TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

“DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN TROQUEL”

Reporte técnico de residencias profesionales para obtener el titulo de ingenieros en mecatrónica con la especialidad de Diseño para Manufactura.

Presentan:
Brian Alejandro Heredia Díaz 201920995
Martin Velazquez Perez 201920446

Asesor interno(a):
Ing. Irving Mendoza Paz

Coacalco de Berriozábal, Estado de México Mayo 2025

Índice

Contenido

Índice 2
Tabla de Imágenes 4
AGRADECIMIENTOS 10
RESUMEN 11
INTRODUCCION 12
DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA 13
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 18
OBJETIVOS 19
JUSTIFICACIÓN 20
TROQUEL 21
FUNCIONAMIENTO 21
TIPOS DE TROQUEL 21
SOLIDWORKS 22
MASTERCAM 23
PROTEUS VSM 25
ARDUINO NANO 25
ARDUINO IDE 28
ACTUADOR LINEAL 28
Tipos de actuadores lineales 29
MÁQUINA PARA SOLDAR 31
Tipos 31
PERFIL PTR 33
FRESADORA DE 5 EJES AUTOMATIZADA 34
DESARROLLO 36
Proceso de modelado en SOLIDWORKS. 36
Planos De La Base 38
Estructura 39
Planos de la Estructura 46
ACTUADOR LINEAL 50
Planos del embolo 55
Cilindro parte 1 56
Planos de la parte inferior del cilindro 61

Boquilla del cilindro 62
Planos de la boquilla del cilindro 66
Cuerpo del cilindro 66
Sujetador del actuador 72
Planos del soporte para el molde 107
Molde en Mastercam Mill X5 107
Molde (Macho) 116
Desarrollo de la parte eléctrica 120
Fabricación de la botonera 121
Fabricación de PCB (circuito de relevadores) 122
Realización del molde macho-hembra en la fresadora cnc 127
Fresado de Espejo 127
Molde hembra 134
Armado de estructura 137
Resultados 154
Simulación de Mastercam 155
Conclusión 162

Tabla de Imágenes

Ilustración 1Ubicación del tecnológico de estudios superior de Coacalco 13
Ilustración 2Organigrama Institucional TESCo 15
Ilustración 3Partes Básicas de un troquel 22
Ilustración 4Solidworks 23
Ilustración 5Mastercam 24
Ilustración 6 Proteus 25
Ilustración 7 Elprocus 27
Ilustración 8 ARDUINO 28
Ilustración 9 Función Actuador 29
Ilustración 10 Tipos de soldadoras 32
Ilustración 11Soldadura 33
Ilustración 12 Perfil PTR 34
Ilustración 13 Fresadora 5 ejes 35
Ilustración 14 Dibujo inicial de la base 36
Ilustración 15 Acotado de la base 37
Ilustración 16 Extrusión de la base 37
Ilustración 17 Base finalizada 38
Ilustración 18 Planos de base 38
Ilustración 19 Grosor de la base 38
Ilustración 20 Líneas de construcción 39
Ilustración 21 Recuadro 39
Ilustración 22 Cotas de la estructura 40
Ilustración 23 Extrusión de la base de la estructura 40
Ilustración 24Base finalizada 41
Ilustración 25 Selección de la cara a trabajar 41
Ilustración 26 Dibujo en la esquina de la base 42
Ilustración 27 Extrusión de las esquinas 42
Ilustración 28 Visualización de la extrusión 43
Ilustración 29 Selección de una cara 43
Ilustración 30 Dibujo superior de la base 44
Ilustración 31 Extrusión del dibujo 44
Ilustración 32 Visualización de la estructura 45
Ilustración 33 Planos del lado superior y lateral de la estructura 46
Ilustración 34 División de cuadrantes 46
Ilustración 35 Creación del sujetador 47
Ilustración 36 Vista en espejo de la primera parte 47
Ilustración 37Creacion del espejo de ambas partes 48
Ilustración 38 Detalles finales de las cotas 48
Ilustración 39 Extrusión de la figura 49
Ilustración 40Vista de la pieza finalizada 49
Ilustración 41,Planos superior, lateral y lateral 50
Ilustración 42 Creación de un circulo 50
Ilustración 43 Acotamiento del circulo 51
Ilustración 44 Extrusión de la figura 51
Ilustración 45 Vista de la extrusión 52

Ilustración 46 Selección de los bordes 52
Ilustración 47Vista de la operación 53
Ilustración 48 Creación de un plano lateral 53
Ilustración 49 Acotamiento de la figura 54
Ilustración 50 Perforación de la figura 54
Ilustración 51 Vista de la pieza finalizada 55
Ilustración 52 Planos del dibujo 55
Ilustración 53acotamiento del circulo 56
Ilustración 54 Medidas superiores 56
Ilustración 55 Creación de curvatura 57
Ilustración 56Unión de ambos dibujos 57
Ilustración 57 Corte del exceso del circulo 58
Ilustración 58 Extrusión de la pieza 58
Ilustración 59 Vista de la pieza 59
Ilustración 60 Selección de la pieza 59
Ilustración 61 Asignación de color de la pieza 60
Ilustración 62 Visualización de la pieza terminada 60
Ilustración 63 Plano superior 61
Ilustración 64 Plano lateral 61
Ilustración 65 Copiado y pegado de la figura 62
Ilustración 66 Extrusión del plano 62
Ilustración 67 Asignación del color de la figura 63
Ilustración 68 Selección de la cara lateral 63
Ilustración 69 Creación del círculo de la cara lateral 64
Ilustración 70 Acotamiento del circulo 64
Ilustración 71Perforación de la figura 65
Ilustración 72 Visualización de la figura terminada 65
Ilustración 73 Planos superiores y laterales 66
Ilustración 74 Copiado y pegado de plano 66
Ilustración 75Creación del círculo interior 67
Ilustración 76Acotamiento del circulo 67
Ilustración 77 Extrusión del plano 68
Ilustración 78 Visualización de la pieza 68
Ilustración 79 Selección de la cara superior 69
Ilustración 80 Creación y acotamiento de un círculo superior en la cara 69
Ilustración 81Creación y acotamiento de un círculo inferior en la cara 70
Ilustración 82Corte de los circulo 70
Ilustración 83Visualización de la pieza acabada 71
Ilustración 84Plano de la parte superior 71
Ilustración 85Planos laterales de la figura 71
Ilustración 86Creación de un rectángulo 72
Ilustración 87 Cotas del plano 72
Ilustración 88Creación de un círculo en la parte superior 73
Ilustración 89 Eliminación de los excedentes 73
Ilustración 90Creación de líneas diagonales en la parte inferior 74
Ilustración 91Eliminación del excedente y acotación 74
Ilustración 92 Acotación del plano 75

Ilustración 93Extrusión del plano 75
Ilustración 94Visualización de la extrusión de la pieza 76
Ilustración 95 Selección de la cara 76
Ilustración 96Creación de un círculo sobre la cara 77
Ilustración 97 Acotamiento del circulo 77
Ilustración 98Extrusión del circulo 78
Ilustración 99Visualización de pieza extruida 78
Ilustración 100Selección del redondeo 79
Ilustración 101Aplicación del redondeo a la pieza 79
Ilustración 102Visualización del redondeo 80
Ilustración 103Selección de la cara superior 80
Ilustración 104Dibujo y acotamiento de un circulo 81
Ilustración 105Extrusión del circulo 81
Ilustración 106 Visualización de la extrusión 82
Ilustración 107 Aplicación del redondeo 82
Ilustración 108 Visualización de la pieza terminada 83
Ilustración 109 Vista superior-lateral-inferior de los planos 84
Ilustración 110 Creación de un rectángulo 84
Ilustración 111 Acotamiento de un rectángulo 85
Ilustración 112 Extrusión del plano 85
Ilustración 113Vista de la extrusión 86
Ilustración 114Selección de la cara superior para dibujar 86
Ilustración 115Creación de una línea constructiva por el centro 87
Ilustración 116Dibujo a mano alzada 87
Ilustración 117Acotamiento 88
Ilustración 118Creación de las curvas 88
Ilustración 119eliminación del exceso 89
Ilustración 120Elección de todas las líneas 89
Ilustración 121Creación de la simetría de identidades 90
Ilustración 122Corte en el interior 90
Ilustración 123Visualización de la pieza terminada 91
Ilustración 124Plano de todas las vistas 91
Ilustración 125Creación de un cuadrado 92
Ilustración 126Acotamiento del cuadrado 92
Ilustración 127Extrusión del plano 93
Ilustración 128Vista de la extrusión 93
Ilustración 129Copiado y pegado 94
Ilustración 130Acotamiento de la figura para centrarla 94
Ilustración 131 Creado y corte del plano 95
Ilustración 132 Visualización de la pieza 95
Ilustración 133Selección de la cara inferior 96
Ilustración 134Creación de círculos en las esquinas 96
Ilustración 135 Acotamiento de los círculos 97
Ilustración 136Corte de los círculos 97
Ilustración 137Visualización de la pieza terminada 98
Ilustración 138Planos de todas las vistas 98
Ilustración 139 Creación de un cuadrado 99

Ilustración 140Acotamiento del cuadrado 99
Ilustración 141Creación de curvatura en las esquinas 100
Ilustración 142Eliminación del excedente 100
Ilustración 143 Extrusión del plano 101
Ilustración 144selección de cara lateral 101
Ilustración 145Creación de círculos en las esquinas..... 102
Ilustración 146Extrusión de los círculos en las esquinas..... 102
Ilustración 147Visualización de la extrusión..... 103
Ilustración 148Selección de la cara posterior..... 103
Ilustración 149Creación de círculos interiores..... 104
Ilustración 150Acotamiento de círculos interiores 104
Ilustración 151Extrusión de los círculos interiores..... 105
Ilustración 152Visualización de la pieza..... 105
Ilustración 153 Creación de redondeos para acabado 106
Ilustración 154 Visualización de la pieza terminada 106
Ilustración 155 Planos de todas las vistas..... 107
Ilustración 156Creación y acotamiento de la figura..... 107
Ilustración 157Aplicación de las curvatura en las esquinas..... 108
Ilustración 158 Selección de líneas para espejo 108
Ilustración 159 Aplicación del espejo en las líneas seleccionadas 109
Ilustración 160Eliminación del centro del plano..... 109
Ilustración 161Vista de las herramientas para ocupar.....110
Ilustración 162Configuración de la caja 110
Ilustración 163Medición de la caja 111
Ilustración 164Selección de la operación a realizar 111
Ilustración 165 Configuración del cortador.....112
Ilustración 166 Configuración de la profundidad 112
Ilustración 167 Configuración del parámetro de traspaso 113
Ilustración 168Configuraciones finales del cortador 113
Ilustración 169Simulación del corte de la pieza.....114
Ilustración 170 Vista antes del corte 114
Ilustración 171 Vista de como se hace el corte 115
Ilustración 172 Vista de pieza cortada.....115
Ilustración 173 Selección de la operación de contorno 116
Ilustración 174Configuración del tipo de cortador 116
Ilustración 175 Configuración de la profundidad del corte.....117
Ilustración 176 Configuración del parámetro de traspaso 117
Ilustración 177 Configuración de las pasadas del corte 118
Ilustración 178 Configuración de los parámetros del cortador.....118
Ilustración 179 Simulación del corte.....119
Ilustración 180 Simulación final del corte 119
Ilustración 181 Simulación del circuito 120
Ilustración 182 Prototipo de circuito en protoboard 121
Ilustración 183 Marcado de los circulo, corte de los círculos y terminado 121
Ilustración 184 Colocación de botones y termino de colocación de botones 122
Ilustración 185 Aplicación de soldadura 122
Ilustración 186 Colocación de aplicación de soldadura a arduino nano 123

Ilustración 187 Conexiones y Soldadura a las conexiones 123
Ilustración 188 Conexiones de pines digitales 124
Ilustración 189 Conexiones al actuador y al arduino de los botones 124
Ilustración 190Conexión botón para de emergencia 125
Ilustración 191termino de la botonera 125
Ilustración 192 Programación en arduino ide 126
Ilustración 193 Terminado circuito de relevadores 126
Ilustración 194 Inicio de fresado en espejo en ambas piezas 127
Ilustración 195Inicio del corte 128
Ilustración 196 Verificación del corte 128
Ilustración 197 Visualización del corte 129
Ilustración 198 Acomodamiento horizontal de la pieza 129
Ilustración 199 Corte en la cara de la pieza 130
Ilustración 200 Seguimiento de los cortes en la pantalla 130
Ilustración 201Visualización de los cortes de la pantalla 131
Ilustración 202 Aplicación del refrigerante 131
Ilustración 203 Seguimiento del corte en la pantalla y Comprobación del corte 132
Ilustración 204 Seguimiento del corte 132
Ilustración 205 Finalización del corte 133
Ilustración 206 Visualización de la pieza terminada, Comprobación de la pieza y terminada Finalización de la pieza 133
Ilustración 207 Pieza fuera de la maquina 134
Ilustración 208 Aplicación del refrigerante 134
Ilustración 209 Evidencia de la suciedad y Seguimiento inicial del corte 135
Ilustración 210Seguimiento del corte y Comprobación de seguridad del corte 135
Ilustración 211Visualización de la pieza 136
Ilustración 212 Terminado de las piezas macho-hembra 136
Ilustración 213Comprobación del encaje de las piezas macho hembra 137
Ilustración 214 Corte del perfil 137
Ilustración 215Aplicación de soldadura al perfil 138
Ilustración 216 Terminado del cuadrado de la estructura 138
Ilustración 217 Visualización del perfil 139
Ilustración 218 Trazo y colocación del perfil 139
Ilustración 219 Aplicación de soldadura al perfil 139
Ilustración 220 Terminado de la estructura 140
Ilustración 221Trazo a la placa 140
Ilustración 222Corte y trazo a la placa 141
Ilustración 223 Trazos a la placa para sacar el centro 141
Ilustración 224 Trazos a la placa para cortes 142
Ilustración 225 Cortes en los bordes de la placa 142
Ilustración 226 Colocación de visualización de los cortes a las placas 143
Ilustración 227 Devastado a las tuercas 143
Ilustración 228 Trazo a ambas tuercas y Barrenado a ambas tuercas 144
Ilustración 229 Trazo de circulo a la placa 145
Ilustración 230 Aplicación de soldadura a la tuerca y a la placa superior 145
Ilustración 231Comprobación de montado 146
Ilustración 232Trazo a la placa 146

Ilustración 233 Barrenado a la placa y molde 147
Ilustración 234 Machueleado a la placa y molde 147
Ilustración 235 Centrado y aplicación de soldadura 148
Ilustración 236 Montado del molde al actuador lineal 148
Ilustración 237Doblado de las soleras 149
Ilustración 238Barrenado de las soleras 149
Ilustración 239 Trazos y marcas para barrenos 150
Ilustración 240 Trazos y marcas para barrenos 150
Ilustración 241Machueleado al perfil y a las soleras, así como Mondado de las soleras a la estructura 151
Ilustración 242 Montado del actuador y las soleras 152
Ilustración 243 Pruebas de la troqueladora 152
Ilustración 244 Pintado de la troqueladora 153
Ilustración 245 Terminado de la troqueladora 153
Ilustración 246 Planos molde macho 154
Ilustración 247 Planos de molde hembra 154
Ilustración 248Simulación del corte 155
Ilustración 249 Resultado del maquinado cnc 155
Ilustración 250 Planos de estructura 156
Ilustración 251Planos de estructura 156
Ilustración 252 Planos del fijador 157
Ilustración 253Planos de estructura 157
Ilustración 254 Simulación del circuito 158
Ilustración 255Botonera 158
Ilustración 256 Circuito montado 159
Ilustración 257Programación en arduino ide 159
Ilustración 258Pruebas de funcionamiento de la troqueladora 160
Ilustración 259Pruebas de la troqueladora 160
Ilustración 260 Resultados de la troqueladora 161

AGRADECIMIENTOS

Principalmente agradecemos infinitamente a nuestros padres por todo el apoyo y los sacrificios que han realizado para que podamos estar en esta etapa final de nuestra vida académica, al poder concluir esta meta la cual nos llevara al inicio de nuestras vidas independientes.

Como un testimonio del infinito aprecio y agradecimiento por toda una vida de esfuerzos y sacrificios, brindándonos siempre cariño y apoyo incondicional cuando más lo necesitábamos. Deseamos de todo corazón que este triunfo como hombres, hijos, hermanos y profesionistas que somos, lo sientan como suyo.

Con todo nuestro amor, admiración y respeto para nuestros padres: Lidia Díaz Herrera, Blanca Alicia Perez Morales, Manrique Heredia Onofre y Martin Velazquez Reséndiz por la infinita cantidad de sacrificios realizados a lo largo de nuestra vida, para poder llegar a concluir esta etapa de nuestras vidas, por siempre estar al lado de nosotros en los momentos más difíciles y maravillosos.

A nuestras hermanas: Valeria Michael Heredia Díaz, Isamar Velazquez Perez, Melanie Alexa Heredia Díaz y Andrea Velazquez Perez quienes, con su apoyo condicional, cariño y ejemplo nos han alentado a obtener nuestros objetivos y porque gracias a ustedes sabemos lo que es contar con una familia.

Gracias a ustedes somos hombres con valores y les agradecemos de todo corazón por ser nuestro mayor apoyo durante todo este recorrido, sin ustedes no hubiéramos logrado absolutamente nada ya que cada paso, error, alegría y tristeza siempre estuvieron con nosotros, en nuestras vidas no encontraremos las palabras para agradecerles lo suficiente lo que han hecho por nosotros.

Al tecnológico de estudios superiores de Coacalco y todos los profesores les damos las gracias, ya que compartieron su experiencia y conocimiento con nosotros.

A los ingenieros Irvin Mendoza Paz y León Loa Pelcastre por permitirnos realizar este proyecto, brindarnos el acceso a todas las herramientas de aprendizaje de su área, por los conocimientos y habilidades que nos transmitió a lo largo del desarrollo de este proyecto, por el tiempo dedicado al mismo y por las ideas aportadas.

RESUMEN

El presente documento tiene la finalidad el reportar el proceso de desarrollo del proyecto **“DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN TROQUEL”** realizado como proyecto de residencias del 21 de marzo al 29 de julio del 2024.

El propósito es el cómo realizar una maquina troqueladora por medio de los programas para simulación Solidworks para modelado mecánico y Mastercam que sirve para maquinado en CNC para después hacer la fabricación de la misma físicamente creando la estructura de la máquina, así como el molde (macho-hembra), su funcionalidad deberá ser automatizada por medio de un circuito de relevadores simulado en el programa proteus V5 y programada por medio de un Arduino nano a través del programa Arduino IDE.

INTRODUCCION

Las troqueladoras son equipos esenciales en la fabricación industrial y están diseñados específicamente para cortar materiales en formas determinadas. Estas máquinas tienen la capacidad de cortar una amplia variedad de materiales, desde papel y tela hasta goma, láminas de metal y espuma. Originalmente, en el siglo XIX, las troqueladoras fueron diseñadas para cortar cuero destinado a la fabricación de zapatos, sin embargo, con el paso del tiempo, la industria ha evolucionado significativamente, y hoy en día, estas máquinas se utilizan en diversas industrias, desde el embalaje hasta la fabricación de automóviles, entre otras.

El presente trabajo realizado para residencias profesionales en el tecnológico de estudios superiores de Coacalco es desarrollar el proyecto **"DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN TROQUEL"** el cual tiene como principal característica realizar un troquel en forma física para que se comprendiera como es el funcionamiento de este tipo de máquinas que se utilizan comúnmente en las empresas metalmecánicas y con el fin de que los alumnos en ingeniería en mecatrónica también puedan conocer el uso de este equipo.

DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Nombre de la empresa:

Tecnológico de Estudios Superiores de Coacalco

Dirección:

Av. 16 de septiembre N° 54, Coacalco de Berriozábal, México C.P. 55700 San Francisco Coacalco, MEX Tel. (0155) 2159-4324 y 25

Croquis de Ubicación:



Ilustración 1Ubicación del tecnológico de estudios superior de Coacalco

Sector Productivo de la dependencia

Educativo

Objetivo general de la dependencia

La formación de profesionales e investigadores aptos para la aplicación y generación de conocimientos, con capacidad crítica y analítica en la resolución de problemas, con sentido innovador para incorporar los avances científicos y tecnológicos al ejercicio responsable de la profesión.

Promover y realizar investigación científica y tecnológica que coadyuve al avance del conocimiento y al mejor aprovechamiento de los recursos naturales y materiales que contribuyan a elevar la calidad de vida en la comunidad.

Participar en la consolidación del desarrollo tecnológico y social de la comunidad, colaborar con los sectores público, privado y social.

Realizar el proceso enseñanza – aprendizaje con actividades curriculares debidamente planeadas y ejecutadas.

Promover la cultura nacional y universal.

Estructura Organizacional

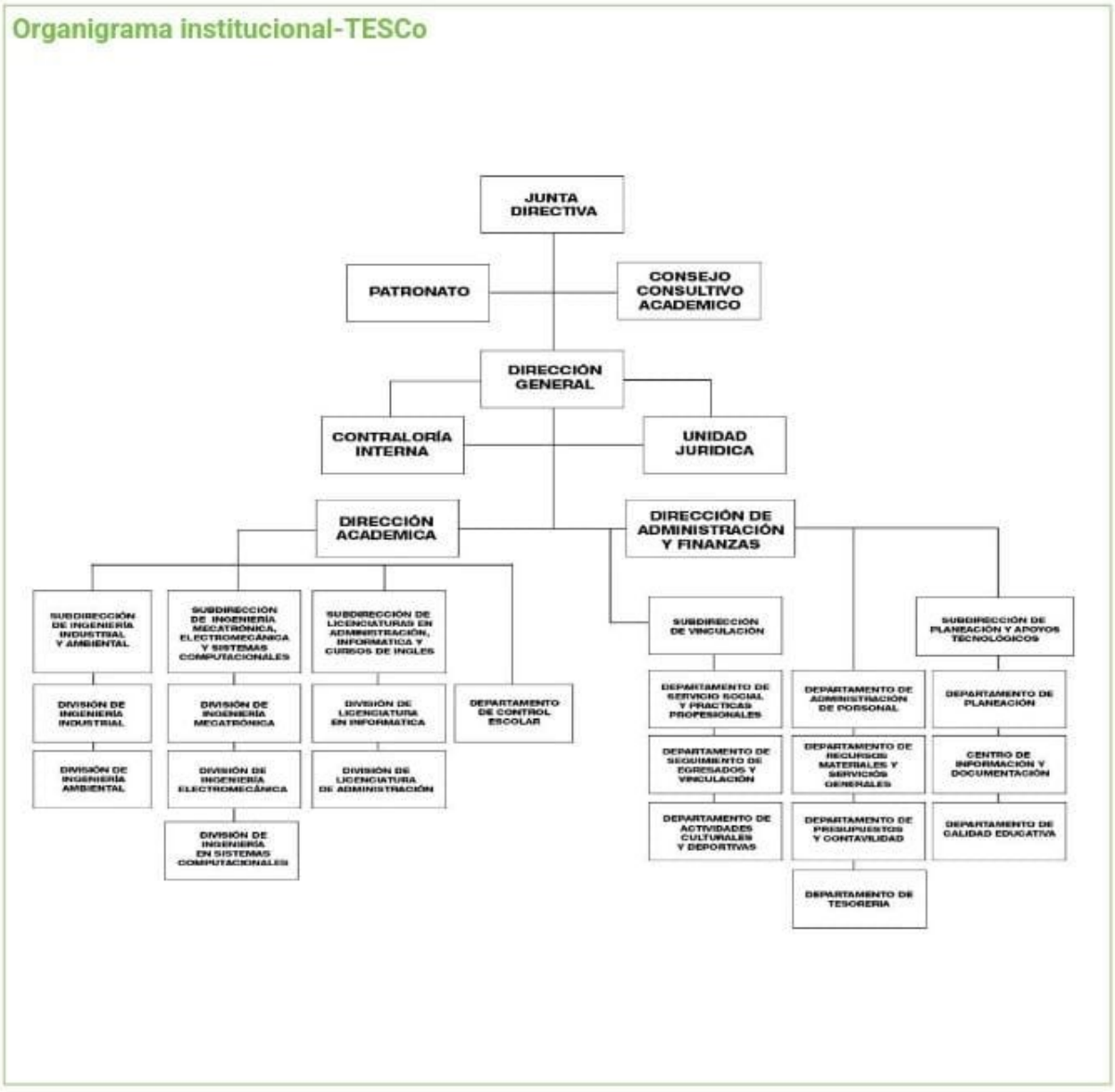

Ilustración 2Organigrama Institucional TESCo

Misión:

Somos una institución pública de Educación Superior Tecnológica que forma de manera integral profesionistas e investigadoras e investigadores, con creatividad e innovación, capaces de resolver problemas de su ámbito laboral y de apoyar el desarrollo tecnológico; a través de la oferta de programas educativos de licenciatura y posgrado reconocidos por su calidad, con un enfoque de responsabilidad social basado en valores y el respeto al medio ambiente.

Visión:

Consolidarse como una institución pública de Educación Superior Tecnológica que fomenta la investigación básica, aplicada y el desarrollo tecnológico vinculado con las empresas e instituciones nacionales e internacionales a través de su alumnado, egresadas y egresados, profesoras, profesores, investigadoras e investigadores con enfoque en las áreas de automatización y control, manufactura avanzada y desarrollo sustentable.

Filosofía y/o valores:

A fin de guiar y orientar las acciones cotidianas del personal, el TESCo define los siguientes valores institucionales:

- **El ser humano.**

La existencia de una institución se justifica sólo si los resultados de sus trabajos inciden en el mejoramiento de la calidad de vida de las personas.

- **El espíritu de servicio.**

Es la actitud que debe distinguir al personal del TESCo por el profesionalismo en su desempeño.

- **El liderazgo.**

Es la capacidad que debe caracterizar al personal del Tecnológico para integrarse en la conducción innovadora, visionaria, participativa y comprometida.

- **El trabajo en equipo.**

Es el proceso que se realiza de manera armónica, en el que las actitudes multiplican los logros en la consecución de objetivos comunes y se propicia el desarrollo de las personas.

- **La calidad.**

Es la cultura compartida por el personal del TESCo que lo motiva a transformar su forma de ser y hacer las cosas con los más altos estándares de servicio.

Nombre del departamento:

Jefatura de división Mecatrónica

Nombre del asesor externo y interno:

Daniela Pinales Landeros y Irvin Mendoza Paz

Cargo del asesor externo:

Maestra y Maestro

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Durante nuestra vida académica en el tecnológico de estudios superiores de Coacalco los alumnos de ingeniería en mecatrónica realizaron varias simulaciones con diferentes softwares en el ensamble de piezas mecánicas (macho-hembra) que se le conoce como troquel para realizar las prácticas asignada por los docentes.

A lo largo del tiempo trascurrido en la realización de este proyecto hubieron varios procesos de maquinado para poder realizar la troquel como la fresadora de cinco ejes, la cual fue fundamental para realizar el molde (macho- hembra) por medio de códigos G y M, para la estructura se tuvieron que cortar los PTR de dos pulgadas con la ayuda de un esmeril por medio de trazos, la máquina de soldadura fue fundamental para hacer la unión de los perfiles, herramientas de medición como el flexómetro y escuadra para una perfecta alineación y medida exacta de la estructura.

Solicitamos realizar un troquel en forma física para que se comprendiera como es el funcionamiento de este tipo de máquinas que se utilizan comúnmente en las empresas metalmecánicas y con el fin de que los alumnos en ingeniería en mecatrónica también puedan conocer el uso de este equipo.

OBJETIVOS

Objetivo general

- ✓ Diseño y construcción de una troqueladora.

Objetivos específicos

- ✓ Diseño en Solidworks de estructura de la troqueladora.
- ✓ Diseño en Mastercam del molde del troquel macho - hembra
- ✓ Simulación del circuito eléctrico en proteus vsm y programación en el programa ide Arduino.
- ✓ Armado del circuito eléctrico y programación para troqueladora.
- ✓ Construcción de la troqueladora

Alcances

Hace moldes en láminas de aluminio delgadas.

Limitaciones

El actuador no cuenta con suficiente fuerza para aplastar laminas gruesas

El molde es de aluminio, por ende, solo el material ocupado debe ser el mismo, no se puede ocupar laminas de otros materiales ya que no las podrá dar forma.

JUSTIFICACIÓN

La realización de la máquina troqueladora, la cual tiene como principal función dar forma a una lámina de latón ya que es un material maleable para este tipo de trabajos por medio de dos piezas de aluminio conocidas como macho y hembra que poseen una figura según la aplicación.

La finalidad de este proyecto es que el alumno de ingeniería mecatrónica con especialidad en manufactura pueda visualizar, realizar por medio de softwere y construir físicamente una troqueladora con los equipos que se encuentran en el tecnológico de estudios superiores de Coacalco para así poder llevar a cabo la practica en el manejo del diseño de una troqueladora.

Así mismo los estudiantes de la carrera de ingeniería en mecatrónica pueden realizar prácticas físicamente con diseños diferentes de moldes.

MARCO TEÓRICO

TROQUEL

Es una máquina con filos cortantes utilizada para estampar, recortar o perforar superficies mediante un sistema de prensa. Equiparable a un molde de acuñación de monedas, este dispositivo permite dar forma a un material mediante el proceso de troquelado.

Su versatilidad se destaca en la capacidad de intercambiar sistemas de moldes, facilitando cortes prediseñados para una ejecución eficiente del trabajo. Este proceso, esencial en diversos sectores, incluye la fabricación industrial, donde contribuye a obtener la forma del producto final. (Castellanos, 2023)

FUNCIONAMIENTO

Es un proceso mecánico de producción industrial que se utiliza para trabajar en frío lámina metálica y fabricar completa o parcialmente piezas por medio de una herramienta (troquel), compuesta por un punzón y una matriz, también llamados ‘macho’ y ‘hembra’, respectivamente. Mediante una prensa, el troquel ejerce presión sobre el material, supera su límite elástico y actúa como fuerza para transformarlo, bien sea para cortar, doblar o conformar una forma previamente definida.

TIPOS DE TROQUEL

Hay tres diferentes tipos, los cuales son los siguientes:

Troqueles Simples

Estos permiten realizar solamente una operación en cada golpe del ariete o carnero, son de baja productividad por lo que normalmente es necesario el uso de otros para poder concluir una pieza y considerarla terminada.

Troqueles Compuestos

Estas herramientas permiten aprovechar la fuerza ejercida por el ariete realizando dos o más operaciones en cada golpe y agilizando así el proceso.

Troqueles Progresivos

Estos constan de diferentes etapas o pasos, cada uno de ellos modifica el material en una determinada secuencia establecida por el diseñador (secuencia de corte), de tal manera que al final se obtiene una pieza o piezas terminadas.

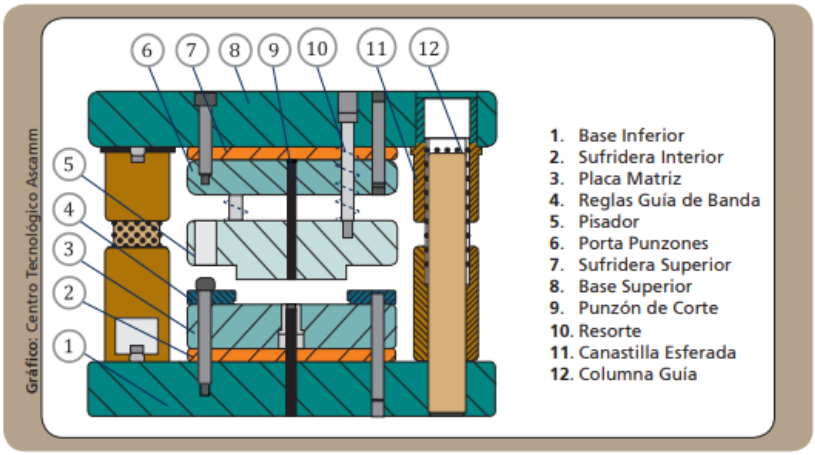

Ilustración 3Partes Básicas de un troquel

Figura (Villar, 2006)

SOLIDWORKS

Según (Corporation, 2002- 2024) SOLIDWORKS es un software de diseño CAD 3D (diseño asistido por computadora) para modelar piezas y ensamblajes en 3D y planos en 2D. El software que ofrece un abanico de soluciones para cubrir los aspectos implicados en el proceso de desarrollo del producto. Sus productos ofrecen la posibilidad de crear, diseñar, simular, fabricar, publicar y gestionar los datos del proceso de diseño.

Historia y evolución

SOLIDWORKS Corp. Tuvo su inicio en 1993 por Jon Hirschtick en Masachuset. En el año 1995 fue su primera versión del CAD 3D al mercado y en 1997 fue traspasada por Dassault Systèmes convirtiéndose en una filial de ésta por lo que era necesaria ya que en la industria necesitaba de un software que combinara el modelado en 3D con la facilidad de uso del escritorio.

En 1993, el fundador de SOLIDWORKS, Jon Hirschtick, contrató a un equipo de ingenieros para hacer la tecnología CAD 3D fuera más accesible para todos. Y así cumplieron el objetivo desarrollando la primera tecnología de CAD en 3D que se ejecutaba en la plataforma de Windows.

Hoy SOLIDWORKS ahora es conjunto de herramientas completo para crear, simular, publicar, administrar datos y gestionar proyectos y procesos maximizando la innovación y la productividad de los recursos de ingeniería.

Manteniendo su propuesta de valor asociada a la facilidad de uso de la herramienta, ha seguido creando nuevos productos que resuelven situaciones específicas dentro del proceso de desarrollo del producto, ahorrando tiempo y dinero. Actualmente SOLIDWORKS presenta soluciones de Fabricación Inteligente, diseño y análisis, diseño eléctrico y electrónico, gestión de datos, proyectos y procesos.

Ilustración 4Solidworks

(Corporation, 2002- 2024)

MASTERCAM

Mastercam es un software de diseño asistido por computadora (CAD) y fabricación asistida por computadora (CAM) utilizado principalmente en la industria manufacturera para crear programas de control numérico por computadora (CNC). Este software es desarrollado por CNC Software Inc., con sede en Estados Unidos.

Historia de Mastercam:

Mastercam fue desarrollado por la compañía CNC Software Inc., fundada en 1983 por Mark Summers en Connecticut, EE. UU. Inicialmente, el software fue diseñado

para operar máquinas de control numérico por computadora y facilitar la programación de estas.

La primera versión comercial de Mastercam fue lanzada en 1983. Desde entonces, el software ha evolucionado significativamente, incorporando nuevas funcionalidades y mejoras en cada nueva versión.

Con el tiempo, Mastercam se ha convertido en uno de los programas de CAM más utilizados a nivel mundial debido a su facilidad de uso, potencia y capacidad para soportar una amplia gama de máquinas CNC.

CNC Software Inc. ha mantenido un enfoque constante en el desarrollo y la mejora de Mastercam, adaptándolo a los avances tecnológicos y a las necesidades cambiantes de la industria manufacturera.

A lo largo de los años, Mastercam ha introducido numerosas versiones con características avanzadas como fresado 3D, torneado, mecanizado de alta velocidad, mecanizado multitarea, simulación de máquina, y soporte para diferentes tipos de máquinas y controles CNC.

Debido a su amplia adopción en diversos sectores industriales como la automoción, aeroespacial, moldes y matrices, entre otros, Mastercam ha jugado un papel crucial en la automatización y mejora de los procesos de fabricación.



Ilustración 5Mastercam

Figura (mastercam, 2024)

PROTEUS VSM

Dicho por (rossano, 2013) Es un sistema de diseño electrónico basado en la simulación analógica, digital o mixta de circuitos que brinda la posibilidad de interacción con muchos de los elementos que integran el circuito. Incluye componentes animados para la visualización de su comportamiento en tiempo real, además de un completo sistema de generación y análisis de señales. También cuenta con modulo para el diseño de circuitos impresos.

Esta herramienta se puede realizar el ciclo completo de trabajo desde el diseño electrónico de los circuitos hasta la construcción final del circuito impreso. es capaz de escribir el código que se ejecutará en el microprocesador y simular al mismo tiempo el funcionamiento del software y del hardware. Permite tener una visión completa del resultado de ejecutar cada paso del código en los registros internos del microprocesador, en su memoria, en sus pines de entrada y salida y en todos los dispositivos que se encuentran a su alrededor.



Ilustración 6 Proteus

Figura (rossano, 2013)

ARDUINO NANO

De acuerdo con (desarrollar ai , 2024) Es una placa de desarrollo de tamaño compacto, diseñada para facilitar la creación de proyectos electrónicos. Es una versión más pequeña y versátil de la popular placa Arduino Uno, lo que la hace ideal para aplicaciones donde el espacio es limitado.

Esta placa tiene muchas funciones y características como que no tiene ningún conector de CC, por lo que la fuente de alimentación se puede proporcionar

mediante un pequeño puerto USB conectado directamente a los pines como VCC y GND. Esta placa se puede alimentar con entre 5 y 20 voltios mediante un mini puerto USB en la placa.

Las características de un Arduino nano incluyen principalmente las siguientes.

- El microcontrolador ATmega328P pertenece a la familia AVR de 8 bits
- El voltaje de funcionamiento es de 5 V.
- El voltaje de entrada (Vin) es de 7 V a 12 V
- Los pines de entrada/salida son 22
- Los pines de entrada analógicos son 6, de A0 a A5.
- Los pines digitales son 14
- El consumo de energía es de 19 mA.
- La corriente CC de los pines de E/S es de 40 mA
- La memoria flash es de 32 KB
- La SRAM es de 2 KB
- La EEPROM tiene 1 KB
- La velocidad CLK es de 16 MHz
- Peso-7g
- El tamaño de la placa de circuito impreso es de 18 X 45 mm.
- Admite tres comunicaciones: SPI, IIC y USART
- La configuración de pines del Arduino nano se muestra a continuación y se analiza la funcionalidad de cada pin.

Pin de alimentación (Vin, 3,3 V, 5 V, GND): estos pines son pines de alimentación

- ✓ Vin es el voltaje de entrada de la placa, y se utiliza cuando se utiliza una fuente de alimentación externa de 7 V a 12 V.
- ✓ 5 V es el voltaje de alimentación regulado de la placa nano y se utiliza para proporcionar alimentación a la placa y a los componentes.
- ✓ 3,3 V es el voltaje mínimo que se genera desde el regulador de voltaje en la placa.
- ✓ GND es el pin de tierra de la placa.

- ✓ Pin RST (Reset): Este pin se utiliza para reiniciar el microcontrolador.

- ✓ Pines analógicos (A0-A7): estos pines se utilizan para calcular el voltaje analógico de la placa dentro del rango de 0 V a 5 V.
- ✓ Pines de E/S (pines digitales de D0 a D13): estos pines se utilizan como pines de E/S o de salida. 0 V y 5 V
- ✓ Pines seriales (Tx, Rx): estos pines se utilizan para transmitir y recibir datos seriales TTL.
- ✓ Interrupciones externas (2, 3): estos pines se utilizan para activar una interrupción.
- ✓ PWM (3, 5, 6, 9, 11): estos pines se utilizan para proporcionar una salida PWM de 8 bits.
- ✓ SPI (10, 11, 12 y 13): estos pines se utilizan para admitir la comunicación SPI
- ✓ LED incorporado (13): este pin se utiliza para activar el LED.
- ✓ IIC (A4, A5): estos pines se utilizan para admitir la comunicación TWI.
- ✓ AREF: Este pin se utiliza para dar voltaje de referencia al voltaje de entrada.

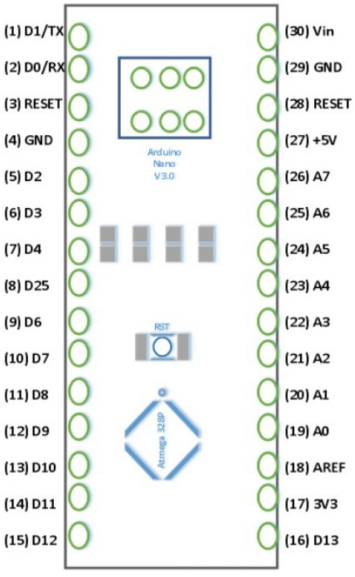

Ilustración 7 Elprocus

Figura (elprocus, 2013)

ARDUINO IDE

De acuerdo con (peña, 2020) El entorno de desarrollo integrado o ide de Arduino es una aplicación multiplataforma que puedes utilizar para escribir y cargar programas en placas de Arduino, también en aquellas que sean compatibles. Pero no solo eso, ya que, gracias a núcleos generados por terceros, también se puede utilizar para cargar programas en placas de desarrollo de otros.



Ilustración 8 ARDUINO

Figura (peña, 2020)

ACTUADOR LINEAL

Dicho por (Automations, 2024) Es un dispositivo encargado del elemento de movimiento en un sistema, es decir, es responsable de todas las partes relacionadas con el movimiento en un mecanismo o sistema.

Puede haber muchos tipos de movimientos en un sistema, como movimiento lineal, movimiento rotativo, movimiento vibratorio y movimiento circular. Todos estos se ejecutan utilizando actuadores que realizan la tarea necesaria.

Se usa específicamente para crear movimiento en una sola línea recta utilizando la entrada proporcionada por el sistema. Toman energía del mismo en la forma más adecuada disponible, que sean eléctricas, mecánicas, hidráulicas o neumáticas, y la conviertan en un movimiento lineal para levantar o mover la carga aplicada. Puede proporcionar movimiento en una o dos direcciones, es decir, empuje, tirar o

ambos. Este es preciso o duro según la aplicación y el tipo que es utilizado en el sistema.

Tiene varias aplicaciones como un componente integral del sistema. Considérelo la mano del sistema con el que funciona. Encuentra sus usos principalmente en proyectos de automatización. También se usa en sistemas de uso cotidianos como computadoras, válvulas e impresoras.

Función

Tiene algunos componentes habituales que se requieren para su condición de trabajo adecuada y anticipada como se muestra en la figura.

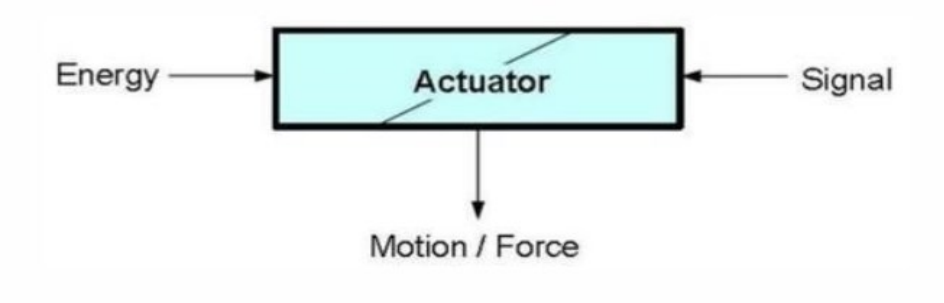

Ilustración 9 Función Actuador

Figura (Automations, 2024)

Tipos de actuadores lineales

Hay diferentes tipos de acuerdo con su modo de trabajo y la entrada que requieren. Cada tipo tiene su función específica y calidad de salida.

Mecánicos

poseen movimiento rotativo como su entrada mediante el uso de una perilla de control o control, y la convierten en movimiento lineal. El movimiento se convierte usando tornillos, más comúnmente conocidos como tornillos de plomo, rueda y eje, o levas, pero los tornillos de plomo son los más frecuentes de todos. No requieren ninguna fuente de energía, ya que están alimentadas por la entrada humana manual. También son repetibles, es decir, pueden repetir su movimiento durante un largo período sin desgaste.

Electromecánicos

Su un funcionamiento similar a los mecánicos. La diferencia es que la entrada manual se reemplaza por un motor eléctrico que gira el conjunto de engranaje de entrada. El conjunto de engranajes está conectado al tornillo de plomo y de esta manera, se obtiene movimiento lineal en la salida. Se usan comúnmente en los sistemas de automatización. Tienen el mismo comportamiento para extender y volver sobre la recuperación, así que proporcionan precisión al sistema.

Hidráulicos

Trabajan en la ley de Pascal y usan dos cilindros que tienen un pistón en uno de ellos. Cuando se aplica una fuerza al líquido en un cilindro, se ejerce con una cantidad igual al segundo cilindro y la carga se mueve o se levanta. Dado que los líquidos son casi incompresibles, pueden proporcionar precisión al sistema. También pueden proporcionar una fuerza muy alta al sistema en comparación con los electromecánicos.

Neumáticos

Tienen una funcionalidad similar a los hidráulicos, excepto que usan aire comprimido en lugar de líquido. Los hace preferibles sobre otros, ya que su entrada es simplemente aire comprimido. Se utilizan en muchas industrias mecánicas, pero no pueden levantar la carga pesada como el mecánico y también son susceptibles de fugas.

MÁQUINA PARA SOLDAR

``Se utiliza para la fijación de materiales. La unión de estos se logra gracias a la fundición de ambos materiales o con un material de aporte que, mientras se funde, se coloca entre las piezas que se quieren soldar y cuándo se enfría se convierte en una unión fija y resistente. Se pueden soldar una gran cantidad de materiales diferentes, aunque generalmente la máquina de soldar une metales.`` (SOLYMAN, 2023)

Tipos

Arco eléctrico (SMAW o MMA)

Es uno de los tipos de máquinas de soldar más utilizados que existen hoy en día. Una de las formas más comunes de soldadura que utiliza un electrodo consumible recubierto de flux. Se utiliza en una amplia variedad de aplicaciones y es adecuada para soldar la mayoría de los metales comunes.

MIG/MAG (Gas Inerte o Gas Activo)

La soldadura MIG (Metal Inert Gas) utiliza gas inerte como argón o helio para proteger el baño de soldadura, mientras que la soldadura MAG (Metal Active Gas) utiliza gases activos como dióxido de carbono. Este tipo de máquina de soldar es ideal para soldar acero, aluminio y otros metales.

TIG (Tungsten Inert Gas)

Utiliza un electrodo de tungsteno no consumible y un gas inerte para proteger la soldadura. Es especialmente adecuada para trabajos de alta calidad en acero inoxidable, aluminio y otros metales no ferrosos.

Arco sumergido

En este proceso, se sumerge el arco eléctrico y la zona de soldadura en un polvo granular que protege el baño de soldadura de la atmósfera. Es ideal para soldar materiales gruesos y se utiliza en aplicaciones industriales como la construcción naval, la fabricación de depósitos o la construcción de puentes y la industria del acero.

Diferentes partes de un soldador

Es importante para realizar cualquier soldadura conocer bien tu equipo. Para ello es importante saber qué elementos forman tu máquina de soldar para poder usarlos de la manera correcta.

- ✓ La máquina de soldar, es decir, la parte más importante de cualquier soldador.
- ✓ El cable porta electrodo, es el cable que sale del bobinado para ir hacia la pieza.
- ✓ La manija de regulación se utiliza para controlar y regular el amperaje que se requiera para cada trabajo que se quiera realizar.
- ✓ El cable de masa es el cable que conecta con la pieza donde se encuentra el electrodo.
- ✓ El botón de encendido y apagado, para poder dejar o no pasar la corriente.



Ilustración 10 Tipos de soldadoras

Figura (SOLDAR, 2012)

Electrodos de soldadura

En la soldadura por arco se emplea un electrodo como polo del circuito y en su extremo se genera el arco eléctrico. En algunos casos, también sirve como material fundente. El electrodo o varilla metálica suele ir recubierta por una combinación de materiales diferentes según el empleo del mismo. Las funciones de los recubrimientos pueden ser: eléctrica para conseguir una buena ionización, física para facilitar una buena formación del cordón de soldadura y metalúrgica para conseguir propiedades contra la oxidación y otras características.

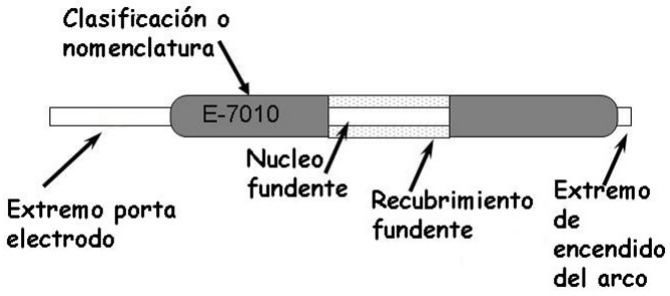

Ilustración 11Soldadura

Figura (soldaduras, 2023)

PERFIL PTR

Dicho por (aceroform, 2023) Son las siglas de perfil tubular rectangular y, como su nombre lo indica se refiere a un material de perfil de acero que se caracteriza por ser una barra hueca, que se utiliza en la industria de la construcción para la fabricación de estructuras que no requieren un gran tamaño ni soportar gran peso.

Tiene presentaciones con acabados en negro, galvanizado o pintado y siempre se encuentra en estructura angular con lados iguales y una sección en forma de L. Este material, esencial en la construcción y la herrería es considerado como elemento estructural con alta eficiencia ya que es capaz de admitir cargas porque puede incrementar su servicio de resistencia al combinarse con otros perfiles de acero.

pueden encargarse de regular las cargas de construcciones y pueden soportar pesos de otros materiales y de los demás elementos, siempre y cuando sean realizados los cálculos pertinentes y necesarios. Aunque es importante señalar que si no hay un cálculo bien realizado, las cargas pueden generar presiones altas, poniendo en peligro a los materiales que está soportando.



Ilustración 12 Perfil PTR

(libre, 2024)

FRESADORA DE 5 EJES AUTOMATIZADA

Según (Diego Bustillos) Además del movimiento relativo entre pieza y herramienta en tres ejes, se puede controlar o bien el giro de la pieza sobre dos ejes, uno perpendicular al eje de la herramienta y otro paralelo a ella (como con un mecanismo divisor y un plato giratorio en una fresadora vertical); o bien el giro de la pieza sobre un eje horizontal y la inclinación de la herramienta alrededor de un eje perpendicular al anterior. Se utilizan para generar formas complejas, como el rodete de una turbina Francis. Los ejes lineales X Y Z pueden desplazarse simultáneamente con los ejes rotacionales A y C o a su vez en forma posicional, gracias a ello se obtiene resultados de mecanizados de piezas complejas, permitiendo así realizar elementos de precisión con la facilidad que representa cambiar de un modelo de pieza a otro mediante la inserción del programa correspondiente. El equipo de control numérico se controla mediante un programa

que utiliza números, letras y otros símbolos, por ejemplo, los llamados códigos G (movimientos y ciclos fijos) y M (funciones auxiliares), están codificados en un formato apropiado para definir un programa de instrucciones para el desarrollo de una tarea concreta. Cuando la tarea en cuestión varia se cambia el programa de instrucciones. La máquina opera a velocidades de corte y avance muy superiores a las fresadoras convencionales por lo que se utilizan herramientas de metal duro para disminuir la fatiga de materiales. El recorrido de los nueve ejes, movimientos principales y rotativos están sujetos a un estándar industrial, la notación utilizada para los ejes y su dirección en máquinas herramientas es como se muestra.

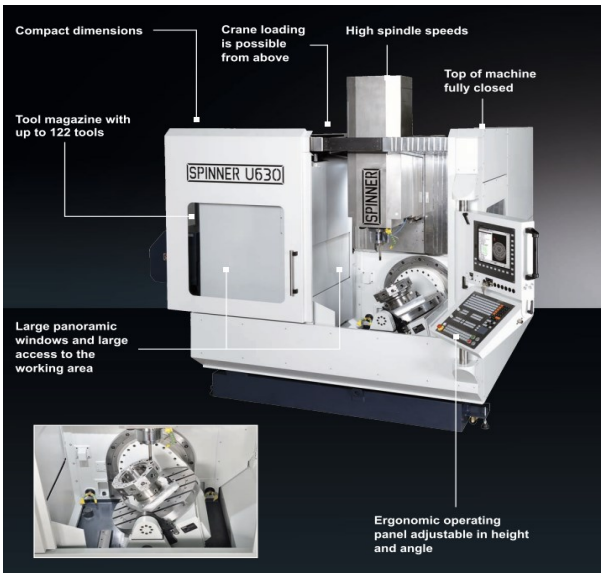

Ilustración 13 Fresadora 5 ejes

(CENTRE, 2015)

DESARROLLO

Proceso de modelado en SOLIDWORKS.

SolidWorks es una herramienta fundamental para la creación de modelos 3D y el uso de herramientas CAD. No solo permite visualizar los diseños en un entorno tridimensional, sino que también ofrece la capacidad de realizar simulaciones y pruebas para prever el funcionamiento de los conceptos antes de su fabricación.

A continuación, se describen los pasos implicados en la creación de las piezas del troquel utilizando este software de diseño asistido por computadora (SOLIDWORKS):

Base

Se inicia creando la geometría base de la pieza, este paso sirve para definir las dimensiones iniciales y la forma general sobre la que se desarrollará el modelo.

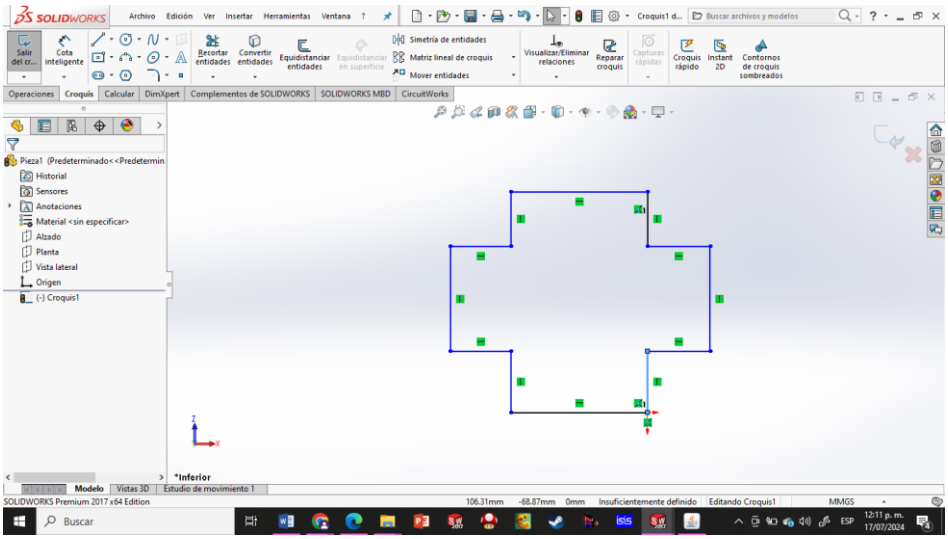

Ilustración 14 Dibujo inicial de la base

Una vez creada la forma de la base, se ajustan las medidas necesarias del modelo.

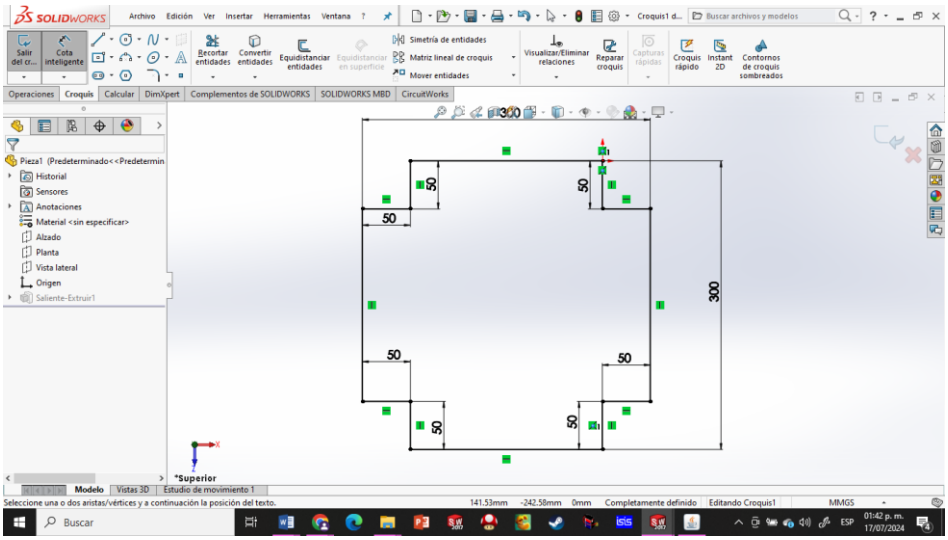

Ilustración 15 Acotado de la base

Una vez que se aplicaron las medidas él se procede a crear una extrusión de la pieza para transformar de un plano 2D a una figura 3D.

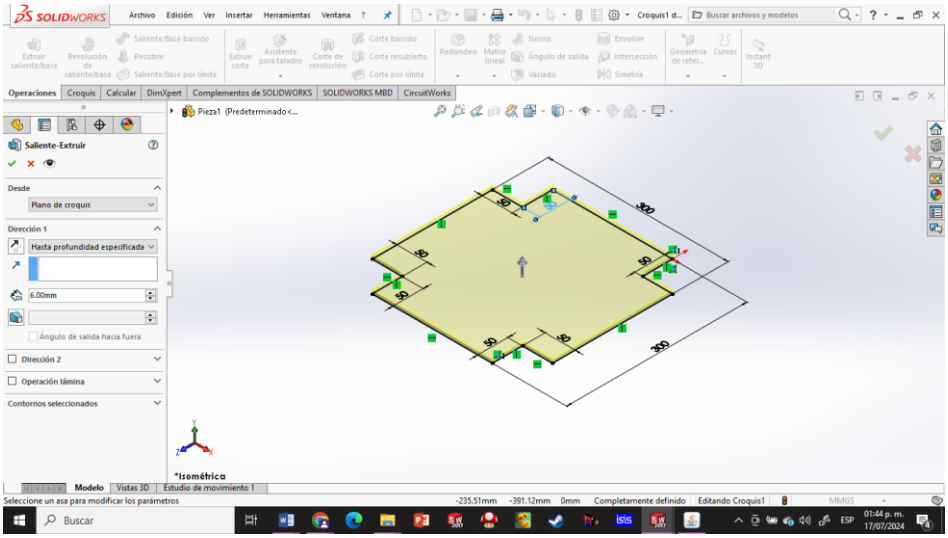

Ilustración 16 Extrusión de la base

La pieza se finaliza una vez que la pieza ya está completamente en 3D.

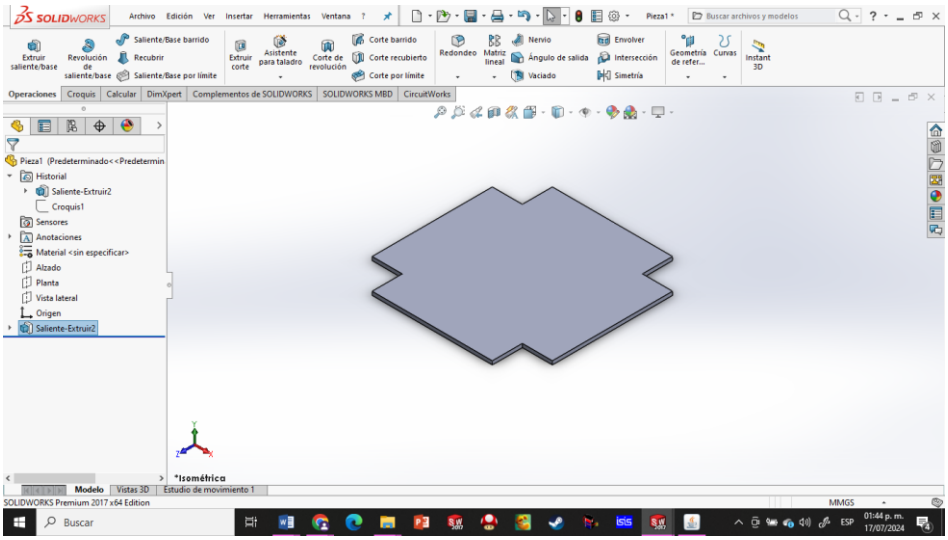

Ilustración 17 Base finalizada

Planos De La Base

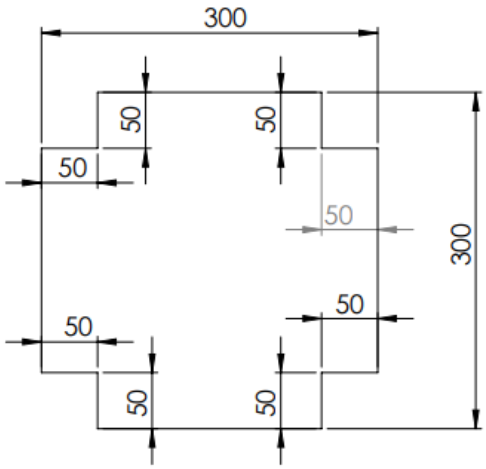

Ilustración 18 Planos de base



Ilustración 19 Grosor de la base

Estructura

Se inicia la pieza creando una figura base en forma de cuadrado y se procede a la creación de una segunda figura cuadrada en el centro del cuadrado inicial.

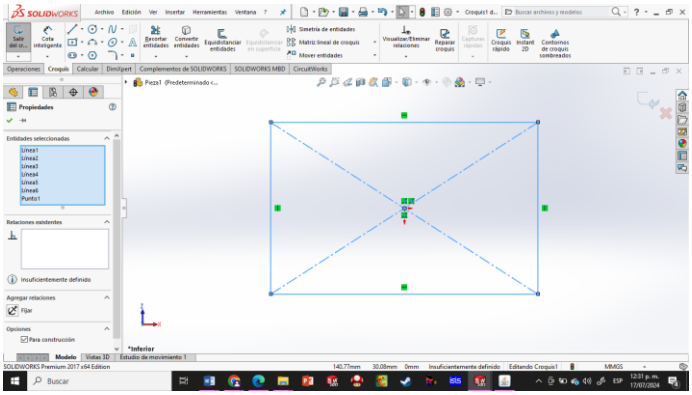

Ilustración 20 Líneas de construcción

Una vez posicionados y alineados los dos cuadrados en el plano se añaden las acotaciones necesarias para definir las medidas del recuadro.

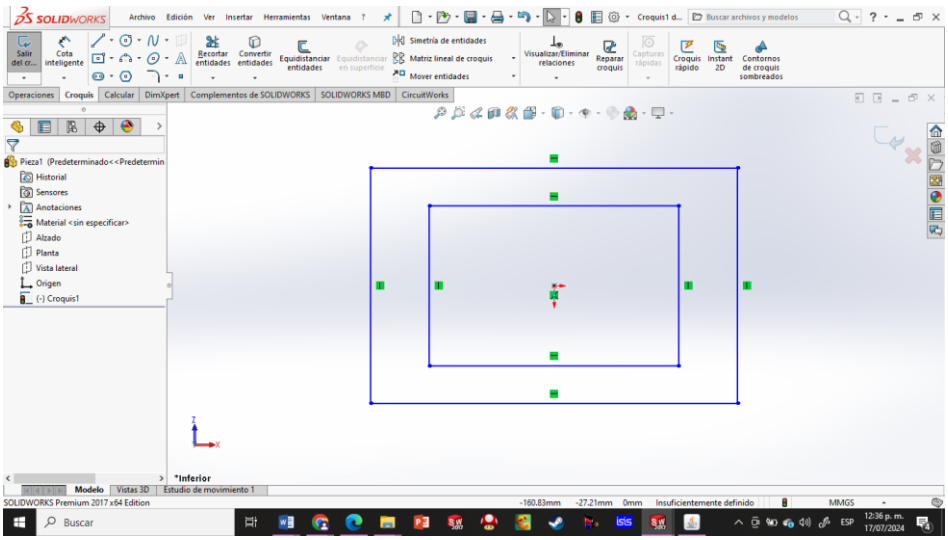

Ilustración 21 Recuadro

Tras agregar las medidas y acotaciones necesarias se procede a realizar una nueva operación de extrusión con la herramienta de “Extruir saliente/base”.

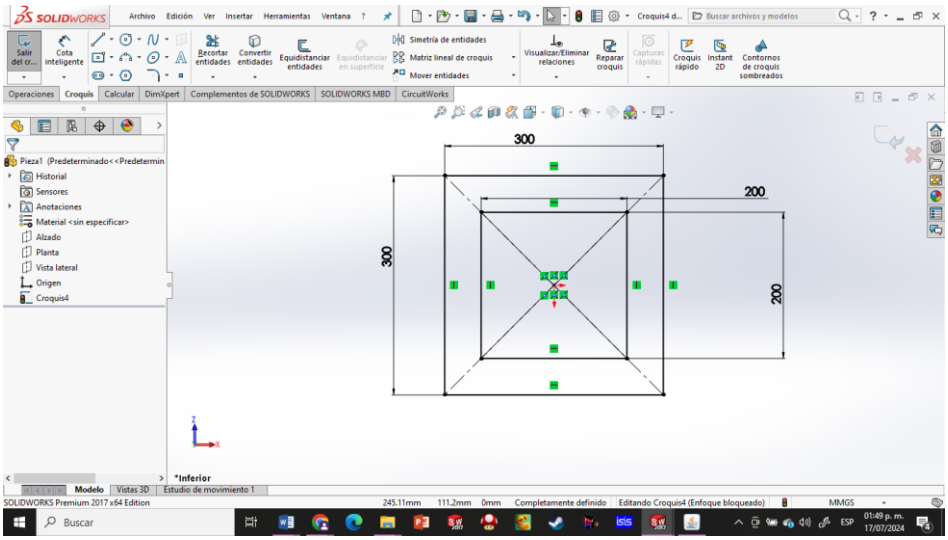

Ilustración 22 Cotas de la estructura

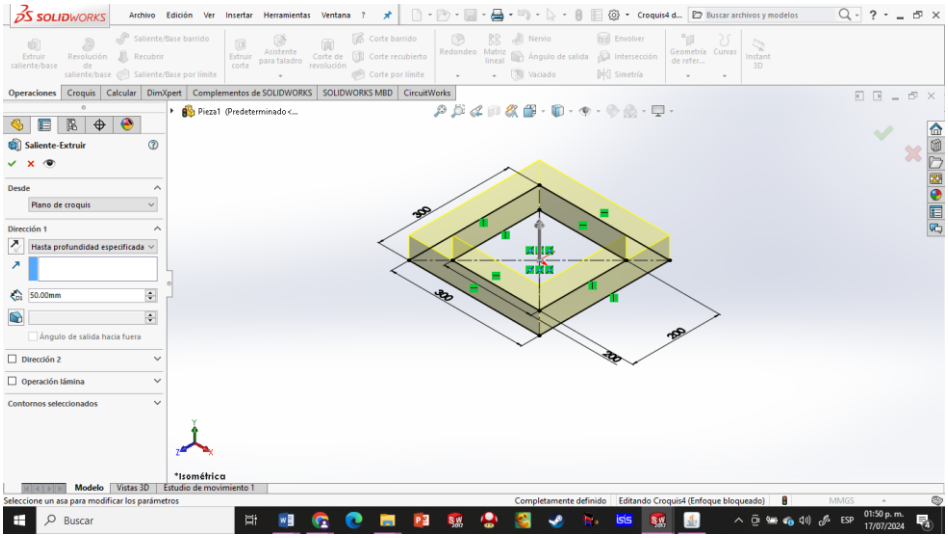

Ilustración 23 Extrusión de la base de la estructura

Una vez completada la extrusión de la pieza se crea un plano en la cara superior del modelo con el propósito de definir y trabajar los agregados que se le darán a la pieza.

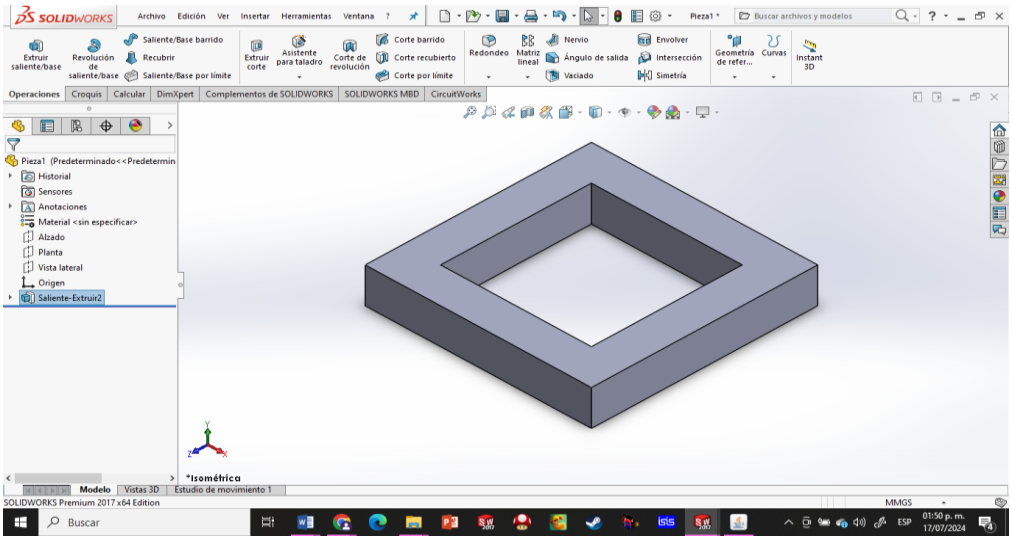

Ilustración 24Base finalizada

En el plano establecido sobre la cara superior del modelo se dibujan cuatro cuadrados pequeños para funcionar como base en la creación de soportes con base en los mismos.

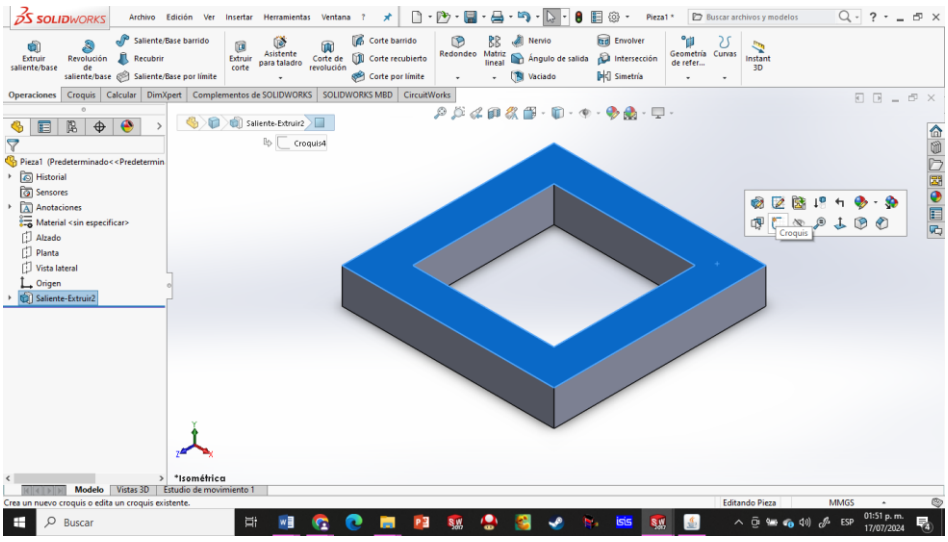

Ilustración 25 Selección de la cara a trabajar

Una vez que los cuadrados realizados para funcionar como soporte han sido modelados en el plano se realiza una operación de extrusión en la pieza.

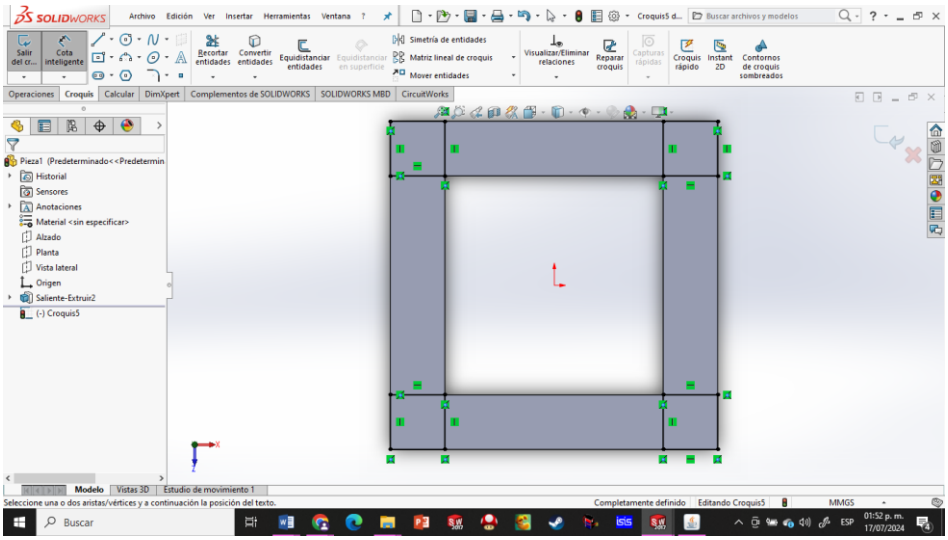

Ilustración 26 Dibujo en la esquina de la base

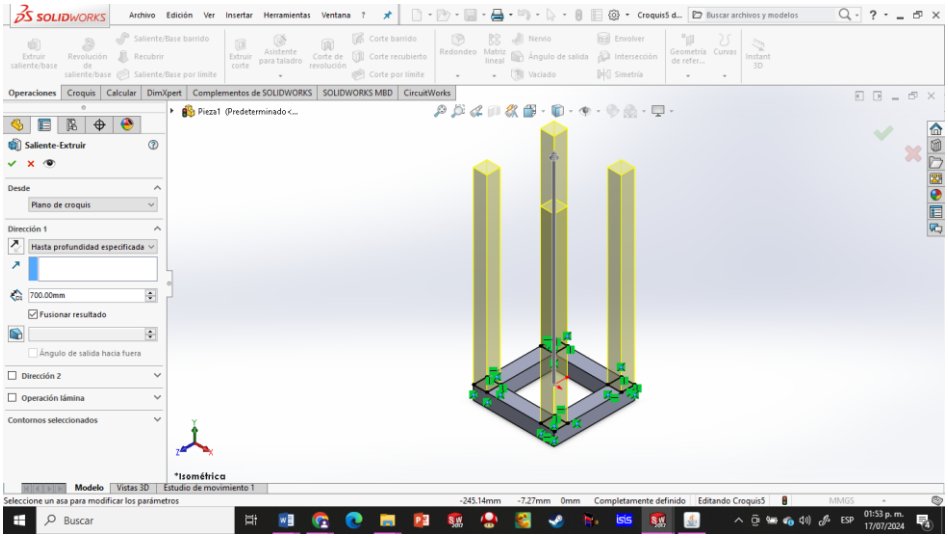

Ilustración 27 Extrusión de las esquinas

Una vez completado el modelado de los soportes se crea la parte final de la estructura sobre los recién creados soportes.

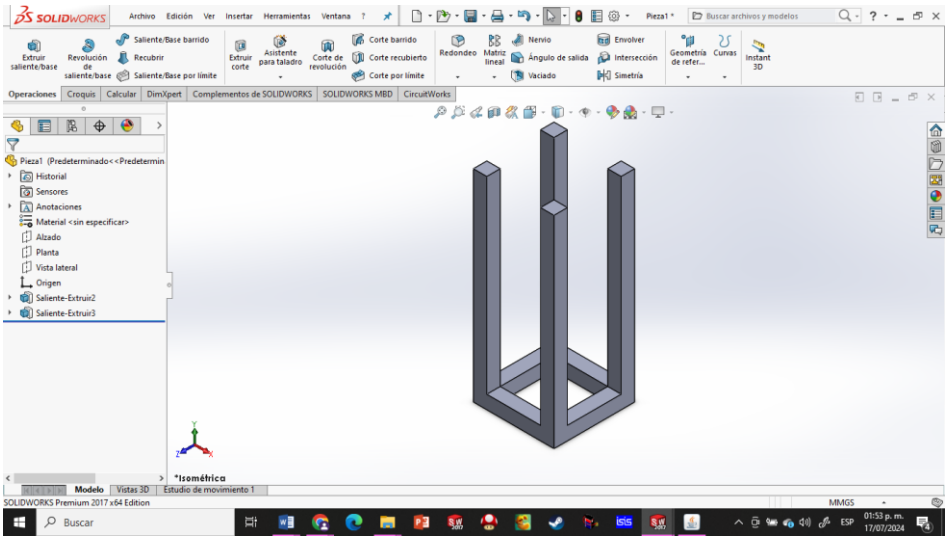

Ilustración 28 Visualización de la extrusión

Se selecciona una de las caras superiores del modelo para iniciar un nuevo croquis.

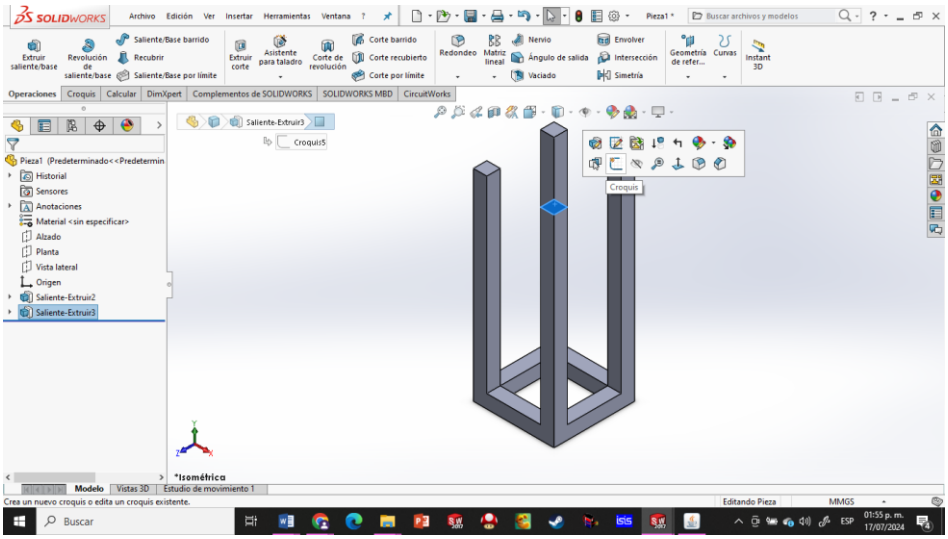

Ilustración 29 Selección de una cara

Una vez completado el dibujo en el croquis se crea una operación de extrusión para convertir el dibujo 2D a una figura 3D.

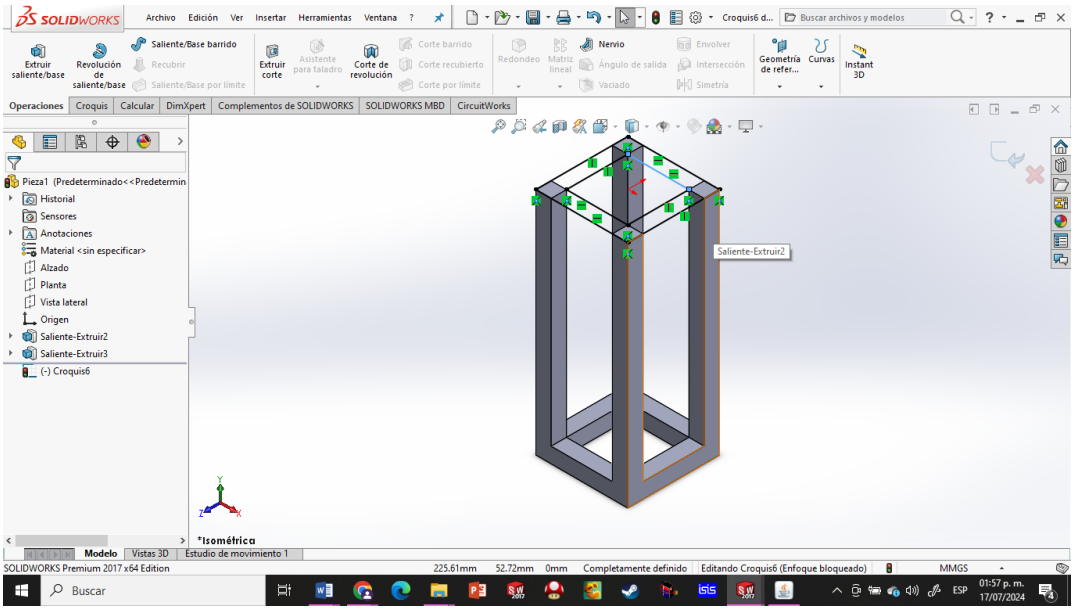

Ilustración 30 Dibujo superior de la base

Una vez que el croquis ha sido creado y sus elementos ya fueron definidos se realiza la extrusión saliente/base para llegar a la parte final de la pieza.

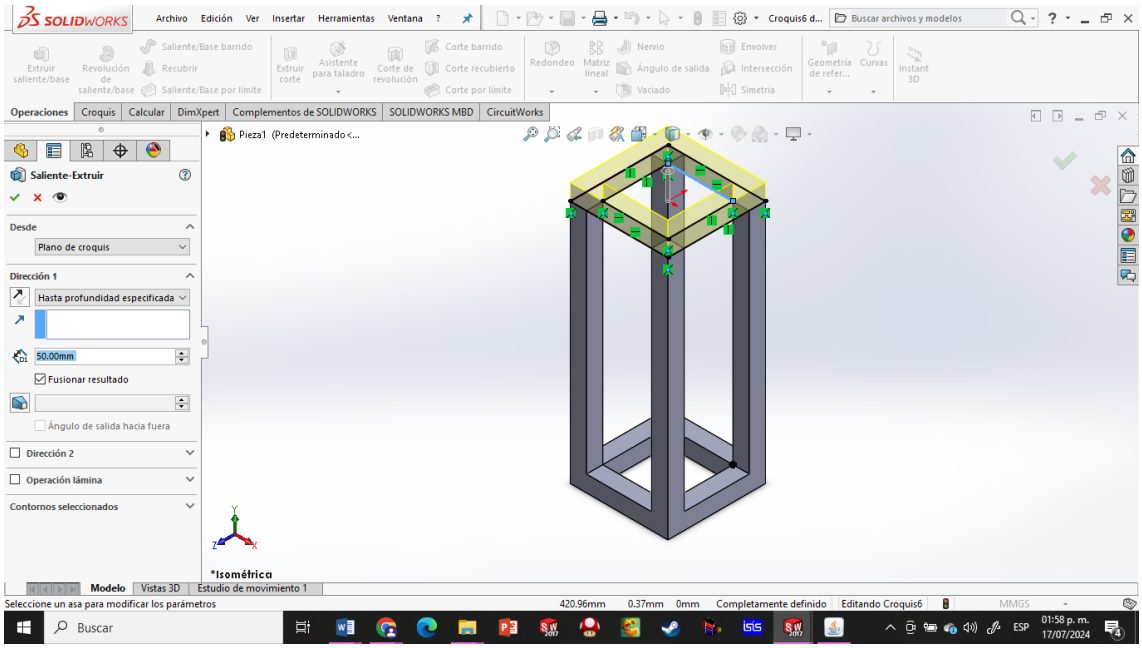

Ilustración 31 Extrusión del dibujo

Una vez que se ha completado el modelado ya se puede dar por terminada.

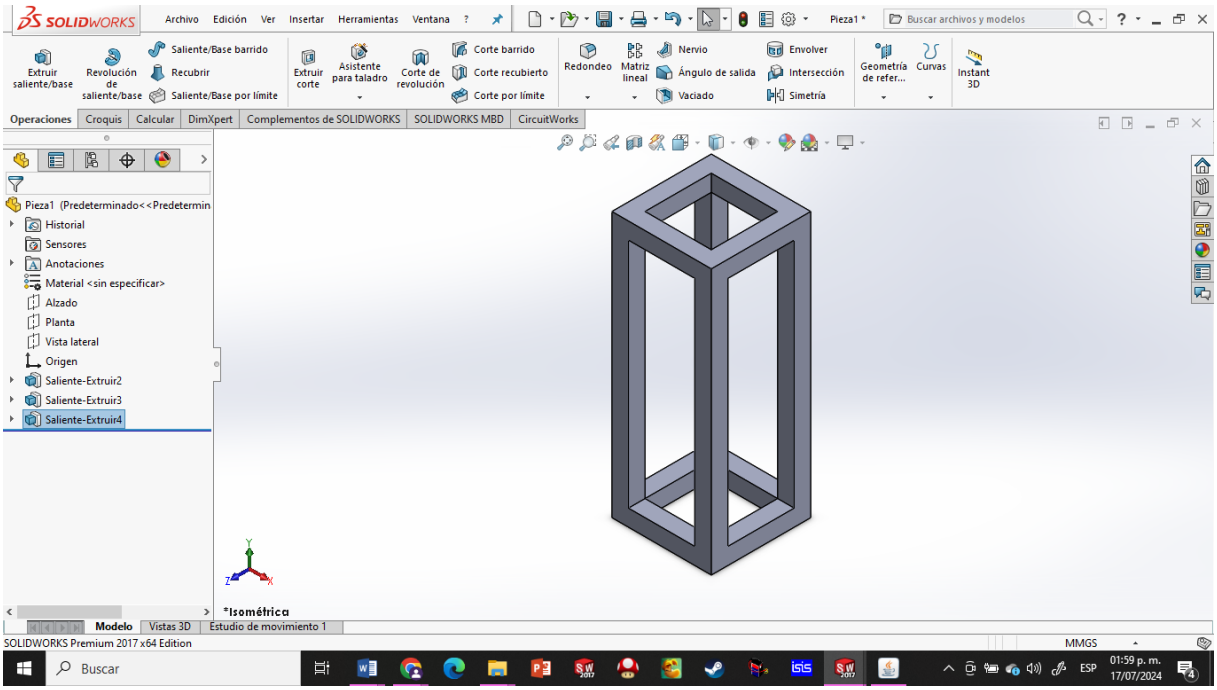

Ilustración 32 Visualización de la estructura

Planos de la Estructura

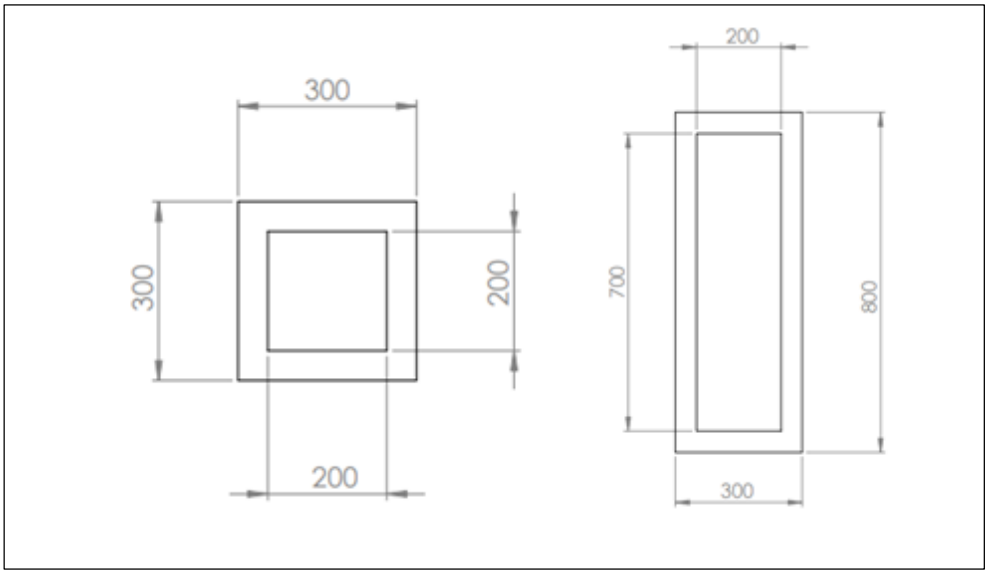

Ilustración 33 Planos del lado superior y lateral de la estructura

Soportes del Molde

Se comienza con la creación de la forma básica de la pieza en el plano procurando que sea lo más parecido posible al diseño de los moldes.

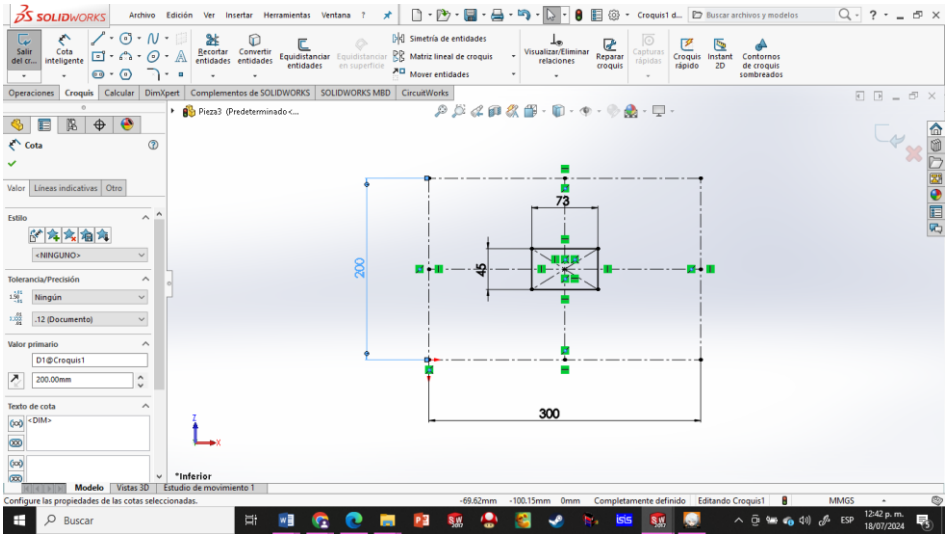

Ilustración 34 División de cuadrantes

Se crea una forma en un cuadrante con el objetivo de aplicar una simetría en el modelo donde la idea es crear las otras partes del dibujo mediante una operación de simetría en los 4 lados.

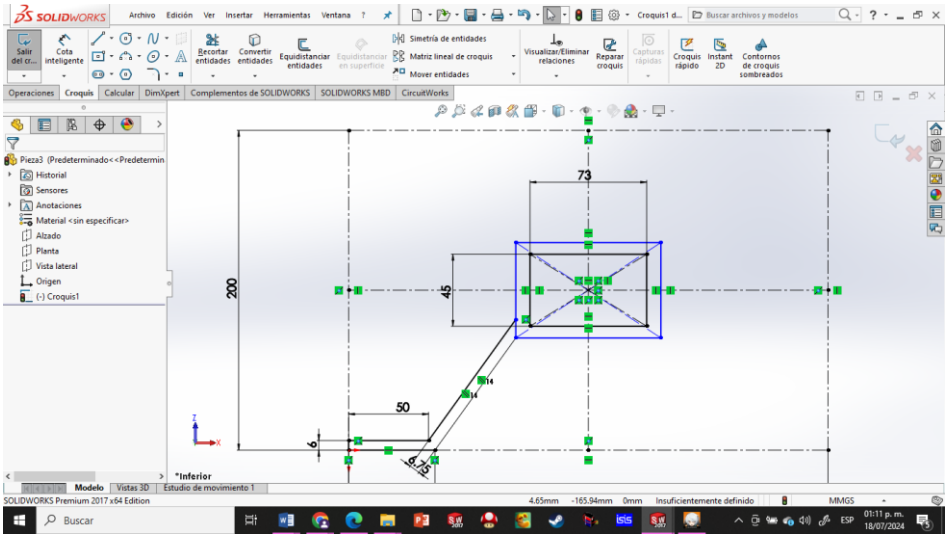

Ilustración 35 Creación del sujetador

Una vez que todos los contornos y dimensiones han sido definidos se eliminan los elementos sobrantes.

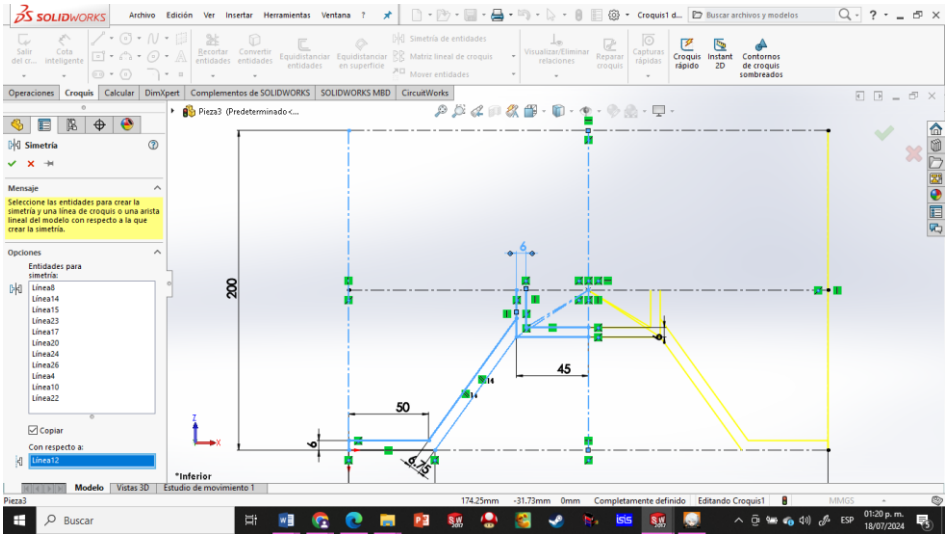

Ilustración 36 Vista en espejo de la primera parte

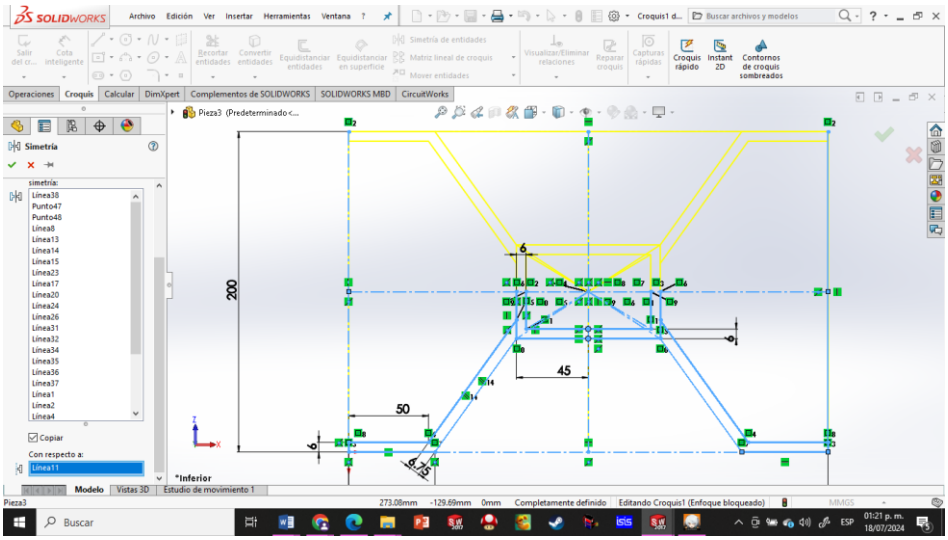

Ilustración 37Creacion del espejo de ambas partes

Una vez que los bordes han sido eliminados, se procede a llevar a cabo la extrusión del dibujo para crear una pieza en 3D a partir del plano.

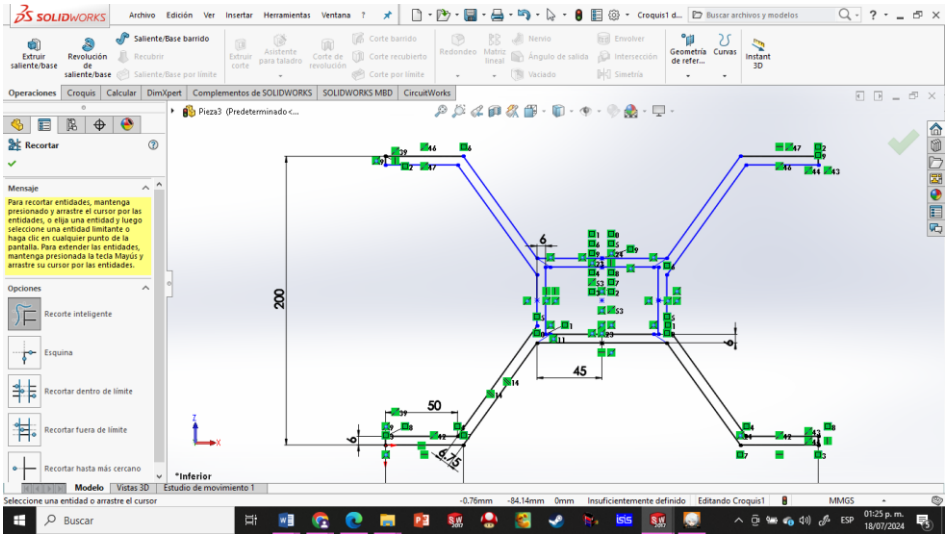

Ilustración 38 Detalles finales de las cotas

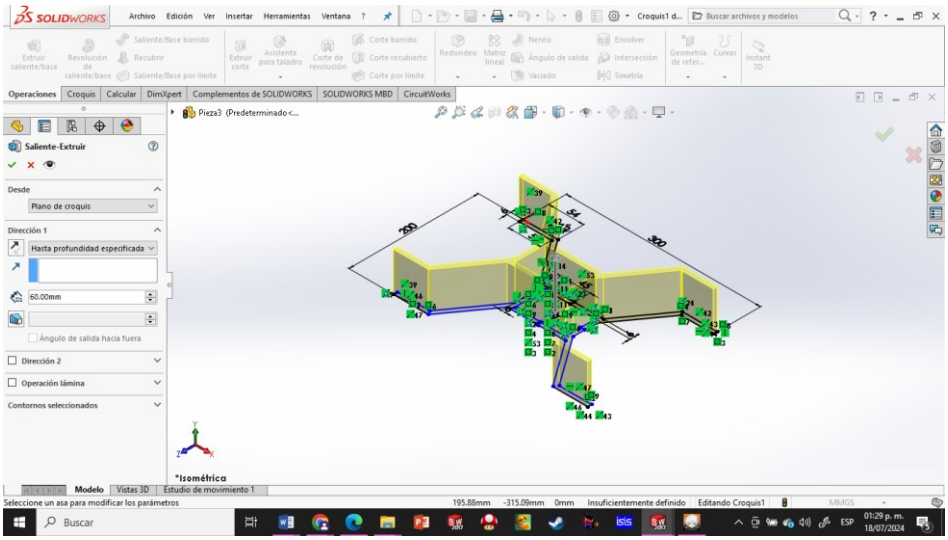

Ilustración 39 Extrusión de la figura

Con la ejecución del proceso de extrusión, se completa el modelado de la pieza.

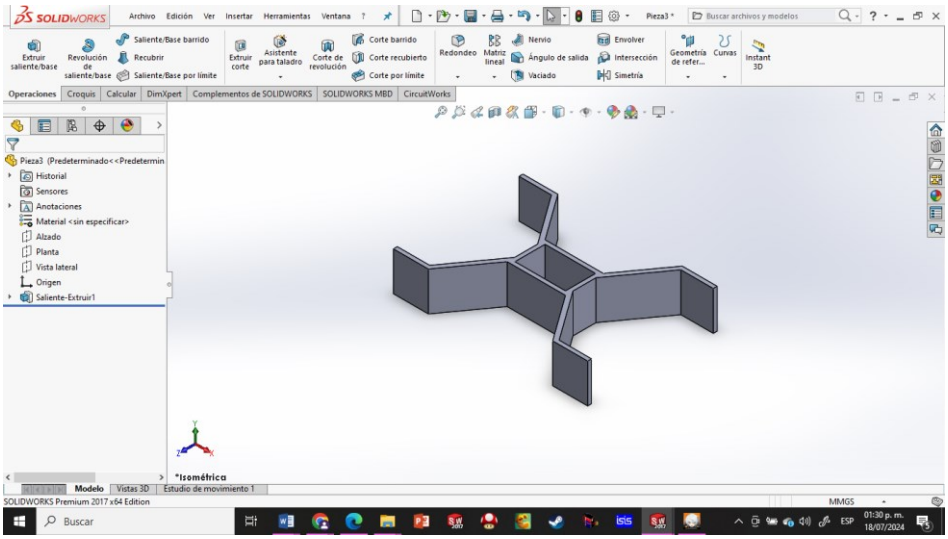

Ilustración 40Vista de la pieza finalizada

Planos del fijador del molde

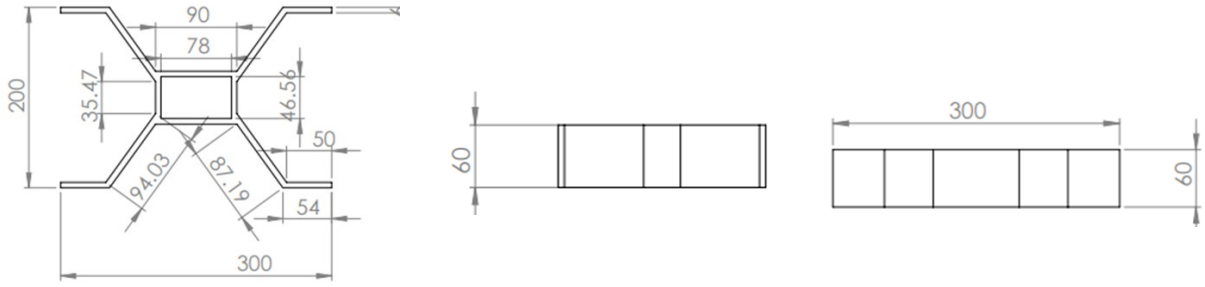

Ilustración 41,Planos superior, lateral y lateral

ACTUADOR LINEAL

EMBOLO

Se inicia creando un círculo al cual haciendo uso de las cotas inteligentes se le da un diámetro para definir sus dimensiones.

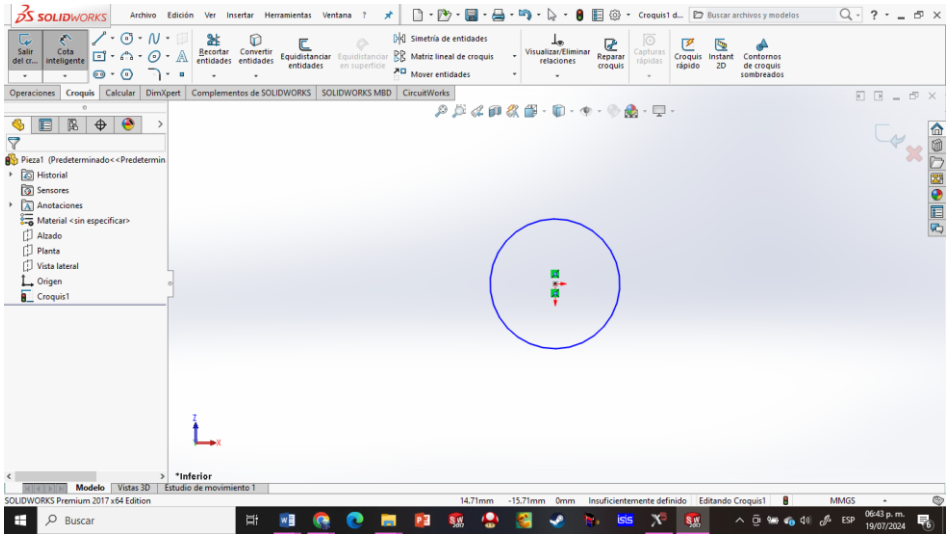

Ilustración 42 Creación de un circulo

Una vez que las dimensiones del círculo han sido medidas se realiza la extrusión saliente/base del perfil.

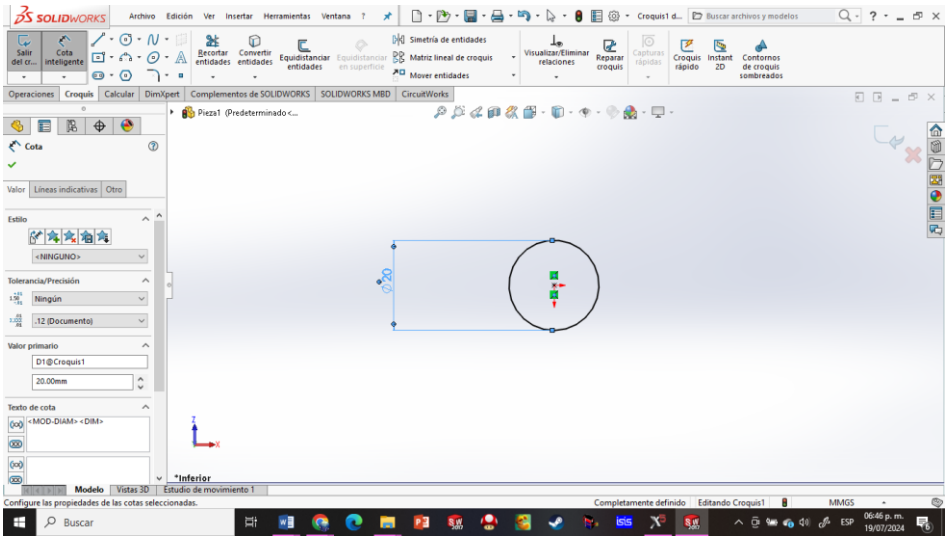

Ilustración 43 Acotamiento del circulo

Una vez que la pieza ha sido modelada en tres dimensiones se añaden detalles adicionales en los bordes con la herramienta de redondeo dándole una medida de 1mm.

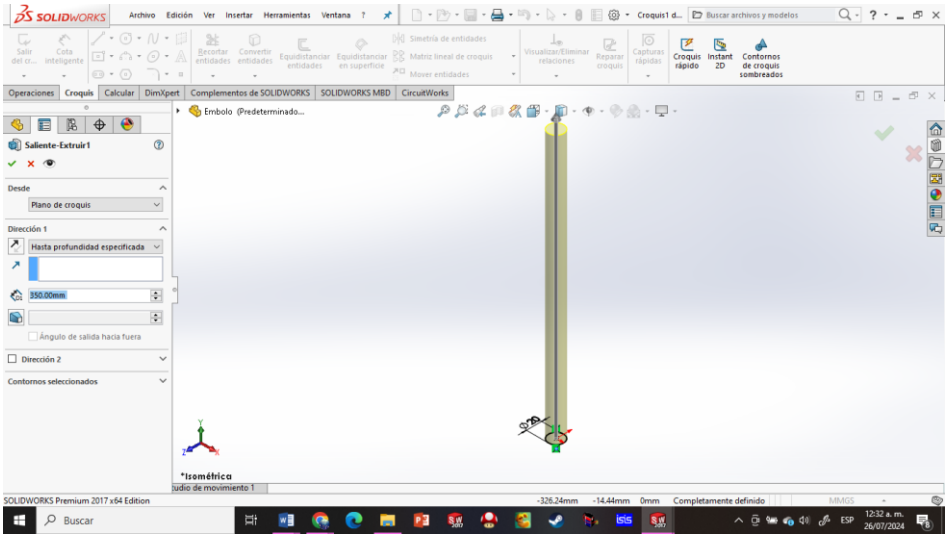

Ilustración 44 Extrusión de la figura

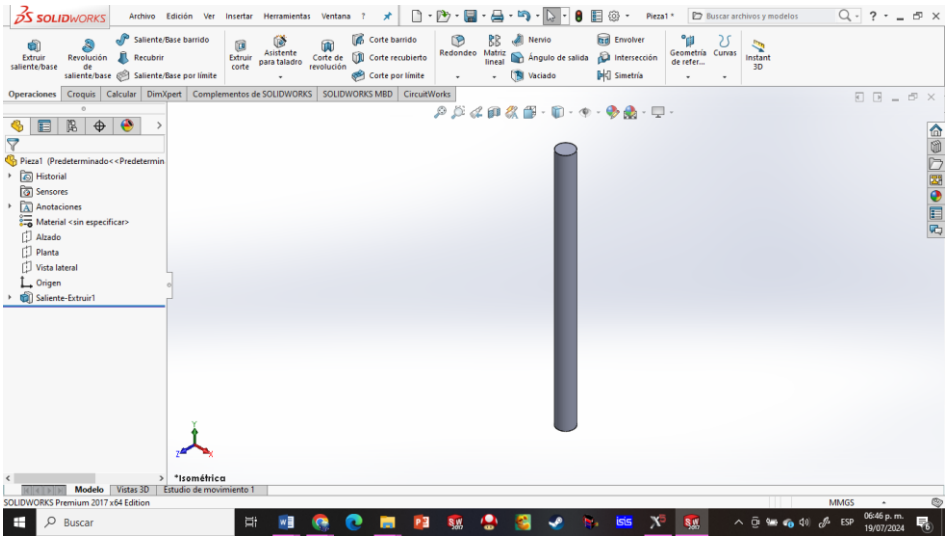

Ilustración 45 Vista de la extrusión

Una vez completados los redondeos necesarios en la pieza se procede a aplicar un corte en el plano que atraviesa el centro de la figura sin importar la orientación de dicho plano considerando que depende del lado se trabajara en el mismo posteriormente.

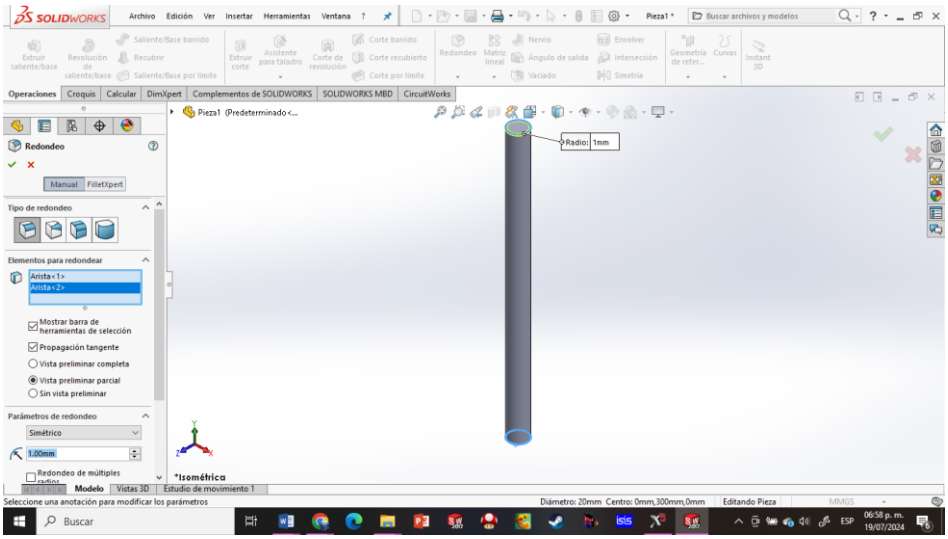

Ilustración 46 Selección de los bordes

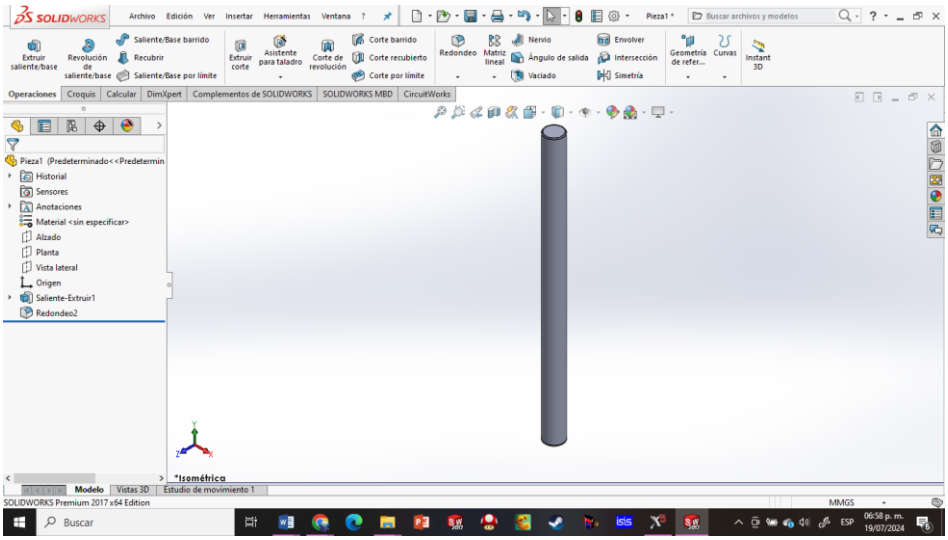

Ilustración 47Vista de la operación

Se continua con la creación de un círculo al cual se le asignan las dimensiones mediante el uso de cotas para definir su tamaño y posición en del diseño.

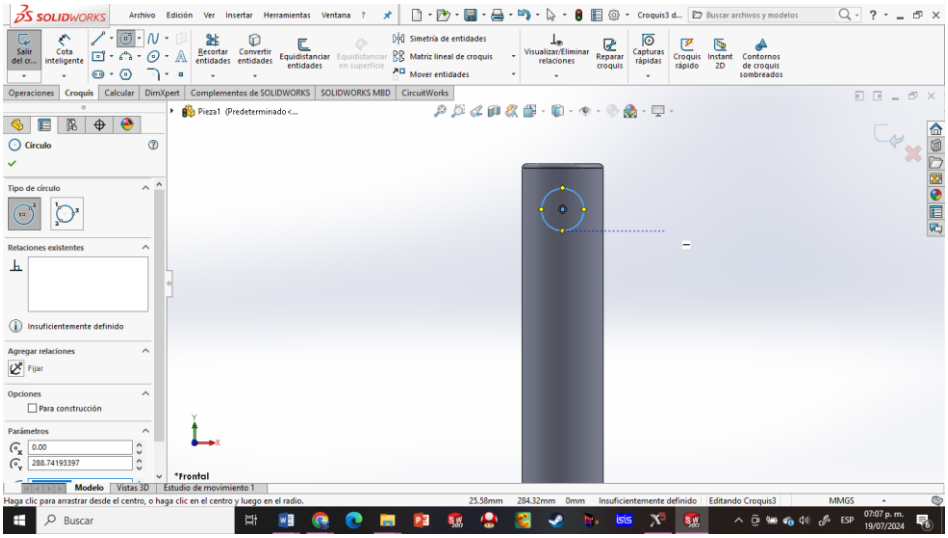

Ilustración 48 Creación de un plano lateral

Se lleva a cabo un corte utilizando la herramienta “Extruir Corte” la cual permite realizar una operación de corte que atraviesa la geometría del modelo de acuerdo con las especificaciones de las cotas que se le dieron.

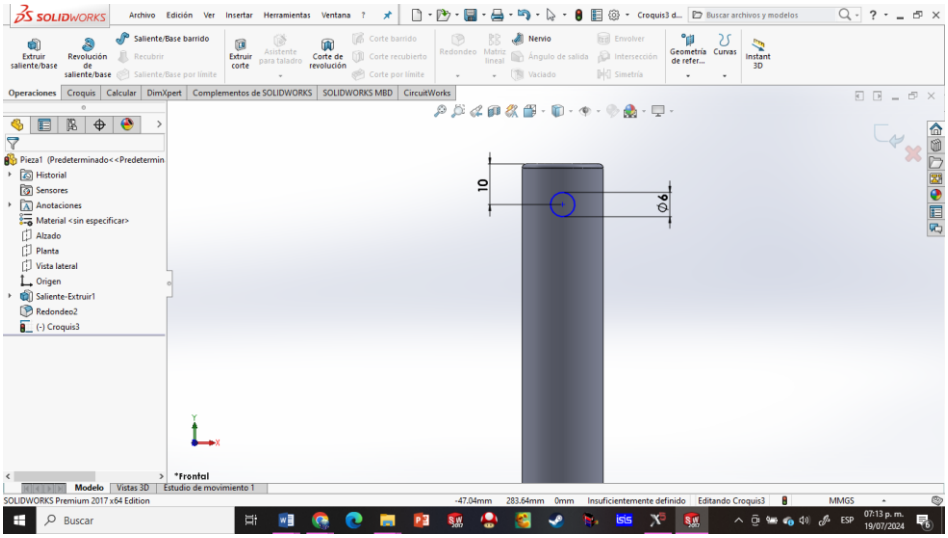

Ilustración 49 Acotamiento de la figura

Se selecciona el punto medio del plano para realizar un corte simétrico que atraviese ambos lados y por todo el modelo.

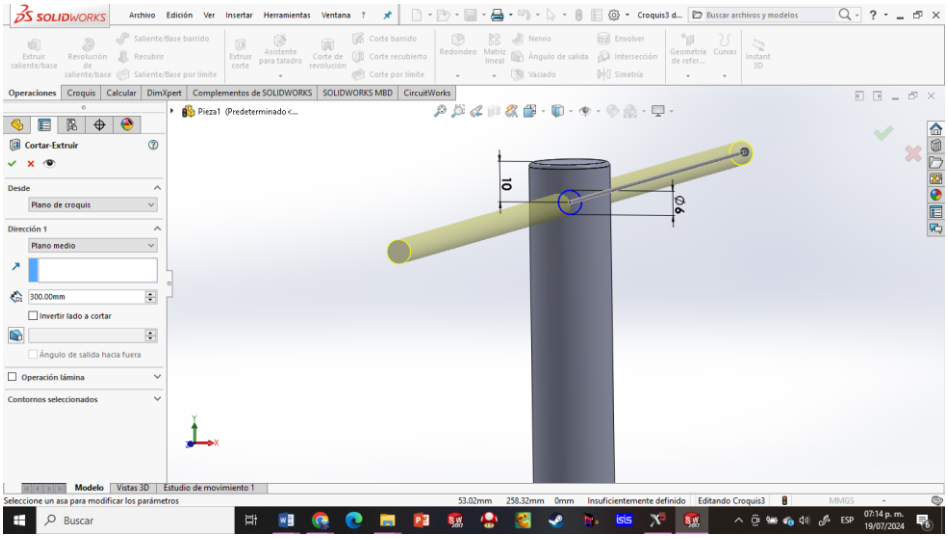

Ilustración 50 Perforación de la figura

Se confirma la operación y para que se realice se hace clic en el botón de “Aceptar”.La pieza se da por finalizada una vez que se han hecho todos los procedimientos de diseño.

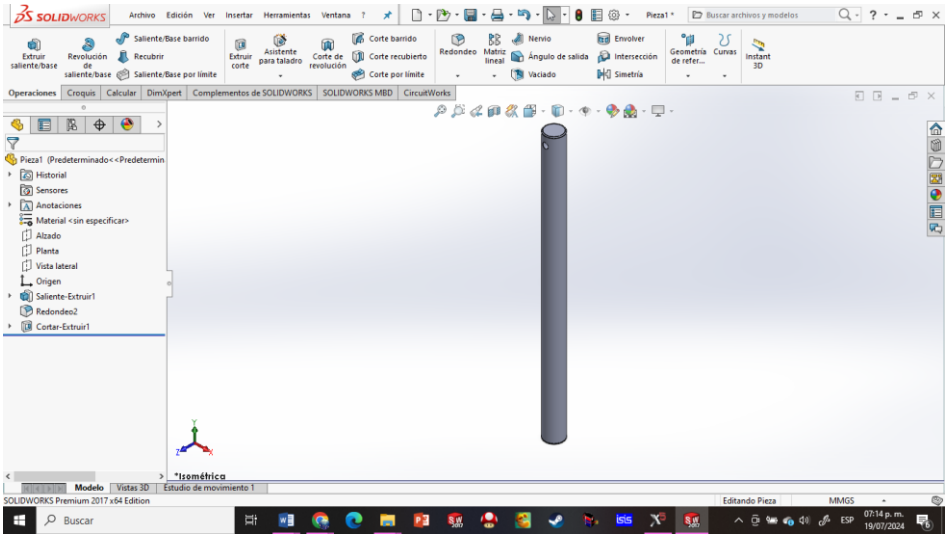

Ilustración 51 Vista de la pieza finalizada

Planos del embolo

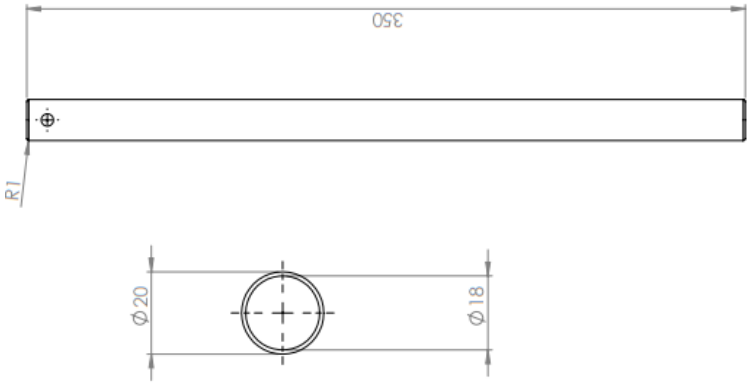

Ilustración 52 Planos del dibujo

Cilindro parte 1

Se inicia el diseño de diseño de la nueva pieza comenzando con la creación de un círculo al cual mediante el uso de la cota inteligente se le asignan las dimensiones para definir su tamaño.

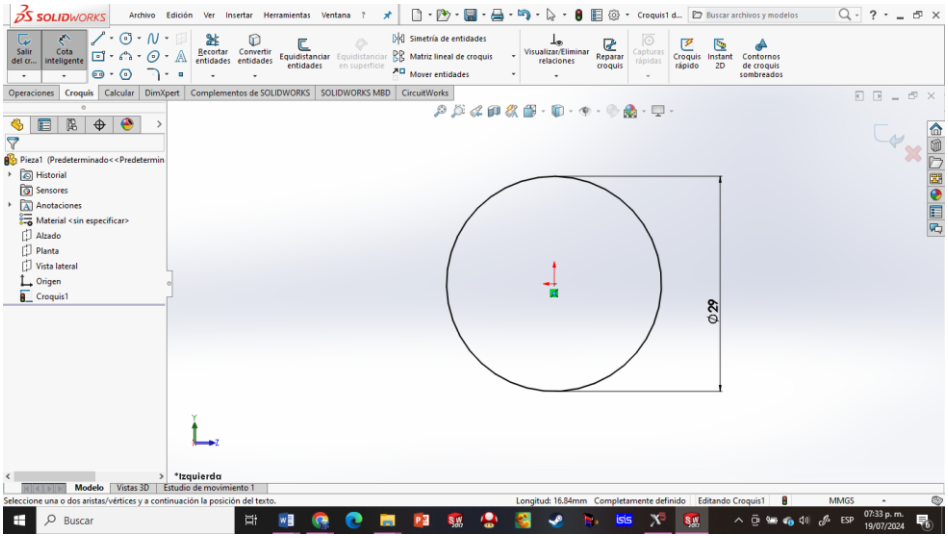

Ilustración 53acotamiento del circulo

El primer círculo de momento se deja pausado y se procede a crear tres líneas adicionales sobre él, las cuales se les da su respectiva medida haciendo uso de la cota inteligente.

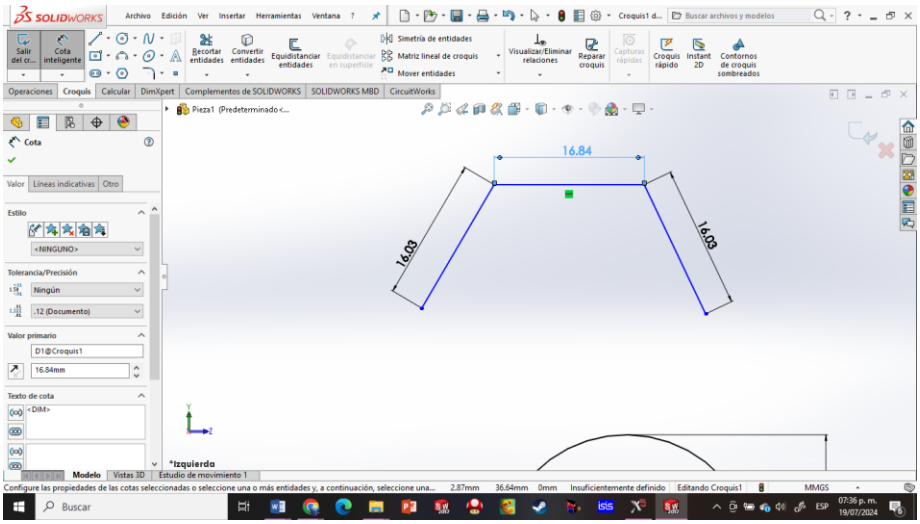

Ilustración 54 Medidas superiores

Utilizando la herramienta de redondeo, se crean dos curvas en los bordes del diseño para evitar que los modelos choquen y provoquen fallos.

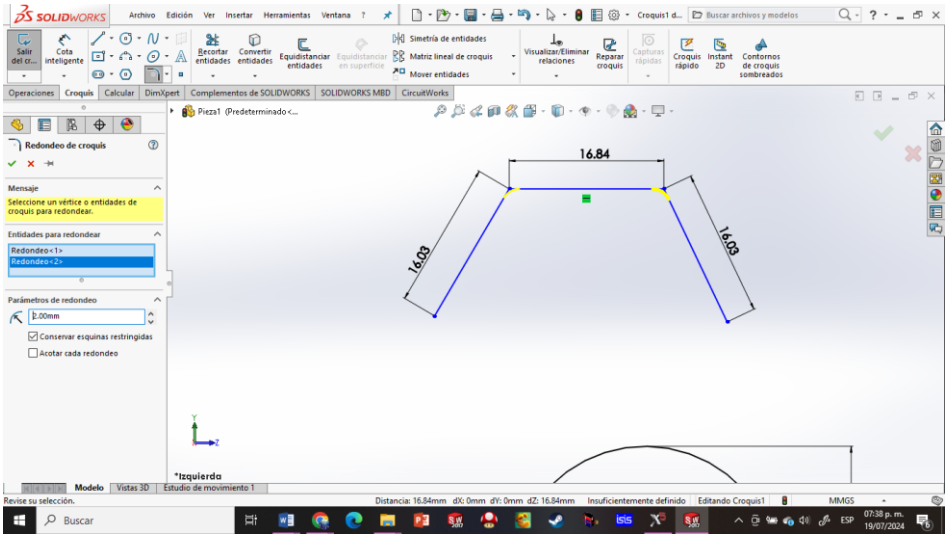

Ilustración 55 Creación de curvatura

Se aplica una relación de alineación vertical para que la línea superior quede centrada con respecto al plano que pasa por el centro del círculo.

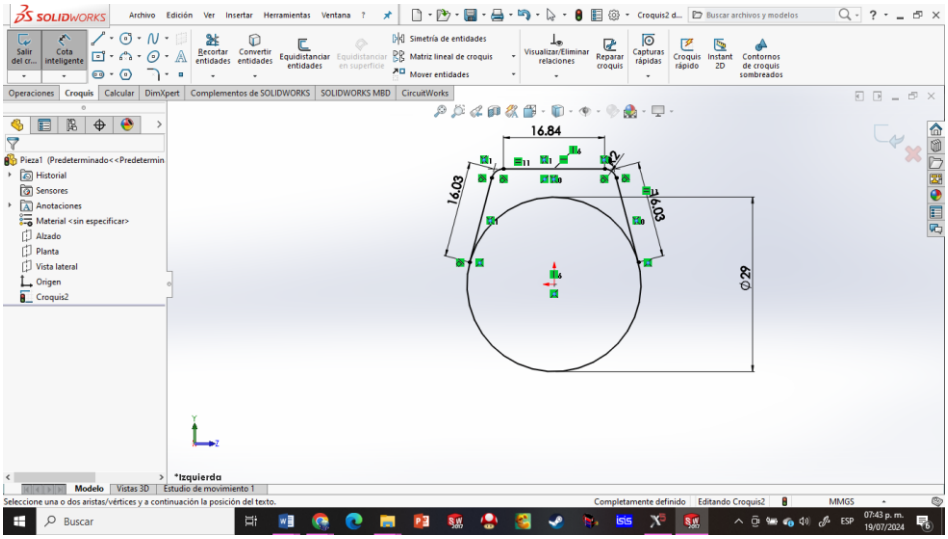

Ilustración 56Unión de ambos dibujos

Se eliminan las líneas internas del interior de la figura ya que son sobrantes y solo funcionaban de guía y se procede a la extrusión del perfil para convertir el diseño en una forma 3D.

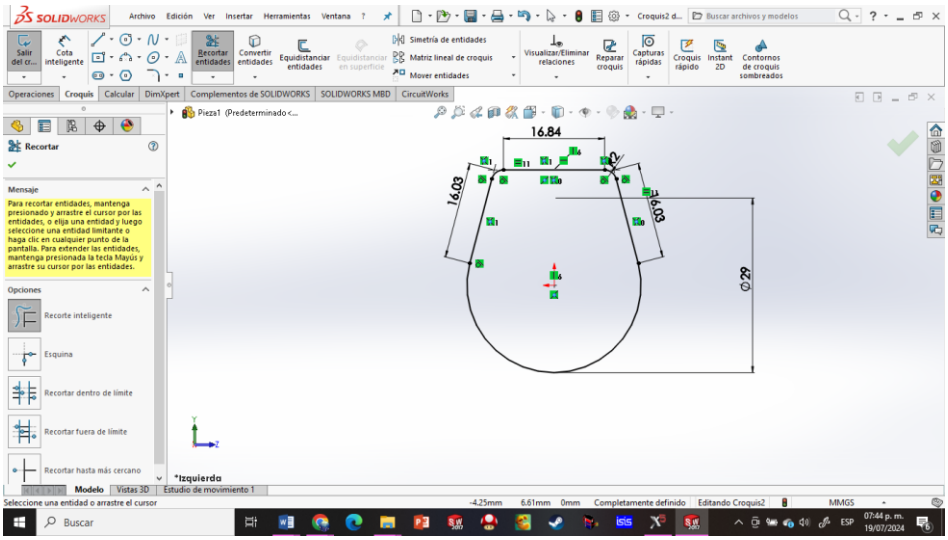

Ilustración 57 Corte del exceso del circulo

Dado que esta es la primera de tres secciones que componen la pieza completa se procederá a realizar una extrusión de 1 mm de espesor.

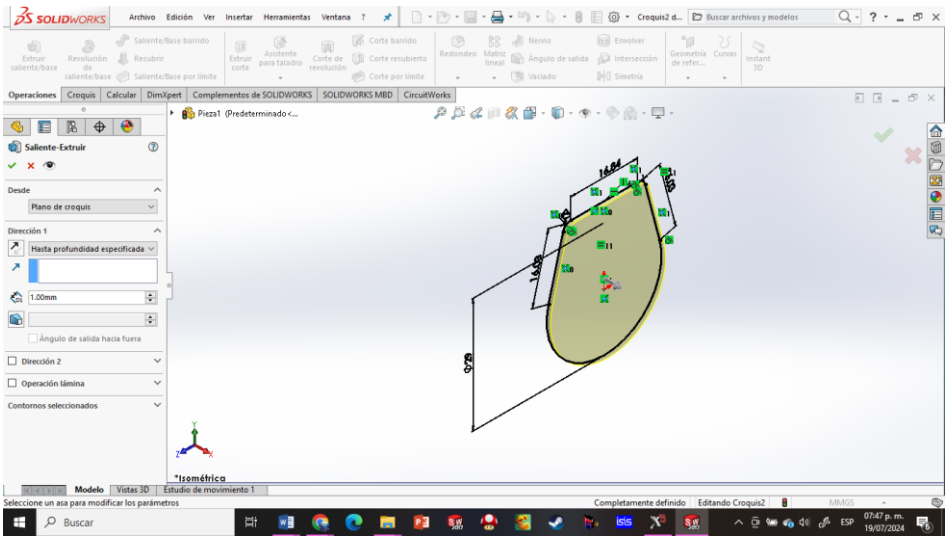

Ilustración 58 Extrusión de la pieza

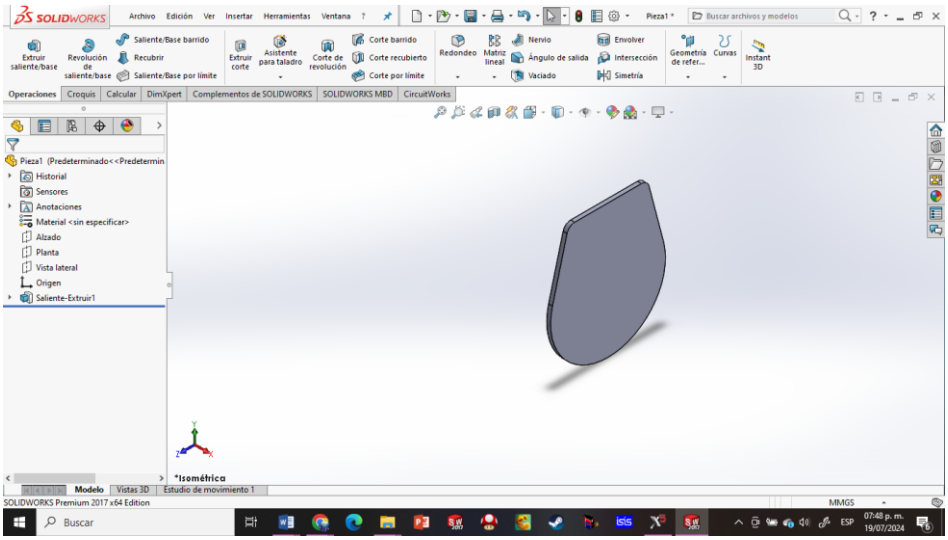

Ilustración 59 Vista de la pieza

A continuación, se selecciona la totalidad de la pieza para proceder con las siguientes etapas meramente estéticas del modelo.

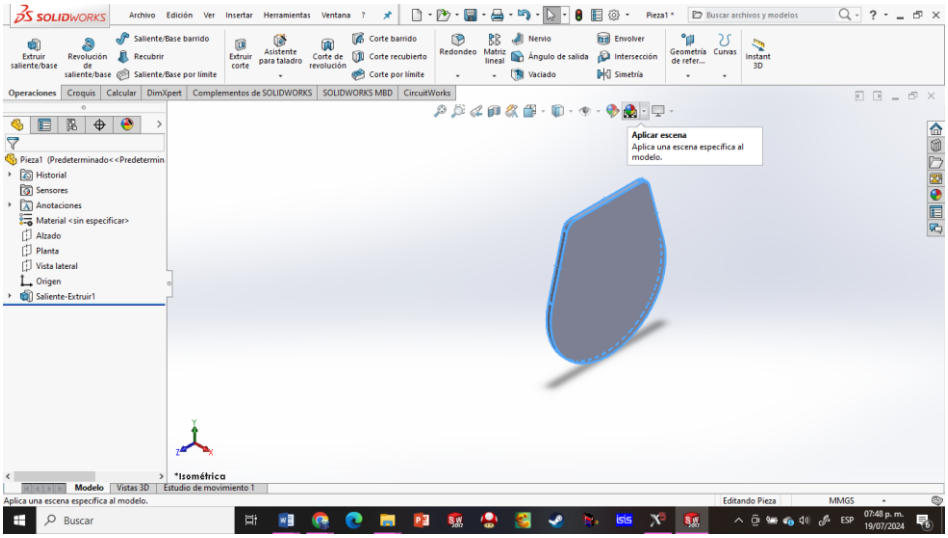

Ilustración 60 Selección de la pieza

Se asigna un color a la pieza con el objetivo de distinguirla de los demás componentes de la pieza.

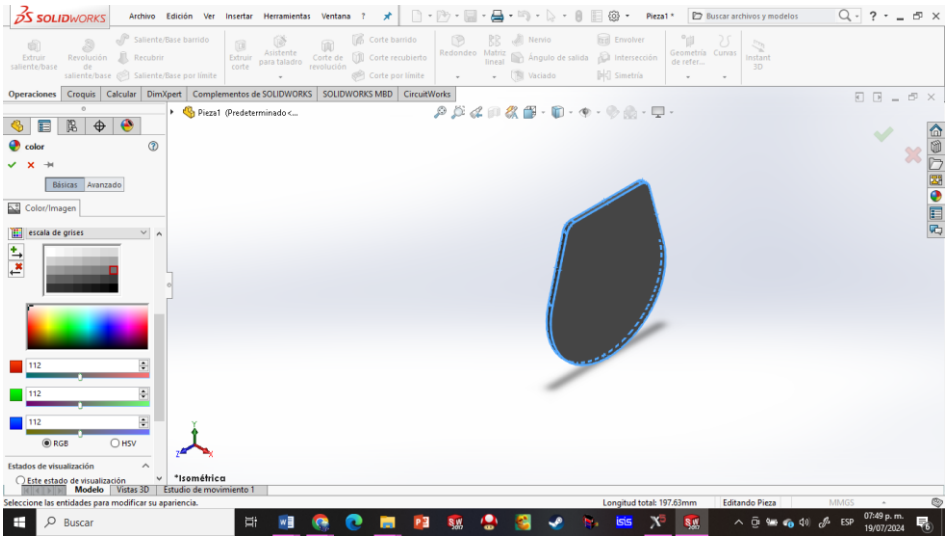

Ilustración 61 Asignación de color de la pieza

Una vez completado el proceso de coloreado, se finaliza la pieza.

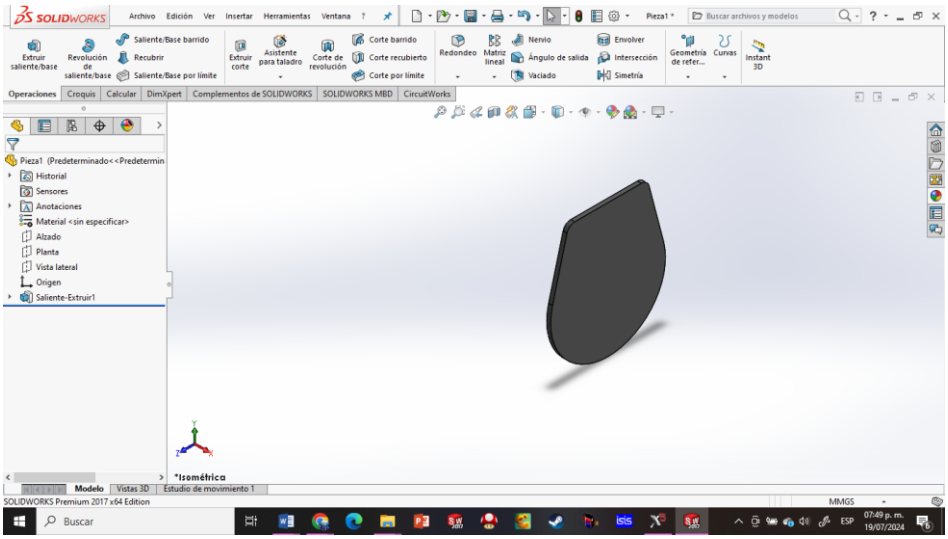

Ilustración 62 Visualización de la pieza terminada

Planos de la parte inferior del cilindro

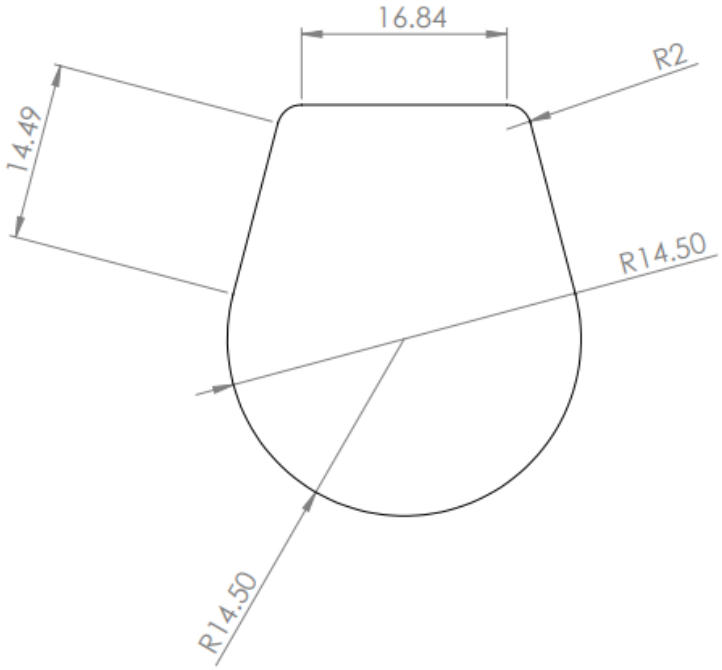

Ilustración 63 Plano superior

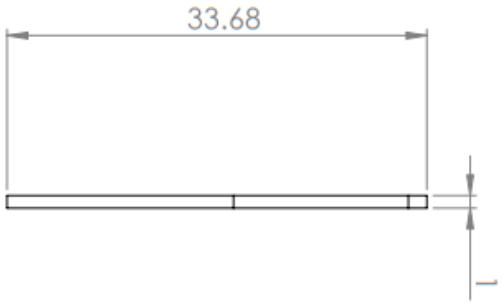

Ilustración 64 Plano lateral

Boquilla del cilindro

Para la segunda parte de la pieza se reutiliza el croquis previamente elaborado mediante la función de copiar y pegar con el fin de simplificar la creación de la nueva sección al basarse en el plano ya existente.

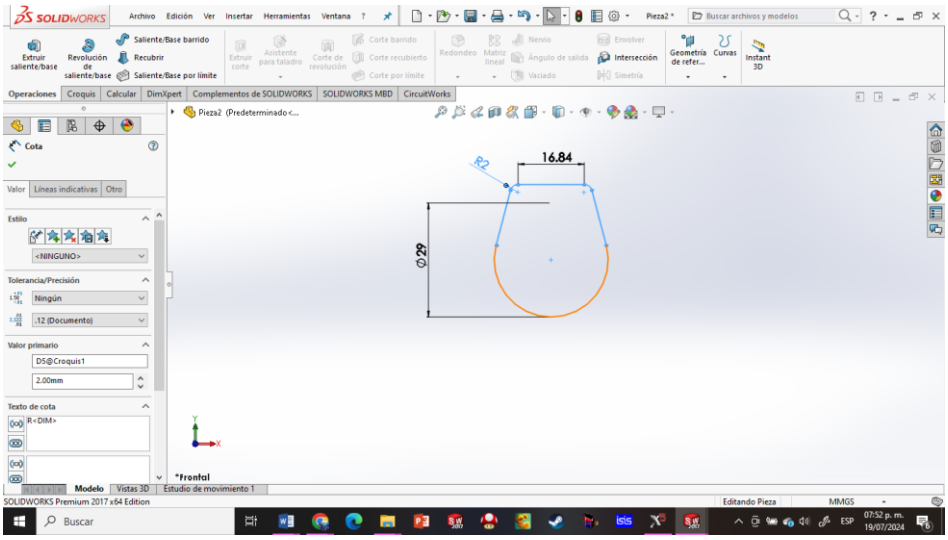

Ilustración 65 Copiado y pegado de la figura

A diferencia de la pieza anterior en esta ocasión se realizará una extrusión con un mayor espesor.

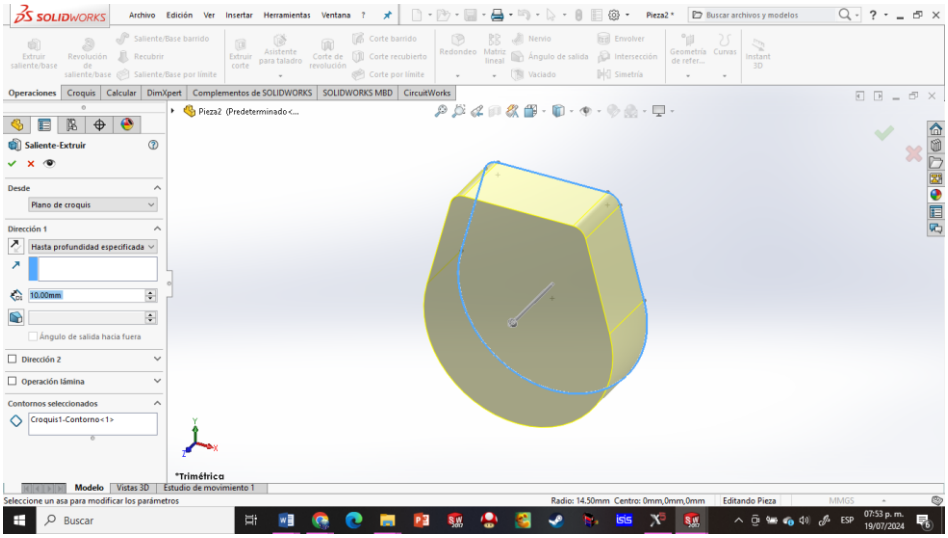

Ilustración 66 Extrusión del plano

De manera similar a la etapa anterior se asignará un color específico a la pieza para facilitar su diferenciación respecto a la pieza faltante del diseño.

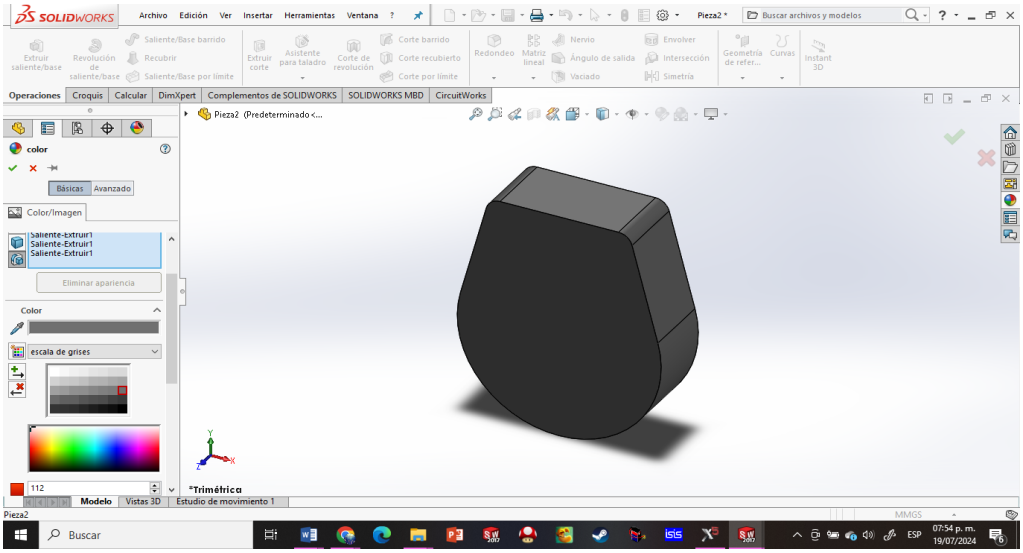

Ilustración 67 Asignación del color de la figura

Se selecciona una de las caras para iniciar la creación de un nuevo croquis.

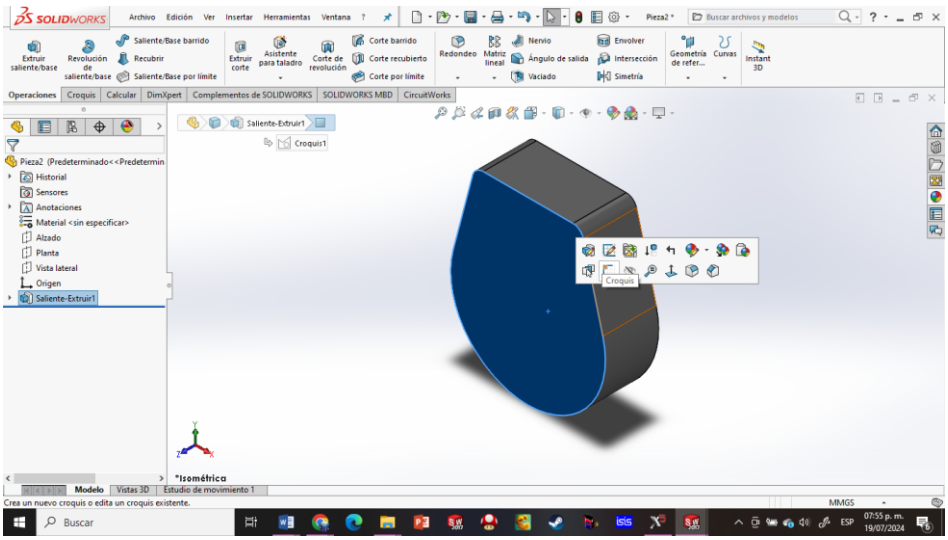

Ilustración 68 Selección de la cara lateral

Se procede a la creación de un círculo en el croquis y se asignan las dimensiones mediante el uso de una cota inteligente.

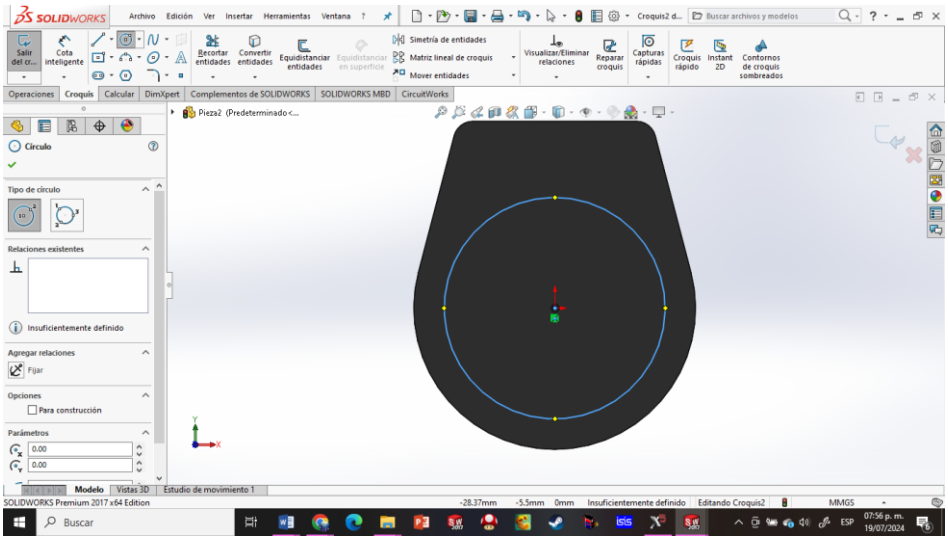

Ilustración 69 Creación del círculo de la cara lateral

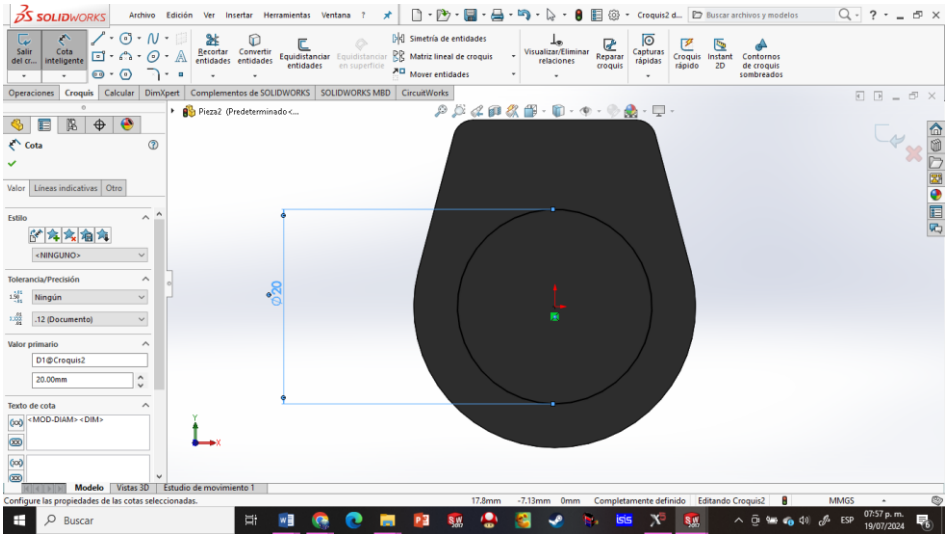

Ilustración 70 Acotamiento del circulo

Una vez que el círculo ha sido definido y dimensionado se procede a realizar un corte utilizando la herramienta de “Extruir corte” sobre el círculo creado.

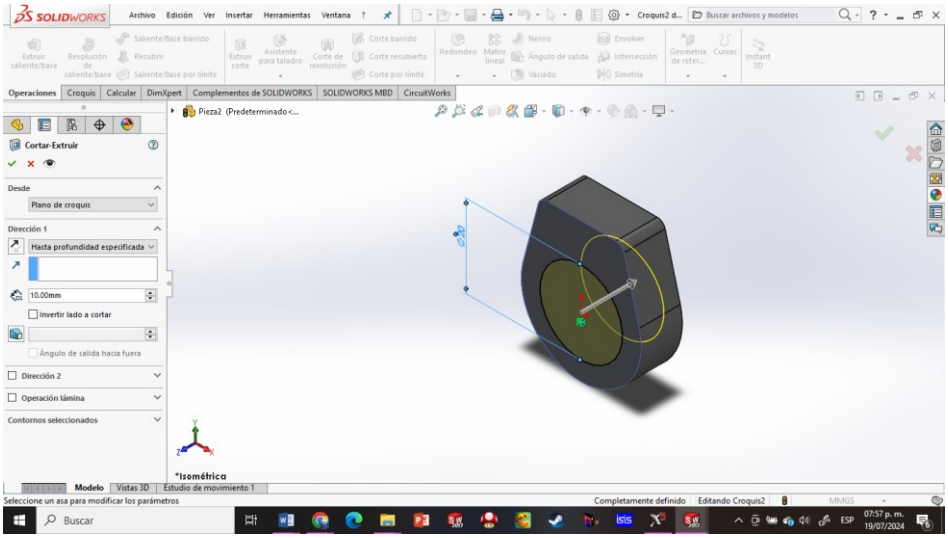

Ilustración 71Perforación de la figura

Una vez completado el corte sobre el círculo se concluye el proceso de diseño de la pieza superior del cilindro.

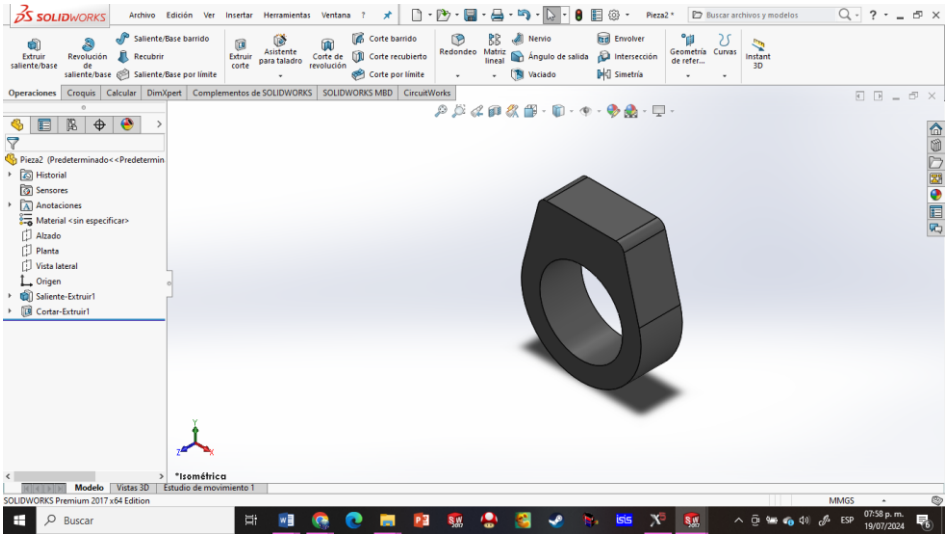

Ilustración 72 Visualización de la figura terminada

Planos de la boquilla del cilindro

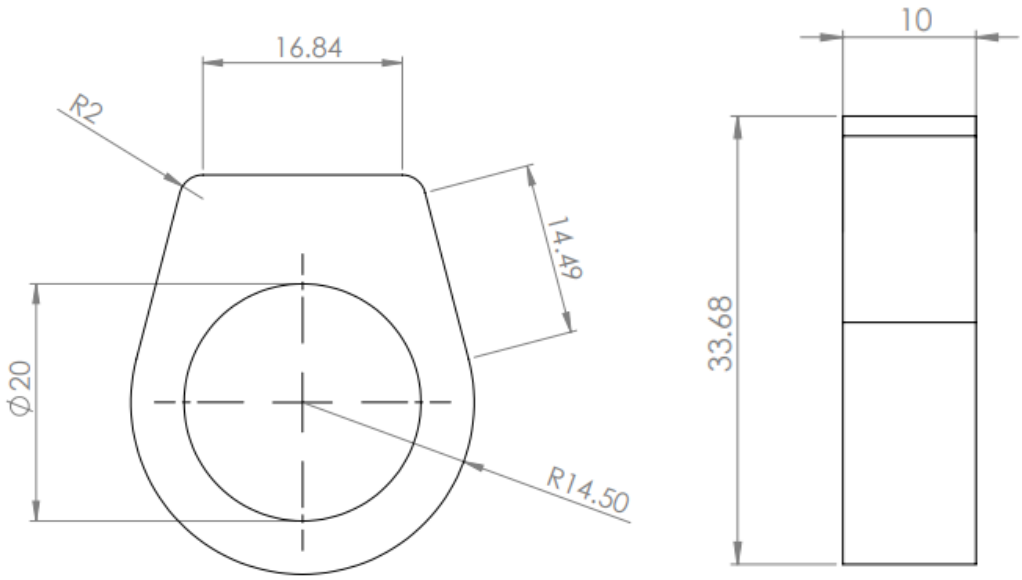

Ilustración 73 Planos superiores y laterales

Cuerpo del cilindro

De manera similar a las etapas anteriores, se copiar el croquis previamente elaborado para reutilizar el plano creado con anterioridad.

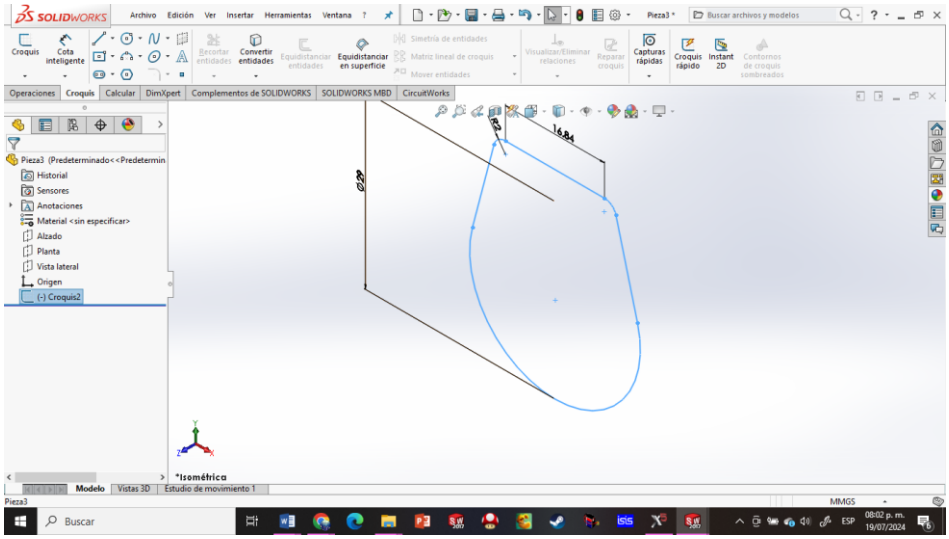

Ilustración 74 Copiado y pegado de plano

Una vez creado el croquis, se añade un círculo adicional en el centro y se asignan las dimensiones mediante el uso de cotas para definir el tamaño.

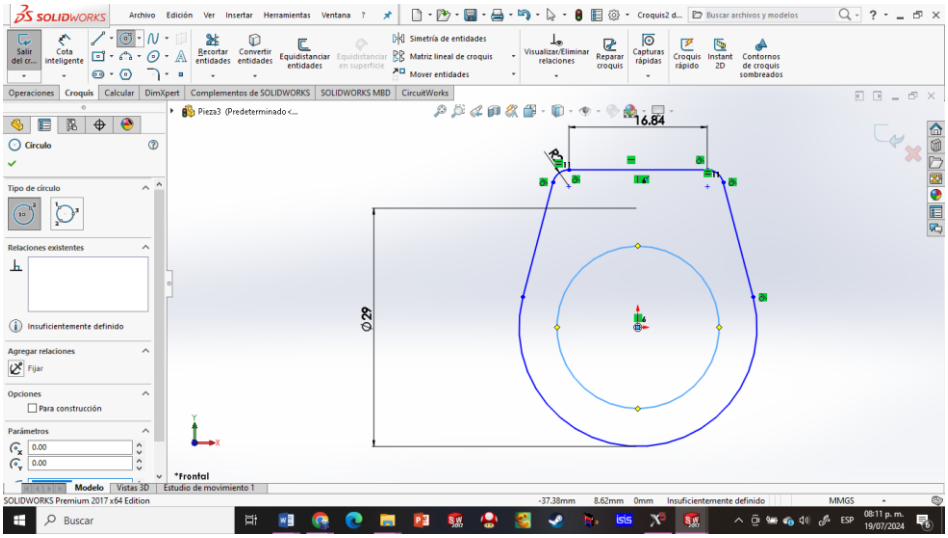

Ilustración 75Creación del círculo interior

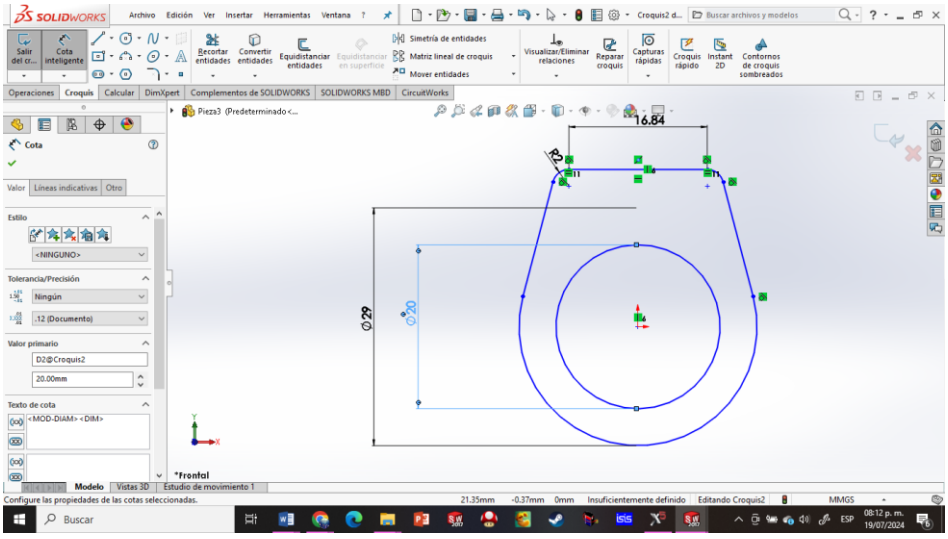

Ilustración 76Acotamiento del circulo

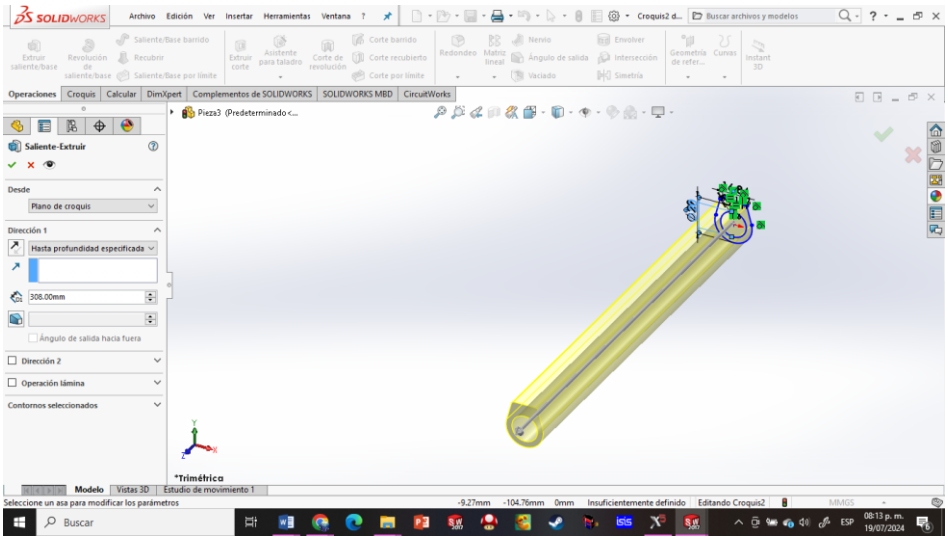

Ilustración 77 Extrusión del plano

Una vez completada la acción de extrusión, se selecciona la cara superior de la pieza para iniciar la creación de un nuevo croquis.

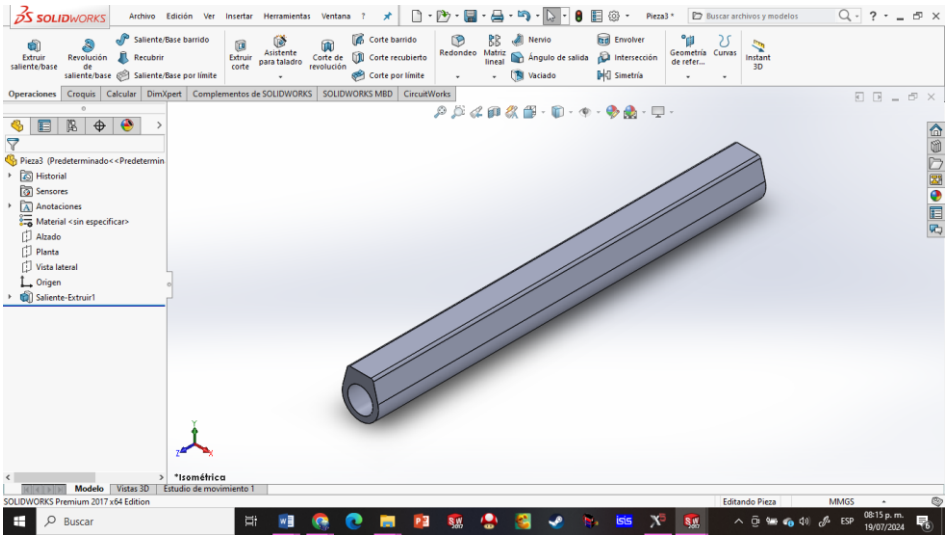

Ilustración 78 Visualización de la pieza

En la cara superior de la pieza se comienzan a agregar los detalles que se necesiten.

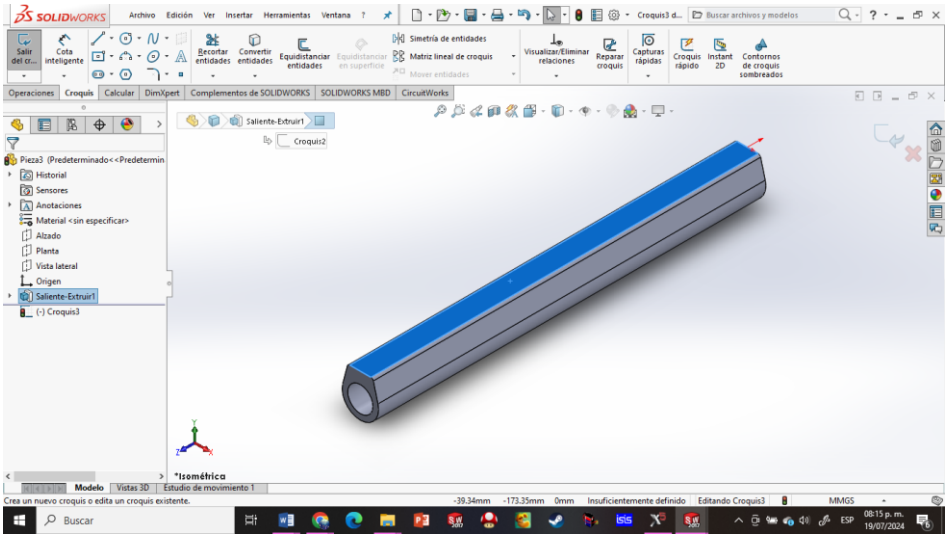

Ilustración 79 Selección de la cara superior

Se dibuja un círculo en el croquis y se le asignan las dimensiones utilizando las cotas inteligentes, estableciendo un diámetro de 5 mm en tanto en la parte superior como inferior de la pieza.

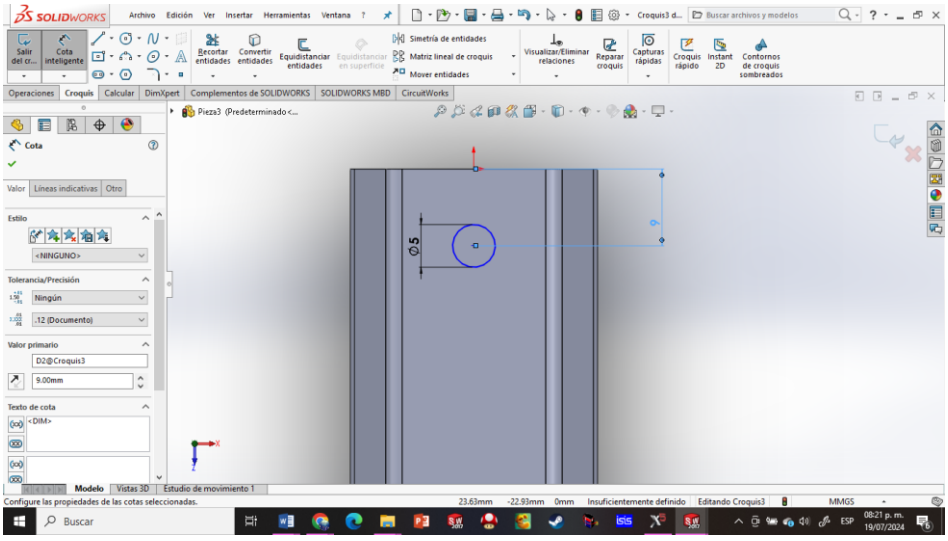

Ilustración 80 Creación y acotamiento de un círculo superior en la cara

Utilizando la opción de “Extruir Corte” se procede a realizar los cortes necesarios en los círculos previamente creados procurando que la profundidad sea de 5mm.

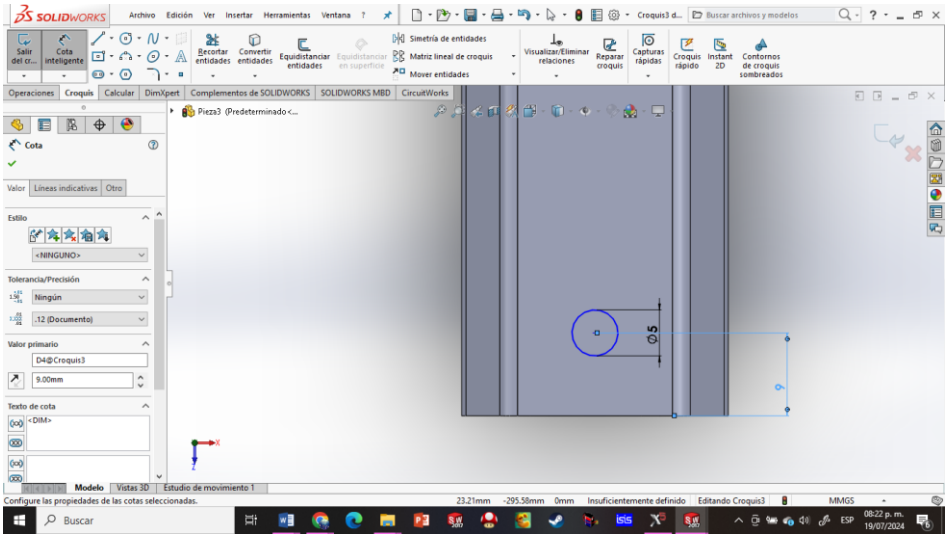

Ilustración 81Creación y acotamiento de un círculo inferior en la cara

Una vez completados los cortes en los círculos se concluye la realización de la pieza.

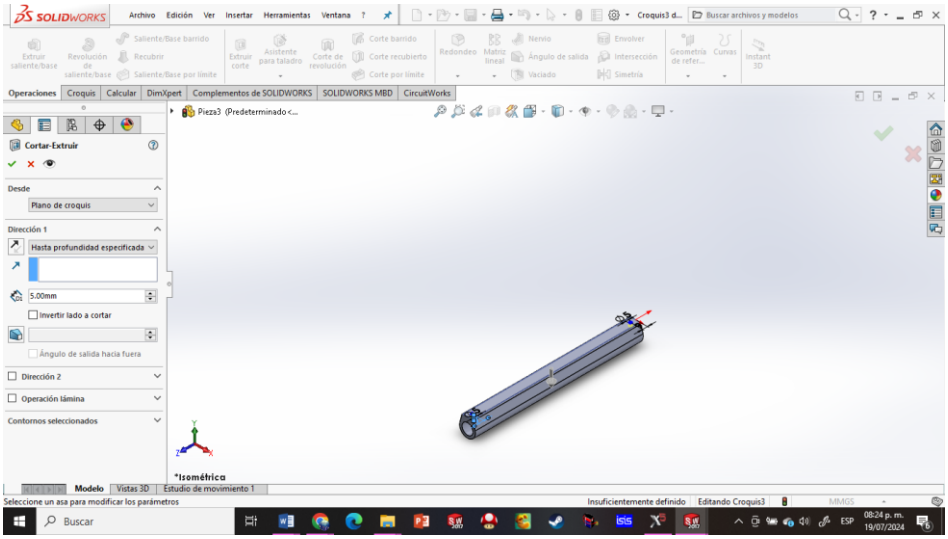

Ilustración 82Corte de los circulo

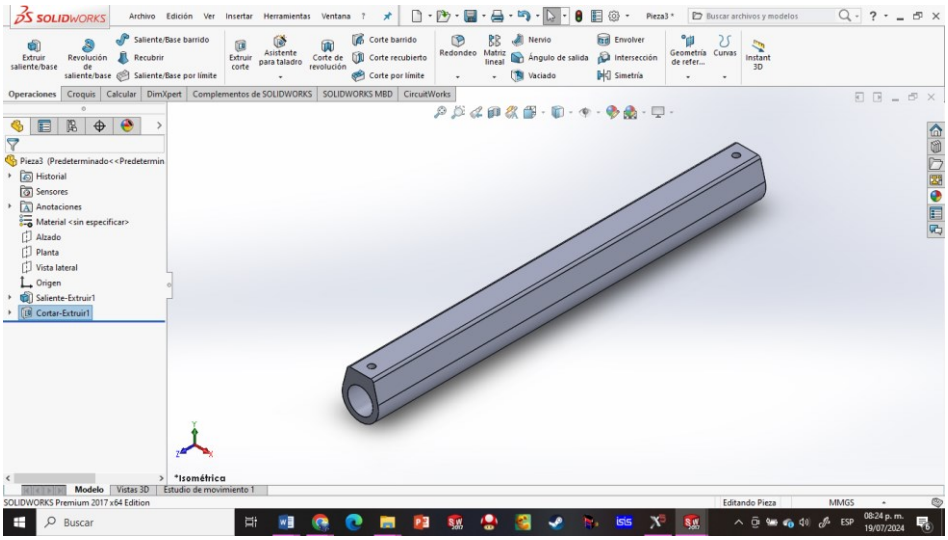

Ilustración 83Visualización de la pieza acabada

Planos del cuerpo del cilindro

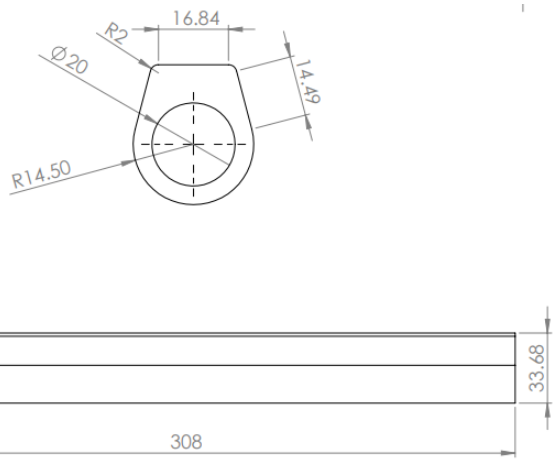

Ilustración 84Plano de la parte superior



Ilustración 85Planos laterales de la figura

Sujetador del actuador

Se comienza creando un rectángulo que servirá como la base del sujetador del actuador lineal.

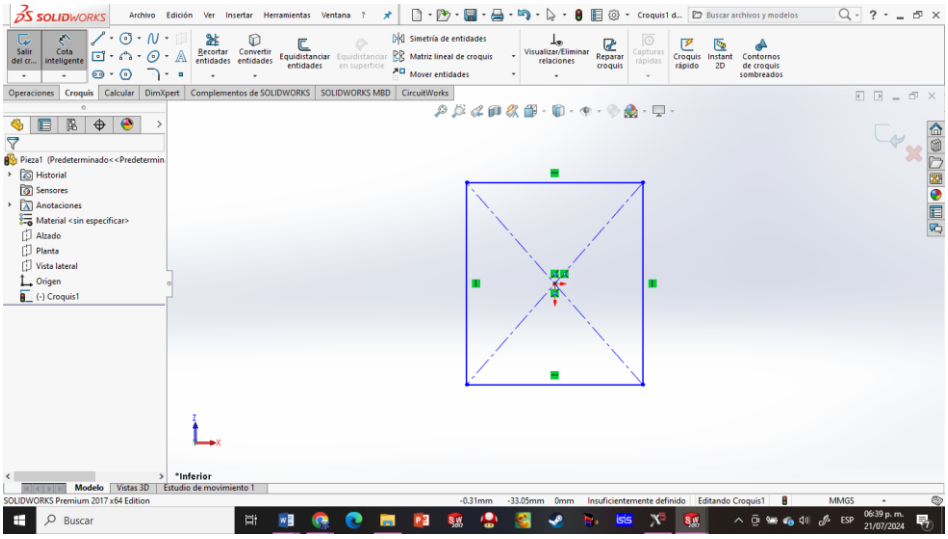

Ilustración 86Creación de un rectángulo

Utilizando la herramienta de “Cota Inteligentes” se les asignan sus medidas a los bordes del rectángulo.

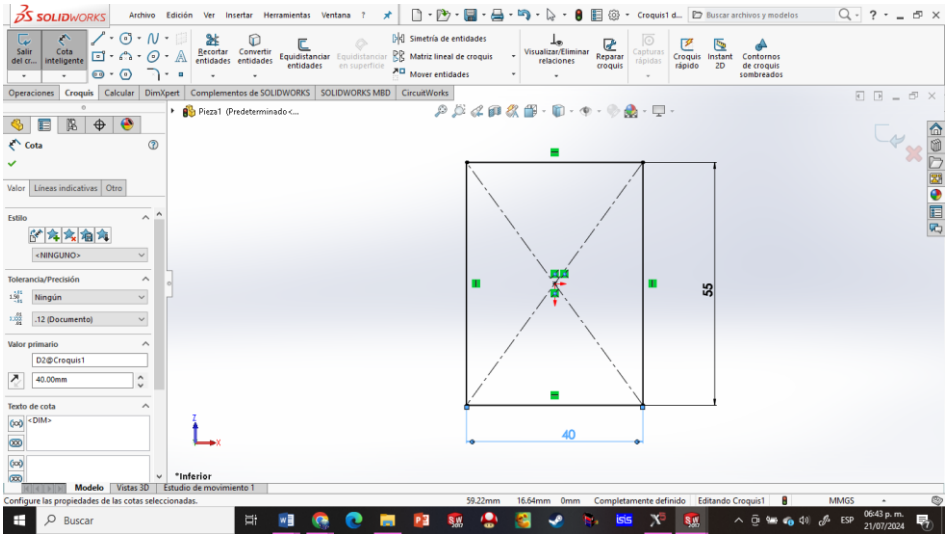

Ilustración 87 Cotas del plano

Se añade un círculo en la parte superior del rectángulo y con la herramienta de “Recortar entidades” se pasa sobre las líneas extras que hay dentro del plano.

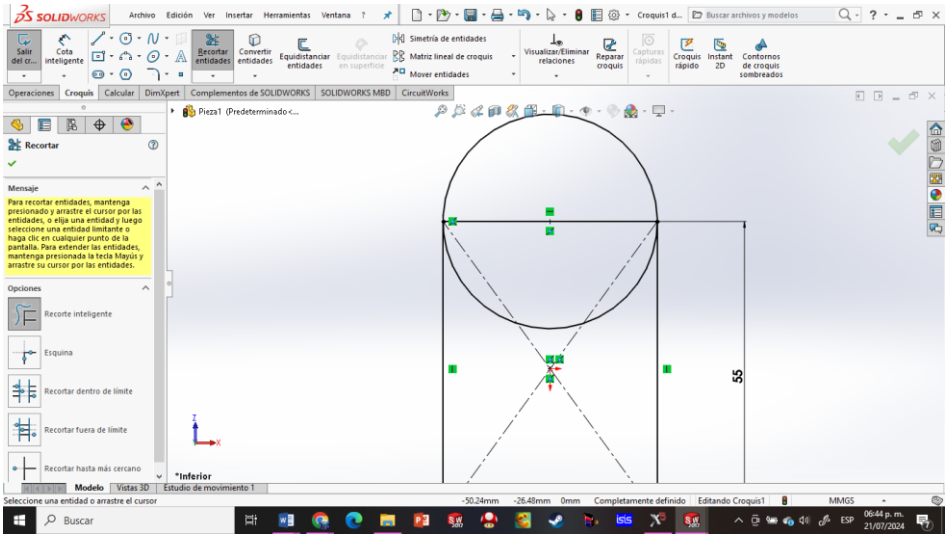

Ilustración 88Creación de un círculo en la parte superior

Se eliminan las secciones sobrantes del diseño.

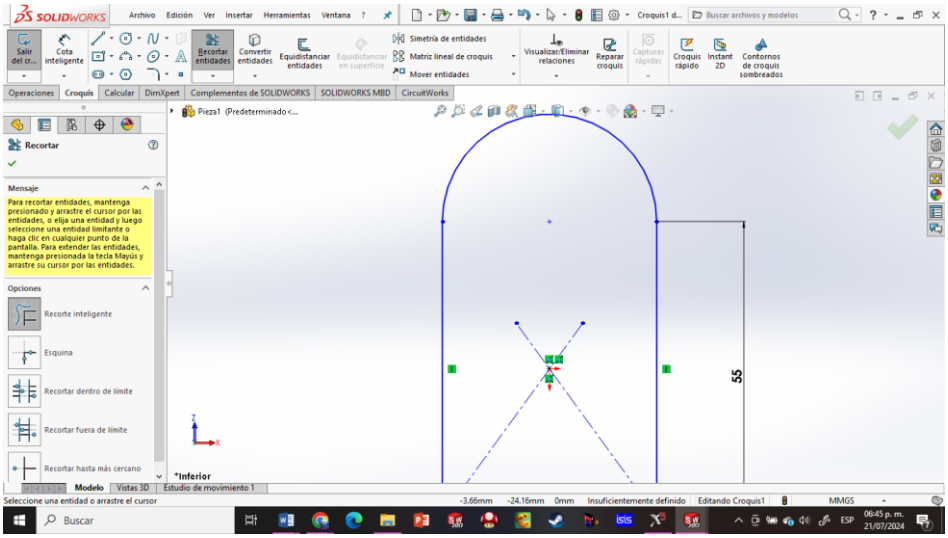

Ilustración 89 Eliminación de los excedentes

En la sección opuesta del rectángulo se dibujan dos líneas adicionales a las cuales se les asignan las dimensiones correspondientes haciendo uso de las cotas inteligentes tanto como en ángulos y bordes.

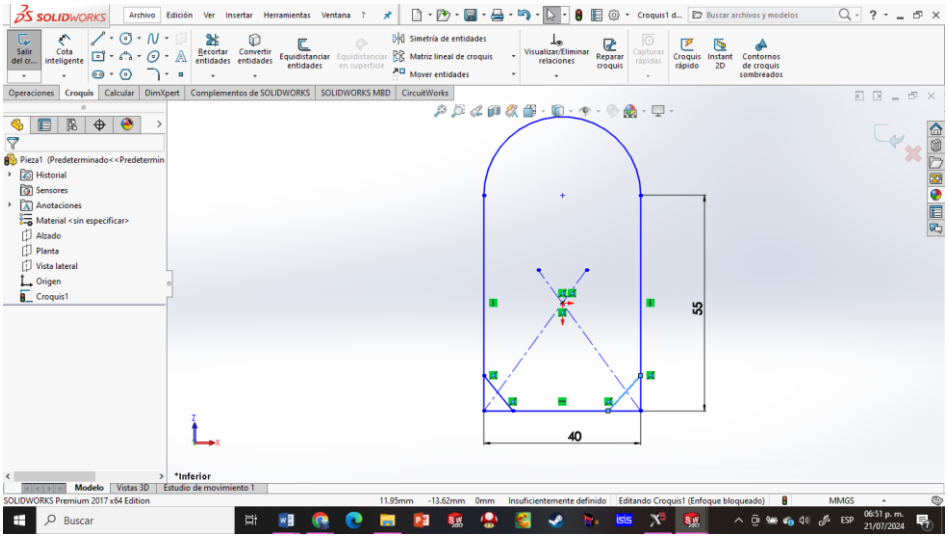

Ilustración 90Creación de líneas diagonales en la parte inferior

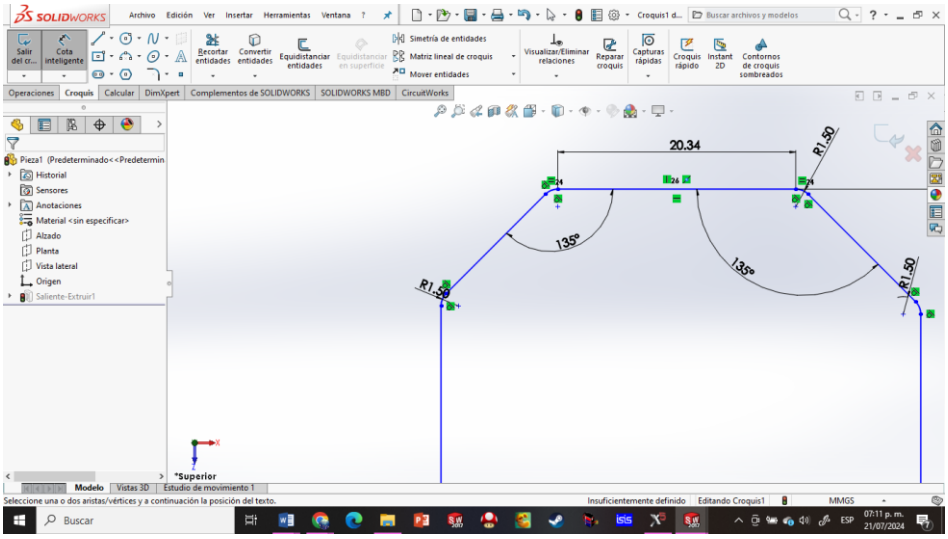

Ilustración 91Eliminación del excedente y acotación

Ya con las medidas especificadas se eliminan las medidas sobrantes que hay por fuera de las líneas en diagonal fuera de las líneas en diagonal.

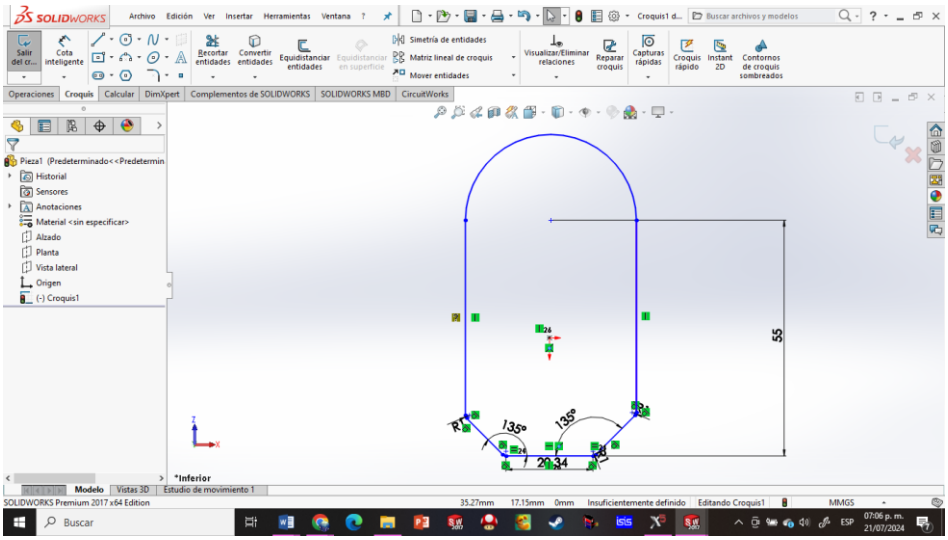

Ilustración 92 Acotación del plano

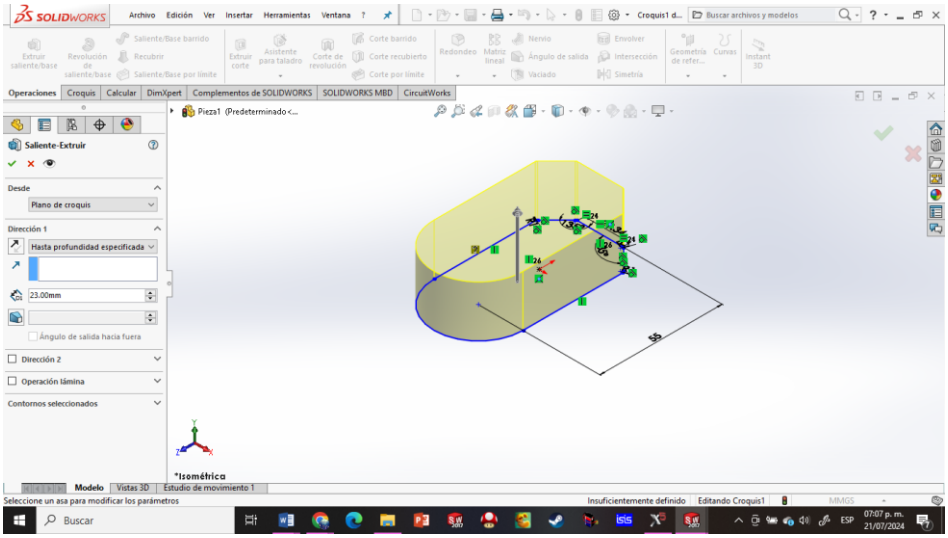

Ilustración 93Extrusión del plano

Utilizando la opción “Extruir Saliente/Base” se hace la extrusión del perfil recientemente realizado transformando el dibujo 2D a 3D.

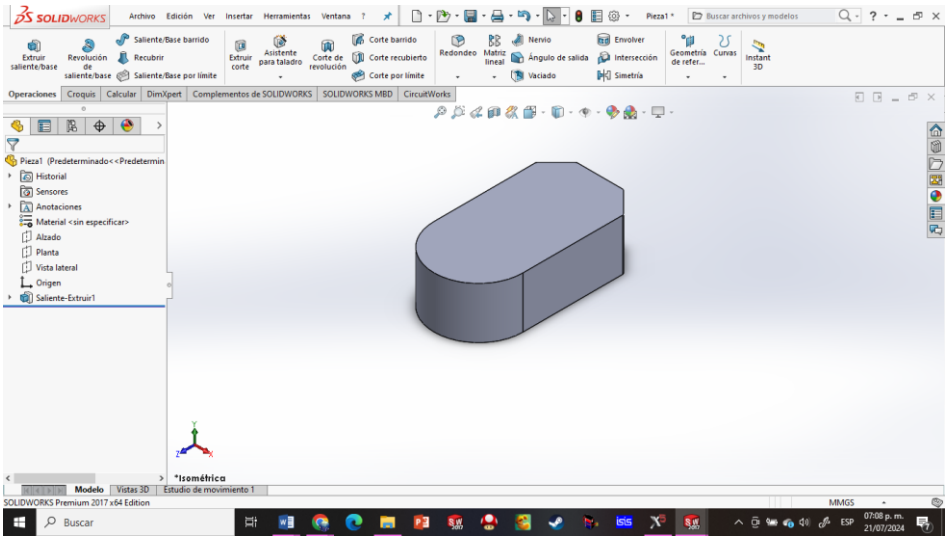

Ilustración 94Visualización de la extrusión de la pieza

Se selecciona el área de la cara superior de la pieza para iniciar la creación de un nuevo croquis sobre la misma.

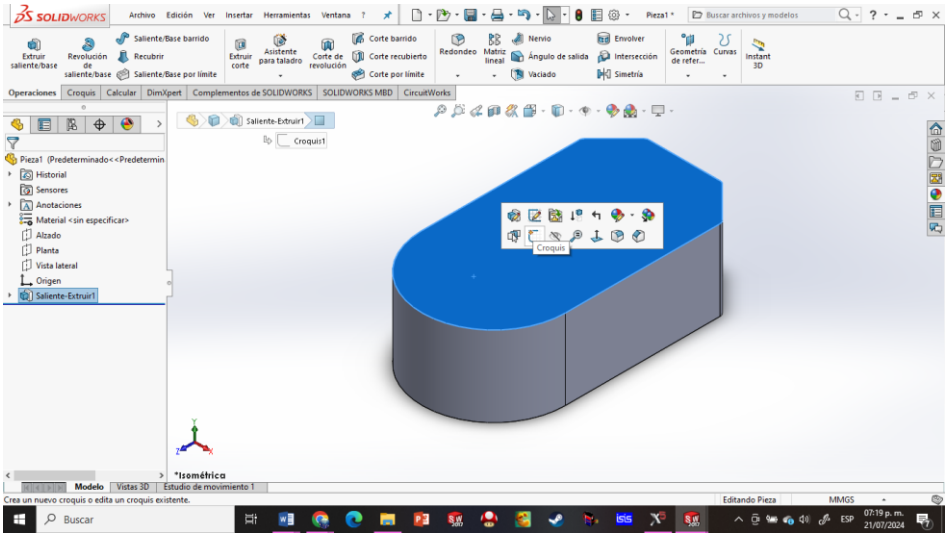

Ilustración 95 Selección de la cara

En el croquis creado sobre la cara superior de la pieza se dibuja un círculo y se le asignan las medidas utilizando la cota inteligente.

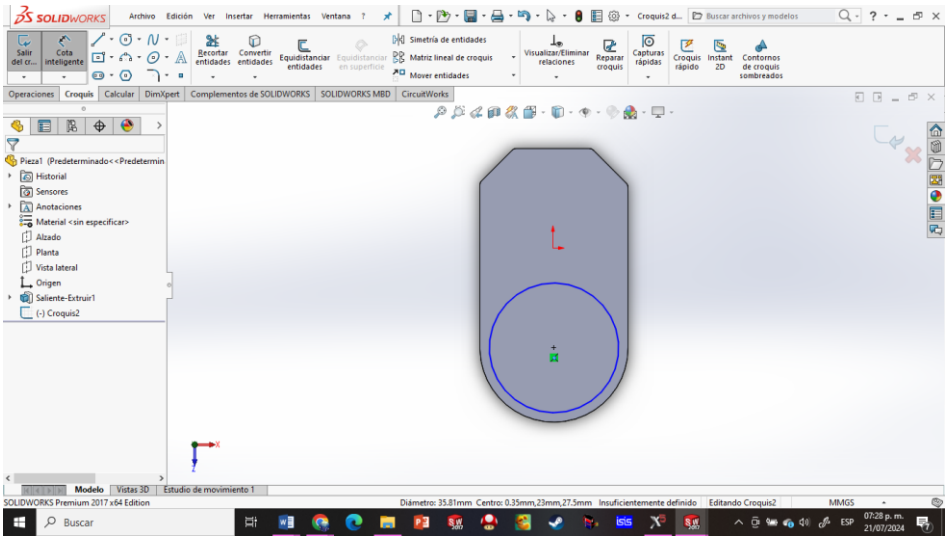

Ilustración 96Creación de un círculo sobre la cara

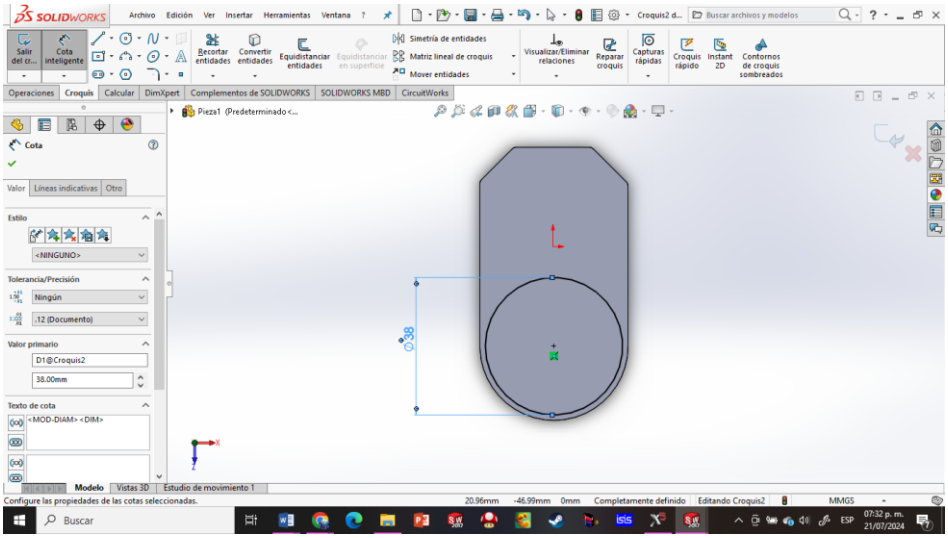

Ilustración 97 Acotamiento del circulo

Una vez que el círculo ha sido dimensionado utilizando las cotas inteligentes se realiza la extrusión del perfil.

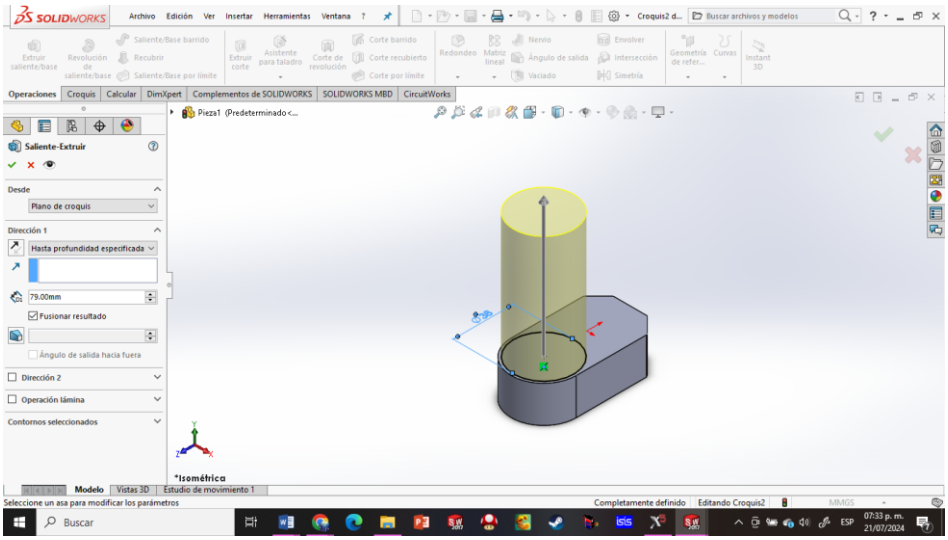

Ilustración 98Extrusión del circulo

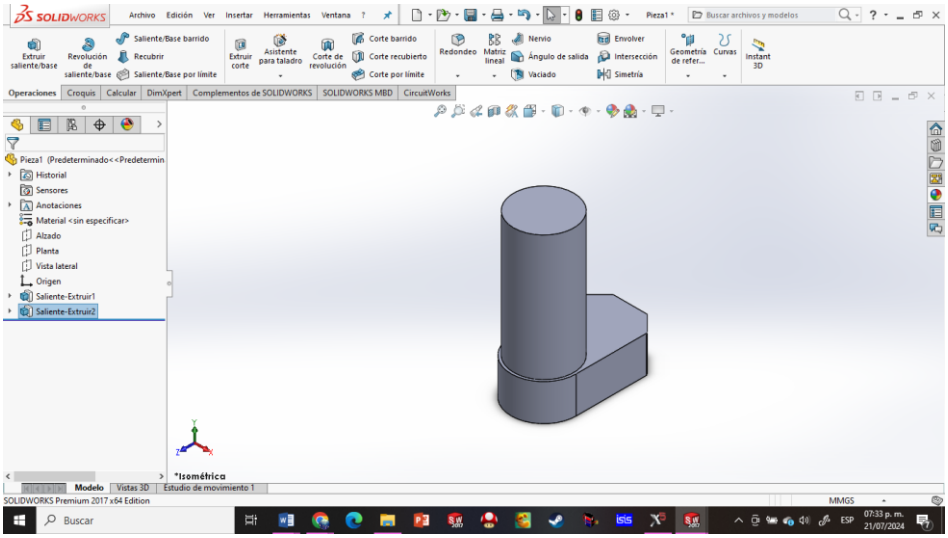

Ilustración 99Visualización de pieza extruida

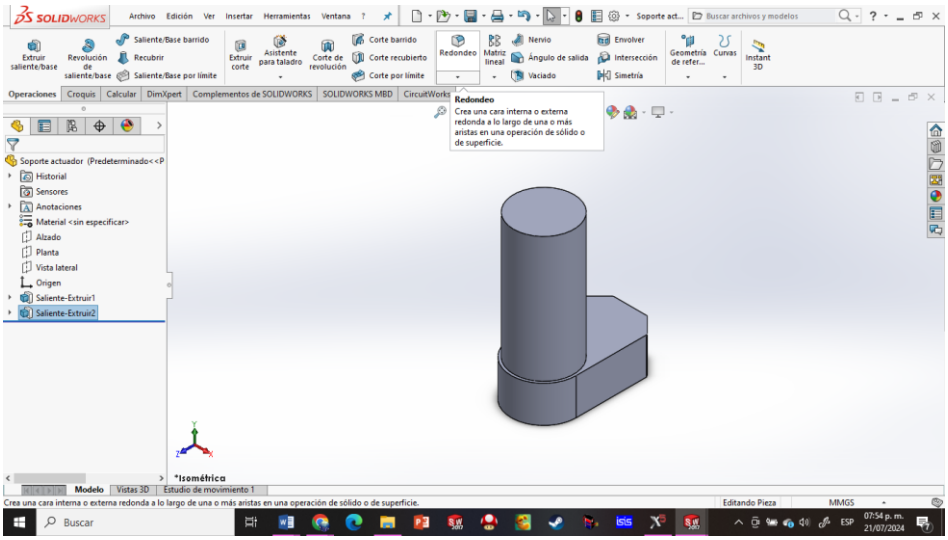

Ilustración 100Selección del redondeo

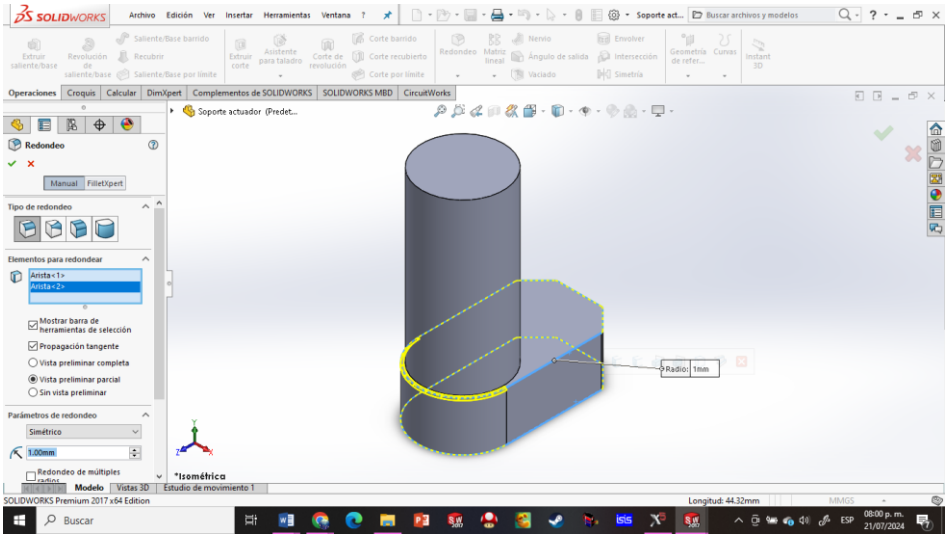

Ilustración 101Aplicación del redondeo a la pieza

Se aplica la herramienta de “Redondeo” y se añaden radios pequeños en los bordes de la pieza para darle un acabado a la pieza.

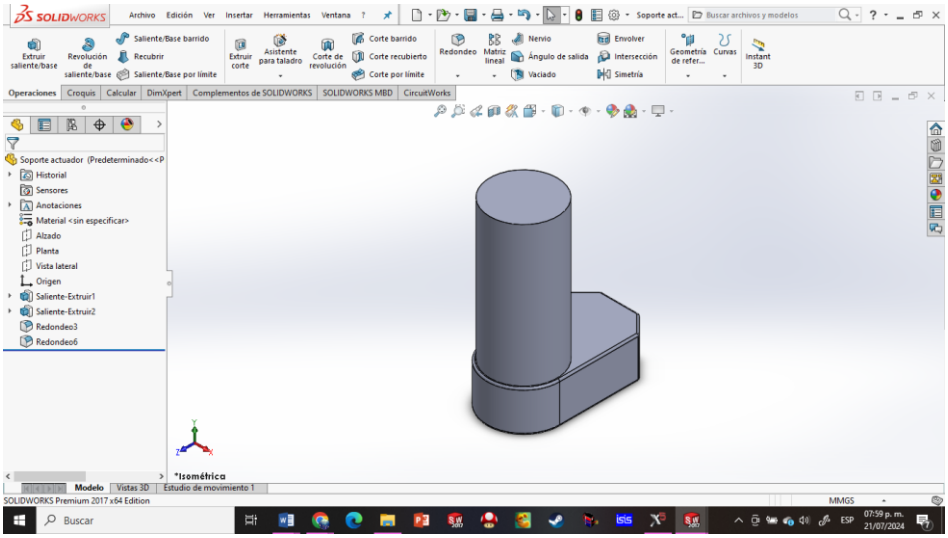

Ilustración 102Visualización del redondeo

Se selecciona la cara superior de la pieza y se procede a dibujar un pequeño círculo en el interior de esta superficie seleccionada.

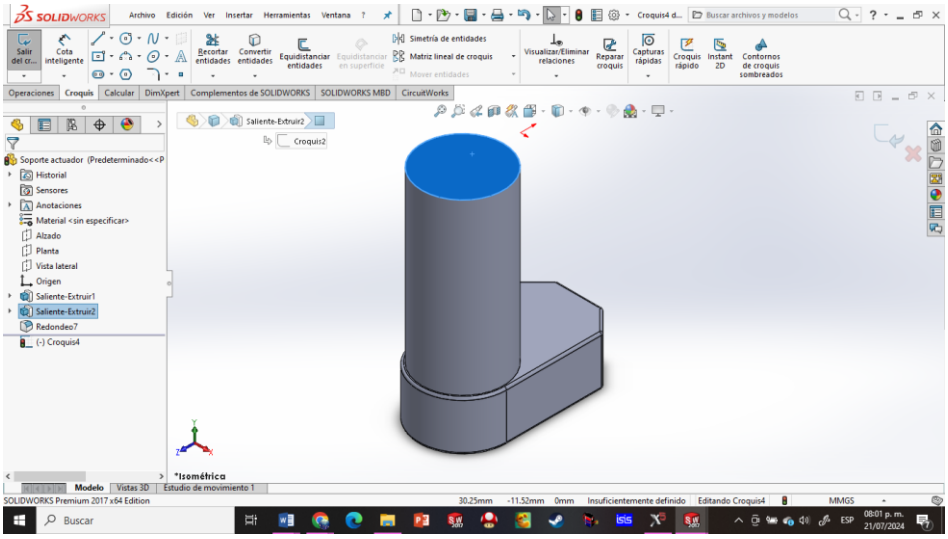

Ilustración 103Selección de la cara superior

Una vez que el círculo ha sido dibujado en la cara superior se le asignan las medidas usando las cotas inteligentes para definir su tamaño.

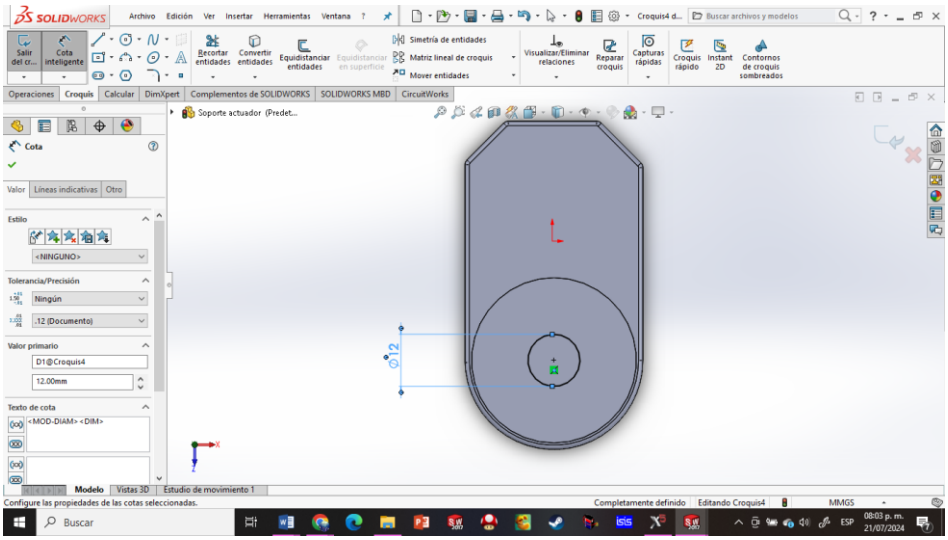

Ilustración 104Dibujo y acotamiento de un circulo

Una vez que el círculo ha sido acotado con sus medidas se procede a realizar la extrusión del perfil con la herramienta “Extruir Saliente/base”.

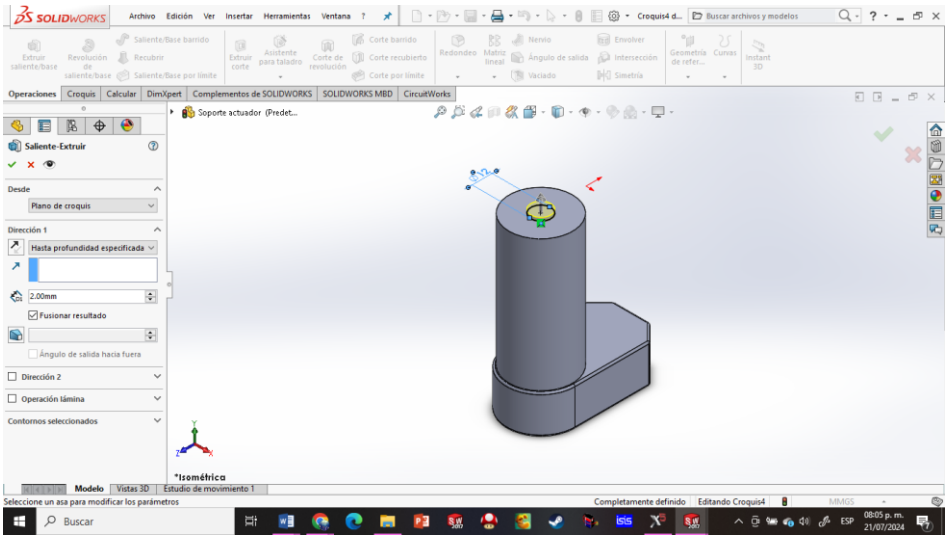

Ilustración 105Extrusión del circulo

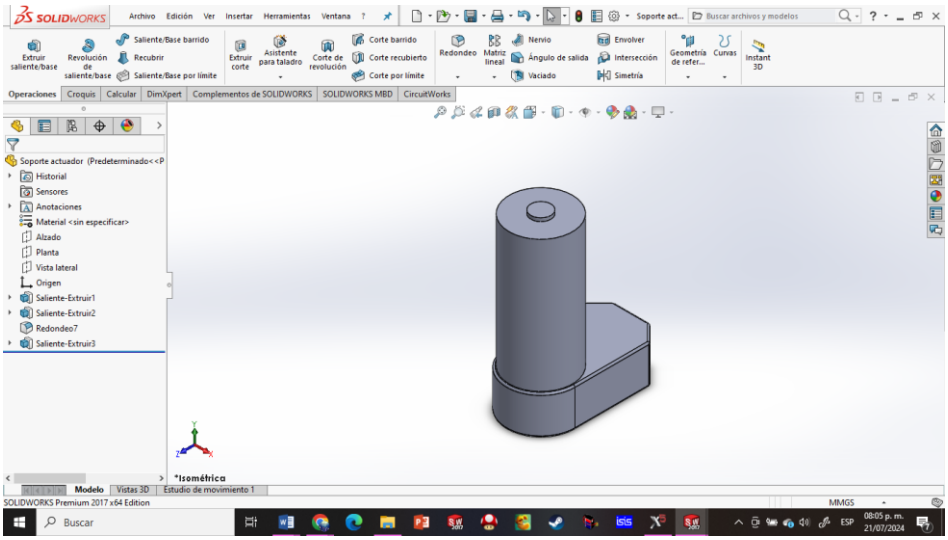

Ilustración 106 Visualización de la extrusión

De manera similar a las salientes anteriores se aplica un redondeo en los bordes de la extrusión recientemente creada para mejorar la estética de la pieza.

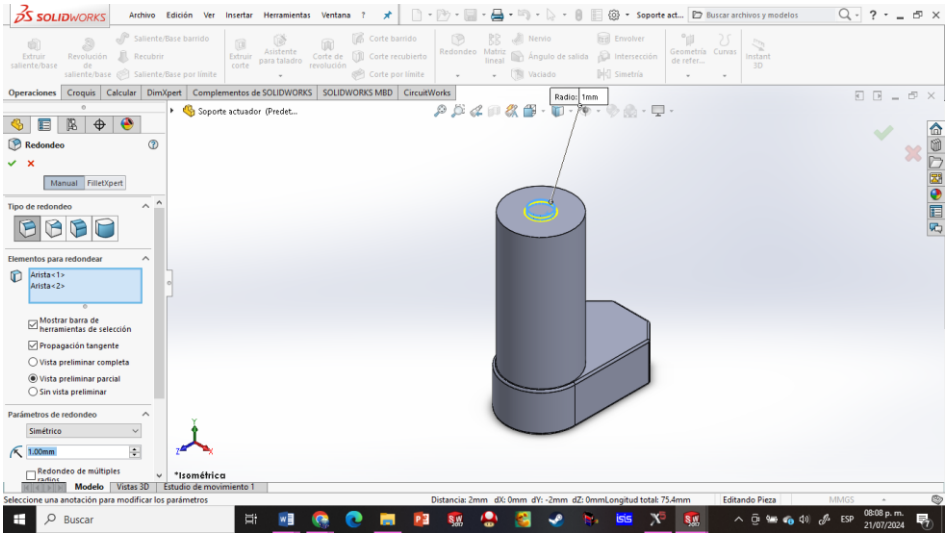

Ilustración 107 Aplicación del redondeo

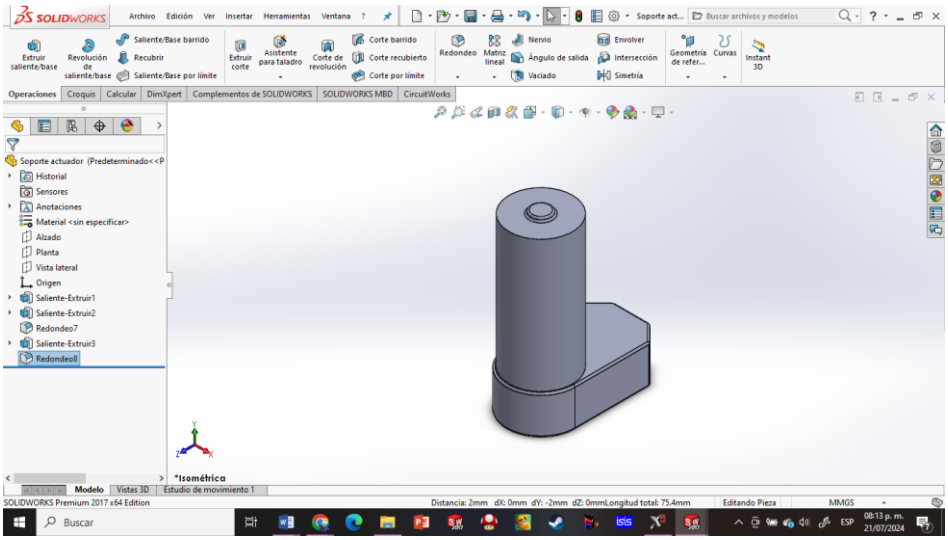

Ilustración 108 Visualización de la pieza terminada

Planos del sujetador del actuador

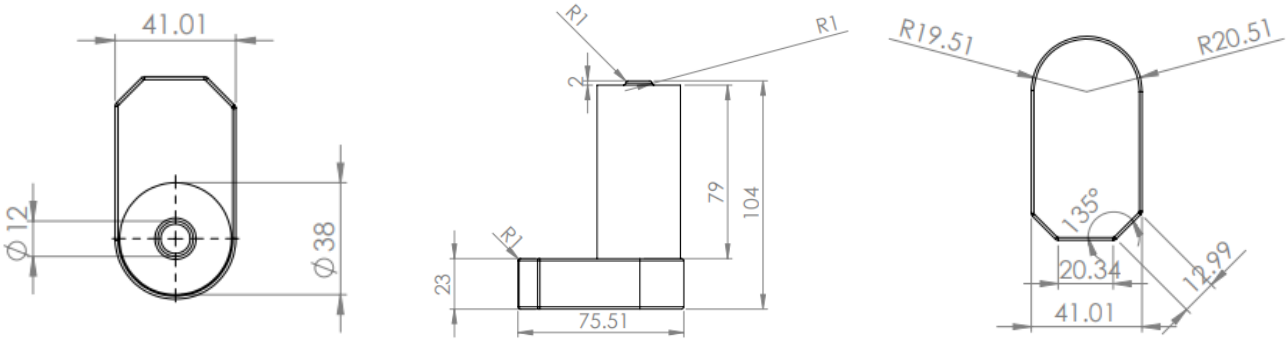

Ilustración 109 Vista superior-lateral-inferior de los planos

Molde (hembra)

Se inicia la pieza creando un cuadrado y haciendo uso de la herramienta de “Cota inteligente” se le asignan medidas de 10x10mm y se procede a realizar la extrusión con la herramienta “Extrusión saliente/base” de 25mm.

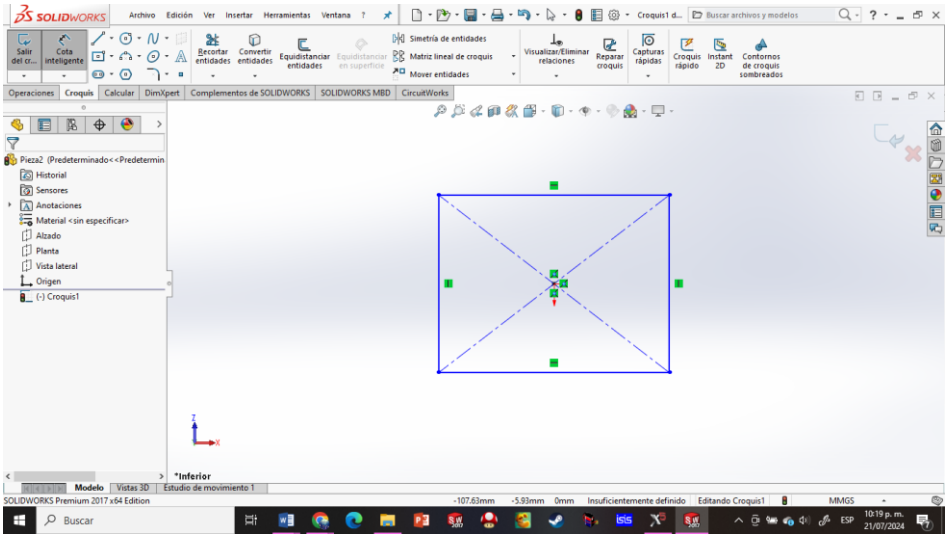

Ilustración 110 Creación de un rectángulo

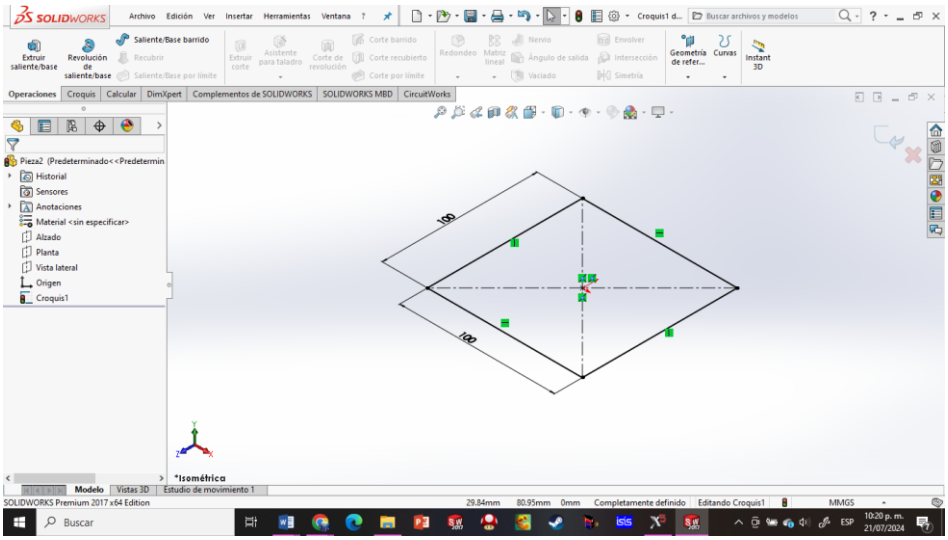

Ilustración 111 Acotamiento de un rectángulo

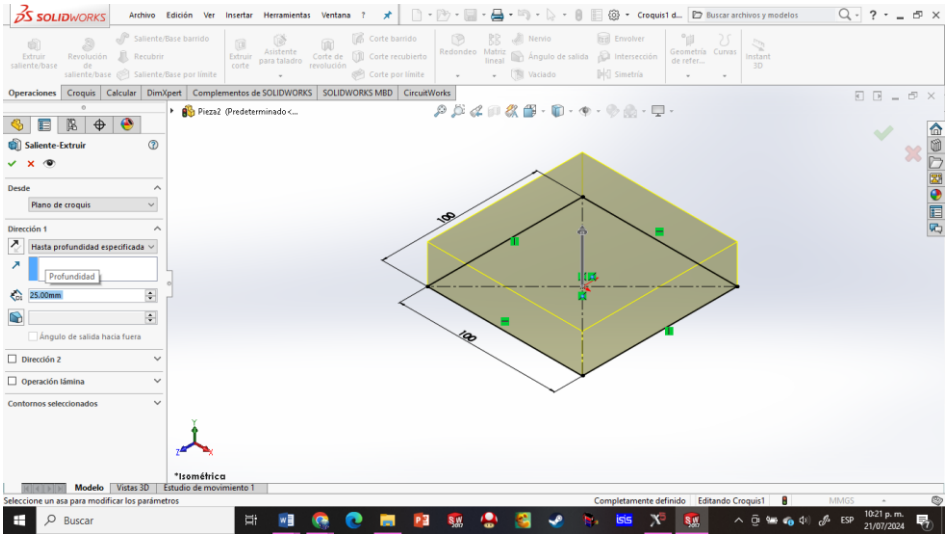

Ilustración 112 Extrusión del plano

Una vez completado el proceso de extrusión se selecciona la cara superior de la pieza para continuar con las siguientes etapas del diseño creando un croquis sobre la misma.

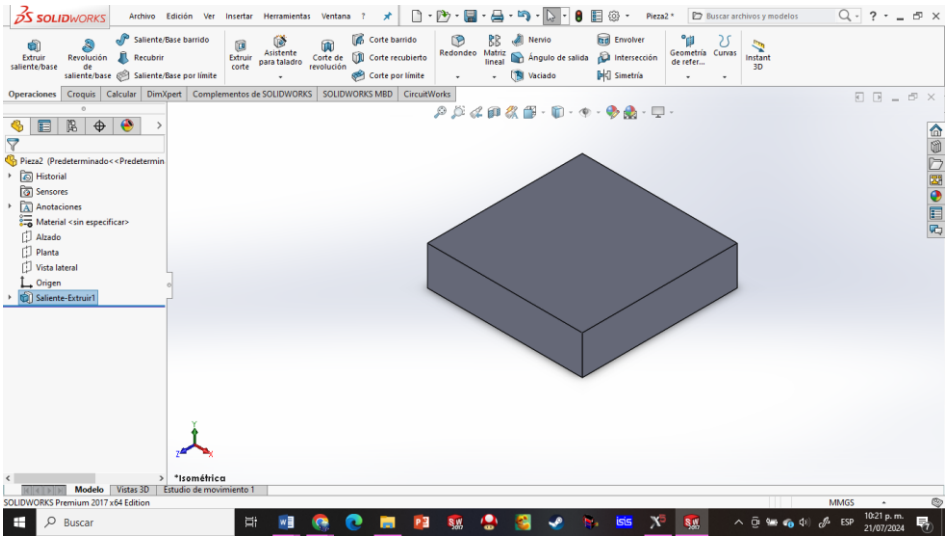

Ilustración 113Vista de la extrusión

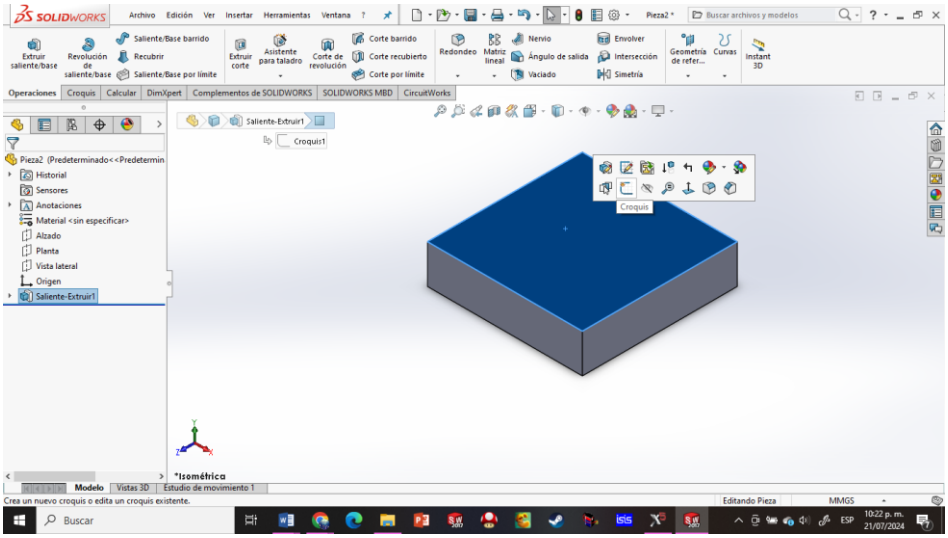

Ilustración 114Selección de la cara superior para dibujar

Para simplificar el procedimiento se crea una línea constructiva por el centro de la figura con el fin de crear una simetría de identidades utilizando de esa la línea recién creada.

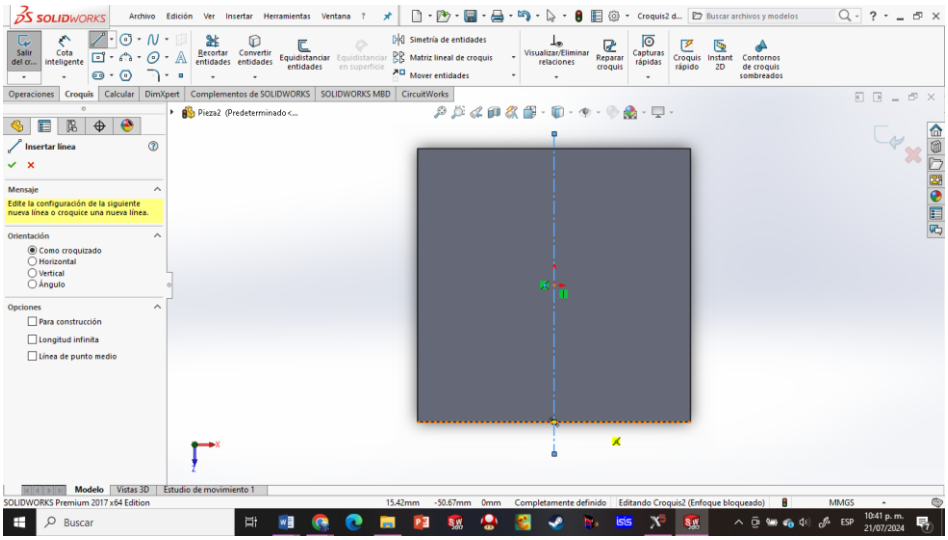

Ilustración 115Creación de una línea constructiva por el centro

Se diseña la forma del molde utilizando el croquis y se crea la forma lo más parecida posible al molde que se quiere crear para su posterior acotamiento.

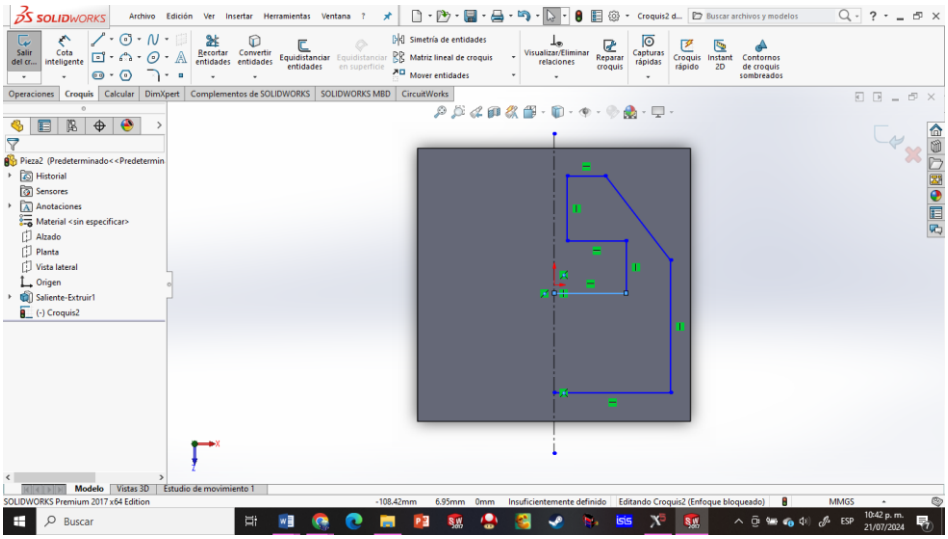

Ilustración 116Dibujo a mano alzada

Una vez que se acotaron las líneas del molde se procede a añadir redondeos en los bordes del molde debido a que una fresadora no puede realizar cortes cuadrados como lo son las esquinas del molde.

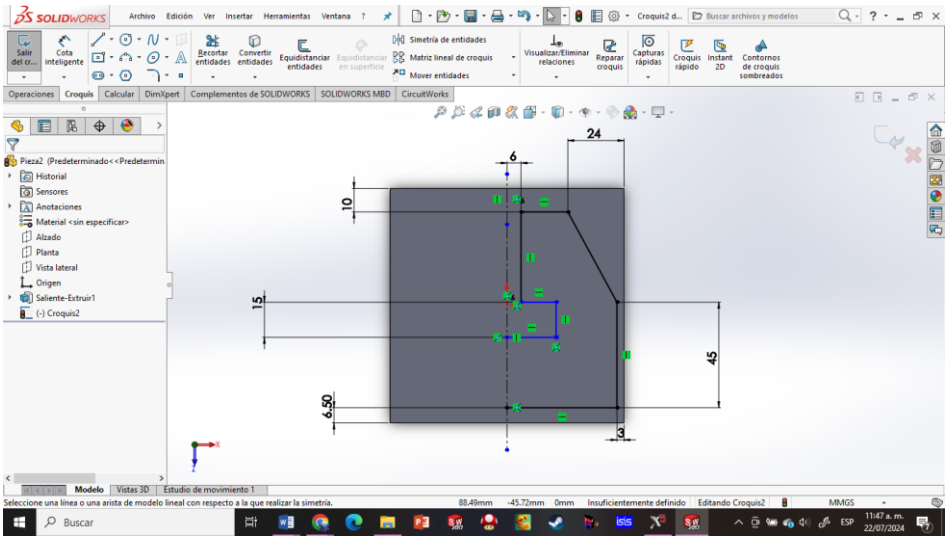

Ilustración 117Acotamiento

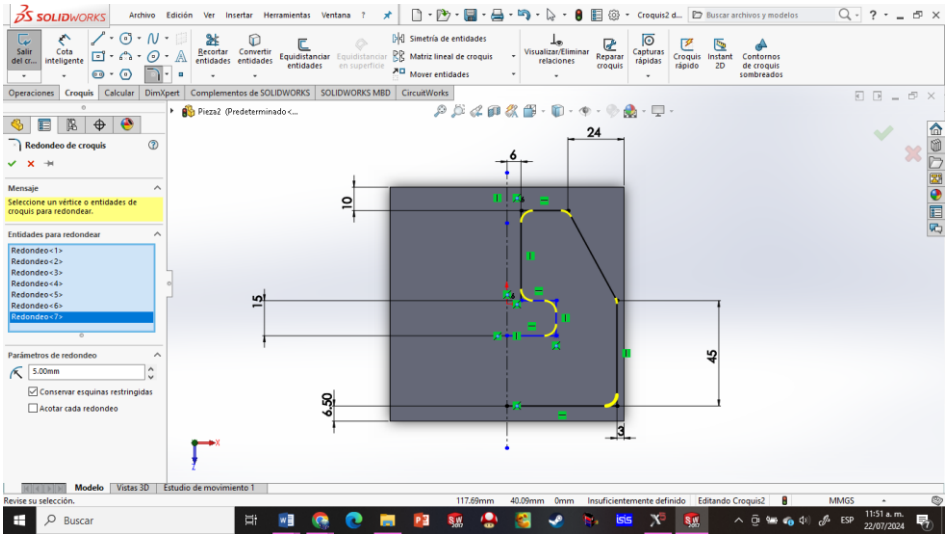

Ilustración 118Creación de las curvas

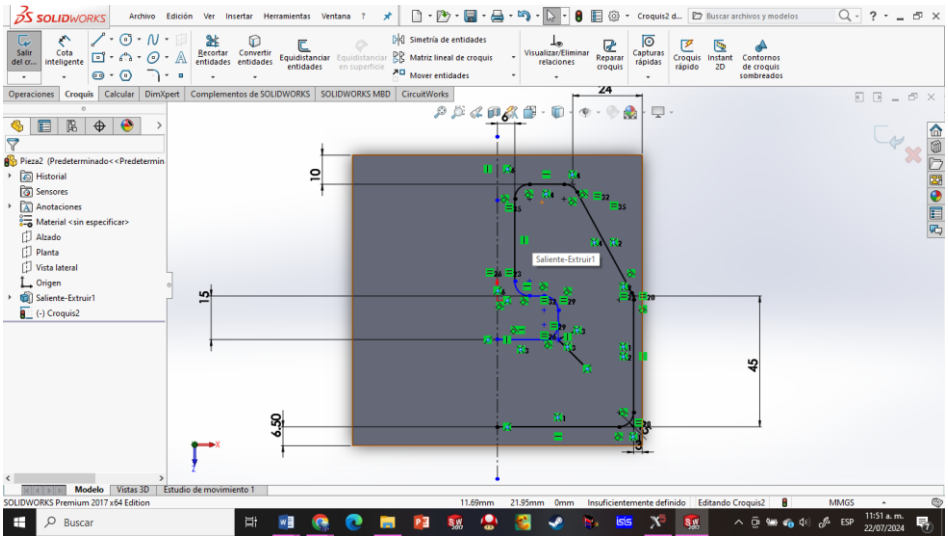

Ilustración 119eliminación del exceso

Una vez realizadas las curvaturas en las esquinas se seleccionan todas las entidades a las que se les quiere realizar la simetría ignorando la línea constructiva central debido a que esa línea es el punto de referencia para la simetría.

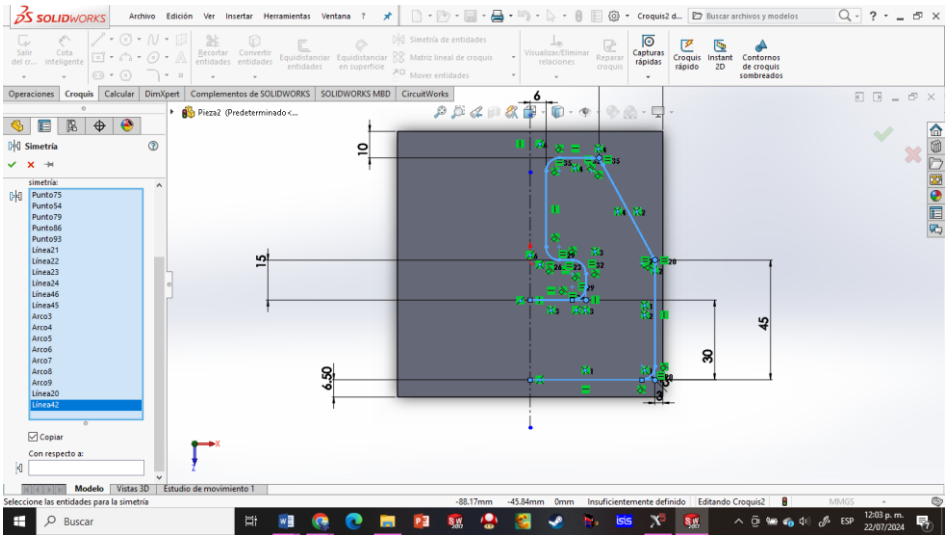

Ilustración 120Elección de todas las líneas

En la opción de “Con respecto a” se selecciona la línea constructiva para que se realice automáticamente una vista espejo de los planos recién hechos y se confirma la operación.

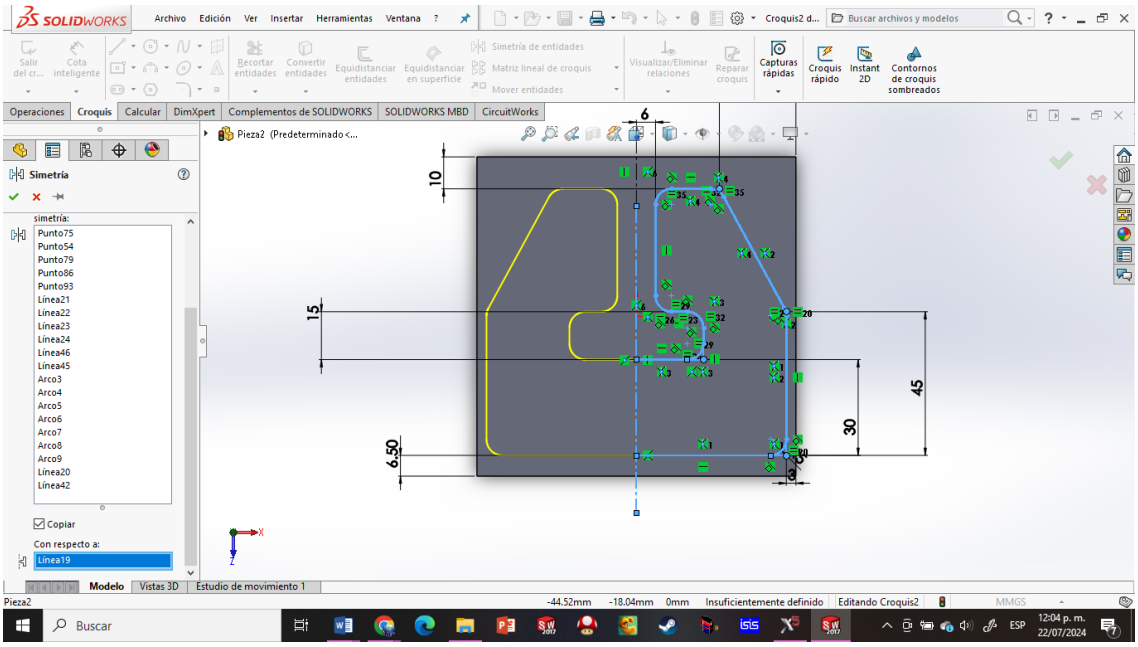

Ilustración 121Creación de la simetría de identidades

Una vez que se ha duplicado el diseño mediante la función de espejo, se utiliza la herramienta de “Extruir corte” para darle una profundidad de 10mm.

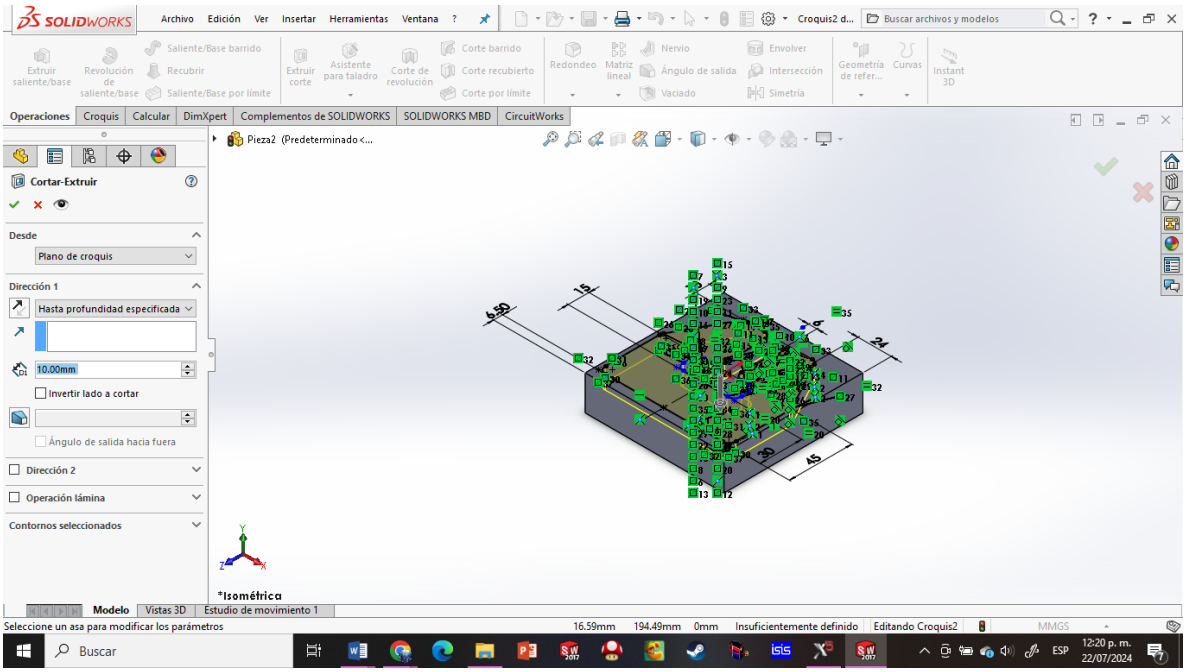

Ilustración 122Corte en el interior

Una vez realizado el corte final, la pieza se encuentra completamente finalizada.

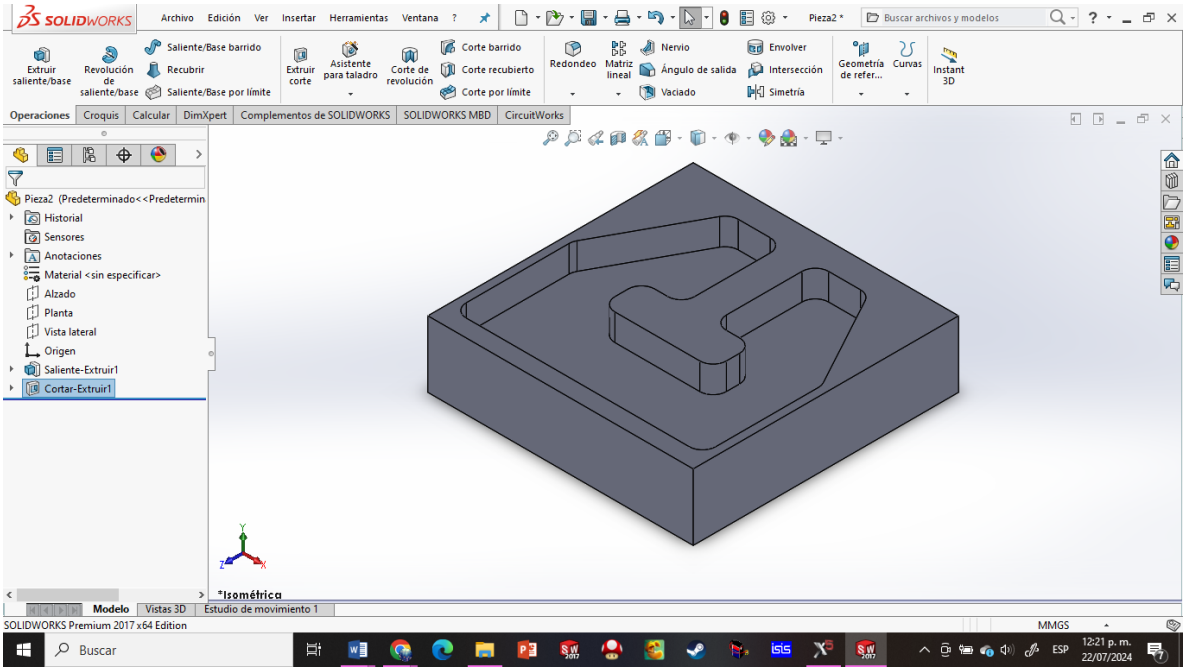

Ilustración 123Visualización de la pieza terminada

Planos del molde hembra

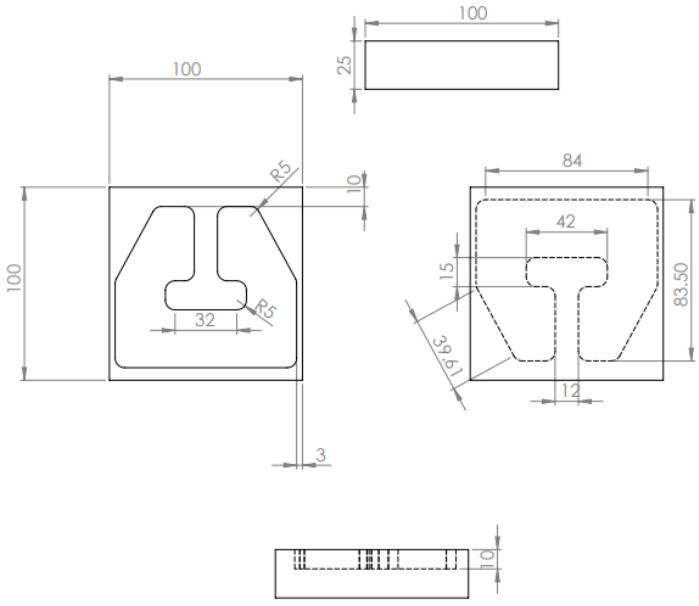

Ilustración 124Plano de todas las vistas

Molde (Macho)

Para la segunda parte del molde, se inicia dibujando un cuadrado en el croquis y posteriormente se asignan las cotas para tener una medida similar al molde anterior.

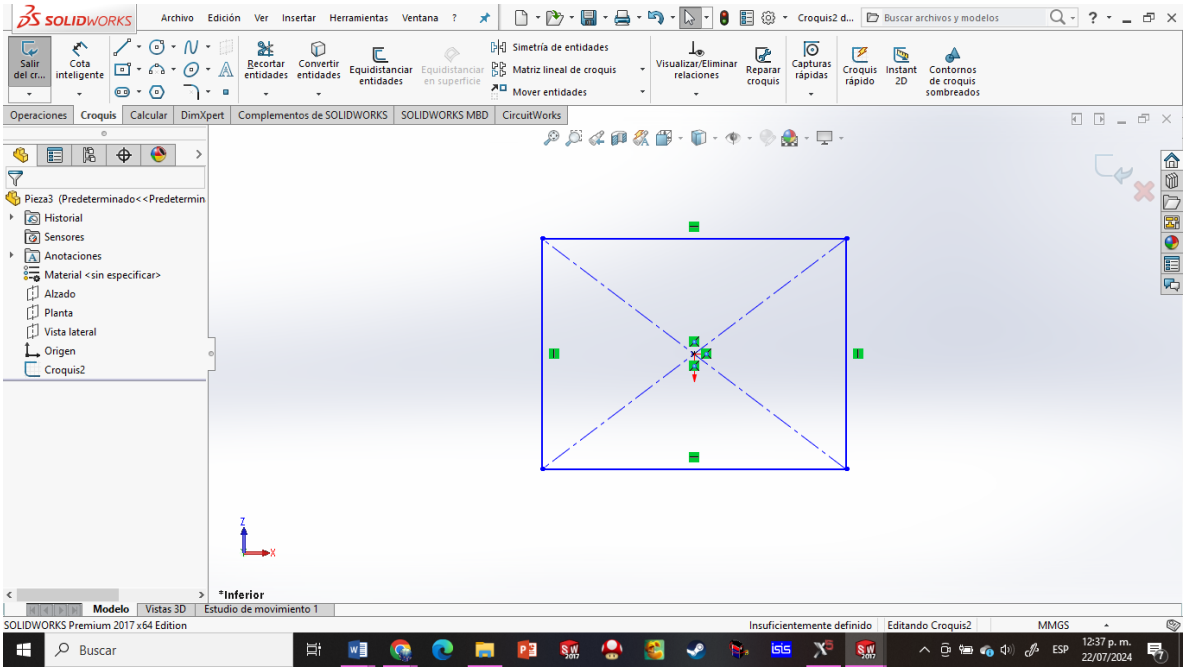

Ilustración 125Creación de un cuadrado

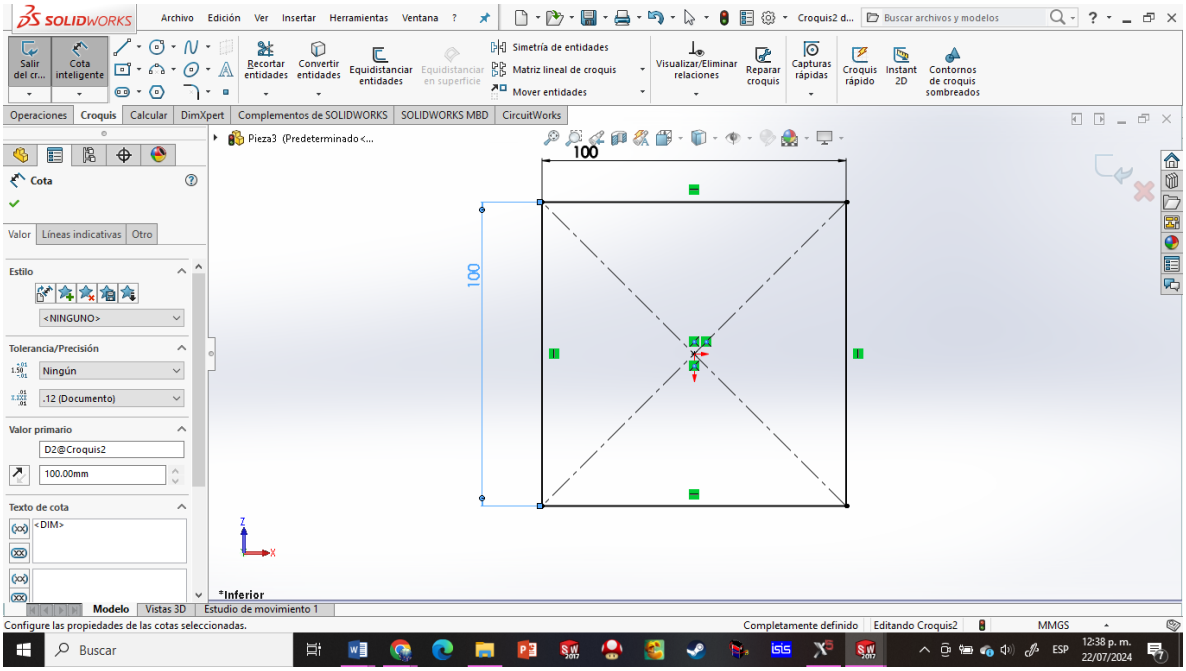

Ilustración 126Acotamiento del cuadrado

Se procede a realizar la extrusión utilizando la herramienta de “Extruir saliente/base” y para agilizar el proceso, se copia y pega el croquis previamente elaborado para el molde hembra.

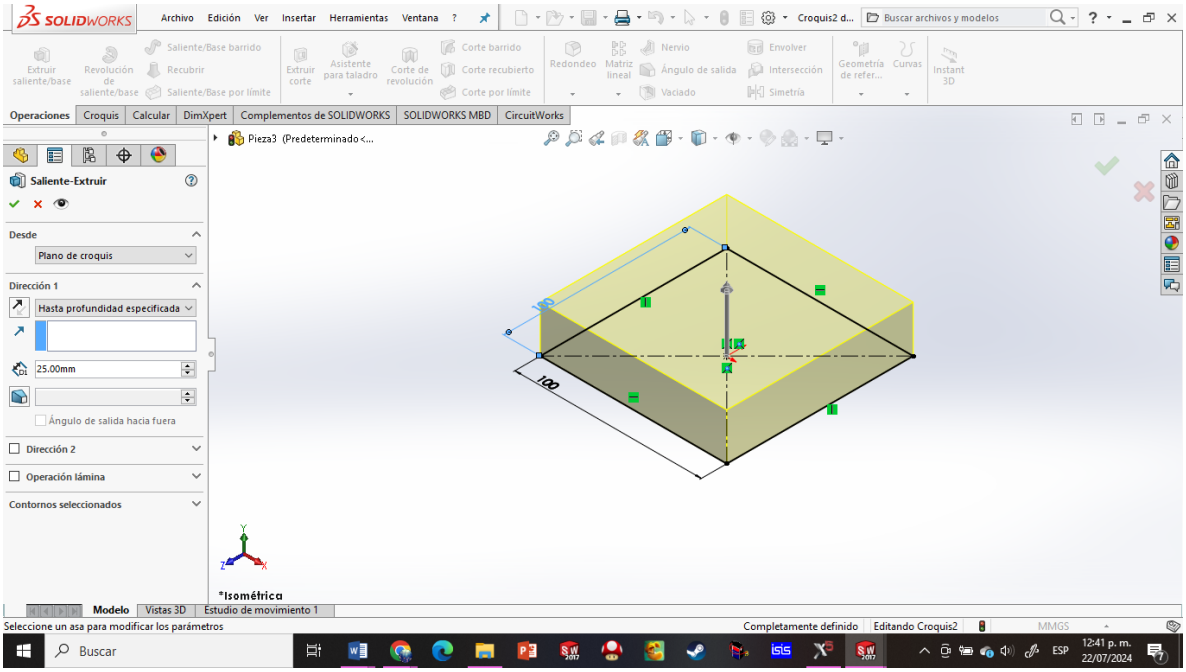

Ilustración 127Extrusión del plano

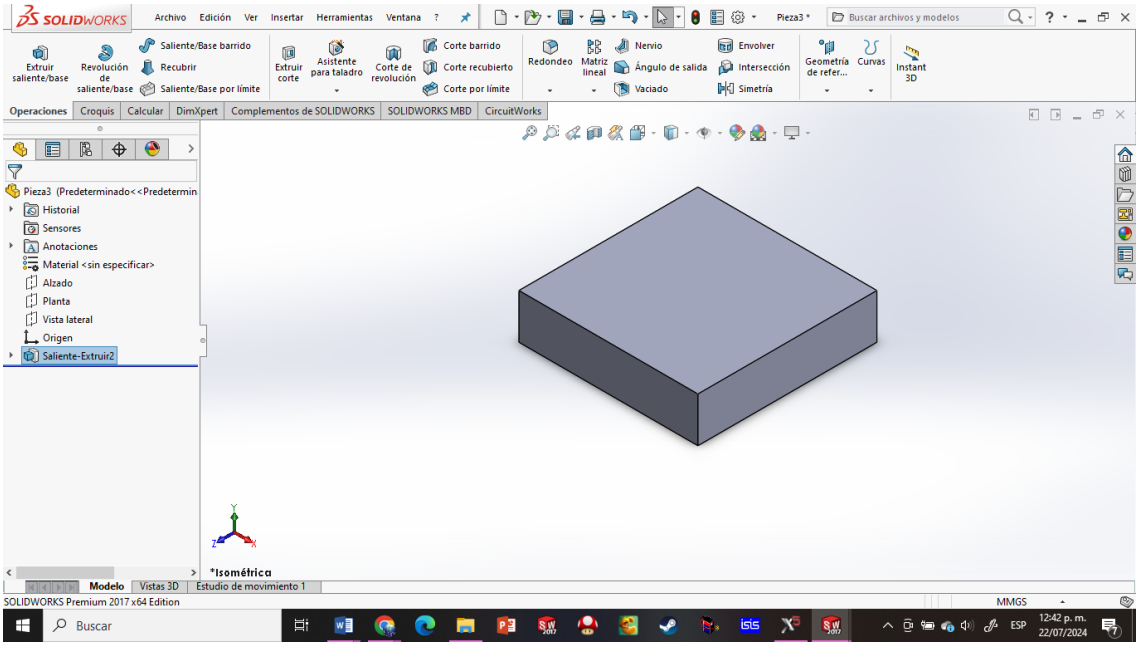

Ilustración 128Vista de la extrusión

Una vez copiado el croquis de la pieza anterior se ajusta y posiciona utilizando las cotas en los bordes de la pieza para que se pueda alinear con la figura.

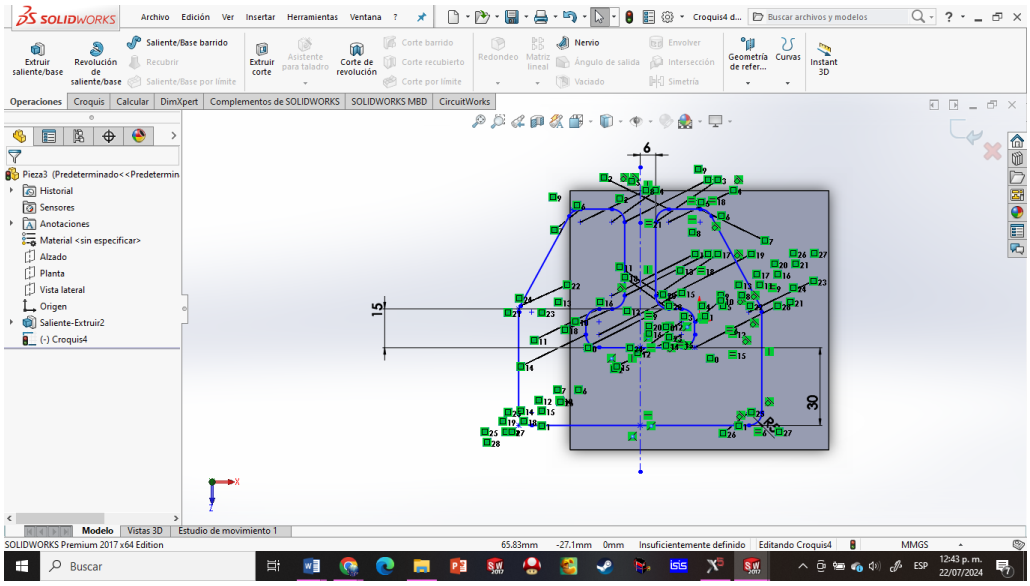

Ilustración 129Copiado y pegado

Una vez aplicadas las cotas en los bordes de la pieza se procede a dibujar un cuadro alrededor de la pieza con el fin de poder hacer el corte por fuera y no por dentro de la pieza.

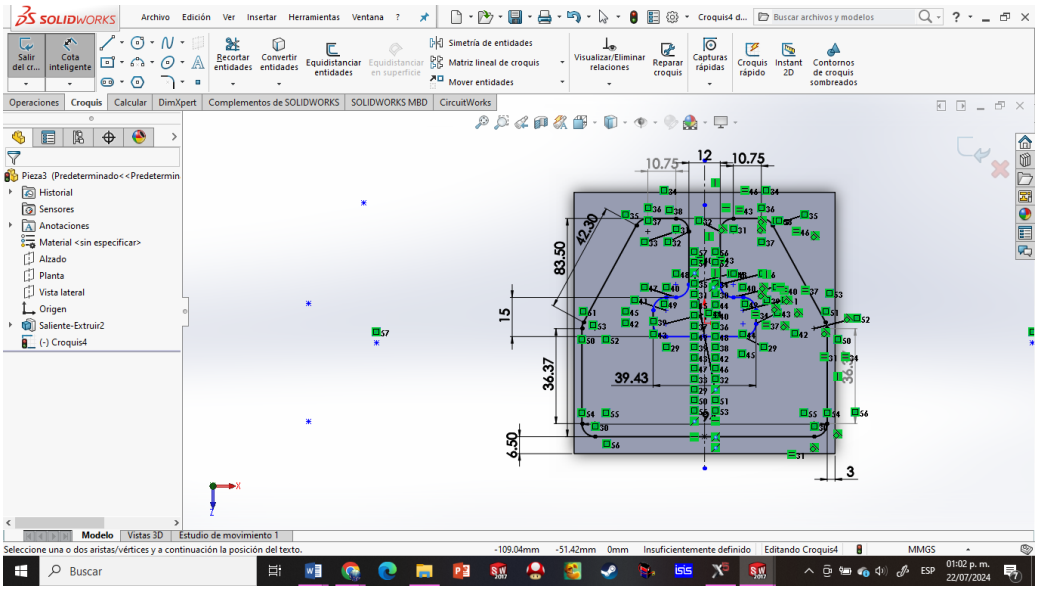

Ilustración 130Acotamiento de la figura para centrarla

Una vez que se realiza el corte, se puede observar que se cumplió propósito del cuadrado así que se pasa a la parte inferior de la pieza.

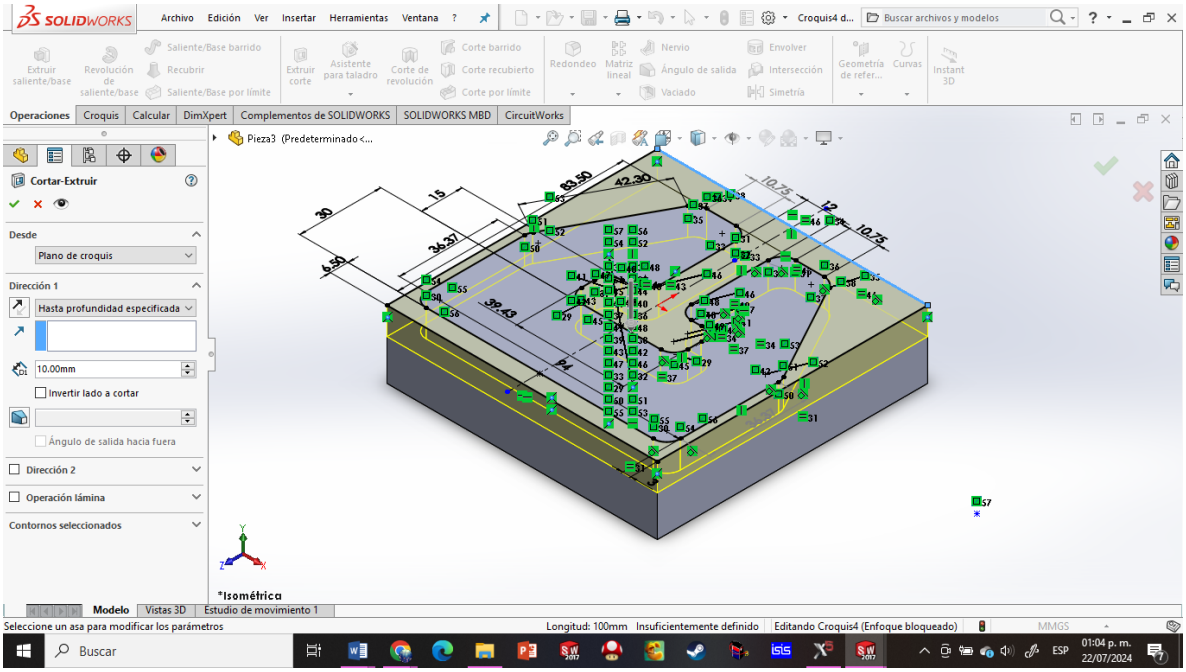

Ilustración 131 Creado y corte del plano

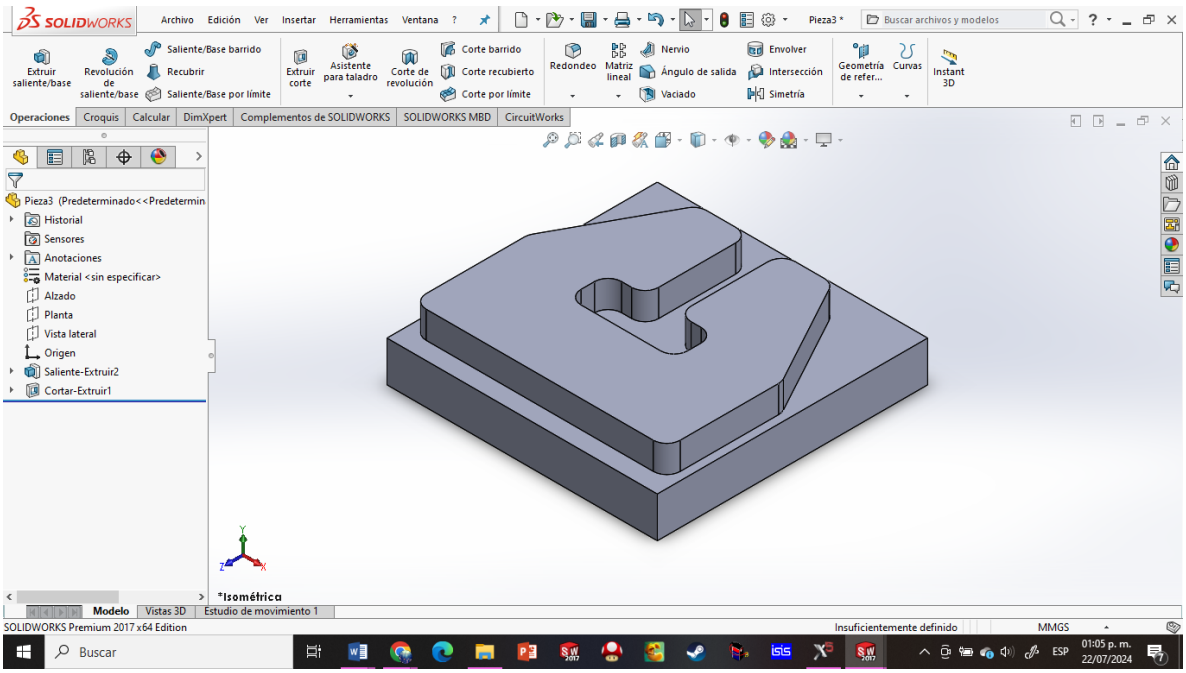

Ilustración 132 Visualización de la pieza

Se crea un croquis para la parte final del dibujo.

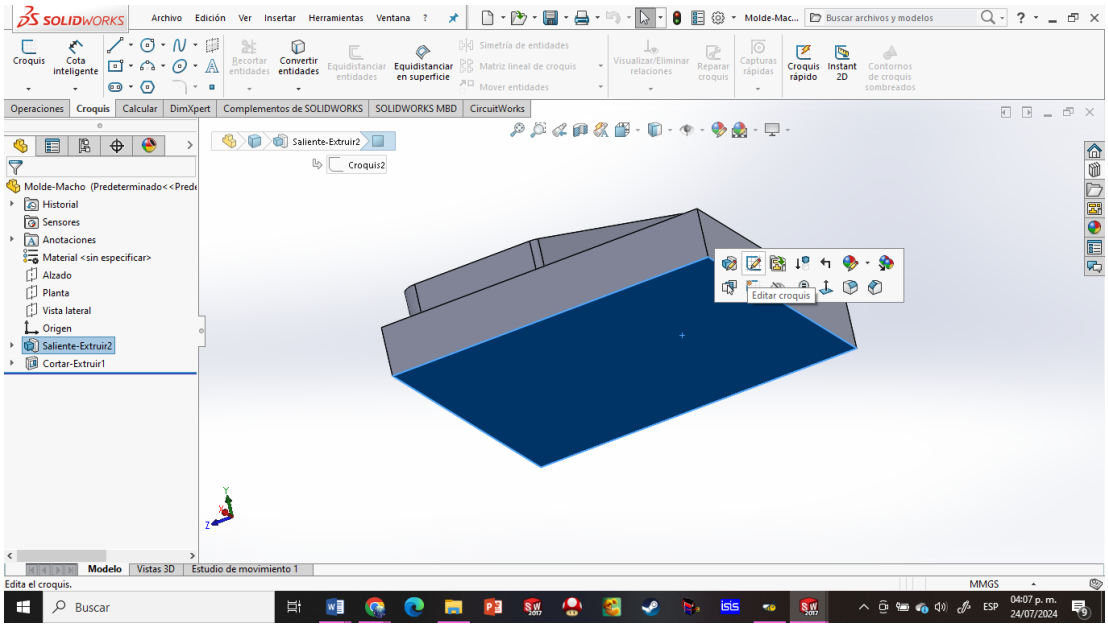

Ilustración 133Selección de la cara inferior

Una vez que se han dibujado 4 círculos en la pieza se hace uso de la herramienta “Cota inteligente” para asignar sus respectivas medidas.

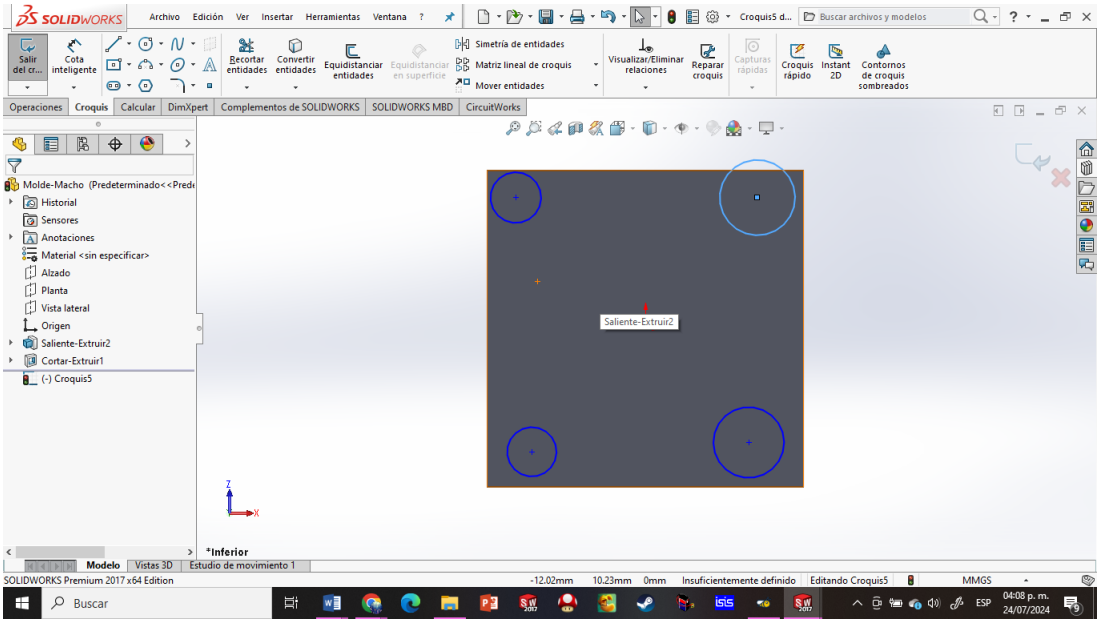

Ilustración 134Creación de círculos en las esquinas

Una vez que los círculos han sido medidos se realiza un corte de 10mm con la herramienta “Extruir corte”

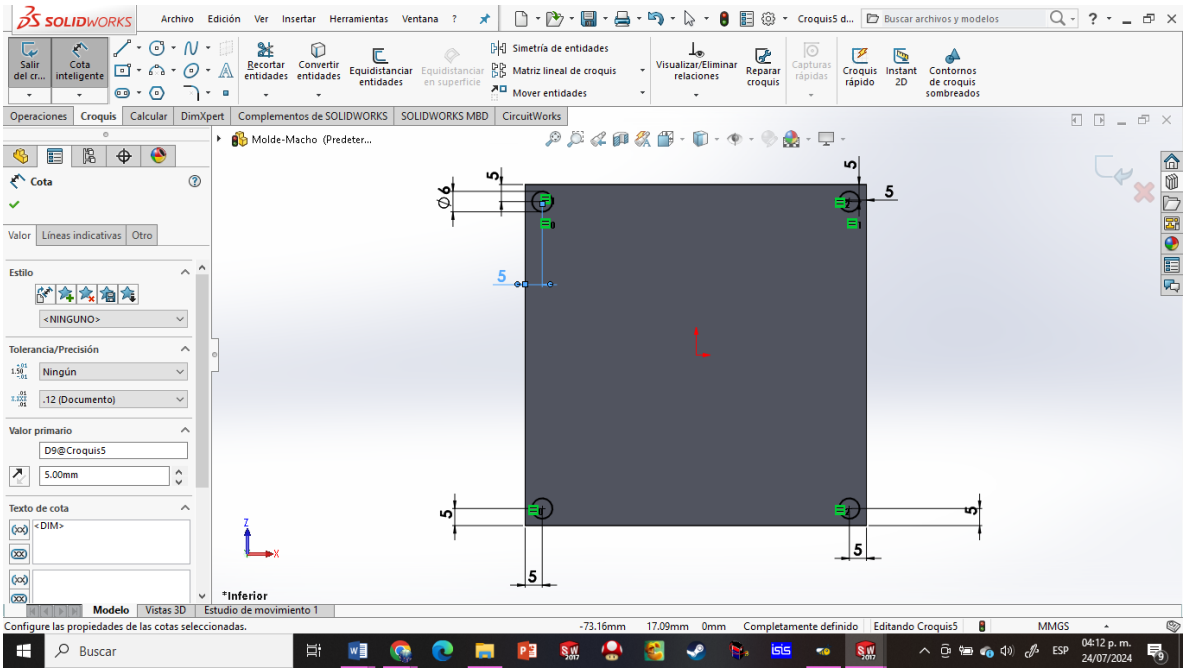

Ilustración 135 Acotamiento de los círculos

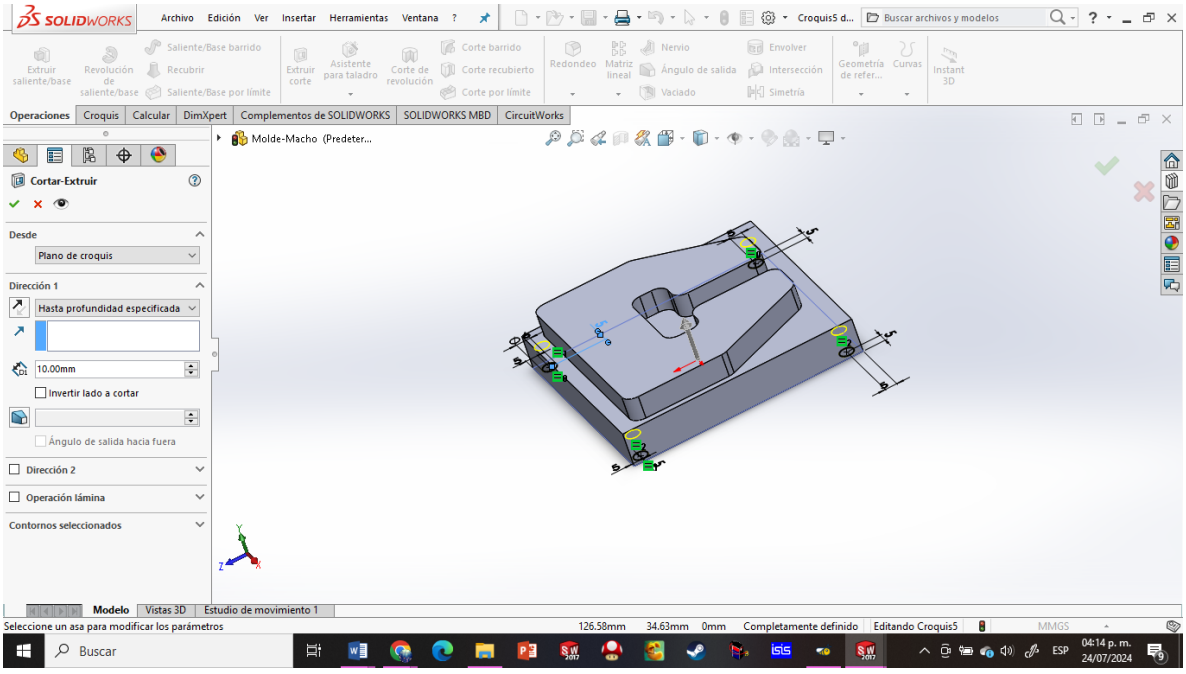

Ilustración 136Corte de los círculos

Una vez que el corte fue realizado la pieza queda completamente terminada.

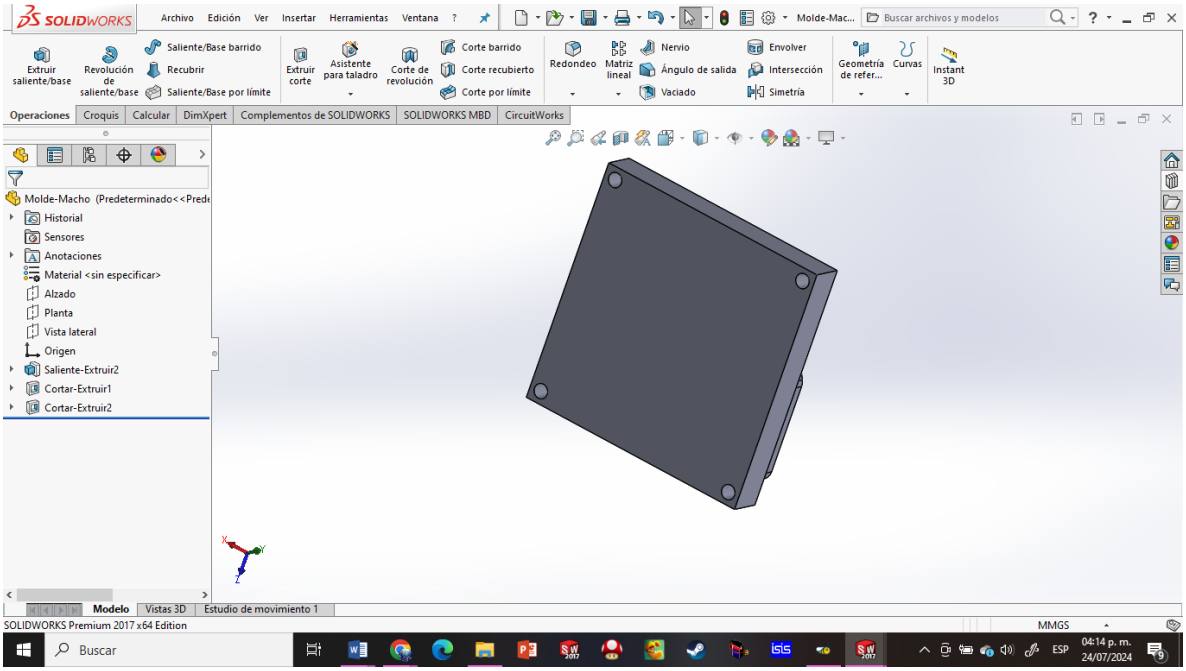

Ilustración 137Visualización de la pieza terminada

Planos del molde macho

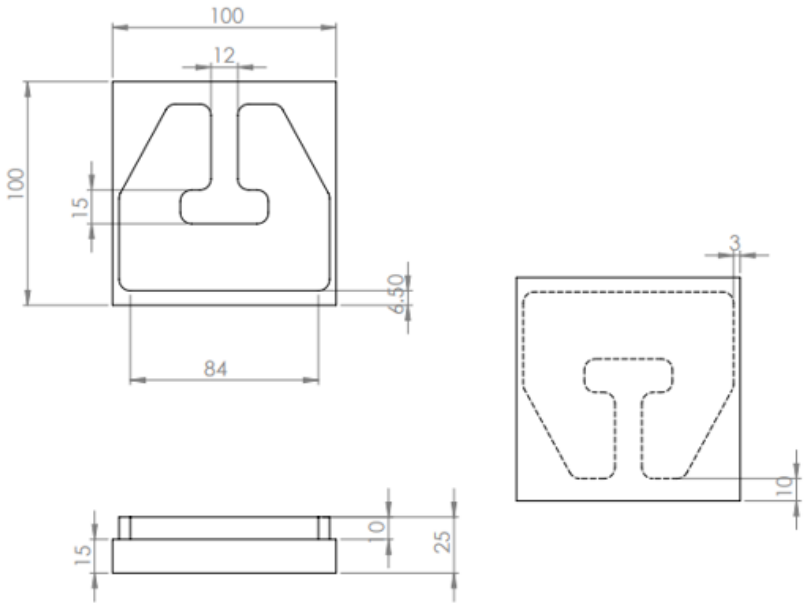

Ilustración 138Planos de todas las vistas

Soporte para el molde macho

Para comenzar la pieza, se dibuja un cuadrado que posteriormente será acotado para darle las dimensiones necesarias.

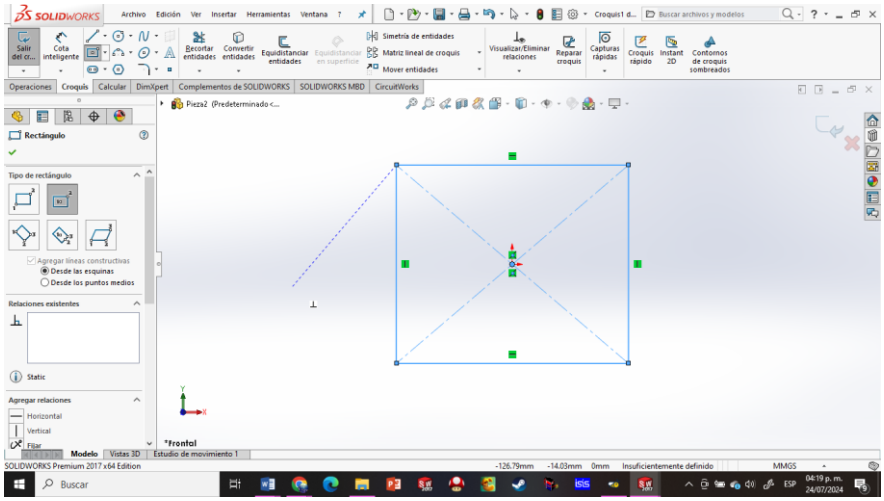

Ilustración 139 Creación de un cuadrado

Creación de un cuadrado

Una vez acotado, haciendo uso de la herramienta “Recortar entidades” se quitan las líneas constructivas del centro del molde con el fin de que no estorben en el proceso de creado.

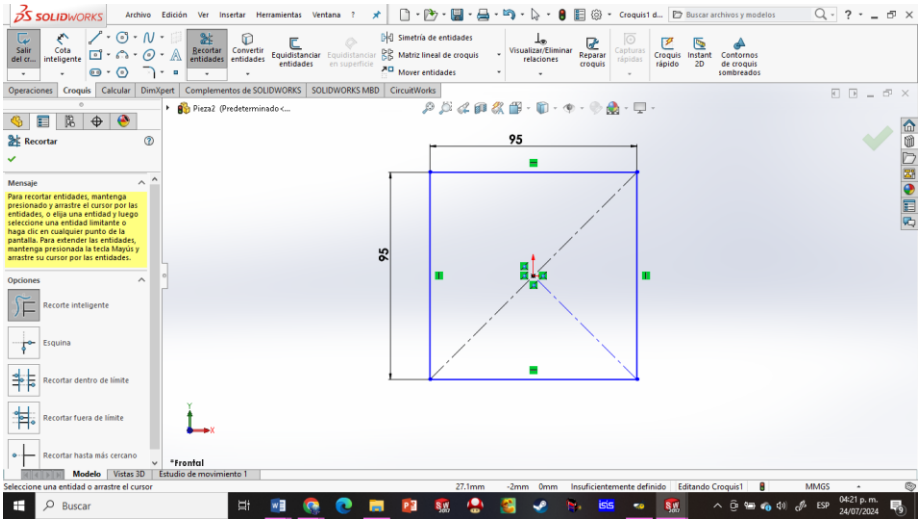

Ilustración 140Acotamiento del cuadrado

Ya que se quitaron las líneas constructivas, se realizan curvaturas de 6mm con la herramienta “Redondeo de croquis” de en las esquinas de la pieza.

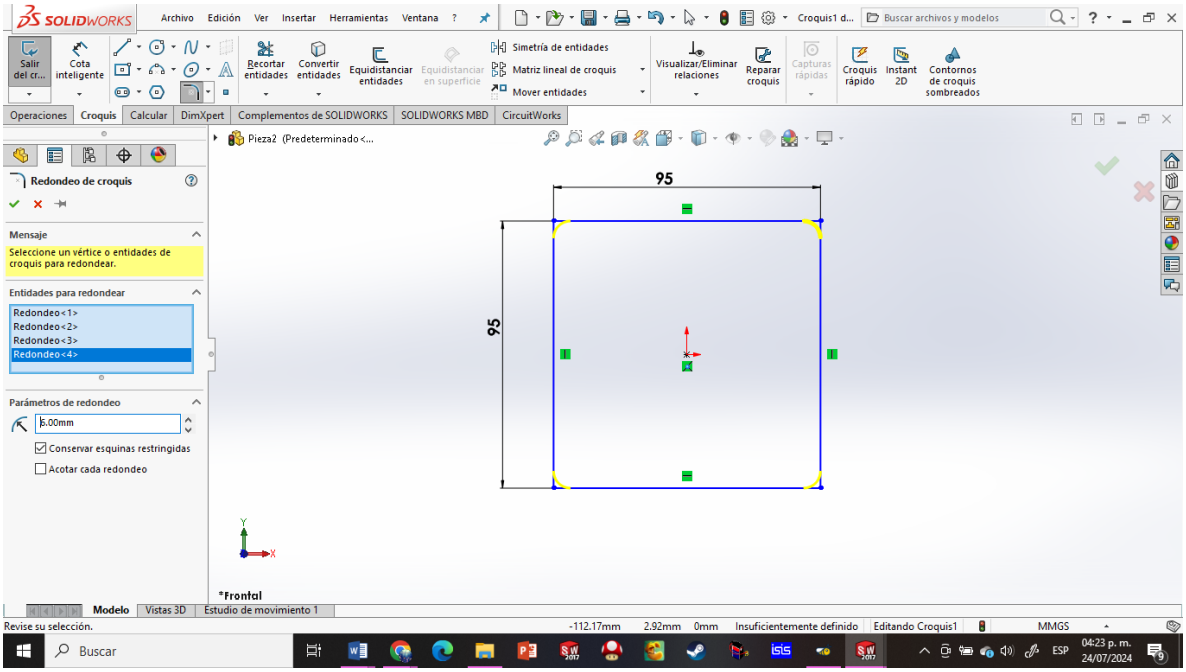

Ilustración 141Creación de curvatura en las esquinas

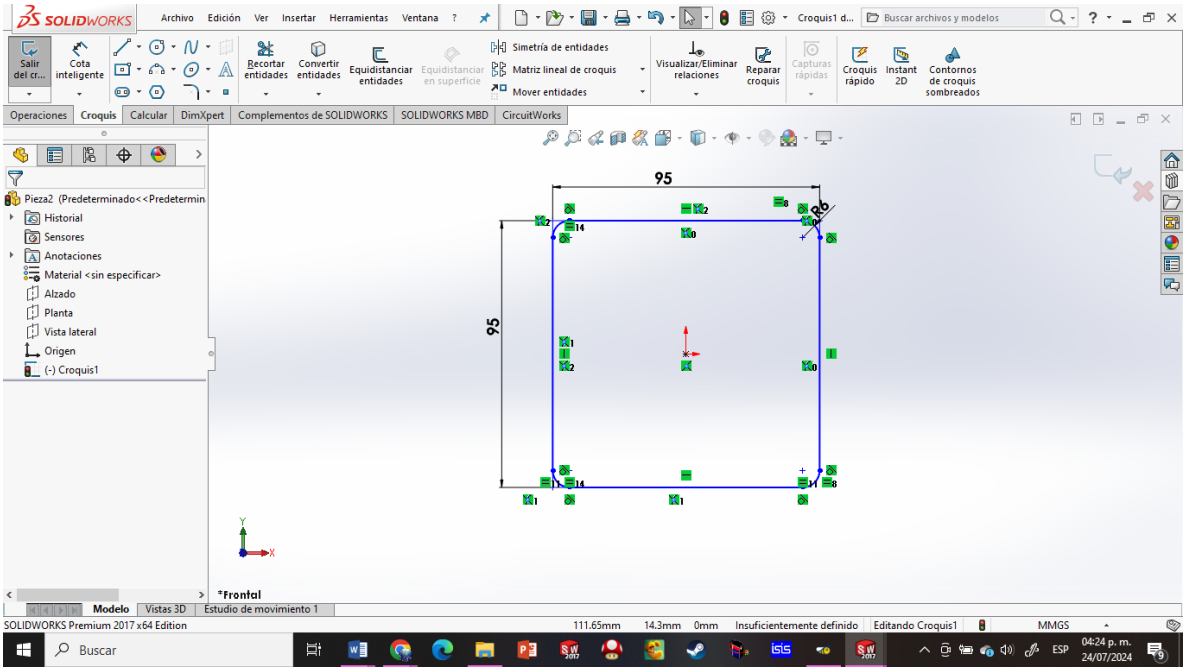

Ilustración 142Eliminación del excedente

Haciendo uso de la herramienta “Extruir saliente/base” se pasa el modelo 2D a un plano 3D para permitir trabajar con un modelo de pieza.

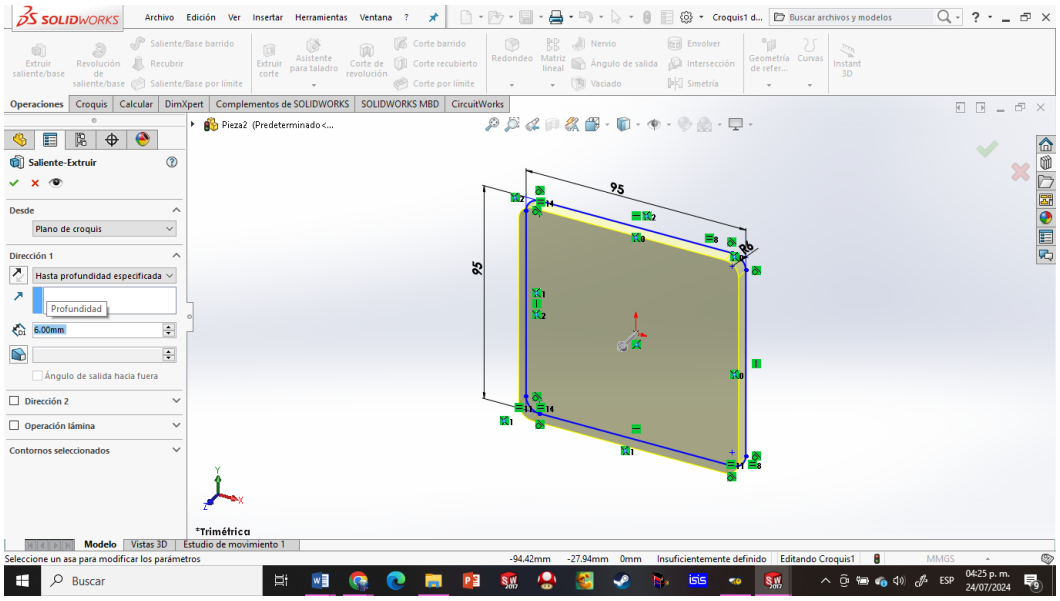

Ilustración 143 Extrusión del plano

Se selecciona una cara y se crea un croquis para realizar un dibujo sobre la misma.

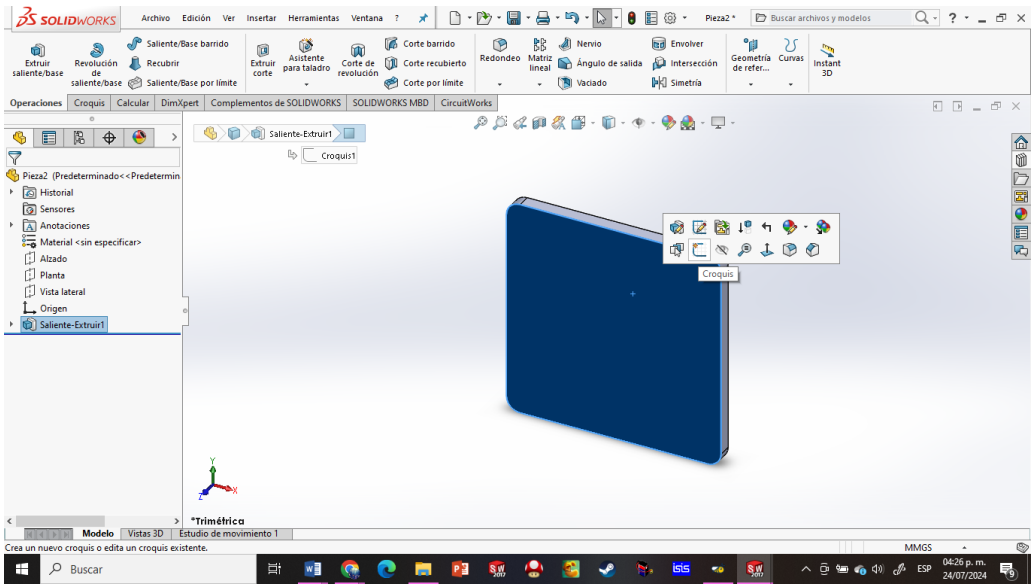

Ilustración 144selección de cara lateral

Haciendo uso de las curvas creadas en la base del molde, se crean 4 círculos en la cara seleccionada de la pieza que posteriormente se van a extruir para crear el agarre de la pieza al molde.

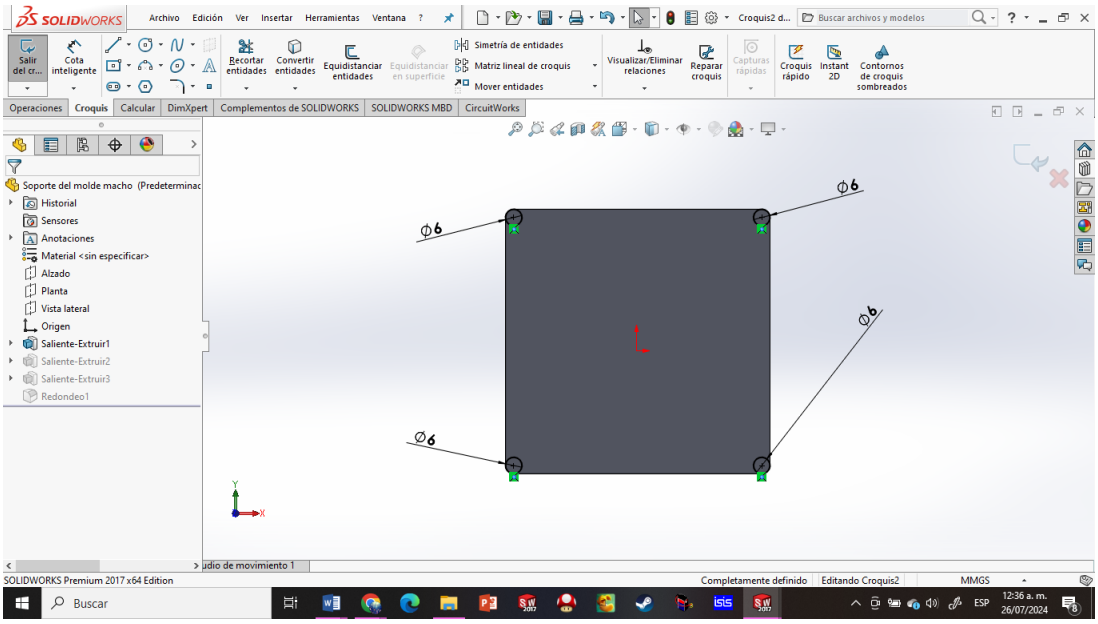

Ilustración 145Creación de círculos en las esquinas

Una vez más, haciendo uso de la herramienta “Extruir saliente/base” se pasa de un dibujo 2D a un modelo 3D.

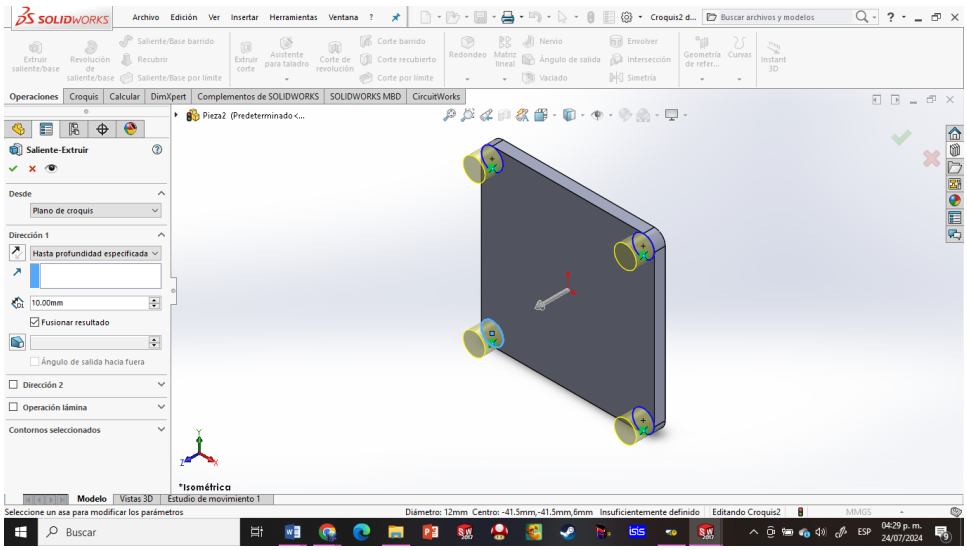

Ilustración 146Extrusión de los círculos en las esquinas

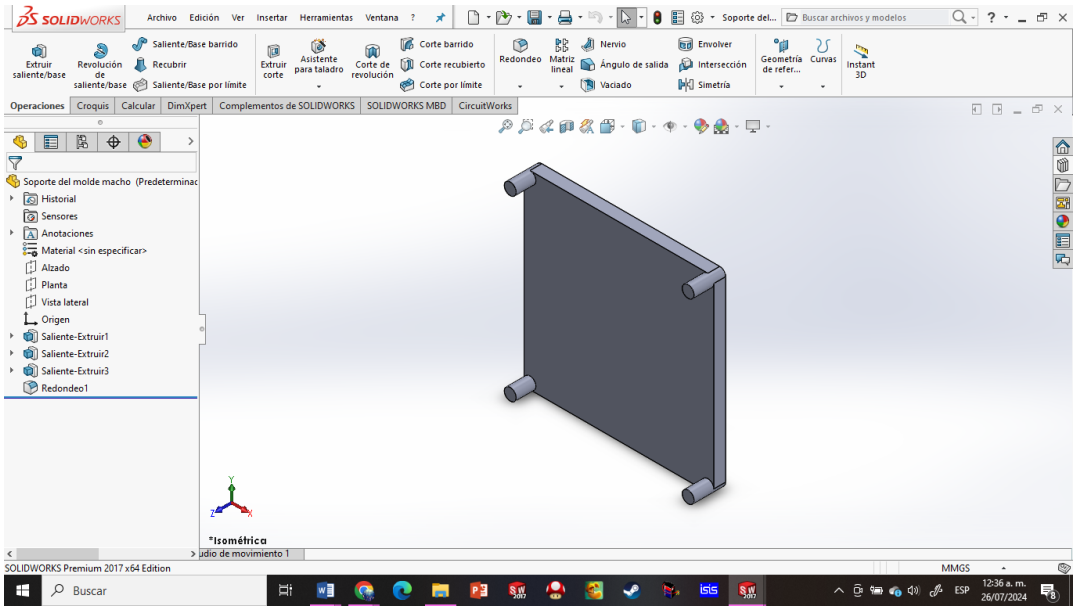

Ilustración 147Visualización de la extrusión

En la parte contraria de la pieza se crea otro croquis para crear el soporte que unirá a esta pieza con el embolo del actuador lineal.

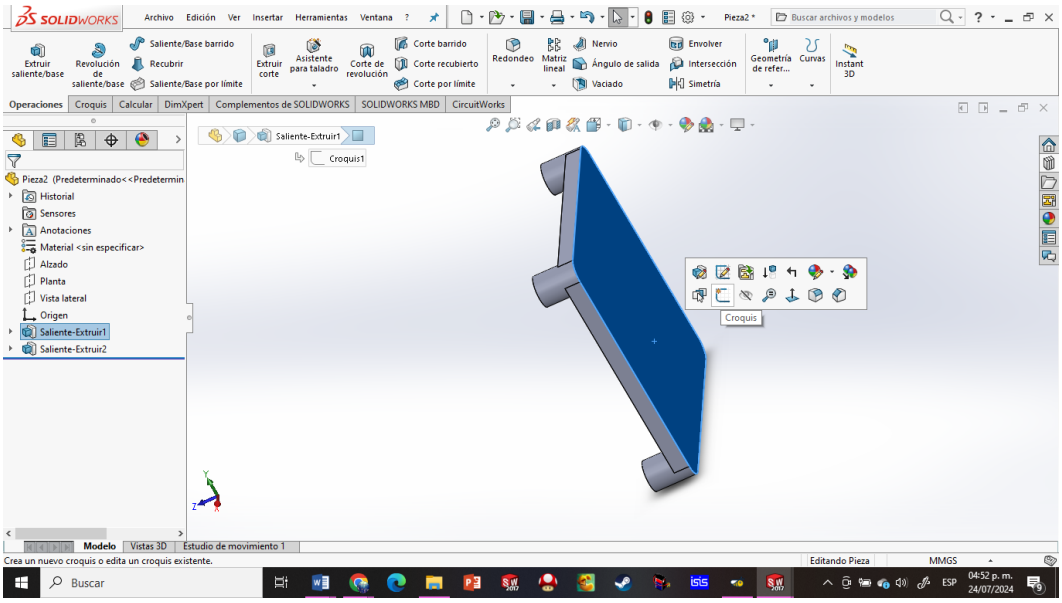

Ilustración 148Selección de la cara posterior

Se dibujan 2 círculos posteriormente, con la herramienta “Extruir saliente/base” se conviertan en modelos 3D.

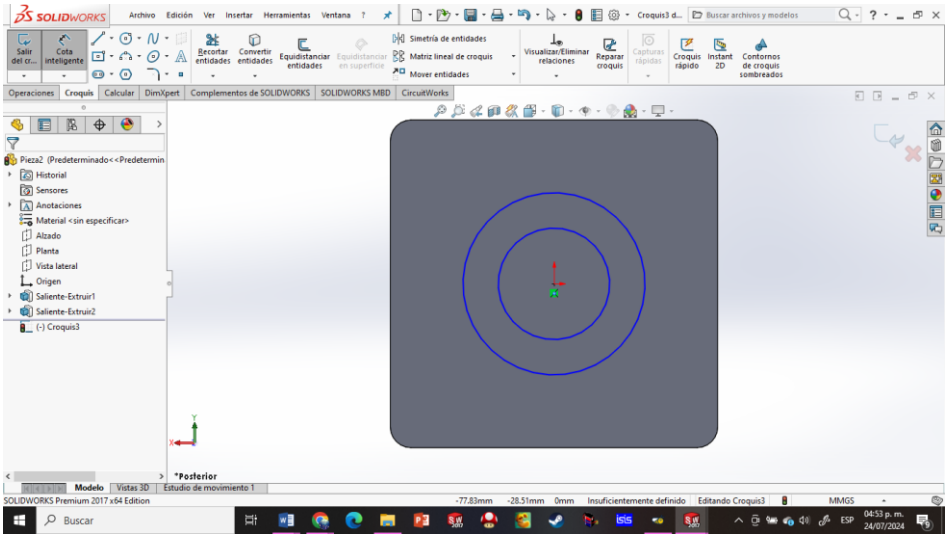

Ilustración 149Creación de círculos interiores

Una vez que ambos círculos ya fueron acotados se procede a la extrusión de los dibujos.

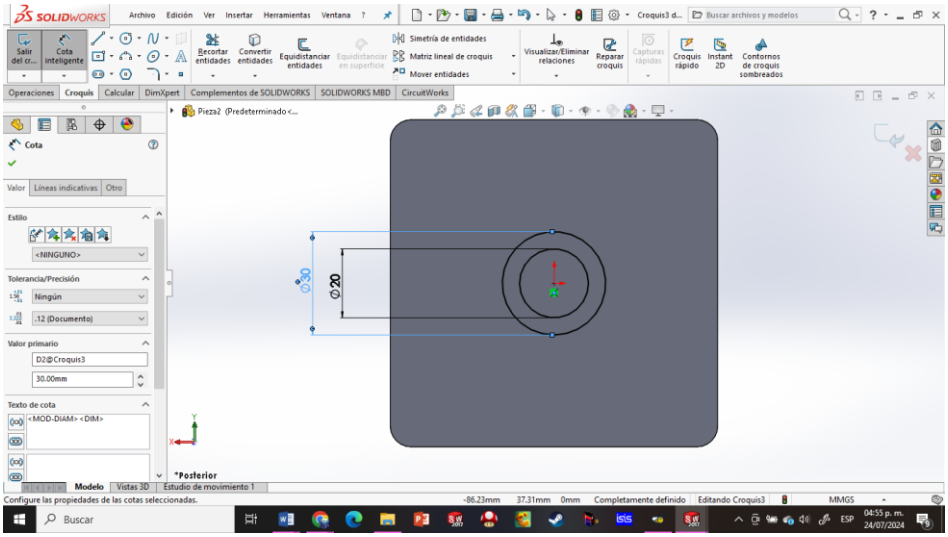

Ilustración 150Acotamiento de círculos interiores

Ya que se realizó la extrusión se selecciona la línea inferior de la parte recientemente creada para darle un último acabado para finalizar la pieza.

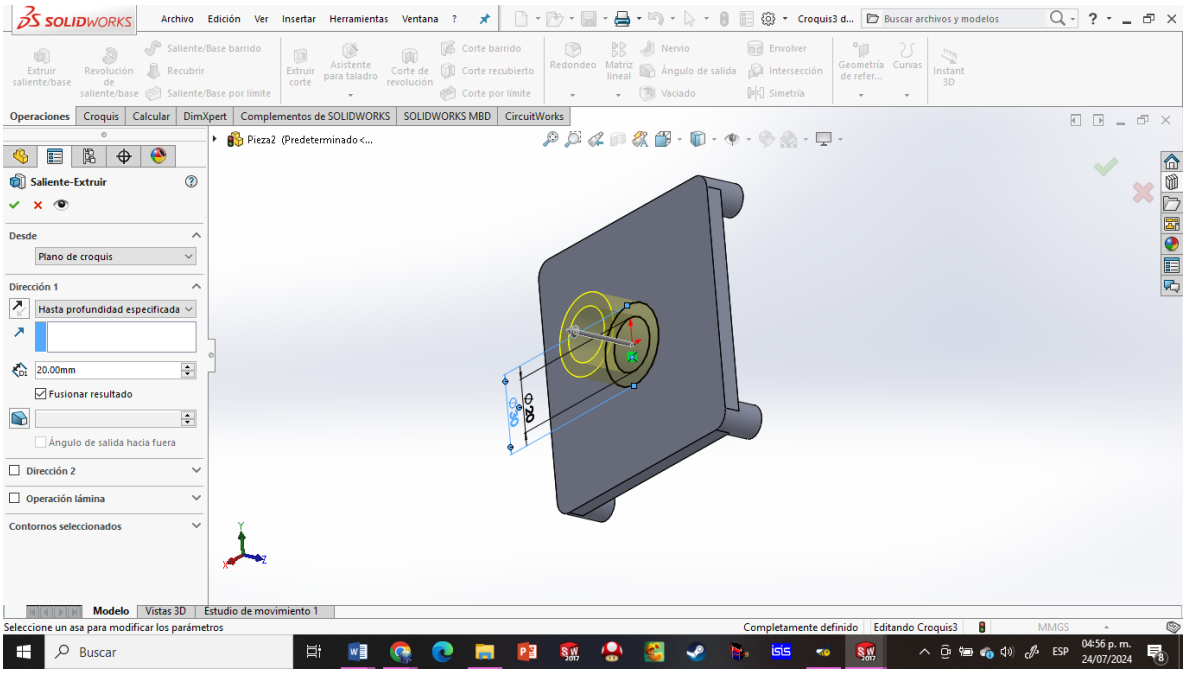

Ilustración 151Extrusión de los círculos interiores

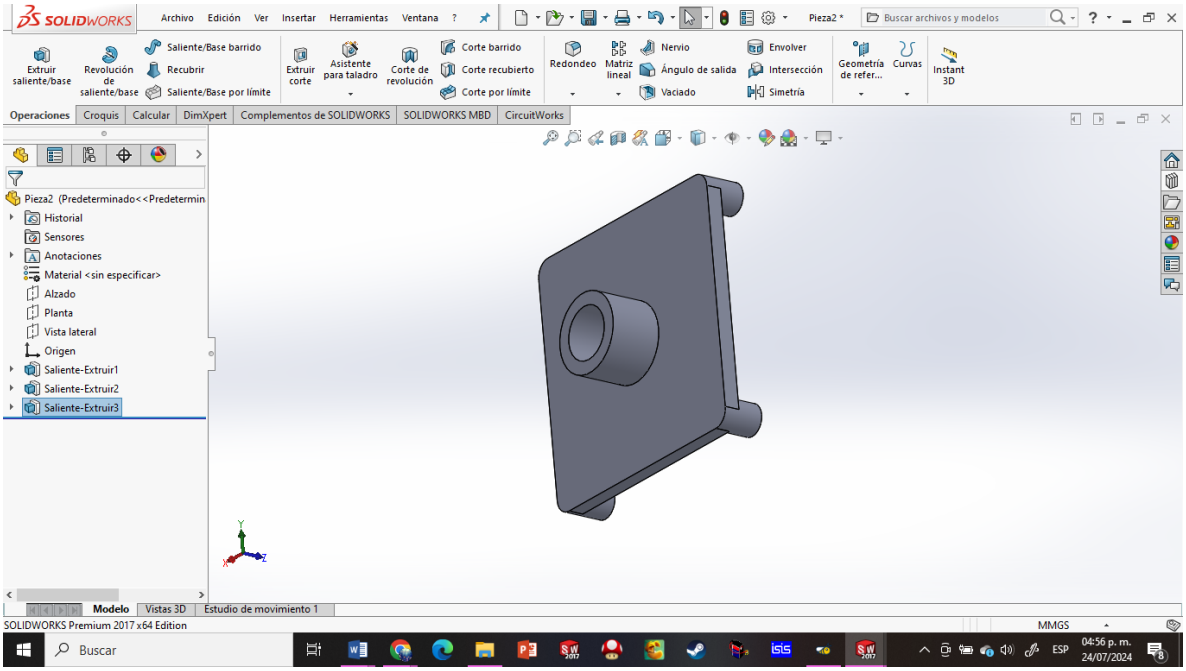

Ilustración 152Visualización de la pieza

Haciendo uso de la herramienta de “redondeo” realiza la operación para finalizar la pieza.

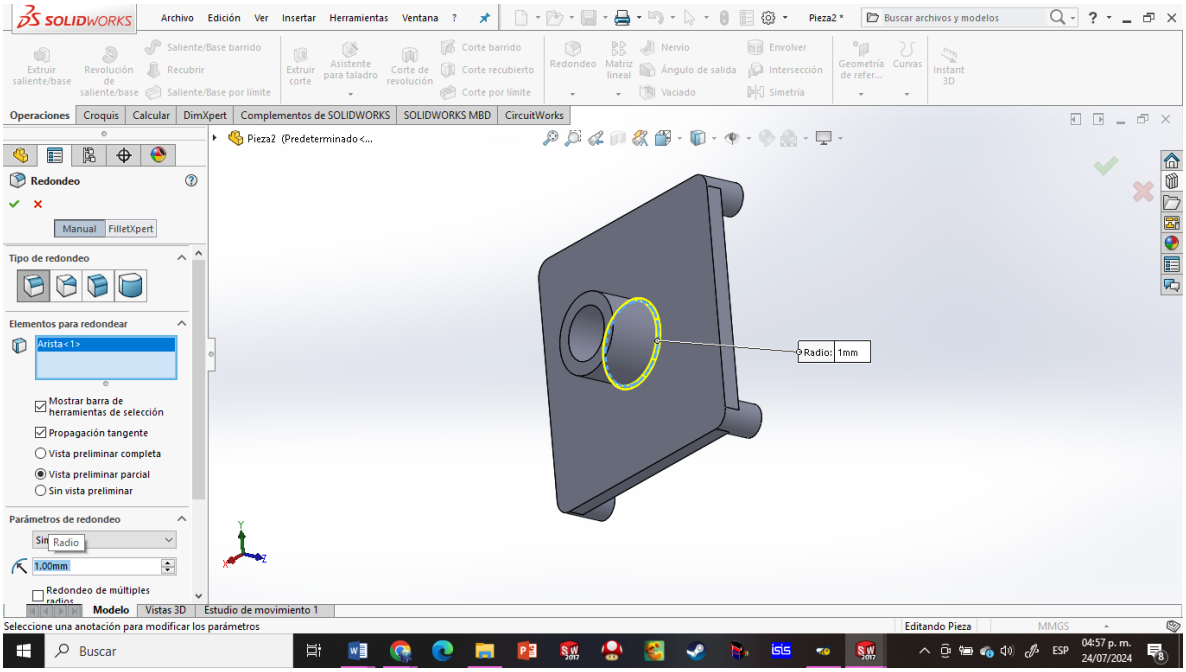

Ilustración 153 Creación de redondeos para acabado

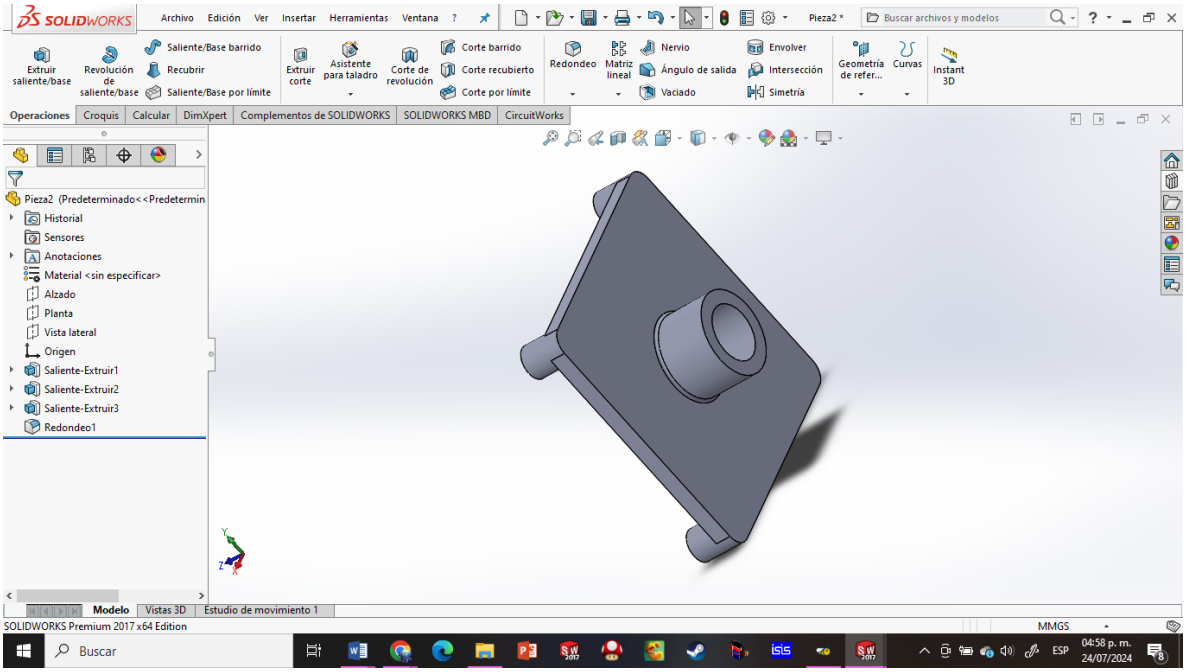

Ilustración 154 Visualización de la pieza terminada

Planos del soporte para el molde

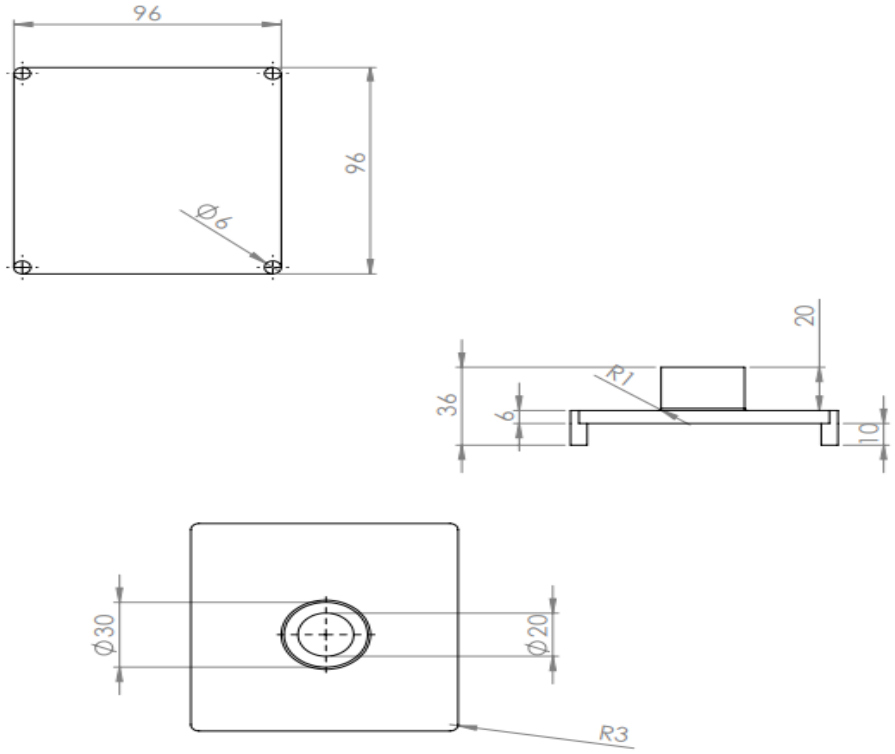

Ilustración 155 Planos de todas las vistas

Molde en Mastercam Mill X5

Se procede a crear la mitad de la figura en el software Mastercam Mill X5 dándole a cada línea del diseño principal. En este software las cotas no se utilizan por que las medidas de las líneas se dan en el instante que se crean.

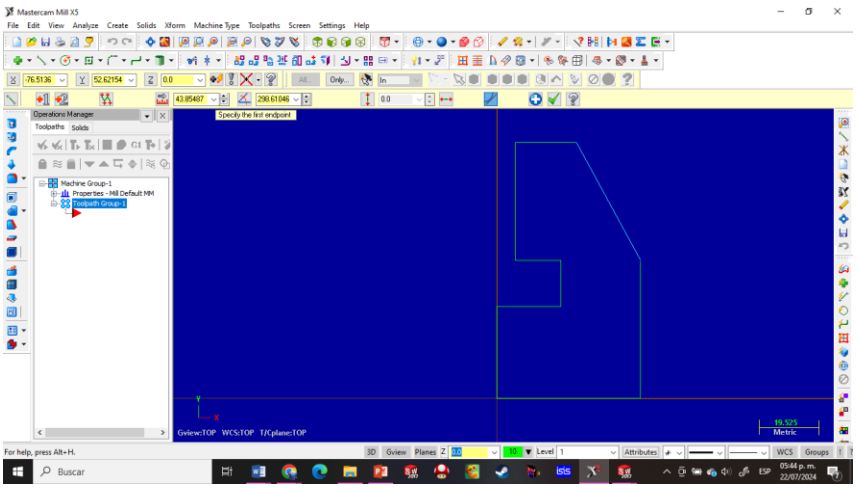

Ilustración 156Creación y acotamiento de la figura

Se aplica una curvatura en cada esquina de la figura ya que en un entorno real (y virtual) no es factible crear esquinas completamente rectas debido a las limitaciones de los cortadores ya que no pueden realizar cortes rectos.

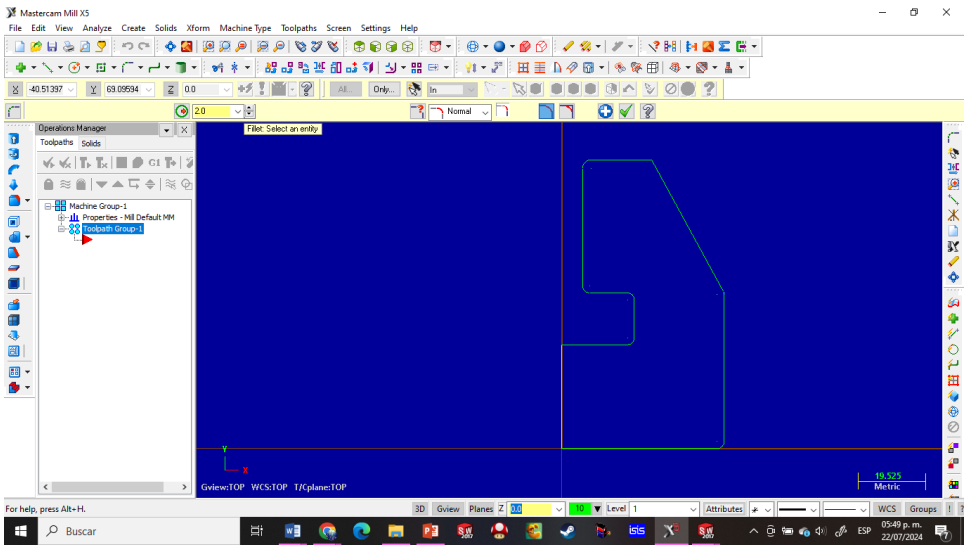

Ilustración 157Aplicación de las curvatura en las esquinas

Se deben seleccionar las líneas a las cuales se les quiere realizar el espejo y se aplica una simetría de espejo, a excepción de la línea vertical que pasa por el origen debido a que funciona como base de referencia para el proceso de simetría.

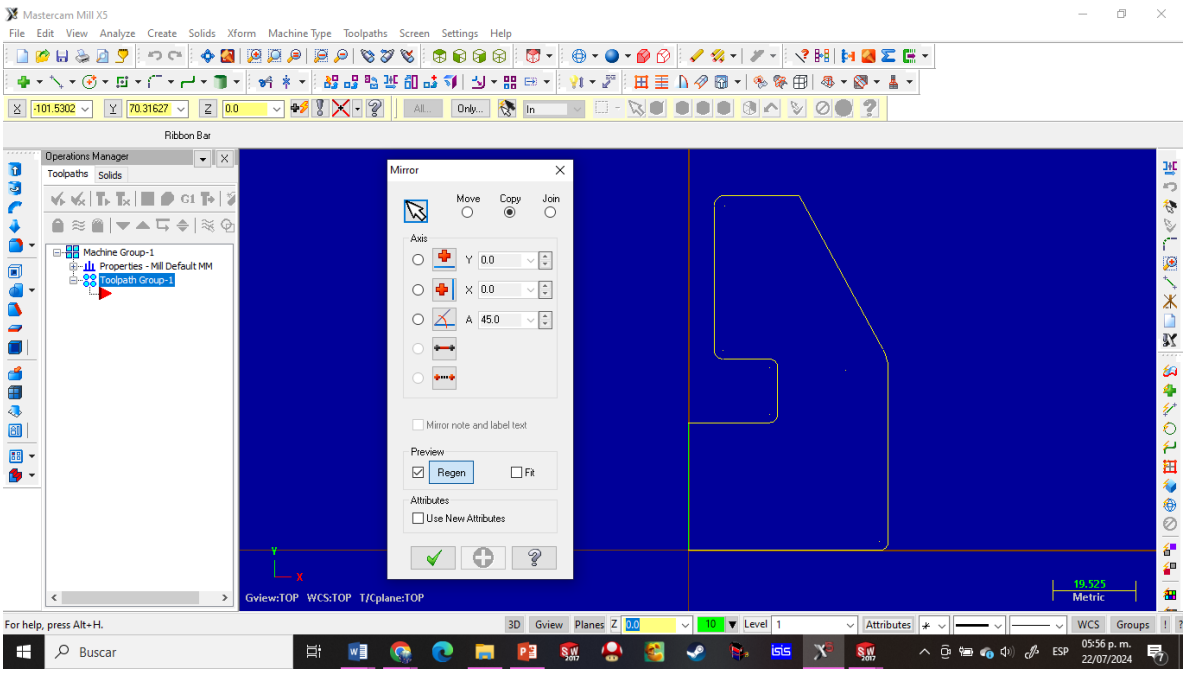

Ilustración 158 Selección de líneas para espejo

Para aplicar la simetría se utiliza la línea vertical que no fue seleccionada en para el modo espejo y se usa como referencia para que desde ahí se haga la simetría.

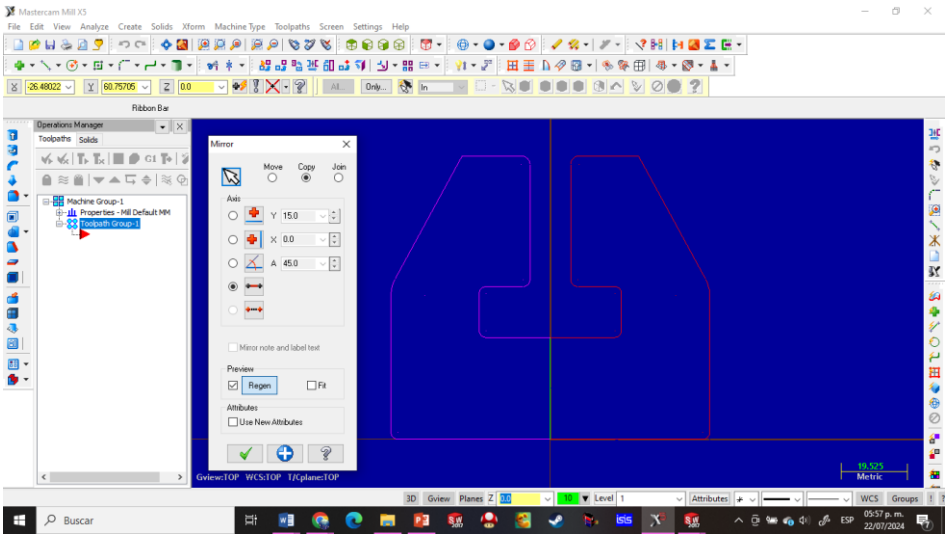

Ilustración 159 Aplicación del espejo en las líneas seleccionadas

Ya que aparece la simetría, se elimina la línea que se usó como base de la simetría puesto que en caso de dejarla causaría errores al intentar hacer el molde.

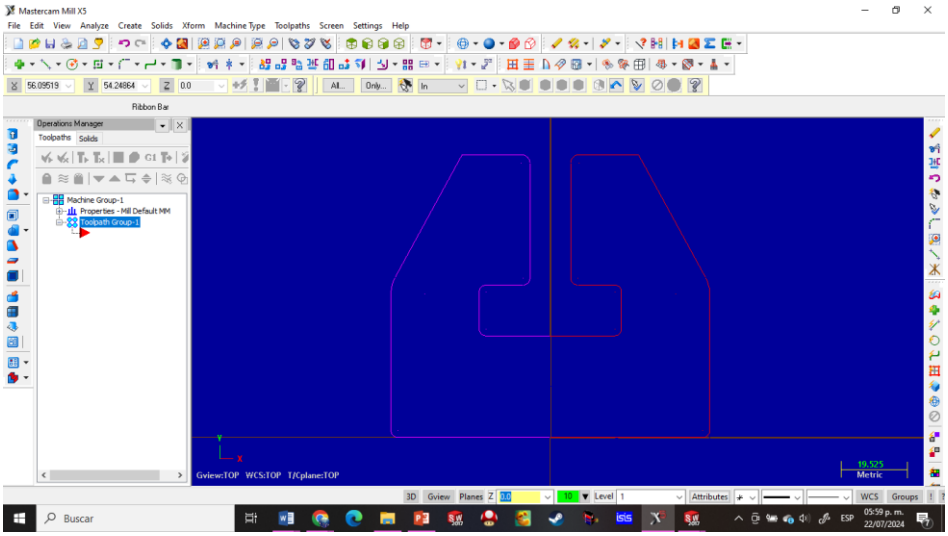

Ilustración 160Eliminación del centro del plano

Se selecciona la opción “Machine Type” y se elige “Mill” en el menú desplegable después se selecciona la configuración 'Default' para establecer los parámetros predeterminados que a continuación serán programados.

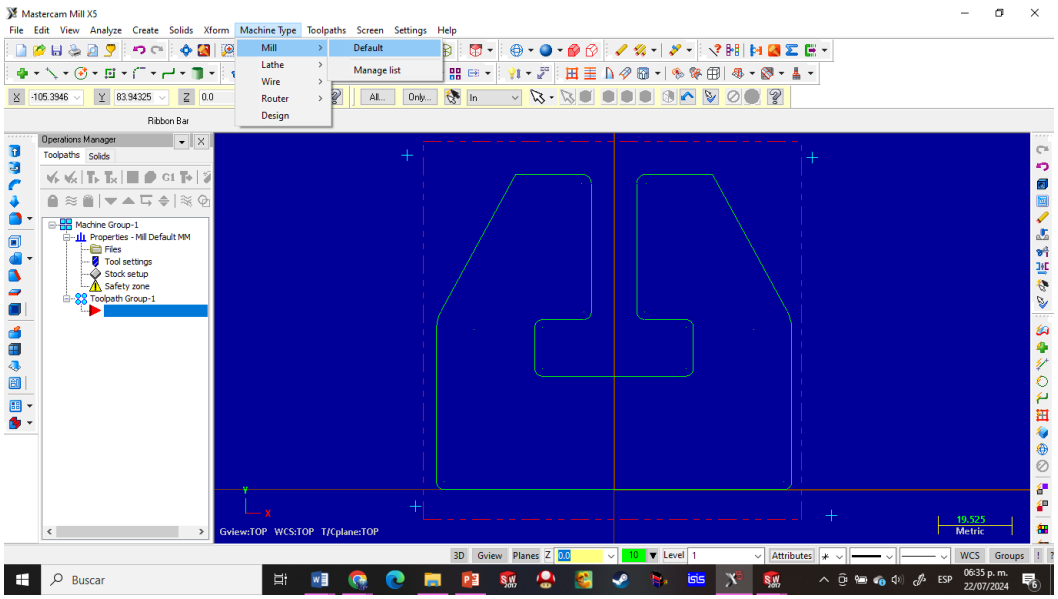

Ilustración 161Vista de las herramientas para ocupar

En la opción de “Stock Setup” se introducen los parámetros para definir las dimensiones de la caja de la pieza (bordes y grosor de esta).

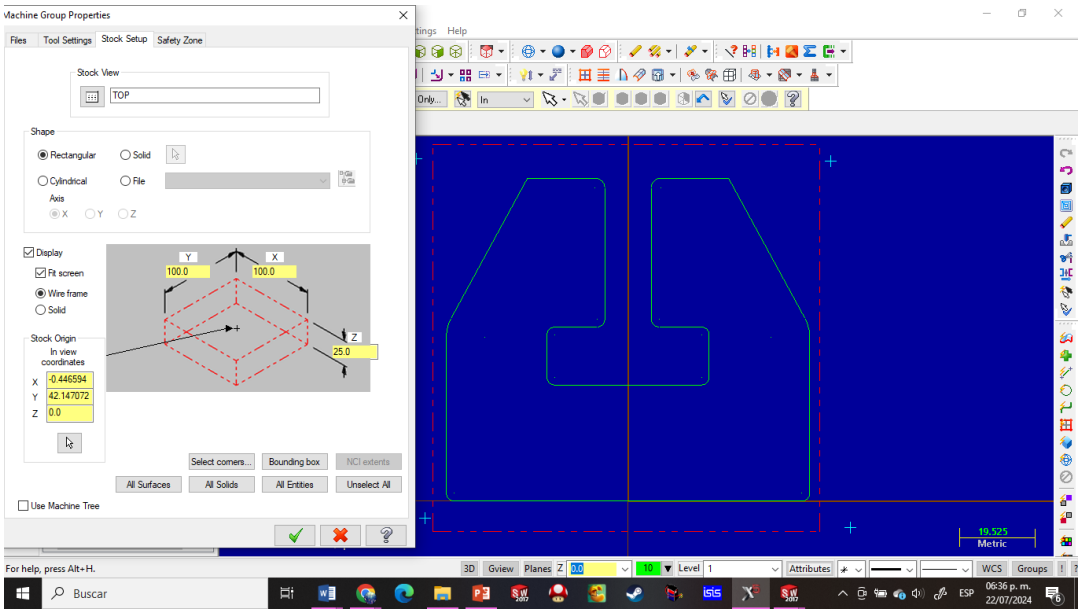

Ilustración 162Configuración de la caja

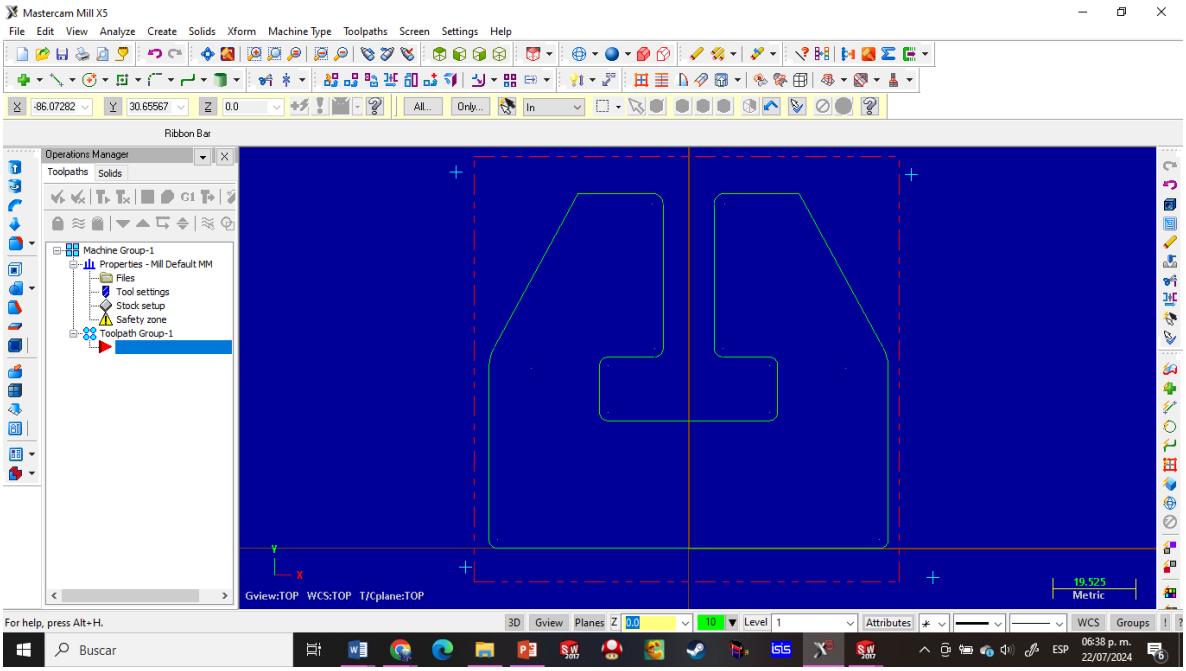

Ilustración 163Medición de la caja

"Se selecciona la opción “Toolpaths” en la barra de trabajo y se selecciona 'Pocket' para definir el tipo de trayectoria de herramienta necesario para el mecanizado.

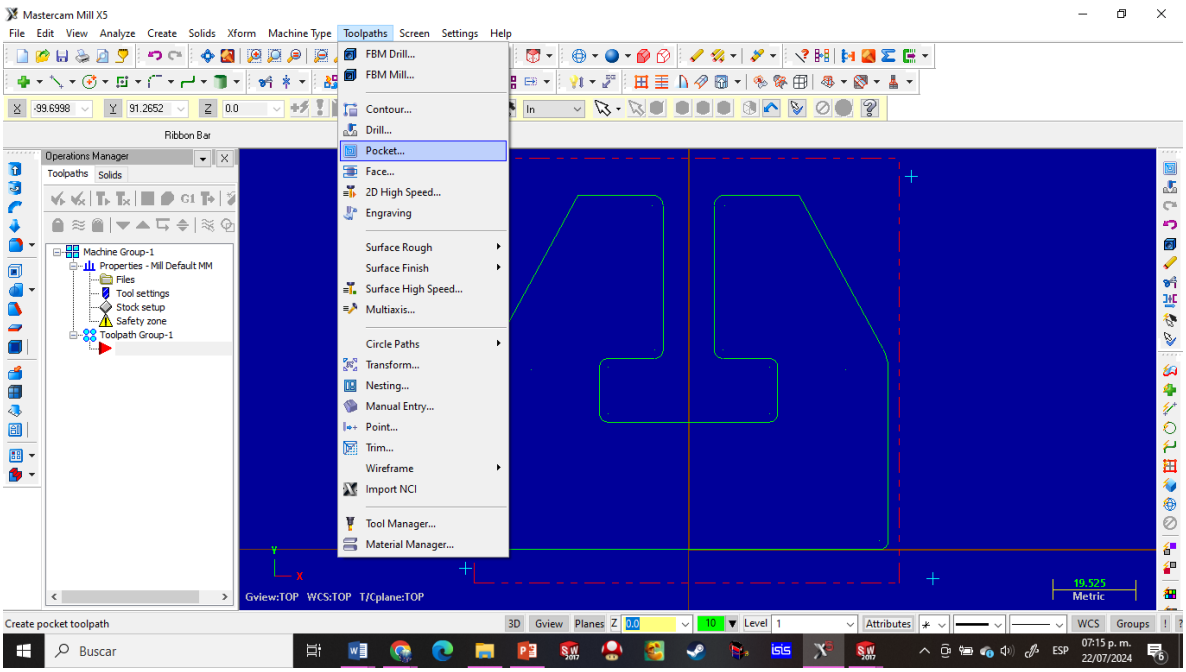

Ilustración 164Selección de la operación a realizar

Se procede a configurar el tipo de cortador.

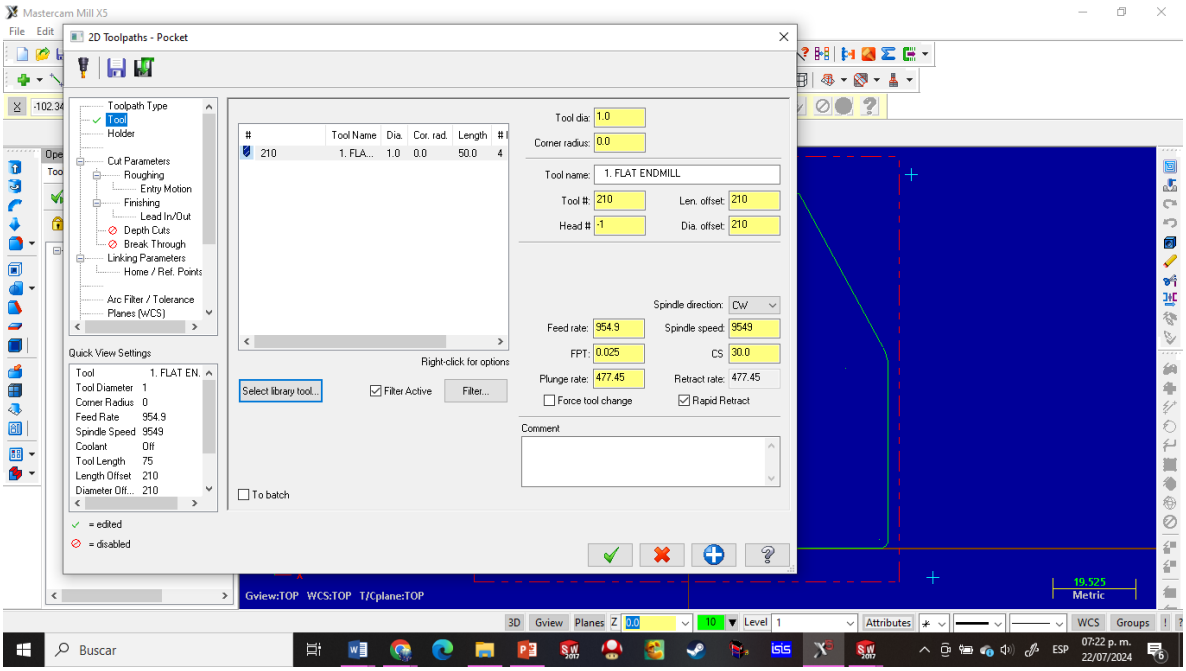

Ilustración 165 Configuración del cortador

Se procede a configurar la profundidad de corte.

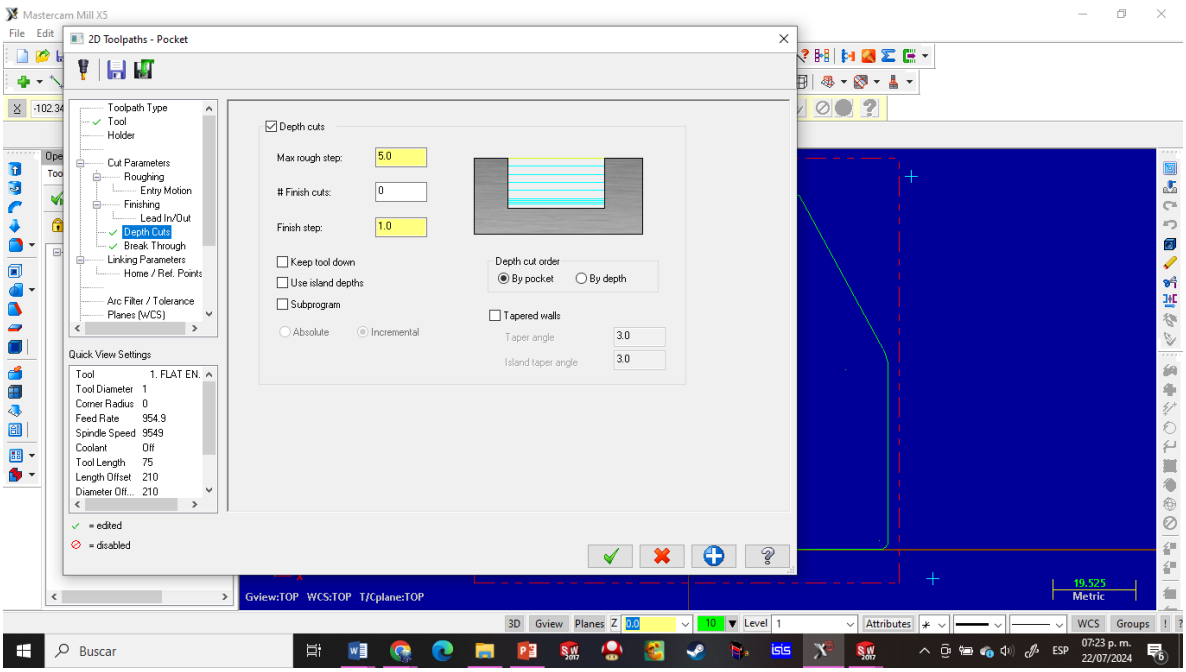

Ilustración 166 Configuración de la profundidad

Se configura el parámetro de traspaso para definir la profundidad a la que el cortador penetrará en el material durante el mecanizado

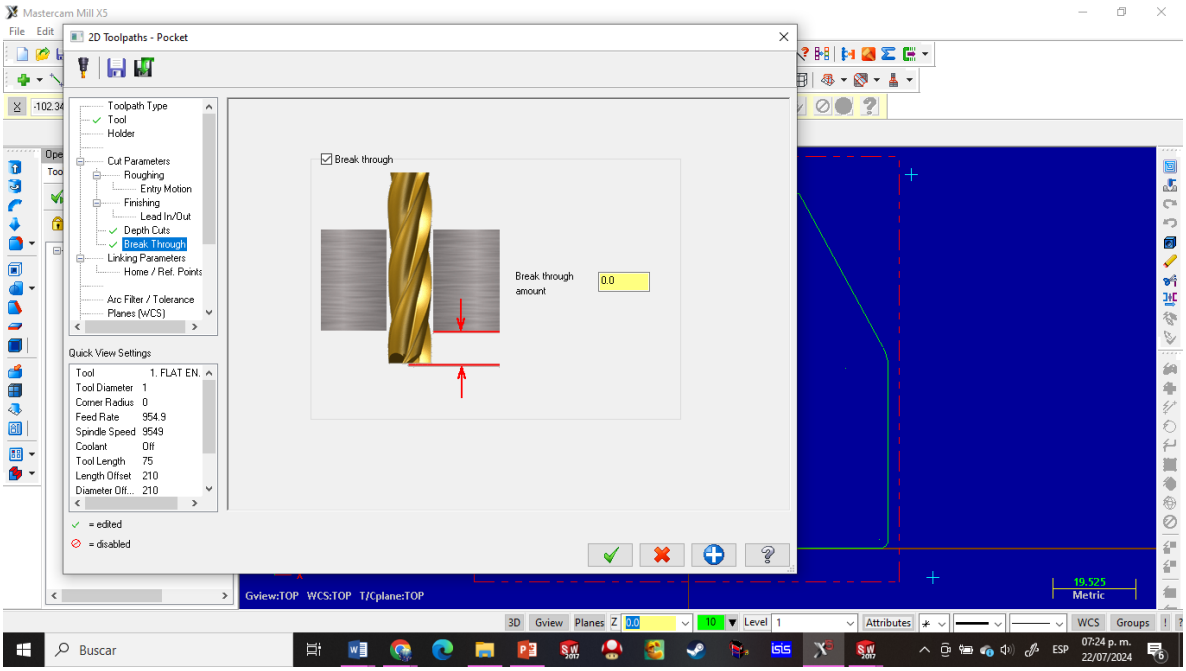

Ilustración 167 Configuración del parámetro de traspaso

Se configuran los parámetros finales del cortador ajustando las especificaciones para evitar fallos en la simulación.

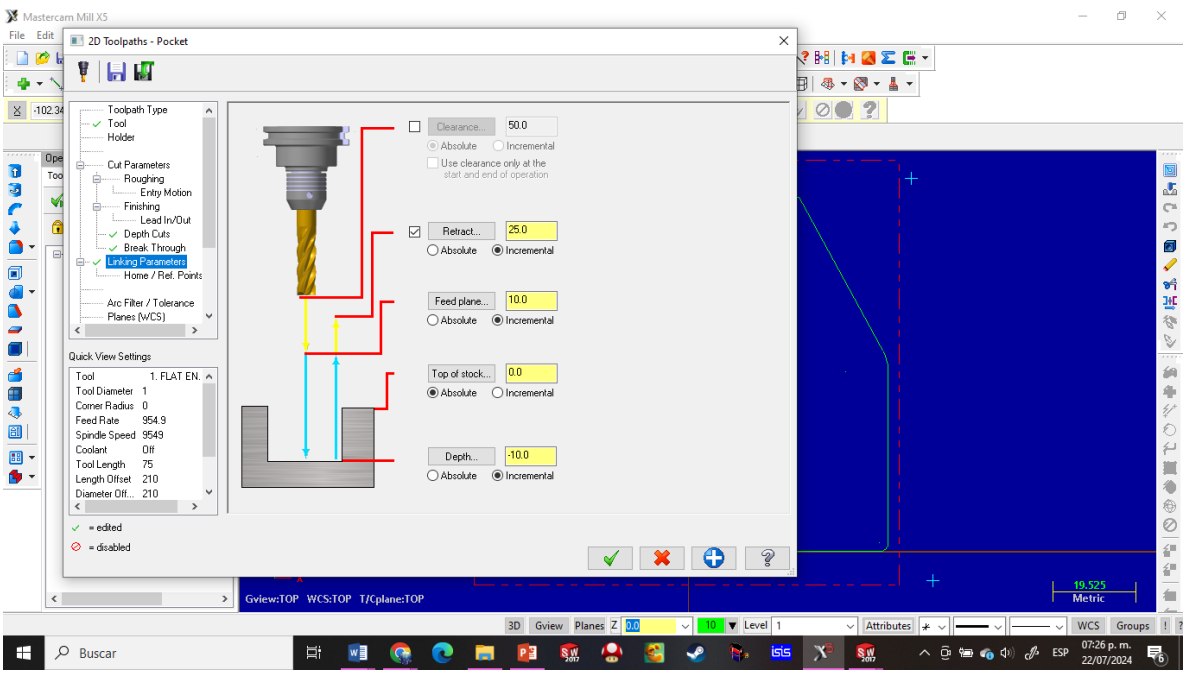

Ilustración 168Configuraciones finales del cortador

Una vez que todos los parámetros del cortador han sido configurados, se puede visualizar una simulación de cómo va a pasar el cortador, esta misma puede ayudar a ver como se harán los cortes en la pieza.

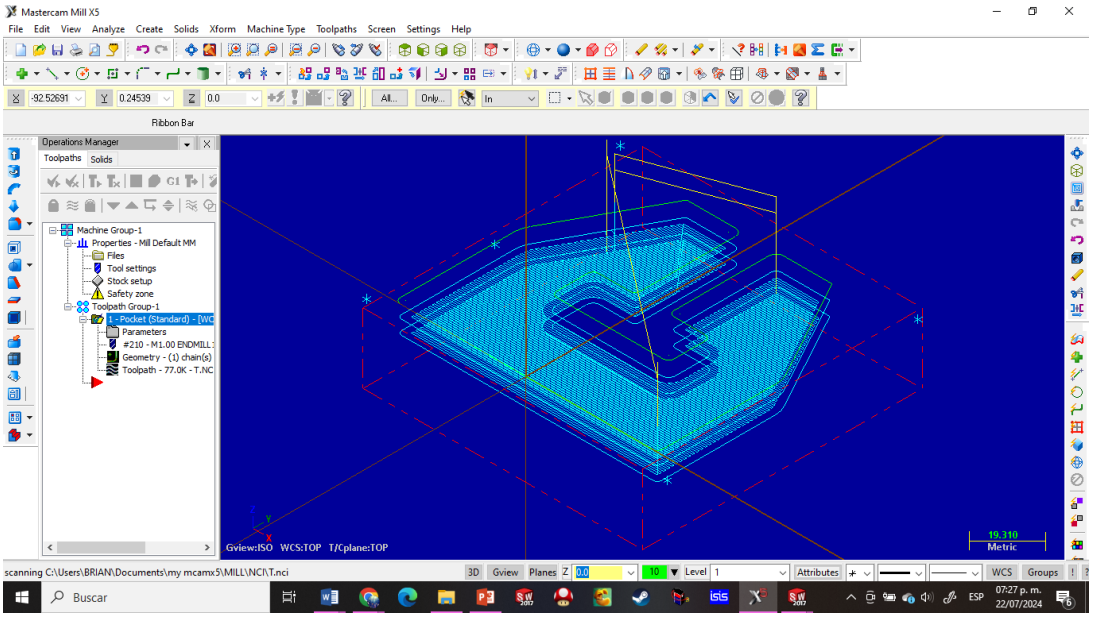

Ilustración 169Simulación del corte de la pieza

Se utiliza la simulación para poder ver cómo va a pasar y dar forma a la pieza así como el movimiento del cortador en la misma.

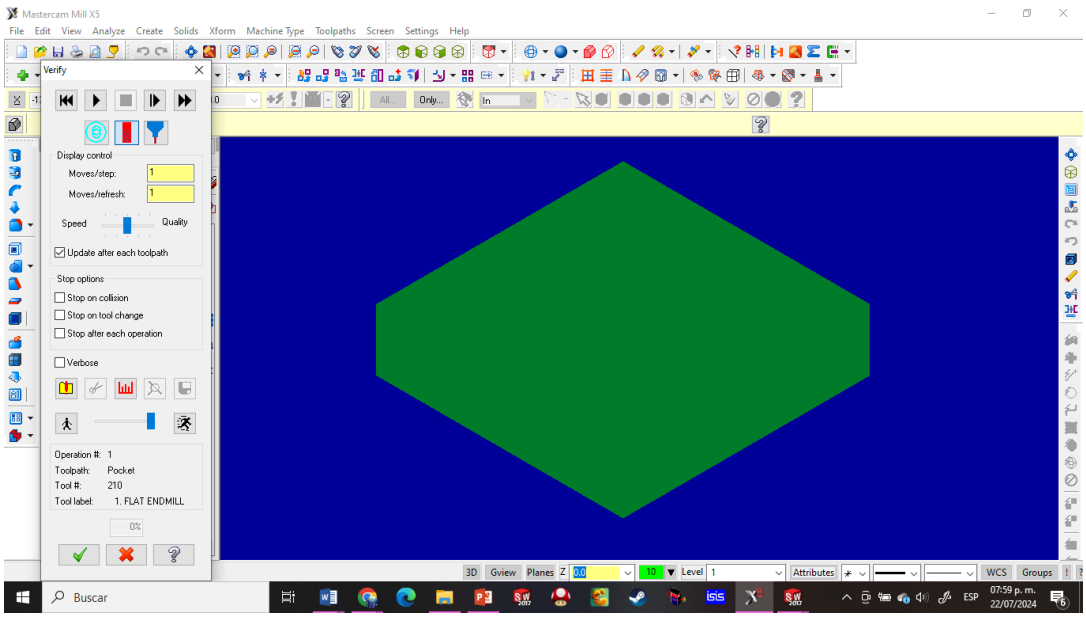

Ilustración 170 Vista antes del corte

Se observa la simulación.

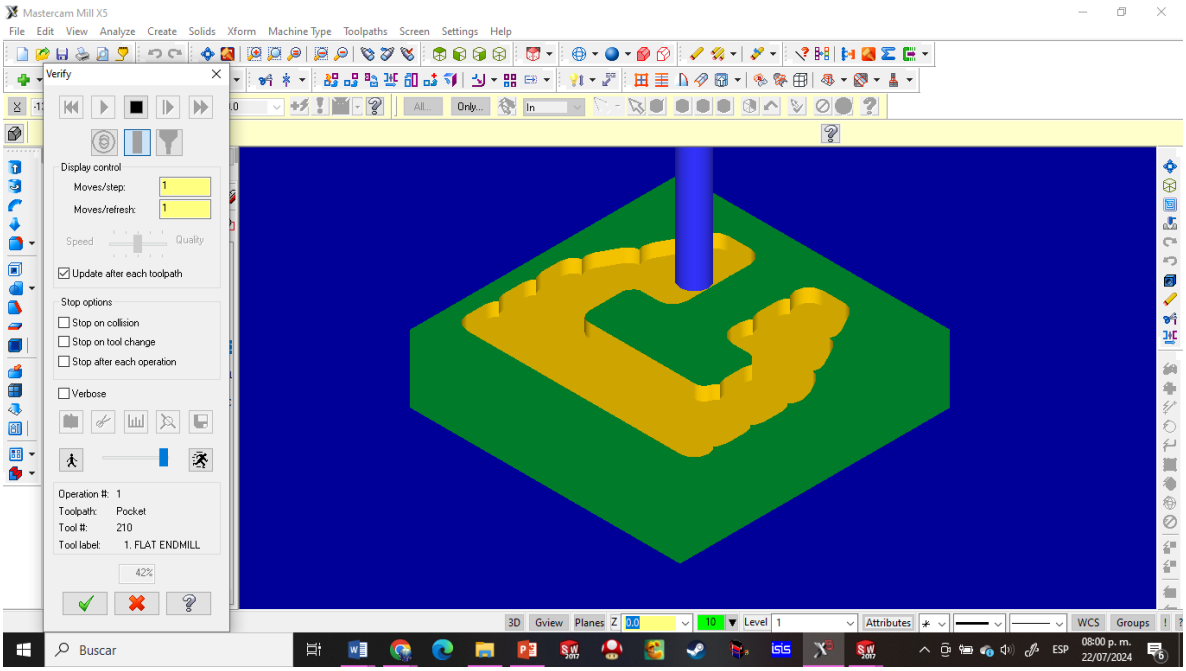

Ilustración 171 Vista de como se hace el corte

Una vez que la simulación está realizada y se confirma que no hay fallos en la misma ya se puede dar por terminada la pieza.

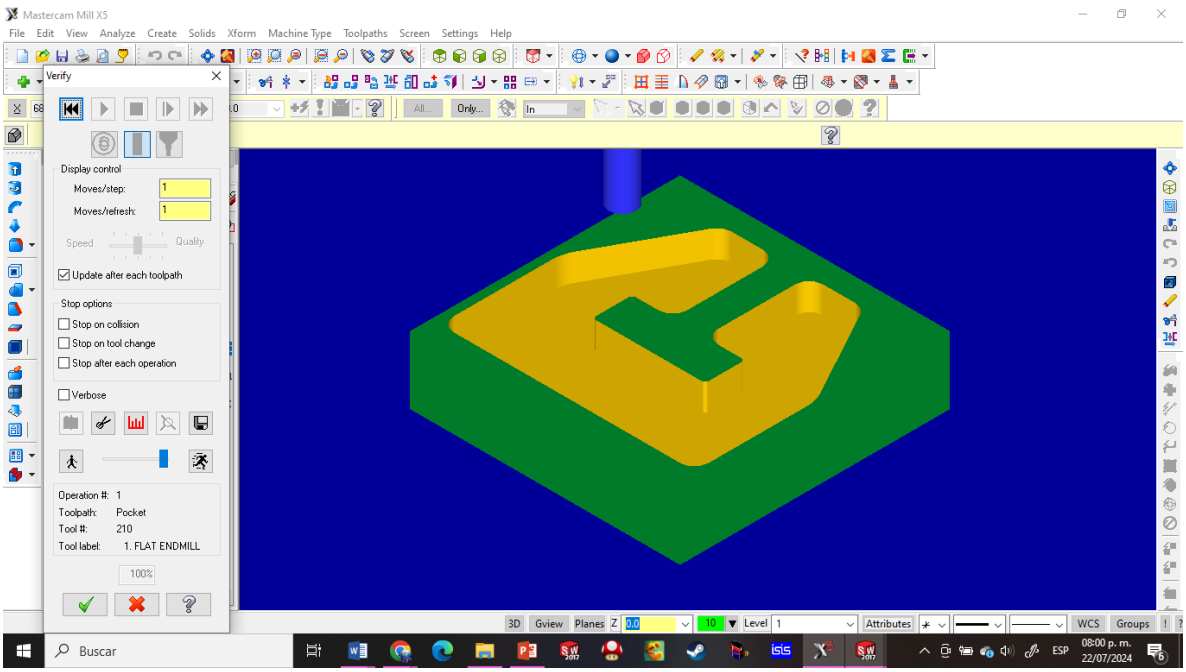

Ilustración 172 Vista de pieza cortada

Molde (Macho)

Se realiza exactamente lo mismo que se hizo con el molde hembra, con la diferencia de que ahora se usara la herramienta de contorno mas no la de Pocket.

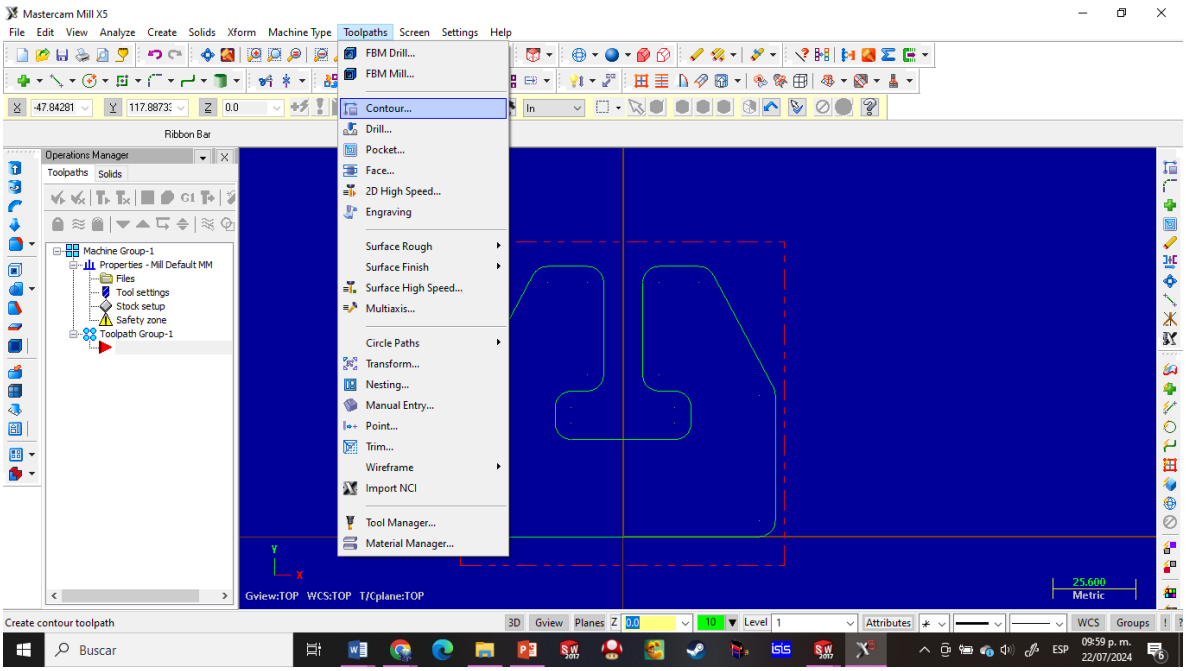

Ilustración 173 Selección de la operación de contorno

Se procede a configurar el tipo de cortador.

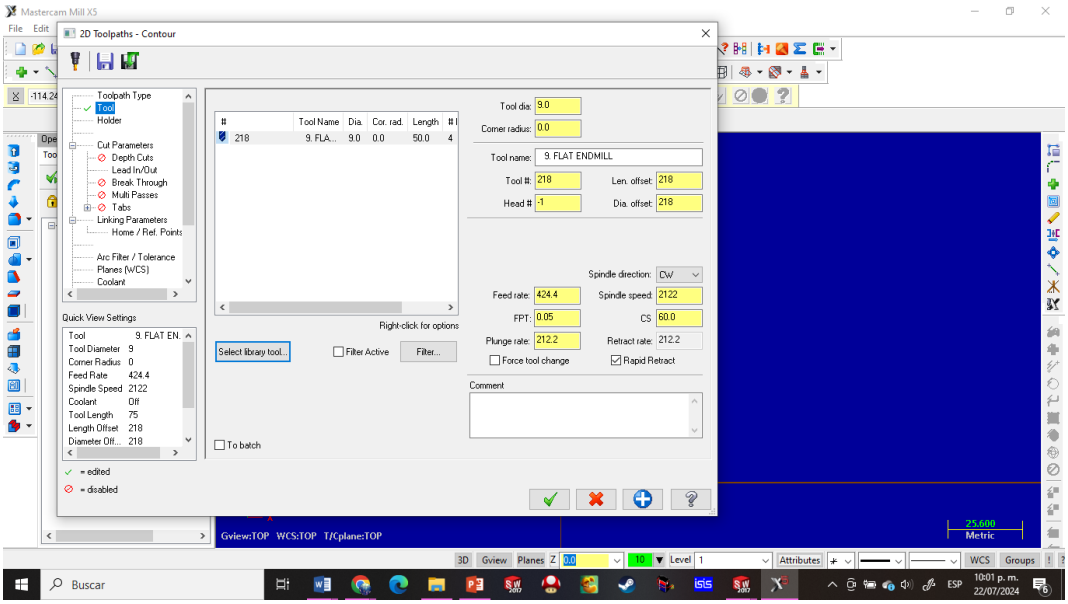

Ilustración 174Configuración del tipo de cortador

Se configura la profundidad de corte y cuantos cortes finales dará antes de que se regrese al punto de origen.

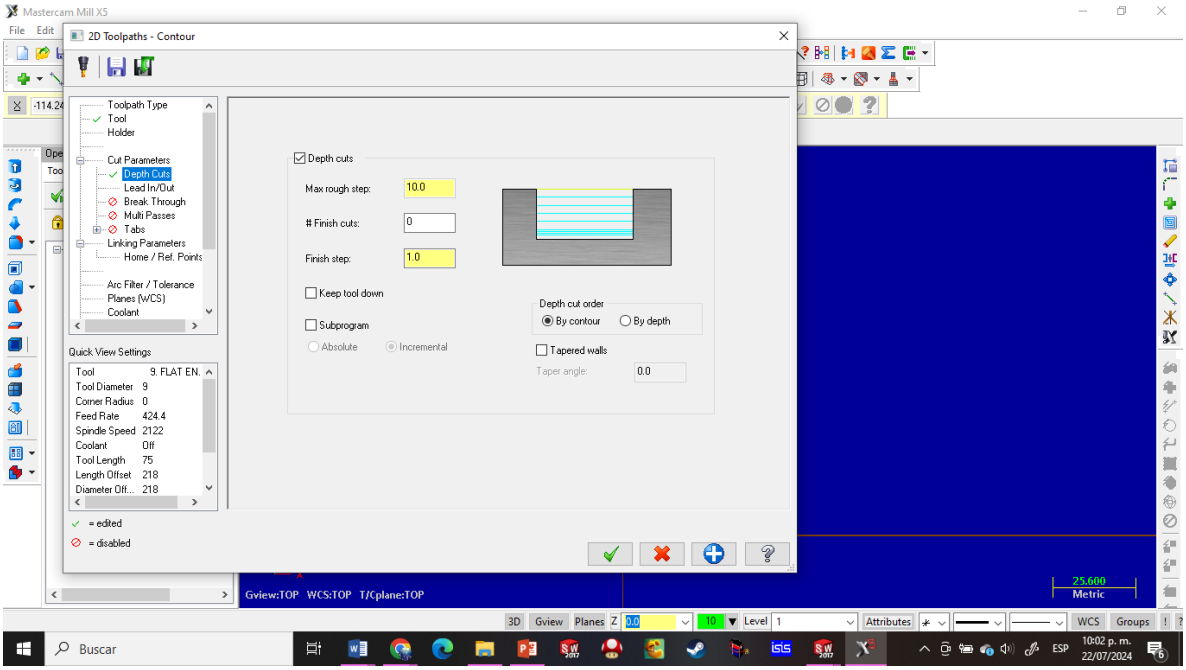

Ilustración 175 Configuración de la profundidad del corte

Se configura el parámetro de traspaso para definir la profundidad a la que el cortador penetrará en el material durante el mecanizado.

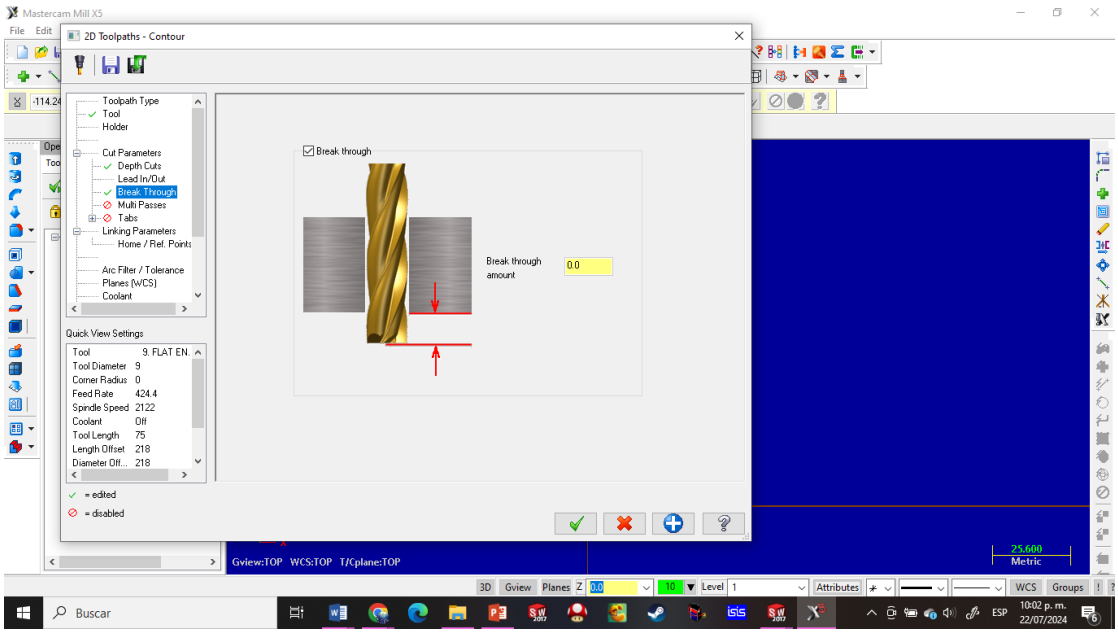

Ilustración 176 Configuración del parámetro de traspaso

Se configuran las pasadas que dará el cortador para darle el contorno requerido de la pieza ya que el corte es externo.

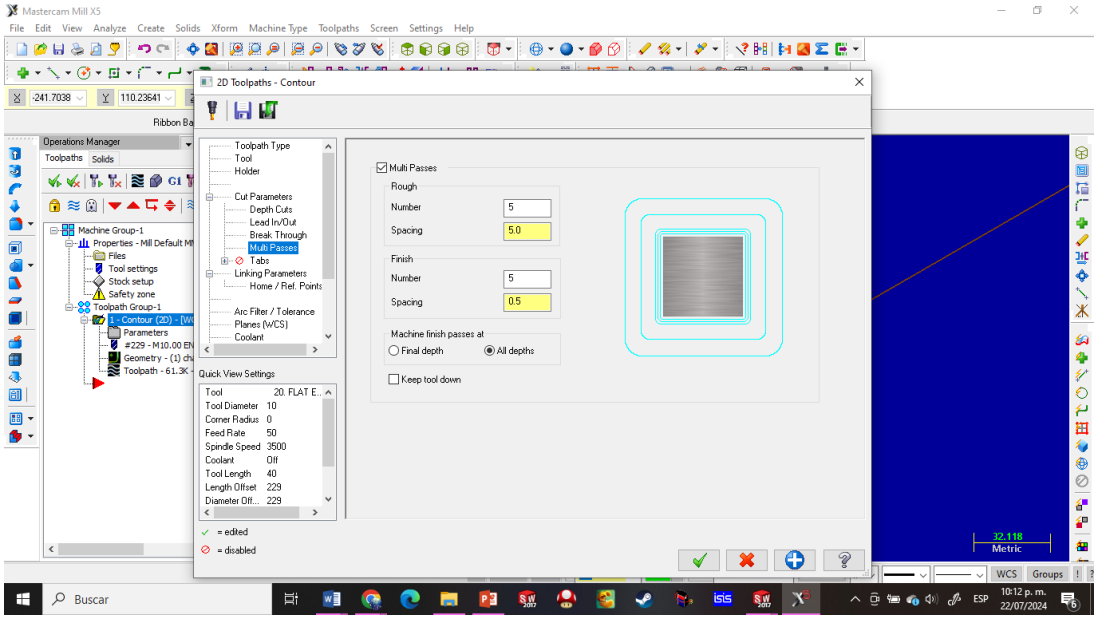

Ilustración 177 Configuración de las pasadas del corte

Se configuran los parámetros finales del cortador ajustando las especificaciones para evitar fallos en la simulación.

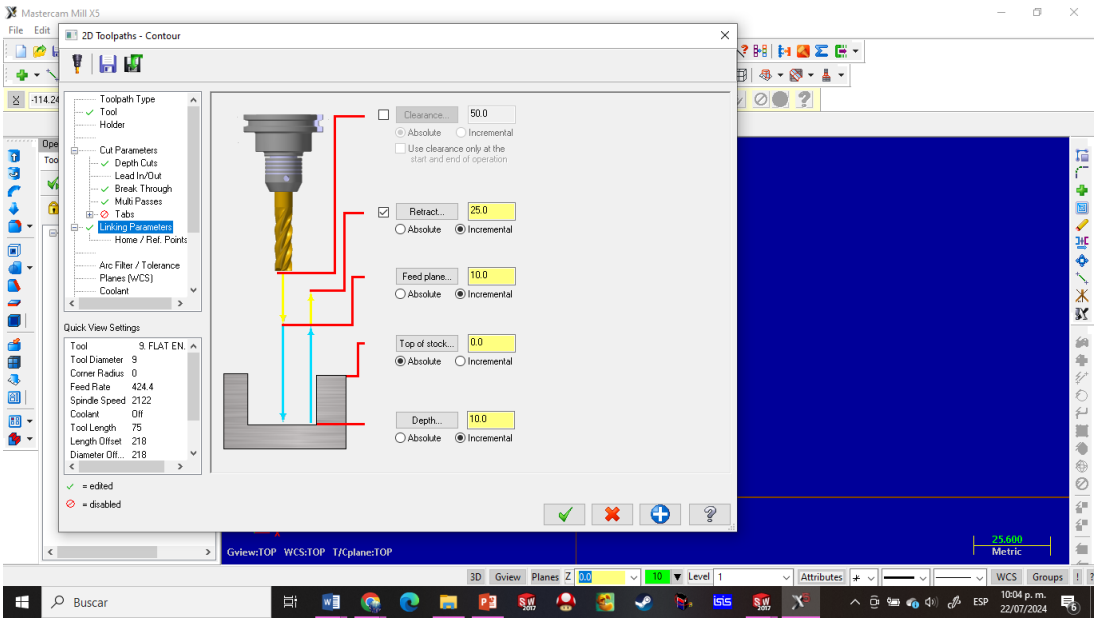

Ilustración 178 Configuración de los parámetros del cortador

Se realiza la simulación del corte.

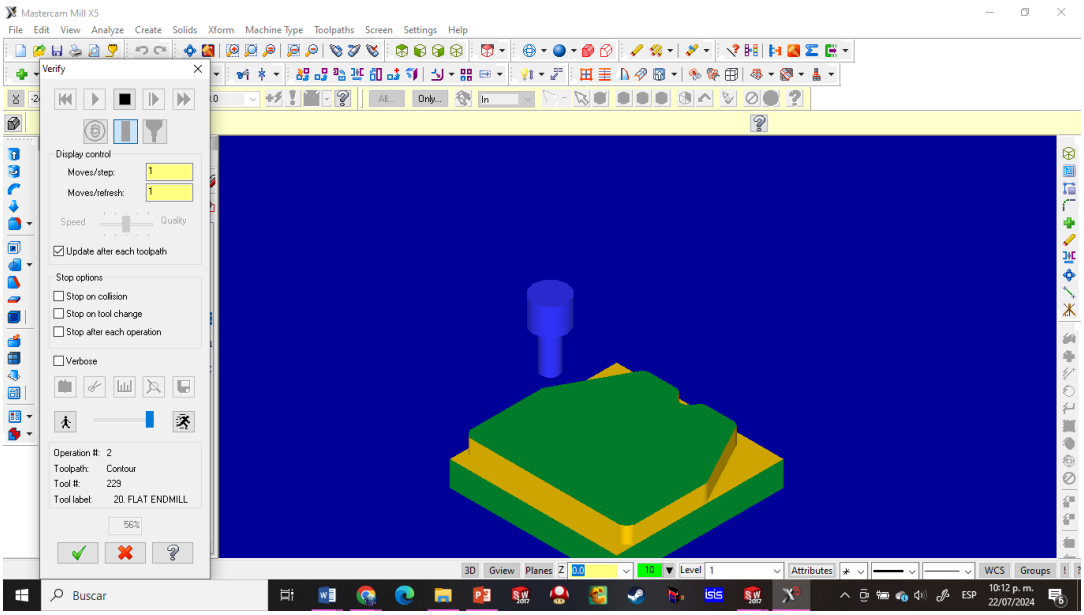

Ilustración 179 Simulación del corte

Al igual que la parte anterior se observa que no tiene fallos la simulación y si se confirma que no hay fallos en la misma ya se puede dar por terminada la pieza.

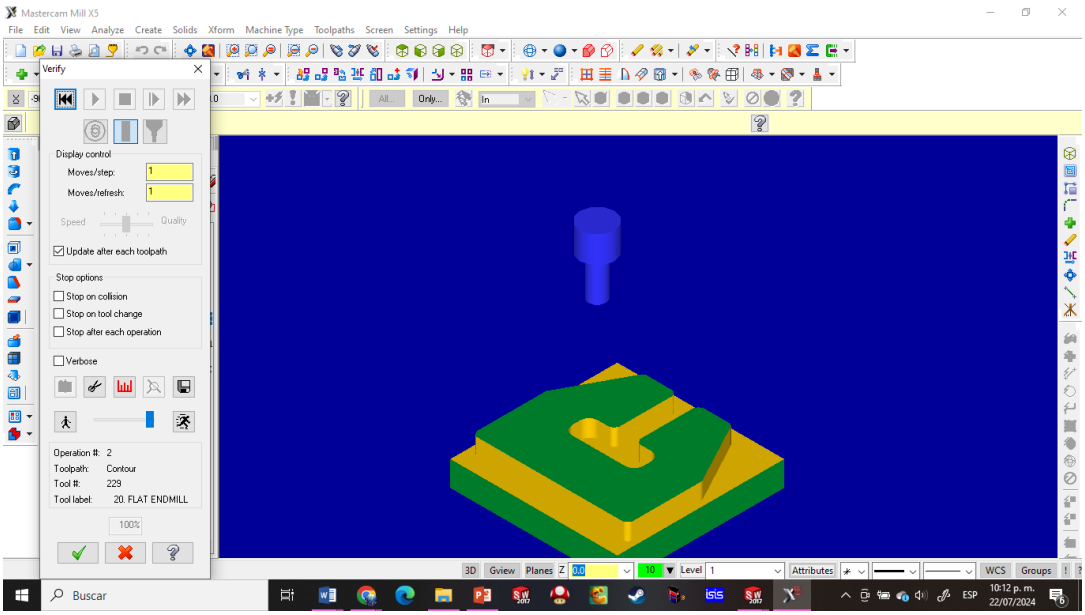

Ilustración 180 Simulación final del corte

Desarrollo de la parte eléctrica

Se realiza una simulación en el programa Proteus v5 para observar el funcionamiento del circuito que se está llevando, con el fin de comprobar si serán correctas las conexiones a lo cual, según el programa, confirma una buena ejecución.

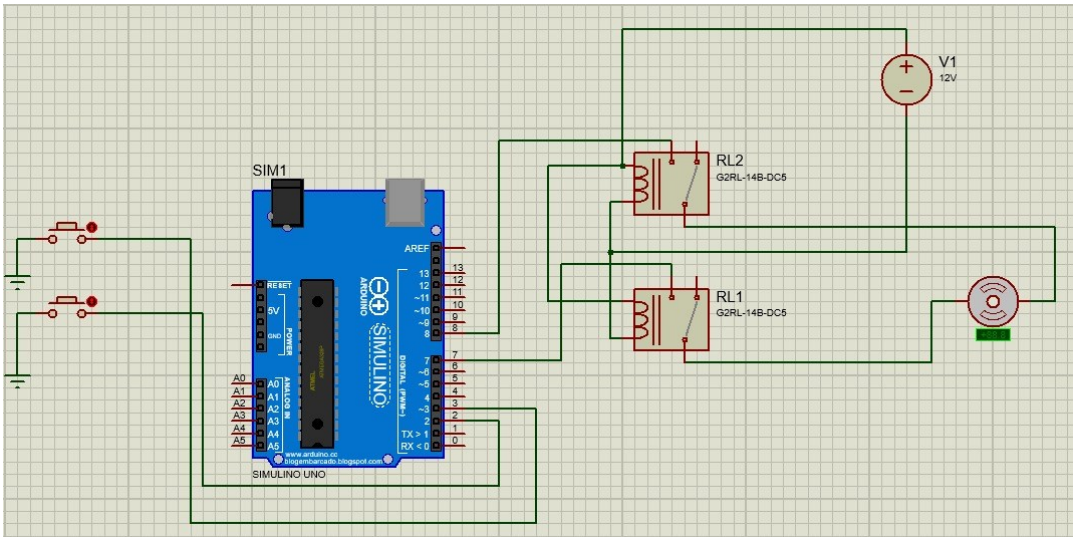

Ilustración 181 Simulación del circuito

Prototipo armado en protoboard circuito de relevadores

Siguiendo el diagrama hecho en el programa de Proteus, se fue armando este circuito con protoboard y cables tipo jumper.

Algunos de los materiales para armar este circuito fueron los siguientes

- Arduino nano ya que este es un microcontrolador pequeño con el fin de optimizar espacio dentro de la protoboard.
- Resistencias de 220 Ohm.
- Push Buttons.
- Cables tipo jumper.
- 2 relevadores de 1 polo, 2 tiros a 5v.
- 2 protoboards.
- Fuente de voltaje a 12 v 2 A.
- Fuentes de voltaje a 5v o USB para arduino.

- Actuador lineal.

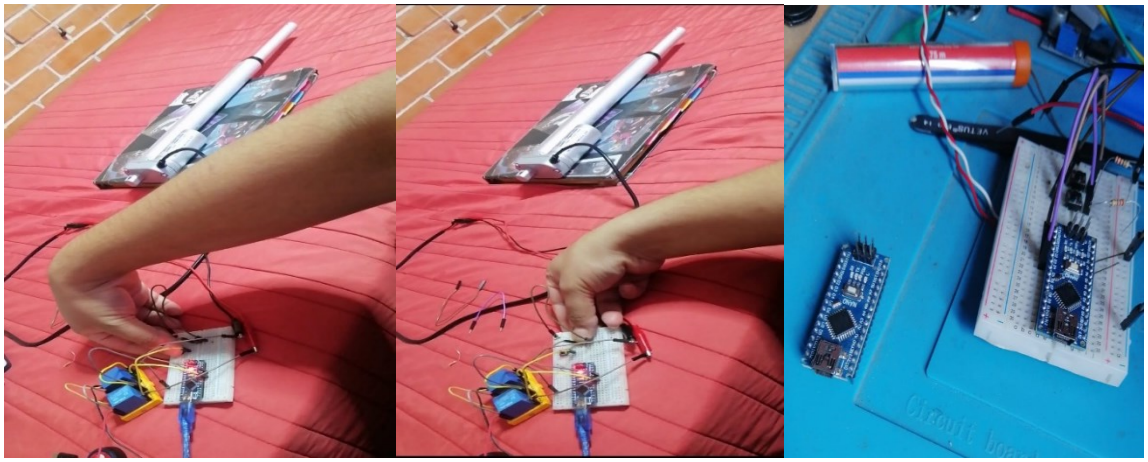

Ilustración 182 Prototipo de circuito en protoboard

Fabricación de la botonera

Se hizo la medición del ancho de los botones y con la ayuda de un compás para obtener la marca con el fin de cortar y colocar los botones, marcando el centro, se hizo un barrenado y con ayuda de una segueta y se realizó un corte circular, dando como resultado el corte de los tres orificios, ya para finalizar se utilizaron lijas y limas para obtener un mejor acabado en la misma.



Ilustración 183 Marcado de los circulo, corte de los círculos y terminado

Posteriormente se colocaron los botones en su lugar correspondiente para tener el resultado que se muestra en las siguientes imágenes.

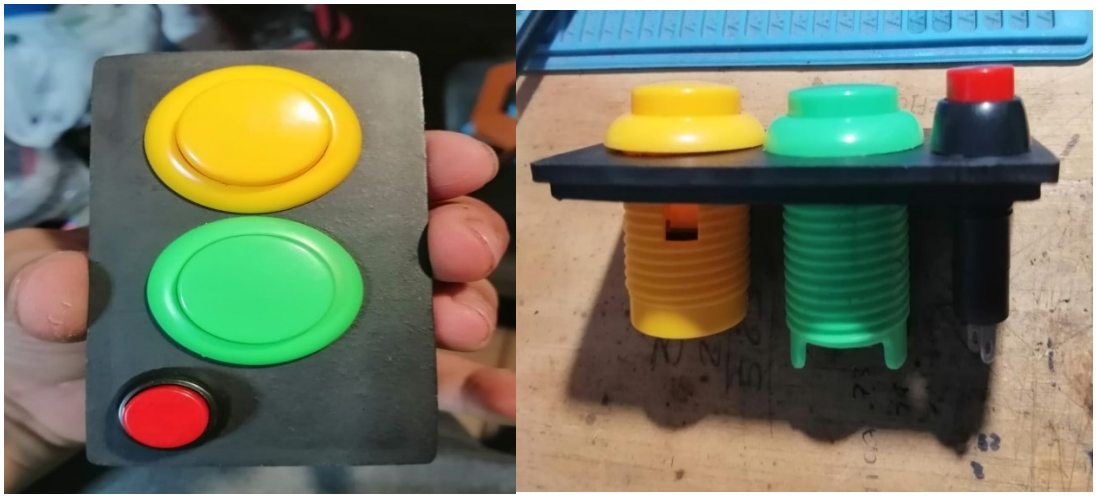

Ilustración 184 Colocación de botones y termino de colocación de botones

Fabricación de PCB (circuito de relevadores)

Haciendo uso de una placa fenólica se perfora colocando tiras de header hembra con el fin de hacer un socket para el Arduino y usando soldadura estaño/plomo 60/40, y con la ayuda de un cautín, se realizó la soldadura y se colocó en la posición adecuada para dar como paso final poniendo el Arduino como se muestra en las siguientes imágenes.

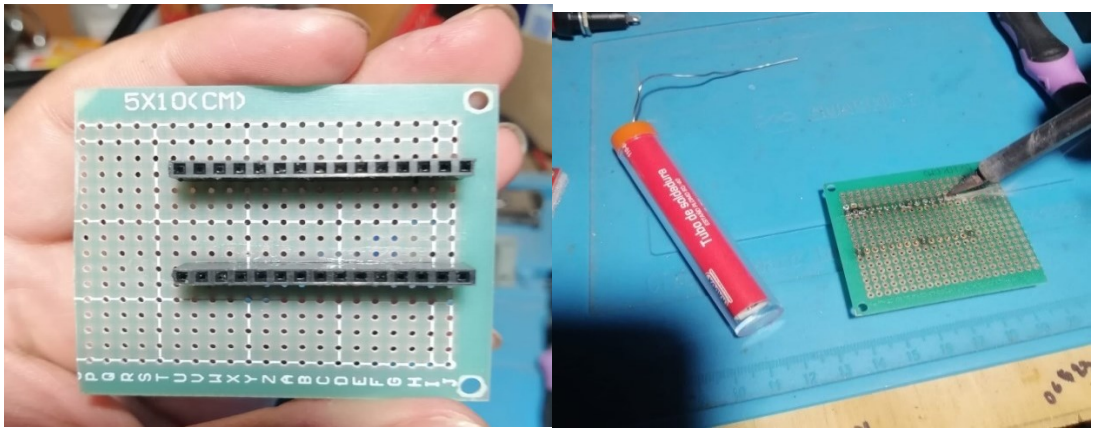

Ilustración 185 Aplicación de soldadura

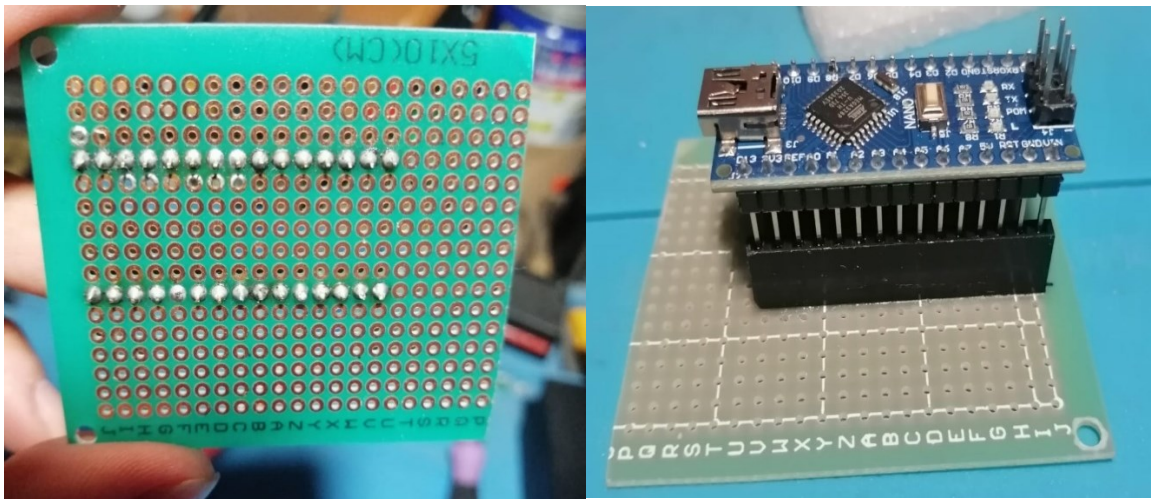

Ilustración 186 Colocación de aplicación de soldadura a arduino nano

Conexiones

Se inicia realizando la conexión de un cable a 5 v para la alimentación de los relevadores, con esto se hace la aplicación de soldadura a las respectivas resistencias y cables a las entradas digitales haciendo la configuración de botones en Pull Up.

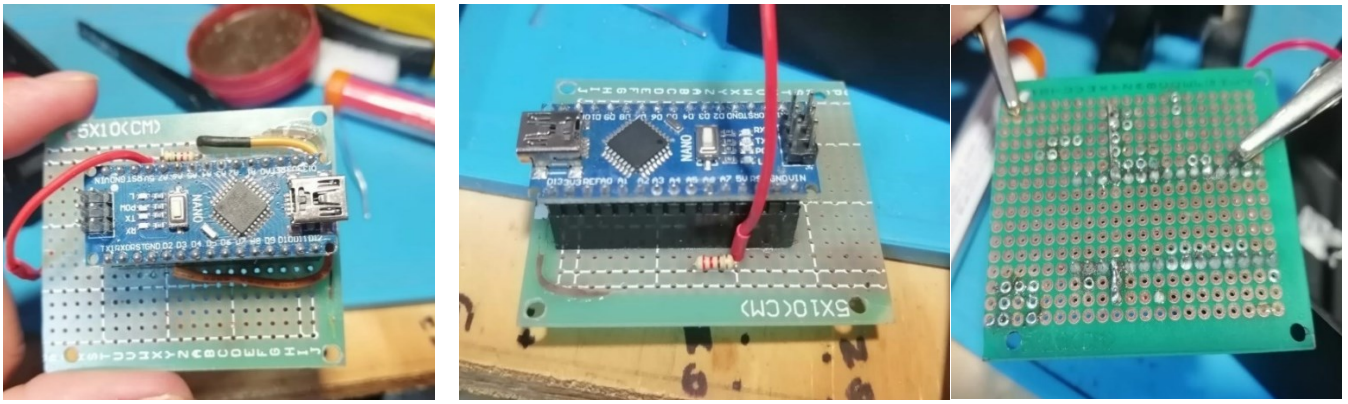

Ilustración 187 Conexiones y Soldadura a las conexiones

Una vez conectado todos los cables de los botones, se conectan las salidas de los pines digitales del Arduino a las entras de la bobina de los relevadores, los mismos teniendo su conexión negativa y positiva de la fuente de 12 v que administrara para que funcione el actuador.

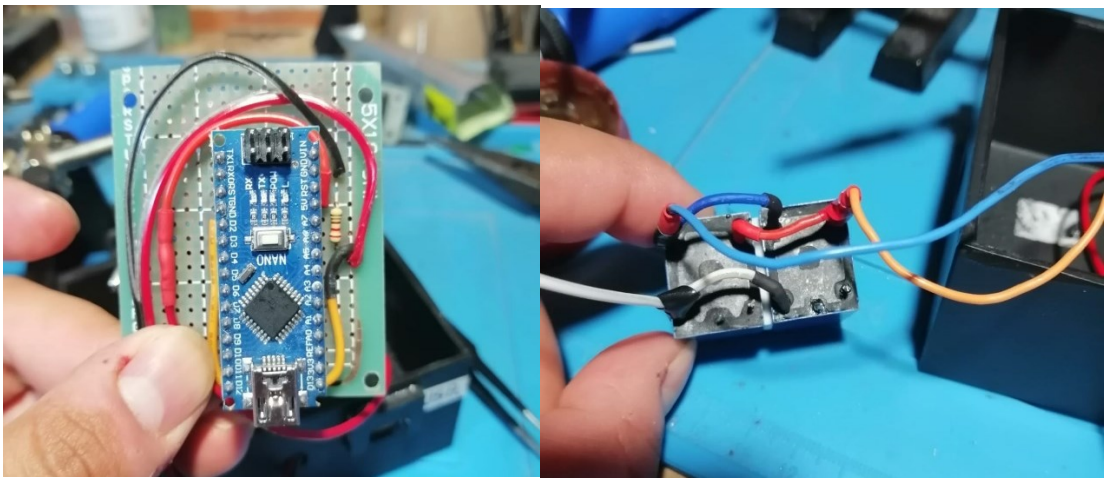

Ilustración 188 Conexiones de pines digitales

Una vez conectado, se realiza una bajada a dos de las salidas para hacer una bornera para la conexión del actuador y se bajan sus respectivos positivos a los pines digitales del Arduino, lo cual da como resultado lo mostrado en las siguientes imágenes.

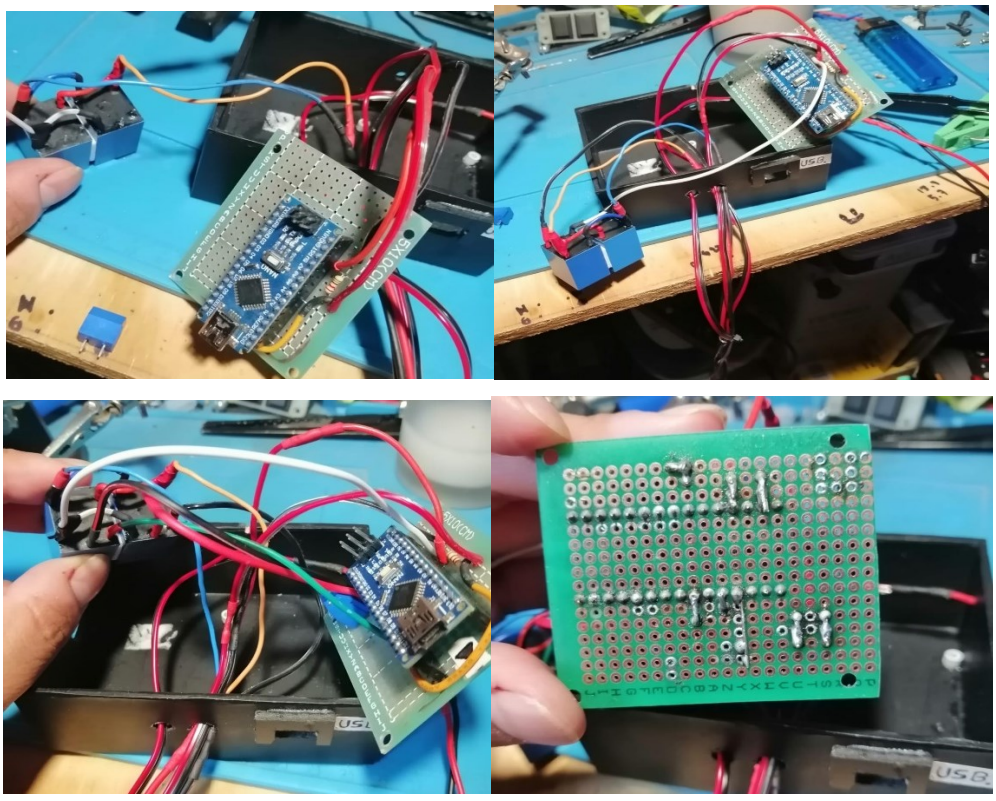

Ilustración 189 Conexiones al actuador y al arduino de los botones

Se realiza la conexión para el paro de emergencia para la fuente de Alimentación de 12v con esto se tiene la finalidad de cortar y mediante un foco darnos señalización de que hay corriente y para esto se inicia con la creación de un cable largo para la botonera y al final amarrado con bridas de plástico (sinchos).

El circuito que consta de un capacitor eléctrico de 22 uf a 50v y una resistencia de 220 Ohm para el encendido de un led que indicara energizado a 12v.

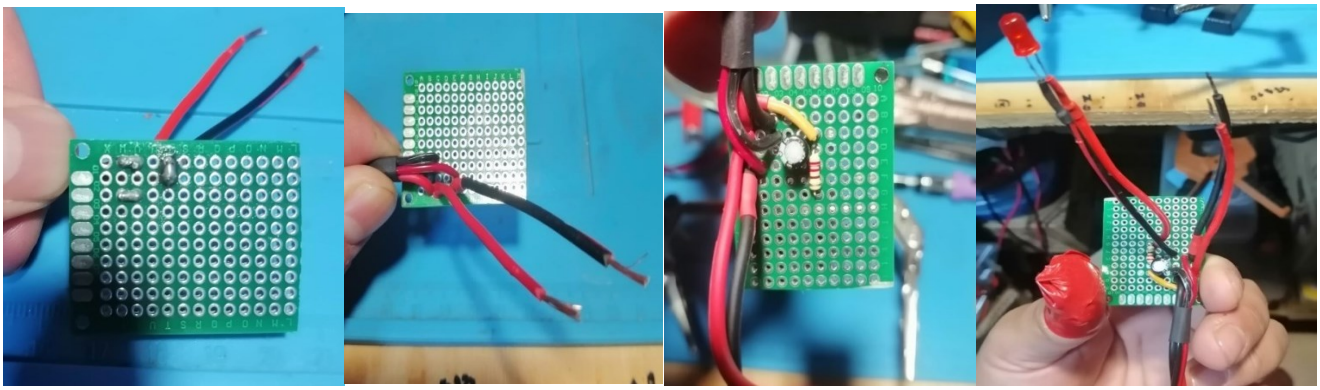

Ilustración 190Conexión botón para de emergencia

Para finalizar se realiza una soldadura y se colocan las salidas a los botones y pulsadores de la botonera dando como resultado las siguientes imágenes.

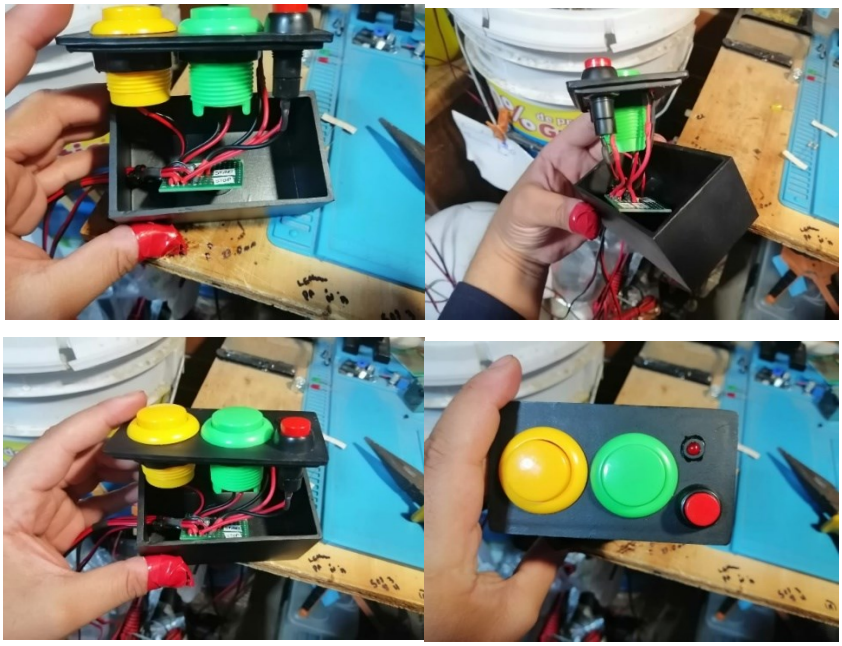

Ilustración 191termino de la botonera

Para que pueda funcionar recién creado circuito de forma automática, se realiza una programación en el programa Arduino IDE, realizando el código correspondiente se pudo hacer la programación de manera exitosa, en la imagen siguiente se puede observar el código de la programación.

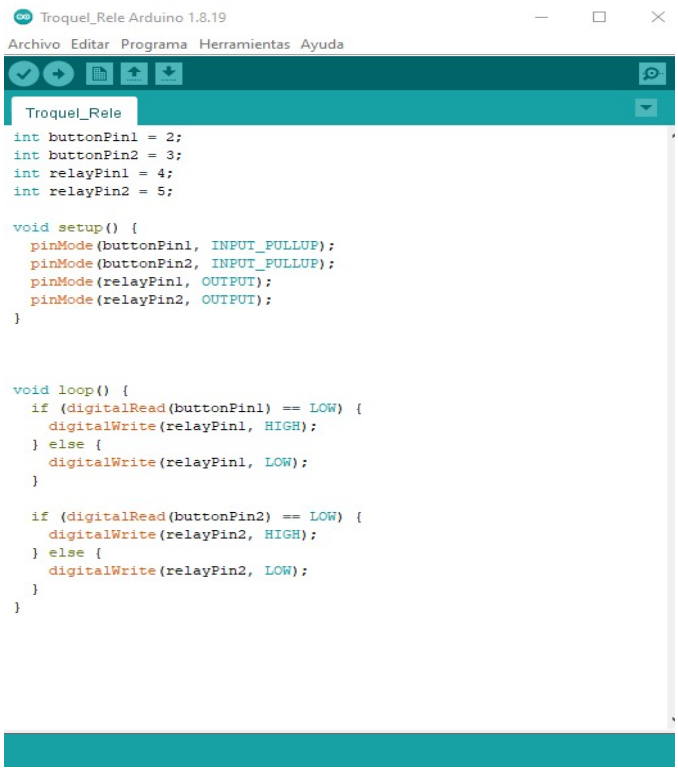

Ilustración 192 Programación en arduino ide

En la imagen se puede observar el programa ya cargado al Arduino y mostrando a través del led rojo que está funcionando adecuadamente.

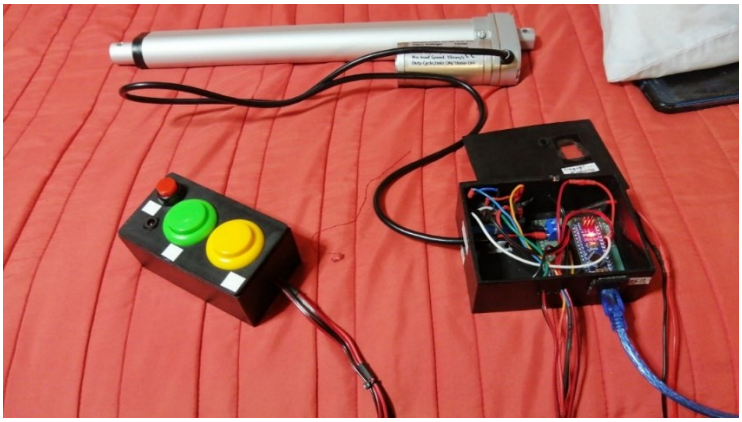

Ilustración 193 Terminado circuito de relevadores

Realización del molde macho-hembra en la fresadora cnc

Para la etapa de fabricación del molde macho-hembra, se lleva a cabo un procedimiento en la fresadora para convertir los diseños digitales en piezas físicas. A continuación, se explica cómo se transforma de modelos digitales a moldes reales utilizando una fresadora CNC. Se describirán los pasos del proceso de fresado, desde la preparación del material y los ajustes iniciales hasta las correcciones finales y la verificación de que el molde esté correctamente fabricado.

Fresado de Espejo

El proceso inicia con el desbaste de ambas piezas para asegurar que tengan las mismas dimensiones y estén alineadas correctamente. Esto evita que una pieza sea más grande que la otra o que no coincidan en sus medidas.



Ilustración 194 Inicio de fresado en espejo en ambas piezas

Una vez que se acomodan las piezas correctamente, se procede a cortar los bordes para alinearlas mediante un proceso conocido como "fresado en espejo".



Ilustración 195Inicio del corte

Una vez que la fresadora ha finalizado su proceso de mecanizado se retira el material para verificar que las piezas hayan sido realizadas correctamente.



Ilustración 196 Verificación del corte

Se puede observar que ambas piezas tienen las mismas medidas, lo que indica que la operación de fresado en espejo fue exitosa.

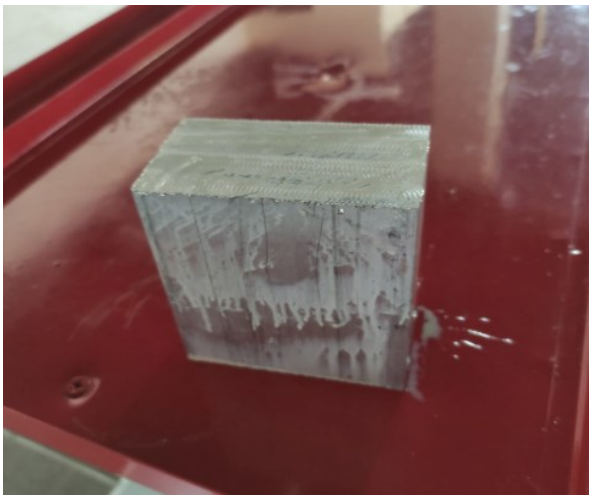

Ilustración 197 Visualización del corte

Molde Macho

Para iniciar el proceso de fresado, el molde debe colocarse horizontalmente y de la manera más recta posible para prevenir errores durante el proceso.

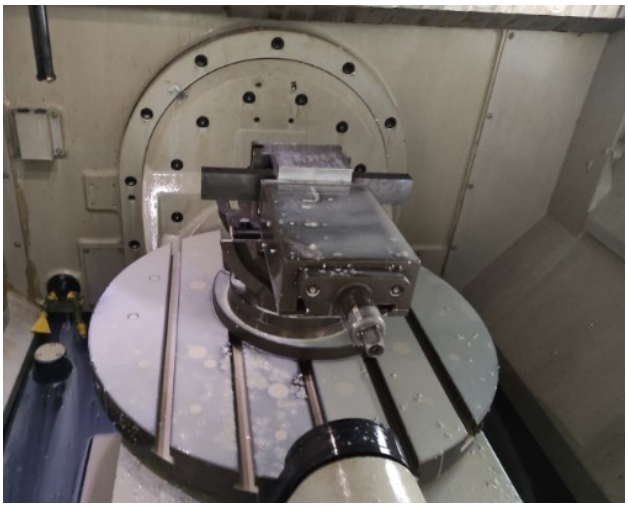

Ilustración 198 Acomodamiento horizontal de la pieza

Después de haber colocado la pieza en la posición correcta y asegurarse de que esté bien alineada, se procede a iniciar el proceso de fresado.

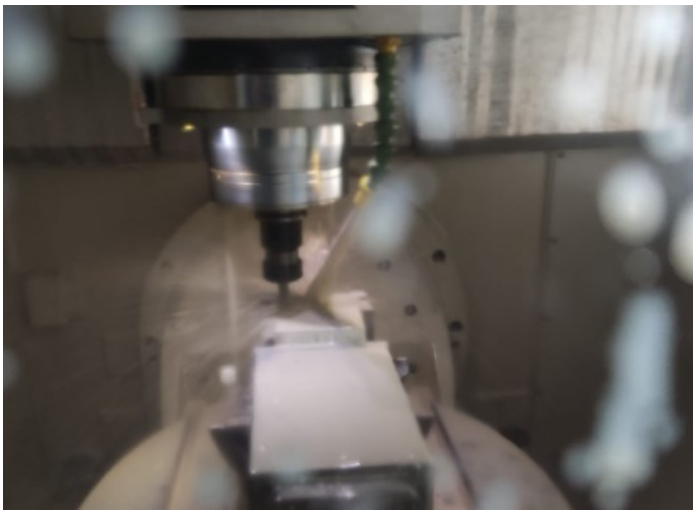

Ilustración 199 Corte en la cara de la pieza

Dado que el refrigerante salpica y dificulta la visibilidad del proceso de corte, se puede observar el trabajo que está realizando la fresadora a través de la pantalla del equipo.



Ilustración 200 Seguimiento de los cortes en la pantalla

El refrigerante se emplea para proteger tanto la pieza como el cortador de posibles daños, y debe suele ser usado de manera intermitente, aunque en este caso específico debe mantenerse activo durante todo el proceso.

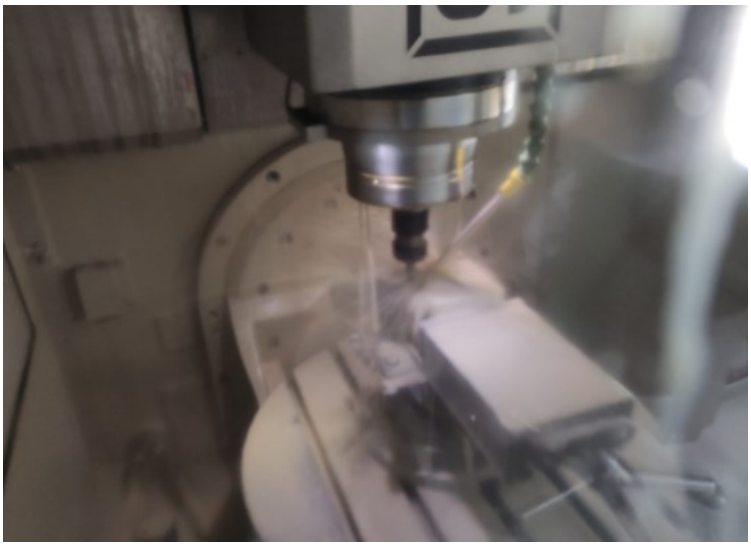

Ilustración 201Visualización de los cortes de la pantalla

Como el refrigerante dificulta la visibilidad directa de la pieza, se utiliza la pantalla de la fresadora para monitorear el avance del proceso.

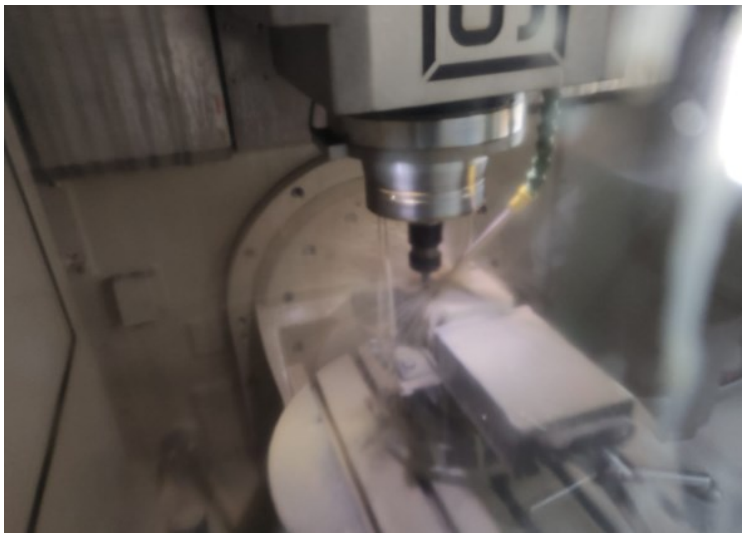

Ilustración 202 Aplicación del refrigerante

En la pantalla se puede ver cómo la fresadora va eliminando capas de la pieza gradualmente, dando forma a la pieza según las especificaciones dadas.

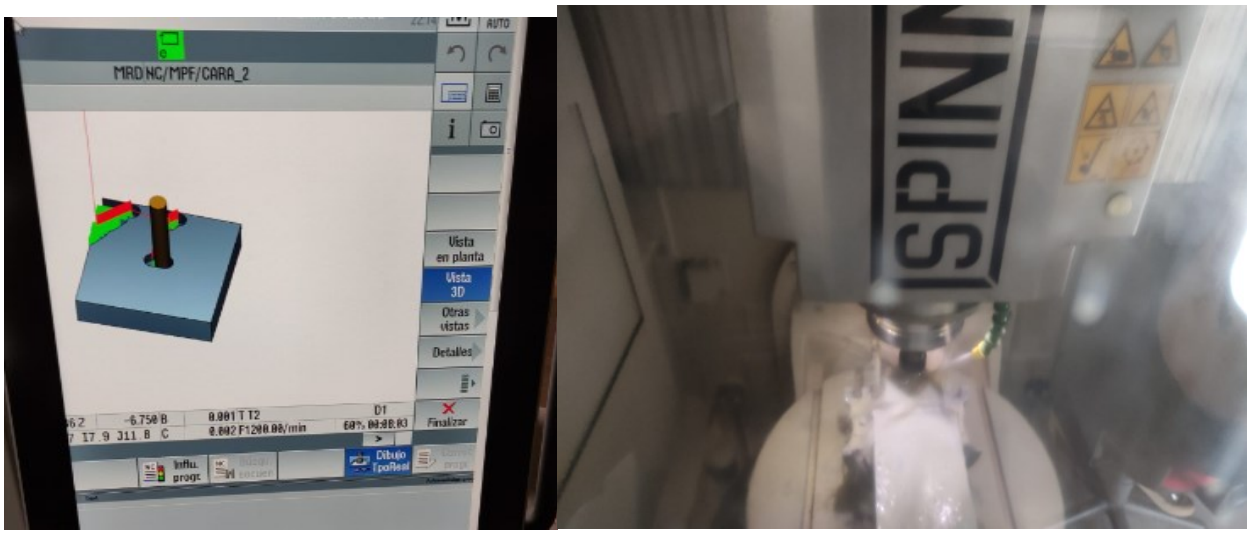

Ilustración 203 Seguimiento del corte en la pantalla y Comprobación del corte

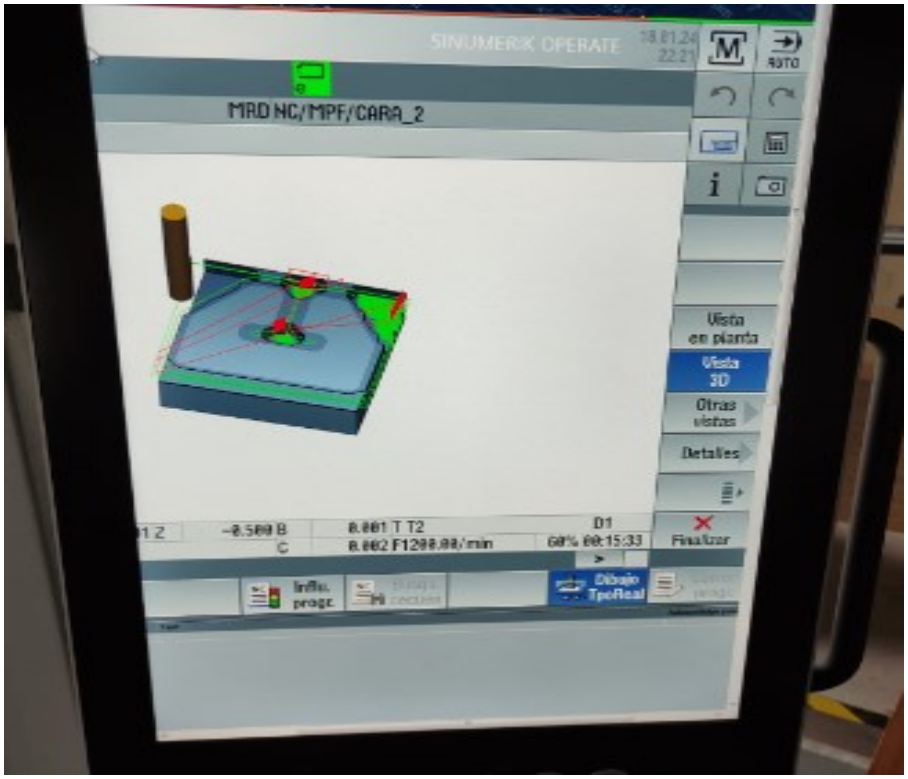

Ilustración 204 Seguimiento del corte

Una vez que el simulador muestra que la pieza está completa se espera a que termine de hacer el proceso de volver a cero para comprobar que la pieza este correctamente fabricada sin ningún fallo.

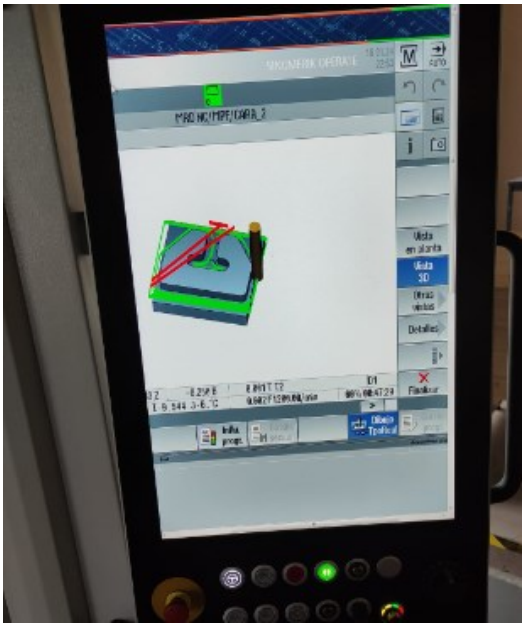

Ilustración 205 Finalización del corte

Se observa que la pieza ha sido realizada exitosamente y sin inconveniente alguno que pueda dañar el funcionamiento de la misma.

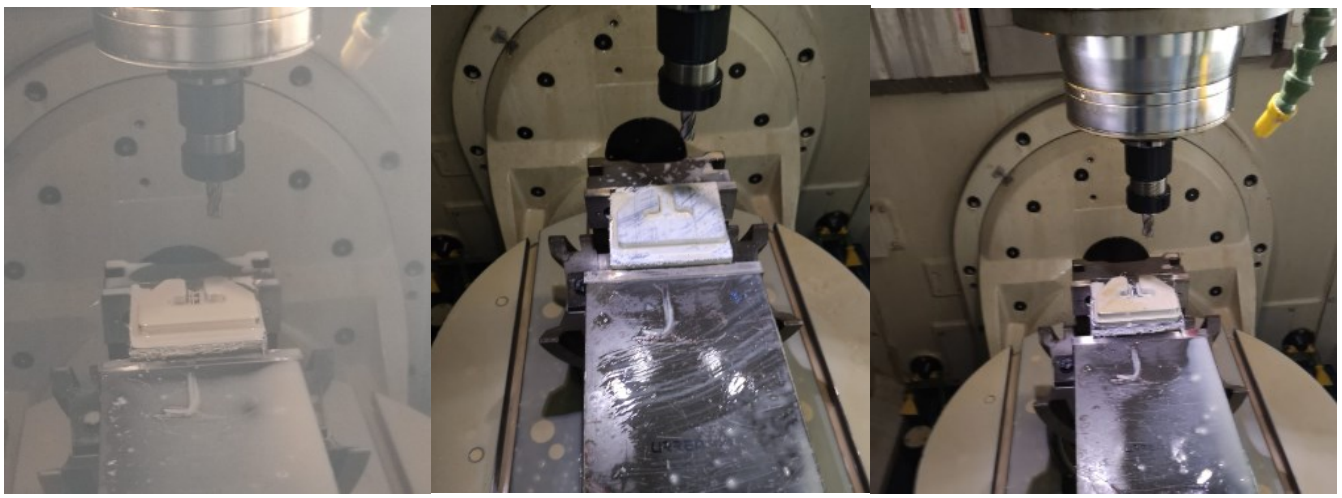

Ilustración 206 Visualización de la pieza terminada, Comprobación de la pieza y terminada Finalización de la pieza

Una vez completados todos los procesos de fresado, se retira el molde con cuidado para realizar una última inspección y verificar que no haya errores.

Como se puede ver, la pieza está completamente fabricada y no presenta errores en la forma requerida.

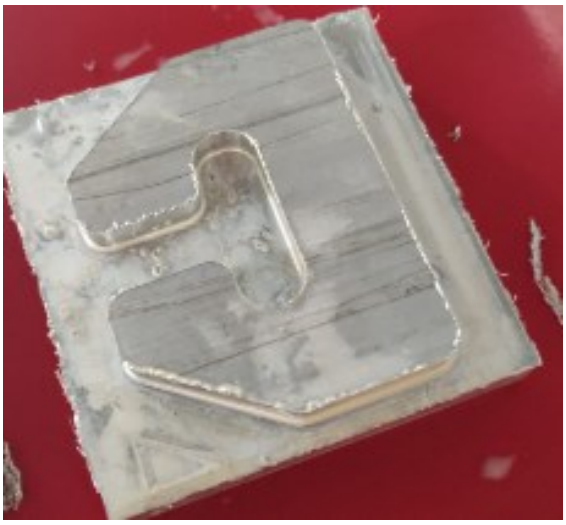

Ilustración 207 Pieza fuera de la maquina

Molde hembra

De manera similar al molde anterior, la pieza debe colocarse horizontalmente con la parte más ancha orientada hacia el cortador y posteriormente se inicia el proceso de maquinado.



Ilustración 208 Aplicación del refrigerante

Dado que la puerta de la fresadora quedó manchada con refrigerante del molde anterior, lo que dificulta la visibilidad, se utilizará la pantalla para monitorear el proceso de maquinado del molde hembra.

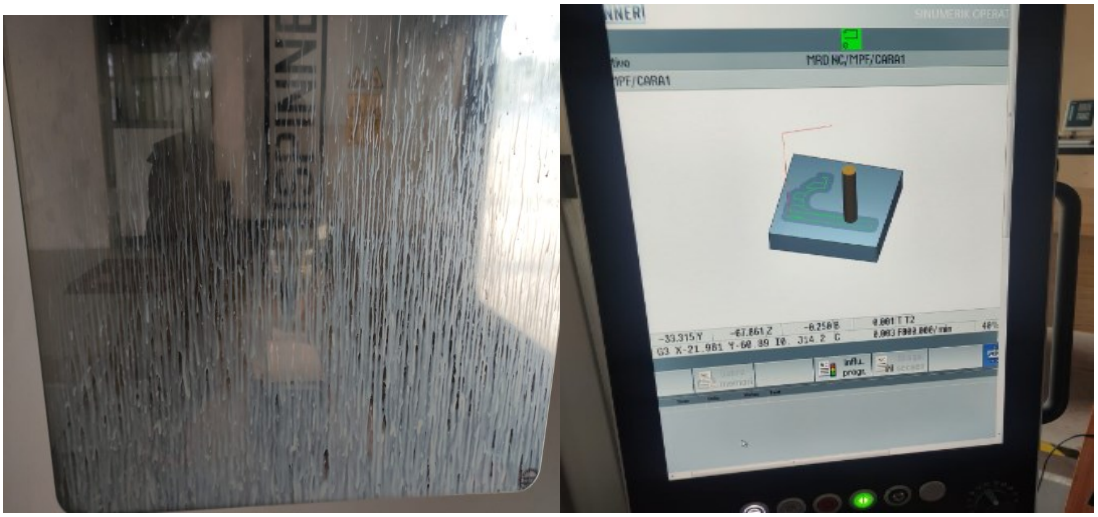

Ilustración 209 Evidencia de la suciedad y Seguimiento inicial del corte

Se puede observar que el cortador avanza sin problemas dentro de la pieza y que gradualmente está dándole la forma requerida.

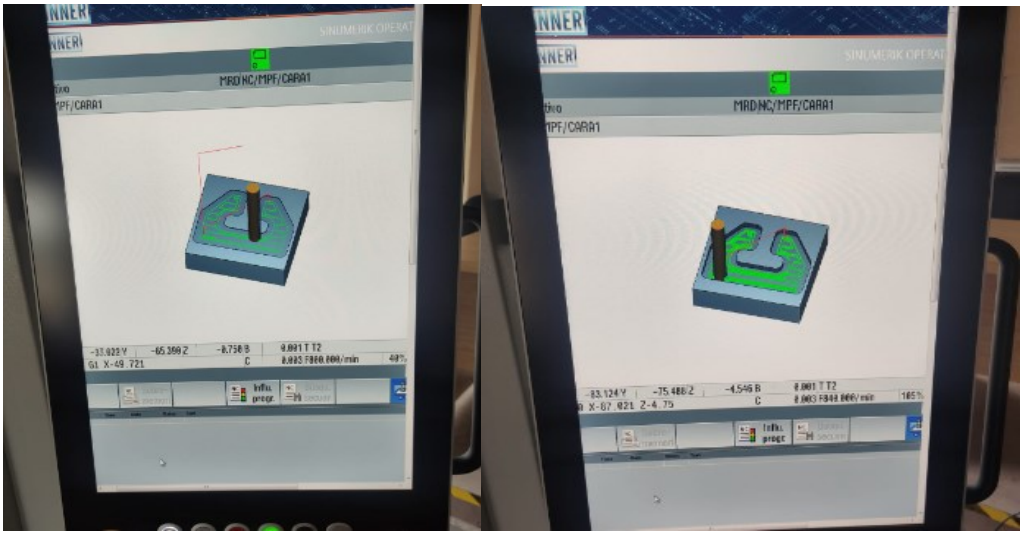

Ilustración 210Seguimiento del corte y Comprobación de seguridad del corte

Una vez que la fresadora ha completado el proceso se retira la puerta de la máquina y se verifica que el trabajo se ha realizado con éxito logrando la forma requerida para el molde hembra.



Ilustración 211Visualización de la pieza

Una vez que se tienen ambas piezas se realiza una inspección final para asegurarse de que encajen correctamente una con otra sin presentar ningún desperfecto en sus medidas.



Ilustración 212 Terminado de las piezas macho-hembra

Como se puede observar, ambas piezas encajan a la perfección por lo que se puede considerar concluido el proceso de creación de los moldes.



Ilustración 213Comprobación del encaje de las piezas macho hembra

Armado de estructura

Con cuatro perfiles de PTR de calibre 18 y dos pulgadas de ancho, se marcan las líneas de corte para efectuar un corte a 45 grados con la ayuda de una esmeriladora para confeccionar un cuadrado de 30x30cm que se usara como base para la estructura.



Ilustración 214 Corte del perfil

Con la utilización de soldadura 6013 de 3/32 pulgadas, se procede a realizar el proceso de punteo para unir las secciones del cuadrado que formará la base. Las soldaduras puntuales se aplican en las esquinas donde se realizaron los cortes a 45 grados como se muestra en las imágenes siguientes.



Ilustración 215Aplicación de soldadura al perfil

Este procedimiento se lleva a cabo en las cuatro esquinas del cuadrado como se puede observar en las imágenes. Se emplean dos cuadrados de 30 x 30 cm para formar la base de la estructura.



Ilustración 216 Terminado del cuadrado de la estructura

Se procederá a cortar cuatro perfiles PTR de calibre 18, cada uno con una longitud de 70 cm.



Ilustración 217 Visualización del perfil

Una vez cortados a la medida indicada, estos perfiles se colocarán en cada esquina del cuadrado de 30 por 30 cm para ser soldados en su lugar.



Ilustración 218 Trazo y colocación del perfil

A cada uno de los cuatro perfiles se les aplicarán puntos de soldadura de manera uniforme para conformar así la estructura rectangular deseada.



Ilustración 219 Aplicación de soldadura al perfil

El resultado final será el ensamblaje de la estructura de la troqueladora, con dimensiones de 30 cm de ancho por 80 cm de largo, esta estructura se reforzará mediante la aplicación de cordones de soldadura para mejorar su estabilidad y fijación, como se muestra en las imágenes siguientes.



Ilustración 220 Terminado de la estructura

Utilizando una placa de ¼ de pulgada de espesor con dimensiones de 70 x 70 cm, se tomarán las medidas necesarias con una escuadra y un flexómetro, y se realizarán los trazos correspondientes para obtener dos cuadrados de 30 x 30 cm, como se ilustra en las imágenes siguientes.



Ilustración 221Trazo a la placa

Con la ayuda de un esmeril, se realizan los cortes siguiendo las medidas previamente marcadas para obtener los dos cuadrados y una vez cortados se procede a aplicar los trazos adicionales según las indicaciones que se muestran en las imágenes.



Ilustración 222Corte y trazo a la placa

Los trazos realizados tienen el propósito de marcar el centro de la placa asegurando que el actuador lineal quede correctamente posicionado en el área del centro así mismo, estos trazos servirán de guía para efectuar los cortes en las esquinas de la placa, como se ilustra en las imágenes siguientes.



Ilustración 223 Trazos a la placa para sacar el centro

Los trazos realizados tienen el propósito de cortar los cuatro extremos de manera que la placa pueda ajustarse y encajar en el interior de la estructura.



Ilustración 224 Trazos a la placa para cortes

Con la ayuda del esmeril, se realizaron cuatro cortes de 5 x 5 cm en las esquinas de la placa.



Ilustración 225 Cortes en los bordes de la placa

Como resultado, con la placa colocada en el interior de la estructura se tendrán dos placas que se utilizarán para la parte inferior y superior tal como se muestra en la imagen.



Ilustración 226 Colocación de visualización de los cortes a las placas

Se tomaron dos tuercas de una medida de una pulgada 1/8 y se limaron los hilos con una lima rotatoria para que el interior quedara liso con el fin de que se ajustaran al diámetro del actuador obteniendo el resultado que se muestra en las siguientes imágenes.



Ilustración 227 Devastado a las tuercas

A las dos tuercas se les trazaron dos líneas en forma de "X" para marcar el centro con un punzón para posteriormente realizar dos barrenos en cada tuerca utilizando un taladro obteniendo el resultado que se muestra a continuación.

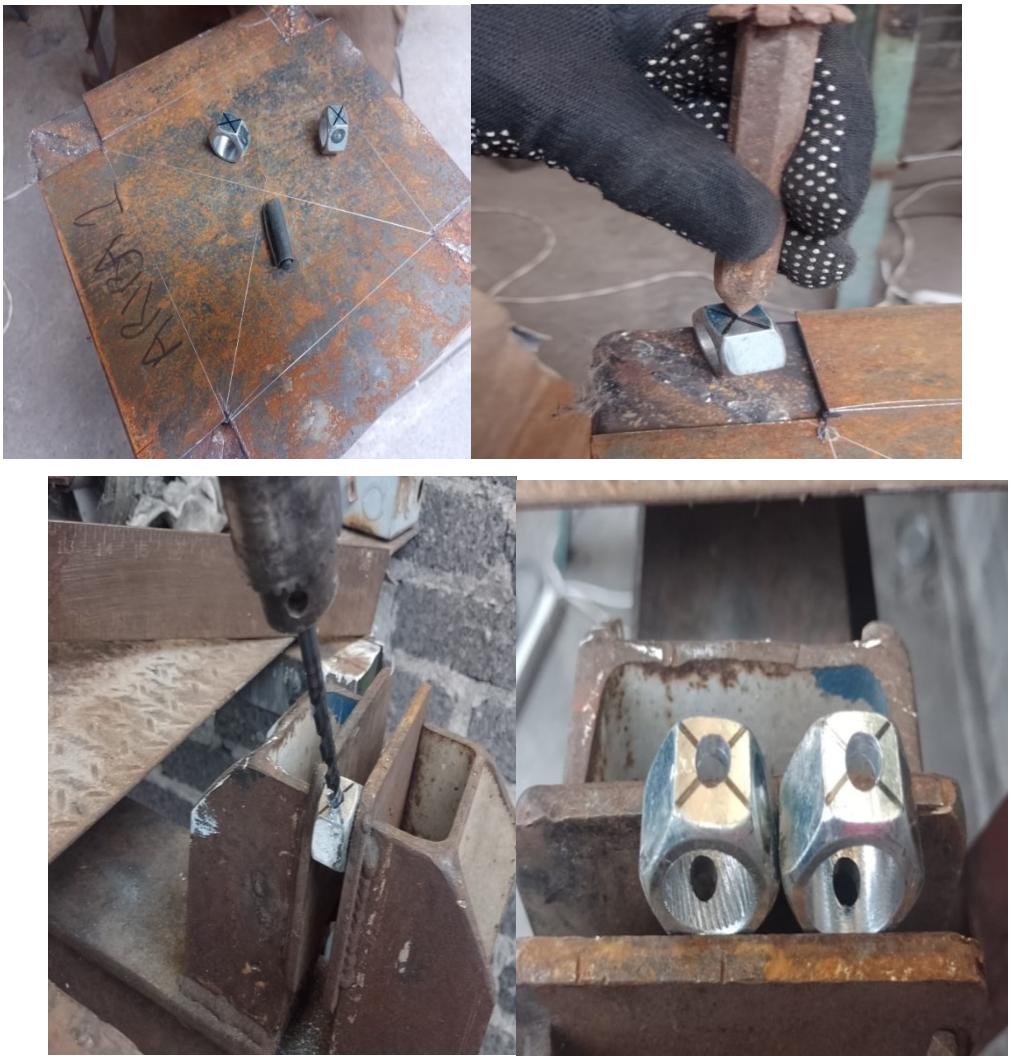

Ilustración 228 Trazo a ambas tuercas y Barrenado a ambas tuercas

Haciendo uso de un compás se trazó un círculo en la placa sobre los trazos previamente realizados para llevar a cabo el montaje del actuador lineal.



Ilustración 229 Trazo de circulo a la placa

Haciendo uso una de las dos tuercas a las cuales se le devastaron los hilos e hicieron los barrenos, se coloca al centro de la placa y se le aplica un punto de soldadura al igual que la placa para que quede fija al interior de la estructura como se puede visualizar a continuación en las siguientes imágenes.

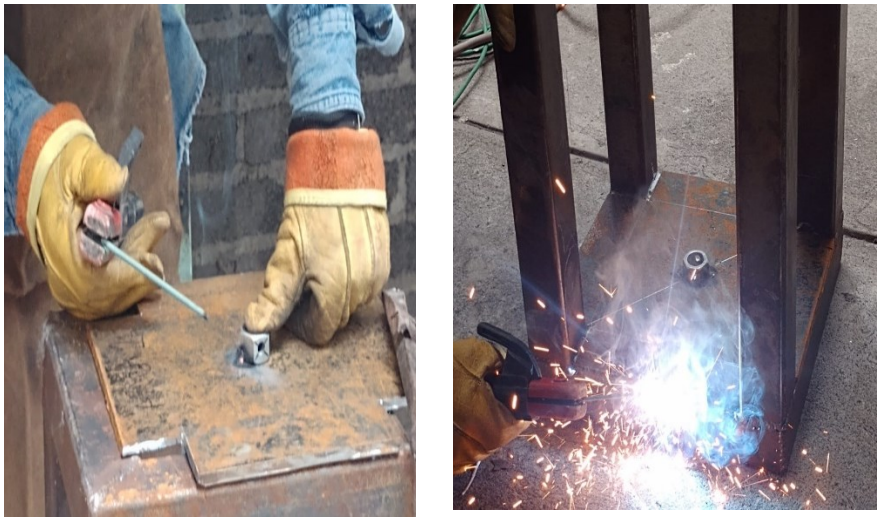

Ilustración 230 Aplicación de soldadura a la tuerca y a la placa superior

Una vez colocada y soldada la placa junto con la tuerca, se procede a realizar una prueba colocando el actuador en su posición final. Las imágenes siguientes muestran que el actuador está correctamente ubicado y se sostiene de manera estable.



Ilustración 231Comprobación de montado

Utilizando dos placas de metal de dimensiones 9.4 x 8.4 cm y un grosor de 3/16 de pulgada se procede a marcar el centro de cada placa con la ayuda de un flexómetro. Posteriormente se marcan cuatro puntos en las esquinas que se utilizarán en etapas posteriores del proceso.



Ilustración 232Trazo a la placa

Una vez trazada la placa, se procederá a realizar los barrenos tanto en la placa como en el molde del troquel macho, para ello, se utilizará una prensa para asegurar el molde en su lugar y un taladro para perforar los orificios.



Ilustración 233 Barrenado a la placa y molde

Una vez realizados los barrenos en la placa y en el molde se procederá a utilizar un machuelo de 3/8 para roscar los cuatro orificios y posteriormente se ensamblarán las piezas utilizando cuatro tornillos de 3/8 con sus correspondientes arandelas, tal como se muestra en las imágenes siguientes.



Ilustración 234 Machueleado a la placa y molde

Con una de las tuercas a las que se les ha realizado desbaste y barrenos se colocará en la placa previamente trazada, como se muestra en la imagen y se fijará a la placa mediante puntos de soldadura, dejándola preparada para el siguiente paso.

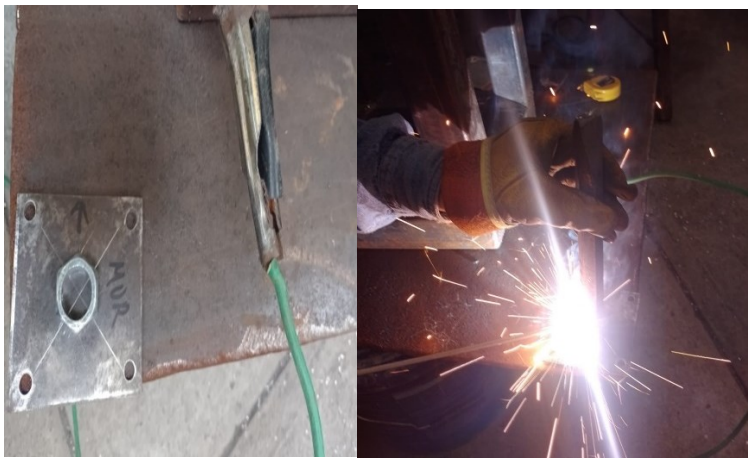

Ilustración 235 Centrado y aplicación de soldadura

Una vez soldada la tuerca a la placa, se realizar una prueba colocándola en el interior del actuador para verificar que quede fija, posteriormente, se instalará el troquel macho, este procedimiento es con el fin de permitir que el troquel pueda ser reemplazado por otro.



Ilustración 236 Montado del molde al actuador lineal

Con una solera de una pulgada por 3/16 de grosor se realizaron dobleces para construir una pequeña estructura que mantenga el actuador fijo, debido a que, durante las pruebas, el actuador presentaba movimientos laterales que impedían que los moldes coincidieran correctamente, esta estructura se fijó con puntos de soldadura y se añadieron dos pequeños cuadros adicionales, como se muestra en las imágenes siguientes.



Ilustración 237Doblado de las soleras

Una vez realizados los dobleces en las soleras, se les realizaron unos barrenos en las dos esquinas y en el centro de cada una de ellas.



Ilustración 238Barrenado de las soleras

Se trazó una línea de 36.5 cm en los cuatro soportes de la estructura y se marcó con un punzón esto con el fin de perforar cuatro orificios en los soportes con una broca, facilitando así la colocación de las soleras.



Ilustración 239 Trazos y marcas para barrenos



Ilustración 240 Trazos y marcas para barrenos

Tanto los agujeros de la estructura como los de las soleras se roscarán utilizando machuelos para permitir que se atornillen y queden fijas a la estructura, tal como se muestra en las imágenes siguientes.

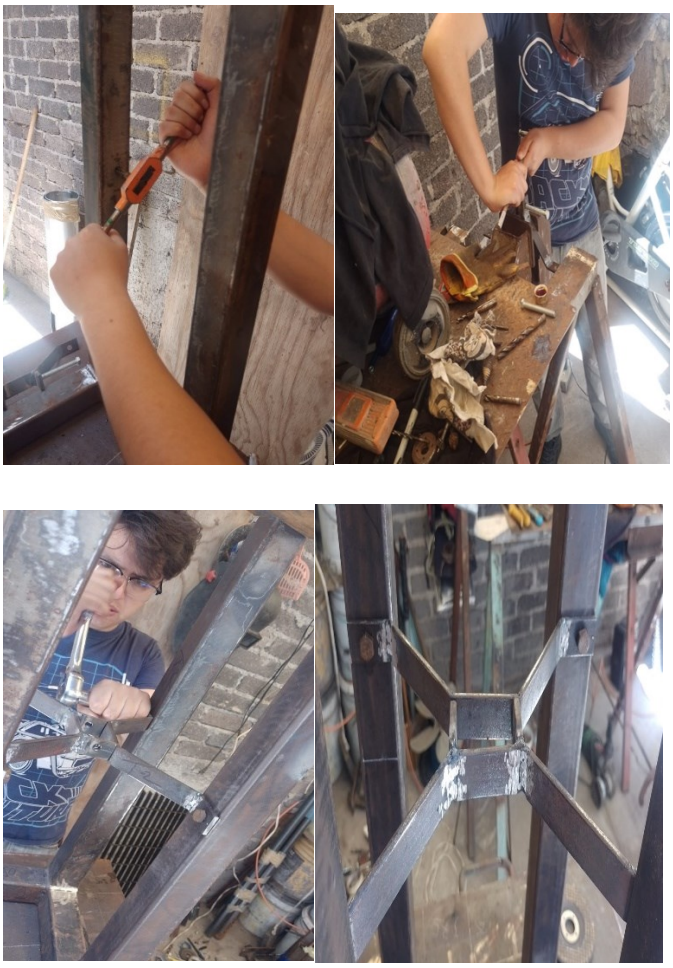

Ilustración 241Machueleado al perfil y a las soleras, así como Mondado de las soleras a la estructura

Se coloca el actuador en la estructura y se fija en su lugar y posteriormente se instalan los moldes del troquel tanto al actuador como a la parte inferior de la estructura, para proceder con las pruebas de la troqueladora.



Ilustración 242 Montado del actuador y las soleras

Se realizan pruebas con la troqueladora utilizando latas de refresco de aluminio, cortándolas en forma de rectángulo para verificar que coincidan con la figura del troquel y durante estas pruebas, se cortan algunas partes del troquel según lo necesario, como se muestra en las imágenes siguientes.



Ilustración 243 Pruebas de la troqueladora

Una vez verificado que todo funcionaba correctamente se pudo observar que la estructura presentaba signos de oxidación debido a lluvias recientes. Por lo tanto, se desmontó la estructura y se le aplicó una capa de imprimación seguida de una capa de pintura para protegerla de futuros daños por oxidación.



Ilustración 244 Pintado de la troqueladora

Resultado final, la maquina troqueladora montada y funcionando para dar termino a este proyecto



Ilustración 245 Terminado de la troqueladora

Resultados

A continuación, se presenta el desenlace obtenido del proyecto **“DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN TROQUEL”**.

Los resultados del troquel (MACHO- HEMBRA) en Solidworks.

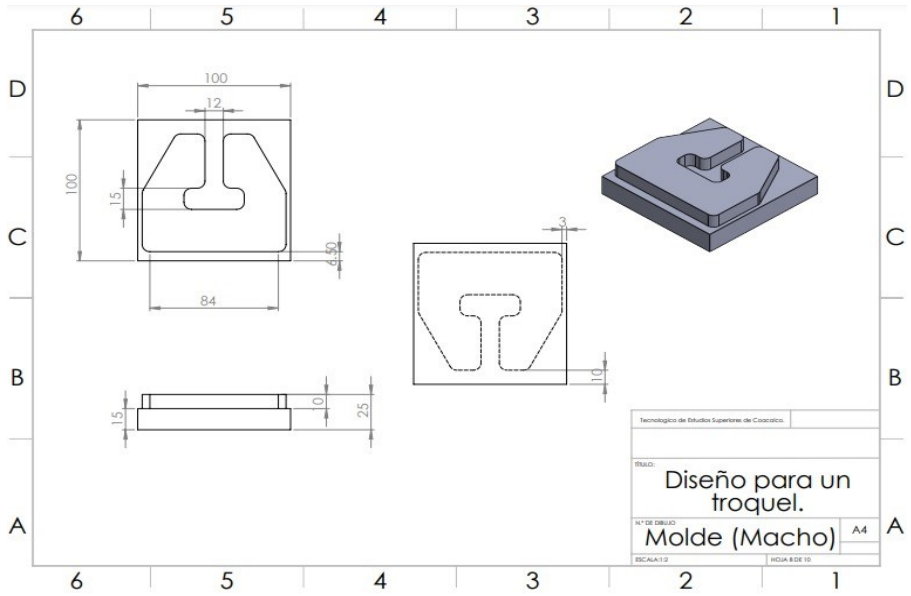

Ilustración 246 Planos molde macho

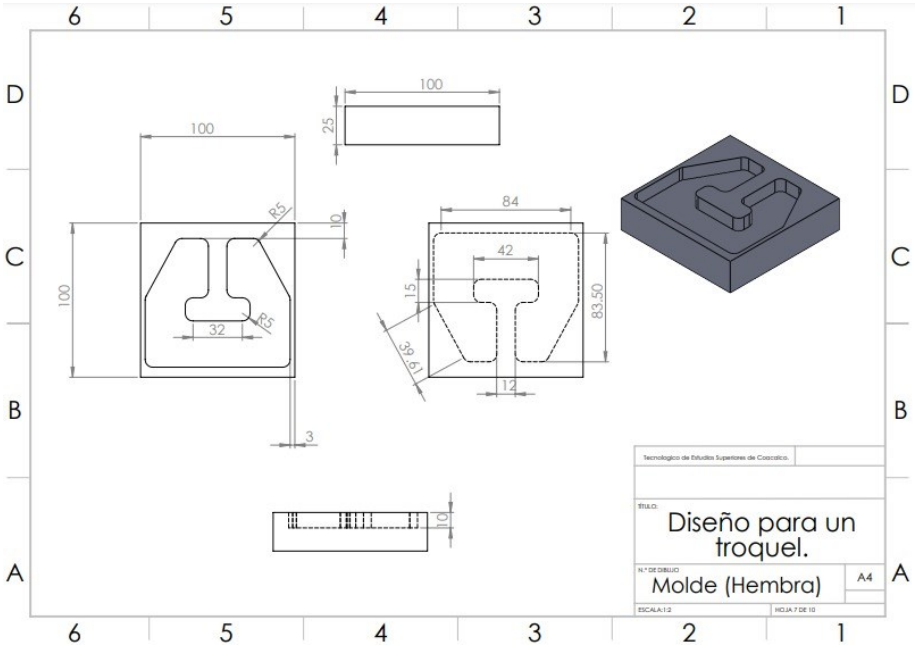

Ilustración 247 Planos de molde hembra

Simulación de Mastercam

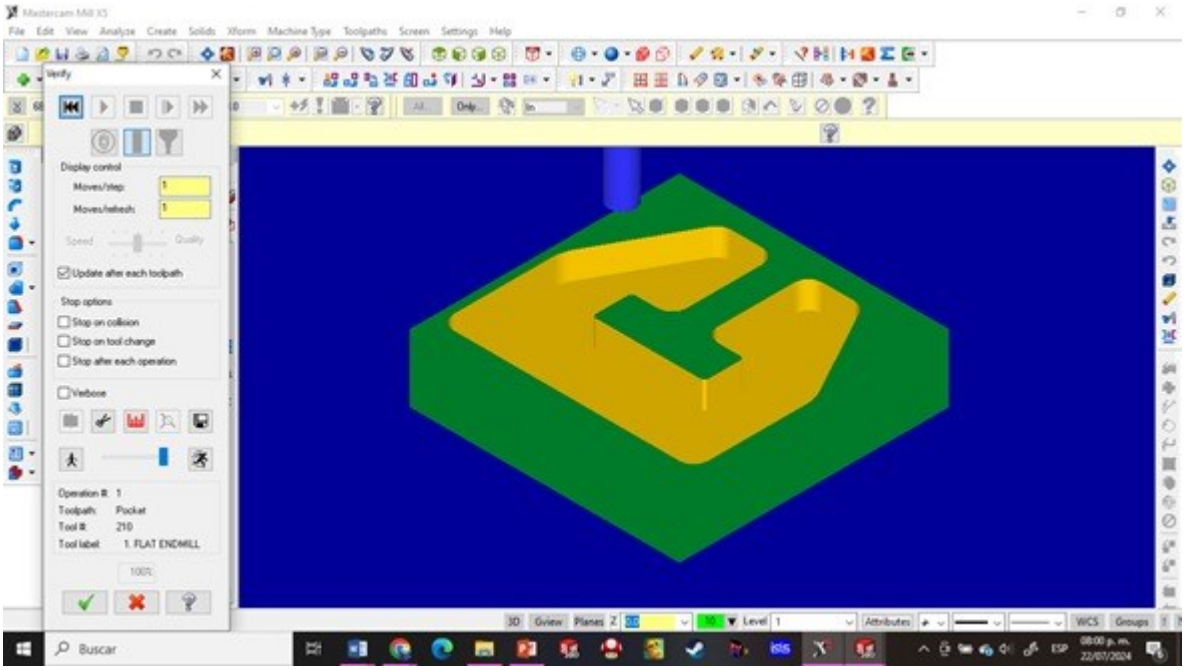

Ilustración 248Simulación del corte

Resultados del maquinado en CNC.



Ilustración 249 Resultado del maquinado cnc

Resultados de la estructura en Solidworks.

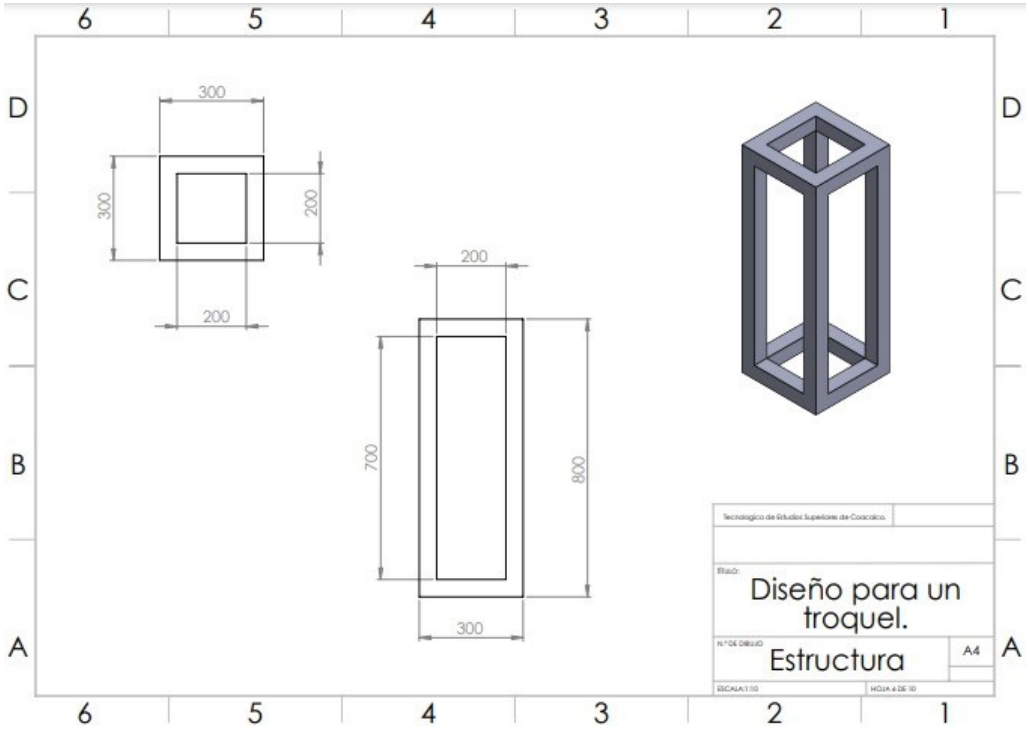

Ilustración 250 Planos de estructura

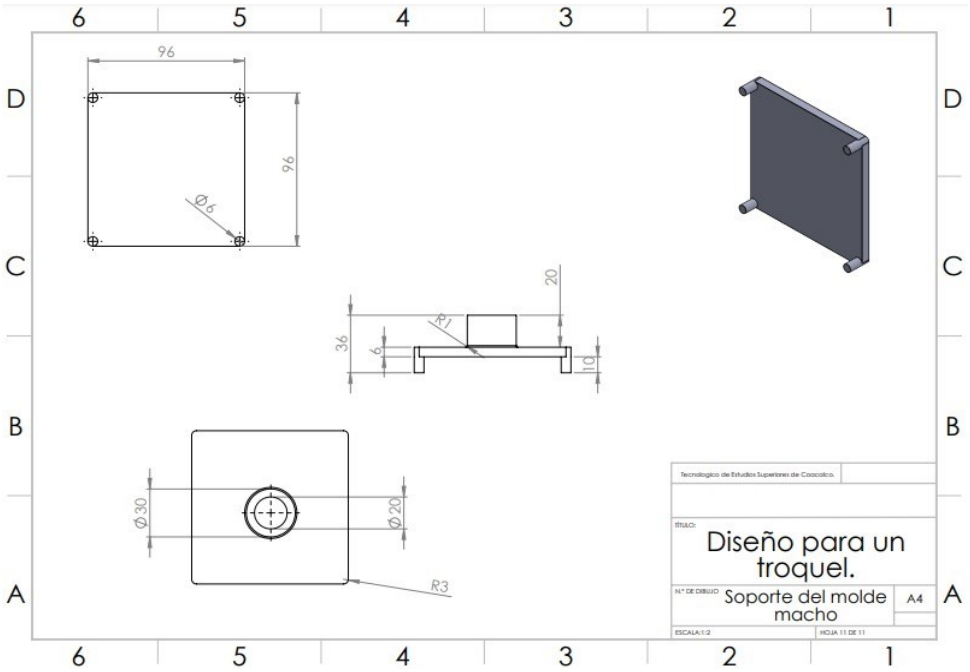

Ilustración 251Planos de estructura

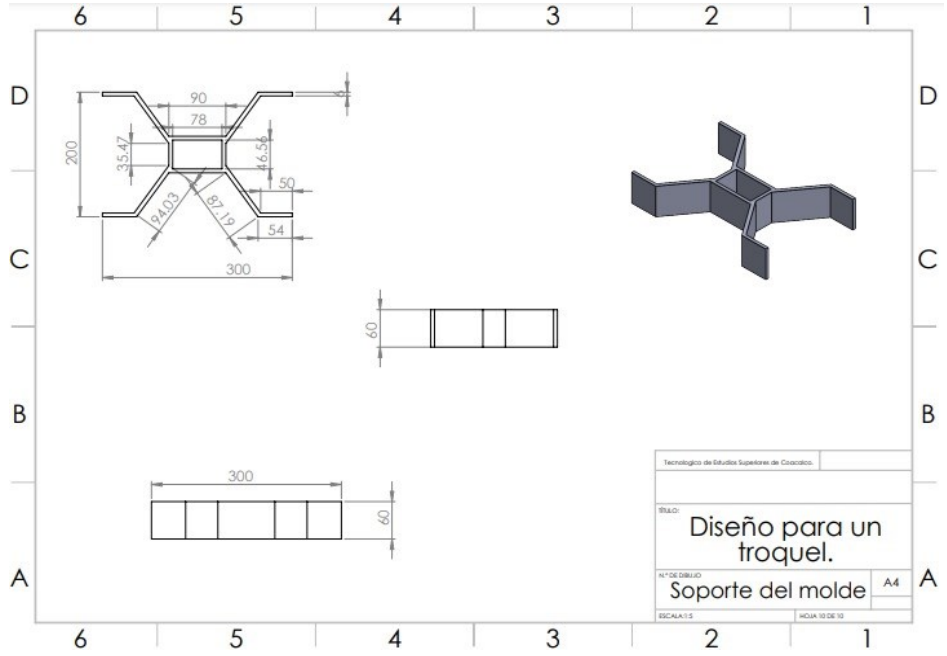

Ilustración 252 Planos del fijador

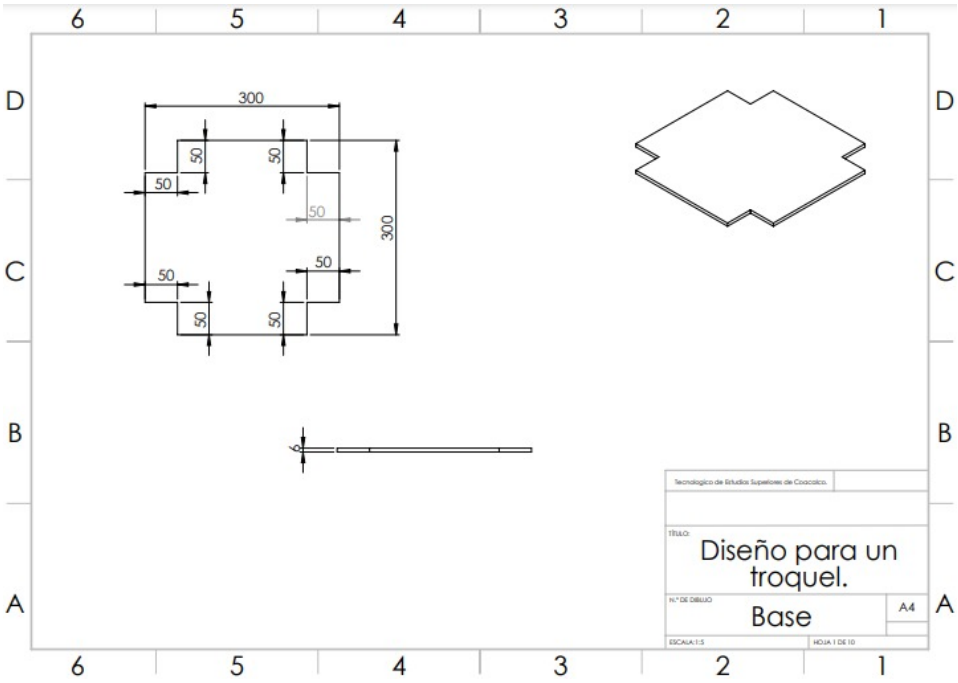

Ilustración 253Planos de estructura

Resultados del circuito eléctrico

Simulación en proteus v5

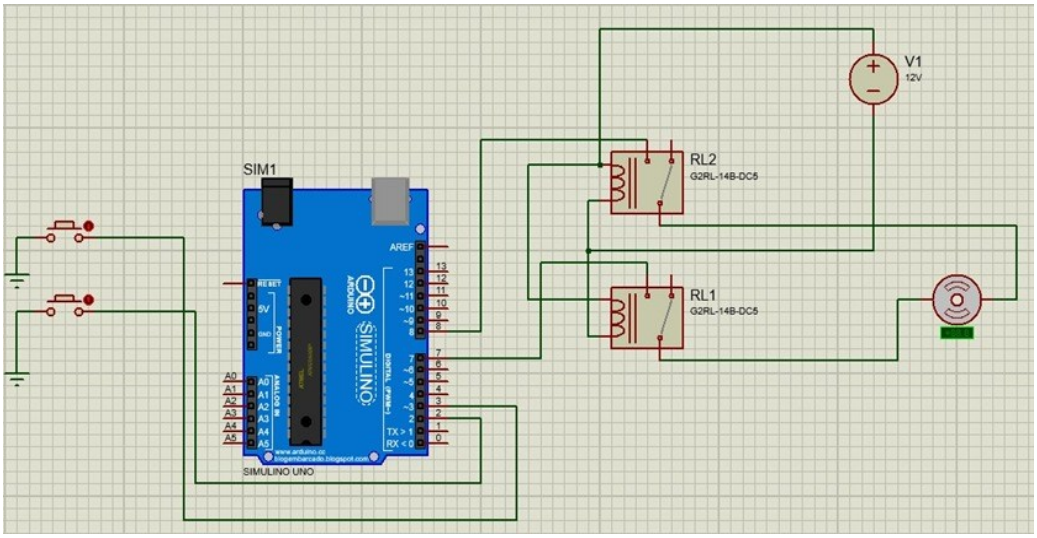

Ilustración 254 Simulación del circuito

Botonera para el circuito



Ilustración 255Botonera

Circuito ya montado y conectado

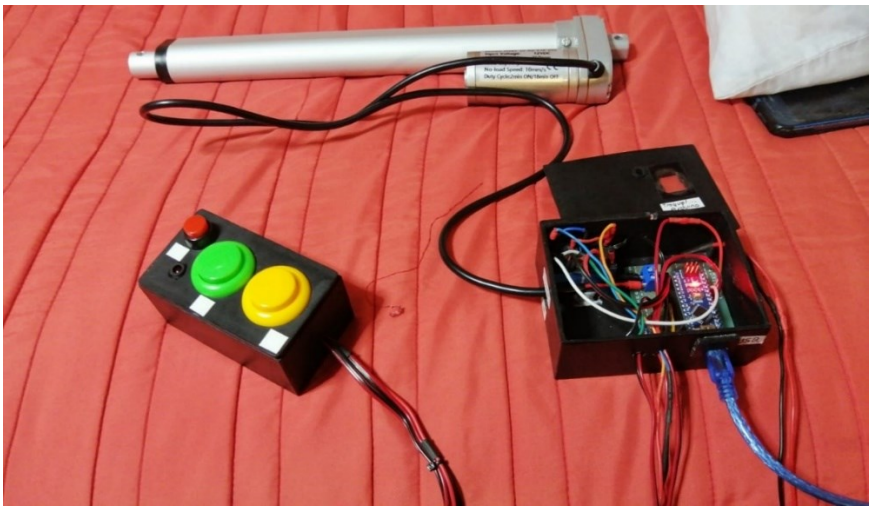

Ilustración 256 Circuito montado

Resultados de la programación en Arduino IDE



Ilustración 257Programación en arduino ide

Armado y montado completado de la troqueladora mostrando su funcionamiento de esta.



Ilustración 258Pruebas de funcionamiento de la troqueladora



Ilustración 259Pruebas de la troqueladora

Pruebas del resultado del molde



Ilustración 260 Resultados de la troqueladora

Conclusión

Durante la realización de este proyecto **“DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN TROQUEL”** se tuvo comprensión del funcionamiento de este tipo de máquinas que comúnmente se utilizan en la industria metalúrgica al ejecutar los conocimientos aprendidos a lo largo de la carrera en ingeniería en mecatrónica fue fundamental para la realización de esta máquina por medio de softwares de dibujo asistido por computadora como lo que es Solidworks y Mastercam, los cuales son utilizados en la industria para la construcción de modelados de máquinas, el manejo de estos fue fundamental para poder realizar el diseño de la estructura de la troqueladora y troquel (macho-hembra).

Proteus v5 y Arduino IDE fueron otros dos softwares con funciones de simulación tanto circuitos como de programación que fueron de utilidad para la funcionalidad del mismo, debido que con Proteus v5 se realizó la simulación del circuito con relevadores para comprobar que las conexiones estuvieran bien ejecutadas y no tener errores a la hora de conectarlo físicamente, por otro lado, Arduino IDE tuvo como función el desarrollar y grabar todo el código necesario para asegurar que el código de programación realice lo que se le solicita.

El fin de este proyecto fue que los alumnos en ingeniería en mecatrónica del tecnológico de estudios superiores de Coacalco también puedan conocer el uso de este equipo de trabajo que como ya se ha mencionado anteriormente es utilizado en la industria metalúrgica.

BIBLIOGRAFIAS

aceroform. (2023). *aceroform*. Obtenido de aceroform: https://www.aceroform.com.mx/blog/ptr/

aliexpres. (2024). *aliexpres .* Obtenido de aliexpres : https://es.aliexpress.com/item/1005007258606100.html?src=google

Automations, F. (2024). *Firgelli Automations ideas in motion*. Obtenido de Firgelli Automations ideas in motion: https://www.firgelliauto.com/es/pages/what-is-a-linear-actuator

Castellanos, P. (19 de 12 de 2023). *METALMECANICA*. Obtenido de METALMECANICA: https://www.metalmecanica.com/es/noticias/troqueles-y-moldes-herramientas-clave-para-la-fabricacion-precisa-de-piezas-metalicas

CENTRE, U. M. (26 de 8 de 2015). U-630 ADVENCED. *U-630 ADVENCED*, pág. 6. Obtenido de https://www.wmtcnc.com/download/product_specifications/U630_Advanced_e.pdf

Corporation, S. (2002- 2024). *solidbi inspira tu inovacion* . Recuperado el 10 de 05 de 2024, de solidbi inspira tu inovacion : https://solid-bi.es/solidworks/?v=0b98720dcb2c

desarrollar ai . (01 de 04 de 2024). Obtenido de desarrollar ai : https://desarrollaria.com/desarrollar-ia/aplicaciones/arduino-nano-usos-funciones-y-caracteristicas#:~:text=Arduino%20Nano%20es%20una%20placa,donde%20el%20espacio%20es%20limitado.

Diego Bustillos, K. C. (s.f.). *Diseño y Construcción de un Prototipo de Centro de Mecanizado Vertical CNC de 5 Ejes para el Laboratorio CNC de la ESPE Extensión Latacunga.* Obtenido de Diseño y Construcción de un Prototipo de Centro de Mecanizado Vertical CNC de 5 Ejes para el Laboratorio CNC de la ESPE Extensión Latacunga.: file:///C:/Users/52556/Downloads/AC-ESPEL-MEC-0018%20(1).pdf

elprocus. (2013). *el procus electronics projects focus* . Obtenido de el procus electronics projects focus : https://www.elprocus.com/an-overview-of-arduino-nano-board/

libre, m. (2024). *mercado libre* . Obtenido de mercado libre : https://listado.mercadolibre.com.mx/ptr-de-acero-de-2-pulgadas

mastercam. (2024). *mastercam* . Obtenido de masrtercam: https://www.mastercam.com/

peña, c. (2020). *arduino IDE* (6 ed.). buenos aires : users . Obtenido de https://books.google.com.mx/books?id=Xgv2DwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

rossano, v. (2013). *Proteus VSM simulacion de circuitos electronicos* . buenos aires : redUSERS. Obtenido de https://books.google.com.mx/books?id=b1mivOB6_YMC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

soldaduras, t. d. (28 de 09 de 2023). *tecnologias de la soldaduras* . Obtenido de tecnologias de la soldaduras : https://tecnologiasensoldadura.com.mx/lo-que-deben-saber-sobre-los-electrodos-y-polaridad-que-deben-usar-en-la-soldadura-mma/

SOLDAR, D. M. (16 de 07 de 2012). *Diferente Maquinas de SOLDAR*. Obtenido de Diferente Maquinas de SOLDAR: https://metalisteria.wordpress.com/2012/07/23/diferente-maquinas-de-soldar/

SOLYMAN. (2023). *solyman* . Obtenido de solyman : https://www.solyman.com/tipos-de-maquinas-de-soldar-que-existen/

Villar, C. M. (2006). Troqueles y Troquelado. *metalactual* , pág. 8.