



DISEÑO DE UN DISPOSITIVO DE ENSAMBLE FINAL PARA UN SISTEMA DE ESCAPE DE MOTOCICLETA

Alejandro García Giraldo

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE INGENIERÍA, DEPARTAMENTO DE MECÁNICA
MEDELLIN - COLOMBIA**

2023

DISEÑO DE UN DISPOSITIVO DE ENSAMBLE FINAL PARA UN SISTEMA DE ESCAPE DE MOTOCICLETA

Alejandro García Giraldo

Trabajo de grado, presentado como requisito parcial para optar al título de:
Tecnólogo Mecánico Industrial

Director (a):

I.M., Ms.C Álvaro León Delgado Mejía

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE INGENIERÍA, DEPARTAMENTO DE MECÁNICA
MEDELLIN - COLOMBIA**

2023

Resumen

A la industria metalmecánica nacional se le presentan más exigencias en cuanto a tiempos reducidos para el desarrollo de productos, estándares de calidad más elevados y clientes que buscan proveedores de partes o servicios más competitivos. El presente trabajo se trazan lineamientos de diseño mediante la utilización de software CAD/CAE, que permitan un diseño óptimo de un dispositivo de ensamble utilizado en la industria metalmecánica, reduciendo tiempos de validaciones de diseño, ajustes de partes, optimización de uso de materiales para una posterior fabricación, reducción en tiempo de mantenimientos del dispositivo y el aseguramiento de la vida útil del dispositivo mientras éste se encuentre en operación.

Palabras clave: (Diseño, CAD, CAE, GIJ, fixture).

Abstract

The national metal-mechanic industry is faced with more demands in terms of reduced times for product development, higher quality standards and customers looking for more competitive suppliers of parts or services. The present work outlines design guidelines through the use of CAD/CAE software, which allows an optimal design of an assembly device used in the metal-mechanic industry, reducing design validation times, part adjustments, optimization of the use of materials for subsequent manufacturing, reduction in device maintenance time and ensuring the useful life of the device while it is in operation.

Keywords: (Desing, CAD, CAE, gij, fixture).

Contenido

	Pág.
Contenido	I
1. Planteamiento del problema.....	3
1.1 Descripción	3
1.2 Formulación	4
2. Justificación	5
3. Objetivos.....	6
3.1 Objetivo general	6
3.2 Objetivos específicos	6
4. MARCO TEÓRICO	¡Error! Marcador no definido.
4.1 Software CAD/CAE	7
4.2 Jig	8
4.3 Fixture	9
4.4 Partes de un fixture o dispositivo de ensamble final	10
4.4.1 Estructura base.....	10
4.4.2 Placa base.....	11
4.4.3 Elementos de guiado y posicionamiento	12
4.4.4 Elementos de sujeción.....	13
4.4.5 Componentes comerciales	14
4.5 Proceso soldadura	15
4.6 Materiales	16
5. Metodología.....	17
5.1 Tipo de proyecto	17
5.2 Método	17
5.3 Instrumentos de recolección de información.....	18
5.3.1 Fuentes primarias.....	18
5.3.2 Fuentes secundarias	18
6. Resultados del proyecto.....	19
6.1 Diseño de la placa base	20
6.2 Diseño de elementos de guiado y posicionamiento	21
6.3 Selección elementos de sujeción	23
6.4 Elementos comerciales	26
7. Análisis de tensión -Simulación CAE-	28
7.1 Resultados simulación	28

7.1.1	Tensión de Von Mises	29
7.1.2	Desplazamiento.....	30
7.1.3	Rediseño estructura base.....	31
8.	Conclusiones	33
9.	BIBLIOGRAFÍA.....	34
10.	ANEXOS.....	¡Error! Marcador no definido.

Lista de figuras

	Pág.
Figura 4-1: Dispositivo de ensamble modelado y diseñado en Software CAD	8
Figura 4-2: Jig para el guiado de herramienta de corte.....	9
Figura 4-3: Fixture para el posicionamiento y la soldadura de dos piezas	10
Figura 4-4: Estructura base	11
Figura 4-5: Placa base	12
Figura 4-6: Elementos de guiado y posicionamiento	13
Figura 4-7: Elemento de sujeción	14
Figura 4-8: componentes comerciales.....	15
Figura 4-9: Elementos básicos de la soldadura GMAW	16
Figura 6-1: Imagen referencia silenciador y sus partes.....	20
Figura 6-2: placa base.....	21
Figura 6-3: aplicación tolerancia en el diseño.....	22
Figura 6-4: elementos de guiado y posicionamiento.....	22
Figura 6-5: anclaje mecánico mediante tornillos	23
Figura 6-6: Información para selección en catálogo	24
Figura 6-7: Tipos de prensa manual	25
Figura 7-1: Diseño completo del fixture más carga de operación	28
Figura 7-2: Tensión de Von Mises	29
Figura 7-3: desplazamiento	30
Figura 7-4: rediseño estructura base	31
Figura 7-5: resultados simulación desplazamiento en rediseño de estructura	32

Lista de tablas

Pág.

Tabla 1: Selección prensa para tirar	25
Tabla 2: Selección tornillos.....	26

Introducción

La industria metalmecánica colombiana posee varios problemas o carencias tecnológicas, que la revisten de desventajas y falta de competitividad respecto a industrias de este mismo nivel internacional y mucho más respecto de los países desarrollados en este sector. Entre estos problemas básicos se pueden encontrar los siguientes: escasez de tecnologías de nivel internacional o no aplicación adecuada de las existentes, poco conocimiento de metodologías que aseguren la productividad y la calidad de los productos manufacturados, entre otras. (Carlos A. Montilla & Javier Andrés Gallego, 2013)

En Colombia específicamente, el sector metalmecánico autopartista no es ajeno a las problemáticas anteriormente mencionadas, allí se necesita hacer un uso más intensivo de las tecnologías de las que se dispone para elevar la productividad, asegurar la calidad y hacer a las empresas de este sector más competitivas tanto el ámbito local como internacional.

En el presente trabajo se presenta una propuesta de diseño para un dispositivo de posicionamiento *-fixture-* de ensamble final de un producto metalmecánico, el cual en su puesto de trabajo es ensamblado de manera manual para posteriormente usar procesos de soldadura MIG y obtener finalmente una parte, que será suministrado a determinada ensambladora de motos. Mediante la utilización de software CAD/CAE, se reducirán los tiempos de evaluación de propuestas, diseño final y validaciones, caso opuesto a que se dejara la propuesta y diseño del fixture directamente a personal de fabricación, lo que anteriormente incurría en elevados tiempos de diseño y validaciones.

1. Planteamiento del problema

1.1 Descripción

Los dispositivos de ensamble son ampliamente utilizados en la industria metalmecánica para el posicionamiento y guiado de piezas, ya sea para operaciones de ensamble mecánico o soldadura, además de operaciones de perforado y remoción de material.

Se tiene literatura especializada concerniente al tema de diseño y fabricación, disponible en su mayoría en inglés, que proporciona guías y lineamientos básicos y específicos para el diseño de dispositivos de ensamble, ya sea que se diseñen para ensamble de piezas soldadas o unidades mecánicamente.

Existen determinados parámetros de diseño de dispositivos que contemplan la durabilidad del dispositivo mismo, la ergonomía en el puesto de trabajo y la elección de los materiales y posteriores tratamientos térmicos a los que debe ser sometido ciertas piezas de dispositivo para asegurar su correcto desempeño. Se han desarrollado también elementos de sujeción que reemplazaron las prensas convencionales y que facilitan el diseño y posterior instalación en los dispositivos de ensamble.

En la actualidad se cuenta con el apoyo para el diseño de software CAD – Diseño Asistido por Computadora- y CAE -Ingeniería Asistida por Computadora-. Con estos software se ha reducido notablemente los tiempos de diseño y los errores y faltas de validaciones previas de los diseños, en cuanto a que ya es posible realizar análisis de cargas y esfuerzos a los que estará sometido el dispositivo a lo largo de su vida en operación. Adicionalmente, ya se cuenta con los centros de mecanizado CNC –Control Numérico Computacional-. Estas máquinas permiten la fabricación en tiempos muy reducidos de piezas complejas que en maquina convencionales tomaría tiempo muy extensos de fabricación.

1.2 Formulación

A partir de lo esbozado en el párrafo anterior, en este trabajo se pretende dar respuesta a la siguiente pregunta de investigación:

¿Es posible efectuar el diseño de un dispositivo de ensamble final para un sistema de escape de motocicleta utilizando software CAD/CAE?

2. Justificación

El presente trabajo tiene como propósito el diseño de un dispositivo de ensamble final para un sistema de escape de motocicleta producido por una empresa metalmecánica. Los beneficios se evidenciarán en la disminución de los tiempos de diseño y así tener el dispositivo validado y listo para ser usado en la planta de producción en el menor tiempo posible.

Por otra parte, también resulta conveniente para la empresa ya que se asegurará la industrialización y repetitividad del producto –sistema de escape-, y se disminuirán los costos de no calidad asociados a reprocesos internos y a reclamaciones del cliente por parte del cliente.

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Utilizar tecnologías CAD para el diseño de un dispositivo de ensamble para un sistema de escape de motocicleta, que será utilizado en la planta de producción de una empresa metalmecánica.

3.2 Objetivos específicos

- Diseñar mediante un software CAD el dispositivo de ensamble y así disminuir los tiempos de diseño y validación del mismo.
- Simular y validar mediante un software CAE un estado de cargas y esfuerzos a los que se someterá el dispositivo en planta de producción.
- Generar el listado de materiales y planos del diseño.

4. Marco teórico

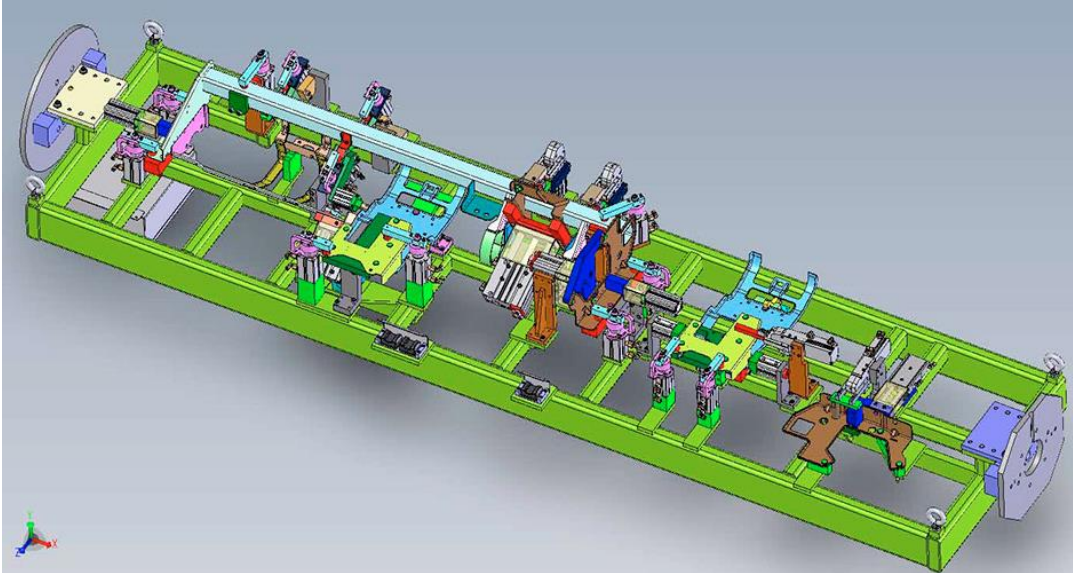
4.1 Software CAD/CAE

Los Software o sistemas CAD – Diseño Asistido por Computador-, son programas computacionales que asisten a los diseñadores, específicamente a los diseñadores mecánicos, en la creación, modificación, análisis y optimización de un diseño, ya que se puede utilizar entornos 3D para el modelamiento de piezas, como se ve la figura 4-1, y entornos 2D para la elaboración de planos de piezas y comunicación de los diseños. De esta manera se aumenta la productividad, se mejora la calidad del diseño y se genera una base de datos para la fabricación más eficiente.

En la actualidad se encuentra una gran variedad de software CAD, que comparten en común el mismo concepto, tanto en su versión licenciada como en su versión de distribución libre. entre ellos se pueden mencionar , AutoCAD, FreeCAD, Blender, SolidWorks, Inventor, etc.

Mientras que los software CAE – Ingeniería Asistida por Computados-, son programas que ofrecen la posibilidad de llevar a cabo análisis de resistencia de materiales, en el cálculo de esfuerzos y deformaciones, así como análisis térmicos y fluidos en la predicción de flujos de gases o líquidos, flujos de calor, entre otros, lo cual permite optimizar los diseños sin ni siquiera tener un prototipo fabricado, de hecho en la actualidad se acostumbra diseñar y optimizar el diseño hasta que se llega al punto en que se aprueba su fabricación, lo cual a su vez, optimiza el uso de materiales y de los tiempos en los diferentes procesos de manufactura. Al igual que los software CAD, se dispone de varias opciones, como Ansys, SimCenter 3D, Nastran y muchos de los software CAD mencionados antes, los cuales presentan un grado de robustez que permiten hacer todas las etapas del diseño.

Figura 4-1: Dispositivo de ensamble modelado y diseñado en Software CAD



Nombre de la fuente: <http://www.stryver.com/engineering/design.html>

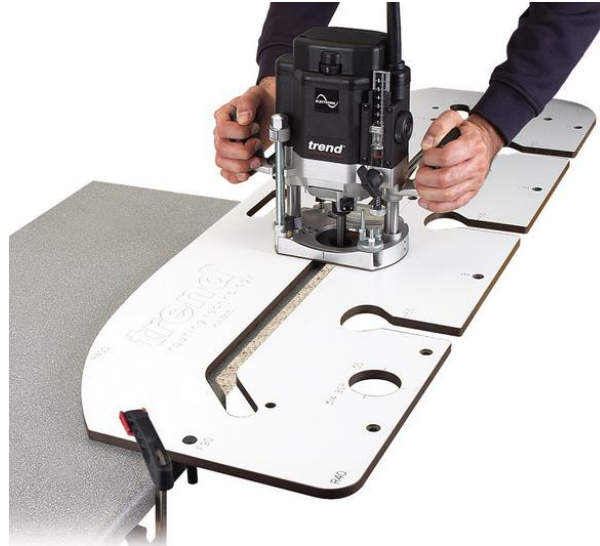
Los dispositivos de ensamble son herramientas especiales altamente usadas en la industria metalmecánica, su función fundamental es el posicionamiento de piezas a ensamblar, ya sea mecánicamente o por soldadura y de guiado de herramientas de corte para perforación o remoción de material en operaciones de maquinado como el fresado o torneado, con un nivel de precisión que optimice la producción. Existen básicamente dos tipos de dispositivos, reconocidos simplemente como JIG y *fixture*, extranjerismos adoptados por nuestra industria local. A continuación, se describe cada tipo de dispositivo.

4.2 Jig

Es un dispositivo de sujeción de trabajo que sujeta, apoya y ubica la pieza de trabajo y guía la herramienta de corte para una operación específica, ya sea de taladrado, fresado o cualquier método de remoción de material, ver figura 4-2. Los jig generalmente se ajustan con bujes de acero endurecido para guiar las herramientas de corte. El jig también es un tipo de herramienta utilizada para controlar la ubicación y/o el movimiento de otra herramienta.

El propósito principal del jig es proporcionar repetibilidad, precisión e intercambiabilidad en la fabricación de productos. Un dispositivo de esta naturaleza realiza dos funciones, que son la de sostener la pieza de trabajo y guiar la herramienta (William E. Boyes, 1962)

Figura 4-2: Jig para el guiado de herramienta de corte



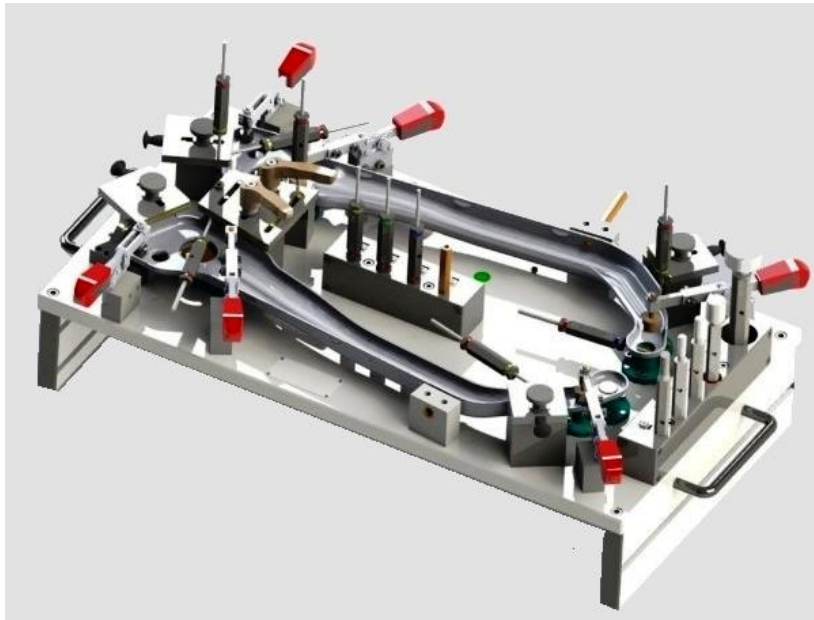
Nombre de la fuente:

https://www.toolstop.co.uk/components/com_virtuemart/shop_image/product/ren_51b9b154143a1KWJ900_Action.jpg

4.3 Fixture

Es un dispositivo de sujeción de trabajo que sujeta, apoya y ubica la pieza de trabajo para una operación específica pero no guía una herramienta para el desprendimiento de material. Proporciona solo una superficie de referencia. Lo que hace que una pieza sea única es que cada fixture está construido para adaptarse a una pieza o geometría en particular como se observa en la figura 4-3. El objetivo principal de un fixture es localizar y en algunos casos sostener una pieza de trabajo durante una operación de mecanizado o algún otro proceso industrial, como en ensamble mecánico o soldadura (Erik K. Henriksen, 1990)

Figura 4-3: Fixture para el posicionamiento y la soldadura de dos piezas



Nombre de la fuente:

http://www.measystems.cz/en/img/produkty/produkty_upinaci_pripavky/img_big_2.jpg

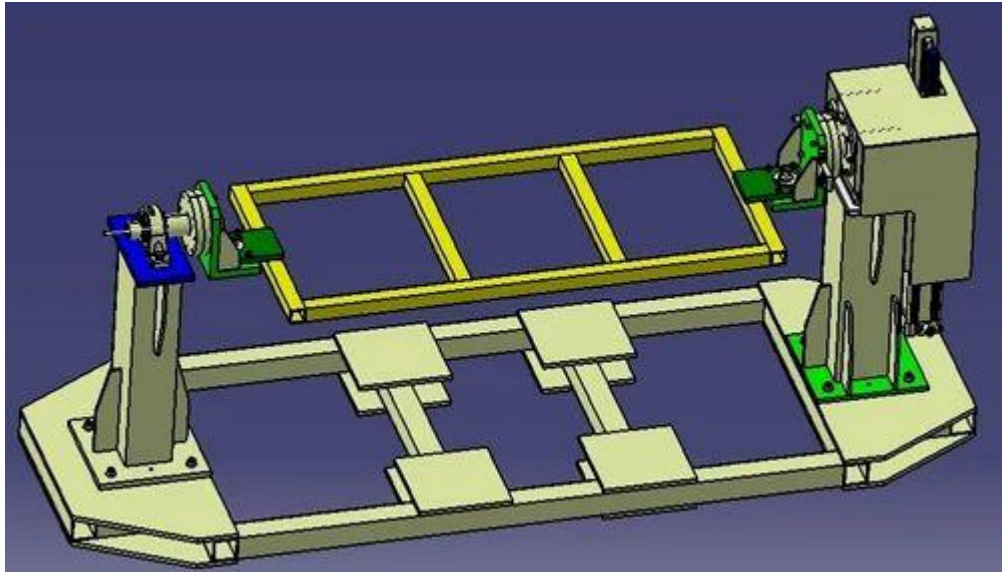
4.4 Partes de un fixture o dispositivo de ensamble final

Los fixtures en su configuración de partes, para ser diseñados, fabricados y posteriormente puestos en las estaciones de trabajo para su producción, constan básicamente de las siguientes partes: estructura base, placa base, elementos de guiado y posicionamiento de partes, elementos de sujeción partes y componentes comerciales.

4.4.1 Estructura base

Esta parte no hace propiamente parte integral del fixture, es la estructura que soportará al fixture, figura 4-4, pero es indispensable para su manipulación y operación dentro del proceso productivo de la planta metalmeccánica.

Figura 4-4: Estructura base

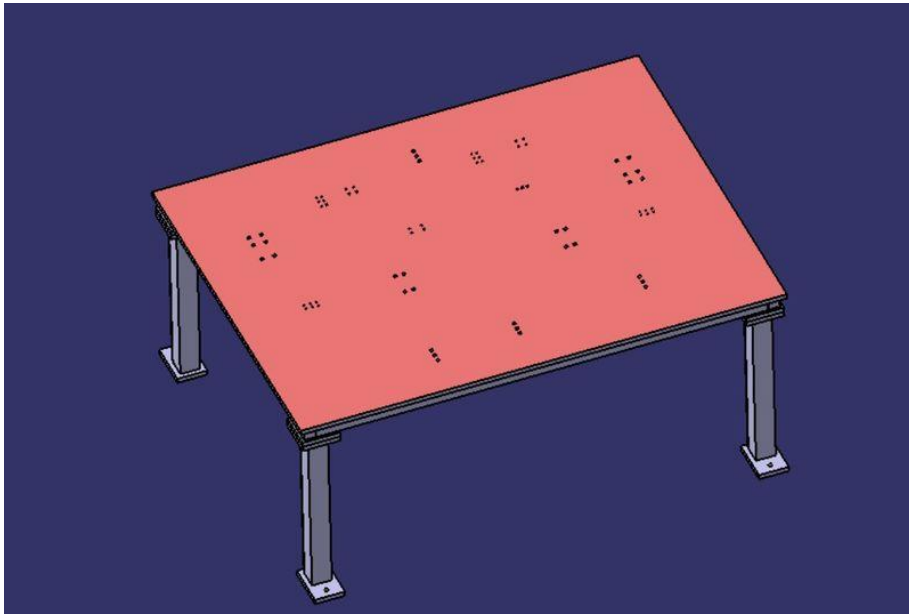


Nombre de la fuente: <https://www.indiamart.com/proddetail/indexing-fixture-7147253348.html>

4.4.2 Placa base

La placa base si hace parte integran del fixture, ya que sobre ella se posicionan todos los demás elementos que componen en conjunto el dispositivo. La sujeción de los elementos se efectúa mediante tornillos que facilitan el posterior mantenimiento del fixture. En la figura 4-5, se aprecia algunos agujeros roscados para la utilización de tonillos. Este elemento está ubicado justo encima de la estructura base.

Figura 4-5: Placa base

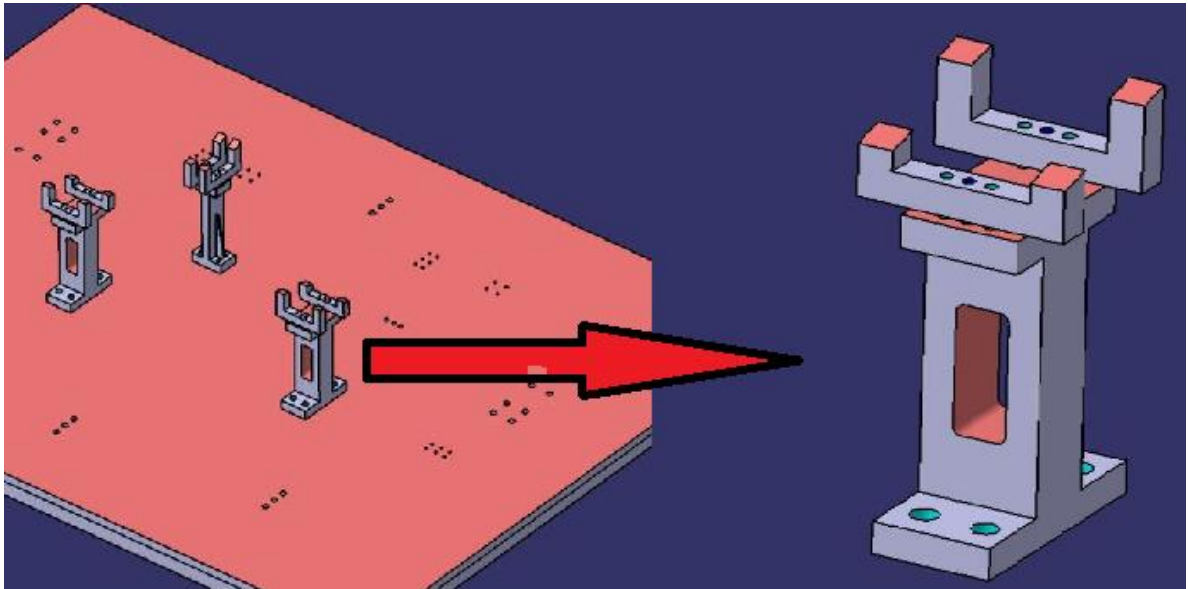


Nombre de la fuente: https://sklc-tinymce-2021.s3.amazonaws.com/comp/2021/03/4_1616995057.jpg

4.4.3 Elementos de guiado y posicionamiento

Estos elementos son los encargados de guiar, dar el posicionamiento y correcta trayectoria de las diferentes partes que conformarían la pieza final que será ensamblada mediante el proceso de soldadura. Van fijados a la placa base mediante tornillos, la fijación por soldadura no es recomendada. Poseen diferentes configuraciones y geometrías que varían dependiendo del criterio del diseñador y de las condiciones del proceso. La figura 4-5, representa un elemento de guiado y posicionamiento para una parte determinada.

Figura 4-6: Elementos de guiado y posicionamiento

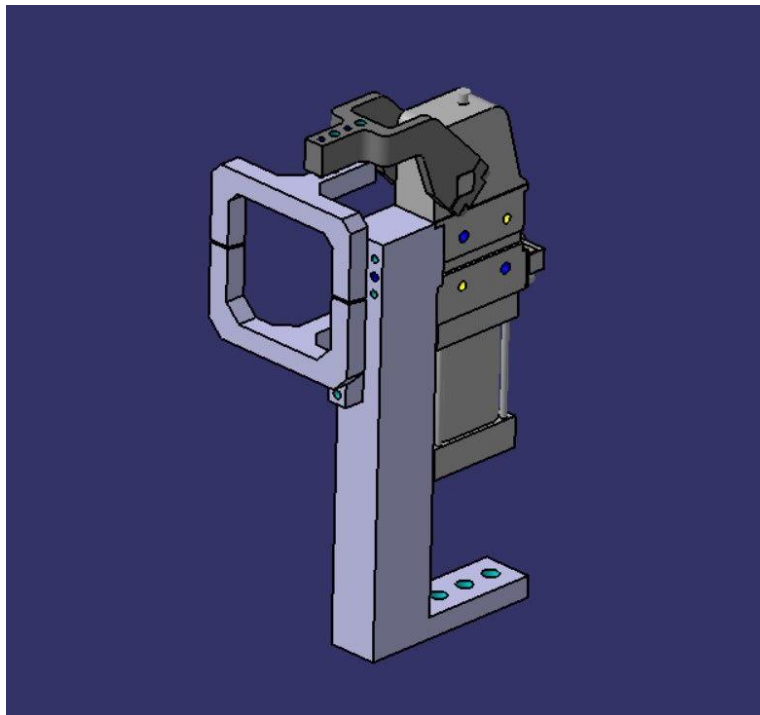


Nombre de la fuente: <https://skill-lync.com/student-projects/project-2-593>

4.4.4 Elementos de sujeción

Los elementos de sujeción son los encargados junto con los elementos de guiado y posicionamiento, de restringir o eliminar los grados de libertad de piezas que componen la parte final. En su mayoría son prensas de sujeción, pizas mecanizadas, como se ve en la figura 4-7, comúnmente llamadas registros, que a su vez cumplen la función de poka-yoke, método que minimiza el posicionamiento erróneo de determinada pieza en trabajos manuales (Ashek Elahe, 2017)

Figura 4-7: Elemento de sujeción

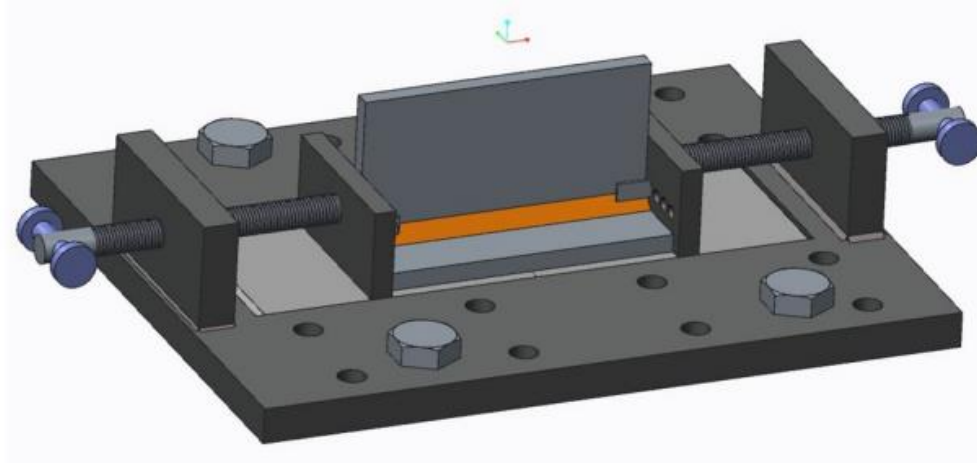


Nombre de la fuente: https://sklc-tinymce-2021.s3.amazonaws.com/comp/2021/03/12_1616995371.jpg

4.4.5 Componentes comerciales

Son los elementos que normalmente son seleccionados de acuerdo a fichas técnicas o catálogos que los diferentes fabricantes ofrecen el mercado. Se destacan los tonillos, pines, actuadores neumáticos e hidráulicos, y prensas de sujeción. Ver figura 4-8.

Figura 4-8: componentes comerciales



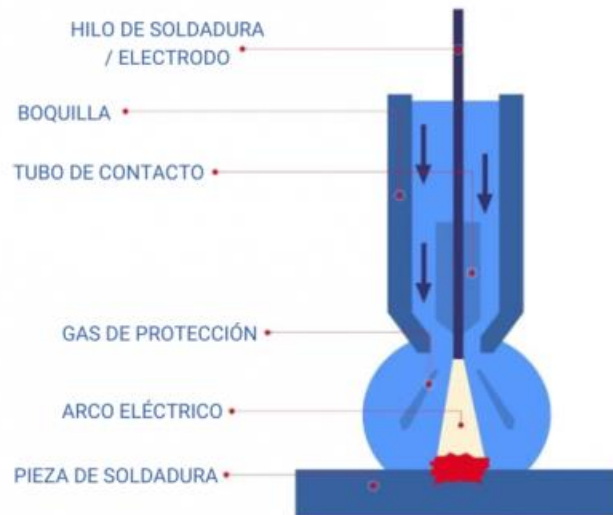
Nombre de la fuente:

https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/141317/Theis_Ashek_Elahe.pdf

4.5 Proceso soldadura

El proceso de soldadura GMAW -Gas Metal Arc Welding-, o en español, soldadura de arco metálico con protección de gas, es un proceso de soldadura donde se cuenta con material base y un electrodo que cumple las funciones de material de aporte. La fusión de los materiales, base y aporte, es lograda mediante el calor generado por el arco eléctrico en corriente directa y la protección del charco de fusión contra los agentes oxidantes del ambiente circundante, es realizada por un gas inerte, argón, oxígeno, dióxido de carbono o una mezcla de estos. En la figura 4-9, se listan los elementos fundamentales que componen el proceso de soldadura GMAW. También es aceptable el término soldadura MIG para referirse a este proceso de soldadura (Mikell P. Groover, 2007)

Figura 4-9: Elementos básicos de la soldadura GMAW



Nombre de la fuente:

https://es.airliquide.com/statics/styles/crop_image_illustrated_editeur_rte_/s3/2021-06/esquema_del_principio_de_la_soldadura_de_tipo_migmag.png?VersionId=qqO2xPwz74qZUOlwKOthpgKhn0Ck3uK&itok=1qijS5ll

4.6 Materiales

Condicionado por el tipo de proceso (soldadura MIG) en el que trabajan típicamente estos dispositivos, sus elementos o partes que los componen son elaborados en materiales metálicos como son los aceros, ya se asegura aceptable resistencia mecánica, en cuando a fabricación son de fácil mecanizado y por propiedades de conductividad eléctrica, son idóneos para los procesos de soldadura. Por características de costo beneficio son comúnmente utilizados los aceros de bajo carbono, pero según requisitos específicos como altos fricciones que implicarían desgastes prematuros, también son requeridos los aceros de mediano y hasta alto carbono, ya que mediante tratamientos térmicos se les puede conferir propiedades de dureza y resistencia a la fricción.

5. Metodología

5.1 Tipo de proyecto

El proyecto es de naturaleza descriptiva, ya que se cuenta con la teoría suficiente, aunque no muy amplia, consignada en algunos libros. Adicional a esto se cuenta con el aporte e intervención de diseñadores mecánicos que cuentan con la experiencia y trayectoria suficiente para transmitir sus conocimientos, método y estrategias necesarias para el diseño y fabricación de dispositivos, ya éstos sean un jig o un fixture.

5.2 Método

Se aplicará un método inductivo, desde el cual se partirá de la teoría donde se tenga consignado el diseño de dispositivos, de ahora en adelante fixture, así como de la asesoría de diseñadores con experiencia en este tipo de trabajo.

El proyecto se iniciará con una consulta a los soldadores encargados del ensamble de los escapes de motocicleta, de allí se contemplarán diferentes bocetos o prediseños que serán evaluados en términos de tiempo de diseño, materiales a utilizar y ergonomía para el operario soldador.

Una vez seleccionada la idea más adecuada bajo los ítems mencionados anteriormente, se procederá con el diseño en el software CAD *Inventor*. Se modelará y diseñará cada una de las piezas que componen el dispositivo y posterior a esto se levantará los planos de fabricación o de taller, se genera lista de materiales y se realizará una simulación de cargas y esfuerzos mediante el entorno CAE que posee el software *Inventor*.

5.3 Instrumentos de recolección de información

5.3.1 Fuentes primarias

Encuestas con los operarios soldadores e inspectores de calidad, observación directa al proceso de ensamble y soldadura de los sistemas de escape y entrevistas con otros diseñadores mecánicos.

5.3.2 Fuentes secundarias

Libros técnicos, revistas técnicas y especializadas, catálogos de suministros y materiales, y en general información encontrada en internet.

6. Resultados del proyecto

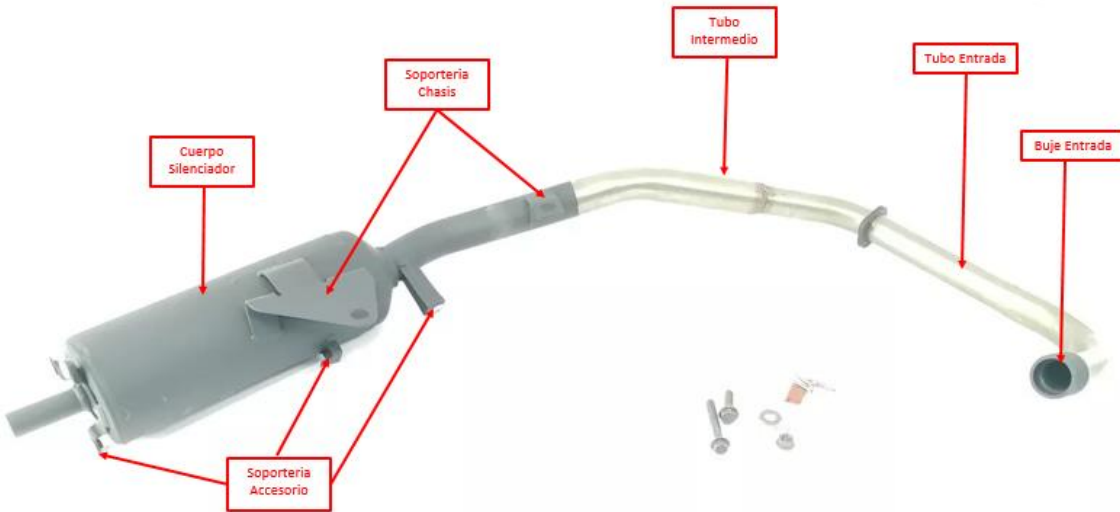
Los fixture o dispositivos de ensamble para procesos de soldadura, son elementos que se encargan de guiar y posicionar las piezas a ensamblar durante el proceso de fabricación. Cada una de las partes o componentes de fixture deben ser cuidadosamente diseñadas, alta precisión y fácil mantenimiento, ya que se debe de asegurar costo de fabricación competitivo y sobre todo repetibilidad del proceso de fabricación de la parte para un alto número mensual de unidades.

Se tienen entonces algunos aspectos generales a considerar dentro del diseño de un fixture para procesos de soldadura:

- **Propiedades del material:** al trabajar con procesos de soldadura debemos de asegurar la conductividad eléctrica, para evitar imperfecciones en el proceso de soldadura como tal. Adicional, se debe de considerar las propiedades mecánicas del material, ya que el fixture estará sometido a diferentes situaciones de carga, impactos y algunos elementos a mucha fricción.
- **Productividad:** debe ser capaz de permitir el cargue, sujeción de las diferentes partes que componen la pieza, así como una ágil extracción del producto final al terminar el proceso de soldadura. Esto con el fin de minimizar los tiempos del proceso.
- **Versatilidad:** se debe considerar que fixture sea de fácil manipulación para el operario y que se adapte a diferentes puestos de trabajo.

Para la identificación más específicas de las partes que componen el fixture, es necesario identificar las partes del producto final, en nuestro caso específico el silenciador de motocicleta. En la figura 6-1, se tiene las partes de un silenciador: buje entrada, tubo entrada, tubo intermedio, cuerpo silenciador, soportería chasis y soportería accesorio.

Figura 6-1: Imagen referencia silenciador y sus partes



Nombre de la fuente: elaboración propia

6.1 Diseño de la placa base

Para el diseño de la placa base se debe considerar que este elemento es el que soporta los demás componentes del fixture, por eso es su forma se consideró que este debe seguir aproximadamente la silueta del producto final, figura 6-1. Es obtenida mediante una proyección ortogonal del contorno del silenciador, agregando a lo largo de todo el perímetro un desfase hacia el exterior y de esta manera tener el área suficiente para poder alojar los demás elementos que componen el fixture.

En la figura 6-2, se tiene el diseño de la placa base según las consideraciones mencionada en el párrafo anterior.

Figura 6-2: placa base



Nombre de la fuente: elaboración propia

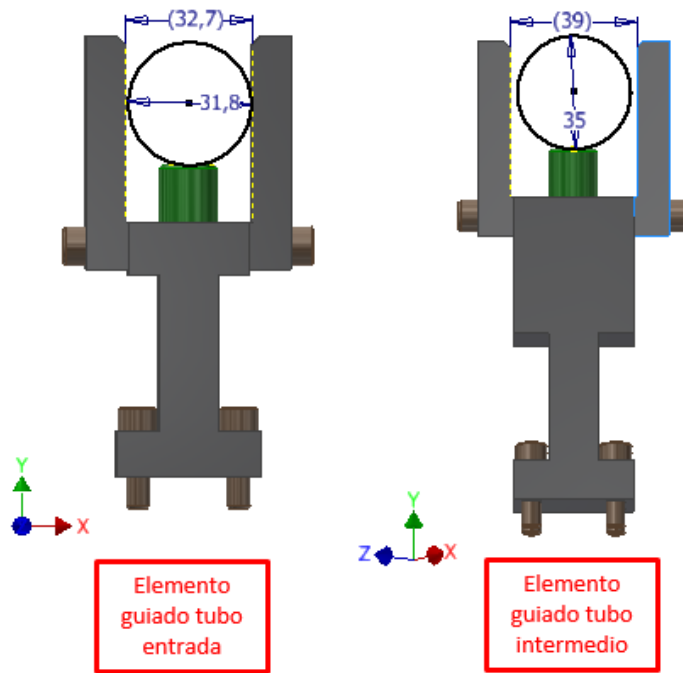
6.2 Diseño de elementos de guiado y posicionamiento

Estos elementos vienen heredados de las especificaciones de trayectoria que se tiene definidos en el producto final, figura 6-1. Estos van en puntos definidos desde el inicio y hacia el final, y aseguran el correcto guiado y posicionamiento de cada uno de los subensambles que componen el producto final. En la figura 6-3, se aprecian estos elementos, que van desde el buje de entrada, tubo entrada e intermedio, cuerpo silenciador y la soportería chasis y soportería accesorio.

Para el diseño de estos elementos, que son considerados de suma importancia, ya que son los encargados del guiado y el posicionamiento de las diferentes partes, de debe considerar las tolerancias máximas que están consignadas en la información técnica del producto. En la figura 6-3, se aprecia como éstas tolerancias son aplicadas al diseño de cada uno de los elementos de guiado y posicionamiento.

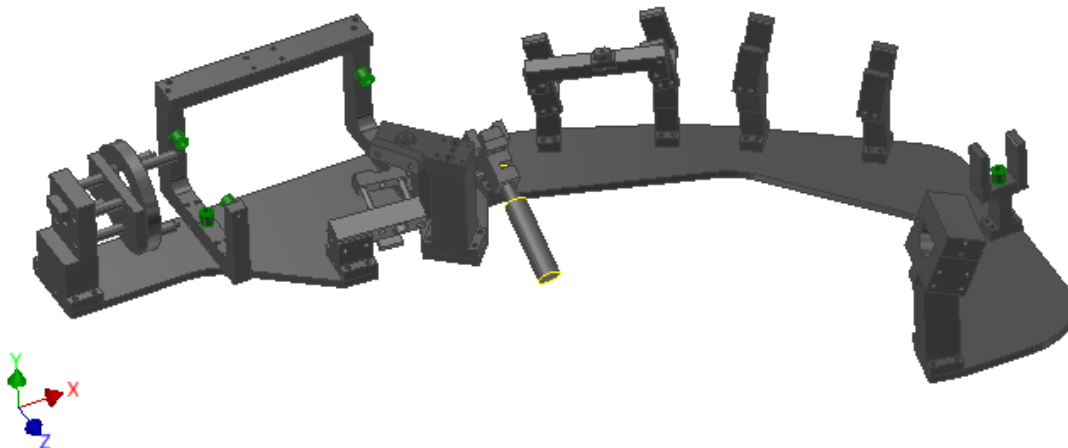
Mientras que en la figura 6-4, se aprecia el conjunto placa base mas todos los elementos de guiado y posicionamiento para cada una de los subcomponentes del silenciador, buje entrada, tubo entrada, tubo intermedio, cuerpo silenciador y soportería chasis y accesorio.

Figura 6-3: aplicación tolerancia en el diseño



Nombre de la fuente: elaboración propia

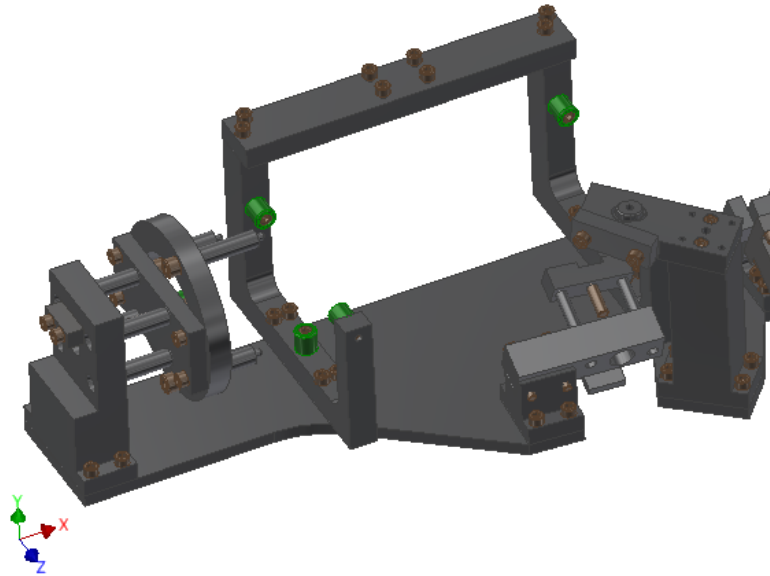
Figura 6-4: elementos de guiado y posicionamiento



Nombre de la fuente: elaboración propia

Los elementos guiado y posicionamiento están compuestos de diferentes partes que por consideraciones de diseño serán unidas mecánicamente por medio de tornillos, lo que facilita su posterior mantenimiento y recambio en caso de ser necesitado. A su vez estos elementos irán también anclados a la placa base mediante tornillos. Ver figura 6-5.

Figura 6-5: anclaje mecánico mediante tornillos



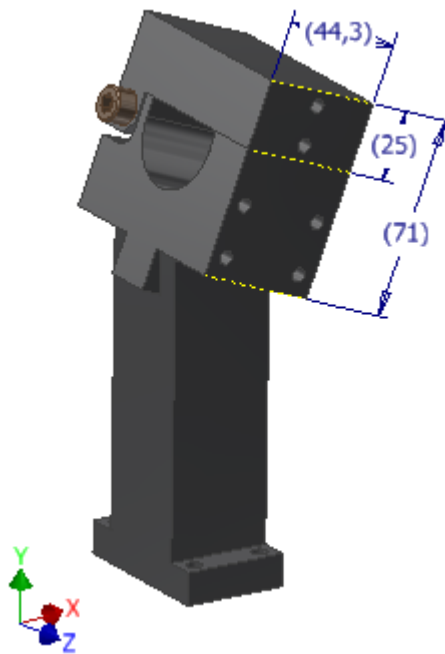
Nombre de la fuente: elaboración propia

6.3 Selección elementos de sujeción

Estos elementos de sujeción se encargarán de restringir los grados de libertad de los diferentes subcomponentes que por sus propias características así lo requieran. Son fácilmente seleccionable ya que son elementos comerciales de los cuales se encuentran los catálogos del fabricante y modelo CAD para diseño mecánico en su respectiva página web. Son fácilmente ancladas al fixture, ya que son elementos que cuentan con alojamientos para tornillos, lo que facilita su montaje, ajuste y mantenimiento. La marca seleccionada será DESTACO, ya que cuenta con distribución a nivel local, lo que la hace de fácil compra.

En la figura 6-6, se observa como del diseño del fixture es extraída información que permite una fácil selección de los elementos de sujeción, es este caso la selección de prensas manuales en el elemento de sujeción de buje entrada que se utilizará para el diseño. El proceso de extracción de información y selección de catálogo, aplica de manera similar para cada una de las prensas que se incluyen en el diseño.

Figura 6-6: Información para selección en catálogo



Nombre de la fuente: elaboración propia

Los elementos utilizados dentro del diseño corresponden a los siguientes tipo: prensas con pestillo de acción para tirar, prensas de sujeción horizontal, prensas de sujeción vertical y prensa de acción lineal, ver figura 6-7.

Figura 6-7: Tipos de prensa manual

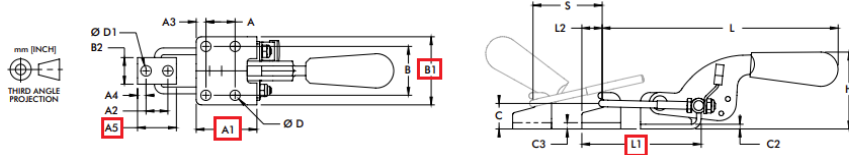


Nombre de la fuente: <https://www.destaco.com/clamping/manual.html>

En la página oficial de *DESTACO*, se encuentra el catálogo online para la selección de las diferentes prensas. A modo de ejercicio se realizará la selección para la prensa de tirar, que será utilizada en el elemento de sujeción del buje entrada, la información utilizada será la que se ve en la figura 6-6.

Tabla 1: Selección prensa para tirar

Model	A	A1	A2	A3	A4	A5	B	B1	B2	B3	B4	C	C2	C3	ØD	ØD2	H	L	L1 MAX	L2	M	S
323																						
323-SS	[0.63]	[1.02]	[0.39]	[0.20]	[0.24]	[0.79]	[0.75]	[1.10]	[0.52]	[0.75]	[1.10]	[0.47]	[0.08]	[0.08]	[0.17]	[0.17]	[1.19]	[3.88]	[2.32]	[0.37]	M4	[1.18]
323-R	16	26	10	5	6	20	19	28	13,2	19,1	28	12	2	2	4,2	4,2	30,3	98,6	58,9	9,3		30
323-RSS																						
331	[0.75]	[1.56]	[0.56]	[0.25]	[0.22]	[1.00]	[1.26]	[1.74]	[0.68]	[1.00]	[1.50]	[0.66]	[0.12]	[0.12]	[0.27]	[0.27]	[1.97]	[6.07]	[3.07]	[0.52]	M5	[1.75]
331-SS	19,1	39,7	14,3	6,4	5,6	25,4	32	44,3	17,3	25,4	38,1	16,7	3,1	3,1	6,7	6,9	50	154,2	78	13,3		45,5
341	[1.63]	[2.38]	[0.75]	[0.38]	[0.38]	[1.50]	[1.50]	[2.12]	[1.19]	[1.75]	[2.38]	[0.94]	[0.16]	[0.16]	[0.33]	[0.33]	[2.89]	[8.20]	[4.59]	[0.75]	M8	[2.50]
341-SS	41,3	60,5	19,1	9,7	9,5	38,1	38,1	53,8	30,1	44,5	60,5	23,8	4	4	8,5	8,5	73,4	208,3	116,6	19,1		63,5



Nombre de la fuente: <https://media.destaco.com/assetbank-destaco/assetfile/2756.pdf>

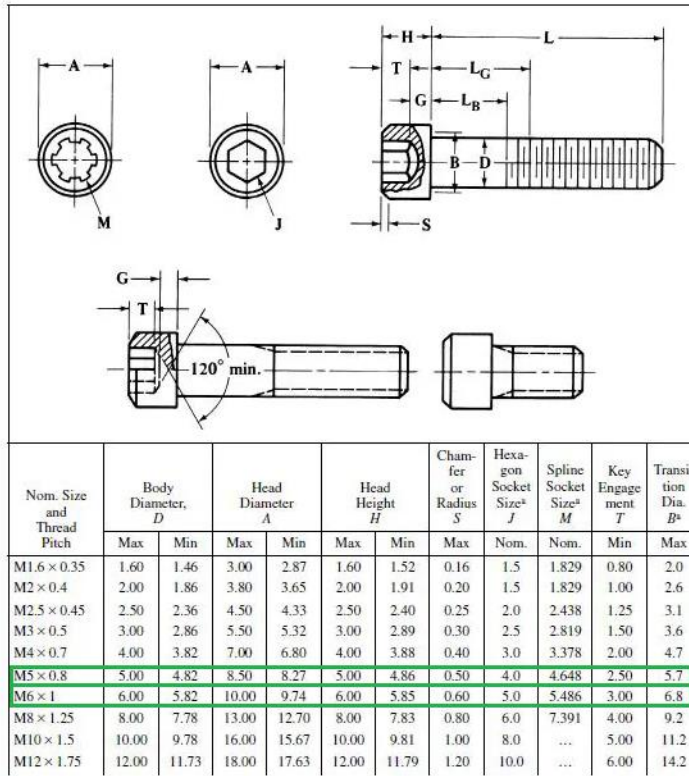
Las cotas relevantes para la selección son las A1, A5, B1 y L1. Estas medidas cumplen con los requerimientos geométricos que se tiene en el elemento de sujeción de buje entrada, por lo tanto, la prensa para tirar seleccionada en la referencia 331. Para las demás prensas el procedimiento de extracción de información desde el diseño CAD, la revisión del catálogo y finalmente la selección de la prensa, es similar para los restantes tres tipos de prensa que se utilizarán en el diseño del fixture.

6.4 Elementos comerciales

Para el presente diseño de fixture, los elementos comerciales constan de las prensas manuales que corresponden a los elementos de sujeción y que fueron seleccionados en la sección anterior. El otro grupo de elementos corresponden a los tornillos que serán utilizados como elementos de sujeción mecánica por las características anteriormente mencionadas. Los tonillos son partes normalizadas y serán elegidas según criterio de diseño y enfoque hacia un ensamble y posterior mantenimiento que se rápido, cómodo y asegure la correcta geometría del todo el fixture durante su vida en servicio.

En la figura 6-9, se resaltan los tornillos que serán utilizados para la realización de la sujeción mecánica de cada uno de los elementos que componen el fixture. Serán utilizados tonillos M5x0.8x12 para la sujeción de las prensas manuales. Y tornillos M6x1x20, para la sujeción de los demás elementos de que componen el fixture.

Tabla 2: Selección tornillos

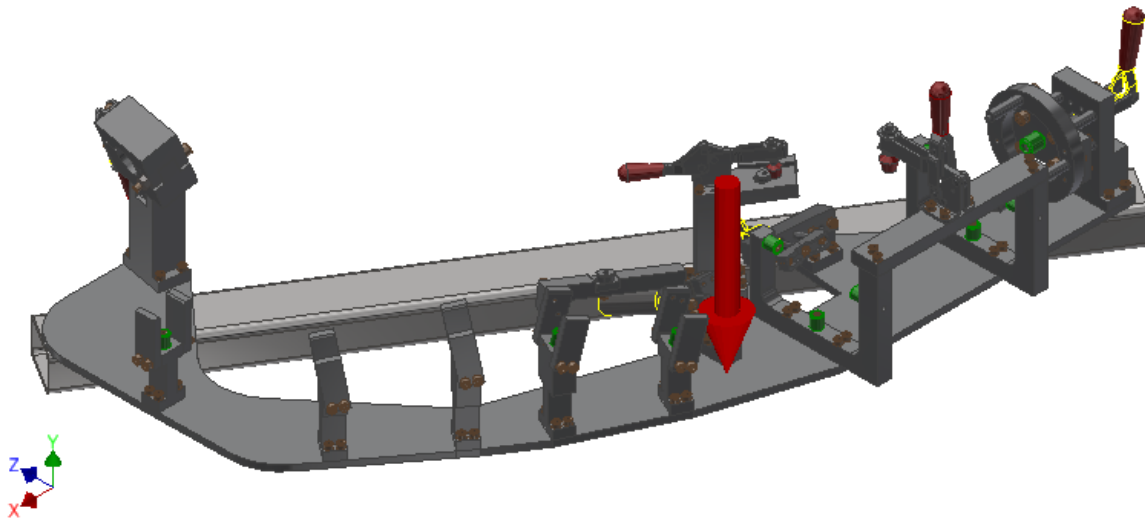


Nombre de la fuente: <https://macareno.mx/tornillo-cabeza-socket-metrico/>

7. Análisis de tensión -Simulación CAE-

Antes de la definición completa del diseño del fixture se realizará un análisis de tensión, esto con el fin de evaluar anticipadamente el comportamiento del fixture antes de la fabricación y su puesta en funcionamiento. En la figura 7-1, se tiene el diseño des fixture completo con todos sus elementos que se evaluará, también se muestra la carga a la que estará sometido durante su operación. Esta carga en una sumatoria del peso del silenciador y del peso del mismo fixture, la cual es de 417.48N.

Figura 7-1: Diseño completo del fixture más carga de operación



Nombre de la fuente: elaboración propia

7.1 Resultados simulación

Como datos de entrada para la simulación en el software Inventor, se tiene la magnitud y ubicación de la carga que soportará el fixture, como se ve en la figura 7-1, y a su vez el material a utilizar en cada uno de los componentes el cual será un AISI/SAE 1020, al cual le corresponden las siguientes propiedades mecánicas, límite de fluencia $S_y = 220\text{MPa}$ y resistencia a tracción $S_{ut} = 400\text{MPa}$.

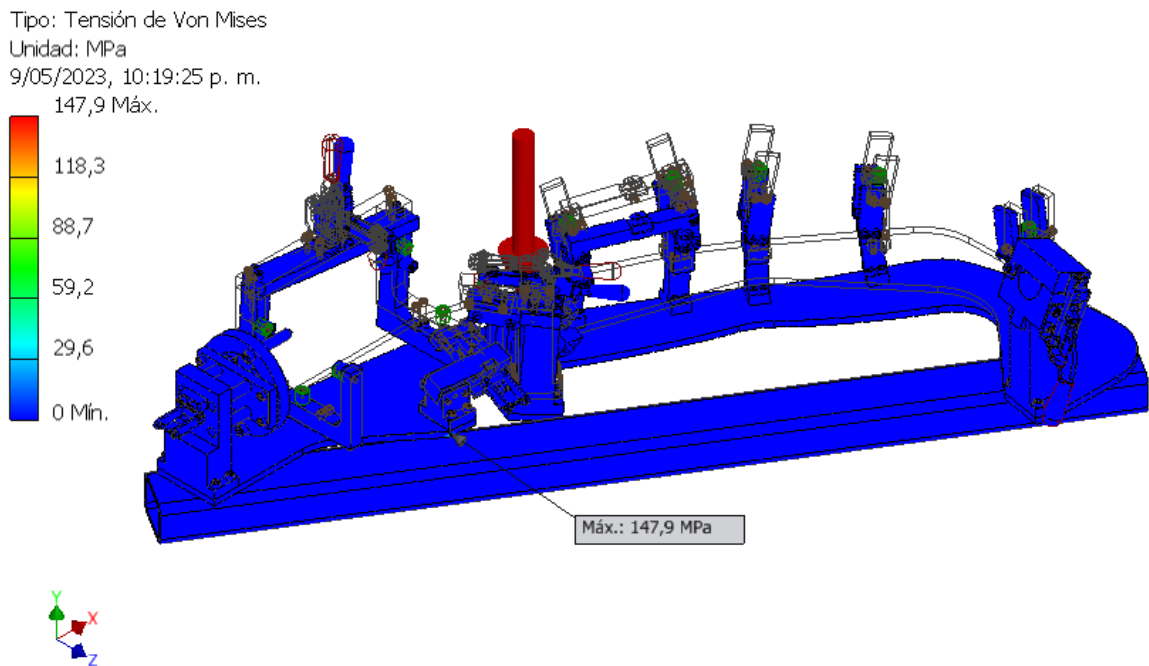
El método utilizado por el programa para la simulación o análisis de tensión en el software Inventor, es el análisis numérico por elementos finitos, tema que no es de interés en el desarrollo del presente trabajo.

7.1.1 Tensión de Von Mises

Como resultado se tiene entonces en primera instancia, la tensión o criterio de falla de Von Mises. Cabe recordad que el esfuerzo de Von Mises debe ser igual o inferior a limite elástico o de fluencia $S_y = 220\text{MPa}$.

Como se ve en la figura 7-2, la estructura está no sobrepasando este esfuerzo, aunque sufre deformación elástica.

Figura 7-2: Tensión de Von Mises

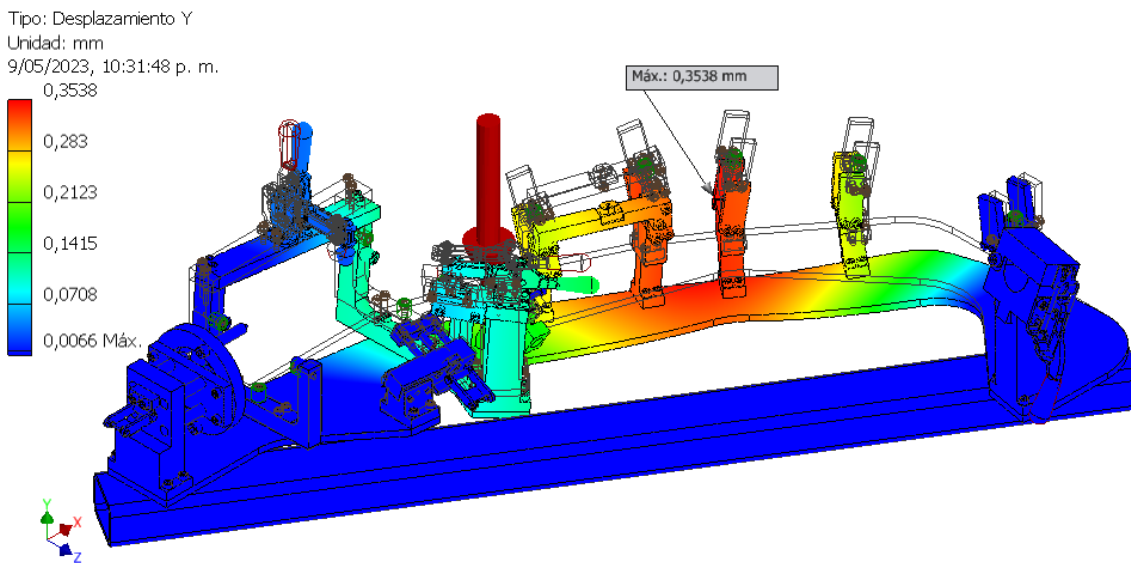


Nombre de la fuente: elaboración propia

7.1.2 Desplazamiento

Como segundo resultado del análisis de tensión, se tiene el desplazamiento, o en otros términos cuánto se está deformando plásticamente el fixture con sus cargas combinadas como si estuviera en operación. La figura 7-3 nos muestra este punto y su magnitud.

Figura 7-3: desplazamiento



Nombre de la fuente: elaboración propia

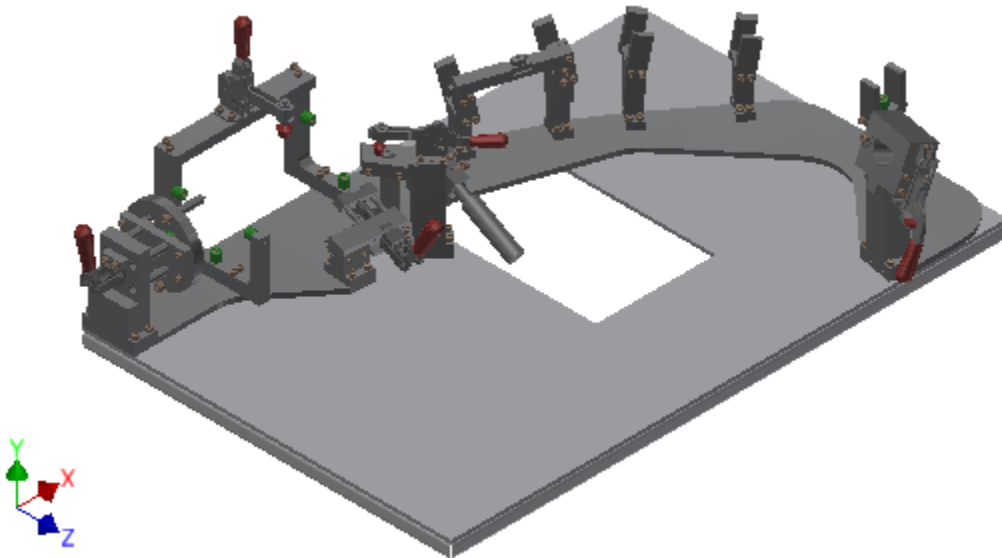
Cabe resaltar que este punto de desplazamiento máximo no se tiene deformación plástica, por lo tanto, el fixture recuperaría su forma original tan pronto la carga es liberada. Se tiene un desplazamiento en el eje Y de magnitud 0,3538mm, que está en el límite superior de la tolerancia, consignado en las especificaciones del producto final o silenciador en su ensamble completo, que es de +/-0.3mm.

Debido a que el desplazamiento está en el límite superior de la tolerancia máxima permitida, ha de considerarse otra estructura base que restrinja este desplazamiento y así evitar tener un fixture en operación que genere dificultades y un producto fuera de las especificaciones.

7.1.3 Rediseño estructura base

Con el fin de mejorar el diseño del fixture basado en los resultados obtenidos en la sección anterior, se propone entonces tener una estructura base de forma rectangular tipo mesa, que soporte el dispositivo de manera uniforme tal cual se ve en la figura 7-4.

Figura 7-4: rediseño estructura base

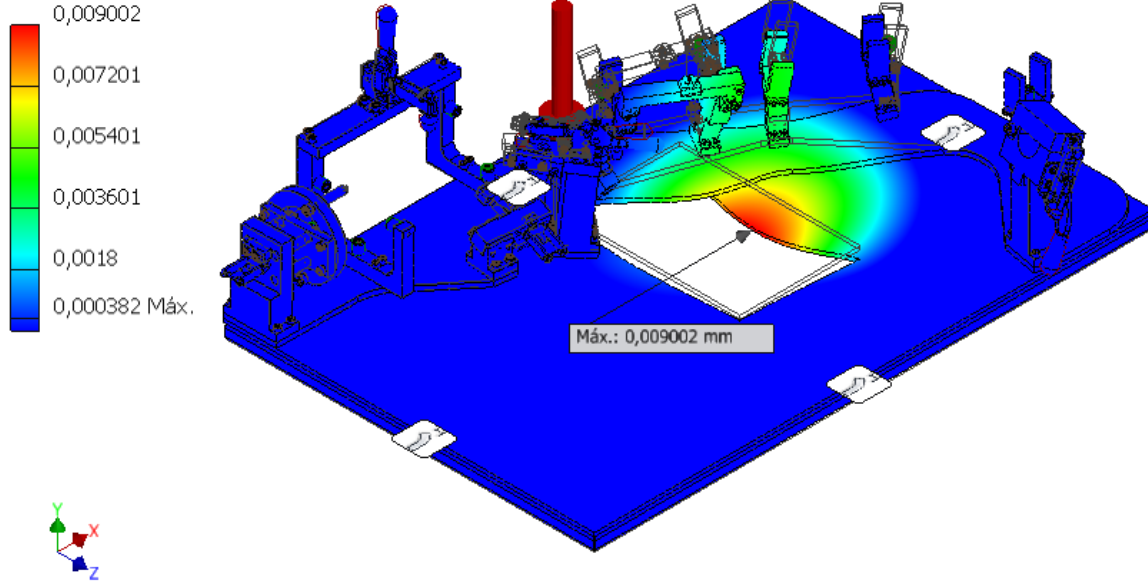


Nombre de la fuente: elaboración propia

La simulación se realiza nuevamente bajo las mismas condiciones de carga de operación del fixture, obteniéndose entonces los resultados que se aprecian en la figura 7-5. Se tiene un desplazamiento en Y de 0.009mm y este valor está dentro de las tolerancias especificadas en el producto final, $\pm 0.3\text{mm}$, lo que asegura que no se presenten ensambles de silenciadores fuera de las especificaciones. Así la elección de la nueva geometría de la estructura base se valida y se define por completo el diseño final del fixture.

Figura 7-5: resultados simulación desplazamiento en rediseño de estructura

Tipo: Desplazamiento Y
Unidad: mm
9/05/2023, 11:23:09 p. m.



Nombre de la fuente: elaboración propia

8. Conclusiones

Partir de una identificación clara de los diferentes componentes que conforman un dispositivo de ensamble final o fixture, permite tener un mejor panorama u horizonte de como se puede estructurar el diseño del mismo, ya que permite generar un proceso mejor estructurado en el diseño, lo que ayuda en gran medida a que los diseñadores de estos equipos puedan ir generando un estándar para el desarrollo de dichos trabajos.

La utilización de software CAD, en este caso el programa Inventor, permitió de manera ágil el diseño de cada una de las piezas de manera paramétrica, es decir, con dimensiones geométrica precisas que permiten ir en cada paso generando un fixture que satisface todas las premisas iniciales que deben de considerarse al momento de realizar el diseño. Además, se extrae información valiosa que permite la selección mediante catálogos de elementos comerciales de determinadas partes del dispositivo. Estos programas CAD permiten una elaboración rápida de planos para fabricación y a su vez los modelos de cada una de las piezas pueden ser exportados e introducidos en otros softwares para la fabricación de estas partes en centros de mecanizado que utilizan tecnologías CNC.

La simulación y validación del diseño, también realizada en el programa Inventor, permitir la identificación de una falencia que habría generado productos finales fuera de la especificación. Usando esta valiosa herramienta se valida el diseño y se establece con criterios convincentes un rediseño del fixture y con una nueva validación se comprueba que los nuevos ajustes al diseño si permiten asegurar en operación productos que estén dentro de las especificaciones.

La herramienta CAD – CAE utilizada en este trabajo cumpló con todas las expectativas y su manejo es bastante intuitivo, lo cual facilita este tipo de operaciones.

9. Bibliografía

Ashek Elahe. (2017). *Design of welding fixture for sample parts and user manual for Motoman XRC welding robot.*

Carlos A. Montilla, & Javier Andrés Gallego. (2013). *Diseño de un semiautomatismo para asistir el proceso de fabricación tijera 45D de motocicleta Yamaha, en la empresa Solomoflex.*

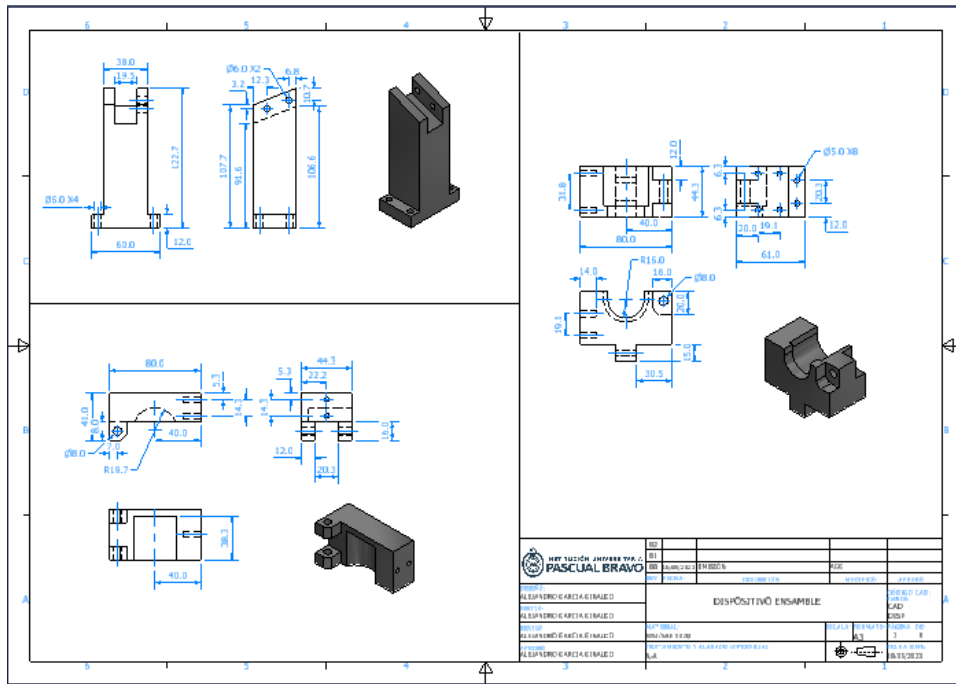
Erik K. Henriksen. (1990). *Jig and Fixture Designing Manual.*

Mikell P. Groover. (2007). *Fundamentos de Manufactura Moderna.*

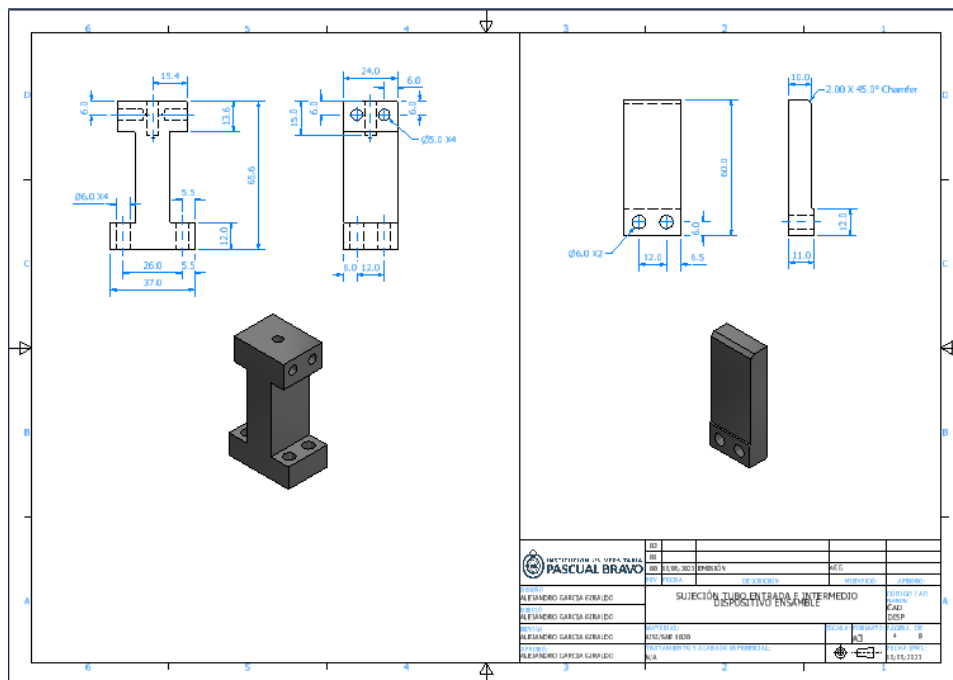
William E. Boyes. (1962). *Handbook of Jig and Fixture Designing.*

10. Anexos

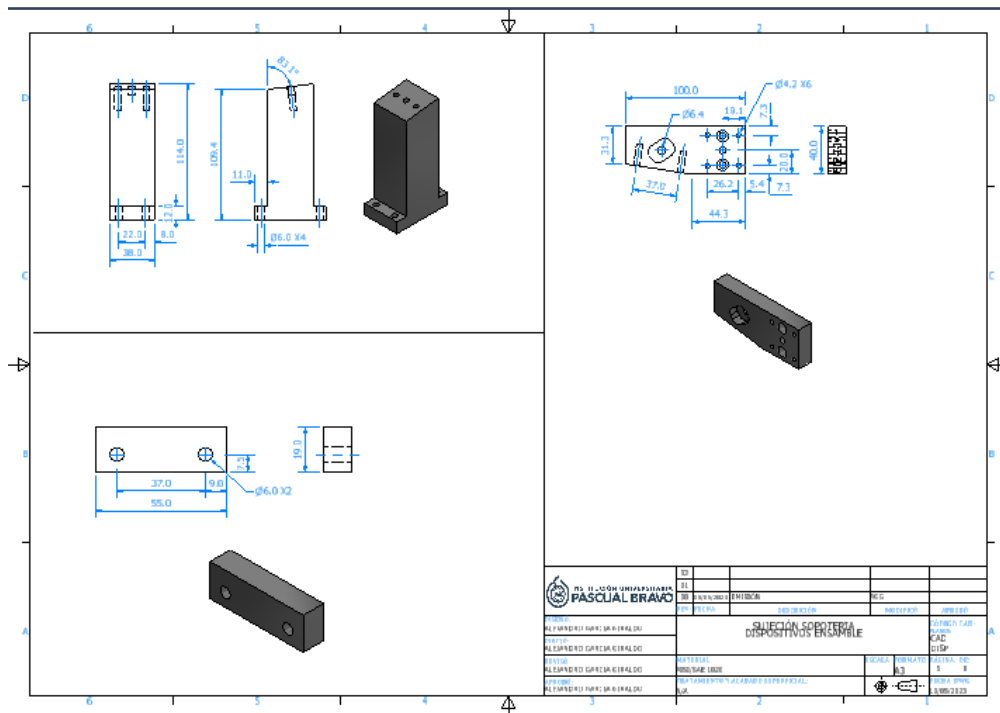
Sujeción buje entrada



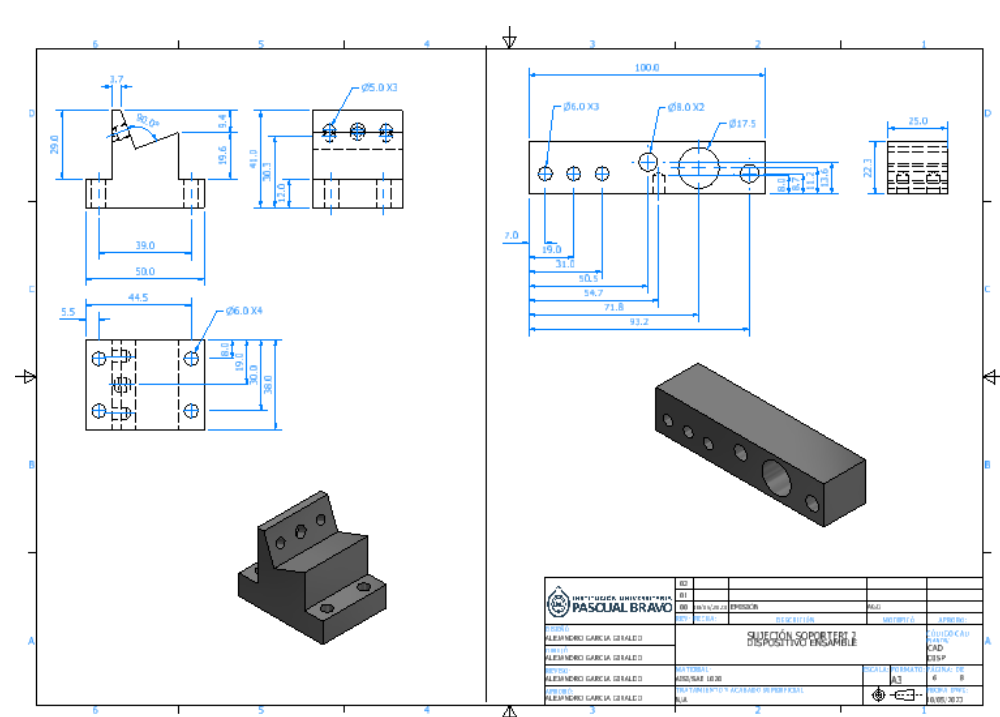
Sujeción tubos entrada e intermedio



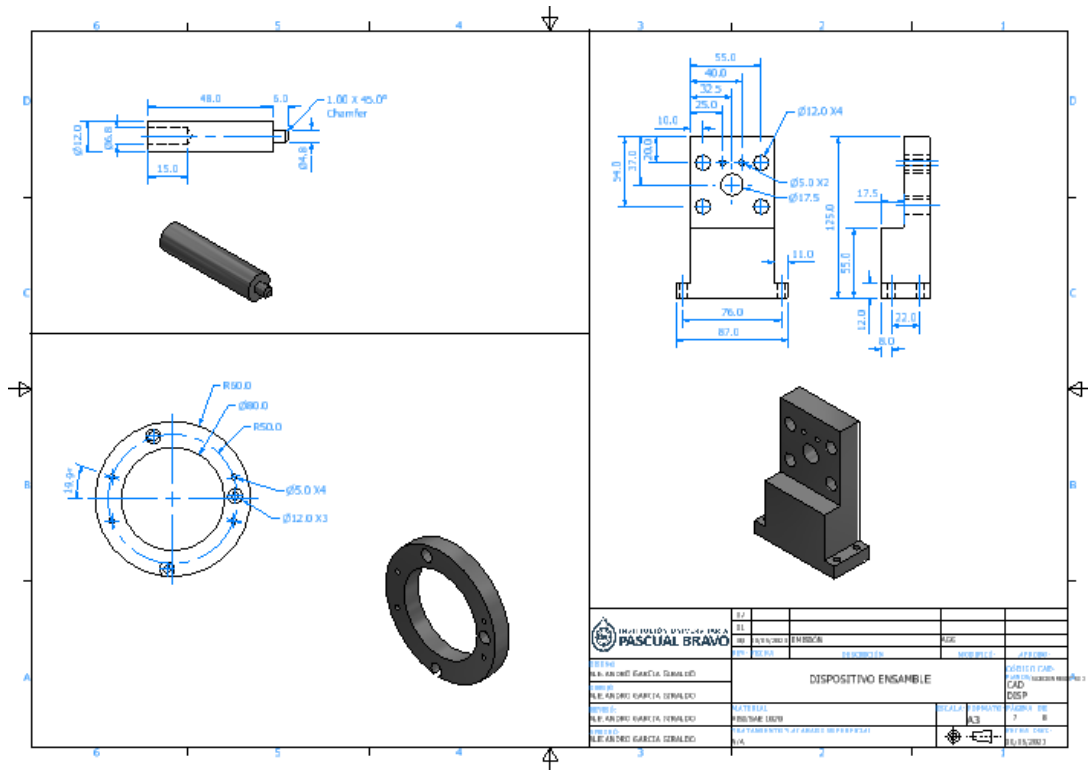
Sujeción soportera 1



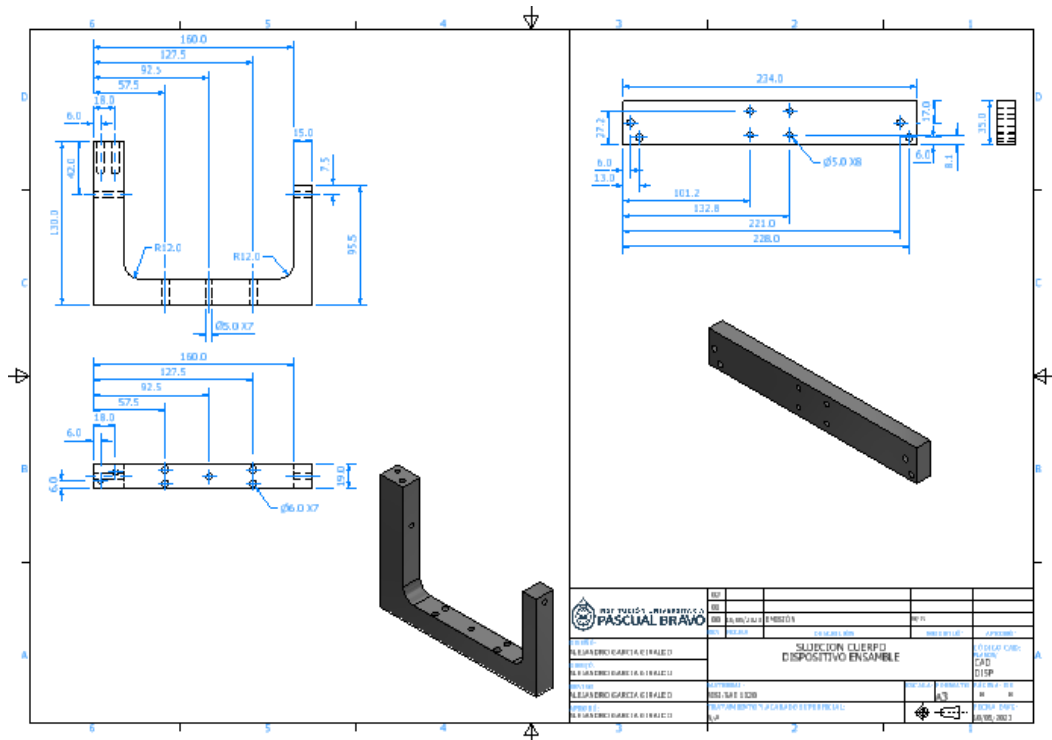
Sujeción soportera 2



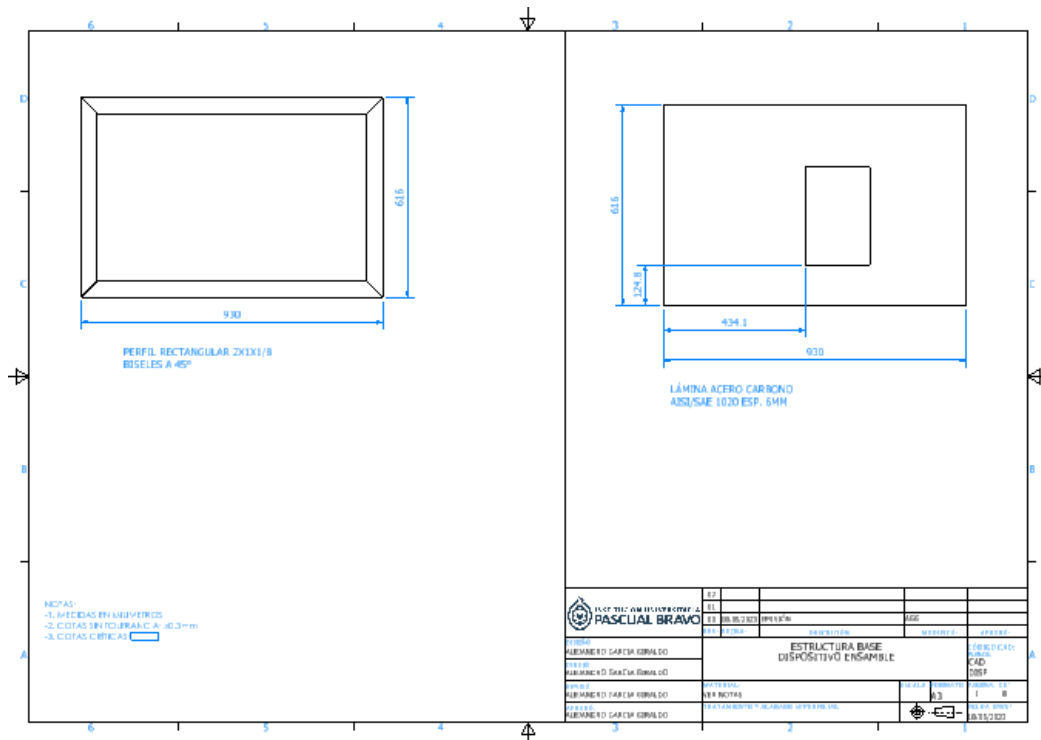
Sujeción soportera 3



Sujeción cuerpo



Estructura base



Placa base

