

**ESCUELA DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y TECNOLOGIA DE LA
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA**

Unidad Valle de las Palmas

Ingeniería Mecánica



**Diseño y Manufactura de Mecanismo de Fixture Para Soporte en la
Inserción de Grip De Goma**

Tesis que presenta:

Sebastián Chiquete Moreno

Para obtener el grado:

Ingeniero Mecánico

Director de tesis:

Mtro. Benjamín González Vizcarra

Tijuana, B.C. 29 de Noviembre 2018

DEDICATORIA

ESTA TESIS ES DEDICADA:

AMIS PADRES LAURA ELENA MORENO Y SEBASTIAN CHIQUETE ROMAN, A TODA MI FAMILIA Y A LOS MAESTROS QUE ME IMPARTIERON CLASES, YA QUE SIN SU APOYO NO HUBIERA CUMPLIDO CON ESTA NUEVA ETAPA DE MI VIDA.

"ES EN TUS MOMENTOS DE DECISION CUANDO TU LE DAS FORMA A TU DESTINO"

ANTHONY ROBBINS

Índice

1. RESUMEN.....	11
2. INTRODUCCION.....	14
2.1 Antecedentes	14
2.2 Fases e interacciones del proceso de diseño	15
2.3 Consideraciones de diseño	16
2.4 Herramientas computacionales (software).....	17
2.4.1 AutoCAD versión 2010.....	18
2.4.2 SolidWorks versión 2014	18
2.5 Historia de la ergonomía.....	19
2.6 Concepto de ergonomía aplicada.....	20
2.7 Los materiales en la manufactura	21
2.7.1 Metales	22
2.7.4 Cerámicos	25
2.7.5 Polímeros	26
2.7.5.2 Los polímeros termoestables.....	26
2.7.5.3 Los elastómeros.....	26
2.8 Breve historia de la manufactura	27
2.9 Selección de procesos de manufactura.....	28
2.9.1 Fundición, moldeo y otros procesos en los que el material inicial es un líquido calentado o semilíquido.	29
2.9.2 Procesado de partículas.	29
2.9.3 Procesos de deformación	30
2.9.4 Procesos de remoción de material.....	31
2.10 Procesos de manufactura (máquinas de producción y herramientas)	31
2.10.1 Herramientas de corte.....	33
2.11 Torno	35

2.11.1.4	Carro Longitudinal.....	39
2.11.2.4	Porta inserto	42
2.11.4	Ranurado.....	49
2.11.5	Perforados	49
2.11.5.2	Tipos de brocas.....	50
2.11.6	Tarrajado y machuelado.....	52
2.12	Fresadora	53
2.12.1	Elementos de fijación.....	56
2.12.1.1	Prensa.....	56
2.13	Metrología	56
2.13.1	Qué se mide y cómo.....	57
2.13.2	Calibrador vernier.....	58
2.13.3	Micrómetro.....	59
2.13.4	Herramientas de medición para ángulos	60
3.	Objetivos generales.....	63
3.1	Objetivos específicos.....	63
3.2	Justificación.....	63
4.	Selección de material	66
4.1	Características del polioximetileno homopolimero	68
5.	Diseño y Proceso de Manufactura.....	70
5.1	Primer diseño.....	70
5.1.1	Descripción del primer diseño.....	71
5.1.2	Manufactura del Primer diseño.....	71
5.2	Segundo diseño.....	74
5.2.1	Descripción del segundo diseño.....	74
5.2.2	Manufactura del segundo diseño	75
5.3	Tercer diseño	76
5.3.1	Descripción del tercer diseño.....	77
5.3.2	Manufactura del tercer diseño.....	77

5.4	Cuarto diseño	80
5.4.1	Descripción del cuarto diseño.....	80
5.4.2	Manufactura del cuarto diseño	81
6.	Análisis de resultados.....	90
7.	Conclusión	96

Índice de figuras

Figure 1. Pasos del proceso de diseño.	16
Figure 2. El hombre descubre que una rama caída puede servirle como arma defensiva y ofensiva contra otros homínidos o animales este fue llamado garrote ⁴	20
Figure 3. Interrelación hombre- artefacto (operario-maquina), afectados por el entorno.	21
Figure 4. Diagrama de Venn que muestra los tres tipos de materiales básicos más los compuestos ¹	22
Figure 5 Los procesos de fundición y de moldeo ²⁵	29
Figure 6. Proceso de partículas ²⁵	30
Figure 7. Procesos comunes de deformación ³²	31
Figure 8. Operaciones comunes de maquinado ⁷	32
Figure 9. Arco con Segqueta ⁸	34
Figure 10. Sierra de cinta ¹³	35
Figure 11. Torno Paralelo.	35
Figure 12. Esquema de torno paralelo.	36
Figure 13. Detalle del perfil de una bancada ³³	37
Figure 14. Cabezal fijo.	38
Figure 15. Vista lateral (Caja Norton).	38
Figure 16. Cabezal móvil o Contrapunto.	39
Figure 17. Torre porta herramientas de 4 posiciones ¹³	40
Figure 18. Caja de función ¹³	40
Figure 19. Elementos para Plato de tres mordazas ²⁹	41
Figure 20. Estructura de puntos fijos y puntos giratorios. ²⁶	41
Figure 21. Insertos están constituidas fundamentalmente por carburo de tungsteno y cobalto. ³⁵	42
Figure 22. Pieza montada al aire en el plato de tres mordazas. ³⁷	43
Figure 23. Pieza montada en plato de tres mordazas con punto ³⁷	44

Figure 24. Movimientos de trabajo. ³⁸	44
Figure 25. Desbaste frontal. ³⁸	46
Figure 26. Desbaste lateral. ³⁴	47
Figure 27. Factores de corte en el torno paralelo ³⁸	48
Figure 28. Ranurado de pieza con herramienta de perfil delgado ¹³	49
Figure 29. Operación del Barrenado ³⁵	50
Figure 30. Broca para metales.	51
Figure 31. Broca multiuso o universales.	52
Figure 32. Broca de centrar	52
Figure 33. Machuelo y tarraja. ²⁹	53
Figure 34. Fresadora vertical.	54
Figure 35. Partes de la fresadora	54
Figure 36. Prensa de fresadora	56
Figure 37. Calibrador vernier. ⁶	58
Figure 38. Partes del micrómetro. ¹⁹	59
Figure 39. Transportador común de acero ⁸	59
Figure 40. Transportador de Biseles con vernier. ⁸	61
Figure 41. Diagrama que muestra la selección de material de acuerdo a su maquinabilidad.	66
Figure 42. Diagrama que muestra los prototipos realizados con la manufactura de remoción de material y barrenado	70
Figure 43. Fragmento de plano real, medidas dadas en milímetros ver Anexo 1.	71
Figure 44. Pieza sostenida en mordaza	72
Figure 45. Desbaste de pieza.	72
Figure 46. Pinza, disco de corte e indexador	73
Figure 47. Fragmento de plano real medidas dadas en milímetro ver Anexo 2. ..	74
Figure 48. Barrenado de pieza.	75
Figure 49. Fixtura terminada con Grip colocado en su cavidad interior	76
Figure 50. Fragmento de plano real medidas dadas en milímetros ver Anexo 3.	77

Figure 51. Tercer fixture terminada.	79
Figure 52. Fixture desglosada en sus partes finales.....	80
Figure 53. Segundo desbaste aplicando ángulo.	82
Figure 54. Primera parte de la fixture finalizada.	83
Figure 55. Cuarto diseño de fixture guía realizado en solidworks.	83
Figure 56. Realización de ángulo.....	84
Figure 57. Última sección a maquinar.....	84
Figure 58. Segunda parte de la fixture terminada.....	85
Figure 59. Tercera parte abrazadera de guía realizada en solidworks.....	85
Figure 60. Tercera pieza terminada.	86
Figure 61. Opresores.	86
Figure 62. Fixtura terminada.	86
Figure 63. Dibujo Explosionado para el conjunto de trabajo de la fixture. 1) Abrazadera de guía. 2) Cuerpo de fixture. 3) Grip, 4) Guía de grip 5) Barril.	87
Figure 64. En la sección "A" observamos el producto final sin fallas; En la sección "B" encontramos el grip sumido y la punta del barril con un ligero rayón; En la sección "C" observamos el grip rayado; En la sección "D" encontramos el grip sumido.	91
Figure 65. Barril Quebrado de la sección central.	91
Figure 66. Soporte de Grip con mal acabado.	92
Figure 67. El ranurado para el oring se cambio de posición.	92
Figure 68. Concepto diferente de fixtura con resultados satisfactorios.....	93

Índice de tablas

Tabla 1. Consideraciones del diseño.....	17
Tabla 2. Máquinas y herramientas más comunes usadas para operaciones de maquinado.....	33
Tabla 3. Medidas y unidades básicas.	57
Tabla 4. Velocidades para el maquinado en torno de diferentes materiales.	67
Tabla 5. Comparación de prototipos de acuerdo a sus características de operación.....	88
Tabla 6. Fallas Presentadas en los diseños.....	90

Capítulo 1

1. RESUMEN

Toda la vida ha existido la necesidad del ser humano de realizar las tareas o actividades de una manera sencilla, ya sea en la industria o a la vida cotidiana. Los principales resultados obtenidos en este documento son para la determinación óptima en la manufactura de diversas fixtures, tomando en cuenta los principales problemas en su diseño. Para ello se desarrollaron diversas fixtures utilizando un método heurístico para encontrar la que funcione mejor en el proceso. Así como Determinar los principales parámetros de diseño y manufactura que facilite el ensamble de borrador de lápiz a partir de la simulación y selección de materiales óptimos. Teniendo en mente el problema de la inserción del grip en el barril de plástico. Necesariamente un diseñador tiene que estar complementado en las diferentes etapas de un diseño, como lo es en la ergonomía ya que esta es la disciplina que se encarga del diseño de lugares de trabajo, herramientas y tareas, de modo que coincidan con las características fisiológicas, anatómicas, psicológicas y las capacidades del trabajador, en el conocimiento de los diferentes materiales que existen para trabajar (metales, cerámicos, polímeros y compuestos), el conocer la manufactura que agrandes rasgos es el producto elaborado con las manos o con ayuda de máquinas, a partir de una materia prima ahí entran otros conocimientos como la utilización de herramientas manuales de corte, de sujeción, hasta llegar a la utilización de maquinaria como son el torno paralelo y fresadora que dentro de esto utilizamos lo que conocemos como la metrología, es la rama de la física que estudia las mediciones de las magnitudes garantizando su normalización mediante la trazabilidad, todo este conjunto de conocimientos es lo que forma a un diseñador para poder seleccionar bien todos sus materiales y la manufactura correcta para así reducir tiempos de fabricación y costos innecesarios. Para llegar a proponer alguna solución es necesario conocer el problema en cuestión, en este caso particular nuestro problema era la inserción de una goma llamada Grip dentro de un barril, esta función es realizada a mano sin ayuda de fixture esto ocasiona un cuello de botella en esta operación así atrasando el proceso de producción, también al ser una acción tan repetitiva y con dificultades de inserción el mismo operador con tanto rose entre la piel y el material empieza a generar lesiones en las

manos con el tiempo. Teniendo el conocimiento del problema que se quiere solucionar regresamos a las pautas básicas de todo diseñador debe saber, la tabla 1 los muestra.

El diseño debe consistir en algo sencillo y fácil de utilizar, para esto se realiza un pequeño estudio ergonómico para poder definir mejor los parámetros de sujeción de la fixture al momento de estar realizando el diseño así como también establecer los materiales que se utilizaran teniendo en cuenta sus características físicas y sus características para su maquinado, también se debe tener en cuenta hacia quien va dirigido el producto, se debe tener en cuenta su forma física sus dimensiones y el trabajo que realizara, todo diseño se debe de adaptar a la necesidad de la empresa así como el presupuesto monetario que la empresa proporcionara al trabajo en cuestión. En este caso particular utilizando el hierro fundido, bronce, aluminio y delrin. Estos materiales fueron comparados los unos a los otros observando sus características físicas y de maquinado y así seleccionando el mejor para la elaboración de los prototipos. El homopolimero (Delrin) fue el seleccionado por sus características de ser más rápido en el maquinado y con buena resistencia mecánica, rigidez y su dureza.

Esta tesis nos abre el panorama de las ramas de la ingeniería y como son aplicables en la vida cotidiana y laboral ya que cualquier cosa que se genere es para un propósito específico, de ahí podemos mirar el significado de la palabra Ingeniera: “Arte y técnica de aplicar los conocimientos científicos a la invención, diseño, perfeccionamiento y manejo de nuevos procedimientos en la industria y otros campos de aplicación científicos”, esta tesis se realizo para encontrar la solución a un problema en específico el cual capitulo por capitulo lo vamos desmenuzando y llevando una metodología del desarrollo de dicho problema. Todo este trabajo se llevo a cabo durante el transcurso de la universidad donde el conocimiento obtenido en las ramas que se manejan en este documento aún se encuentra fresco para aplicar, este desarrollo de información para el encuentro de la solución del problema deja una grata satisfacción tanto por la parte del estudio aplicado y por la parte de la aplicación del prototipo en las líneas de montaje en la empresa.

Capítulo 2

2. INTRODUCCION

El ser humano siempre intenta realizar trabajos que sobrepasan su capacidad física o intelectual. Algunos ejemplos de esta actitud de superación pueden ser: elevar coches para repararlos, transportar objetos o personas a grandes distancias.

Para solucionar estos grandes retos se inventaron las máquinas: una grúa o una excavadora son máquinas; pero también lo son una bicicleta, sin olvidar tampoco al simple cuchillo o las pinzas de depilar. Todos ellos son máquinas y en común tienen, al menos, una cosa: son inventos humanos cuyo fin es reducir el esfuerzo necesario para realizar un trabajo.

El diseño mecánico es una tarea compleja que requiere muchas habilidades. Es necesario subdividir grandes relaciones en una serie de tareas simples. La complejidad del tema requiere una secuencia en la que las ideas se presentan y se revisan. Primero se aborda la naturaleza del diseño en general, luego el diseño en la ingeniería mecánica en particular. El diseño es un proceso iterativo con muchas fases interactivas. Existen muchos recursos para apoyar al diseñador, entre los que se incluyen muchas fuentes de información y una gran abundancia de herramientas de diseño por computadora. El ingeniero de diseño no sólo necesita desarrollar competencia en su campo, sino que también debe cultivar un fuerte sentido de responsabilidad y ética de trabajo profesional.

2.1 Antecedentes

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. El diseño es un proceso innovador y altamente iterativo. También es un proceso de toma de decisiones. Algunas veces éstas deben tomarse con muy poca información, en otras con apenas la cantidad adecuada y en ocasiones con un exceso de información parcialmente contradictoria. Algunas veces las decisiones se toman de manera tentativa, por

lo cual es conveniente reservarse el derecho de hacer ajustes a medida que se obtengan más datos. Lo importante es que el diseñador en ingeniería debe sentirse personalmente cómodo cuando ejerce la función de toma de decisiones y de resolución de problema⁹.

2.2 Fases e interacciones del proceso de diseño

¿Qué es el proceso de diseño? ¿Cómo comienza? ¿El ingeniero simplemente se sienta en la silla de su escritorio con una hoja de papel en blanco y anota algunas ideas? ¿Qué sucede después? ¿Qué factores influyen o controlan las decisiones que deben tomarse? Por último, ¿cómo termina el proceso de diseño?²⁰.

El proceso completo, de principio a fin, que a menudo se bosqueja como se muestra en la figura 1, comienza con la identificación de una necesidad y la decisión de hacer algo al respecto. Después de muchas iteraciones, termina con la presentación de los planes para satisfacer la necesidad. De acuerdo con la naturaleza de la tarea de diseño, algunas fases de éste pueden repetirse durante la vida del producto, desde la concepción hasta la terminación⁹.

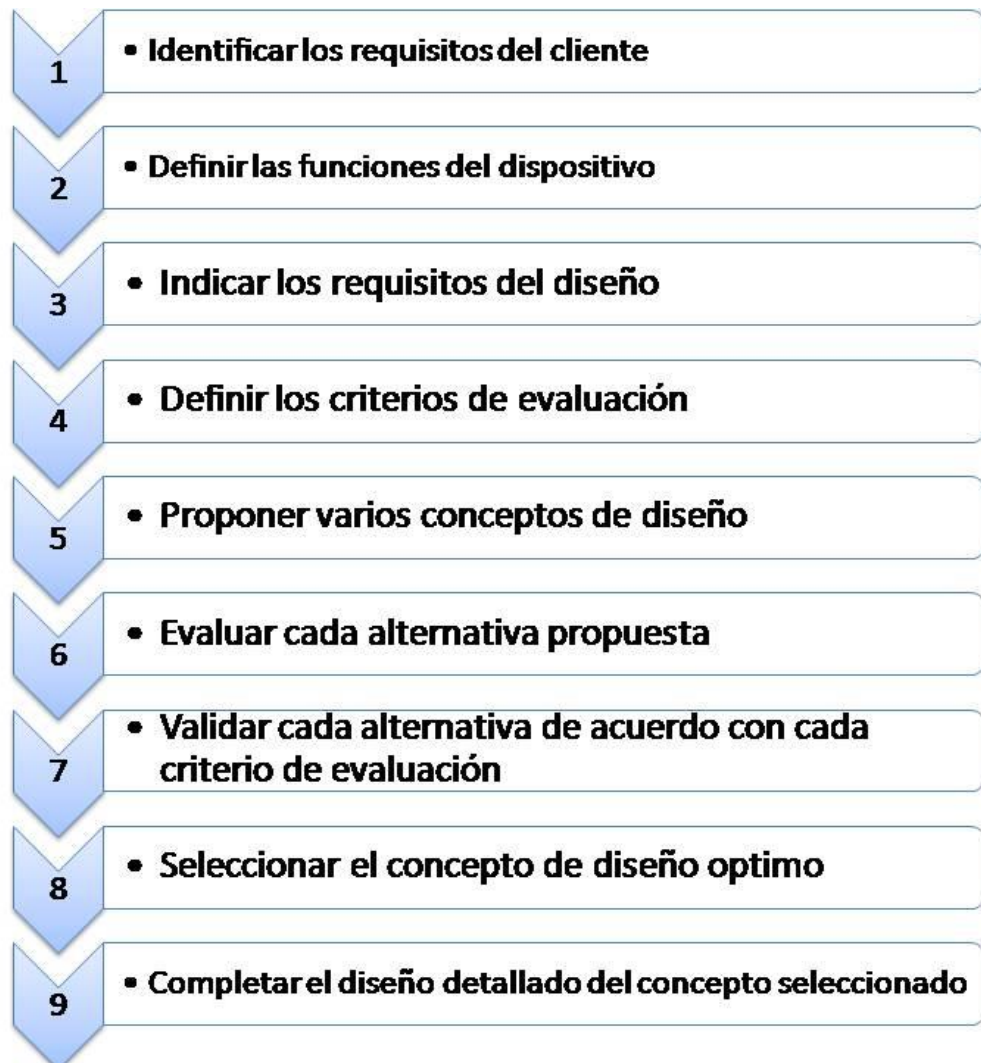


Figure 1. Pasos del proceso de diseño.

2.3 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. A menudo se deben considerar muchas de esas características en una situación de diseño dada. Entre las más importantes se pueden mencionar las que muestra la tabla 1 (no necesariamente en orden de importancia).

Tabla 1. Consideraciones del diseño.

Funcionalidad	Tamaño	Manufacturabilidad
Ruido	Corrosión	Lubricación
Resistencia/esfuerzo	Control	Utilidad
Estilo	Seguridad	Comercialización
Distorsión/deflexión/rigidez	Propiedades térmicas	Costo
Forma	Confiabilidad	Volumen
Desgaste	Superficie	Mantenimiento
Fricción	Peso	Vida

2.4 Herramientas computacionales (software)

El software para el diseño asistido por computadora (CAD) permite el desarrollo de diseños tridimensionales (3-D) a partir de los cuales pueden producirse vistas ortográficas convencionales en dos dimensiones con dimensionamiento automático. Las trayectorias de las herramientas pueden generarse a partir de los modelos 3-D y, en algunos casos, las partes pueden crearse directamente desde una base de datos 3-D mediante el uso de un método para la creación rápida de prototipos y manufactura (estereolitografía) manufactura sin papeles, Otra ventaja de este tipo de base de datos es que permite cálculos rápidos y exactos de ciertas propiedades como la masa, la localización del centro de gravedad y los momentos de inercia de masa. Del mismo modo, pueden obtenerse con facilidad otras propiedades como áreas y distancias entre puntos. Existe una gran cantidad de software de CAD disponible como Aries, AutoCAD, CadKey, I-Deas, Unigraphics, SolidWorks y ProEngineer, sólo por mencionar algunos.¹¹

2.4.1 AutoCAD versión 2010

Autodesk AutoCAD es un software de diseño asistido por computadora utilizado para dibujo 2D y modelado 3D. Actualmente es desarrollado y comercializado por la empresa Autodesk. El nombre AutoCAD surge como creación de la compañía Autodesk, donde Auto hace referencia a la empresa y CAD a dibujo asistido por computadora (por sus siglas en inglés computer assisted drawing), teniendo su primera aparición en 1982. AutoCAD es un software reconocido a nivel internacional por sus amplias capacidades de edición, que hacen posible el dibujo digital de planos de edificios o la recreación de imágenes en 3D; es uno de los programas más usados por arquitectos, ingenieros, diseñadores industriales y otros¹¹.

2.4.2 SolidWorks versión 2014

SolidWorks es un software CAD (diseño asistido por computadora) para modelado mecánico en 3D, desarrollado en la actualidad por SolidWorks Corp., una filial de Dassault Systèmes, S.A. (Suresnes, Francia), para el sistema operativo Microsoft Windows. Su primera versión fue lanzada al mercado en 1995 con el propósito de hacer la tecnología CAD más accesible. El programa permite modelar piezas y conjuntos y extraer de ellos tanto planos técnicos como otro tipo de información necesaria para la producción. Es un programa que funciona con base en las nuevas técnicas de modelado con sistemas CAD. El proceso consiste en traspasar la idea mental del diseñador al sistema CAD, "construyendo virtualmente" la pieza o conjunto. Posteriormente todas las extracciones (planos y ficheros de intercambio) se realizan de manera bastante automatizada.¹¹

2.5 Historia de la ergonomía

La historia de la ergonomía abarca toda la existencia del hombre, pues él, desde sus inicios, se ha valido de sus facultades adaptándose y utilizando los recursos naturales que lo rodeaban para asegurar su supervivencia. Ha tratado de comprender los fenómenos naturales para aplicarlos en la búsqueda de la adaptación de su entorno. Este desarrollo tomo una transición de miles de años, aun así, este proceso lento marco el comienzo de la superioridad del hombre sobre los animales y de una evolución progresiva que lo llevo a los logros y complejidad del presente³.

El hombre descubre que una rama caída puede servirle como arma defensiva y ofensiva contra otros homínidos o animales. Colige que el grosor del garrote para agarrarlo debe acomodarse al tamaño de su mano; además, la longitud es importante, porque si es muy largo tiene menos posibilidades de acción, y si muy corto, el enemigo queda muy cerca; si es pesado se hace difícil de manejar. Todo este proceso de prueba y error pudo tomar milenios, pero finalmente logro un instrumento apropiado ergonómicamente que evoluciono al hacha y a la lanza, en la figura 2 podemos observar el hombre y el garrote en sus inicios de vida⁴.

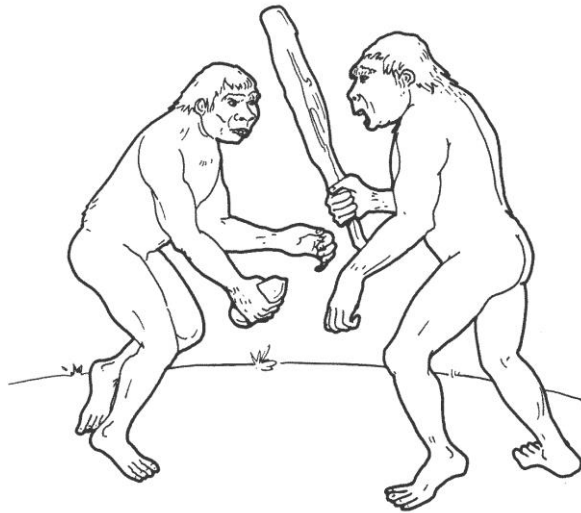


Figure 2. El hombre descubre que una rama caída puede servirle como arma defensiva y ofensiva contra otros homínidos o animales este fue llamado garrote⁴.

2.6 Concepto de ergonomía aplicada

La ergonomía estudia los factores que intervienen en la interrelación hombre-artefacto (operario-maquina), afectados por el entorno. El conjunto se complementa recíprocamente para conseguir el mejor rendimiento; el hombre piensa y acciona, mientras que el objeto se acopla a las cualidades del hombre, tanto en el manejo como en aspecto y comunicación. El objetivo de la ergonomía es dar las pautas que servirán al diseñador para optimizar el trabajo a ejecutar por el conjunto conformado por el operario-artefacto. Se entiende como operario el usuario o persona que manipula el artefacto, y como entorno el medio ambiente físico y social que circunda al conjunto lo podemos observar en la figura 3¹⁵.

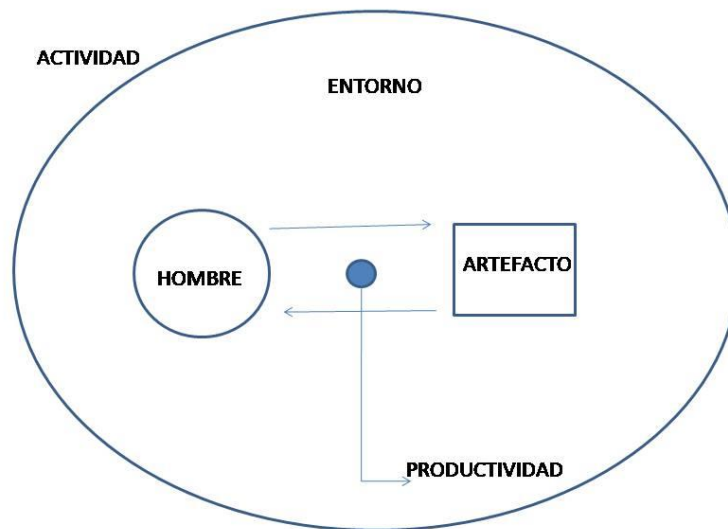


Figure 3. Interrelación hombre- artefacto (operario-maquina), afectados por el entorno.

En tanto que la maquina o artefacto tenga elementos de operación acordes con las cualidades del usuario, así mismo el operario tendrá facilidad de manejo y su rendimiento se optimizara. El entorno afecta tanto al operario como al artefacto, dependiendo de sus sensibilidades y de la magnitud de la motivación, que puede ser física y psicosocial¹⁷.

Todo proyecto de diseño está obligado a usar como herramienta básica para su estudio la ergonomía, que sirve para determinar los factores de influencia y marco de limitantes, cuyos resultados cualitativos y cuantitativos se convierten en los requerimientos y parámetros para el planteamiento de una hipótesis acertada¹⁸.

2.7 Los materiales en la manufactura

La mayor parte de los materiales para ingeniería se clasifican en una de tres categorías básicas como lo son los Metales, Cerámicos, Polímeros y Compuestos, lo podemos observar en el diagrama de Venn, figura 4¹:

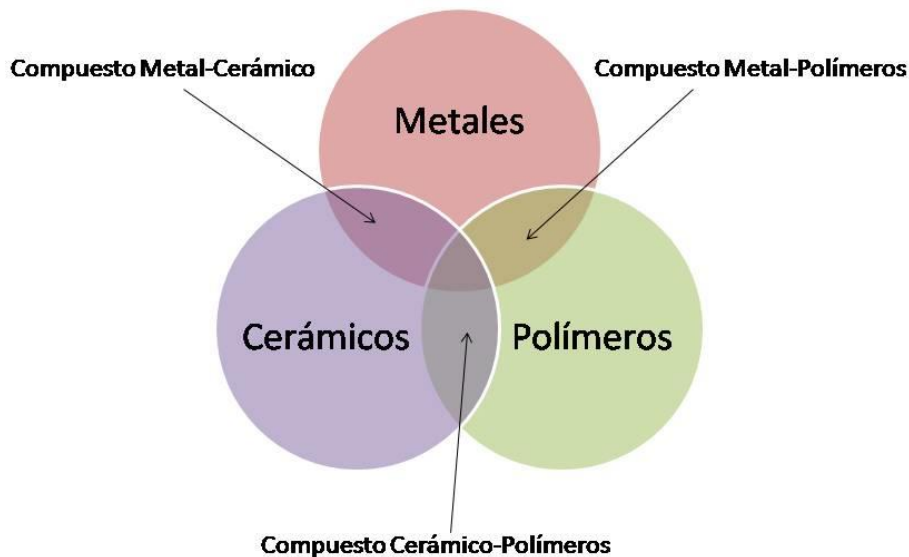


Figure 4. Diagrama de Venn que muestra los tres tipos de materiales básicos más los compuestos¹.

Sus características químicas son diferentes, sus propiedades mecánicas y físicas no se parecen y afectan los procesos de manufactura susceptibles de emplearse para obtener productos de ellos¹.

2.8 Metales

Los metales que se emplean en la manufactura, por lo general son **aleaciones**, que están compuestos de dos o más elementos, con al menos uno en forma metálica. Los metales se dividen en dos grupos básicos ferrosos y no ferrosos¹.

2.8.1 Metales Ferrosos

Los *metales ferrosos* se basan en el hierro: el grupo incluye acero y hierro colado. Dichos metales constituyen el grupo comercial más importante, más de las tres cuartas partes del peso total de los metales de todo el mundo. El hierro

puro tiene un uso comercial limitado, pero cuando se mezcla con carbono tiene más usos y mayor valor comercial que cualquier otro metal. Las aleaciones de hierro y carbono forman acero y hierro colado².

El **acero** se define como una aleación de hierro-carbono que contiene 0.02%-2.11% de carbono. Es la categoría más importante dentro del grupo de metales ferrosos. Es frecuente que su composición incluya otros elementos de la aleación, tales como manganeso, cromo, níquel y molibdeno, para mejorar las propiedades del metal. Las aplicaciones del acero incluyen la construcción (por ejemplo: puentes, vigas tipo I, y clavos), transporte (camiones, rieles y equipo rodante para vía férrea), y productos de consumo (automóviles y aparatos)².

El **hierro colado** es una aleación de fierro y carbono (2%-4%) que se utiliza en el moldeado (sobre todo en el moldeado en arena verde). El silicio también está presente en la aleación (en cantidades que van de 0.5% a 3%), y es frecuente que también se agreguen otros elementos para obtener propiedades deseables en el elemento fundido. El hierro colado se encuentra disponible en distintas formas, de las que la más común es el hierro colado gris; sus aplicaciones incluyen bloques y cabezas para motores de combustión interna¹⁶.

Los aceros son considerados al carbono cuando no se especifica el contenido mínimo de elementos químicos, que incluyen aluminio, cromo, cobalto, columbio, molibdeno, níquel, titanio, tungsteno o vanadio para el efecto de aleación; cuando el mínimo especificado para cobre es 0,40 o menos, y cuando no se exceden los límites para los siguientes elementos: manganeso (1,65%), silicio (0,6%) y cobre (0,6%)¹⁶.

Si la designación del grado de un acero comienza con '1', hay posibilidades de que sea un acero al carbono. Los aceros serie 10XX (donde XX o los últimos dos dígitos representan el promedio o contenido medio de carbono del grado) son grados de carbono plano. Los aceros 11XX son grados resulturizados y aceros de libre mecanizado. Los aceros 12XX, resulturizados y refosforizados son los 'mejores' grados para mecanizado. Los aceros serie 15XX contienen alto manganeso, más de 1%; la serie 13XX tiene aún mayor contenido de manganeso y es la única excepción a la regla de que el "1 es el primer dígito

que significa acero al carbono". Los aceros 13XX (manganeso mayor de 1,6%) son considerados aleaciones¹⁶.

Los grados 1008 (0,08 de carbono medio), 1018 (0,18 de carbono medio) y 1045 (0,45 de carbono medio) son aceros al carbono, pero tienen propiedades significativamente diferentes. El grado 1008 tiene alta ductilidad por su bajo contenido de carbono y es mejor para extrusión y conformado en frío que para mecanizado. El 1018 es un grado común usado para muchas aplicaciones generales, incluida la soldadura, y se selecciona a menudo por su bajo costo. El grado 1045 es seleccionado frecuentemente por su alta resistencia y sus propiedades mecánicas, mientras que su contenido de carbono dificulta que sea soldado sin técnicas especiales; el 1045 es común para ejes y otras partes de transmisión de potencia¹⁶.

2.8.2 Metales no Ferrosos

Los metales no ferrosos incluyen los demás elementos metálicos y sus aleaciones. En casi todos los casos, las aleaciones tienen más importancia comercial que los metales puros. Los metales no ferrosos incluyen los metales puros y aleaciones de aluminio, cobre, oro, magnesio, níquel, plata, estaño, titanio, zinc y otros metales²¹.

Clasificación Se pueden clasificar en tres grupos:

- **Metales no ferrosos pesados:** Son aquellos cuya densidad es igual o mayor a 5 gr/cm³. Se encuentran en este grupo el cobre, el estaño, el plomo, el cinc, el níquel, el cromo y el cobalto²¹.
- **Metales no ferrosos ligeros:** Tienen una densidad comprendida entre 2 y 5 gr/cm³. Los más utilizados son el aluminio y el titanio²¹.
- **Metales no ferrosos ultraligeros:** Su densidad es menor a 5 gr/cm³. Se encuentran en este grupo el berilio y el magnesio, aunque el primero de ellos raramente se encuentra en estado puro, sino como elemento de aleación²¹.

Todos estos metales no ferrosos, están en estado puro, son blandos y poseen una resistencia mecánica bastante reducida. Para mejorar sus propiedades, los metales puros suelen alearse con otros²¹.

2.9 Cerámicos

Un **cerámico** se define como un compuesto que contiene elementos metálicos (o semimetálicos) y no metálicos. Los elementos no metálicos comunes son oxígeno, nitrógeno y carbono. Los cerámicos incluyen una variedad de materiales tradicionales y modernos. Los productos cerámicos tradicionales, algunos de los cuales se han utilizado durante miles de años, incluyen: **arcilla** (se dispone de ella en abundancia, consiste en partículas finas de silicatos de aluminio hidratados y otros minerales que se utilizan en la fabricación de ladrillos, baldosas y vajillas); **sílice** (es la base para casi todos los productos de vidrio); y **alúmina** y **carburo de silicón** (dos materiales abrasivos que se emplean en el rectificado). Los cerámicos modernos incluyen algunos de los materiales anteriores, tales como la **alúmina**, cuyas propiedades se mejoran en varios modos a través de métodos modernos de procesamiento. Los más nuevos incluyen **carburos** —los carburos metálicos tales como el carburo de tungsteno y el de titanio, se emplean mucho como materiales para herramientas de corte—, y los **nitruros** —los nitruros metálicos y semimetálicos como el nitruro de titanio y el de boro, se utilizan como herramientas de corte y abrasivos para rectificar. Con fines de procesamiento, los cerámicos se dividen en 1) cerámicos cristalinos y 2) vidrios. Para cada tipo se requieren diferentes métodos de manufactura. Los cerámicos cristalinos se forman de distintos modos a partir de polvos que después se calientan (a una temperatura inferior del punto de fusión a fin de lograr la unión entre los polvos). Los cerámicos vidriados (vidrio, sobre todo) se mezclan y funden para después formarse en procesos tales como el vidrio soplado tradicional.²²

2.10 Polímeros

Un **polímero** es un compuesto formado por unidades estructurales repetidas denominadas **meros**, cuyos átomos comparten electrones que forman moléculas muy grandes. Por lo general, los polímeros consisten en carbono más uno o más elementos tales como hidrógeno, nitrógeno, oxígeno y cloro. Los polímeros se dividen en tres categorías²⁴:

2.10.1 Los polímeros termoplásticos

Pueden sujetarse a ciclos múltiples de calentamiento y enfriamiento sin que se altere en forma sustancial la estructura molecular del polímero. Los termoplásticos comunes incluyen polietileno, poliestireno, cloruro de polivinilo y nailon²⁵.

2.10.2 Los polímeros termoestables

Sufren una transformación química (curado) hacia una estructura rígida después de haberse enfriado a partir de una condición plástica calentada; de ahí el nombre de “termoestables”. Los miembros de este tipo incluyen los fenoles, resinas amino y epóxicas. Aunque se emplea el nombre “termoestable”, algunos de dichos polímeros se curan por medio de mecanismos distintos del calentamiento¹.

2.10.3 Los elastómeros

Son polímeros que muestran un comportamiento muy elástico; de ahí el nombre de elastómeros. Incluyen el caucho natural, neopreno, silicón y poliuretano.²⁵

2.11 Breve historia de la manufactura

La manufactura se originó entre los años 5000 y 4000 a.C. Es más antigua que la historia registrada. Las marcas y los dibujos en las cuevas o en las rocas primitivas dependían de alguna forma de marcador o brocha, y se empleaba una “pintura” o algún medio para grabar en la roca. Era necesario fabricar herramientas apropiadas para esas aplicaciones. La manufactura de productos que tenían diversos usos específicos comenzó con la producción de artículos de madera, cerámica, piedra y metal. Los materiales y procesos que se utilizaron para dar forma a productos mediante la fundición y el martillado se han desarrollado gradualmente a lo largo de los siglos, usando nuevos materiales y operaciones más complejas, con crecientes capacidades de producción y mayores niveles de calidad. Los primeros materiales utilizados para fabricar utensilios domésticos y objetos ornamentales incluían metales como el oro, cobre e hierro, seguidos de la plata, el plomo, estaño, latón y bronce. La producción de acero (entre los años 600 y 800 d.C.) constituyó un hito importante; desde entonces se ha desarrollado una variedad muy amplia de metales ferrosos y no ferrosos. En la actualidad, los materiales que se emplean en productos avanzados, como computadoras y aeronaves supersónicas, incluyen materiales de ingeniería (desarrollados para ese fin) con propiedades únicas, como cerámicos avanzados, plásticos reforzados, materiales compuestos y nanomateriales⁷.

Hasta antes de la Revolución Industrial, que comenzó en Inglaterra durante la década de 1750, los bienes se producían en lotes y se requería mucha confianza en la mano de obra en todas las fases de la producción. A dicha revolución también se le denomina Primera Revolución Industrial, ya que la segunda comenzó a mediados del siglo XX con el desarrollo de los dispositivos electrónicos de estado sólido y las computadoras. La mecanización moderna comenzó en Inglaterra y el resto de Europa con el desarrollo de la maquinaria textil y de las máquinas herramienta para cortar metales. Esta tecnología se trasladó rápidamente a Estados Unidos, en donde se desarrolló más y se introdujo el importante avance del diseño, la fabricación y el uso de partes intercambiables, creadas por Eli Whitney a principios de 1800. Antes de esta aportación era necesario en gran medida el ajuste a mano, porque no se

podían fabricar dos partes exactamente iguales. Ahora se da por entendido que podemos reemplazar un tornillo roto de cierto tamaño con uno idéntico comprado años después en una ferretería local. Pronto siguieron nuevos desarrollos, cuyos resultados son incontables productos de uso común y sin los cuales hoy no podríamos imaginar nuestra vida⁷.

Al inicio de la década de 1940 se alcanzaron hitos importantes en todos los aspectos de la manufactura. Durante los últimos 100 años, y particularmente durante las últimas tres décadas con el advenimiento de la era de las computadoras, si se compara con el largo periodo transcurrido del año 4000 al año 1 a.C. Aunque los romanos tenían factorías para producir en masa artículos de vidrio, al principio los métodos eran muy primitivos y por lo general muy lentos, con mucha mano de obra en el manejo de partes y en la operación de la maquinaria. Hoy en día, con la ayuda de los *sistemas de manufactura integrados por computadora*, los métodos de producción han avanzado tanto que, por ejemplo, las latas de aluminio para bebidas se manufacturan a velocidades de 500 por minuto, los agujeros en las hojas metálicas se perforan a razón de 800 por minuto y las bombillas se elaboran en cantidades de más de 2000 por minuto⁷.

2.12 Selección de procesos de manufactura

La producción de partes exige una extensa variedad de procesos de manufactura en continua expansión, y por lo general hay más de un método de manufactura para una parte a partir de un material dado. Las categorías de dichos métodos son las siguientes, y se encuentran referidas a las partes correspondientes en el texto e ilustradas con ejemplos para cada una de ellas²³:

2.13 Fundición, moldeado y otros procesos en los que el material inicial es un líquido calentado o semilíquido.

En la figura 5 podemos observar Los procesos de fundición y de moldeado, estos parten de un material al que se ha calentado hasta un estado fluido o semifluido. El proceso consiste en (1) vaciado del fluido en la cavidad de un molde y (2) dejar enfriar el fluido hasta su total solidificación y remoción de molde.²³

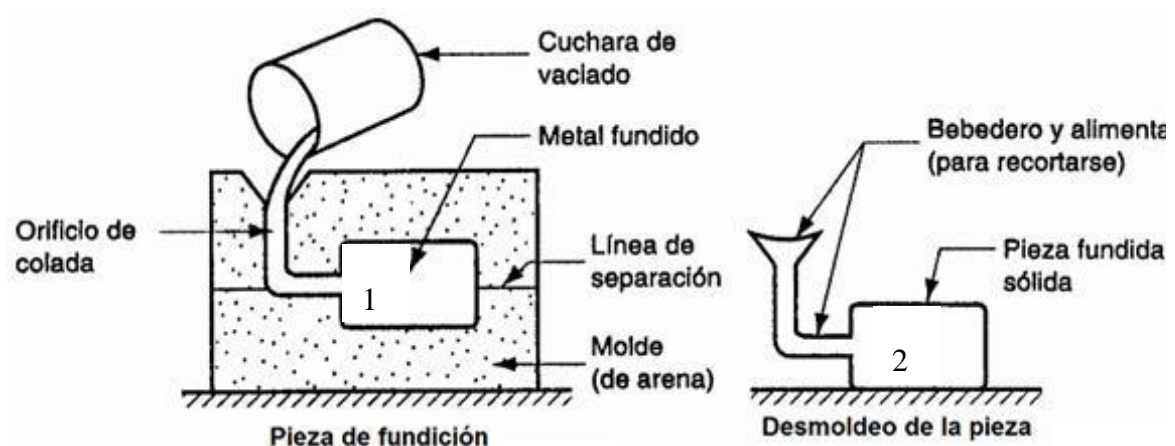


Figure 5 Los procesos de fundición y de moldeado.²⁵

2.14 Procesado de partículas.

El material inicial es un polvo que se forma y calienta para darle una geometría deseada. En la figura 6 podemos observar el Proceso de partículas que son: (1) el material inicial es polvo; el proceso normal consiste en (2) en prensado y (3) sinterizado²⁸.

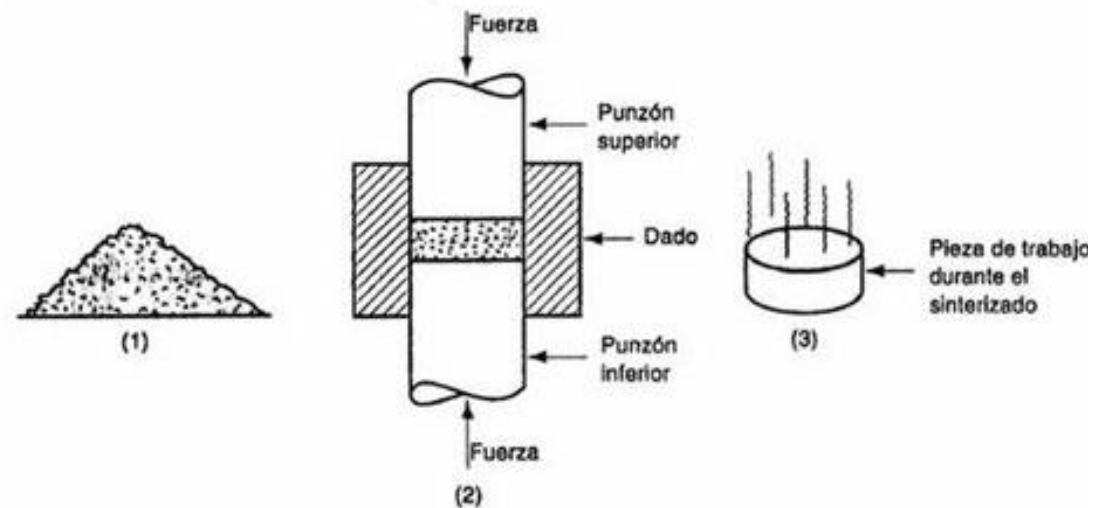


Figure 6. Proceso de partículas²⁵.

2.15 Procesos de deformación

El material inicial es un sólido dúctil (usualmente metal) que se deforma para formar la pieza, en la figura 7 podemos observar Algunos procesos comunes de deformación: (a) forjado, en donde las dos partes de un dado comprimen la pieza de trabajo para que esta adquiera la forma de la cavidad del dado; (b) extrusión, en la cual se fuerza una palanquilla a fluir a través del orificio de un dado, para que tome la forma de la sección transversal del orificio; (c) laminado, en el cual una placa o palanquilla inicial es comprimida entre dos rodillos opuestos para reducir su espesor; y (d) doblado de una chapa metálica. Los símbolos v y f indican movimiento y fuerza aplicada, respectivamente²⁸.

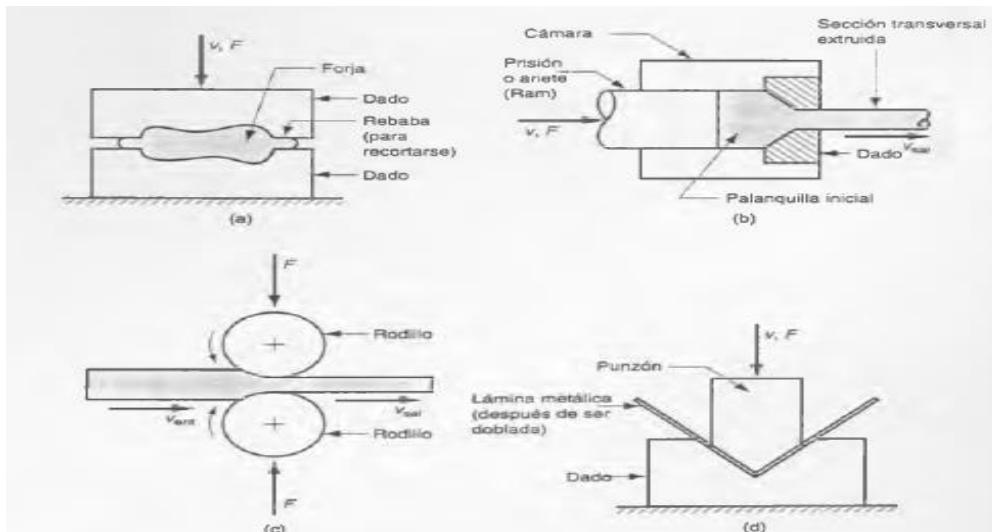


Figure 7. Procesos comunes de deformación³².

2.16 Procesos de remoción de material.

El material inicial es un sólido (dúctil o frágil) del cual se quita material para que la pieza resultante tenga la geometría deseada en la figura 8 podemos observar Operaciones comunes de maquinado: (a) Torneado, en el cual un buril de punta sencillo remueve material de una pieza de trabajo giratoria para reducir su diámetro; (b) Taladrado, en donde una broca rotatoria avanza dentro del material para generar un barreno redondo; (c) Fresado, en el cual se hace avanzar un material de trabajo por medio de un cortador giratorio con filos múltiples³⁶.

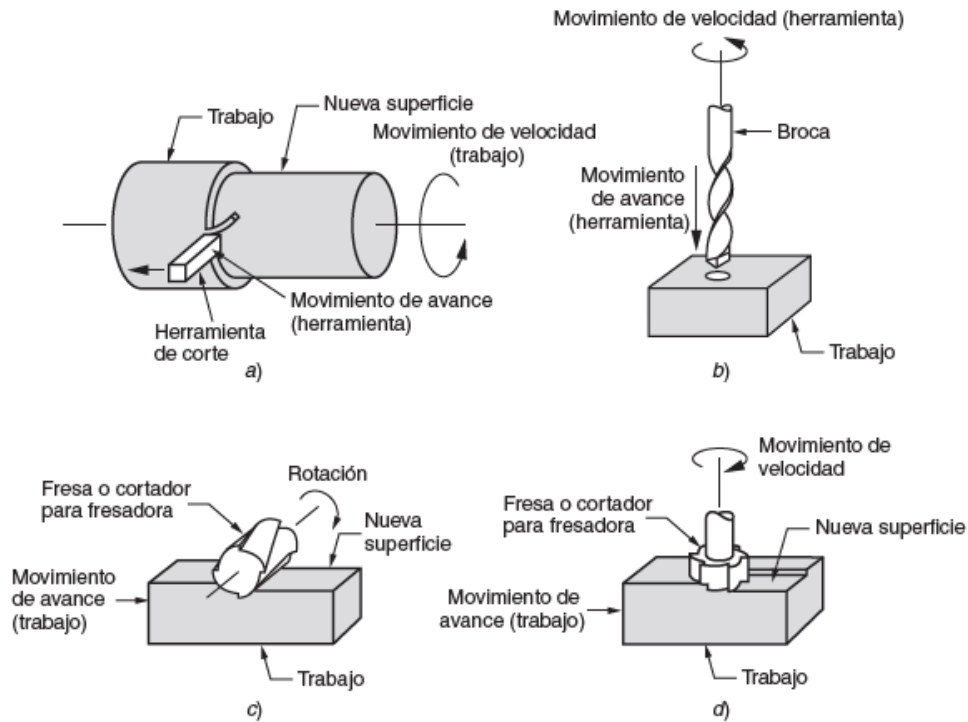


Figure 8. Operaciones comunes de maquinado⁷.

2.17 Proceso de manufactura (máquinas de producción y herramientas)

Para la ejecución de las operaciones de producción se utilizan máquinas y herramientas (así como la mano de obra). El uso extensivo de maquinaria se inició con la revolución industrial, fue en esa época cuando se comenzaron a desarrollar y a usar ampliamente las máquinas cortadoras de metal denominadas máquinas herramienta, es decir, máquinas motorizadas para operar las herramientas de corte anteriormente se manejaban de forma manual. Las máquinas herramienta modernas se describen mediante la misma definición básica, excepto que la fuerza motriz es más bien eléctrica que hidráulica o de vapor y el nivel de presión y automatización es mucho más elevado hoy en día.

2.18 Herramientas de corte

Las herramientas de corte de metales permiten la remoción de metal, pueden ser manuales tales como: arcos de sierra, limas, cinceles y otros; o a través de operaciones de maquinado con las máquinas herramientas tales como: el torno, taladradora, fresadora, rectificadoras, etc., que usan herramientas de corte monofilas, brocas, fresas, muelas abrasivas. Para el maquinado se requiere conocer el material de la herramienta de corte y el material a mecanizar como podemos ver en la Tabla 2^o.

Tabla 2. Máquinas y herramientas más comunes usadas para operaciones de maquinado.

Nº	Operación	Máquina herramienta	Condiciones de Corte
1	Taladrado	Taladro	La velocidad de corte lo da la broca y se elige en función del material de la herramienta de corte, en base a las características del material a mecanizar; el avance lo da la herramienta de corte y es igual a la penetración de la broca por vuelta.
2	Torneado	Torno	La velocidad de corte lo da el material de trabajo y se elige en función del material de la herramienta de corte en base a las características del material a mecanizar; el avance lineal lo da la herramienta y corta en forma de un anillo por revolución, la profundidad es el espesor de viruta antes del arranque.
3	Fresado	Fresadora	La velocidad de corte lo da la fresadora y se elige en función del material de la herramienta de corte, en base a las características del material a mecanizar; el avance lo da el material de trabajo; la profundidad o espesor de viruta lo da la mesa de trabajo.

2.18.1 Arco con segueta

Esta es una herramienta de corte, que se complementa con una segueta intercambiable. Las seguetas de repuesto tienen diferentes números de dientes por pulgada, dependiendo del tipo de material que se requiere cortar, los más usuales son 16, 18 y 24 dientes por pulgada. Se puede cortar diferentes materiales con esta herramienta, pero preferentemente perfil sólido y tubular de metales ferrosos y no ferrosos ver figura 9.²⁹



Figure 9. Arco con Segueta⁸.

2.18.2 Sierra de cinta

Sierras de cinta para corte de metal ver figura 10: Son las que requieren de un refrigerante que vaya suministrándose constantemente sobre la hoja de sierra de cinta, manteniendo a la sierra a baja temperatura e impidiendo, a su vez, un sobrecalentamiento que causaría defectos en los cortes y acortaría el lapso de vida útil de la cuchilla. La falta de refrigeración también produce un corte más lento¹³.



Figure 10. Sierra de cinta¹³.

2.19 Torno

Es la máquina herramienta más usada en la industria, y ha sido utilizada desde la época medieval en el maquinado de maderas, metales, plásticos y todo tipo de materiales. Un torno, como lo podemos observar en a figura 11, es un dispositivo en el cual se hace girar la pieza de trabajo contra una herramienta cortante. A medida que la herramienta cortante se mueve longitudinal y transversalmente respecto al eje de la pieza de trabajo, se genera la forma de la pieza de trabajo²⁹.



Figure 11. Torno Paralelo.

2.20 Torno paralelo

Es una máquina que trabaja en el plano horizontal (X, Y), porque solo tiene estos dos ejes de movimiento, mediante el carro longitudinal que desplaza las herramientas a la pieza y produce torneados cilíndricos, y el carro transversal que se desplaza de forma perpendicular al eje de simetría de la pieza, para realizar la operación denominada refrentado. Este tipo de torno lleva montado un tercer carro, de accionamiento manual y giratorio, conocido como “Charriot” o auxiliar superior, montado sobre el carro transversal, con el cual, inclinado a los grados necesarios, es posible mecanizar conos. Lo característico de este tipo de torno es que se pueden realizar en él mismo, todo tipo de tareas propias del torneado, ya sea taladrado, cilindrado, refrentado, roscado, conos, ranurado, escariado y moleteado entre otros; mediante diferentes tipos de herramientas y útiles intercambiables con formas variadas que se le pueden ir acoplando. En la figura 12 podemos identificar las partes del torno²⁶.

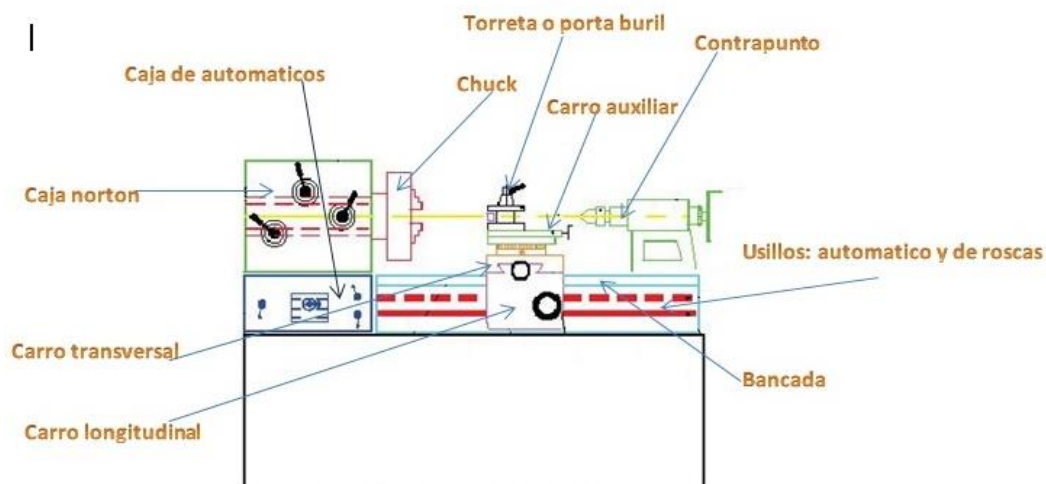


Figure 12. Esquema de torno paralelo.

2.20.1 Bancada

Sirve de soporte y guía para las otras partes del torno. Está construida de fundición de hierro gris, hueca para permitir el desahogo de virutas y líquidos refrigerantes, pero con nervaduras interiores para mantener su rigidez. En su parte superior lleva unas guías de perfil especial, para evitar vibraciones, por las que se desplazan el cabezal móvil o contrapunta y el carro portaherramientas principal. Estas pueden ser postizas de acero templado y rectificadas, en la figura 13 podemos observar un perfil de bancada³³.

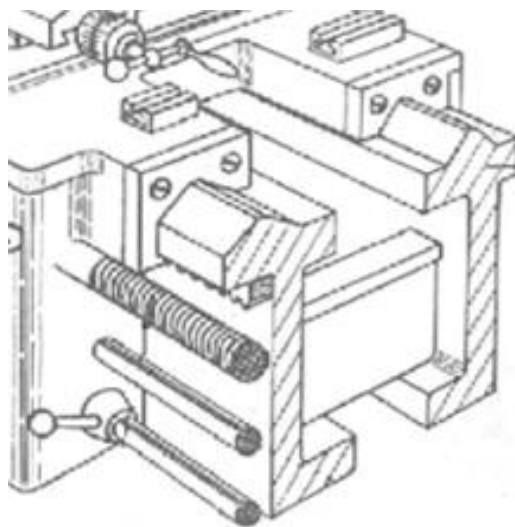


Figure 13. Detalle del perfil de una bancada³³.

2.20.2 Cabezal fijo

Es una caja de fundición ubicada en el extremo izquierdo del torno, sobre la bancada. Contiene los engranajes o poleas que impulsan la pieza de trabajo y las unidades de avance. Incluye el motor, el husillo, el selector de velocidad, el selector de unidad de avance (también llamado Caja Norton) y el selector de sentido de avance. Además sirve para soporte y rotación de la pieza de trabajo que se apoya en el husillo. El husillo, o eje del torno, es una pieza de acero templado cuya función es sostener en un extremo el dispositivo de amarre de la pieza (plato, pinza) y en su parte media tiene montadas las poleas que reciben

el movimiento de rotación del motor. Es hueco, para permitir el torneado de piezas largas como lo podemos observar en la figura 14, su extremo derecho es cónico (cono Morse) para recibir puntos, lo podemos observar en la figura 15³³.



Figure 14. Cabezal fijo.



Figure 15. Vista lateral (Caja Norton).

Ningún cambio en las velocidades de este cabezal se puede realizar con la máquina en marcha ya que se corre con el riesgo de rotura de engranajes. Si algún cambio se resiste a entrar, mover con la mano el plato hasta que lo coloquemos en posición adecuada al cambio. Sobre el cabezal no se deben colocar elementos que puedan rodar o deslizarse por la vibración, el cambio de velocidades se realiza con los elementos de la figura 15.³³

2.20.3 Contrapunta o cabezal móvil

La contrapunta es el elemento que se utiliza para servir de apoyo y poder colocar las piezas que son torneadas entre puntos, así como para recibir otros elementos tales como mandriles porta brocas o brocas para hacer taladrados en el centro de las piezas. Esta contrapunta puede moverse y fijarse en diversas posiciones a lo largo de la bancada, en la figura 16 se muestra un cabezal móvil³⁴.



Figure 16. Cabezal móvil o Contrapunto.

2.20.4 Carro Longitudinal

Que produce el movimiento de avance, desplazándose en forma manual o automática paralelamente al eje del torno. Se mueve a lo largo de la bancada, sobre la cual apoya³⁴.

2.20.5 Carro Transversal

Se mueve perpendicular al eje del torno de manera manual o automática, determinando la profundidad de pasada. Este está colocado sobre el carro longitudinal. En los tornos paralelos hay además un Carro Superior orientable (llamado Charriot), formado a su vez por dos piezas: la base, y el porta herramientas lo podemos observar en la figura 17. Su base está apoyada sobre una plataforma giratoria para orientarlo en cualquier dirección angular. El dispositivo donde se coloca la herramienta, denominado Torre Porta herramientas, puede ser de cuatro posiciones, o torreta regulable en altura. Todo el conjunto, se apoya en una caja de fundición llamada Delantal, que tiene por finalidad contener en su interior los dispositivos que le transmiten los movimientos a los carros, en la figura 18 se señalizan todas las partes mencionadas¹³.

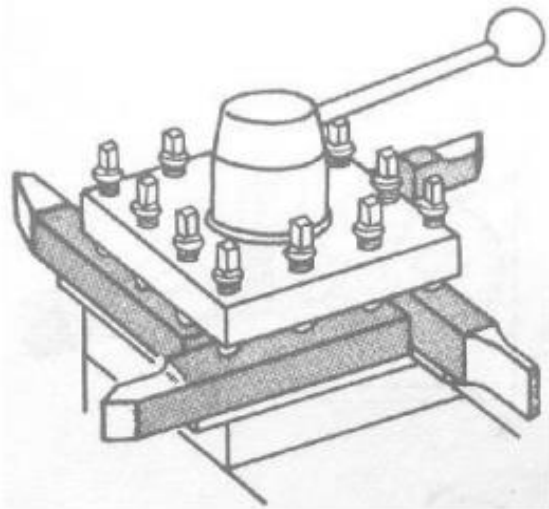


Figure 17. Torre porta herramienta de 4 posiciones¹³.

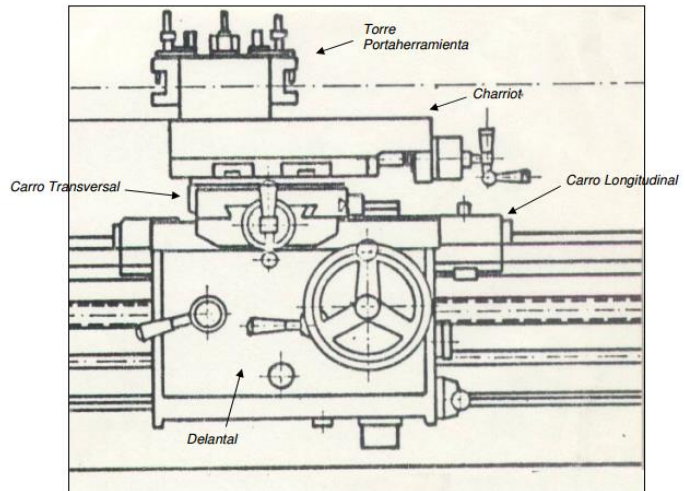


Figure 18. Caja de función¹³.

2.20.6 Accesorios para torno

Dentro de las piezas del torno también necesitamos algunos accesorios para poderlo utilizar estos son los que se usaron para este trabajo⁸.

2.20.7 Platos universales

Los mismos sirven para sujetar la pieza durante el mecanizado, en la figura 19 se puede observar un plato de tres mordazas y los elementos que lo componen tuercas, tornillos, llave y mordazas. Los platos de tres mordazas se utilizan para piezas cilíndricas o con un número de caras laterales múltiplo de tres. Los mismos cierran o abren simultáneamente sus mordazas por medio de una llave de ajuste. Pueden tener un juego de mordazas invertidas, para piezas de diámetros grandes, y un juego de mordazas blandas, para materiales blandos o cuando no se quieren lastimar las piezas durante su agarre²⁹.



Figure 19. Elementos para Plato de tres mordazas ²⁹.

2.20.8 Puntos

Se emplea para sujetar los extremos libres de las piezas de longitud considerable. Los mismos pueden ser fijos en cuyo caso deben mantener su punta constantemente lubricada, o giratorios, los cuales no necesitan la lubricación, ya que cuentan en el interior de su cabeza con un juego de dos baleros que le permiten clavar y mantener fija su cola, mientras su punta gira a la misma velocidad de la pieza con la que está en contacto, ejemplo en la figura 20²⁶.

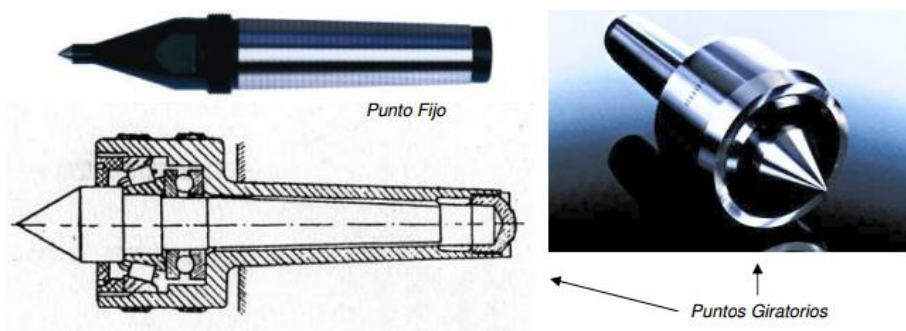


Figure 20. Estructura de puntos fijos y puntos giratorios.²⁶

2.20.9 Insertos

Las plaquitas de corte que empleamos en el mecanizado de metales, están constituidas fundamentalmente por carburo de tungsteno y cobalto, incluyendo además carburo de titanio, de Tántalo, de nobio, de cromo, de molibdeno y de vanadio. Algunas calidades incluyen carbonitruro de titanio y/o de níquel. Como lo muestra la figura 21.³⁵



Figure 21. Insertos están constituidas fundamentalmente por carburo de tungsteno y cobalto.³⁵

2.20.10 Porta inserto

La forma, el tamaño y la calidad de la plaquita, están supeditados al material de la pieza y el tipo de mecanizado que voy a realizar. Los mismos, cuenta en su cara superior con surcos llamados rompe virutas, con la finalidad de evitar la formación de virutas largas.

Este punto es de vital importancia, junto con la sujeción del porta inserto, como podemos observar en la figura 22, ya que determinará la correcta estabilidad de la plaquita que está sometida a los esfuerzos del mecanizado. El tamaño y la forma del inserto, más el ángulo de posición definen el porta plaquitas correspondiente como lo podemos observar en la imagen. Esta selección también debe garantizar que no entorpezca el libre flujo de virutas, la mayor versatilidad posible y el mínimo de mantenimiento. También es importante el tamaño del porta plaquitas. Generalmente, se selecciona el mayor tamaño posible, proporcionando la base más rígida para el filo y se evita el voladizo que provocaría vibraciones.³⁵

2.21 Manufactura en torno paralelo

Para realizar las remociones de material en el torno tenemos que considerar los siguientes puntos que se trataran a continuación.

2.21.1 Montaje en el aire

Cuando la pieza es de poca longitud como en la figura 22, de manera que no sobresale demasiado suspendida del extremo del husillo, y su peso no es considerable, utilizamos este montaje. En el mismo, la pieza se sujeta en uno solo de sus extremos, quedando el otro suspendido sobre la bancada para poder mecanizarla. Los dispositivos de amarre son el plato universal de tres mordazas, el plato de cuatro mordazas o la pinza de apriete³⁷.

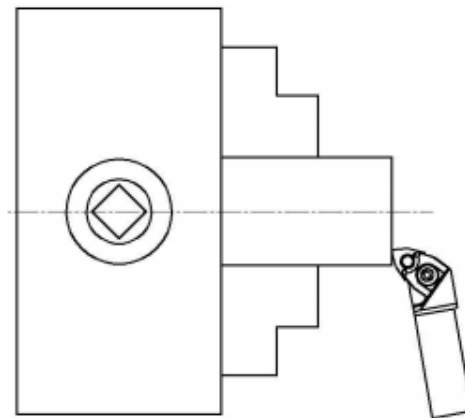


Figure 22. Pieza montada al aire en el plato de tres mordazas.³⁷

2.21.2 Montaje entre plato y contrapunta

En el caso de piezas delgadas o de longitud considerable, no es recomendable que quede un extremo suspendido, por lo cual se emplea este montaje como lo muestra la figura 23. En este, un extremo queda tomado al plato, y el opuesto se apoya en un punto colocado en la contrapunta. Previamente, en la pieza se le efectúa una perforación especial efectuada por una mecha de centrar, que le realiza una cavidad cónica de 60° en la cual apoya el punto³⁷.

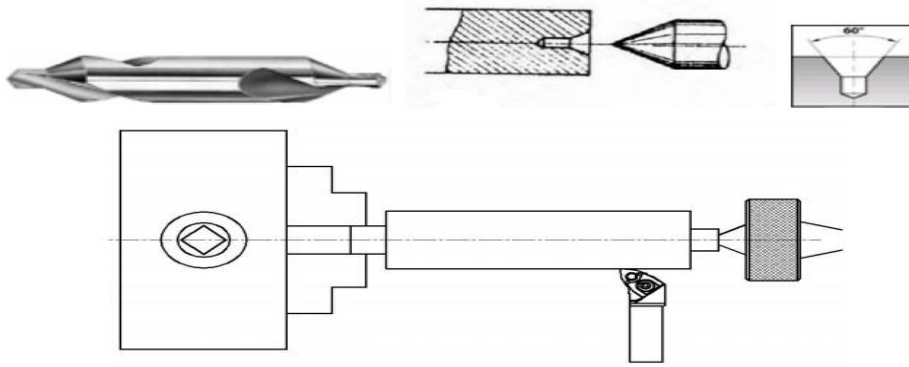


Figure 23. Pieza montada en plato de tres mordazas con punto³⁷.

2.22 Movimientos de trabajo

- **De Avance:** Generalmente paralelo al eje de la pieza, es quien define el perfil de revolución a mecanizar ver figura 24.³⁸
- **De Penetración:** Perpendicular al anterior, es quien determina la sección o profundidad de viruta a extraer.³⁸

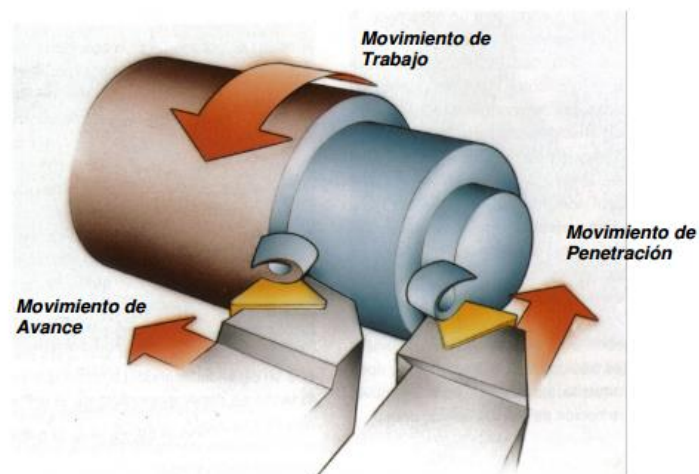


Figure 24. Movimientos de trabajo.³⁸

2.23 Tipos de Mecanizado

En el torno, los mecanizados que podemos conseguir son siempre de volúmenes de revolución. Cilindros, conos, perforados en el eje, ranuras laterales, roscas y tornados interiores. Debemos considerar, como primera medida que, que la herramienta debe estar perfectamente centrada, admitiéndose, en algunas operaciones, que se encuentre levemente por arriba del centro de la pieza. Para centrar la punta de la herramienta en altura, podemos usar como referencia un punto colocado en la contrapunta, un calibre con la medida previamente calculada de la altura del eje sobre la bancada, o haciendo tangencia en el frente del material girando. En este caso, podemos observar si la punta cortante de la herramienta se encuentra a la misma altura que el centro de la pieza.³⁴

2.23.1 Frentado o desbaste frontal

Tienen lugar limpiando el frente de la pieza como en la figura 25. El cuerpo de la herramienta y el filo principal de corte, deben formar un ángulo pequeño contra la cara a mecanizar. Para la mejor formación de viruta, es conveniente elegir siempre una dirección del corte que proporcione un ángulo lo más cercano a 90° como sea posible (se debe evitar que el ángulo de entrada sea muy pequeño). Una mejor formación de la viruta se puede alcanzar con una dirección de avance hacia el eje que también reduce al mínimo el riesgo de la vibración.³⁸

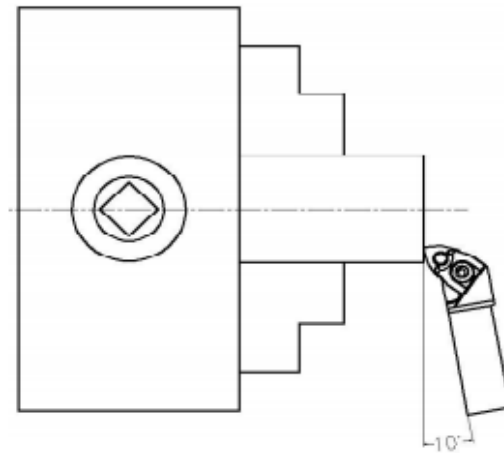


Figure 25. Desbaste frontal.³⁸

2.23.2 Desbaste lateral o cilindrado

Se consigue mecanizando la cara lateral de la pieza como en la figura 26, con movimientos de penetración perpendiculares al eje de la misma, por medio del carro transversal; y con movimiento de avance paralelo al eje, por medio del carro longitudinal. Para un mejor desprendimiento de la viruta, se recomienda en la mayoría de los casos que el ángulo que forme el filo de corte con la superficie de la pieza, sea levemente mayor a 90° (92° - 93°). Esto lo podemos conseguir si posicionamos el porta insertos perpendicular al eje del torno, ya que entre el cuerpo del porta y el apoyo del inserto encontramos esos 2 o 3 grados de diferencia.³⁴

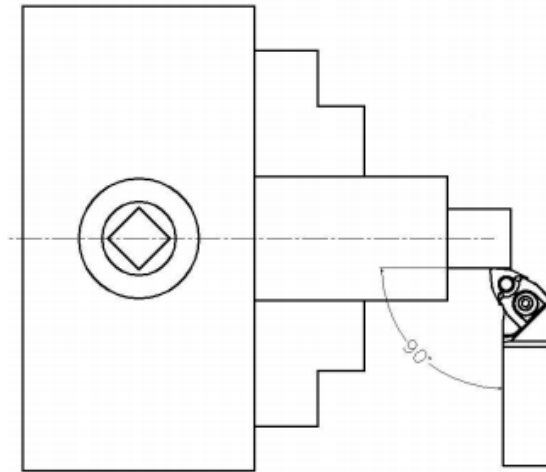


Figure 26. Desbaste lateral.³⁴

2.24 Factores de corte

Estos datos de corte corresponden a la relación material de la pieza – material de la herramienta ver figura 27.

Y tenemos estas ecuaciones para poder calcular la velocidad de corte en m/min (ecuación 1) y para la velocidad del husillo en RPM (ecuación 2)⁸.

$$V_c = \frac{\pi \times D_c \times n}{1000} \quad \text{Ecuación 1}^8$$

$V_c = \text{velocidad de corte m/min}$

$n = \text{revoluciones/min}$

$V_c = \text{velocidad de corte m/min}$

$D_c = \text{Diámetro mm}$

$$n = \frac{V_c \times 1000}{\pi \times D_c} \text{ Ecuación 2}^8$$

n = velocidad del husillo revoluciones/min

V_c = velocidad de corte m/min

D_c = Diámetro mm

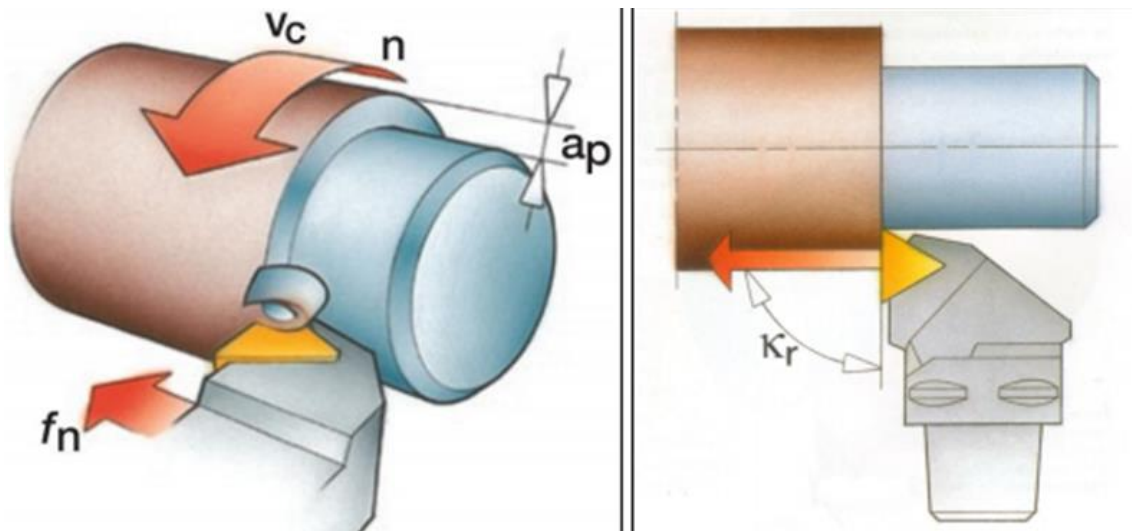


Figure 27. Factores de corte en el torno paralelo³⁸.

1. **La Velocidad de Corte (V_c) [m/minuto]:** O también llamada velocidad tangencial, es la velocidad que el material (viruta) tiene sobre la superficie de la herramienta (plaquita)⁸.
2. **El Avance (f_n) [mm/revolución]:** Es la velocidad de la herramienta en relación a la pieza que está girando. Podríamos decir que es la velocidad de avance del carro. Es de vital importancia para la correcta formación de la viruta, y la terminación superficial de la pieza⁸.
3. **La Profundidad de Pasada (a_p) [mm]:** Es la semi-diferencia entre el diámetro sin cortar y el cortado⁸.

$$a_p = \frac{\text{diámetro no mecanizado} - \text{diámetro mecanizado}}{2} \text{ Ecuación 3}^8$$

2.25 Ranurado

Es la operación en la cual una herramienta de perfil delgado, penetra en la pieza perpendicularmente a su eje como podemos observar en la figura 28. La dirección de avance de corte es coincidente con la de penetración, salvo en los casos en los cuales la ranura a cortar sea de mayor ancho que la herramienta de corte, en los cuales se desplazará paralela al eje del material. En estos casos, debe tenerse especial cuidado en el mecanizado, ya que la herramienta está diseñada con un filo de corte principal con el cual ataca la pieza, y trabajarla lateralmente someterá al inserto a esfuerzos adicionales. Si el inserto y el porta insertos lo permiten, la herramienta puede llegar al centro de la pieza, cortando el material (operación de tronzado)¹³.

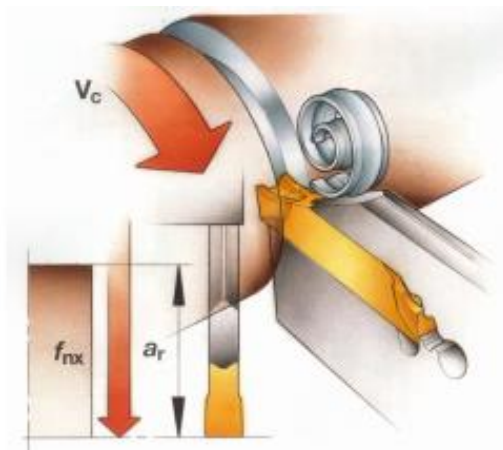


Figure 28. Ranurado de pieza con herramienta de perfil delgado¹³.

2.26 Perforados

Este mecanizado se efectúa en la cara frontal de la pieza como en la figura 29, coincidiendo con la dirección de su eje. Lo efectuamos haciendo girar el plato con el material, y penetrando con un útil de corte en su eje. Esta herramienta de corte puede ser una broca (mecha) colocada en un porta brocas (mandril). Este dispositivo se clava en el agujero cónico del manguito, y se introduce por medio del volante de la, manteniendo bloqueada la misma sobre la bancada³⁵.

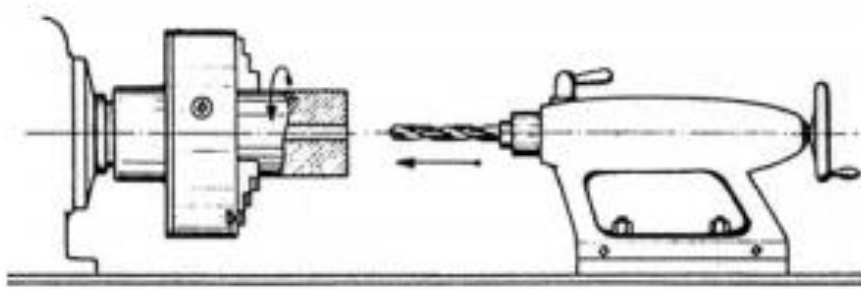


Figure 29. Operación del Barrenado³⁵.

2.26.1 Broca

Es una pieza metálica de corte que crea orificios en diversos materiales cuando se coloca en una herramienta mecánica como taladro u otra máquina. Su función es formar un orificio o cavidad cilíndrica³⁵.

2.26.2 Tipos de brocas

El utilizar la broca adecuada a cada material es imprescindible no solo para que el trabajo sea más fácil y con mejor resultado, sino incluso para que pueda hacerse. Por ejemplo, con una broca de pared o de madera, jamás podremos taladrar metal, aunque sin embargo, con una de metal podremos taladrar madera pero no pared. Pero en cualquier caso, lo más conveniente es utilizar siempre la broca apropiada a cada material.

En cuanto a calidades, existen muchas calidades para un determinado tipo de broca según el método de fabricación y el material del que esté hecha. La calidad de la broca influirá en el resultado y precisión del taladro y en la duración de la misma. Por tanto es aconsejable utilizar siempre brocas de calidad, sobre todo en las de mucho uso (de pared, por ejemplo) o cuando necesitemos especial precisión.

Los principales tipos de brocas para aficionados al bricolaje son los siguientes:

Brocas para metales, figura 30: Sirven para taladrar metal y algunos otros materiales como plásticos por ejemplo, e incluso madera cuando no requiramos de especial precisión. Están hechas de acero rápido (HSS), aunque la calidad varía según la aleación y según el método y calidad de fabricación²⁹.



Figure 30. Broca para metales.

Existen principalmente las siguientes calidades:

- HSS LAMINADA. Es la más económica de las brocas de metal. Es de uso general en metales y plásticos en los que no se requiera precisión. No es de gran duración³³.
- HSS RECTIFICADA. Es una broca de mayor precisión, indicada para todo tipo de metales semiduros (hasta 80 Kg/mm²) incluyendo fundición, aluminio, cobre, latón, plásticos, etc. Tiene gran duración³³.
- HSS TITANIO RECTIFICADA. Están recubiertas de una aleación de titanio que permite taladrar todo tipo de metales con la máxima precisión, incluyendo materiales difíciles como el acero inoxidable. Se puede aumentar la velocidad de corte y son de extraordinaria duración. Se pueden utilizar en máquinas de gran producción pero necesitan refrigeración²⁶.
- HSS COBALTO RECTIFICADA. Son las brocas de máxima calidad, y están recomendadas para taladrar metales de todo tipo incluyendo los muy duros (hasta 120 Kg/mm²) y los aceros inoxidables. Tienen una especial resistencia a la temperatura, de forma que se pueden utilizar sin refrigerante y a altas velocidades de corte²⁶.

Brocas multiuso o universales, figura 31: Se utilizan exclusivamente sin percusión y valen para taladrar madera, metal, plásticos y materiales de obra. Si la broca es de calidad, es la mejor para taladrar cualquier material de obra, especialmente si es muy duro (gres, piedra) o frágil (azulejos, mármol). Taladrarán los materiales de obra cortando el material y no rompiéndolo como las brocas convencionales que utilizan percusión, por lo que se pueden utilizar sin problemas incluso con taladros sin cable aunque no sean muy potentes²⁶.



Figure 31. Broca multiuso o universales.

Broca de centro: Broca de diseño especial empleada para realizar los puntos de centrado de un eje para facilitar su torneado o rectificado, su forma es como lo muestra la figura 32.²⁶



Figure 32. Broca de centrar.

2.27 Tarrajado y machuelado

El tarrajado y machuelado de una pieza de trabajo montada en un mandril es un medio rápido y exacto para producir roscas externas e internas respectivamente. El tarrajado consiste en hacer pasar la pieza de trabajo por una herramienta llamada tarraja que tiene gravada una rosca de determinado paso y diámetro en su interior; para que esta tome en su contorno la forma deseada y así conformar roscas externas ver figura 33. El machuelado sirve

para hacer roscas internas, enfrentando la pieza de trabajo al machuelo con el paso y diámetro deseado, para que este quede impreso en el interior de la pieza²⁹.

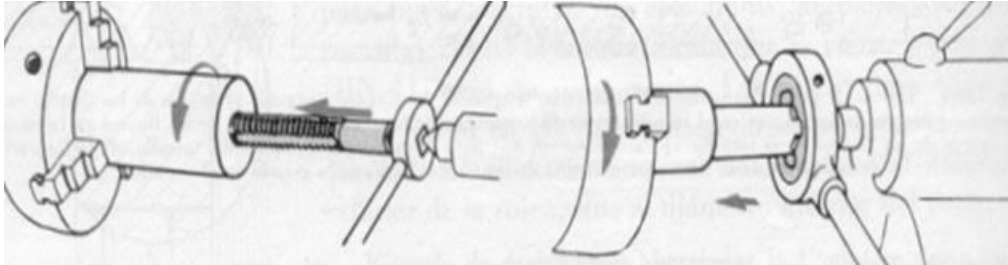


Figure 33. Machuelo y tarraja.²⁹

2.28 Fresadora

Es una máquina herramienta utilizada para realizar mecanizado por arranque de viruta mediante el movimiento de una herramienta rotativa de varios filos de corte denominada fresa. En las fresadoras tradicionales, la herramienta o fresa gira en una posición fija y el desbastado se realiza acercando la pieza a la herramienta ver figura 34. La fresadora se emplea para realizar trabajos en superficies planas o perfiles irregulares, pudiendo también utilizarse para tallar engranajes y roscas, taladrar y mandrilar agujeros, ranuras, chaveteros y graduar con precisión medidas regularmente espaciadas⁷.



Figure 34. Fresadora vertical.

En las máquinas de fresar usadas en los talleres de construcciones Mecánicas, podemos distinguir las siguientes partes:



Figure 35. Partes de la fresadora.

1. Bastidor.- Es una especie de cajón de fundición, de base reforzada y generalmente, rectangular. Por medio del bastidor se apoya la máquina en el suelo. Es el sostén de los demás órganos de la freidora²³.
2. Husillo.- Es uno de los elementos esenciales de la máquina, puesto que es el que sirve de soporte a la herramienta y le da movimiento. El husillo recibe el movimiento a través de la caja de velocidades, que a su vez es movido por el motor²³.
3. Caja de velocidades del husillo.- Tiene una serie de engranajes que pueden acoplarse según diferentes relaciones de transmisión. Esto permite una extensa gama de velocidades del husillo principal. El accionamiento de esta caja es independiente del que efectúa la caja de avances¹³.
4. Mesa longitudinal.- Es el punto de apoyo de las piezas que van a ser trabajadas. Estas piezas se pueden montar directamente o por medio de accesorios de fijación. La mesa tiene ranuras en forma de T para alojar los tornillos de fijación¹³.
5. Carro transversal.- Es una pieza de fundición de forma rectangular, en cuya parte superior se desliza y gira la mesa en un plano horizontal. En la base inferior está ensamblado a la consola, sobre la que se desliza manualmente por medio de tuerca y tornillo, o automáticamente, por medio de cajas de avance. Se puede inmovilizar¹³.
6. Caja de avances.- Es un mecanismo construido por una serie de engranajes ubicados en el interior del bastidor. Recibe el movimiento directamente del accionamiento principal de la máquina. Se pueden establecer diferentes velocidades de avance. El enlace del mecanismo con el husillo de la mesa se realiza a través de un eje extensible de articulaciones cardán. En algunas fresadoras, la caja de velocidades de los avances está ubicada en la consola con un motor especial e independiente del accionamiento principal de la máquina³³.

2.29 Elementos de fijación.

Para comenzar el proceso de fresado, el elemento o material a trabajar debe estar correctamente sujeto a la máquina, para ello se usan una o varias de las siguientes piezas de fijación²⁶.

2.29.1 Prensa.

Es un accesorio de dos mandíbulas, una fija y la otra móvil. Esta última se desliza sobre una guía por medio de un tornillo y una tuerca movida por una manija como lo muestra la figura 36.²⁶



Figure 36. Prensa de fresadora.

2.30 Metrología.

La percepción inicial de **metrología** deriva de su etimología: del griego metros medida y logos tratado. Concepto que debe ser casi tan antiguo como el ser humano: “tengo nada”, “tengo algo”, “tengo mucho”; expresiones que reflejan una comparación muy primitiva pero que perdura en la raza humana bajo muchos aspectos, al punto que actualmente podemos decir que **metrología es la ciencia de las mediciones** y que medir es comparar con algo (**unidad**) que se toma como base de comparación⁶.

Las ocasiones de medir las tuvo el humano primitivo con las nociones de: **cerca lejos, rápido-lento, liviano-pesado, claro-oscuro, duro-suave, frío-caliente, silencio-ruído**. Originalmente estas percepciones fueron individuales

pero con el correr de las experiencias y la vida en común surgieron las comparaciones entre las personas y en el transcurso de los milenios se han desarrollado bases de comparación generalmente aceptadas¹⁴.

Con esos antecedentes y después de una buena cantidad de milenios, es fácil pensar en las bases para comparar las apreciaciones personales - dicho en buena lengua romance: en las **medidas** y sus **unidades**.¹⁹

Para mencionar algunas de las medidas y unidades básicas podemos citar:

Tabla 3. Medidas y unidades básicas.

MEDIDA	UNIDAD
Longitud	Metro
Masa	Kilogramo
Tiempo	Segundo
Temperatura	Kelvin
Intensidad Luminosa	Candela
Corriente Eléctrica	Ampere
Cantidad de Substancia	Mol

2.31 Qué se mide y cómo

Las unidades del Sistema Internacional de Unidades, **SI**, son establecidas por la Conferencia General de Pesas y Medidas (**CGPM**) bajo cuya autoridad funciona la Oficina Internacional de Pesas y Medidas (**BIPM** - Bureau International des Poids et Mesures) con sede en Francia. En los párrafos siguientes, las definiciones internacionales de las unidades son las publicadas

por el BIPM, actualizadas al mes de enero del 2000. La CGPM decidió establecer el SI, basado en siete unidades bien definidas. Estas son las llamadas unidades de base que se listan en la tabla 3¹⁴.

2.32 Calibrador vernier

El calibrador vernier, también denominado cartabón de corredera o pie de rey, es un instrumento para medir dimensiones de objetos relativamente pequeños, desde centímetros hasta fracciones de milímetros ($1/10$ de milímetro, $1/20$ de milímetro, $1/50$ de milímetro). En la escala de las pulgadas tiene divisiones equivalentes a $1/16$ de pulgada, y, en su nonio, de $1/128$ de pulgadas. Consta de una "regla" con una escuadra en un extremo, sobre la cual se desliza otra destinada a indicar la medida en una escala. Permite apreciar longitudes de $1/10$, $1/20$ y $1/50$ de milímetro utilizando el nonio. Mediante piezas especiales en la parte superior y en su extremo, permite medir dimensiones internas y profundidades⁶.

Posee dos escalas: la inferior milimétrica y la superior en pulgadas como lo muestra la figura 37.

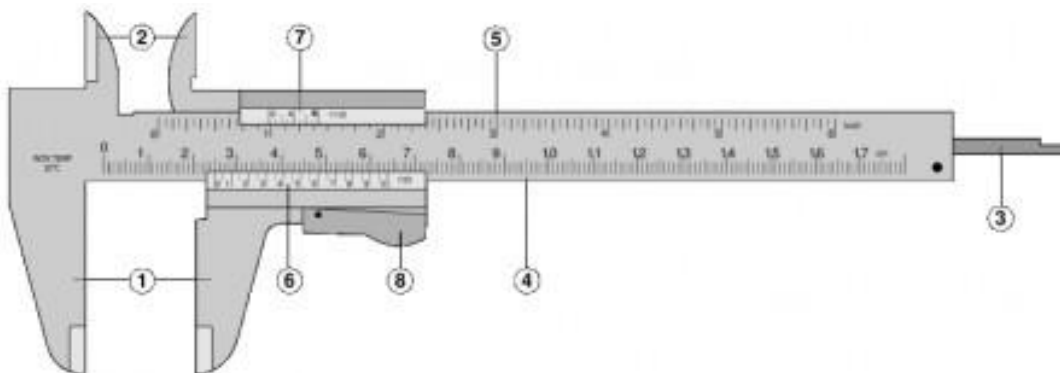


Figure 37. Calibrador vernier.⁶

Sus componentes son:

1. Mordazas para medidas externas.
2. Mordazas para medidas internas.
3. Coliza para medida de profundidades.
4. Escala con divisiones en centímetros y milímetros.
5. Escala con divisiones en pulgadas y fracciones de pulgada.

6. Nonio para la lectura de las fracciones de milímetros en que esté dividido.
7. Nonio para la lectura de las fracciones de pulgada en que esté dividido.
8. Botón de deslizamiento y freno

2.33 Micrómetro.

El **micrómetro** (del griego *micros*, pequeño, y *metros*, medición), también llamado **Tornillo de Palmer**, es un instrumento de medición cuyo funcionamiento está basado en el tornillo micrométrico y que sirve para medir las dimensiones de un objeto con alta precisión, del orden de centésimas de milímetros (0,01 mm) y de milésimas de milímetros (0,001mm). Para ello cuenta con 2 puntas que se aproximan entre sí mediante un tornillo de rosca fina, el cual tiene grabado en su contorno una escala. La escala puede incluir un nonio. La máxima longitud de medida del micrómetro de exteriores es de 25 mm, por lo que es necesario disponer de un micrómetro para cada campo de medidas que se quieran tomar (0-25 mm), (25-50 mm), (50-75 mm), etc. Frecuentemente el micrómetro también incluye una manera de limitar la torsión máxima del tornillo, dado que la rosca muy fina hace difícil notar fuerzas capaces de causar deterioro de la precisión del instrumento ver figura 38.¹⁹

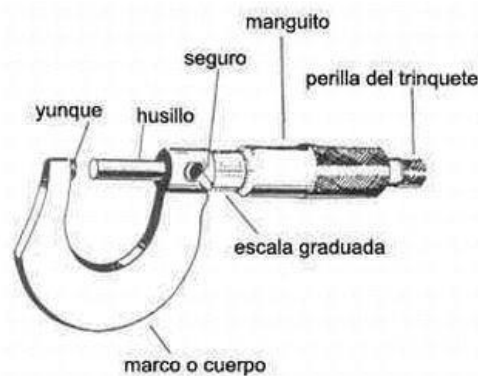


Figure 38. **Partes del micrómetro.**¹⁹

2.34 Herramientas de medición para ángulos

1. Transportador común de acero: Consta de una hoja que se mueve como pivote en relación con una cabeza semicircular graduada en unidades angulares (grados o radianes), ver figura 39. Para usar, la hoja se gira a la posición que corresponde al ángulo de la parte que se va a medir y este se mide hacia adelante en escala angular⁸.

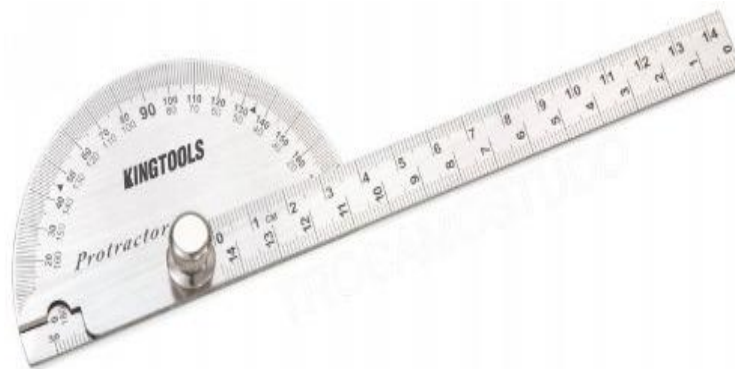


Figure 39. Transportador común de acero⁸.

2. Transportador de biseles con vernier: El transportador biselado de vernier es la herramienta más comúnmente usada para la medición angular de precisión ver figura 40. Este instrumento combina un transportador de 360° con una escala vernier circular que divide cada grado en incrementos de 5'. La carátula de 360° está dividida a su vez en cuatro cuadrantes de 90° que están graduados de 0 a 90° y de aquí a 00 en ambos lados de la escala principal. Esto permite que la escala pueda leerse en cualquiera de las dos direcciones. La escala vernier está dividida en 24 partes, 12 a cada lado del cero. Cuando se leen juntas, la escala principal y la escala vernier tienen una discriminación de $1/12^\circ$ o sea de $5'$.⁸



Figure 40. Transportador de Biseles con vernier.⁸

De acuerdo a lo anterior se puede decir que utilizando el diseño asistido por computadora más conocido por sus siglas inglesas CAD (computer-aided design), ya que es una de las herramientas más utilizadas para el diseño de elementos. Ya que éste nos proporciona una mayor productividad en el trazado de planos, integración con otras etapas del diseño, mayor flexibilidad, mayor facilidad de modificación del diseño. Necesariamente un diseñador tiene que estar complementado en las diferentes etapas de un diseño, como lo es en la ergonomía ya que esta es la disciplina que se encarga del diseño de lugares de trabajo, herramientas y tareas, de modo que coincidan con las características fisiológicas, anatómicas, psicológicas y las capacidades del trabajador, en el conocimiento de los diferentes materiales que existen para trabajar (metales, cerámicos, polímeros y compuestos), el conocer la manufactura que agrandes rasgos es el producto elaborado con las manos o con ayuda de máquinas, a partir de una materia prima ahí entran otros conocimientos como la utilización de herramientas manuales de corte, de sujeción, hasta llegar a la utilización de maquinaria como son el torno paralelo y fresadora que dentro de esto utilizamos lo que conocemos como la metrología, es la rama de la física que estudia las mediciones de las magnitudes garantizando su normalización mediante la trazabilidad, todo este conjunto de conocimientos es lo que forma a un diseñador para poder seleccionar bien todos sus materiales y la manufactura correcta para así reducir tiempos de fabricación y costos innecesarios.

Capítulo 3

3. Objetivos generales

Determinar los principales parámetros de diseño y manufactura de una fixture que facilite el ensamble de borrador de lápiz para ello es necesario utilizar software especializados en simulación con el cual se podrá solucionar la selección de material y manufactura óptimos para su desarrollo.

3.1 Objetivos específicos

- Proponer un diseño con un mecanismo sencillo y de bajo costo.
- Diseñar un modelo virtual simulado en SolidWorks.
- Dimensionar modelo acorde a las necesidades de la empresa.
- Seleccionar materiales para su elaboración.
- Seleccionar Procesos de manufactura acorde con el modelo diseñado.
- Desarrollo de prototipo.

3.2 Justificación

Toda la vida han existido las necesidades en el ser humano de realizar las tareas o actividades de una manera sencilla, ya sea en la industria hasta llegar a la vida cotidiana, en este caso en particular describiremos la realización de una fixture¹.

Para llegar a proponer alguna solución es necesario conocer el problema en cuestión, en este caso particular nuestro problema era la inserción de una goma llamada Grip² dentro de un barril³, esta función es realizada a mano sin ayuda de fixture esto ocasiona un cuello de botella en esta operación así atrasando el proceso de producción, también al ser una acción tan repetitiva y con dificultades de inserción el mismo operador con tanto rose entre la piel y el material empieza a generar lesiones en las manos con el tiempo. Teniendo el conocimiento del problema que se quiere solucionar regresamos a las pautas básicas de todo diseñador debe saber, la tabla 1 los muestra.

El diseño debe consistir en algo sencillo y fácil de utilizar, para esto se realiza un pequeño estudio ergonómico para poder definir mejor los parámetros de

¹ Un accesorio es un dispositivo de sujeción o soporte utilizado en la industria manufacturera.

² Apretón de goma siglas en ingles GRIP.

³ Tubo de polímero que es el cuerpo del borrador de lápiz.

sujeción de la fixture al momento de estar realizando el diseño así como también establecer los materiales que se utilizaran teniendo en cuenta sus características físicas y sus características para su maquinado, también se debe tener en cuenta hacia quien va dirigido el producto, se debe tener en cuenta su forma física sus dimensiones y el trabajo que realizara, todo diseño se debe de adaptar a la necesidad de la empresa así como el presupuesto monetario que la empresa proporcionara al trabajo en cuestión.

Capítulo 4

4. Selección de material

Como ya se mencionó anteriormente existen diversos tipos de materiales en la ingeniería, cada uno aporta sus diferentes propiedades físicas para los diversos usos a los que serán sometidos en el diagrama de la figura 42 podemos ver los parámetros de maquinado para los 4 tipo de materiales propuestos para el desarrollo de las fixtures.



Figure 41. Diagrama que muestra la selección de material de acuerdo a su maquinabilidad.

Una vez con los diseños realizados en este caso en Solidworks, la tarea como diseñador es la selección de material adecuado para facilitar el maquinado o el trabajo que se tenga que realizar para la elaboración de fixture ya descritos anteriormente.

Uno de los aspectos principales para la selección de material es conocer el proceso que haremos en este caso particular es un trabajo de maquinado, conociendo el tipo de trabajo buscamos la propiedades de los materiales a utilizar para dichas acciones. Se consideraron dos tipos de materiales para el maquinado siendo los metales y los polímeros. La maquinabilidad de aceros al carbono se determina por varios factores. La micro estructura, el trabajo en frío y el contenido de carbono, azufre, manganeso, fósforo, nitrógeno y plomo, todos desempeñan un papel para mejorar la productividad por mecanizado.

Como regla general, los contenidos de azufre más altos promueven mayores avances, reducen el endurecimiento por deformación de la viruta y mantienen un filo adherido consistente en la herramienta. La adición de plomo permite velocidades más altas ya que su acción lubricante reduce la fricción, y de este modo, el calor. Ambos mecanismos prolongan la vida de la herramienta.

Tabla 4. Velocidades para el maquinado en torno de diferentes materiales.

Material	Refrentado, Torneado, Rectificación			
	Desbastado		Acabado	
	Ft/min	M/min	Ft/min	M/min
Hierro Fundido	60	18	80	24
Bronce	90	27	100	30
Aluminio	200	61	300	93
Delrin	656	200	1148	350

También se tomó en cuenta el polímero más utilizado por sus propiedades para el maquinado llamado polioximetileno homopolímero (delrin)⁴.

Las resinas acetalicas son unos termoplásticos muy cristalinos, se consideran termoplásticos técnicos. El conjunto de sus propiedades es positivo: buena estabilidad dimensional, dureza elevada, rigidez, resistencia y tenacidad, buena resistencia química, buenas propiedades de deslizamiento y abrasión.

Es un plástico de ingeniería muy versátil, con propiedades similares a las de los metales. Con las resinas acetales usted puede mecanizar fácilmente con ciclos cortos y rápidas técnicas de montaje. La resina acetal se comercializa bajo diferentes marcas como ser Delrin, Hostaform, Lupital, etc.

⁴ En anexos se muestran los datos técnicos del Delrin.

4.1 Características del polioximetileno homopolimero (DELTRIN)

- Alta resistencia mecánica, rigidez, y dureza.
- Alta resistencia a los choques, también a bajas temperaturas.
- Muy buena estabilidad dimensional.
- Buenas propiedades de deslizamiento.
- Gran facilidad de mecanización.
- Excelente mecanización.

Teniendo conocimiento de las diferentes características de los materiales estudiados en este trabajo (hierro fundido, bronce, aluminio y delrin), podemos comparar los unos a los otros encontrando beneficios y desventajas de cada uno de ellos se consideraron diferentes aspectos para la selección del material así como sus propiedades para el maquinado y sus principales características físicas así podemos decir que algunas de las características de los metales son:

- Maleabilidad: capacidad de los metales de hacerse láminas al ser sometidos a esfuerzos de compresión.
- Ductilidad: propiedad de los metales a moldearse en alambre e hilos al ser sometidos a esfuerzos de tracción.
- Tenacidad: resistencia que presentan los metales al romperse o al recibir fuerzas bruscas (golpes, etc.)
- Resistencia mecánica: capacidad para resistir esfuerzo de tracción, compresión, torsión y flexión sin deformarse ni romperse.

De acuerdo a lo anterior podemos decir que para la selección de material es dada con la comparación de diversos materiales que cumplan las características físicas para el maquinado en este caso particular utilizando el hierro fundido, bronce, aluminio y delrin. Estos materiales fueron comparados los unos a los otros observando sus características físicas y de maquinado y así seleccionando el mejor para la elaboración de los prototipos. El homopolimero (Delrin) fue el seleccionado por sus características de ser más rápido en el maquinado y con buena resistencia mecánica, rigidez y su dureza.

Capítulo 5

5. Diseño y Proceso de Manufactura

Para llegar a un prototipo final fue necesario diseñar y/o mejorar el diseño anterior basado en sus fallas para tratar de corregirlas. En este capítulo se describe el diseño y el proceso de Manufactura utilizados para la realización de cada uno de los 4 prototipos que se realizaron, ver figura 42.

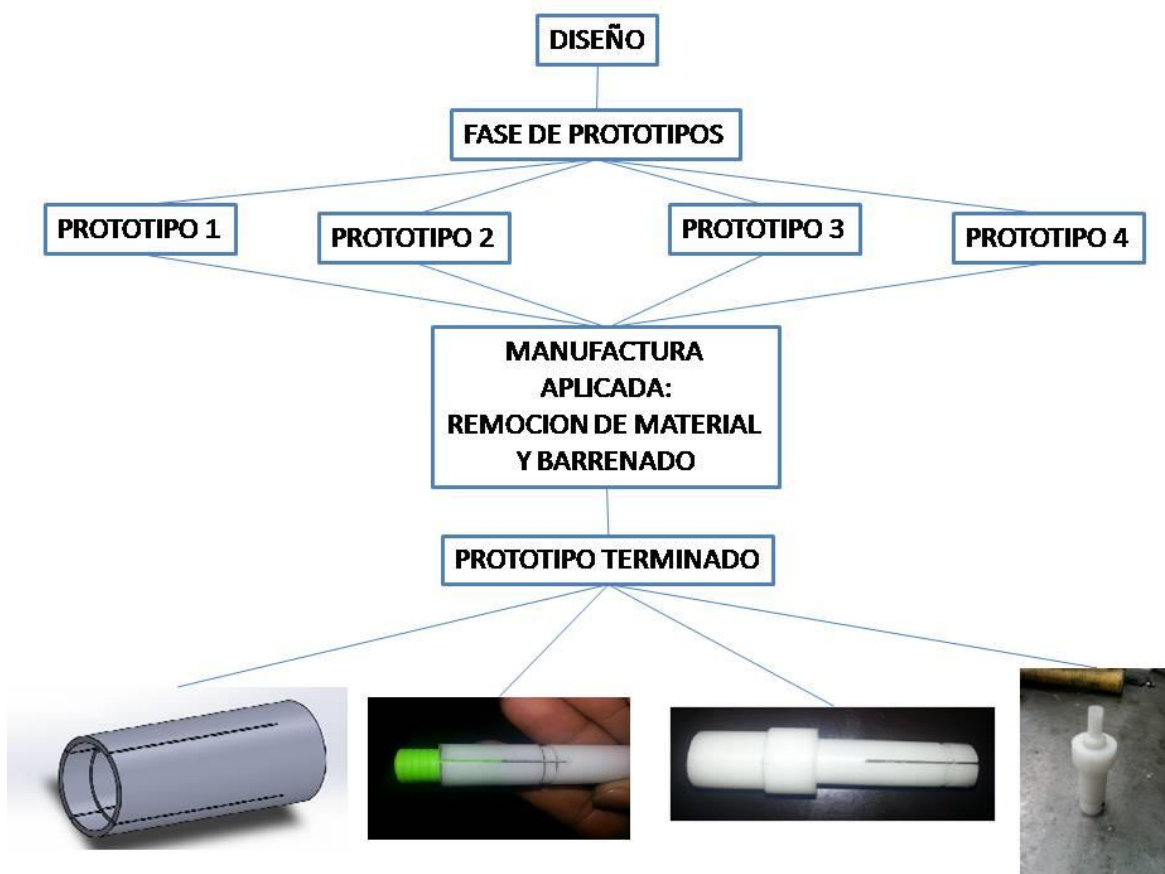


Figure 42. Diagrama que muestra los prototipos realizados con la manufactura de remoción de material y barrenado.

5.1 Primer diseño

La figura 43 se muestra una vista lateral del primer diseño que se pensó, algo sencillo, un barreno y cuatro cortes verticales a los lados.

La función de este sería apretar suavemente el barril que estaría insertado dentro del barreno de la fixture los cortes verticales ayudarían a que el material abriera lo suficiente para que el barril entrara sin ser dañado y el grip se insertara al barril sin problema.

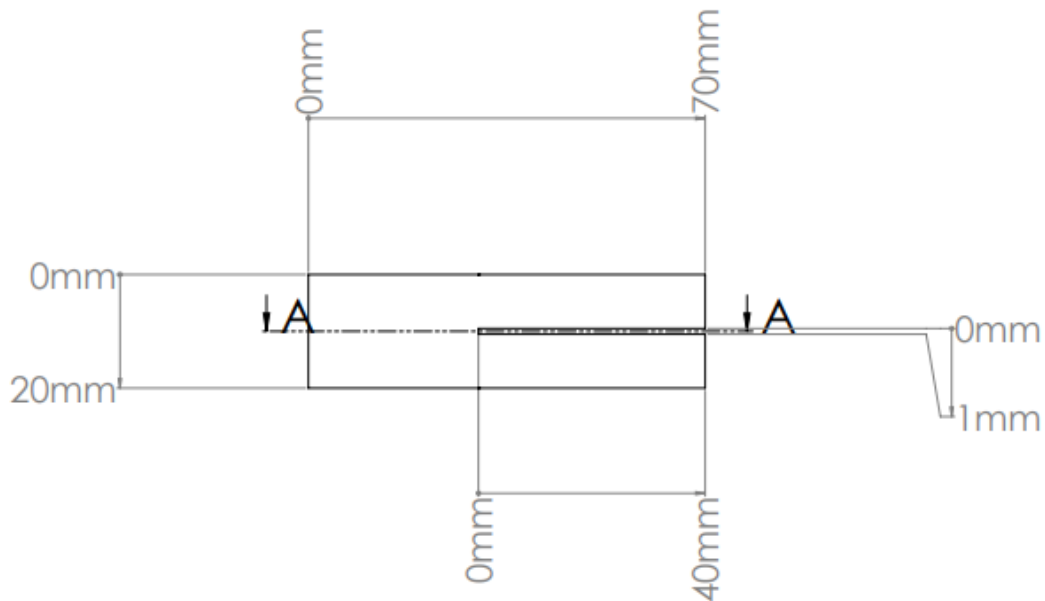


Figure 43. Fragmento de plano real, medidas dadas en milímetros ver Anexo 1.

5.2 Descripción del primer diseño

Como podemos observar en la figura 43 y en el anexo 1, el diseño cuenta con todas sus medidas en milímetros con un diámetro de 20 mm y una longitud de 70 mm un diámetro interno de 10 mm y la apertura de los cortes de 1 mm.

5.3 Manufactura del Primer diseño

Una vez conociendo los planos⁵ y el material con el que se trabajara se comienza la tarea de empezar a realizar la fixture en la empresa como se muestra en la figura 43, los cortes transversales, que son la guía de apertura para que nuestro material no sufra ningún daño, también el barreno principal por donde insertaremos el barril.

Utilizando las herramientas ya mencionadas en capítulos anteriores.

Utilizando un delrin (2700NC010) de 50.84mm de ancho y un largo de 90mm. Para empezar a maquinar utilizando el torno necesitamos el contra punto y la broca de centros, después sostener nuestra pieza en el plato para poder empezar a maquinar como lo muestra la figura 44.

⁵ Los planos se muestran al final en la parte de anexos.



Figure 44. Pieza sostenida en mordaza.

Una vez que tenemos nuestra pieza centrada y tomando en cuenta las ecuaciones 1 y 2 ya descritas anteriormente, empezamos a darles las medidas dadas en el plano, empezando a desbastar del costado ver figura 45, hasta dejar un radio de 20mm, utilizando la velocidad de desbaste que sacamos de nuestras formulas ya descritas, movemos el carro longitudinal hacia la izquierda para desbastar el material y el carro transversal para sacarlo y comenzar de nuevo para llegar a las medidas deseada que nos muestran en el plano.

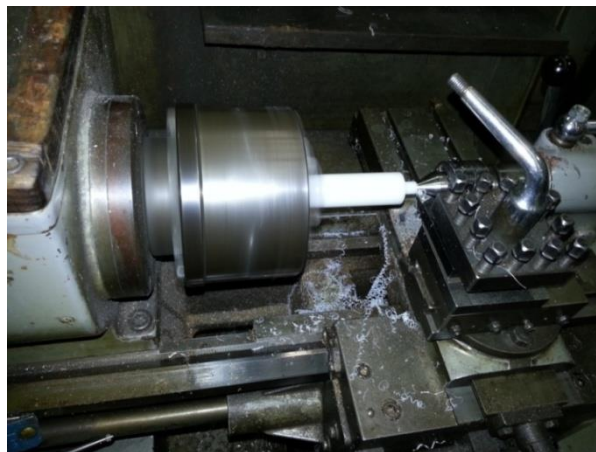


Figure 45. Desbaste de pieza.

Para poder barrenar a la medida descrita en nuestro plano, utilizamos la broca de centros y la broca de medida 10mm, colocamos la broca de centros en el broquero y lo movemos con el cabezal móvil con una profundidad de 50mm.

Ya barrenada el siguiente paso es cortar la pieza del sobrante del material utilizando el arco con segueta para que nos quede a la medida ya descrita en los planos, después estamos listos a realizar los cortes verticales.

Esos cortes los realizamos en la fresadora utilizando un disco de corte y el indexador para poderle dar los ángulos necesarios para que los cortes queden rectos y en la posición que necesitamos, colocamos nuestra pieza en una pinza para fresadora como en la figura 46. Colocamos nuestro indexador sobre las mordazas y lo sujetamos bien para evitar que se mueva y dañar nuestra pieza, colocamos dentro la pinza y dentro de la pinza la pieza que estamos maquinando, apretamos el indexador para evitar que la pinza o la pieza se muevan o se salgan, también colocamos el disco de corte en el husillo de la fresadora apretamos y colocamos en posición el cabezal y la mesa longitudinal cerca del indexador. Encendemos la fresadora y realizamos los cortes que nos pide nuestro plano.

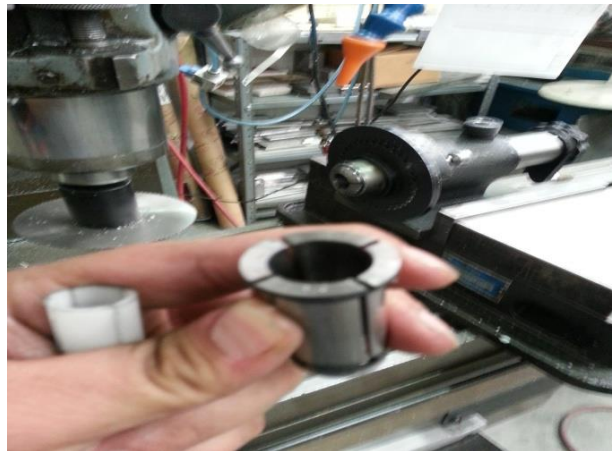


Figure 46. Pinza, disco de corte e indexador.

Una vez terminado el primer prototipo se realizaron pruebas físicas, donde los resultados no fueron los requeridos en los estándares de calidad, ya que nos daba daños en la estructura del grip, esto nos llevó a realizar un segundo diseño para mejorar las deficiencias de este primer prototipo.

5.4 Segundo diseño

Segundo diseño ver imagen 47, este es una variante del primero, pero los cambios son el segundo barreno con diámetro menor para que este nos quedara como un tope y pudiera empujar bien el grip dentro del barril sin dañarlo, otro cambio fue el cote medio entre los cortes verticales, esto pensando en la colocación de una liga para hacer presión una vez insertado el barril dentro de la fixture.

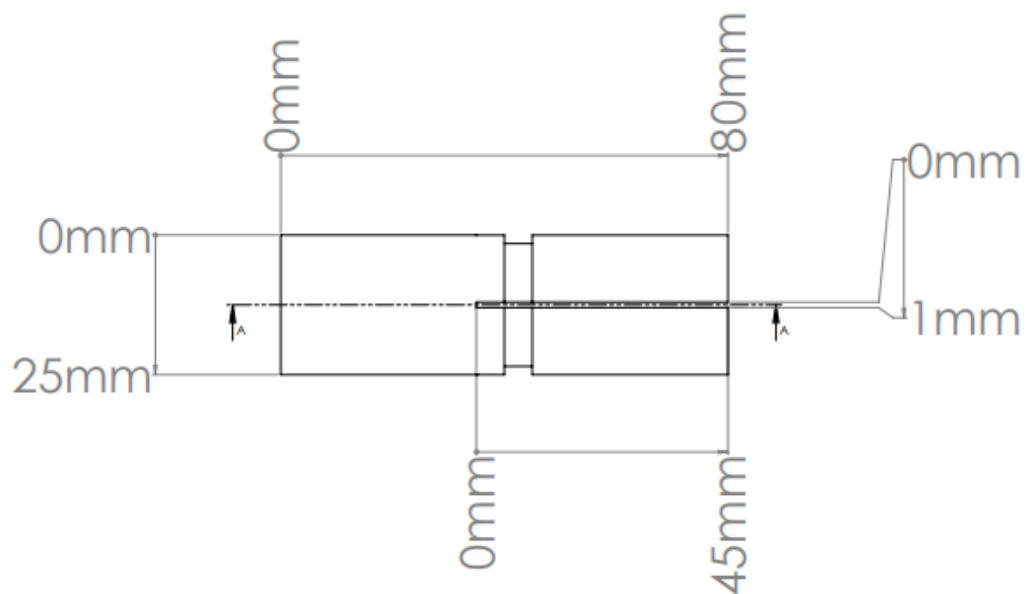


Figure 47. Fragmento de plano real medidas dadas en milímetro ver Anexo 2.

5.5 Descripción del segundo diseño

En la figura 48 podemos ver el segundo diseño así como en el anexo 3 podemos observar el plano completo del diseño, en este podemos ver que las medidas cambiaron a su antecesor como se puede observa se emplearon dos barrenos diferentes dentro de la fixture para mayor empuje dentro de la fixture podemos observar que el primer diámetro es de 25 mm y el segundo diámetro de 10 mm una longitud de 80 mm una apertura del ranurado y cortes horizontales de 1 mm.

5.6 Manufactura del segundo diseño

Para la manufactura de este diseño al ser muy semejante al diseño anterior los pasos son similares al momento de maquinar, cortar, las únicas dos diferencias que tenemos son el ranurado a la mitad de nuestros cortes verticales y un segundo barrenado en la parte central, que se describirán a continuación.

Una vez llegada a las medidas deseadas de desbaste, seguimos con el siguiente paso que fue hacerle un ranurado a la medida que nos da el plano⁶ para haberlo tenemos que tener en cuenta:

Que tenemos que desmontar el porta insertos del carro porta herramientas, esto lo realizamos con las respectivas llaves que cada torno debe tener ya estandarizada.

Retiramos los tornillos que presionan el porta inserto, montamos el porta insertos con el inserto que nos dejara realizar el ranurado en nuestra pieza.

Apretamos los tornillos así sujetamos el porta insertos en el carro porta herramientas encendemos el torno y movemos el carro hacia las medidas ya dadas en el plano. Para poder barrenar a la medida descrita en nuestro plano, utilizamos la broca de 10mm, la colocamos en el broquero y lo movemos con el cabezal móvil con una profundidad de 50 mm, retiramos la broca de la pieza ver figura 48.



Figure 48. Barrenado de pieza.

⁶ Los planos están en la parte final en anexos.

Una vez realizados los cortes esta lista la primera Fixture, con sus cortes transversales y su barreno central para sujetar el grip dentro de su cavidad como se muestra en la figura 49.

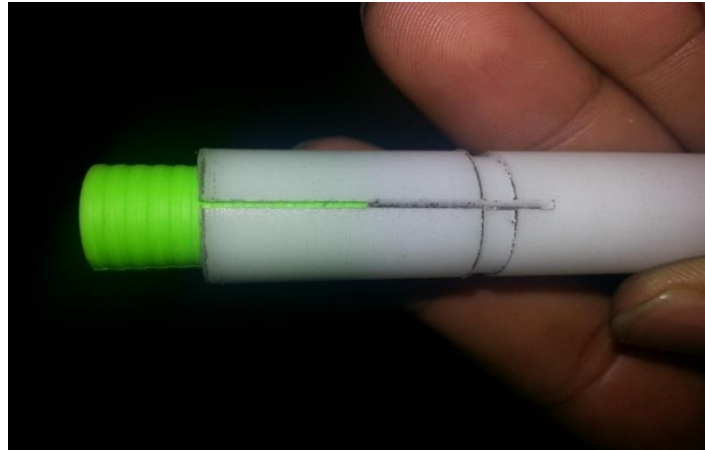


Figure 49. Fixture terminada con Grip colocado en su cavidad interior.

En este segundo prototipo se corrigieron errores detectados con el anterior, al momento de realizar sus pruebas físicas este nos arrojó fallos similares al primer prototipo junto con otros diferentes, es entonces donde se analizan las fallas y se decide hacer un tercer prototipo.

5.7 Tercer diseño

Tercer diseño ver figura 50, en este se pensó en realizar algo más cómodo de sujetar sin dañar al operador, se siguió trabajando con la misma idea inicial los cortes verticales, el barreno central, y el ranurado para la liga.

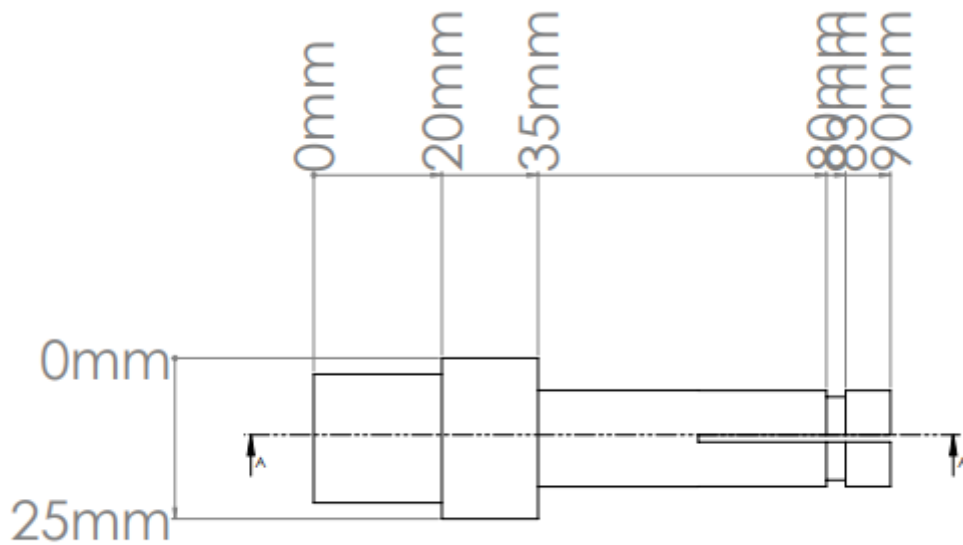


Figure 50. Fragmento de plano real medidas dadas en milímetros ver Anexo 3.

5.8 Descripción del tercer diseño

En la figura 50 podemos ver el tercer diseño así como en el anexo 2 podemos observar el plano completo del diseño, En este diseño podemos ver que se agregó un mango para mejor sujeción de la fixture tenemos una longitud de mango de 20 mm con una longitud total de la fixture de 90 mm, dos barrenos uno de 9 y 10 mm, un corte horizontal y ranurado.

5.9 Manufactura del tercer diseño

En este caso se cambió de posición la zona de ranurado como podemos observar en la figura 50, también se le agregó un apoyo para ejercer más fuerza en el momento del ensamblaje. Teniendo en cuenta lo ya descrito es momento de empezar a maquinar, para realizar esta nueva pieza utilizamos de nuevo un Delrin (2700NC010) de 50.84mm de ancho y un largo de 120mm. Utilizando la segueta lo cortamos de un trozo de Delrin con mayor longitud.

Comenzamos a pedir las herramientas necesarias para poder empezar con el maquinado, un porta pastilla y su pastilla incluida, llaves del torno (para plato y carro porta herramienta), porta insertos para ranurado, los tamaños de las brocas a utilizar, broca de centros y el punto.

Teniendo todo el material nos colocamos el quipo de seguridad (gafas) para que no ocurra ningún accidente, colocamos el material a maquinar en el centro de nuestro plato y lo apretamos con su respectiva llave hasta que no se pueda mover, y tener un buen maquinado sin dañar la pieza ni el inserto del porta insertos.

Una vez colocada la pieza colocamos el porta insertos en el carro de herramientas apretándolo bien con su respectiva llave, una vez apretado realizamos las acciones ya mencionadas anteriormente en este capítulo. Rebajamos la pieza a las medidas deseadas como lo pide nuestro plano.

Utilizamos las ecuaciones 1 y 2 para las velocidades de corte y tener un mejor maquinado y un buen acabado en la pieza.

Una vez teniendo la medida que nos indica nuestro plano, que las tomamos con nuestro vernier para estar seguros si es la medida correcta.

Una vez teniendo los tres desbastados pasamos a la etapa del ranurado, como ya se menciona en este segundo prototipo la posición del ranurada se coloco un poco más arriba. Entonces utilizando de nuevo el vernier medimos la nueva posición del ranurado, colocamos el porta insertos del lado contrario de donde se coloco el primero, lo sujetamos muy bien para evitar accidentes.

Ya ubicada la medida con nuestro vernier, movemos el carro a la posición y utilizando un movimiento de penetración ya descrito anteriormente ranuramos la pieza a la medida mencionada en el plano.

Las medidas las estamos corroborando con el vernier, una vez teniendo las medidas que nos indican, pasamos a la siguiente etapa que es el barrenado, apagamos el torno retiramos el punto de la pieza y del cabezal móvil, una vez colocados el broquero y la broca en el cabezal móvil encendemos el torno, recordando no mover la velocidad ya encontrada con las ecuaciones mencionadas anteriormente.

Acercamos el cabezal móvil hasta el centro de la pieza lo fijamos para que no se mueva y giramos la manivela hasta la profundidad deseada en este caso a la que nos muestra el plano.

Para poder medir la profundidad lo hacemos con la graduación que tiene el cabezal móvil ya que cada vez que giramos la manivela nos va mostrando su graduación y así medimos la profundidad.

Una vez llegada a la profundidad deseada sacamos lentamente la broca de la pieza girando ahora al contrario la manivela una vez fuera paramos el torno, movemos el cabezal móvil a una distancia razonable para poder así quitar la broca y colocar la siguiente.

Una vez colocada la siguiente broca dentro de nuestro broquero realizamos los mismos pasos ya descrito para hacer el siguiente barreno.

Ya barrenada el siguiente paso es cortar la pieza del sobrante del material utilizando el arco con segueta para que nos quede a la medida ya descrita en el plano.

Esos cortes los realizamos en la fresadora utilizando un disco de corte y el indexador para poderle dar los ángulos necesarios para que los cortes queden rectos y en la posición que necesitamos, Colocamos nuestro indexador sobre las mordazas y lo sujetamos bien para evitar que se mueva y dañar nuestra pieza, colocamos dentro la pinza y dentro de la pinza la pieza que estamos maquinando, apretamos el indexador para evitar que la pinza o la pieza se muevan o se salgan, también colocamos el disco de corte en el husillo de la fresadora apretamos y colocamos en posición el cabezal y la mesa longitudinal cerca del indexador. Encendemos la fresadora y realizamos los cortes que nos pide nuestro plano y terminamos con la pieza como lo muestra la figura 51.



Figure 51. Tercer fixture terminada.

En este tercer prototipo se le proporciono mejor soporte y mejor agarre, se le dio una solución diferente a los errores de las dos fixtures anteriores prototipos, como subiendo el ranurado para ejercer una mejor presión con el oring y puliendo las cavidades interiores, al momento de realizar pruebas no pasaba la calidad ya que aun arrojaba algunos daños en la estructura del grip y se opto por algo diferente en el siguiente prototipo.

5.10 Cuarto diseño

Cuarto y último diseño elaborado, en este diseño se le dio un cambio total en cuestión de aspecto y modo de empleo, este diseño cuenta con tres diferentes partes, todas ellas independientes una de la otra pero juntas hacen el diseño mostrado en la imagen 52.

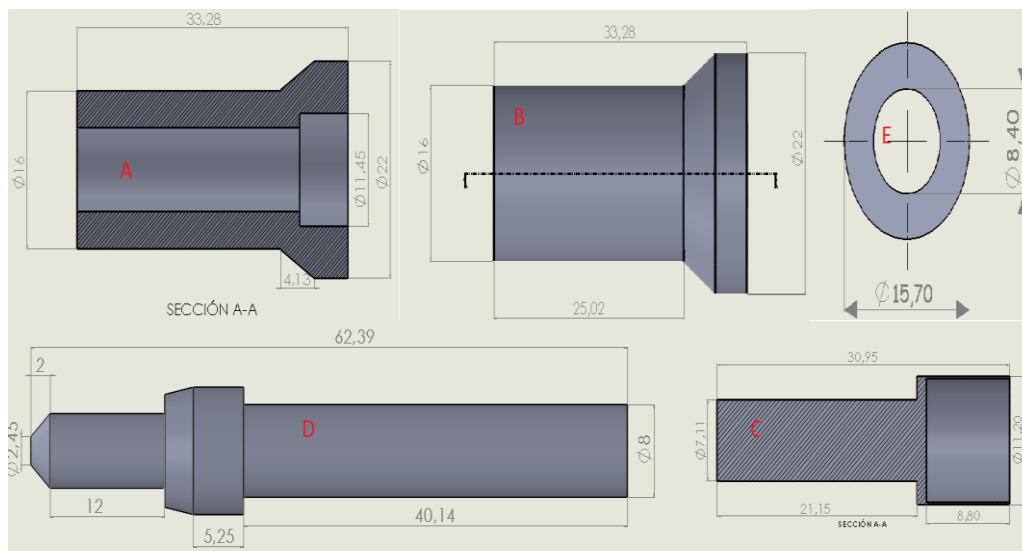


Figure 52. Fixture desglosada en sus partes finales.

5.11 Descripción del cuarto diseño

En este ultimo diseño se mencionó que estaba elaborado por tres diferentes piezas aquí les mostramos como está conformado el ultimo diseño y su funcionamiento.

Esta es nuestra pieza central (ver figura 52 "A y B") en esta tenemos un barreno central como ya lo hemos estado manejando, su diámetro es de 11.45

mm interior, 22 mm parte delantera, 16 mm parte trasera, es el justo para que el barril entre y la superficie empuje el grip al interior del barril, su forma es así para tener una mejor sujeción de la fixture al momento de estar trabajando con él.

Se presentaron dos diferentes variantes para la que llamamos guía del barril, en esta se propuso que el barril sentara dentro del barreno de la guía para así evitar ralladuras en su descenso y colocación del grip (ver figura 52 "C") con un barreno de 11.20 mm una longitud de 30.95 mm y un diámetro de 7.11 mm.

En esta guía se modificó radicalmente el diseño (ver figura 52 "D"), implementando una pequeña guía que entra dentro del barril hasta un tope con la pared de la guía esto es para que una vez dentro de la primera pieza no se mueva y no dañe ni ralle el barril que está dentro. Con una longitud de 62.39 mm, un diámetro de 8 mm, un chaflán de 2 mm.

Este es un pequeño tope que se elaboro para evitar que a guía se salga por la parte de arriba del cuerpo de la fixture tiene dos barrenos para la colocación de dos opresores que lo ajustaran a la parte inferior del la guía (ver figura 52 "E") con un diámetro interior de 8.40 mm y exterior de 15.7 mm.

5.12 Manufactura del cuarto diseño

Una vez con los planos en mano, tomamos las herramientas que utilizaremos para el maquinado de la nueva fixture, en este caso utilizamos solo el torno, sus respectivas llaves, un punto, broquero, brocas, segueta, broca de centros, transportador común de acero, vernier, porta insertos con su respectivo inserto.

Teniendo todo lo necesario para trabajar lo primero es cortar un pedazo de Delrin de 50mm de longitud con nuestra segueta medimos con nuestro vernier, una vez cortado lo colocamos en el plato del torno lo sujetamos bien cerrando el plato con su llave, una vez bien sujetado colocamos la broca de centro en el broquero, nos colocamos nuestro equipo de seguridad (gafas), encendemos el torno y acercamos la broca para que perfora el centro de la pieza, una vez hecho esto lo retiramos apagamos el torno retiramos el cabezal móvil a una distancia para poder quitar la broca después quitamos el broquero y colocamos

el punto en el cabezal móvil para así acercarlo a la pieza y darle una mejor estabilidad cuando empecemos a desbastar con el porta insertos.

Ya colocado el punto entonces instalamos el porta insertos en el carro de herramientas lo apretamos con su respectiva llave, apretándolo hasta que no se mueva para evitar algún accidente.

Una vez desbastado la primera sección verificamos la medida con nuestro vernier, una vez listo pasamos a la segunda sección que nos la muestra la figura 53. Ya que en esta sección utilizaremos el transportador común de acero, para poder realizar el ángulo que nos pide nuestro plano.

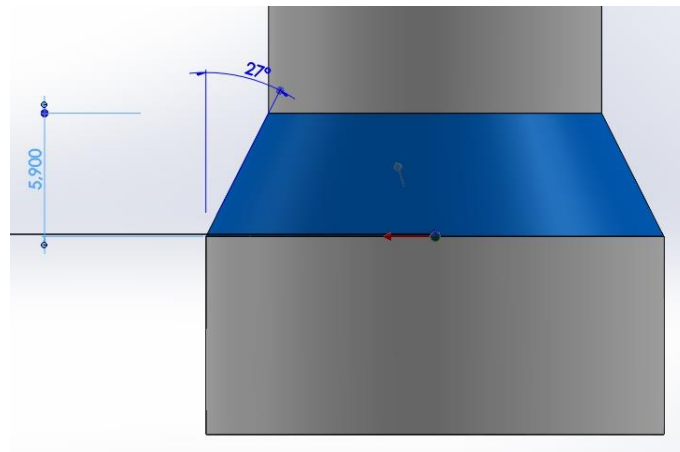


Figure 53. Segundo desbaste aplicando ángulo.

Colocamos el transportador común de acero en el carro de herramientas con el ángulo que nos indica la imagen giramos el carro hasta llegar a ese ángulo apretamos de nuevo y estamos listos para volver a encender el torno y devastar.

Una vez terminado los desbastes apagamos el torno quitamos el punto y pasamos a la etapa de barrenado miramos el plano y utilizamos las brocas que se nos indica.

Retiramos el punto del cabezal móvil y colocamos el broquero después la broca indicada apretamos el broquero para que no se salga la broca, encendemos el torno recordando que seguimos utilizando las mismas velocidades que calculamos para las primeras fixture ya que estamos manejando el mismo

material, movemos el cabezal móvil cerca de la pieza fijamos y con la manivela acercamos la broca hasta llegar a la medida dicha en el plano.

Una vez hecho el primer barreno retiramos la broca de la pieza apagamos el torno y quitamos la broca del broquero para colocar la segunda broca, para hacer el segundo barreno.

Ya colocada la broca hacemos lo ya descrito anteriormente y dejarlo a la medida que nos da el plano.

Una vez terminado los barrenos usamos la segueta para cortar el exceso de material que nos sobra del maquinado figura 54.



Figure 54. Primera parte de la fixture finalizada.

Con la segueta cortamos un pedazo de 100mm de Delrin para empezar a maquinar, lo colocamos en el plato apretándolo con su llave una vez apretado realizamos la acción con la broca de centro para colocarle el punto y evitar que se dañe la pieza y contar con un mejor acabado. Una vez colocado el punto en la pieza empezamos a maquinarla dejando las medidas dadas en el plano, esta es la segunda pieza del tercer diseño ver figura 55.

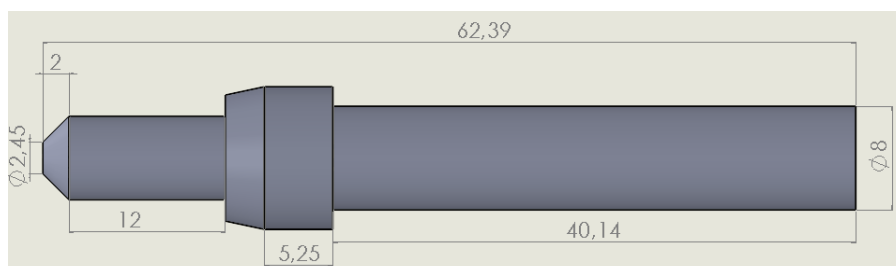


Figure 55. Cuarto diseño de fixture guía realizado en solidworks.

Una vez hecho las medidas verificamos con el vernier, para pasar a realizar el pequeño ángulo que nos muestra la figura 56.

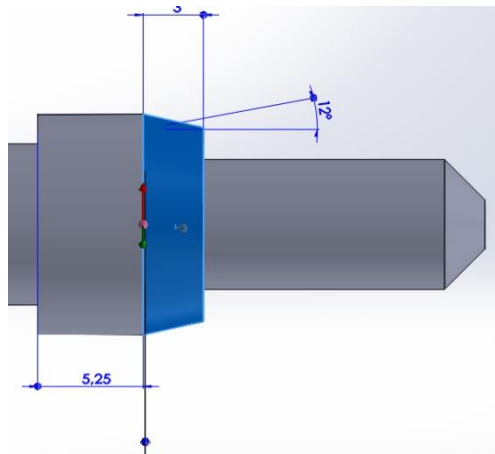


Figure 56. Realización de ángulo.

Colocamos el transportador común de acero en el carro de herramientas con el ángulo que nos indica la imagen giramos el carro hasta llegar a ese ángulo apretamos de nuevo y estamos listos para volver a encender el torno y devastar.

Ya terminando paramos el torno y retiramos el punto y regresamos a la primera sección de la pieza a realizar la primera parte utilizando el transportador común de acero para poder dar el ángulo deseado como lo muestra la figura 57.

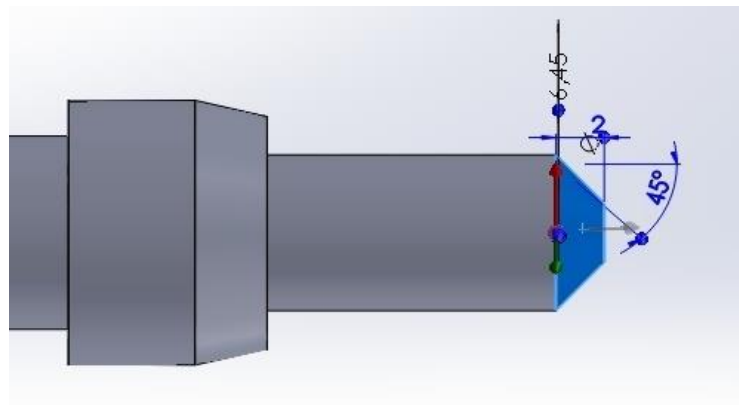


Figure 57. Última sección a maquinar.

Una vez terminada la pieza cortamos el exceso con la segueta como lo muestra la figura 58.



Figure 58. Segunda parte de la fixture terminada.

Cortamos de nuevo un pedazo de Delrin de 30mm lo colocamos en el plato apretándolo con su llave. Esta vez no usamos el punto y realizamos un montaje en el aire como ya esta descrito anteriormente. Entonces empezamos a maquinar y dejar las medidas como en el plano, para realizar la figura 59.

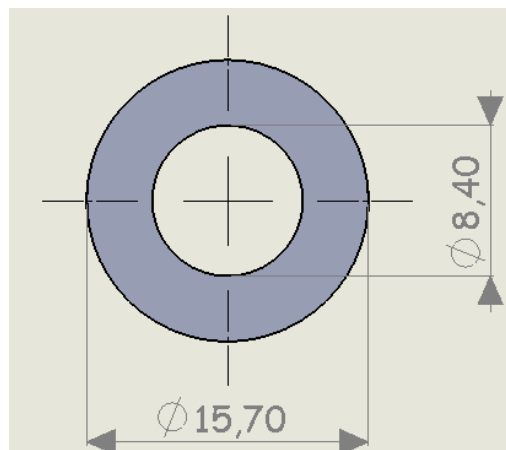


Figure 59. Tercera parte abrazadera de guía realizada en solidworks.

Ya barrenado sacamos la pieza del torno y la colocamos en la fresadora sujetándola de las mordazas y colocando una broca del tamaño que nos indican.

Esto lo hacemos con la fresadora (ver figura 60), colocando el broquero y la broca, acercamos la mesa y bajamos el husillo penetrando totalmente la pieza para poder tener barrenada la pieza por los dos lados.



Figure 60. Tercera pieza terminada.

Una vez terminada pasamos a usar el machuelo ya descrito anteriormente, lo utilizamos para poder colocarle unos pequeños opresores que lo sostengan con la guía que ya se maquina como lo muestra la figuras 61.



Figure 61. Opresores.

Una vez terminado todo el maquinado de las tres piezas lo que continua es la unión de las tres para formar la fixtura final (ver figura 62).



Figure 62. Fixtura terminada.

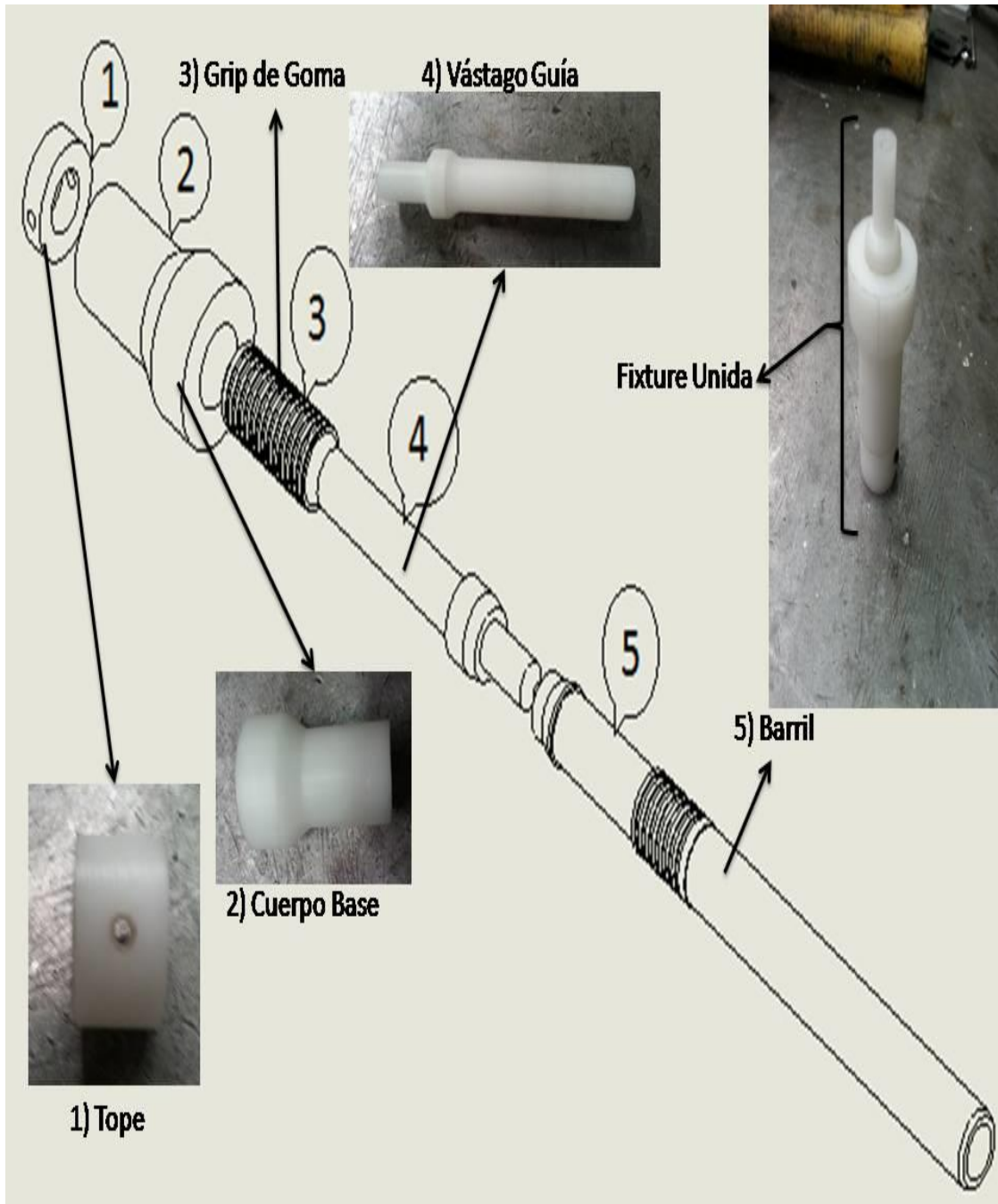


Figure 63. Dibujo Explosionado para el conjunto de trabajo de la fixture. 1) Abrazadera de guía. 2) Cuerpo de fixture. 3) Grip, 4) Guía de grip 5) Barril.

En la figura 63 podemos ver la manera en que se desglosa el funcionamiento de la fixture y las partes con las que esta complementada. En conjunto estas piezas unidas realizan la tarea en conjunto de insertar el Grip en dentro del barril sin dañarlo y sin esfuerzo del operador, así evitando el desgaste en la persona que realice esa función.

En la tabla 5 podemos observar una comparación de los prototipos realizados, en esta se describe con cuantas piezas cuenta cada prototipo, cuantas operaciones de maquinado lleva (desbaste, taladrado, ranurado, etc.), el numero de movimientos necesarios para realizar con la actividad requerida, si cuenta con algún sujetador y por último las acciones de trabajo (como empujar, abrir, etc.)

Tabla 5. Comparación de prototipos de acuerdo a sus características de operación.

Prototipos				
	Pro. 1	Pro. 2	Pro. 3	Pro. 4
# Piezas	1	1	1	3
# Operaciones de maquinado	3	3	3	2
# De movimientos al utilizarlo	6	6	6	5
Accesorios de sujeción	0	1	1	1
Trabajo ejercido	2	2	2	1

Basándose en principios de la mecánica se representan los mecanismos sencillos, no se considera como una masa puntual sino como un conjunto de sólidos rígidos enlazados. Estos sólidos se denominan elementos del mecanismo y presentan combinaciones de movimientos relativos de rotación y traslación, que combinados pueden dar lugar a un movimiento de gran complejidad. En este caso particular se realizaron 4 diseños, cada uno de ellos con sus fallos particulares y aciertos, que sirvieron como plataforma para elaborar la fixture con el diseño final que cumple con las necesidades requeridas en la que el prototipo 4 es el final, este se complemento de 2 ensambles que cumplen con la necesidad de insertar el grip en el barril.

Capítulo 6

6. Análisis de resultados

Como ya se describió anteriormente el proceso de manufactura de las diferentes fixtures fue desarrollado en cuatro etapas. En este capítulo describiremos las fallas detectadas de cada uno de los prototipos, así como las operaciones para solucionarlas.

En la tabla 6 se puede observar las fallas principales encontradas en los prototipos y la evolución que tomo cada uno con respecto a su antecesor.

Tabla 6. Fallas Presentadas en los diseños.

Diseño	1	2	3	4
Grip sumido	✓	✓	✓	X
Grip rayado	✓	✓	X	X
Barril rayado	X	✓	X	X
Ruptura de Barril	X	X	X	X

Fallas comunes en las pruebas las podemos observar en la figura 64:



Figure 64. En la sección "A" observamos el producto final sin fallas; En la sección "B" encontramos el grip sumido y la punta del barril con un ligero rayón; En la sección "C" observamos el grip rayado; En la sección "D" encontramos el grip sumido.

En la figura 65 podemos observar uno de los fallos más notables, este se daba por la presión ejercida por el oring.



Figure 65. Barril Quebrado de la sección central.

Una vez detectados los problemas semejantes y repetitivos entre los diseños elaborados, nace la necesidad de encontrar la falla del diseño y mejorarlo para ejercer eficientemente la función para el que fue diseñado, en las figuras 65 y 66 vemos la falla que se detecto.



Figure 66. Soporte de Grip con mal acabado.

Como se observa en la Figura 66 en el interior de los diseños no tenía un buen acabado ya que contaba con exceso de material en su cavidad interna, esto ocasionaba las ralladuras en el barril y el grip.



Figure 67. El ranurado para el oring se cambio de posición.

Como observamos en la figura 67, el ranurado se modifico para ejercer una mayor fuerza de cierre y sujeción del grip con el barril, pero esta fuerza ejercida por el oring ocasionaba ruptura en el barril y que el grip se sumiera.

Así como se encontraron o se buscaron fallas en los modelos del 1 al 3 también se optó por un concepto diferente dejando de lado las similitudes y dejándolo de pensar en una sola pieza ahí nace nuestro último diseño y sin las fallas antes descritas se muestra en la figura 68.



Figure 68. Concepto diferente de fixtura con resultados satisfactorios.

En este ultimo diseño que se complementa de 4 partes, es el resultado del análisis de los errores de los prototipos anteriores, se opta por realizar las acciones por separado ya que todas las piezas juegan un papel independiente en el prototipo, esto nos dio como resultado una fixture muy sencilla de usar y cumpliendo con la necesidad principal de la empresa.

Llegado a la etapa de realización de pruebas con cada una de las fixtures, surgieron las principales fallas como grip sumido y la punta del barril con ligeros rayones, grip rayado, estas fallas estuvieron presentes a lo largo de las diferentes fixtures realizadas, todas las fallas se trataron de corregir aprendiendo de los errores de la fixture que salió con alguna de ellas se utilizaron diversas técnicas para poder corregirlas desde simplemente lijar las cavidades interiores hasta retrabajar de nuevo alguna de ellas, hasta llegar a la unión de diferentes partes para completar una sola pieza que en conjunto realizaba el trabajo sin tener ninguna de las fallas descritas.

La primera fixture cumplía con el objetivo de insertar el apretón de goma dentro del barril, pero no se tomo en cuenta los procesos de calidad del producto, es por eso que resultaron errores en ella.

En el segundo diseño, se trató de corregir los errores propuestos en la primera fixture, con esto se dio más importancia a la calidad del producto terminado, ya que en la primera fixture no se había tomado en cuenta, tomando como base el primer diseño se generó un rediseño, que dio como resultado la fixture ya descrita en capítulos anteriores, igual que la primera fixture, cumplía con el

objetivo de insertar el apretón de goma dentro del barril, pero en la cuestión de calidad no pasaba la prueba dando el producto dañado en diferentes partes tanto del apretón de goma como con el barril.

En la última fixture se empezó a diseñar sin tomar en cuenta los diseños anteriores, este diseño se dividió en tres partes cada una de las tres partes tiene un propósito, en este diseño se manufactura y se ensambla, en esta ocasión cumplía con los dos objetivos, insertar el apretón de goma en el barril, el material salía sin ningún daño, también era más cómodo y sencillo de utilizar por el operador ya que no ejercía demasiada fuerza y un total contacto con el producto como en la fase manual que se maneja en el proceso también el producto terminado pasaba la prueba de calidad.

Capítulo 7

7. Conclusión

Toda la vida han existido las necesidades en el ser humano de realizar las tareas o actividades de una manera sencilla, ya sea en la industria hasta llegar a la vida cotidiana, en este caso en particular describiremos la realización con un método heurístico de diferentes prototipos.

Los diferentes caminos que se tomaron en los diferentes diseños eran pensando en el mejor rendimiento tanto en mano de obra y en optimización de materiales para la empresa.

El diseño debe consistir en algo sencillo y fácil de utilizar, para esto se realiza un pequeño estudio ergonómico para poder definir mejor los parámetros de sujeción de la fixture al momento de estar realizando el diseño así como también establecer los materiales que se utilizaran teniendo en cuenta sus características físicas y sus características para su maquinado, también se debe tener en cuenta hacia quien va dirigido el producto, se debe tener en cuenta su forma física sus dimensiones y el trabajo que realizara, todo diseño se debe de adaptar a la necesidad de la empresa así como el presupuesto monetario que la empresa proporcionara al trabajo en cuestión.

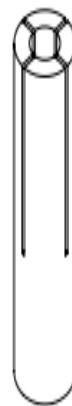
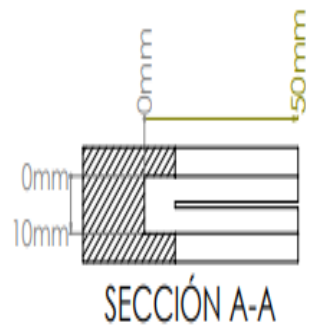
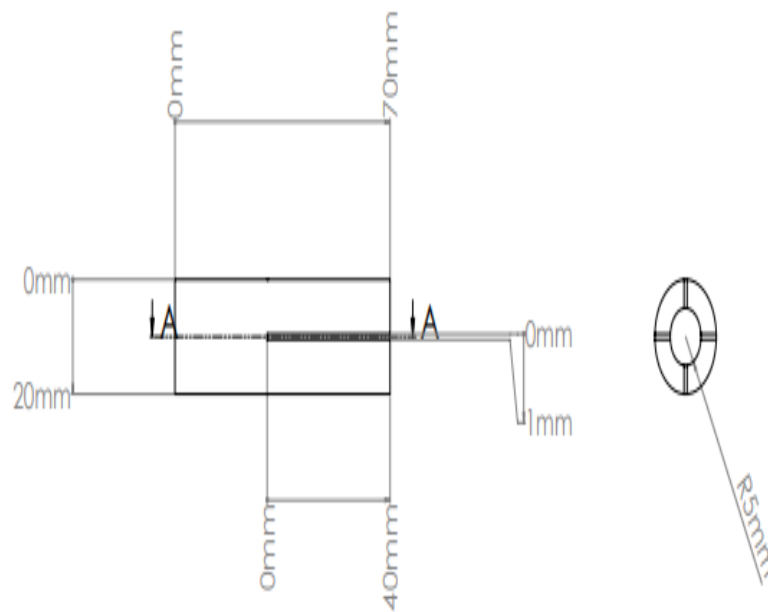
En este trabajo se requirieron de diversos conocimientos tales de ergonomía, materiales (metales, cerámicos, polímeros y compuestos), el conocer la manufactura que a grandes rasgos es el producto elaborado con las manos o con ayuda de máquinas. En este trabajo se compararon una serie de materiales desde sus características físicas hasta las de su maquinabilidad siendo el homopolimero (Delrin) el seleccionado por sus características de ser más rápido en el maquinado y con buena resistencia mecánica, rigidez y su dureza.

Basándose en principios de la mecánica se representan los mecanismos sencillos, no se considera como una masa puntual sino como un conjunto de sólidos rígidos enlazados. Estos sólidos se denominan elementos del mecanismo y presentan combinaciones de movimientos relativos de rotación y traslación, que combinados pueden dar lugar a un movimiento de gran complejidad. En este caso particular se realizan 4 diseños cada uno de ellos

con sus propios fallos y aciertos que sirvieron como plataforma para elaborar la fixture con el diseño final que cumple con las necesidades requeridas para la elaboración de su trabajo. La ultima fixture se empezó a diseñar sin tomar en cuenta los diseños anteriores, este diseño se dividió en tres partes cada una de las tres partes tiene un propósito, algunas son de sujeción otros de empuje y otros solo de soporte la combinación de estas partes nos dieron como resultado un prototipo que cumplía con los requisitos de calidad y era sencillo y fácil de utilizar por cualquier persona que fuese a realizar ese trabajo en específico.

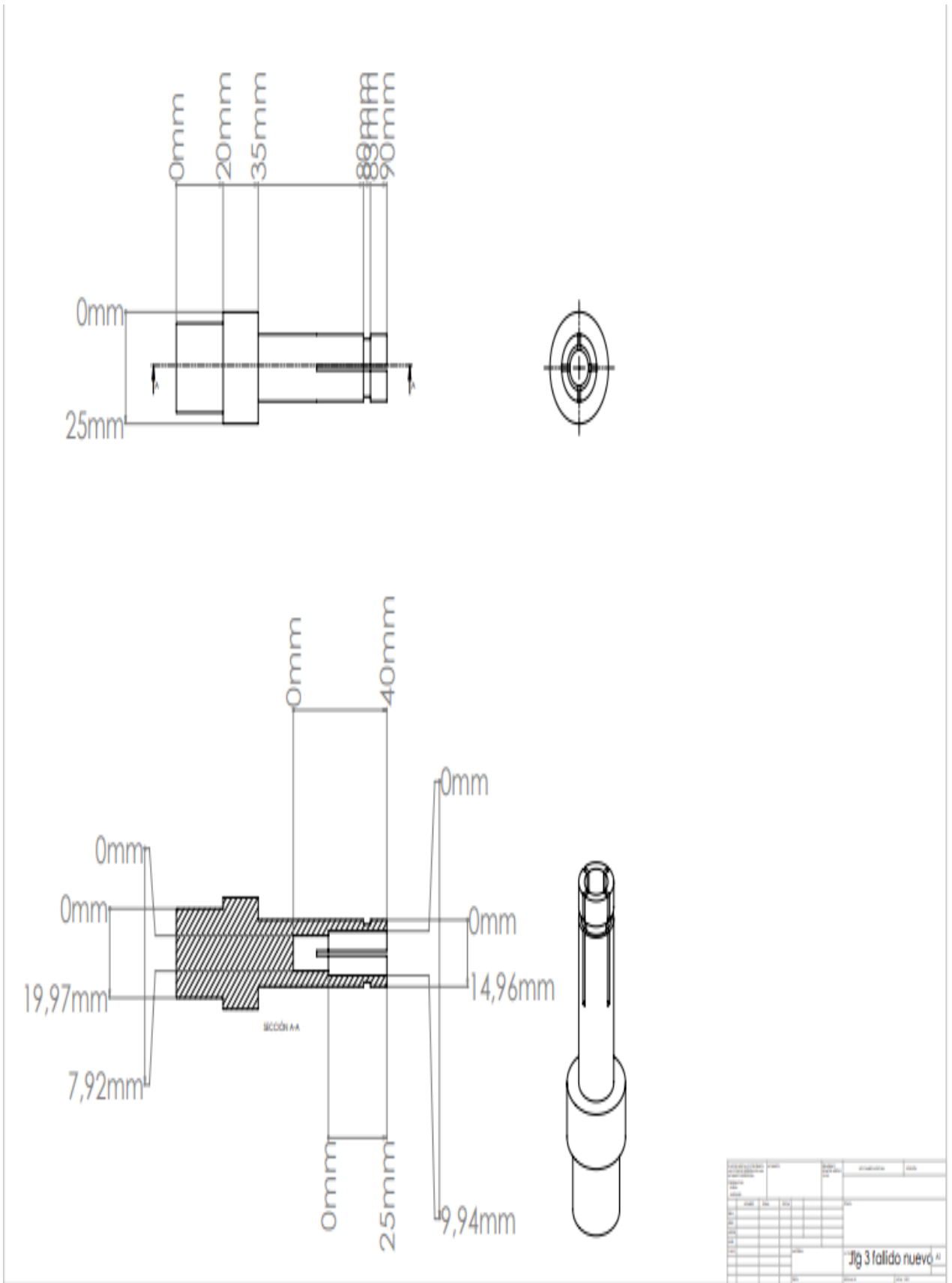
Capítulo 8

8. Anexos

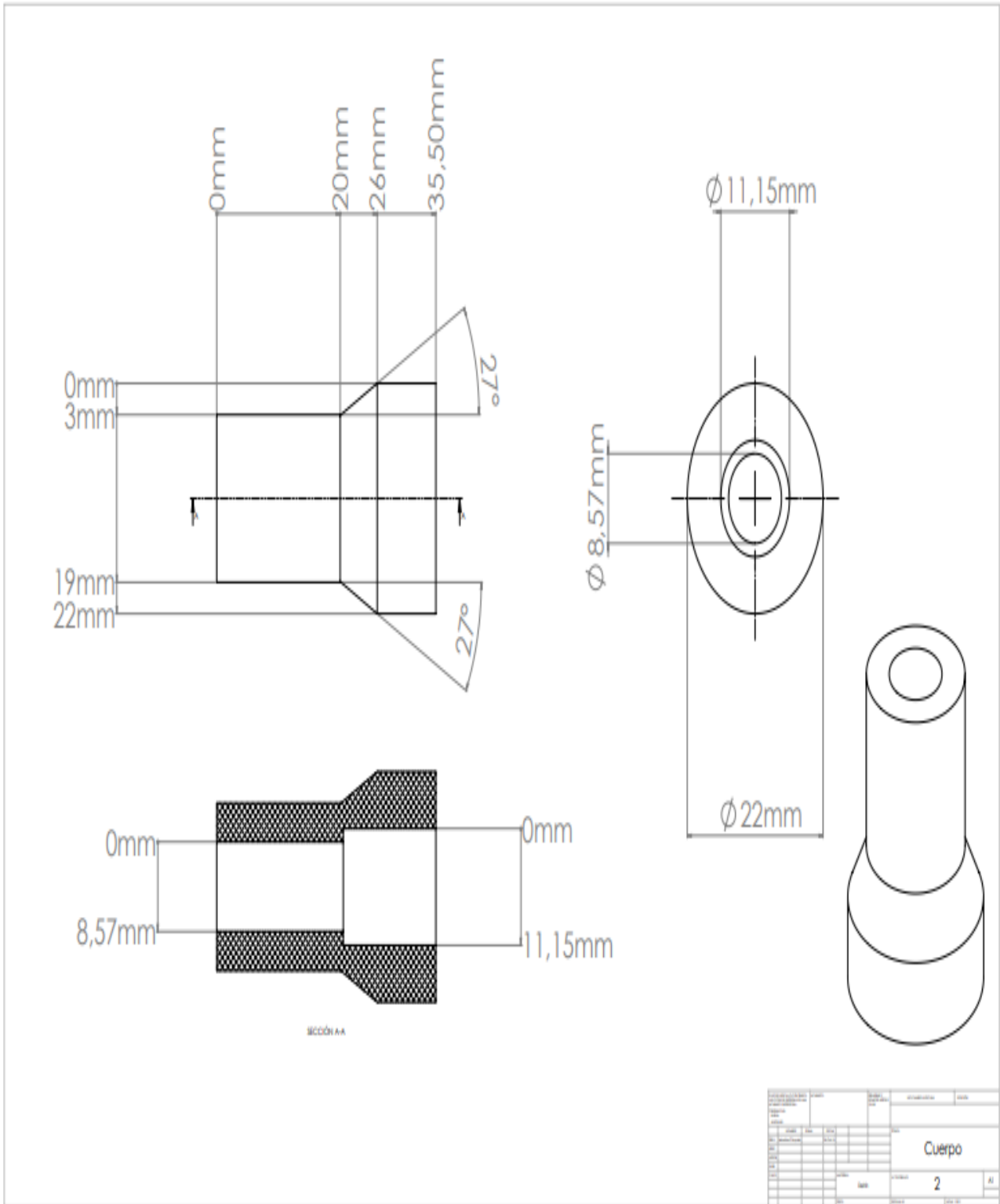


Rev.	Descripción	Fecha	Elaborado	Verificado
01	Fixture 1			
Diseño				
Delineador				
Dibujante				
Revisor				
Aprobado				
Fecha				
Escala				
Materia				
Número de pieza				
Cantidad				
Observaciones				

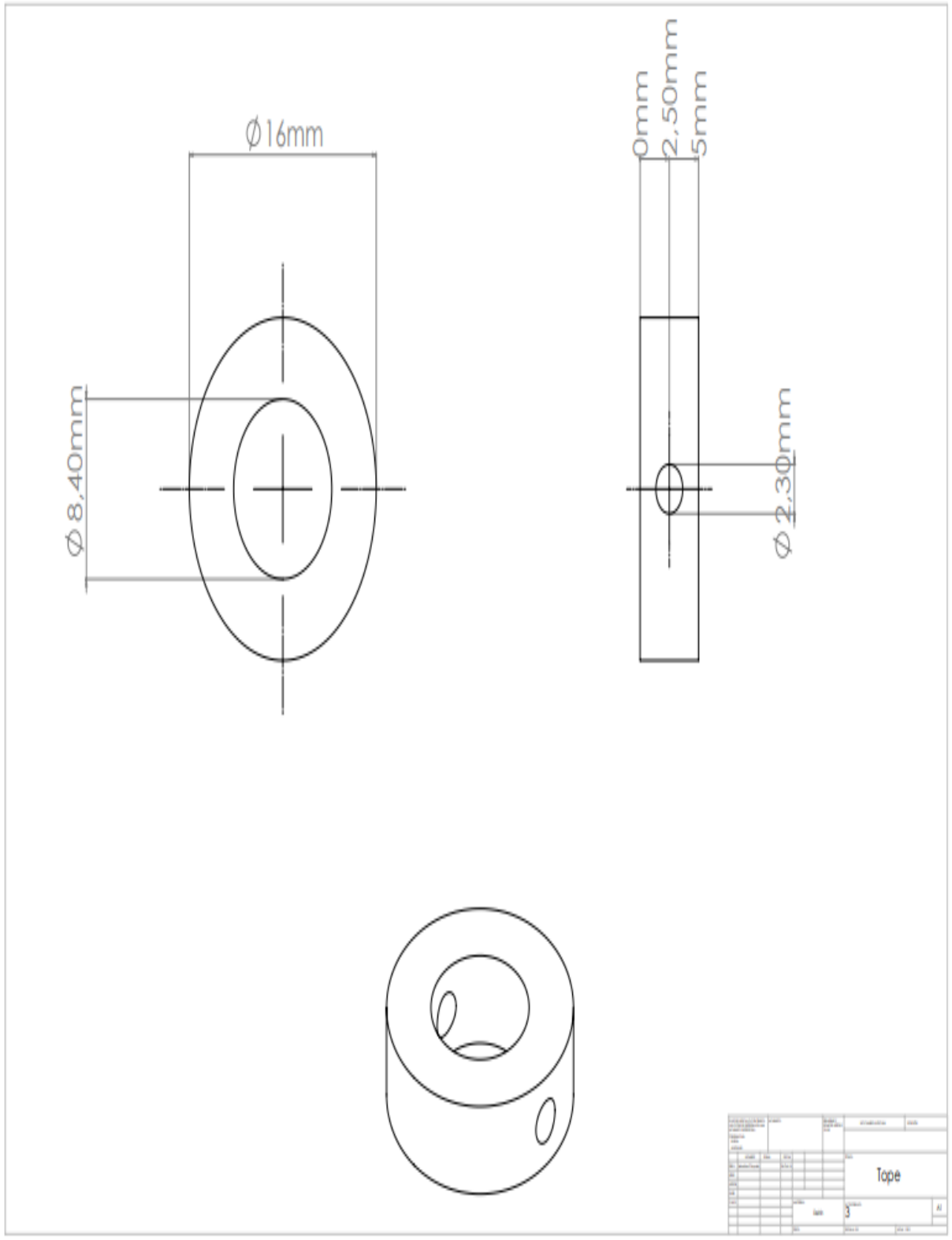
Anexo 1



Anexo 3



Anexo 4



Anexo 6

POLIOXIMETILENO HOMOPOLIMERO (DELRIN)				POM - H
PROPIEDADES MECANICAS A 23°C	UNIDAD	ASTM	DIN	VALORES
PESO ESPECIFICO	gr/cm ³	D-792	53479	1.42
RESIST. A LA TRACC.(FLUENCIA / ROTURA)	Kg/cm ²	D-638	53455	700 / --
RES. A LA COMPRESION (1 Y 2 % DEF)	Kg/cm ²	D-695	53454	160 / 300
RESISTENCIA A LA FLEXION	Kg/cm ²	D-790	53452	1200
RES. AL CHOQUE SIN ENTALLA	Kg.cm/cm ²	D-256	53453	NO ROMPE
ALARGAMIENTO A LA ROTURA	%	D-638	53455	30
MODULO DE ELASTICIDAD (TRACCION)	Kg/cm ²	D-638	53457	33000
DUREZA	Shore D	D-2240	53505	82 - 84
COEF. DE ROCE ESTATICO S/ACERO		D-1894		0.35 a 0.45
COEF. DE ROCE DINAMICO S/ACERO		D-1894		0.25 a 0.4
RES. AL DESGASTE POR ROCE				REGULAR
PROPIEDADES TERMICAS	UNIDAD	ASTM	DIN	VALORES
CALOR ESPECIFICO	Kcal/Kg.°C	C-351		0.36
TEMP. DE FLEXION B/CARGA (18.5Kg/cm ²)	°C	D-648	53461	110
TEMP. DE USO CONTINUO EN AIRE	°C			-40 a 90
TEMP. DE FUSION	°C			175
COEF. DE DILATACION LINEAL DE 23 A 100°C	por °C	D-696	52752	0.00011
COEF. DE CONDUCCION TERMICA	Kcal/m.h.°C	C-177	52612	0.26

Anexo 7

Capítulo 9

9. Bibliografía

- ¹ASKELAND, D. R. (1998). *CIENCIA E INGENIERIA DE LOS MATERIALES 3ra Edicion*. Mexico: International Thomson Editores S.A. de C.V.
- ²Carlos Ferrer Gimenez, V. A. *Tecnología de Materiales* . Alfaomega.
- ³Cavassa, R. *Ergonomia y Productividad, segunda edicion*. Limusa.
- ⁴Cruz Gomez, J. A. (2010). *Ergonomia aplicada cuarta edicion*. Colombia: Ecoe Ediciones Ltda.
- ⁵Faires, V. M. *Diseño de Elementos de Maquinas cuarta edicion*. Barcelona: Montaner y Simon, S.A.
- ⁶Gonzalez, C. G. (1995). *Metrologia primera edicion*. Edo. de Mexico: McGraw-Hill Interamericana de Mexico, S.A. de C.V.
- ⁷Groover, M. P. (1997). *Fundamentos de Manufactura Moderna Materiales, Procesos y Sistemas*. Edo. Mexico: Pearson Educacion Hispanoamerica, S.A.
- ⁸Hoffman, E. (2006). *Manual del Taller para estudiantes y operarios*. Mexico,D.F.: LIMUSA, S.A.DE C.V.
- ⁹IsidroGarcia, J. (Primera, septiembre 2004). *Fundamentos del Diseño Mecanico*. Universidad del Valle.
- ¹⁰Juvinall, R. C. (2013). *Diseño de elementos de maquinas 2da Edicion*. LIMUSA WILEY.
- ¹¹Juvinall, R. C. *Fundamentos de Diseño para Ingenieria Mecanica*. Limusa Wiley.
- ¹²Kalpakjian, S. (2008). *Manufactura, ingenieria y tecnologia quinta edicion* . Mexico: Pearson Educacion.
- ¹³KRAR, S., & GRILL, A. S. (2002). *Tecnología de las Maquinas Herramientas 6ta ediccion*. Mexico, DF: Alfaomega.
- ¹⁴Marban, R. M. (2002). *Metrologia para no-metrologos segunda edicion* . Guatemala: Produccion y Servicios Incorporados S.A.
- ¹⁵Mercedes Chiner Dasi, J. A. *Laboratorio de Ergonomia*. Mexico DF: Alfaomega.

- ¹⁶Newell, J. *Ciencia de Materiales Aplicaciones en Ingenieria* . Alfaomega.
- ¹⁷Ortiz, M. J. *Manual de Ergonomia y Seguridad*. Alfaomega.
- ¹⁸R.Mondelo, P. *Ergonomia 3 Diseño de puestos de trabajo 2da Edicion* . Alfaomega.
- ¹⁹Ramon Zeleny Vazquez, C. G. *Metrologia Dimensional* . MCGraw Hill.
- ²⁰Robert L. Mott, P. (2006). *Diseño de Elementos de Maquinas cuarta edicion*. Mexico: Pearson Educacion de Mexico, S.A. de C.V.
- ²¹Shackelford, J. F. *Introduccion a la Ciencia de Materiales para Ingenieros 6ta Edicion* . McGraw Hill.
- ²²Simon Mata, A. B. (2005). *Ideas Basicas de Estatica y Resistencia de Materiales*. Anaya.
- ²³Vasquez, W. J. (2012). *Ingenieria y procesos de Manufactura I*. Peru: Universitaria.
- ²⁴William F.Smith, J. H. *Fundamentos de la Ciencia e Ingenieria de Materiales 4ta Edicion*.McGraw Hill.
- ²⁵Boothroyd, G. K. *Fundamental of Metal Machining and Machine tools 2a. ed*. Nueva York: Marcel Dekker.
- ²⁶Chao B.T.y Tigger, K. *Temperature Distribution at the Tool'Chip Interface in Metal Cutting*.
- ²⁷Cruz Gomez, J. A. (2010). *Ergonomia aplicada cuarta edicion*. Colombia: Ecoe Ediciones Ltda.
- ²⁸DeGarmo, E. B. (2003). *Materials and Processes in Manufacturing 9a ed*. Nueva York: John Wiley & Sons, Inc. .
- ²⁹Drozda, T. y. *Tool and Manufacturing Enginners Handbook,4a. ed*. Machining.
- ³⁰Kalpakjian, S. y. (2003). *Manufacturing Processes formEnginerring Materials, 4a. ed*. N.J.: Upper Saddle River .
- ³¹Lindberg, R. (1990). *Process and Materials of Manufacture,4a. ed*. Boston : Ally and Bacon.
- ³²Schey, J. (1999). *Introduction to Manufacturing Processes, 3a. ed*. Nueva York: McGraw-Hill.

³³Shw, M. (2005). *Metal Cutting Principles, 2a. ed.* Inglaterra: Oxford University Press, Inc.

³⁴Trent, E. y. (2000). *Metal Cutting, 4a. ed.* Boston: Mass.

³⁵D., S. (2003). *Fundamentals of Tool Design, 5a. ed.* Dearborn : Society of Manufacturing Engineers.

³⁶J., T. (2000). *Manufacturing Processes and Equipment.* N.J.: Prentice Hall.

³⁷Krar, S. R. (1990). *Superabrasives: Grinding and Machining with CBN and Diamond .* Nueva York: MCGraw-Hill, Inc.

³⁸P., L. (1989). "The History of Tools" *Cutting Tool Engineer.* pp. 137-138.