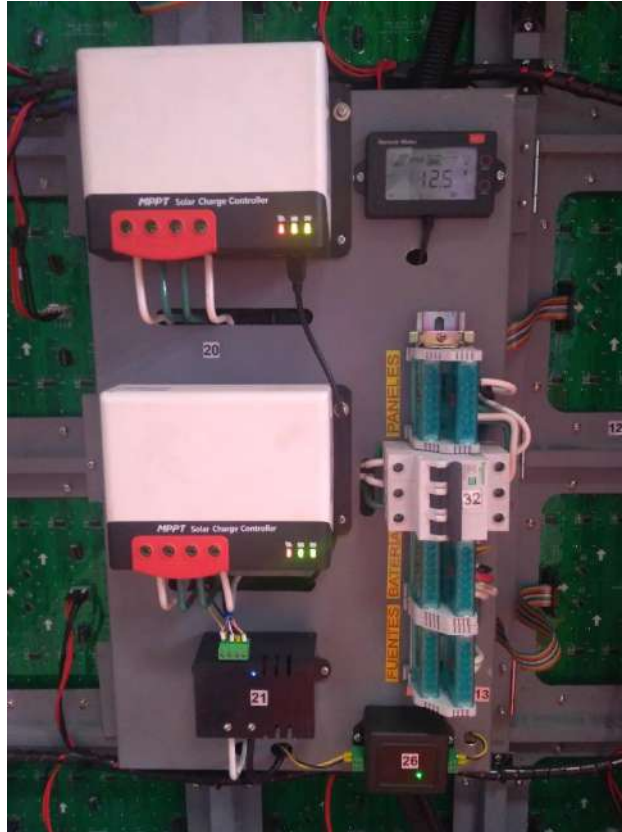
Al finalizar las pruebas de baterías y fusibles realizar el montaje de estos junto a los instrumentos del sistema hidráulico según el plano CI-001-13-8-B

#### **4.2.5 Bandeja de potencia**

En la bandeja de potencia se encuentran 2 tarjetas de control de histéresis y 2 reguladores de carga solar y un breaker trifásico de 63A.

##### **Control de histéresis**

Estas dos tarjetas de control de histéresis cumplen la función de activar salidas cuando el voltaje en las baterías es el adecuado, esto para evitar que las baterías no presenten descargas por debajo de los niveles de descarga mínimos, estas salidas de los controles de histéresis, una controla la alimentación del sistema de control del panel de mensajería y la salida del otro control de histéresis controla la alimentación de las fuentes de alimentación de las matices LED's del panel de mensajería.



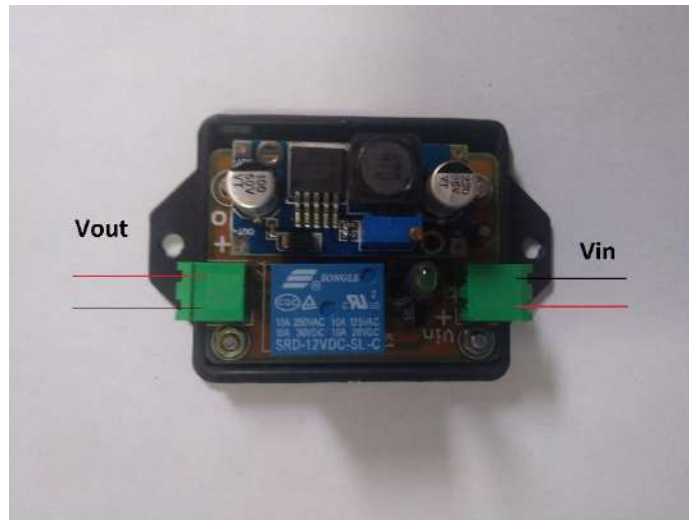
**Figura 6:** Bandeja de potencia.  
[Autor]

### **Control de histéresis controlador de tarjetas de control**

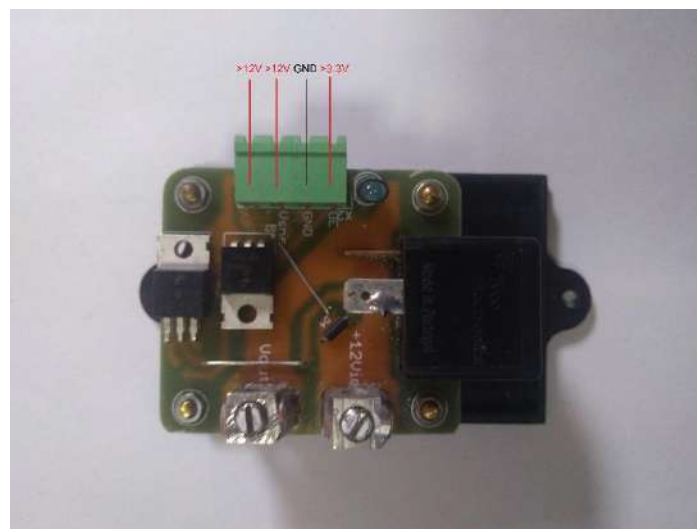
Este controlador de histéresis tienen la función de alimentar la tarjeta de control del panel de mensajería, para realizar la prueba y configuración de este se hace uso de una fuente variable de mayor de 12V, un multímetro y un destornillador de pala pequeño, primero se alimenta la entrada de voltaje ( $V_{in}$ ) con la fuente variable, segundo con el uso del multímetro medir la salida de voltaje del boost y graduar el potenciómetro del boost con el destornillador y verificar que el voltaje de salida del boost es el adecuado para la comparación, por ultimo variar la entrada de voltaje de  $V_{in}$ , cuando el voltaje es igual o mayor al comparado con el del boost se activa la salida del control, donde a su salida se tiene el mismo voltaje de entrada.

### **Control de histéresis controlador de alimentación de fuentes de voltaje de marices LED**

Este control de histéresis permite el paso de voltaje que alimenta las fuentes de 12V que alimentan las matrices led del panel de mensajería, para este control de histéresis se comparan 3 entradas de voltaje que son voltaje de baterías, breaker local y voltaje de tarjeta de control. Para realizar la prueba de funcionamiento se emplean 3 fuentes de voltaje regulables, con estas fuentes se configuran con voltajes de 12V, 12V y 3.3V a 5V y se conectan como se muestra en la figura 8, si alguno de estos voltajes se encuentra por debajo del voltaje indicado el control de histéresis este apaga el relé de activación de fuentes de voltaje.



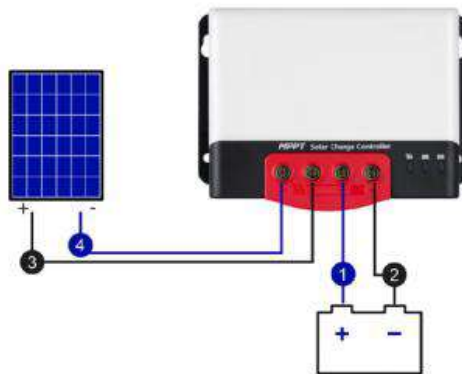
**Figura 7:** Control de histéresis controlador de tarjetas de control.  
[Autor]



**Figura 8:** Control de histéresis controlador de alimentación de voltaje de marices LED  
[Autor]

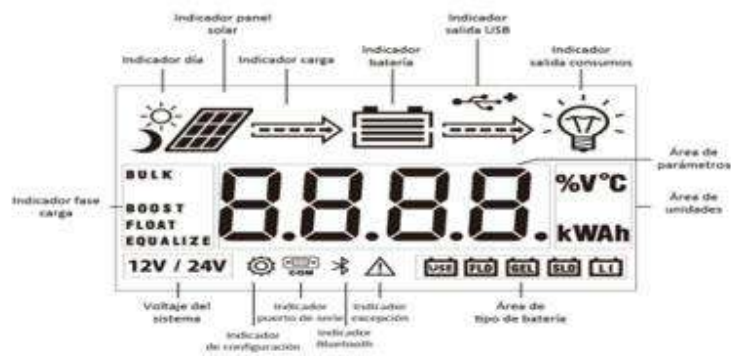
### Reguladores de carga solar

Los reguladores de carga solar son los encargados de recibir el voltaje de entrada de los paneles fotovoltaicos y a su salida le envían el voltaje adecuado de carga para las baterías del sistema fotovoltaico, lo primero que realiza es la configuración del regulador según los datos técnicos de las baterías como lo es el voltaje y el tipo de batería empleada, para esto se realiza la conexión del regulador con una batería para encender el regulador, se conecta la LCD externa para ver los datos y estado de funcionamiento del equipo.



**Figura 9:** Conexión Regulador de carga solar MPPT.  
[15]

Verificar la configuración del regulador en la LCD para el caso de las baterías empleadas se necesita un voltaje de 12V y tipo de batería GEL, si estos dos parámetros no se encuentran según lo anterior se procede a configurar.



**Figura 10:** Diagrama menú LCD.  
[16]

Para la selección del tipo de batería, la LCD incluye dos teclas a la derecha. El modo de operación para seleccionar el tipo de batería es el siguiente: Mantenga presionada la tecla ENTER durante unos segundos. El indicador de tipo de batería comenzará a parpadear. El controlador apaga la carga y otras operaciones y entra en estado inactivo. En este punto, cada vez que se presiona la tecla ENTER, el indicador de tipo de batería cambia de tipo de batería. Después de seleccionar el tipo de batería, presione la tecla ENTER y manténgala presionada por unos segundos, para aceptar. Luego, el regulador guardará el tipo de batería establecido y volverá al modo de funcionamiento normal.

Para la selección de voltaje de sistema, Mantenga presionada la tecla ENTER durante unos segundos. Si el indicador de tipo de batería comenzara a parpadear pulsar SELEC para cambiar de tipo de batería a voltaje de sistema, ahora el indicador de voltaje de sistema comenzará a parpadear. En este punto, cada vez que se presiona la tecla ENTER, el indicador de voltaje de sistema cambia de 12V a 24V. Después de seleccionar el voltaje de sistema, presione la tecla ENTER y manténgala presionada por unos segundos, para aceptar.



**Figura 11:** Apariencia LCD.  
[16]

Después de configurar los reguladores se realiza el montaje de estos según el plano de bandeja de potencia. Luego, se verifica el funcionamiento de todo el sistema fotovoltaico, para poder verificar el menú se pulsa la tecla ENTER, para avanzar, si se presentan problemas de errores en el regulador, verificar el manual de uso (RM-6 lcd display unit), para saber cuál es el error que presenta y su posible solución.

### **4.3 Bandeja de control**

En la bandeja de control se encuentran router, tarjeta k10, tarjeta controladora, tarjeta de regulador de voltaje y tarjeta de control de histéresis.

#### **4.3.1 Control de histéresis**

Esta tarjeta de control de histéresis cumple con la función de activar una salida cuando el voltaje en las baterías es el adecuado, esto para evitar que las baterías no presenten descargas por debajo de los niveles de descarga mínimos, esta salida controla la alimentación del sistema de control del panel de mensajería.



**Figura 12:** Bandeja de control  
[Autor]

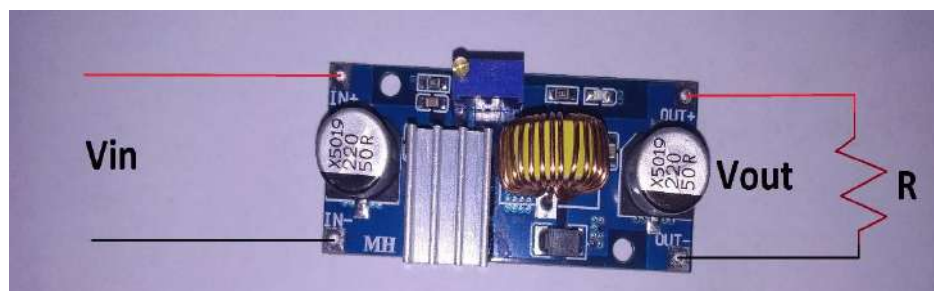
Para realizar la prueba y configuración de este se hace uso de una fuente variable de mayor de 12V, un multímetro y un destornillador de pala pequeño, primero se alimenta la entrada de voltaje ( $V_{in}$ ) con la fuente variable, segundo con el uso del multímetro medir la salida de voltaje del boost y graduar el potenciómetro del boost con el destornillador y verificar que el voltaje de salida del boost es el adecuado para la comparación, por ultimo variar la entrada de voltaje de  $V_{in}$ , cuando el voltaje es igual o mayor al comparado con el del boost se activa la salida del control, donde a su salida se tiene el mismo voltaje de entrada.



**Figura 13:** Control de histéresis bandeja de control.  
[Autor]

#### 4.3.2 Regulador de voltaje

La función del regulador de voltaje es disminuir el voltaje de 12V a 5V, con su salida alimenta la tarjeta k10 y la tarjeta controladora. A este regulador se realiza una prueba de carga, para lo cual se hace uso de una fuente de 12V, destornillador, multímetro y una resistencia de 10.2 Ohms de 5W, conectar la fuente de 12V a la entrada del regulador, con el multímetro en estado de lectura DC, conectar la punta positiva del multímetro al pin de salida positivo del regulador, la punta negativa del multímetro al pin de salida negativo del regulador, con el destornillador girar el potenciómetro hasta tener una salida de 5V del regulador, de esta forma se encuentra listo para su uso, para realizar la prueba de carga conectar la resistencia en los pines de salida del regulador durante varias horas. Estar constantemente revisando la medición de voltaje a la salida del regulador y verificar que no presente variaciones en el voltaje.



**Figura 14:** Regulador de voltaje.  
[Autor]

#### 4.3.3 Tarjeta de control

La función de esta tarjeta es controlar el panel led, antes de su montaje realizar la correspondiente instalación del firmware.



#### 4.4 Tarjetas de control de errores

Esta tarjeta se encuentra conectada en la salida de cada fila del panel led, cuya función es verificar el ingreso correcto de datos, si se tiene algún error en los datos o alimentación de alguna matriz led, esta tarjeta reporta que se tiene un error en las líneas, con el uso de diodos led con un sistema binario representa el número de la fila con error, mediante interfaz de comunicación envía el reporte a la tarjeta controladora. Antes de su montaje realizar la correspondiente instalación del firmware.



Figura 15: Tarjeta de control de errores.  
[Autor]



## **Capítulo 6**

# **Reporte de fallos en componentes eléctricos y electrónicos de los PMVM**

Al finalizar los procesos de montaje e instalación de los equipos y componentes eléctricos y electrónicos en los PMVM, se realiza una lista de chequeo donde se verifica que cumplan con el funcionamiento adecuado, se encuentren bien instalados y cumplan con los planos eléctricos. Durante estas inspecciones de revisión se encontraron algunos fallos, a continuación, se describen y el procedimiento que se llevó acabo en cada uno de ellos.

### **6.1. Instalación incorrecta luz direccional**



**Figura 6.1: Luz direccional mal instalada.**  
[Autor].

Durante el proceso de inspección de funcionamiento de equipos eléctricos y electrónicos sección chasis en él PMVM #84, se verificó, cada una de las luces cumplieran con el funcionamiento, todas cumplieron con el requisito de funcionamiento, al detallar el montaje de las luces, en una de las direccionales delanteras se encontraba instalada de forma errónea, se informó al técnico encargado del montaje para realizar la respectiva corrección del error.



**Figura 6.2: Proceso de reinstalación de luz direccional .**

[Autor].

Al momento de despegar la tapa de luz direccional con la luz, esta tapa se flexo por la fuerza ejercida para poder ser despegada del chasis, esto por el alto contenido de silicona o Sikaflex empleado en la instalación para evitar el ingreso de humedad, siendo este el único daño durante el arreglo de la luz, en este caso el mayor costo fue de mano de obra por reparación, ya que el proceso de cambio duro alrededor de una hora.



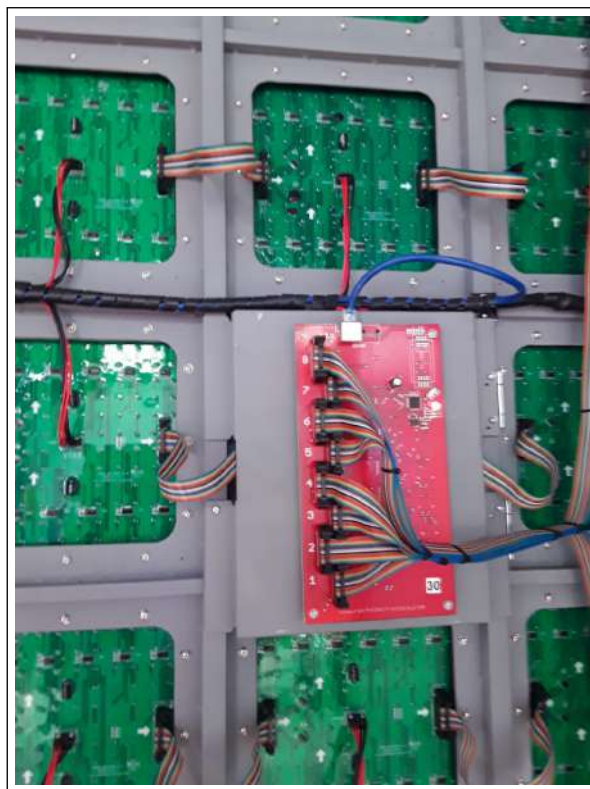
**Figura 6.3: Luz direccional reinstalada.**

[Autor].

## **6.2. Error funcionamiento tarjeta de control de errores**

Durante la inspección de funcionamiento de la tarjeta de control y software se verifica, una serie de apagados en el equipo, estos son: batería baja, breaker local, software y por fallas en comunicación o alimentación de las matrices Led del PMV, la encargada de enviar procesar y enviar la información de fallas en las matrices Led es la tarjeta de control de errores.

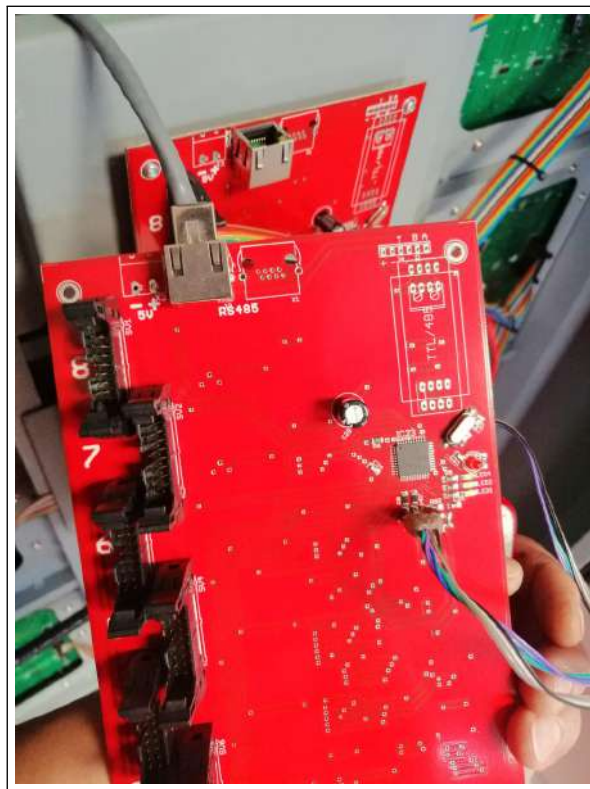
Esta tarjeta cumple dos funciones al momento de reportar el error, una de estas funciones es mediante el uso de diodos led que cuenta en la tarjeta, con código binario muestra el numero de la fila del PMV en que se encuentra el error. La otra función es de enviar la información del error en el PMV, a la tarjeta controladora, para que esta apague el PMV y enviar la notificación a la aplicación móvil.



**Figura 6.4: Tarjeta control de errores.**  
[Autor].

En una de las tarjetas de control de errores se estaba verificando su funcionamiento, se realizaba un corte en la comunicación de las matrices led y a otras se les cortaba la alimentación, la tarjeta de control de errores informaba mediante los diodos led de las filas que se encontraban con error, pero el PMV con el paso del tiempo no se apagaba, el error se notificó al

personal encargado para su solución, se realizaron algunas acciones para encontrar el error de funcionamiento. Primero la persona encargada de la programación volvió a cargar la programación a las dos tarjetas (tarjeta de control y tarjeta control de errores), nuevamente se realiza la prueba y el error continua. Se verifica que el cable de comunicación entre las dos tarjetas se encuentre en buenas condiciones, aunque este estaba en buen estado se cambió por otro cable de comunicación, se realiza la prueba y el error continua, por último se utilizó la tarjeta de otro de los PMVM y esta funciono correctamente, la tarjeta que presentaba errores fue entregada a la persona encargada de soldadura de componentes electrónicos, el cual le hizo el cambio de algunos componentes y revisión de soldadura en todos los pines de comunicación, después de estos procesos se monta nuevamente la tarjeta y cumplió con el funcionamiento adecuado. Los costos de este proceso fueron de mano de obra por reparación.



**Figura 6.5: Prueba de comunicación tarjeta de control de errores de otro PMVM.**  
[Autor].

# Capítulo 7

## Resultados

### 7.1. Inspección de soldaduras

Dentro del proceso de inspección de soldaduras un factor importante es poder registrar en los formatos el cumplimiento de los ítems que estos presentan, y si no se cumplen poder registrar estas fallas, para después del proceso de corrección poder nuevamente dar validez al cumplimiento de los ítems, la elaboración de estos formatos también es muy importante para poder llevar la trazabilidad de los equipos fabricados y poder tener certeza que se están cumpliendo estas inspecciones y tener un grado mayor de confiabilidad de los equipos.

Dentro de los formatos se tienen en cuenta uniones soldadas, mediciones y partes con las cuales debe de contar cada uno de los equipos. En las figuras 7.1 y 7.2 se aprecia un modelo de formato donde se tiene en cuenta fecha de procedimiento de inspección, nombre de quien realiza la inspección, seriales de los equipos a los cuales se realizó la inspección y si cumple o no cumple con cada uno de los requerimientos especificados.

Con el desarrollo de los planos se tiene una ayuda visual, para entender las uniones o áreas que se están mencionando en los requerimientos de cada uno de los formatos, ampliando la información de una forma gráfica mediante símbolos que denotan características específicas en las soldaduras y si se requieren tener algún tipo de acabado después del proceso de soldadura, con el siguientes planos se aprecia (ver figuras 7.4 y 7.5) la implementación de la norma AWS A2.4, para los procesos de inspección que se llevan a cabo en el área metal-mecánica de la empresa ROCH ELECTRONICS.

Durante los procesos de inspección de soldaduras y armado de equipos, se encontraron algunas anomalías en algunas uniones soldadas y posterior a esto se realizaron las correspondientes correcciones en soldadura.


### **7.1.1. Falta de penetración**

Después de terminar el proceso de soldadura en la capaceta se tienen como requerimiento en esta área específica tener un acabado de pulido o esmerilado, cuando este se llevó a cabo (ver figura 7.3), se presentaron fisuras en la soldadura, esto ocurrió por la falta de penetración de la soldadura en la unión (ver figura 7.6), durante la inspección de soldadura se encontró esta falla anotando sé cómo requerimiento no cumplido y se marcó el área a arreglar, para que el personal encargado de estos procesos nuevamente puliera los residuos de soldadura y aplicara la soldadura correspondiente de esta unión (ver figura 7.7), dando valides al proceso de mejoramiento que se lleva con los equipos elaborados.

### **7.1.2. Discontinuidad en la soldadura**

Esta falla se encontró en el chasis #91, durante el proceso de inspección de soldaduras, donde en una de las uniones de la tubería principal se aprecia una discontinuidad en la soldadura de esta unión (ver figura 7.8), al igual que el caso anterior este error se marca como requerimiento no cumplido y se informa al encargado de su ensamble, para su respectiva solución (ver figura 7.9) y poder continuar con los demás procesos que este requiera.



	LISTA DE CHEQUEO ETAPA DE FABRICACIÓN COMPARTIMIENTOS BATERIAS E HIDRÁULICO					SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD					
Fecha:	Serial:	Serial:	Serial:	Serial:	Serial:	ETAPA INICIAL DE FABRICACIÓN					
Procedimiento realizado por:											
Aprobado por:											
INDICADORES	Cumple los requerimientos										Registros y comentarios
	IS	ON	IS	ON	IS	ON	IS	ON	IS	ON	
<b>COMPARTIMIENTOS BATERIAS</b>											
Soldar las cajas por fuera teniendo en cuenta que la soldadura penetre en las uniones. Ver plano V1-120521-1 vistas 1 y 2											
Revisar el correcto armado de la caja según plano "BAT 1"											
Verificar soldaduras en vértices de la caja. Ver plano V1-120521-1 detalle D											
Instalar soportes para cilindros neumáticos para apertura de tapas, van ubicados a la parte izquierda con respecto a la parte frontal.											
Verificar la posición adecuada de apertura para la tapa, los orificios cuadrados para las rejillas plásticas quedan hacia la parte posterior.											
Comprobar la correcta distribución de las tolerancias internas de la tapa con respecto al cuerpo del compartimiento.											
Verificar que estén correctamente soldadas las bisagras tipo piano en el compartimiento, por dentro de la tapa y por fuera del cuerpo del compartimiento. Ver plano V1-120521-1 vista trasera											
Soldar divisiones para baterías ver plano V1-120521-1 detalle E y figurar platina para asegurar baterías (Ver plano BAT2)											
Verificar que los portacandados estén soldados y alineados. Ver plano V1-120521-1 detalles C y D											
Soldar soporte para porta fusibles ver plano V1-120521-1 detalle A, conforme a las medidas de ubicación dadas en el plano "BAT 1", tener en cuenta que dicho soporte no vaya a obstruir los orificios para asegurar las rejillas de ventilación											
Al momento de soldar la tapa se debe nivelar con los empaques.											
Utilizar marcador de impacto grabando el número de serie en cada compartimiento para llevar trazabilidad.											
<b>COMPARTIMIENTOS UNIDAD DE POTENCIA HIDRÁULICA</b>											
Soldar las cajas por fuera teniendo en cuenta que la soldadura penetre en las uniones. Ver plano V1-120521-2 vistas 1 y 2											
Verificar soldaduras en vértices de la caja. Ver plano V1-120521-2 detalle E											
Revisar el correcto armado de la caja según plano "HIDRA 1"											
Instalar soportes para cilindros neumáticos para apertura de tapas, van ubicados a la parte izquierda con respecto a la parte frontal.											
Comprobar la correcta distribución de las tolerancias internas de la tapa con respecto al cuerpo del compartimiento.											
Verificar que estén correctamente soldadas las bisagras tipo piano en el compartimiento, por dentro de la tapa y por fuera del cuerpo del compartimiento. Ver plano V1-120521-2 vista trasera											
Verificar que esté correctamente soldada la zeta de división, aplicar soldadura en los puntos de unión de las esquinas superiores y cordones de soldadura en la base. Ver plano V1-120521-2 detalle D											
Verificar que los portacandados estén soldados y alineados. Ver plano V1-120521-2 detalles B y C											
Soldar soporte para control de mando de la bomba hidráulica ver plano V1-120521-2 detalle A, conforme a las medidas de ubicación dados en plano "HIDRA 1".											

CK-CJ-120521

Figura 7.1: Formato de inspección compartimientos-1.

[Autor].

INDICADORES	Cumple los requerimientos										Registros y comentarios	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO		
Al momento de soldar la tapa se debe nivelar con los empaques.												
Utilizar marcador de impacto grabando el número de serie en cada compartimiento para llevar trazabilidad.												

Figura 7.2: Formato de inspección compartimientos-2.  
[Autor].



Figura 7.3: Fisura en soldadura.  
[Autor].



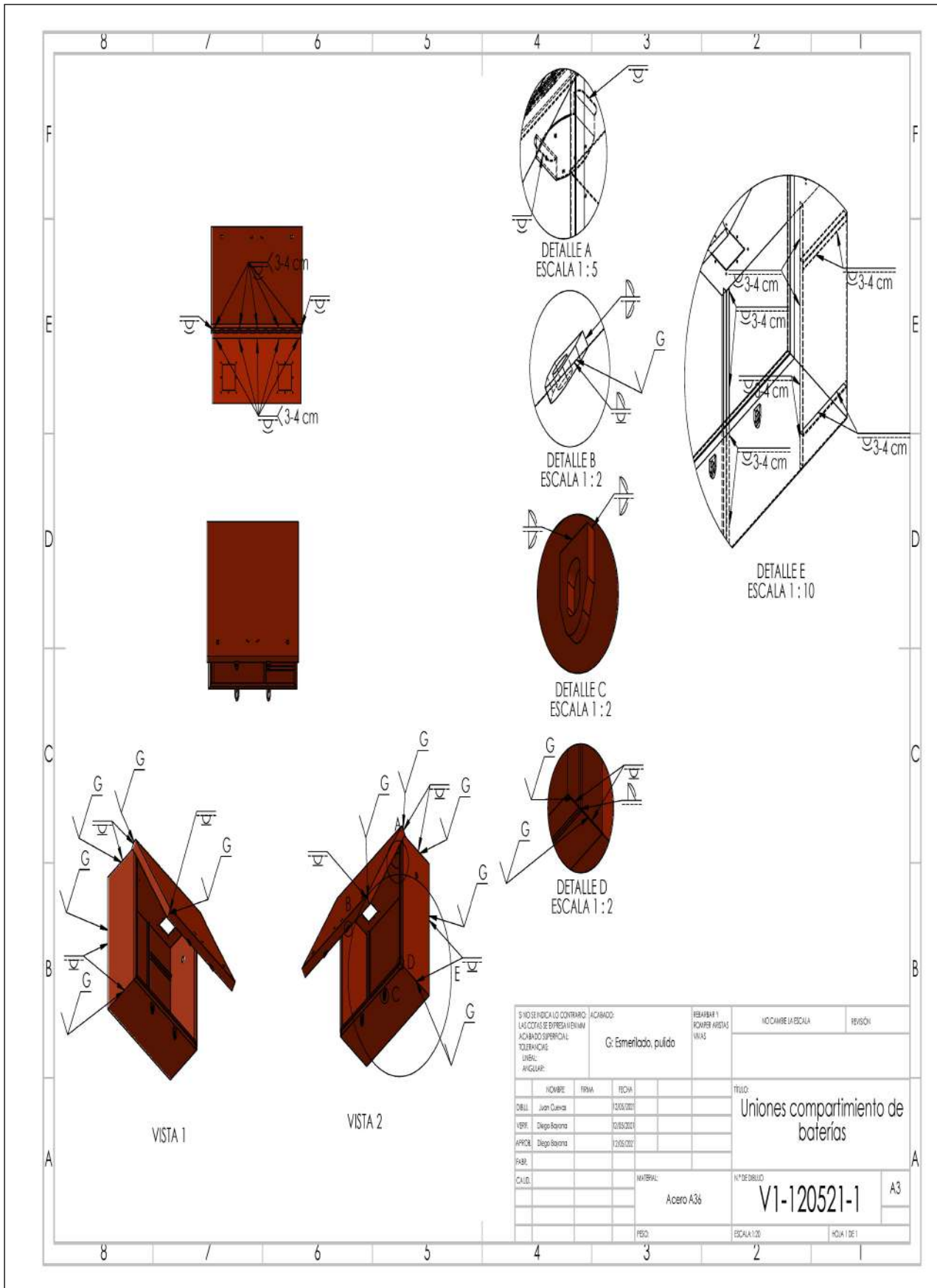


Figura 7.4: Uniones de compartimento de baterías.  
[Autor].

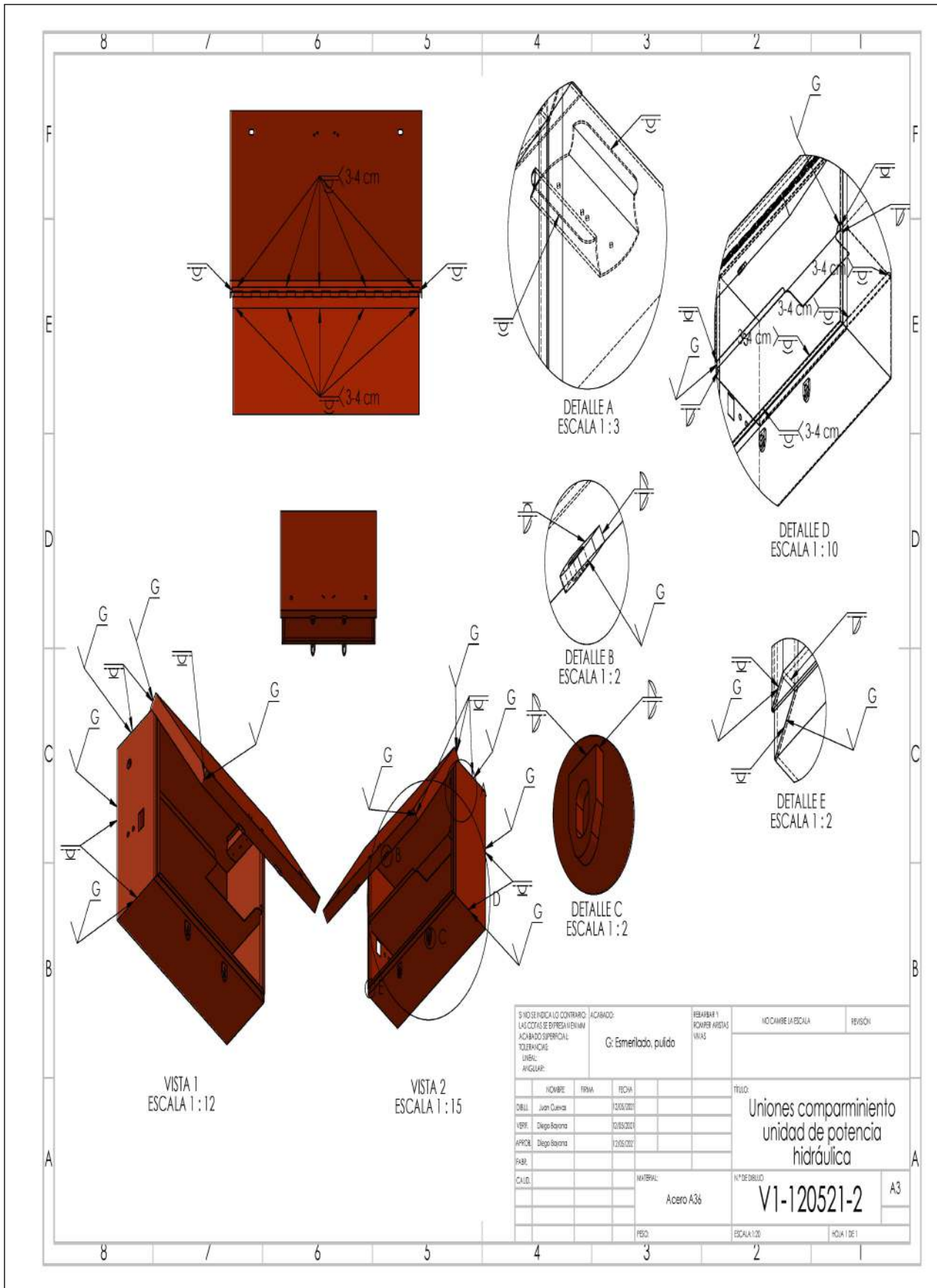


Figura 7.5: Uniones de compartimentos unidad de potencia hidráulica. [Autor].



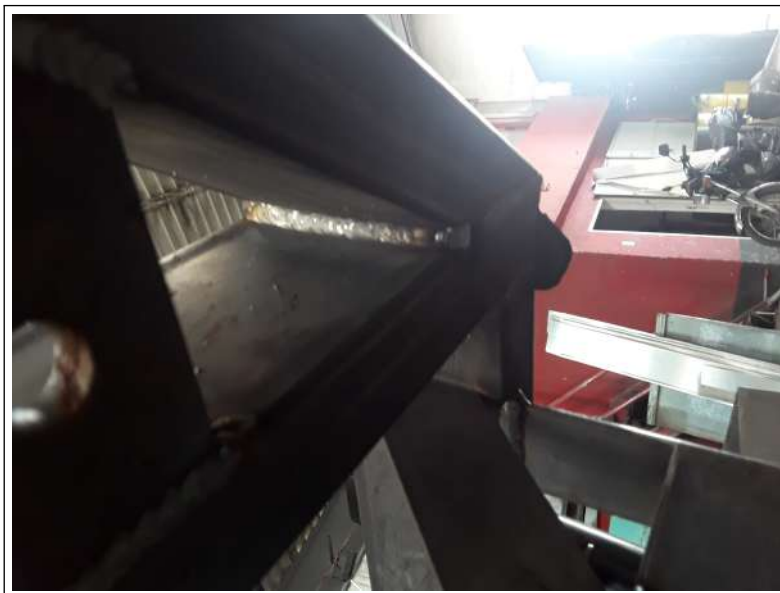
**Figura 7.6: Falta de penetración de soldadura.**  
[Autor].



**Figura 7.7: Solución aplicación de nueva soldadura.**  
[Autor].



**Figura 7.8: Discontinuidad en soldadura.**  
[Autor].



**Figura 7.9: Solución de discontinuidad de soldadura.**  
[Autor].

## **7.2. Distribución de planta**

Al finalizar el proceso de redistribución de planta del área metal-mecánica, mediante la técnica SLP, se procede a realizar los planos finales de la propuesta de distribución donde se evidencian la nueva distribución, las áreas que ocupan las distintas operaciones (ver figura 7.10) y los diagramas de recorrido nuevos como se evidencia en el apéndice D, para estos planos se realiza un análisis de las áreas a ocupar en los procesos y de la disposición del área física con que se cuenta.

Factores que se tuvieron en cuenta al momento de realizar los planos, estos factores no permitieron poder distribuir las distintas áreas de tal forma como se planteó con la metodología SLP, buscando las mejores alternativas en los procesos. Estos factores son:

### **7.2.1. Factor material**

Para este factor se evaluaron las especificaciones de los materiales empleados en los distintos procesos, la cantidad de material que se tenga que almacenar, la variedad de los materiales ya que se tienen distintos productos, tamaños de las áreas específicas para el almacenamiento de este material y la secuencia con las operaciones en las que se emplean.

### **7.2.2. Factor edificación**

Debido a la permanencia del área física (paredes, columnas y puertas), este genera un cambio en la distribución de planta, le da una rigidez al proceso ya que esta área física permanece sin ningún cambio, a la cual se tiene que acomodar la distribución, a diferencia de otras distribuciones donde el área física presenta modificaciones para acoplarse a la distribución.

### **7.2.3. Factor maquinaria**

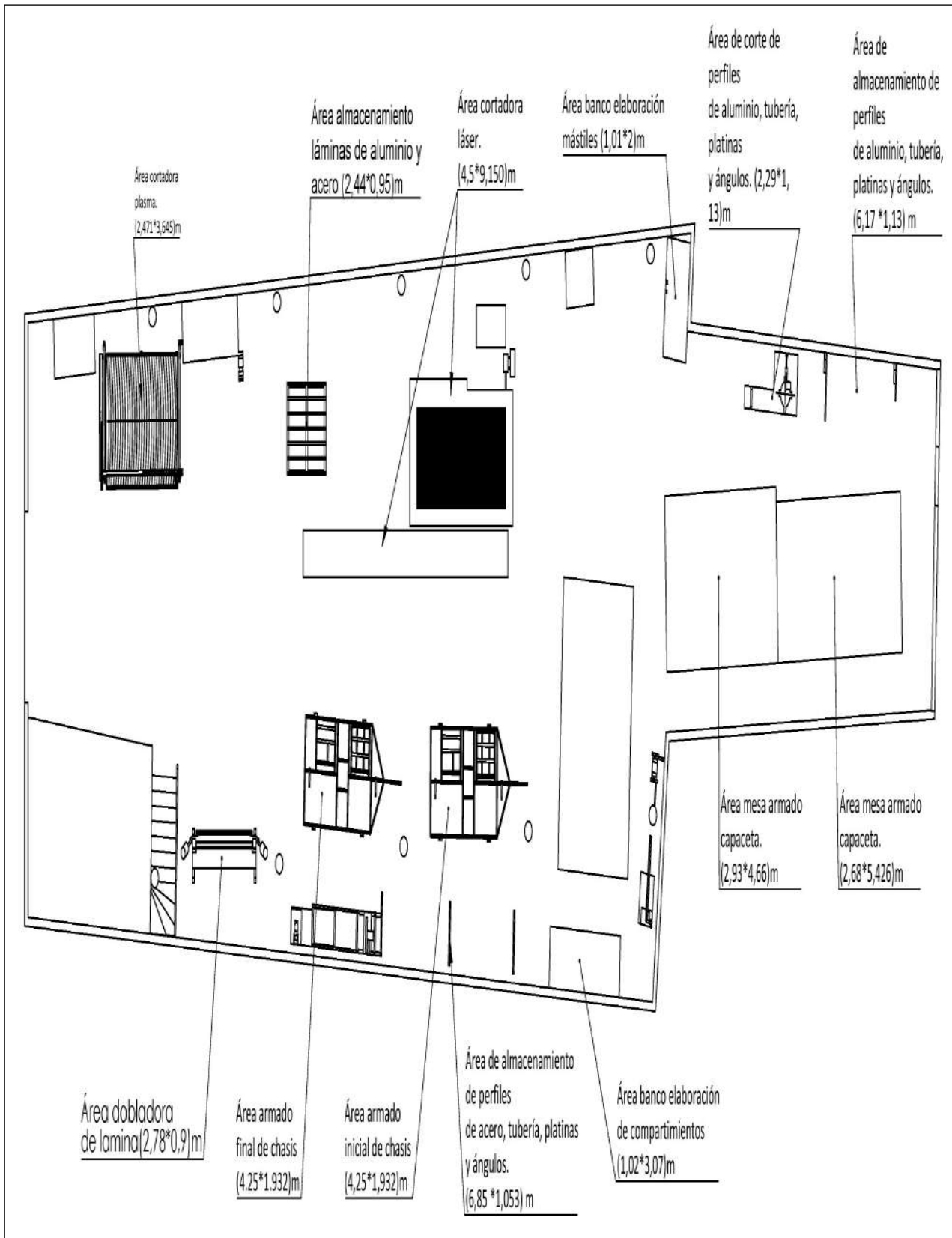
Esta distribución busca acoplar una máquina de corte láser a los procesos ya realizados, evaluando los puntos para la ubicación de esta máquina son muy pocos, ya que presenta gran tamaño y muy pocas posibles ubicaciones dentro del área física, aunque en el proceso de distribución no se tuvo en cuenta la máquina de corte plasma, está aún hace parte del área metal-mecánica, para prestar algunos otros servicios que ofrece la empresa o para apoyo a la máquina láser en algunos procesos de corte.

### **7.2.4. Factor movimiento**

No todos los productos presentan las mismas dimensiones y peso, lo que hace necesario tener algunas rutas amplias para el transporte de estos productos, sin perder continuidad en los procesos.

### **7.2.5. Factor humano**

Es necesario tener en cuenta la mejora de las condiciones de trabajo y seguridad, la distribución busca mejorar los movimientos de los operarios en los procesos productivos y no situar los operarios cerca de maquinaria que cuenten con partes móviles que puedan generar algún riesgo mientras están ejecutando las operaciones dentro de la empresa.



**Figura 7.10: Plano de áreas, propuesta redistribución de planta.**

[Autor].

## Capítulo 8

# Conclusiones y recomendaciones

### 8.1. Conclusiones

Con el diseño y desarrollo de los planos de soldadura, junto a los formatos de inspección de ensamble y soldadura, se logra mejorar los procesos de inspección de soldaduras de las diferentes partes que componen los PMVM, ya que se gracias a esto se genera un material de apoyo para el personal que realiza el proceso de inspección de calidad y trazabilidad de los equipos.

Los procesos de inspección de ensamble y soldadura, realizados cuidadosamente, cumplen con los requerimientos específicos para cada uno de los equipos, encontrando fallas en los procesos de soldadura, notificando dichos errores al personal encargado, realizando las respectivas correcciones, teniendo una mayor confiabilidad en el funcionamiento de los PMVM.

Con las inspecciones de soldadura efectuadas a lo largo del proceso de prácticas, en los equipos que componen los PMVM, se logró disminuir el reproceso entre las áreas metal-mecánica y pintura, llevando una continuidad en la línea de producción, viendo se una reducción de costos de operación del personal y materiales empleados en los reprocesos.

El método SLP (Planeación sistemática distribución de la planta) empleado para el desarrollo de distribución de planta, permitió conocer la relación de los procesos del área metal-mecánica y la importancia de la cercanía entre dichos procesos, para lograr esto en esta área se logra generar una propuesta de distribución de planta, que cumpliera con el objetivo de la integración de la máquina de corte láser con los procesos y espacios que cuenta actualmente el área metal-



mecánica.

Con la propuesta de distribución de planta se presenta un aumento de producción del área metal-mecánica y una disminución de costos de operaciones de traslado del material entre las distintas áreas de procesos.

Por otro lado, con esta propuesta de redistribución de planta que se propone, se consideran metodologías y principios de distribución de planta, flujo de materiales, distancia mínima recorrida y circulación, se evidenció la distribución de equipos y de áreas importantes, así mismo se valoran alternativas de diseño para una mayor eficiencia en la aplicación de la propuesta, ya que muchas empresas no emplean metodologías o herramientas para llevar a cabo una distribución de planta.

Con el desarrollo del manual de prueba de componentes eléctricos y electrónicos, aplicando con rigurosidad en cada uno de los componentes que se emplean, se obtendrán mejores resultados en cuanto a los procesos de verificación de lo PMVM en el área de electrónica ya que impactarán positivamente con los productos entregados a los clientes de la empresa.

El manual de prueba de componentes eléctricos y electrónicos, ayuda y brinda información pertinente acerca del funcionamiento de los componentes utilizados en los PMVM, este material sirve de guía para el personal de la empresa y de enseñanza para personal nuevo que ingresen en un futuro a la empresa.

Con el control de trazabilidad de equipos, registros y control fotográfico de componentes electrónicos y eléctricos empleados en los distintos PMVM, mejora los procesos de mantenimientos realizados por parte del personal de la empresa, ya que a medida que transcurre el tiempo se realizan mejoras o cambios en los componentes empleados, esto en busca de tener mayor fiabilidad en el funcionamiento prolongado de los equipos.

A partir de las fallas encontradas en los procesos de inspección de funcionamiento y de montaje de los componentes eléctricos y electrónicos de los PMVM, se pueden encontrar algunos factores que producen estas fallas, con la mejora continua de estos factores se reduce significativamente, las probabilidades de fallas en los componentes de los PMVM.

## **8.2. Recomendaciones**

Durante los procesos de ensamble y soldadura, realizar inspecciones constantes, para poder encontrar errores de ensamble y estos puedan ser corregidos antes de terminar los procesos de soldadura, esto evita gasto material y ahorra tiempo en el proceso.

Poder implementar en los procesos de inspección el uso de las tintas penetrantes, para dar mejoría al proceso de inspección y poder detectar con mayor facilidad las fallas que se tienen en las soldaduras.

Adaptar otras áreas de la empresa para algunos procesos de soldadura, teniendo en cuenta que la empresa ofrece otros productos para soluciones viales a sus clientes, y mejorar los espacios y áreas de trabajo en soldadura. Elaborar bancos de pruebas para los componentes eléctricos y electrónicos, los cuales cuenten con varias fuentes de voltaje, con los voltajes requeridos en los procesos de pruebas de los componentes, incluir también elementos de mediciones en los bancos de prueba, tener buen sistema de cableado en los bancos, para hacer cómodo el proceso para el personal que se encuentra realizando dicho proceso.

Elaborar un banco de funcionamiento del sistema, que cuente con todos los componentes eléctricos y electrónicos empleados en los PMVM, esto con el fin de dar seguridad al funcionamiento prolongado de los componentes y tarjetas electrónicas empleadas en los PMVM, teniendo en cuenta que en algunos casos los componentes electrónicos no son puestos en funcionamiento por periodos largos de prueba, esto ayudaría a dar cumplimiento en el proceso de inspección de los sistemas eléctricos y electrónicos.

---

## Referencias

- [1] FERNANDO GÓMEZ CRUZ. *REVISIÓN SISTEMÁTICA DE SISTEMAS INTELIGENTES DE TRANSPORTE (ITS) A TRAVÉS DE INTERNET DE LAS COSAS (IOT) PARA PROBLEMAS DE TRANSPORTE TERRESTRE DE PASAJEROS*. Tesis, UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA, 2018.
- [2] ROCH ELECTRONICS. Roch electronics. url <https://www.rochelectronics.com/>. Accedido en 2021.
- [3] ROCH ELECTRONICS. Catálogo de paneles de mensaje variable. Documentos internos de la empresa.
- [4] ROCH ELECTRONICS. Manual pmv-m 104x64. Documentos internos de la empresa.
- [5] EQUIPO ESS. Procesos de soldadura y sus efectos estructurales. url <https://www.esss.co/es/blog/procesos-de-soldadura-y-sus-efectos-estructurales/>, 2016. Accedido en 2021.
- [6] WEST ARCO. Proceso de soldadura tig, proceso de soldadura mig y proceso de soldadura smaw. url <https://www.westarco.com/westarco/sp/education/blog/proceso-de-soldadura-tig.cfm> <https://www.westarco.com/westarco/sp/education/blog/proceso-de-soldadura-migmag.cfm> <https://www.westarco.com/westarco/sp/education/blog/proceso-de-soldadura-arco-manual-con-electrodo-revestido.cfm>. Accedido en 2021.
- [7] DE MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS. Soldadura tig, soldadura mig y soldadura smaw. url <https://www.demaquinasyherramientas.com/soldadura/soldadura-tig> <https://www.demaquinasyherramientas.com/soldadura/soldadura-mig> <https://www.demaquinasyherramientas.com/soldadura/soldadura-por-arco>, 2014. Accedido en 2021.

- [8] Mtro. FELIPE DÍAZ DEL CASTILLO RODRIGUEZ. *UNIONES SOLDADAS Y SU SIMBOLOGÍA SEGÚN AWS*. Laboratorio, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO, 2018.
- [9] AMERICAN WELDING SOCIETY. Aws a2.4 símbolos estándares para soldadura, soldadura fuerte y examinación no destructiva. pages 1–25, 2012. Accedido en 2021.
- [10] DE MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS. Inspección de soldadura. url <https://www.demaquinasyherramientas.com/soldadura/inspeccion-soldadura>. Accedido en 2021.
- [11] Jose Carlos Robles. Inspección visual de soldadura. url <https://josecarlosrobles.wordpress.com/2012/07/14/inspeccion-visual-en-soldadura-imperfeciones-mas-usuales/>, 2012. Accedido en 2021.
- [12] DIANA XIMENA BECERRA MELO. *PROPUESTA DE REDISTRIBUCIÓN DE PLANTA PARA LA EMPRESA INDUSTRIAS ALIMENTICIAS TRIGO Y MIEL LTDA*. Tesis, UNIVERSIDAD LA SALLE, 2006.
- [13] CARLOS BELLO PÉREZ. Manual de producción aplicado a las pyme. pages 37–66, 2006. Accedido en 2021.
- [14] G-WEIKE. lf3015lnr cortadora de tubos y placas por láser. url <https://gweikecnc.com/fibralaser/374.html>. Accedido en 2021.
- [15] MANUAL RM-6 LCD. User manual, rm-6 lcd display unit. Accedido en 2021.
- [16] Manual regulador de carga MPPT. Manual regulador de carga mppt. Accedido en 2021.

# **Apéndice A**

## **Formatos de inspección**



	LISTA DE CHEQUEO ETAPA DE FABRICACIÓN CAPACETA										SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD										
Fecha:	Serial:	Serial:	Serial:	Serial:	Serial:	Serial:	Serial:	Serial:	Serial:	Serial:	ETAPA INICIAL DE FABRICACIÓN										
Procedimiento realizado por:																					
Aprobado por:																					
INDICADORES	Cumple los requerimientos										Registros y comentarios										
	IS	ON	IS	ON	IS	ON	IS	ON	IS	ON											
CAPACETA																					
Antes de remachar las láminas "frente para instalar matrices" se debe aplicar Sicaflex para impermeabilizar la unión.																					
Verificar distancia de 1695mm del ángulo para sujeción a mástil ver planos CAP2 y V1-110521-2 detalle H (380 mm desde la parte superior interna hasta el centro de los ángulos).																					
Dp. Perforar ángulos superiores de sujeción para mástil (2 perforaciones de Ø 9/16").																					
Soldar platinas superiores de capaceta ubicadas en 5 secciones. Ver plano V1-110521-2 detalle A																					
Soldar ángulos en la parte inferior a los lados del orificio de ingreso para mástil ver plano V1-110521-2 detalle I, DP perforar dichos ángulos (Ø 9/16") de tal forma que estén alineados con los dos orificios para los tornillos.																					
Revisar soldaduras internas en tubería armadura ver plano V1-110521-2 detalles de uniones D E F y G.																					
Verificar soldaduras entre tubería armadura y lámina de cubierta de capaceta.																					
*Revisar correcta aplicación de soldaduras en los sectores exteriores (1A,2A,3A, ...) de la capaceta, deben estar TODOS los cordones de soldadura aplicados y Dp aplicar Sicaflex por la parte interna de las soldaduras. Ver plano V1-110521-3																					
*Revisar correcta aplicación de soldaduras en los puntos exteriores (1B,2B,3B, ...) en capaceta, deben estar TODOS los cordones de soldadura aplicados y Dp aplicar Sicaflex por la parte interna de las soldaduras. Ver plano V1-110521-4																					
Verificar soldaduras en los canales de drenaje en la parte posterior de capaceta donde se ubican las puertas.																					
Correcta instalación de tubos diagonales en los vértices de la estructura (4 und). Ver plano V1-110521-2 detalle C																					
Correcta instalación de los tubos diagonales en el centro superior (2 Und). Ver plano V1-110521-2 detalle B																					
Verificar orificios para bisagras de puertas en correcta ubicación ver plano CAP3.																					
Corregir ubicación de orificios para bisagras puertas, tapar y pulir orificios si hay error.																					
En puertas soldar guías poliamidas para varillas de chapas tipo bombín. Y verificar que las puertas tengan soldadura en sus vértices.																					
Dp Hacer perforaciones para sujeción estructura para paneles solares.																					
Revisar correcta instalación de las láminas "frente para instalar matrices", respetar las medidas entre orificios y verificar que la superficie se encuentre aplanada.																					
Revisar alineación de orificios en los frentes donde se instalan las matrices LED																					
Taladrar orificios de frente donde se fijan las matrices para rectificar diámetros.																					
Dp Aplicar Sicaflex entre uniones de láminas "frente para instalar matrices"																					
Dp Instalar cinta para impermeabilizar uniones entre láminas de aluminio.																					
Dp Aplicar Sicaflex en el borde interno del contorno del marco en la unión entre las tres láminas "frente para instalar matrices" y el cuerpo de la capaceta.																					
Dp Aplicar Sicaflex en las uniones del canal de drenaje posterior donde se ubican las puertas. 4B-6B-7B-9B-10B-12B-14B-16B-17B-19B-20B-22B ver plano V1-110521-4																					

Figura A.1: Lista de chequeo etapa de fabricación capaceta, parte 1.

INDICADORES	Cumple los requerimientos										Registros y comentarios
	IS	ON	IS	ON	IS	ON	IS	ON	IS	ON	
CAPACETA											
Pulir los residuos de soldadura y rebabas en la parte frontal donde van las matrices											
Utilizar marcador de impacto grabando el número de serie en cada capaceta para llevar trazabilidad.											
Verificar que la lámina donde van las matrices(frente) no presente ondulaciones.											
Revisar en el cuerpo del gabinete en las uniones del centro con respecto a la horizontal Esten niveladas											
Dp Realizar orificio si no lo hay en la parte superior para prensa estopa de cableado para paneles solares.											
Verificar soldadura en la tubería que estructura por la parte posterior la lámina donde van las matices ver plano <b>V1-110521-1</b>											
Verificar distancia entre perforaciones de sujeción de matrices en uniones de láminas 49.5-50 mm entre centros.											
Verificar distancia entre huecos para bisagra (centro) a parte interna del marco 862mm tolerancia ± 5mm.											

CK-CAP-120521

Figura A.2: Lista de chequeo etapa de fabricación capaceta, parte 2.

	LISTA DE CHEQUEO ETAPA DE FABRICACIÓN CHASIS					SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
	Serial:	Serial:	Serial:	Serial:	Serial:	ETAPA INICIAL DE FABRICACIÓN
Fecha:						
Procedimiento realizado por:						
Aprobado por:						
INDICADORES	Cumple los requerimientos					Registros y comentarios
	IS	ON	IS	ON	IS	
<b>CHASIS</b>						
Verificar soldaduras entre uniones de tubos de 40 x 100 mm (21 uniones) ver planos <b>V1-240321-1</b> y <b>V1-240321-2 detalles de uniones A B C y D</b>						
Utilizar marcador de impacto grabando el número de serie en cada chasis para llevar trazabilidad.						
Soldar Jack de estabilización al chasis (cantidad 4), revisar su correcta ubicación y funcionamiento. Ver plano <b>V1-260321-1 detalle A</b>						
Soldar rueda timonera en la punta del chasis (Hacia el lado de los compartimientos) Ver plano <b>V1-260321-1 detalle C</b>						
Revisar que el eje del chasis no golpee con el mástil, dejarlo hacia la parte posterior Ubicar correctamente la cubierta del chasis (cantidad 2). Ver plano <b>V1-260321-2 vista inferior</b>						
Soldar soportes para pantalla en reposo, verificando que las medidas están correctas. Ver plano <b>V1-260321-1 detalle F</b>						
Revisar que se hayan realizado los orificios para cableado y tubería entre compartimientos.						
Soldar alerones soporte para guardabarros con sus cartelas, centrado con la llanta, ver plano <b>V1-260321-1 vista superior y vista lateral</b> teniendo en cuenta la distancia entre la parte posterior del chasis y el inicio del alerón sea de 1175 mm (ver diagrama FCH1). Verificar que no queden espacios entre el alerón y el chasis.						
Verificar que los soportes para la suspensión esta soldada al derecho. Ver planos <b>V1-260321-1 detalle D y V1-260321-2 detalle D.</b>						
Soldar ángulos y platinas para soportes de cajas, verificar medidas internas, el soporte para baterías debe quedar hacia adelante y reforzado con ángulos transversales. Pulir en la cara que se fijan las cajas y no pulir soldaduras por debajo. Ver planos <b>V1-240321-1, V1-240321-2 y V1-260321-1 detalles de uniones H e I</b>						
Soldar guías "fijador" para remaches Würth M5 (8 Unidades) para fijación de láminas para tapar terminales de tubos, ver diagrama "FCH 1" Ver plano <b>V1-260321-1 detalle B</b>						
Ubicar correctamente las láminas que tapan las terminales de los tubos (cantidad 4) dos para direccionales adelante y dos para parte posterior.						
Verificar soldaduras de los 4 soportes para anclaje de mástil, despuntado a contraposición de la ubicación de las cajas. Ver plano <b>V1-260321-1 detalle E</b>						
Instalar tie down en la punta del chasis y soldar gancho tipo delta.						
Soldar platinas para argollas en los cuatro "extremos" por debajo a ras con el tubo. Ver plano <b>V1-260321-2 detalles B y C</b>						
Soldar ángulo de refuerzo tapa de 1 1/2" cal 1/8" por 10 cm (2 Unidades) ver plano <b>V1-260321-2 detalle A</b>						
Reforzar soporte que sujeta la rueda en la timonera						
Soldar suplementos para ajuste de tie down ver plano <b>V1-260321-1 detalle G</b>						
Verificación paso de tubo porta cables entre compartimientos						
Verificar que la bomba del tie down no esté tocando el tubo al momento de instalar						

Nota: ver plano **V1-250321-1** partes tráiler PMVM

Figura A.3: Lista de chequeo etapa de fabricación chasis, parte 1.




INDICADORES	Cumple los requerimientos										Registros y comentarios
	IS	ON	IS	ON	IS	ON	IS	ON	IS	ON	
<b>EJE</b>											
Engrasar rodamientos de rodillos cónico antes de instalar.											
Instalar el rodamiento de rodillo cónico interno y posteriormente instalar retenedor aplicando silicona.											
Engrasar cavidad interna de la campana.											
Revisar que no tengan fugas en los guardapolvos del cilindro de freno.											
Instalar campana.											
Instala rodamiento de rodillo cónico externo.											
Instalar tuerca almenada dando el adecuado ajuste para que el sistema no quede con juego.											
Pinar tuerca almenada.											
Instalar tapa grasera.											

CK-CHS-120521

Nota: ver plano V1-250321-1 partes tráiler PMVM

Figura A.4: Lista de chequeo etapa de fabricación chasis, parte 2.

	LISTA DE CHEQUEO ETAPA DE FABRICACIÓN MÁSTIL					SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD	
Fecha:	Serial:	Serial:	Serial:	Serial:	Serial:	ETAPA INICIAL DE FABRICACIÓN	
Procedimiento realizado por:							
Aprobado por:							
INDICADORES	Cumple los requerimientos					Registros y comentarios	
MÁSTIL	IS	ON	IS	ON	IS		
Revisar guías inferiores de atornillar para fijar teflón en la base del tubo externo. Ver plano V1-290321-2 detalle C							
Realizar tapa escotilla en tubo exterior.							
Revisar soldaduras en cartelas inferiores y superiores del mástil del tubo interno. Ver plano V1-290321-1 detalles C y D							
DP. Verificar anillo de teflón remachado en tubo interno. Ver plano MS1V5							
Soldar soportes inferiores en tubo exterior para asegurar capaceta. Ver plano V1-290321-2 detalle C							
Realizar orificio para purga, verificar que se encuentre en la parte más corta en el tubo interior.							
Utilizar marcador de impacto grabando el número de serie en cada mástil para llevar trazabilidad.							
Verificar que el tubo interno del mástil este a escuadra con respecto a su base.							
Verificar soldaduras en base y tubo interno por arriba y por debajo de la base. Ver plano V1-290321-1 detalles A y B							
Verificar soldaduras soporte de anclaje para el cilindro hidráulico en el tubo interno. Ver plano V1-290321-1 detalle E							
Verificar que no existan pandeos en la base.							

CK-MS-120521

Figura A.5: Lista de chequeo etapa de fabricación mástil.

# **Apéndice B**

## **Planos de soldadura**

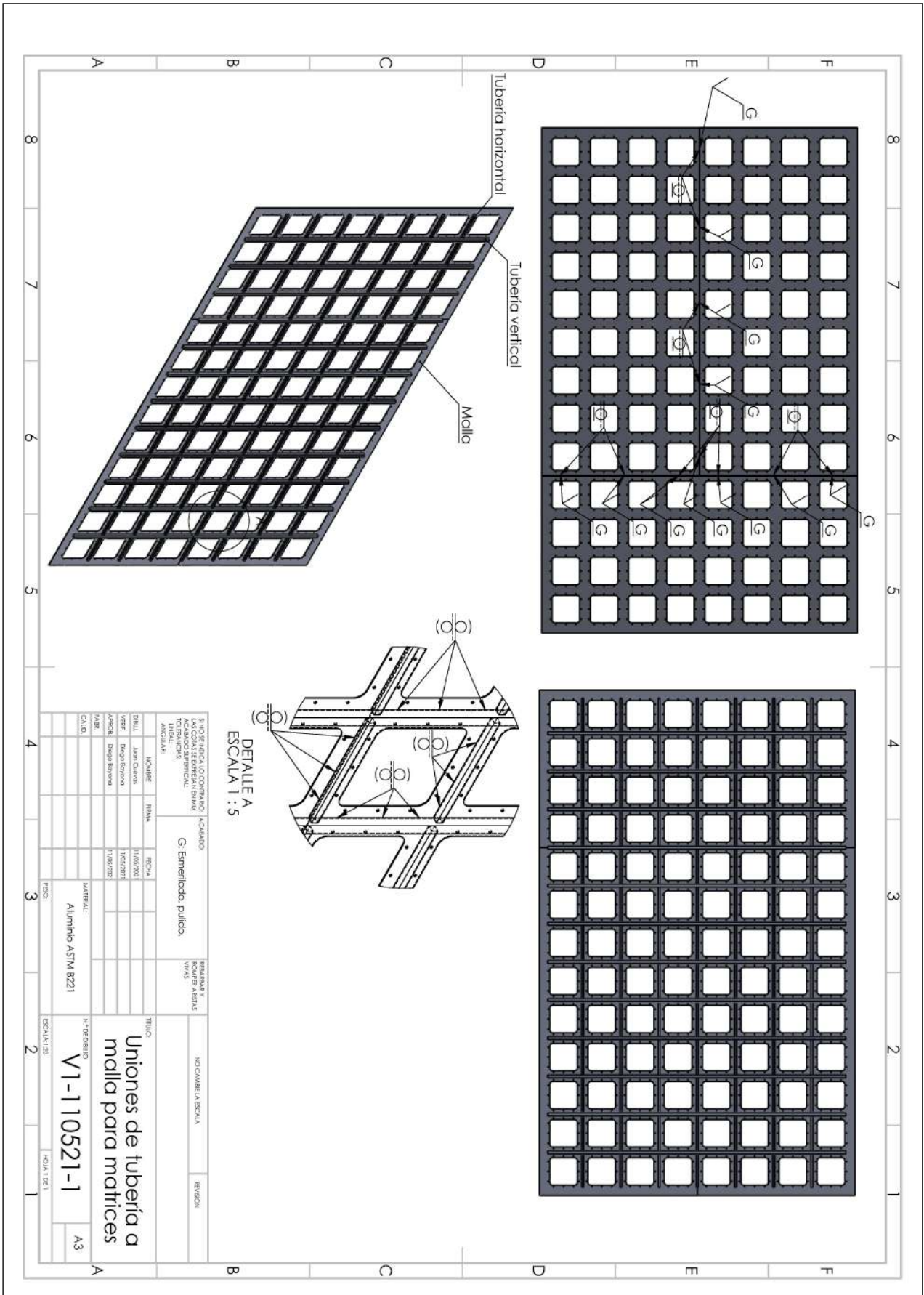


Figura B.1: Uniones de tubería a malla.

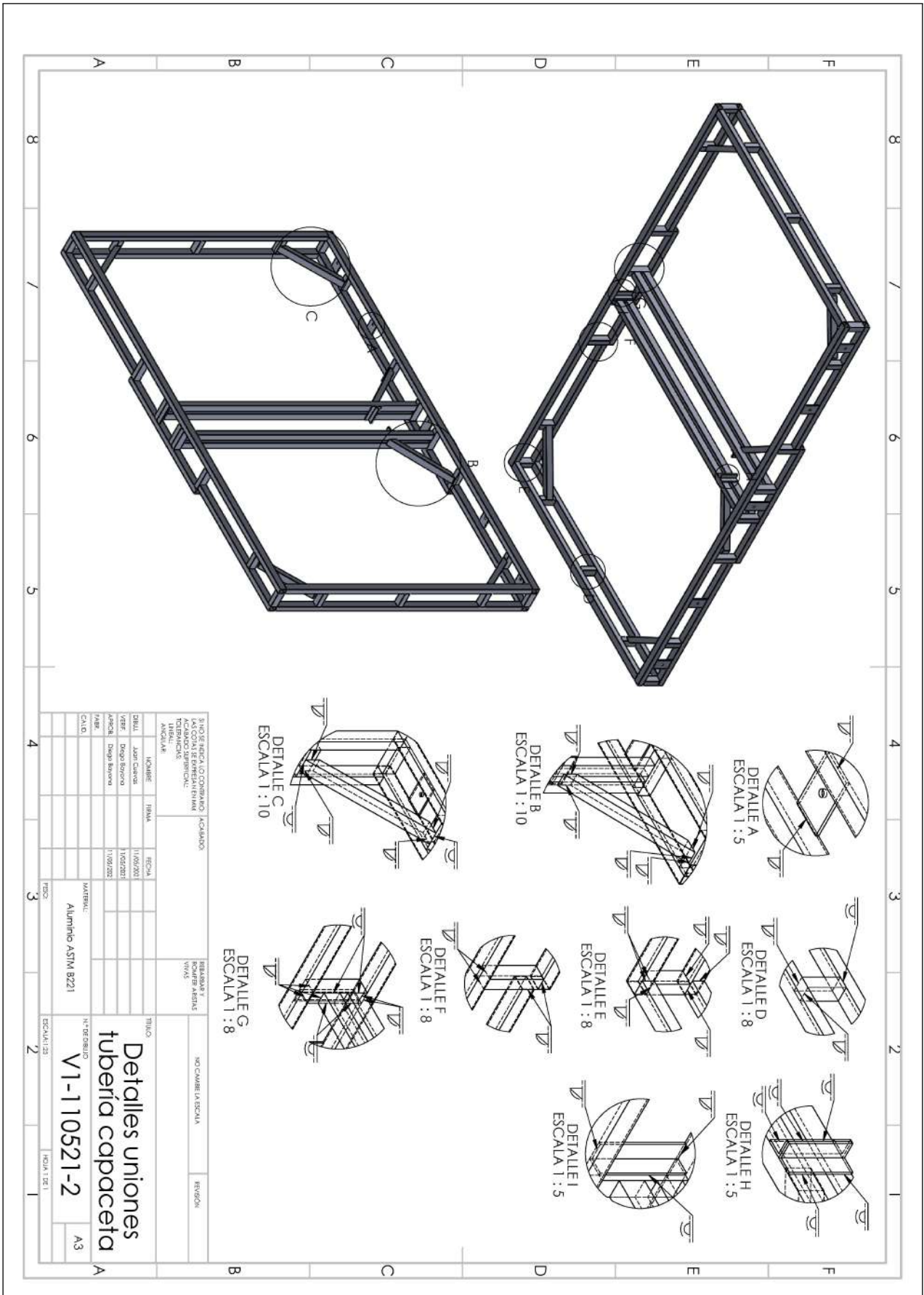


Figura B.2: Detalles uniones tubería capaceta.



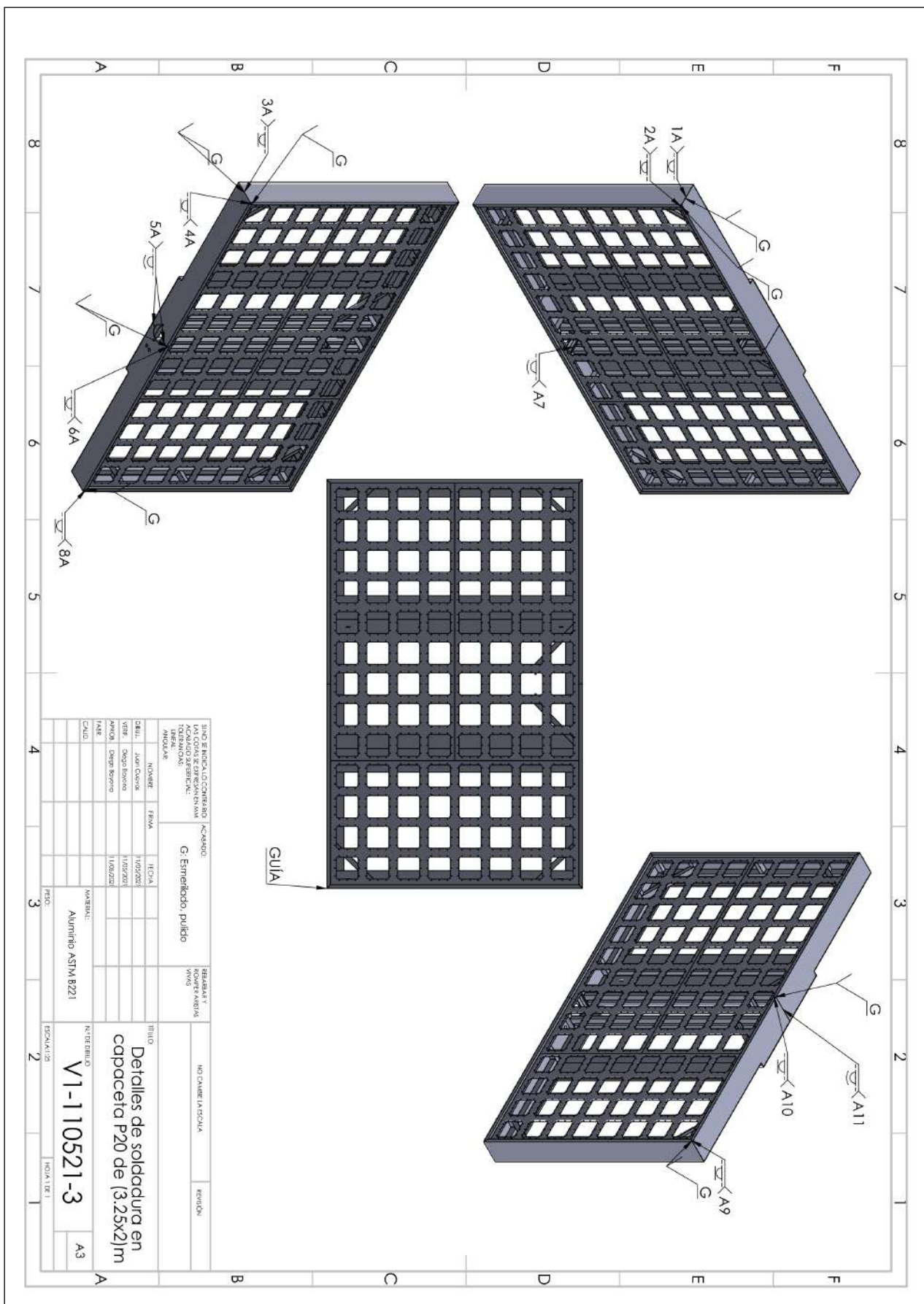


Figura B.3: Detalles de soldadura en capaceta P20 uniones A.

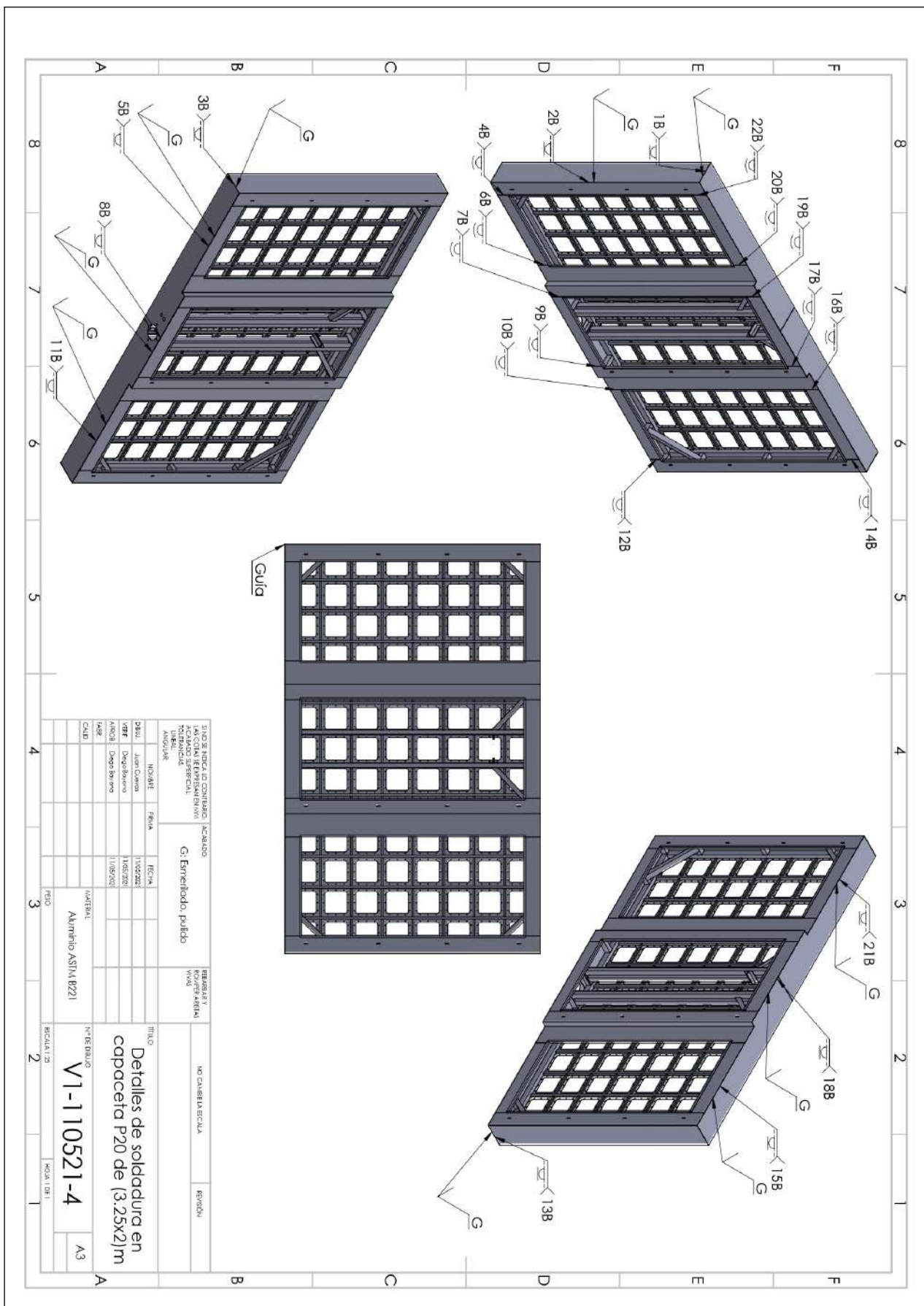


Figura B.4: Detalles de soldadura en capaceta P20 uniones B.





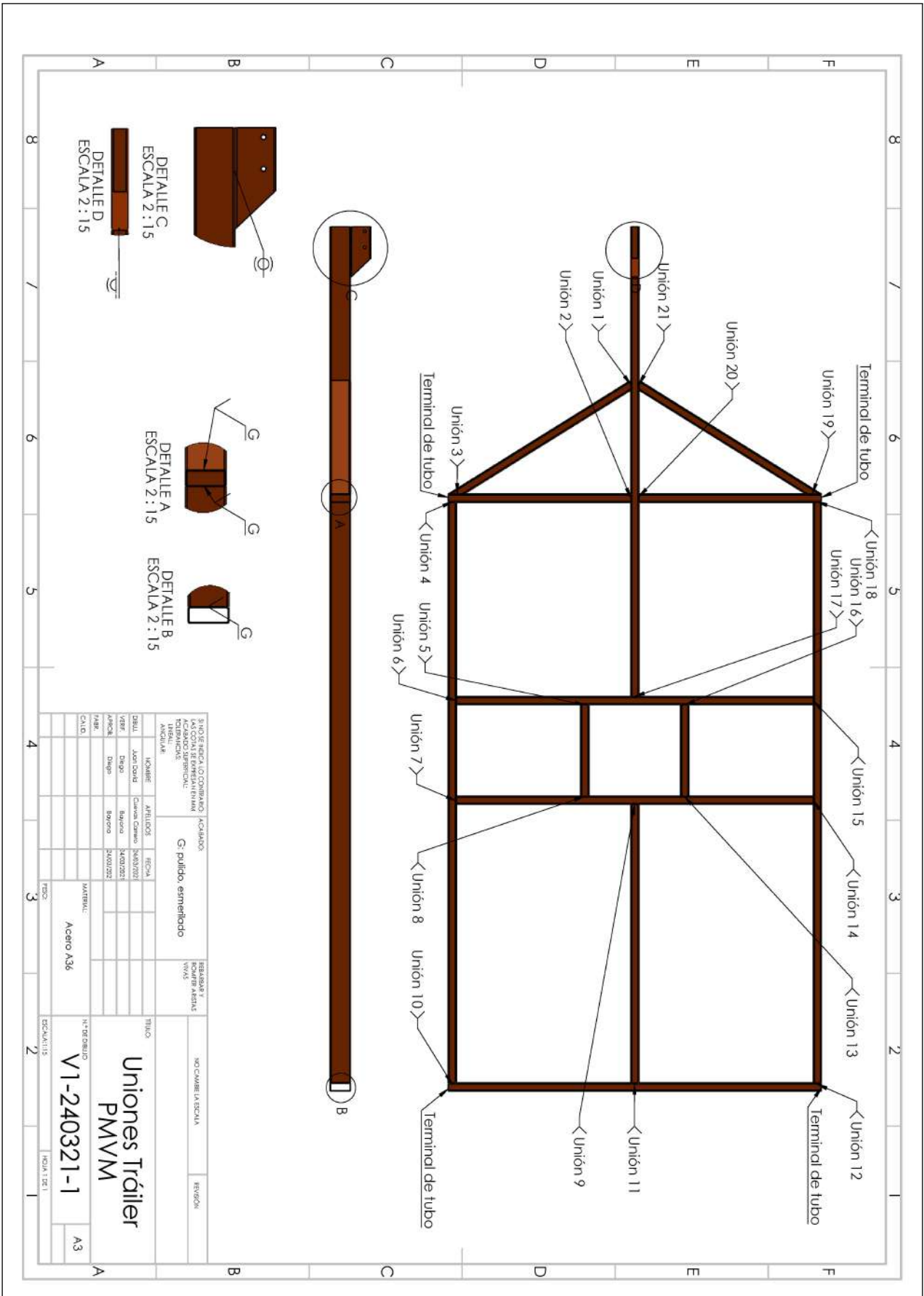


Figura B.6: Uniones Tráiler PMVM.

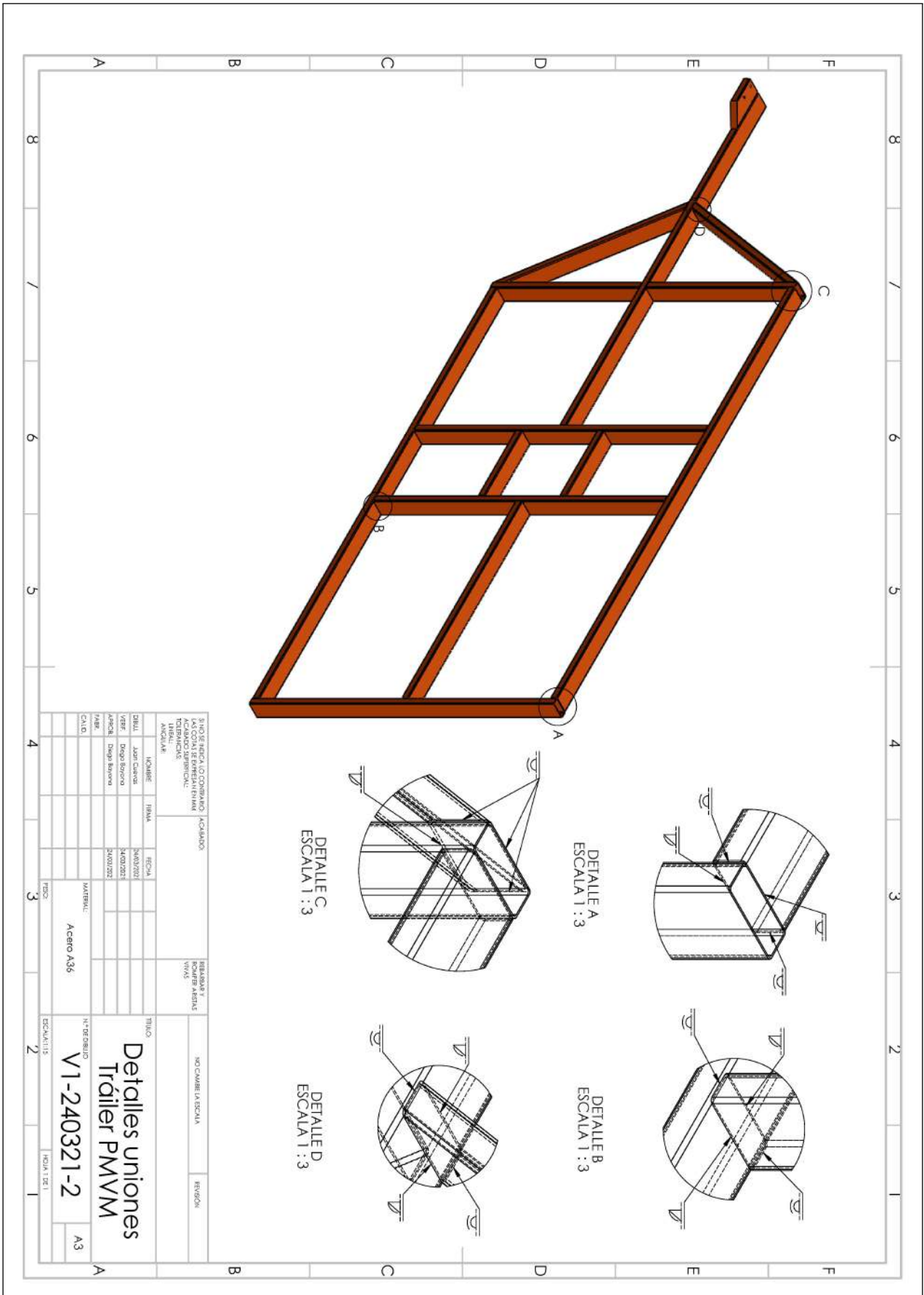


Figura B.7: Detalles uniones Tráiler PMVM.

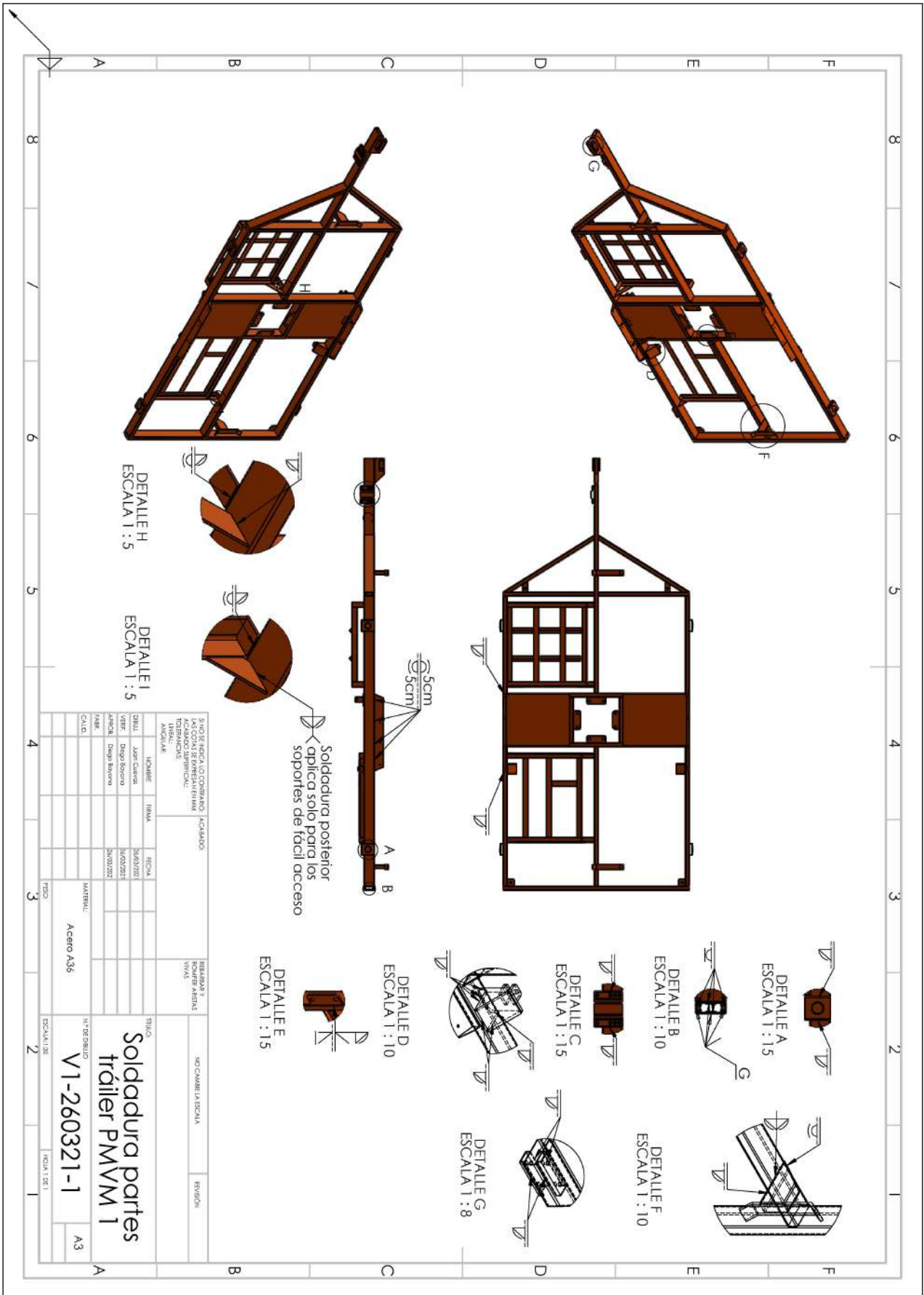


Figura B.8: Soldadura partes tráiler PMVM 1.

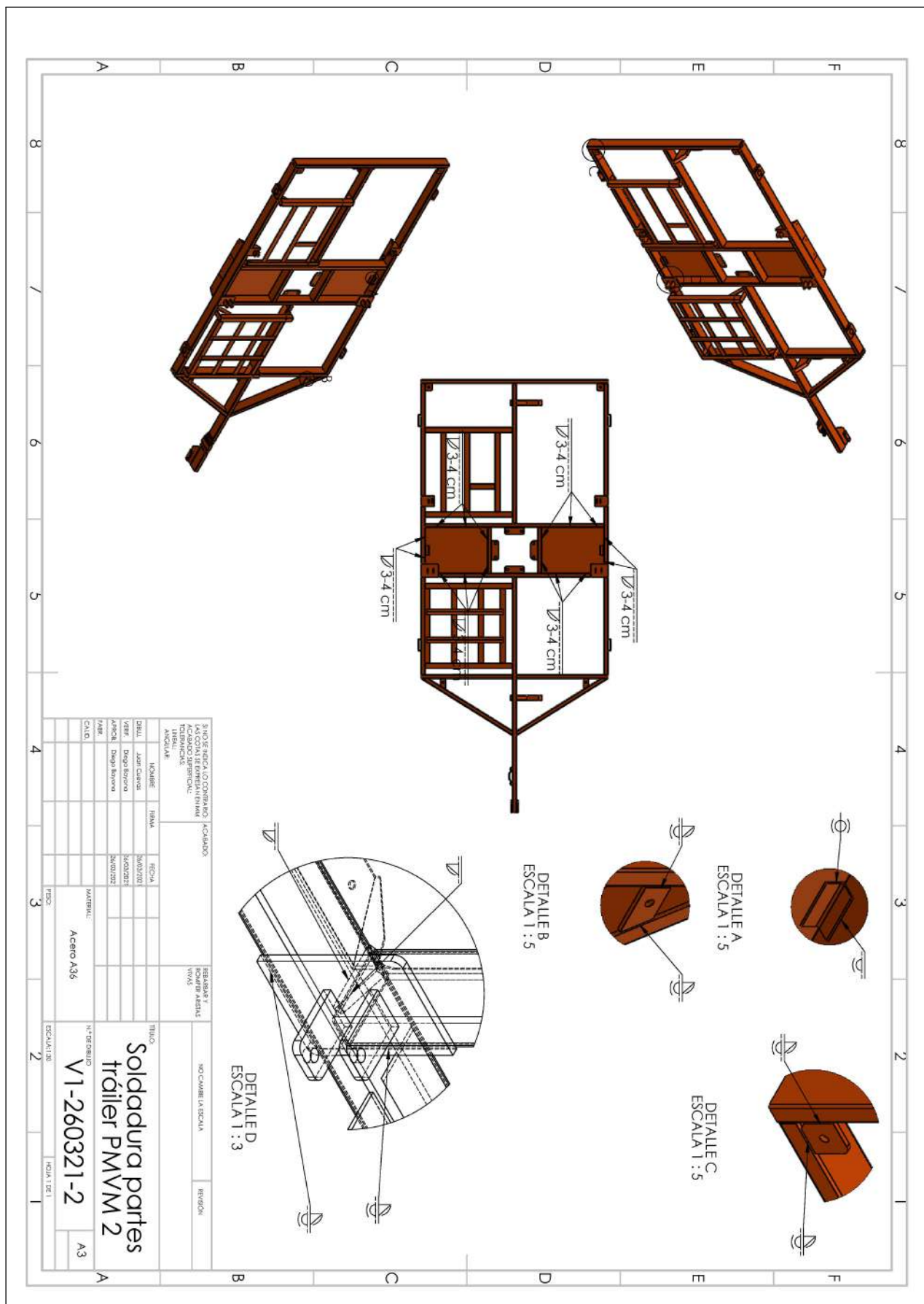


Figura B.9: Soldadura partes tráiler PMVM 2.

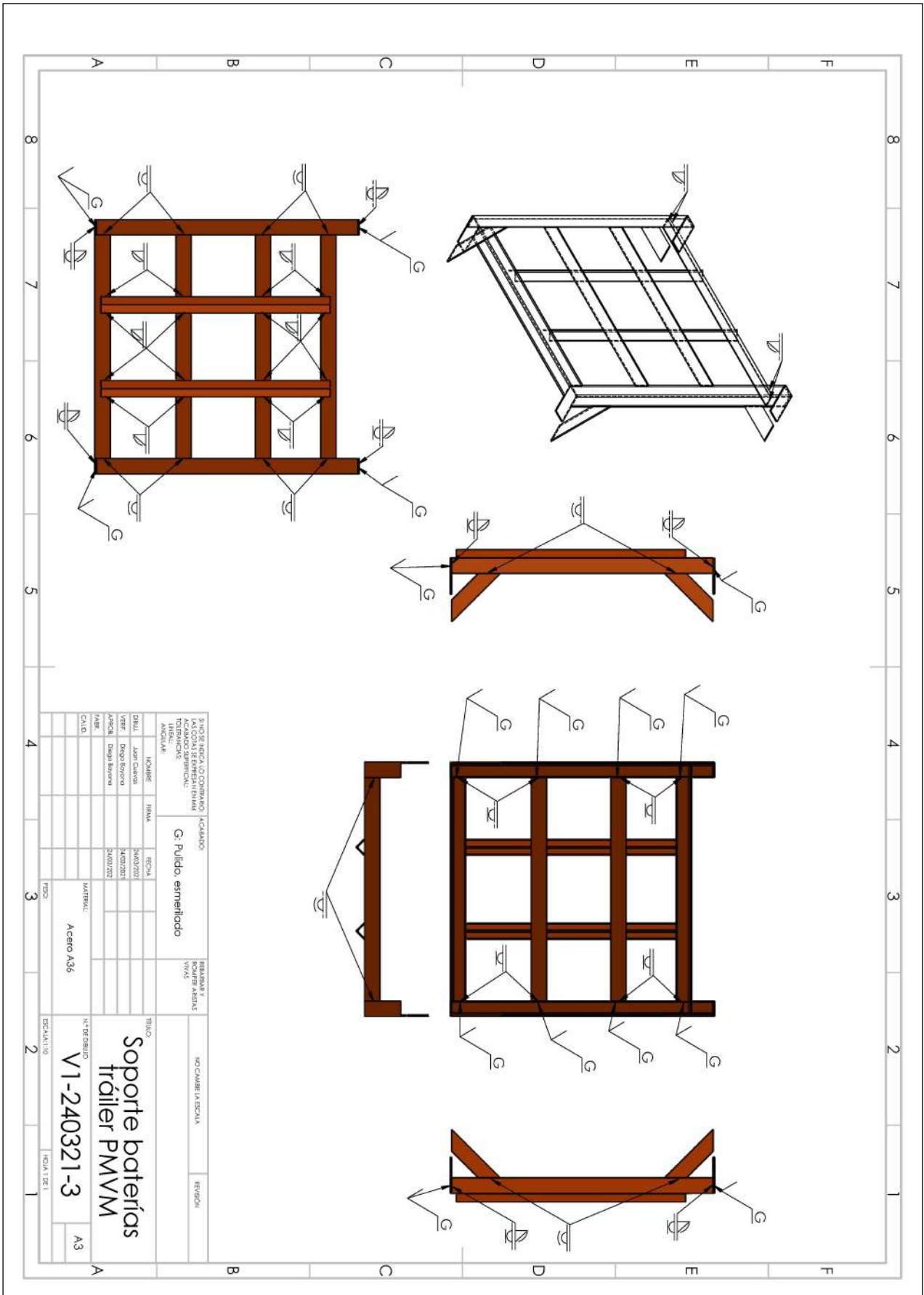


Figura B.10: Soporte baterías tráiler PMVM.



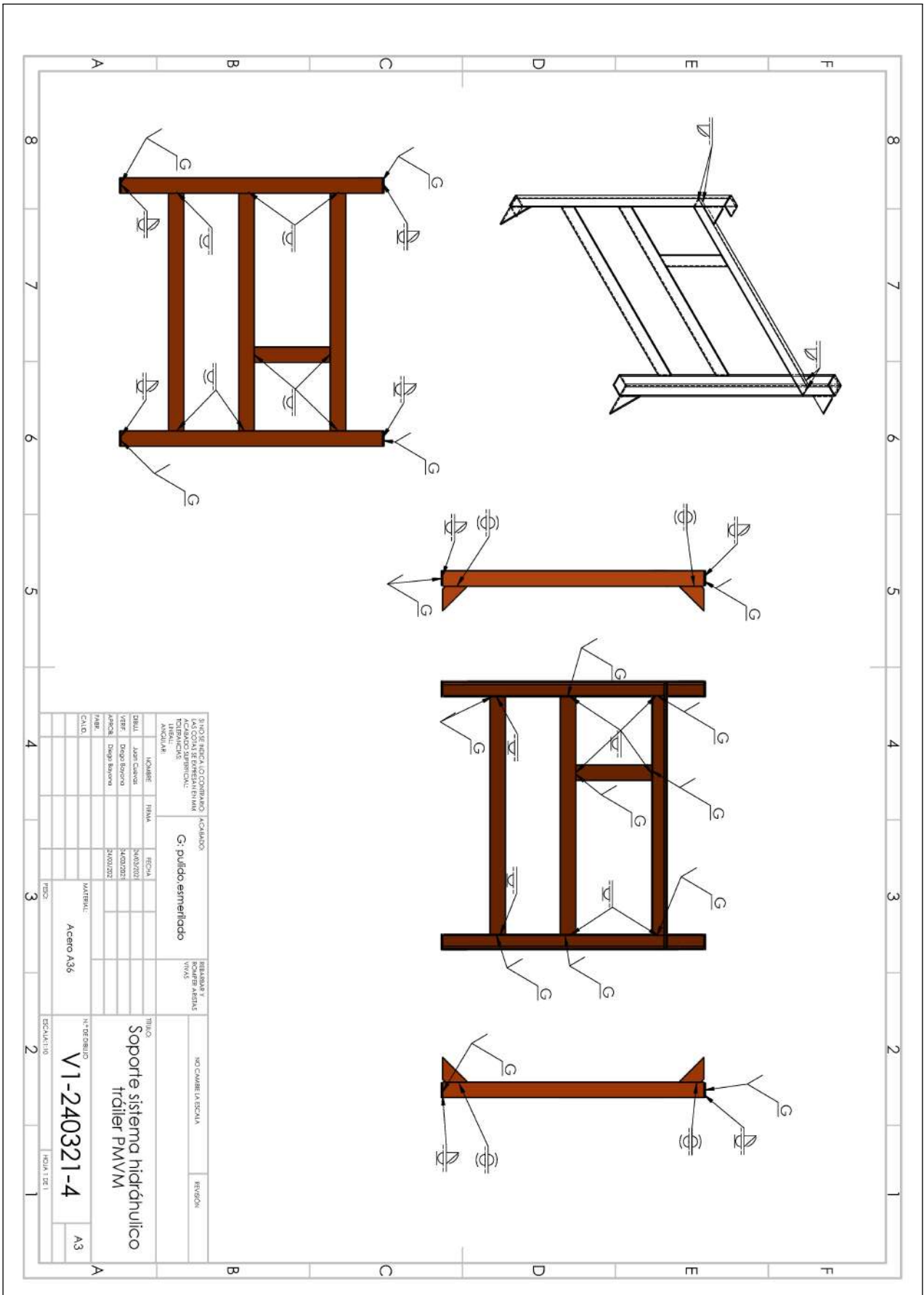


Figura B.11: Soporte sistema hidráulico tráiler PMVM.

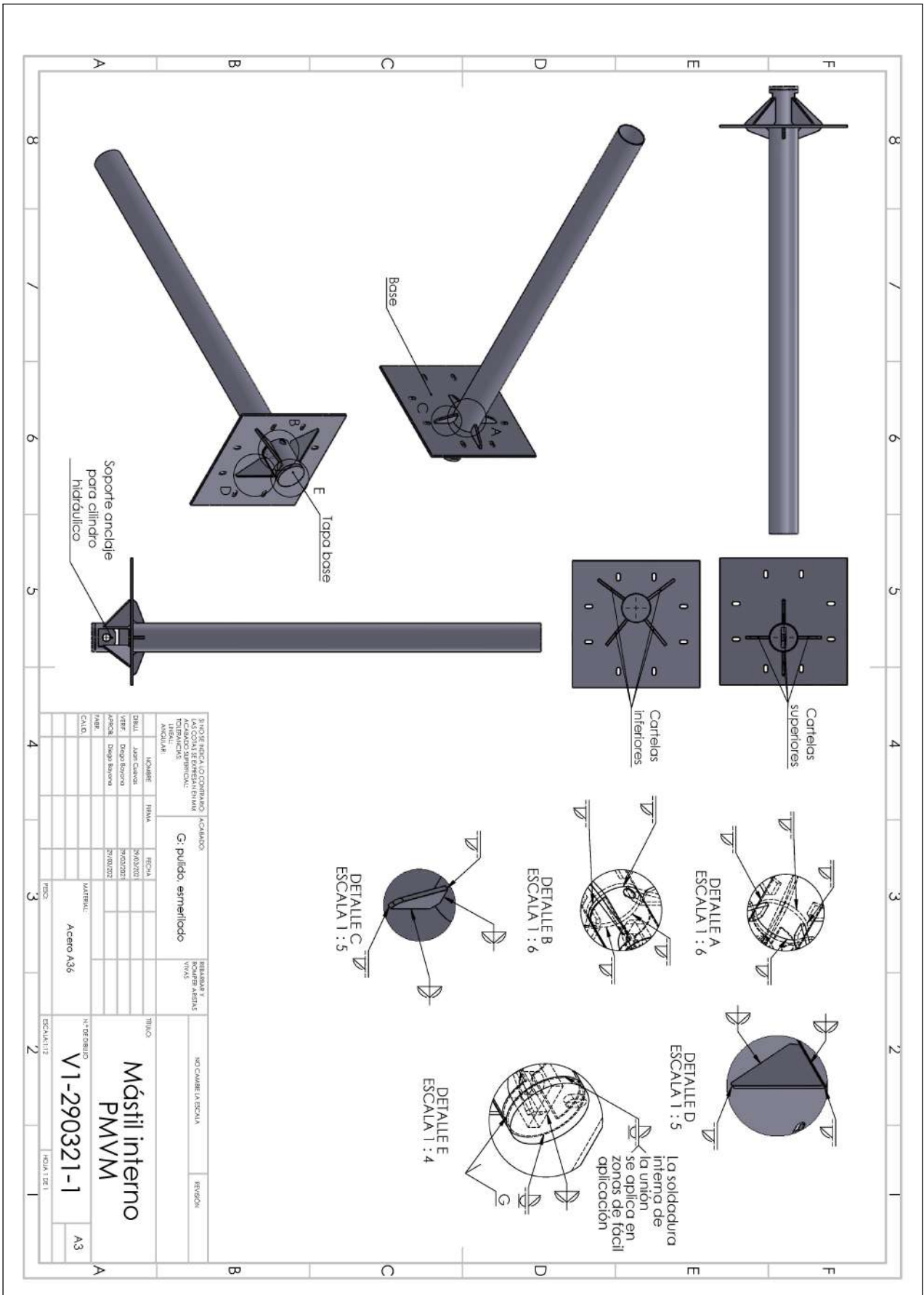


Figura B.12: Mástil interno PMVM.

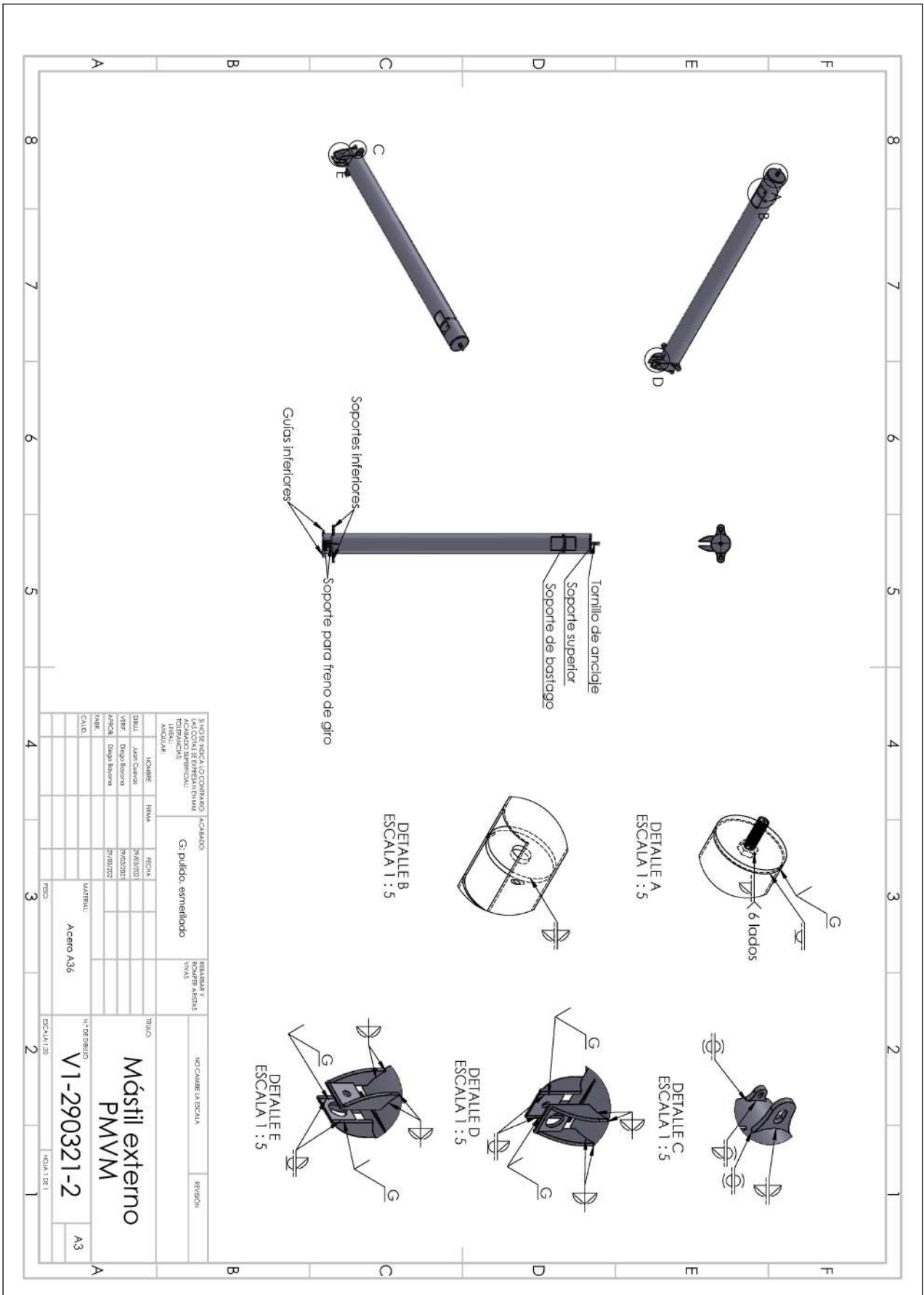


Figura B.13: Mástil externo PMVM.



## **Apéndice C**

### **Distribución inicial de planta del área metal-mecánica**

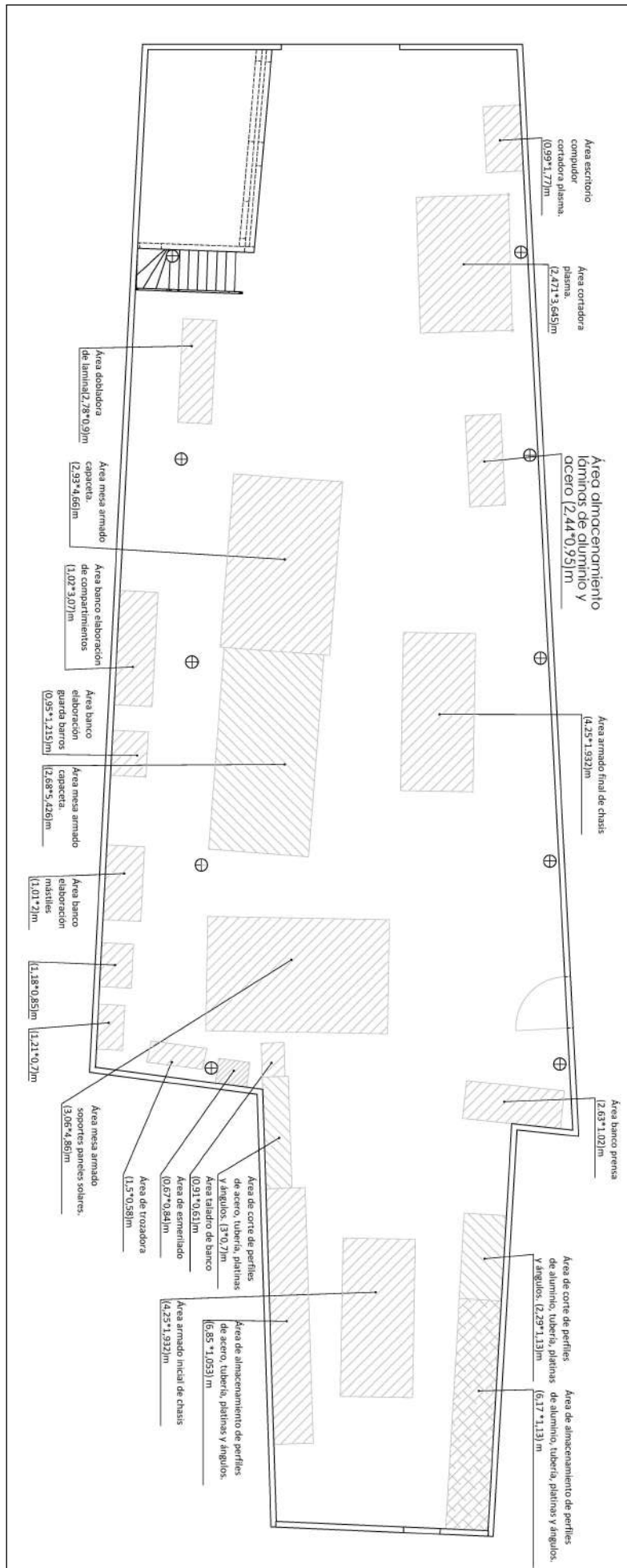


Figura C.1: Distribución inicial de áreas.

**Cuadro C.1: Flujo de procesos chasis.**

<b>Actividad</b>	<b>Tiempo (m)</b>
Recepción de material	10
Ingreso de material a las áreas de almacenamiento	15
Transporte de perfiles al área de corte de perfiles	10
Transporte de lámina a cortadora plasma	20
Corte de perfiles y perforaciones manuales	60
Corte en máquina plasma	60
Transporte de perfiles al área inicial de ensamble de chasis	10
Ensamble inicial de chasis	120
Transporte de chasis al área de ensamble final de chasis	10
Transporte de piezas cortadas en cortadora plasma a área de ensamble final de chasis	10
Proceso de punteado de platinas y soportes al chasis	20
Proceso de soldadura de todas las uniones de tubería y platinas y soportes del chasis en el área final de ensamble	180
Pulido y acabados de soldaduras según las uniones que lo requieran	40
Instalación de Jacks y rueda timonera	30
Transporte del chasis terminado a la zona de salida	10
Instalación de suspensión, eje, ruedas y tie down para su transporte	30
Inspección final de soldaduras, de ensamblado, llenado de formatos y marcado de las partes para su trazabilidad	20
Salida del chasis para el área de pintura	15

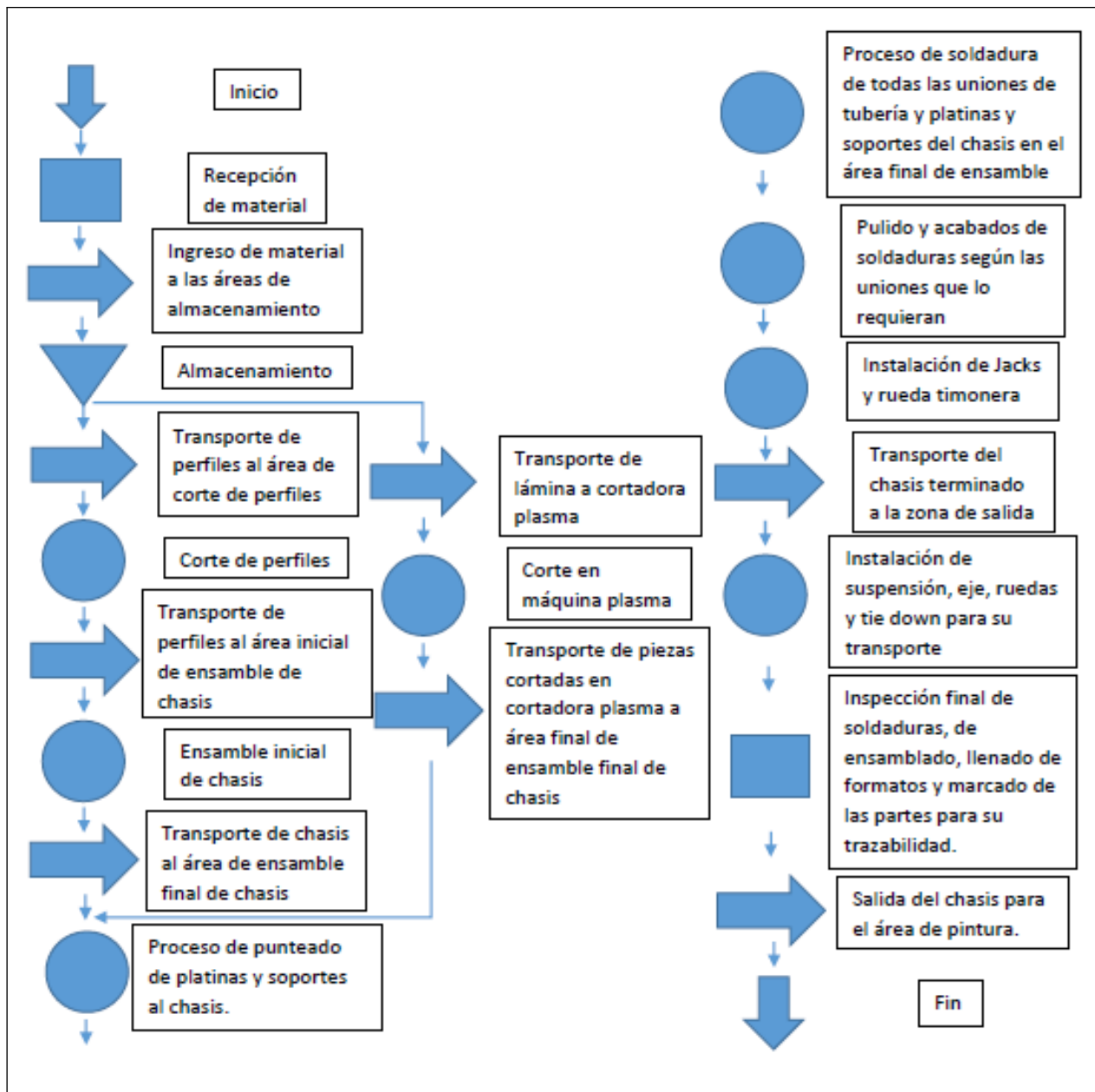


Figura C.2: Diagrama de flujo de procesos chasis.

**Cuadro C.2: Flujo de procesos compartimientos (baterías y unidad hidráulica).**

<b>Actividad</b>	<b>Tiempo (m)</b>
Recepción de material	10
Ingreso de material a las áreas de almacenamiento	15
Transporte de perfiles y de bisagras al área de corte de perfiles	10
Transporte de lámina a cortadora plasma	10
Corte de perfiles y de bisagras	15
Corte de láminas en máquina plasma	40
Transporte de láminas cortadas al área de doblado	10
Doblado de láminas según planos de armado de compartimientos	30
Transporte de láminas dobladas a área de soldadura de compartimientos	10
Proceso armado y de soldadura de los compartimientos	60
Transporte de perfiles cortados y de bisagras al área de soldadura de compartimientos	10
Proceso de soldadura de los perfiles y de las bisagras para la unión de los compartimientos y sus respectivas tapas de cierre	80
Pulido y acabados de soldaduras según las uniones que lo requieran	30
Transporte de los compartimientos terminados a la zona de salida	10
Inspección final de soldaduras, de ensamblado, llenado de formatos y marcado de las partes para su trazabilidad	30
Salida de los compartimientos hacia el área de pintura	10

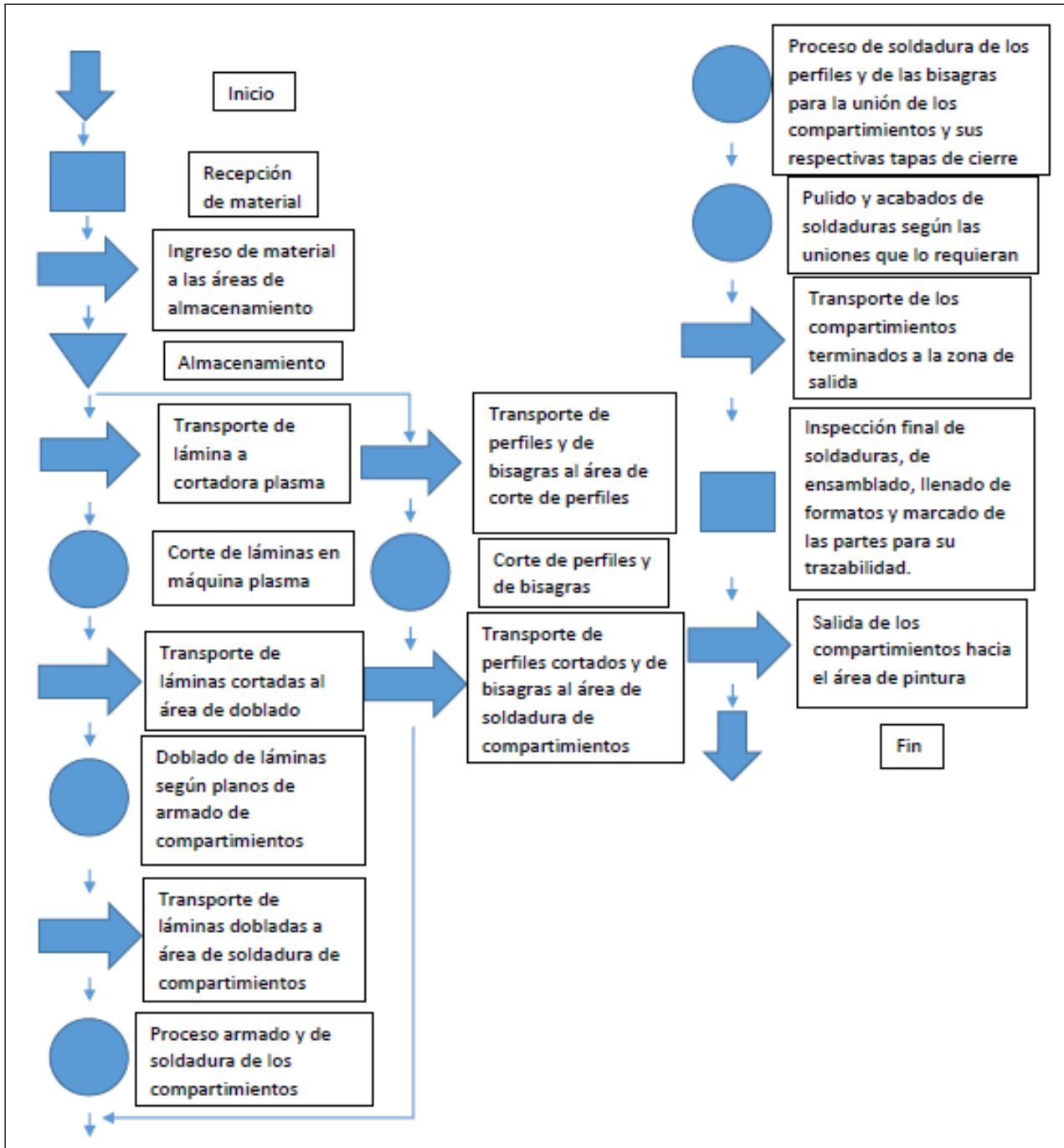


Figura C.3: Diagrama de flujo de procesos compartimientos (baterías y unidad hidráulica).

**Cuadro C.3: Flujo de procesos mástil (interno y externo).**

<b>Actividad</b>	<b>Tiempo (m)</b>
Recepción de material	10
Ingreso de material a las áreas de almacenamiento	15
Transporte de tubería al área de corte de perfiles	10
Transporte de lámina a cortadora plasma	10
Corte de tubería y perforaciones manual	40
Corte de láminas en máquina plasma	50
Transporte de láminas cortadas al área de soldadura de mástil	15
Transporte de tubería al área de soldadura de mástil	10
Proceso armado y de soldadura de las diferentes partes del mástil	90
Pulido y acabados de soldaduras según las uniones que lo requieran	30
Transporte del mástil terminado a la zona de salida	10
Inspección final de soldaduras, de ensamblado, llenado de formatos y marcado de las partes para su trazabilidad	20
Salida del mástil hacia el área de pintura	10

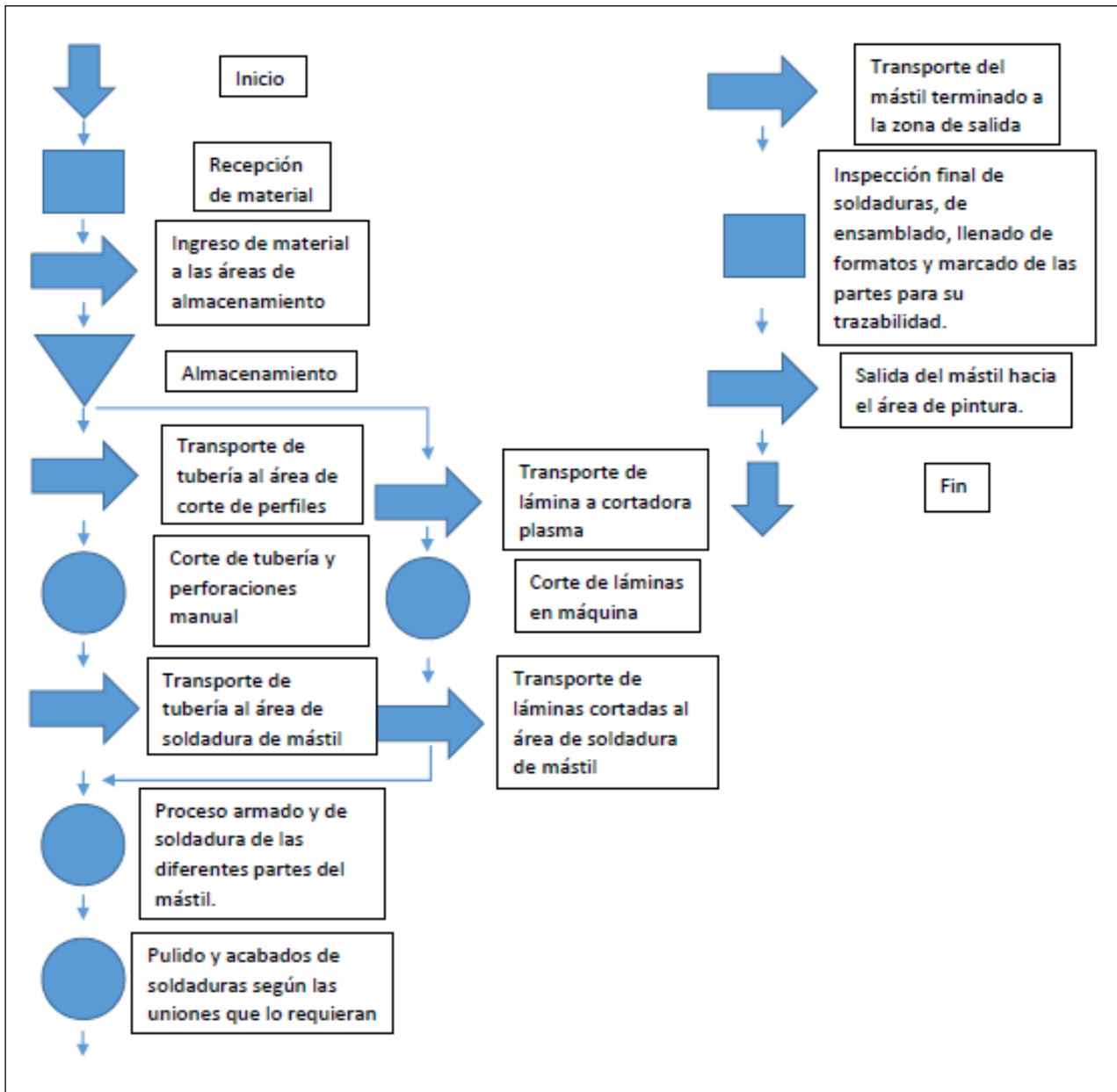


Figura C.4: Diagrama de flujo de procesos mástil (interno y externo).



**Cuadro C.4: Flujo de procesos capaceta.**

<b>Actividad</b>	<b>Tiempo (m)</b>
Recepción de material	10
Ingreso de material a las áreas de almacenamiento	20
Transporte de tubería y perfiles al área de corte de perfiles	15
Transporte de lámina a cortadora plasma	15
Corte de tubería y de perfiles	40
Corte de láminas en máquina plasma	300
Transporte de láminas cortadas del frente (malla) al área de soldadura de capaceta	10
Transporte de láminas del cuerpo y puertas al área de doblado	10
Doblado de láminas según planos de armado de capaceta	45
Transporte de láminas dobladas al área de soldadura de capaceta	10
Transporte de tubería y perfiles al área de soldadura de capaceta	20
Proceso de rectificación de perforaciones de las láminas del frente (malla)	40
Proceso armado y de soldadura de las diferentes partes de la capaceta	420
Pulido y acabados de soldaduras según las uniones que lo requieran y del frente de la capaceta	60
Inspección final de soldaduras, de ensamblado, llenado de formatos y marcado de las partes para su trazabilidad	60
Transporte de la capaceta y sus puertas a la zona de salida	20
Salida de la capaceta hacia el área de pintura	20

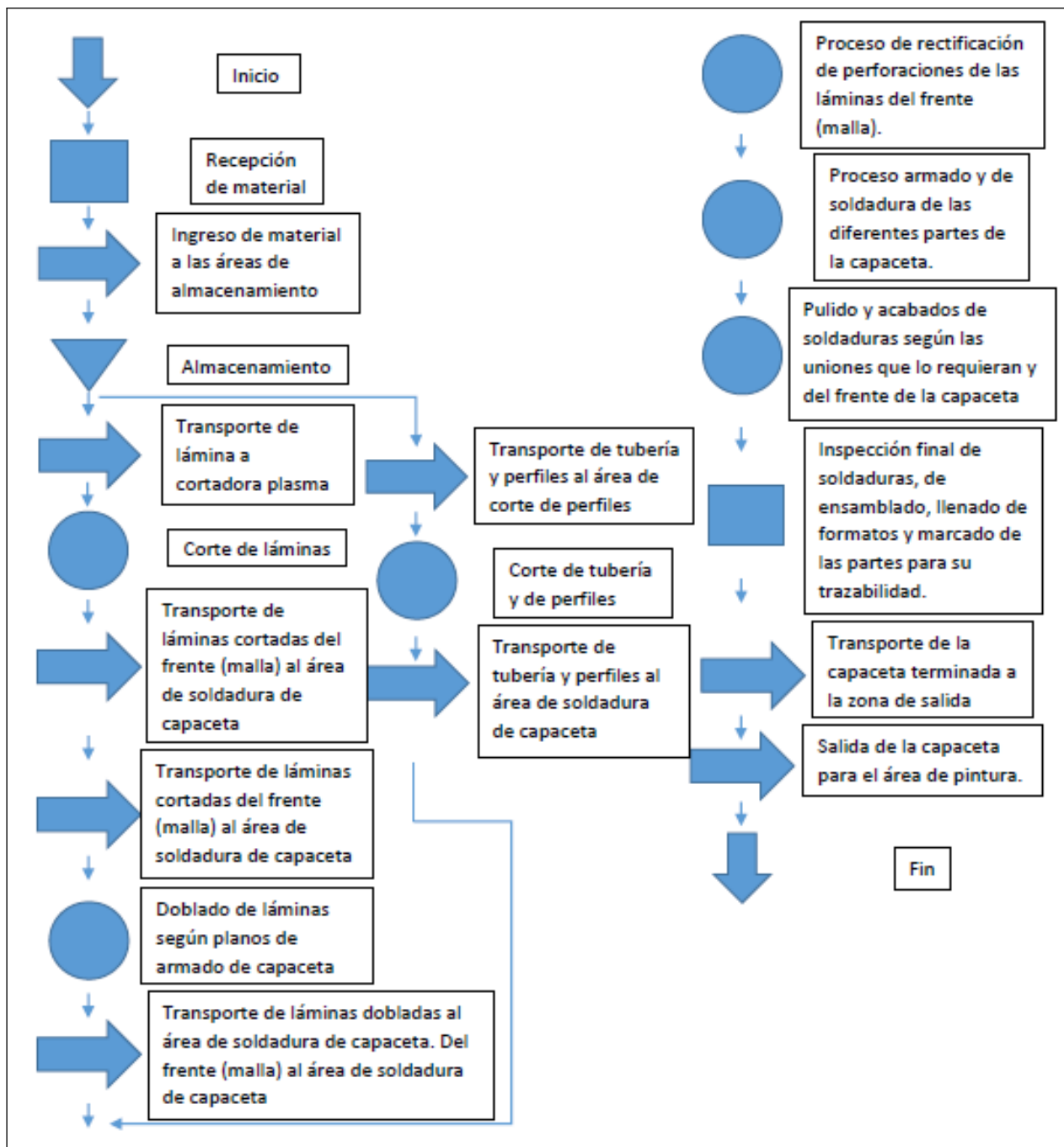


Figura C.5: Diagrama de flujo de procesos capaceta.

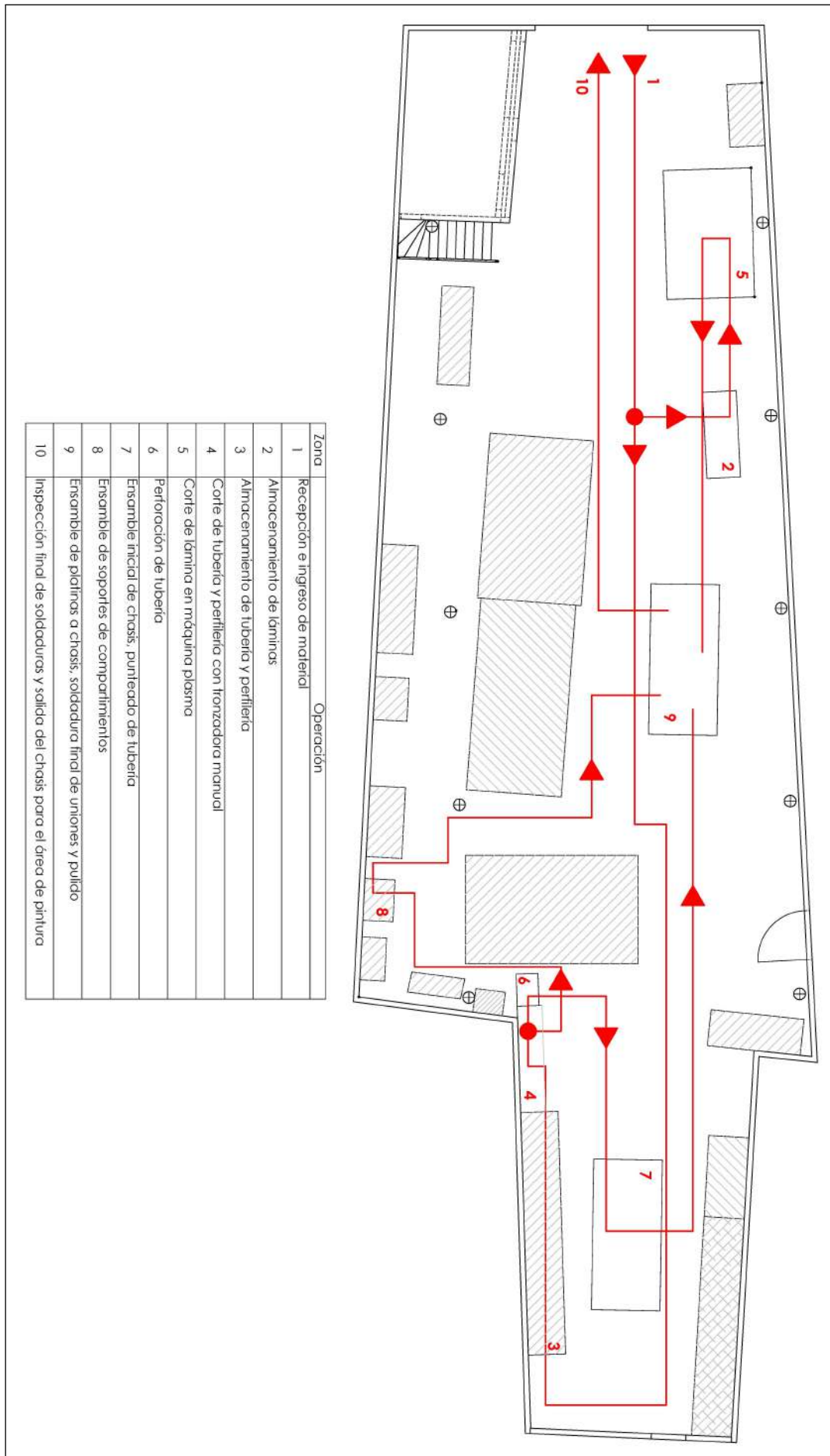


Figura C.6: Diagrama de recorrido fabricación de chasis.

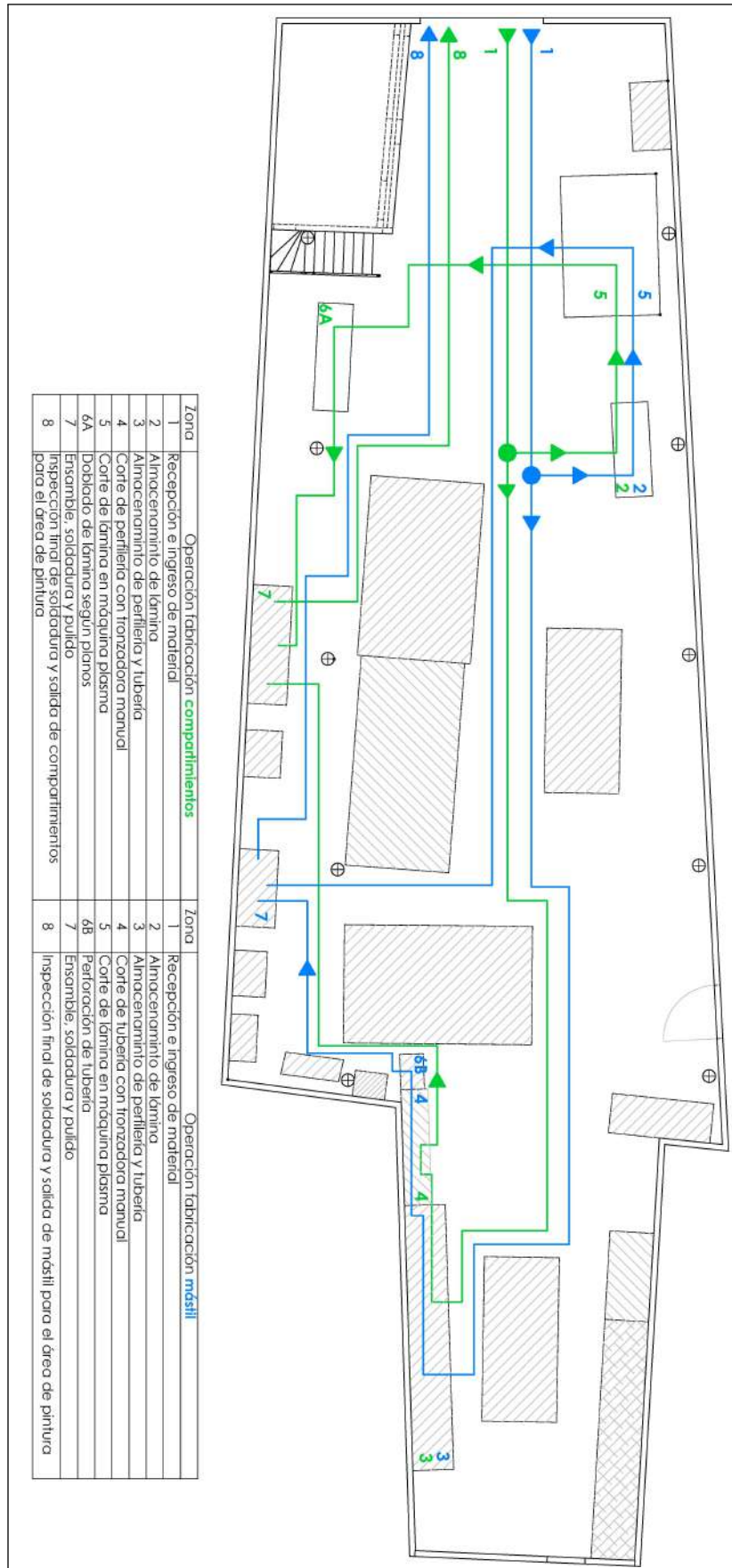


Figura C.7: Diagrama de recorrido fabricación de mástil y compartimientos.

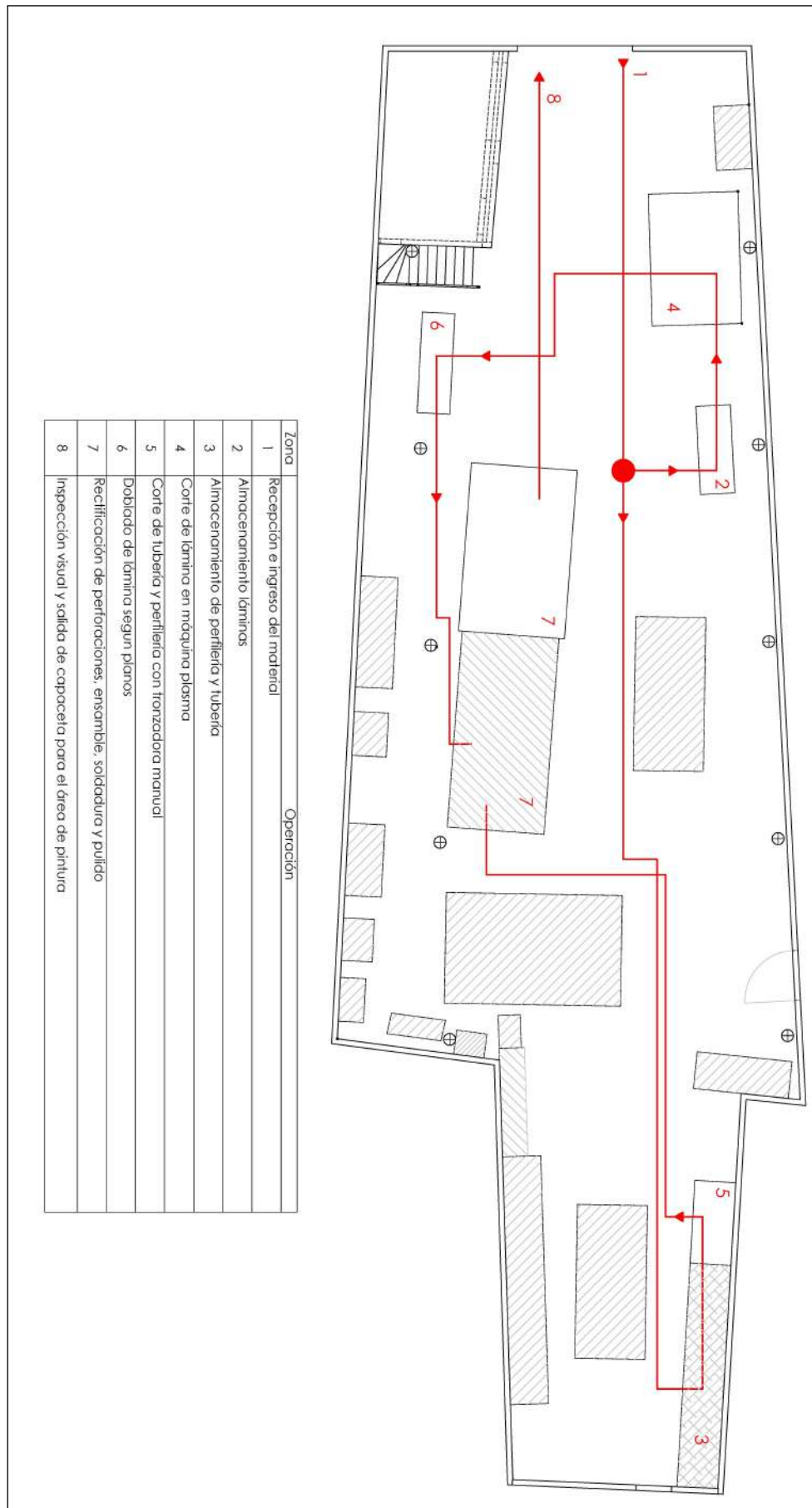


Figura C.8: Diagrama de recorrido fabricación de capaceta.

## Apéndice D

# Propuesta de redistribución de planta del área metal-mecánica

**Cuadro D.1: Flujo de procesos chasis propuesto.**

<b>Actividad</b>	<b>Tiempo (m)</b>
Recepción de material	10
Ingreso de material a las áreas de almacenamiento	15
Transporte de perfiles y lámina a la cortadora láser	30
Corte de perfiles y con cortadora láser	30
Corte de láminas en cortadora láser	45
Transporte de perfiles al área inicial de ensamble de chasis	10
Ensamble inicial de chasis	120
Transporte de chasis al área de ensamble final de chasis	5
Transporte de piezas cortadas en cortadora láser al área de ensamble final de chasis	10
Proceso de punteado de platinas y soportes al chasis	20
Proceso de soldadura de todas las uniones de tubería y platinas y soportes del chasis en el área final de ensamble	180
Pulido y acabados de soldaduras según las uniones que lo requieran	30
Instalación de Jacks y rueda timonera	30
Transporte del chasis terminado a la zona de salida	10
Instalación de suspensión, eje, ruedas y tie down para su transporte	30
Inspección final de soldaduras, de ensamblado, llenado de formatos y marcado de las partes para su trazabilidad	20
Salida del chasis para el área de pintura	15

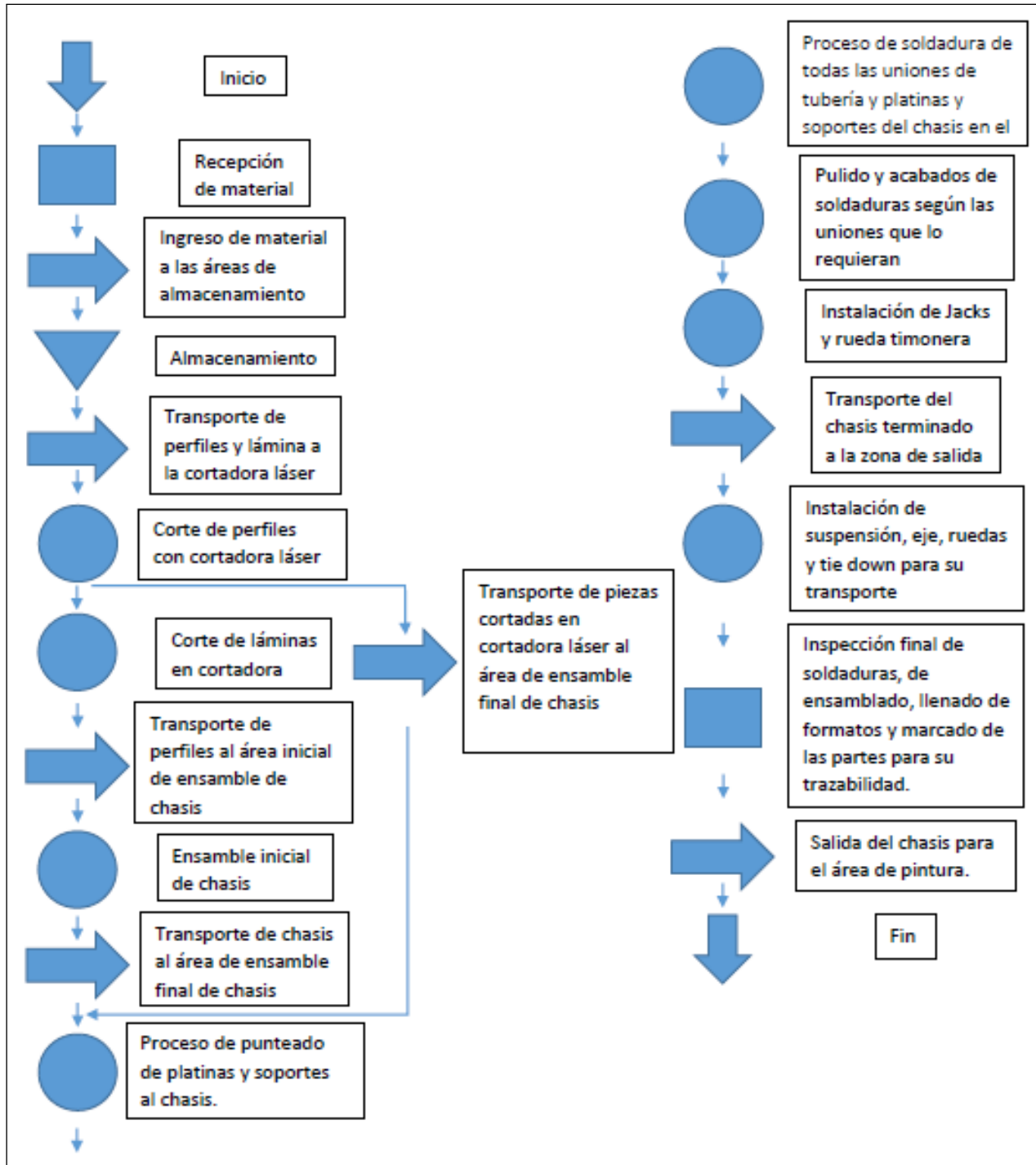


Figura D.1: Diagrama de flujo de procesos chasis propuesto.

**Cuadro D.2: Flujo de procesos compartimientos (baterías y unidad hidráulica) propuesto.**

<b>Actividad</b>	<b>Tiempo (m)</b>
Recepción de material	10
Ingreso de material a las áreas de almacenamiento	15
Transporte de perfiles y de bisagras al área de corte de perfiles	10
Transporte de lámina a cortadora láser	10
Corte de perfiles y de bisagras	15
Corte de láminas en máquina láser	30
Transporte de láminas cortadas al área de doblado	10
Doblado de láminas según planos de armado de compartimientos	30
Transporte de láminas dobladas a área de soldadura de compartimientos	10
Proceso armado y de soldadura de los compartimientos	60
Transporte de perfiles cortados y de bisagras al área de soldadura de compartimientos	10
Proceso de soldadura de los perfiles y de las bisagras para la unión de los compartimientos y sus respectivas tapas de cierre	80
Pulido y acabados de soldaduras según las uniones que lo requieran	30
Transporte de los compartimientos terminados a la zona de salida	10
Inspección final de soldaduras, de ensamblado, llenado de formatos y marcado de las partes para su trazabilidad	30
Salida de los compartimientos hacia el área de pintura	10



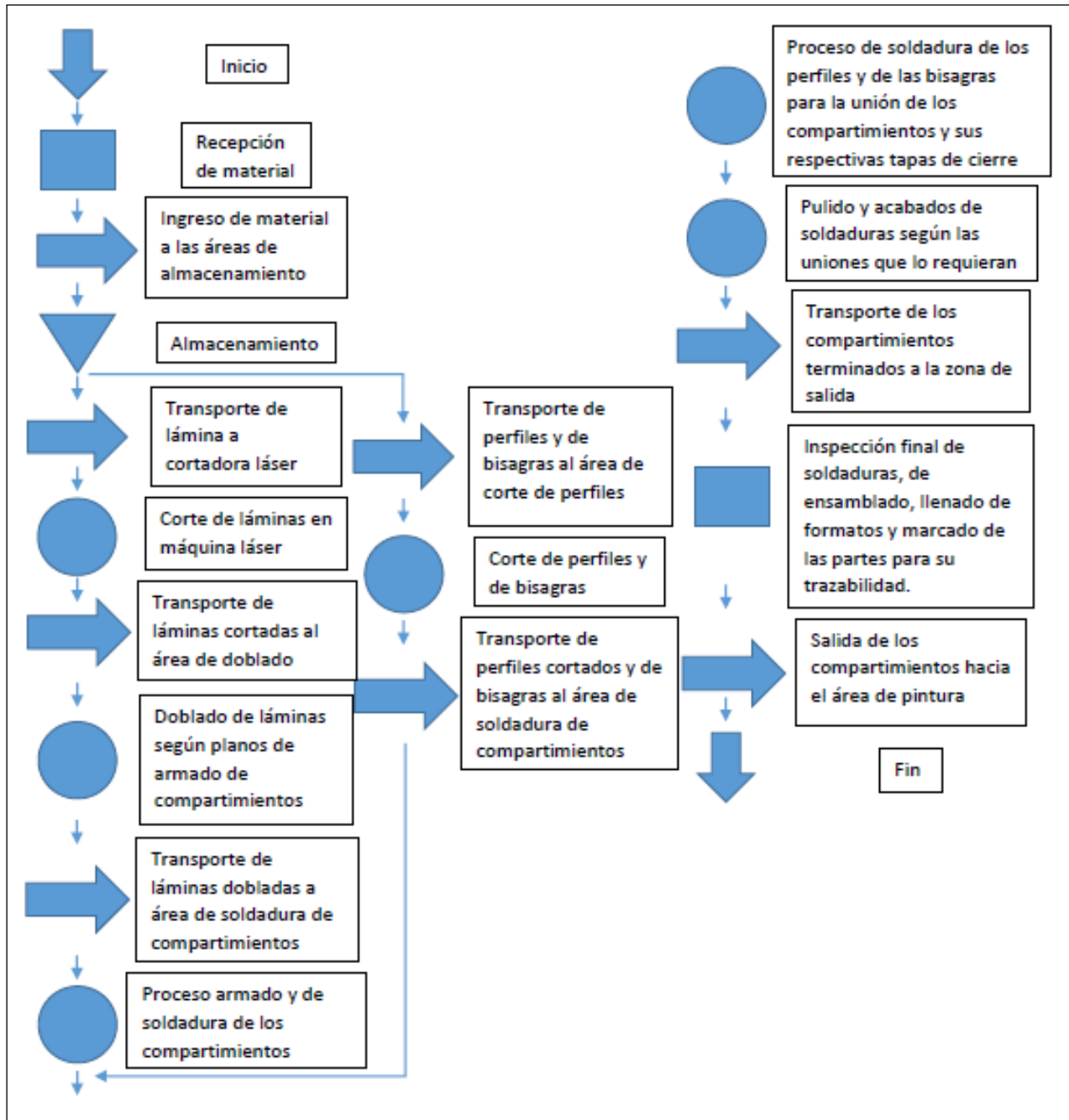


Figura D.2: Diagrama de flujo de procesos compartimientos (baterías y unidad hidráulica) propuesto.

**Cuadro D.3: Flujo de procesos mástil (interno y externo) propuesto.**

<b>Actividad</b>	<b>Tiempo (m)</b>
Recepción de material	10
Ingreso de material a las áreas de almacenamiento	15
Transporte de tubería y de lámina a la cortadora láser	20
Corte de tubería y láminas en máquina láser	60
Transporte de láminas y de tubería cortadas al área de soldadura de mástil	25
Proceso armado y de soldadura de las diferentes partes del mástil	90
Pulido y acabados de soldaduras según las uniones que lo requieran	30
Transporte del mástil terminado a la zona de salida	10
Inspección final de soldaduras, de ensamblado, llenado de formatos y marcado de las partes para su trazabilidad	20
Salida del mástil hacia el área de pintura	10

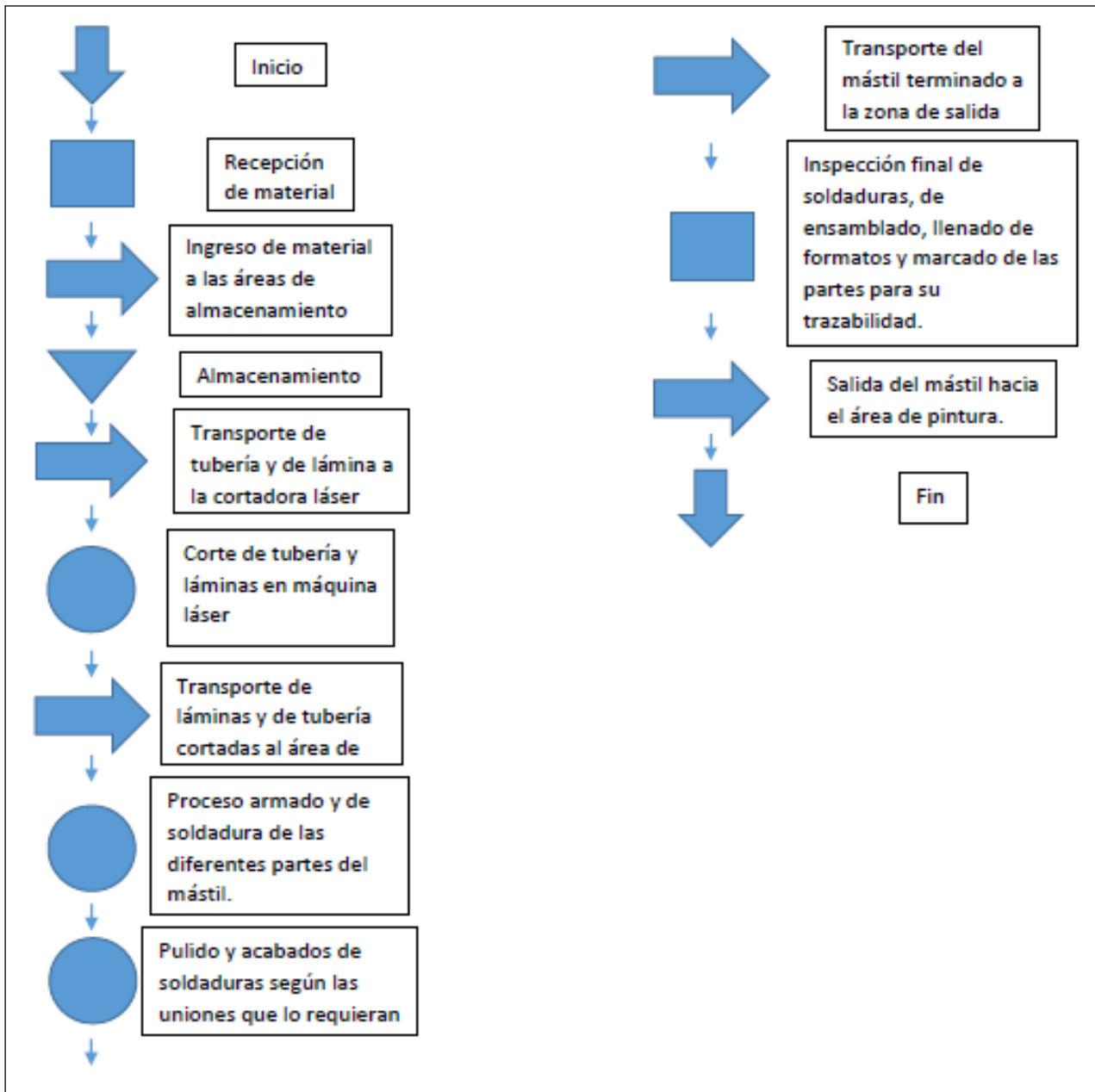


Figura D.3: Diagrama de flujo de procesos mástil (interno y externo) propuesto.

**Cuadro D.4: Flujo de procesos capaceta propuesto.**

<b>Actividad</b>	<b>Tiempo (m)</b>
Recepción de material	10
Ingreso de material a las áreas de almacenamiento	20
Transporte de tubería y perfiles al área de corte de perfiles	15
Transporte de lámina a cortadora láser	15
Corte de tubería y de perfiles	40
Corte de láminas en máquina láser	225
Transporte de láminas cortadas del frente (malla) al área de soldadura de capaceta	10
Transporte de láminas del cuerpo y puertas al área de doblado	10
Doblado de láminas según planos de armado de capaceta	45
Transporte de láminas dobladas al área de soldadura de capaceta	10
Transporte de tubería y perfiles al área de soldadura de capaceta	20
Proceso armado y de soldadura de las diferentes partes de la capaceta	420
Pulido y acabados de soldaduras según las uniones que lo requieran y del frente de la capaceta	60
Inspección final de soldaduras, de ensamblado, llenado de formatos y marcado de las partes para su trazabilidad	60
Transporte de la capaceta y sus puertas a la zona de salida	20
Salida de la capaceta hacia el área de pintura	20

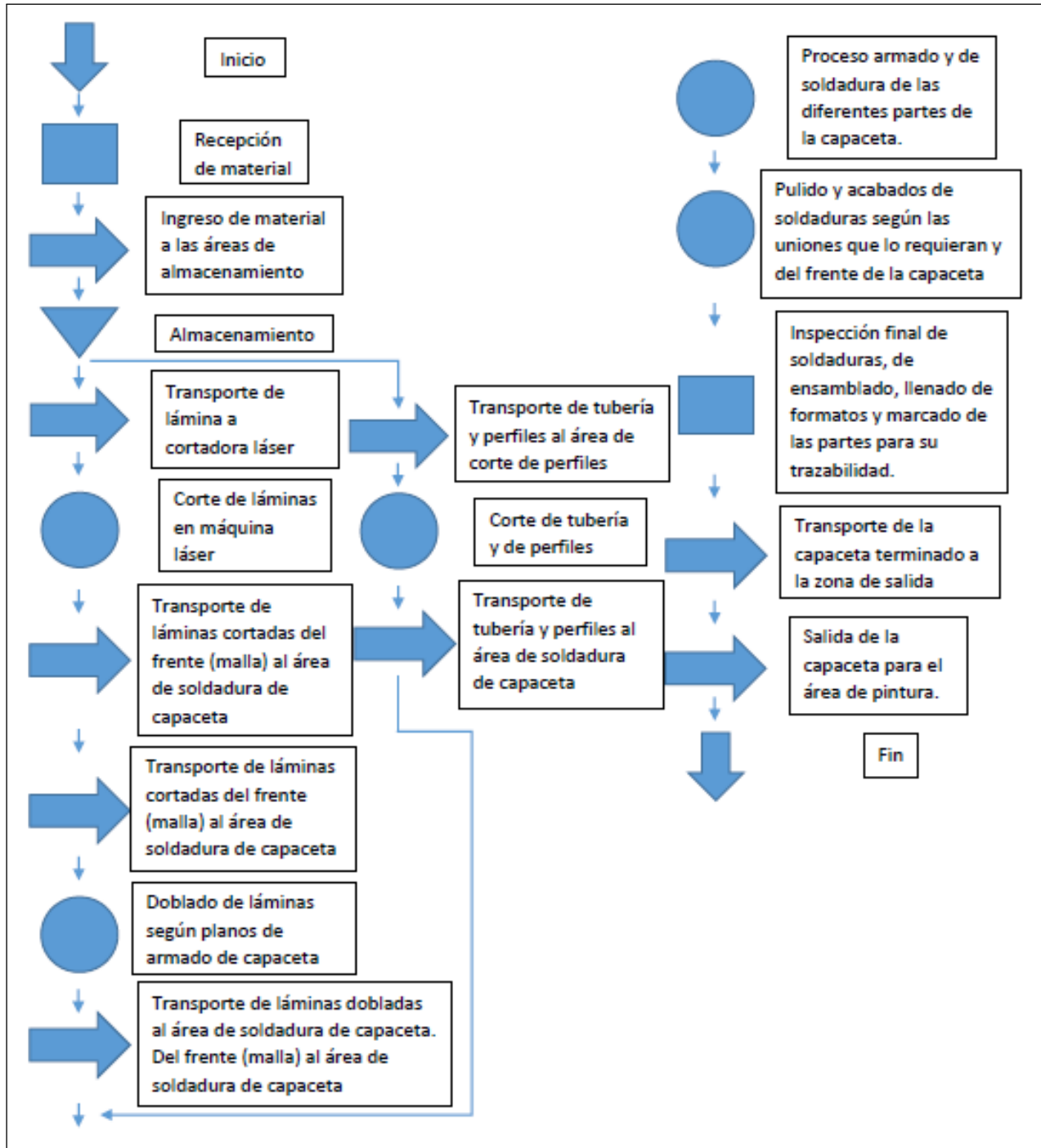
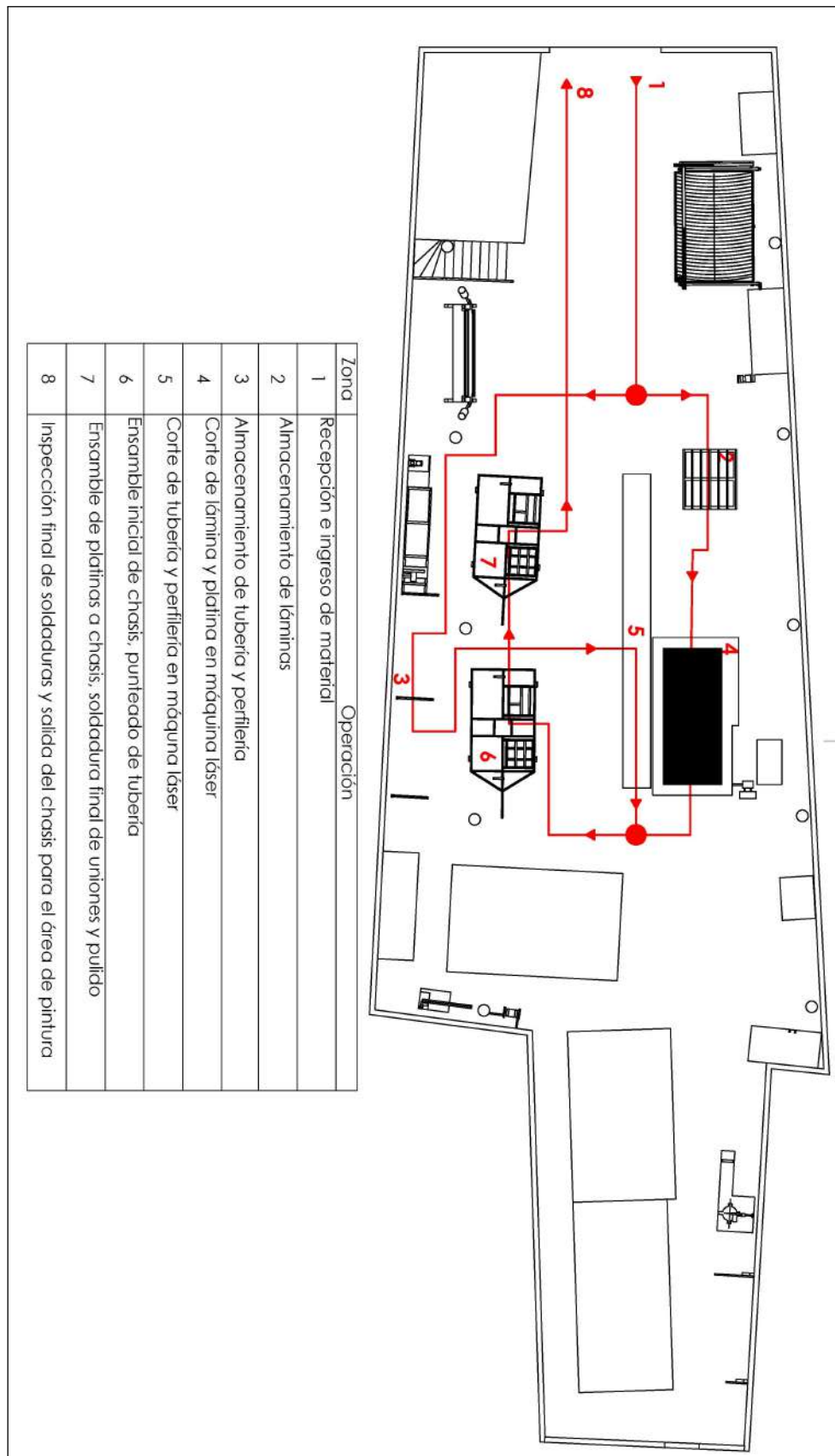


Figura D.4: Diagrama de flujo de procesos capaceta propuesto.



**Figura D.5: Diagrama de recorrido fabricación de chasis propuesto.**

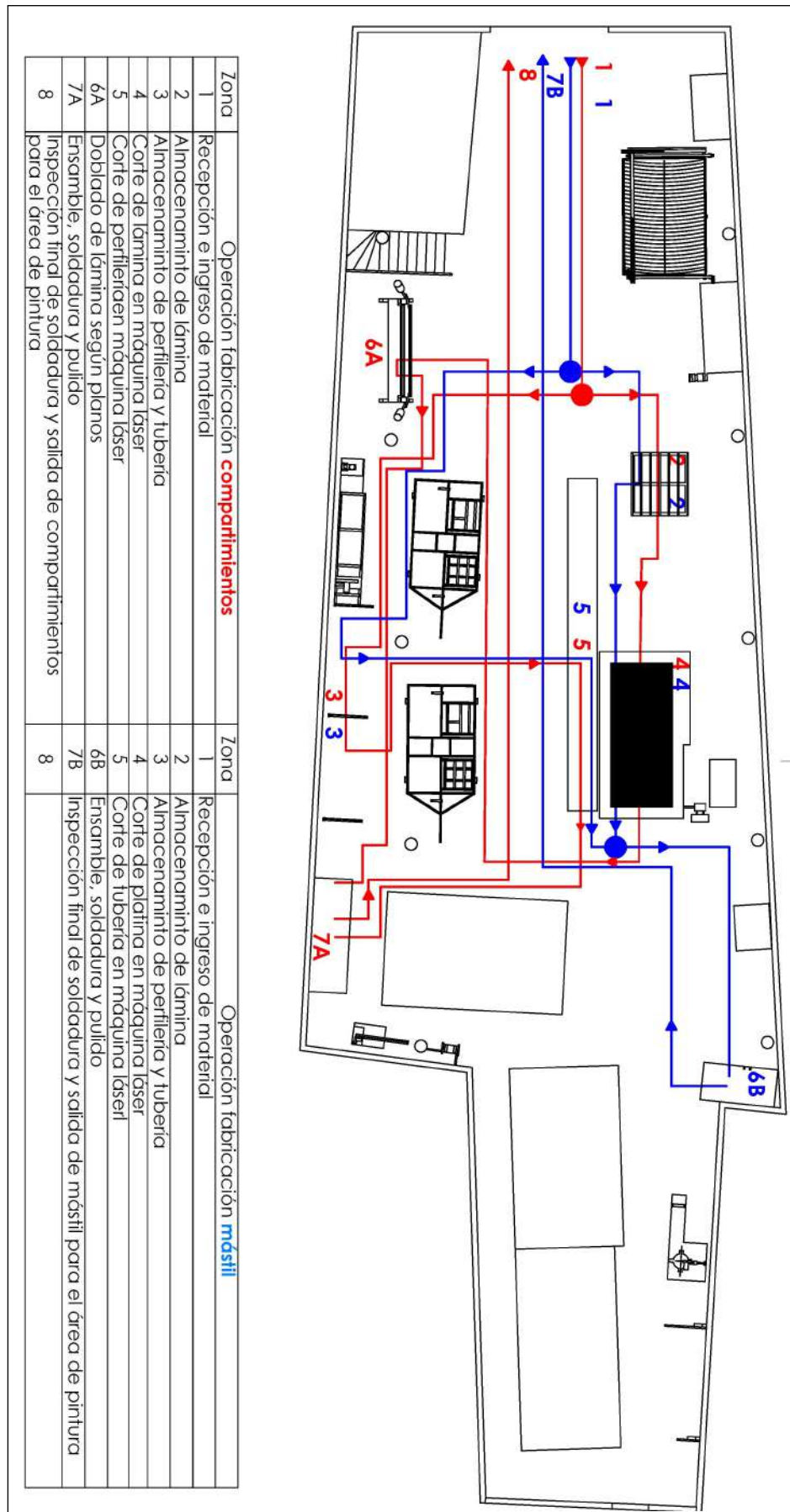
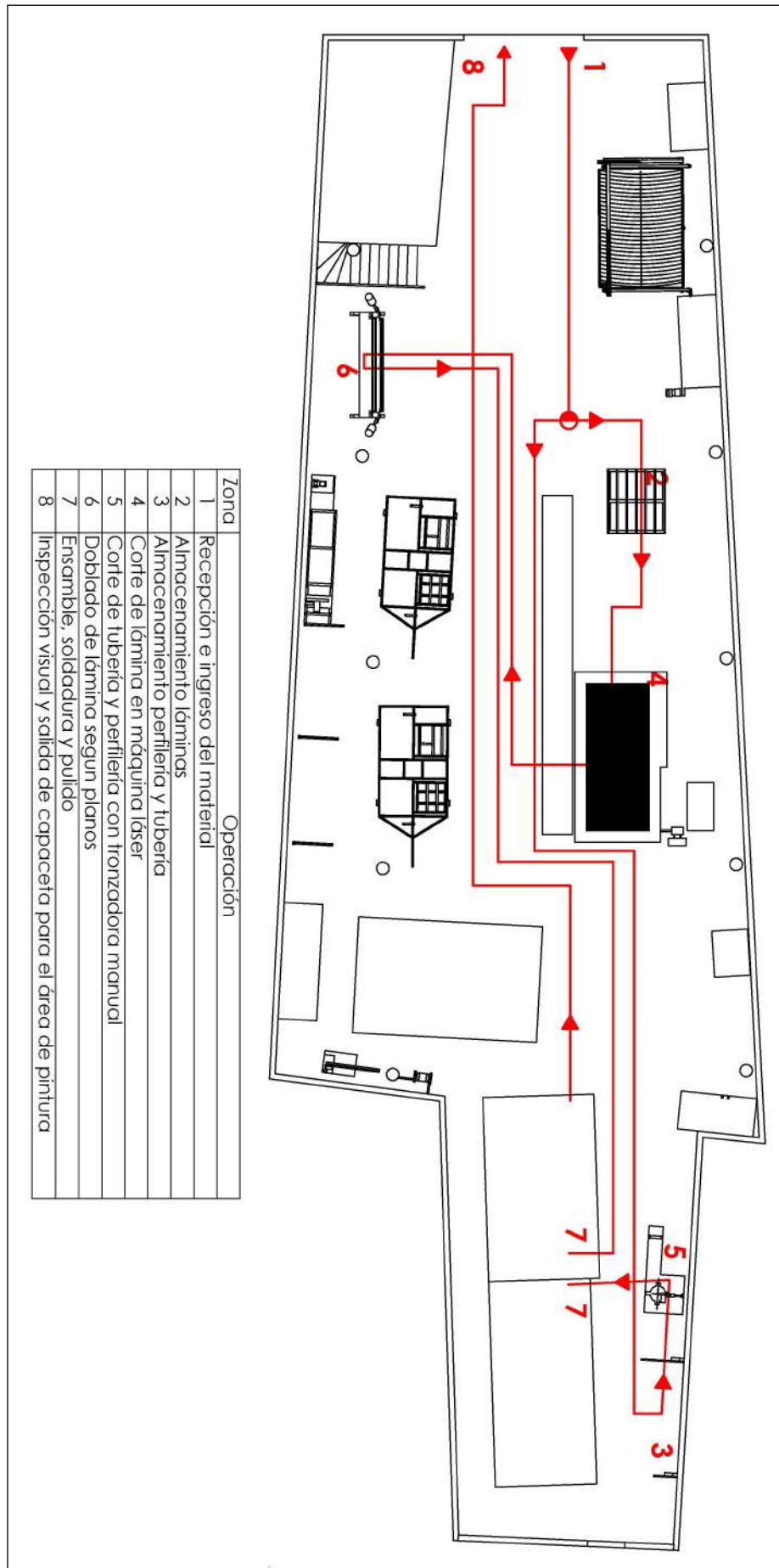


Figura D.6: Diagrama de recorrido fabricación de mástil y compartimientos propuesto.



**Figura D.7: Diagrama de recorrido fabricación de capaceta propuesto.**