



## PROYECTO DE TITULACIÓN

*DISEÑO DE PALLET PCB IREGISTRER PARA SOLDADURA CON ROBOT*

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE**  
*INGENIERO EN MECATRONICA*

**PRESENTA:**

*MANUEL SEBASTIAN ESPINO PIZAÑA*

**ASESOR:**

*JORGE FERNANDO CARMNO ESPINOZA*

Junio



## Tabla de Contenido

1. Lista de Tablas.....	2
2. Lista de Figuras .....	3
3. Agradecimientos .....	5
4. Resumen.....	6
5. Introducción .....	7
6. Análisis de la empresa.....	8
6.1 Perfil de la empresa.....	8
6.2 Antecedentes.....	9
6.3 Caracterización de la empresa .....	10
7. Análisis de la problemática.....	11
7.1 Diagnostico .....	11
7.2 Planteamiento del problema.....	12
7.3 Objetivos del proyecto .....	13
7.4 Justificación .....	13
7.5 Actividades a desarrollar .....	14
8. Marco teórico .....	16
8.1 ¿Qué es un pallet? .....	17
8.2 Características de pallets .....	20
8.3 Materiales .....	21
8.4 Tecnología de montaje superficial.....	22
8.5 Ventajas y desventajas de SMT en la fabricación de circuitos impresos.....	24
8.6 Softwares .....	25
9. Desarrollo.....	26
9.1 Análisis de requerimiento de cliente.....	26
9.2 Tabla para levantamiento de proyecto.....	27
9.3 Procedimiento para diseñar pallets de soldadura con robot .....	30
10. Resultados .....	33
10.1 Diseño de PCB .....	33
10.2 Diseño plantilla pallet.....	33
10.3 Diseño de accesorios para pallet .....	34
10.4 Diseño de seguro.....	36
10.5 Diseño de pallet PCB IREGISTER.....	36

10.6 Lista de materiales.....	38
10.7 Dibujos 2D .....	39
10.8 Fabricación .....	47
10.9 Instalación.....	50
11. Conclusiones .....	53
11.1 Experiencia Personal.....	55
12. Competencias Desarrolladas.....	56
13. Fuentes de información .....	57
14. Anexos .....	58

## 1. Lista de Tablas

Tabla 1. Cronograma de actividades.....	15
Tabla 2. Características de materiales .....	22
Tabla 3. Definición de términos SMT .....	23
Tabla 4. Proceso de levantamiento de requerimiento.....	29
Tabla 5. Lista de materiales.....	38

## 2. Lista de Figuras

Figura 1. Soldering Machine Economic A400-K .....	11
Figura 2. PCB MODELO: IREGISTER .....	14
Figura 3. Pallet de soldadura por ola.....	15
Figura 4. Pallet de soldadura con robot .....	15
Figura 5. Pallet de aplicación de conformal .....	15
Figura 6. Unión de soldadura .....	16
Figura 7. Diagrama de fase .....	17
Figura 8. Pallet para soldadura con robot.....	18
Figura 9. Línea de aplicación de soldadura con robot .....	19
Figura 10. Proceso de soldadura de PCBs .....	19
Figura 11. Proceso de soldadura .....	23
Figura 12. Icono de Solid Works.....	25
Figura 13. Icono de GC- PREVUE .....	25
Figura 14. PCB: Modelo IREGISTER .....	26
Figura 15. Captura de datos absolutos .....	31
Figura 16. Captura de datos relativos.....	31

Figura 17. Diseño de PCB “IREGISTER” .....	33
Figura 18. Diseño de Pallet. (Material Solid Pro) .....	33
Figura 19. Poste Base. (Material Inoxidable).....	34
Figura 20. Contra mascara. Parte frontal (Material Solid Pro).....	34
Figura 21. Contra mascara. Parte trasera (Material Solid Pro).....	34
Figura 22. Poste de registro (Material Inoxidable) .....	35
Figura 23. Pieza en L. (Material Aluminio 6061) .....	35
Figura 24. Pieza Holding. (Material Aluminio 6061) .....	35
Figura 25. Ensamble de pieza Holding y pieza en L. (Material Aluminio 6061) .....	35
Figura 26. Seguro .....	36
Figura 27. Base para seguro. (Material Solid Pro).....	36
Figura 28. Diseño de pallet PCB IREGISTE.....	36
Figure 29. Fabricación de Diseño de pallet PCB.....	36
Figura 30. Diseño de Base para sujeción de Pallet.....	37
Figura 31. Pallet (Vista Isométrica).....	37
Figura 32. Pallet. (Vista Frontal).....	37
Figura 33. Pallet. (Vista Lateral) .....	37
Figura 34. Pallet. (Vista Posterior).....	37
Figura 35. Dibujo 2D de “PLANTILLA PALLET” .....	39
Figura 36. Dibujo 2D de “PIEZA L” .....	40
Figura 37. Dibujo 2D de “HOLDING”.....	41
Figura 38. Dibujo 2D de “POSTE BASE”.....	42
Figura 39. Dibujo 2D de “CONTRAMASCARA” .....	43
Figura 40. Dibujo 2D de “POSTE DE REGISTRO” .....	44
Figura 41. Dibujo 2D de “BASE PARA SEGURO” .....	45
Figura 42. Dibujo 2D de “BASE PARA SUJECIÓN DE PALLET” .....	46
Figura 43. “Fabricación de Plantilla Pallet”.....	47
Figura 44. “Fabricación de Contramascara” .....	47
Figura 45. “Ensamble de poste de registro y Holding” .....	47
Figura 46. “Ensamble de Seguro y base para sujeción de pallet” .....	48
Figura 47. “Ensamble de PCB IREGISTER” .....	48
Figura 48. “Ensamble de Contramascara” .....	48
Figura 49. “Pallet y Base para mesa de robot” .....	49
Figura 50. “Fabricación de Base para Pallet” .....	49

Figura 51. “Fabricación de barrenos en base para pallet” .....	49
Figura 52. “Instalación de pallet en robot” .....	50
Figura 53. “Pruebas de ensamble” .....	50
Figura 54. “Guías de Mesa de Robot” .....	51
Figura 55. “Cautín y alimentador de Robot” .....	51
Figura 56. “Mesa de trabajo de Robot” .....	51
Figura 57. “Instalación de Pallet” .....	51
Figura 58. “Instalación de Pallet Vista de frontal” .....	52
Figura 59. “Instalación final de Pallet PCB IREGISTER ” .....	52

### 3. Agradecimientos

Quiero aprovechar estas líneas para agradecer a todas las personas que me han ayudado y me han apoyado a lo largo de estos años de dura andadura por el Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga. Le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser una de mis fortalezas en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

Así mismo a mi Padre, gracias por tu apoyo, la orientación que me has dado, por iluminar mi camino y darme la pauta para poder realizarme en mis estudios y mi vida. Agradezco los consejos sabios que en el momento exacto has sabido darme para no dejarme caer y enfrentar los momentos difíciles, por ayudarme a tomar las decisiones que me ayuden a balancear mi vida y sobre todo gracias por el amor tan grande que me das.

Madre, tu eres la persona que siempre me ha levantado los ánimos tanto en los momentos difíciles de mi vida estudiantil como personal. Gracias por tu paciencia y esas palabras sabias que siempre tienes para mis enojos. Mis tristezas y mis momentos felices, por ser mi amigo y ayudarme a cumplir mis sueños.

Gracias a mi jefes laborales por apoyarme durante todos estos años porque en todo momento fue un apoyo muy importante para mi carrera, Gracias porque siempre estuvieron apoyándome.

SEDACEI AUTOMAION estoy muy agradecido por darme la oportunidad de entrar en su empresa y realizar hacer mis residencias profesionales y por todo lo aprendido durante la estancia.

## 4. Resumen.

A través del análisis realizado en la planta FLEX en la línea del proceso de soldadura manual de la PCB IREGISTER se llegó a la determinación de que se posee un alto grado de ineficiencia en el proceso, ya que se tienen diferentes operarios para realizar este proceso, además que también otro problema que se presenta es la mala aplicación de soldadura ya que presenta muchos problemas en el momento de ser soldados y se desperdician PCBs.

Debido a esta problemática, la empresa MMS y FLEX decidió que la empresa SEDACEI Automation realizará una propuesta de un pallet para el proceso de soldadura del PCB IREGISTER con ayuda del proceso de soldadura con robot, en el cual dicho pallet será alojara 3 PCBs para mayor rapidez de soldado y mayor tiempo de producción.

Se desarrollara el diseño de un pallet para la PCB ya mencionada para un proceso de soldadura, el pallets será diseñado y manufacturado para optimizar tanto el proceso de soldado de los PCB's (Placas), así como el flujo del proceso. Al momento de diseñar el pallet estamos tomando ventaja sobre los procesos de soldadura de ola, sobretodo en placas que requieren protección de componentes SMT.

Este diseño ayuda a resolver los problemas de soldabilidad que se pudieran tener en la placa y al mismo tiempo se realiza el requerimiento específico para lo que el cliente necesita. El pallet para soldadura estará diseñado para soportar el PCB, cubrir o proteger cualquier componente de SMT o SMB que esté cercano a las áreas a soldar, dichas áreas son los componentes que atraviesan el PCB.

## **5. Introducción.**

La automatización dentro de una empresa contribuye a la reducción de tiempos, así como a asegurar la calidad dentro del proceso productivo; esto debido al uso de tecnología tal como: sensores, controladores, mecanismos. etc., lo que en conjunto permite que se puedan crear procesos completamente autónomos y eficientes.

En el presente documento se podrá observar un orden de cómo se realizó el proyecto de residencias, en donde primeramente se conocerá la empresa de manera general, por ejemplo como es su perfil, cómo fue la creación o de donde surgió la idea de crear esta organización, finalmente se verán puntos que toda empresa debe de tener que son la misión y la visión, así como el modo en que está conformada su estructura organizacional.

Por otro lado, se definirá los objetivos en los que el proyecto debe de concluir para que éste sea realizado de manera exitosa. Además se describirán los fundamentos teóricos con los cuales se detectó la problemática y se plantearon los objetivos.

También se mostrará cómo se realizó el proyecto dentro de la empresa, los medios y las herramientas empleadas para cumplir con el objetivo del mismo, así como también el desarrollo de las actividades que se hicieron para el desarrollo del proyecto.

Para finalizar se podrá observar los resultados que se obtuvieron al termino de las residencias, así como la evaluación de los objetivos planteados para conocer el nivel de cumplimiento. Se finaliza con las conclusiones del proyecto y personale

## **6. Análisis de la empresa.**

### **6.1 Perfil de la empresa.**

SEDACEI Automation, S. de R.L. M.I. de C.V., es una empresa metalmeccánica capaz y dedicada a brindar servicios integrales enfocados al desarrollo de maquinaria industrial. Además, de cotizar proyectos en diversas empresas para después desarrollarlos y ofrecer los mejores servicios en diseño, innovación, creación y automatización. Comprometida siempre con la calidad y el mejor servicio para una satisfacción comprobada en sus clientes.

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL:

**SEDACEI Automation S. de R.L. M.I. de C.V.**

RAMO:

**Servicios de Automatización, maquinado de piezas y pailería.**

DIRECCIÓN:

**Calle Pino Pte. No. 101 Col. Santa Cruz C.P. 20400.**

TELÉFONO:

**465-851-5953.**

CELULAR:

**465-102-2176.**

SITIO WEB:

**<http://www.sedaceiautomation.com/main-page/>**

E-MAIL:

**[direccióngeneral@sedaceiautomation.com](mailto:direccióngeneral@sedaceiautomation.com) o [sedacei@hotmail.com](mailto:sedacei@hotmail.com)**

## 6.2 Antecedentes.

SEDACEI Automation es una empresa que tiene sus inicios formales en el año 2010 en la cabecera municipal de Rincón de Romos, contando con más de 10 años de experiencia dedicada fundamentalmente al desarrollo de sistemas y/o mecanismos de automatización; integrada verticalmente desde el desarrollo de la solución, dibujo y elaboración de planos de cada elemento, cotización y compra de materiales, mecanizado de los componentes, ensamble de los dispositivos, programación de los dispositivos electrónicos, acabado y embalaje de los equipos. Algunos de sus momentos resaltables se exponen a continuación:

- **2009.** SEDACEI Automation comienza operaciones con dos empleados figurando como persona física.
- **2010.** Se concreta la primera venta a MAHLE Componentes de Motor, logrando una posición en el mercado con proveedores TIER 1.
- **2011.** Nace SEDACEI Automation como persona moral el 20 de septiembre de este año.
- **2012.** SEDACEI Automation logra la MR (Marca Registrada) ante IMPI (Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial) con el significado por sus siglas: Servicio, Diseño, Automatización y Control de Equipos Industriales.
- **2013.** Proyecto de expansión e infraestructura y capacidad instalada (Equipo VF-2).
- **2014.** SEDACEI Automation logra la adquisición de un apoyo federal para la construcción de su primera nave industrial.
- **2015.** Proceso de certificación 9001:2008 y 14001:2004, y construcción de su primera nave industrial.

## 6.3 Caracterización de la empresa.

### **Misión.**

SEDACEI Automation es una empresa enfocada a la satisfacción y éxito total de nuestros clientes con el compromiso de alcanzar la más alta calidad en la fabricación de nuestros productos y servicios. Es nuestro principio básico de negocio el proveer a nuestros clientes con un nivel de calidad y servicio que consistentemente alcance y rebase sus expectativas.

### **Visión.**

Ser una empresa proveedora de servicios integrales de manufactura a nivel nacional e internacional siendo competitivos en base a nuestros costos y capacidades.

### **Política de calidad.**

SEDACEI Automation establece el compromiso de orientar todas sus actividades de fabricación de maquinaria y piezas industriales cumpliendo con los requisitos en materia de calidad y medio ambiente aplicables a través de personal competente y comprometido con la mejora continua del Sistema Integral y la prevención de la contaminación.

### **Valores.**

- **Honestidad.** Conducirnos de acuerdo a los estándares de trabajo definidos, y diciendo los problemas, las oportunidades, etc. Que identifico con plena confianza.
- **Respeto.** Conducirnos con nuestros colaboradores con el pleno conocimiento del valor que tiene el ser humano.
- **Pasión.** Realizar nuestras actividades con gusto y sentirnos orgullosos de lo que hacemos.
- **Trabajo en Equipo.** Tener pleno conocimiento que los objetivos no se consiguen de manera individual, es necesario conseguirlos juntos.

## 7. Análisis de la problemática.

Los pallets son dispositivos que se emplean para transportar la placa o pcb en los conveyors dentro de soldadoras selectivas o en proceso de soldado en horno de SMT (Surface Mount Technology). En estas aplicaciones el material que se utiliza para la fabricación de pallets es resistente a las altas temperaturas presentes en estos procesos y es anti-estático (ESD Free). Para el proceso de SMT el pallet brinda la siguiente ventaja: En placas con falta de fiduciales o con contornos irregulares, referencia las placas en forma mecánica para presentar las mismas a las chipeadoras siempre en la misma posición.

### 7.1 Diagnóstico.

En la empresa SEDACEI Automation se tiene un proyecto para la empresa MMS y FLEX, el cual es diseñar un pallet para el proceso de soldadura con robot, para soldar una PCB modelo IREGISTER el cual este pallet se instalara en un robot para la empresa ya mencionada FLEX. La empresa MMS será el proveedor del modelo del robot (Soldering Machine Economic A400-K). Como se muestra en la siguiente figura 1.



Figura 1. Soldering Machine Economic A400-K

## 7.2 Planteamiento del problema.

A través del análisis realizado en la planta FLEX en la línea del proceso de soldadura manual de la PCB IREGISTER se llegó a la determinación de que se posee un alto grado de ineficiencia en el proceso ya que se tienen diferentes operarios para realizar este proceso, además que también otro problema que se presenta es la mala aplicación de soldadura ya que presenta muchos problemas en el momento de ser soldados y se desperdician PCBs.

Debido a esta problemática, la empresa MMS y FLEX decidió que la empresa SEDACEI Automation realizará una propuesta de un pallet para el proceso de soldadura del PCB IREGISTER con ayuda del proceso de soldadura con robot, en el cual dicho pallet será alojara 3 PCBs para mayor rapidez de soldado y mayor tiempo de producción. El proyecto se pretende realizar en 2 etapas las cuales se describen a continuación:

- **Diseño en SolidWorks.** Permitiendo tener el diseño 3D de la PCB IREGISTER se procederá a diseñar el pallet para que aloje 3 PCBs y realizar su cotización, mediante una lista de materiales. Además de tener una idea clara de su funcionamiento dentro del proceso.
- **Pruebas de proceso de soldadura.** Mediante la maquina ( Soldering Machine Economic A400-K ) se realizara las pruebas de soldado y comprobar que la maquina no tenga ninguna limitante al momento del proceso de soldadura.

Atendiendo a la problemática anterior, que además es externa, la empresa SEDACEI Automation requiere que se realice una propuesta para mejorar dicho proceso de soldadura con ayuda de un pallet y mejorar el tiempo de producción de dicha área de soldadura.

En el caso de la PCB IREGISTER se tiene una dificultad las cual es que la PCB tiene una pantalla (Display) la cual el cliente pidió que fuera protegida para no tener ningún problema en el momento de que el robot este soldando y fuera a dañarse dicha pantalla. Por lo cual se requiere que la propuesta de mejora contemple también la preservación de estas ideas.

## **7.3 Objetivos del proyecto**

### **Objetivo General**

Desarrollar el diseño de un pallet para una PCB para el proceso de soldadura, el pallets sera diseñado y manufacturado para optimizar tanto el proceso de soldado de los PCB's (Placas), así como el flujo del proceso. Al momento de diseñar el pallet estamos tomando ventaja del proceso de soldadura de ola, sobretodo en placas que requieren protección de componentes SMT. Este diseño ayuda a resolver los problemas de soldabilidad que se pudieran tener en la placa y al mismo tiempo se realiza el requerimiento específico para lo que el cliente necesita.

### **7.4 Justificación**

Actualmente se diseñara un pallet de soldadura para una PCB que necesita que un componente sea soldado, las características necesarias son primeramente que el pallet a desarrollar deber ser material antiestático para no tener ningún problema y se llegue a dañar la PCB, los pisadores a utilizar serán de material de inoxidable o a especificar, la plantilla del pallet será de una medida estándar de 11 x 9 pulgadas, en el cual se alojaran 3 PCB en esa dicha plantilla, el pallet tendrá un poka yoke literalmente a prueba de errores para no tener ningún problema a la hora de ensamblar dicho pallet y con el fin de evitar errores en la operación del sistema.

En la siguiente Fig. 2 se muestra el PCB a diseñar y posteriormente desarrollar la plantilla de pallet para dicha PCB.

El pallet para soldadura estará diseñado para soportar el PCB, cubrir o proteger cualquier componente de SMT o SMB que esté cercano a las áreas a soldar, dichas áreas son los componentes que atraviesan el PCB, aunque en la práctica cada pallet está diseñado exclusivamente para el producto que se necesita producir, esto conlleva un minucioso análisis de diseño para asegurar que el flujo y el llenado del barril de las terminales del componente sean las necesarias y adecuadas para dicho proceso.

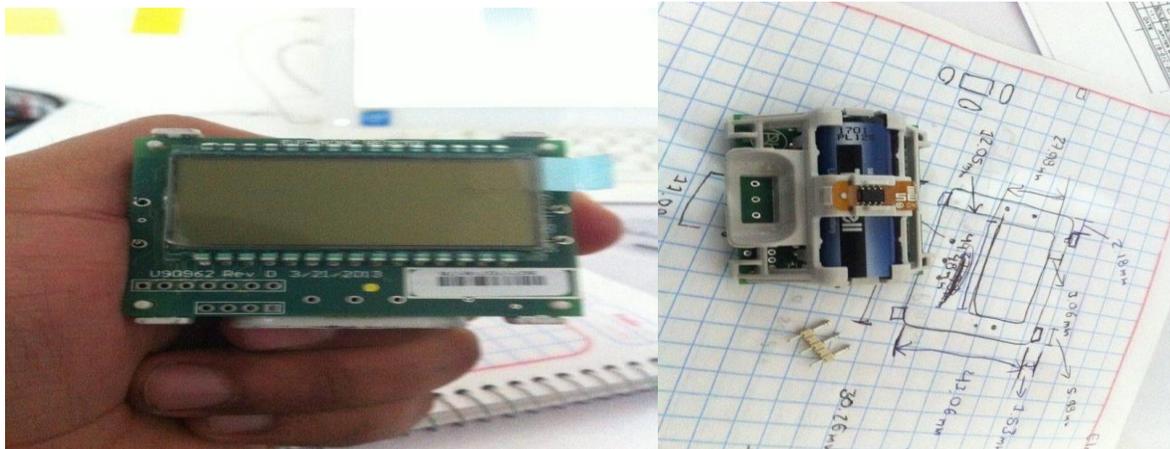


Figura 2. PCB MODELO: IREGISTER

## 7.5 Actividades a desarrollar

Primeramente se realizara un levantamiento de requerimiento para dicho proyecto, al momento del levantamiento se procederá a realizar una cotización para el desarrollo del pallet, se realizara una propuesta draft y una propuesta de diseño 3D para tener un diseño preliminar del pallet.

Se diseñará la placa PCB en 3D para de ahí partir con las ideas para el desarrollo del pallet se tomaran en cuenta las especificaciones que se establecieron para el proceso de soldadura.

Después de tener el diseño de la PCB se desarrollara la plantilla donde se alojaran las 3 placas PCB, se diseñara los pisadores para cada PCB, la función de los pisadores es detener la PCB y permitir que esta sea soldada. Se trabajara bajo un concepto de otro pallet como se muestra en la siguientes figuras se muestran ejemplos de pallet para diferentes procesos de soldadura en el cual se trabajara bajo esos conceptos. En el cual dicho pallet tendrá 4 pines de registro el cual tiene la funcionalidad de ser un poka yoke para no tener problemas de ensamble al momento del proceso de soldadura. Al finalizar el diseño 3D del pallet se procederá a la creación de planos 2D y posteriormente se

pasara a producción de este. En las siguientes figuras de muestras los diferentes tipos de pallet que existen actualmente para diferentes procesos.

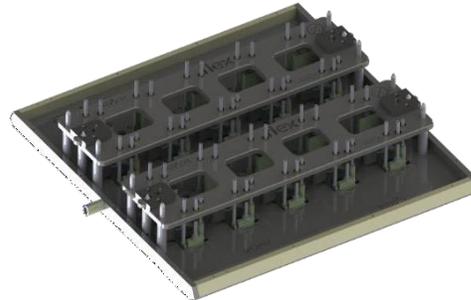


Figura 3. Pallet de soldadura por ola.

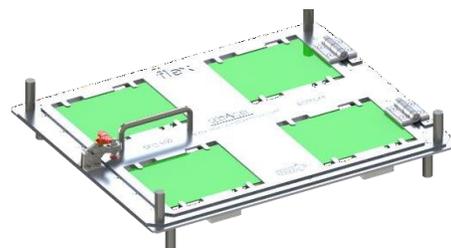


Figura 4. Pallet de soldadura con robot.

Figura 5. Pallet de aplicación de conformal.

Para cada una de las propuestas que se desarrollaron se tuvo un plan de acción con cada una de las actividades, por lo que se muestran a continuación.

### Cronograma de actividades

Actividades	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Requerimiento						
Cotización						
Propuesta de draft						
Propuesta de diseño 3D						
Diseño 3D final						
Informes dimensionales 2D						
Fabricación						
Entrega						

Tabla 1. Cronograma de actividades.

## 8. Marco Teórico

La soldadura es un metal fundido que une dos piezas de metal, de la misma manera que realiza la operación de derretir una aleación para unir dos metales, pero diferente de cuando se sueldan dos piezas de metal para que se unan entre si formando una unión soldada. Como se muestra en la siguiente figura 6.

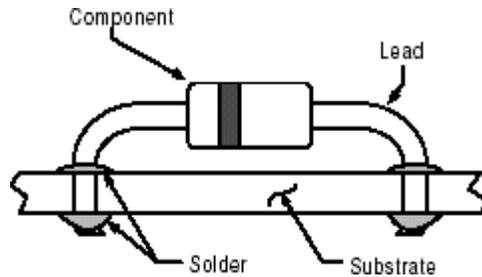


Figura 6. Unión de soldadura.

En la industria de la electrónica, la aleación de estaño y plomo es la más utilizada, aunque existen otras aleaciones, esta combinación da los mejores resultados. La mezcla de estos dos elementos crea un suceso poco común. Cada elemento tiene un punto elevado de fundición, pero al mezclarse producen una aleación con un punto menor de fundición que cualquiera de los elementos para esto debemos de conocer las bases para soldar. Sin este conocimiento es difícil visualizar que ocurre al hacer una unión de soldadura y los efectos de las diferentes partes del proceso.

El estaño tiene un punto de fundición de 450° F; el plomo se funde a los 620° F. Ver gráfica, en este diagrama de proporción de Estaño/Plomo consiste de dos parámetros, uno de ellos es la temperatura en el eje vertical y la otra es la concentración en el eje horizontal. La concentración de estaño es la concentración del plomo menos 100. En el lado izquierdo del diagrama puede ver 100% de estaño, en el lado derecho del diagrama puede ver 100% de plomo.

Las curvas dividen la fase líquida de la fase pastosa. La fase pastosa de la izquierda de la línea divide el estado líquido del estado sólido. Usted puede ver que estas líneas se unen en un punto correspondiente a una temperatura de 183° C o 361° F, a este punto se le llama punto eutéctico. La aleación 63% estaño y 37% plomo tienen la misma

temperatura sólida y líquida. Pastoso o en pasta significa que existen ambos estados, sólido y líquido.

Entre más alto sea el contenido de plomo, mayor será el campo pastoso. Entre más alto sea el estaño menor será el campo pastoso. La soldadura preferida en la electrónica es la aleación eutéctica debido a su inmediata solidificación. Como se muestra en la siguiente figura 7.

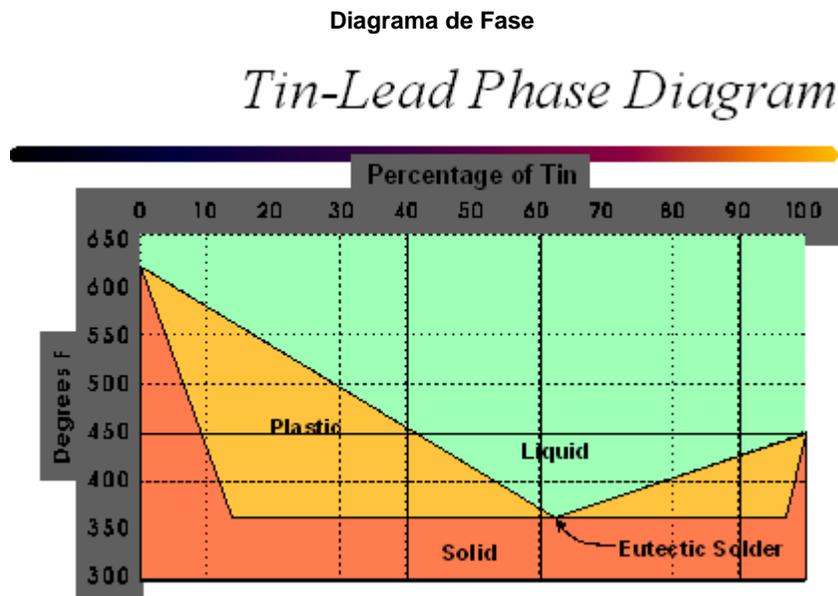


Figura 7. Diagrama de Fase.

### 8.1 ¿Que es un pallet?

Los pallets (también llamados bastidores, carriers, máscaras) son dispositivos que se emplean para transportar la placa o pcb en los conveyors dentro de soldadoras de doble ola, selectivas o en proceso de soldado en horno de SMT (Surface Mount Technology) y proceso de soldadura con robot. En estas aplicaciones el material que se utiliza para la fabricación de pallets es resistente a las altas temperaturas presentes en estos procesos y es anti-estático (ESD Free).

Para soldadura por ola (Wave Solder) el pallet brinda beneficios adicionales; por ejemplo, la posibilidad de estandarizar el ancho del conveyor para los diferentes productos que

deban soldarse en una misma máquina, ahorrando tiempo de cambio de setup; poder diseñar el mismo para que la placa enfrente la ola de la manera más conveniente (posibilidad de rotación del pcb respecto de la dirección de soldado) y la corriente de estaño no forme "sombras" o zonas donde el mismo no pueda soldar.

Evita flexiones del pcb que se traducen en desbordes o inundaciones de aleación por sobre el mismo. La utilización del pallet en este sistema de soldadura también permite diseñar el mismo de forma que la soldadura sea selectiva (dejar descubiertas las zonas de la placa que queremos soldar, impidiendo el contacto de la ola con zonas que deseamos proteger). La soldadura por ola es una técnica de soldadura para producción a gran escala en el que los componentes electrónicos son soldados a la placa de circuito impreso. El nombre proviene del uso de olas de pasta de soldadura fundida para unir el metal de los componentes a la placa del PCB. El proceso utiliza un tanque que contiene una cantidad de soldadura fundida. Los componentes se insertan en o se colocan sobre el PCB y ésta atraviesa una cascada de fluido soldante. Las zonas metálicas quedan expuestas creando una conexión eléctrica. Este proceso es mucho más rápido y se puede crear un producto de calidad superior en comparación con la soldadura manual.

Para el proceso de SMT el pallet brinda la siguiente ventaja: En placas con falta de fiduciales o con contornos irregulares, referencia las placas en forma mecánica para presentar las mismas a las chipeadoras siempre en la misma posición. En la siguiente figura 8. Se muestra un ejemplo de un diseño de un pallet para el proceso de soldadura con robot.

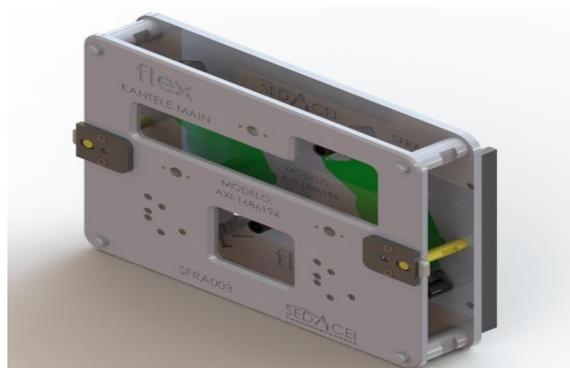


Figura 8. Pallet para soldadura con robot.

Líneas SMD para bajo-medio volumen formadas por las siguientes máquinas:



Figura 9. Línea de aplicación de soldadura con robot

Tipos de máquinas para diferentes procesos SMT

- Máquina de Marcado Laser de PCBs
- Máquina DEK Horizon 3i, con visión automática 2,5D de última generación.
- Horno de Refusión de 10 zonas Vitronic Soltec.
- Máquina de Inspección Óptica AOI para el 100% de las placas.
- Inspección muestral por Rayos X para soldaduras ocultas.
- Sistema de trazabilidad Valor de componentes en línea.

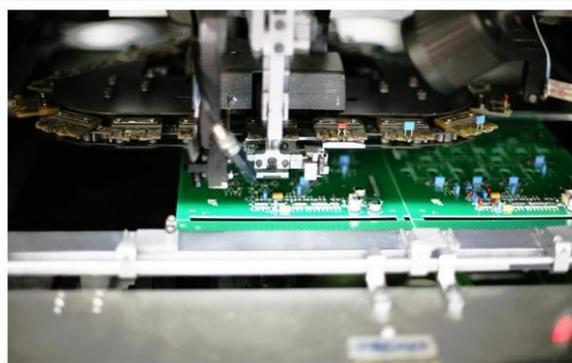


Figura 10. Proceso de soldadura de PCBs.

## Líneas de Montaje componentes SMT.

- Máquina Polaris para montaje de componentes ODD-Form.
- Máquina de Inserción radial para componentes radiales.
- Máquina de soldadura por Ola para montajes con Pb.
- Máquina de soldadura por Ola para montajes libres de Pb.
- Líneas de Montaje Manual de componentes.

## 8.2 Características de pallets.

- Proporciona fuerza para la tablilla en todos los lados.
- Reduce/Elimina el trabajo para proteger componentes en la parte debajo de la tablilla.
- Usando clamps, elimina la necesidad de colar componentes para que se quedan en su lugar.
- Elimina mucho de las operaciones de soldar manualmente.
- Protege componentes de SMT en el lado debajo del calor.
- protege los componentes de SMT y otros componentes que no quieren que tocan en la soldadura.
- Reduce defectos de soldar manualmente.
- Reduce el tiempo de preparar para correr y de cambiar de proyectos si los pallets son todos hecho con un ancho padrón.
- Aumenta el volumen si ponemos más que una tablilla por pallet.
- Marcamos cada pallet con el nombre del proyecto y nuestro número de programa para ser más fácil para identificar y hacer órdenes nuevas del mismo pallet.
- Reduce el tiempo de preparar para correr y de cambiar de proyectos
- Elimina inundación de tablillas e da soporte para las tablillas también.
- Protege componentes sensibles con materiales de ESD.
- Compatible con todo tipo de línea.
- Perfecto para correr proyectos con volumen bajo o prototipos.

### 8.3 Materiales.

Pallets para Ola, Selectivos, Impresión, conformal y para proceso de soldadura con robot. El material del cual es construido los pallets es anti-estático (ESD Free).

- Durapol.
- G10.
- Durestone
- Ricocel
- Electrolok.
- Aluminio.
- Solid Pro.

Los composites son fabricados en una amplia gama de materiales base, desde fibra de vidrio o sintéticas, refuerzos de fibras naturales impregnadas epoxicas o fenólicas, las cuales tienen distintos grados de resistencia a químico y temperatura. Las aplicaciones que tienen ese tipo de materiales van desde aislamientos térmico y eléctrico, hasta herramientas para soldadura de tarjetas electrónicas o PCBs.

Algunos de estos materiales son fabricados con propiedades antiestáticas o conductivas y permiten la fácil detección para los sensores. En la siguiente tabla 2. Se tiene una comparativa de materiales, se muestra cada característica de los materiales ya mencionados.

## TABLA COMPARATIVA DE MATERIALES:

	DURAPOL 68940	DURAPOL 68910	RICOCEL ES-3261A	SOLID PRO	DUROSTONE CAS 761	DUROSTONE CBC 502	CDM 68630	TOP PALLET
Color	GRAY	BLACK	BLACK	BLACK	BLACK	BLACK	BLACK	BLACK
ESD safe?	ESD	ESD	ESD	ESD	ESD	ESD	ESD	ESD
Chemical resistance	EXCELLENT	VERY GOOD	EXCELLENT	VERY GOOD	GOOD	GOOD	GOOD	NOT RESISTANT
Thickness Available	3, 4, 5, 6, 8, 10, 12 mm	5, 6, 8, 10, 12 mm	3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 14 mm	3, 4, 5, 6, 8, 10 mm	4, 5, 6, 8, 10, 12 mm	3, 4, 5, 6, 8, 10, 12 mm	5 to 10 mm	6, 8mm
Thickness Tolerance			± .10 mm	±0.1 mm	±0.1 mm	+/- .10 mm	+/- 0.10 mm	+/- .10 mm
Standard sheet sizes	2350 x 1335 or 2000 x 1250 mm	2350 X 1335 mm	2040 x 1200 mm	1220 x 2440 mm	2440 X 1220	2000 X 1000 mm	2350 x 1335 mm	1950 x 950 mm
<b>MECHANICAL PROPERTIES</b>								
Flexural strength at 23-25 °C	350 Mpa	400 Mpa	550 Mpa	480 Mpa	360 Mpa	345 Mpa	400 Mpa	220-250 Mpa
Flexural strength at 150 °C	200 Mpa	230 Mpa			180 Mpa	137 Mpa	220 Mpa	150 - 170 Mpa
Modulus of Elasticity at 23-25 °C	18000 Mpa	18000 Mpa		≥ 18000 Mpa	18000 Mpa	16547 Mpa	20000 Mpa	20000 Mpa
Modulus of Elasticity at 150 °C	12000 Mpa	13000 Mpa		≥ 13500 Mpa	9000 Mpa		14000 Mpa	
<b>ELECTRICAL PROPERTIES</b>								
Surface resistivity	105-109 Ω	105-109 Ω	107 Ω	105-109 Ω	105-108 Ω	105-109 Ω	105 to 109 Ω	105 to 109 Ω
<b>PHYSICAL PROPERTIES</b>								
Density	1.9 G/CM3	1.8 G/CM3	1.95 G/CM3	1.93 G/CM3	1.9 G/CM3	1.9 G/CM3	1.90 G/CM3	1.85 G/CM3 +/- .1
Water absorption	<.10%	0.15%	0.02%		< 2%	<2%	< .15%	0.15%
Parallel Coeff linear expansion	10.1-6 k-1	10.1-6 k-1	9 ppm/k		11 (10-6/k)	7 x 10-6		
Thermal conductivity	.3 W/M.K	.3 W/M.K	.38 W/MK	0.68 W/M.K	0.25 W/M.K	.31 W/M.K		
Maximum operating Temperature	300°C	280°C	350 °C	330 °C	300 °C	300 °C		
Continuous operating Temperature	280°C	260°C	300 °C	280 °C	260 °C	260 °C		
Specific Heat Capacity			1.95 G/CM3					

Tabla 2. Características de materiales.

### 8.4 Tecnología de montaje superficial.

La tecnología de montaje superficial (SMT - inglés - Surface Mount Technology) es el proceso de construir circuitos electrónicos, en que los componentes están soldados directamente sobre la superficie de una placa de circuito impreso (PCB). Dentro de la tecnológica, el montaje superficial ha substituido a la técnica de la tecnología de agujero pasante (through hole); el método utilizado en el proceso de instalar componentes con cables alámbricos en agujeros de la tarjeta del PCB, atravesando la placa de un lado a otro. La tecnología SMD es diferente, las conexiones se realizan mediante contactos en la superficie inferior de la placa- terminaciones metálicas alrededor de la placa. Las dos tecnologías pueden ser usadas en el mismo circuito impreso para componentes que no están hechos para el SMD tales como los transformadores y semiconductores de alta potencia en disipadores de energía térmica.

Un componente de SMT, o un SMD (dispositivo de surface-mount) es normalmente más pequeño que uno de la tecnología through hole porque tiene cables más pequeños o no los tiene en absoluto. Puede contener unos pins electrónicos cortos o cables de diferentes formas, contactos planos, matrices de bolitas de estaño (BGA – conexiones Ball Grid Array) o alternativamente terminaciones metálicas al borde del circuito. Como es evidente, el ensamblado a mano de piezas utilizando la tecnología SMD es difícil, por eso exige la automatización por ejemplo en las líneas de fabricación masiva. Es una técnica muy delicada hacer que un diseño SMD funcione bien incluso en ambientes con altos índices de la interferencia electromagnética. En el siguiente figura 10. Se representa el proceso de soldadura. En la figura 11. Se muestra una tabla con los términos de las siglas ya mencionadas.

### EL PROCESO DE SOLDADURA

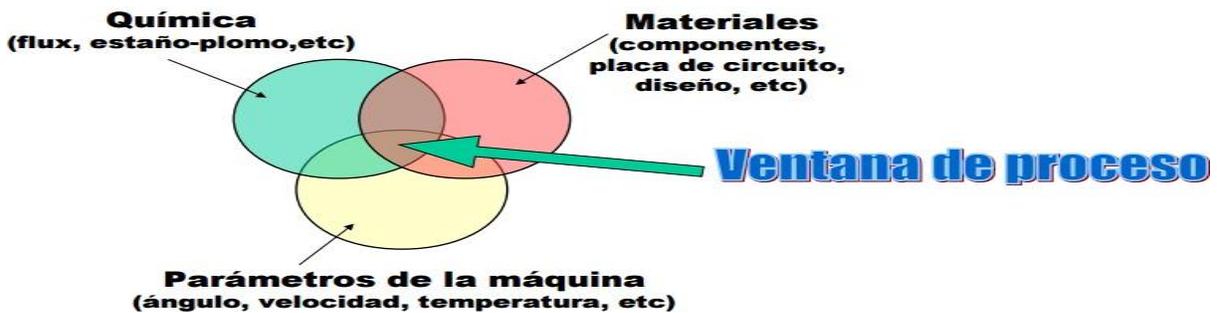


Figura 11. Proceso de soldadura.

Término de SMT	Término Entero
SMD	Dispositivo <i>Surface-mount</i> (activos, p $\acute{a}$ sivos and componentes electro-mec $\acute{a}$ nicos)
SMT	Tecnología de <i>Surface-mount</i> (ensamblaje y tecnología de montaje)
SMA	Ensamblaje de <i>Surface-mount</i> (m $\acute{o}$ dulo ensamblado con SMT)
SMC	Componentes de <i>Surface-mount</i> (componentes para SMT)
SMP	“Encapsulo” de <i>Surface-mount</i> (SMD case forms)
SME	Surface-mount equipment (SMT assembling machines)

Tabla 3. Definición de términos SMT.

## 8.5 Ventajas y desventajas de SMT en la Fabricación de circuitos impresos.

Los beneficios: Hay muchos beneficios con el Montaje Superficial. Primero, los componentes son más pequeños. También hay una mejor densidad de componentes disponible, o sea, más componentes por área de placa (incluyendo más cables por cada componente también). Con la tecnología SMT, se facilita el rendimiento mecánico bajo condiciones de vibración. Bajo coste inicial y coste y tiempo para la producción- y muchas partes de Montaje Superficial cuestan menos que la misma parte en un componente Agujero Pasante.

Más beneficios tienen que ver con el ensamblaje. Durante la fabricación del circuito impreso, no hace falta taladrar tantos agujeros. El ensamblaje automatizado es más rápido y sencillo; porque algunas máquinas son capaces de instalar un montón de componentes durante poco tiempo (130,000 componentes p/hora). Además, si hay algunos errores en la colocación de componentes, están corregidos automáticamente porque la tensión dentro de la soldadura fundida tira y realinea los componentes con los electrodos de soldadura. Otro beneficio es que los componentes pueden ser instalados en cualquier lado del circuito impreso. Bajo resistencia e inductancia a la conexión, que lleva a menos efectos superfluos RF (espectro de radiofrecuencia) y un mejor rendimiento alta-frecuencia más previsible. Para resumir los circuitos impresos hechos de SMT tienen mejor EMC (compatibilidad electromagnética), que es, menos emisiones radiadas debido al espacio de radiación reducido (debido al encapsulo más pequeño) e inductancia de cable mínimo.

Por otro lado, SMT tiene unos obstáculos: Por ejemplo ensamblaje de prototipos o la reparación a nivel-componente es más difícil, exige más habilidad personal y herramientas caras, debido a los tamaños reducidos y posicionamiento de muchos SMDs. Además, los dispositivos de Montaje Superficial no pueden funcionar colaborativamente con 'breadboards' (herramientas de construcción de prototipos), exigen un pcb por encargo para cada prototipo, o el montaje del dispositivo sobre un pin portador acabado con plomo. En cuanto a los prototipos sobre un componente específico SMD, una placa 'breakout' puede ser utilizado. Adicionalmente, protoplacas en estilo de tablero alistonado puede ser esgrimido, algunos de que incluyen electrodos para componentes SMD con tamaño estándar. Para la fabricación de prototipos, un tipo de fabricación llamada "dead bug" puede ser utilizado.

## 8.6 Softwares.

### Software SolidWork

SolidWorks es un software CAD (diseño asistido por computadora) para modelado mecánico en 3D.

SOLIDWORKS es tan sencillo como potente y permite que cualquier empresa pueda hacer sus ideas realidad y hacerse con mercados globales.



Figura 12. Icono de Solid Works.

### GC-Prevue

Utilizado por cientos de miles de diseñadores de placas de circuitos, fabricantes y montadores, GC-Prevue es el visor de Gerber estándar de facto para cualquier persona involucrada en la cadena de suministro placa de circuito impreso. GC-Prevue lee todas las salidas de fabricación electrónicos generados comunes de CAD incluyendo Gerber, Barco DPF, Excellon, Sieb y Meyer, HPGL y HPGL2.

#### Características

- Verificación de los datos de diseño
- Citando
- Imprimir documentación
- Gestión de revisiones



Figura 13. Icono de GC- PREVUE

## 9. Desarrollo

Al momento de comenzar el diseño del pallet PCB IREGISTER se realiza un levantamiento para determinar los materiales y características específicas a diseñar con la siguiente tabla se determina qué características se necesitan para el pallet para poder proceder a ser diseñado y posteriormente fabricado.

### 9.1 Análisis de requerimiento del cliente.

Para la definición del proyecto se han considerado algunos puntos importantes que el cliente ha solicitado a la empresa SEDACEI Automation. Las especificaciones fueron:

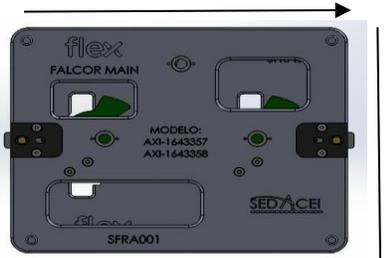
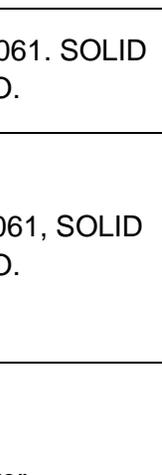
- Realizar un proyecto donde con ayuda de un pallet o fixture se desarrolle un proceso de soldadura para una PCB con ayuda de un robot soldador.
- Las especificaciones son que se soldaran 7 puntos en la PCB como se muestra en la figura 14.
- Se protegerá la pantalla (Display) para no tener problemas, ya que al momento de soldar puede ser que llegue a altas temperaturas y se dañe la pantalla como se muestra en la figura 14.
- El material del cual será construido el pallet será de Solid pro, Aluminio e inoxidable.

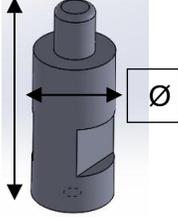
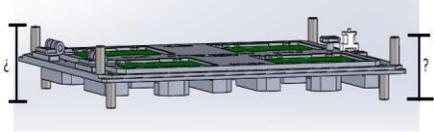
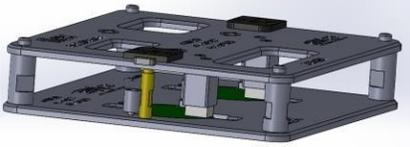
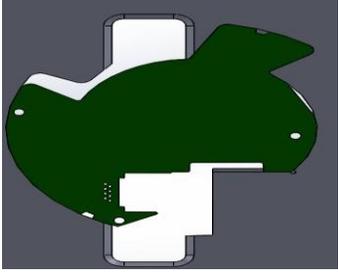


Figura 14. PCB: Modelo IREGISTER

## 9.2 Tabla para levantamiento de proyecto.

A continuación con ayuda de la siguiente tabla se detalla las especificaciones generadas con el cliente.

PROCESO DE REQUERIMIENTO	PALLET PARA PROCESO DE SOLDADURA CON ROBOT	DESCRIPCIÓN
DIMENSIONES GENERALES DE LA MESA		11"X9"
MATERIAL Y ESPESOR DE LA PLANTILLA PALLET	ALUMINIO.	ALUMINIO 6061. SOLID PRO.
MATERIAL DE MASCARA		ALUMINIO 6061, SOLID PRO.
MEDIDAS DE LA AREA DE TRABAJO DEL ROBOT		11"X9"
ALTURA DE POSTES (POKA YOKE)		35MM Y CON DESFASE EN UNA ESQUINA DE UN POSTE
DISTANCIAS DE CENTROS DE POSTES (EXISTE ALGUN POKA YOKE EN EL PALLET)		SE RECOMIENDA PROPONER ALGUN POKA YOKE PARA NO TENER NINGUN PROBLEMA EN EL ENSAMBLE.

<p>DIÁMETRO, ALTURA Y MATERIAL DE POSTES</p>		<p>1/2" DE INOXIDABLE, 3/4" DE ALUMINIO 6061.</p>
<p>COMPONENTES A CUBRIR O A SOLDAR</p>		<p>1 COMPONENTES A CUBRIR Y 7 PUNTOS A SOLDAR.</p>
<p>LEYENDA DE PLANTILLA Y COLOR DE LETRAS EJEM. MODELO DE PCB Y DATOS DEL CLIENTE</p>		<p>MODELO: IREGISTER EMPRESA : FLEX Y WELLER</p>
<p>ESPESOR O ALTURA MÁXIMO DEL PALLET</p>		<p>ALTURA MÁXIMA 120MM</p>
<p>ESPESOR DE LA MASCARA</p>		<p>6MM</p>
<p>TOLERANCIAS MINIMAS Y MAXIMAS DE ALOJAMIENTO</p>		<p>0.050mm</p>

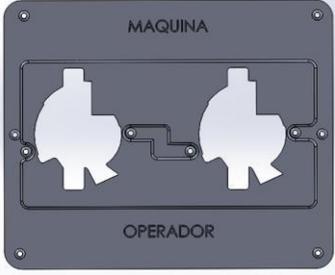
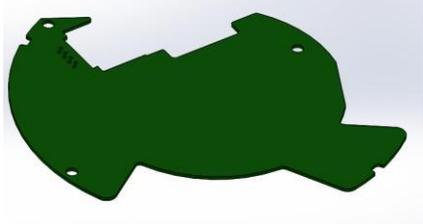
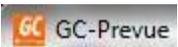
<p>CON ABERTURAS PARA LOS DEDOS</p>		<p>SI</p>
<p>GERBER DE PCB , O PLANOS TECNICOS DE PCBA</p>		<p>NO, Sacar medidas de PCB con instrumentos de medición</p>
<p>ESPESOR DE PCBA</p>		<p>1.6mm</p>

Tabla 4. Proceso de levantamiento de requerimiento.

En el momento de realizar el levantamiento del proyecto se desarrolla una cotización en base a las características ya mencionadas en la tabla 3. Al momento que el cliente hace llegar la orden de compra se le da seguimiento al proceso de diseño y se comienza el diseño basado con las especificaciones requeridas en la tabla.

### 9.3 PROCEDIMIENTO PARA DISEÑAR PALLETS PARA PROCESO DE SOLDADURA CON ROBOT.

1. Primeramente y muy importante tener toda la información necesaria que nos proporciona el cliente para el diseño del pallet: Por ejemplo, espesor, ancho y largo y material para plantilla de pallet. Dimensiones (Gerber) de PCB y alturas mínimas y máximas de componentes de PCB. Altura total del pallet, si se tiene algún poka yoke o postes con registro y dimensiones de mesa de trabajo del robot. Tener en cuenta toda esta información antes de empezar a diseñar un pallet.
2. Diseñar PCB (si no se tiene PCB en físico) primeramente obtener toda la información como Gerber o datos técnicos de PCB como espesor, largo, ancho y medidas generales, se recomienda transportar una imagen a SolidWorks y usar la herramienta de croquis e insertar dicha imagen de PCB y usar las medidas generales como base para croquizar dicha imagen y obtener el diseño en 3D de la PCB. Tener mucho en cuenta como seguir las líneas de dicha imagen ya que de aquí comenzaremos el diseño del pallet y muy importante croquizar correctamente la imagen.
3. Al momento de tener el diseño de la PCB se corrobora las medidas con ayuda del software  el cual este software tiene la facilidad de abrir el archivos Gerber, al momento de abrir el programa ya mencionado se va a la pestaña File y al apartado Import, y en ese apartado se busca la ubicación del archivo Gerber al momento de abrir el Gerber tendremos la figura de la PCB el software. Con ayuda del mouse podremos verificar las medidas del paso 2 del diseño en SolidWork de la PCB. En la pantalla se mostraran medidas cada vez que nos desplazemos con el mouse, las medidas se muestran en milímetros como se muestra en la siguiente figura 16. Por lo tanto para verificar la longitud de una línea se presiona la tecla Z y con esta operación estamos declarando un punto de

origen o un punto cero, como se muestra en la Fig. 17. Las medidas absolutas y relativas en cero, con ayuda del mouse nos desplazamos sobre la línea hasta el final de dicha línea y encontraremos la medida de esa línea que se mostrara en la pantalla de medidas como se muestra en la Fig. 16. Y así podremos verificar cada línea si fue dibujada correctamente en SolidWorks.

```

Selected Data
Pads and Drills: 0
Routs and Traces: 0
User mm
(-330.78980, 203.93350)
Absolute mm
(-330.78980, 203.93350)
Relative mm
(-330.78980, 203.93350)
Distance: 388.60103
Angle
148.345966 degrees
    
```

Figura 15. Captura de datos absolutos.

```

Selected Data
Pads and Drills: 0
Routs and Traces: 0
User mm
(-335.60710, 158.97180)
Absolute mm
(-335.60710, 158.97180)
Relative mm
(0.00000, 0.00000)
Distance: 0.00000
Angle
0.000000 degrees
    
```

Figura 16. Captura de datos relativos.

4. Si no se tiene información de gerber o datos técnicos de medidas generales de la PCB se recomienda tener una PCB en físico para poder sacar todas las medidas necesarias, con ayuda de instrumentos de medición (Vernier, Micrómetro, Goniómetro).
  
5. Pasando del diseño de la PCB, primeramente se verifica las medias generales de la plantilla del pallet a diseñar, por ejemplo por lo regular en procesos de soldadura con robot se usa por lo general una medida de 11"x 9". Por lo tanto al momento de saber las medidas de la plantilla se diseña la figura de la plantilla del pallet con las medidas ya mencionadas. Después se copia el croquis que se dibujó de la PCB en SolidWork y se pega en la plantilla del pallet, al tener esta operación se determina la cantidad de PCBs que se podrán alojar en el pallet, por lo regular se pueden alojar de 2 a 3 PCBs en un pallet pero todo dependiendo del tamaño o figura que tiene la PCB. Teniendo la cantidad de PCBs que se alojaran y teniendo en cuenta toda información del requerimiento que se realizó al cliente, por ejemplo los datos de cuantos componentes se van a soldar por PCB y que tipo de

pisadores se usaran, si serán pisadores fijos o pisadores especiales con muelle. Al tener esta información se pasara al desarrollo donde se alojara las PCBs, se recomienda dar una tolerancia para que pueda alojar la PCB de un valor de 0.050mm.

En SolidWorks se usa la operación de equidistante para poder hacer esta operación, esta medida puede cambiar, todo depende si se tiene la PCB para realizar pruebas en el momento de sea maquinado el pallet donde alojara la PCB por esta razón si no se tiene una PCB para realizar pruebas o verificar medidas, se recomienda tener una tolerancia más cerrada para que en el momento de ser maquinado si llega a quedar el alojamiento más pequeño el maquinador CNC le dará el ajuste necesario para que pueda alojar dicha PCB, de lo contrario si se deja una tolerancia más grande puede llegar a suceder que termine con mucho juego el alojamiento de la PCB y por lo tanto se desperdiciaría esa plantilla del pallet y no funcionaría para el proceso de soldadura, ya que ese proceso se realiza con un robot con una parte terminal de un caudín y un alimentador y si se llega a tener una tolerancia muy grande al momento de soldar causaría un corto circuito en la PCB por esa razón se recomienda tener una tolerancia cerrada.

6. Al momento de diseñar el alojamiento de las PCBs en el pallet, se diseña los postes base, bujes para pisadores, mascara o contramascara y se recomienda diseñar postes con poka yoke para no tener problemas en el momento de ser ensamblado, se recomienda usar medidas estándar para postes y para espesores de pisadores y para sistemas de sujeción, esto con la finalidad de hacer una biblioteca de componentes o piezas para pallets de diferentes características.

## 10. Resultados.

Al finalizar el proceso que se vio en los capítulos anteriores se procede con la parte del desarrollo del diseño como se muestra a continuación, se muestra todos los componentes del diseño de pallet PCB IREGISTER para proceso de soldadura con robot.

### 10.1 Diseño de PCB.

En la siguiente figura 17. Se muestra el diseño de la PCB: Modelo IREGISTER, el cual dicha PCB tiene las características que se mencionaron en los anteriores capítulos, se tiene un display y 7 puntos específicos a soldar.

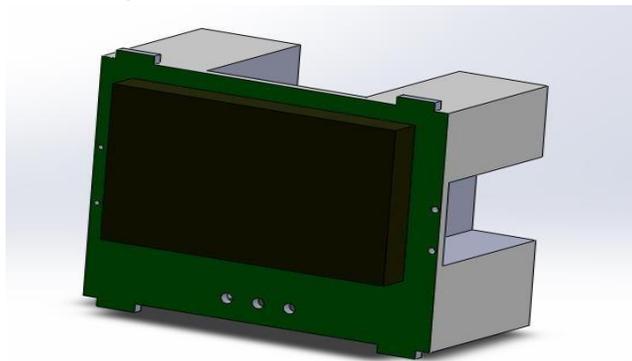


Figura 17. Diseño de PCB "IREGISTER".

### 10.2 Diseño plantilla pallet.

En la figura 18. Se observa el diseño del pallet en el cual se alojaran 3 PCB "IREGISTER", y tendrá las leyendas requeridas de las empresas relacionadas. En la figura 19 se desarrolló la parte de postes, su funcionamiento es detener al pallet y tenerlo a cierta altura de la superficie para no tener problemas de ensamble, el cual tendrá 4 postes en cada esquina con un postes en función de Poka Yoke para no tener problemas al momento de fijar el pallet a la mesa del robot.



Figura 18. Diseño de Pallet. (Material Solid Pro).

### 10.3 Diseño de accesorios para pallet.

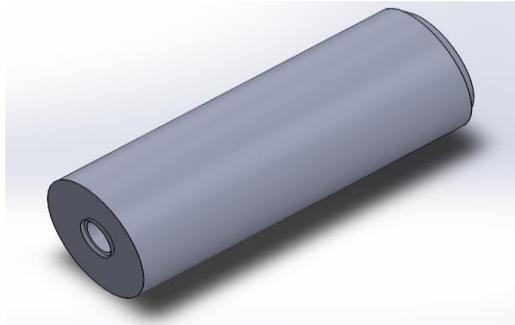


Figura 19. Poste Base. (Material Inoxidable).

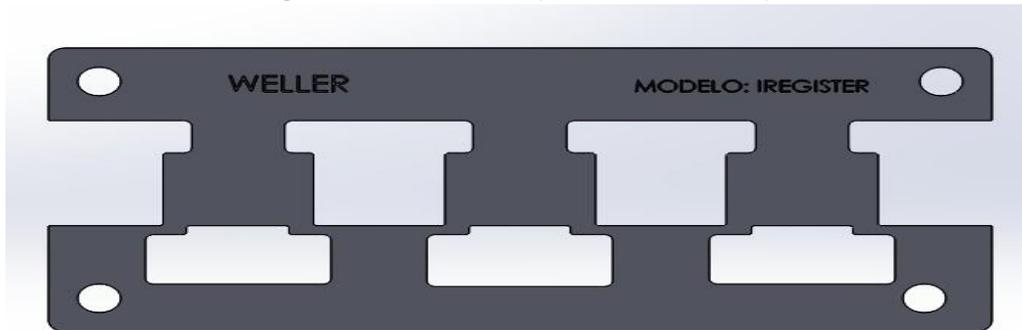


Figura 20. Contra mascara. Parte frontal (Material Solid Pro).

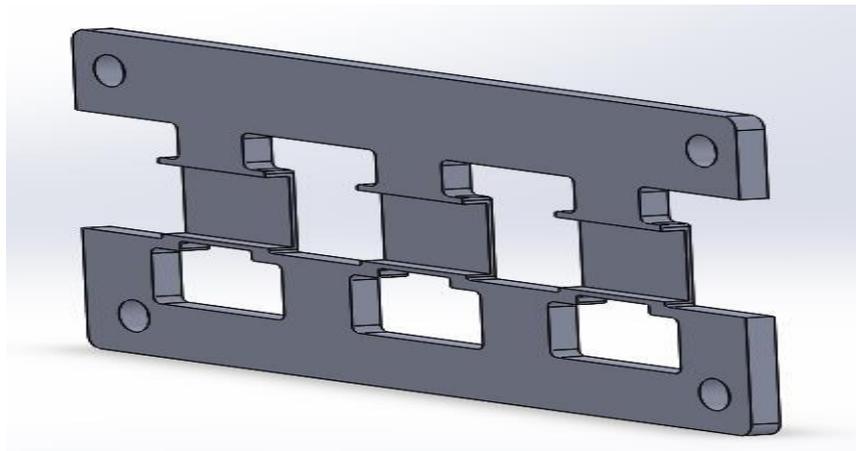


Figura 21. Contra mascara. Parte trasera (Material Solid Pro).

En las anteriores figuras se tiene el desarrollo de la parte de la contra mascara, la cual tiene la función de cubrir las pantallas de las PCB, como se observa en la figura 21. Se tiene una corte de 5mm de profundidad para cubrir cada pantalla, se tiene en las 4 esquinas barrenos para registrar los postes de las contra mascara en base con la cara del pallet.

En la figura 22. Se tiene la parte del poste de registro, la cual tiene la función de registrar al momento de ensamblar la pieza de nombre contra mascara.

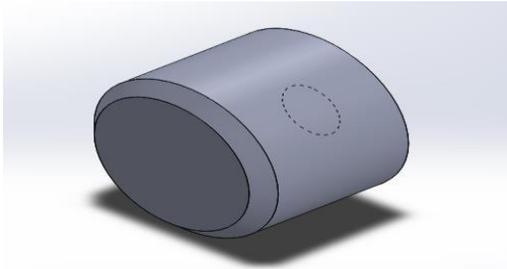


Figura 22. Poste de registro (Material Inoxidable).

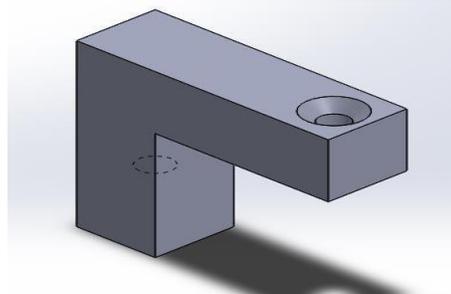


Figura 23. Pieza en L. (Material Aluminio 6061).

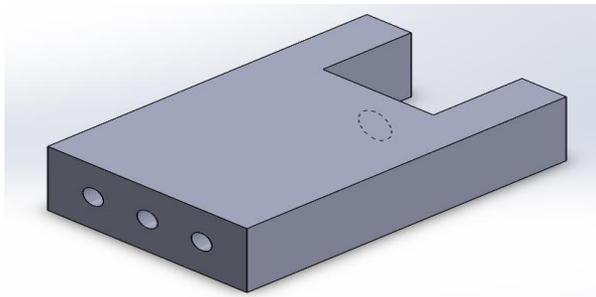


Figura 24. Pieza Holding. (Material Aluminio 6061).

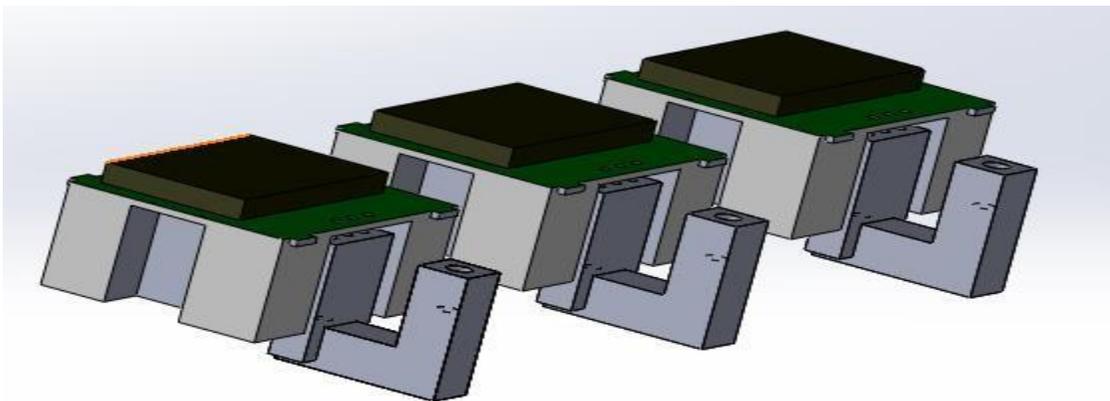


Figura 25. Ensamble de pieza Holding y pieza en L. (Material Aluminio 6061).

Como se muestra en la figura 23. Se tiene la pieza en L, la cual tiene la función de sujetar a la pieza Holding figura 24. La pieza Holding tiene la función de alojar 3 pines que serán soldados. El funcionamiento es que el operario manualmente coloque en la pieza Holding, los pines que están sueltas para poder ser soldados sin tener problemas de mala colocación. Como se muestra en la figura 25. Se tiene el sub ensamble de PCB IREGISTER con las piezas ya mencionadas.

## 10.4 Diseño de seguro.

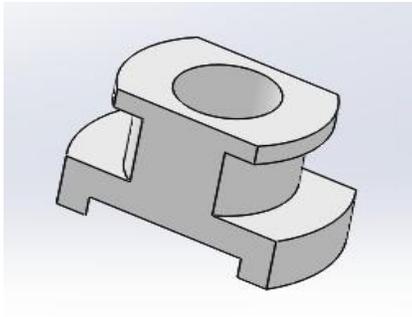


Figura 26. Seguro.

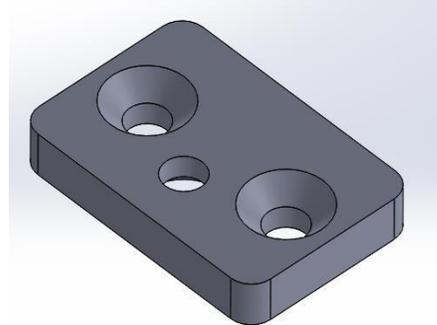


Figura 27. Base para seguro. (Material Solid Pro)

En las figuras 26 y 27. Se tiene la parte del seguro que tiene la función de asegurar la contra máscara del pallet para no tener problemas en el momento del proceso de soldadura. Como se muestra en la figura 28. Se tiene el diseño del pallet PCB IREGISTER.

## 10.5 DISEÑO DE PALLET PCB IREGISTER.

Como se muestra en la siguiente figura 28. Se tiene el diseño final del pallet para proceso de soldadura con robot. La cual tiene la función de proteger la cantidad de 3 PCBs para proceso de soldadura con robot. En la figura 29. se tiene la fabricación del pallet PCB IREGISTER.

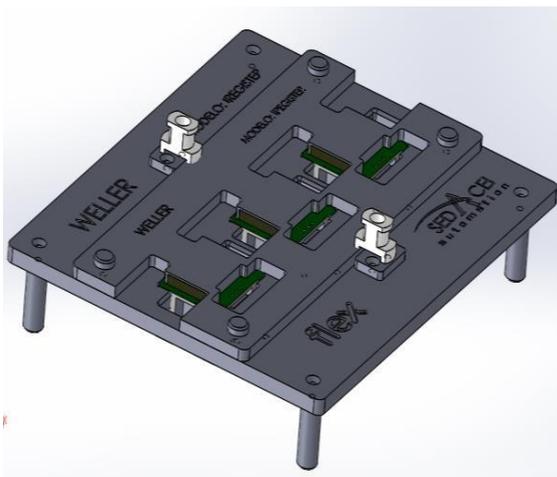


Figura 28. Diseño de pallet PCB IREGISTER.



Figure 29. Fabricación de Diseño de pallet PCB.

En las siguientes figuras se tiene diferentes vistas del diseño final de pallet PCB IREGISTER. Se puede observar en la figura 30. Se tiene la base donde estará la sujeción del pallet. En las siguientes figuras se tiene las diferentes vistas del pallet.

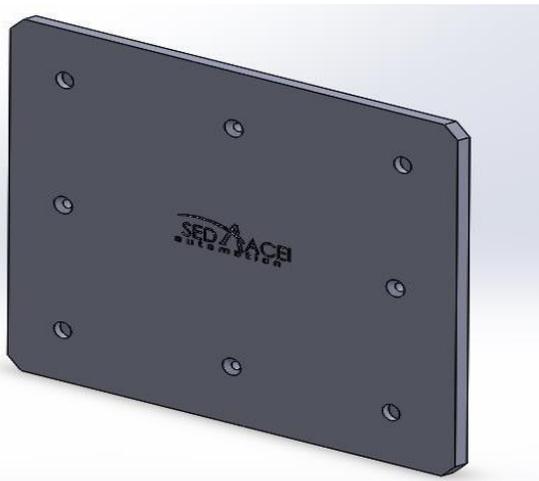


Figura 30. Diseño de Base para sujeción de Pallet.

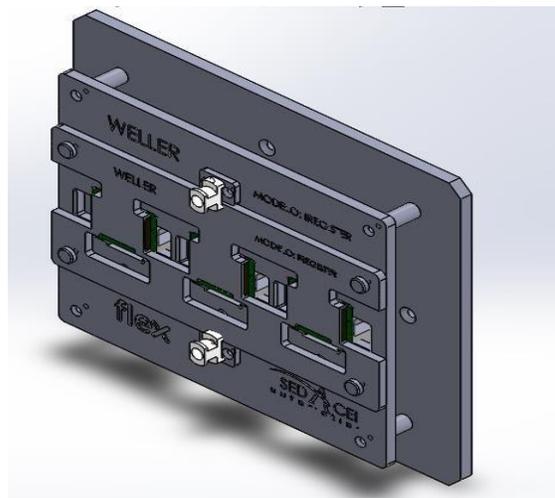


Figura 31. Pallet (Vista Isométrica).



Figura 32. Pallet. (Vista Frontal).

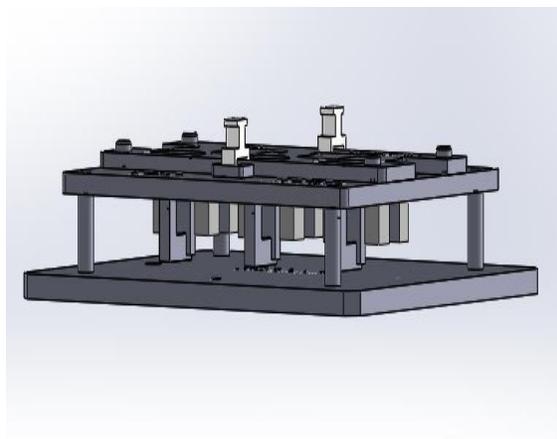


Figura 33. Pallet. (Vista Lateral).

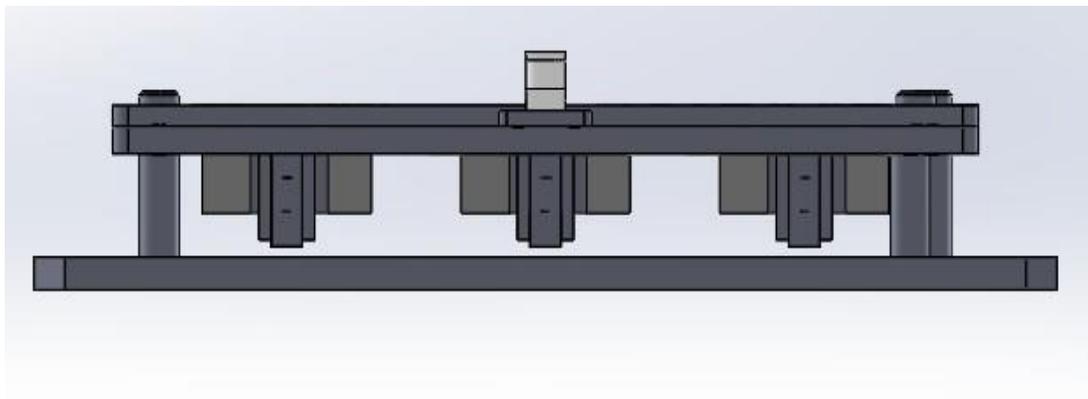


Figura 34. Pallet. (Vista Posterior).

## 10.6 Lista de materiales.

En la siguiente tabla se muestra la lista de materiales que se necesito para el desarrollo del pallet PCB IREGISTER para procesos de soldadura, la cual la mayor parte se fabrico en la empresa SEDACEI AUTOMATION.

ITEM	N.º DE PIEZA	NOMBRE DE PIEZA	MARCA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	SEDACEI03-08-17-A-001-0001	PLANTILLA PALLET	SEDACEI	FABRICADO	1
2	SEDACEI03-08-17-A-001-0002	PIEZA L	SEDACEI	FABRICADO	3
3	SEDACEI03-08-17-A-001-0003	HOLDING	SEDACEI	FABRICADO	3
4	SEDACEI03-08-17-A-001-0004	Poste Base	SEDACEI	FABRICADO	4
5	SEDACEI03-08-17-A-001-0005	contramascara	SEDACEI	FABRICADO	1
6	SEDACEI03-08-17-A-001-0006	Poste de registro	SEDACEI	FABRICADO	4
7	SEDACEI03-08-17-A-001-0007	base para seguro	SEDACEI	FABRICADO	2
8	SEDACEI03-08-17-A-001-0008	SEGURO	SEDACEI	FABRICADO	2
9	SEDACEI03-08-17-A-001-0009	BASE PARA SUJECION DE PALLET	SEDACEI	FABRICADO	1
10	PCB IREGISTER	PCB IREGISTER	FLEX	PCB IREGISTER FLEX	3
11	B18.3.5M- 4 x 0.7 x 1.6 Socket FCHS -- 16N	TORNILLO INOX. CABEZA PLANA	N/A	COMPRADO	7
12	B18.3.5M- 4 x 0.7 x 1.2 Socket FCHS -- 12N	TORNILLO INOX. CABEZA PLANA	N/A	COMPRADO	8
13	B18.3.5M- 3 x 0.7 x 1.6 Socket FCHS -- 16N	TORNILLO INOX. CABEZA PLANA	N/A	COMPRADO	3

Tabla 5. Lista de materiales.

## 10.7 Dibujos 2D.

En las siguientes figuras se tendrá todos los dibujos 2D de dicho pallet, las medidas están en el sistema milimétrico, para posteriormente comenzar con la fabricación.

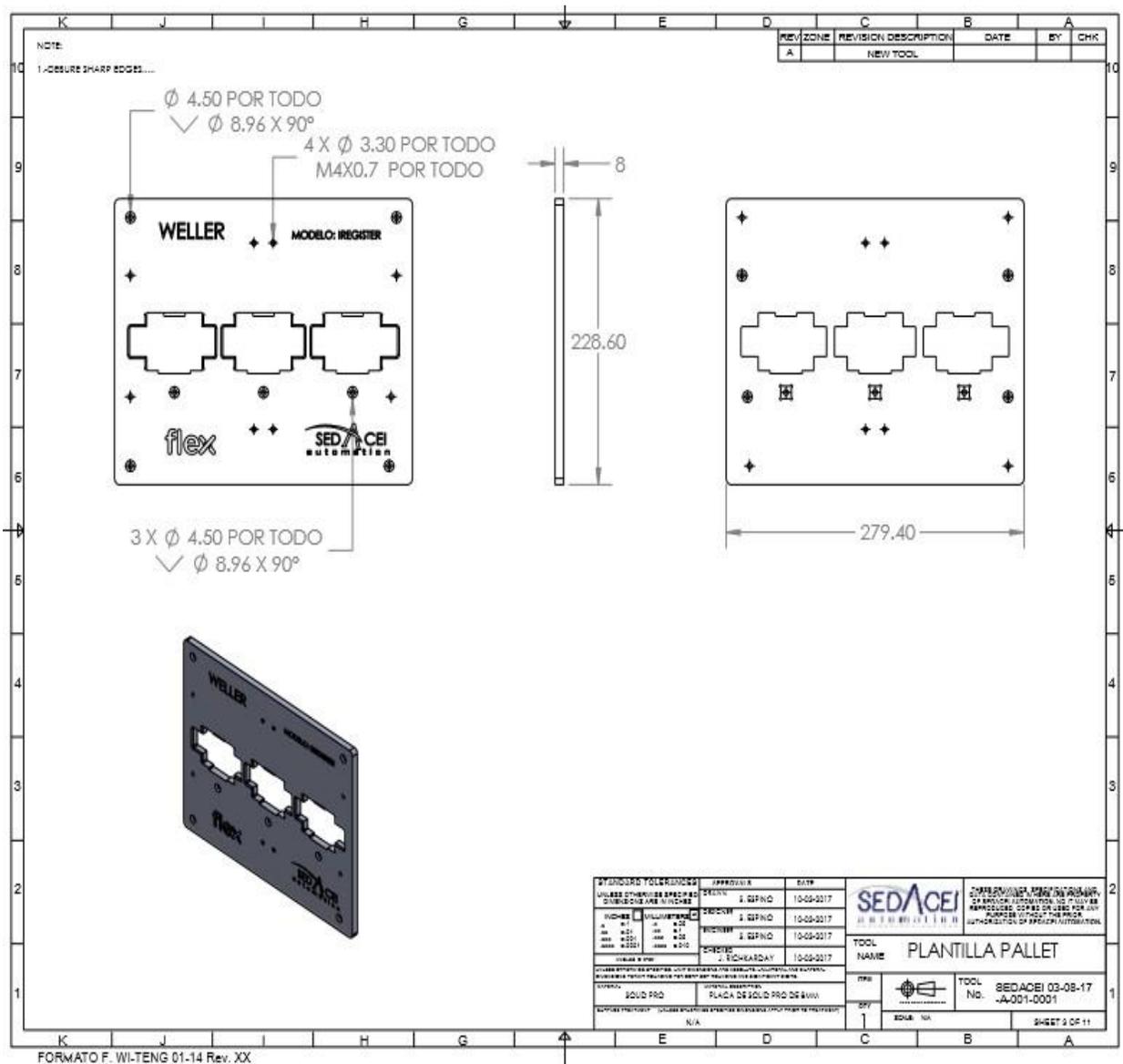


Figura 35. Dibujo 2D de "PLANTILLA PALLET".

- Medidas generales: 8mm x 279.40mm x 228.60mm
- Material: Solid Pro.
- Cantidad de barrenos: 15 barrenos por todo.

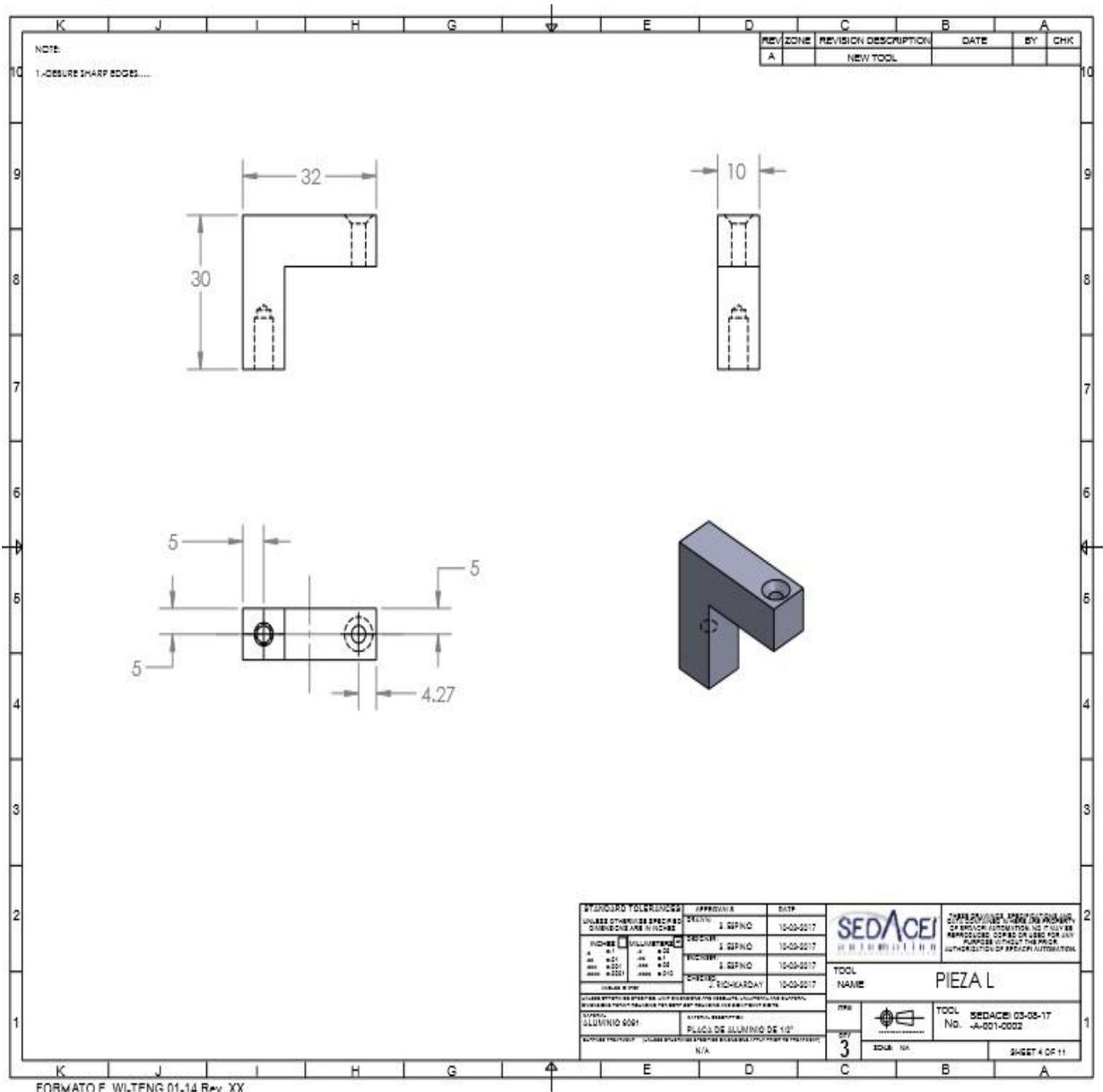


Figura 36. Dibujo 2D de "PIEZA L".

- Medidas generales: 10mm x 32mm x 30mm
- Material: Aluminio 6061.
- Cantidad de barrenos: 2 barrenos.

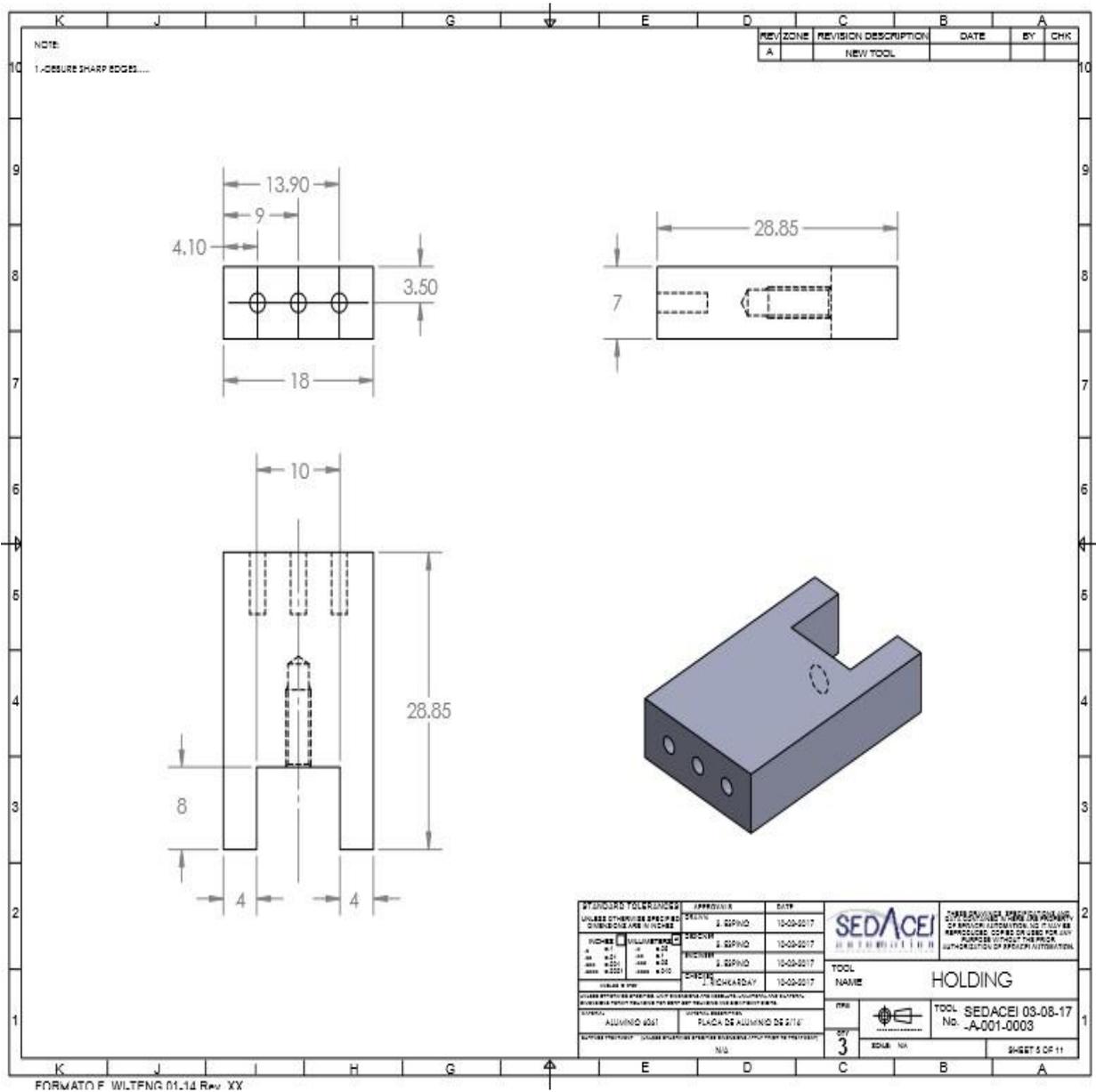


Figura 37. Dibujo 2D de "HOLDING".

- Medidas generales: 7mm x 28.85mm x 18mm
- Material: Aluminio 6061.
- Cantidad de barrenos: 3 barrenos.





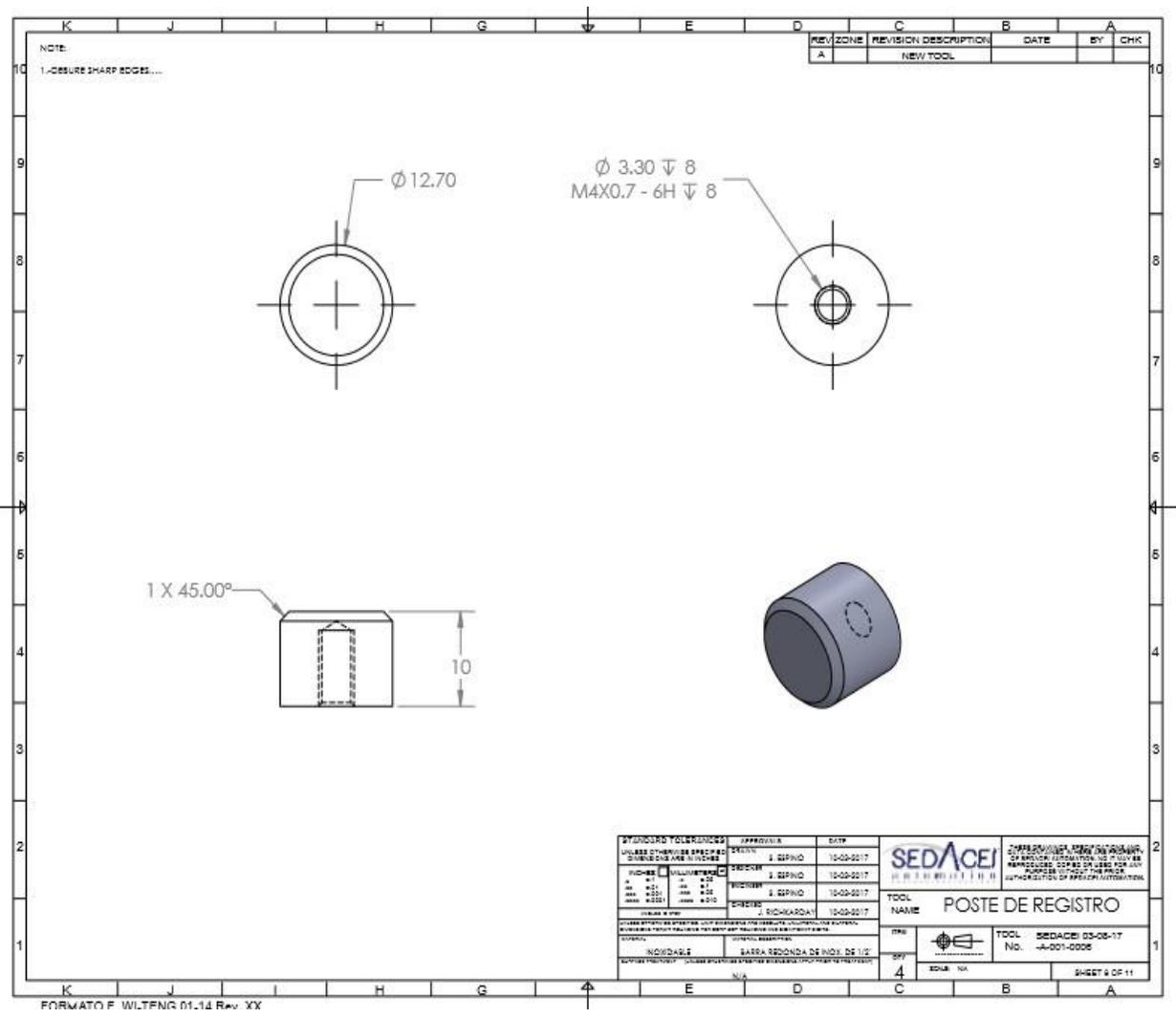


Figura 40. Dibujo 2D de "POSTE DE REGISTRO".

- Medidas generales: 12.7mm x 10mm
- Material: Inoxidable.
- Cantidad de barrenos: 1 barreno.



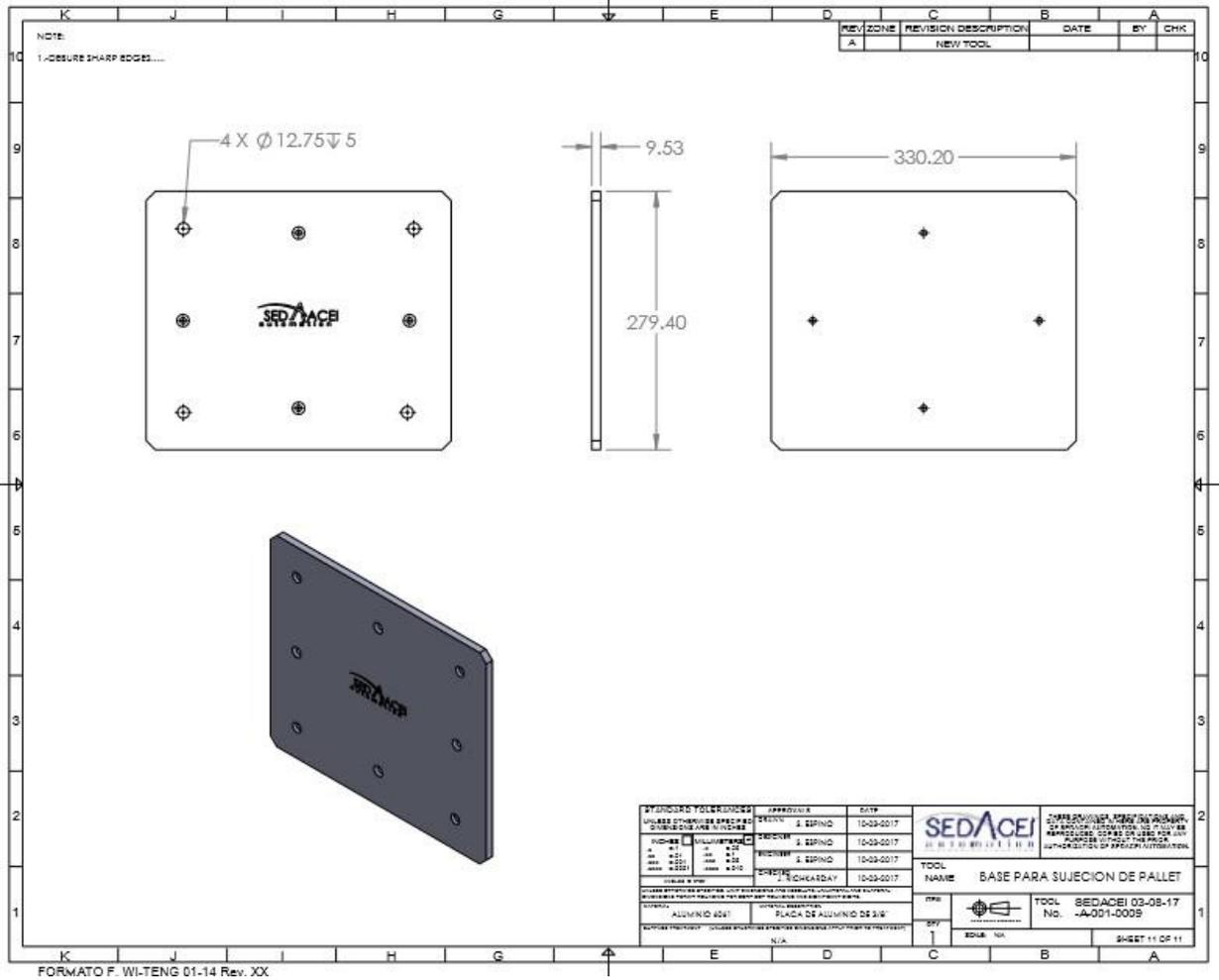


Figura 42. Dibujo 2D de “BASE PARA SUJECIÓN DE PALLET”.

- Medidas generales: 9.53mm x 330.20mm x 279.40mm
- Material: Aluminio 6061.
- Cantidad de barrenos: 8 barrenos.

## 10.8 Fabricación.

En las siguientes imágenes se tiene el desarrollo de las piezas, ensamble e instalación del pallet PCB IREGISTER para proceso de soldadura con robot.



Figura 43. "Fabricación de Plantilla Pallet"



Figura 44. "Fabricación de Contramascara"



Figura 45. "Ensamble de poste de registro y Holding"



Figura 46. "Ensamble de Seguro y base para sujeción de pallet"



Figura 47. "Ensamble de PCB IREGISTER"



Figura 48. "Ensamble de Contramascara"



Figura 49. "Pallet y Base para mesa de robot"

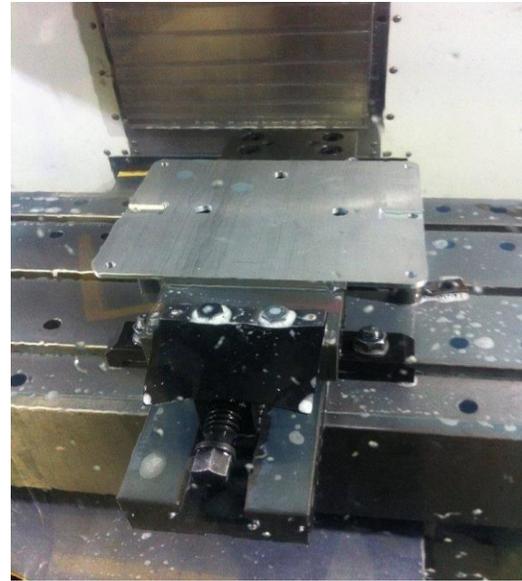


Figura 50. "Fabricación de Base para Pallet"



Figura 51. "Fabricación de barrenos en base para pallet"

## 10.9 Instalación.

Al finalizar todos estos capítulos se pasó a la parte de la instalación del pallet PCB IREGISTER para proceso de soldadura con robot. La cual dicho pallet se instaló en la empresa FLEX Ags. En la Línea de producción IREGISTER. En el robot (Soldering Machine Economic A400-K) de marca WELLER.



Figura 52. "Instalación de pallet en robot"



Figura 53. "Pruebas de ensamble"



Figura 54. "Guías de Mesa de Robot"



Figura 55. "Cautín y alimentador de Robot"



Figura 56. "Mesa de trabajo de Robot"



Figura 57. "Instalación de Pallet"



Figura 58. “Instalación de Pallet Vista de frontal”



Figura 59. “Instalación final de Pallet PCB IREGISTER para proceso de soldadura con robot”

## 11. Conclusiones.

Para concluir este proyecto, se puede apreciar que de acuerdo a lo establecido en la propuesta respecto al objetivo general el trabajo satisface cada uno de dichos objetivos. Primeramente se establecieron las características iniciales de diseño para saber qué era lo que se esperaba de este proyecto. Posteriormente, se tuvo que investigar que diseños de pallet existían referentes a las funciones del proceso de soldadura con robot para de esta forma justificar la necesidad del diseño de un pallet para soldadura.

Los requisitos del diseño en cuanto a capacidad de soldar se cumplieron ya que desempeña la función de proteger la pantalla, en cuanto a peso se cumplió de dicho pallet cumplió con las expectativas del cliente. Las dimensiones se cumplieron ya que no se tuvo ningún problema de ensamble.

En cuanto al diseño del mismo, se puede concluir que cumple con las condiciones necesarias para el área de trabajo del robot e inclinación alcanzable ya que dicho alimentador tenía un inclinación de 30°. De acuerdo a de ser una herramienta eficiente para futura mejoras se recomienda cambiar el total de cavidades para que el proceso sea más productivo y mucho más rápido. También se recomienda que para empezar hacer pruebas con este dispositivo este bien ensamblado todas sus partes como todo sus accesorios, para no tener problemas de mala colocación de soldadura.

Para finalizar, es muy importante observar que es necesario tener conocimientos de los materiales que se pueden encontrar fácilmente en el mercado para dentro de ellos elegir uno que pueda desempeñar la función necesaria, además de que es importante conocer que mecanismos existen en diversas máquinas y cómo funcionan, para que con esa base el diseño de un mecanismo o el diseño de una mejora hacia un proceso sea más fácil o inclusive sea la adaptación o mejora de alguno de los ya existentes. Con respecto a la construcción del pallet, se puede asegurar que el diseño funcione y que no fallara mientras desempeña la función par que fue diseñado.

Principalmente aprendí sobre todo lo referente al ámbito laboral, al igual que las labores que se realizan diariamente en la empresa, teniendo en cuenta que la responsabilidad, eficiencia, eficacia, dedicación, lealtad y compromiso son los factores más importantes que debemos tomar en cuenta para realizar un buen trabajo.

En este proceso de residencias tuve la oportunidad de conocer y aprender cómo se llevan los procesos industriales y de manufactura de esta empresa y trabajar con cada uno de ellos.

Al igual que tuve la oportunidad de interactuar y compartir ideas, con el personal de la empresa, participar en toma de decisiones y en reuniones con los mismo. Aprendí a convivir en un ambiente de trabajo, a esforzarme para lograr mis objetivos y dar lo mejor de mí, de igual forma a darle un valor muy significativo a este proceso ya que no solo me sirve para obtener mi título de Ingeniera en mecánica, sino que es una experiencia única que me sirve para mi formación académica y crecimiento personal.

En conclusión, la residencia es un buen paso para la preparación de los ingenieros, ya que da un perfil profesional de los estudiantes, y le permite adquirir experiencia laboral, la creación y puesta en práctica de áreas como la responsabilidad y el compromiso con la empresa donde trabaja.

Personalmente, se supo que estar en una empresa es una responsabilidad importante, porque la producción depende de las fortalezas y debilidades de las personas que trabajan dentro de ella, por lo que un mínimo error puede causar pérdidas significativas y substanciales. Además de ese trabajo profesionalmente se reunió y encontró que el ritmo de trabajo es más alto que el que comúnmente tiene o tiene dentro de la Universidad.

Por último, se obtuvo un mayor conocimiento de lo que se había adquirido en la Universidad, debido a que varias cosas no fueron vistas en clase, por lo que tuvieron que investigar y aprender de ella, y afrontar nuevos retos, además de, la empresa cuenta con equipos que la Universidad no tiene, por lo que el conocimiento adquirido durante el período de residencia fue satisfactorio.

## 11.1 Experiencia personal.

Me ha parecido muy enriquecedor el sistema de aprendizaje en este trabajo, cuya orientación nos ha hecho tener que leer bibliografía sobre el tema a tratar pero no con el objetivo que tenemos normalmente los estudiantes de aprendérselo para luego escribirlo en un examen y aprobar, sino con vistas a solucionar una deficiencia detectada en la forma en la que la gente accede y visualiza información en la red.

Este método, que por naturaleza requiere una mayor reflexión sobre los contenidos teóricos para poder aplicarlos al problema y solucionarlos, nos ha permitido interiorizar de una forma mucho más profunda los contenidos que debíamos aprender en mi estancia de mis residencias profesionales. De hecho, este método de trabajo me ha hecho reflexionar que uno de los mayores problemas del método de aprendizaje ya que los contenidos que se quieren dar se explican sin englobarlos en el contexto de la realidad.

Hasta ahora nunca me había embarcado en un trabajo grupal de esta envergadura, un trabajo que requiriera verdadera coordinación y un trabajo regular y continuado en el tiempo por parte de todos los miembros del equipo de trabajo. Es por esto que esta ha sido una gran oportunidad para conocer todos los problemas que pueden darse en un trabajo de este tipo.

Otro de los pilares fundamentales sobre los que trabaje es la utilización de herramientas como SolidWorks, Mastercam, Surfcam, GC Prevue. Para el desarrollo de diseños y pruebas de maquinados.

## 12. Competencias Desarrolladas

Los conocimientos, habilidades y competencias necesarias para enfrentarme a los retos y cambios de este proyecto fueron muy grandes ya que se estuvo desarrollando y transmitiendo de una manera clara y efectiva mis conocimientos, logrando aprendizajes significativos en mi persona como poner en práctica y dominar algunas estrategias que favorecen el aprendizaje.

Por parte de las materias que aplique en mi estancia de residencias profesionales fueron las siguientes:

Por la parte de Metrología me sirvió de mucho ya que constantemente se tenían que hacer mediciones de diferentes piezas para así poder pasar a proponer un diseño. La materia de Ciencia e Ingeniería de materiales me sirvió mucho porque ya que con estas bases logre atacar problemas de diferentes procesos de materiales. La materia de Diseño de Elementos Mecánicos aplique las funciones aprendidas en la escuela ya que con esta materia se me facilito la función de los movimientos mecánicos.

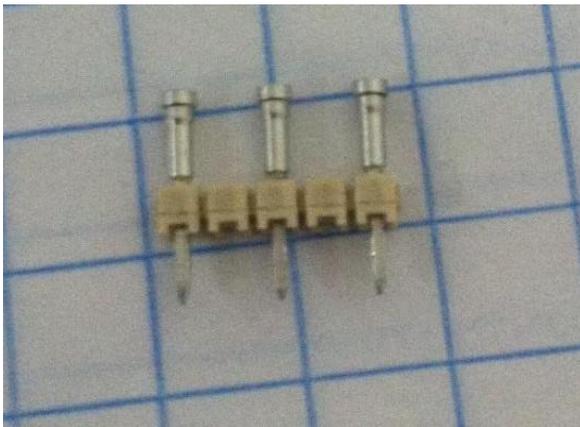
La materia de Mantenimiento industrial fue de gran ayuda ya que con este bases logre acondicionar problemas de máquinas y herramientas. La materia de Manufactura Avanzada fue de gran ayuda ya que con lo aprendido en clase en mi estancia de residencias aplique conceptos que me ayudaron mucho con los diseños de ese proyecto. La materia de Diseño Integral Asistido por Computadora fue un gran pilar para mi proyecto ya que con lo aprendido del Software SolidWorks fue de gran ayuda para poder desarrollar el diseño y posteriormente a su fabricación

### 13. Fuentes de información

1. Kalpakjian, Serope y Schmid, Steven R. (2002). *Manufactura, ingeniería y tecnología*. (4ª Edición). México. Pearson Education.
2. B.H. Amstead, Phillip F. Ostwald, Myron L. Begeman. (2008). *Procesos de manufactura*. (1a Edición). México. Grupo Editorial Patria.
3. Romero, O. (1998). *Introducción a la Ingeniería Industrial*. Barcelona: REVERTÉ, S.A. ISBN: 9706865551.
4. Ángel Bueno Martín, A. I. (2005). *Desarrollo y Construcción de Prototipos Electrónicos*. España: Marcombo.
5. Carlos Javierre Lardiés, Á. F. (2012). *Criterios de diseño mecánico en tecnologías industriales*. Zaragoza : Prensas Universitarias .
6. García, J. I. (2004). *Fundamentos del diseño mecánico*. Colombia: Universidad de valle.
7. GROOVER, M. P. (2001). *Fundamentos de manufactura moderna: materiales, procesos y sistemas*. Mexico: Pearson.

## 14. Anexos.

Fotos de PCB: Modelo IREGISTER.



Manual de instrucción de Robot.

# *Soldering Machine Economic A400-K Instruction Manual*



*Version Vario -1.2 Stand 2016-11a  
technical changes reserved  
Copy and passing on third only with permission of the author*

## 9 Technical Data and Dimensions

### 9.1 Economic

		<b>A400</b>
<b>Moving-range:</b>	<b>x- axis</b>	395 mm
	<b>y- axis</b>	300 mm
	<b>z- axis</b>	140 mm
	<b>t-axis</b>	270°
<b>Size of table:</b>	<b>t-slot plate</b>	600 x 375 mm
<b>free space over table (to x-axis)</b>	<b>a</b>	160 mm
<b>Dimensions:</b>	<b>B x D x H</b>	710 x 785 x 750 mm
<b>Weight</b>	<b>about</b>	89 kg

### 9.2 4 Hot iron

<b>Solder Iron WELLER</b>	
Power	120 W
Temperature soldering tip	50-450°C
Stroke of pneumatic axis	50 mm
Angle soldering iron	-30° to +30°
<b>Solder feeder</b>	
Diameter of solder wire	0,5-1,5 mm *
Feed	0-24 mm/s *
Power motor	1,7 W
Reduction of planetary gear	1:166*
Stroke of pneumatic axis	30 mm
Angle solder feeder	-30° to + 30°