

Universidad Internacional del Ecuador

Facultad de Mecánica Automotriz

Estudio y diseño de un apoyabrazos para autobuses interprovinciales tipo Infinity 370
de las carrocerías MIRAL para la empresa MIVILTECH S.A.

Tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico Automotriz

Rommel Andrés Rivera Buenaño

Director: Msc. Ing. Flavio Arroyo

Quito, Agosto, 2014

Certificación

Yo, Rommel Andrés Rivera Buenaño declaro que soy el autor exclusivo de la presente investigación y que ésta es original, autentica y personal mía. Todos los efectos académicos y legales que se desprendan de la presente investigación serán de exclusiva responsabilidad.

Rommel Andrés Rivera Buenaño

1803934932

Yo, Ing. Msc. Flavio Arroyo declaro que, en lo que yo personalmente conozco, el señor Rommel Andrés Rivera Buenaño, es el autor exclusivo de la presente investigación y que esta es original, autentica y persona suyas.

Ing. Msc. Flavio Arroyo

DIRECTOR DE PROYECTO DE GRADO

Autorización

Yo, Rommel Andrés Rivera Buenaño declaro bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación personal y que se ha consultado en la bibliografía detallada.

Cedo mis derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y leyes.

Rommel Andrés Rivera Buenaño

1803934932

Dedicatoria

Perseverancia, honestidad, superación y esfuerzo son valores que me inculcaron mis padres desde pequeño y fueron necesarios en la realización de este proyecto.

Este trabajo va dedicado para personas especiales y que son un pilar fundamental en mi vida y siempre han estado a mi lado mi Padre, mi Madre, Mi Hermana, mi Prometida y mi Hija.

Rommel Andrés Rivera Buenaño

Agradecimiento

Mi más sincero y profundo agradecimiento a Dios por siempre llevarme por el camino del bien y guiarme en la toma de decisiones en mi vida.

A mi familia que siempre ha estado conmigo en los buenos y malos momentos, y me ha inspirado a seguir adelante a pesar de las adversidades.

A mi prometida e hija que son la mayor y más grande motivación que tengo para ser un profesional de bien y una buena persona.

A mi director de tesis Ing. Flavio Arroyo por motivarme y ayudarme a culminar este proyecto.

A mi querida Facultad por enseñarme todo lo que se y por brindarme el beneficio de pertenecer a tan aclamada institución.

Rommel Andrés Rivera Buenaño

Estudio y diseño de un apoyabrazos para autobuses interprovinciales tipo Infinity 370
de las carrocerías MIRAL para la empresa MIVILTECH S.A.

Existe un motivo por el cual se propone el diseño o innovación de elementos o máquinas y es debido a la creciente demanda que existe hoy en día en todos los ámbitos industriales. La necesidad no se crea simplemente aparece con el correr del tiempo, el cambio de rutinas, cultura y va a ser aprovechada por ciertas industrias para sacar provecho de la misma.

El diseño como tal es crear o implementar un elemento de uso cotidiano ya sea para uso casero o industrial. Es plantear una idea para cubrir necesidades o resolver algún problema. El resultado de dicho planteamiento va a ser un elemento o máquina físico, real. También un objeto que sea seguro, confiable, totalmente funcional. Tal es el caso del apoyabrazos que tiene uso cotidiano en los autobuses y será un aporte a la economía de la ciudad y con el tiempo a nivel nacional.

El apoyabrazos será de gran utilidad en los autobuses ya que abaratará costos de producción y tendrá la posibilidad de competir en el mercado con productos importados gracias a su accesible precio, y lo más importante será fabricado en territorio nacional, ahorrando así costos de importación tales como impuestos que en grandes volúmenes es un valor representativo.

Study and design of an armrest for interprovincial buses Infinity 370 type of bodywork
enterprise MIRAL for the company MIVILTECH S. A.

There is a reason why we propose the design and innovation of items or machines and is due to the growing demand that exists today in all industrial fields. The need is not created simply appears with the passage of time, changing routines, culture and will be used by certain industries to take advantage of it.

The design itself is to create or implement an element of everyday either for home or industrial use. You raise an idea to meet needs or solve a problem. The result of this approach will be an element or physical, real machine. Also an object that is safe, reliable, and fully functional. Such is the case of having armrests on buses every day and be a contribution to the economy of the city and eventually nationwide.

The armrest will be useful on buses since become cheaper production costs and will be able to compete in the market with imported thanks to its affordable products, and most importantly will be manufactured in Mexico, thus saving import costs such as taxes in large volumes is a representative value.

INDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCION	1
CAPITULO 1	6
Marco Teórico.....	6
1.1. Diseño	6
1.1.1. Efectividad.....	7
1.1.2. Fases e interacciones del proceso para diseñar	8
1.1.2.1. Reconocimiento de la necesidad	8
1.1.2.2. Definición del problema.....	9
1.1.2.3. Síntesis	9
1.1.2.4. Optimización y análisis.....	10
1.1.2.5. Evaluación	11
1.1.2.6. Presentación	12
1.1.3. Consideraciones de diseño	12
1.1.4. Herramientas y recursos para diseño.....	14
1.1.5. Normas y códigos.....	15
1.2. Análisis de fuerzas	17
1.2.1. Equilibrio y diagrama de cuerpo libre	18
1.2.1.1. Equilibrio	18
1.2.1.2. Diagrama de cuerpo libre.....	19

1.2.2.	Fuerza cortante y momentos flexionantes.....	20
1.3.	Esfuerzos.....	21
1.3.1.	Componentes cartesianos del esfuerzo	22
1.3.2.	Tipos de esfuerzo.....	23
1.3.2.1.	Esfuerzos normales para vigas en flexión.....	24
1.3.2.2.	Deformación unitaria normal.....	25
1.3.2.3.	Esfuerzos cortantes para vigas en flexión.....	25
1.4.	Factores de seguridad y de diseño.....	26
1.5.	Materiales.....	27
1.5.1.	Consideraciones especiales para seleccionar plásticos.....	32
1.5.1.1.	Temperatura	32
1.5.1.2.	Humedad	32
1.5.1.3.	Cargas	32
1.5.1.4.	Resistencia	32
1.5.1.5.	Proceso.....	33
1.5.1.6.	Químico.....	33
1.5.1.7.	Tiempo	33
1.5.1.8.	Inflamabilidad y características eléctricas	33
1.5.1.9.	Alimentos	33
CAPITULO 2	35

PARAMETROS PARA DISEÑO	35
2.1. Plan de estudio de diseño	36
2.2. Fuerzas actuantes en el apoyabrazos	38
2.3. Deformación a la aplicación de fuerzas externas	40
2.3.1. Esfuerzos principales	42
2.3.1.1. Esfuerzo plano	45
2.3.1.2. Deformación plana	45
2.4. Factores de Diseño seguridad	45
2.4.1. Esfuerzos admisibles	47
2.4.2. Cargas admisibles	48
CAPITULO 3	49
DISEÑO DEL APOYABRAZOS	49
3.1. Esquema del elemento (Apoyabrazos)	49
3.1.1. Pasos para completar el diseño	49
3.2. Modelo de la estructura del apoyabrazos	69
3.3. Diseño previo a pruebas (Computarizadas)	70
3.3.1. Vistas del diseño	70
3.3.2. Solido	73
3.4. Diseño final	74
3.4.1. Fuerza aplicada	75

3.4.2. Simulación de esfuerzo	75
Fuente: (Scielo, 2014).....	82
3.4.3. Simulación de deformación	83
CAPITULO 4	86
ANALISIS	86
4.1. Tabla para impresión de simulación	86
Tabla 4. 1 Resultados generales	86
4.2. Comparación con apoyabrazos previos a este modelo	87
4.2.2. Beneficios.....	88
4.3. Fiabilidad del elemento para su producción en serie.....	89
4.3.1. Maquina inyectora de plástico	89
4.3.1.1. Tablas de especificaciones de la maquina inyectora de plástico	91
4.3.2. Centro de mecanizado	95
4.3.2.1. Tabla de especificaciones del centro de mecanizado	99
CAPITULO 5.....	100
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	100
5.1. CONCLUSIONES.....	100
5.2. RECOMENDACIONES.....	102
5.3. BIBLIOGRAFIA.....	104
5.4. ANEXOS.....	105

5.4.1.	Vistas	105
5.4.2.	Perspectivas.....	106
5.4.3.	Estudio 1	107
5.4.4.	Estudio 2	108
5.4.5.	Estudio 3	109

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. 1	Equilibrio	19
Figura 1. 2	Fuerza cortante y momento flexionante	20
Figura 1. 3	Componentes cartesianos	22
Figura 1. 4	Esfuerzo de tensión	23
Figura 1. 5	Esfuerzo de compresión	23
Figura 1. 6	Esfuerzo normal.....	24
Figura 1. 7	Esfuerzo cortante.....	25
Figura 2. 1	Proceso diseño	35
Figura 2. 2	Estudio necesidad.....	37
Figura 2. 3	Carga concentrada.....	39
Figura 2. 4	Carga distribuida	39
Figura 2. 5	Carga variable.....	40
Figura 2. 6	Planos principales	42
Figura 2. 7	Elemento de esfuerzo en 2 dimensiones	43

Figura 3. 1 Plano de trabajo.....	49
Figura 3. 2 Circunferencia sujeción.....	50
Figura 3. 3 Líneas auxiliares	50
Figura 3. 4 Arcos dimensionados.....	51
Figura 3. 5 Extrusión	51
Figura 3. 6 Material	52
Figura 3. 7 Vaciado	52
Figura 3. 8 Circunferencia base 2	53
Figura 3. 9 Corradial	53
Figura 3. 10 Línea equidistante.....	54
Figura 3. 11 Tangencia	54
Figura 3. 12 Remover material.....	55
Figura 3. 13 Simetría parte inferior.....	55
Figura 3. 14 Cala o perforación.....	56
Figura 3. 15 Corte esquema	56
Figura 3. 16 Sketch	57
Figura 3. 17 Circunferencia sujeción 2.....	57
Figura 3. 18 Unión esquema	58
Figura 3. 19 Extrusión sujeción.....	58
Figura 3. 20 Simetría sujeción	59
Figura 3. 21 Simetría plano alzado	59
Figura 3. 22 Sketch sujeción.....	60
Figura 3. 23 Simetría perforación.....	60

Figura 3. 24 Extrusión esquema sujeción	61
Figura 3. 25 Simetría trazo.....	61
Figura 3. 26 Sketch cara frontal	62
Figura 3. 27 Diámetro perforación.....	62
Figura 3. 28 Extrusión esquema	63
Figura 3. 29 Simetría extrusión	63
Figura 3. 30 Redondeo parte inferior	64
Figura 3. 31 Redondeo perforación (superior)	64
Figura 3. 32 Redondeo perforación (inferior)	65
Figura 3. 33 Redondeo aristas externas	65
Figura 3. 34 Redondeo arista lateral derecha	66
Figura 3. 35 Corte sujeción	66
Figura 3. 36 Esquema plano medio	67
Figura 3. 37 Extrusión sujeción, plano medio	67
Figura 3. 38 Destaje sujeción.....	68
Figura 3. 39 Geometría sujeción.....	68
Figura 3. 40 Extrusión geometría	69
Figura 3. 41 Diseño Apoyabrazos.....	70
Figura 3. 42 Vista isométrica.....	71
Figura 3. 43 Vista frontal	71
Figura 3. 44 Vista inferior	72
Figura 3. 45 Vista lateral	72
Figura 3. 46 Solido	73

Figura 3. 47 Diseño final plástico	74
Figura 3. 48 Simulación esfuerzo.....	76
Figura 3. 49 Zonas de esfuerzo	76
Figura 3. 50 Esfuerzo máximo y mínimo.....	77
Figura 3. 58 Posición inicial	83
Figura 3. 59 Posición final.....	84
Figura 3. 60 Escala-deformación	85
Figura 4. 2 Inyectora de plástico	90
Figura 4. 3 Especificaciones 1	91
Figura 4. 4 Especificaciones 2	91
Figura 4. 5 Inyectora 2	92
Figura 4. 6 Presión inyectora	93
Figura 4. 7 Molde o matriz	93
Figura 4. 8 Tornillo sin fin.....	94
Figura 4. 9 Tolva	95
Figura 4. 10 Centro de mecanizado	96
Figura 4. 11 Millstar.....	96
Figura 4. 12 Herramientas CM.....	97
Figura 4. 13 Enfriamiento.....	97
Figura 4. 14 Panel digital	98

INDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Equilibrio.....	18
Ecuación 2 Intensidad de carga.....	21
Ecuación 3 Fuerza cortante y momento.....	21
Ecuación 4 Peso	38
Ecuación 5 Fuerza Normal.....	38
Ecuación 6 Ley de Hooke	41
Ecuación 7 Deformación o Ley de Hooke	41
Ecuación 8 Esfuerzos principales y aplicados	44
Ecuación 11 Factor de seguridad.....	46
Ecuación 12 Esfuerzo admisible	47
Ecuación 13 Carga admisible	48

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. 1 Aplicaciones de los materiales plásticos	31
Tabla 1. 2 Materiales compuestos y sus aplicaciones	34
Tabla 2. 1 Solución de la función	44
Tabla 3. 1 Unidades	78
Tabla 3. 2 Geometría	78
Tabla 3. 3 Geometría-partes	79

Tabla 3. 4 Análisis.....	79
Tabla 3. 5 Cargas.....	80
Tabla 3. 6 Resultados	81
Tabla 3. 7 Constantes material	81
Tabla 3. 8 Valores Máximos.....	82
Tabla 3. 9 Resultados-deformación	85
Tabla 4. 1 Resultados generales.....	86
Tabla 4. 2 Beneficios Diseño	88
Tabla 4. 3 Especificaciones centro de mecanizado	99

INDICE DE ANEXOS

Vistas 2D.....	105
Perspectivas 3D.....	106
0-1 Estudio 2.....	107
0-2 Estudio 3.....	108
0-3 Estudio 4.....	109

INTRODUCCION

La industria de las carrocerías ha estado sujeta a grandes cambios en la última década en lo que respecta al ámbito tecnológico; es por eso la creación de la empresa MILVILTECH S.A. que está encargada de todo lo que concierne a soluciones industriales enfocadas a las carrocerías de autobuses, dotando a la misma de innovaciones tecnológicas y diseños de sus implementos o accesorios.

La empresa MIVILTECH S.A. se encuentra localizada en la ciudad de Ambato, poseedora de un gran mercado a nivel nacional en lo que concierne a autopartes para carrocerías de autobuses, teniendo como principales clientes empresas reconocidas a nivel nacional como son MIRAL AUTOBUSES y CEPEDA CIA. LTDA. Pese a tener gran aceptación con dichas empresas, MIVILTECH S.A., necesita optimizar los diseños de sus productos, como es el apoyabrazos, artículo en el cual enfocare el desarrollo de este proyecto. El apoyabrazos usado posee diseño obsoleto con uso inadecuado debido a las quejas que llegan de los usuarios de estas unidades de transporte y el material usado es más costoso a diferencia del plástico en general. Cada asiento del autobús posee este tipo de accesorio para ofrecer confort y evitar futuras lesiones a los usuarios de estas unidades interprovinciales. Según los registros de las industrias de carrocerías antes citadas, indican que el diseño de los apoyabrazos actuales no utilizan correctamente las normas establecidas hoy en día por organismos reguladores tanto de calidad como de seguridad, es por eso

que propongo el diseño de dicho apoyabrazos para abaratar su costo y ofrecer mayor utilidad.

También cabe recalcar que el plástico que utilizara como materia prima de este artículo a diseñarse, posee grandes beneficios en relación a los utilizados en la fabricación de los apoyabrazos actuales, tales como: bajo costo de producción, amplia gama de propiedades, resistencia a la corrosión, entre otros.

Determinación de los factores que inciden en el diseño de un apoyabrazos para autobuses interprovinciales tipo Infinity 370 de las carrocerías MIRAL para la empresa MIVILTECH S.A.

El objetivo general de esta investigación es estudiar y diseñar un apoyabrazos para autobuses interprovinciales tipo Infinity 370 de las carrocerías MIRAL para la empresa MIVILTECH Soluciones industriales S.A.

Los objetivos específicos son:

- Analizar el marco teórico de diseño de elementos para el desarrollo del producto.
- Recopilar información acerca de diseños anteriores de apoyabrazos para autobuses.
- Evaluar las opciones de diseño y materiales requeridas por la empresa MIVILTECH S.A.
- Diseñar el elemento para pruebas de simulación computarizadas en un software especializado.
- Estudiar el proceso adecuado para su posterior producción en serie

La justificación del problema se basa en los siguientes puntos:

El motivo por el que se crea una nueva máquina es la existencia de su necesidad presente o previsible. El proceso de creación se inicia con la concepción de un dispositivo, que sirva para una determinada finalidad. A la idea concebida sigue el estudio de la disposición de las diversas partes y de la posición y longitud de las conexiones, así como de los movimientos relativos o cinemática de estas últimas. (FAIRES, 1977)

La realidad de este proyecto será en la aplicación de conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera universitaria y principios científicos que serán la base de la investigación. La magnitud de errores que se maneja con este tipo de trabajos nos va a dar la razón acerca de la toma correcta de decisiones, ya que se abarcara muchas opciones en lo que refiere a la problemática del diseño.

Cada vez que se edita o corrige algo inesperado surgirá otros tipo de inconvenientes para la culminación del mismo, es por eso que la planificación es un ente muy importante para poder cumplir metas u objetivos planteados en este caso por la empresa MIVILTECH S.A. que brindara el apoyo profesional para poder finalizar el proyecto sin mayores inconvenientes.

La delimitación se basara en los siguientes aspectos:

Enfocándome al tema propuesto anteriormente, puedo decir que diseñar es formular o establecer un plan o una cadena de pasos a seguir para satisfacer o cumplir una necesidad específica o resolver un problema. El diseño es un proceso innovador y de toma de decisiones con una debida investigación previa sin apuros o exceso de confianza. (BUDYNAS, 2008)

Es necesario, el uso de nuevos diseños en la industria nacional, ya que hoy en día existe competencia extranjera con productos a menores costos, incluso se podría decir, que no llega a costar lo que realmente valdría. Me refiero específicamente al producto asiático que por su costo llega a ser mucho más accesible para las industrias desde materia prima hasta bienes o servicios.

La matriz productiva del Ecuador cambió totalmente desde que entró en vigencia en el año 2011 el código de la producción y su respectivo reglamento, ley que estipula todos los beneficios económicos, sociales y tributarios con los cuales las compañías nacionales se favorecen orientadas a la consolidación del buen vivir para todos.

La intención de la antes mencionada ley es crear un proceso productivo donde aprovecharemos la materia prima nacional o extranjera impulsando todos los niveles de desarrollo así como la producción de bienes o servicios, realizada en diferentes formas de organización en Ecuador.

MIVILTECH Soluciones Industriales S.A., se constituye con la visión de producir autopartes para carrocerías de autobuses, teniendo actualmente un gran éxito en el mercado con la integración de materia prima ecuatoriana, creando competitividad económica y de infraestructura que genera varias plazas de empleo. La intención es diseñar un apoyabrazos para el bus tipo Infinity 370 interprovincial de carrocerías MIRAL que cumpla con las necesidades de sus usuarios y a su vez con todos los estándares y regulaciones estipuladas por los organismos de control respectivos así como son factores de seguridad, diseño, calidad.

Este estudio llega en un momento propicio para esta industria ya que ha comenzado a experimentar cambios, debido a las nuevas tendencias de tecnología específicamente software de computadoras, tomando en cuenta que anteriormente lo realizaban artesanalmente. Hoy en día existe la facilidad de hacer estudios sin tener que comprar la materia prima, gracias a las grandes prestaciones y bondades que ofrecen los nuevos programas para diseño de elementos y piezas plásticas.

La empresa MIVILTECH S.A., posee un departamento de diseño, se busca ayudar al personal que labora en el mismo a cambiar la cultura obsoleta que se posee para trabajar en ciertos aspectos de diseño y sus nuevas tendencias.

La empresa MIVILTECH S.A. se encuentra ubicada en la Calle 5 y avenida D del parque industrial de la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua y es principal proveedor de autopartes de MIRAL autobuses, con fabricación de las mismas en territorio nacional y por ende goza de los beneficios del nuevo código y reglamento de la producción.

Vale recalcar que este estudio está enfocado específicamente al diseño de un apoyabrazos que dejará los indicios para posteriores estudios, pero con otro tipo de elementos en dichas carrocerías.

El alcance del presente estudio estará enfocado a un modelo de bus específico. Dicho modelo es el bus interprovincial tipo Infinity 370 de las carrocerías MIRAL para la empresa MIVILTECH Soluciones industriales S.A., ubicada en la ciudad de Ambato.

CAPITULO 1

Marco Teórico

1.1. Diseño

Diseñar es formular un plan para satisfacer una necesidad específica o resolver un problema. Si el plan resulta en la creación de algo físicamente real, entonces el producto debe ser funcional, seguro, confiable, competitivo, útil que pueda fabricarse y comercializarse. (BUDYNAS, 2008, pág. 4)

El diseño como tal es una herramienta de gran utilidad para la ingeniería en todos sus ámbitos, ya que le permite realizar cálculos y pruebas con mayor facilidad para distribuir de una mejor manera el trabajo y optimizando los recursos en la creación de dicho objeto. Es un proceso al cual debemos regirnos como futuros profesionales. Es una cadena de información a la cual se toma en cuenta para toma de decisiones del momento o para largo plazo. Existen casos de toma de decisiones con poca información o lo que quiere decir que no se posee una previa investigación para la posterior toma de decisiones. Se debe tomar en cuenta la cantidad de información que se tenga para corregir errores a tiempo y no desechar trabajo previo en el mismo, ayudando así en la optimización de recursos. El tiempo es un recurso que se toma en cuenta para cualquier tipo de actividad es por eso que una planificación bien hecha incluyendo cualquier actividad ya sea mínima para poder cumplir con un

cronograma y por tanto objetivos planteados al inicio de cualquier tarea encomendada.

El conocimiento de la teoría es primordial para realización del diseño, en este caso se enfocaría a todo lo que concierne a resistencia y mecánica de materiales donde incluimos aspectos de cálculos y pruebas previas para asegurar la calidad del trabajo y no tener problemas posteriores.

1.1.1. Efectividad

La efectividad es la optimización de recursos tanto de herramientas como materiales para la realización de un objetivo específico. Es una parte necesaria para no mal gastar los bienes que se posee y ahorrar una inversión innecesaria.

Los ingenieros mecánicos están relacionados con la producción y el procesamiento de energía y con el suministro de los medios de producción, las herramientas de transporte y las técnicas de automatización. (BUDYNAS, 2008, pág. 5)

El principal objetivo del diseño será cubrir a necesidad del usuario utilizando todo su conocimiento y herramientas de producción e investigación para aumentar la rentabilidad y fiabilidad de dicho producto final. El diseño en si forma parte de una extensa red de conocimientos agregados como es materiales, esfuerzos, cargas. A lo cual será la mejor vía utilizar las herramientas actuales como son los software de computadora que facilitan mucho el trabajo del diseñador, permitiendo usar las mejores opciones para guiar el propio diseño

con normas internacionales. El software ayuda a optimizar tiempo y dinero para concretar de mejor manera la ayuda que presta. Esto es debido a que facilita y asesora el trabajo en cada paso hasta llegar al final. Se puede hacer uso de cálculos matemáticos con mayor exactitud para establecer parámetros de control útiles. También se puede utilizar la simulación de cargas y esfuerzos en cualquier parte del elemento, aplicando así los conocimientos de resistencia y mecánica de materiales.

1.1.2. Fases e interacciones del proceso para diseñar

El proceso completo, de principio a fin, que a menudo se bosqueja como se muestra en la figura 2.1, comienza con la identificación de una necesidad y la decisión de hacer algo al respecto. (BUDYNAS, 2008, pág. 5)

1.1.2.1. Reconocimiento de la necesidad

Previo al desarrollo de un proyecto, se realizara un investigación de la necesidad que existe en la población, como se dice anteriormente la necesidad no se crea simplemente aparece según los cambios que se den en el entorno del usuario. Como todo proceso que existe el diseño conlleva pasos y se debe seguir de una manera rigurosa para evitar posibles fallos en el producto final. La necesidad puede ser cualquier inconformidad o insatisfacción del usuario. Se realizara una pequeña encuesta a las personas que hacen uso de estas unidades para verificar si en verdad existe inconformidad o insatisfacción al momento de hacer uso de las mismas. Por lo general una necesidad no va a estar siempre a la vista del investigador.

1.1.2.2. Definición del problema

El siguiente paso será la identificación del problema, el cual es diferente del primer paso que era la investigación o reconocimiento de una necesidad. El identificar el problema es ser más específico referente a la necesidad que encontramos. Por ejemplo, tenemos las medidas que se utilizara, las especificaciones, el modelo a utilizar, posibles opciones de materiales y forma del diseño. Estas especificaciones ayudaran a definir de mejor manera el elemento a diseñar como es el costo, materiales, parámetros de diseño y producción, fiabilidad, indicadores de satisfacción, etc.

Existen restricciones en lo que refiere al diseño y es la limitación que posee para poder sostener su proyecto. Quiere decir que tendrá barreras el momento de realizar un trabajo de este tipo y se debe a aspectos implícitos o que no controla, y es la limitación de fabricación, maquinaria, apoyo económico. Si no se tiene la posibilidad se busca otra menos o más efectiva haciendo uso de los recursos a la mano del diseñador. Las limitaciones pueden ser el costo de los materiales, disponibilidad de los mismos, maquinaria de producción de elementos o máquinas, mano de obra de la empresa.

1.1.2.3. Síntesis

Una vez descrito con mayor claridad el problema y la necesidad, se ordenara las ideas en un solo bloque y se procederá a la síntesis del mismo. Se tendrá varios esquemas a los cuales se los calificara, investigara y cuantificara para observar el encaje que tendrán en un esquema final abarcando todas las posibles

opciones y organizando de mejor manera para tener un concepto más claro del propio diseño a realizarse. Cuando ya se planteó, observo, analizo se obtendrá un grupo más claro y mejor estructurado para pasar al siguiente filtro. Aquellas ideas que fueron puestas de lado se las vuelva a revisar buscando así una posible solución a problemas que surgen en el transcurso del diseño de concepto del mismo. Una vez revisadas dichas ideas se seleccionan para mejorarlas o desecharlas.

1.1.2.4. Optimización y análisis

La optimización y análisis son pasos muy influyentes a la hora de diseñar. El diseño es todo un proceso, debe seguir pasos y cumplirlos a cabalidad para evitar futuros problemas, pues es así como el análisis juega un papel muy importante en el desenvolvimiento de este proceso para un producto final. Analizar significa un estudio profundo de todos los factores tanto internos como externos que puedan afectar de cualquier manera en el diseño del elemento. Por ejemplo, si se tiene un material plástico que soporta temperaturas altas pero posee una ductilidad baja no serviría para el uso que se va a dar al elemento, al contrario se deberá utilizar un material resistente a la tracción, dúctil, maleable y que su punto de fusión sea bajo ya que no estará sometido a ninguna temperatura alta en su uso cotidiano.

Optimización será un factor primordial en este diseño. Será de vital ayuda para calificar de mejor manera los materiales que se van a utilizar y los costos de los mismos. También se incluye la mano de obra y maquinaria disponible

para la fabricación del mismo. La evaluación y la optimización nos servirán para establecer modelos matemáticos de anticipación a posibles fallos o factores que va a estar sometido el elemento. La simulación es una herramienta muy útil hoy en día que permite agilizar el trabajo y direccionarlo de una mejor manera para evitar inconvenientes posteriores. Con ayuda de software especializado en este campo se podrá establecer este tipo de modelos matemáticos o análisis matemático con mayor facilidad y con mayor exactitud en lo que refiere al ámbito numérico.

1.1.2.5. Evaluación

La evaluación es el penúltimo paso para concluir este proceso, y como indica su palabra el elemento final ya terminado se someterá a pruebas de laboratorio. Sometimiento de cargas, esfuerzos, resistencia para ver su comportamiento a los agentes externos a los que estará expuesto. Anteriormente este paso se lo realizaba en laboratorios exclusivos que poseen toda la instrumentaría para las pruebas descritas anteriormente. Pero hoy en día se tiene más herramientas para el correcto desenvolvimiento de estos proyectos. Los elementos o máquinas que deben tener mayor índice de exactitud si son sometidos a laboratorios, pero para el resto de elementos simples las simulaciones computarizadas resultan más que suficiente para tener certeza de su correcto funcionamiento.

1.1.2.6. Presentación

La presentación es el último paso que debemos realizar para constatar el proyecto. El presentar el diseño ante otras áreas es de vital importancia para el visto bueno de todos los departamentos que conforman la empresa. Es la prueba de que el elemento creado va a solucionar o cubrir en cierta parte alguna necesidad existente tanto en la empresa como en la sociedad.

1.1.3. Consideraciones de diseño

Algunas veces la resistencia que requiere un elemento de un sistema significa un factor importante para determinar su geometría y dimensiones. En esa situación se dice que la resistencia es una consideración de diseño importante. Cuando se emplea la expresión consideración de diseño se involucra de manera directa alguna característica que influye en el diseño del elemento, o tal vez en todo el sistema. (BUDYNAS, 2008, pág. 8)

- Funcionalidad: qué función va a dar el elemento a diseñarse, que papel desempeñara.
- Resistencia/esfuerzo: magnitudes físicas cuantificables para observar que fuerzas será capaz de recibir el elemento
- Distorsión/deflexión/rigidez: magnitudes físicas cuantificables para observar que fuerzas será capaz de recibir el elemento hasta su punto máximo o quiebre del mismo.

- Corrosión: propiedad del material a usarse en el diseño que determina su deterioro por un ataque químico o electroquímico.
- Seguridad: el factor de seguridad que es un factor primordial a la hora de hacer un diseño y el cual nos ayuda a observar si es seguro o no a la hora de usarlo.
- Confiabilidad: la confianza que debe generar el diseño para satisfacer las necesidades del usuario.
- Manufacturabilidad: proceso el cual se utilizara para poder llevar a cabo la producción del mismo.
- Utilidad: ganancia que dejara la producción de dicho elemento.
- Costo: aporte económico que significara el diseño y producción del elemento.
- Fricción: rozamiento o coeficiente de rozamiento más conocido y nos sirve para realizar los cálculos en el DCL (diagrama de cuerpo libre).
- Peso: la fuerza que genera la masa del elemento.
- Vida: la vida útil que tendrá el elemento o el tiempo que será aprovechado.
- Ruido: puede ser producido por la corrosión o desgaste del material o mecanismos del asiento en el cual va a utilizarse el elemento.
- Estilo: innovación en el diseño dando un aspecto más moderno y ahorro de material.
- Forma: la apariencia que tendrá el elemento semejando a figuras geométricas complejas.

- Propiedades térmicas: constituye el comportamiento de cualquier material ante las variaciones de temperatura.

1.1.4. Herramientas y recursos para diseño

El ingeniero tiene una gran variedad de herramientas y recursos disponibles que le ayudan a solucionar problemas de diseño. Las microcomputadoras poco caras y los paquetes robustos de software proporcionan herramientas de gran capacidad para diseñar, analizar y simular componentes mecánicos. (BUDYNAS, 2008, pág. 8)

Como principal herramienta hoy en día se tiene a toda computadora que ha facilitado el trabajo de todo ingeniero en lo que respecta a diseño. El software es una gran ayuda para realizar cualquier tipo de actividad, más aun si se trata de simulaciones o cambios de materiales para pruebas preestablecidas. Es de gran utilidad para el diseño en 3D o tridimensional sin tener que fabricarlo. Solo con ciertos paquetes de software modificables a las necesidades del usuario como son SolidWorks o Inventor Autodesk. Existen varios programas parecidos pero los más completos y que facilitan más el diseño son los anteriormente mencionados. Este tipo de herramienta computacional se la denomina CAD, que significa asistencia en el diseño por medio de la computadora. Estos programas poseen bases de datos previamente comprobadas que permiten al usuario realizar cálculos más precisos y

rápidos de ciertas propiedades de materiales ahí descritos, también encontrar el centro de gravedad, momentos de inercia, esfuerzos, cargas, etc. En estos paquetes computacionales también tenemos otro termino denominado CAE que significa ingeniería asistida por computadora

1.1.5. Normas y códigos

Una norma es un conjunto de especificaciones para partes, materiales o procesos establecidos a fin de lograr uniformidad, eficiencia y cantidad especificadas. Uno de los propósitos importantes de una norma es poner un límite al número de artículos en las especificaciones para proporcionar un inventario razonable de herramientas, tamaños, formas y variedades. Un código es un conjunto de especificaciones para analizar, diseñar, manufacturar y construir algo. El propósito de un código consiste en lograr un grado específico de seguridad, eficiencia y desempeño o calidad. Es importante observar que los códigos de seguridad no implican seguridad absoluta. De hecho la seguridad absoluta es imposible obtener. Todas las organizaciones y sociedades que se presentan enseguida han establecido especificaciones para normas y códigos de diseño o seguridad. El nombre de la organización proporciona una guía de la naturaleza de la norma o código. (BUDYNAS, 2008, pág. 12)

- Aluminum Association (AA)
- American Gear Manufacturers Association (AGMA)
- American Institute of Steel Construction (AISC)

- American Iron and Steel Institute (AISI)
- American National Standards Institute (ANSI)
- ASM International
- American Society of Mechanical Engineers (ASME)
- American Society of testing and materials (ASTM)
- American Welding Society (AWS)
- International Standards Organization (ISO)
- Society of Automotive Engineers (SAE)

Las normas y códigos serán de vital importancia para el desarrollo de cualquier proyecto de investigación. Estos se desempeñaran como ayuda para establecer un reglamento con la persona a cargo del diseño del elemento. El reglamento no es otra cosa que una serie de reglas para llevar el objetivo a su culminación exitosa. Es importante también recalcar que la seguridad es un ente primordial en la realización de cualquier producto que va a cubrir cierta necesidad, es por eso que también se maneja un factor de seguridad alto para evitar cualquier inconveniente en un futuro. Este factor nos servirá como indicador para observar si el elemento y su diseño son aptos o no para el uso cotidiano. Cabe tomar en cuenta que este factor de seguridad muy difícilmente podrá alcanzar su totalidad ya que como menciona el autor Budynas “la seguridad absoluta es imposible obtener”. Existirán algunos factores tanto internos como externos que no permitirán este cometido. Pero gracias a los sistemas disponibles hoy en día como son los CAD y CAE ayudaran a que este

indicador en específico aumente su valor y permitirá realizar más pruebas o simulaciones gracias a sus bancos de datos constantemente actualizados.

1.2. Análisis de fuerzas

Los análisis teóricos y los resultados experimentales desempeñan papeles igualmente importantes en el diseño de elementos. Se emplean teorías para deducir formulas y ecuaciones para predecir el comportamiento mecánico, pero no se pueden usar esas expresiones en un diseño practico, a menos que se conozcan las propiedades físicas de los materiales. Esas propiedades se conocen solo después de que se han efectuado experimentos cuidadosos en el laboratorio. (GERE & GOODNO, 2009, pág. 5)

El análisis de fuerzas como se lo conoce es un previo estudio de todo lo que interactúa o va a interactuar con el objeto de diseño. Se analiza todas las posibles opciones para mejorar el elemento dándole así un mejor factor de seguridad incrementando la fiabilidad del mismo. Este estudio previo maneja como principal herramienta la creatividad y la forma de ver las cosas, adelantándose a hechos que podrían suceder si no se corrige a tiempo algunos errores.

1.2.1. Equilibrio y diagrama de cuerpo libre

1.2.1.1. Equilibrio

La palabra sistema se usara para denotar cualquier parte aislada de una maquina o estructura. Un sistema, puede consistir en una partícula, varias partículas, una parte de un cuerpo rígido completo, o incluso varios cuerpos rígidos. Si se supone que el sistema que se va a estudiar no tiene movimiento o, cuando mucho tiene velocidad constante, entonces el sistema tiene aceleración cero. Bajo esta condición se dice que el sistema está en equilibrio. La *frase equilibrio estático* también se usa para implicar que el sistema está en reposo. En caso de equilibrio, las fuerzas y los momentos que actúan sobre el sistema se balancean. (BUDYNAS, 2008, pág. 68)

Equilibrio de un sistema se refiere a la sumatoria de todas las fuerzas y momentos que interactúan en dicho momento con el elemento a diseñar es igual a cero, es decir que todas sus fuerzas actuantes se van a equilibrar o anular de tal manera que dicho elemento no se moverá con una aceleración variada o simplemente salga del reposo.

Ecuación 1 Equilibrio

$$\sum F=0 \quad (1)$$

$$\sum M=0 \quad (2)$$

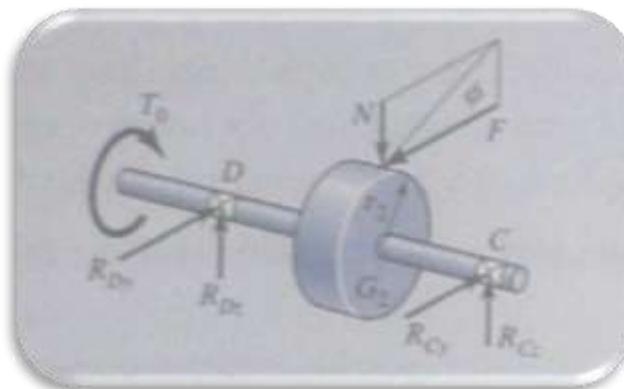
(BUDYNAS, 2008, pág. 68)

1.2.1.2. Diagrama de cuerpo libre

El diagrama de cuerpo libre es un medio para descomponer un problema complicado en segmentos manejables, analizar estos problemas simples y después reunir toda la información. (BUDYNAS, 2008, pág. 69)

El diagrama de cuerpo libre es una herramienta de vital importancia que nos proporciona la ayuda necesaria para simplificar problemas de gran magnitud y complejidad. Se hará uso de la misma para la resolución de ecuaciones y sistemas de un conjunto de fuerzas presentes en el elemento a diseñar. Establecerá una dirección a dichas fuerza lo cual nos ayudara a colocar de una forma correcta el signo positivo o negativo al cual pertenezca dicha fuerza. Se mostrara un ligero avance en la resolución de cada sistema pero una vez terminado todos, el problema se simplificara de tal manera que daremos por resuelto las interrogantes que aparezcan en el diseño.

Figura 1. 1 Equilibrio



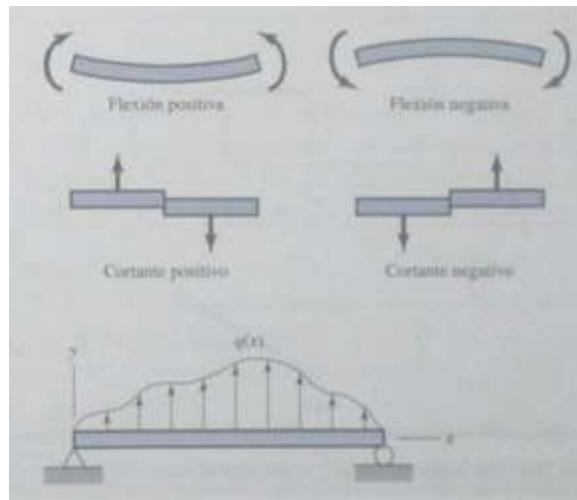
Fuente: (BUDYNAS, 2008, pág. 70)

1.2.2. Fuerza cortante y momentos flexionantes

La fuerza cortante se obtiene sumando las fuerzas a la izquierda de la sección cortada. El momento flexionante es la suma de los momentos de las fuerzas a la izquierda de la sección tomada respecto de un eje a través de la sección aislada. (BUDYNAS, 2008, pág. 71)

La fuerza cortante t el momento flexionante están relacionados ya que mediante el uso de la formula $V = \frac{dM}{dx}$, ya que realizando la ecuación diferencial del mismo obtendremos una igualdad con la carga que será distribuida sobre la viga en este caso.

Figura 1. 2 Fuerza cortante y momento flexionante



(BUDYNAS, 2008, pág. 71)

La fórmula establece que al diferenciar la misma tendremos el siguiente resultado:

Ecuación 2 Intensidad de carga

$$\frac{dV}{dx} = \frac{d^2M}{dx^2} = q$$

(BUDYNAS, 2008, pág. 72)

Lo propuesto anteriormente que la fuerza cortante y el momento flexionante después de realizar sus respectivas derivadas resultaran en la igualdad de la distribución de la carga. Posteriormente se integrara dichas ecuaciones una vez realizado sus respectivos despejes de variables y el resultado dará la variación de la fuerza cortante en el primer caso y la variación del momento en el otro desde un punto A hasta un punto B así:

Ecuación 3 Fuerza cortante y momento

$$1) \int_{V_a}^{V_b} dV = \int_{X_a}^{X_b} q dx = V_B - V_A \text{ (Fuerza cortante)}$$

$$2) \int_{M_a}^{M_b} dM = \int_{X_a}^{X_b} V dx = M_B - M_A \text{(Momento)}$$

(BUDYNAS, 2008, pág. 72)

1.3. Esfuerzos

La distribución de fuerza que actúa en un punto sobre la superficie es única y tendrá componentes en las direcciones normal y tangencial llamados esfuerzo normal y esfuerzo cortante tangencial, respectivamente. (BUDYNAS, 2008, pág. 75)

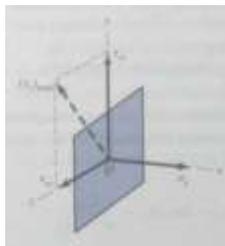
El esfuerzo es otra magnitud física que se la representa con una letra griega para componente que posee, siendo este el eje normal y el eje tangencial. Es de vital importancia ya que representara posteriormente un dato muy valioso para el factor de diseño dando seguridad al elemento a desarrollarse. El esfuerzo se lo representa en unidades de presión como es en el sistema ingles (psi) y el sistema internacional ($\frac{N}{m^2}$) o más conocido como Pascal.

1.3.1. Componentes cartesianos del esfuerzo

Los componentes cartesianos del esfuerzo se establecen mediante la definición de tres superficies mutuamente ortogonales en un punto dentro del cuerpo. Las normales a cada superficie establecerán los ejes cartesianos x, y, z. (BUDYNAS, 2008, pág. 75)

Como toda fuerza, este tipo de esfuerzo tiene componentes y se refiere a ortogonales a su perpendicularidad. Cada superficie tiene un esfuerzo normal y uno cortante. Los componentes sirven para descomponer la fuerza que se aplica y proceder a la resolución del mismo simplificando el problema en varios segmentos.

Figura 1. 3 Componentes cartesianos

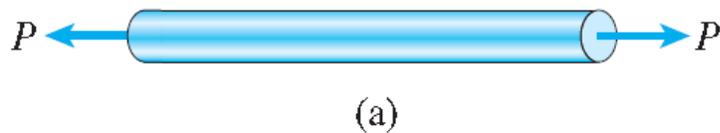


(BUDYNAS, 2008, pág. 75)

1.3.2. Tipos de esfuerzo

Es la oposición o resistencia que hace todo material que esta o estará sujeto a una carga específica en un área determinada. Tenemos dos tipos de esfuerzos el de tensión y el de compresión. El esfuerzo de tensión es aquel que utiliza dos fuerzas en sentido contrario de un lado como del otro, es decir tratando de estirar al elemento.

Figura 1. 4 Esfuerzo de tensión



(HIBBELER, 2006, pág. 8)

El esfuerzo de compresión es lo contrario al de tensión ya que utiliza las mismas fuerzas pero dirigidas hacia el elemento dando la imagen de aplastamiento a dicho material.

Figura 1. 5 Esfuerzo de compresión



(HIBBELER, 2006, pág. 8)

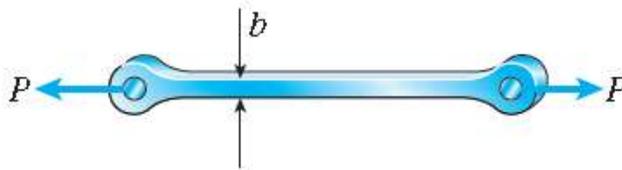
La fórmula usada para cálculo de esfuerzos es $\sigma = \frac{P}{A}$, donde el símbolo σ representa al esfuerzo, P es igual a la fuerza actuante sobre el elemento y A es el área de la sección transversal de la barra o viga.

1.3.2.1. Esfuerzos normales para vigas en flexión

Se denomina esfuerzo normal ya que son fuerzas que actúan perpendicularmente a la superficie de corte. Dichos esfuerzos pueden ser de tensión o compresión.

- La viga se somete a flexión pura, esto significa que la fuerza cortante es nula y que no hay cargas de torsión o axiales presentes. (BUDYNAS, 2008, pág. 85)
- El material es isotrópico y homogéneo (BUDYNAS, 2008, pág. 85)

Figura 1. 6 Esfuerzo normal



(HIBBELER, 2006, pág. 9)

1.3.2.2. Deformación unitaria normal

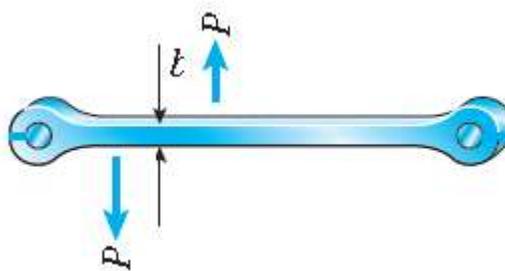
Cuando fuerzas actúan sobre el elemento o el material a usar va a causar un cambio mínimo en su longitud debido a que se lo somete a compresión o alargamiento.

La deformación unitaria se la representa así: $\epsilon = \frac{\delta}{L}$, donde δ es el alargamiento sufrido por el material y L es la longitud total del elemento. ϵ Denominado épsilon representa a la deformación unitaria. (GERE & GOODNO, 2009, pág. 10)

1.3.2.3. Esfuerzos cortantes para vigas en flexión

Se denomina esfuerzo cortante ya que son fuerzas que actúan paralelamente a la superficie de corte. Es decir que tratan de producir un corte a lo largo de la superficie del elemento.

Figura 1. 7 Esfuerzo cortante



(HIBBELER, 2006, pág. 9)

La mayoría de vigas presentan fuerzas cortantes y momentos flexionantes.
(BUDYNAS, 2008, pág. 90)

1.4. Factores de seguridad y de diseño

Ordinariamente el coeficiente o factor de seguridad es aquel que se aplica al criterio de resistencia a fin de obtener un criterio de cálculo. Según el significado literal de las palabras, coeficiente de seguridad indicaría el grado de seguridad de cálculo. (FAIRES, 1977, pág. 23)

Un enfoque general del problema de la carga permisible contra la carga de pérdida de función es el método del factor de diseño determinativo, al que algunas veces se le llama método clásico de diseño. (BUDYNAS, 2008, pág. 17)

El factor de seguridad y diseño solo difieren en su valor numérico ya que tienen la misma definición. Para esto se analiza todas las posibles pérdidas de funcionalidad para que se pueda obtener un coeficiente más bajo y será el más indicado.

Su ecuación es $n_d = \frac{\text{parametro de perdida de funcion}}{\text{parametro maximo permisible}}$, la cual también puede ser expresada en términos de esfuerzo y una resistencia relevante: $n_d = \frac{\text{resistencia de perdida de la funcion}}{\text{esfuerzo permisible}} = \frac{S}{\sigma}$. (BUDYNAS, 2008, pág. 17)

En este ámbito entrara la confiabilidad ya que el diseñador o ingeniero a cargo del proyecto está sujeto a estatutos y responsabilidades de entidades gubernamentales e internacionales. Existe un método para poder obtener un índice indicativo para tener en cuenta a la hora de diseñar o fabricar. Aquí se determina la distribución de esfuerzos y resistencias y por ultimo relacionar a los dos mencionados para lograr un índice que sea favorable para su posterior

fabricación. Este índice podrá ser expresado en un intervalo de 0 a 1, para tener una mejor idea en porcentaje de qué tan seguro y confiable resulta el elemento. Este índice se lo realiza con pruebas a un cierto número de elementos y se observa cuántos de ellos fallan y cuantos están aptos para su producción, es decir un muestreo del mismo. Su fórmula es $R = 1 - \frac{fallas}{total\ producido}$. (BUDYNAS, 2008, pág. 18)

Se deberá tomar en cuenta ciertos aspectos a la hora de calcular este coeficiente o factor como son: material, tamaño, carga, esfuerzo calculado, riesgos, inspección.

1.5. Materiales

La selección de un material para construir una parte de maquina o elemento estructural es una de las más importantes decisiones que debe tomar el diseñador. Por lo general, la decisión se toma antes de establecer las dimensiones de la parte. Después de seleccionar el proceso para crear la geometría deseada y el material, el diseñador puede proporcionar el elemento de manera que se evite la perdida de funcionalidad o que la probabilidad de dicha perdida de funcionalidad se mantenga a un nivel de riesgo aceptable. (BUDYNAS, 2008, pág. 28)

En este proyecto me enfocare en el material más usado que es el plástico por su fiabilidad y por su costo que posteriormente será demostrado mediante tablas.

Los plásticos comprenden de una gran variedad de materiales formados por grandes moléculas, llamadas polímeros. Los miles de distintos plásticos se fabrican al combinar distintas sustancias para formar largas cadenas moleculares. (MOTT, 2006, pág. 61)

Gracias a la gran gama de opciones que poseen este tipo de materiales se ha convertido en uno de los más usados en todos los ámbitos especialmente en el campo automotriz que conforme pasa el tiempo sorprende a todos con la cantidad de innovaciones que lanza al mercado nacional. El plástico es un material con grandes cualidades debido a que es un elemento creado por la mano del hombre. Es de suma importancia decir que este tipo de material tiene todas las propiedades que necesitaremos en el desarrollo de este proyecto. Puede tener las características necesarias y lo más importante de todo que se puede reutilizar en ciertos casos.

Un método para clasificar los plásticos incluye los términos termoplásticos y termofijo. En general, los materiales termoplásticos se pueden moldear repetidamente, al calentarlos o colarlos, porque su estructura química básica no cambia respecto de su forma lineal inicial. Los plásticos termofijos si sufren cambios durante el moldeo, y producen una estructura en la cual las moléculas tienen enlaces cruzados y forman una red de moléculas interconectadas. (MOTT, 2006, pág. 61)

Los plásticos termoplásticos son más utilizados en las industrias como la automotriz. Por ejemplo, las partes que anteriormente eran metálicas en el motor

del vehículo ahora son reemplazadas por plásticos para abaratar su costo de producción y para disminuir su peso. En este caso el apoyabrazos será un termofijo por el simple hecho de que estará en contacto con el ambiente mas no a altas temperaturas como las otras partes que se encuentran en los motores. El término termofijo o de enlaces cruzados ya que el momento de realizar un moldeado o calentado este no seguirá teniendo la misma estructura molecular. Una vez finalizado cualquier proceso al cual fue sujeto el material este se mantendrá con la forma dada en dicho proceso.

Cabe recalcar que existen aleaciones o mezclas de diferentes materiales para obtener un mejor producto con más cualidades para sacar provecho. En este caso será un termoplástico y un termofijo.

Los materiales compuestos se forman con dos o más materiales distintos, cada uno de los cuales contribuye a conformar las propiedades finales. A diferencia de las aleaciones metálicas, los materiales de un compuesto permanecen distintos a los otros a nivel macroscópico. La mayoría de los compuestos que se utilizan en ingeniería constan de dos materiales: un refuerzo llamado rellenador y una matriz. El reforzador proporciona rigidez y resistencia, la matriz mantiene juntos los materiales y sirve para transferir carga entre los refuerzos discontinuos. Los refuerzos más comunes son las fibras continuas, rectas o tejidas, las fibras recortadas y las que contienen partículas. Las matrices más comunes son diferentes resinas plásticas aunque se puede usar otros materiales como metales. (BUDYNAS, 2008, pág. 55)

Las combinaciones son parte fundamental del diseño. También se denominan aleaciones y los plásticos son el material adecuado y de bajo costo que ayuda a mejorar el diseño de cualquier elemento sacando las mejores prestaciones y así poder competir con el mercado global de esta clase de productos. El uso adecuado de materiales simplifica problemas de recursos y de fabricación. Es por eso que se elige al plástico como material para el diseño del apoyabrazos de carrocerías MIRAL por parte de la empresa MIVILTECH S.A.

Tenemos varias opciones de las cuales se elegirá la mejor según sus prestaciones y propiedades el momento de realizar el análisis de elementos finito o análisis real de fuerzas actuantes en el prototipo de apoyabrazos que se lo realizara en un software para facilitar las tareas de diseño.

Una de ellas es el policarbonato que es un material con estabilidad de dimensiones, buena tenacidad y resistencia al golpe o impacto.

Las poliamidas, que tiene resistencia a temperaturas elevadas, resistencia al desgaste, y resistencia mecánica lo más importante.

El PET que es un tipo de resina con aleaciones de fibra de vidrio o minerales, posee resistencia al golpe, rigidez, propiedades eléctricas.

Elastómero de poli éter ester, que es un plástico flexible con buena tenacidad, resistencia al impacto y lo más importante fatiga bajo flexión.

Tabla 1. 1 Aplicaciones de los materiales plásticos

APLICACIONES	PROPIEDADES DERIVADAS	PLASTICOS ADECUADOS
Cajas, recipientes, ductos	Alta resistencia al impacto, rigidez, bajo costo, moldeabilidad	ABS, poliestireno, polipropileno, PET, polietileno, acetato de celulosa, acrílicos.
Poca fricción-cojinetes, correderas	Bajo coeficiente de fricción, resistencia a la abrasión, el calor y la corrosión	Fluorocarbonatos TFE, nylon, acetales.
Componentes con alta resistencia	Alta resistencia a la tensión y al impacto, estabilidad a altas temperaturas, maquinables.	Nylon, fenólicos, acetales con carga de TFE, PET, policarbonato.
Equipo químico y térmico	Resistencia química y térmica, buena resistencia, poca absorción de humedad	Fluorocarbonos, polipropileno, polietileno, epóxicas, poliestireno, fenólicos.
Componentes estructurales eléctricos	Resistencia eléctrica, resistencia al calor, alta resistencia al impacto.	Alilicas, alquílicas, amínicas, epóxicas, fenólicos, poliésteres, siliconas, PET.
Componentes transmisores de luz	Buena transmisión de luz en colores transparentes y translucidos, moldeabilidad y resistencia a fragmentos	Acrílicas, poliestireno, acetato de celulosa, vinílicas.

(MOTT, 2006, pág. 63)

1.5.1. Consideraciones especiales para seleccionar plásticos

Con frecuencia se selecciona determinado plástico para la combinación de sus propiedades como: bajo peso, flexibilidad, color, resistencia, rigidez, resistencia química, características de baja fricción o transparencia. (MOTT, 2006, pág. 63)

1.5.1.1. Temperatura

La mayor parte de las propiedades de los plásticos son muy sensibles a la temperatura. (MOTT, 2006, pág. 63)

1.5.1.2. Humedad

Muchos plásticos absorben una cantidad considerable de humedad del ambiente y muestran cambios dimensionales. (MOTT, 2006, pág. 63)

1.5.1.3. Cargas

Los componentes que soportan cargas continuas deben diseñarse para adaptarse al arrastramiento o relajación. (MOTT, 2006, pág. 63)

1.5.1.4. Resistencia

Los datos de resistencia a la fatiga se deben conocer para la formulación específica que se use y a una temperatura representativa. (MOTT, 2006, pág. 63)

1.5.1.5. Proceso

Los métodos de procesamiento pueden tener grandes efectos sobre las dimensiones y propiedades finales de piezas fabricadas con plásticos. (MOTT, 2006, pág. 65)

1.5.1.6. Químico

Se debe comprobar la resistencia a las sustancias químicas, a la intemperie y demás condiciones ambientales. (MOTT, 2006, pág. 65)

1.5.1.7. Tiempo

Los plásticos pueden tener un cambio de sus propiedades a medida que envejecen, en especial cuando se someten a temperaturas elevadas.

1.5.1.8. Inflamabilidad y características eléctricas

Algunos plásticos se formulan en especial para tener buenas características eléctricas y contra la inflamabilidad.

1.5.1.9. Alimentos

Los plásticos que se utilicen para almacenar o procesar alimentos deben cumplir con las normas de la U.S. Food and Drug Administration.

Tabla 1. 2 Materiales compuestos y sus aplicaciones

TIPO DE COMPUESTO	APLICACIONES TÍPICAS
Vidrio/epóxicas	Piezas para automóviles y aviones, tanques, artículos deportivos, tarjetas de circuitos impresos
Boro/epóxicas	Estructuras y estabilizadores de aviones, artículos deportivos
Grafito/epóxicas	Estructuras de aviones y aeroespaciales, artículos deportivos, equipos agrícolas, aparatos de manejo de materiales, aparatos médicos
Aramida/epóxicas	Recipientes a presión de filamento devanado, estructuras y equipos aeroespaciales, ropa de protección, componentes de automóvil
Vidrio/poliéster	Compuesto de lámina moldeada SMC, carrocerías para camionetas y automóviles, cajas grandes

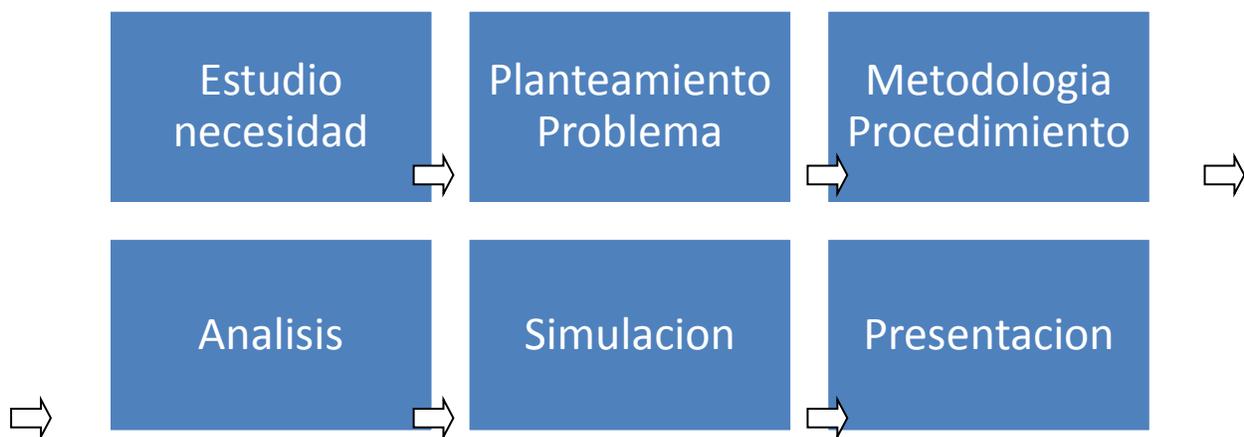
(MOTT, 2006, pág. 66)

CAPITULO 2

PARAMETROS PARA DISEÑO

Los parámetros de diseño son aquellos indicadores o datos base que van a indicar todos los requerimientos de dicho elemento para que cumpla con las diferentes normas y códigos. También se establecen anteriormente al diseño para establecer una organización del proyecto tomando en cuenta algunos aspectos como es el del entorno donde se va a desarrollar el mismo. Para establecer un modelo más entendible y más accesible para todos se lo realizara en forma de organigrama para enlistar paso a paso lo que comprende el diseño.

Figura 2. 1 Proceso diseño



Fuente: Rommel Rivera

2.1. Plan de estudio de diseño

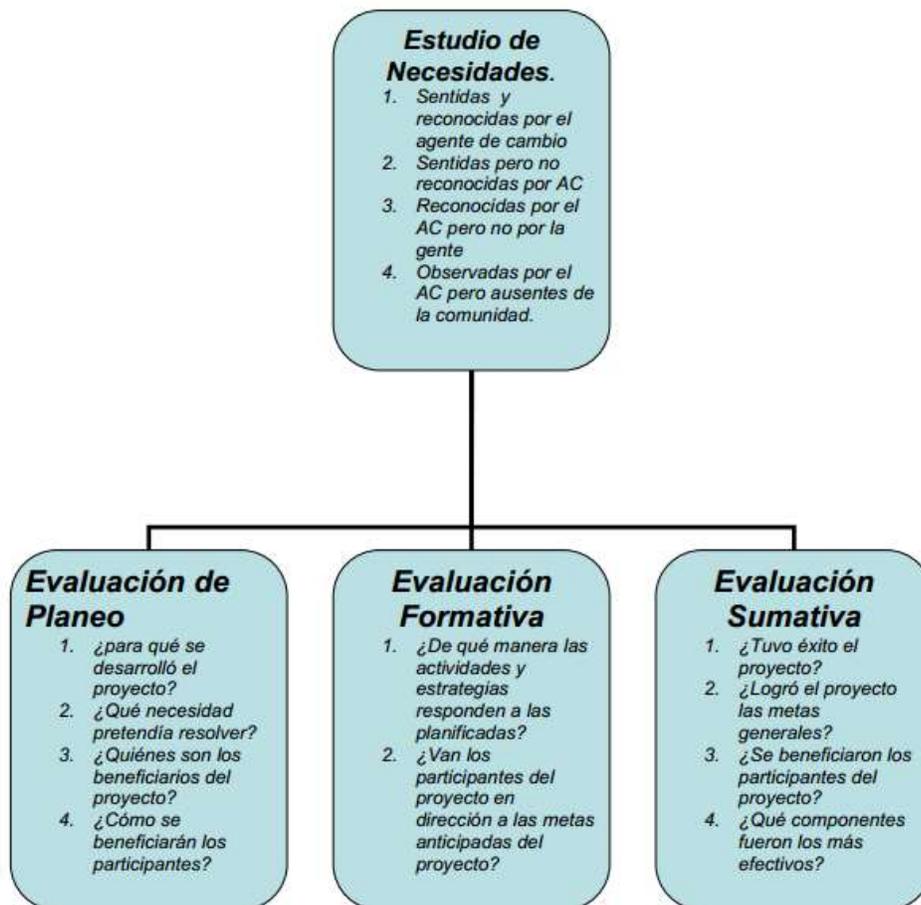
El estudio de necesidades debe anteceder a cualquier estudio de evaluación. Este proveerá la dirección a donde se deben efectuar los esfuerzos. De no ser así, no importa lo bien que llevemos a cabo el programa y su evaluación. Si el programa no responde a unas necesidades detectadas con el consenso de los grupos de interés, habremos desperdiciado los esfuerzos. “Es la brecha entre la situación actual y la deseada”. (HUERTA, pág. 1)

Como dice el autor anteriormente mencionado, una necesidad es de suma importancia para hacer un nuevo producto en este caso enfocado al ámbito automotriz específicamente buses que son de uso cotidiano para la sociedad hoy en día. La situación actual en la que se encuentra la empresa es la de tener la oportunidad de fabricar sus propios elementos sin tener que importar como se lo hacía antes por la falta de mano de obra o la propia materia prima. El centro de mecanizado y la inyectora de plástico son herramientas que nos permitirán alcanzar los objetivos deseados. El principal de ellos la producción del mismo a nivel masivo para ser proveedores no solo de una empresa carrocera en la ciudad de Ambato sino más bien extenderse hacia el resto de fábricas a nivel nacional y cumpliendo con las distintas normas internacionales alcanzar la exportación del mismo ampliando la matriz de producción.

La necesidad a la cual se enfocara este proyecto será la de aumentar el índice de comodidad o confort del usuario cada vez que haga uso de las unidades dispuestas con este tipo de servicio. Se hará uso de dicha necesidad para convertirla en un producto valga la redundancia útil o necesario para el usuario sin

tener que recurrir a otros medios para cubrir la misma necesidad anteriormente expuesta. El estudio de dicha necesidad se lo realizara con encuestas a ciudadanos que hagan uso de buses interprovinciales.

Figura 2. 2 Estudio necesidad



(HUERTA, pág. 3)

2.2. Fuerzas actuantes en el apoyabrazos

Las fuerzas son magnitudes que varían la posición de un cuerpo o cambian su estado de reposo a uno de movimiento. En este caso tenemos una variable ya que de las fuerzas actuadores en un apoyabrazos de cualquier tipo el peso del usuario es el que más influirá en el diseño del mismo. El peso que no es otra cosa que el producto de la masa del objeto y la gravedad que es una constante para todo calculo. La forma en la cual el individuo va a hacer uso del apoyabrazos influirá directamente en el comportamiento del mismo para ofrecer mejores cualidades y confort al usuario.

Peso: es aquella magnitud equivalente a una fuerza que ejerce una partícula u objeto sobre una superficie o punto específico de apoyo.

Ecuación 4 Peso

$$W = m \cdot g$$

Sir Isaac Newton (1642-1727)

Normal: es aquella magnitud contraria al peso, es decir la fuerza que ejerce la superficie sobre un objeto o partícula.

Ecuación 5 Fuerza Normal

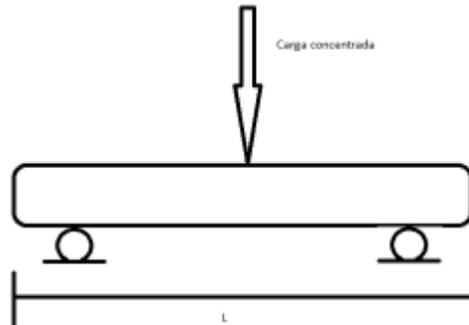
$$F = m \cdot g \cos \theta$$

Sir Isaac Newton (1642-1727)

Cargas: son fuerzas concentradas o distribuidas sobre el elemento a diseñar.

Carga concentrada: es aquella que actúa sobre una superficie mínima con respecto al área total del elemento.

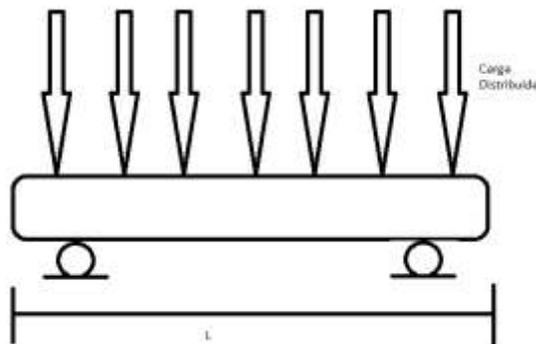
Figura 2. 3 Carga concentrada



Fuente: Rommel Rivera

Carga distribuida: es aquella que actúa de manera sucesiva o continúa en todo el elemento o estructura a diseñar.

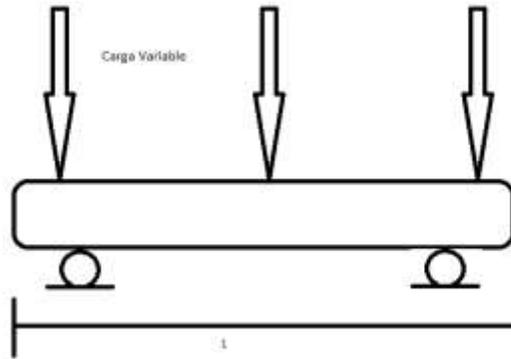
Figura 2. 4 Carga distribuida



Fuente: Rommel Rivera

Carga variable: es aquella que varía según el uso de la estructura tanto su magnitud (fuerza) como su posición.

Figura 2. 5 Carga variable



Fuente: Rommel Rivera

2.3. Deformación a la aplicación de fuerzas externas

La deformación es la variación de forma o tamaño de un elemento debido a fuerzas externas aplicadas al mismo. La magnitud más simple para poder establecer un valor a este particular se denomina deformación unitaria o deformación axial.

El esfuerzo y la deformación unitaria están linealmente relacionados por la ley de Hooke, en la región elástica de la mayoría de los materiales para ingeniería. (NORTON, 2011, pág. 73)

Se tiene dos clases de deformación aquella que no regresa a su estado original su estado es irreversible denominada deformación plástica, y la otra que regresa a su estado anterior que se denomina deformación elástica.

Aquí es donde entra en acción la ley de Hooke que dice que el alargamiento unitario o variación en su longitud será directamente proporcional a la fuerza que se aplique al elemento y su fórmula es la siguiente.

Ecuación 6 Ley de Hooke

$$\epsilon = \frac{l - l_0}{l_0} = \frac{F}{AE}$$

Fuente: (BUDYNAS, 2008, pág. 29)

En la formula expuesta anteriormente se tiene algunos términos. La l es la longitud final después de sufrir cualquier deformación si estuvo expuesta a alguna fuerza, la l_0 es la longitud inicial antes de sufrir cualquier deformación. Esta fórmula a su vez tiene su equivalente que es cuando no tenemos las longitudes podemos hacer uso de la siguiente formula. En esta la F es la fuerza aplicada para provocar deformación en el elemento o material, la A es el área transversal del elemento sujeto a una fuerza, y la E es el módulo de Young que es un coeficiente propio de cada material y es una constante.

Una deformación sirve para poder establecer parámetros de diseño muy exigentes para evitar cualquier contratiempo que pueda presentarse. También se tiene la nomenclatura de otro autor para el cálculo de la misma deformación.

Ecuación 7 Deformación o Ley de Hooke

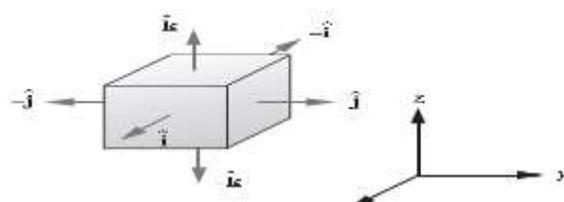
$$\epsilon = \frac{\Delta s}{s} = \frac{s' - s}{s}$$

Fuente: (NORTON, 2011, pág. 73)

2.3.1. Esfuerzos principales

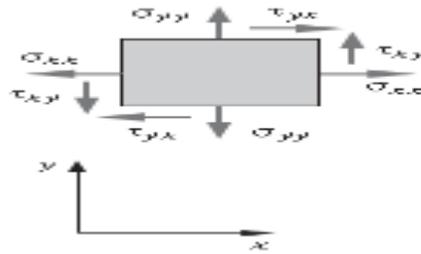
Los sistemas de ejes adoptados en las figuras 3.6 y 3.7 son arbitrarios, y usualmente se eligen por conveniencia para el cálculo de los esfuerzos aplicados. Para cualquier combinación particular de esfuerzos aplicados, existirá una distribución continua del campo del esfuerzo alrededor de cualquier punto que se analice. Los esfuerzos normales y cortantes en ese punto variarán según la dirección del sistema de coordenadas seleccionado. Siempre habrá planos sobre los cuales las componentes de esfuerzo cortante sean iguales a cero. Los esfuerzos normales que actúan sobre estos planos se llaman esfuerzos principales. Los planos sobre los cuales actúan tales esfuerzos principales se denominan planos principales. Las direcciones de las normales a la superficie de los planos principales se llaman ejes principales, y los esfuerzos normales que actúan en esas direcciones son los esfuerzos normales principales. También existe otro conjunto de ejes mutuamente perpendiculares a lo largo de los cuales los esfuerzos cortantes serán máximos. Los esfuerzos cortantes principales actúan sobre un conjunto de planos que están en ángulos de 45° con los planos de esfuerzos normales principales. (NORTON, 2011, pág. 72)

Figura 2. 6 Planos principales



Fuente: (NORTON, 2011, pág. 72)

Figura 2. 7 Elemento de esfuerzo en 2 dimensiones



Fuente: (NORTON, 2011, pág. 72)

Los esfuerzos principales son las fuerzas actuantes en el elemento que darán la pauta para encontrar las fallas mecánicas más comunes y usuales que hay en el diseño. El elemento bien puede estar en una posición favorable para realizar su respectivo diagrama de cuerpo libre y así graficar de manera más fácil las fuerzas que están actuando en el apoyabrazos. Pero si no se encuentra como se necesita simplemente se varía su posición, es decir se gira el diagrama a conveniencia del diseñador para poder facilitar el trabajo matemático y físico. Si tiene una inclinación solo se verá la opción más acorde para realizar el diagrama tomando en cuenta las funciones trigonométricas de tal manera que para la vista de todos resulte menos difícil para resolver.

Como se ve en las figuras los dos tipos de esfuerzos están graficados en el mismo para poder asimilar de mejor manera su ubicación y como están actuando en el elemento a diseñar. La gran oportunidad que nos brinda este método para poder encontrar la deformación unitaria es invaluable ya que si no fuera de esta manera se tendría que recurrir al cálculo diferencial o integral que algunos de los casos también es la única opción pero por el grado de dificultad que presenta el diseño de

ciertos elementos específicos. La resolución de este tipo de problemas también se los hace con matrices y determinantes. Las direcciones son tomadas en cuenta pero en caso de que el material a utilizar sea isotrópico es decir que posea las mismas propiedades en todos sus puntos y por lo general se da en todos los casos y es un criterio compartido por la mayoría de diseñadores.

Los esfuerzos aplicados y los esfuerzos principales se relacionan de la siguiente manera:

Ecuación 8 Esfuerzos principales y aplicados

$$\begin{bmatrix} \sigma_x - \sigma & \tau_{xy} & \tau_{xz} \\ \tau_{yx} & \sigma_y - \sigma & \tau_{yz} \\ \tau_{zx} & \tau_{zy} & \sigma_z - \sigma \end{bmatrix} \begin{bmatrix} n_x \\ n_y \\ n_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

(NORTON, 2011, pág. 74)

La solución en el caso de la ecuación de grado cubico como se expuso anteriormente tiene una tabla de solución:

Tabla 2. 1 Solución de la función

Entrada	Variable	Salida	Unidad	Comentarios
1000	σ_{xx}		psi	esfuerzo normal aplicado en la dirección de x
-750	σ_{yy}		psi	esfuerzo normal aplicado en la dirección de y
0	σ_{zz}		psi	esfuerzo normal aplicado en la dirección de z
500	τ_{xy}		psi	esfuerzo cortante aplicado en la dirección xy
0	τ_{yz}		psi	esfuerzo cortante aplicado en la dirección yz
0	τ_{zx}		psi	esfuerzo cortante aplicado en la dirección zx
	C_2	250	psi	término del coeficiente de σ^2
	C_1	1.0E6	psi ²	término del coeficiente de σ^1
	C_0	0	psi ³	término del coeficiente de σ^0
	σ_1	1 133	psi	raíz # 1 del esfuerzo principal
	σ_2	0	psi	raíz # 2 del esfuerzo principal
	σ_3	-883	psi	raíz # 3 del esfuerzo principal

(NORTON, 2011, pág. 75)

2.3.1.1. Esfuerzo plano

El estado del esfuerzo bidimensional o biaxial también se conoce como esfuerzo plano el cual requiere que un esfuerzo principal sea cero. Esta condición es común en algunas aplicaciones. Por ejemplo, una placa o un cascaron pueden tener también un estado de esfuerzo plano lejos de sus límites o puntos de unión. Estos casos se pueden tratar con el enfoque más sencillo de la ecuación cubica mostrada anteriormente. (NORTON, 2011, pág. 76)

2.3.1.2. Deformación plana

Existen deformaciones principales asociadas con los esfuerzos principales. Si una de las deformaciones principales es cero, y si las deformaciones restantes son independientes de la dimensión a lo largo de su eje principal, entonces se llama deformación plana. (NORTON, 2011, pág. 76)

Se la denomina deformación plana ya que solo va a suceder en dos dimensiones es decir en este caso en los plano xy, como explica el método de resolución llamado círculo de Mohr

2.4. Factores de Diseño seguridad

Para evitar cualquier tipo de falla en la estructura del elemento a diseñarse, las cargas y esfuerzos capaces de aguantar serán mayores que el mismo cuando el elemento ya esté operando. En pocas palabras la resistencia o la capacidad de aguantar cualquier fuerza externa debe ser mayor o más elevada que la que nos

dice teóricamente los libros, si por ejemplo tenemos una resistencia a 100 N de fuerza entonces el elemento debe ser hecho para aguantar más de 130 N, dependiendo del fabricante y del diseñador.

Ecuación 9 Factor de seguridad

$$n = \frac{\textit{resist.real}}{\textit{resist.requerida}}$$

Fuente: (BUDYNAS, 2008, pág. 17)

Para tener un diseño de calidad por lo general los factores de seguridad varían de 1 a 10, este índice debe ser mayor a 1 para que sea considerado seguro, pero si es demasiado alto será un gasto innecesario de material y horas de trabajo en este caso, ya que será un artículo muy robusto.

La inducción hacia este tema específico es de fundamental importancia, pero se deberá tomar en cuenta que la resistencia es una cosa y la falla otra totalmente diferente. Hay veces que se confunden en su significado pero lo que hay de cierto es que trabajan a la par para ofrecer las cualidades esperadas por el diseñador. La falla puede catalogarse como un completo desperfecto de la estructura o esfuerzos grandes que han llegado a deformar las mismas de tal manera que no pueden ser útiles posteriores a eso. Por otro lado, la resistencia es la capacidad de aguante y se puede medir con una carga a la estructura o sometiendo cualquier esfuerzo al mismo.

El factor de seguridad debe manejar varios ámbitos entre ellos la probabilidad, porque ningún objeto está exento de posibles fallas. Se debe tomar en cuenta el tipo de cargas si son continuas o paulatinas según el caso,

conociendo que tipo de cargas están presentes se puede determinar posibles fallas por fatiga, mal cálculo en su construcción, propiedades de materiales y el deterioro que es de suma importancia a la hora de diseñar. El margen de seguridad es lo mismo pero sirve para tener en porcentaje cuan seguro es nuestro diseño. Margen de seguridad = factor de seguridad – 1.

2.4.1. Esfuerzos admisibles

Para algunas estructuras es de vital importancia que el material que se usó para la fabricación del mismo permanezca en la escala elástica, para evitar cualquier deformación al someter cualquier fuerza mayor a la permisible. Para esto se creó un esfuerzo admisible del elemento que nos servirá como pauta para no someter a fuerzas excedidas a nuestro diseño.

$$\text{Esfuerzo admisible} = \frac{\text{Esfuerzo o resistencia de fluencia}}{\text{factor de seguridad}}$$

Ecuación 10 Esfuerzo admisible

(BUDYNAS, 2008, pág. 15)

El factor de seguridad también se lo aplica al esfuerzo final y no al esfuerzo de fluencia como dicta la formula antes mencionada. Esto es admisible para materiales frágiles que pueden llegar a tener una fractura por el exceso de

fuerza al que es sometido, especialmente en plásticos material en el cual se basara este proyecto.

2.4.2. Cargas admisibles

La carga admisible no es otra cosa que la carga a la cual será sometido el material. Esta a su vez está relacionada directamente con el esfuerzo admisible ya que para su cálculo se necesita del mismo y el área transversal donde está actuando. El tipo de estructura también influye en el cálculo de la carga que es permitida, y está más enfocado a elementos que estarán sujetos a esfuerzos de tensión y compresión, y que en teoría tendrán todas las fuerzas distribuidas uniformemente sobre el material de apoyo. En ese caso se podría deducir que la carga admisible es directamente proporcional al esfuerzo al que es sometido.

$$\text{Carga admisible} = (\text{Esfuerzo admisible}) \times (\text{Area})$$

Ecuación 11 Carga admisible

(BUDYNAS, 2008, pág. 15)

CAPITULO 3

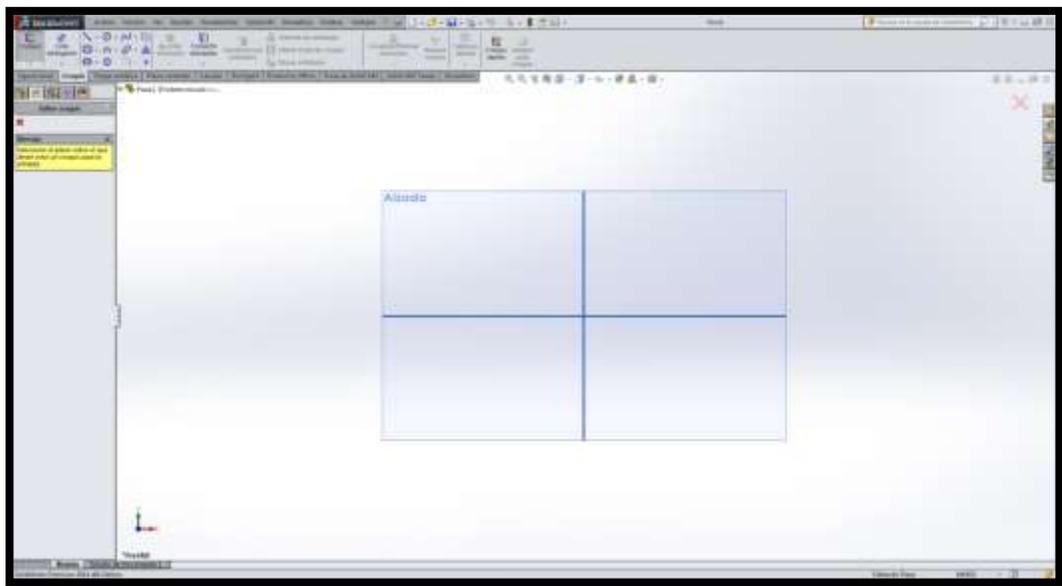
DISEÑO DEL APOYABRAZOS

3.1. Esquema del elemento (Apoyabrazos)

3.1.1. Pasos para completar el diseño

- Primero se selecciona el plano en el cual se va a proceder a realizar el diseño.

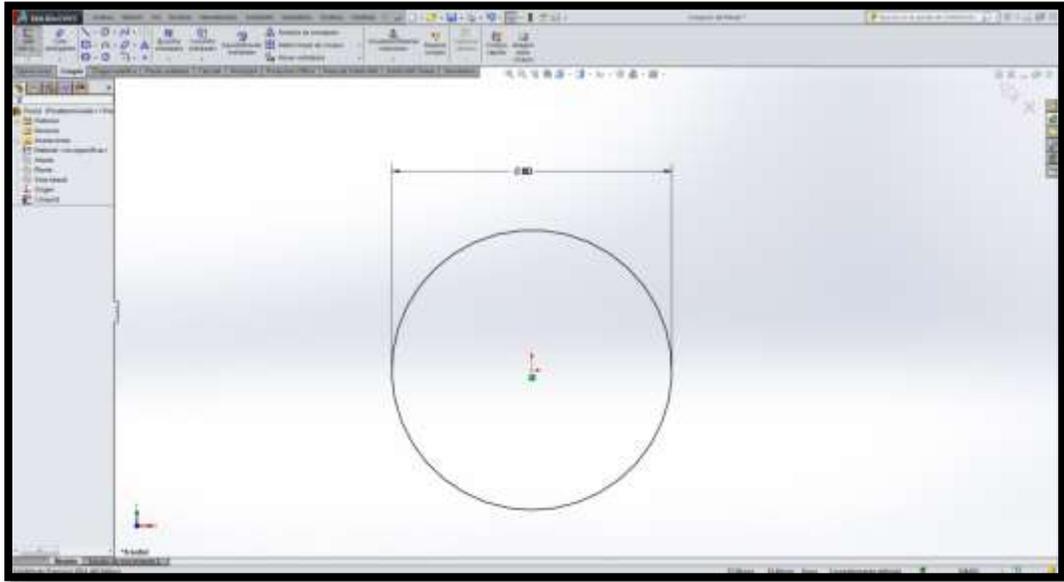
Figura 3. 1 Plano de trabajo



Fuente: Rommel Rivera

- Se traza una circunferencia con diámetro de 80 mm en el origen.

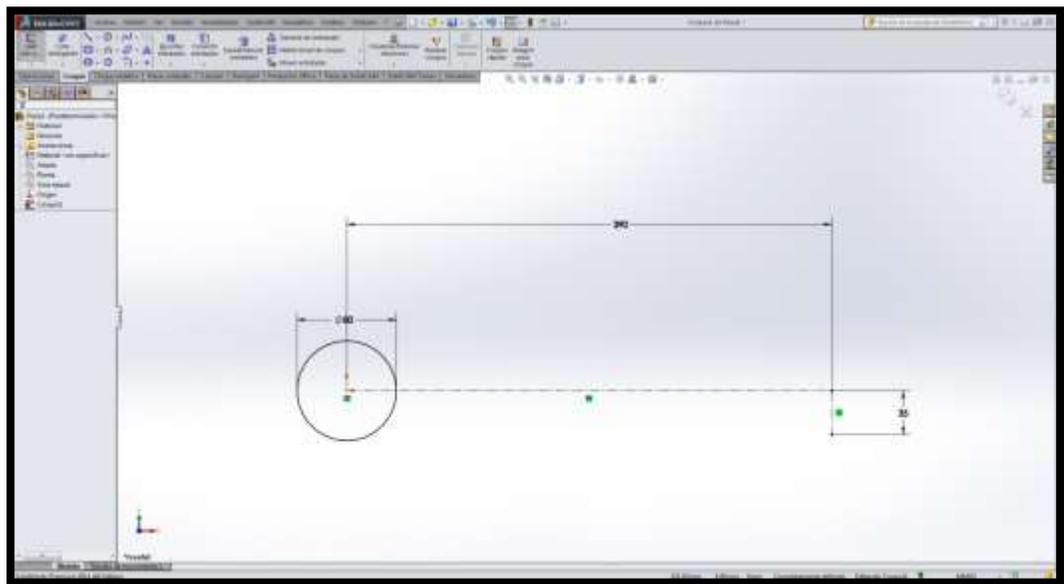
Figura 3. 2 Circunferencia sujeción



Fuente: Rommel Rivera

- Se traza líneas auxiliares que servirán de guía.

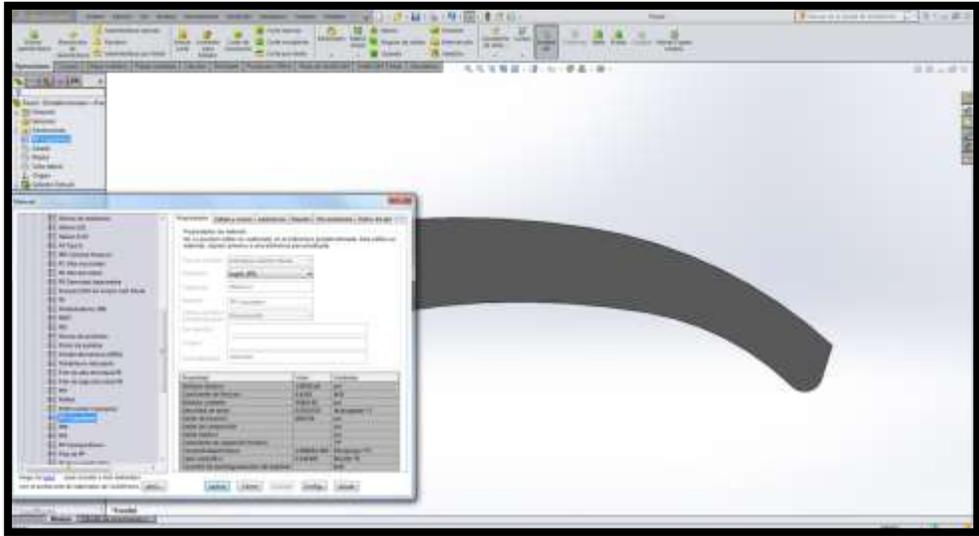
Figura 3. 3 Líneas auxiliares



Fuente: Rommel Rivera

- Se cambia el tipo de material a trabajar en propiedades, en este caso el polietileno o polipropileno.

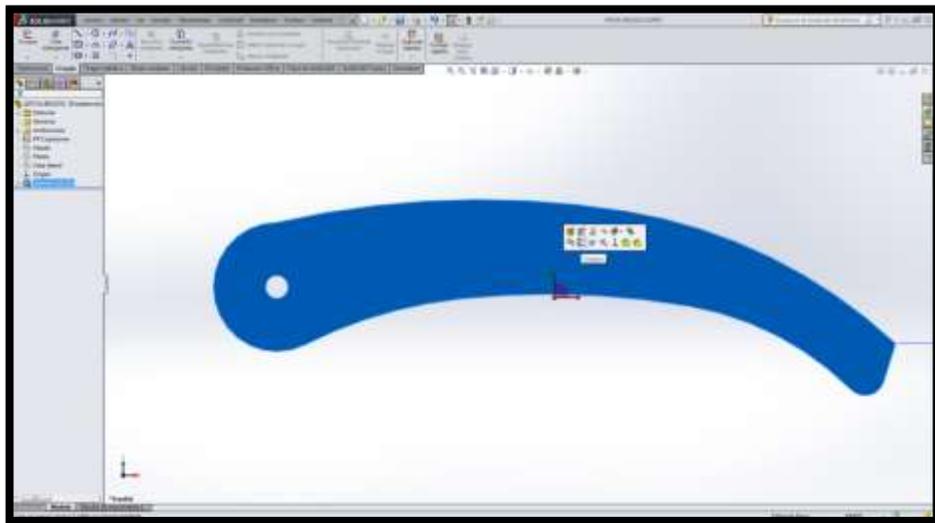
Figura 3. 6 Material



Fuente: Rommel Rivera

- Se traza vaciados a los costados, para aquello se selecciona la cara frontal y se genera un nuevo plano.

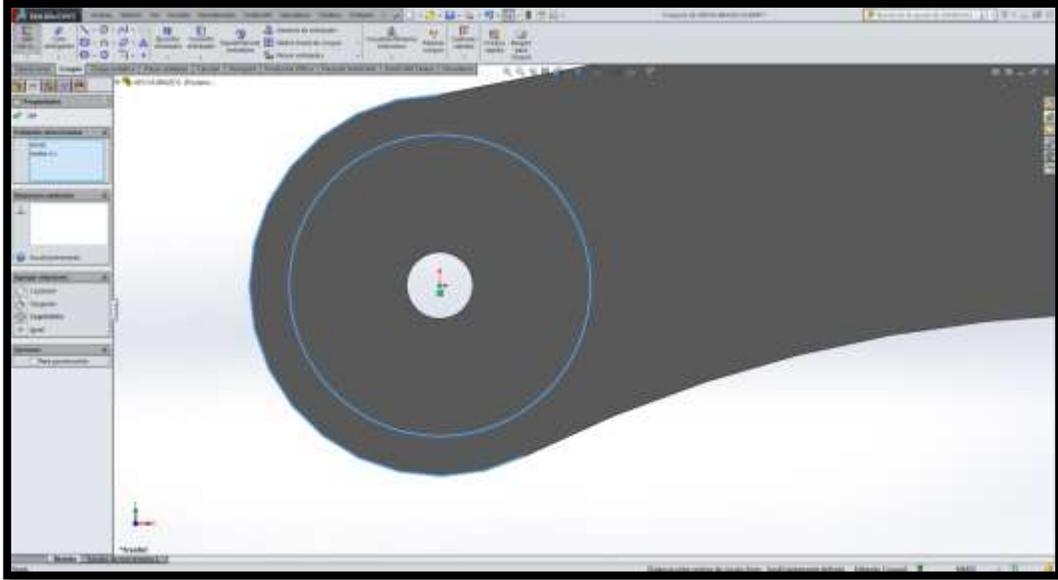
Figura 3. 7 Vaciado



Fuente: Rommel Rivera

- Se dibuja un círculo con centro en el agujero que se tiene y se selecciona también la arista próxima que es la del contorno del diseño.

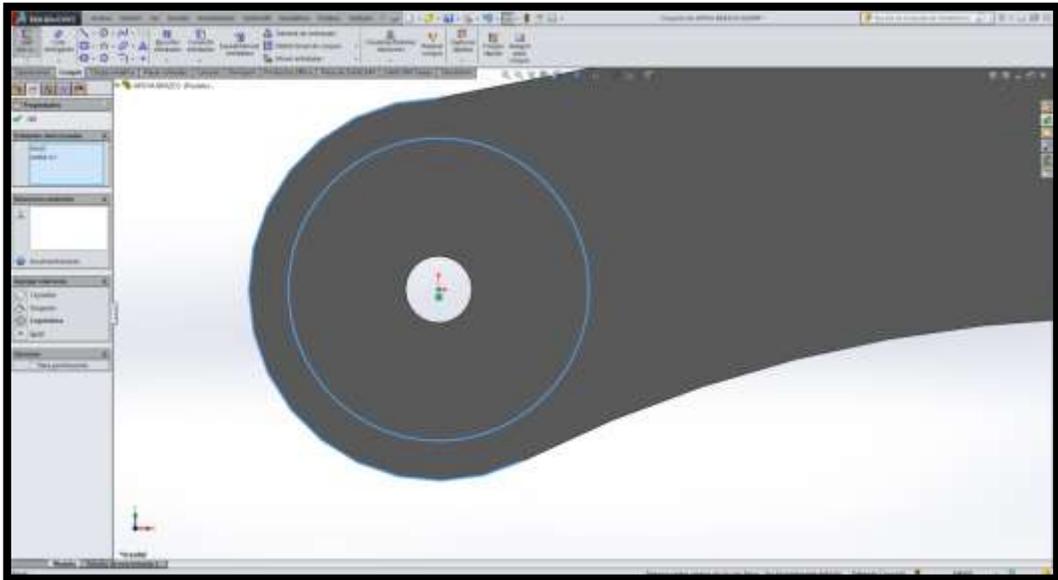
Figura 3. 8 Circunferencia base 2



Fuente: Rommel Rivera

- Se escoge la opción Corradial con referencia al arco del perímetro.

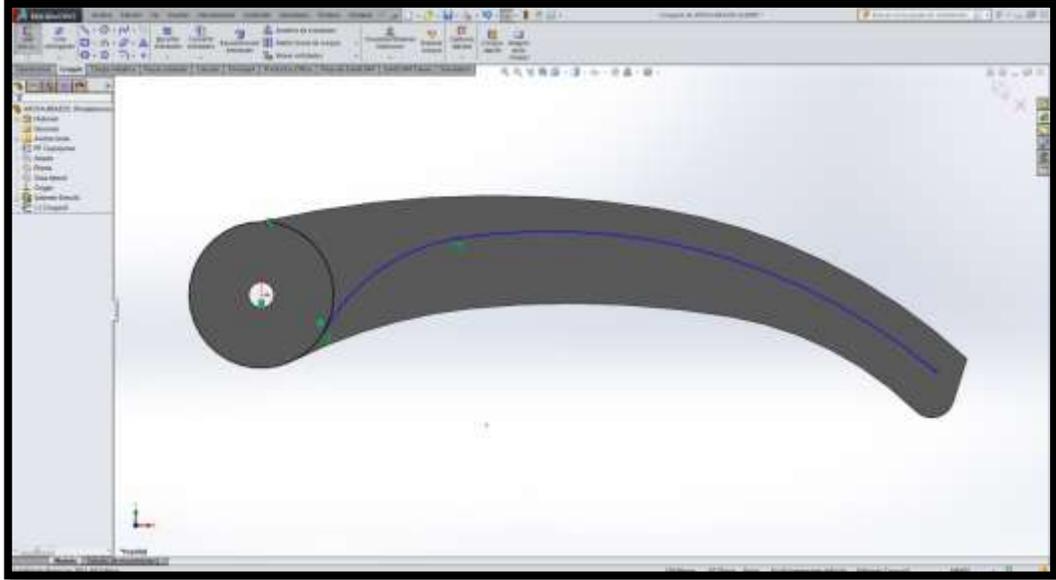
Figura 3. 9 Corradial



Fuente: Rommel Rivera

- Se traza una línea equidistante que será de utilidad para poder establecer un corte lateral.

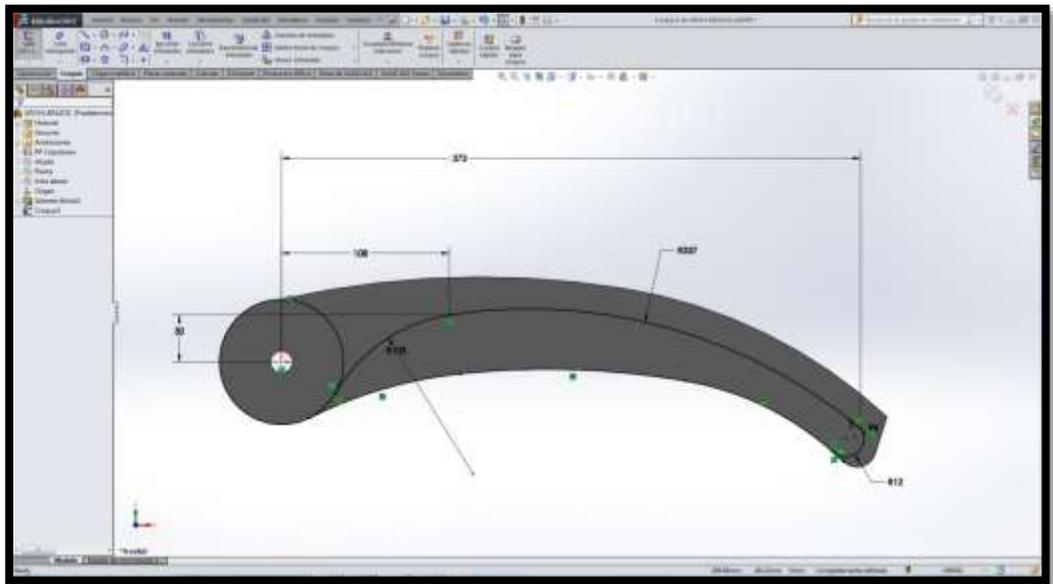
Figura 3. 10 Línea equidistante



Fuente: Rommel Rivera

- Se considera la relación de tangencia para su acotación respectiva.

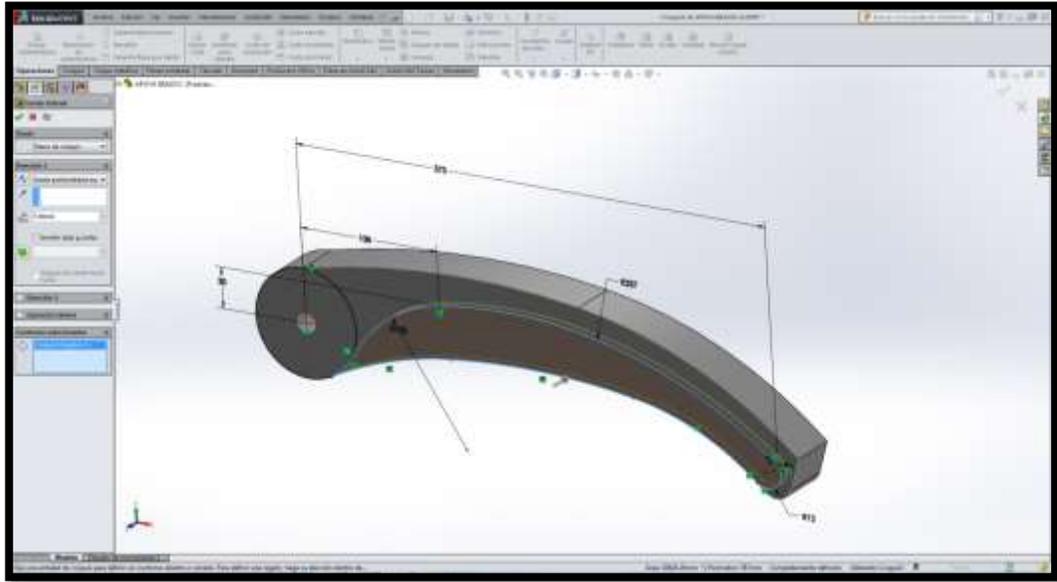
Figura 3. 11 Tangencia



Fuente: Rommel Rivera

- Se extruye en modalidad de remover material con un espesor de 7mm.

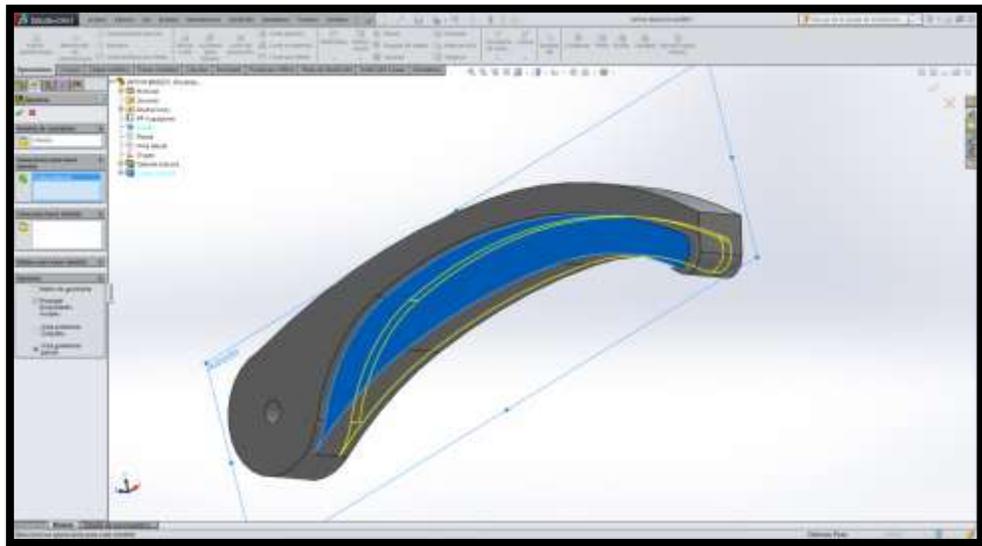
Figura 3. 12 Remover material



Fuente: Rommel Rivera

- Se utiliza la opción de simetría para copiar el mismo comando en la cara posterior.

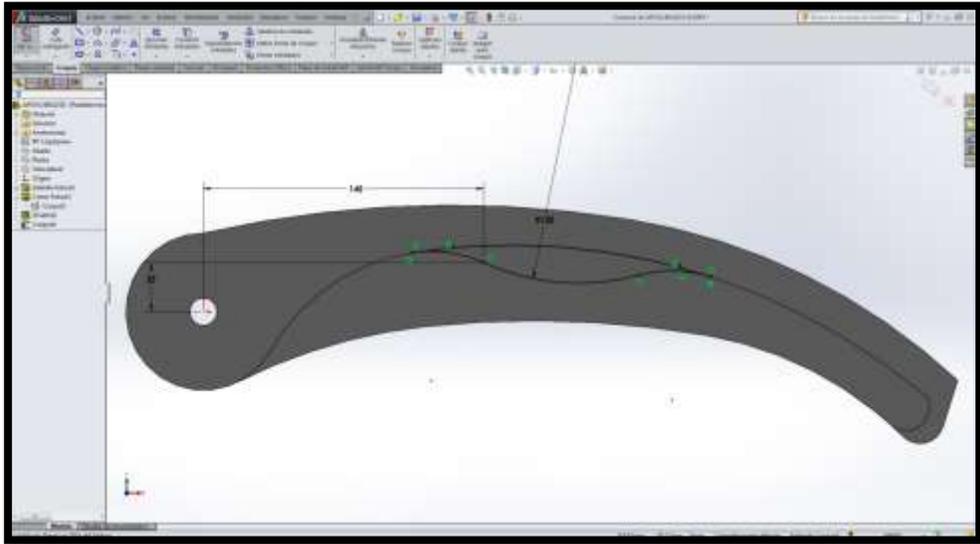
Figura 3. 13 Simetría parte inferior



Fuente: Rommel Rivera

- Se realiza una cala o perforación para disminuir material y por si peso al diseño.
- Se dibuja el esquema a utilizar.

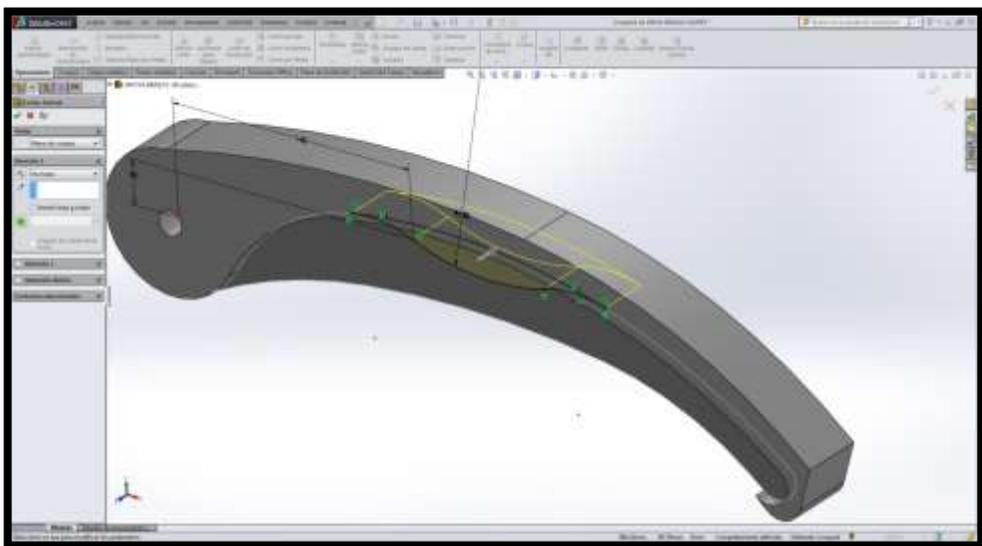
Figura 3. 14 Cala o perforación



Fuente: Rommel Rivera

- Se utiliza el comando de corte en el esquema y se selecciona la condición final que sea para todo el espesor.

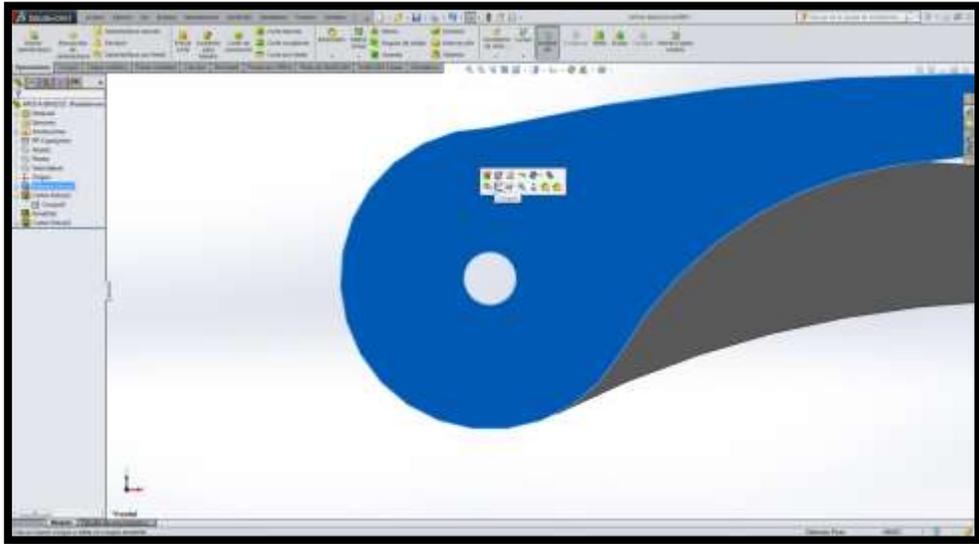
Figura 3. 15 Corte esquema



Fuente: Rommel Rivera

- Se procede a realizar el vaciado de la parte redondeada donde será la sujeción con el asiento.
- Se selecciona el plano a trabajar para dibujar un nuevo esquema.

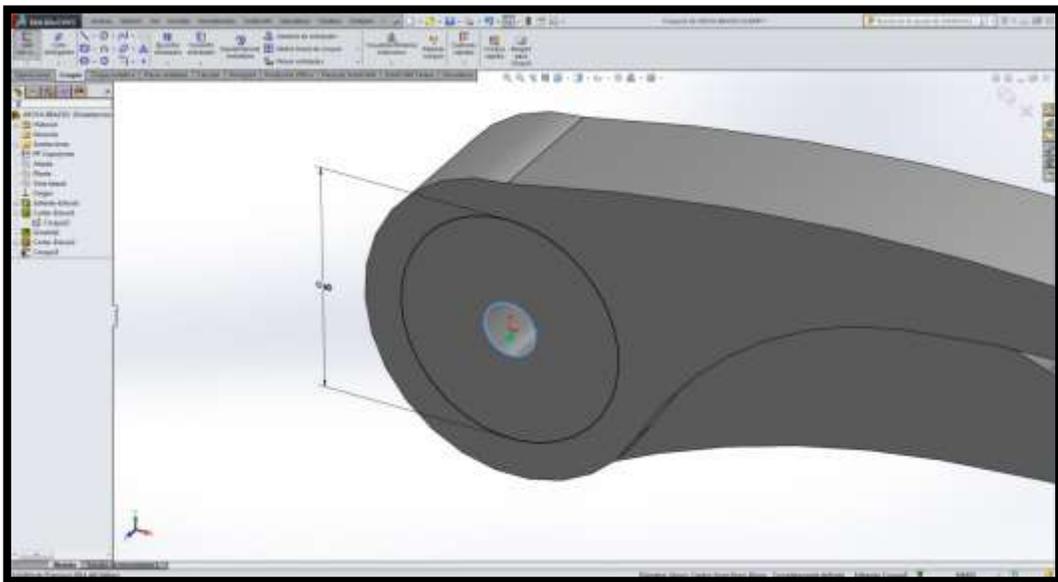
Figura 3. 16 Sketch



Fuente: Rommel Rivera

- Se traza una circunferencia con un radio de 30 mm.

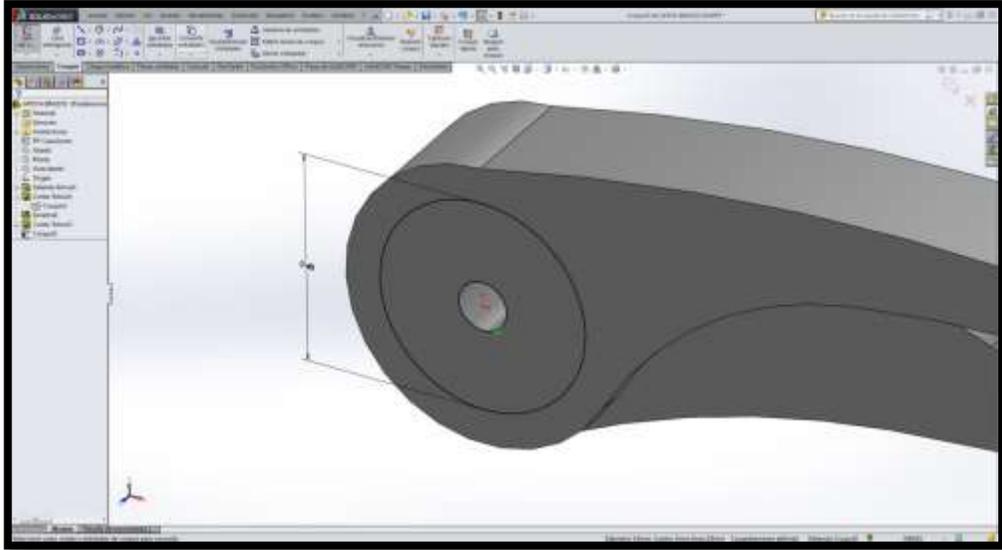
Figura 3. 17 Circunferencia sujeción 2



Fuente: Rommel Rivera

- Se selecciona el diámetro interior de la perforación y la nueva circunferencia para convertirlos en una sola entidad con el comando de mismo nombre.

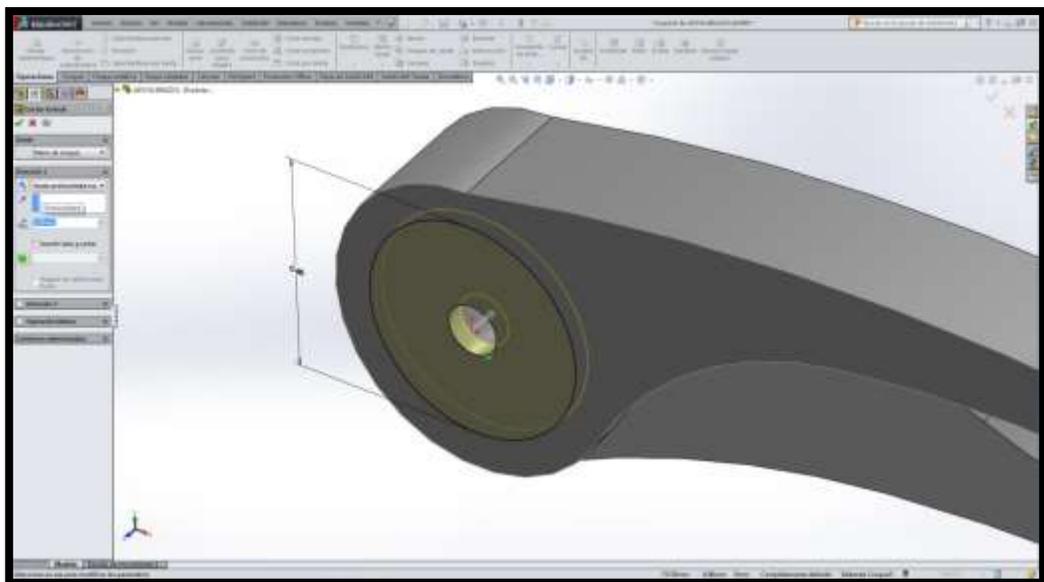
Figura 3. 18 Unión esquema



Fuente: Rommel Rivera

- Se extruye en modalidad corte con un espesor de 5mm.

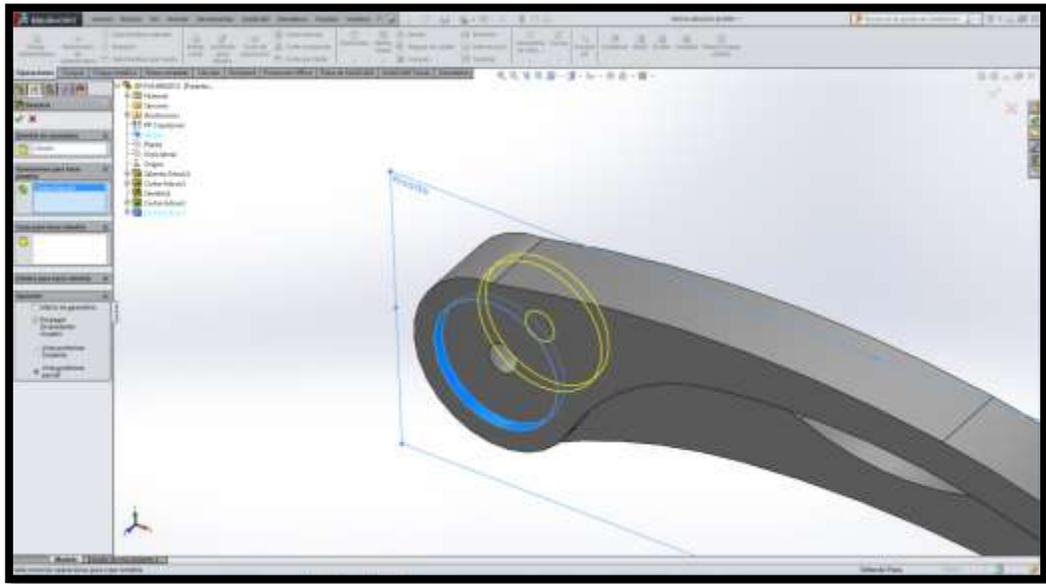
Figura 3. 19 Extrusión sujeción



Fuente: Rommel Rivera

- De la misma manera se realiza una simetría en la cara posterior.

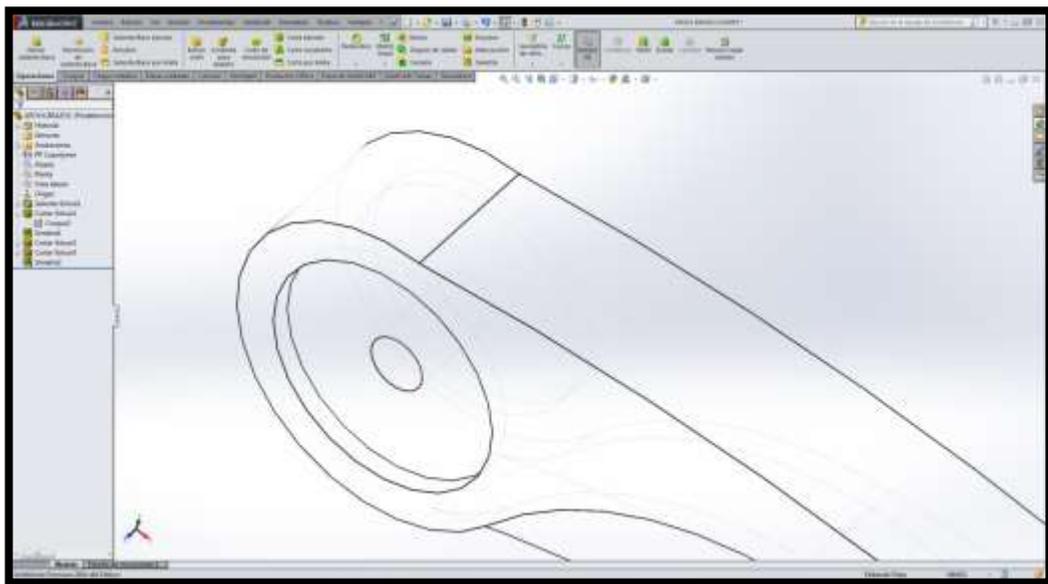
Figura 3. 20 Simetría sujeción



Fuente: Rommel Rivera

- En el plano frontal o alzado se observa la simetría en las dos caras.

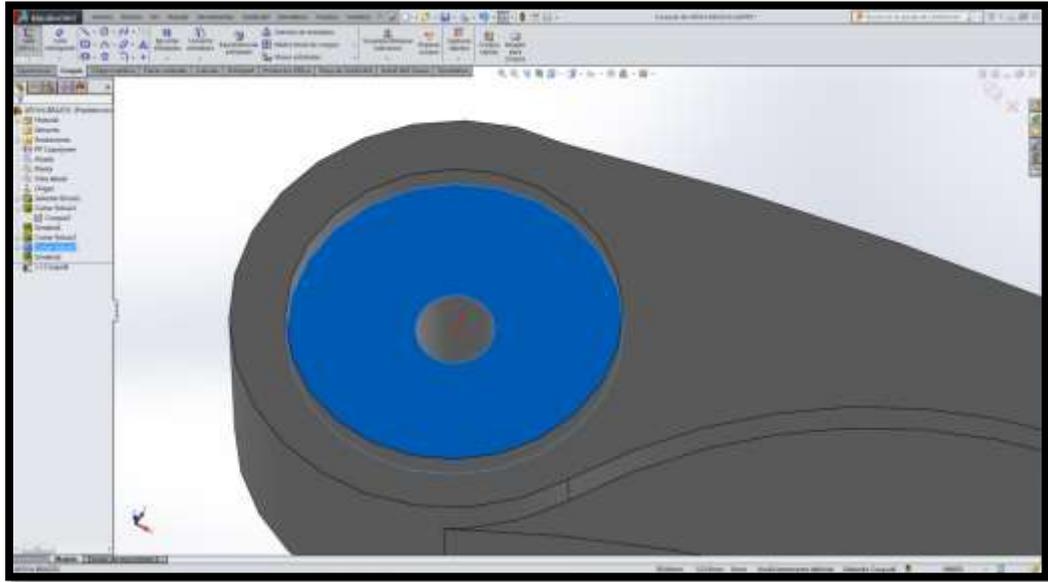
Figura 3. 21 Simetría plano alzado



Fuente: Rommel Rivera

- Se selecciona la cara interior de la perforación y se dibuja un nuevo esquema.

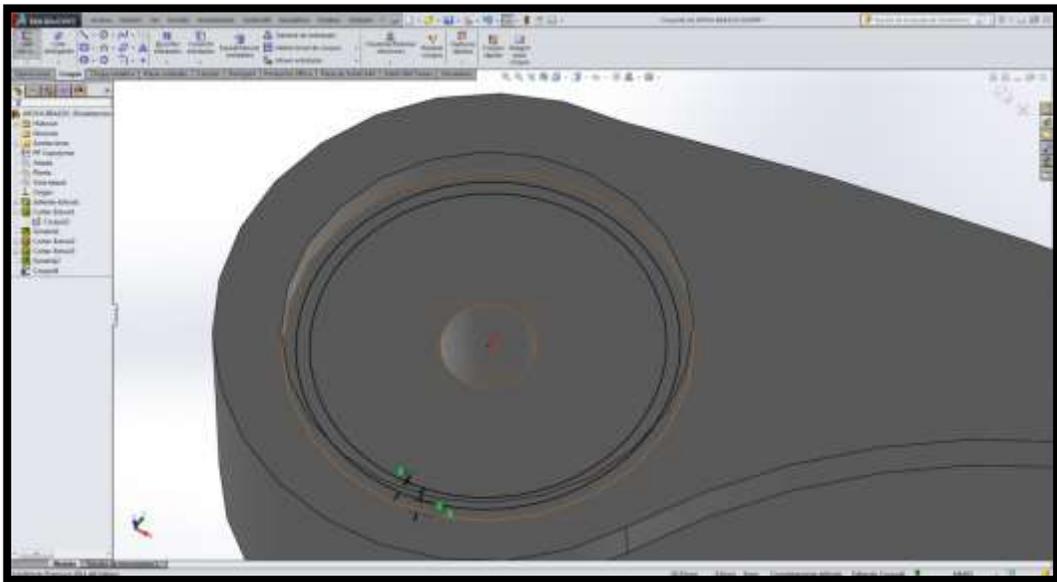
Figura 3. 22 Sketch sujeción



Fuente: Rommel Rivera

- Se dibuja otras líneas con simetría de 2 mm de separación.

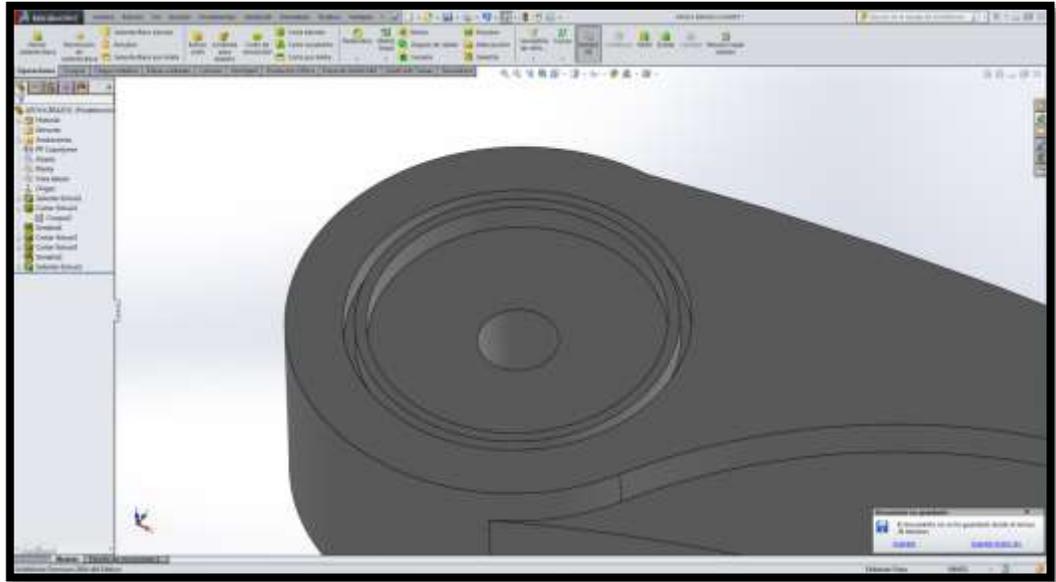
Figura 3. 23 Simetría perforación



Fuente: Rommel Rivera

- Se extruye el nuevo perfil con la condición final de hasta la superficie del diseño.

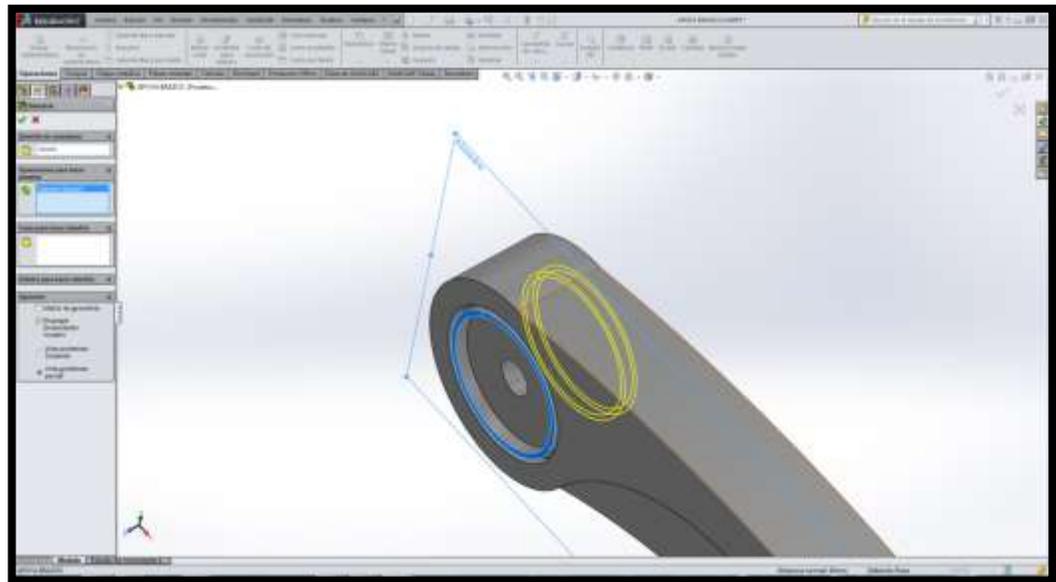
Figura 3. 24 Extrusión esquema sujeción



Fuente: Rommel Rivera

- Se vuelve a realizar una simetría pero esta vez del nuevo relieve.

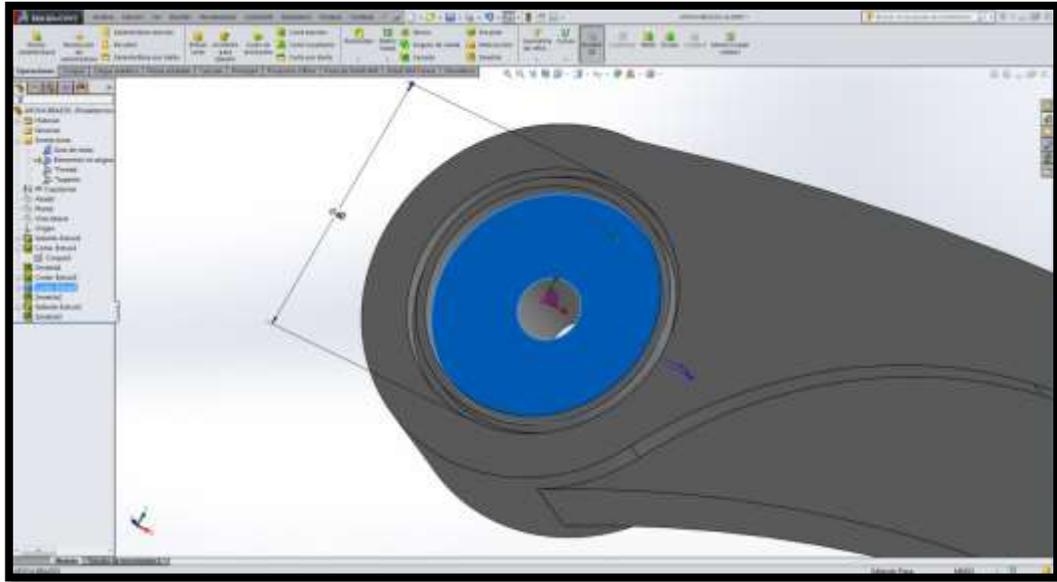
Figura 3. 25 Simetría trazo



Fuente: Rommel Rivera

- Se genera un nuevo plano o sketch en la cara interna de la perforación.

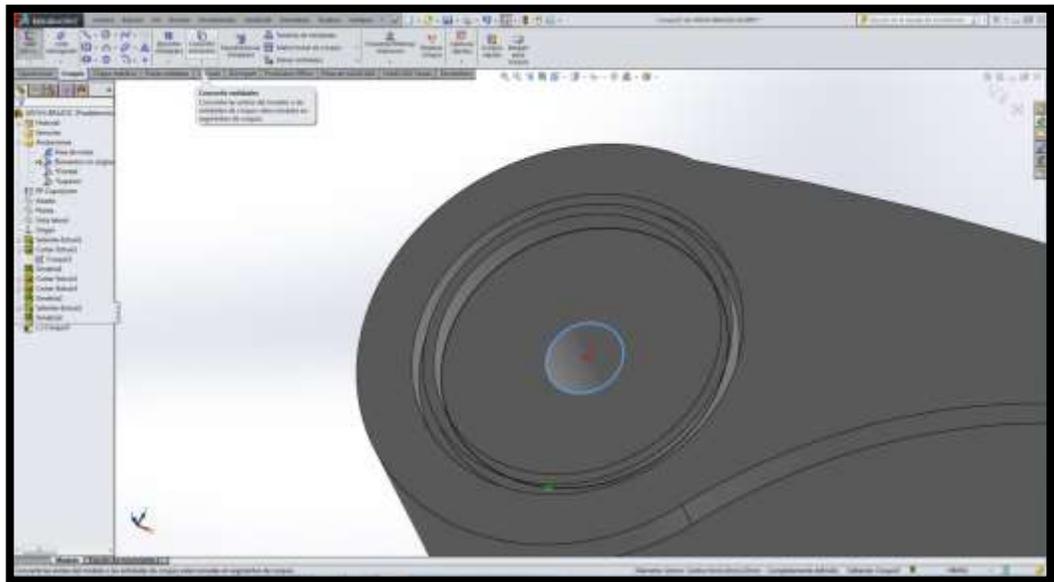
Figura 3. 26 Sketch cara frontal



Fuente: Rommel Rivera

- Se selecciona la cara y el diámetro de la perforación nuevamente.

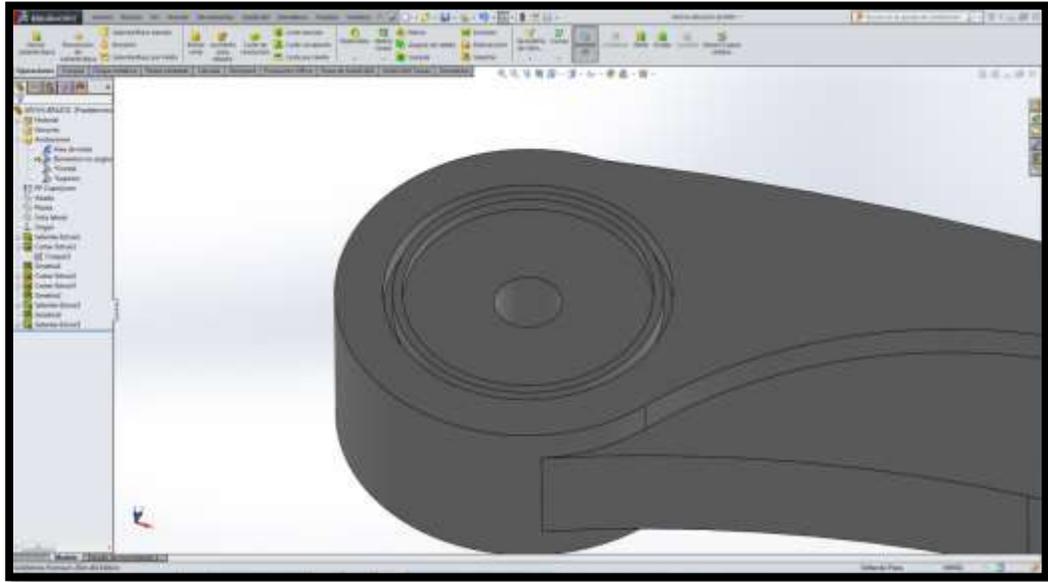
Figura 3. 27 Diámetro perforación



Fuente: Rommel Rivera

- Se procede a extruir 2 mm.

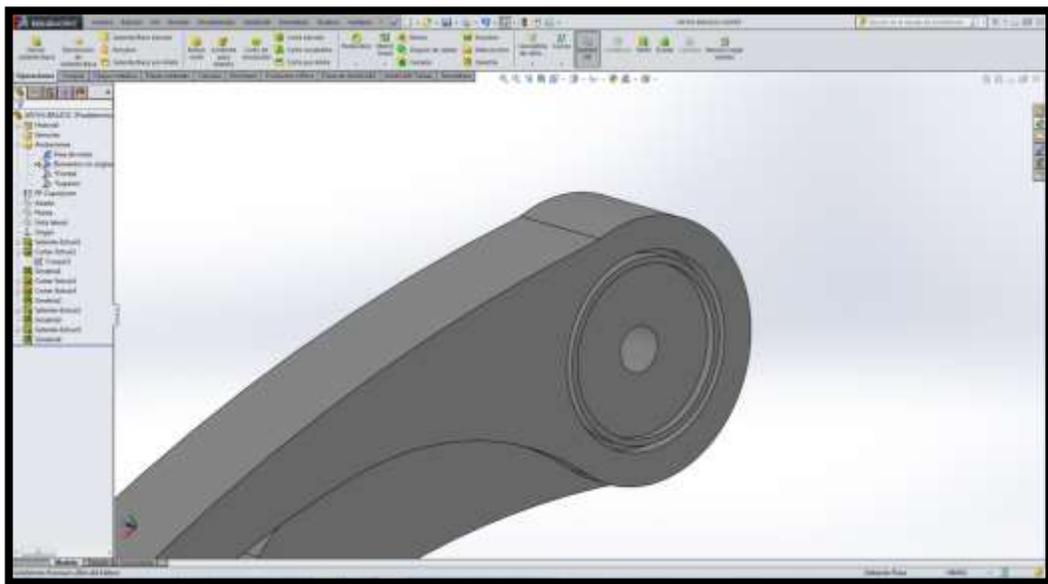
Figura 3. 28 Extrusión esquema



Fuente: Rommel Rivera

- Se vuelve a aplicar simetría del nuevo trazo.

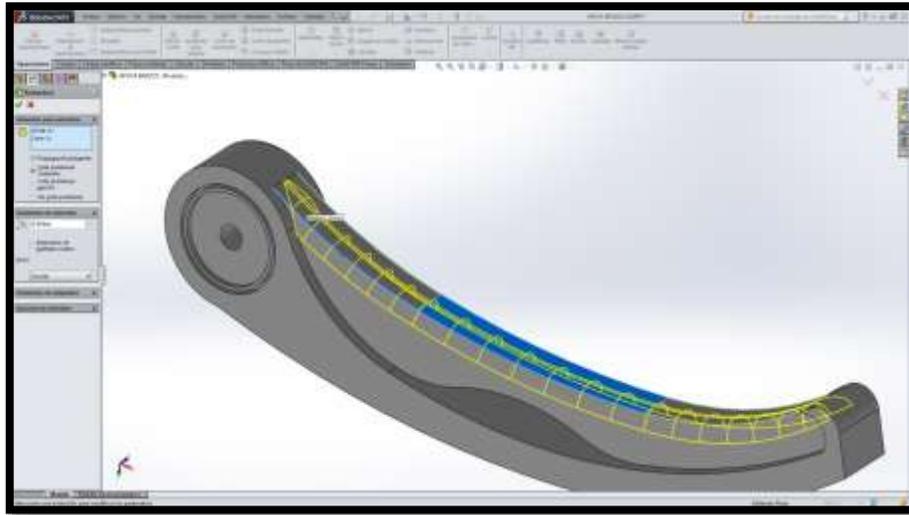
Figura 3. 29 Simetría extrusión



Fuente: Rommel Rivera

- Para eliminar los filos o aristas vivas de la parte inferior de la figura se procede a redondear el diseño dando un resultado más estético.
- Se dará un radio de 10 mm para tener en cuenta que tipo de redondeo se está aplicando.

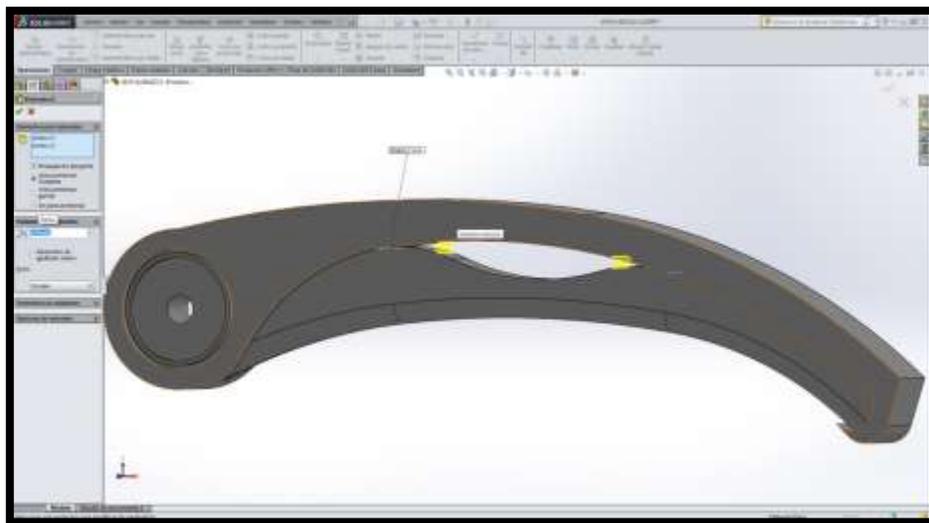
Figura 3. 30 Redondeo parte inferior



Fuente: Rommel Rivera

- La parte de la extrusión de la cara frontal donde está el filo visible de la misma manera pero con un radio de 3 mm.

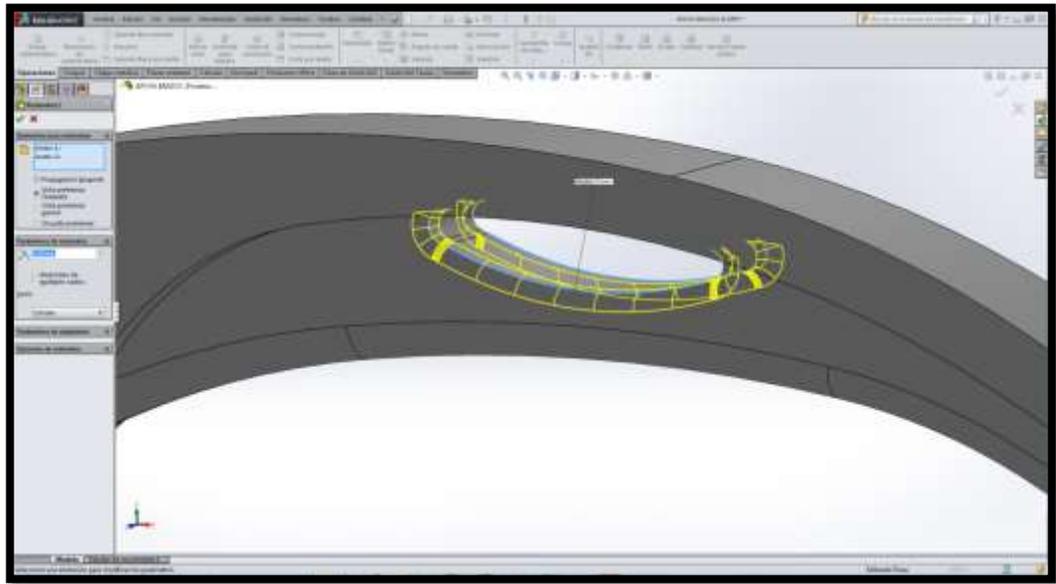
Figura 3. 31 Redondeo perforación (superior)



Fuente: Rommel Rivera

- La parte de la perforación en la mitad de la figura un radio de 5 mm.

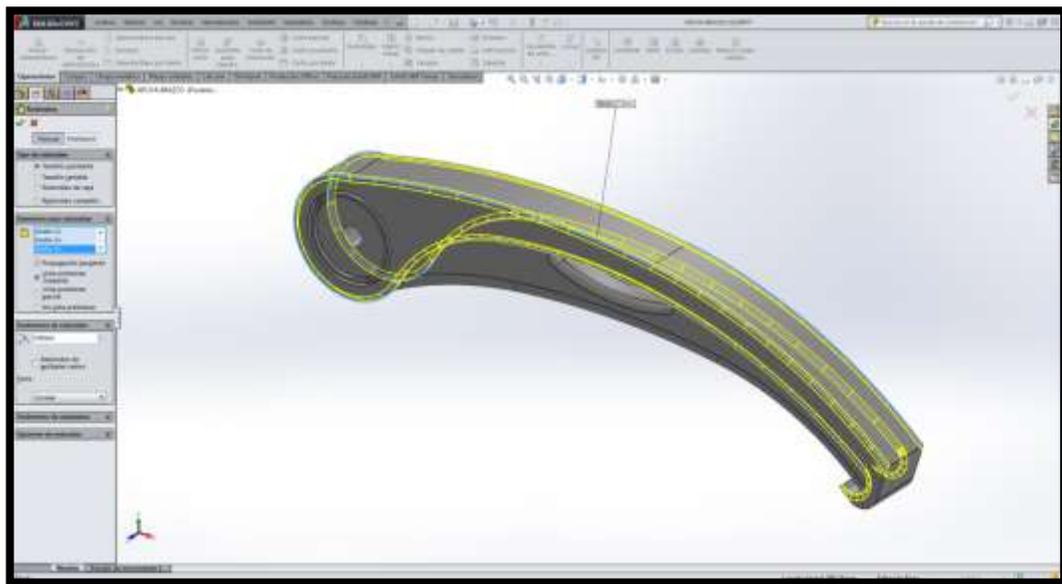
Figura 3. 32 Redondeo perforación (inferior)



Fuente: Rommel Rivera

- Las aristas exteriores un radio de 3 mm.

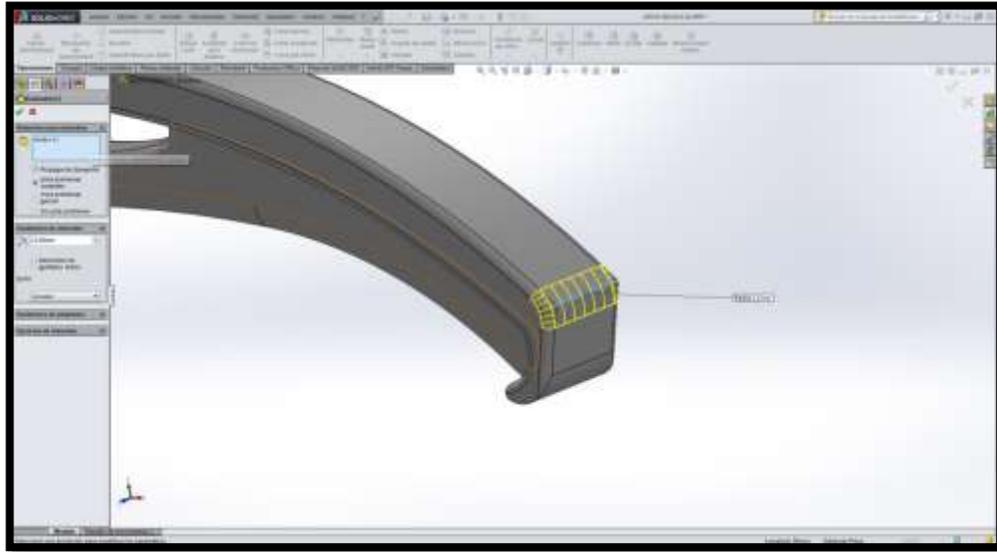
Figura 3. 33 Redondeo aristas externas



Fuente: Rommel Rivera

- La arista final en un extremo del diseño con un radio de 12 mm.

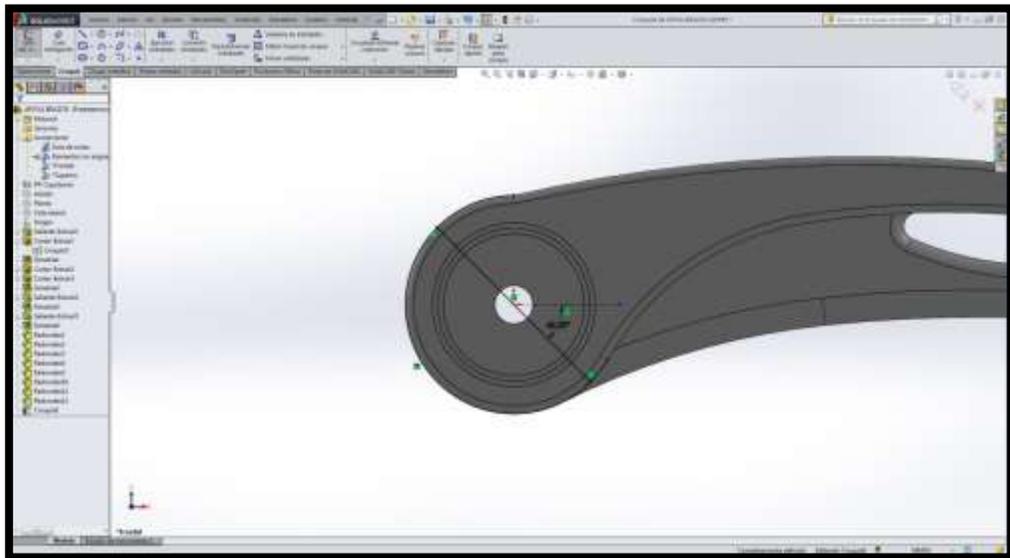
Figura 3. 34 Redondeo arista lateral derecha



Fuente: Rommel Rivera

- Se realiza un corte en la sujeción del apoyabrazos.
- Se opta por el plano alzado nuevamente para dibujar un nuevo esquema.

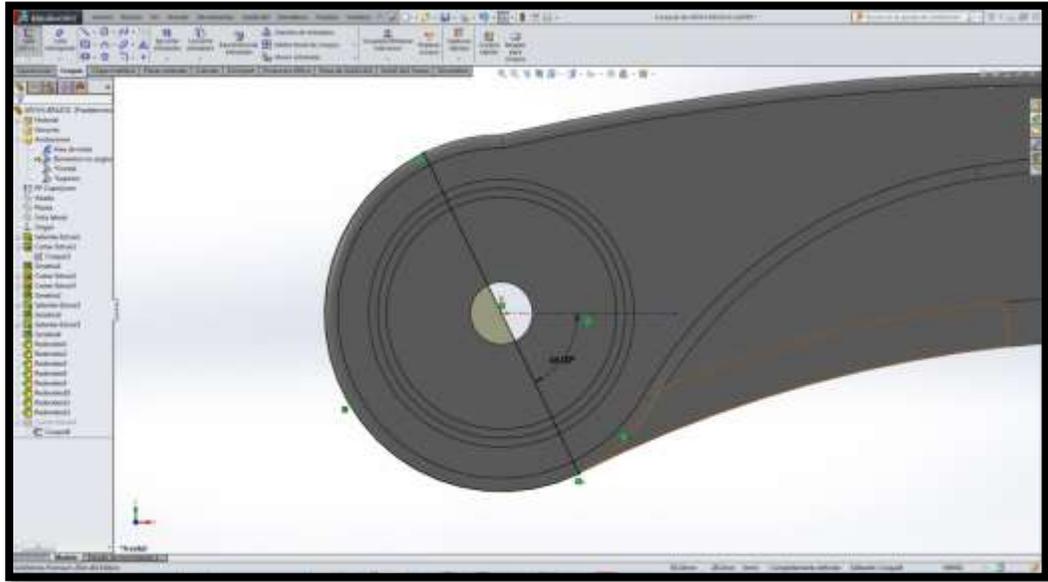
Figura 3. 35 Corte sujeción



Fuente: Rommel Rivera

- Se aplica el comando de corte en excesos de líneas si existieran.

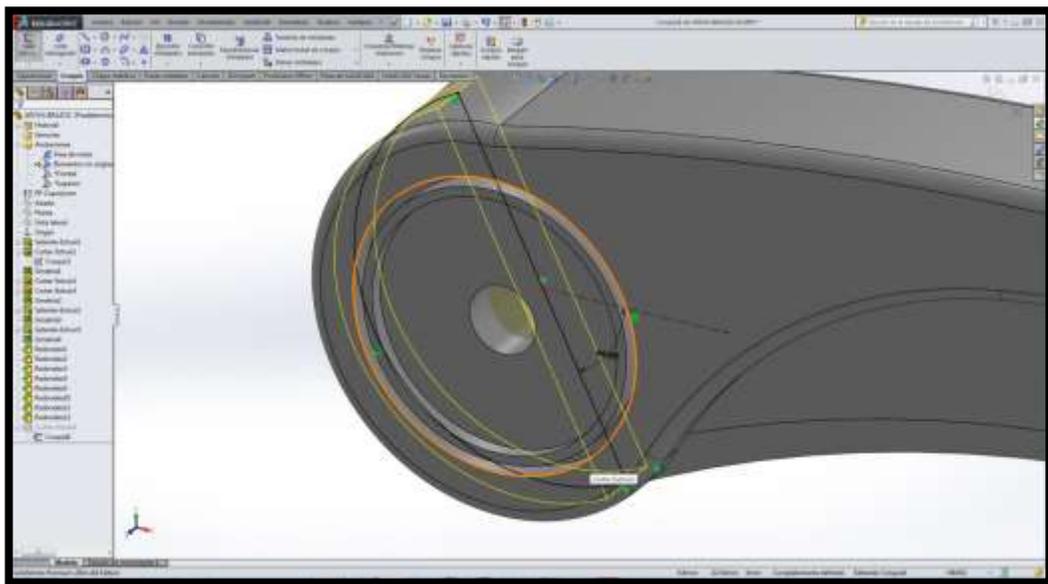
Figura 3. 36 Esquema plano medio



Fuente: Rommel Rivera

- Se extruye el corte con la condición final de plano medio.

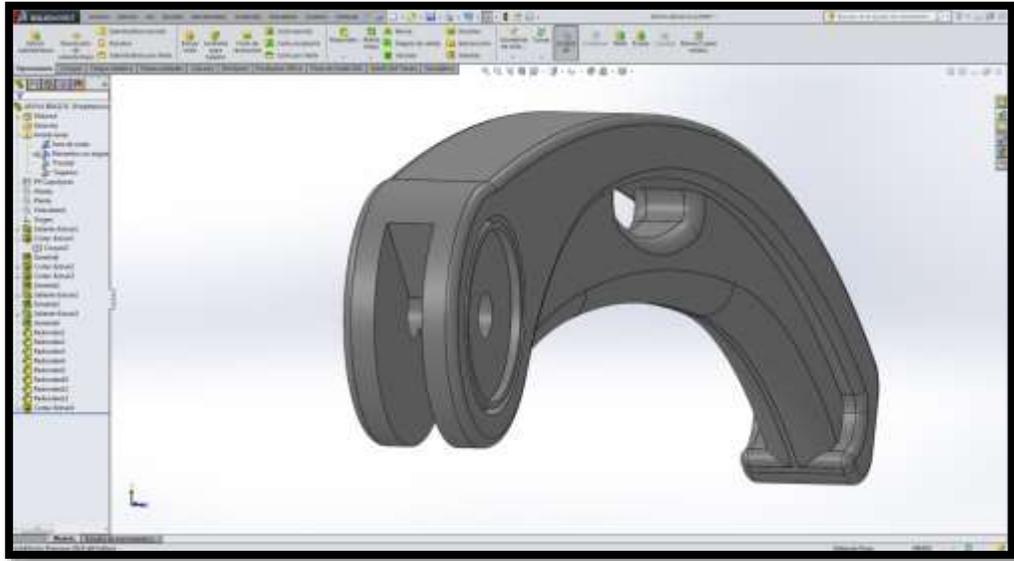
Figura 3. 37 Extrusión sujeción, plano medio



Fuente: Rommel Rivera

- Se procede a realizar el destaje interior removiendo el material sobrante.

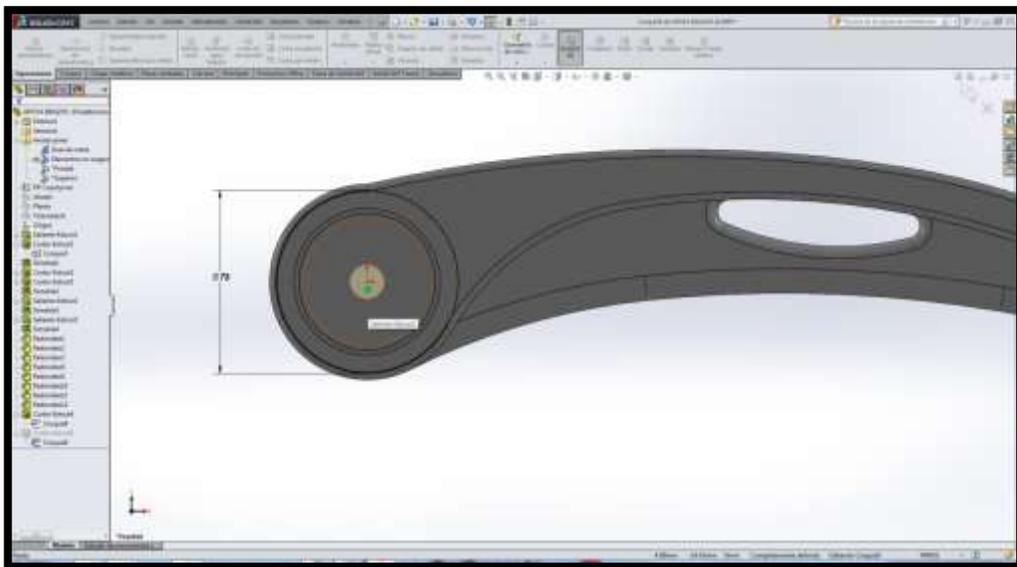
Figura 3. 38 Destaje sujeción



Fuente: Rommel Rivera

- El esquema se lo realiza en el plano frontal o alzado con una geometría de 75 mm.

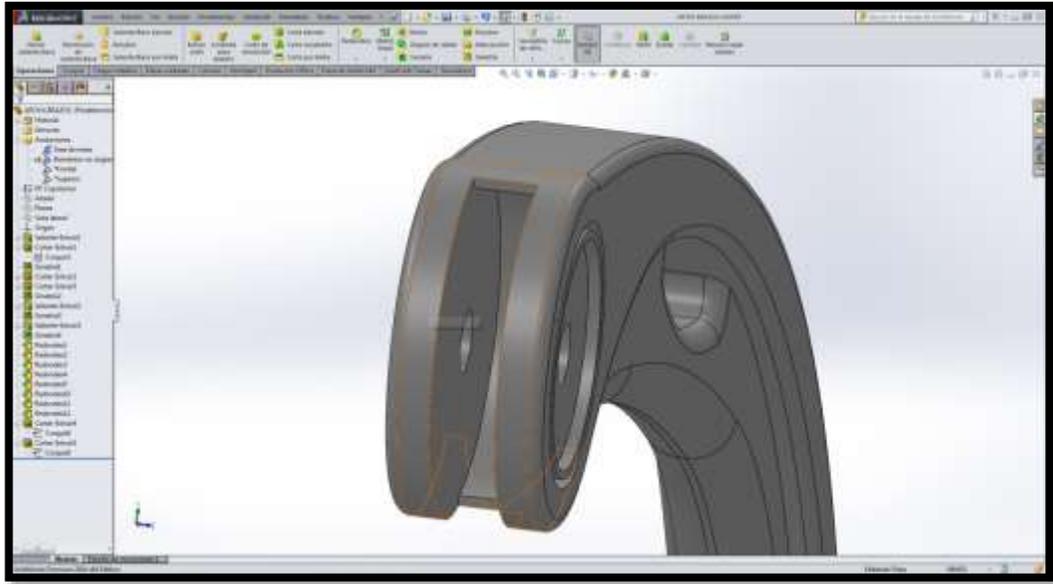
Figura 3. 39 Geometría sujeción



Fuente: Rommel Rivera

- Se realiza la extrusión de dicho esquema con condición final el plano medio y un espesor de 15 mm.

Figura 3. 40 Extrusión geometría

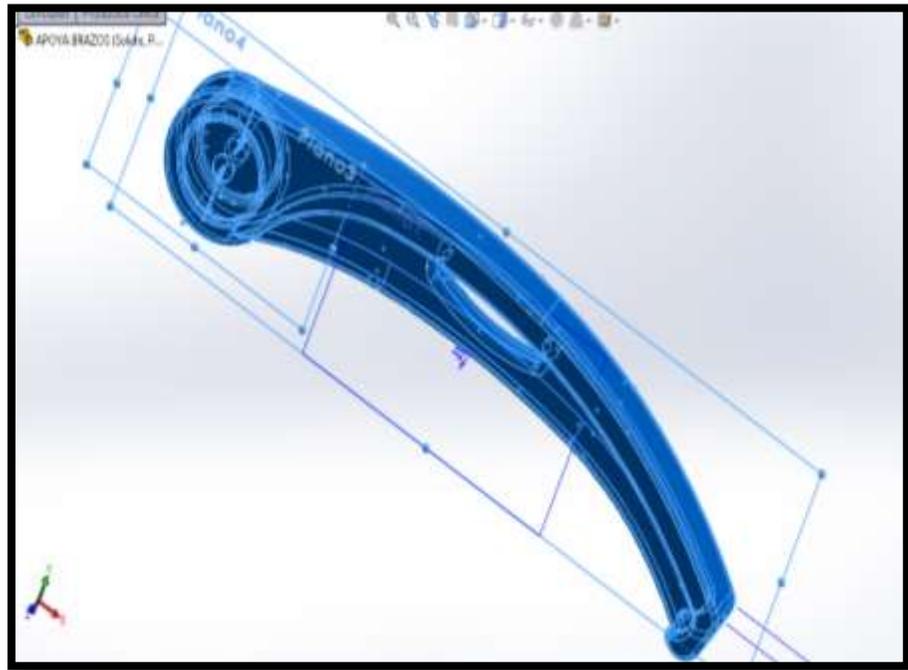


Fuente: Rommel Rivera

3.2. Modelo de la estructura del apoyabrazos

El modelo del diseño a realizarse fue tomado de un modelo anterior. En base a las necesidades de la empresa se procedió a diseñar un elemento que sea fiable y de gran utilidad cuando se lo fabrique posteriormente.

Figura 3. 41 Diseño Apoyabrazos



Fuente: Rommel Rivera

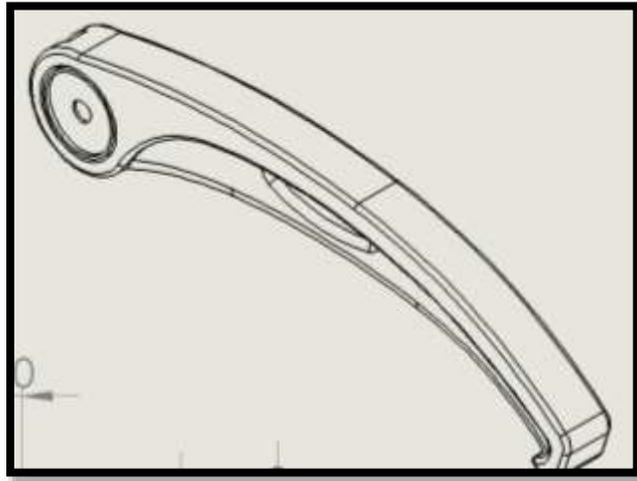
3.3. Diseño previo a pruebas (Computarizadas)

El bosquejo o figura final será el que ya este apto para realizar pruebas o simulaciones de comprobación si existiera algún tipo de error.

3.3.1. Vistas del diseño

La visualización isométrica es la que ilustra al diseñador de manera que se pueda corregir algún error que haya a simple vista. Este tipo de vista tiene la finalidad de mostrar a la persona a cargo del dibujo como realmente quedara con una perspectiva tridimensional.

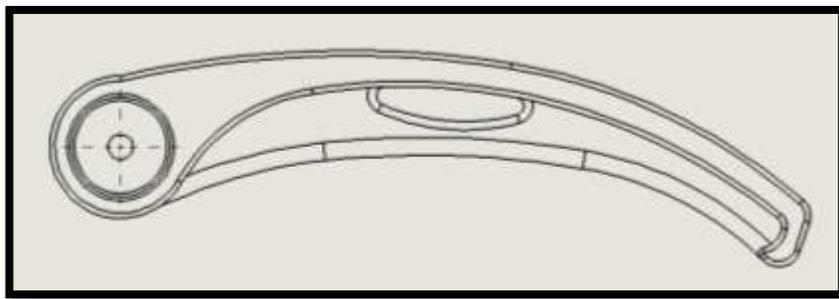
Figura 3. 42 Vista isométrica



Fuente: Rommel Rivera

Otra vista que recalca mucho a la hora de diseñar es la frontal, que en otras palabras estaría a cargo de la fachada del elemento, la parte más visible y la que va a recalcar a la hora de su presentación.

Figura 3. 43 Vista frontal



Fuente: Rommel Rivera

La vista inferior también es importante ya que en este diseño, la figura posee un destaje el cual encaja en la base de los asientos.

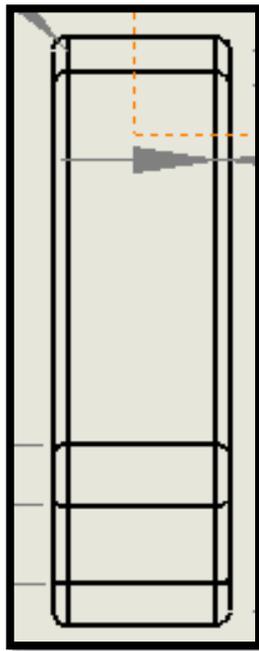
Figura 3. 44 Vista inferior



Fuente: Rommel Rivera

La vista lateral es un pequeño rectángulo que solo muestra las líneas imaginarias y el perímetro de la figura.

Figura 3. 45 Vista lateral



Fuente: Rommel Rivera

3.3.2. Solido

El sólido es la representación visual más cercana a la realidad gracias a las prestaciones de la tecnología se puede ver con más detalles la figura realizada después de una serie de pasos anteriormente descritos. La forma en la cual se realiza el sólido es de varias formas pero las dos más comunes son a través de planos en dos dimensiones y extruir o dar volumen al mismo, o simplemente trabajar con bosquejos comunes y moldearlos según la necesidad.

En el sólido que se tiene se puede observar detalles como los redondeos o el ahorro de material, pero más que todo sirve para aplicar simulaciones en tiempo real viendo así como actuaría una vez ya fabricado.

Figura 3. 46 Solido



Fuente: Rommel Rivera

3.4. Diseño final

El diseño final es nuestro solido pero ya corregido los errores como líneas sobrepuestas o alargadas. El ahorro de material es otro de los factores fundamentales a la hora de la realización de este tipo de figuras ya que representara un ahorro en la inversión para su posterior fabricación. En este caso el ahorro se lo hizo con la perforación o agujero de la mitad de la pieza, que no afecta directamente cuando se dispone la aplicación de simulación en tiempo real. El diseño último tendrá las cualidades visuales que el resto de diseños no posee como son los acabados, apariencias o elección de material.

Figura 3. 47 Diseño final plástico



Fuente: Rommel Rivera

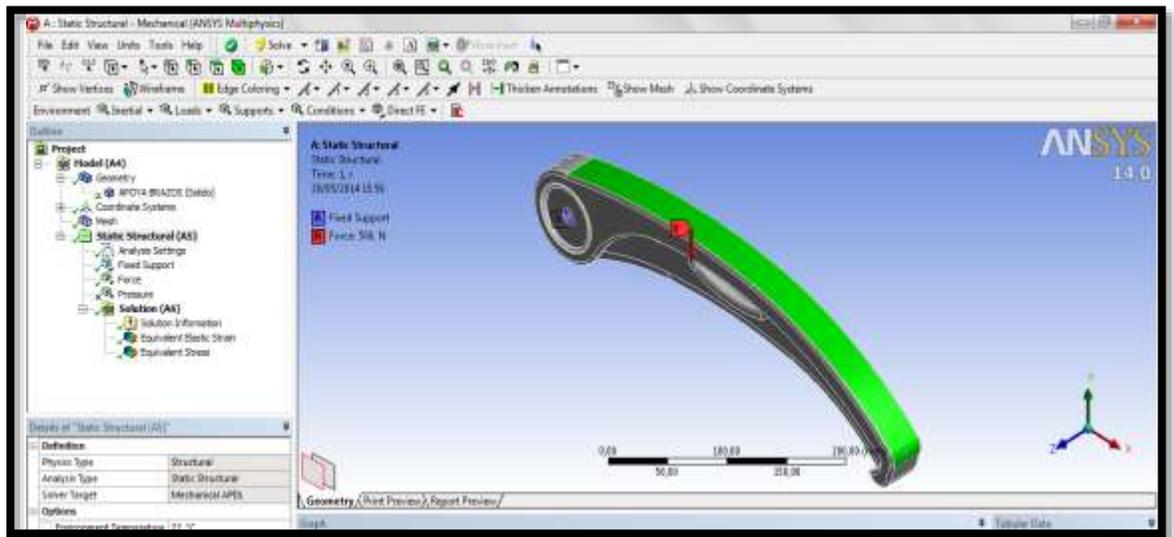
3.4.1. Fuerza aplicada

La fuerza que se va a aplicar al diseño es proporcional al peso normal de una persona promedio. En este caso la fuerza varía entre 400 y 500 Newton. Se establece un peso aleatorio que fluctúa entre 80 y 100 kilos. La fuerza que se aplicara será la mitad del peso corporal. Si bien no se efectuara todo ese peso en el apoyabrazos es de vital importancia sobredimensionar el diseño, haciéndolo más robusto y soportar cantidades mayores a las que debería para asegurar su utilidad. Gracias a la ayuda de un software de simulación se puede distribuir la carga que es la fuerza a lo largo de toda la superficie del apoyabrazos o se puede establecer una carga puntual en el extremo opuesto a su sujeción. La tabla que va a resultar de la simulación tendrá valores varios dependiendo de la carga que se le establezca. Esta variación también tiene su respectiva gráfica y depende directamente de lo que le solicitemos al programa.

3.4.2. Simulación de esfuerzo

La simulación de esfuerzo será notable en la parte donde se aplicara la fuerza. El nivel de esfuerzo se irá pintando de colores dependiendo a la amplitud de la carga a la cual se la está sometiendo. Las unidades pueden ser configuradas según la necesidad, en este caso nos entregara el dato en MPa (mega pascales) que es una unidad de presión. El resultante de estos valores es la variación de la fuerza y el área a la cual se le está sometiendo.

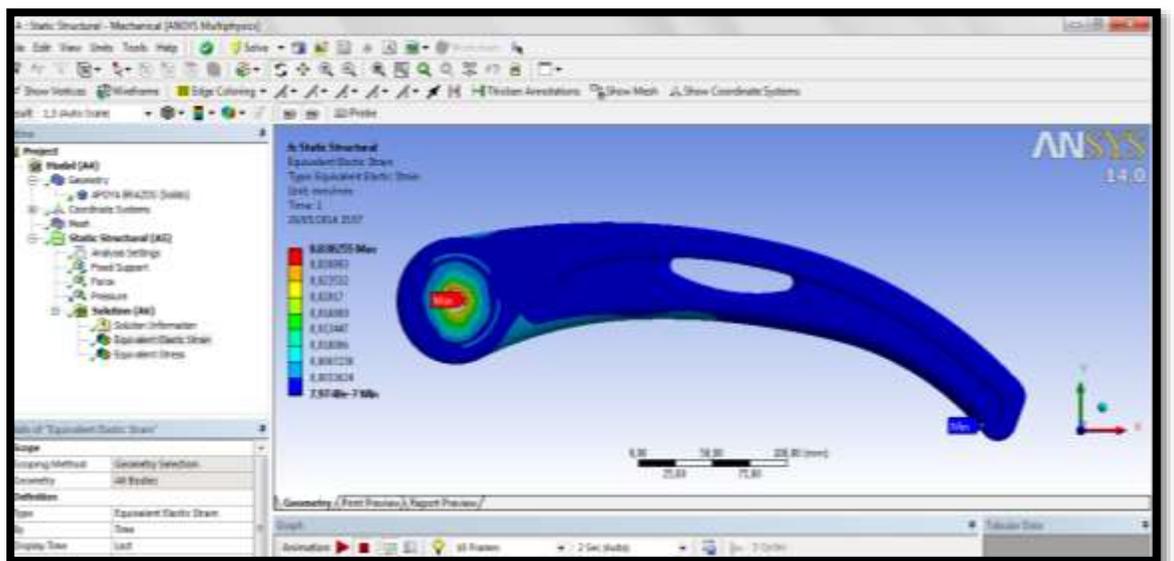
Figura 3. 48 Simulación esfuerzo



Fuente: Rommel Rivera

En este caso se usó primero la magnitud fuerza para comprobar las zonas de esfuerzo máximo y mínimo.

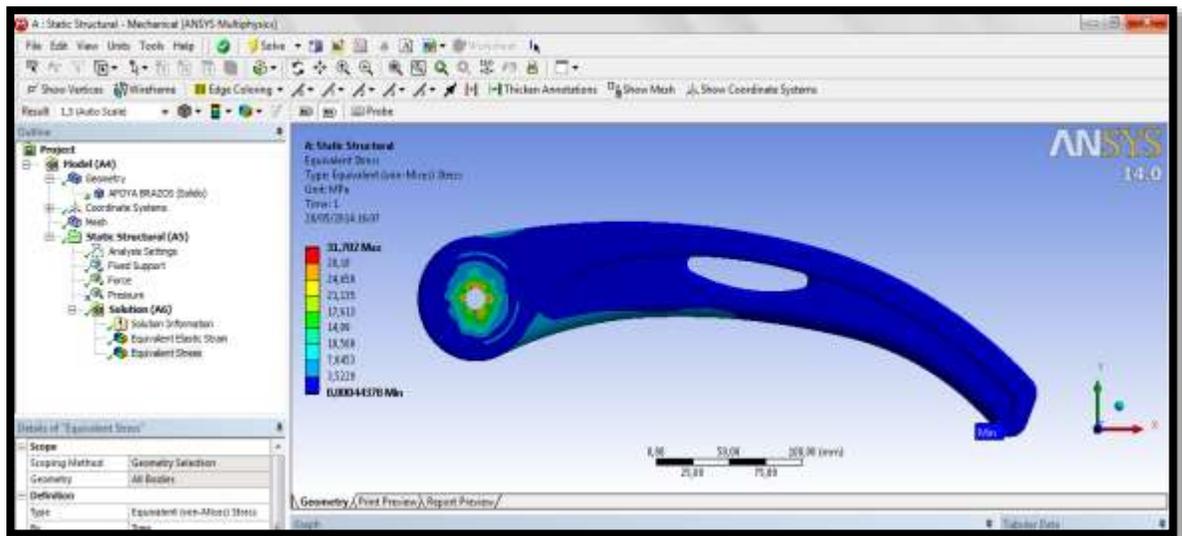
Figura 3. 49 Zonas de esfuerzo



Fuente: Rommel Rivera

El grafico indica las zonas más afectadas con la variación de colores. En la parte izquierda del elemento se tiene una escala de máximo y mínimo y las unidades en las cuales se trabaja. También se tiene el siguiente análisis de esfuerzo donde indica la presión máxima de estrés o su máxima resistencia hasta provocar su fractura.

Figura 3. 50 Esfuerzo máximo y mínimo



Fuente: Rommel Rivera

La tabla de resultados de análisis entrega los valores hasta los cuales es permisible dicho diseño, dependiendo directamente del material que se utilice y de su estructura para el respectivo mallado y posterior calculo por elementos finitos. Se tiene la primera tabla que indica el sistema en el cual se está trabajando en este caso el sistema internacional.

Tabla 3. 1 Unidades

Unit System	Metric (mm, kg, N, s, mV, mA) Degrees rad/s Celsius
Angle	Degrees
Rotational Velocity	rad/s
Temperature	Celsius

Fuente: Rommel Rivera

La siguiente tabla muestra las propiedades generales del elemento en el cual se efectuó la simulación.

Tabla 3. 2 Geometría

Model (A4) > Geometry	
Object Name	Geometry
State	Fully Defined
Definition	
Source	C:\Users\Rommel\Documents\TESIS DISEÑO\Simulacion\APOYA BRAZOS (Solido) STEP
Type	Step
Length Unit	Meters
Element Control	Program Controlled
Display Style	Body Color
Bounding Box	
Length X	428.2 mm
Length Y	121.43 mm
Length Z	36. mm
Properties	
Volume	6.0253e+005 mm ³
Mass	0.57241 kg
Scale Factor Value	1.
Statistics	
Bodies	1
Active Bodies	1
Nodes	11484
Elements	6162
Mesh Metric	None
Basic Geometry Options	
Solid Bodies	Yes
Surface Bodies	Yes
Line Bodies	No

Fuente: Rommel Rivera

La tabla 3 las propiedades de cada parte de la geometría del elemento.

Tabla 3. 3 Geometría-partes

Model (A4) > Geometry > Parts	
Object Name	<i>APOYA BRAZOS (Solido)</i>
State	Meshed
Graphics Properties	
Visible	Yes
Transparency	1
Definition	
Suppressed	No
Stiffness Behavior	Flexible
Coordinate System	Default Coordinate System
Reference Temperature	By Environment
Material	
Assignment	Polyethylene
Nonlinear Effects	Yes
Thermal Strain Effects	Yes
Bounding Box	
Length X	428,2 mm
Length Y	121,43 mm
Length Z	36, mm
Properties	
Volume	6,0253e+005 mm ³
Mass	0,57241 kg
Centroid X	164,73 mm
Centroid Y	10,92 mm
Centroid Z	1,1757e-004 mm
Moment of Inertia Ip1	384,35 kg mm ⁴
Moment of Inertia Ip2	8562,1 kg mm ⁴

Fuente: Rommel Rivera

La tabla 6 ya incluye información del análisis de la estructura o estático.

Tabla 3. 4 Análisis

Model (A4) > Analysis	
Object Name	<i>Static Structural (A5)</i>
State	Solved
Definition	
Physics Type	Structural
Analysis Type	Static Structural
Solver Target	Mechanical APDL
Options	
Environment Temperature	22, °C
Generate Input Only	No

Fuente: Rommel Rivera

La tabla 8 indica el tipo de condiciones que se dio a la geometría previa al análisis.

Tabla 3. 5 Cargas

Model (A4) > Static Structural (A5) > Loads			
Object Name	Fixed Support	Force	Pressure
State	Fully Defined		Suppressed
Scope			
Scoping Method	Geometry Selection		
Geometry	4 Faces	3 Faces	
Definition			
Type	Fixed Support	Force	Pressure
Suppressed	No		Yes
Define By		Components	Normal To
Coordinate System	Global Coordinate System		
X Component	0, N (ramped)		
Y Component	-500, N (ramped)		
Z Component	0, N (ramped)		
Magnitude	4,296e-002 MPa (ramped)		

Fuente: Rommel Rivera

Como se indica en la tabla, se tiene un apoyo fijo que no tiene ninguna libertad para moverse. El número de caras a las cuales se les aplico la fuerza de 500 N. El tipo de sistema que se utiliza es de componentes para direccionar la magnitud requerida en el sentido negativo en esta ocasión. Se puede observar también otra magnitud que está presente pero no actuó en el análisis ya que tiene una restricción para cuando se la requiera. La presión se puede reactivar una vez concluido el anterior análisis y se la analiza por separado para no tener la misma tabulación de datos.

La solución indica los valores donde existe mayor y menor esfuerzo y se la tabula de la siguiente manera:

Tabla 3. 6 Resultados

Model (A4) > Static Structural (A5) > Solution (A6) > Results		
Object Name	Equivalent Elastic Strain	Equivalent Stress
State	Solved	
Scope		
Scoping Method	Geometry Selection	
Geometry	All Bodies	
Definition		
Type	Equivalent Elastic Strain	Equivalent (von-Mises) Stress
By	Time	
Display Time	Last	
Calculate Time History	Yes	
Identifier		
Suppressed	No	
Integration Point Results		
Display Option	Averaged	
Results		
Minimum	7.9748e-007 mm/mm	4.4378e-004 MPa
Maximum	3.0255e-002 mm/mm	31.702 MPa
Information		
Time	1, s	
Load Step	1	
Substep	1	
Iteration Number	1	

Fuente: Rommel Rivera

El material también se incluye en la parte analítica ya que posee constantes de cálculo:

Tabla 3. 7 Constantes material

Polyethylene > Constants	
Density	9,5e-007 kg mm ⁻³
Coefficient of Thermal Expansion	2,3e-004 C ⁻¹
Specific Heat	2,96e+005 mJ kg ⁻¹ C ⁻¹
Thermal Conductivity	2,8e-004 W mm ⁻¹ C ⁻¹

TABLE 13
Polyethylene > Compressive Ultimate Strength

Compressive Ultimate Strength MPa	0,
-----------------------------------	----

TABLE 14
Polyethylene > Compressive Yield Strength

Compressive Yield Strength MPa	0,
--------------------------------	----

TABLE 15
Polyethylene > Tensile Yield Strength

Tensile Yield Strength MPa	25,
----------------------------	-----

TABLE 16
Polyethylene > Tensile Ultimate Strength

Tensile Ultimate Strength MPa	33,
-------------------------------	-----

Fuente: Rommel Rivera

Tabla 3. 8 Valores Máximos

PROPIEDAD	NORMA	UNIDADES	VALOR
Densidad	D792	gr / cm	0,953
MFI (190 / 2,16)	D1238	gr / 10 min	30
ESCR (F50 / 10% Igepal)	D1693	H	1
Esfuerzo a la fluencia	D638	MPa	21
Deformación a la fluencia	D638	%	19
Esfuerzo a la ruptura	D638	MPa	13
Deformación a la ruptura	D638	%	> de 500

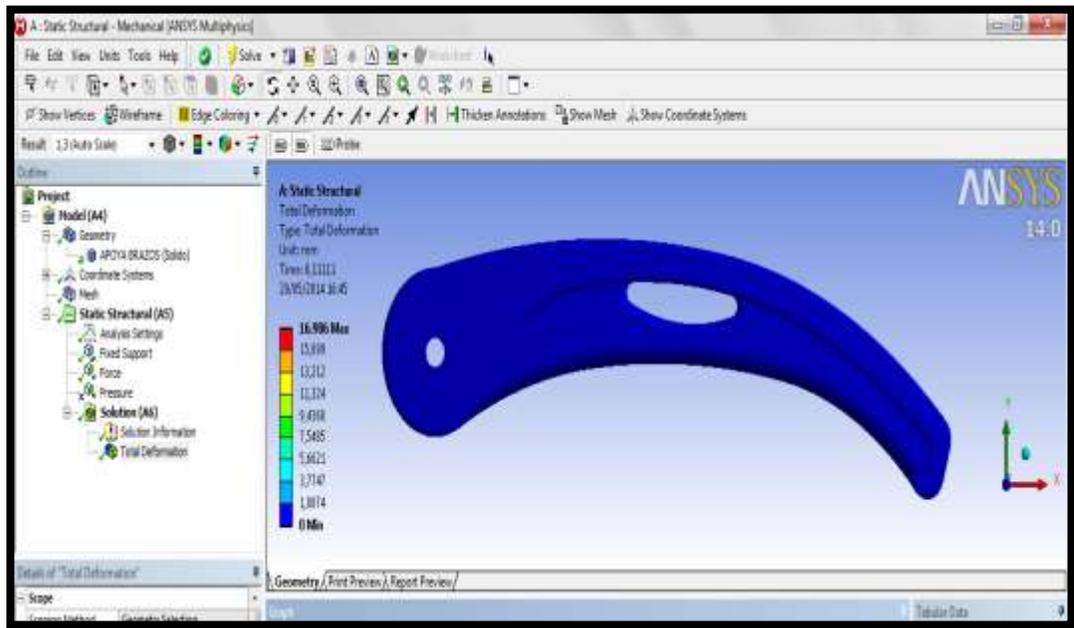
Fuente: (SciELO, 2014)

3.4.3. Simulación de deformación

La deformación del diseño será visible ya que la fuerza aplicada está sobredimensionada y hará que el elemento tome otra forma al momento de aplicar la misma.

Posición inicial:

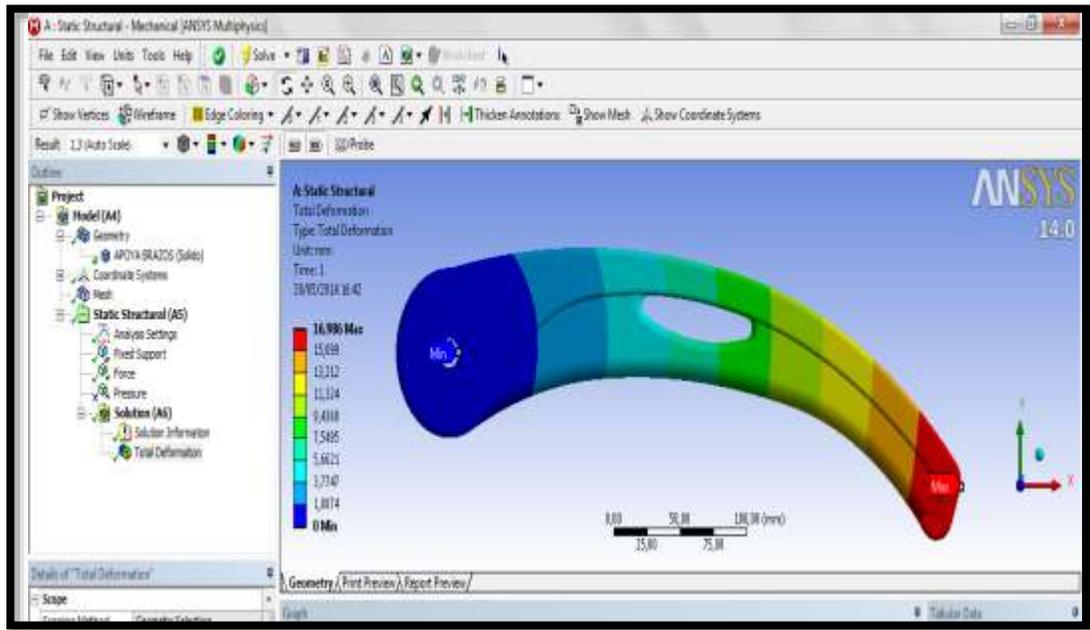
Figura 3. 51 Posición inicial



Fuente: Rommel Rivera

Posición final:

Figura 3. 52 Posición final



Fuente: Rommel Rivera

La deformación aplicara el módulo de Young o módulo de elasticidad que es una constante para cada material en este caso 1100 MPa. Se multiplica la deformación unitaria normal por el módulo de Young. La deformación unitaria normal utiliza las longitudes inicial y final para calcular qué medida se deforme el elemento.

La escala de la simulación indica que el valor máximo a deformarse será 16, 98 mm con la aplicación de la fuerza de 500 N en el material polietileno.

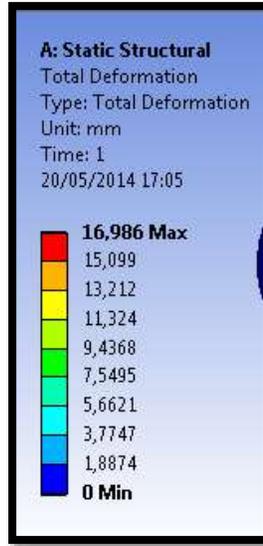


Figura 3. 53 Escala-deformación

Fuente: Rommel Rivera

La tabulación de la solución solo recalca el valor obtenido anteriormente estableciendo el máximo y el mínimo que es 0.

Tabla 3. 9 Resultados-deformación

Model (A4) > Static Structural (A5) > Solution (A6) > Results

Object Name	Total Deformation
State	Solved
Scope	
Scoping Method	Geometry Selection
Geometry	All Bodies
Definition	
Type	Total Deformation
By	Time
Display Time	Last
Calculate Time History	Yes
Identifier	
Suppressed	No
Results	
Minimum	0, mm
Maximum	16,986 mm
Information	
Time	1, s
Load Step	1
Substep	1
Iteration Number	1

Fuente: Rommel Rivera

CAPITULO 4

ANALISIS

4.1. Tabla para impresión de simulación

Tabla 4. 1 Resultados generales

Model (A4) > Static Structural (A5) > Solution (A6) > Results			
Object Name	<i>Equivalent Elastic Strain</i>	<i>Total Deformation</i>	<i>Equivalent Stress</i>
State	Solved		
Scope			
Scoping Method	Geometry Selection		
Geometry	All Bodies		
Definition			
Type	Equivalent Elastic Strain	Total Deformation	Equivalent (von-Mises) Stress
By	Time		
Display Time	Last		
Calculate Time History	Yes		
Identifier			
Suppressed	No		
Integration Point Results			
Display Option	Averaged		Averaged
Results			
Minimum	7,9748e-007 mm/mm	0, mm	4,4378e-004 MPa
Maximum	3,0255e-002 mm/mm	16,986 mm	31,702 MPa
Information			
Time	1, s		
Load Step	1		
Substep	1		
Iteration Number	1		

Fuente: Rommel Rivera

4.2. Comparación con apoyabrazos previos a este modelo

La comparación de los dos elementos el antiguo y el actual es para tomar en cuenta los aspectos relacionados con el cambio del mismo. Es por eso que se decidió realizar una tabla comparativa de los diseños para observar y tomar en cuenta que cambios que se evidencian en la propuesta de cambio de apoyabrazos. Se toma en cuenta algunos ámbitos, pero se enfoca más en el ahorro de material y mejores prestaciones del elemento como en este caso es ofrecer mayor y mejor confort al usuario.

4.2.1. Comparación entre diseño anterior y diseño nuevo

NUEVO DISEÑO	ANTIGUO DISEÑO
Producto nacional con materia prima importada	Producto importado en su totalidad
Confort al usuario cuando haga uso de este tipo de servicio	Confort al usuario cuando haga uso de este tipo de servicio
Menos uso de material en su producción	Mas material en su producción
Es compatible con todos los asientos que se fabrican en MIVILTECH	No es compatible con ciertos asientos fabricados en MIVILTECH
Beneficio directo para la industria de carrocerías del Ecuador	Gasto directo para la industria de carrocerías del Ecuador
Exoneración de impuestos en ciertos campos de importación	Mayor salida de divisas por parte de la empresa fabricante

Puestos de empleo para la producción	Menos puestos de empleo para la importación
--------------------------------------	---

Tabla 4. 2 Beneficios Diseño

Fuente: Rommel Rivera

4.2.2. Beneficios

La cantidad de beneficios que presta este tipo de apoyabrazos ergonómicos son varios dentro los cuales se tomara en cuenta los siguientes:

- Acorta la cantidad de fuerza que se utiliza al realizar un movimiento con los brazos.
- Ofrece una mejor postura al usuario para evitar futuros daños en su fisionomía.
- Presta ayuda al cuerpo para mantener una posición neutral o equilibrada entre el hombro y su brazo.
- Da apoyo a la musculatura de los brazos para que no se fatigue.
- Se ajusta a la altura del usuario para continuar un viaje placentero y sin inconvenientes.
- Separa el espacio personal de cada usuario.
- Posee un mecanismo de traba para evitar un mal apoyo en el usuario.

4.3. Fiabilidad del elemento para su producción en serie

La fiabilidad de este elemento dependerá de su producción, y es por eso que se optó por un proceso ágil, avanzado y confiable para evitar contratiempos en un futuro. Se refiere a la producción automatizada en otras palabras. Este proceso que incluye al centro de mecanizado como principal gestor, ayudara mucho en el proceso para ahorrar tiempo y dinero que son factores fundamentales a la hora de fabricar componentes.

El buen uso de dicho elemento también será un factor fundamental para que este sea fiable. Su objetivo, que en este caso específico es brindar confianza y confort al usuario ira de la mano con su uso. Dadas las circunstancias se podría decir que es directamente proporcional a su fiabilidad ya que incurre de manera directa en el tipo de uso que se le dé. El diseño es un campo muy preciso, pero existen casos en los cuales se desconoce ciertos ámbitos como por ejemplo el uso que se le vaya a dar, es por eso que se toma en cuenta la sobredimensión, para poder tener la factibilidad de hacer un elemento de calidad. Siempre y cuando tomando en cuenta los costos que representaría dicha sobredimensión del elemento.

4.3.1. Maquina inyectora de plástico

La máquina inyectora de plástico sirve para moldear piezas a necesidad, usando una matriz o molde de la anterior para fabricarla en serie. La inyectora de plástico por lo general posee su matriz o molde ubicada horizontalmente para aprovechar la gravedad. Se puede utilizar dos tipos de colada: la una fría y la

otra caliente depende del elemento a fabricar. En este caso se utilizara una colada caliente para que la sustancia se acople mejor a la superficie del molde. También este tipo de máquinas poseen diferentes tipos de sujeciones de molde. Hay las abrazaderas magnéticas, pinzas hidráulicas y las abrazaderas manuales que son las más comunes en nuestro entorno por el costo y mantenimiento de las mismas.

La inyectora resulta de gran importancia ya que facilita la obtención de los apoyabrazos en un aspecto básico para luego incluirlo en el centro de mecanizado para sus respectivos terminados. Es una máquina de que ahorra tiempo y dinero. Algo muy recalable para una empresa nacional. Y se hace uso de material más barato y más fácil de trabajar como es el plástico.

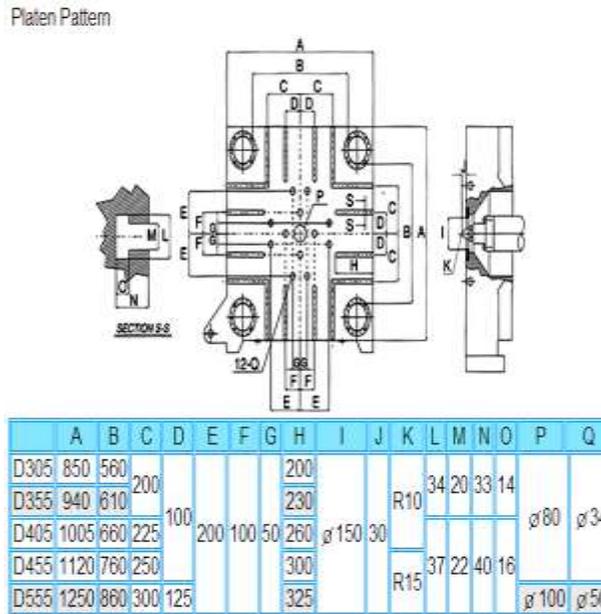
Figura 4. 1 Inyectora de plástico



(LIEN YU MACHINERY CO.)

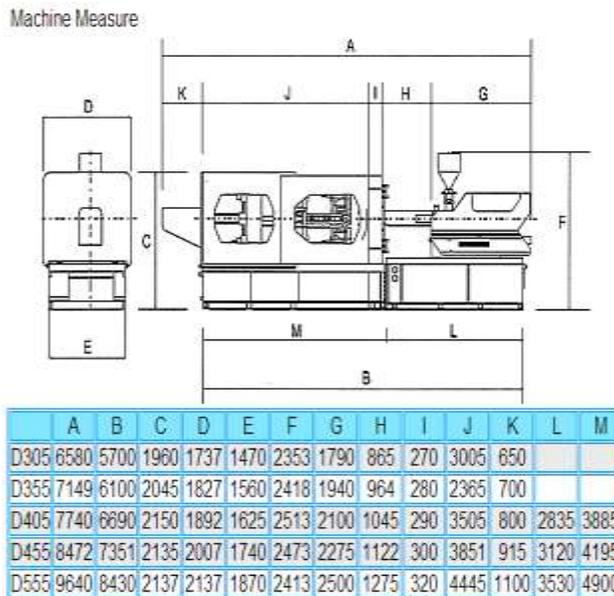
4.3.1.1. Tablas de especificaciones de la maquina inyectora de plástico

Figura 4. 2 Especificaciones 1



(LIEN YU MACHINERY CO.)

Figura 4. 3 Especificaciones 2



(LIEN YU MACHINERY CO.)

La máquina inyectora de plástico es un gran herramienta de uso cotidiano para producción en serio de elementos plásticos, en este caso será el apoyabrazos. Esta máquina consta de un mecanismo de presión para poder lograr un mejor acabado. Dicho mecanismo consta de dos palancas que aprisionan el molde contra la tubería de inyección del material, esta inyección se logra gracias al calentamiento previo que sufre para poderlo hacer líquido y luego cambiar su estado físico con enfriamiento.

Figura 4. 4 Inyectora 2



Fuente: Rommel Rivera

La parte de presión se activa con ciertos controladores electrónicos para coordinar su movimiento con la inyección.

Figura 4. 5 Presión inyectora



Fuente: Rommel Rivera

La posición del molde o matriz es de suma importancia ya que ayuda a que la inyección sea más precisa.

Figura 4. 6 Molde o matriz



Fuente: Rommel Rivera

En el proceso de inyección tenemos la parte fundamental por decirlo así, y esta es el transporte y calentamiento del plástico. Esto se lo realiza mediante un tornillo sin fin que ayuda en el desplazamiento de la pasta caliente.

Figura 4. 7 Tornillo sin fin



Fuente: Rommel Rivera

Para el calentamiento del material y la disolución del mismo se utiliza el mismo tornillo pero calentado en base a resistencias eléctricas. Las temperaturas varían según el tipo de materia prima que se vaya a utilizar.

También se tiene la parte surtidora de materia prima que se la denomina tolva de alimentación, y es básicamente un embudo que filtra el material que por lo general viene en forma de bolas para hacerlo llegar al tornillo y posteriormente su calentamiento.

Figura 4. 8 Tolva



Fuente: Rommel Rivera

4.3.2. Centro de mecanizado

Un centro de mecanizado es un instrumento de alta precisión que permite al diseñador hacer piezas o ensambles completos con un control numérico computarizado. Facilita el proceso acortando fases como las de mano de obra. Este tipo de instrumento posee gran cantidad de herramientas para proceder a realizar cualquier elemento con mayor exactitud. Posee el torno que es el encargado de moldear la pieza en líneas generales, es decir tomar una pieza en bruto para convertirla en un elemento primario para luego proceder con la fresadora que está a cargo de dar mejores acabados con brocas o moladoras respectivamente.

Figura 4. 9 Centro de mecanizado



(JIUH-YEH PRECISION MACHINERY CO.)

La CNC o centro de mecanizado es la herramienta encargada de procesar las matrices o moldes de la inyectora de plástico. Este es un modelo de CNC con grandes prestaciones ya que facilita a gran escala el trabajo de los diseñadores y de los maquinistas que anteriormente se lo manejaba con torno y manualmente.

Figura 4. 10 Millstar



Fuente: Rommel Rivera

Una de las facilidades es la elección de herramientas varias para cualquier tipo de trabajo que se vaya a realizar.

Figura 4. 11 Herramientas CM



Fuente: Rommel Rivera

La facilidad de trabajar en materiales rígidos como el acero o algunas aleaciones del mismo es la lubricación y refrigeración que se le da al mismo con la herramienta del centro de mecanizado, y esta ayuda a que no provoquemos daños tanto en las herramientas como en el material.

Figura 4. 12 Enfriamiento



Fuente: Rommel Rivera

Para poder hacer uso de esta máquina se debe realizar un previo diseño, realizar la matriz, y las simulaciones. Con la ayuda de software de programación se genera un código especial para ingresarlo en el centro de mecanizado y la construcción de la pieza comenzara luego de verificar que no haya ningún fallo.

Figura 4. 13 Panel digital



Fuente: Rommel Rivera

4.3.2.1. Tabla de especificaciones del centro de mecanizado

Tabla 4. 3 Especificaciones centro de mecanizado

Specification						
Model		BMV1100		BMV1200		
Table	Work area	mm	1300X630		1400X630	
	T-slot	mmxT	125X18X5T		125X18X5T	
	Max. loading	kgs	1200		1300	
Travel	Three Axes Travel	mm	1100X600X650		1200X600X660	1200X600X650
	Spindle nose to work table surface	mm	150~800	250~900	150~800	250~900
	Spindle center to Cloumn slide ways	mm	650		650	650
Spindle	Spindle taper		BT40	BT50	BT40	BT50
	Spindle diameter	mm	Ø70	Ø100	Ø70	Ø100
	Spindle speed	rpm	8000	4500	8000	4500
Feedrate	3 axes Slide Feedrate		Box way		Box way	
	3 axes Cutting Feedrate	m/min	10		10	
	3-axes rapid Feedrate	m/min	20/20/18		20/20/18	
ATC	Tool Selection		Bi-directional shortest path		Bi-directional shortest path	
	Max. Tool diameter x length	mm	Ø100x300	Ø146x300	Ø100x300	Ø146x300
	Max. Tool weight	kgs	7	15	7	15
	Tool shank		BT/CAT40	BT/CAT50	BT/CAT40	BT/CAT50
	ATC capacity(Armless type)		20	16	20	16
Motor	Spindle motor (cont/30min)	kw	7.5/11	11/15	7.5/11	11/15
	X, Y, Z-axes Sonomotor		HF203	HF353	HF203	HF353
	X, Y, Z-axes ball screw		Ø50XP10	Ø50XP10	Ø50XP10	Ø50XP10
	Coolant pump	w	660		660	
Miscellaneous	External dimensions(LxWxH)(Approx.)	mm	3020X2215X2900		3220X2215X2900	
	Splash guard		Full splash guard		Full splash guard	
	Coolant tank capacity	L	270		280	
	Net Weight (Approx.)	kgs	8000	8500	9000	9500

All specifications and designs are subject to change without prior notice.

(JIUH-YEH PRECISION MACHINERY CO.)

CAPITULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Por medio de la realización de este proyecto, se estudia todo el marco teórico referente a diseño en la ingeniería mecánica, el cual es de gran utilidad a la hora de trabajar con programas especializados que por motivos de programación están diseñados para arrojar resultados directamente.
- La recopilación de información es un factor fundamental a la hora de establecer un nuevo diseño. En este caso los diseños anteriores eran muy costosos ya que se importaba en su totalidad. El ahorro de materiales no era significativo por la cantidad de partes que poseían.
- Por medio de la evaluación o selección de información útil se puede llegar a conclusiones más acertadas, sin tomar en cuenta lo que refiera a cálculos. Por otro lado, la toma de decisiones es importante en el ámbito para poder establecer una mejor opción en cuanto refiere a diseñar. Ocurre de vez en cuando que se presentan problemas el momento que se está diseñando sean fallas físicas como las propiedades del material o fallas generales como deformaciones o rupturas.

- El diseño es la parte fundamental para poder crear nuevos elementos. Es de gran utilidad para fabricar en territorio nacional cualquier geometría dispuesta o requerida por cualquier empresa. Esto representa un tipo de innovación en el país ya que anteriormente se importaba todo desde tornillos hasta grande maquinaria, pero gracias a los adelantos tecnológicos que están al alcance de la mayoría de la población se puede tener productos nacionales de buena calidad y accesibles en precios con respecto a los otros.
- El proceso posterior al diseño es su fabricación o producción. Para este caso en particular se necesita de una maquina inyectora de plástico que posee la empresa MIVILTECH S.A. y un centro de mecanizado para la fabricación de la matriz. Es un proceso complicado pero tiene ventajas significativas en lo que concierne a fabricación en serie. La inyección de plástico es hoy en día un proceso repetitivo muy común en las empresas automotrices que optan por fabricar sus componentes plásticos a un menor costo y un mayor beneficio.
- El diseño tiene cotas o dimensiones con decimales debido a los acabados que se le da para mejorar la estética del mismo. Esto no influye directamente en las simulaciones debido a que son perdidas mínimas de material y no está viéndose afectado las superficies que intervienen en el análisis.

- El sobredimensionamiento es un factor relevante a la hora de diseñar piezas plásticas, ya sea por el material que se va a utilizar o el diseño propio de la geometría. Es de gran ayuda ya que da los lineamientos generales para seguir el camino correcto en la fabricación. Evita posibles fallas en la estructura y de ese modo ahorro tiempo y dinero a la empresa que estará a cargo de la producción.
- El material es destacable también porque su composición química varía según la necesidad que se tenga. El polietileno y polipropileno son los más usados en la industria de los plásticos por su fácil maleabilidad y bajo costo. Pueden hacerse aleaciones de los mismos para alterar sus propiedades según lo que se esté buscando.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda el uso del programa ANSYS para modelado por su facilidad en el manejo. La importación de modelos desde otros programas como SolidWorks o Inventor se hace más difícil debido al tipo de archivo que manejan los dos anteriores.
- Se puede realizar simulaciones en el programa SolidWorks, tiene facilidad en comandos pero el modelado tiene más complicaciones que los otros. Los análisis de deformación pueden llegar a ser iguales pero depende directamente del método que utilice el software aplicado.

- La capacitación y orientación en nuevas tendencias como es el caso de programas especializados en ingeniería es de gran utilidad. Una inversión de corto y largo plazo.
- La inversión en maquinaria de producción por parte de la empresa privada para impulsar nuevas generaciones de emprendedores.
- La opción de utilizar materiales con aleaciones para mejorar sus cualidades es otro factor que se debe mejorar para abaratar costos y mejorar beneficios.
- Inversión por parte del estado Ecuatoriano en licencias educativas o empresariales de los programas innovadores de uso masivo que pueden respaldar un mejoramiento a largo plazo.

5.3. BIBLIOGRAFIA

BUDYNAS, R. G. (2008). *Diseño de Ingeniería Mecánica de Shigley*. Mexico: Editorial McGraw-Hill.

FAIRES, V. (1977). *Diseño de elementos de máquinas*. Barcelona: Montaner y Simon S.A.

GERE, J. M., & GOODNO, B. J. (2009). *Mecánica de Materiales*. Mexico: Cengage Learning Editores, S.A.

HIBBELER, R. (2006). *Mecánica de Materiales*. Mexico: Pearson Educación de México.

HUERTA, J. M. (s.f.). <http://academic.uprm.edu/>. Obtenido de <http://academic.uprm.edu/jhuerta>
:
http://academic.uprm.edu/jhuerta/HTMLObj-253/Metodolog_a_del_Estudio_de_Necesidades.pdf

JIUH-YEH PRECISION MACHINERY CO., L. (n.d.). <http://www.jiuhyeh.com/>. Retrieved from Millstar.

LIEN YU MACHINERY CO., L. (s.f.). <http://www.ly-inj.com.tw>. Obtenido de <http://www.ly-inj.com.tw/E/body.php>.

MOTT, R. (2006). *Diseño*. Mexico: Editorial Pearson.

NORTON, R. L. (2011). *Diseño de Máquinas*. Mexico: Pearson Educación.

Scielo, F. d. (2014). http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0798-40652009000400006&script=sci_arttext. Obtenido de <http://www.scielo.org.ve>.

5.4. ANEXOS

5.4.1. Vistas

5.4.2. Perspectivas

5.4.3. Estudio 1

0-1 Estudio 2

5.4.4. Estudio 2

0-2 Estudio 3

5.4.5. Estudio 3

0-3 Estudio 4