

Universidad de Alcalá

Escuela Politécnica Superior

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA
INDUSTRIAL

Trabajo Fin de Grado

**“Videotutoriales sobre uso de los diferentes entornos de
simulación de Autodesk Inventor y la generación de superficies
3D”**

Autor: Ana Cabello Cubillo

Tutor/es: Cristina Alén Cordero

2016

UNIVERSIDAD DE ALCALÁ

Escuela Politécnica Superior

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA INDUSTRIAL

Trabajo Fin de Grado

**“Videotutoriales sobre uso de los diferentes entornos de simulación de
Autodesk Inventor y la generación de superficies 3D”**

Alumno: Ana Cabello Cubillo.

Director: Cristina Alén Cordero.

Tribunal:

Presidente: D. Pablo Díaz Villar.

Vocal 1º: D. José Luis Álvarez Pérez.

Vocal 2º: Dña. Cristina Alén Cordero.

Calificación:

Fecha:

*“El valor de un acto realizado reside más en el
esfuerzo por llevarlo a cabo que en el
resultado”*

- Albert Einstein.

Agradecimientos

En primer lugar quiero agradecer a mi familia todo el apoyo y el cariño recibido durante estos años, en los buenos y en los malos momentos, sin permitir que me rindiese. Tampoco quiero olvidar a aquellos que ya no están, que sin duda han sido un pilar fundamental para mí: mis abuelos, que seguro que se sienten muy orgullosos de tener una nieta ingeniera; y mi gatita Mika, que ha compartido innumerables horas de estudio a mi lado.

Agradecer a todos mis amigos, en especial a Irati, por luchar conmigo durante la carrera y por todo su cariño.

Finalmente dar las gracias a mi tutora Cristina, por guiarme y conseguir con pequeñas indicaciones y retoques, que haya logrado hacer un proyecto de cuyo resultado me siento muy orgullosa.

Índice general

Resumen	41
Abstract	42
Resumen extendido.....	43
Memoria	46
1. Introducción	48
1.1. Estado del Arte	49
1.1.1. CAD	49
1.1.2. CAE	50
1.1.3. CAM	51
1.2. Autodesk Inventor Professional 2016	51
1.3. Objetivos.....	53
2. Antecedentes del proyecto	56
3. Superficies planas	59
3.1. Procesos De Conformado	61
3.1.1. Trabajo en caliente.....	61
3.1.2. Trabajo en frio	61
3.1.3. Técnicas de conformado	62
3.1.3.1.Doblado	62
3.1.3.2.Laminado.....	63
3.1.3.3.Embutido	64
3.1.3.4.Troquelado	64
3.1.3.5.Forjado	65
4. Aspectos generales	67
4.1. Creación de una pieza tipo chapa	67

4.2. Espacio de trabajo	69
4.2.1. Componentes del espacio de trabajo	69
4.2.1.1. Barra de herramientas de acceso rápido.....	70
4.2.1.2. Panel de encuadre y navegación	70
4.2.1.3. Ventana de espacios de trabajo.....	71
4.2.1.4. Navegador	71
4.2.1.5. Panel de cinta de opciones	72
5. Desarrollo de elementos metálicos tipo chapa	75
5.1. Módulo chapa.....	75
5.1.1 Configuración	75
5.1.2 Crear	78
5.1.2.1. Cara	79
5.1.2.2. Pestaña.....	80
5.1.2.3. Pestaña de contorno	82
5.1.2.4. Pestaña sollevada.....	83
5.1.2.5. Curva de contorno	86
5.1.2.6. Reborde.....	89
5.1.2.7. Dobleces	91
5.1.2.8. Pliegue.....	95
5.1.2.9. Derivar.....	98
5.1.3 Modificar	103
5.1.3.1. Cortar	103
5.1.3.2. Modificación de esquina	105
5.1.3.3. Punzones	107
5.1.3.4. Rotura.....	110
5.1.3.5. Desplegar/Replegar.....	112
5.1.3.6. Agujero	116
5.1.3.7. Redondeo de esquina	121

5.1.3.8.	Chañln de esquina.....	123
5.1.4	Operaciones de trabajo.....	125
5.1.4.1.	Plano.....	125
5.1.4.2.	Eje.....	127
5.1.4.3.	Punto.....	127
5.1.4.4.	Sistemas de coordenadas del usuario-SCU.....	128
5.1.5	Patrón.....	130
5.1.5.1.	Rectangular.....	130
5.1.5.2.	Circular.....	131
5.1.5.3.	Simetría.....	133
5.1.6	Desarrollo.....	134
5.1.6.1.	Definir lado A.....	134
5.1.6.2.	Crear desarrollo.....	135
5.1.6.3.	Crear pieza.....	140
5.1.6.4.	Crear componentes.....	142
5.2.	Módulo Modelo 3D.....	146
5.2.1.	Superficie.....	146
5.2.2.	Creación de superficies.....	147
5.2.3.	Modelado de superficies.....	154
6.	Entornos de Simulación.....	166
6.1.	Impresión 3D.....	167
6.1.1.	Definición de la impresora a utilizar.....	167
6.1.2.	Definición de la orientación y posición del modelo.....	169
6.1.3.	Especificación del modelo a imprimir.....	177
6.1.4.	Modificación del modelo a imprimir.....	179
6.1.5.	Visualización de la malla.....	180
6.1.6.	Configuración de opciones de impresión.....	181
6.1.7.	Herramienta Print Studio (opcional).....	182

6.1.8.	Generación del archivo para la impresión	186
6.2.	Entorno Tubos y Tuberías.....	188
6.2.1.	Acceso al entorno.....	188
6.2.2.	Generación de un conducto.....	190
6.2.3.	Operaciones en el conducto	205
6.3.	Convertir en conjunto soldado.....	210
6.3.1.	Proceso de Preparación	211
6.3.2.	Soldaduras.....	212
6.3.2.1.	Soldaduras de empalme.....	212
6.3.2.2.	Soldaduras para ranura	215
6.3.2.3.	Soldaduras ficticias.....	216
6.3.2.4.	Herramientas adicionales.....	218
6.3.3.	Mecanizado	220
7.	Aplicación práctica: Ejemplos.....	222
	PIEZA 1. CONDUCTO DE VENTILACIÓN.....	222
	PIEZA 2. ESCUADRA DE MESA.....	227
	PIEZA 3. CUBIERTA DE ORDENADOR.	238
	PIEZA 4. ESCUADRA SEMIFLEXIBLE.....	250
	PIEZA 5. CHAPA DE BOTELLA DE VIDRIO.	257
	PIEZA 6. CAFETERA.	263
	PIEZA 7. CONDUCTO DE TUBERÍA.....	277
	PIEZA 8.TUBERÍA DOBLE T.	286
8.	Conclusiones y Trabajos Futuros.....	305
	Anexo.....	308
	Medios Usados.....	312
	Presupuesto	314
	Bibliografía	317

Índice de figuras

Ilustración 1. Ejemplo de software CAD correspondiente a AutoCAD.....	50
Ilustración 2. Ejemplo de software CAE correspondiente a Inventor Autodesk.	50
Ilustración 3. Ejemplo de software CAM correspondiente a Mastercam.	51
Ilustración 4. Autodesk Inventor Professional 2016.	52
Ilustración 5. Ejemplo CAE integrada en Inventor.	38
Ilustración 6. Ejemplo CAD integrada en Inventor.	53
Ilustración 7. Ejemplo CAM integrada en Inventor.	53
Ilustración 8. Esquema proceso doblado.	47
Ilustración 9. Proceso doblado real.	62
Ilustración 10. Ejemplo doblado en V y en bordes, respect con Autodesk Inventor.....	62
Ilustración 11. Ejemplos de rebordes posibles.....	48
Ilustración 12. Ejemplo reborde con Inventor.	63
Ilustración 13. Esquema proceso de laminado.	63
Ilustración 14. Esquema proceso de embutición.	64
Ilustración 15. Ejemplos de diferentes procesos de embutido con Autodesk Inventor.	64
Ilustración 16. Esquema proceso de troquelado.....	64
Ilustración 17. Ejemplos diferentes procesos de troquelado con Autodesk Inventor...	65
Ilustración 18. Esquema proceso forjado.....	65
Ilustración 19. Interfaz inicial de Autodesk Inventor Professional 2016.....	67
Ilustración 20. Selección de nuevo archivo: Pieza tipo Chapa.	68
Ilustración 21. Selección de nuevo archivo: Pieza tipo Normal.	68
Ilustración 22. Cinta de opciones del entorno pieza normal.	69
Ilustración 23. Personalización del espacio de trabajo. Interfaz de inicio.	69
Ilustración 24. Componentes espacio trabajo entorno tipo chapa. Interfaz de inicio...	70
Ilustración 25. Barra de herramientas de acceso rápido. Interfaz de inicio.	70

Ilustración 26. Panel de encuadre y navegación. Interfaz de inicio.....	71
Ilustración 27. Ventanas de espacios de trabajo. Interfaz de inicio.....	71
Ilustración 28. Planos existentes en el navegador e historial del navegador, respectivamente. Interfaz de inicio.....	72
Ilustración 29. Cinta de opciones agrupada en módulos. Interfaz de inicio.	72
Ilustración 30. Comandos de la cinta de opciones. Interfaz de inicio.	73
Ilustración 31. Módulo chapa en Autodesk Inventor. Módulo Chapa.	75
Ilustración 32. Módulo Chapa. Grupo Configuración.....	76
Ilustración 33. Edición de estilos de lámina. Configuración.....	76
Ilustración 34. Configuración ángulo de plegado. Configuración.	77
Ilustración 35. Diferentes representaciones de punzonado I. Configuración.....	77
Ilustración 36. Diferentes representaciones de punzonado II. Configuración.....	77
Ilustración 37. Configuración del método de desahogo. Valores por defecto. Configuración.....	78
Ilustración 38. Configuración del método de plegado. Valores por defecto. Configuración.....	78
Ilustración 39. Herramientas que integran el Grupo Crear. Módulo Chapa.	79
Ilustración 40. Cuadro de diálogo de la herramienta chapa. Crear.	79
Ilustración 41. Ejemplos definición cara con diferente dirección de extrusión. Crear. .	79
Ilustración 42. Cuadro de diálogo del comando Pestaña. Crear.	80
Ilustración 43. Ejemplos Comando Pestaña: aristas individuales y contorno completo, respectivamente. Crear.	80
Ilustración 44. Configuración referencia de altura en el comando Pestaña. Crear.	81
Ilustración 45. Configuración de la posición del pliegue del comando Pestaña. Crear. .	82
Ilustración 46. Cuadro de diálogo de Pestaña Contorno.	67
Ilustración 47. Perfil creado. Pestaña Contorno. Crear.....	82
Ilustración 48. Configuración de la dirección de desfase. Crear.	83
Ilustración 49. Configuración de la extensión de anchura en el comando Pestaña de Contorno. Crear.....	83
Ilustración 50. Cuadro de diálogo Pestaña Solevada. Crear.....	84

Ilustración 51. Configuración de la dirección de desfase en Pestaña Solevada. Crear..	84
Ilustración 52. Tolerancia de la cuerda: valor predeterminado y valor modificado, respectivamente. Crear.....	85
Ilustración 53. Ángulo de la faceta: valor predeterminado y valor modificado, respectivamente. Crear.....	85
Ilustración 54. Distancia de faceta: valor predeterminado y valor modificado, respectivamente. Crear.....	85
Ilustración 55. Ejemplos de Pestaña Solevada tipo Moldeada y Plegadora, respectivamente. Crear.....	86
Ilustración 56. Cuadro de diálogo de Curva de Contorno.....	71
Ilustración 57. Perfil abierto. Curva de Contorno.....	86
Ilustración 58. Configuración del desfase del grosor en Curva de Contorno. Crear.....	87
Ilustración 59. Ejemplos de ángulos de curva del comando Contorno de Curva. Crear.	87
Ilustración 60. Configuración de la ubicación del lado revolucionado. Crear.....	88
Ilustración 61. Método anulación. Ejes neutros. Curva de Contorno. Crear.....	88
Ilustración 62. Método anulación. Diferentes longitudes desarrolladas: 5mm y 50mm, respectivamente. Crear.....	88
Ilustración 63. Método de anulación. Diferentes radios neutros: 9mm y 30mm, respectivamente. Crear.....	89
Ilustración 64. Cuadro de diálogo del comando Reborde. Crear.....	89
Ilustración 65. Estilos de reborde: único, con telón, cilindrado y doble, respectivamente. Crear.....	90
Ilustración 66. Estilos de reborde con cambio de sentido: único, con telón, cilindrado y doble. Crear.....	90
Ilustración 67. Comparativa Reborde Único configurado diferentes valores. Crear.....	90
Ilustración 68. Configuración del método de desahogo. Reborde. Crear.....	91
Ilustración 69. Ejemplo recorte de caras. Comando Doble. Crear.....	91
Ilustración 70. Ejemplo aumento de cara. Comando Doble. Crear.....	91
Ilustración 71. Cuadro de diálogo del comando Doble. Crear.....	92

Ilustración 72. Configuración radio de plegado: predeterminado y radio = 3mm, respectivamente. Doble. Crear.	92
Ilustración 73. Dobles rectos en caras perpendiculares. Comando Doble. Crear. ...	93
Ilustración 74. Configuración "Ajustar aristas" del comando Doble. Crear.....	93
Ilustración 75. Configuración "45grados" del comando Doble. Crear.....	94
Ilustración 76. Configuración "Radio Completo" del comando Doble. Crear.....	94
Ilustración 77. Configuración "90grados" del comando Doble. Crear.....	94
Ilustración 78. Ejemplo de cambio de arista fija en el comando Doble. Crear.....	95
Ilustración 79. Cuadro de diálogo Pliegue. Crear.	95
Ilustración 80. Procedimiento verificado líneas cerradas en comando Pliegue. Crear.	96
Ilustración 81. Ubicación de la ubicación del pliegue: eje, inicio y fin, respectivamente. Pliegue. Crear.....	96
Ilustración 82. Resultado tras aplicar los diferentes métodos de ubicación del pliegue. Pliegue. Crear.....	96
Ilustración 83. Ejemplo de cara plegado hacia arriba. Pliegue. Crear.....	97
Ilustración 84. Ejemplo de cara plegado hacia abajo. Pliegue. Crear.	97
Ilustración 85. Proceso de elaboración de una pieza con diferentes tipos de pliegues I. Pliegue. Crear.....	98
Ilustración 86. Proceso de elaboración de una pieza con diferentes tipos de pliegues II. Pliegue. Crear.....	98
Ilustración 87. Selección de la pieza a derivar. Crear.	99
Ilustración 88. Pieza derivada y cuadro de diálogo, respectivamente. Crear.	99
Ilustración 89. Estilos de derivación: fusión sin conservación de uniones, fusión con conservación de uniones, mantener cuerpos sólidos independientes y superficies, respectivamente. Crear.	100
Ilustración 90. Componentes de la pieza original. Crear.....	100
Ilustración 91. Configuración de pieza derivada. Crear.	101
Ilustración 92. Operaciones de componente base: Pestaña "Mostrar todos los objetos": activa y desactivada. Crear.	101

Ilustración 93. Configuración "Utilización anulación de color del componente base". Crear.	102
Ilustración 94. Factor Escala y simetría sobre pieza derivada. Crear.	102
Ilustración 95. Factor escala 1 y 1/2 sobre pieza derivada, respectivamente. Crear. .	102
Ilustración 96. Cinta de opciones. Modificar.	103
Ilustración 97. Cuadro de diálogo del comando Cortar. Modificar.	103
Ilustración 98. Proceso de corte. Modificar.	103
Ilustración 99. Configuración de la dirección del corte. Modificar.	104
Ilustración 100. Comparativa entre corte normal y corte en pliegue, respectivamente. Modificar.	104
Ilustración 101. Ejemplo de desplegado de esquinas. Modificación de esquinas.Modificar.	105
Ilustración 102. Cuadro diálogo del comando Modificación de esquinas. Modificar..	105
Ilustración 103. Ejemplos de configuración modificación esquina: distancia de separación máxima. Modificar.	106
Ilustración 104. Configuración modificación de esquina: distancia cara. Sin solapamiento y dos tipos de solapamiento, respectivamente. Modificar.	106
Ilustración 105. Proceso de punzonado I. Modificar.	107
Ilustración 106. Proceso de punzonado II. Modificar.	107
Ilustración 107. Ventana de selección del punzón. Punzones. Modificar.	108
Ilustración 108. Configuración del comando punzones. Modificar.	108
Ilustración 109. Configuración del tamaño del punzón en función de la selección del mismo. Modificar.	109
Ilustración 110. Ejemplos punzones elaborados en Inventor Autodesk. Modificar. ...	109
Ilustración 111. Cuadro de diálogo del comando Rotura. Modificar.	110
Ilustración 112. Ejemplo de Proceso de Rotura. Modificar.	110
Ilustración 113. Conjunto de ejemplos de rotura parcial I. Modificar.	111
Ilustración 114. Conjunto de ejemplos de rotura parcial II. Modificar.	111
Ilustración 115. Configuración desfase del valor de separación. Rotura. Modificar. ...	111
Ilustración 116. Proceso de rotura en piezas curvas. Modificar.	112

Ilustración 117. Ejemplos de rotura completa de cara. Modificar.....	112
Ilustración 118. Cuadro de diálogo del comando Desplegar. Modificar.....	113
Ilustración 119. Ejemplos de selección de referencia estacionaria. Comando Desplegar. Modificar.	113
Ilustración 120. Ejemplos de desplegado parcial y total de una pieza I. Desplegado. Modificar.	114
Ilustración 121. Ejemplos de desplegado parcial y total de una pieza II. Desplegado. Modificar.	114
Ilustración 122. Ejemplos de desplegado parcial y total de una pieza III. Desplegado. Modificar.	114
Ilustración 123. Cuadro de diálogo del comando Replegar. Modificar.....	115
Ilustración 124. Ejemplo del proceso de replegado I. Modificar.	115
Ilustración 125. Ejemplo del proceso de replegado II. Modificar.	115
Ilustración 126. Cuadro de diálogo del comando agujero. Modificar.....	116
Ilustración 127. Ejemplo del método de inserción: desde boceto. Comando agujero. Modificar.	117
Ilustración 128. Ejemplo método de inserción: lineal. Comando agujero. Modificar.	117
Ilustración 129. Ejemplo método inserción: concéntrica. Coma agujero. Modificar. .	117
Ilustración 130. Ejemplo método de inserción: punto. Comando agujero. Modificar.	118
Ilustración 131. Tipos de agujero: taladro, escariado, refrentado y avellanado. Comando agujero. Modificar.....	118
Ilustración 132. Esquema del método de terminación: distancia en función del tipo de agujero. Modificar.	119
Ilustración 133. Configuración punta del taladro. Comando agujero. Modificar.	119
Ilustración 134. Ejemplos de diferentes configuraciones de puntas angulares de taladro. Modificar.....	120
Ilustración 135. Configuración de agujero con juego. Comando agujero. Modificar. .	120
Ilustración 136. Configuración de agujero roscado. Comando agujero. Modificar.	120
Ilustración 137. Configuración agujero roscado cónico. Coman agujero. Modificar...	121
Ilustración 138. Cuadro de diálogo del comando Redondeo de Esquina. Modificar...	121

Ilustración 139. Ejemplo configuración esquina. Redondeo de esquinas. Modificar. .	122
Ilustración 140. Ejemplo configuración operación. Redondeo esquinas I. Modificar.	122
Ilustración 141. Ejemplo configuración operación. Redondeo esquinas II. Modificar.	122
Ilustración 142. Ejemplo chaflán esquina: única distancia de 4mm. Modificar.....	123
Ilustración 143. Ejemplo chaflán definido con una distancia y un ángulo. Modificar.	124
Ilustración 144. Ejemplo chaflán definido a partir de dos distancias. Modificar.....	124
Ilustración 145. Ejemplo chaflán definido a partir de dos distancias. Inversión de lados. Modificar.	124
Ilustración 146. Chapa. Operaciones de trabajo.	125
Ilustración 147. Colección de opciones del Comando plano. Operaciones de trabajo.	126
Ilustración 148. Ejemplos de diferentes aplicaciones del comando Plano I. Operaciones de trabajo.	126
Ilustración 149. Ejemplos de diferentes aplicaciones del comando Plano II. Operaciones de trabajo.	126
Ilustración 150. Posibilidades de diseño del comando eje. Operaciones de trabajo. .	127
Ilustración 151. Generación de ejes y definición de un plano a partir de ejes. Operaciones de trabajo.	127
Ilustración 152. Posibilidades del comando punto. Operaciones de trabajo.	128
Ilustración 153. Definición de eje y plano, respec a partir de puntos. Operaciones de trabajo.	128
Ilustración 154. Pasos 1 y 2, respectivamente. Configuración SCU. Operaciones de trabajo.	129
Ilustración 155. Paso 3 y resultado final, respectivamente. Nuevo SCU. Operaciones de trabajo.	129
Ilustración 156. Chapa. Patrón.	130
Ilustración 157. Cuadro de diálogo del patrón rectangular. Patrón.	130
Ilustración 158. Ejemplos del patrón rectangular con diferentes configuraciones de entrada. Patrón.....	131
Ilustración 159. Cuadro de diálogo del patrón circular. Patrón.	132

Ilustración 160. Ejemplo patrón circular con diferentes configuraciones de entrada. Patrón.	132
Ilustración 161. Cuadro de diálogo del patrón de simetría. Patrón.....	133
Ilustración 162. Ejemplo comando simetría. Patrón.....	133
Ilustración 163. Módulo Chapa. Grupo Desarrollo.....	134
Ilustración 164. Ejemplos diferentes definiciones del lado A en piezas. Desarrollo....	134
Ilustración 165. Entrada Definición lado A en el navegador. Desarrollo.	135
Ilustración 166. Desarrollo de pieza con pliegues. Desarrollo.	135
Ilustración 167. Cinta de opciones del comando Desarrollo. Desarrollo.....	135
Ilustración 168. Aplicación de operaciones sobre pieza desarrollada. Desarrollo.	136
Ilustración 169. Ventana emergente al aplicar operaciones sobre pieza desarrollada. Desarrollo.	136
Ilustración 170. Cuadro de diálogo “Editar definición de desarrollo”. Desarrollo.....	136
Ilustración 171. Configuración de alineación vertical y horizontal, respectivamente. Desarrollo.	137
Ilustración 172. Ángulo de rotación sobre pieza desarrollada. Desarrollo.	137
Ilustración 173. Extensión de desarrollo sobre pieza. Desarrollo.....	138
Ilustración 174. Configuración por defecto de Anotación de Orden de Pliegues. Desarrollo.	138
Ilustración 175. Config “Reorganización Dirigida” Anotación de Orden de Pliegues. Desarrollo.	138
Ilustración 176. Configuración “Reorganización Secuencial” de Anotación de Orden de Pliegues. Desarrollo.....	139
Ilustración 177. Edición individual del orden de pliegue. Desarrollo.....	139
Ilustración 178. Cuadro de diálogo del comando Crear Pieza. Desarrollo.....	140
Ilustración 179. Configuración operaciones derivación en Crear Pieza. Desarrollo. ...	141
Ilustración 180. Información de la nueva pieza creada. Desarrollo.....	142
Ilustración 181. Información del ensamblaje donde irá insertada la pieza creada. Desarrollo.	142

Ilustración 182. Navegador del ensamblaje creado tras ejecutar el comando Crear Componentes. Desarrollo.....	143
Ilustración 183. Cuadro de diálogo del comando Crear Componentes: Selección. Desarrollo.	143
Ilustración 184. Cuerpos sólidos definidos en el comando Crear Componentes. Desarrollo.	143
Ilustración 185. Información del ensamblaje donde irá insertada la pieza creada. Desarrollo.	144
Ilustración 186. Cuadro de diálogo del comando Crear Componentes: Cuerpos. Desarrollo.	144
Ilustración 187. Parámetros a incluir en el nuevo componente procedente del componente base. Desarrollo.	145
Ilustración 188. Módulo Modelo 3D en Autodesk Inventor Professional 2016.....	146
Ilustración 189. Superficies. Módulo modelo 3D.	146
Ilustración 190. Grupo crear y cómo definir operación con superficies. Superficie.	147
Ilustración 191. Cuadro de diálogo del comando Extrusión. Superficie.	147
Ilustración 192. Procedimiento de aplicación del comando Extrusión de superficies. Superficie.....	148
Ilustración 193. Comparativa entre extrusión de superficie y de sólido, respectivamente. Superficie.....	148
Ilustración 194. Cuadro de diálogo del comando Revolución. Superficie.....	148
Ilustración 195. Procedimiento de aplicación del comando Revolución de superficies. Superficie.....	149
Ilustración 196. Comparativa Revolución de superficie y de sólido, respectivamente. Superficie.....	149
Ilustración 197. Cuadro de diálogo del comando Barrido. Superficie.....	150
Ilustración 198. Procedimiento de aplicación del comando Barrido de superficies. Superficie.....	150
Ilustración 199. Comparativa entre Barrido de superficie y de sólido, respectivamente. Superficie.....	150

Ilustración 200. Cuadro de diálogo del comando Solevación. Superficie.	151
Ilustración 201. Solevación configuración railes. Superficie.	151
Ilustración 202. Comparativa entre Revolución de superficie y de sólido, respectivamente. Superficie.....	152
Ilustración 203. Cuadro de diálogo del comando Superficie de contorno. Superficie.	152
Ilustración 204. Proceso para generar una superficie mediante un contorno cerrado-condición libre. Superficie.	152
Ilustración 205. Proceso para generar una superficie mediante un contorno cerrado-condición tangente. Superficie.....	153
Ilustración 206. Proceso para generar una superficie mediante un contorno cerrado-condición suavizado. Superficie.	153
Ilustración 207. Superficie de contorno – conf. tangente con peso: 0.2, 0.5 y 0.8, respectivamente. Superficie.....	153
Ilustración 208. Comando Superficie de contorno actuando como Solevación. Superficie.....	154
Ilustración 209. Cuadro de diálogo del comando Coser. Superficie.	154
Ilustración 210. Ventana de Navegador durante el proceso de cosido. Superficie. ...	155
Ilustración 211. Ejemplo Cuerpo sólido creado tras haber cosido un volumen cerrado I. Superficie.....	155
Ilustración 212. Ejemplo Cuerpo sólido creado tras haber cosido un volumen cerrado II. Superficie.....	155
Ilustración 213. Lista de aristas libres restantes en comando coser. Superficie.....	156
Ilustración 214. Ejemplo de Superficie cosida I. Superficie.....	156
Ilustración 215. Ejemplo de Superficie cosida II. Superficie.....	156
Ilustración 216. Cuadro de diálogo del comando Esculpir. Superficie.....	157
Ilustración 217. Ejemplo del comando Esculpir - configuración Añadir. Superficie. ...	157
Ilustración 218. Ejemplo del comando Esculpir - configuración Eliminar. Superficie..	157
Ilustración 219. Ejemplo comando Esculpir - config Nuevo Sólido. Superficie.	158
Ilustración 220. Cuadro de diálogo del comando Superficie Reglada. Superficie.....	158

Ilustración 221. Aplicación de superficie reglada normal sobre diferentes contornos de un cuerpo. Superficie.....	158
Ilustración 222. Aplicación de superficie reglada normal sobre diferentes aristas de una superficie. Superficie.	159
Ilustración 223. Aplicación Superficie Reglada Tangente sobre diferentes aristas de un cuerpo. Superficie.....	159
Ilustración 224. Aplicación de Superficie Reglada Tangente sobre diferentes aristas de una superficie. Superficie.	159
Ilustración 225. Aplicación de Superficie Reglada de Barrido con definida con diferentes vectores I. Superficie.	159
Ilustración 226. Aplicación de Superficie Reglada de Barrido con definida con diferentes vectores II. Superficie.	160
Ilustración 227. Aplicación de Superficie Reglada de Barrido con definida con diferentes vectores III. Superficie.	160
Ilustración 228. Modificación del sentido del alargamiento de la Superficie Reglada. Superficie.....	160
Ilustración 229. Cuadro de diálogo del comando Recortar. Superficie.....	160
Ilustración 230. Proceso de recortado de superficies I. Superficie.	161
Ilustración 231. Proceso de recortado de superficies II. Superficie.	161
Ilustración 232. Estado final de la pieza recortada. Superficie.	161
Ilustración 233. Cuadro de diálogo del comando Alargar. Superficie.....	162
Ilustración 234. Superficie reglada para alargar superficies curvas. Superficie.....	162
Ilustración 235. Comando Alargar aplicado a diferentes aristas de una misma superficie. Superficie.	162
Ilustración 236. Diferentes direcciones extensión en comando Alargar. Superficie. ...	163
Ilustración 237. Estirar y alargar respectivamente. Superficie.	163
Ilustración 238. Cuadro de diálogo del comando Reemplazar cara. Superficie.....	164
Ilustración 239. Proceso de reemplazo de cara I. Superficie.	164
Ilustración 240. Proceso de reemplazo de cara II. Superficie.	164

Ilustración 241. Cinta de opciones del módulo Entornos del espacio de trabajo Ensamblajes.....	166
Ilustración 242. Cinta de opciones del módulo Entornos del espacio de trabajo Pieza Chapa.....	166
Ilustración 243. Barra de herramientas del Entono de Impresión 3D.	167
Ilustración 244. Desplegable de lista de impresoras 3D. Entorno Impresión 3D.....	168
Ilustración 245. Otras Impresoras. Entorno Impresión 3D.....	168
Ilustración 246. Ejemplos Definir Orientación con respecto a la cama I. Entorno Impresión 3D.	169
Ilustración 247. Ejemplos Definir Orientación con respecto a la cama II. Entorno Impresión 3D.	169
Ilustración 248. Ejemplos Definir Orientación con respecto a la pared I. Entorno Impresión 3D.	170
Ilustración 249. Ejemplos de Definición de posición. Entorno Impresión 3D.	170
Ilustración 250. Barra herramientas del comando Edición Directa - Desplazar. Entorno Impresión 3D.	171
Ilustración 251. Proceso de Desplazamiento mediante Orientación Universal. Entorno Impresión 3D.	171
Ilustración 252. Proceso de Desplazamiento mediante Orientación Local. Entorno Impresión 3D.	172
Ilustración 253. Barra de herramientas del comando Edición Directa - Girar. Entorno Impresión 3D.	172
Ilustración 254. Proceso de Rotación mediante Orientación Universal. Entorno Impresión 3D.	173
Ilustración 255. Proceso Rotación en Orientación Local. Entorno Impresión 3D.	173
Ilustración 256. Barra herramientas del comando Edición Directa - Tamaño. Entorno Impresión 3D.	173
Ilustración 257. Proceso cambio de tamaño en desfase, radio y diámetro, respec. Impresión 3D.	174

Ilustración 258. Barra de herramientas del comando Edición Directa - Escala. Entorno Impresión 3D.	174
Ilustración 259. Ejemplo Escalada configuración uniforme. Impresión en 3D.	175
Ilustración 260. Proceso Escalada no uniforme mediante Orientación Local. Entorno Impresión 3D.	175
Ilustración 261. Proceso Escalada no uniforme conOrientación Universal. Entorno Impresión 3D.	175
Ilustración 262. Barra de herramientas comando Edición Directa - Suprimir. Entorno Impresión 3D.	176
Ilustración 263. Ejemplo del proceso de suprimir I. Impresión 3D.	176
Ilustración 264. Ejemplo del proceso de suprimir II. Entorno Impresión 3D.	176
Ilustración 265. Parámetros control del comando Partición. Entorno Impresión 3D..	177
Ilustración 266. Especificación de la partición entre cuerpos con ayuda del desfase de plano. Entorno Impresión 3D.	177
Ilustración 267. Generación de pilastras. Entorno Impresión 3D.	178
Ilustración 268. Edición de boceto de pilastras y acabado final de la partición. Entorno Impresión 3D.	179
Ilustración 269. Proceso de edición de la pieza. Entorno Impresión 3D.....	179
Ilustración 270. Cinta opciones proceso edición de piezas. Entorno Impresión 3D. ...	179
Ilustración 271. Visualización de malla. Entorno Impresión 3D.....	180
Ilustración 272. Visualización aristas malla de triangulación. Entorno Impresión 3D.	180
Ilustración 273. Cuadro de diálogo del comando Opciones de Impresión. Entorno Impresión 3D.	181
Ilustración 274. Ventana emergente de Print Studio. Entorno Impresión 3D.	183
Ilustración 275. Interfaz de usuario de Print Studio. Entorno Impresión 3D.....	183
Ilustración 276. Acceso configuración avanzada impresión 3D Print Studio. Entorno Impresión 3D.	184
Ilustración 277. Configuración avanzada sobre los parámetros de impresión en Print Studio. Entorno Impresión 3D.	184

Ilustración 278. Generación de soportes de forma automática en Print Studio. Entorno Impresión 3D.	185
Ilustración 279. Análisis geometría pieza en Print Studio. Entorno Impresión 3D.	186
Ilustración 280. Ventana para Guardar archivo STL. Entorno Impresión 3D.	186
Ilustración 281. Proceso de exportación de archivo mediante Print Studio I. Entorno Impresión 3D.	187
Ilustración 282. Proceso de exportación de archivo mediante Print Studio II. Entorno Impresión 3D.	187
Ilustración 283. Proceso de exportación de archivo mediante Print Studio III. Entorno Impresión 3D.	187
Ilustración 284. Ventana emergente tras seleccionar el Entorno Tubos y tuberías. Entorno Tubos y Tuberías.	188
Ilustración 285. Selección del nombre y la ubicación de los archivos. Entorno Tubos y Tuberías.	189
Ilustración 286. Cinta de opciones del Entorno Tubos y Tuberías. Entorno Tubos y Tuberías.	189
Ilustración 287. Componentes integran el navegador. Entorno Tubos y Tuberías.	189
Ilustración 288. Cuadro de diálogo de Estilos de tubos y tuberías. Entorno Tubos y Tuberías.	190
Ilustración 289. Activación del estilo de tubos y tuberías deseado. Entorno Tubos y Tuberías.	191
Ilustración 290. Estilo de configuración activo. Entorno Tubos y Tuberías.	191
Ilustración 291. Selección nombre y ubicación del nuevo enrutamiento. Entorno Tubos y Tuberías.	192
Ilustración 292. Cinta de opciones del comando Enrutamiento. Entorno Tubos y Tuberías.	192
Ilustración 293. Enrutamiento definido a partir del centro del origen del entorno. Entorno Tubos y Tuberías.	193
Ilustración 294. Método de asignación de valor al enrutamiento teclado. Entorno Tubos y Tuberías.	193

Ilustración 295. Valor de longitud válido e incorrecto respectivamente. Entorno Tubos y Tuberías.	194
Ilustración 296. Final proceso del enrutamiento manual. Entorno Tubos y Tuberías.	194
Ilustración 297. Proceso de enrutamiento automático I. Entornos Tubos y Tuberías.	195
Ilustración 298. Proceso de enrutamiento automático II. Entornos Tubos y Tuberías.	195
Ilustración 299. Ruta derivada formada por boceto de líneas rectas. Entorno Tubos y Tuberías.	196
Ilustración 300. Ruta derivada formada por bocetos con pliegues. Entornos Tubos y Tuberías.	196
Ilustración 301. Edición de enrutamientos: comando dobleces. Entorno Tubos y Tuberías.	197
Ilustración 302. Restricción de perpendicularidad entre segmento de enrutamiento y cara. Entorno Tubos y Tuberías.	197
Ilustración 303. Comparativa entre conducto con nodo insertado y sin él, resp. Entornos Tubos y Tuberías.	198
Ilustración 304. Proceso desplazamiento de segmentos en enrutamiento automático. Entorno Tubos y Tuberías.	198
Ilustración 305. Proceso de generación de Punto fijo. Entornos Tubos y Tuberías.	199
Ilustración 306. Edición enrutamientos: comando Cota. Entorno Tubos y Tuberías.	199
Ilustración 307. Comando parámetros. Entorno Tubos y Tuberías.	200
Ilustración 308. Cinta de opciones del conducto. Entorno Tubos y Tuberías.	200
Ilustración 309. Proceso de llenado de enrutamiento. Entorno Tubos y Tuberías.	201
Ilustración 310. Accesorios disponibles en el Centro de Contenido. Entorno Tubos y Tuberías.	201
Ilustración 311. Configuración del estilo establecido en el conducto. Entorno Tubos y Tuberías.	202
Ilustración 312. Configuración de los parámetros del accesorio. Entornos Tubos y Tuberías.	202
Ilustración 313. Cuadro de diálogo del comando Conectar accesorios. Entorno Tubos y Tuberías.	203

Ilustración 314. Ejemplo de conexión de accesorios sobre el extremo del conducto I. Entorno Tubos y Tuberías.....	203
Ilustración 315. Ejemplo de conexión de accesorios sobre el extremo del conducto II. Entorno Tubos y Tuberías.....	204
Ilustración 316. Ejemplo de conexión de accesorios sobre conexión del conducto II. Entorno Tubos y Tuberías.....	204
Ilustración 317. Archivo ISOGEN. Entorno Tubos y Tuberías.	205
Ilustración 318. Cinta de opciones principal de Tubos y Tuberías. Entorno Tubos y Tuberías.	205
Ilustración 319. Configuración de estilo - autodrenante. Entornos Tubos y Tuberías.	206
Ilustración 320. Cuadro de diálogo Definir Gravedad. Entorno Tubos y Tuberías.....	206
Ilustración 321. Definición dirección de la gravedad. Entorno Tubos y Tuberías.	206
Ilustración 322. Cuadro de diálogo para crear nuevos componentes sobre el espacio de trabajo. Entorno Tubos y Tuberías.	207
Ilustración 323. Cinta de opciones del Módulo 3D. Entorno Tubos y Tuberías.	207
Ilustración 324. Proceso para definir la posición de un conducto. Entorno Tubos y Tuberías.	208
Ilustración 325. Proceso para definir la orientación de un conducto. Entorno Tubos y Tuberías.	208
Ilustración 326. Vista del conducto relleno y los enrutamientos que lo forman, resp. Entorno Tubos y Tuberías.....	208
Ilustración 327. Lista de materiales presentes en el ensamblaje. Entornos de Tubos y Tuberías.	209
Ilustración 328. Ventana emergente informativa. Entorno Convertir en Conjunto Soldado.	210
Ilustración 329. Configuración del proceso de soldadura. Entorno Convertir en Conjunto Soldado.	210
Ilustración 330. Cinta de opciones del Entono de Convertir en Conjunto Soldado.....	211
Ilustración 331. Cinta de opciones proceso preparación. Entorno Convertir en Conjunto Soldado.	211

Ilustración 332. Cinta de opciones en el proceso soldadura. Entorno Convertir en Conjunto Soldado.	212
Ilustración 333. Cuadro de diálogo del comando Soldadura Empalmes. Entorno Convertir en Conjunto Soldado.	212
Ilustración 334. Diferentes soldaduras de empalme en función de los parámetros. Entorno Convertir en Conjunto Soldado.	213
Ilustración 335. Contornos plano, convexo y cóncavo, respectivamente. Entorno Convertir en Conjunto Soldado.	214
Ilustración 336. Ejemplos cordón de soldadura intermitente. Entorno Convertir en Conjunto Soldado.	214
Ilustración 337. Cuadro de diálogo del comando Soldadura Para Ranuras. Entorno Convertir en Conjunto Soldado.	215
Ilustración 338. Ignorar contornos internos. Convertir en Conjunto Soldado.....	216
Ilustración 339. Ejemplos de dirección de llenado y relleno radial. Entorno Convertir en Conjunto Soldado.	216
Ilustración 340. Cuadro de diálogo del comando Soldadura Ficticias. Entorno Convertir en Conjunto Soldado.	217
Ilustración 341. Soldadura ficticia en arista, cadena y contorno, resp. Entorno Convertir en Conjunto Soldado.	217
Ilustración 342. Cuadro de diálogo del comando Símbolo. Entorno Convertir en Conjunto Soldado.	218
Ilustración 343. Configuración de los parámetros del comando símbolo. Entorno Convertir en Conjunto Soldado.	219
Ilustración 344. Ejemplo definición de parámetros intermitentes. Entorno Convertir en Conjunto Soldado.	219
Ilustración 345. Proceso de generación Informe del cordón. Entorno Convertir en Conjunto Soldado.	219
Ilustración 346. Informe del cordón. Entorno Convertir en Conjunto Soldado.....	220
Ilustración 347. Cinta opciones en el proceso mecanizado. Entorno Convertir en Conjunto Soldado.	220

Ilustración 348. Pieza 1. Conducto de Ventilación.....	222
Ilustración 349. Pasos 2 y 3 de la Pieza 1. Conducto de Ventilación.....	223
Ilustración 350. Paso 4 de la Pieza 1. Conducto de Ventilación.....	223
Ilustración 351. Comando pestaña sollevada. Conducto de Ventilación.....	224
Ilustración 352. Comando patrón circular. Conducto de Ventilación.....	224
Ilustración 353. Paso 8 - Generación de planos. Conducto de Ventilación.	225
Ilustración 354. Pasos 10 y 11- coman pestaña sollevada. Conducto de Ventilación. .	225
Ilustración 355. Paso 13- comando pestaña sollevada. Conducto de Ventilación.	226
Ilustración 356. Paso 14 y 15 - Boceto patrón circular. Conducto ventilación.	226
Ilustración 357. Paso 16 - Comando agujero y resultado final. Conducto ventilación.	226
Ilustración 358. Pieza 2. Escuadra de mesa.....	227
Ilustración 359. Boceto principal de la Pieza 2. Escuadra de mesa.....	227
Ilustración 360. Boceto Pieza 2 tras su recorte. Escuadra de mesa.....	228
Ilustración 361. Uso del comando Cara sobre el boceto Pieza 2. Escuadra de mesa. .	228
Ilustración 362. Pasos 5 y 6 de la Pieza 3. Escuadra de mesa.	228
Ilustración 363. Creación de líneas de pliegue en la Pieza 2. Escuadra de mesa.....	229
Ilustración 364. Plegado de la Cara 2 de la Pieza 2. Escuadra de mesa.	229
Ilustración 365. Pieza 3 plegada. Escuadra mesa.	230
Ilustración 366. Proceso de desplegado de la figura de la Cara 2. Escuadra de mesa.	230
Ilustración 367. Proceso de desplegado de la figura de la Cara 1. Escuadra de mesa.	230
Ilustración 368. Pestaña sollevada sobe Boceto 1 y 2. Escuadra de mesa.	231
Ilustración 369. Utilización del comando Pestaña sobre Pieza 2. Escuadra de mesa. .	231
Ilustración 370. Cara sobre la que se realiza el nuevo boceto. Escuadra de mesa.....	232
Ilustración 371. Boceto y resultado final tras aplicar simetría. Escuadra de mesa.....	232
Ilustración 372. Resultado del paso 14. Escuadra de mesa.	232
Ilustración 373. Aplicación del comando chaflán de esquinas. Escuadra de mesa.	233
Ilustración 374. Operación agujero sobre Pieza 2. Escuadra de mesa.....	233
Ilustración 375. Proceso de generación de agujeros sobre Pieza 2. Escuadra mesa...	233
Ilustración 376. Nuevo boceto insertado sobre Pieza 2. Fuente. Elaboración propia.	234

Ilustración 377. Proceso agujereado y resultado final del paso 17. Escuadra mesa. ...	234
Ilustración 378. Punto sobre origen de la pieza. Escuadra de mesa.....	234
Ilustración 379. Selección del tipo de punzón. Escuadra de mesa.....	235
Ilustración 380. Definición del centro del punzón. Escuadra de mesa.	235
Ilustración 381. Modificación de la orientación del punzón. Escuadra de mesa.....	235
Ilustración 382. Configuración del tamaño y forma del punzón. Escuadra de mesa...	236
Ilustración 383. Resultado final tras la operación de punzonado. Escuadra de mesa.	236
Ilustración 384. Proceso de Replegado sobre Pieza 3. Escuadra de mesa.....	236
Ilustración 385. Plegado de lateral izquierdo de la pieza. Escuadra de mesa.....	237
Ilustración 386. Operación Simetría sobre plano XY. Escuadra de mesa.....	237
Ilustración 387. Diseño final de la Escuadra de mesa. Escuadra mesa.	237
Ilustración 388. Pieza 3. Cubierta de ordenador.....	238
Ilustración 389. Boceto Pieza 3. Cubierta de ordenador.....	238
Ilustración 390. Aplicación del comando Cara sobre Pieza 3. Cubierta de ordenador.	239
Ilustración 391. Configuración del comando Pestaña sobre Pieza 3. Cubierta de ordenador.....	239
Ilustración 392. Aplicación del comando Pestaña de 125mm sobre Pieza 3. Cubierta de ordenador.....	239
Ilustración 393. Aplicación del comando Pestaña de 20mm sobre Pieza 3. Cubierta de ordenador.....	240
Ilustración 394. Configuración del comando Modificación de esquinas sobre Pieza 3. Cubierta de ordenador.	240
Ilustración 395. Modificación de esquinas sobre Pieza 3. Cubierta de ordenador.....	240
Ilustración 396. Aplicación del comando Pestaña de 20mm sobre Pieza 3. Cubierta de ordenador.....	241
Ilustración 397. Boceto Parte1 sobre pestaña de la Pieza 6. Cubierta de ordenador.	241
Ilustración 398. Elaboración de boceto sobre parte superior de la pestaña 1 I. Cubierta de ordenador.....	242
Ilustración 399. Elaboración boceto sobre parte superior de la pestaña 1 II. Cubierta de ordenador.....	242

Ilustración 400. Generación ranuras sobre parte superior de la pestaña 1 III. Cubierta de ordenador.....	242
Ilustración 401. Elaboración boceto sobre parte superior de la pestaña 1 IV. Cubierta de ordenador.....	243
Ilustración 402. Patrón circular sobre parte superior de la pestaña 1 de la Pieza 3 V. Cubierta de ordenador.	243
Ilustración 403. Boceto parte superior de la pestaña 1 de la Pieza 3 I. Cubierta de ordenador.....	243
Ilustración 404. Boceto parte superior de la pestaña 1 de la Pieza 3 II. Cubierta de ordenador.....	244
Ilustración 405. Boceto parte superior de la pestaña 1 de la Pieza 3 III. Cubierta de ordenador.....	244
Ilustración 406. Boceto parte superior de la pestaña 2 de la Pieza 3. Cubierta de ordenador.....	245
Ilustración 407. Aplicación patrón rectangular sobre pestaña 2 de Pieza 3. Cubierta de ordenador.....	245
Ilustración 408. Boceto parte superior de la pestaña 2 de la Pieza 3. Cubierta de ordenador.....	245
Ilustración 409. Aplicación del comando simetría sobre la parte central de la Pieza 3. Cubierta del ordenador.	246
Ilustración 410. Resultado final del boceto de la Pieza 6. Cubierta del ordenador.....	246
Ilustración 411. Aplicación comando cortar sobre Pieza 3. Cubierta de ordenador. ...	247
Ilustración 412. Definición de plano XZ desfasado 5mm del origen. Cubierta de ordenador.....	247
Ilustración 413. Boceto plano desfasado en la Pieza 3. Cubierta de ordenador.	247
Ilustración 414. Aplicación comando Cara sobre rectángulos del paso 15 de la Pieza 3. Cubierta del ordenador.	248
Ilustración 415. Aplicación comando Doble sobre Pieza 3. Cubierta del ordenador.	248
Ilustración 416. Resultado final tras el proceso de Doble. Cubierta del ordenador. .	248

Ilustración 417. Aplicación del comando Replegar sobre Pieza 3. Cubierta del ordenador.....	249
Ilustración 418. Aplicación comando Chaflán sobre Pieza 3. Cubierta de ordenador.	249
Ilustración 419. Resultado final de la Pieza 3. Cubierta de ordenador.	249
Ilustración 420. Pieza 4. Escuadra de mesa.....	250
Ilustración 421. Boceto Pieza 4. Escuadra semiflexible.....	250
Ilustración 422. Utilización del comando Contorno Pestaña sobre Pieza 4. Escuadra Semiflexible.	251
Ilustración 423. Inserción de pestañas metálicas de 90º sobre Pieza 4. Escuadra Semiflexible.	251
Ilustración 424. Inserción de pestañas metálicas de 0º sobre Pieza 4. Escuadra Semiflexible.	251
Ilustración 425. Boceto pestañas con 90º de inclinación. Escuadra Semiflexible.	252
Ilustración 426. Boceto pestañas con 90º de inclinación. Escuadra Semiflexible.	252
Ilustración 427. Operación de corte sobre Pieza 4. Escuadra Semiflexible.	252
Ilustración 428. Resultado final proceso de corte en Pieza 4. Escuadra Semiflexible.	253
Ilustración 429. Redondeo de esquinas sobre pestañas. Escuadra Semiflexible.....	253
Ilustración 430. Nuevo boceto para establecer el centro de los agujeros. Escuadra Semiflexible.	253
Ilustración 431. Resultado final del paso 8 en Pieza 4. Escuadra Semiflexible.	254
Ilustración 432. Proceso de agujereado sobre Pieza 4. Escuadra Semiflexible.	254
Ilustración 433. Resultado final de la Pieza 4. Escuadra Semiflexible.....	254
Ilustración 434. Definición de Lado A sobre la Pieza 4. Escuadra semiflexible.	255
Ilustración 435. Desarrollo de la Pieza 4. Escuadra semiflexible.	255
Ilustración 436. Secuencia de orden de pliegue por defecto. Escuadra semiflexible..	255
Ilustración 437. Proceso de Reordenación secuencial I. Escuadra semiflexible.	256
Ilustración 438. Proceso de Reordenación secuencial II. Escuadra semiflexible.	256
Ilustración 439. Extensión máxima de la Pieza 4. Escuadra semiflexible.....	256
Ilustración 440. Pieza 5. Chapa de botella de vidrio.	257
Ilustración 441. Boceto inicial de la Pieza 5. Chapa de botella de vidrio.	257

Ilustración 442. Definición del arco de la Pieza 5. Chapa de botella de vidrio.	258
Ilustración 443. Modificación del boceto inicial de la Pieza 5. Chapa de botella de vidrio.....	258
Ilustración 444. Resultado del boceto tras aplicar patrón circular. Chapa de botella de vidrio.....	259
Ilustración 445. Copia y Escala de 0.95 aplicada sobre la Pieza 5. Chapa de botella de vidrio.....	259
Ilustración 446. Comando desplazar sobre la Pieza 5. Chapa de botella de vidrio.....	259
Ilustración 447. Resultado final del boceto de la Pieza 5. Chapa de botella de vidrio.	260
Ilustración 448. Superficie de contorno normal aplicada sobre el boceto de la Pieza 5. Chapa de botella de vidrio.....	260
Ilustración 449. Superficie reglada parte externa de la Pieza 5. Chapa de botella de vidrio.....	260
Ilustración 450. Superficie de contorno tangente parte externa. Chapa de botella de vidrio.....	261
Ilustración 451. Superficie reglada parte externa de la Pieza 5. Chapa de botella de vidrio.....	261
Ilustración 452. Superficie de contorno tangente parte interna. Chapa de botella de vidrio.....	261
Ilustración 453. Aplicación del comando coser sobre Pieza 5. Chapa de botella de vidrio.....	262
Ilustración 454. Resultado final de chapa de botella de vidrio.	262
Ilustración 455. Pieza 6. Cafetera.....	263
Ilustración 456. Boceto 1 de la Pieza 6. Cafetera.....	263
Ilustración 457. Boceto 2 de la Pieza 6. Cafetera.....	264
Ilustración 458. Superficie de Contorno sobre Boceto1 y Boceto 2 de la Pieza 6. Cafetera.....	264
Ilustración 459 . Superficie de contorno sobre Superficie1 y Superficie2 de la Pieza 6. Cafetera.....	264
Ilustración 460. Aplicación del comando Coser sobre la base de la Pieza 6. Cafetera.	265

Ilustración 461. Boceto 3 y Boceto4 de la Pieza 6. Cafetera.....	265
Ilustración 462. Superficie de contorno sobre Superficie3 y Superficie4 de la Pieza 6. Cafetera.....	266
Ilustración 463. Aplicación del comando Coser sobre la parte intermedia de la Pieza 6. Cafetera.....	266
Ilustración 464. Paso 12. Proceso de generación de la parte superior de la Pieza 6. Cafetera.....	267
Ilustración 465. Proceso de elevación con superficies y cosido de las mismas, respectivamente. Cafetera.....	268
Ilustración 466. Paso 17: inserción de Plano XY y nuevo boceto sobre él. Cafetera... ..	268
Ilustración 467. Aplicación de comando Revolución de superficies sobre la Pieza6. Cafetera.....	269
Ilustración 468. Aplicación del comando Esculpir sobre superficie revolucionada. Cafetera.....	269
Ilustración 469. Boceto9 de la Pieza 6. Cafetera.....	270
Ilustración 470. Aplicación del comando Extrusión de superficies sobre la Pieza 6 I. Cafetera.....	270
Ilustración 471. Superficies de contorno sobre laterales de superficie extruida I. Cafetera.....	270
Ilustración 472. Plano de trabajo con ángulo de 90º sobre arista, y desfase de -1mm sobre este. Cafetera.....	271
Ilustración 473. Boceto 10 sobre plano de trabajo en Pieza 6. Cafetera.....	271
Ilustración 474. Aplicación del comando Alargar sobre superficie. Cafetera.....	271
Ilustración 475. Aplicación de Recorte utilizando la superficie alargada como herramienta de corte. Cafetera.....	272
Ilustración 476. Aplicación de Recorte utilizando la superficie extruida como herramienta de corte. Cafetera.....	272
Ilustración 477. Aplicación del comando Esculpir II sobre Pieza 6. Cafetera.....	273
Ilustración 478. Boceto 11 sobre Pieza 6. Cafetera.....	273

Ilustración 479. Aplicación del comando Extrusión de superficies sobre la Pieza 6 II. Cafetera.	274
Ilustración 480. Proceso del comando Reemplazo de cara. Cafetera.....	274
Ilustración 481. Resultado de la Pieza 6 tras el reemplazo de cara. Cafetera.	274
Ilustración 482. Boceto 12 sobre Pieza 6. Cafetera.....	275
Ilustración 483. Aplicación del comando Extrusión de superficies sobre la Pieza 6 III. Cafetera.	275
Ilustración 484. Superficies de contorno sobre laterales de superficie extruida II. Cafetera.	275
Ilustración 485. Aplicación del comando Esculpir sobre pieza extruida. Cafetera.	276
Ilustración 486. Resultado final de la Pieza 6. Cafetera.	276
Ilustración 487. Pieza7. Conducto de Tubería.....	277
Ilustración 488. Ventana emergente del Entorno Tubos y Tuberías. Conducto de Tubería.....	277
Ilustración 489. Configuración del estilo de tubería. Conducto de Tubería.	278
Ilustración 490. Activación del estilo de tubería configurado. Conducto de Tubería..	278
Ilustración 491. Comprobación del estilo definido. Conducto de Tubería.	279
Ilustración 492. Guarde el nuevo enrutamiento I. Conducto de Tubería.	279
Ilustración 493. Definición centro origen como primer punto del enrutamiento. Conducto de Tubería.	279
Ilustración 494. Definición de puntos del enrutamiento. Conducto de Tubería.	280
Ilustración 495. Aplicación del comando Dobleces sobre el enrutamiento. Conducto de Tubería.....	280
Ilustración 496. Aplicación comando Llenar Enrutamiento I. Conducto de Tubería. ..	281
Ilustración 497. Inserción de accesorios para el conducto. Conducto de Tubería.	281
Ilustración 498. Configuración del diámetro de los accesorios. Conducto de Tubería.	282
Ilustración 499. Proceso de Inserción de accesorio sobre conducto. Conducto de Tubería.....	282
Ilustración 500. Proceso de Conexión de accesorio sobre conducto. Conducto de Tubería.....	283

Ilustración 501. Guarde el nuevo enrutamiento II. Conducto de Tubería.	283
Ilustración 502. Definición de puntos del enrutamiento. Conducto de Tubería.	283
Ilustración 503. Aplicación comando Llenar Enrutamiento II. Conducto de Tubería. .	284
Ilustración 504. Definición de la dirección de la gravedad. Conducto de Tubería.....	284
Ilustración 505. Lista de materiales. Conducto de Tubería.	285
Ilustración 506. Pieza8. Tubería Doble T.	286
Ilustración 507. Boceto correspondiente a la Pieza “Tuberia_Doble_T_1”. Tubería Doble T.....	286
Ilustración 508. Aplicación comando Curva de contorno en “Tuberia_Doble_T_1”. Tubería Doble T.	287
Ilustración 509. Muesca generada sobre la tubería tras ejecutar Curva de Contorno. Tubería Doble T.	288
Ilustración 510. Aplicación del comando Rotura en “Tuberia_Doble_T_1”. Tubería Doble T.....	288
Ilustración 511. Proceso de desplegado de la tubería en “Tuberia_Doble_T_1”. Tubería Doble T.....	289
Ilustración 512. Boceto 2D generado sobre tubería desplegada. Tubería Doble T.	289
Ilustración 513. Comando Agujero sobre “Tuberia_Doble_T_1”. Tubería Doble T.....	290
Ilustración 514. Proceso de replegado de la tubería en “Tuberia_Doble_T_1”. Tubería Doble T.....	290
Ilustración 515. Guarde la Pieza 1 creada. Tubería Doble T.....	290
Ilustración 516. Boceto correspondiente a la pieza “Tuberia_Doble_T_2”. Tubería Doble T.....	291
Ilustración 517. Aplicación comando Curva de contorno en “Tuberia_Doble_T_2”. Tubería Doble T.	291
Ilustración 518.Pasos 4 y 5. Boceto 2D generado plano XY “Tuberia_Doble_T_2”. Tubería Doble T.	292
Ilustración 519. Aplicación del comando Cortar sobre “Tuberia_Doble_T_2. Tubería Doble T.....	292
Ilustración 520. Guarde la Pieza 2 creada. Tubería Doble T.....	292

Ilustración 521. Boceto correspondiente a “Tubería_Doble_T_3”. Tubería Doble T. .	293
Ilustración 522. Aplicación del comando Cara sobre “Tubería_Doble_T_3”. Tubería Doble T.....	293
Ilustración 523. Boceto 2D sobre Cara en “Tubería_Doble_T_3”. Tubería Doble T. ...	294
Ilustración 524. Comando cara sobre Pieza 3. Tubería Doble T.....	294
Ilustración 525. Operación agujero sobre “Tubería_Doble_T_3”. Tubería Doble T. ...	295
Ilustración 526. Inserción de eje en el punto central de “Tubería_Doble_T_3”. Tubería Doble T.....	295
Ilustración 527. Comando Patrón circular y acabado final de “Tubería_Doble_T_3”. Tubería Doble T.	296
Ilustración 528. Guarde la Pieza 3 creada. Tubería Doble T.....	296
Ilustración 529. Proceso de unión de componentes I. Tubería Doble T.	297
Ilustración 530. Proceso de unión de componentes II. Tubería Doble T.	297
Ilustración 531. Proceso de unión de componentes III. Tubería Doble T.	297
Ilustración 532. Proceso de unión de componentes IV. Tubería Doble T.	298
Ilustración 533. Ventana emergente al ejecutar Convertir en Conjunto Soldado. Tubería Doble T.....	298
Ilustración 534. Configuración de los parámetros iniciales del cordón de soldadura. Tubería Doble T.	298
Ilustración 535. Proceso de preparativos - Empalme. Tubería Doble T.....	299
Ilustración 536. Proceso de preparativos - Chaflán. Tubería Doble T.....	299
Ilustración 537. Proceso Soldadura de Empalme para unión Tubería-Tubería. Tubería Doble T.....	300
Ilustración 538. Proceso Soldadura de Empalme para unión Tubería-Brida. Tubería Doble T.....	300
Ilustración 539. Proceso Soldadura para Ranuras: reparar rotura. Tubería Doble T...	301
Ilustración 540. Configuración parámetros del comando símbolo. Tubería Doble T. .	302
Ilustración 541. Símbolo del cordón de soldadura. Tubería Doble T.	302
Ilustración 542. Guarde el informe de cordón generado.....	302
Ilustración 543. Informe del cordón. Tubería Doble T.	303

Ilustración 544. Estructura de la simbología de la soldadura.	308
Ilustración 545. Ejemplos de colocación de la información en la línea de referencia.	308
Ilustración 546. Ejemplos de la información presente en la cota de la soldadura.	309
Ilustración 547. Simbología básica del tipo de soldadura.	309
Ilustración 548. Simbología suplementaria del tipo de soldadura.....	309
Ilustración 549. Estructura completa de la simbología de la soldadura.	310

Índice de tablas

Tabla 1. Diagrama de esfuerzo-deformación de un material.	60
Tabla 2. Diagrama de propiedades físicas del material relativas a la temperatura.....	61
Tabla 3. Información de los videotutoriales.....	306
Tabla 4. Costes de hardware.	314
Tabla 5. Costes de software.	314
Tabla 6. Costes de mano de obra.	315
Tabla 7. Costes totales.....	315

Resumen

En el ámbito de la mecánica y el diseño industrial, es esencial conocer una herramienta con la que poder crear, representar, modelar y simular productos industriales antes de su fabricación mediante prototipos digitales, lo que permitirá minimizar errores, mejorar la calidad de los productos y desarrollar productos más innovadores en un menor tiempo y con una menor inversión de dinero. Una de estas herramientas es “*Autodesk Inventor Professional 2016*”.

Este proyecto tiene por objeto completar el manejo de este software, centrándose fundamentalmente en todas las funciones que nos ofrece la generación de superficies planas en entorno 3D y sus diferentes entornos de simulación.

Para ello, se han realizado un conjunto de videotutoriales, donde se exponen paso a paso, las funciones y módulos que presenta. De esta manera, se permite que un usuario sin conocimiento previo, sea capaz de aprender de forma autónoma el funcionamiento de la herramienta.

Palabras clave: diseño industrial, *Autodesk Inventor Professional 2016*, software, videotutorial.

Abstract

An essential requirement in the field of mechanic and industrial design is to handle a tool used to create, represent, model and simulate industrial products before they have been manufactured using digital prototypes. One of these tools is "*Autodesk Inventor Professional 2016*", which allows minimizing errors, improving the quality of products and designing more innovative products in less time and money.

The aim of the project is to finish the training of this software, focusing on all the features offered about surface generation in 3D environment and the different simulation environments.

In order to satisfy the previous conditions, we carry out a set of screencasts, where have been explained, step by step, the different features and modules which *Autodesk Inventor 2016* presents. Thus, it will allow beginners to be able to learn autonomously the use of the application.

Key words: industrial design, *Autodesk Inventor Professional 2016*, software, screencasts.

Resumen extendido

Este proyecto de Fin de Grado presenta como principal motivación generar un recurso educativo multimedia adicional, con el que se pueda conducir al usuario a ampliar sus conocimientos en las ramas de diseño mecánico e industrial. En concreto, se trabajarán superficies tipo chapa, tanto planas como 3D, en donde se abordarán las diferentes operaciones de conformado, así como sus entornos de simulación. De esta manera y aplicado a la Universidad de Alcalá, se reforzará el aprendizaje y la motivación de los alumnos mediante la aplicación práctica de los conceptos teóricos estudiados a lo largo del *Grado en Ingeniería en Electrónica y Automática Industrial*, en asignaturas tales como *Expresión Gráfica*, *Sistemas Mecánicos*, *Resistencia de Materiales* y *Sistemas de Producción Industrial*, fundamentalmente.

En este proyecto, se hace uso de la herramienta *Autodesk Inventor Professional 2016*, software desarrollado por *Autodesk*, que se basa en el modelado paramétrico de sólidos 3D. En este caso, además de analizar sus usos, también se examinó la fiabilidad de los módulos, permitiendo conocer los alcances y limitaciones presentes en la herramienta.

Los videotutoriales creados presentan como principios fundamentales la claridad, la comprensibilidad y la brevedad para mantener la atención del usuario, y la reiteración para asimilar mejor los conceptos. Para conseguir que el usuario presente una formación completa, la explicación debe estar estructurada en tres módulos diferenciados:

- Fase introductoria, en la que se exponen los aspectos generales del programa.
- Fase explicativa, en la que se desarrollan detalladamente los contenidos, permitiendo que el usuario comience a entender y aprender las funciones del

programa. En esta fase también se incluye un análisis de sus posibilidades y sus aplicaciones en la mecánica.

- Fase de aplicación, en la que se exponen una serie de ejemplos en los que se puede aplicar y transferir los conceptos aprendidos.

Las dos primeras partes, fase introductoria y explicativa, estarán desarrolladas en manual, mientras que la fase de aplicación se desarrollará tanto en el manual como por medio de los videotutoriales.

El proyecto descrito es la continuación de un conjunto de proyectos anteriores que introducían diferentes entornos del *Autodesk Inventor*. Esta colección de videotutoriales tiene como función principal conseguir a corto plazo una mayor especialización y conocimiento del diseño industrial en la Universidad de Alcalá de Henares, como consecuencia de la mayor captación de universitarios debido a las facilidades que ofrece para su aprendizaje on-line, favoreciendo el e-learning.

A continuación y a modo de finalización del resumen extendido, se introducen los aspectos más destacados de este proyecto, que se van a describir detalladamente en capítulos posteriores:

1. Comprensión de las principales referencias del estado de arte en cuanto a herramientas de diseño e ingeniería.

En este punto se aborda la evolución del mundo de la calderería a lo largo de la historia [1], hasta llegar a las diferentes herramientas de diseño existentes en el mercado actual como CAD, CAE y CAM [2][3], en las que se establecerá una relación con el programa *Autodesk Inventor Professional 2016* [4].

2. Antecedentes del proyecto [5][6][7][8].
3. Comprensión de los principales tratamientos de las superficies planas tipo chapa [9][10][11].
4. Análisis de los aspectos generales del entorno tipo chapa.

En este capítulo se hace una primera toma de contacto con el programa, en el que se abordan los pasos de inicio y aspectos generales de la interfaz del programa.

5. Análisis de los módulos principales del entorno tipo chapa.

A lo largo de este capítulo se expondrán los aspectos clave de los dos módulos más importantes que integran el entorno chapa, con el fin de comprender en su totalidad la funcionalidad del entorno chapa.

6. Análisis de los principales entornos de simulación.

En este capítulo se expondrán tres entornos de simulación diferentes: *Impresión 3D*, *Convertir en Conjunto Soldado* y *Tubos y Tuberías*, que guardan mucha relación con la generación de superficies planas, con el fin de cubrir todas las posibilidades que ofrece el entorno chapa.

7. Aplicación de los conocimientos adquiridos.

Mediante una colección de ejemplos prácticos, se aplicarán y desarrollarán los comandos y herramientas adquiridos en el capítulo anterior, logrando una comprensión total del entorno.

8. Conclusiones generales. Análisis de los alcances y limitaciones presentes en la herramienta de diseño y simulación.

Memoria

- Videotutoriales sobre uso de los diferentes entornos de simulación de Autodesk Inventor y la generación de superficies 3D -

Capítulo 1

Introducción

A lo largo de la historia, el hombre ha buscado el desarrollo y la mejora de nuevos utensilios, herramientas y máquinas que cubran sus necesidades y mejoren su calidad de vida. En ese sentido, la calderería no ha sido una excepción, y las exigencias que a lo largo de la historia se han ido produciendo, se han traducido en nuevos desarrollos y posibilidades. En este empeño, el trabajo de la chapa en la metalurgia ocupa un lugar muy importante.

El gran avance de la calderería no se produjo hasta las últimas décadas del siglo XVIII, con el inicio de la revolución industrial, en el que se produjeron grandes transformaciones tecnológicas mediante el desarrollo de nuevos sistemas de transporte terrestre y marítimo. Estas transformaciones fomentaron el conformado de chapa a través de procesos mecanizados, que hasta entonces se habían realizado manualmente y de forma artesanal por los herreros y hojalateros. Como consecuencia, se abandonaron las antiguas herramientas (*punzones, tajadera, el tranchete de yunque*) y se dio paso a operaciones propias del conformado, utilizadas actualmente en la industria como el *doblado, embutido, troquelado... etc.*

Tras la revolución industrial, el desarrollo de nuevas tecnologías ha ido en aumento, permitiendo mejorar tanto las máquinas como el diseño de las mismas. A partir de los años 50, aparecen las *Herramientas de diseño e ingeniería*, que han permitido impulsar nuevas posibilidades.

Este proyecto permite visualizar a través de una herramienta de diseño e ingeniería, como es *Autodesk Inventor Professional 2016*, diferentes operaciones de conformado de superficies tipo chapa presentes en la industria actual, así como los

entornos de simulación que ofrece el programa. De este modo, se acerca al usuario al mundo del diseño industrial de una manera más interactiva, permitiendo conseguir a corto plazo una mayor especialización y conocimiento de la materia.

1.1. Estado del Arte

En los últimos años, el desarrollo de nuevas tecnologías ha permitido abandonar los diseños mediante planos y prototipos físicos, para abrir camino a la simulación por ordenador mediante la utilización de prototipos digitales. Actualmente, el uso de herramientas de diseño e ingeniería ha supuesto un elemento clave para mejorar la capacidad de innovación y competitividad entre empresas industriales en el ámbito de la ingeniería, debido a que ofrecen la posibilidad de diseñar y analizar nuevos productos, o la modificación y mejora de los existentes a través de modelos virtuales.

La creación de prototipos virtuales permite simular y visualizar todo el proceso del producto final, sin necesidad de invertir recursos financieros en la construcción de prototipos físicos, generalmente costosos. De esta manera, partiendo de ideas simples se pueden desarrollar productos más complejos e innovadores, minimizando costes de diseño, error y tiempo. En consecuencia, consiguiendo un diseño óptimo para la fabricación.

Las múltiples ventajas que aportan estos programas, han hecho imprescindible su utilización, estando presentes en el mercado actual a través de herramientas como: *CAD, CAM, CAE,...*etc.

1.1.1. CAD

El diseño asistido por ordenador, también conocido como *CAD: Computer Aided Design*, consiste en el uso de softwares informáticos utilizados para simular y visualizar sólidos o superficies en dos y tres dimensiones. En este tipo de herramientas se

engloban desde técnicas de modelado geométrico hasta aplicaciones centradas en el análisis y/u optimización de un producto.

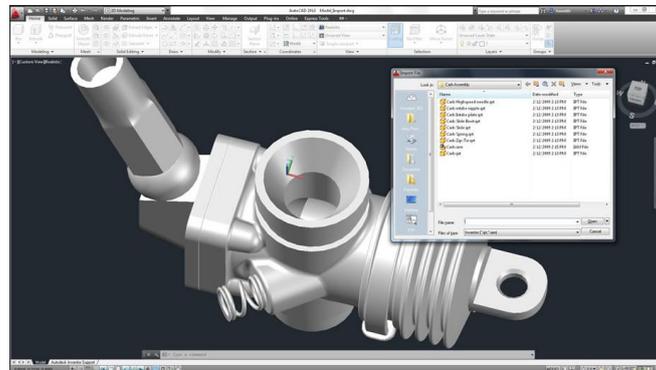


Ilustración 1. Ejemplo de software CAD correspondiente a AutoCAD.
Fuente. Blog digital blog.mp3.es/

1.1.2. CAE

La ingeniería asistida por ordenador, también conocido como *CAE: Computer Aided Engineering*, se basa en el uso de softwares informáticos utilizados para prever, a través de diferentes simulaciones, el comportamiento futuro de los productos diseñados con el fin de solucionar y minimizar errores a lo largo de la fabricación y su periodo de vida.

Las herramientas CAE, además de abarcar el diseño del modelo como las herramientas tipo CAD, también permite elegir las propiedades del material, los estados a los que está sometido (deformaciones, vibraciones, características térmicas...),...etc.

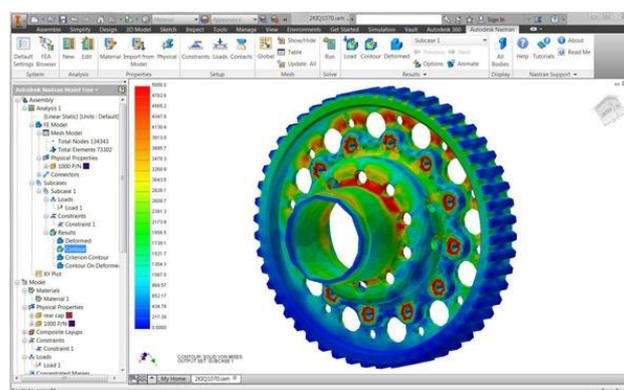


Ilustración 2. Ejemplo de software CAE correspondiente a Inventor Autodesk.
Fuente. Página web deskeng.com

1.1.3. CAM

La fabricación asistida por ordenador, también conocido como *CAM: Computer Aided Manufacturing*, consiste en el uso de softwares informáticos utilizados para desarrollar piezas y moldes de alta calidad, en máquinas de unidad de control numérico (CNC), a través del cálculo de trayectorias de la herramienta para conseguir un mecanizado correcto.

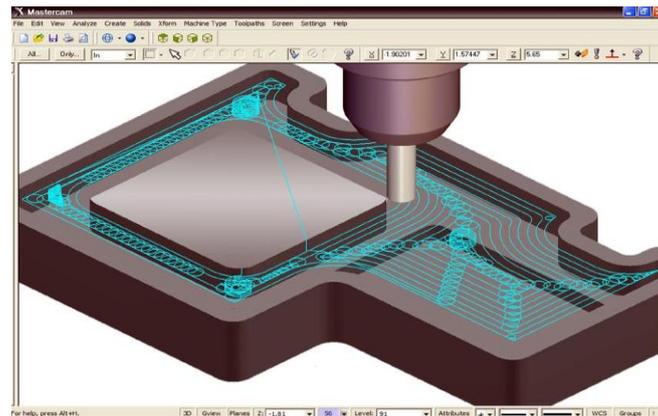


Ilustración 3. Ejemplo de software CAM correspondiente a Mastercam.
Fuente. Blog digital kaiajoyasuruguay.blogspot.com.es/

1.2. Autodesk Inventor Professional 2016

Autodesk Inventor Professional es una herramienta de modelado paramétrico de sólidos en 3D desarrollado por la firma *Autodesk*. Ofrece la posibilidad de crear piezas con un alto nivel de complejidad, rendimiento y optimización debido a que incluye gran multitud de funciones:

- Diseño productos: creación de modelos en 3D y planos para fabricación en 2D: diseño de distribuciones y conceptos mecánicos, diseño de chapa, generador de formas, etc.
- Modelado de productos: modelado paramétrico, flexible, directo, de ensamblajes, etc.
- Automatización del diseño: permite reutilizar diseños de piezas creadas anteriormente.

- Interoperabilidad con BIM y de placas de circuito impreso (PCB).
- Gestión de información: posibilidad de compartir diseños 3D optimizados en la nube y exportación de los mismos a PDF 3D, de manera que cualquier usuario pueda ver el diseño 3D con *Adobe Acrobat Reader*.
- Posibilidad de compartir diseños con el equipo de proyecto, de manera que cada uno de los miembros pueda visualizarlo, modificarlo y añadir comentarios para mejorar el producto creado.
- Simulación y visualización: al tener integrados módulos de simulación dinámica, análisis de tensión, vistas explosionadas y animaciones, se puede prever el comportamiento de la pieza diseñada al aplicar fuerzas y restricciones, y por consiguiente mejorar su rendimiento futuro.
- Posibilidad de integrar módulos específicos.

Al analizar las diferentes funciones que abarca *Autodesk Inventor Professional*, se advierte que al incluir diseño y modelado de productos, así como simulación dinámica y análisis de tensión, incorpora herramientas de tipo CAD y CAE. Asimismo, *Autodesk* ofrece la posibilidad de integrar módulos específicos de tipo CAM, permitiendo cubrir gran parte de las demandas generadas por el mercado actual.



Ilustración 4. Autodesk Inventor Professional 2016.
Fuente. Elaboración propia.

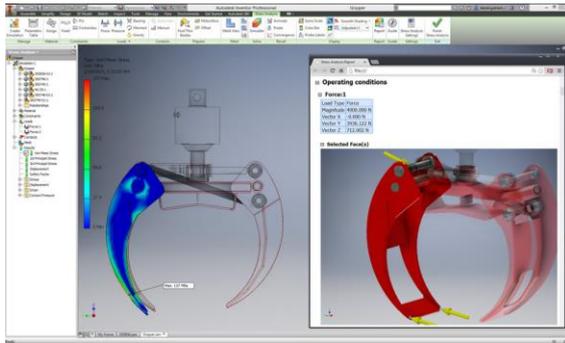


Ilustración 5. Ejemplo CAE integrada en Inventor.
Fuente. Página web 2acad.es/

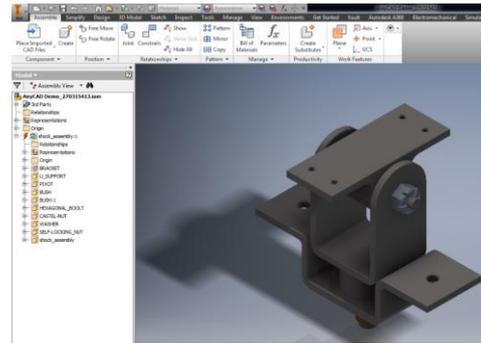


Ilustración 6. Ejemplo CAD integrada en Inventor.
Fuente. Blog digital redstack.com.au/

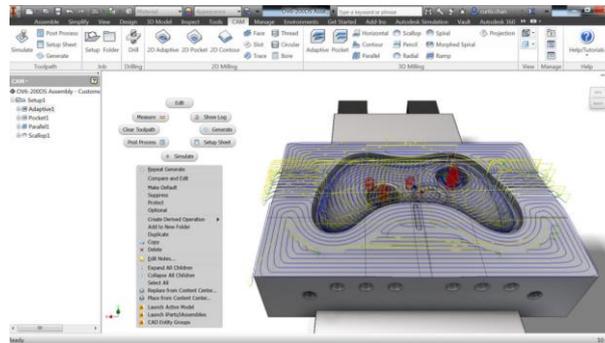


Ilustración 7. Ejemplo CAM integrada en Inventor.
Fuente. Página web de Autodesk.com/

1.3. Objetivos

El modelo de enseñanza empleado hasta ahora, se basa en la formación presencial, aunque paulatinamente se han ido desarrollando herramientas multimedia que permiten la enseñanza a distancia, conduciendo hacia el modelo blended-learning, que combina el aprendizaje online con el presencial. De esta manera, se facilita tanto la enseñanza por parte de los docentes, como el aprendizaje por parte de los alumnos.

En consecuencia, el objetivo principal de este proyecto pretende aprovecharse de esta nueva tendencia y desarrollar material multimedia basado en videotutoriales, que permitan al usuario ampliar y completar el manejo de la herramienta *Autodesk Inventor Professional 2016*. De este modo, el alumno podrá ampliar sus conocimientos cuando y donde quiera, generando una mayor flexibilidad y eficacia al aprovechamiento del tiempo.

Una vez enunciado el objetivo general del proyecto, se definen los siguientes objetivos específicos:

- Análisis de las aplicaciones de los diferentes tipos de conformado de chapa existentes en el mercado actual.
- Análisis de los módulos de diseño de superficies planas tipo chapa.
- Análisis de los diferentes entornos de simulación en superficies planas tipo chapa.
- Definir cada una de las utilidades y aplicaciones de las mismas en la mecánica.
- Análisis de sus capacidades y sus limitaciones.
- Elaboración de un manual que permita al usuario aprender el manejo del programa de forma autodidáctica.
- Elaboración de un conjunto de ejemplos sencillos con los que se pueda guiar y repasar las lecciones anteriores.

Capítulo 2

Antecedentes del proyecto

Este trabajo de fin de grado forma parte de un conjunto de proyectos anteriores destinados a conseguir a corto plazo la utilización de *Autodesk Inventor Professional*, como herramienta de estudio de diseño industrial, en la Universidad de Alcalá de Henares.

Cada uno de los proyectos de esta colección, está destinado a introducir diferentes entornos de trabajo de *Autodesk Inventor Professional*.

- [*Manual de Usuario Inventor 2011*. Miguel López].
- [*Aprendizaje Autónomo Del Manejo De Autodesk Inventor 2011 Mediante Video-Tutoriales*. Miguel Ángel Oliva García 2013].
- [*Análisis Y Aplicación De La Herramienta “Design Accelerator” De Autodesk Inventor 2014*. Álvaro Polo Brihuega].
- [*Aplicación del Design Accelerator y del entorno de Simulación Dinámica de Autodesk Inventor 2014, al diseño y análisis de conjuntos mecánicos: tutorial de aprendizaje*. Víctor López Cano 2015].

Hasta ahora, se cuenta con dos partes diferenciadas, formadas por una primera más introductoria y una segunda más especializada en un entorno de trabajo.

La primera parte está compuesta por un manual de usuario y un conjunto de videotutoriales, pertenecientes a Miguel López y Miguel Ángel Oliva García, que introducen los módulos básicos de diseño de la herramienta. Este conjunto de elementos permite guiar de manera sencilla al usuario que desea aprender a usar este

programa sin presentar ningún conocimiento previo. En ella, se describen los primeros pasos, los módulos de diseño y creación de las piezas en dos y tres dimensiones, así como ejemplos simples en los que se describe de forma breve los ensamblajes, la soldadura, la chapa, animaciones y el análisis de tensión.

La segunda parte está compuesta por los proyectos realizados por Álvaro Polo Brihuega y Víctor López Cano, destinados a la especialización de los entornos de simulación dinámica y *Design Accelerator*, mediante el uso de videotutoriales. En ellos aparecen explicados la creación y análisis de ejes, rodamientos, engranajes, correas y cadenas, resortes,...etc.

Del mismo modo, mediante este proyecto se conseguirá un mayor conocimiento y especialización del entorno de la chapa, abarcando desde su diseño a través de diferentes tipos de procesos de conformado de las superficies tipo chapa, tanto planas como 3D, hasta sus diferentes entornos de simulación. De esta manera, se irá completando el conocimiento del programa *Autodesk Inventor Professional 2016*, permitiendo a los alumnos de la Universidad de Alcalá contar con un recurso adicional en su futuro.

Capítulo 3

Superficies planas

Como ya se indicó, este proyecto está orientado a estudiar las superficies planas tipo chapa. En este capítulo se cubrirán los diferentes procesos de conformado que se le aplican, estableciendo relación con los módulos de simulación y diseño de *Autodesk Inventor Professional 2016*.

La enciclopedia Larousse, define el término chapa como “*Placa metálica delgada, obtenida por laminación en frío o en caliente, y de superficie por lo común lisa, o que presenta a veces relieves, estrías, etc.*”¹. Estas láminas se obtienen en prensas de troquelaje y estampación a través de matrices y punzones, en las que dependiendo de su uso futuro, se fabricará con diferente espesor (generalmente de 1-12mm). Las chapas no son solo de metal, sino que pueden ser fabricadas con cualquier material a condición de que sea maleable.

La utilización de la chapa requiere que se adapte a determinadas formas, con el fin de que se cubran las necesidades que requiere su posterior aplicación. A este proceso de moldeado se le denomina conformado. Para entender este proceso, se tiene que tener en cuenta la curva de fluencia de un material, que permite conocer el comportamiento de un material ante un esfuerzo.

Este diagrama representa el comportamiento de un material sobre que se incrementa gradualmente la fuerza aplicada hasta su rotura. Los materiales actúan de manera diferente en función del esfuerzo soportado, generándose diferentes regiones de comportamiento.

¹ Enciclopedia Larousse. Editorial Planeta 1973. Tomo 3. Página 538.

Existen tres regiones por las que pasa un material antes de su rotura:

- Región elástica. Es una región comprendida entre esfuerzo nulo y el límite de proporcionalidad del material. En esta región de trabajo, el comportamiento del material es lineal, representado por la ley de Hooke. En ese tramo, si se deja de ejercer fuerza, el material recupera su forma inicial.
- Región viscoelástica. Es una región comprendida entre el límite de proporcionalidad y el límite de elasticidad. En esta región de trabajo, el material deja de comportarse linealmente, aunque sigue siendo elástico.
- Región plástica. Es una región comprendida entre el límite de elasticidad y el punto de fractura, donde el material no es capaz de soportar la fuerza aplicada. En esta región de trabajo, cualquier deformación realizada será irreversible.

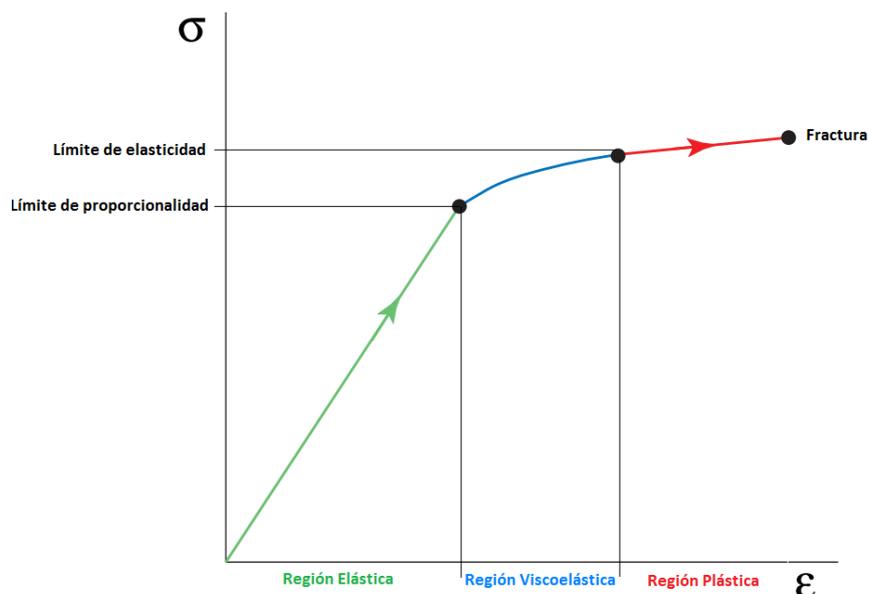


Tabla 1. Diagrama de esfuerzo-deformación de un material.
Fuente. Elaboración propia.

Una vez comprendido el comportamiento de un material ante un esfuerzo, se establece la región plástica como la zona en la que se debe realizar el conformado para que la deformación realizada sea permanente. Por lo tanto, se deberá someter al material a esfuerzos superiores a sus límites elásticos, cuyos valores dependerán del tipo de material, del esfuerzo aplicado y de las condiciones termodinámicas existentes.

3.1. Procesos De Conformado

El conformado mecánico es un proceso de moldeo y deformación, que se sirve de las propiedades de los materiales para obtener piezas metálicas con la forma deseada para su utilización posterior.

Existen dos métodos diferentes de conformado en función de la temperatura a la que se realicen. La temperatura afectará a sus propiedades físicas, concretamente al límite de fluencia y a su ductilidad.

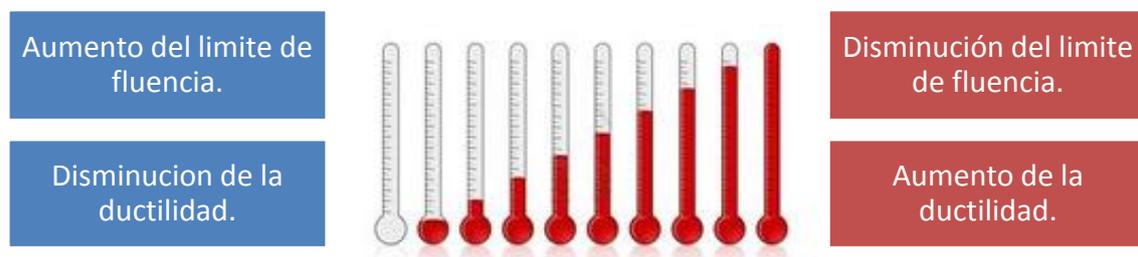


Tabla 2. Diagrama de propiedades físicas del material relativas a la temperatura.
Fuente. Página web ingenieriaindustrialonline.com/.

3.1.1. Trabajo en caliente

El conformado en caliente es un proceso en el que se somete a una chapa a una deformación bajo unas condiciones de temperatura mayores que la temperatura de cristalización. De esta manera, se aprovecha la alta capacidad de ductilidad del material para moldearlo.

Por lo tanto, se consiguen buenas condiciones de moldeo con un menor esfuerzo. Sin embargo, es común que experimenten oxidación, lo que puede provocar el desprendimiento de material y por consiguiente, un mal acabado.

3.1.2. Trabajo en frío

El conformado en frío es un proceso en el que se somete a una chapa a una deformación bajo unas condiciones de temperatura iguales o menores que la temperatura ambiente. Este proceso, se basa en aplicar un esfuerzo que supere el

límite elástico para generar la deformación. A través del trabajo en frío se consigue una mejor precisión y como consecuencia, un mejor acabado de la pieza.

3.1.3. Técnicas de conformado

La mayoría de las técnicas de conformado pueden ser trabajadas en caliente y en frío.

3.1.3.1. Doblado

El doblado es un proceso de conformado en el que se produce una deformación sin que exista separación de material ni cambios significativos de espesor. Se utiliza una prensa con una matriz, encargada de darle la forma deseada, y un punzón. En el proceso, la zona exterior del material está traccionada, mientras que la zona interior está comprimida como consecuencia de los esfuerzos aplicados.

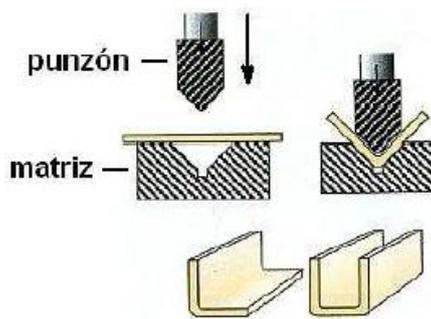


Ilustración 8. Esquema proceso doblado.
Fuente. Blog digital de-duce-tu.blogspot.com.es/

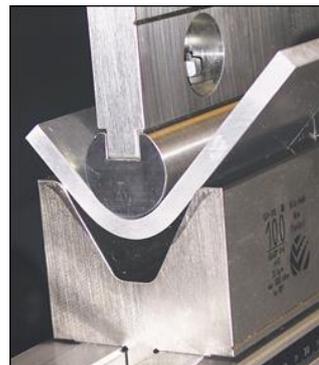


Ilustración 9. Proceso doblado real.
Fuente. Blog digital mecanizadototal.blogspot.com.es/

Este proceso se puede simular el efecto final en *Autodesk Inventor Professional*, como se puede ver en las siguientes imágenes:

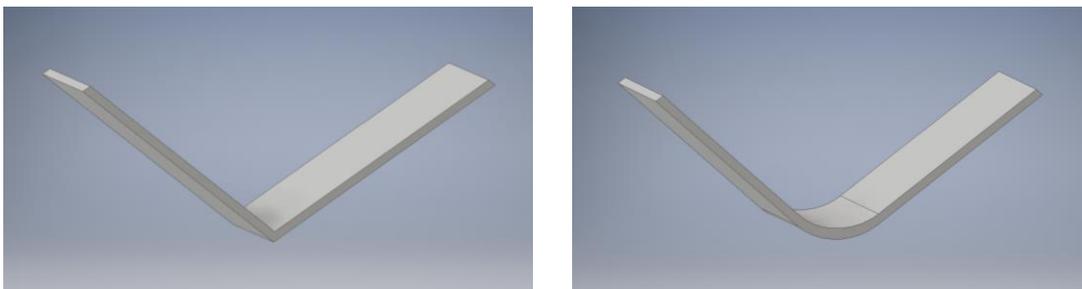


Ilustración 10. Ejemplo doblado en V y en bordes, respectivamente con Autodesk Inventor.
Fuente. Elaboración propia.

Dentro de este apartado, se puede incluir el reborde realizado en las pestañas de la placa para reforzarla.

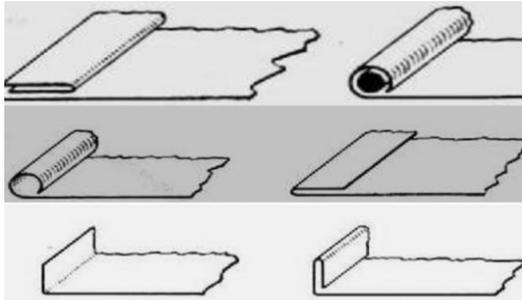


Ilustración 11. Ejemplos de rebordes posibles.
Fuente. Página web es.slideshare.net/luchinsol/

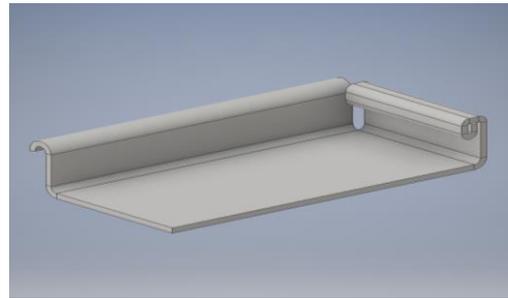


Ilustración 12. Ejemplo reborde con Inventor.
Fuente. Elaboración propia.

3.1.3.2. Laminado

El laminado es un proceso en el que a través de unos rodillos que generan fuerza a presión, se reduce el espesor sin que exista deformación en la pieza. La dirección en la que se produzca el proceso de laminado, determinará la orientación de las fibras, cuyo efecto marca el comportamiento posterior del material. Los esfuerzos aplicados en dirección perpendicular a la orientación de las fibras, serán mejor soportados que los aplicados en la dirección paralela.

Una vez generado el proceso de laminado, a la pieza obtenida se le pueden aplicar procesos posteriores de conformado como pliegues, troquelado, doblado...etc.

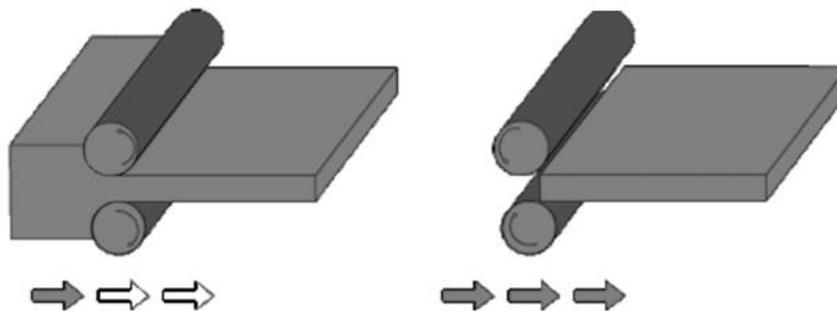


Ilustración 13. Esquema proceso de laminado.
Fuente. Página web ingenieriaindustrialonline.com/.

A través de *Autodesk Inventor Professional* no es necesario realizar este proceso, ya que existe una opción para elegir el espesor de trabajo deseado de la chapa.

3.1.3.3. Embutido

El embutido es un proceso de conformado que consiste en generar una deformación en una lámina de metal mediante la presión ejercida por un punzón. El punzón presiona la placa hasta llegar a la matriz, componente que le proporciona la forma deseada.

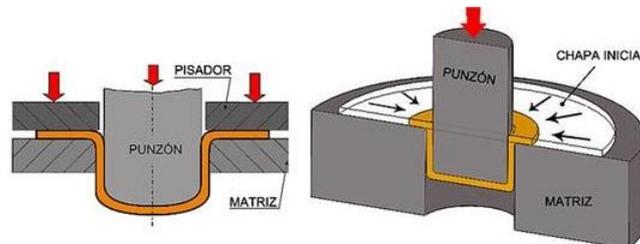


Ilustración 14. Esquema proceso de embutición.
Fuente. Blog digital de-duce-tu.blogspot.com.es/

Este proceso se puede simular el efecto final, utilizando diferentes punzones, en *Autodesk Inventor Professional*, como se puede ver en las siguientes imágenes:

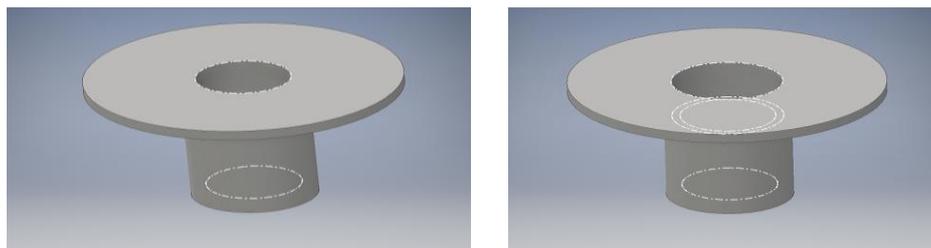


Ilustración 15. Ejemplos de diferentes procesos de embutido con Autodesk Inventor.
Fuente. Elaboración propia.

3.1.3.4. Troquelado

EL troquelado es un proceso de conformado que se basa en la utilización de un punzón y una matriz con la forma deseada, para realizar un corte en la lámina de metal con la forma existente en la matriz.

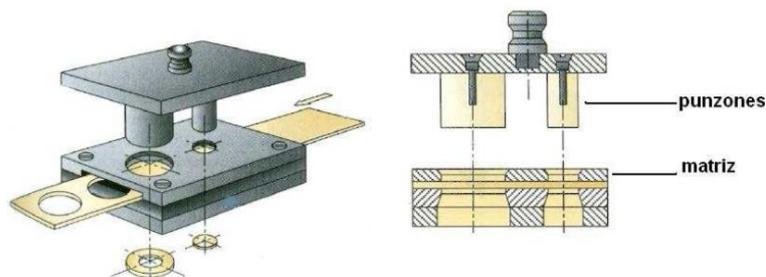


Ilustración 16. Esquema proceso de troquelado.
Fuente. Blog digital de-duce-tu.blogspot.com.es/

A través de *Autodesk Inventor Professional* se puede realizar el proceso de troquelado a través de unas plantillas de punzones existentes en la herramienta.

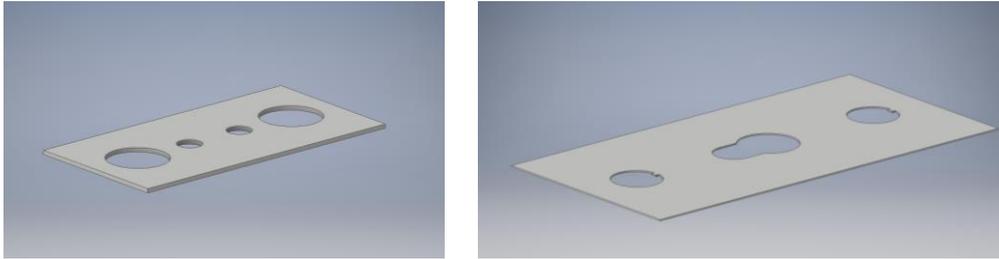


Ilustración 17. Ejemplos de diferentes procesos de troquelado con Autodesk Inventor.
Fuente. Elaboración propia.

3.1.3.5. Forjado

El forjado es un proceso de conformado basado en la aplicación de fuerzas de compresión, que superan en límite elástico del material y permite el moldeo la pieza. La pieza que se desea deformar, se sitúa encima de un yunque estático, y mediante impactos sucesivos de una maza que contiene, se consigue deformar la pieza con la forma deseada.

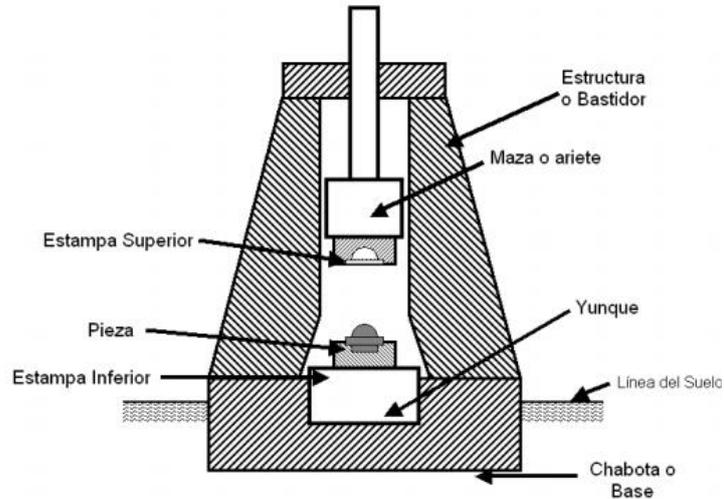


Ilustración 18. Esquema proceso forjado.
Fuente. Página web ehu.eus/manufacturing/docencia/

Con Autodesk Inventor Professional no es necesario forjar, ya que directamente se realiza el diseño deseado.

Capítulo 4

Aspectos generales

En este capítulo se cubrirán los aspectos generales del entorno de trabajo chapa, permitiendo establecer un primer contacto con este entorno. De este modo, se abarca desde la creación una pieza hasta un breve análisis de la interfaz de trabajo.

4.1. Creación de una pieza tipo chapa

Partiendo de la interfaz inicial del programa, se han definido los pasos necesarios para obtener una pieza tipo chapa, que presente una extensión .ipt.

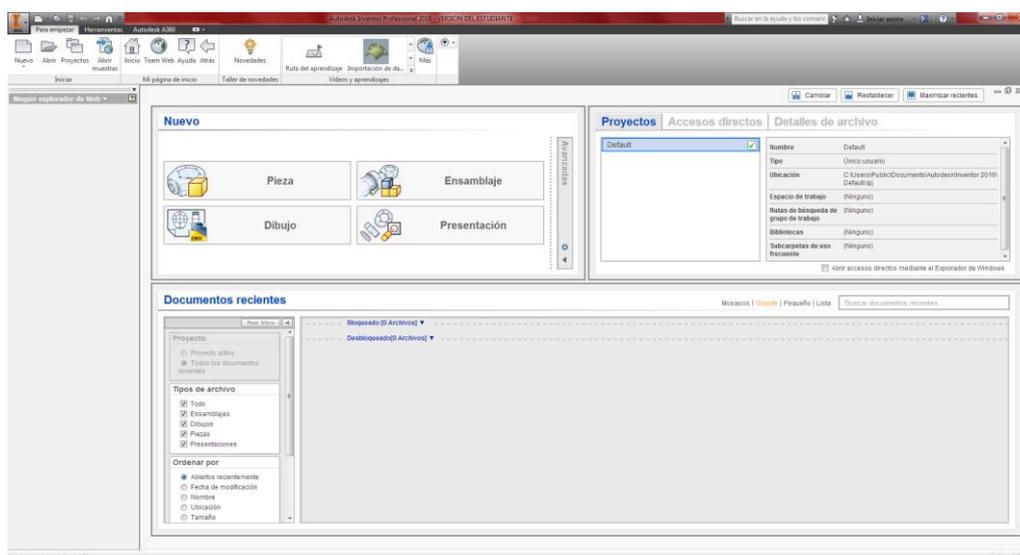


Ilustración 19. Interfaz inicial de Autodesk Inventor Professional 2016.
Fuente. Elaboración propia.

1. Seleccione en el entorno de trabajo principal de *Autodesk Inventor Professional 2016*, el icono  que muestra en la esquina superior izquierda.
2. Seleccione la opción de Nuevo  .
3. Seleccione  Métrico  Pieza tipo chapa  Chapa.ipt .

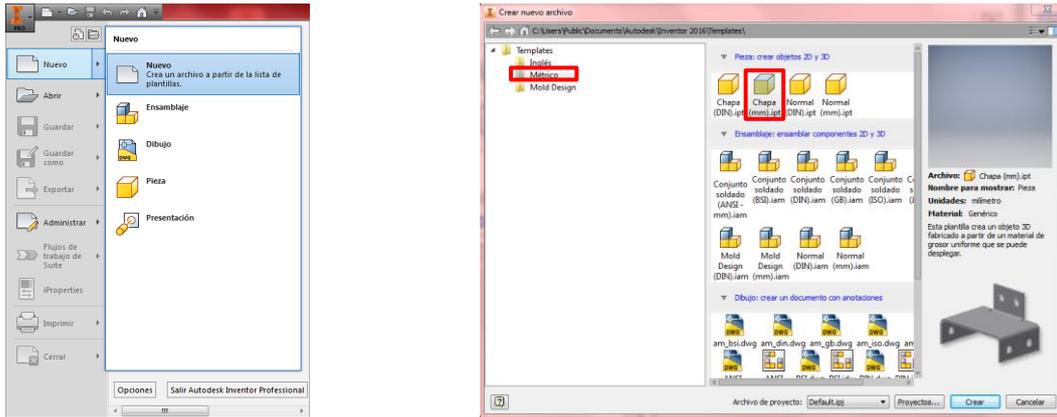


Ilustración 20. Selección de nuevo archivo: Pieza tipo Chapa.
Fuente. Elaboración propia.

De esta manera, se logra llegar al entorno de trabajo de las piezas tipo chapa, con el que se podría empezar a crear y diseñar.

Existe otra forma de obtener una pieza tipo chapa partiendo del diseño de una pieza normal y convirtiéndolo posteriormente a un formato tipo chapa:

1. Seleccione en el entorno de trabajo principal de *Autodesk Inventor Professional 2016*, el icono  que muestra en la esquina superior izquierda.
2. Seleccione la opción de Nuevo  Nuevo
3. Seleccione  Métrico  Pieza tipo normal  Normal.ipt .
4. Seleccione la opción de “Convertir en chapa”  Convertir en chapa

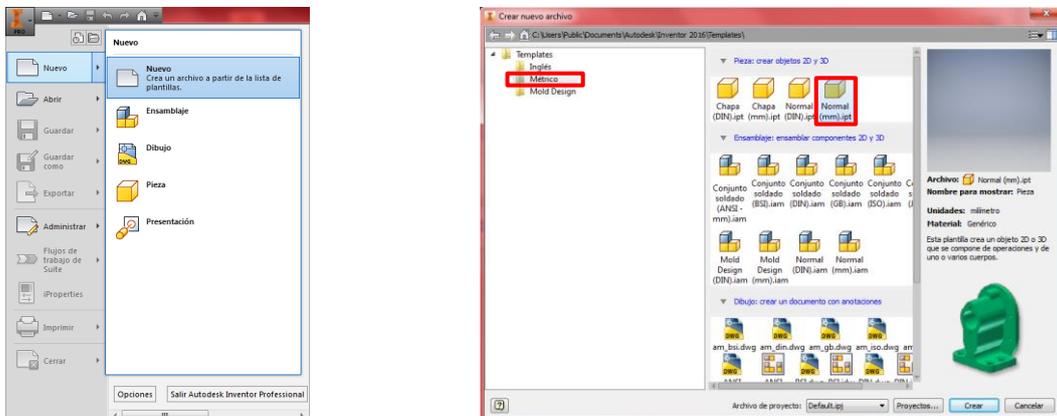


Ilustración 21. Selección de nuevo archivo: Pieza tipo Normal.
Fuente. Elaboración propia.



Ilustración 22. Cinta de opciones del entorno pieza normal.
Fuente. Elaboración propia.

Llegando al mismo entorno de trabajo, que a continuación se explica.

4.2. Espacio de trabajo

El espacio de trabajo es la interfaz de inicio básico, que se inicia cada vez que se abre o crea un nuevo archivo. En él, se encuentran distintos elementos como barras de herramientas, módulos y ventanas, que contienen los controles y comandos necesarios para diseñar la pieza.

Esta interfaz puede ser modificada y personalizada, permitiendo adaptarla de acuerdo a las preferencias y necesidades del usuario, moviendo, activando o desactivando módulos de la cinta de opciones y controles. Para ello, se debe abrir el desplegable que existe al final de cada panel del espacio de trabajo, que se muestra con el siguiente símbolo > .

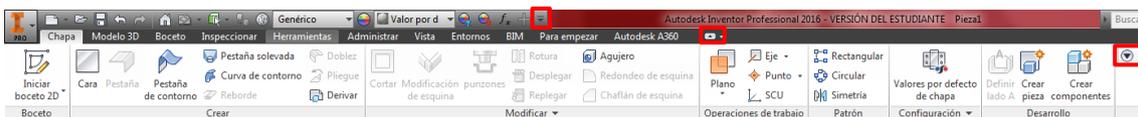


Ilustración 23. Personalización del espacio de trabajo. Interfaz de inicio.
Fuente. Elaboración propia.

Sin embargo, a pesar de que se pueda modificar la interfaz del usuario, los componentes que lo integran no varían.

4.2.1. Componentes del espacio de trabajo

La interfaz de usuario de *Autodesk Inventor Professional* es muy intuitiva, ya que está provista de un conjunto de iconos, cinta de herramientas, paneles y ventanas, que facilitan la obtención de mejores resultados con menor esfuerzo. Los componentes principales que la integran son los mostrados en la *Ilustración 24*.

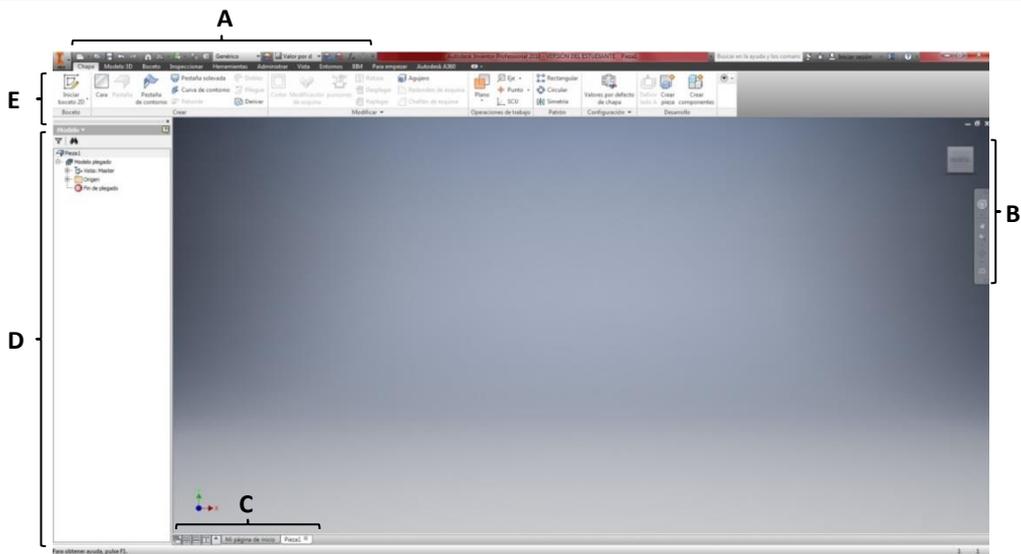


Ilustración 24. Componentes del espacio de trabajo del entorno tipo chapa. Interfaz de inicio.
Fuente. Elaboración propia.

- A. Barra de herramientas de acceso rápido.
- B. Panel de encuadre y navegación.
- C. Ventana de espacios de trabajo.
- D. Navegador.
- E. Panel de cinta de opciones.

A continuación se explican de forma breve y más detallada cada uno de ellos.

4.2.1.1. Barra de herramientas de acceso rápido

La barra de herramientas de acceso rápido, tal y como su nombre indica, contiene los comandos que se utilizan con más frecuencia, como *nuevo documento*, *abrir*, *guardar*, *rehacer/deshacer...etc.*, para poder ejecutarlos de una manera rápida y sencilla.



Ilustración 25. Barra de herramientas de acceso rápido. Interfaz de inicio.
Fuente. Elaboración propia.

4.2.1.2. Panel de encuadre y navegación

El panel de encuadre y navegación es un componente del panel de trabajo encargado de facilitar al usuario la visibilidad de la pieza que está diseñando. Para ello

se encuentran un conjunto de herramientas destinadas a cambiar la orientación de la pieza, aumentar/alejar zoom, encuadre del diseño...etc.

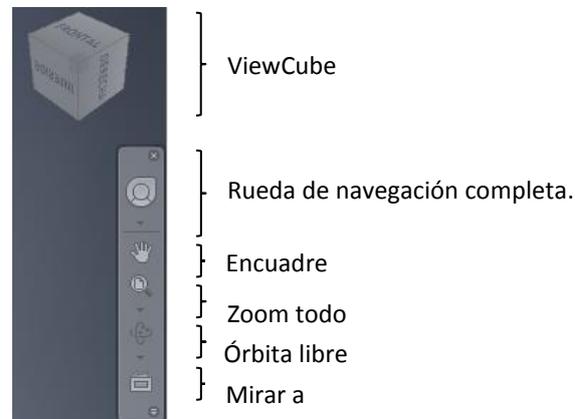


Ilustración 26. Panel de encuadre y navegación. Interfaz de inicio.
Fuente. Elaboración propia.

4.2.1.3. Ventana de espacios de trabajo

Este componente del espacio de trabajo se encarga de la organización de los documentos con los que se esté trabajando. Permite elegir el modo de distribución en diferentes formatos: desde la vista de un único documento hasta la agrupación de varios documentos en la pantalla, permitiendo trabajar con varios archivos a la vez.

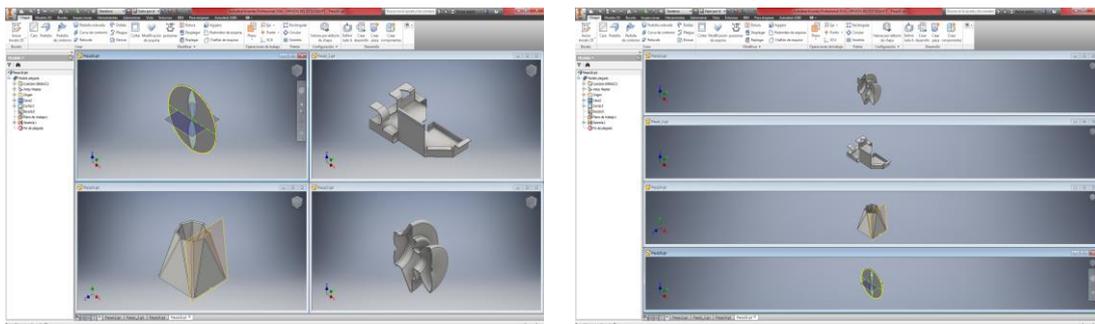


Ilustración 27. Ventanas de espacios de trabajo. Interfaz de inicio.
Fuente. Elaboración propia.

4.2.1.4. Navegador

El navegador es una ventana que contiene el historial del modelo trabajo. En él, se encuentran las diferentes operaciones que se le han aplicado, permitiendo poder ser editadas en cualquier momento.

También contiene los planos del diseño en 3D, que facilitan la creación de los bocetos en el plano correspondiente.

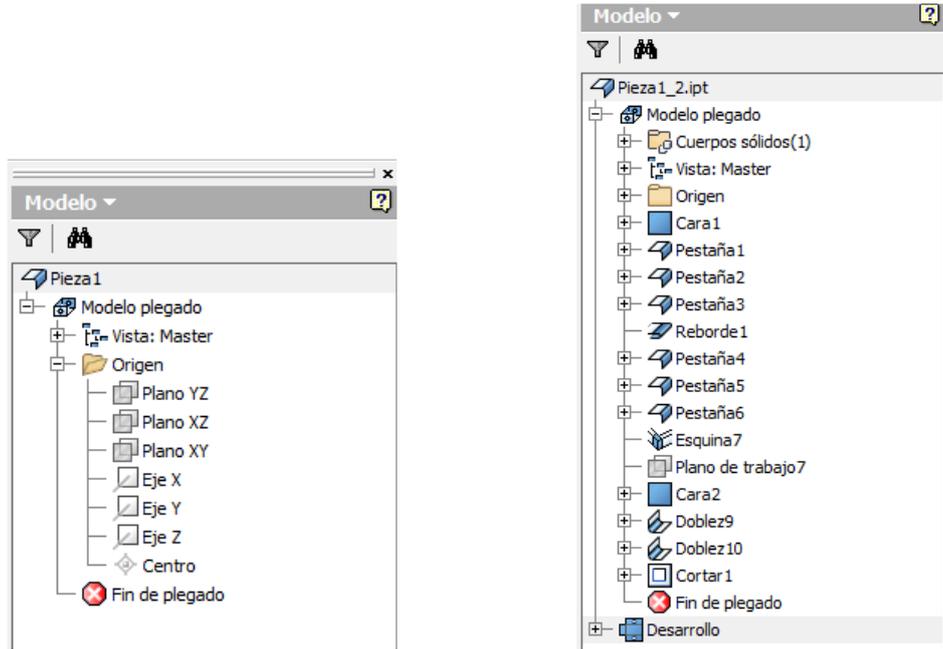


Ilustración 28. Planos existentes en el navegador e historial del navegador, respectivamente. Interfaz de inicio.
Fuente. Elaboración propia.

4.2.1.5. Panel de cinta de opciones

El panel de cinta de opciones es núcleo principal de *Autodesk Inventor Professional*. En él, se encuentran agrupados, en un conjunto de módulos, los comandos y herramientas utilizados para realizar el proceso de diseño. Existen desde las herramientas de dibujo básicas, hasta herramientas de vistas y análisis.

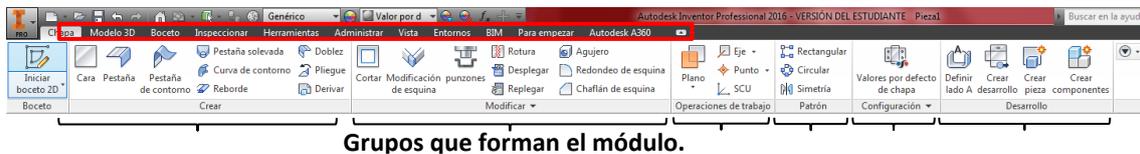


Ilustración 29. Cinta de opciones agrupada en módulos. Interfaz de inicio.
Fuente. Elaboración propia.

Los módulos que integran la cinta de opciones son: *chapa*, *modelo 3D*, *Boceto*, *Inspeccionar*, *Herramientas*, *Administrar*, *Vista*, *Entornos*, *BIM*, *Para empezar* y *Autodesk A360*. Más adelante se explicará con mayor detalle los módulos *chapa*, *modelo 3D* y *Entornos*, que son los módulos necesarios para comprender el funcionamiento de las láminas metálicas.

Cada uno de los módulos de *Autodesk Inventor Professional* es muy intuitivo, ya que contiene un conjunto de iconos que facilitan la identificación de la herramienta. Sin embargo, si no se entiende bien el comando, se puede situar el cursor del ratón sobre la misma, lo que generará la aparición de un desplegable con una breve explicación de la función del comando y acompañado con una foto descriptiva del proceso.



Ilustración 30. Comandos de la cinta de opciones. Interfaz de inicio.
Fuente. Elaboración propia.

Capítulo 5

Desarrollo de elementos metálicos tipo chapa

En este capítulo se exponen los aspectos más importantes para el desarrollo de piezas tipo chapa, que están contenidos en dos módulos de la cinta de opciones. De este modo, conociendo y entendiendo estos módulos, se cubrirán las necesidades y exigencias del entorno chapa, desde superficies planas hasta superficies 3D. Más adelante, en el “*Capítulo 7: Aplicación práctica: ejemplos*”, se expondrán un conjunto de ejemplos que permiten completar la comprensión de los conocimientos.

5.1. Módulo chapa

El modulo chapa es el primer módulo que aparece en la cinta de opciones del entorno de trabajo. Ésta se encarga del diseño y moldeo de bocetos y piezas en 3D, y la configuración del estilo de chapa.

Cada una de las herramientas, se encuentran agrupadas en bloques denominados por la función de la que están encargados: *crear, modificar, operaciones de trabajo, patrón, configuración y desarrollo*.

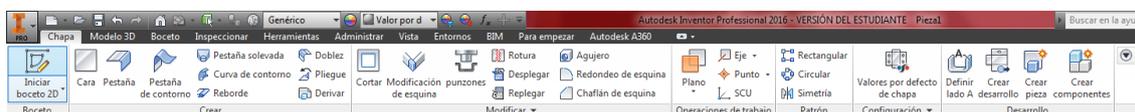


Ilustración 31. Módulo chapa en Autodesk Inventor Professional 2016. Módulo Chapa.

Fuente. Elaboración propia.

5.1.1 Configuración

El grupo *Configuración*, es el primer módulo que se debe configurar cuando se diseña una pieza. Éste, establece los estilos de lámina metálica y los acomoda a las

necesidades del usuario, permitiendo especificar el tipo de material, espesor y unidades de medida de la chapa que se utilice. De este modo se evitan modificaciones a lo largo del diseño.

Durante la fabricación de las piezas, estas propiedades se mantienen constantes, siendo imprescindible configurar este apartado al inicio del diseño. La selección del estilo de lámina afecta directamente sobre la calidad, eficiencia, resistencia y seguridad de la pieza que se diseñe.



Ilustración 32. Módulo Chapa. Grupo Configuración.
Fuente. Elaboración propia.

Para acceder:

1. Chapa ➤ Valores por defecto de chapa ➤ Editar la regla de chapa .

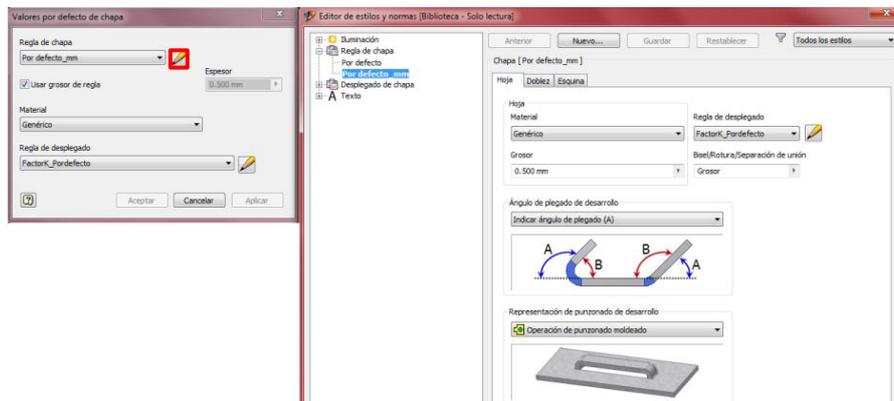


Ilustración 33. Edición de estilos de lámina. Configuración.
Fuente. Elaboración propia.

En el cuadro de dialogo de los estilos de lámina, existen diferentes módulos de configuración:

1. Hoja: Configure el material   y el espesor  . También permite seleccionar el método de desplegado de la chapa: Factor K/Compensación de despliegue.

- Las piezas de chapa se fabrican a partir de una lámina plana, la cual será plegada posteriormente. El método de desplegado permite configurar el

método con que se pasará de plegado a desplegado, calculando la longitud total desarrollada de la pieza a través de dos métodos distintos: Factor K o Compensación de despliegue.

- Factor K: Método de aproximación lineal.
- Compensación de despliegue: Calcula la longitud total de la pieza desarrollada teniendo en cuenta la tolerancia de plegado.

2. Ángulo de plegado de desarrollo: Configure el ángulo de plegado.

- Se define el ángulo de plegado deseado entre las opciones A o B.

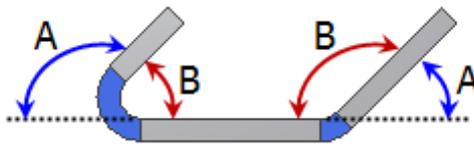


Ilustración 34. Configuración ángulo de plegado. Configuración.
Fuente. Elaboración propia.

3. Representación de punzonado de desarrollo: Configure el método de representación del punzonado.

- Existen diferentes posibilidades de representación.

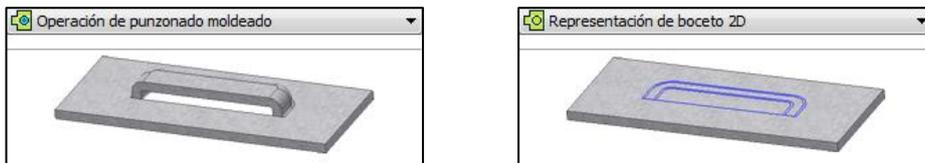


Ilustración 35. Diferentes representaciones de punzonado I. Configuración.
Fuente. Elaboración propia.

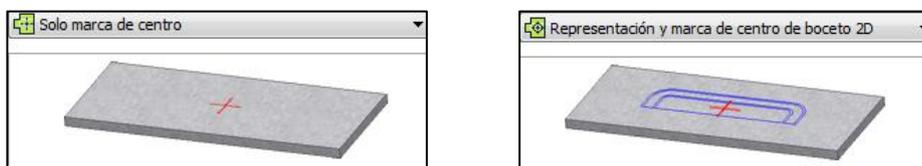


Ilustración 36. Diferentes representaciones de punzonado II. Configuración.
Fuente. Elaboración propia.

4. Configure el método de desahogo, que permite definir su forma, el plegado del radio, la profundidad, anchura y remanente mínimo. Se encuentra en la segunda pestaña del cuadro de diálogo.

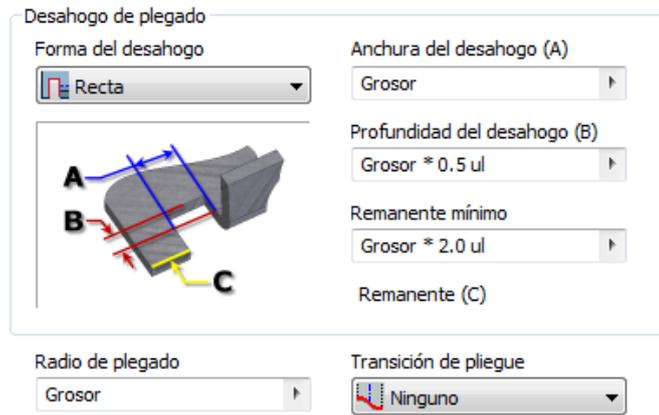


Ilustración 37. Configuración del método de desahogo. Valores por defecto. Configuración.
Fuente. Elaboración propia.

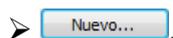
5. Configuración del método de plegado.

- El más común es el método predeterminado, *Ilustración 38*, en el que se evitan solapamientos de material. Se encuentra en la tercera pestaña del cuadro de diálogo.



Ilustración 38. Configuración del método de plegado. Valores por defecto. Configuración.
Fuente. Elaboración propia.

Las configuraciones realizadas se podrán guardar para posteriores diseños, permitiendo tener guardado un estilo de láminas propio en la biblioteca de almacenaje



5.1.2 Crear

El grupo *Crear*, permite diseñar y moldear la pieza a través de diferentes tipos de procesos disponibles en la aplicación. Contiene los comandos básicos en los que partiendo del boceto en 2D, se generan piezas de diseño en 3D.

El grupo correspondiente a *crear* es el mostrado en la *Ilustración 39*.



Ilustración 39. Herramientas que integran el Grupo Crear. Módulo Chapa. Fuente. Elaboración propia.

5.1.2.1. Cara

El comando *Cara* ➤ , es una herramienta que permite cubrir el boceto diseñado con una lámina de grosor y material definidos en el grupo configuración ➤ valores por defecto de chapa ➤ . De esta manera se abandona el modelo 2D de diseño, para pasar al modelo 3D.

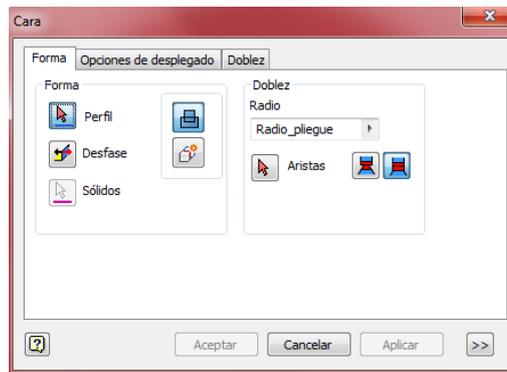


Ilustración 40. Cuadro de diálogo de la herramienta chapa. Crear. Fuente. Elaboración propia.

En el cuadro de dialogo del comando *cara*, existen diferentes módulos de configuración:

1. Forma: Selección del perfil ➤  *Perfil* y la dirección de la extrusión ➤  *Desfase*.
2. Dobleces: Especificación del pliegue para unir dos o más caras. Esta opción se habilita tras haber realizado la operación previamente sobre un perfil.

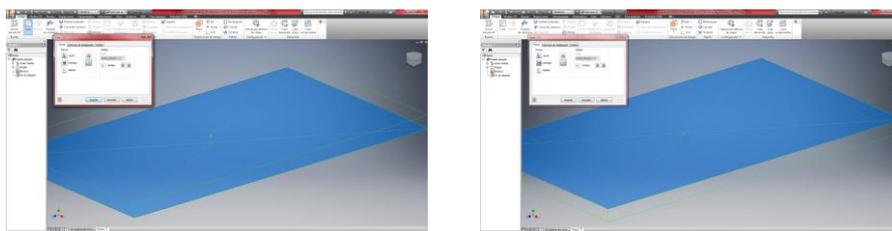


Ilustración 41. Ejemplos definición de cara con diferente dirección de extrusión. Crear. Fuente. Elaboración propia.

5.1.2.2. Pestaña

El comando *Pestaña* ➤ , permite generar una pestaña adicional sobre una arista o contorno de una cara de chapa. En esta herramienta, no es necesario establecer un boceto previo, sino que se genera de manera inmediata sobre la cara seleccionada.

A través del siguiente cuadro de diálogo, se establecen los pasos de configuración:

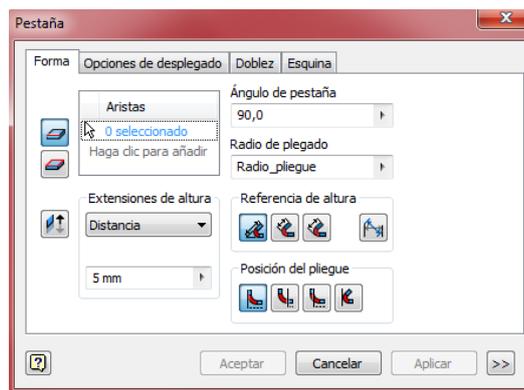


Ilustración 42. Cuadro de diálogo del comando Pestaña. Crear.
Fuente. Elaboración propia.

1. Defina el modo de selección: Aristas concretas/Contorno completo.

- Seleccione aristas concretas de forma individual mediante el icono ➤  o en caso contrario, el contorno completo ➤ . Un ejemplo de ambas posibilidades se encuentran en la *Ilustración 43*.

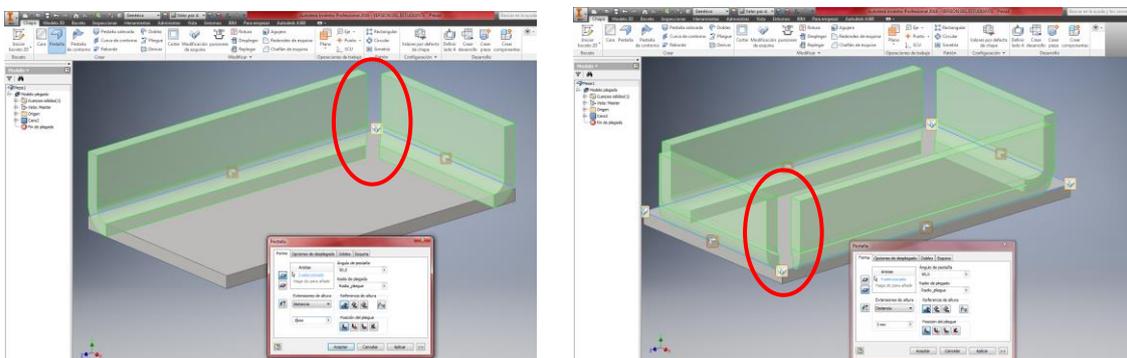


Ilustración 43. Ejemplos Comando Pestaña: aristas individuales y contorno completo, respectivamente. Crear.
Fuente. Elaboración propia.

En los ejemplos se muestra cómo entre las pestañas, se genera un espacio entre las uniones para evitar que se solape el material cuando se pliega la pieza.

2. Defina la extensión de altura.
 - Establezca la altura de la pestaña insertando una distancia con la opción “Distancia” o seleccione un punto de referencia con la opción “Hasta”.
3. Establezca el ángulo de la pestaña con respecto a la arista seleccionada.
4. Configure el radio de pliegue.
5. Configure la referencia de altura ➤ .
 - Ofrece la posibilidad de plegar desde la intersección de las caras interiores ➤   , plegar desde la intersección de las caras exteriores ➤   , o en paralelo a la cara detallada de terminación de pestaña ➤   . A continuación se muestran, respectivamente, las posibles configuraciones en la *Ilustración 44*.

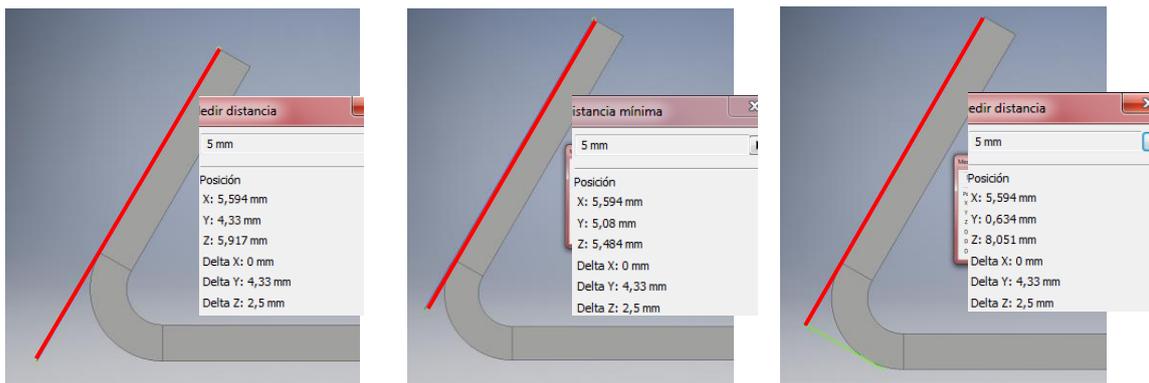


Ilustración 44. Configuración de la referencia de altura en el comando Pestaña. Crear.
Fuente. Elaboración propia.

6. Configuración de la posición del pliegue ➤ .
 - Ofrece la posibilidad de establecer la posición del pliegue desde fuera de las extensiones de la cara del pliegue ➤   , plegar desde la cara adyacente ➤   , dentro de las extensiones de la cara base ➤    o plegar tangentes hasta cara de lado ➤   . A continuación se muestran, respectivamente, las posibles configuraciones en la *Ilustración 45*.

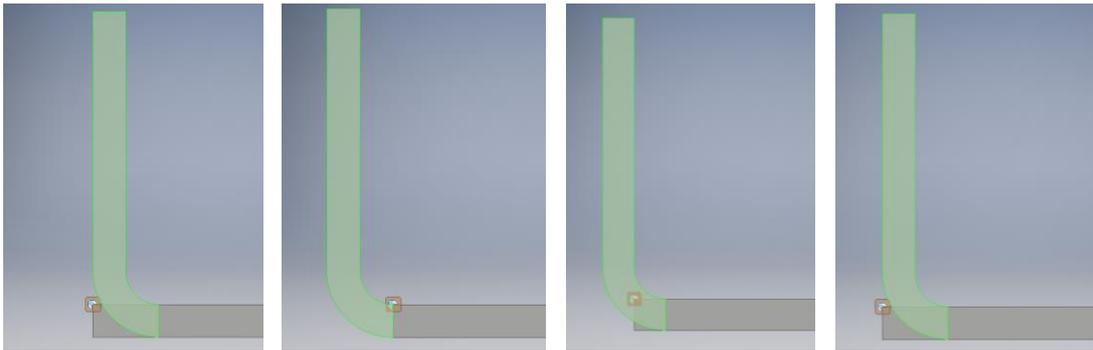


Ilustración 45. Configuración de la posición del pliegue del comando Pestaña. Crear.
Fuente. Elaboración propia.

5.1.2.3. Pestaña de contorno

La *Pestaña de contorno* ➤ , es un comando que permite crear una sección de chapa metálica a través del perfil de un boceto en 2D. El espesor de la chapa, está definido en el grupo configuración ➤ valores por defecto de chapa ➤ , mientras que la profundidad de la pieza será configurada en el cuadro de dialogo del comando.

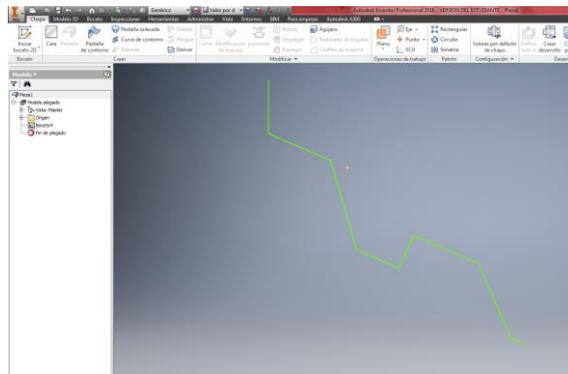
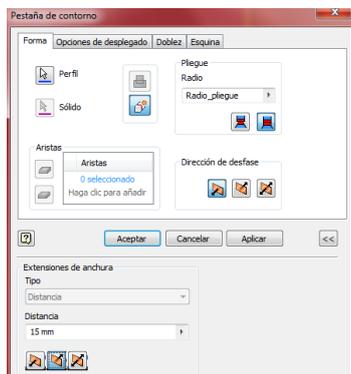


Ilustración 46. Cuadro de diálogo de Pestaña Contorno. Fuente. Elaboración propia. Ilustración 47. Perfil creado. Pestaña Contorno. Crear. Fuente. Elaboración propia.

1. Tras haber creado el perfil abierto, selecciónelo ➤  Perfil, para crear la pestaña de contorno.
 - Si hay dos o más cuerpos, se deberá seleccionar ➤  Sólido.
2. Seleccione la dirección de desfase en el eje vertical ➤ .
 - Si se desea que el perfil creado delimite superiormente la chapa metálica, es decir, en sentido predeterminado, se pulsa el icono ➤ . En caso de contrario, se pulsa el icono ➤ . Finalmente, para que la chapa

metálica se cree en las dos direcciones a partir del perfil, se pulsa el icono ➤

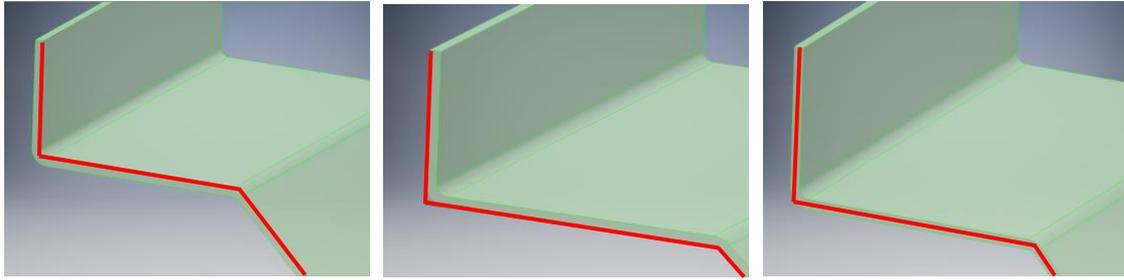


Ilustración 48. Configuración de la dirección de desfase. Crear.
Fuente. Elaboración propia.

3. Selección de la extensión de anchura: se define la anchura que tendrá la lámina, así como, la dirección en el eje horizontal en la que se situará.

- Si se desea que la chapa se cree hacia la derecha del perfil creado, se pulsa el icono ➤    . En caso contrario, es decir, hacia la izquierda, se pulsa el icono ➤    . También existe la posibilidad de que se cree en ambas direcciones ➤    .

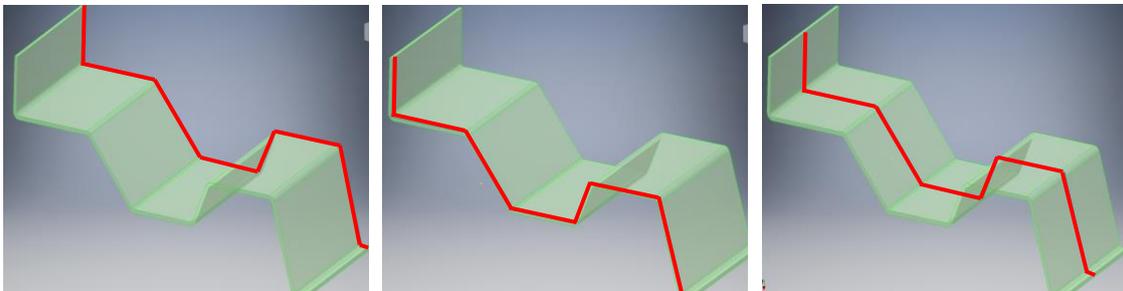


Ilustración 49. Configuración de la extensión de anchura en el comando Pestaña de Contorno. Crear.
Fuente. Elaboración propia.

5.1.2.4. Pestaña sollevada

El comando *Pestaña sollevada* ➤  *Pestaña sollevada* , es una herramienta que une mediante una lámina metálica dos bocetos, creando un sólido.

A través del cuadro de diálogo, se explican los pasos que se deben dar para configurarlo.

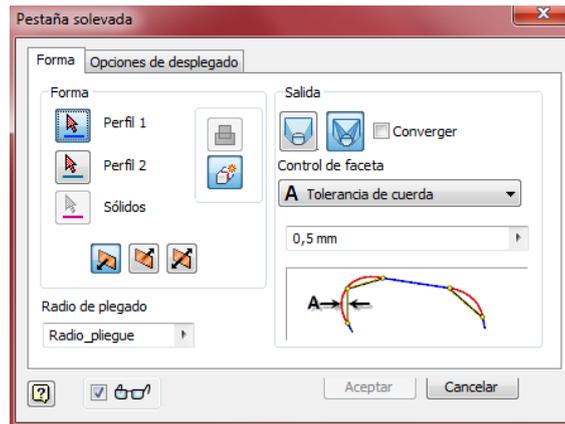


Ilustración 50. Cuadro de diálogo Pestaña Solevada. Crear.
Fuente. Elaboración propia.

1. Seleccione los dos bocetos/perfiles que se desean unir ➤  Perfil 1 ➤  Perfil 2 .
 - Se puede definir la dirección de desfase de grosor mediante los iconos ➤    : Si se desea que la chapa se cree internamente a partir del perfil ➤    , en caso contrario ➤    . También existe la posibilidad de que se cree en ambas direcciones ➤    .

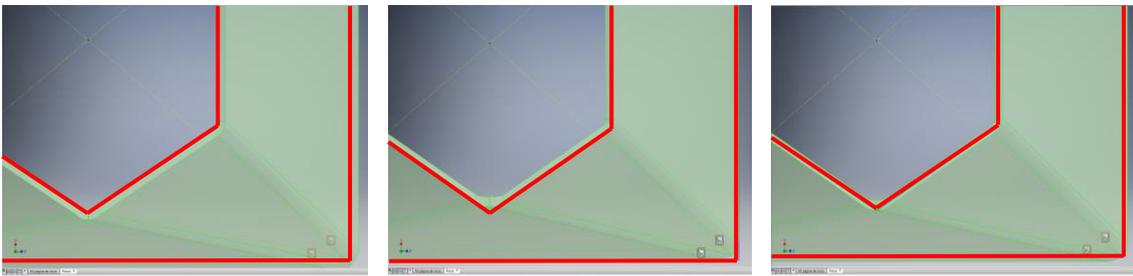


Ilustración 51. Configuración de la dirección de desfase en Pestaña Solevada. Crear.
Fuente. Elaboración propia.

2. Selección de la forma de unión: modelada ➤   o plegadora ➤   .
 - En la opción de forma *plegadora*, se puede configurar el control de faceta correspondiente a tolerancia de cuerda (A), ángulo de faceta (B) o distancia de faceta (C).

Esta selección permite que la chapa se ajuste más al boceto, siendo los mejores valores los predeterminados. En las *Ilustraciones 52-53-54*, se han modificado los valores predeterminados para que se observe la diferencia al aumentar los valores de forma exagerada.

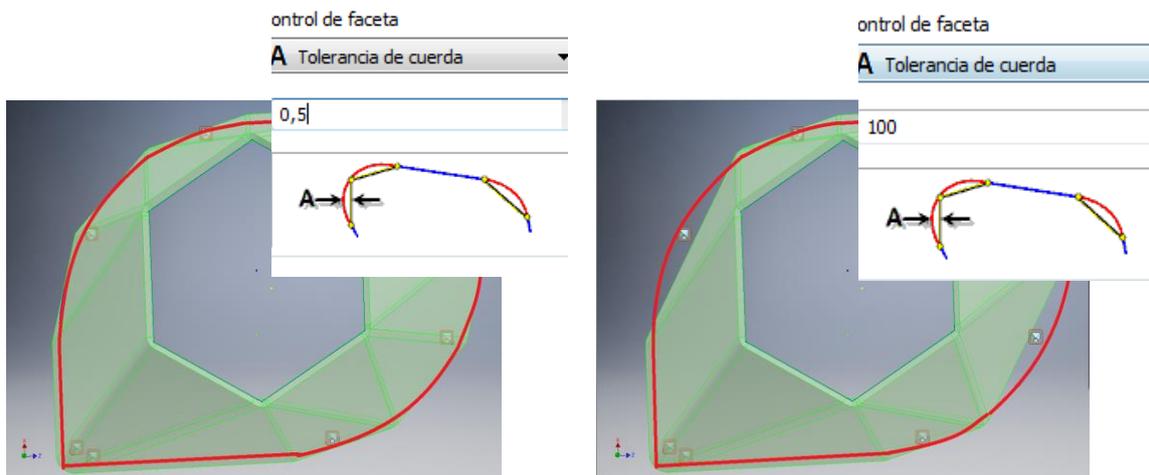


Ilustración 52. Tolerancia de la cuerda: valor predeterminado y valor modificado, respectivamente. Crear.
Fuente. Elaboración propia.

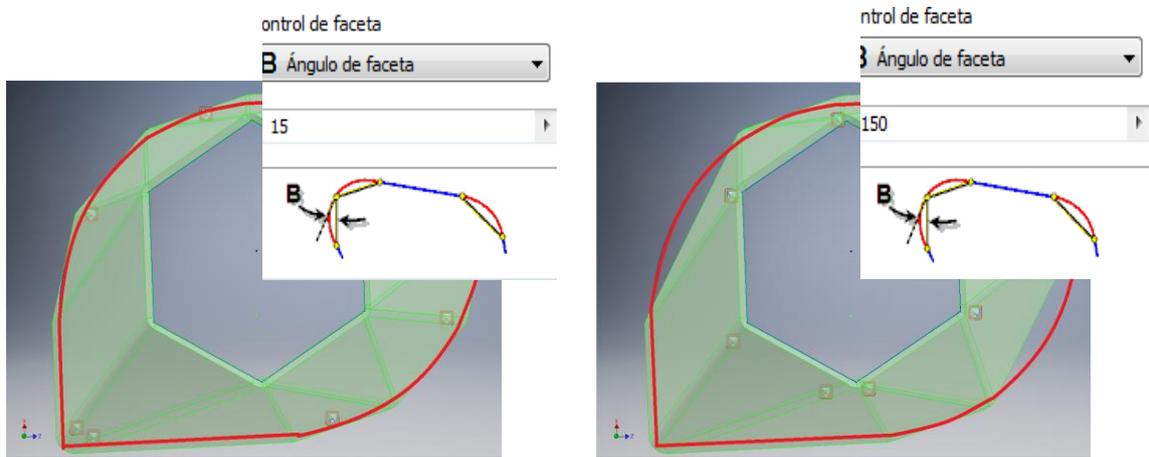


Ilustración 53. Ángulo de la faceta: valor predeterminado y valor modificado, respectivamente. Crear.
Fuente. Elaboración propia.

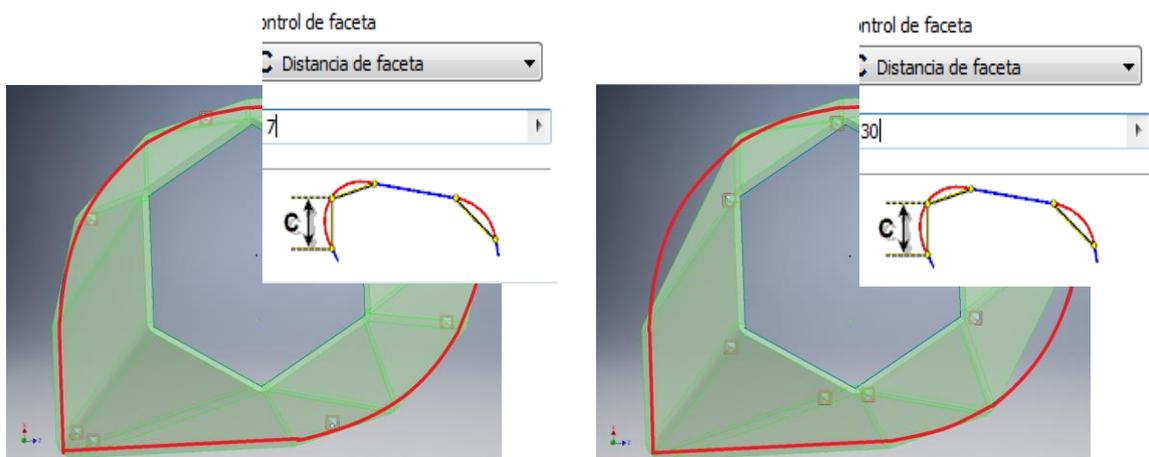


Ilustración 54. Distancia de faceta: valor predeterminado y valor modificado, respectivamente. Crear.
Fuente. Elaboración propia.

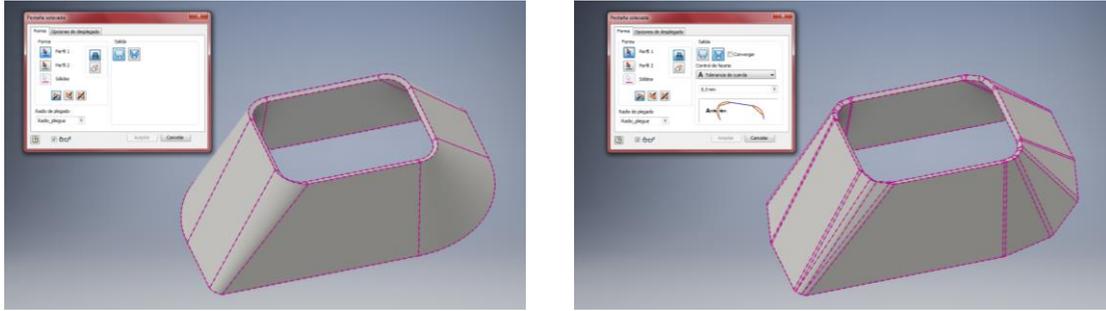


Ilustración 55. Ejemplos de Pestaña Solevada tipo Moldeada y Plegadora, respectivamente. Crear.
Fuente. Elaboración propia.

5.1.2.5. Curva de contorno

El comando *Curva de contorno* ➤  *Curva de contorno*, es una herramienta que permite revolucionar o barrer un perfil abierto alrededor de un eje. De esta manera se obtiene una pieza curva formada por placa metálica.

El espesor, como en todos los casos, viene predeterminado por los valores de configuración que se le han seleccionado al comienzo del diseño ➤ . Sin embargo, se pueden configurar diferentes valores a través de su cuadro de diálogo:

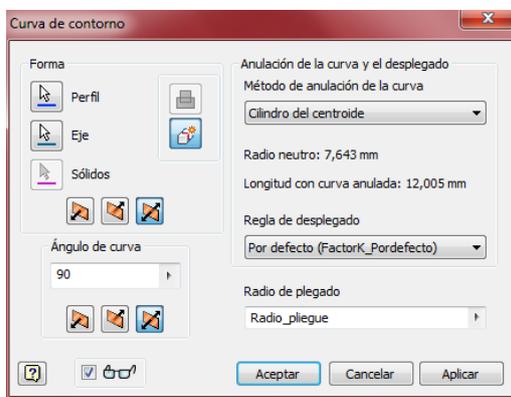


Ilustración 56. Cuadro de diálogo de Curva de Contorno.
Fuente. Elaboración propia.

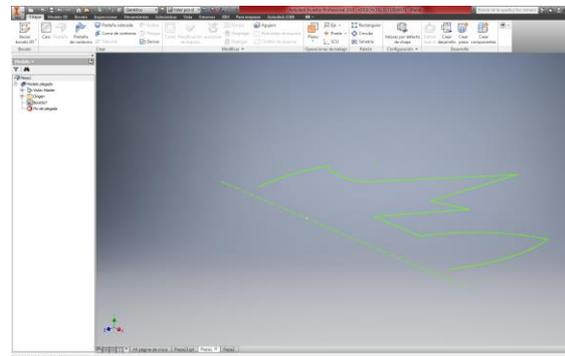


Ilustración 57. Perfil abierto. Curva de Contorno.
Fuente. Elaboración propia.

1. Seleccione del perfil ➤  *Perfil* y el eje de rotación ➤  *Eje*.
 - El eje de rotación debe estar incluido en el boceto, tal y como se muestra en la *Ilustración 57*.
2. Configure el desfase del grosor ➤ .

- Si se desea que la chapa se cree externamente a partir del perfil ➤   , en caso contrario ➤   . También existe la posibilidad de que se cree en ambas direcciones ➤   .

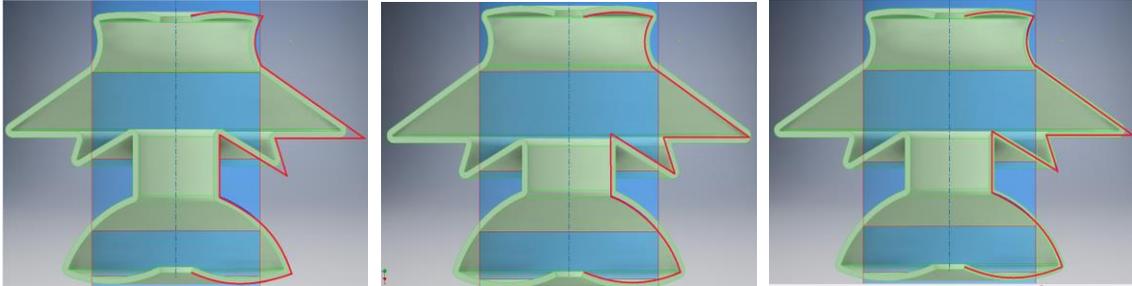


Ilustración 58. Configuración del desfase del grosor en Curva de Contorno. Crear.
Fuente. Elaboración propia.

3. Defina el ángulo de curva, es decir, el ángulo de barrido.

- Este ángulo no puede ser igual a 360° si la pieza no ha sido creada con una única línea recta. El resto de valores de ángulo de curva los admite sin generar problemas adicionales.
 - En el caso que se desee obtener una pieza con un ángulo de barrido de 360° y cuyo perfil no ha sido creado con una única recta, se deberán aplicar dos operaciones de *Curva de contorno* con direcciones de barrido opuestas y con ángulos cuya suma generen 360° . Para que la operación se genere sin problemas adicionales, es necesario reducir el radio de plegado inferior al predeterminado.

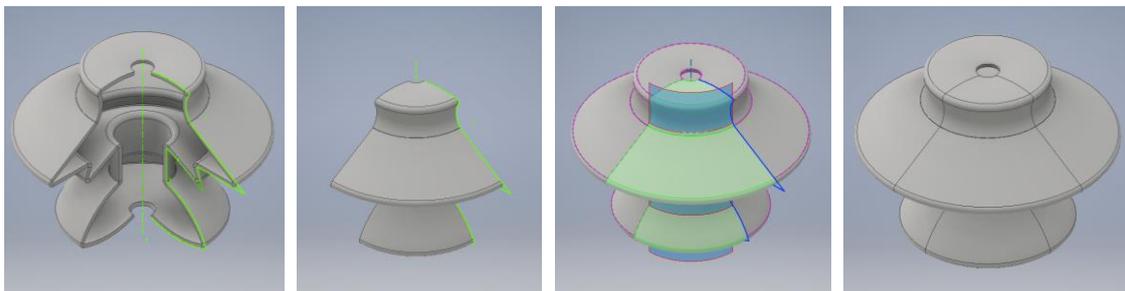


Ilustración 59. Ejemplos de ángulos de curva del comando Contorno de Curva. Crear.
Fuente. Elaboración propia.

- Existe la opción de definir la dirección de barrido ➤   .

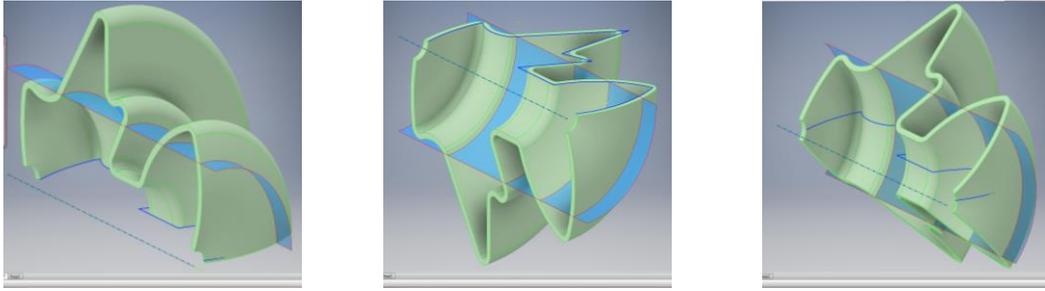


Ilustración 60. Configuración de la ubicación del lado revolucionado. Crear.
Fuente. Elaboración propia.

4. Opcional. Configure el método de anulación de la curva de contorno.

El método de anulación de la curva de contorno es un método con lo que se podrá calcular la longitud desarrollada y el radio neutro necesarios para obtener la superficie cilíndrica neutra.

- Cilindro del centroide (método por defecto): la superficie cilíndrica neutra se obtiene a través de un eje paralelo al eje de revolución que atraviesa la posición del centroide que se evalúa.
- Cilindro personalizado, la superficie cilíndrica neutra se obtiene a través de una línea del boceto especificada por el usuario.

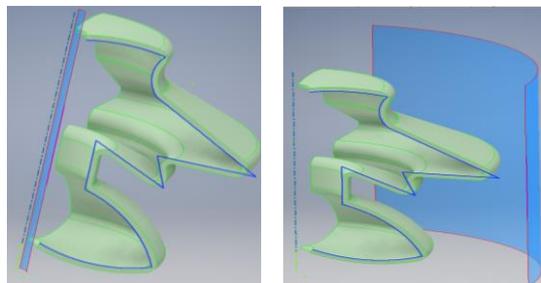


Ilustración 61. Método anulación. Diferentes ejes neutros. Curva de Contorno. Crear.
Fuente. Elaboración propia.

- Longitud desarrollado, permite configurar la longitud desarrollada.

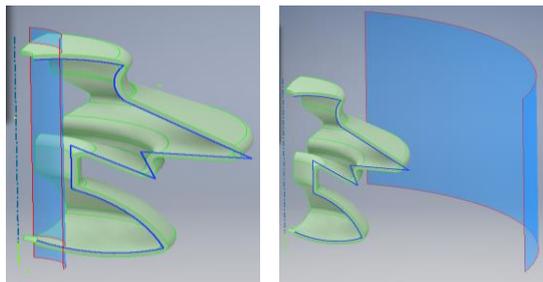


Ilustración 62. Método anulación. Diferentes longitudes desarrolladas: 5mm y 50mm, respectivamente. Crear.
Fuente. Elaboración propia.

- Radio neutro, permite configurar el radio neutro.

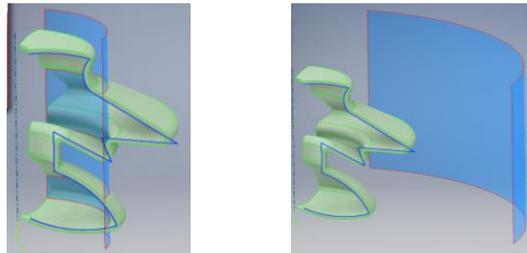


Ilustración 63. Método de anulación. Diferentes radios neutros: 9mm y 30mm, respectivamente. Crear.
Fuente. Elaboración propia.

NOTA: Independientemente del método de anulación utilizado, se generará la misma Curva de contorno.

5. También permite seleccionar el método de desplegado de la chapa: Factor K/Compensación de despliegue, así como el radio de pliegue.

5.1.2.6. Reborde

La herramienta *Reborde* ➤  **Reborde**, permite plegar las aristas seleccionadas mediante diferentes estilos y con ello, eliminar su acabado recto predeterminado. Además de modelar su acabado, con la generación de rebordes se consigue mejorar la rigidez y seguridad de la pieza frente a cortes por las aristas rectas.

La generación de rebordes es muy sencillo, basta con mirar su cuadro de dialogo y seguir los siguientes pasos:

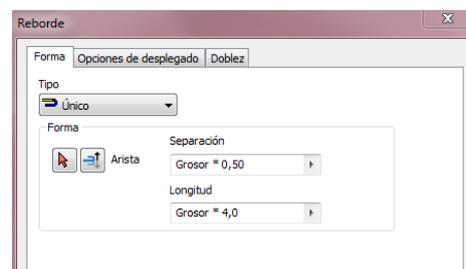


Ilustración 64. Cuadro de diálogo del comando Reborde. Crear.
Fuente. Elaboración propia.

1. Seleccione la arista sobre la que se desea crear el pliegue ➤ .
2. Defina el estilo del pliegue: único ➤ , con tetón ➤ , cilindrado ➤  o doble ➤ .

- Existe la posibilidad de cambiar el sentido del reborde a través del icono ➤ .

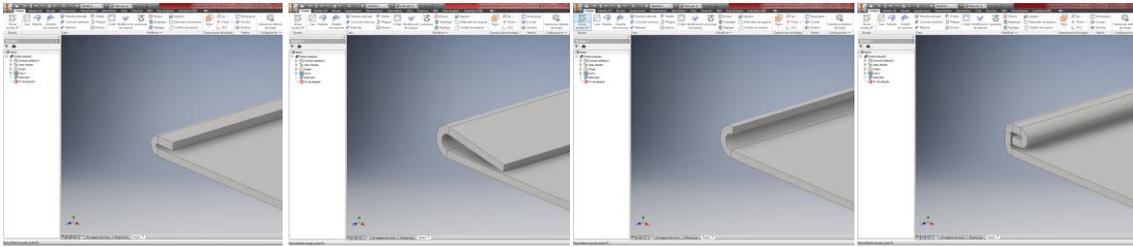


Ilustración 65. Estilos de reborde: único, con telón, cilindrado y doble, respectivamente. Crear.
Fuente: Elaboración propia.

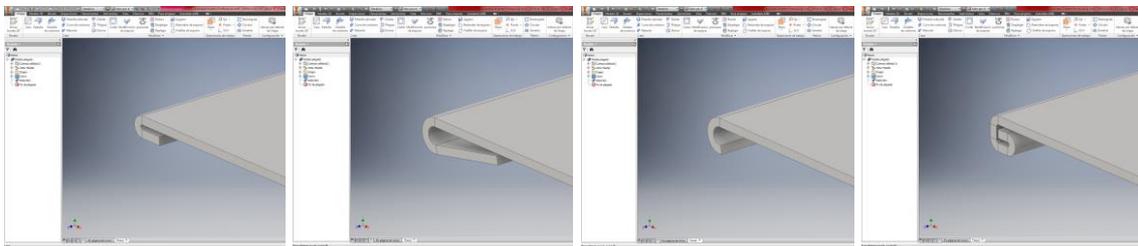


Ilustración 66. Estilos de reborde con cambio de sentido: único, con telón, cilindrado y doble. Crear.
Fuente: Elaboración propia.

3. Configuración de las características de plegado.

- Separación, longitud, ángulo de plegado y radio del pliegue.

En la siguiente ilustración, *Ilustración 67*, se muestran imágenes que presentan el mismo estilo de reborde pero con diferentes valores, permitiendo mostrar el cambio que genera la modificación de sus propiedades.

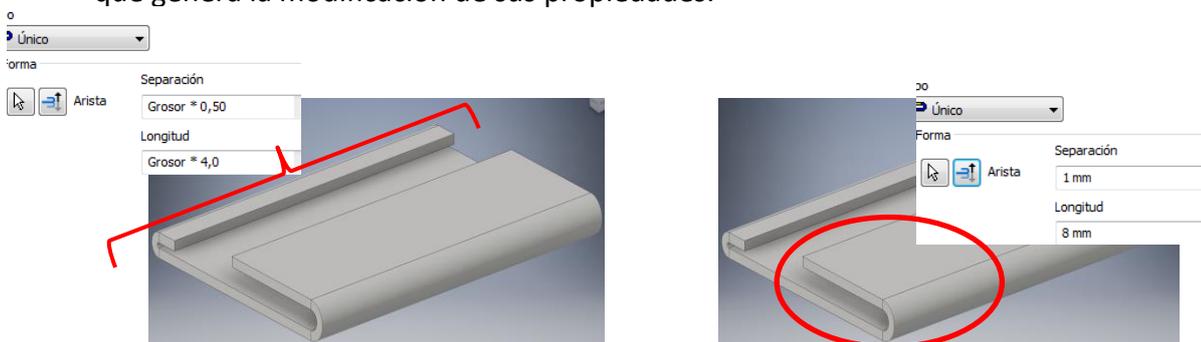


Ilustración 67. Comparativa de Reborde Único configurado con diferentes valores. Crear.
Fuente: Elaboración propia.

- Configure el método de desplegado de la chapa: Factor K/Compensación de despliegue. Se encuentra en la segunda pestaña del cuadro de diálogo.

- Configure el método de desahogo, que permite definir su forma, el plegado del radio, la profundidad, anchura y remanente mínimo. Se encuentra en la tercera pestaña del cuadro de diálogo.

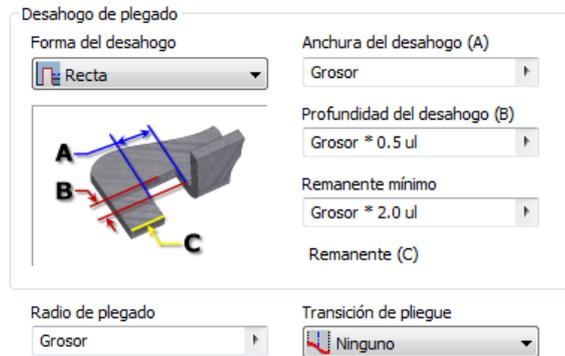


Ilustración 68. Configuración del método de desahogo. Reborde. Crear.
Fuente. Elaboración propia.

5.1.2.7. Doble

El comando *Doble* ➤  *Doble*, es una herramienta que permite unir mediante un pliegue, dos caras planas discontinuas, ya sean paralelas o formando ángulo entre ellas. Esta operación se realiza sin necesidad de realizar bocetos, siendo el propio software el que alarga o acorta las caras seleccionados para que sean compatibles con el radio de plegado. Este efecto se muestra en la *Ilustración 69* e *Ilustración 70*.

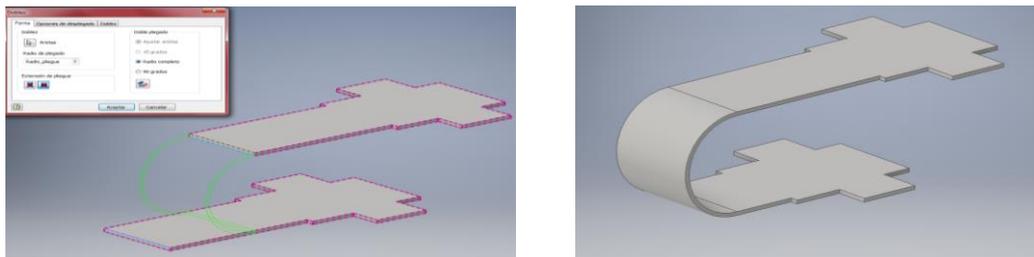


Ilustración 69. Ejemplo recorte de caras. Comando Doble. Crear.
Fuente. Elaboración propia.

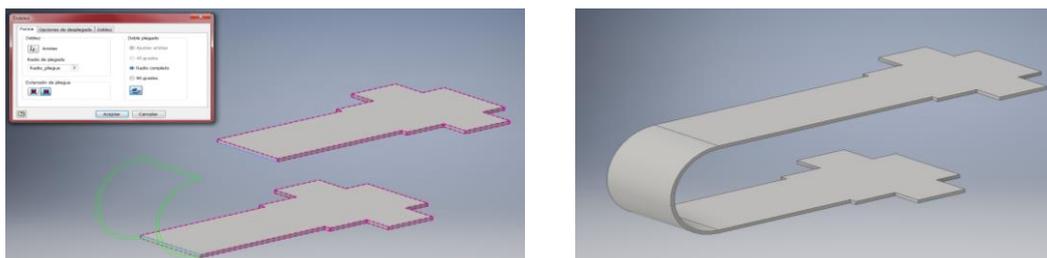


Ilustración 70. Ejemplo aumento de cara. Comando Doble. Crear.
Fuente. Elaboración propia.

Tras haber ejecutado el comando *Doble*, es posible obtener posteriormente el desarrollo de la pieza, con el que se podrán conocer las medidas y obtener los planos de fabricación que marcan sus dobleces, a través del comando *Desarrollo*. Asimismo, como ya se explicará más adelante, se podrán generar cortes u otras operaciones en los pliegues de la pieza, una vez doblada, con el comando *Desplegar*.

A través de su cuadro se podrán definir su configuración de trabajo.

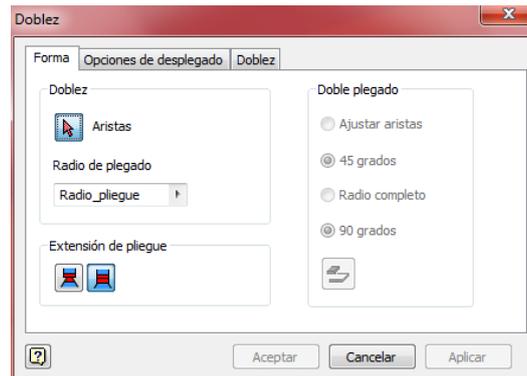
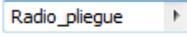


Ilustración 71. Cuadro de diálogo del comando Doble. Crear.
Fuente: Elaboración propia.

1. Seleccione las aristas entre las que se quiere establecer el pliegue ➤  Aristas .
2. Configure del radio de plegado ➤  , si se desea que sea diferente al valor predeterminado.
 - Se puede introducir el valor de forma directa o calcularlo a través de herramientas como *medir*, *mostrar cotas* o *mostrar parámetros*.

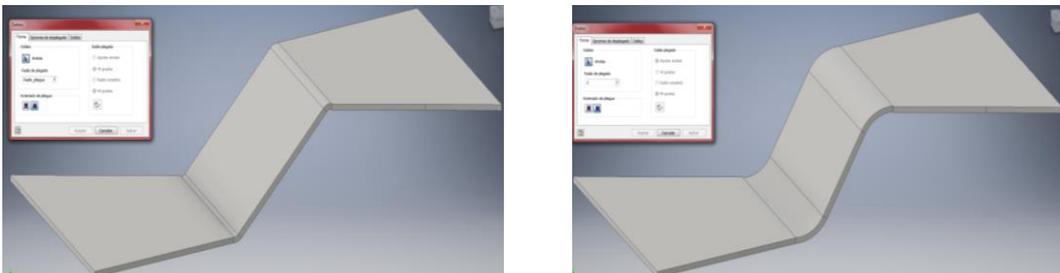


Ilustración 72. Configuración radio de plegado: predeterminado y radio = 3mm, respectivamente. Doble. Crear.
Fuente: Elaboración propia.

3. Seleccione el método de extensión del pliegue ➤  .
 - Alargar pliegue alineado hasta caras de al lado ➤  .

- Alargar pliegue alineado en dirección perpendicular a las caras de los dos lados ➤ .

4. Configuración doble plegado.

- Esta opción solo se habilita cuando las caras son paralelas y no coplanares, es decir, en diferente plano. En caso contrario se generaran pliegues rectos, *Ilustración 73.*

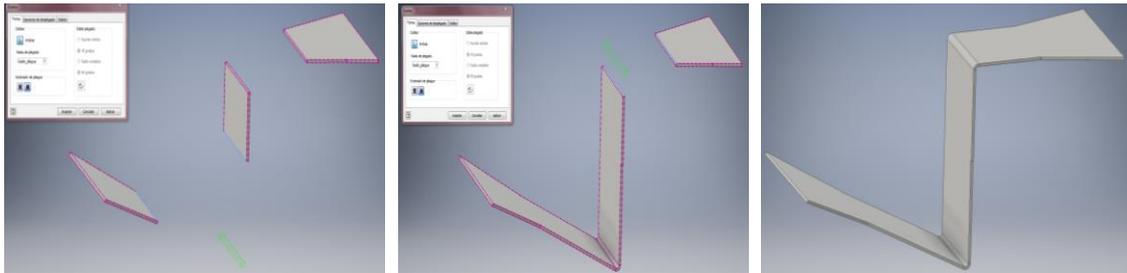


Ilustración 73. Dobles rectos formados por caras perpendiculares. Comando Doble. Crear.
Fuente. Elaboración propia.

- Ajustar aristas, es una opción que permite generar dos pliegues iguales entre caras, adaptándose a las aristas seleccionadas y sin necesidad de alargar o recortar la extensión de las caras.
 - Esta opción se habilita cuando las caras paralelas no coplanares se encuentran contiguas.

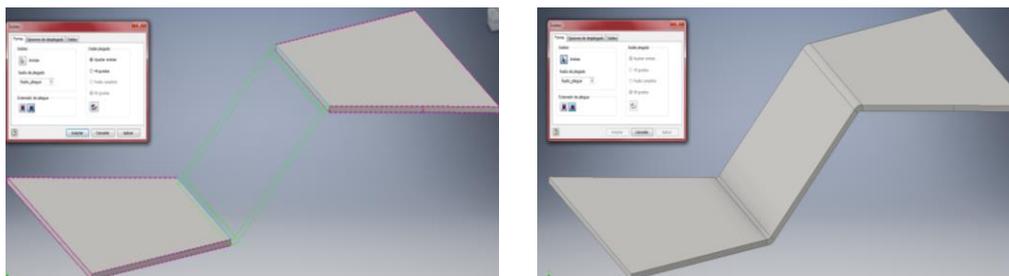


Ilustración 74. Configuración "Ajustar aristas" del comando Doble. Crear.
Fuente. Elaboración propia.

- 45 grados, es una opción que permite crear pliegues con un ángulo de 45° entre caras, adaptándose a las aristas seleccionadas.
 - Esta opción se habilita cuando las caras paralelas no coplanares se encuentran contiguas.

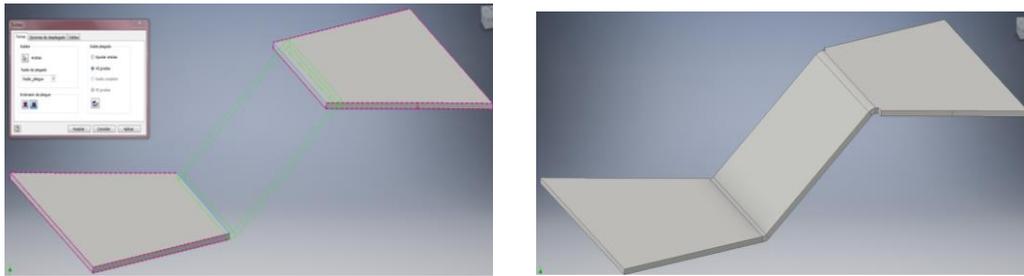


Ilustración 75. Configuración "45grados" del comando Doble. Crear.
Fuente. Elaboración propia.

- Radio completo. Esta configuración crea un doblez con la forma de medio círculo. La anchura del medio círculo se mantiene constante y se adapta a las aristas seleccionadas, alargando o reduciendo las caras.
 - Esta opción se habilita cuando las caras paralelas no coplanares se encuentran opuestas.

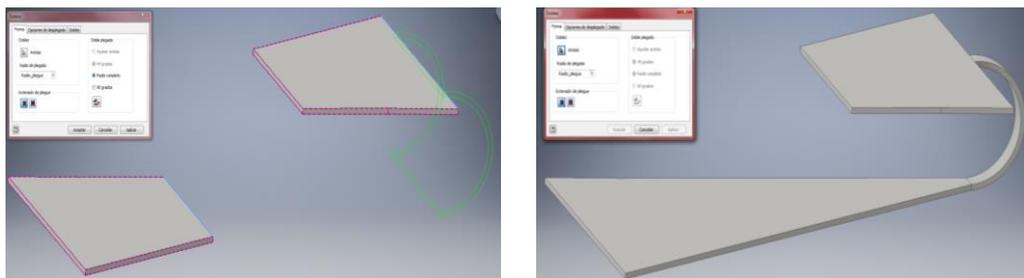


Ilustración 76. Configuración "Radio Completo" del comando Doble. Crear.
Fuente. Elaboración propia.

- 90 grados, es una opción que insertan pliegues que forman 90° entre las caras seleccionadas. Esta opción se habilita cuando las caras paralelas no coplanares se encuentran opuestas.

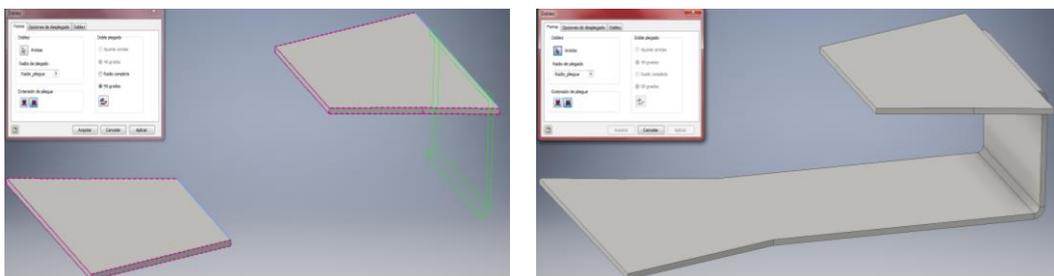


Ilustración 77. Configuración "90grados" del comando Doble. Crear.
Fuente. Elaboración propia.

- Finalmente, existe la posibilidad de cambiar de arista fija ➤ , es decir, de donde parte el pliegue. La arista fija no sufre adaptaciones, siendo la otra la que se alarga o recorta.

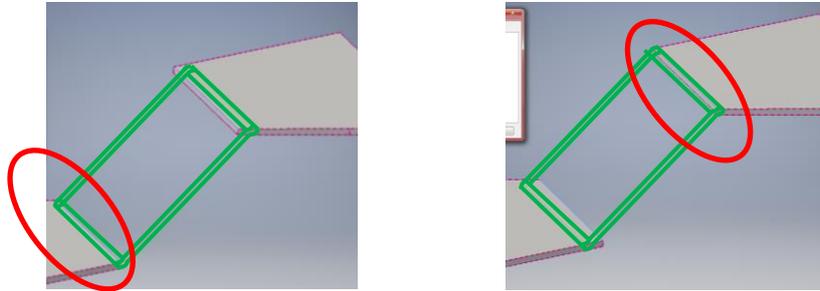


Ilustración 78. Ejemplo de cambio de arista fija en el comando DobleZ. Crear.
Fuente. Elaboración propia.

5.1.2.8. Pliegue

La herramienta *Pliegue* ➤  *Pliegue* es un comando que genera un pliegue sobre una cara. Para ello, se define una línea de boceto, conocida en este comando como línea de pliegue, que servirá como base para realizar el pliegue en el lugar deseado.

Para realizar el plegado, será necesario definir la ubicación del pliegue y la dirección del mismo, así como su radio y ángulo de plegado. Estas características pueden definirse en el cuadro de diálogo siguiente:

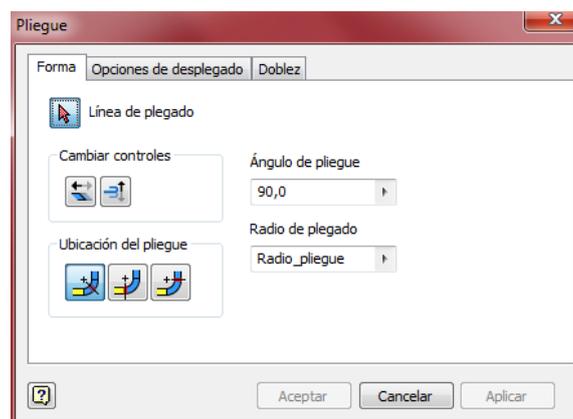
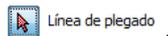


Ilustración 79. Cuadro de diálogo Pliegue. Crear.
Fuente. Elaboración propia.

A continuación se establecerán los pasos a seguir:

1. Seleccione la línea de plegado sobre la que se quiere realizar el pliegue ➤



- Es necesario asegurar que las líneas de plegado cortan con las aristas contiguas para que no se produzca un error al ejecutar la herramienta. Para ello, el usuario se guiará de las líneas de color amarillo que aseguran el cierre entre líneas.

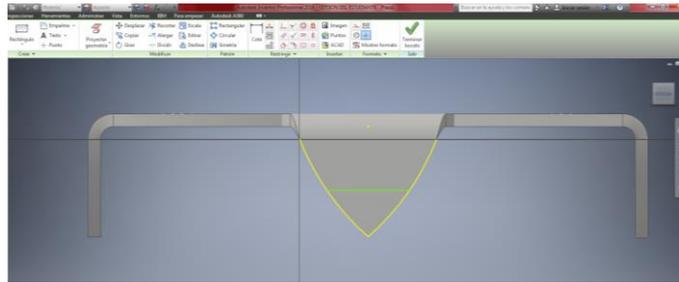


Ilustración 80. Procedimiento de verificado de líneas cerradas en comando Pliegue. Crear.
Fuente. Elaboración propia.

2. Definición de la ubicación del pliegue ➤

- Ubicación del eje del pliegue ➤ 
- Ubicación del inicio del pliegue ➤ 
- Ubicación del final del pliegue ➤ 

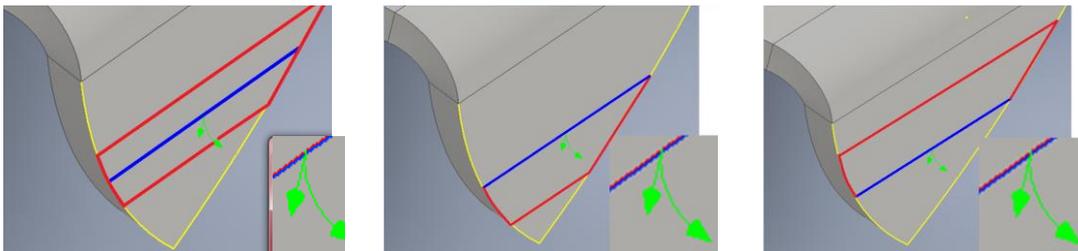


Ilustración 81. Ubicación de la ubicación del pliegue: eje, inicio y fin, respectivamente. Pliegue. Crear.
Fuente. Elaboración propia.

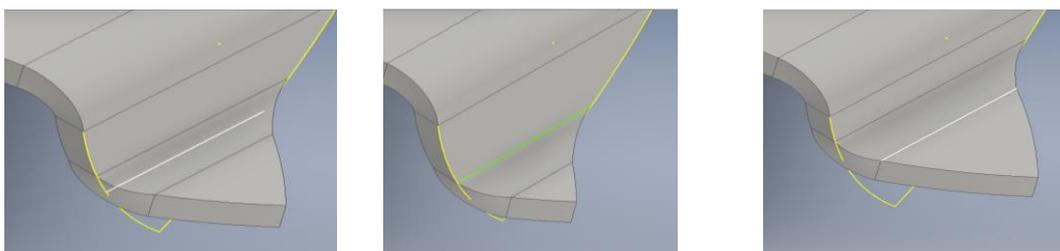


Ilustración 82. Resultado tras aplicar los diferentes métodos de ubicación del pliegue. Pliegue. Crear.
Fuente. Elaboración propia.

3. Configuración del lado y dirección de plegado ➤  .

- Definición del lado plegado ➤  . El lado plegado será aquel que se encuentre apuntado por las flechas verdes rectas.
- Definición de la dirección de plegado ➤  . La dirección de plegado será aquella establecida por flechas verdes circulares que salen desde la línea de plegado y marcan con un arco el sentido hacia arriba o hacia abajo del pliegue.

En la *Ilustración 83* e *Ilustración 84* se muestran dos ejemplos que permiten identificar el lado y la dirección de plegado. El lado plegado ha sido coloreado en amarillo para facilitar su identificación.

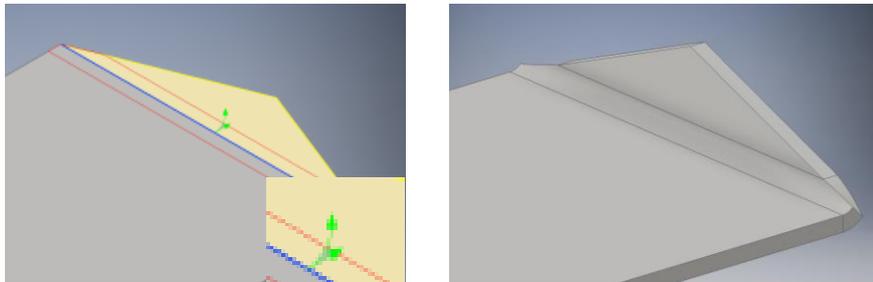


Ilustración 83. Ejemplo de cara plegado hacia arriba. Pliegue. Crear.
Fuente. Elaboración propia.

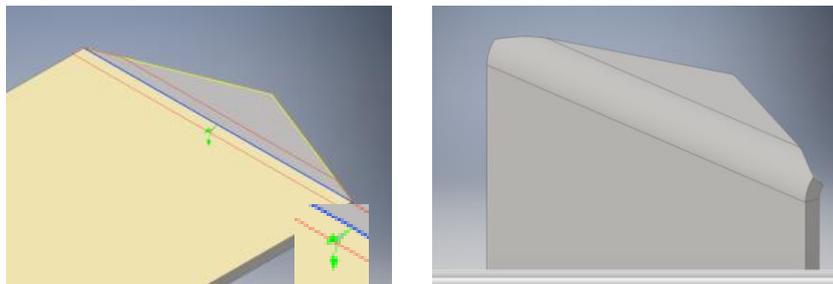


Ilustración 84. Ejemplo de cara plegado hacia abajo. Pliegue. Crear.
Fuente. Elaboración propia.

4. Definición del ángulo de plegado ➤ **Ángulo de pliegue** ➤ .

5. En lugar del radio de pliegue predeterminado, se puede configurar dándole el valor deseado ➤ **Radio de plegado** ➤ .

6. Como en muchos comandos, si se desea se puede configurar el método de plegado y de desahogo, en la segunda y tercera pestaña, respectivamente.

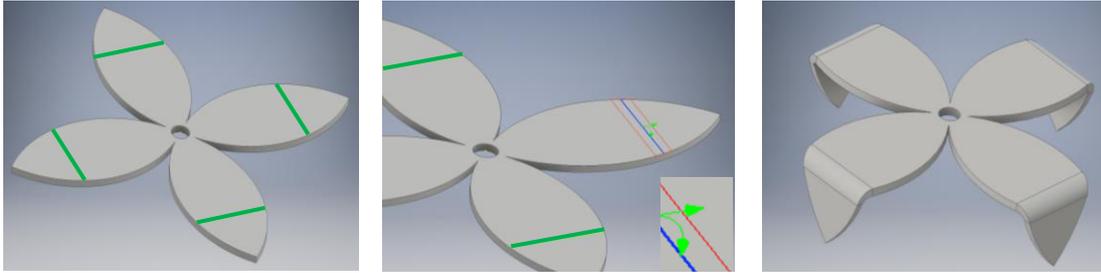


Ilustración 85. Proceso de elaboración de una pieza con diferentes tipos de pliegues I. Pliegue. Crear.
Fuente. Elaboración propia.

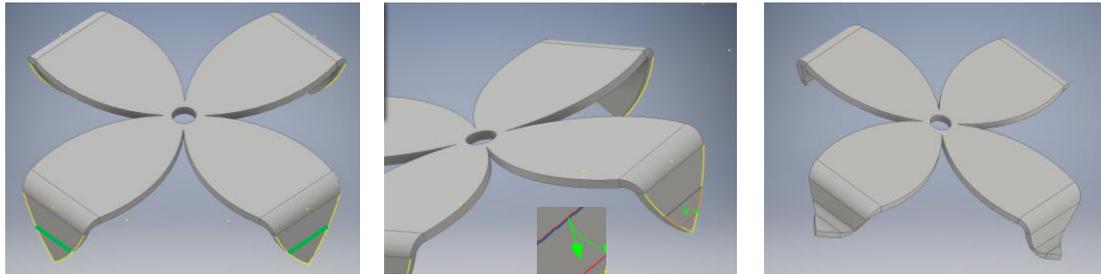


Ilustración 86. Proceso de elaboración de una pieza con diferentes tipos de pliegues II. Pliegue. Crear.
Fuente. Elaboración propia.

Al igual que en el comando *Doblez*, es posible obtener posteriormente el desarrollo de la pieza, con el que se podrán conocer las medidas y obtener los planos de fabricación que marcan sus dobleces, a través del comando *Desarrollo*. De la misma manera, se podrán generar cortes u otras operaciones en los pliegues de la pieza, una vez doblada, con el comando *Desplegar*.

5.1.2.9. Derivar

El comando *Derivar* ➤  *Derivar*, es una herramienta que permite crear una nueva pieza a partir de un diseño creado. La nueva pieza será conocida como pieza derivada y estará vinculada con la pieza origen, componente base, por lo que todos los cambios efectuados sobre la pieza original se reflejarán sobre la pieza derivada, pero no al revés.

Los pasos para crear una pieza derivada son los siguientes:

1. Seleccione el comando *Derivar* ubicado en el grupo *Crear* de la cinta de opciones.

2. Defina la ubicación de la pieza a derivar.

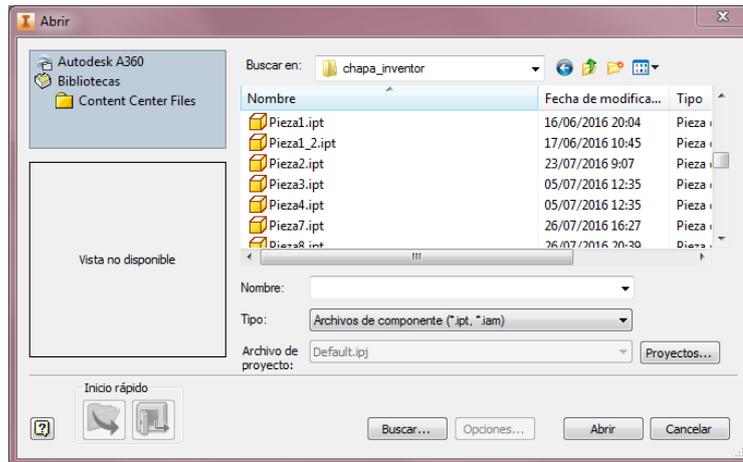


Ilustración 87. Selección de la pieza a derivar. Crear.
Fuente. Elaboración propia.

3. Seleccione una pieza.

- Al seleccionar la pieza, se mostrará una lista que contiene el conjunto de operaciones utilizadas para generar el componente base, así como diferentes configuraciones aplicables sobre la pieza derivada.

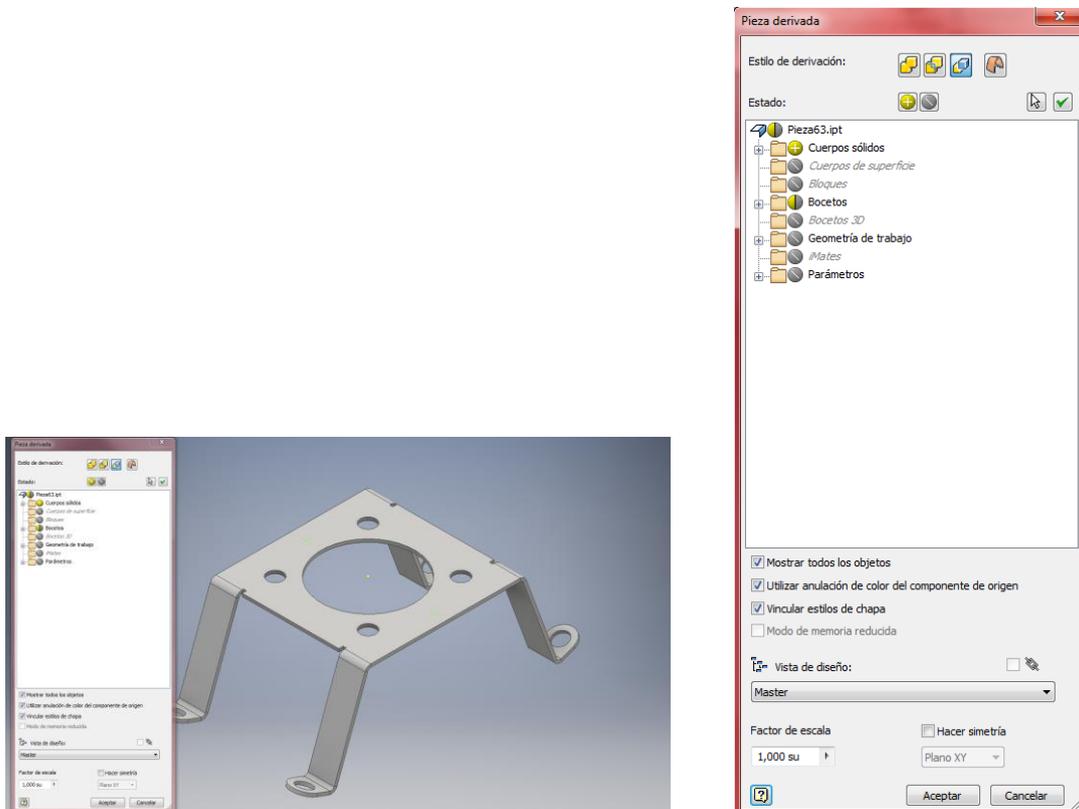


Ilustración 88. Pieza derivada y cuadro de diálogo, respectivamente. Crear.
Fuente. Elaboración propia.

4. Defina el estilo de derivación de la nueva pieza ➤ .
- Cuerpo sólido único con fusión de uniones entre caras planas ➤ .
 - Cuerpo sólido único conserva las uniones entre caras planas ➤ .
 - Mantener cada sólido como un cuerpo sólido independiente ➤ .
 - Cuerpo como superficie de trabajo ➤ .

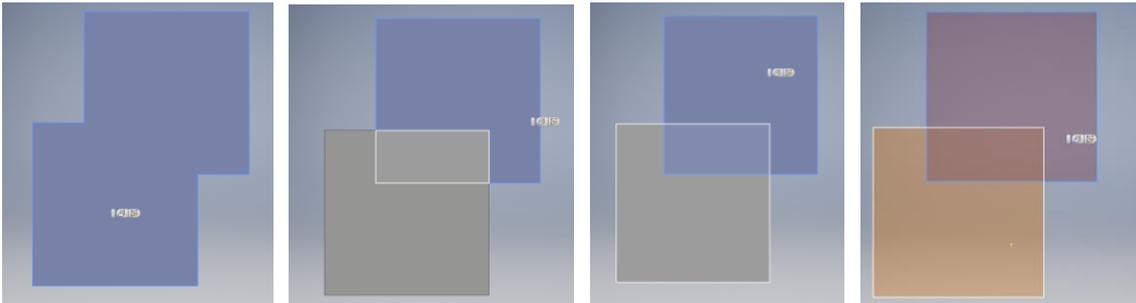


Ilustración 89. Estilos de derivación: fusión sin conservación de uniones, fusión con conservación de uniones, mantener cuerpos sólidos independientes y superficies, respectivamente. Crear.

Fuente. Elaboración propia.

5. Defina la geometría que se quiere mantener en la nueva pieza derivada.
- Los botones de estado ➤  permiten añadir o excluir los componentes/operaciones que formarán la pieza derivada.
 - Si desea que el componente este en la nueva pieza, pulse sobre el botón de estado hasta que este se coloree de amarillo ➤  . En caso contrario pulse hasta que se coloree de gris ➤  .



Ilustración 90. Componentes de la pieza original. Crear.

Fuente. Elaboración propia.

6. Defina la configuración de operaciones de derivación.

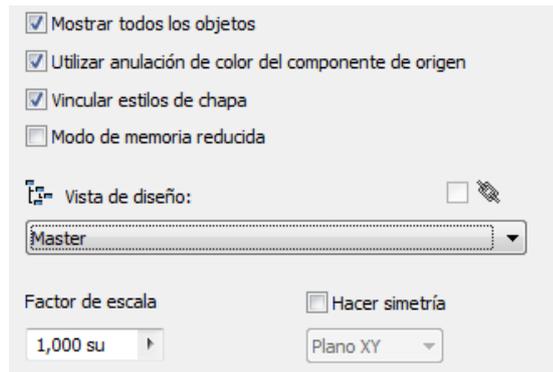


Ilustración 91. Configuración de pieza derivada. Crear.
Fuente. Elaboración propia.

- La pestaña “*Mostrar todos los objetos*” te permite visualizar en la lista de componentes del cuadro de diálogo las operaciones del componente base.
 - En el caso de estar activada, mostrará todas las operaciones, independientemente de si se vayan a incluir o no en la pieza derivada.
 - Si esta desactivada, solo mostrará las operaciones incluidas en la pieza derivada.

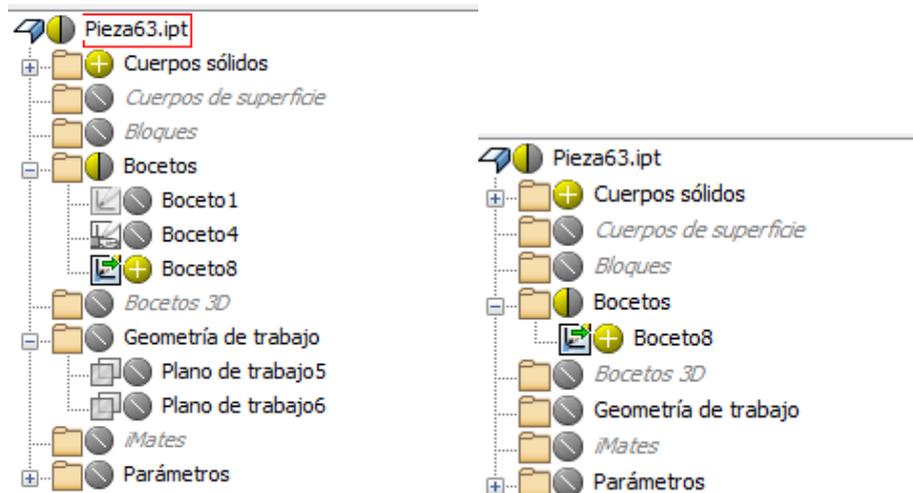


Ilustración 92. Operaciones de componente base: Pestaña "Mostrar todos los objetos": activa y desactivada. Crear.
Fuente. Elaboración propia.

- La pestaña “*Utilizar anulación de color del componente base*” te permite vincular el color de la pieza original.
 - En el caso de estar activada, mostrará en la pieza derivada el color real del componente base.

Desarrollo de elementos metálicos tipo chapa

- Si esta desactivada, mostrará en la pieza derivada el color por defecto.

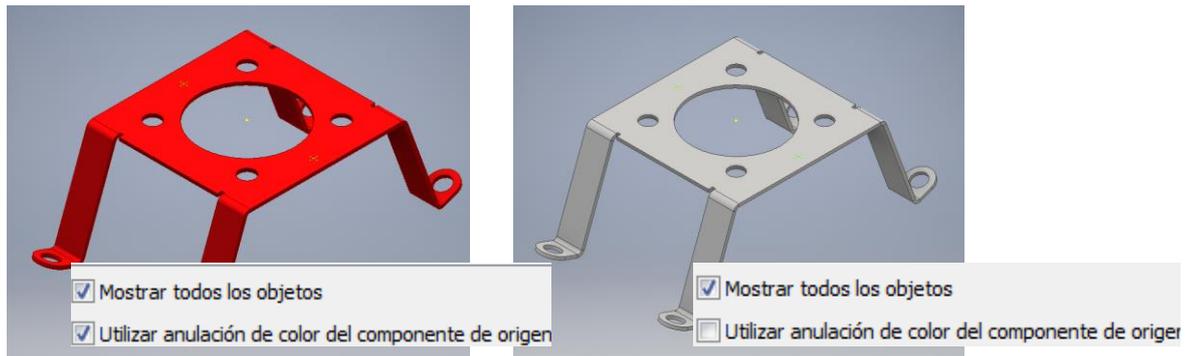


Ilustración 93. Configuración "Utilización anulación de color del componente base". Crear.
Fuente. Elaboración base.

- La pestaña "Vincular estilos de chapa", permite vincular los estilos de chapa definidos en el componente base y trasladarlos a la pieza derivada.
- La última pestaña de configuración "Modo de memoria reducida" permite reducir significativamente los datos del navegador guardados en la pieza.
- Si lo desea, puede aplicar un factor de escala sobre la pieza derivada, así como generar una pieza simétrica a la original tomando como referencia un plano.

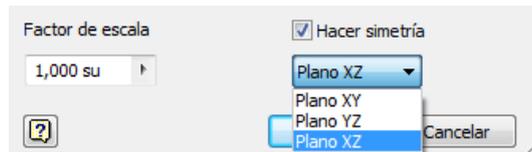


Ilustración 94. Factor Escala y simetría sobre pieza derivada. Crear.
Fuente. Elaboración propia.

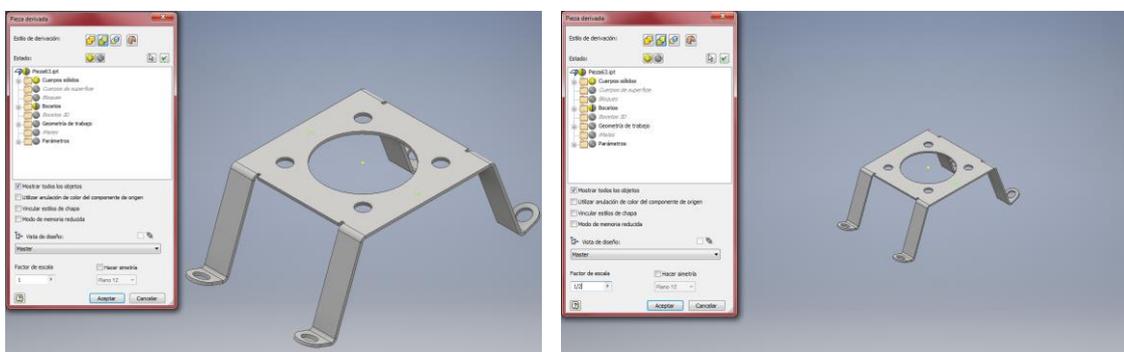


Ilustración 95. Factor de escala 1 y 1/2 sobre pieza derivada, respectivamente. Crear.
Fuente. Elaboración propia.

5.1.3 Modificar

El grupo *Modificar*, es un conjunto de comandos destinados a modelar la pieza generada en 3D, entre los que se encuentran *corte*, *agujero*, *chaflán*, *redondeo*...etc. Sin embargo, no se abandonan los bocetos, ya que se deberán utilizar para definir las formas de las operaciones que se le quieran aplicar a la pieza.



Ilustración 96. Cinta de opciones. Modificar.
Fuente. Elaboración propia.

5.1.3.1. Cortar

El comando *Cortar* , es una herramienta que tal y como su nombre indica, permite realizar operaciones de corte sobre la cara y eliminar la placa metálica con la forma del boceto diseñado. Permite definir el tipo de corte, la profundidad, dirección...etc., mediante su cuadro de diálogo.



Ilustración 97. Cuadro de diálogo del comando Cortar. Modificar.
Fuente. Elaboración propia.

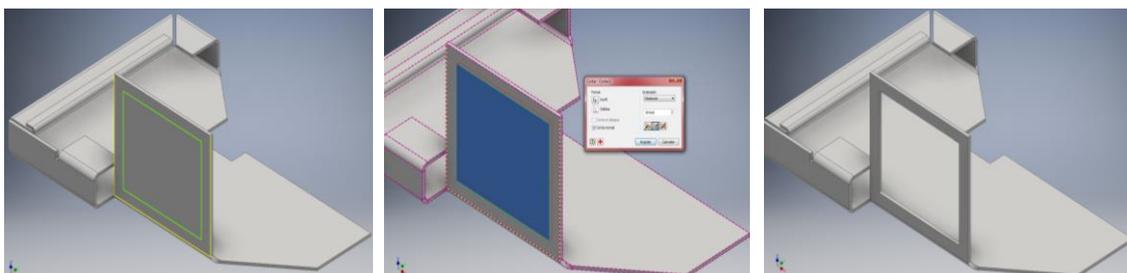


Ilustración 98. Proceso de corte. Modificar.
Fuente. Elaboración propia.

Los pasos para ejecutar correctamente el comando cortar son:

1. Seleccione el perfil ➤  Perfil o sólido ➤  Sólidos sobre el que se desea realizar la operación.
2. Configure el tipo de corte y la extensión del mismo, cuya definición establecerá un corte pasante o parcial.
 - Corte en pliegue, es una configuración que permite adaptar el boceto diseñado a las caras o pliegues de la cara que se quieren cortar. En esta opción no se puede especificar la dirección del corte, por lo que se cortará aquello que se encuentre debajo del perfil seleccionado.
 - Corte normal, es una configuración que corta de manera perpendicular. En esta ocasión sí se puede especificar la dirección de corte ➤ . El la *Ilustración 91* a modo de ejemplo, se muestran las diferentes direcciones de corte que se pueden realizar en la pieza.

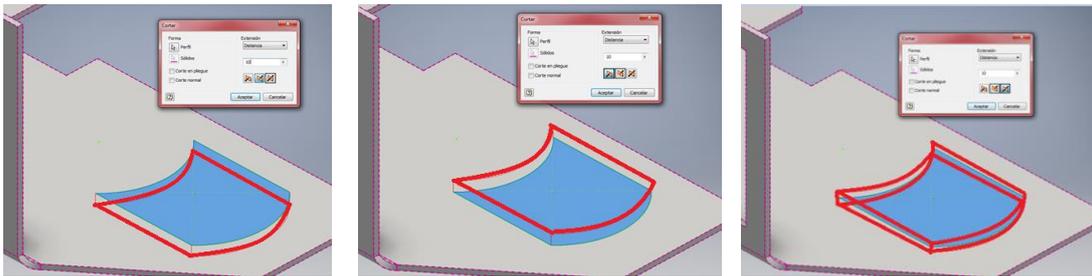


Ilustración 99. Configuración de la dirección del corte. Modificar.
Fuente. Elaboración propia.

A través de un mismo boceto, se le puede aplicar tanto corte en pliegue como corte normal, siendo muy distintos los resultados dependiendo de donde se encuentre el perfil diseñado.

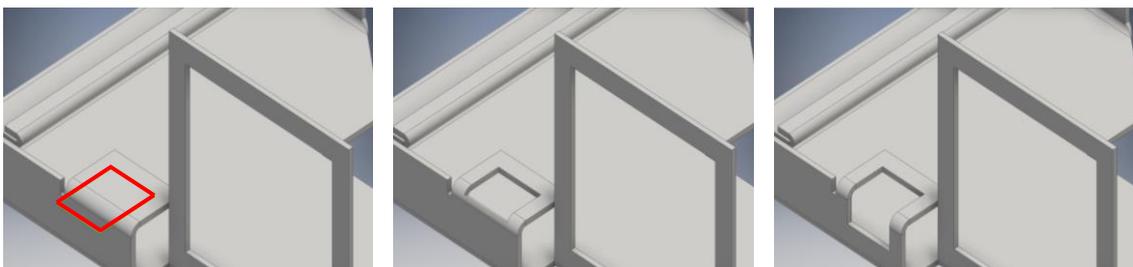


Ilustración 100. Comparativa entre corte normal y corte en pliegue, respectivamente. Modificar.
Fuente. Elaboración propia.

Si en lugar de haber aplicado el corte sobre un pliegue, se aplica en una superficie plana, los resultados tras haber aplicado los diferentes tipos de cortes, serían idénticos.

5.1.3.2. Modificación de esquina

Cuando se trabaja con chapa, las esquinas formadas entre caras adyacentes no están completamente cerradas, existiendo una pequeña separación entre ellas, con el fin de asegurar que no se produzca solapamiento de material cuando la pieza esté plegada.

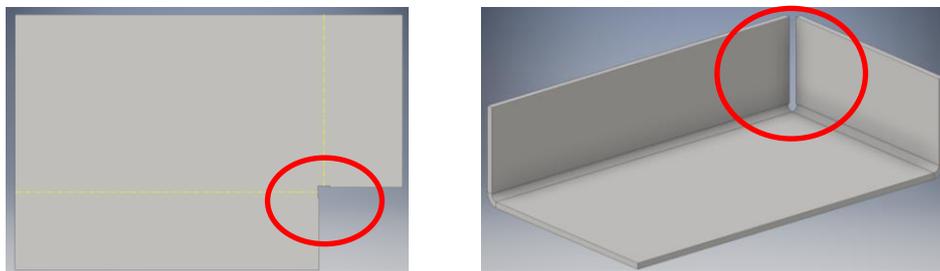


Ilustración 101. Ejemplo de despliegado de esquinas. Modificación de esquinas. Modificar.
Fuente. Elaboración propia.

Sin embargo, existe un comando conocido como *Modificación de esquina* ➤ , que permite disminuir la separación en la esquina entre caras sin comprometer a las condiciones de plegado. En esta operación puede definir a través del cuadro de diálogo, el tipo de unión y distancia entre caras.

Para acceder a la configuración, se deberán seguir los siguientes pasos:

1. Seleccione sobre la cinta de opciones, el icono ➤  .

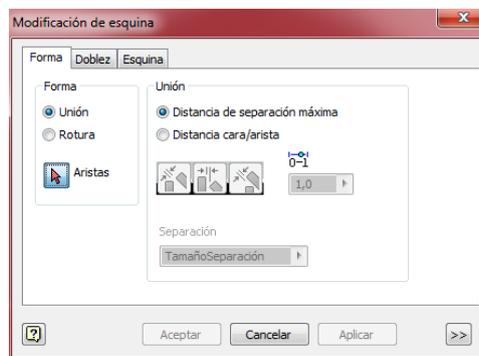


Ilustración 102. Cuadro de diálogo del comando Modificación de esquinas. Modificar.
Fuente. Elaboración propia.

2. Seleccione la opción de unión ➤ Unión .

- Distancia de separación máxima Distancia de separación máxima

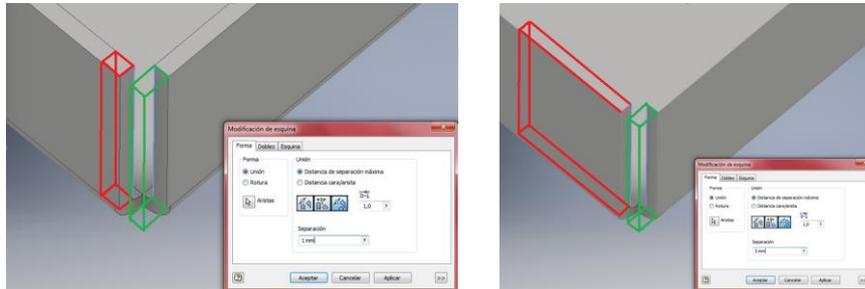


Ilustración 103. Ejemplos de configuración modificación esquina: distancia de separación máxima. Modificar.
Fuente. Elaboración propia.

- Distancia cara/arista ➤ Distancia cara/arista ➤

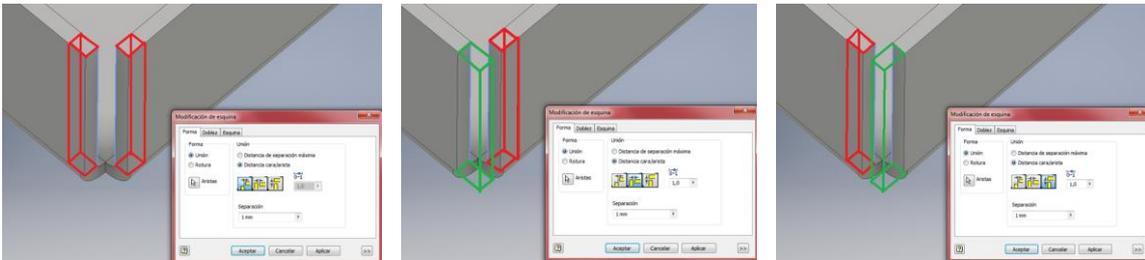


Ilustración 104. Configuración modificación de esquina: distancia cara. Sin solapamiento y dos tipos de solapamiento, respectivamente. Modificar.
Fuente. Elaboración propia.

3. Si en lugar de haber seleccionado la opción de unión, se selecciona la opción de rotura ➤ Rotura , se pueden especificar si se crean roturas de esquina.

5.1.3.3. Punzones

El comando *Punzones* ➤  , es una herramienta que representa la operación de punzonado, basada en la utilización de planchas formadas con un punzón y una matriz con la forma deseada, para perforar la chapa metálica con la forma prediseñada existente en la matriz

La operación de punzonado está diseñada para utilizarse sobre una pieza en 3D a la que debe especificarse el centro del punzón mediante un boceto.

En las siguientes ilustraciones se muestra el proceso de punzonado posible a través de *Inventor Autodesk Professional*, así como los pasos necesarios para ejecutarlo.

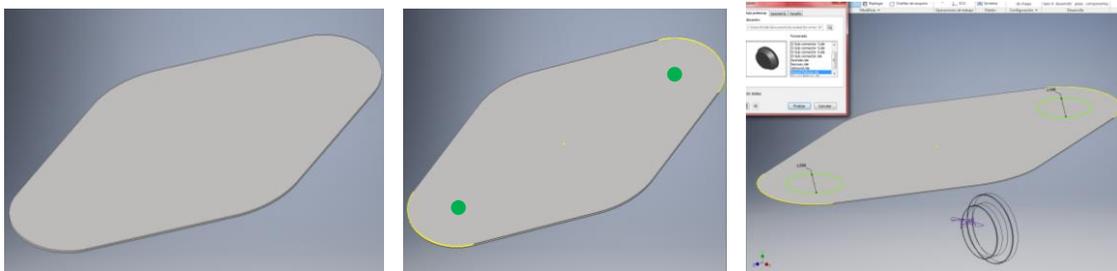


Ilustración 105. Proceso de punzonado I. Modificar.
Fuente. Elaboración propia.

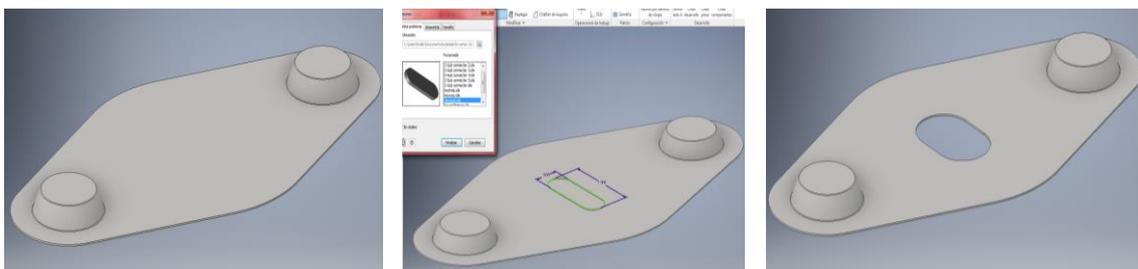


Ilustración 106. Proceso de punzonado II. Modificar.
Fuente. Elaboración propia.

1. Diseñe la pieza sólida sobre la que se desea realizar la operación de punzonado.
2. Defina los centros de los punzones mediante el comando *punto* en el diseño de boceto ➤  ➤  *Punto* .
3. Seleccione el comando *punzones* ➤  .

4. Tras ejecutar el comando *punzones*, aparecerá una ventana, como en la *Ilustración 107*, con los punzones disponibles en la herramienta Autodesk ➤ selección del punzón deseado.

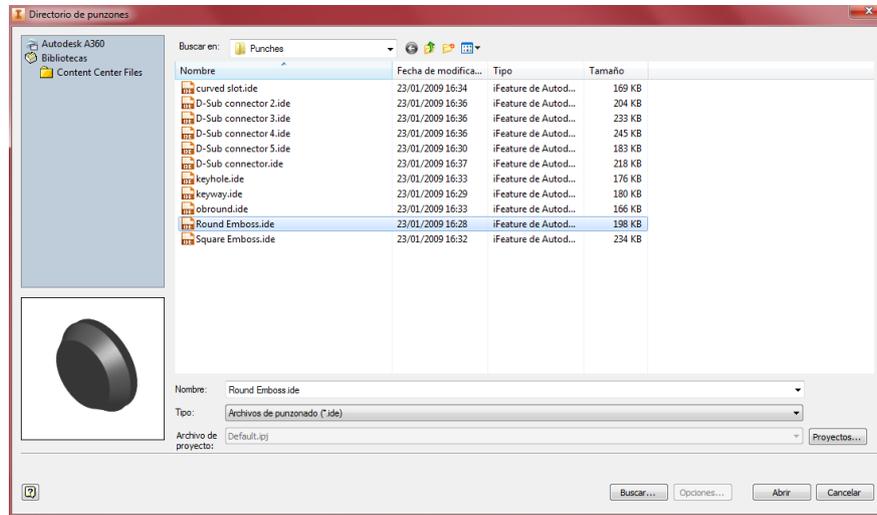


Ilustración 107. Ventana de selección del punzón. Punzones. Modificar.
Fuente. Elaboración propia.

5. Una vez ejecutado el paso anterior, aparecerá sobre nuestro diseño, tomando como centro el punto del boceto creado en el paso 2, el punzón seleccionado junto con una segunda ventana de configuración.

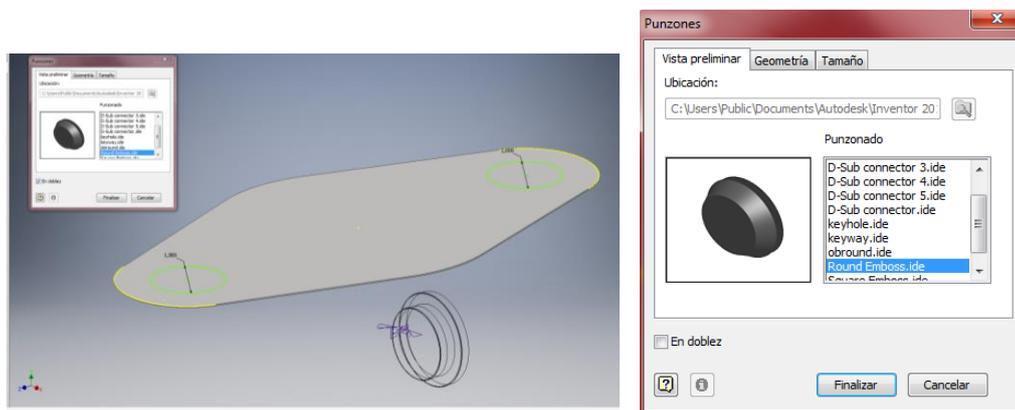


Ilustración 108. Configuración del comando punzones. Modificar.
Fuente. Elaboración propia.

- La primera pestaña del cuadro de diálogo ofrece una vista preliminar del punzón seleccionado y la segunda permite ubicarlo en el punto y con la orientación deseada. Sin embargo, la que más interesa es la tercera

pestaña, encargada de ajustar el tamaño de los punzones. Existen dos maneras de ajustar el tamaño, en función del punzón escogido:

- La primera, permite que el usuario escoja el valor del tamaño de manera manual a través del teclado.
- Mientras que la segunda, permite cambiar el tamaño siguiendo las especificaciones del fabricante y eliminando la posibilidad de que el usuario escoja el valor deseado.

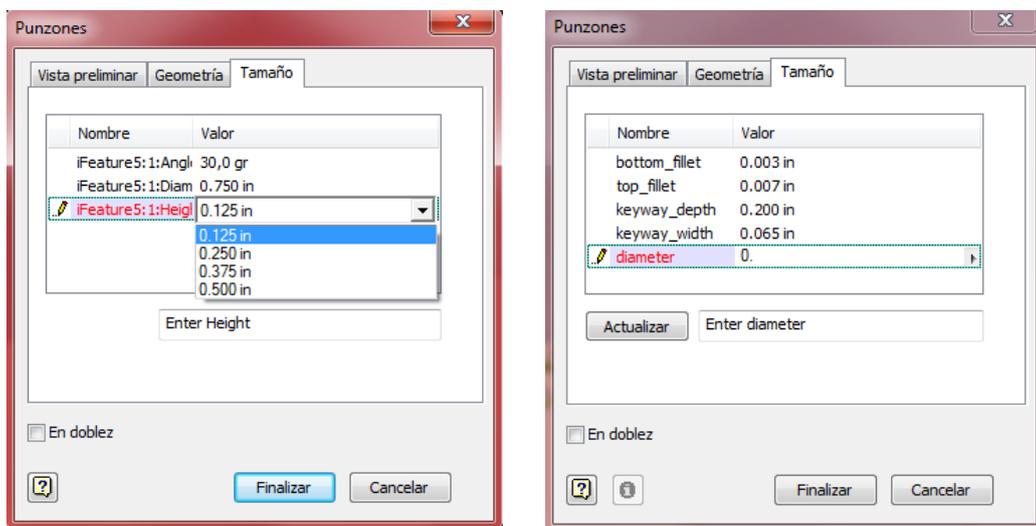


Ilustración 109. Configuración del tamaño del punzón en función de la selección del mismo. Modificar.
Fuente. Elaboración propia.

6. Una vez se han configurado todas las especificaciones: tipo de punzón, ubicación, orientación y tamaño, se selecciona la opción de finalizar, obteniendo el diseño deseado.

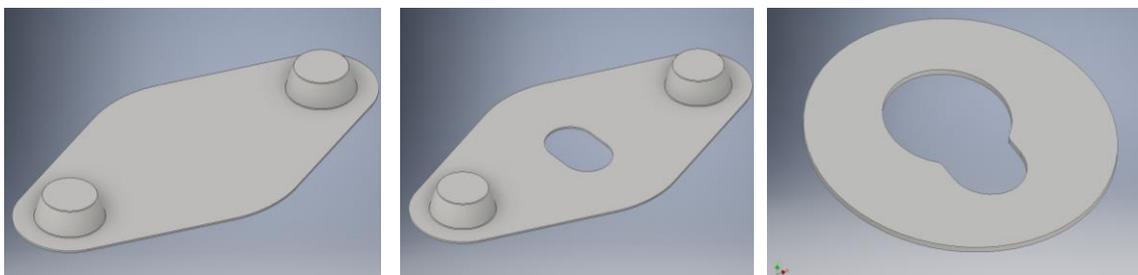


Ilustración 110. Ejemplos de punzones elaborados en Inventor Autodesk. Modificar.
Fuente. Elaboración propia.

5.1.3.4. Rotura

El comando *Rotura* ➤  *Rotura* , es una herramienta que permite eliminar una sección de la pieza definida a través de un único punto o de dos puntos, o bien, una cara completa de la misma. Pudiendo ser realizada sobre piezas rectas o curvas.

Este comando es muy útil para generar espacios en piezas curvas, sobre las que no existen aristas y por lo tanto no presentan planos sobre los que poder ejecutar el comando *Desplegar*. De esta forma, se puede generar una rotura para desplegar la pieza y poder ejecutar cualquier tipo de operación sobre la superficie curva. También permite, trazar un cordón de soldadura sobre cualquier espacio de rotura que haya generado en la pieza. Un ejemplo de ambos casos, se muestra en la Pieza 8 del “Capítulo 7: Aplicación práctica: ejemplos”.



Ilustración 111. Cuadro de diálogo del comando Rotura. Modificar.
Fuente. Elaboración propia.

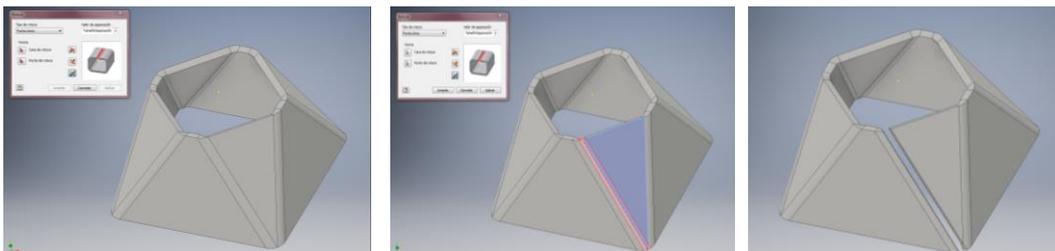


Ilustración 112. Ejemplo de Proceso de Rotura. Modificar.
Fuente. Elaboración propia.

Los pasos para ejecutar correctamente esta operación son los siguientes:

1. Especificación del tipo de rotura: parcial/completa.
 - Rotura parcial, es un tipo de configuración que permite eliminar una sección de la pieza, de tamaño establecido, definida a través de un único punto o de dos puntos (punto inicial y final).

- En la configuración de único punto ➤ **Punto único** , se debe definir la cara sobre la que se quiere ejecutar la rotura ➤ **Cara de rotura** y el punto/puntos ➤ **Punto de rotura** que establezca la sección a eliminar.
- En la configuración de punto a punto ➤ **De punto a punto** , se debe definir la cara sobre la que se quiere ejecutar la rotura ➤ **Cara de rotura** y los puntos ➤ **Punto inicial** **Punto final** que marcan la sección a eliminar.

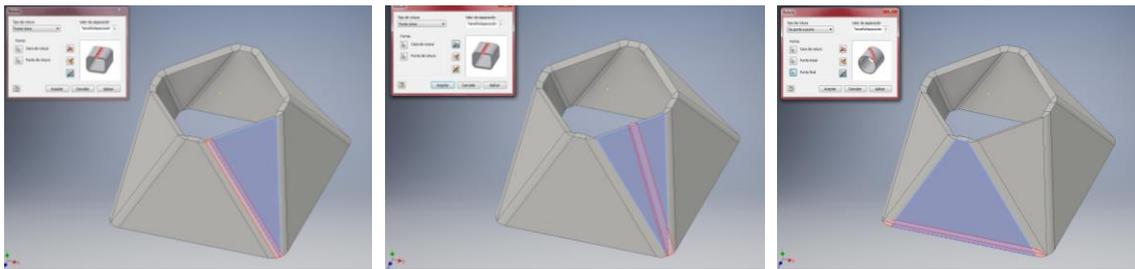


Ilustración 113. Conjunto de ejemplos de rotura parcial I. Modificar.
Fuente. Elaboración propia.

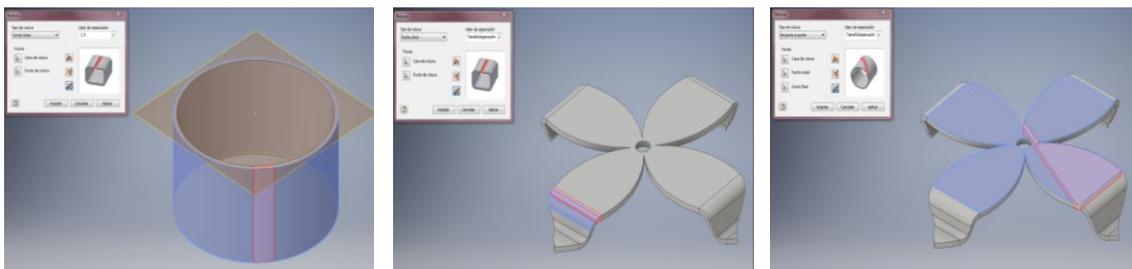


Ilustración 114. Conjunto de ejemplos de rotura parcial II. Modificar.
Fuente. Elaboración propia.

- En la rotura parcial es posible definir un valor diferente del predeterminado de la separación que se va a realizar ➤ **Valor de separación** y el tipo de desfase ➤ .

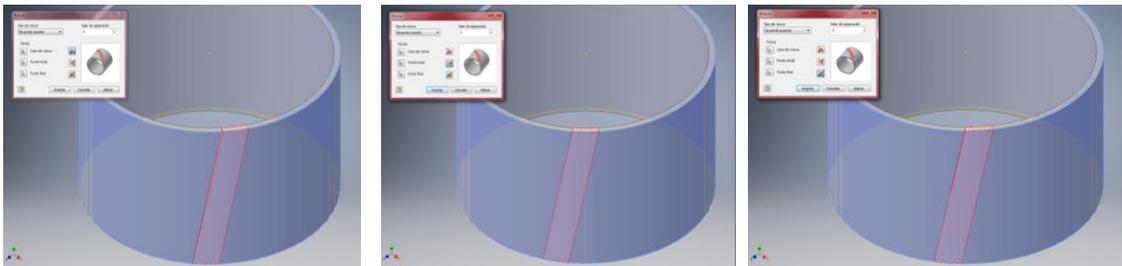


Ilustración 115. Configuración de desfase del valor de separación. Rotura. Modificar.
Fuente. Elaboración propia.

- Cuando no existan aristas rectas para situar los puntos de rotura, se definirán los puntos deseados mediante un boceto previo. De esta manera se podrán eliminar secciones en superficies curvas.

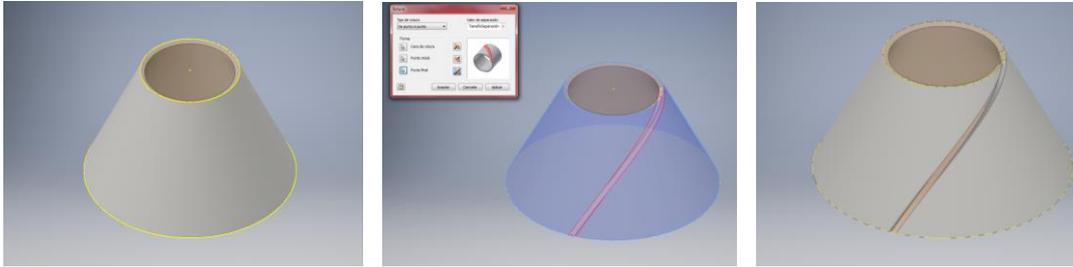


Ilustración 116. Proceso de rotura en piezas curvas. Modificar.
Fuente. Elaboración propia.

- Rotura completa, que permite eliminar una cara completa de la pieza.
 - Para eliminar una cara completa, se debe seleccionar en el tipo de rotura, la configuración de extensión de cara ➤ .

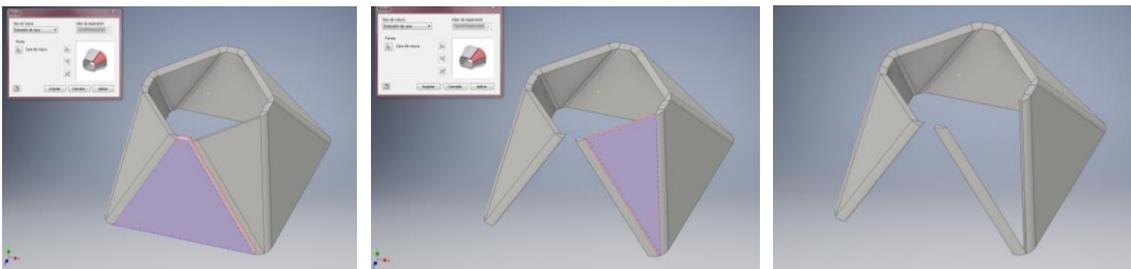


Ilustración 117. Ejemplos de rotura completa de cara. Modificar.
Fuente. Elaboración propia.

NOTA: Las operaciones de rotura no pueden generarse en agujeros, cortes u otras operaciones moldeadas que puedan encontrarse en el plano de rotura, ya que generan un mensaje de error *“Error: La rotura interfiere con un contorno interno”*.

5.1.3.5. Desplegar/Plegar

La herramienta *Desplegar* ➤  *Desplegar*, es un comando que permite aplanar cualquier superficie plegada, como por ejemplo pliegues o superficie curvada, tomando una cara como referencia, con el fin de facilitar el moldeo de la pieza. Para

volver a convertirlo a su forma original, se utilizará la herramienta *Replegar* ➤



Para acceder a su configuración:

1. Seleccionamos sobre la cinta de opciones, el icono *Desplegar* ➤  *Desplegar* .

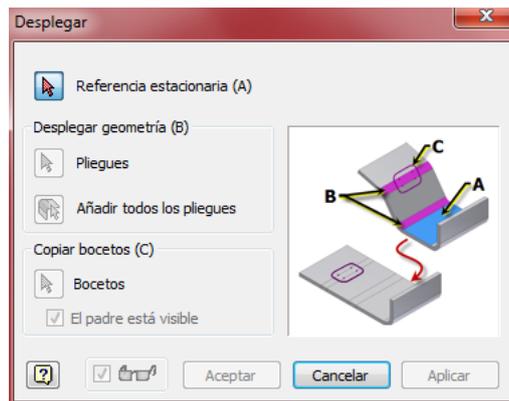


Ilustración 118. Cuadro de diálogo del comando Desplegar. Modificar.
Fuente. Elaboración propia.

2. Defina la superficie de referencia ➤  *Referencia estacionaria (A)* , que será aquella que permanezca en su posición y ubicación actual cuando se realice el despliegado completo de la pieza, sin sufrir ninguna modificación.

- Se puede utilizar cualquier cara o plano de trabajo existente en la pieza.
- La cara utilizada como referencia, será coloreada de azul.

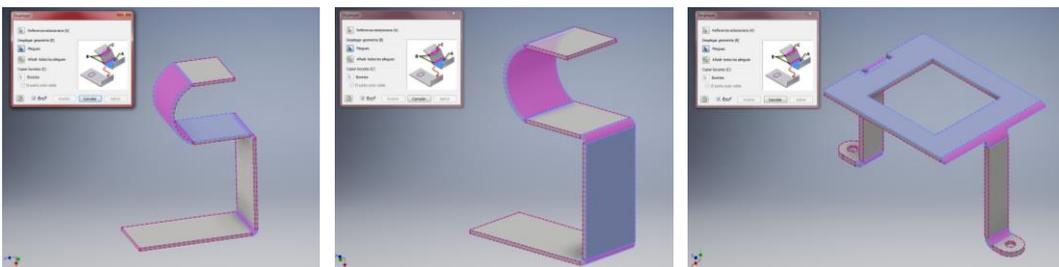


Ilustración 119. Ejemplos de selección de referencia estacionaria. Comando Desplegar. Modificar.
Fuente. Elaboración propia.

3. Especifique los pliegues que se desean desplegar.
 - Todos aquellos pliegues que se encuentren coloreados de morado, podrán ser desplegados.

Desarrollo de elementos metálicos tipo chapa

- Permite desplegar una superficie concreta ➤  Pliegues o la pieza completa ➤  Añadir todos los pliegues , tomando como referencia la cara seleccionada en el paso anterior.

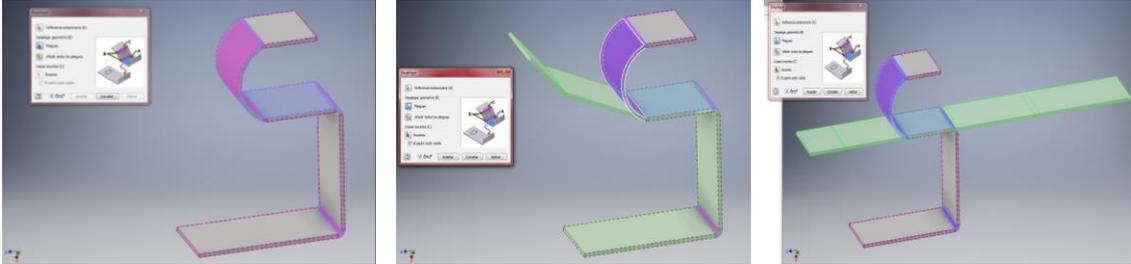


Ilustración 120. Ejemplos de desplegado parcial y total de una pieza I. Desplegado. Modificar.
Fuente. Elaboración propia.

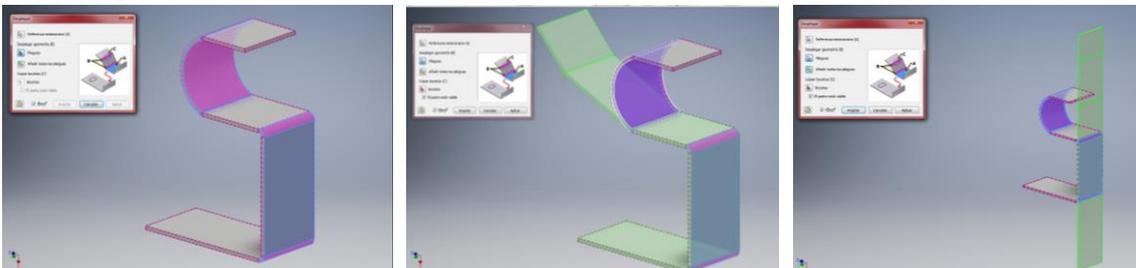


Ilustración 121. Ejemplos de desplegado parcial y total de una pieza II. Desplegado. Modificar.
Fuente. Elaboración propia.

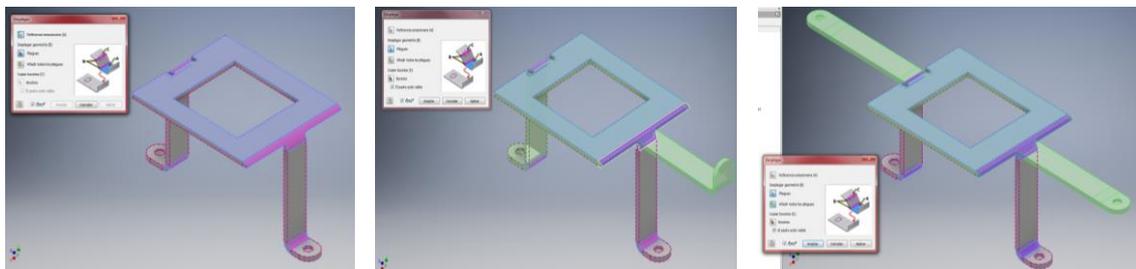


Ilustración 122. Ejemplos de desplegado parcial y total de una pieza III. Desplegado. Modificar.
Fuente. Elaboración propia.

- Generar las operaciones deseadas sobre el material plegado.
- Seleccionamos sobre la cinta de opciones, el icono *Replegar* para volver a plegar la pieza ➤  Replegar .
 - Como se puede observar, es idéntico al cuadro de diálogo del comando desplegar, por lo que su configuración también lo será.



Ilustración 123. Cuadro de diálogo del comando Replegar. Modificar.
Fuente. Elaboración propia.

6. Definición de la superficie de referencia ➤ Referencia estacionaria (A) .
 - La cara seleccionada como referencia, será coloreada de azul.
7. Especificación de los pliegues que se desean replegar.
 - Todos aquellos pliegues que se encuentren coloreados de morado, podrán ser replegados.
 - Permite replegar una superficie concreta ➤ Pliegues o la pieza completa ➤ Añadir todos los pliegues , tomando como referencia la cara seleccionada en el paso anterior.

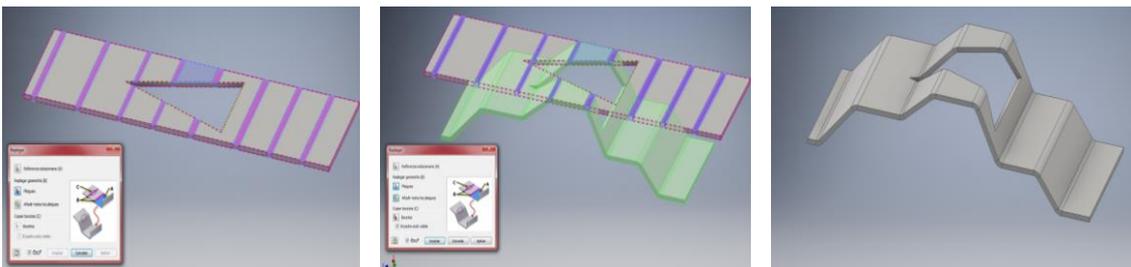


Ilustración 124. Ejemplo del proceso de replegado I. Modificar.
Fuente. Elaboración propia.

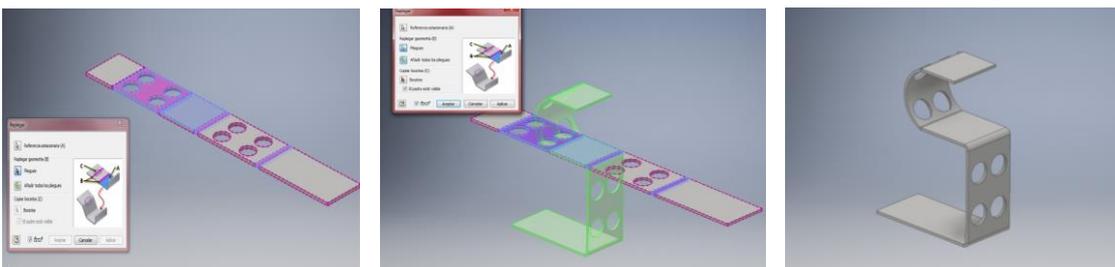


Ilustración 125. Ejemplo del proceso de replegado II. Modificar.
Fuente. Elaboración propia.

5.1.3.6. Agujero

Inventor Autodesk Professional ofrece la posibilidad de crear distintos tipos de agujeros sobre la placa a través de operaciones de taladro, escariado, refrentado o avellanado, así como definir el tipo de rosca. Estas especificaciones y muchas más, se encuentran en el cuadro de diálogo del comando:

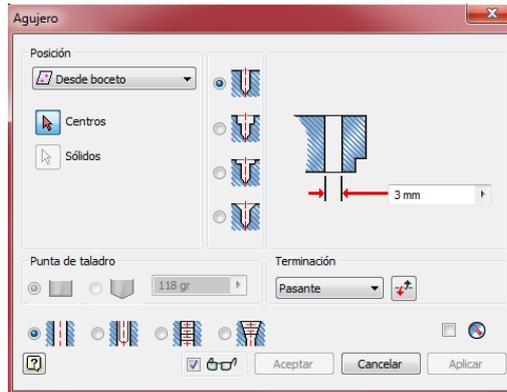
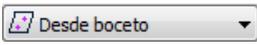


Ilustración 126. Cuadro de diálogo del comando agujero. Modificar.
Fuente. Elaboración propia.

NOTA: No hay que confundir el agujereado con el punzonado. Su diferencia radica en la forma del corte que se realice sobre la chapa. Mientras que el punzonado presenta variedad de diseños, el agujereado tan solo genera formas cilíndricas de corte.

Para acceder a su configuración:

1. Seleccione en la cinta de opciones, el comando *Agujero* ➤  *Agujero* .
2. Especifique el método de inserción:
 - Desde boceto ➤  , identifica de forma automática los centros de los agujeros si estos se encuentran definidos y visibles en el boceto. Todos los centros captados en esta opción, generarán agujeros que presentan la misma configuración: tipo de agujero, rosca, profundidad...etc.
 - Si se desea que los agujeros presenten diferente configuración, se deberán definir diferentes bocetos correspondientes a cada una de las operaciones.

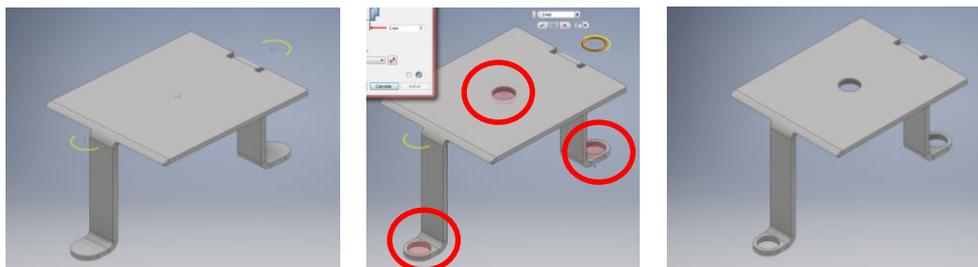


Ilustración 127. Ejemplo del método de inserción: desde boceto. Comando agujero. Modificar.
Fuente. Elaboración propia.

- **Lineal** ➤  Lineal, genera agujeros tomando como referencia dos aristas lineales.
 - Para configurarlo es necesario definir la cara sobre la que se quiere realizar el agujero ➤  Cara, así como las dos referencias lineales ➤  Referencia 1 /  Referencia 2, sobre las que se podrá especificar las coordenadas de ubicación del centro del agujero.

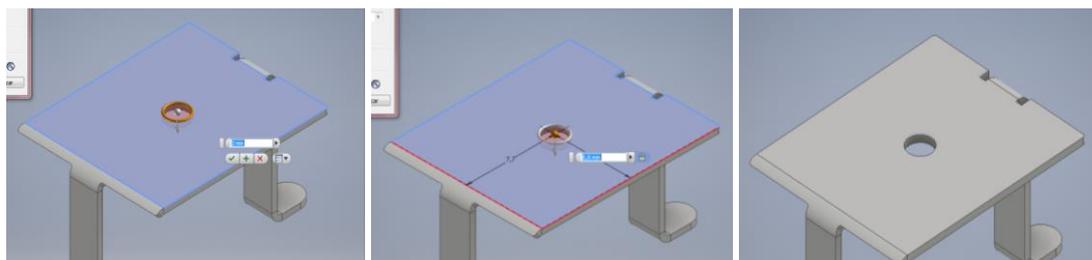


Ilustración 128. Ejemplo del método de inserción: lineal. Comando agujero. Modificar.
Fuente. Elaboración propia.

- **Concéntrica** ➤  Concéntrica, genera agujeros concéntricos a una referencia circular o cilíndrica.
 - Para configurarlo es necesario definir el plano sobre la que se quiere realizar el agujero ➤  Plano, así como la referencia concéntrica ➤  Referencia concéntrica.

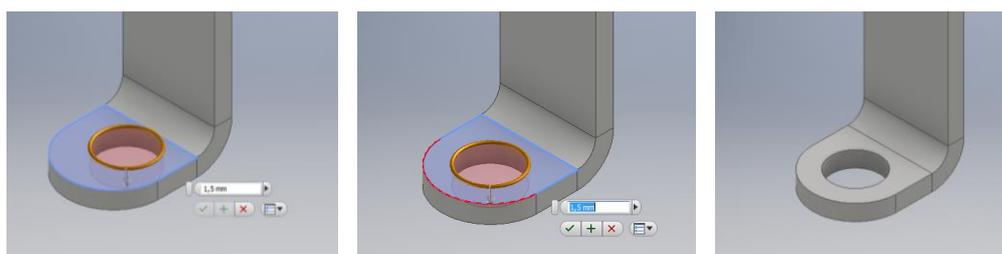


Ilustración 129. Ejemplo del método de inserción: concéntrica. Comando agujero. Modificar.
Fuente. Elaboración propia.

- En un punto ➤ , genera agujeros cuyo centro está definido por un punto de trabajo, insertados en un eje, arista o plano de trabajo.
 - Para configurarlo es necesario definir el punto de trabajo que marca el centro del agujero ➤ , así como la dirección ➤ , especificada a través de una cara/plano (perpendicular) o arista/eje (paralelo).

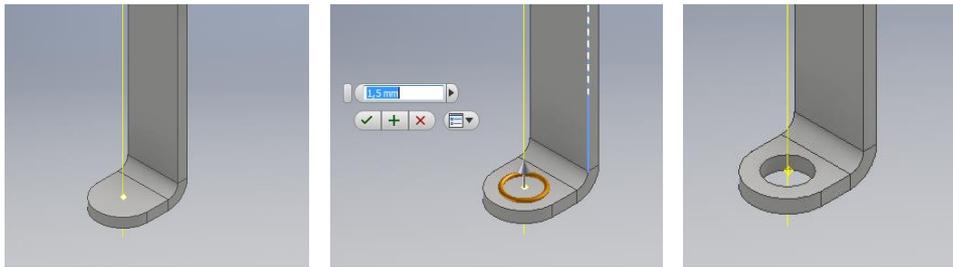


Ilustración 130. Ejemplo método de inserción: punto. Comando agujero. Modificar.
Fuente. Elaboración propia.

3. Configure el tipo de agujero.

- Para definir el diámetro y la profundidad, nos ayudaremos de los esquemas en función del tipo de agujero seleccionado. En la *Ilustración 131* se muestran los diferentes tipos de agujeros existentes.

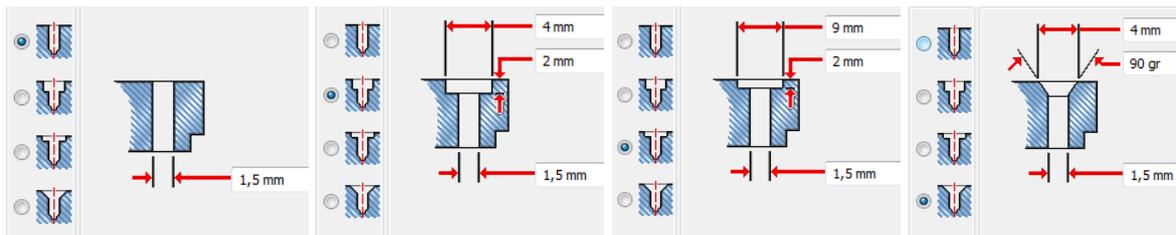
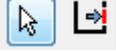


Ilustración 131. Tipos de agujero: taladro, escariado, refrentado y avellanado. Comando agujero. Modificar.
Fuente. Elaboración propia.

4. Configure la terminación: pasante/hasta/distancia.

- Pasante ➤ , método de terminación que define que agujero atraviesa por completo la cara sobre la que está definida.
 - Se puede invertir el sentido del agujero ➤

- Hasta ➤ , método que permite definir la terminación del agujero mediante la selección de una superficie que marque el fin de la operación ➤  .
 - Se puede habilitar la opción de “Extensión de cara” ➤  , que alarga la cara con la que se desea terminar el agujero cuando esta no interseca con el mismo.
- Distancia ➤ , método que permite determinar la profundidad del agujero mediante la definición de un valor medido perpendicularmente a la cara/plano donde se encuentra definido el agujero.
 - Se puede invertir el sentido del agujero ➤  .
 - Especifique un valor de distancia diferente del parámetro Grosor.

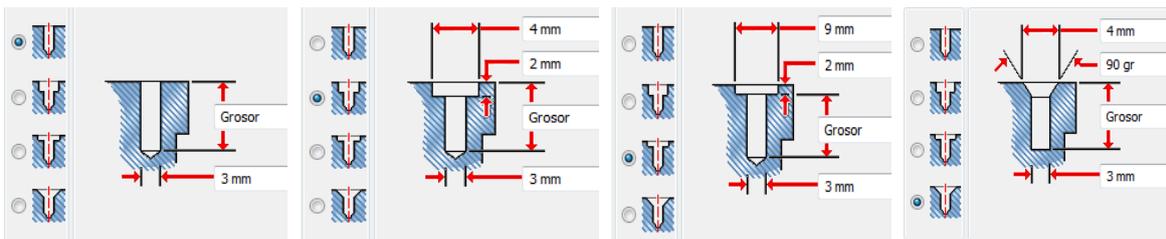


Ilustración 132. Esquema del método de terminación: distancia en función del tipo de agujero. Modificar.
Fuente. Elaboración propia.

5. Configuración de la punta del taladro: plana/angular.

- Cuando se selecciona el método de terminación “*Distancia*” o “*Hasta*” se habilita la opción de definir la punta de taladro como plana o angular.
 - El ángulo definido se extiende los extremos de la superficie plana hasta el eje del agujero.

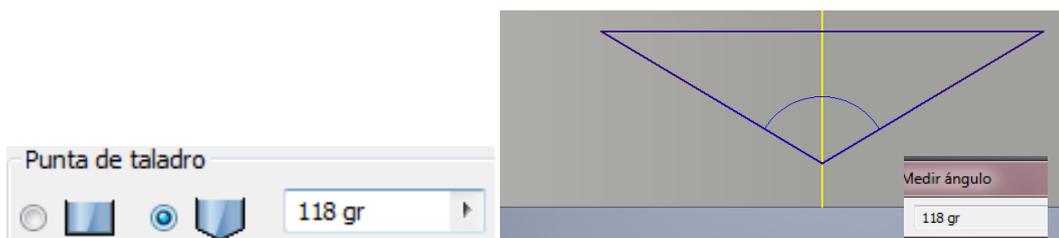


Ilustración 133. Configuración de la punta del taladro. Comando agujero. Modificar.
Fuente. Elaboración propia.

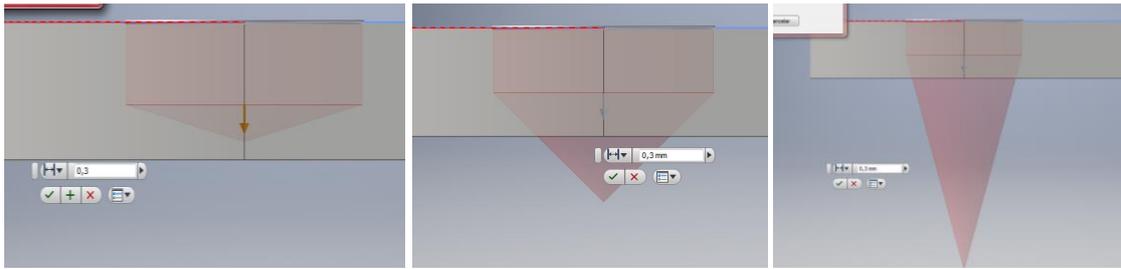


Ilustración 134. Ejemplos de diferentes configuraciones de puntas angulares de taladro. Modificar.
Fuente. Elaboración propia.

6. Configuración del tipo de rosca

- Agujero sencillo ➤ , configuración que genera un agujero sin rosca, por lo que no se requiere configuración adicional
- Agujero con juego ➤ , configuración que genera agujeros normalizados con tolerancia para ajustar fiadores específicos, que se pueden encontrar en la biblioteca de Inventor.

Fiador	
Norma	ISO
Tipo de fiador	Tornillo de cabeza plana avellanada ISO 2009/704
Tamaño	M1.6
Ajuste	Normal

Ilustración 135. Configuración de agujero con juego. Comando agujero. Modificar.
Fuente. Elaboración propia.

- Agujero roscado ➤ , configuración que genera agujeros con rosca normalizada, que es definida por el usuario a través de la librería de Inventor.

Tipo de rosca		<input type="checkbox"/> Profundidad completa
Perfil métrico ISO		
Tamaño	Designación	Dirección
1,8	M1.8x0.35	
Clase	Diámetro	
6H	Menor	<input checked="" type="radio"/> Mano derecha
		<input type="radio"/> Mano izquierda

Ilustración 136. Configuración de agujero roscado. Comando agujero. Modificar.
Fuente. Elaboración propia.

- Agujero roscado cónico ➤ , configuración que genera agujeros con rosca de inclinación normalizada, que es definida por el usuario a través de la librería de Inventor.

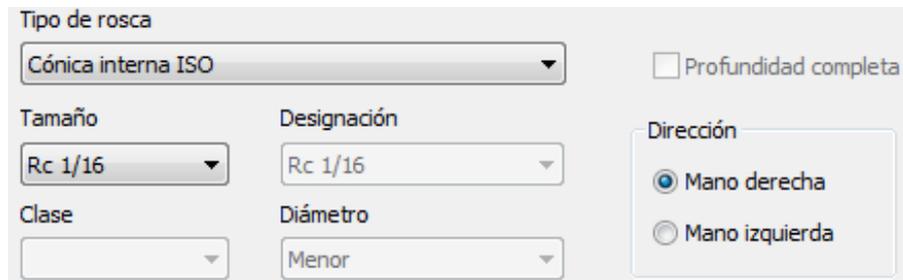


Ilustración 137. Configuración de agujero roscado cónico. Comando agujero. Modificar.
Fuente. Elaboración propia.

5.1.3.7. Redondeo de esquina

El comando *Redondeo de esquina* ➤  *Redondeo de esquina*, es una herramienta que permite modificar la esquina y dotarla de una forma redondeada, eliminando las formas rectas propias de una esquina.

El cuadro de diálogo de la herramienta es muy sencillo. Tan solo es necesario establecer el radio con el que se desea redondear la esquina, así como su modo de selección: esquinas individuales o conjunto de esquinas comprendidas en una operación realizada anteriormente.

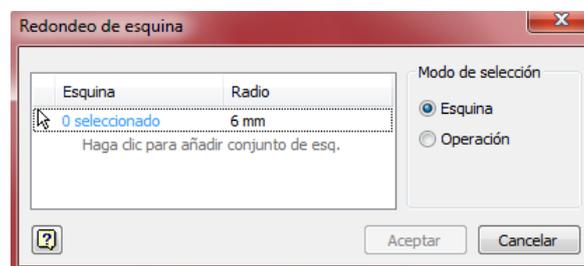


Ilustración 138. Cuadro de diálogo del comando Redondeo de Esquina. Modificar.
Fuente. Elaboración propia.

1. Definición del radio de redondeo ➤ **Radio** ➤

- Basta con hacer seleccionar e introducir el valor deseado.

2. Configuración del método de selección: esquina/operación.

- Esquina, configuración que permite redondear esquinas individuales. Se pueden seleccionar en una misma operación tantas esquinas como se deseen.



Ilustración 139. Ejemplo de configuración esquina. Redondeo de esquinas. Modificar.
Fuente. Elaboración propia.

- Operación, configuración que selecciona de forma automática todas las esquinas presentes en una operación realizada anteriormente (*Ilustración 140*), excepto aquellas procedentes de intersecciones entre la operación y otras caras de chapa (*Ilustración 141*).

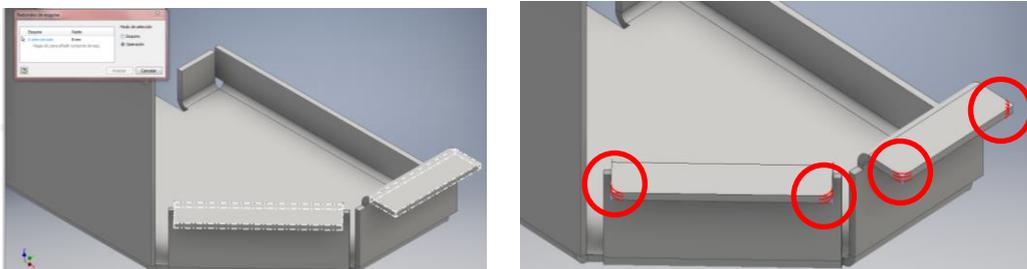


Ilustración 140. Ejemplo configuración operación. Redondeo de esquinas I. Modificar.
Fuente. Elaboración propia.

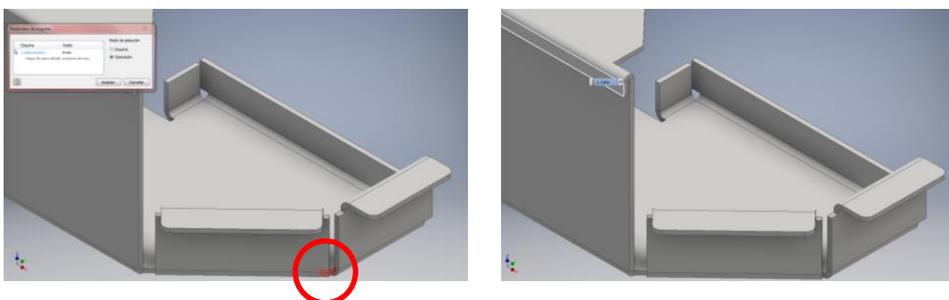


Ilustración 141. Ejemplo configuración operación. Redondeo de esquinas II. Modificar.
Fuente. Elaboración propia.

5.1.3.8. Chablán de esquina

El comando *Chablán de esquina* ➤  *Chablán de esquina* , es una herramienta que al igual que el comando redondeo de esquina, permite modificar la forma de la esquina y generar un chablán, es decir, biselar la misma.

Esta operación permite definir chaflanes mediante una única distancia, con una distancia y un ángulo, y con dos distancias.

- Los chaflanes definidos con una única distancia generan un chablán simétrico, cuya distancia entre la esquina y cada uno de los lados es la misma. Para seleccionar esta configuración se elige la opción de *única distancia* ➤  , y se definen las esquinas en las que se desea generar el chablán ➤  *Esquinas* con la distancia entre la esquina y la terminación de los lados ➤  .

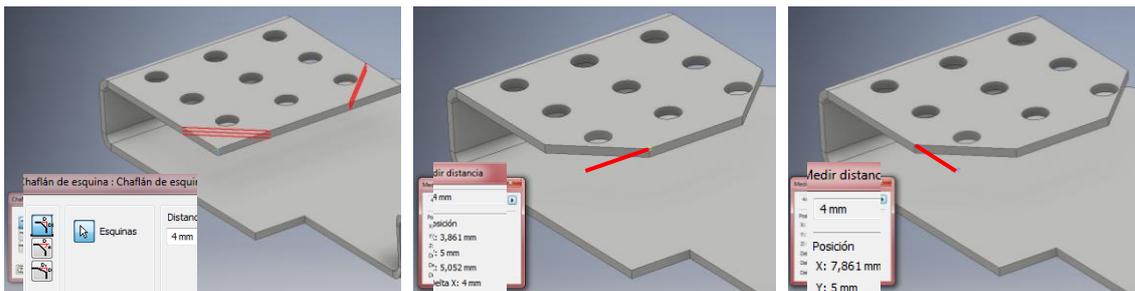
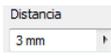


Ilustración 142. Ejemplo chablán de esquina definido con una única distancia de 4mm. Modificar.
Fuente. Elaboración propia.

- Los chaflanes definidos con una distancia y un ángulo generan un chablán en el que uno de sus lados está definido por una distancia fija y el otro por el corte del ángulo que forma la esquina con la terminación del primer lado. Para seleccionar esta configuración se elige la opción de *distancia con ángulo* ➤  , y se define la arista que generará el primer lado ➤  *Arista* ➤  y la esquina sobre la que se aplicará el ángulo configurado ➤  *Arista* ➤  .

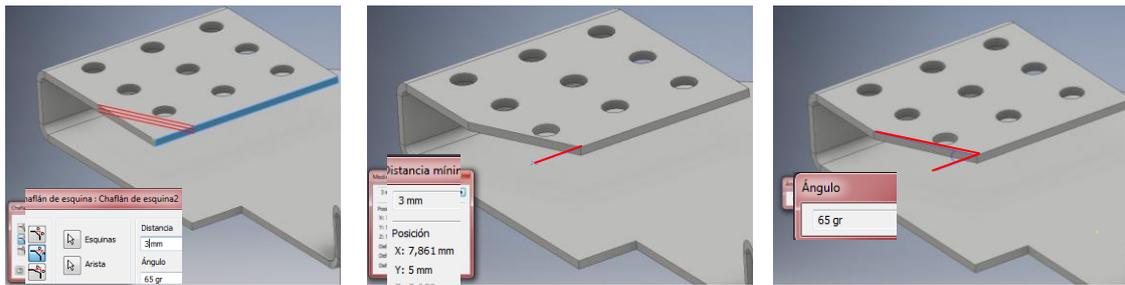


Ilustración 143. Ejemplo chaflán definido con una distancia y un ángulo. Modificar.
Fuente. Elaboración propia.

- Los chaflanes definidos dos distancias, permiten generar un chaflán en el sus lados están definidos por dos distancias fijas diferentes. Para seleccionar esta configuración se elige la opción de *dos distancias* , y tras seleccionar la esquina sobre la que se aplicará , se definen las extensiones de los lados la arista que generará el primer lado .

- Si se desea se puede seleccionar este icono para invertir los valores de las distancias sobre los lados.

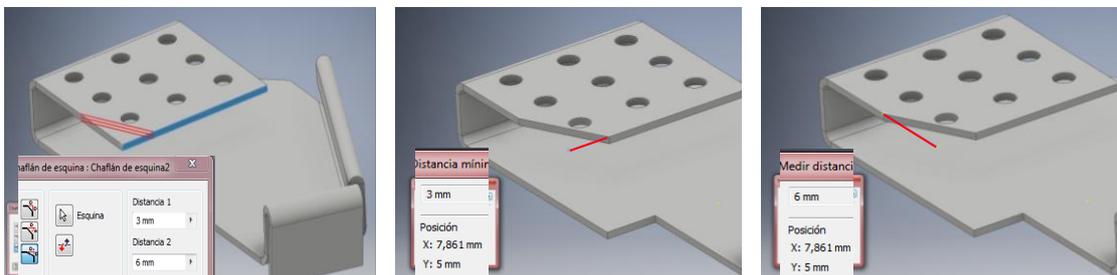


Ilustración 144. Ejemplo chaflán definido a partir de dos distancias. Modificar.
Fuente. Elaboración propia.

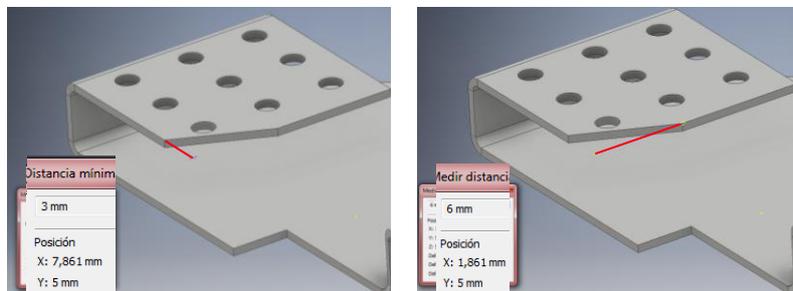


Ilustración 145. Ejemplo chaflán definido a partir de dos distancias. Inversión de lados. Modificar.
Fuente. Elaboración propia.

5.1.4 Operaciones de trabajo

Siempre que en Inventor *Autodesk Professional* se crea un nuevo archivo de pieza, se establecen de forma predeterminada un conjunto de planos XY, XZ e YZ, acompañados de los ejes X-Y-Z, un punto central y un sistema de coordenadas del usuario, SCU. De esta manera, se crea una referencia para comenzar a diseñar la pieza.

Sin embargo, se pueden insertar nuevos planos, ejes, puntos...etc., con las especificaciones deseadas por el usuario (orientación, inclinación...), con el fin de facilitar el diseño de la pieza. Esto se consigue a través de un conjunto de herramientas existentes en el grupo *operaciones de trabajo*.

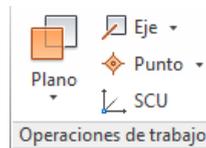


Ilustración 146. Chapa. Operaciones de trabajo.
Fuente. Elaboración propia.

5.1.4.1. Plano

El comando *Plano* ➤ , es una herramienta perteneciente al grupo *operaciones de trabajo*, que permite crear planos de trabajo sobre los que se pueden crear bocetos aunque no existan caras planas sobre ellos. De esta forma, se pueden crear planos desfasados con respecto a una cara plana, planos entre dos caras, planos inclinados, tangentes a superficies a través de arista/punto,...etc. Ofreciendo grandes posibilidades a la hora de diseñar piezas.

Crear un plano de trabajo es un proceso muy sencillo. Basta con seguir los siguientes pasos:

1. Seleccione en el grupo *operaciones de trabajo*, el comando *Plano* ➤ .
2. Seleccione el plano que se desea insertar de la colección de opciones que ofrece la herramienta, mostrada en la *Ilustración 147*.
3. Ubique el plano en el lugar deseado.



Ilustración 147. Colección de opciones del Comando plano. Operaciones de trabajo.
Fuente. Elaboración propia.

Un ejemplo de las posibilidades que ofrece la herramienta, se muestran en las siguientes ilustraciones:

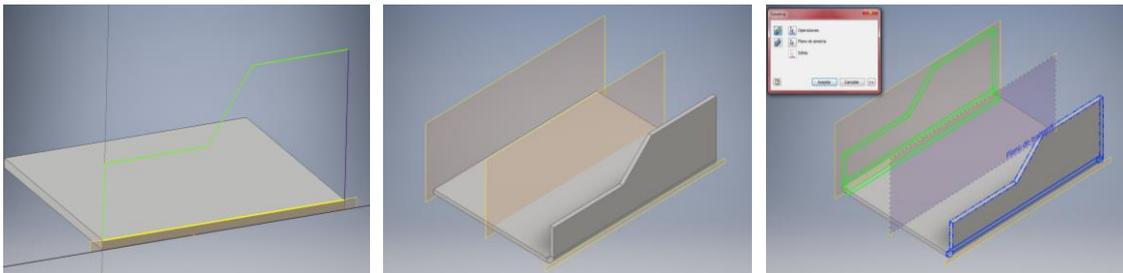


Ilustración 148. Ejemplos de diferentes aplicaciones del comando Plano I. Operaciones de trabajo.
Fuente. Elaboración propia.

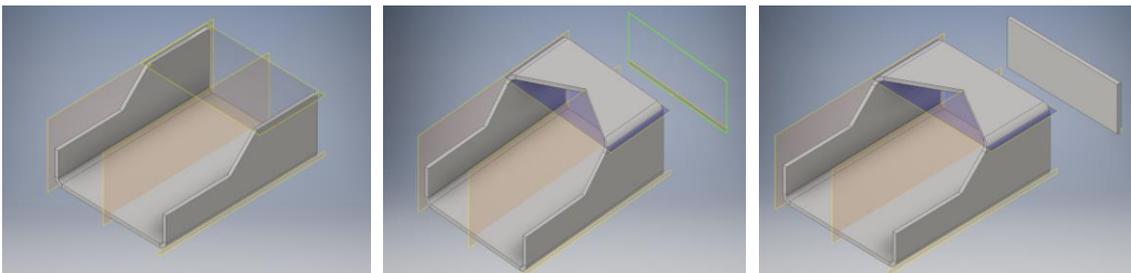


Ilustración 149. Ejemplos de diferentes aplicaciones del comando Plano II. Operaciones de trabajo.
Fuente. Elaboración propia.

5.1.4.2. Eje

El comando *Eje de trabajo* ➤  Eje , es una línea de longitud infinita, que al igual que los planos, va asociada paramétricamente a una pieza. Esta herramienta es muy práctica para crear planos, referencias, ejes de simetría/rotación...etc. El comando permite definir el eje de trabajo mediante diferentes opciones mostradas en la *Ilustración 150*.

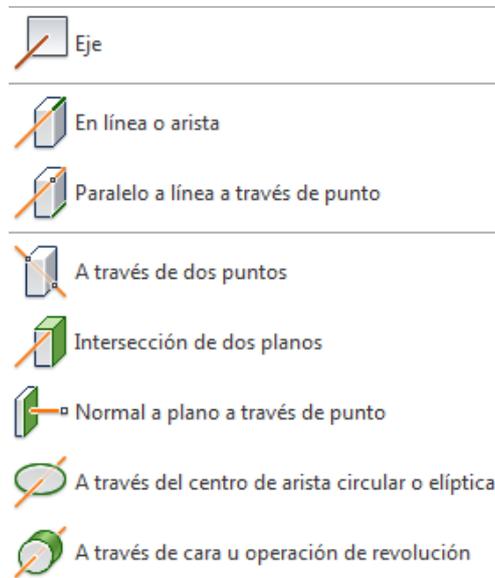


Ilustración 150. Posibilidades de diseño del comando eje. Operaciones de trabajo.
Fuente. Elaboración propia.

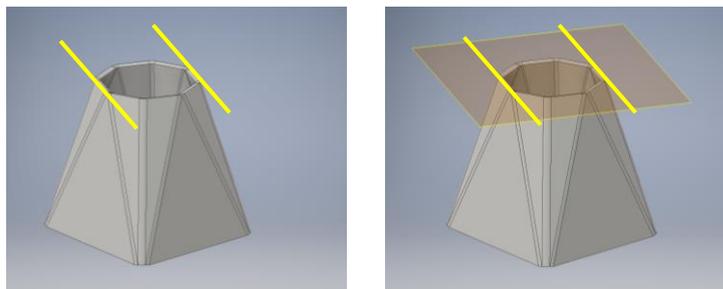


Ilustración 151. Generación de ejes y definición de un plano a partir de ejes. Operaciones de trabajo.
Fuente. Elaboración propia.

5.1.4.3. Punto

El comando *punto de trabajo* ➤  Punto , que permite crear un punto en cualquier zona del espacio de trabajo. A través del punto de trabajo se pueden definir ejes, planos, centros, sistemas de coordenadas...etc. El comando permite definir el punto de trabajo mediante diferentes opciones mostradas en la *Ilustración 152*.

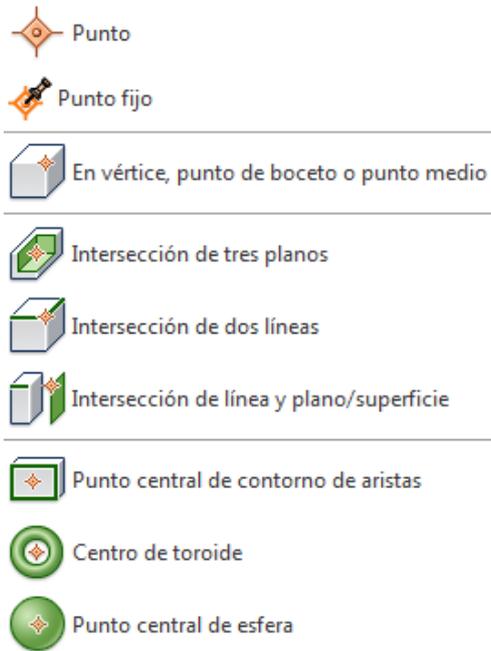


Ilustración 152. Posibilidades del comando punto. Operaciones de trabajo.
Fuente. Elaboración propia.

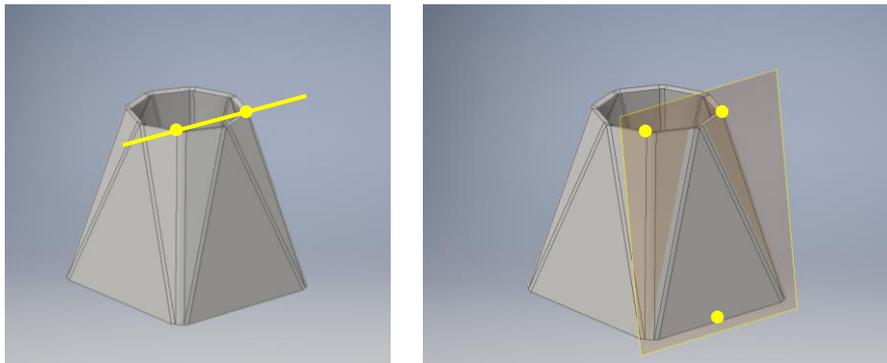


Ilustración 153. Definición de eje y plano, respectivamente a partir de puntos. Operaciones de trabajo.
Fuente. Elaboración propia.

5.1.4.4. Sistemas de coordenadas del usuario - SCU

Cada vez que se crea o abre un archivo, aparece de forma predeterminada el sistema de coordenadas general del sistema, en la esquina inferior izquierda., definido en el punto de origen (0, 0, 0). Sin embargo, en ocasiones es útil crear sistemas de coordenadas del usuario adicionales, SCU, para que el objeto creado de encuentre referenciado en cualquier momento. De esta manera, se evita que se modifique la orientación del diseño debido a operaciones que puedan redefinirla.

Se pueden crear tantos SCU como sean necesarios, con la orientación y ubicación deseada. Para configurarlo, se deberán seguir los siguientes pasos:

1. Seleccione el icono SCU ➤  SCU .
2. Especifique el origen del nuevo sistema de coordenadas del usuario.
3. Configure el eje X.
4. Configure el eje Y.

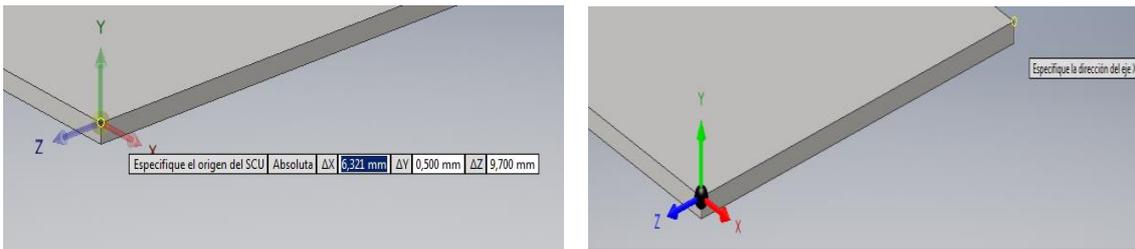


Ilustración 154. Pasos 1 y 2, respectivamente. Configuración SCU. Operaciones de trabajo.
Fuente. Elaboración propia.

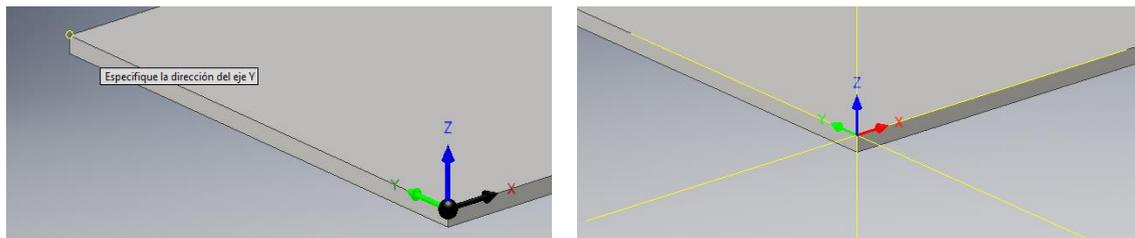


Ilustración 155. Paso 3 y resultado final, respectivamente. Nuevo SCU. Operaciones de trabajo.
Fuente. Elaboración propia.

5.1.5 Patrón

El grupo *Patrón* es un conjunto de herramientas, que permiten reproducir y multiplicar elementos que ya han sido diseñados anteriormente, siguiendo patrones rectangulares/circulares o de simetría. De este modo, se evitan crear elementos que se repiten a lo largo del diseño.

A través de estos comandos, se podrá configurar el número de elementos a replicar y la ubicación de los mismos.



Ilustración 156. Chapa. Patrón.
Fuente. Elaboración propia.

5.1.5.1. Rectangular

El comando *Rectangular* ➤  *Rectangular*, es una herramienta que permite multiplicar una operación individual o un sólido, tantas veces como se desee, siguiendo un patrón rectangular, es decir, formando filas o columnas.

Para acceder a su configuración, seleccionamos su icono. De este modo, aparecerá el cuadro de dialogo mostrado en la *Ilustración 161*, permitiendo especificar los módulos de configuración. Los pasos para configurar la herramienta, son los siguientes:



Ilustración 157. Cuadro de diálogo del patrón rectangular. Patrón.
Fuente. Elaboración propia.

1. Seleccione la operación individual o sólido que se quiere replicar ➤



2. Defina a través de una arista o un eje, la dirección en la que se quiere multiplicar ➤ . Por defecto, todos los elementos multiplicados irán en la misma dirección a partir del elemento especificado en el punto1, creando filas o columnas.
 - Si se desea que los elementos vayan en sentido contrario al predeterminado, pulse el icono ➤ .
 - Si desea que el elemento especificado sea el punto medio, seleccione el icono ➤ . De esta manera, se crearan los nuevos elementos en las dos direcciones a partir del especificado. En la *Ilustración 158* se muestra un ejemplo.
 - En el caso de que se quieran crear filas y columnas al mismo tiempo, se utiliza “*Dirección1*” y “*Dirección2*”. En la última figura de la *Ilustración 158* se muestra un ejemplo.
3. Por último, configure el número de elementos ➤ . También puede especificar el espaciado, distancia o longitud de curva entre los elementos replicados ➤ ➤ .

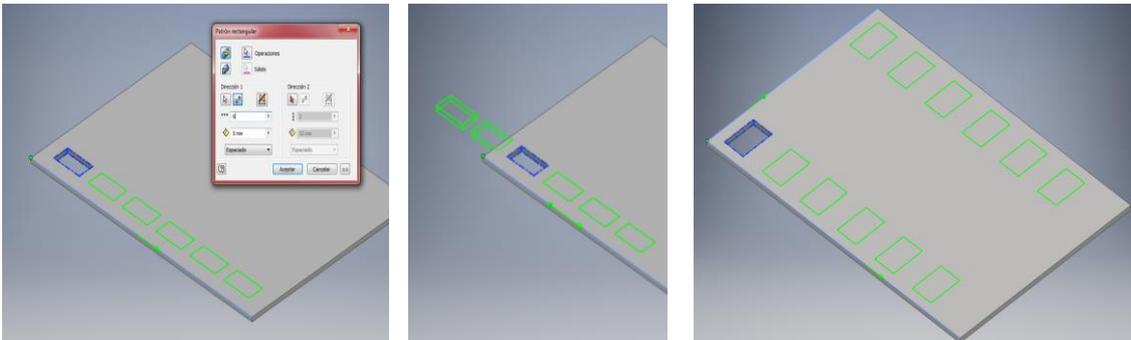
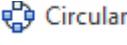


Ilustración 158. Ejemplos del patrón rectangular con diferentes configuraciones de entrada. Patrón.
Fuente. Elaboración propia.

5.1.5.2. Circular

El comando *Circular* ➤ , es una herramienta que permite multiplicar una operación individual o un sólido, tantas veces como se desee, siguiendo un patrón circular o de arco.

Este comando es muy similar a la herramienta de patrón rectangular, salvo por alguna configuración adicional. La configuración de sus módulos se realiza a través de su cuadro de diálogo, mostrado en la *Ilustración 159*.

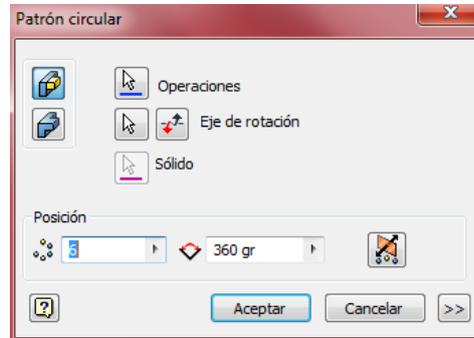


Ilustración 159. Cuadro de diálogo del patrón circular. Patrón.
Fuente. Elaboración propia.

Los pasos para configurar la herramienta, son los siguientes:

1. Seleccione la operación individual o el sólido que se quiere replicar ➤



2. Seleccione el eje de rotación especificado ➤  sobre las que se generarán las réplicas.

3. Configuración del número de elementos ➤  6 y el espaciado angular entre copias ➤  360 gr.

- Las copias se crearán en el espaciado angular especificado, es decir, si se establece 180°, las réplicas se situarán en la mitad del eje de rotación.
- Si el espaciado angular es diferente a 360°, las copias se crearán por defecto a partir del elemento especificado. Sin embargo, se si desea que el elemento especificado sea el punto medio ➤ .

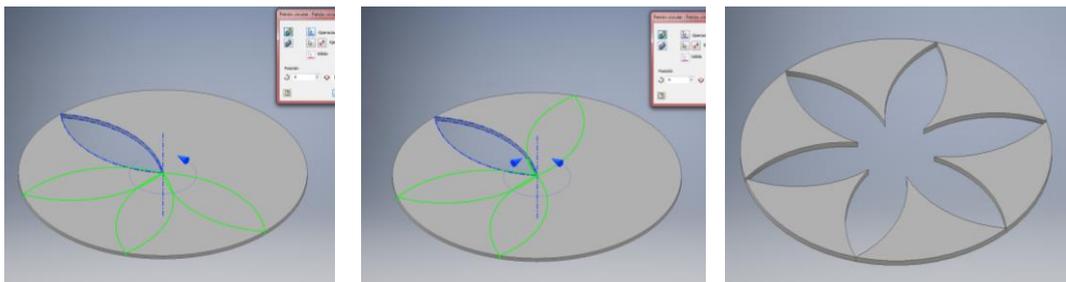


Ilustración 160. Ejemplo patrón circular con diferentes configuraciones de entrada. Patrón.
Fuente. Elaboración propia.

5.1.5.3. Simetría

El comando *Simetría* ➤  *Simetría* , es una herramienta que permite crear una copia simétrica a una operación individual o un sólido, mediante la especificación del plano de simetría.

Para acceder a su configuración, seleccionamos su icono para que se muestre el cuadro de dialogo mostrado en la *Ilustración 161*. Los pasos para configurar la herramienta, son los siguientes:

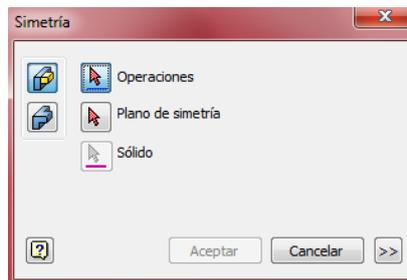


Ilustración 161. Cuadro de diálogo del patrón de simetría. Patrón.
Fuente. Elaboración propia.

1. Selección del operación individual o un sólido que se quiere replicar ➤



2. Selección del plano de simetría ➤  *Plano de simetría* . Este puede ser un plano de trabajo o una cara plana.

- Como se ha visto anteriormente, el plano de trabajo se crea seleccionando el comando *Plano* ➤  *Plano* y será el usuario el que defina la ubicación del mismo, sin necesidad de que esté situado sobre el centro de la pieza.

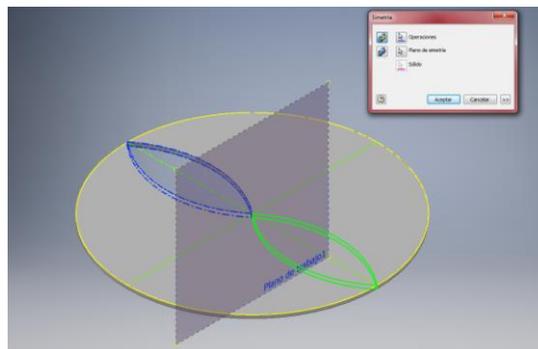


Ilustración 162. Ejemplo comando simetría. Patrón.
Fuente. Elaboración propia.

5.1.6 Desarrollo

El grupo *Desarrollo* es grupo formado por un conjunto de herramientas destinadas a la última etapa del diseño de pieza, encargadas de la generación de planos de fabricación de las piezas desarrolladas o la creación de piezas y componentes a partir de piezas base ya diseñadas.

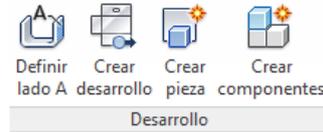


Ilustración 163. Módulo Chapa. Grupo Desarrollo.
Fuente. Elaboración propia.

5.1.6.1. Definir lado A

Antes de crear un desarrollo de un modelo de chapa, se deberá definir el lado A, que será la dirección utilizada como referencia, que especifique el lado superior de la pieza, sobre la que se generará el desarrollo. Para ejecutar el comando correctamente, se deberán seguir los siguientes pasos:

1. Seleccione sobre la cinta de opciones principal, el comando *Definir lado A* ➤  ubicado en el grupo *Desarrollo*.
2. Seleccione el lado que define la dirección superior de la pieza.
 - *Inventor Autodesk* no permite seleccionar una única cara. Al intentarlo, se seleccionan automáticamente todas las caras que componen la dirección de la cara seleccionada y se colorean de morado.

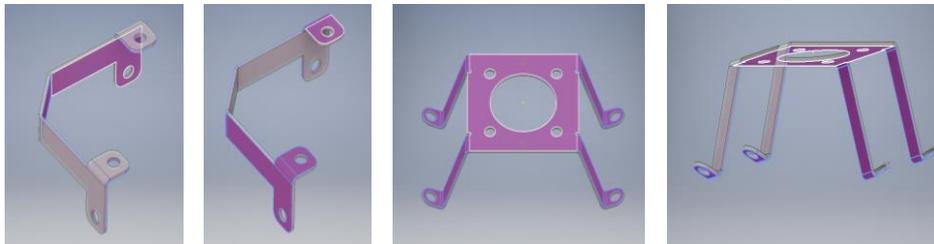


Ilustración 164. Ejemplos de diferentes definiciones del lado A en piezas. Desarrollo.
Fuente. Elaboración propia.

3. Tras haber definido el lado A, en la ventana del navegador, se crea una nueva entrada. De modo que si se quiere redefinir el lado A de la pieza, basta con borrarlo del navegador.

- Sin haberlo borrado del navegador, no será posible redefinir la dirección del lado A.

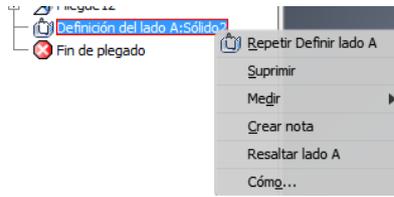


Ilustración 165. Entrada Definición lado A en el navegador. Desarrollo.
Fuente. Elaboración propia.

5.1.6.2. Crear desarrollo

Una vez definido el lado A, se genera el desarrollo de la pieza de chapa, sobre la que se mostrarán todas las operaciones realizadas, pliegues y dobleces, con sus respectivos ejes de plegado. Este comando es muy útil para elaborar planos de fabricación de las piezas.

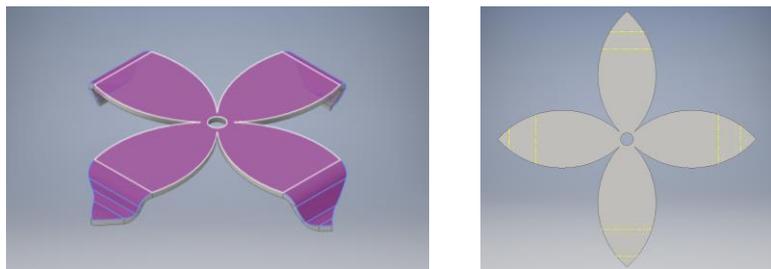


Ilustración 166. Desarrollo de pieza con pliegues. Desarrollo.
Fuente. Elaboración propia.

Una vez ejecutado el desarrollo, se le pueden aplicar numerosas opciones que aparecen tanto en la nueva cinta de opciones del comando *Desarrollo*, como en su entrada del navegador:



Ilustración 167. Cinta de opciones del comando Desarrollo. Desarrollo.
Fuente. Elaboración propia.

- Aplicación de operaciones.

Sobre el desarrollo generado, se pueden dibujar bocetos 2D, así como aplicarle un conjunto de operaciones definidas en los módulos *Crear*, *Modificar*, *Operaciones de trabajo* y *Patrón*.

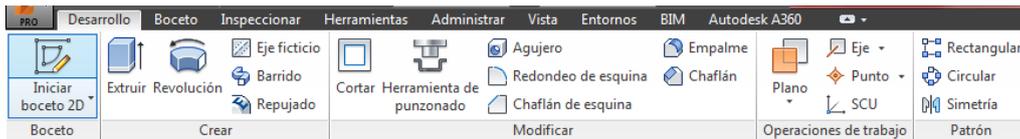


Ilustración 168. Aplicación de operaciones sobre pieza desarrollada. Desarrollo.
Fuente. Elaboración propia.

Las operaciones aplicadas sobre la pieza desarrollada no aparecerán sobre la pieza real al salir del comando.

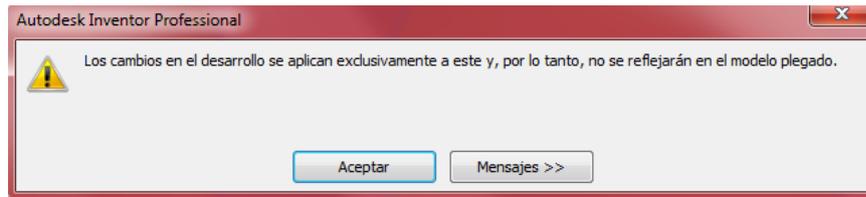


Ilustración 169. Ventana emergente al aplicar operaciones sobre pieza desarrollada. Desarrollo.
Fuente. Elaboración propia.

■ Reorientación de desarrollos en chapas

Autodesk Inventor permite redefinir la orientación del desarrollo mediante la alineación vertical/horizontal.

1. Haga click con el botón derecho del ratón sobre la entrada *Desarrollo* del navegador, y seleccione *Editar definición de desarrollo*.

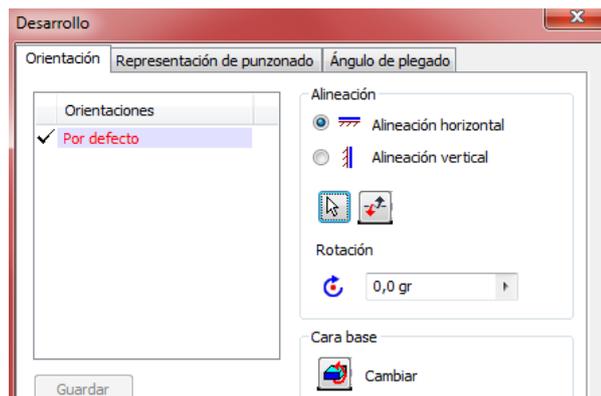


Ilustración 170. Cuadro de diálogo "Editar definición de desarrollo". Desarrollo.
Fuente. Elaboración propia.

2. Defina una arista o recta de referencia sobre la que ejecutar los cambios y seleccione una configuración de alineación: Horizontal/Vertical.

- Para modificar el eje de alineación, seleccione ➤  .

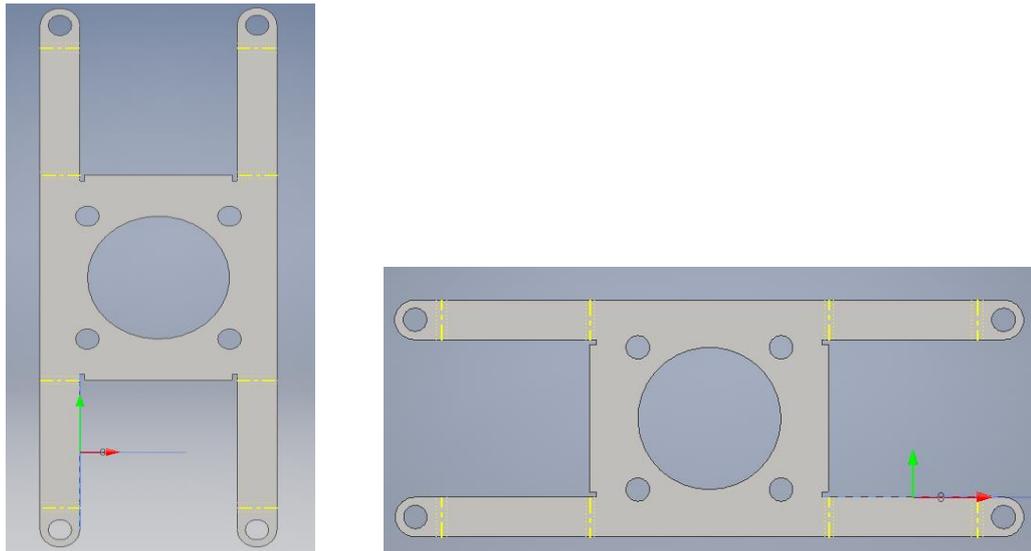


Ilustración 171. Configuración de alineación vertical y horizontal, respectivamente. Desarrollo.
Fuente. Elaboración propia.

3. Defina un ángulo de rotación para establecer un ángulo de rotación a la alineación establecida.

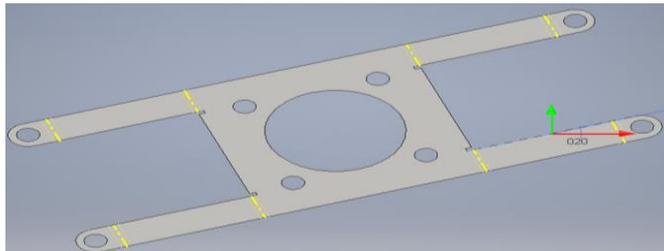


Ilustración 172. Ángulo de rotación sobre pieza desarrollada. Desarrollo.
Fuente. Elaboración propia.

4. Defina la cara base sobre la que se quiere realizar.
5. Es posible modificar la representación de punzonado y el ángulo de plegado mediante la segunda y tercera pestaña, respectivamente.

- Extensión de desarrollo.

Es posible obtener las dimensiones de la pieza, definidas por la longitud y anchura máximas para definir el desarrollo.

- Cada vez que se generen cambios sobre la pieza, estos valores serán actualizados.
- Haga click con el botón derecho del ratón sobre la entrada *Desarrollo* del navegador, y seleccione *Extensión*.

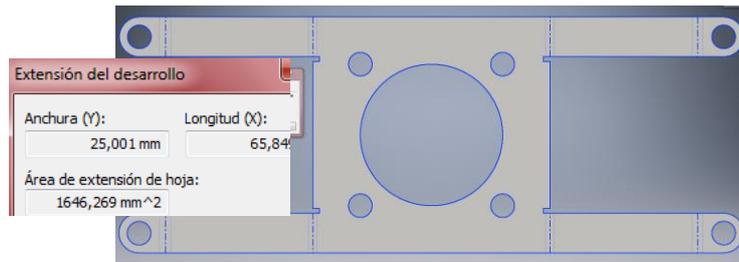


Ilustración 173. Extensión de desarrollo sobre pieza. Desarrollo.
Fuente. Elaboración propia.

- Anotación del orden de pliegue.

Durante el proceso de fabricación de piezas de chapa, es necesario definir la secuencia en la que se realizan los pliegues. Esta opción se genera través del comando *Anotación del orden de pliegue* ➤ . Haciendo click con el botón derecho sobre las anotaciones de orden generadas por defecto, se puede modificar la secuencia de forma dirigida o secuencial.

- Reorganización dirigida, define el orden de pliegue mediante un punto inicial y final de secuencia. Los valores que se encuentren entre los definidos, se reordenarán adaptándose a la nueva secuencia.
- Reordenación Secuencial, define la secuencia completa pulsando uno a uno los valores de orden de plegado.

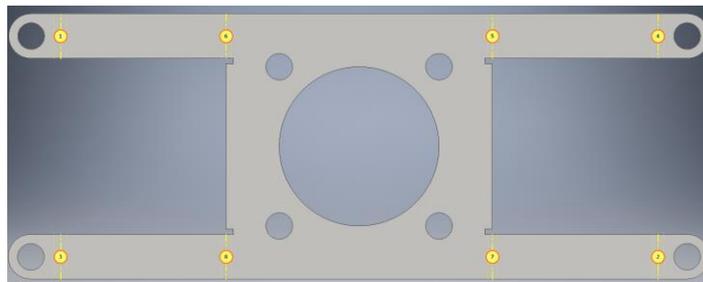


Ilustración 174. Configuración por defecto de Anotación de Orden de Pliegues. Desarrollo.
Fuente. Elaboración propia.

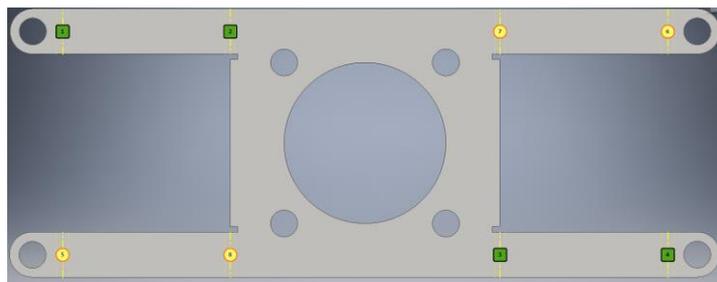


Ilustración 175. Configuración "Reorganización Dirigida" de Anotación de Orden de Pliegues. Desarrollo.
Fuente. Elaboración propia.

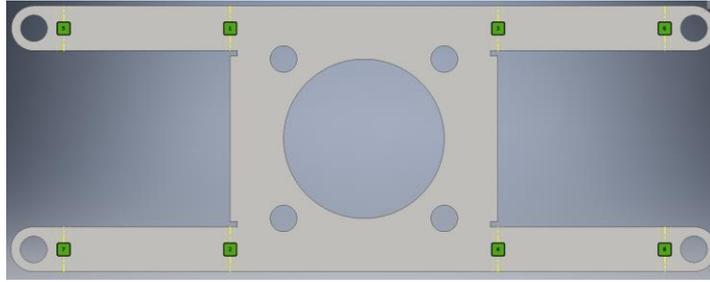


Ilustración 176. Configuración "Reorganización Secuencial" de Anotación de Orden de Pliegues. Desarrollo.
Fuente. Elaboración propia.

Como se observa en las *Ilustraciones 175-176-177*, tras la modificación del orden, las anotaciones cambian de forma y de color.

- Configuración por defecto: círculos amarillos.
- Configuración modificada: cuadrados verdes.

Si el usuario quiere modificar pocos valores del orden de secuencia, puede hacerlo de forma individual haciendo doble click sobre la anotación a modificar y activando la pestaña que habilita su escritura. Al modificar su valor, se podrá seleccionar la opción de valor único o duplicado (comparte número de orden con un pliegue existente).

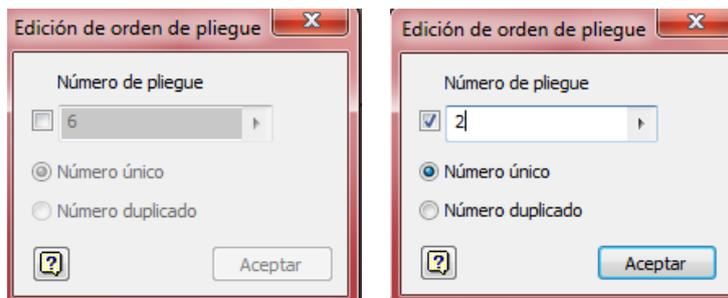


Ilustración 177. Edición individual del orden de pliegue. Desarrollo.
Fuente. Elaboración propia.

- Volver a pieza plegada.

Una vez concluido el desarrollo de la pieza, se puede volver a la pieza plegada seleccionando el comando *Ir a Pieza Plegada* ➤ .

5.1.6.3. Crear pieza

El comando *Crear Pieza* ➤ , es una herramienta muy similar a *Derivar* ➤ , ya que permite utilizar la geometría de piezas existentes para añadir o quitar operaciones y generar una nueva pieza en un estilo de derivación definido. Sin embargo, el objetivo principal del comando es la generación de una pieza multicuerpos; a través de piezas sencillas se generan cuerpos más complejos en un archivo de ensamblaje.

La mayoría de las opciones de configuración que presenta, fueron explicadas detalladamente en el comando *Derivar*, por lo que en este caso, se hará una breve explicación de los mismos.

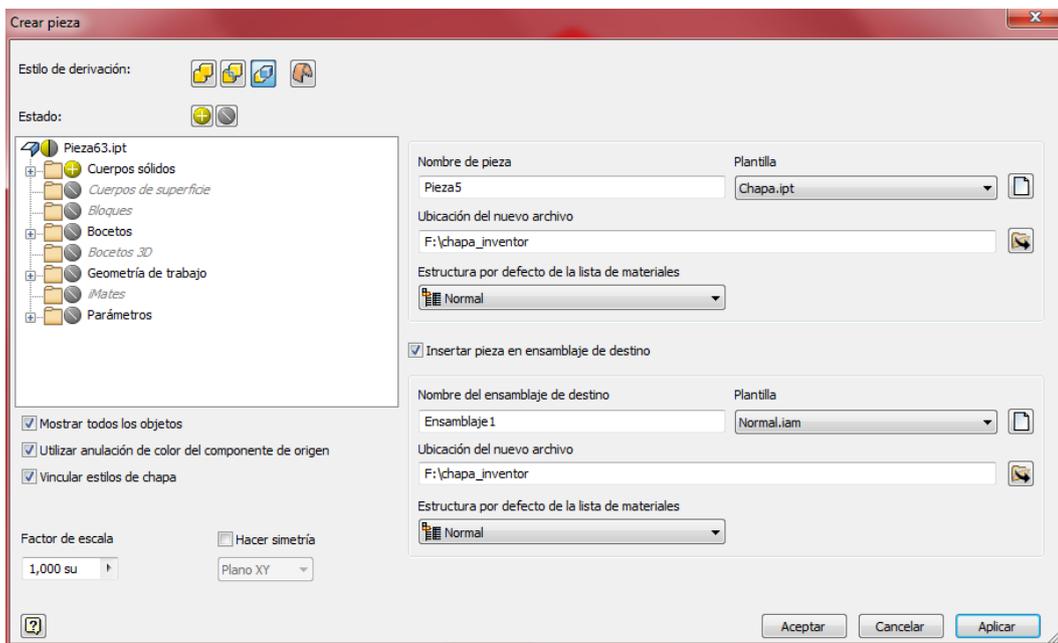


Ilustración 178. Cuadro de diálogo del comando Crear Pieza. Desarrollo.
Fuente. Elaboración propia.

Los pasos para ejecutar correctamente el comando, son los siguientes:

1. Sobre una pieza cuyo diseño ya ha sido terminado, seleccione el comando *Crear Pieza* ➤ , situado al final de la cinta de opciones del *Módulo Chapa*.
2. Defina el estilo de derivación de la nueva pieza ➤ .
 - Cuerpo sólido único con fusión de uniones entre caras planas ➤ .

- Cuerpo sólido único conserva las uniones entre caras planas ➤ .
 - Mantener cada sólido como un cuerpo sólido independiente ➤ .
 - Cuerpo como superficie de trabajo ➤ .
3. Defina la geometría que se quiere mantener en la nueva pieza ➤  .
- Los botones de estado permiten añadir ➤   o excluir ➤   los componentes que formarán la pieza.
4. Defina la configuración de operaciones de derivación.

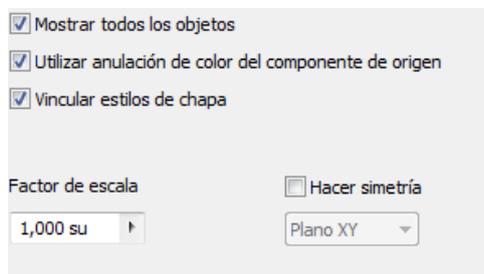


Ilustración 179. Configuración de operaciones de derivación en Crear Pieza. Desarrollo.
Fuente. Elaboración propia.

- La pestaña “*Mostrar todas los objetos*” permite visualizar en la lista de componentes del cuadro de diálogo las operaciones del componente base.
 - Si está activada, mostrará todas las operaciones, independientemente de si se vayan a incluir o no en la nueva pieza. Sin embargo, si está desactivada, solo mostrará las operaciones incluidas en la pieza.
- La pestaña “*Utilizar anulación de color del componente base*” te permite vincular el color de la pieza original.
 - Si está activada, muestra en la nueva pieza el color real del componente base. Sin embargo, si esta desactivada, mostrará el color por defecto.
- La pestaña “*Vincular estilos de chapa*”, permite vincular los estilos de chapa definidos en el componente base y trasladarlos a la nueva pieza.
- Si lo desea, puede aplicar un factor de escala sobre la nueva pieza, así como generar una pieza simétrica a la original tomando como referencia un plano.

5. Establezca la información de la nueva pieza.

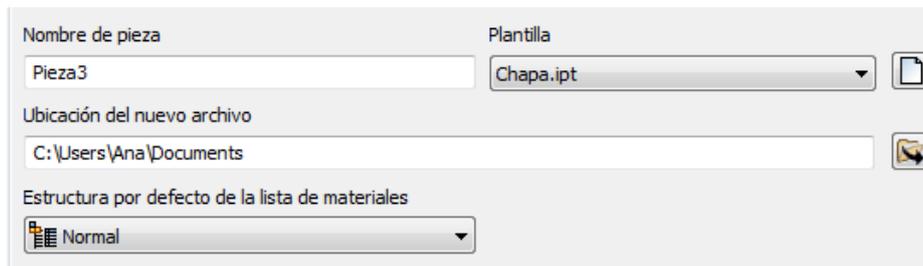


Ilustración 180. Información de la nueva pieza creada. Desarrollo.
Fuente. Elaboración propia

6. Configure si desea insertar la nueva pieza en un ensamblaje mediante la pestaña ➤ Insertar pieza en ensamblaje de destino .

- Con la pestaña deshabilitada, el comando *Crear Pieza* no producirá ningún efecto.
- Si se ha habilitado la pestaña, se deberá definir la información del nuevo ensamblaje.

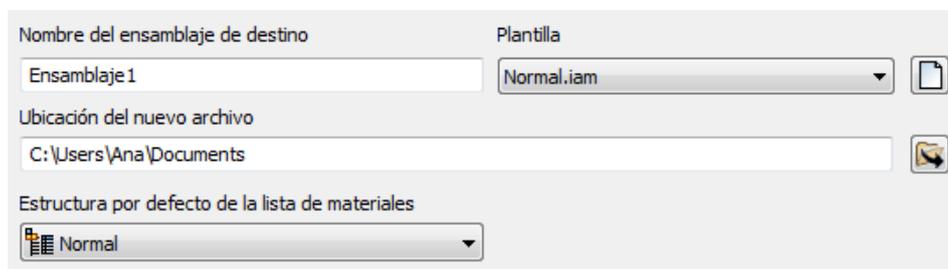


Ilustración 181. Información del ensamblaje donde irá insertada la pieza creada. Desarrollo.
Fuente. Elaboración propia.

5.1.6.4. Crear componentes

El comando *Crear Componentes* ➤  , es una herramienta muy parecida al comando anterior, *Crear Pieza* ➤  . Permite copiar un cuerpo sólido e insertarlo en un ensamblaje, pero en este caso, no se puede especificar la geometría deseada ni el tipo de derivación del nuevo componente. Por lo tanto, se creará una copia idéntica en cuanto a geometría, sin poder especificar los componentes a añadir o eliminar, existiendo el cuerpo sólido como único elemento en el nuevo ensamblaje.

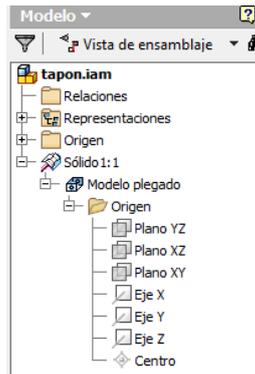


Ilustración 182. Navegador del ensamblaje creado tras ejecutar el comando Crear Componentes. Desarrollo.
Fuente. Elaboración propia.

Al ejecutar el comando, aparece el cuadro de diálogo principal del comando, en el que se puede definir los cuerpos a copiar, así como la información del ensamblaje destino.

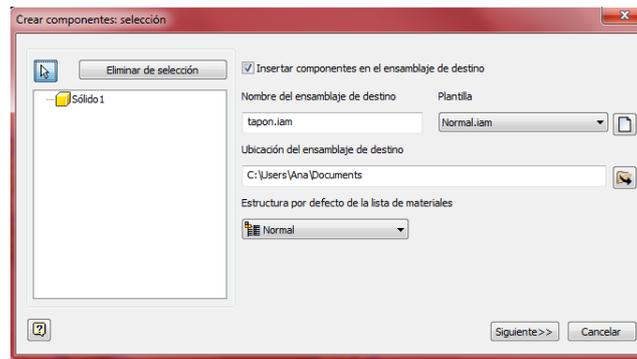
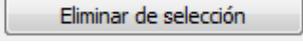
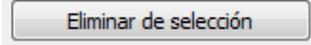


Ilustración 183. Cuadro de diálogo del comando Crear Componentes: Selección. Desarrollo.
Fuente. Elaboración propia.

1. Defina el cuerpo sólido o cuerpos sólidos ➤  .
 - Si durante la inserción de cuerpos, el usuario ha cometido un error, puede eliminar la selección con el botón “*Eliminar de selección*” ➤ .
 - Los cuerpos seleccionados, se mostrarán en una lista para que el usuario pueda comprobar su selección.

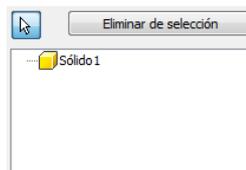
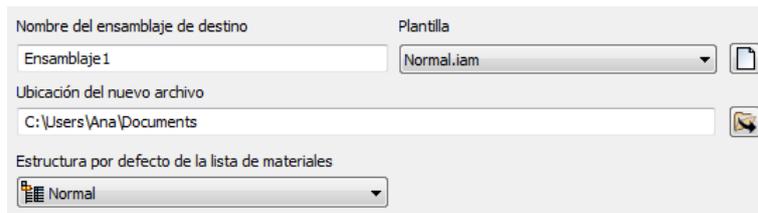


Ilustración 184. Cuerpos sólidos definidos en el comando Crear Componentes. Desarrollo.
Fuente. Elaboración propia.

2. Configure si desea insertar la nueva pieza en un ensamblaje mediante la pestaña Insertar pieza en ensamblaje de destino .

- Con la pestaña deshabilitada, el comando “Crear Componentes” no producirá ningún efecto.
- Si se ha habilitado la pestaña, se deberá definir la información del nuevo ensamblaje.

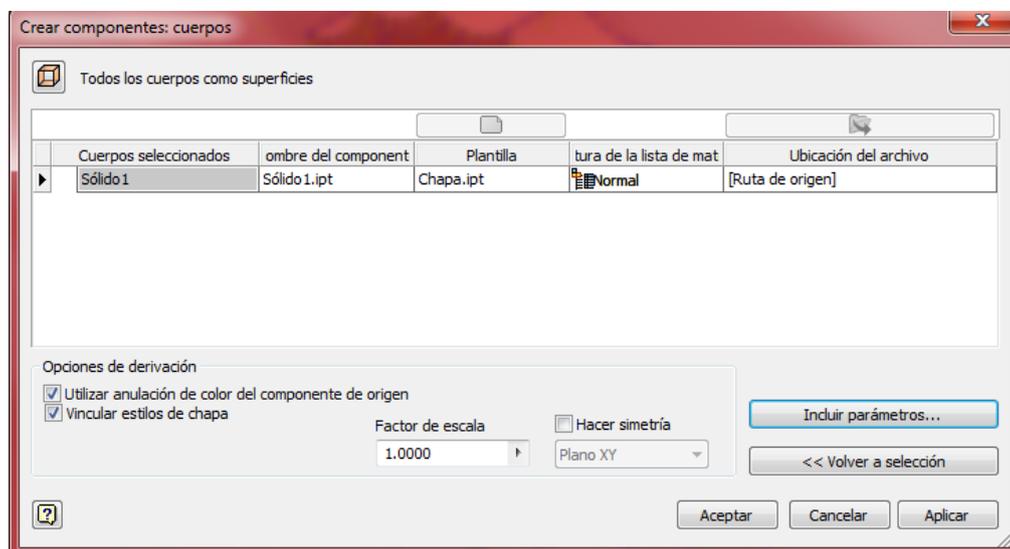


Nombre del ensamblaje de destino: Ensamblaje 1
Plantilla: Normal.iam
Ubicación del nuevo archivo: C:\Users\Ana\Documents
Estructura por defecto de la lista de materiales: Normal

Ilustración 185. Información del ensamblaje donde irá insertada la pieza creada. Desarrollo.
Fuente. Elaboración propia.

3. Una vez configurada la información, seleccione “Siguiente” .

4. A continuación aparecerá un nuevo cuadro de diálogo, en el que se puede especificar la información relativa al nuevo componente.



Cuerpos seleccionados	Nombre del componente	Plantilla	Estructura de la lista de materiales	Ubicación del archivo
Sólido 1	Sólido 1.ipt	Chapa.ipt	Normal	[Ruta de origen]

Opciones de derivación:
 Utilizar anulación de color del componente de origen
 Vincular estilos de chapa
Factor de escala: 1.0000
 Hacer simetría
Plano XY

Botones: Incluir parámetros..., << Volver a selección, Aceptar, Cancelar, Aplicar

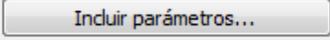
Ilustración 186. Cuadro de diálogo del comando Crear Componentes: Cuerpos. Desarrollo.
Fuente. Elaboración propia.

5. Establezca la información de la nueva pieza.

- Pulse sobre cada elemento, para modificar la información definida por defecto.

6. Defina operaciones de derivación.

- La pestaña “*Utilizar anulación de color del componente base*”, permite vincular el color de la pieza original.
- La pestaña “*Vincular estilos de chapa*”, permite vincular los estilos de chapa definidos en el componente base y trasladarlos a la nueva pieza.
- Si lo desea, puede aplicar un factor de escala sobre la nueva pieza, así como generar una pieza simétrica a la original tomando como referencia un plano.

7. Seleccione la opción “Incluir parámetros” ➤ , para abrir el cuadro de parámetros y seleccionar aquellos que quieran importarse al nuevo componente.

- Utilice los botones de estado ➤  para añadir ➤  o excluir ➤  los parámetros.

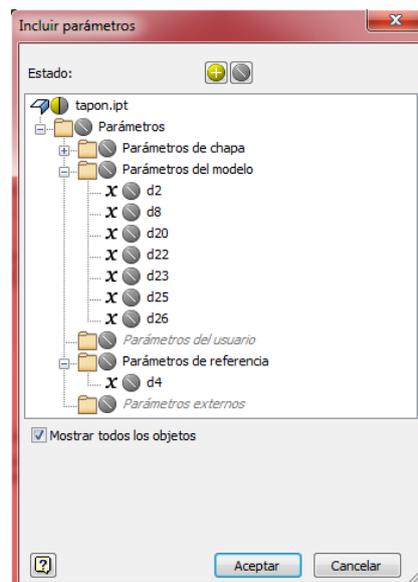


Ilustración 187. Parámetros a incluir en el nuevo componente procedente del componente base. Desarrollo. Fuente. Elaboración propia.

5.2. Módulo Modelo 3D

El módulo *Modelo 3D* es el segundo módulo que aparece en la cinta de opciones al *Módulo Chapa*. Este módulo es muy similar al primero, con la salvedad de que en este caso el grosor del cuerpo no se puede definir en la configuración de estilo y por lo tanto, las operaciones rellenan el cuerpo por completo. Al igual que antes, cada una de las herramientas, se encuentran agrupadas en bloques denominados por la función de la que están encargados: *Crear*, *Modificar*, *Operaciones de trabajo*, *Patrón*, *Crear forma libre*, *Superficie* y *Simulación*.

Sin embargo, en este caso únicamente nos centraremos en el Grupo *Superficies*, que permite el modelado 3D a través de superficies, abandonando el trabajo con caras y cuerpos, para dar paso al modelado 3D de secciones transversales y curvas.



Ilustración 188. Módulo Modelo 3D en Autodesk Inventor Professional 2016.
Fuente. Elaboración propia.

5.2.1. Superficie

Una superficie es un elemento 3D, formado por secciones transversales y curvas, que no presenta grosor ni masa, y que por lo tanto se muestra como una lámina delgada. Las superficies pueden formar un volumen abierto o cerrado, y su complejidad depende del número de secciones y curvas usadas para definirla.

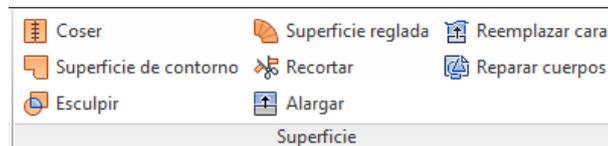


Ilustración 189. Superficies. Módulo modelo 3D.
Fuente. Elaboración propia.

El modelado 3D se realiza con el grupo *Superficies*, mientras que la creación de superficies se pueden realizar con operaciones del grupo *Crear*, como por ejemplo *extrusión*, *barrido*, *revolución*, *solevación*...etc., siempre y cuando se configure la salida de trabajo con superficies en lugar de con sólidos.

Una vez se haya modelado la superficie mediante el conjunto de herramientas disponibles, se generará un cuerpo sólido y con ello, se concluirá el diseño de la pieza.

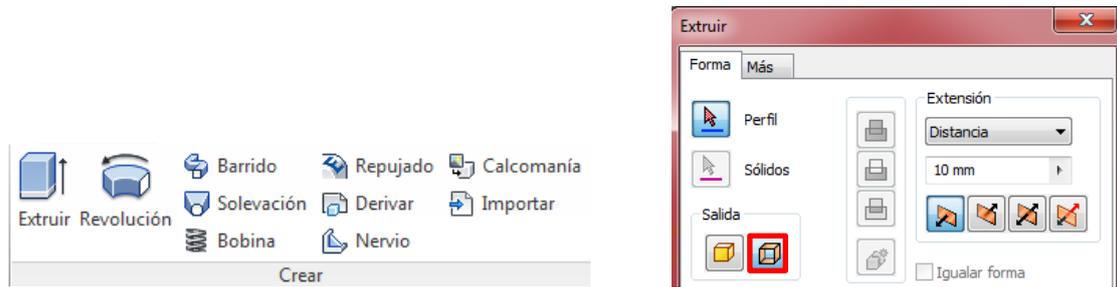


Ilustración 190. Grupo crear y cómo definir operación con superficies. Superficie.
Fuente. Elaboración propia.

NOTA: El conjunto de herramientas que componen el grupo *Crear*, se asumirá que son conocidas por el usuario y no se explicarán todos los componentes, ya que como se mostró en el *Capítulo 2: Antecedentes*, existen manuales con la explicación de la configuración y funcionalidad de las mismas. Tan solo se explicará con un mayor detalle los comandos que interfieran directamente en la generación de superficies 3D.

5.2.2. Creación de superficies

Existen diferentes métodos de creación de superficies, definidos tanto en el grupo *Crear* como en el grupo *Superficies*:

- *Extrusión* ➤ , herramienta que permite levantar una superficie 3D a partir de un boceto dibujado. Los pasos para configurar el cuadro de diálogo:

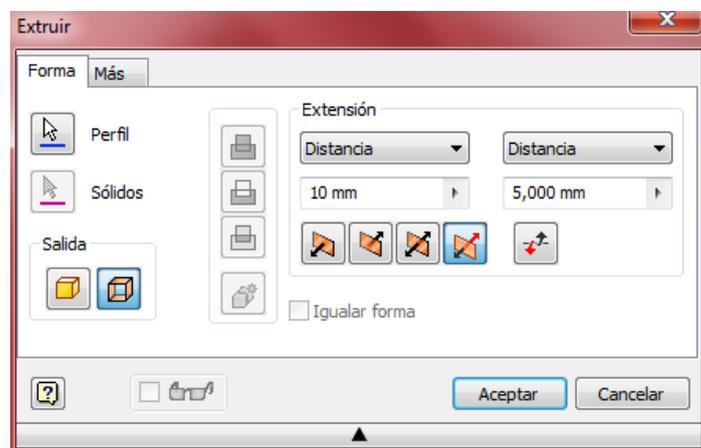


Ilustración 191. Cuadro de diálogo del comando Extrusión. Superficie.
Fuente. Elaboración propia.

1. Genere un boceto con la forma a extruir.
2. Seleccione en la cinta de opciones el comando Extruir ➤ , ubicado en el grupo *Crear* del módulo Modelo 3D.
3. Configure salida superficie ➤  .
4. Seleccione el boceto a extruir con el selector de perfil ➤  Perfil .
5. Defina método de extensión: Distancia/Hasta/Entre.

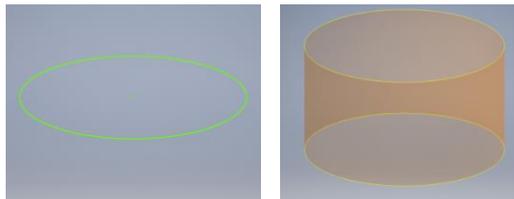


Ilustración 192. Procedimiento de aplicación del comando Extrusión de superficies. Superficie.
Fuente. Elaboración propia.

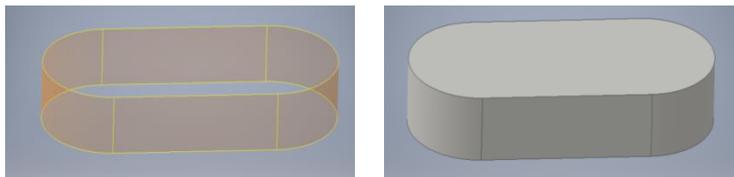


Ilustración 193. Comparativa entre extrusión de superficie y de sólido, respectivamente. Superficie.
Fuente. Elaboración propia.

- **Revolución** ➤ , herramienta que genera una superficie 3D mediante la revolución de un perfil por medio de un eje. Los pasos para configurar el cuadro de diálogo:

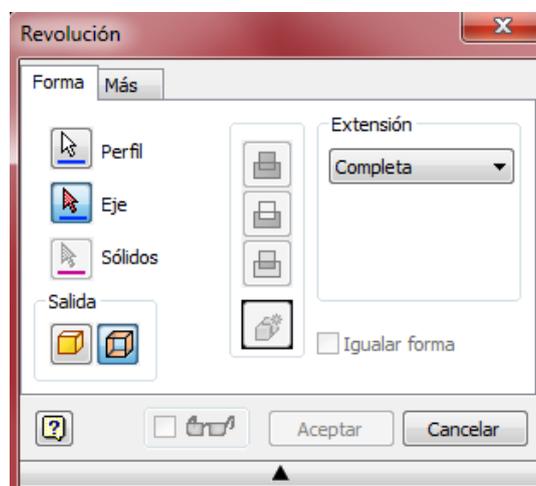


Ilustración 194. Cuadro de diálogo del comando Revolución. Superficie.
Fuente. Elaboración propia.

1. Genere un boceto con la forma a revolucionar.
2. Seleccione en la cinta de opciones el comando Revolución ➤ , ubicado en el grupo *Crear* del módulo *Modelo 3D*.
3. Configure salida superficie ➤ .
4. Seleccione el boceto con el selector de perfil ➤  Perfil y el eje de revolución ➤  Eje .
 - El eje de revolución puede ser definido en el propio boceto o a través de los ejes que se muestran en el navegador del espacio de trabajo.
5. Defina método de extensión: Ángulo/Hasta/Entre/Completa.

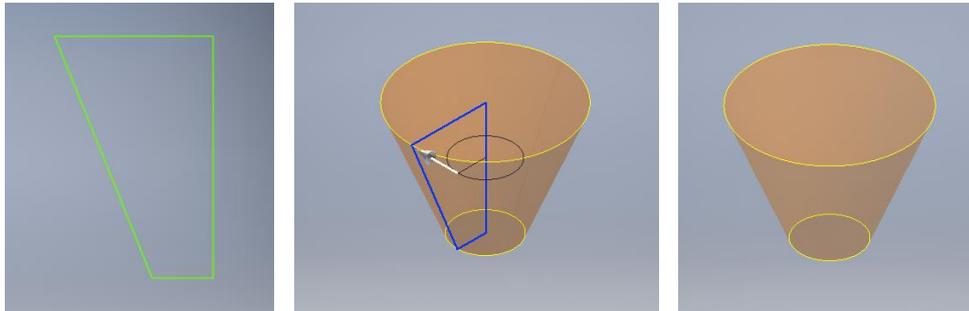


Ilustración 195. Procedimiento de aplicación del comando Revolución de superficies. Superficie.
Fuente. Elaboración propia.

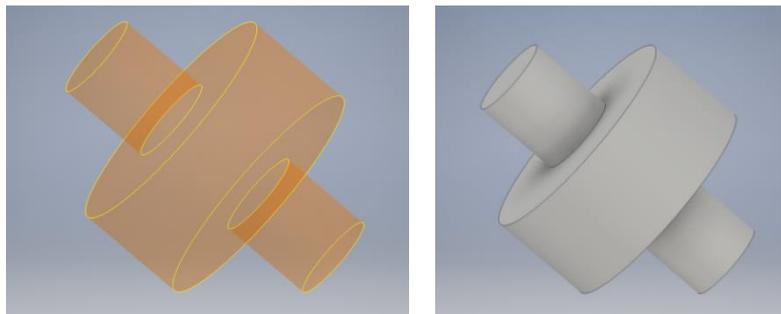


Ilustración 196. Comparativa entre Revolución de superficie y de sólido, respectivamente. Superficie.
Fuente. Elaboración propia.

- **Barrido** ➤  **Barrido** , comando que obtiene una superficie 3D a través del barrido de uno o varios perfiles de boceto a través de un camino definido. Los pasos para configurar el cuadro de diálogo:

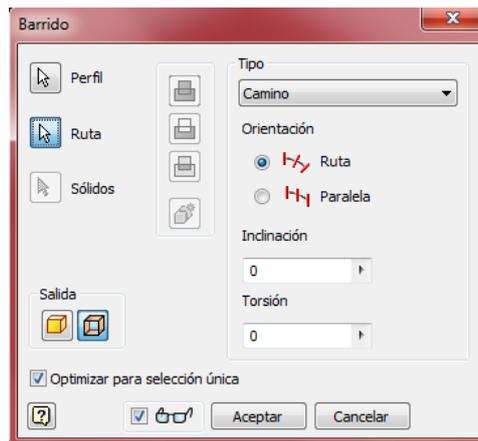


Ilustración 197. Cuadro de diálogo del comando Barrido. Superficie.
Fuente. Elaboración propia.

1. Genere un boceto compuesto por un perfil y una trayectoria que corte con el perfil.
2. Seleccione en la cinta de opciones el comando *Barrido* ➤  *Barrido* , ubicado en el grupo *Crear* del módulo *Modelo 3D*.
3. Configure salida superficie ➤  .
4. Seleccione el perfil con el selector de perfil ➤  *Perfil* y la trayectoria a seguir ➤  *Ruta* .
5. Defina el tipo de barrido: Camino/Camino-raíl guía/Camino-superficie guía.

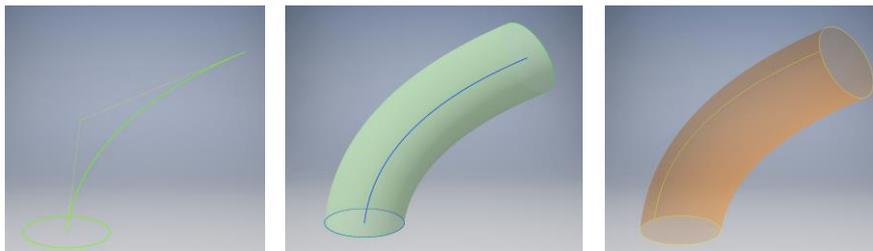


Ilustración 198. Procedimiento de aplicación del comando Barrido de superficies. Superficie.
Fuente. Elaboración propia.

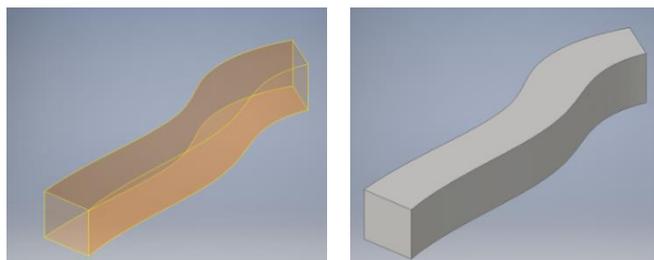


Ilustración 199. Comparativa entre Barrido de superficie y de sólido, respectivamente. Superficie.
Fuente. Elaboración propia.

- **Solevación** ➤  **Solevación**, operación que genera una superficie 3D ajustada a la forma de transición entre dos bocetos. Los pasos para configurar el cuadro de diálogo:



Ilustración 200. Cuadro de diálogo del comando Solevación. Superficie.
Fuente. Elaboración propia.

1. Genere al menos dos bocetos que no estén contenidos en un mismo plano y cuya proyección interseque entre sí.
2. Seleccione en la cinta de opciones el comando Solevación ➤  **Solevación**, ubicado en el grupo *Crear* del módulo *Modelo 3D*.
3. Configure salida superficie ➤  .
4. Seleccione bocetos que desee fusionar.
5. Opcional: configuración del estado final de la figura.
 - Contorno cerrado ➤ **Contorno cerrado** : genera un conjunto cerrado al unir la primera y la última sección de solevación.
 - Fusionar caras tangentes ➤ **Fusionar caras tangentes** : que se creen aristas entre caras tangentes, provocando una unificación de caras.

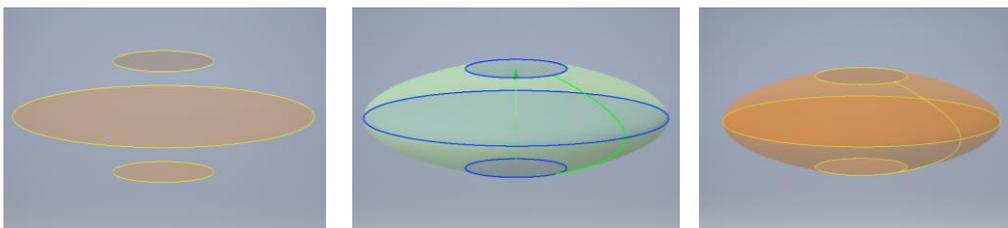


Ilustración 201. Solevación configuración railes. Superficie.
Fuente. Elaboración propia.

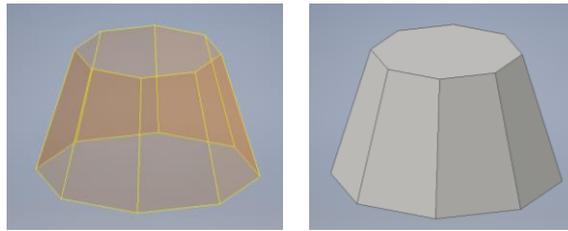


Ilustración 202. Comparativa entre Revolución de superficie y de sólido, respectivamente. Superficie.
Fuente. Elaboración propia.

- *Superficie de contorno* ➤ , herramienta capaz de generar una superficie plana o 3D mediante un boceto 2D cerrado, un contorno cerrado.

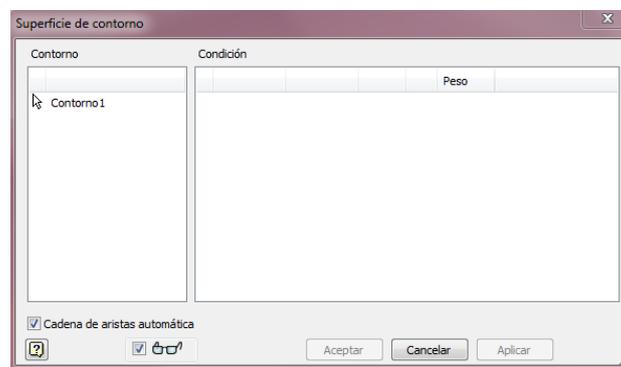


Ilustración 203. Cuadro de diálogo del comando Superficie de contorno. Superficie.
Fuente. Elaboración propia.

1. Seleccione *Superficie de contorno* ➤ , ubicado en el grupo *Superficies* del módulo *Modelo 3D*.
2. Defina la nueva superficie utilizando cualquiera de los siguientes métodos.
 - Seleccione un boceto 2D cerrado.
 - Seleccione el conjunto de aristas que forman un contorno cerrado.
Puede configurar las condiciones de contorno para las aristas:
 - a) Condición libre ➤  : genera una superficie plana.

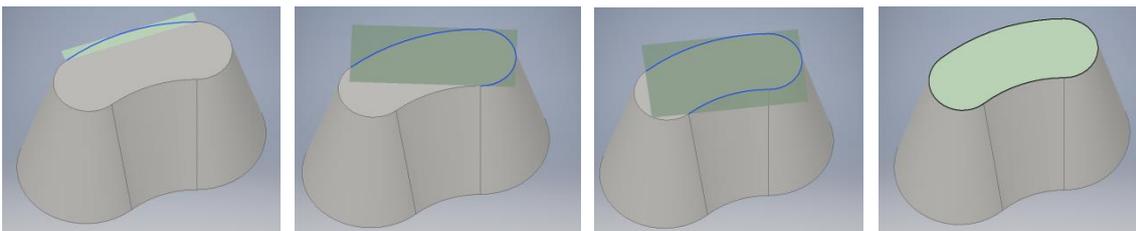


Ilustración 204. Proceso para generar una superficie mediante un contorno cerrado-condición libre. Superficie.
Fuente. Elaboración propia.

b) Condición tangente ➤ : genera una superficie 3D tangente a las aristas que definen su contorno.

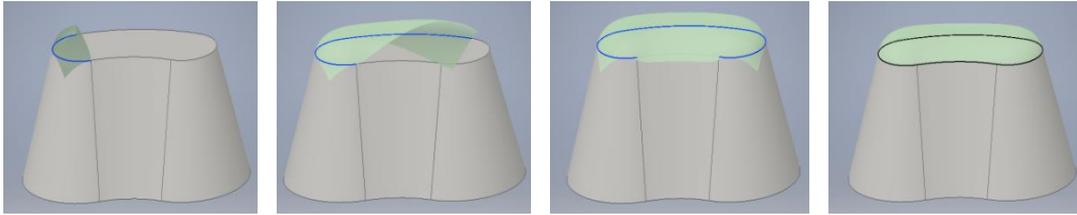


Ilustración 205. Proceso para generar una superficie mediante un contorno cerrado-condición tangente. Superficie.
Fuente. Elaboración propia.

c) Condición suavizada ➤ : genera una superficie 3D uniforme.

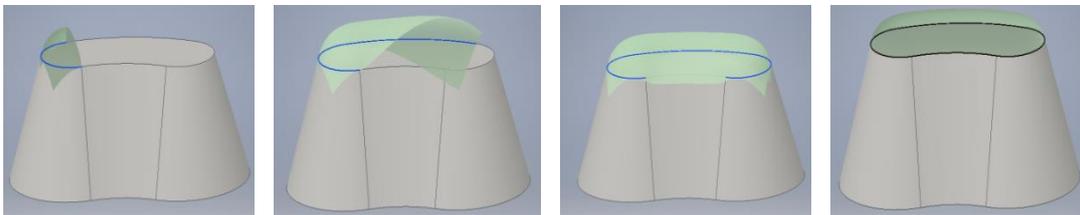


Ilustración 206. Proceso para generar una superficie mediante un contorno cerrado-condición suavizado. Superficie.
Fuente. Elaboración propia.

3. Especifique un valor de Grosor.

Para las condiciones de superficie tangente y suavizado, es posible especificar un grosor comprendido entre 0-1. Este valor afectará a la forma del relieve de la superficie de contorno.

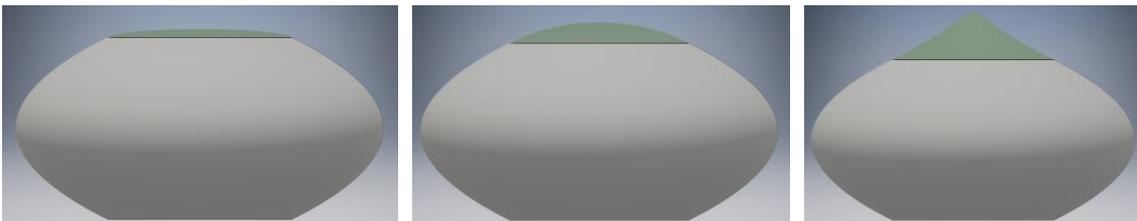


Ilustración 207. Superficie de contorno – conf. tangente con peso: 0.2, 0.5 y 0.8, respectivamente. Superficie.
Fuente. Elaboración propia.

NOTA: Existe la posibilidad de que la herramienta *Superficie de contorno* actúe como la operación de *Solevación*. Esto se consigue ejecutando el comando sobre dos superficies, generándose una superficie ajustada a la transición de las definidas.

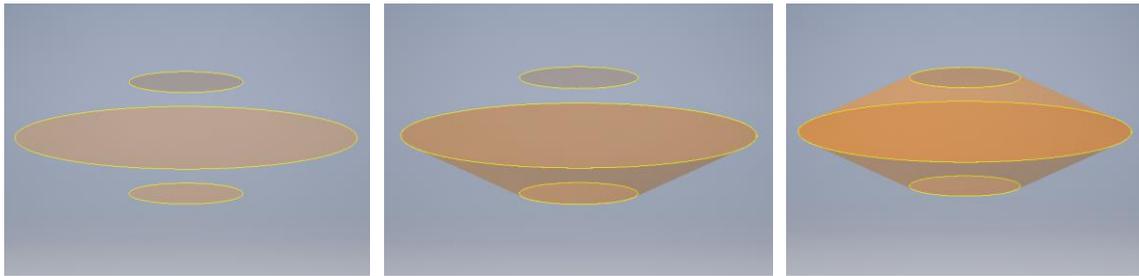


Ilustración 208. Comando Superficie de contorno actuando como Solevación. Superficie.
Fuente. Elaboración propia.

5.2.3. Modelado de superficies

Una vez generadas las superficies, existen diferentes herramientas con las que se pueden manipular y moldear las mismas.

- *Coser* ➤  *Coser*, es una herramienta del grupo *Superficies*, que permite unir un conjunto de superficies contiguas para formar una única superficie.

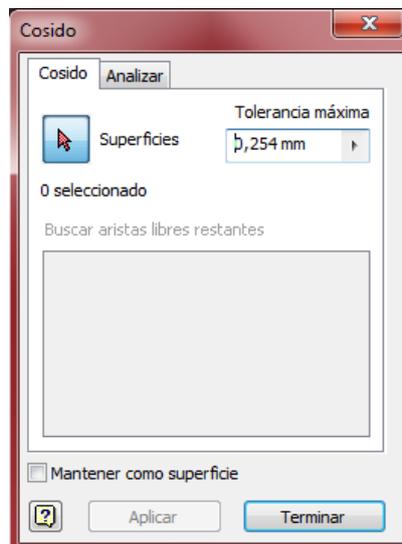


Ilustración 209. Cuadro de diálogo del comando Coser. Superficie.
Fuente. Elaboración propia.

1. Seleccione con el selector de superficies las superficies contiguas a unir ➤



- Al mismo tiempo que se seleccionan las superficies a unir, en el navegador, se marcan de azul aquellas que han sido seleccionadas.

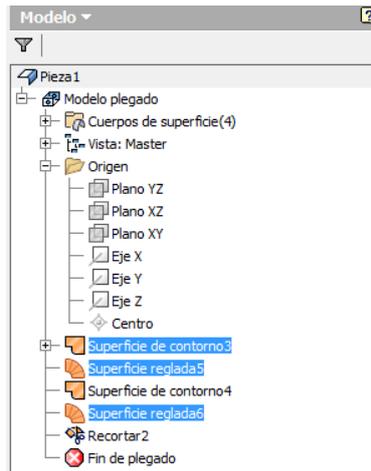


Ilustración 210. Ventana de Navegador durante el proceso de cosido. Superficie.
Fuente. Elaboración propia.

2. Defina la tolerancia máxima permitida.
3. Configure la pestaña “*Mantener como superficie*” ➤ Mantener como superficie .
 - Si las superficies unidas forman un volumen cerrado, se tiene la opción de generar un cuerpo sólido, desactivando la pestaña Mantener como superficie , o bien mantener el conjunto como una superficie activando la pestaña ➤ Mantener como superficie .

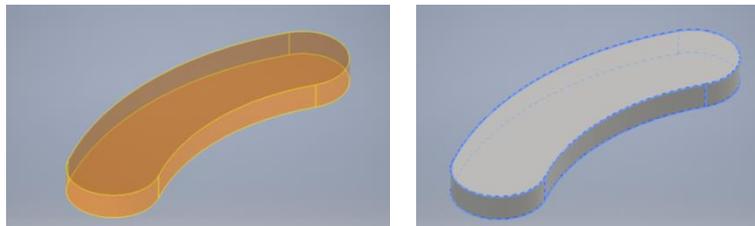


Ilustración 211. Ejemplo Cuerpo sólido creado tras haber cosido un volumen cerrado I. Superficie.
Fuente. Elaboración propia.

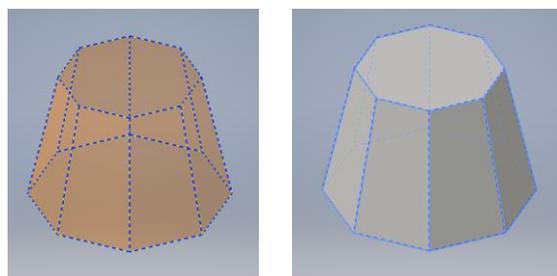


Ilustración 212. Ejemplo Cuerpo sólido creado tras haber cosido un volumen cerrado II. Superficie.
Fuente. Elaboración propia.

4. Tras haber seleccionado las superficies a unir, pulse “*Aplicar*”.

- Al coserlas, en el caso de no ser un volumen cerrado, se mostrará una lista con las aristas libres restantes y la distancia de separación máxima entre ellas.

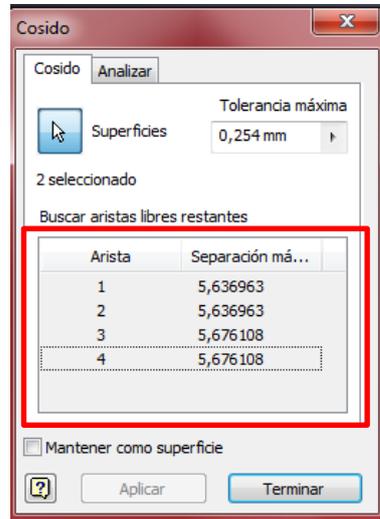


Ilustración 213. Lista de aristas libres restantes en comando coser. Superficie.
Fuente. Elaboración propia.

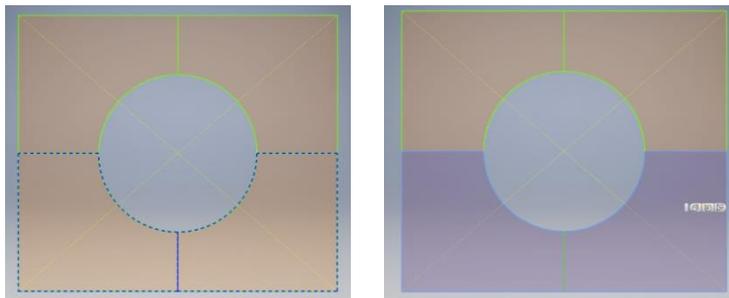


Ilustración 214. Ejemplo de Superficie cosida I. Superficie.
Fuente. Elaboración propia.

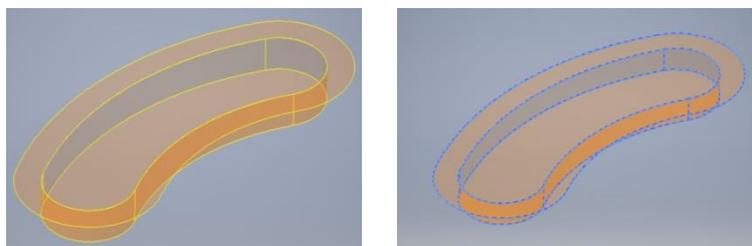


Ilustración 215. Ejemplo de Superficie cosida II. Superficie.
Fuente. Elaboración propia.

- *Esculpir* ➤  *Esculpir*, es una herramienta que permite tanto crear un cuerpo sólido, como añadir o eliminar material de un cuerpo sólido, utilizando un conjunto de superficies.

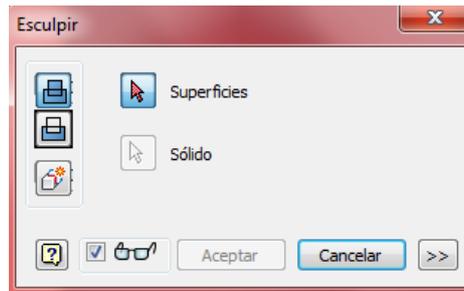


Ilustración 216. Cuadro de diálogo del comando Esculpir. Superficie.
Fuente. Elaboración propia.

Todas las operaciones realizadas con el comando *Esculpir*, deberán ser volúmenes cerrados. Además, en el caso de las operaciones *Añadir* y *Eliminar*, la superficie deberá estar en contacto con el cuerpo sólido.

1. Defina la operación que desea ejecutar: Añadir/Eliminar/Nuevo sólido.

- *Añadir* ➤ , permite añadir material a un sólido, definiendo la superficie y el sólido sobre el que fusionarse.

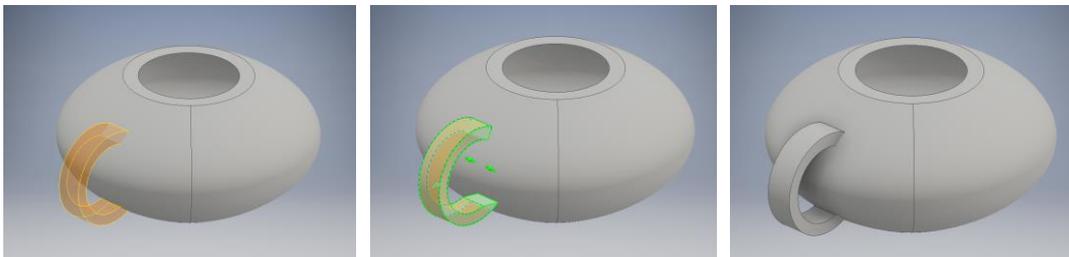


Ilustración 217. Ejemplo del comando Esculpir - configuración Añadir. Superficie.
Fuente. Elaboración propia.

- *Eliminar* ➤ , elimina material de un sólido, definiendo la superficie y el sólido sobre el que cortar.

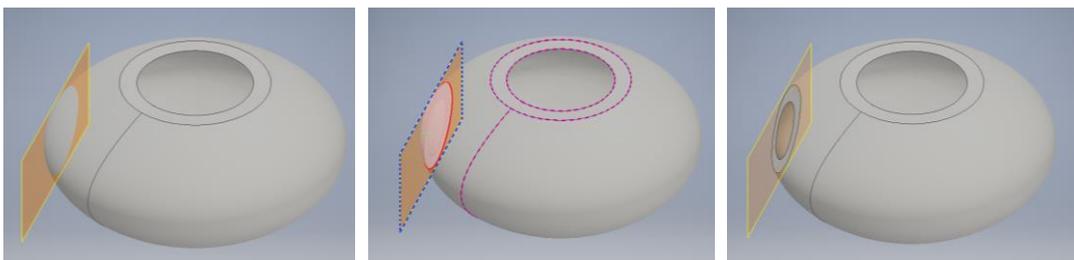


Ilustración 218. Ejemplo del comando Esculpir - configuración Eliminar. Superficie.
Fuente. Elaboración propia.

- **Nuevo sólido** ➤ , crea un cuerpo sólido partiendo de una superficie que forme el contorno cerrado, actuando de la misma manera que el comando *Coser*.

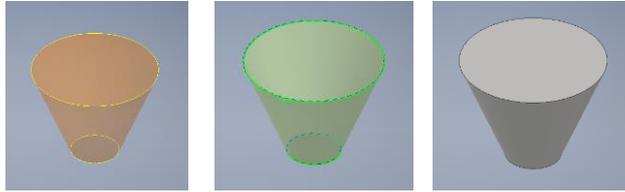


Ilustración 219. Ejemplo del comando Esculpir - configuración Nuevo Sólido. Superficie.
Fuente. Elaboración propia.

- **Superficie reglada** ➤  **Superficie reglada**, es una herramienta que permite alargar superficies en una dirección especificada.

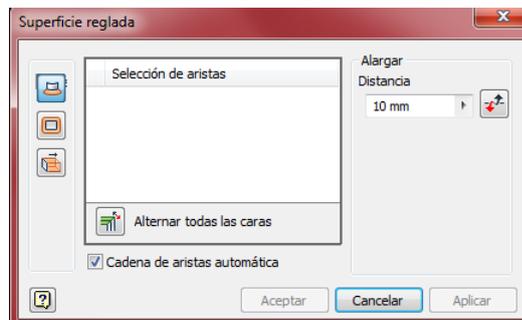


Ilustración 220. Cuadro de diálogo del comando Superficie Reglada. Superficie.
Fuente. Elaboración propia.

Todas las operaciones realizadas con este comando, se generan sobre superficies o cuerpos sólidos, salvo *Barrido*, que se aplica sobre un boceto.

1. Seleccione la arista recta o curva sobre la que se quiere generar la operación.
2. Defina la dirección de extensión de la arista.
 - **Normal**: alarga y/o genera una superficie en la dirección normal a la arista.

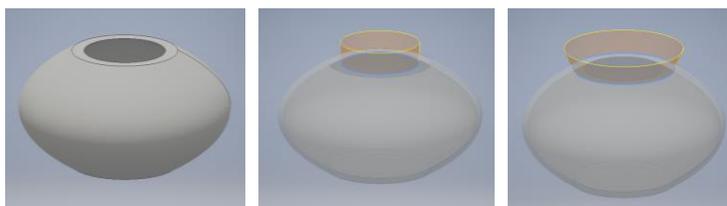


Ilustración 221. Aplicación de superficie reglada normal sobre diferentes contornos de un cuerpo. Superficie.
Fuente. Elaboración propia.

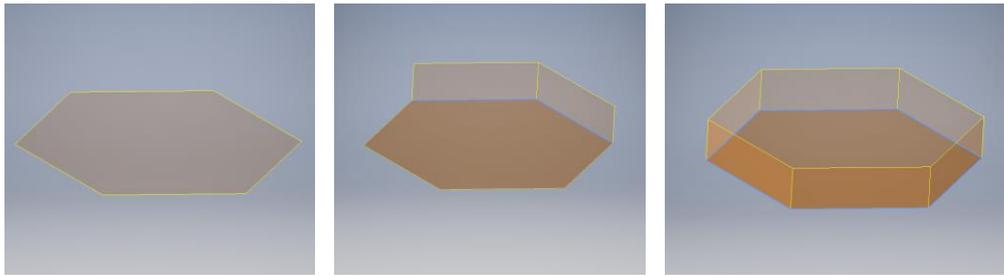


Ilustración 222. Aplicación de superficie reglada normal sobre diferentes aristas de una superficie. Superficie.
Fuente. Elaboración propia.

- *Tangente*: alarga y/o genera una superficie en la dirección tangente a arista seleccionada. Si las superficies generadas intersecan, se fusionan generando una superficie sin aristas.

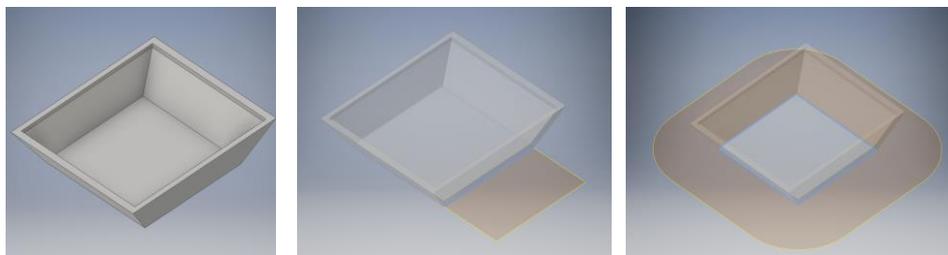


Ilustración 223. Aplicación de Superficie Reglada Tangente sobre diferentes aristas de un cuerpo. Superficie.
Fuente. Elaboración propia.

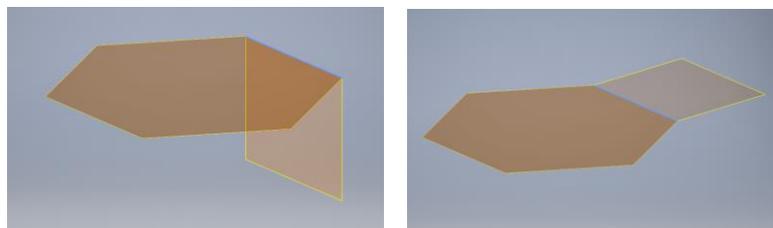


Ilustración 224. Comparativa Superficie Reglada Normal y Tangente, respectivamente. Superficie.
Fuente. Elaboración propia.

- *De Barrido*: genera una superficie partiendo de la arista de un boceto, en una dirección definida a través de un vector, que puede estar contenido en el boceto, mediante una arista, en un eje del navegador.

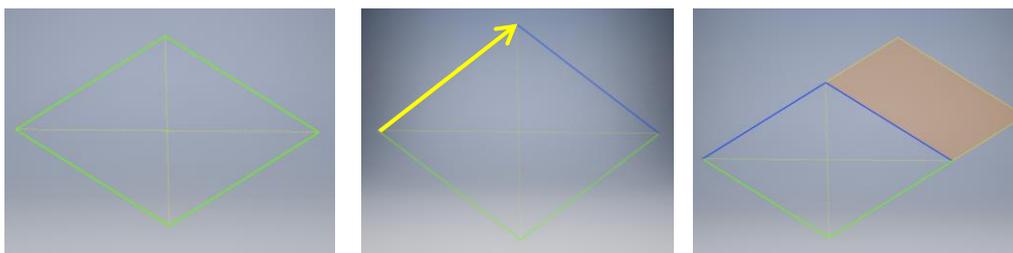


Ilustración 225. Aplicación de Superficie Reglada de Barrido con definida con diferentes vectores I. Superficie.
Fuente. Elaboración propia.

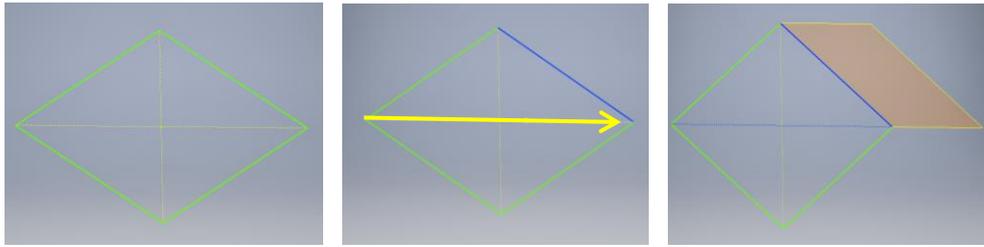


Ilustración 226. Aplicación de Superficie Reglada de Barrido con definida con diferentes vectores II. Superficie.
Fuente. Elaboración propia.

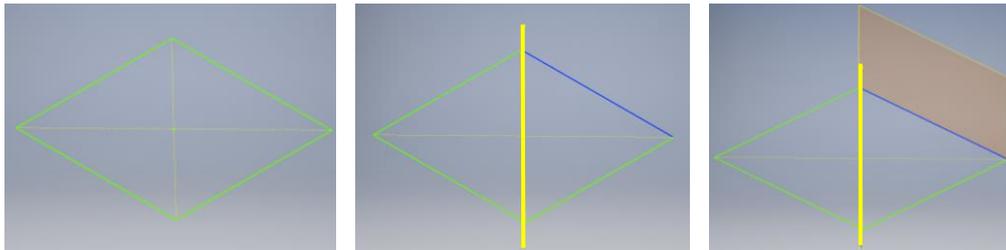
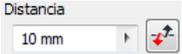


Ilustración 227. Aplicación de Superficie Reglada de Barrido con definida con diferentes vectores III. Superficie.
Fuente. Elaboración propia.

3. Introduzca la extensión de alargamiento ➤ .

- Es posible modificar el sentido de la superficie ➤ .

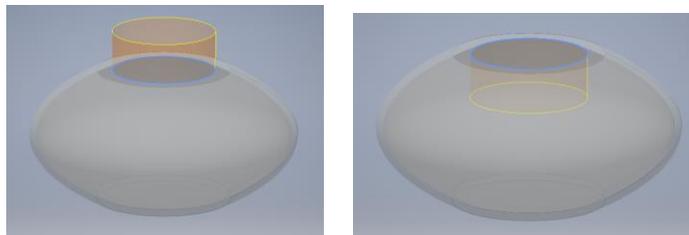


Ilustración 228. Modificación del sentido del alargamiento de la Superficie Reglada. Superficie.
Fuente. Elaboración propia.

- **Recortar** ➤  **Recortar**, es una herramienta que permite eliminar áreas de superficie de una superficie.

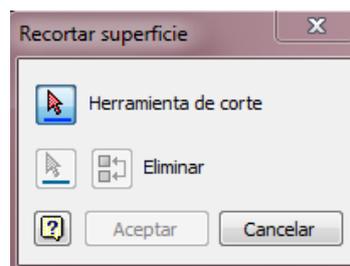


Ilustración 229. Cuadro de diálogo del comando Recortar. Superficie.
Fuente. Elaboración propia.

Los pasos para ejecutarlo correctamente son:

1. Seleccione *Herramienta de corte* ➤  Herramienta de corte, y pulse la superficie que desea conservar.
 - Esta superficie se coloreará de azul.
2. A continuación, con el selector de *Eliminar* ➤  Eliminar, pulse cualquier superficie que desee eliminar, siempre y cuando interseque con la superficie herramienta de corte.
 - Las áreas de superficie a eliminar se coloreará de verde oscuro.
 - Pulse *Invertir selección* ➤  para invertir el grupo de selección.

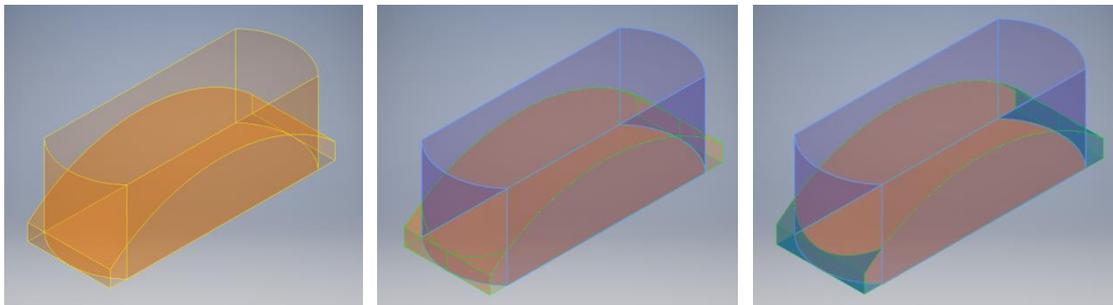


Ilustración 230. Proceso de recortado de superficies I. Superficie.
Fuente. Elaboración propia.

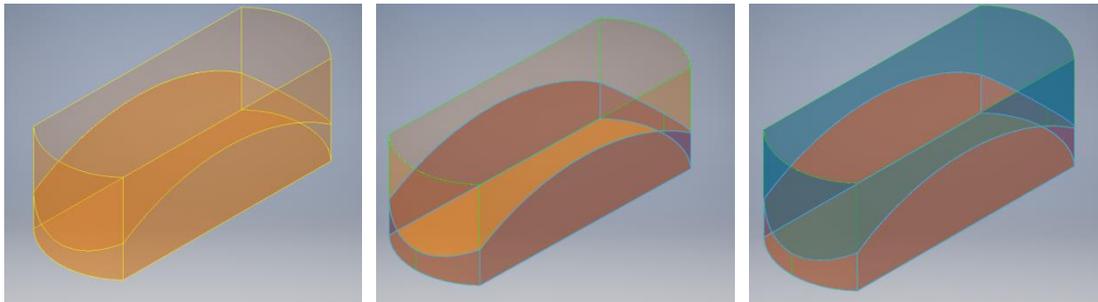


Ilustración 231. Proceso de recortado de superficies II. Superficie.
Fuente. Elaboración propia.

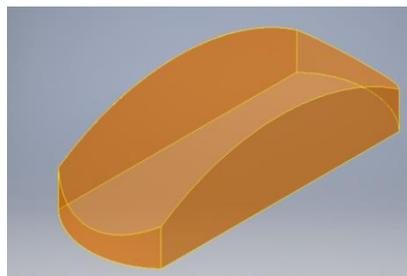


Ilustración 232. Estado final de la pieza recortada. Superficie.
Fuente. Elaboración propia.

- *Alargar* ➤  *Alargar* , herramienta que permite extender alargar las aristas de contorno de una superficie en una o varias direcciones.



Ilustración 233. Cuadro de diálogo del comando Alargar. Superficie.
Fuente. Elaboración propia.

NOTA: Este comando solo sirve para alargar aristas rectas. Por lo tanto, en aquellas superficies que presenten caras con curvas, se aplicará el comando *Superficie Reglada*, que hará la función de este mismo comando.

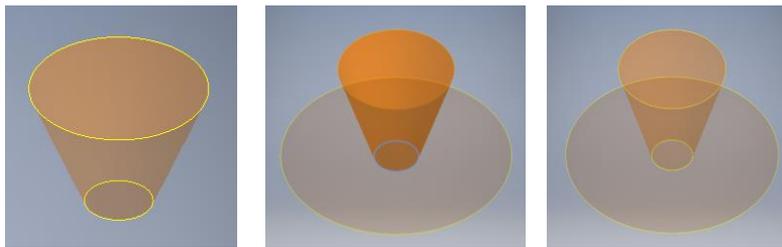


Ilustración 234. Superficie reglada para alargar superficies curvas. Superficie.
Fuente. Elaboración propia.

Los pasos para ejecutarlo correctamente son:

1. Seleccione una arista recta individual.
 - Si esta tiene más de una dirección de extensión posible, como en la *ilustración 237*, Autodesk asignará una dirección de extensión por defecto. Si se quiere la otra dirección, salga del comando, y vuelva a seleccionar de nuevo la arista para que se extienda en la otra dirección.

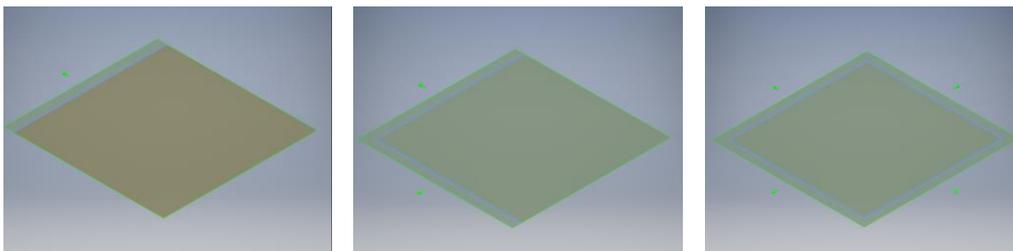


Ilustración 235. Comando Alargar aplicado a diferentes aristas de una misma superficie. Superficie.
Fuente. Elaboración propia.

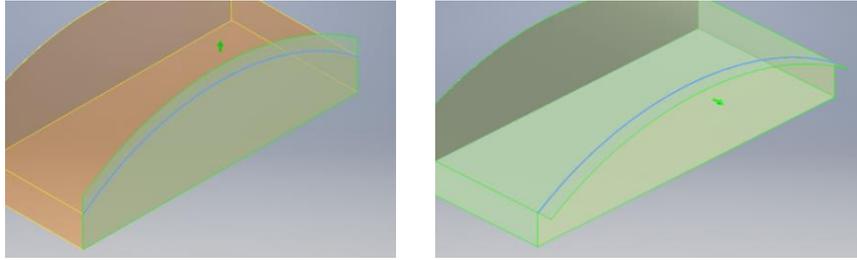


Ilustración 236. Diferentes direcciones de extensión en el comando Alargar. Superficie.
Fuente. Elaboración propia.

2. Defina un método de extensión: Distancia/Hasta.
 - Distancia: extiende las aristas una distancia definida.
 - Hasta: extiende las aristas hasta una cara/plano definido.
3. Seleccionando la opción en *Más* ➤ , es posible definir la extensión de aristas a partir de las aristas contiguas.
 - Alargar: Extiende las aristas ajustándose a la dirección de las aristas contiguas.
 - Estirar: Extiende las aristas perpendicularmente a las aristas contiguas.

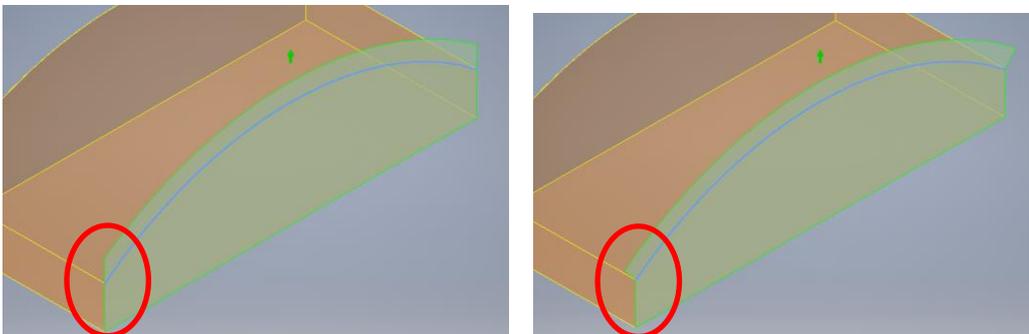


Ilustración 237. Estirar y alargar respectivamente. Superficie.
Fuente. Elaboración propia.

- *Reemplazar cara* ➤  *Reemplazar cara*, es una herramienta que como su nombre indica, permite reemplazar caras en una pieza por una nueva a través de una superficie o un plano de trabajo. La cara original no modifica sus dimensiones, simplemente se extruye hasta coincidir con las dimensiones de la nueva cara, adaptándose a ella.

Las condiciones para el reemplazamiento son:

Desarrollo de elementos metálicos tipo chapa

- El cuerpo sólido debe intersectar completamente con la nueva cara.
- No se pueden reemplazar caras que son perpendiculares a la nueva cara.

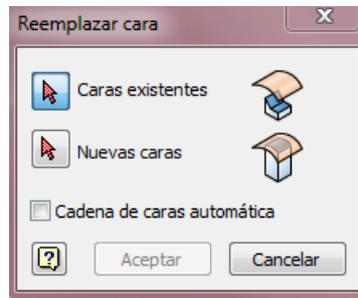


Ilustración 238. Cuadro de diálogo del comando Reemplazar cara. Superficie.
Fuente. Elaboración propia.

1. Seleccione la cara o el conjunto de caras a sustituir de un cuerpo sólido.
 - La cara o caras seleccionadas, se colorearán de azul.
2. Seleccione la nueva cara, superficie o plano de trabajo.
 - La nueva cara/s, se coloreará de verde oscuro.
3. Pulse Aceptar para aplicar los cambios.

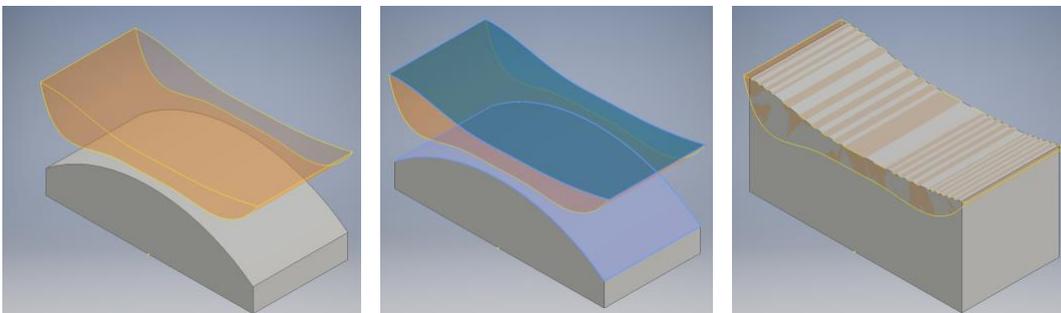


Ilustración 239. Proceso de reemplazo de cara I. Superficie.
Fuente. Elaboración propia.

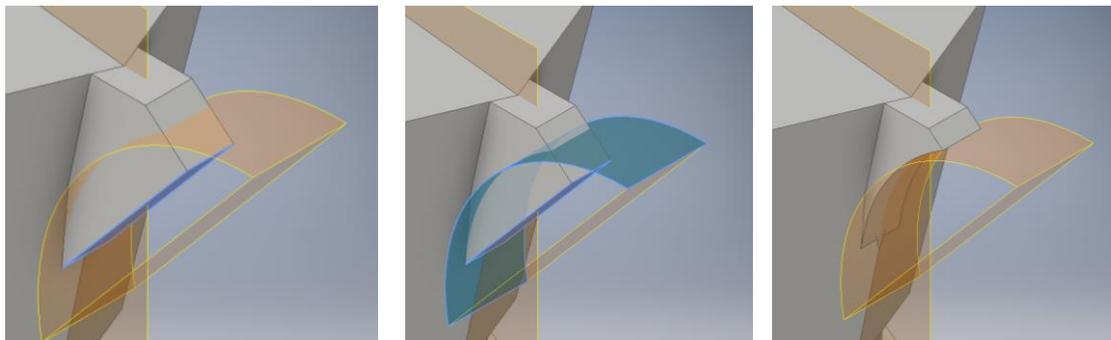


Ilustración 240. Proceso de reemplazo de cara II. Superficie.
Fuente. Elaboración propia.

Capítulo 6

Entornos de Simulación

Los entornos de simulación es un conjunto de complementos integrados en *Autodesk Inventor Professional*, que cubre un área específica de los espacios de trabajo, permitiendo mejorar y completar su formación. Cada uno de los entornos está compuesto por colección de herramientas y comandos destinados a reforzar cada una de las acciones que se vayan aplicando.

En este capítulo se explican los aspectos más importantes de los entornos relacionados con las superficies 3D y chapa. Entre ellos se destacan *la impresión 3D, el entorno de tubos y tuberías y el entorno de conjunto soldado*. De este modo, se cubrirá por completo las necesidades y exigencias relacionadas con las superficies.

Todos los entornos analizados en este capítulo, están disponibles en el espacio de trabajo de ensamblaje. Sin embargo, el *entorno de Impresión 3D* se analizará desde el espacio de pieza tipo chapa, ya que contiene más herramientas y comandos para su manipulación.

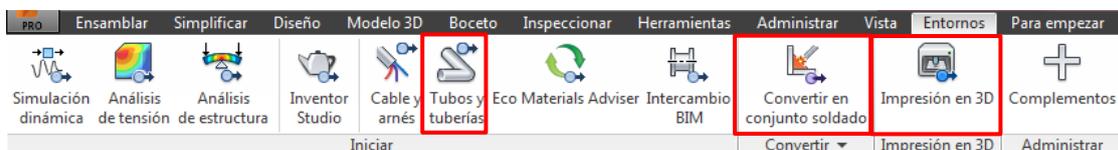


Ilustración 241. Cinta de opciones del módulo Entornos del espacio de trabajo Ensamblajes.
Fuente. Elaboración propia.

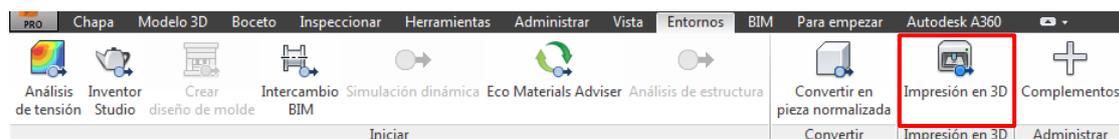


Ilustración 242. Cinta de opciones del módulo Entornos del espacio de trabajo Pieza Chapa.
Fuente. Elaboración propia.

6.1. Impresión 3D

El *Entorno de impresión 3D* ➤ , es un conjunto de herramientas que permiten definir la configuración de impresión en 3D de modelos completos o parciales, con la es posible generar archivos de extensión STL. Tras la generación de los archivos STL, éstos podrán ser enviados directamente a una impresora 3D para su impresión.

Una vez se ha accedido al entorno de Impresión de 3D, aparecerá una barra de herramientas, *Ilustración 244*, con los comandos disponibles para su configuración.

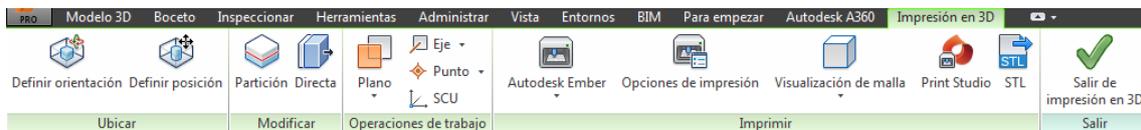


Ilustración 243. Barra de herramientas del Entono de Impresión 3D.
Fuente. Elaboración propia.

Para generar un archivo STL correctamente y compatible con una impresora, se deberán seguir los siguientes pasos:

1. Especificación de la impresora a utilizar.
2. Definición de la orientación y posición.
3. Especificación del modelo a imprimir: completo o parcial.
4. Modificación del modelo a imprimir.
5. Visualización de la malla.
6. Configuración de opciones de impresión.
7. Herramienta *Print Studio* (opcional).
8. Generación de archivo.

6.1.1. Definición de la impresora a utilizar

Para definir la impresora disponible con la que se va a realizar el proceso de impresión, seleccione el siguiente comando ➤  .

Ejecutando esta herramienta, aparecerá un desplegable con una lista de impresoras 3D, en las que desplazando el cursor sobre cada opción aparecerá información relativa al fabricante, modelo, volumen de la impresora, tipo de impresión...etc.

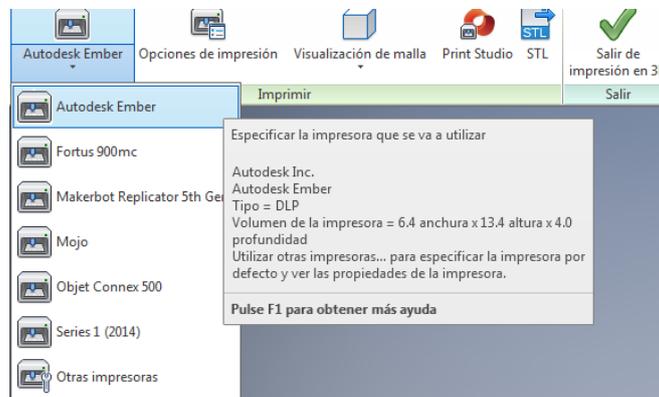


Ilustración 244. Desplegable de lista de impresoras 3D. Entorno Impresión 3D.
Fuente. Elaboración propia.

Si se desea obtener más información sobre las propiedades de la máquina u obtener otro tipo de impresora 3D, seleccione la última opción del desplegable de la lista mostrada, *Otras impresoras* ➤  Otras impresoras .

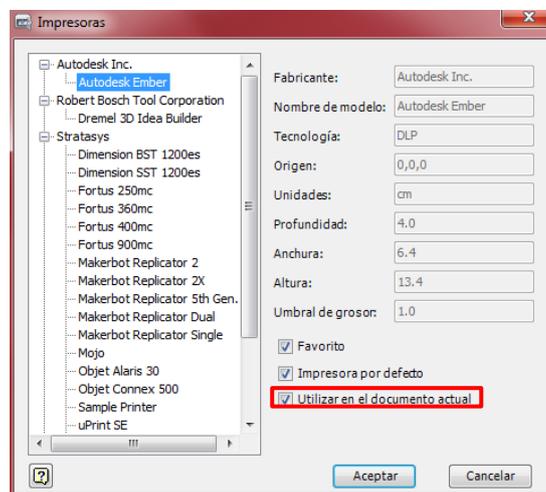


Ilustración 245. Otras Impresoras. Entorno Impresión 3D.
Fuente. Elaboración propia.

NOTA: Dentro de la opción “*Otras impresoras*”, se podrá configurar la impresora por defecto que se desea que aparezca cada vez que se abra este entorno. Para ello, haga click en la parte inferior de la impresora seleccionada, sobre la opción *Impresora por defecto* ➤ *Impresora por defecto* .

6.1.2. Definición de la orientación y posición del modelo

Al ingresar en el entorno de impresión en 3D, el modelo se presenta orientado con el eje Z apuntando hacia arriba. Sin embargo, la posición y orientación del mismo puede ser cambiada, siempre y cuando se tenga en cuenta que el modelo a imprimir se debe encontrar dentro del entorno de generación representado por un prisma de aristas blancas, ya que lo que se encuentre fuera del entorno no será impreso durante el proceso de impresión 3D. Para ello, el usuario puede servirse de los comandos *Definir orientación* y *Definir Posición*, encontrados en la cinta de opciones principal.

- El comando *Definir orientación*  , permite rotar el modelo generado para situarlo con la orientación deseada en el entorno de generación. Se puede definir la ubicación con respecto a dos elementos: la cama o el muro.

- Para definir la orientación con respecto a la cama:

1. Con la opción de *Cama* seleccionada  , escoja la cara de la pieza que se desea que esté apoyada sobre la base del prisma y rotará automáticamente. Para cambiar la dirección de rotación .
2. Seleccione el tick verde para guardar la configuración .

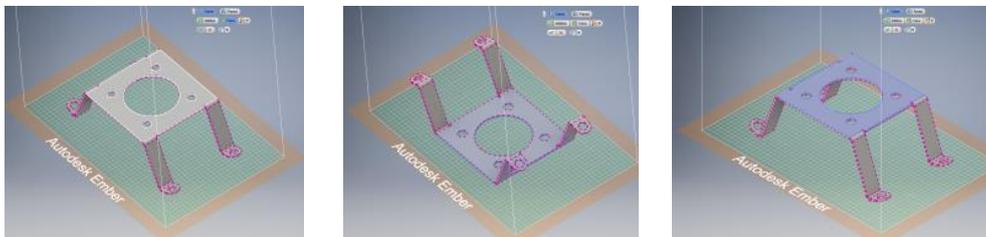


Ilustración 246. Ejemplos Definir Orientación con respecto a la cama I. Entorno Impresión 3D.
Fuente. Elaboración propia.

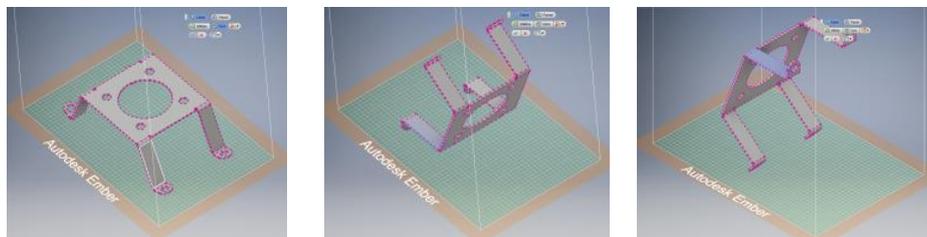


Ilustración 247. Ejemplos Definir Orientación con respecto a la cama II. Entorno Impresión 3D.
Fuente. Elaboración propia.

- Para definir la orientación con respecto a un muro:

1. Con la opción de *Pared* seleccionada  , escoja el lado del prisma utilizado como referencia.

2. Seleccione la cara de la pieza que será paralela al lado del muro anterior y coincidente con la base, y automáticamente rotará. Es posible cambiar la dirección de rotación ➤ 
3. Seleccione el tick verde para guardar la configuración ➤ 

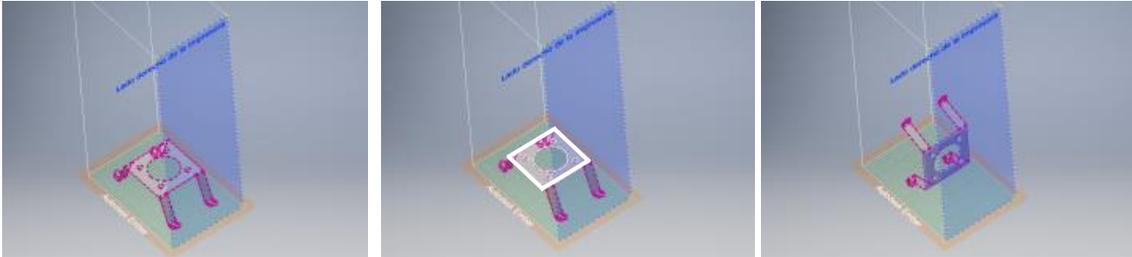
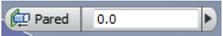
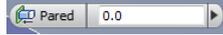


Ilustración 248. Ejemplos Definir Orientación con respecto a la pared I. Entorno Impresión 3D.
Fuente. Elaboración propia.

- El comando *Definir posición* ➤  , permite desplazar el modelo generado para situarlo en la posición deseada del entorno de generación usando de dos paredes como referencia.

1. Seleccione un lado del prisma para tomar como primera referencia. Una vez pulsada se mostrará una flecha que indicará el sentido positivo del desplazamiento. Para generar desplazamiento sobre esa cara desplace la flecha, o para mayor exactitud y precisión, escriba el valor de desplazamiento sobre la primera casilla de pared ➤ 
2. La segunda referencia del lado del muro, presentará el mismo comportamiento de configuración que la primera ➤ 

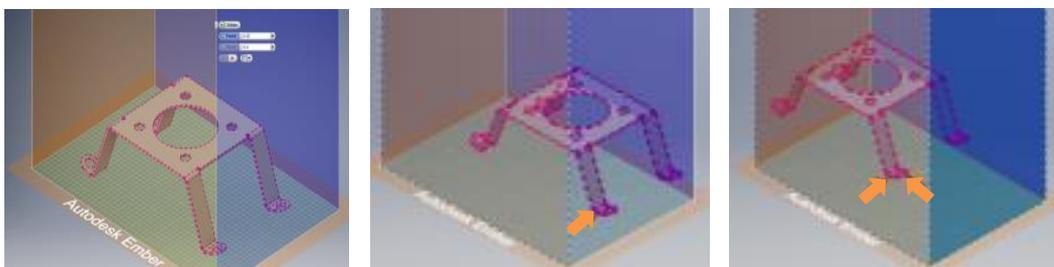


Ilustración 249. Ejemplos de Definición de posición. Entorno Impresión 3D.
Fuente. Elaboración propia.

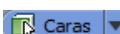
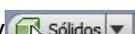
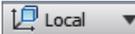
- Otra manera de definir la orientación y posición diferente a *Definir orientación* y *Definir Posición*, es a través de las herramientas *Desplazar* y *Girar*, existentes dentro del comando *Directa* ➤ .

La herramienta *Desplazar* es una opción que permite desplazar sólidos o caras de un modelo mediante un manipulador de triada.



Ilustración 250. Barra de herramientas del comando Edición Directa - Desplazar. Entorno Impresión 3D.
Fuente. Elaboración propia.

Para generar un desplazamiento:

1. Sobre la barra de opciones generada por el comando *Edición Directa*, seleccione la opción *Desplazar* ➤ .
2. Defina la cara o sólidos que se desean desplazar ➤  / .
3. A través del manipulador de triada ➤ , desplace el cuerpo o cara.
4. De manera opcional se pueden configurar los siguientes parámetros:
 - Si no se desea utilizar el manipulador de triada predefinido, es posible reubicarlo a través del icono ➤ .
 - Para controlar la orientación del manipulador de la triada:
 - Es posible alinear la triada con la geometría mediante la selección de *Orientación Local* ➤  y la opción de *Alinear la triada con la geometría* ➤ .
 - Es posible alinear la triada con el origen de la pieza mediante la selección de *Orientación Universal* ➤ .
 - Mediante el icono *Forzar a* ➤  es posible forzarlo a otra geometría.
5. Seleccione el icono verde para aplicar los cambios ➤ .

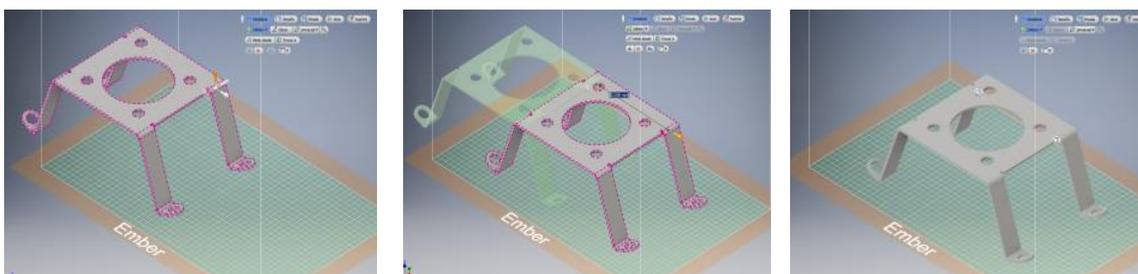


Ilustración 251. Proceso de Desplazamiento mediante Orientación Universal. Entorno Impresión 3D.
Fuente. Elaboración propia.

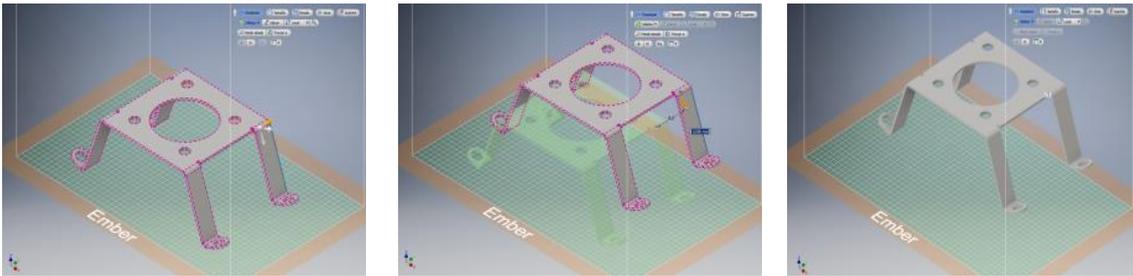


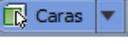
Ilustración 252. Proceso de Desplazamiento mediante Orientación Local. Entorno Impresión 3D.
Fuente. Elaboración propia.

La herramienta Girar es una opción que permite rotar sólidos o caras de un modelo mediante un manipulador de triada. Su utilización es exactamente igual que el de la herramienta *Desplazar*.



Ilustración 253. Barra de herramientas del comando Edición Directa - Girar. Entorno Impresión 3D.
Fuente. Elaboración propia.

Para generar una rotación:

1. Sobre la barra de opciones generada por el comando *Edición Directa*, seleccione la opción *Girar* ➤ .
2. Defina la cara o sólidos que se desean desplazar ➤  / .
3. A través del manipulador de triada ➤ , gire el cuerpo o cara.
4. De manera opcional se pueden configurar los siguientes parámetros:
 - Si no se desea utilizar el manipulador de triada predefinido, es posible reubicarlo a través del icono ➤ .
 - Para controlar la orientación del manipulador de la triada:
 - Es posible alinear la triada con la geometría mediante la selección de *Orientación Local* ➤  y la opción de *Alinear la triada con la geometría* ➤ .
 - Es posible alinear la triada con el origen de la pieza mediante la selección de *Orientación Universal* ➤ .
 - Mediante el icono *Forzar a paralelo* ➤  es posible forzarlo en paralelo a otra geometría.

5. Seleccione el icono verde para aplicar los cambios ➤  .

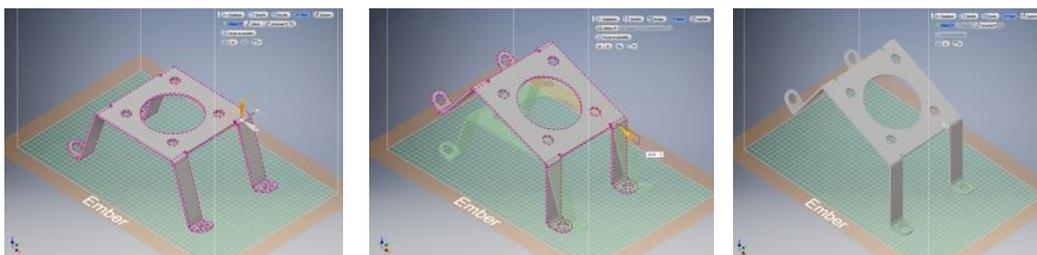


Ilustración 254. Proceso de Rotación mediante Orientación Universal. Entorno Impresión 3D.
Fuente. Elaboración propia.



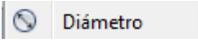
Ilustración 255. Proceso de Rotación mediante Orientación Local. Entorno Impresión 3D.
Fuente. Elaboración propia.

Además de *Desplazar* y *Girar*, el comando *Edición Directa* ➤ , contiene un conjunto de herramientas que permiten modificar los parámetros importados, entre los que se destaca: *ajuste el tamaño*, *escalar* o *suprimir* diferentes elementos existentes en el modelo.

La herramienta Tamaño es una opción que permite modificar el tamaño de caras y agujeros/empalmes de un modelo. Su utilización es muy sencilla y se basa en el siguiente proceso:



Ilustración 256. Barra de herramientas del comando Edición Directa - Tamaño. Entorno Impresión 3D.
Fuente. Elaboración propia.

1. Defina la operación que se quiere realizar: desfasar cara (extrusión), cambiar tamaño de un radio o un diámetro. Esta acción se define seleccionando en el icono ➤  una de las opciones existentes ➤  /  / .
2. Arrastre del pinzamiento para ajustar al tamaño deseado.

- El ajuste de tamaño también se puede introducir por teclado para conseguir una mayor precisión.

3. Seleccione el icono verde para aplicar los cambios ➤ .

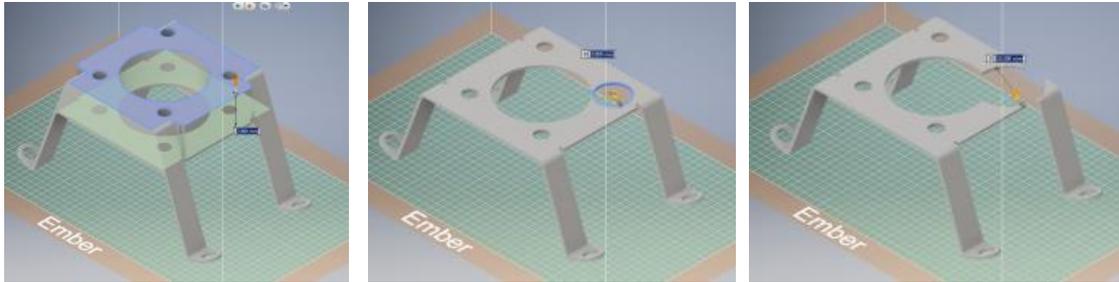


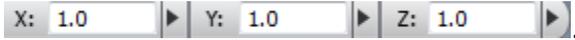
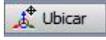
Ilustración 257. Proceso de cambio de tamaño en desfase, radio y diámetro, respectivamente. Impresión 3D.
Fuente. Elaboración propia.

La herramienta *Escala* es una opción que permite modificar el tamaño del modelo completo de manera uniforme o no uniforme. Su utilización se basa en el siguiente proceso:



Ilustración 258. Barra de herramientas del comando Edición Directa - Escala. Entorno Impresión 3D.
Fuente. Elaboración propia.

1. Defina el sólido a escalar ➤ **Sólidos**.
2. Configure el método: uniforme o no uniforme.
 - Configuración uniforme ➤ **Uniforme**, permite cambiar el tamaño de la pieza de manera uniforme, es decir, manteniendo la proporcionalidad entre sus dimensiones.
 - Para utilizar la configuración uniforme, tan solo es necesario arrastrar la triada hasta lograr el tamaño deseado o introducir por teclado el valor de escala en el siguiente icono ➤ .
 - Configuración no uniforme ➤ **No uniforme**, permite cambiar el tamaño de la pieza sin manteniendo la proporcionalidad entre sus dimensiones, es decir, proporcionando un valor de escala a cada dimensión.

- Para utilizar la configuración uniforme, tan solo es necesario arrastrar la triada hasta lograr el tamaño deseado o introducir por teclado el valor de escala en el siguiente icono ➤ .
 - Es posible alinear la triada con la geometría mediante la selección de *Orientación Local* ➤  y la opción de *Alinear la triada con la geometría* ➤ .
 - Es posible alinear la triada con el origen de la pieza mediante la selección de *Orientación Universal* ➤ .
3. En ambas configuraciones, se puede reubicar el manipulador de triada para seleccionar el origen desde el que se va a realizar la escalada ➤ .
4. Seleccione el icono verde para aplicar los cambios ➤ .

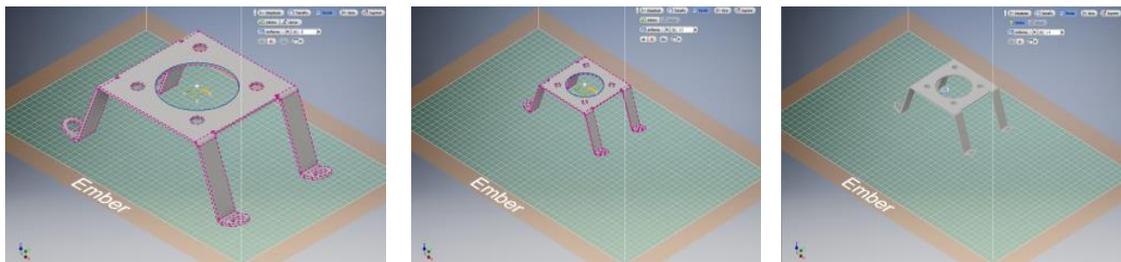


Ilustración 259. Ejemplo de Escalada en configuración uniforme. Entorno Impresión en 3D.
Fuente. Elaboración propia.

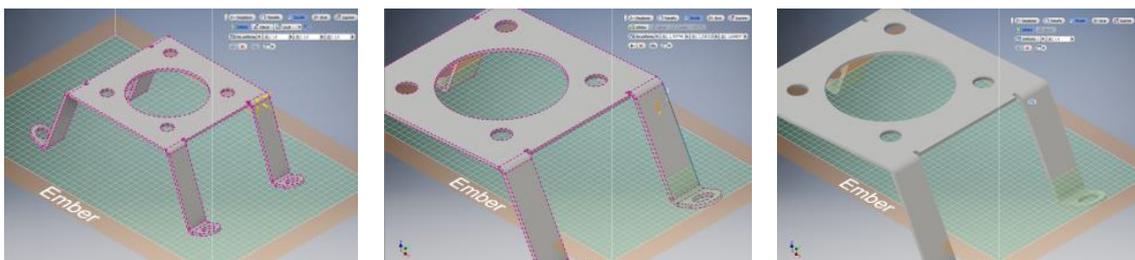


Ilustración 260. Proceso de Escalada no uniforme mediante Orientación Local. Entorno Impresión 3D.
Fuente. Elaboración propia.

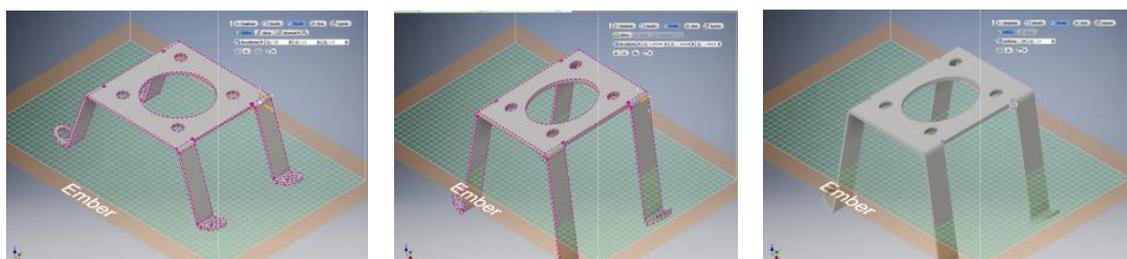


Ilustración 261. Proceso de Escalada no uniforme mediante Orientación Universal. Entorno Impresión 3D.
Fuente. Elaboración propia.

Finalmente, queda definir la última herramienta del comando *Edición Directa*: *Suprimir*, que permite eliminar caras completas o elementos existentes en las mismas del modelo.



Ilustración 262. Barra de herramientas del comando Edición Directa - Suprimir. Entorno Impresión 3D.
Fuente. Elaboración propia.

En esta herramienta solo es necesario:

1. Definir la cara o el elemento de la cara que se desea suprimir ➤ .
2. Seleccionar el icono verde para aplicar los cambios ➤ .

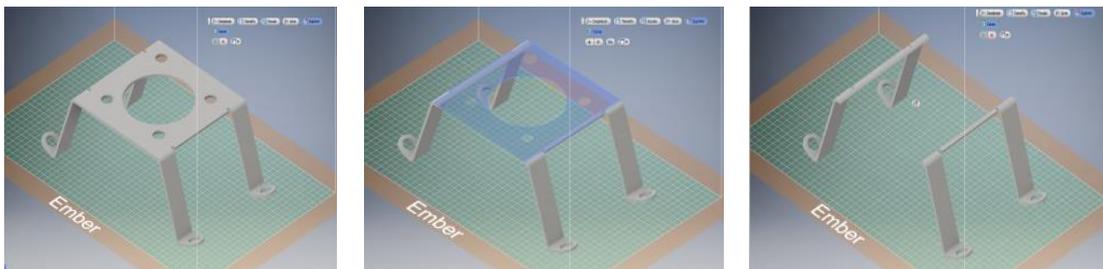


Ilustración 263. Ejemplo del proceso de suprimir I. Impresión 3D.
Fuente. Elaboración propia.

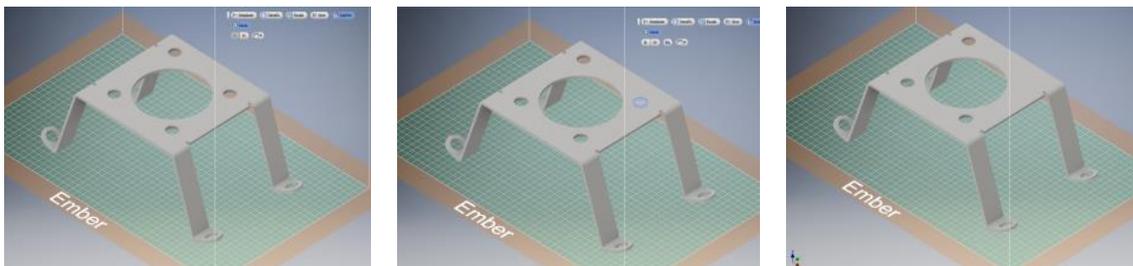


Ilustración 264. Ejemplo del proceso de suprimir II. Entorno Impresión 3D.
Fuente. Elaboración propia.

Las modificaciones realizadas mediante los comandos *Edición Directa*, *Definir orientación* o *Definir posición* tan solo modificarán el aspecto de la pieza encontrada en el entorno de impresión en 3D, pero no al modelo real. Por lo tanto, cuando se salga de este entorno, no se aplicarán las modificaciones realizadas.

6.1.3. Especificación del modelo a imprimir

La herramienta *Autodesk Inventor Professional*, ofrece la posibilidad de generar un archivo STL sobre la pieza completa o sobre una parte de la misma. Esta posibilidad puede ser muy útil cuando el modelo completo es más grande que el espacio de generación, por lo que es necesario dividirlo en un conjunto cuerpos.

Para generar las divisiones de la pieza, se utiliza el comando *Partición* ➤ . Este permite definir la ubicación de cada una de las partes, de manera que se podrá mantener la alineación para que la pieza no se vea modificada tras el reensamblado de los diferentes cuerpos. Por este motivo, las operaciones de alineación de pilastras y agujeros se crean al mismo tiempo en los cuerpos coincidentes.

Para utilizar el comando *Partición*, es necesario seguir los siguientes pasos:

1. En la cinta de opciones, seleccione el comando *Partición* ➤ .
 - Tras su ejecución aparecerá una barra de control del comando.



Ilustración 265. Parámetros de control del comando *Partición*. Entorno Impresión 3D.
Fuente. Elaboración propia.

2. Especifique una cara plana desde la que se inicie el contorno de división. Existe la opción de desfazar el plano generado ➤ , para facilitar la división. Los ejemplos de la *Ilustración 267* se sirven de esa opción.

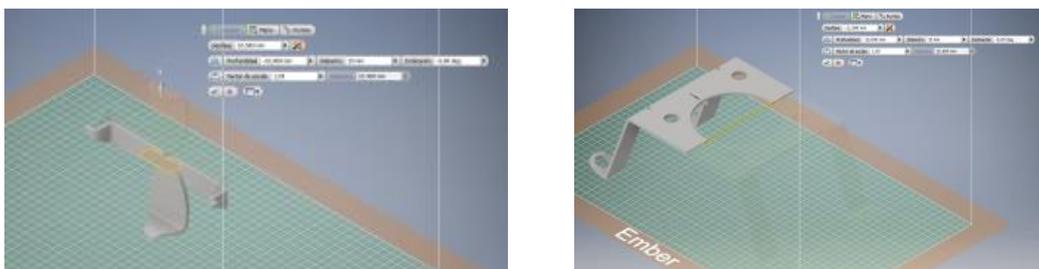
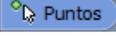
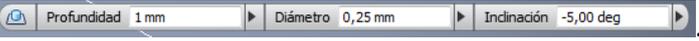


Ilustración 266. Especificación de la partición entre cuerpos con ayuda del desfase de plano. Entorno Impresión 3D.
Fuente. Elaboración propia.

En estos casos, la partición genera dos divisiones iguales de la pieza a través de un plano, pero se puede elegir la partición que más convenga al diseño.

- Una vez seleccionado el contorno de división, se deberán establecer las pilastras para que tras la impresión 3D, el cuerpo pueda volver a ser unido. Para ello, se selecciona la opción de *Puntos*  y con el cursor se van seleccionando los centros de las pilastras junto con la profundidad, el diámetro y el ángulo de inclinación de su vértice .

- Los agujeros correspondientes a las pilastras se generarán de forma automática durante el proceso, sin necesidad de que el usuario los cree, y presentarán valores de factor de escala y diámetro ajustados por el software para asegurar la alineación entre elementos .

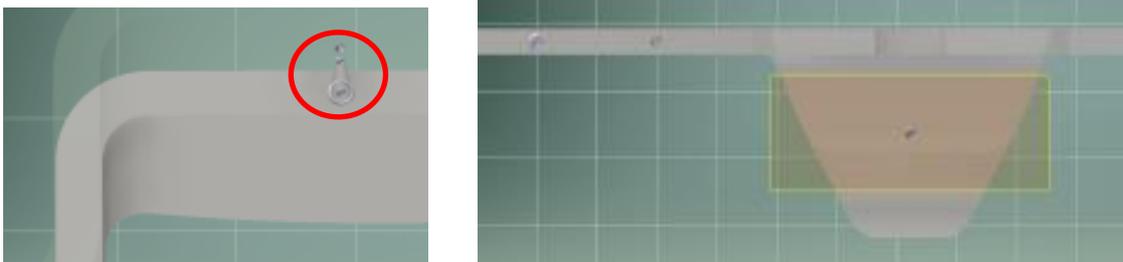


Ilustración 267. Generación de pilastras. Entorno Impresión 3D.
Fuente. Elaboración propia.

- Tras haber establecido las pilastras, seleccione *Aceptar* y finalice .
- En el navegador situado en la parte izquierda, aparecerá la operación de partición, en la que si se despliega se podrá seleccionar la edición del boceto generado.
 - La edición del boceto permite modificar las pilastras generadas y aplicar restricciones sobre ellas para conseguir los efectos deseados, como por ejemplo, que todas las pilastras tengan el centro bajo la misma línea horizontal. Tras aplicarse las modificaciones, puede darse por concluido el proceso de partición.

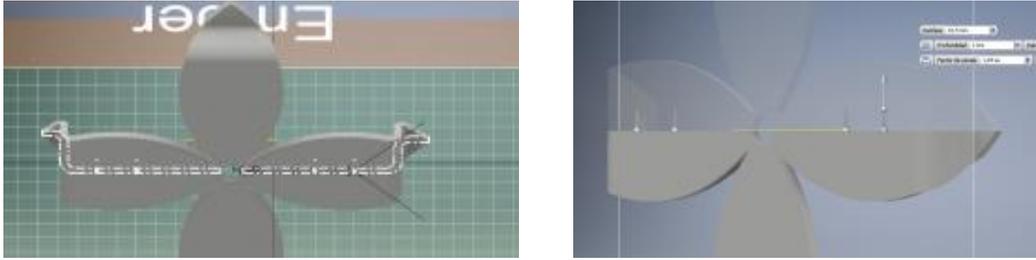


Ilustración 268. Edición de boceto de pilastras y acabado final de la partición. Entorno Impresión 3D.
Fuente. Elaboración propia.

6.1.4. Modificación del modelo a imprimir

Dentro del entorno Impresión 3D es posible generar modificaciones de la pieza más allá de cambiar la orientación, posición, tamaño...etc., tal y como se ha visto con el comando de *Edición Directa*. Autodesk Inventor permite acceder a un conjunto de herramientas de modelado existentes en las piezas normalizadas y crear bocetos sobre la pieza que se desea imprimir.

Para modificar el modelo a imprimir, desde en entorno de Impresión 3D, seleccione la pestaña de Modelo 3D y trabaje con la pieza como si se estuviese fuera del entorno.

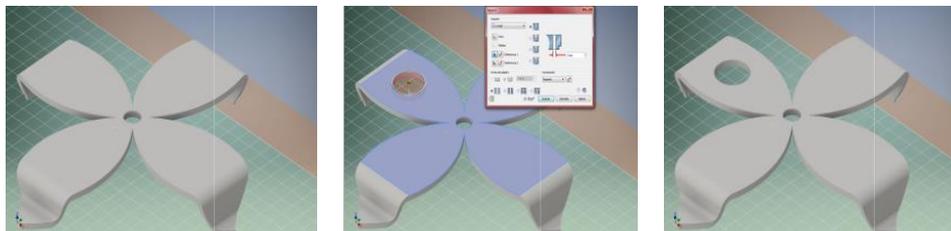


Ilustración 269. Proceso de edición de la pieza. Entorno Impresión 3D.
Fuente. Elaboración propia.

NOTA: Para asegurar que no se ha salido del entorno de la pieza durante la edición de la pieza, deberá aparecer sobre la lista de opciones principal el icono de Impresión

3D coloreado en verde ➤ **Impresión en 3D** y la opción de salir del entorno 3D ➤ .



Ilustración 270. Cinta de opciones en proceso de edición de piezas. Entorno Impresión 3D.
Fuente. Elaboración propia.

Cualquier modificación efectuada sobre la pieza en el entorno de impresión 3D, no afectará al modelo real una vez se haya salido del entorno.

6.1.5. Visualización de la malla

Las piezas generadas por impresión 3D se generan por procesos de triangulación que quedan reflejados en las caras del modelo. Antes de la impresión, es posible visualizar este efecto a través de la malla, que muestra el resultado de cómo quedaría el modelo impreso.

Para acceder a la visualización de malla:

1. Seleccione sobre la cinta de opciones del entorno de Impresión 3D el icono *Visualización* ➤  para activar la vista de la malla.

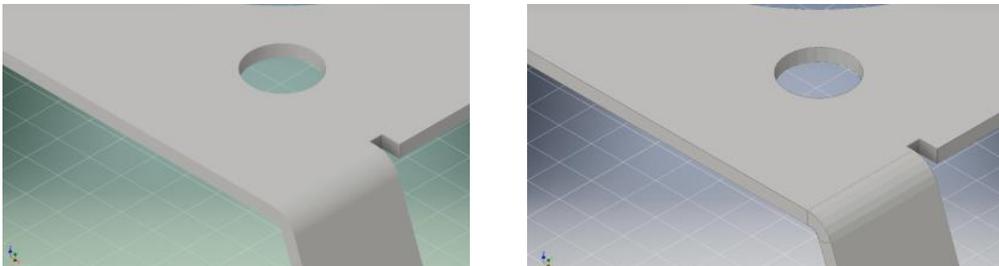


Ilustración 271. Visualización de malla. Entorno Impresión 3D.
Fuente. Elaboración propia.

2. Una vez está activada la visualización de malla, es posible visualizar la arista de malla de triangulación seleccionando el desplegable y pulsando la opción *Aristas de Malla* ➤  .

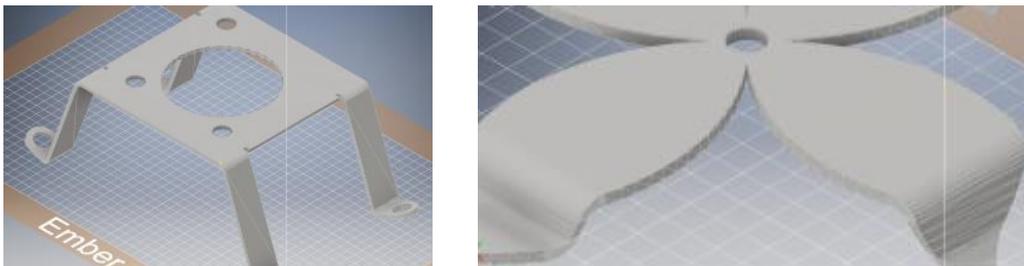


Ilustración 272. Visualización de aristas de malla de triangulación. Entorno Impresión 3D.
Fuente. Elaboración propia.

3. Para desactivar la visualización, con la opción de *Visualización de malla* activa, seleccione de nuevo sobre la cinta de opciones el icono *Visualización* ➤  .

NOTA: Es posible modificar la visualización de la malla y las aristas de malla mediante la configuración de las Opciones de impresión.

6.1.6. Configuración de opciones de impresión

Una vez se ha preparado el modelo de pieza para imprimir, se deberá configurar las opciones de exportación del archivo STL que se va a generar, mediante el comando conocido como *Opciones de impresión* ➤  .

Inmediatamente, aparece un cuadro de diálogo con las opciones de configuración, en el que se destacan las siguientes opciones:

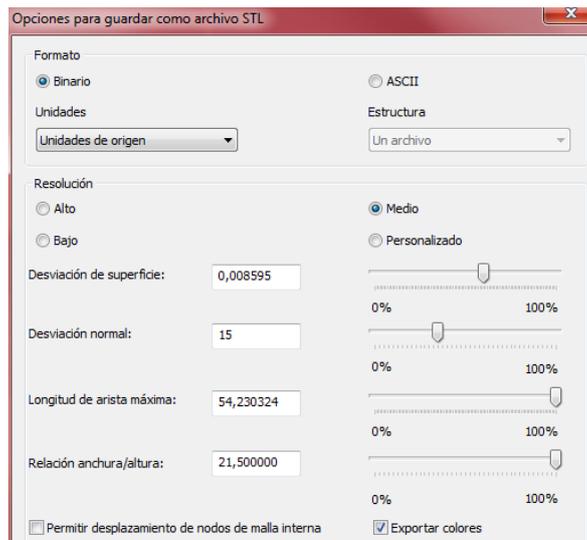


Ilustración 273. Cuadro de diálogo del comando Opciones de Impresión. Entorno Impresión 3D.
Fuente. Elaboración propia

1. Definición del formato: binario/ASCII.
 - El formato binario, genera un archivo de lectura.
 - El formato ASCII, genera un archivo de texto que puede ser editado y leído a través de otras herramientas como, por ejemplo, el Bloc de notas.
2. Definición de las unidades del archivo STL exportado: unidades de origen/otras unidades.
 - Las unidades de origen son las unidades especificadas durante el diseño del modelo de la pieza en el entorno de Impresión 3D.
 - Otras unidades: milímetros, centímetros, metros, pie...etc.
3. Definición de la estructura:

- Un archivo: genera un único archivo de un ensamblaje.
 - Un archivo por ejemplar de pieza: genera un archivo para cada componente existente en la exportación.
 - Un archivo por selección: genera un archivo para cada cuerpo sólido/componente seleccionado por el usuario.
4. Configuración de la resolución: Alta/Media/Baja/Personalizada.
- Permite obtener los valores configuración predefinidos de: *desviación de la superficie*, *desviación normal*, *longitud de la arista máxima* y *relación anchura/altura* mediante la definición de resolución Alta (valores altos)/Media (valores medios)/Baja (valores bajos).
 - Si el usuario desea especificar dichos valores, deberá seleccionar la configuración personalizada.
 - Desviación de superficie: ajusta la distancia máxima entre las aristas de faceta y las aristas de superficie.
 - Desviación normal: ajusta el ángulo máximo entre los vectores normales de las facetas.
 - Longitud de arista máxima: establece la distancia máxima entre las líneas de rejilla que se insertan en la cara durante el proceso de triangulación.
 - Relación anchura/altura: ajusta la relación entre la anchura y la altura de las facetas.

6.1.7. Herramienta Print Studio (opcional)

Dentro de la cinta de opciones del entorno de impresión 3D, existe un software desarrollado por la empresa *Autodesk*, que permite sacar el máximo partido a la impresión en 3D. *Print Studio* abarca desde la edición del modelo, hasta la generación de soportes, optimización de los parámetros de las secciones, corrección automática de los errores de geometría 3D, así como la configuración más precisa del tipo de impresión 3D (velocidad de impresión, la temperatura, tiempos de espera...etc.). De

esta herramienta, se destacarán los aspectos más llamativos que pueden ser de gran utilidad para la impresión 3D, como la configuración avanzada, generación de soportes y corrección automática de errores de geometría.

1. Para acceder a la herramienta, seleccione dentro de la cinta de opciones de Impresión 3D, el icono llamado Print Studio  .
 - Durante del proceso de instalación de *Autodesk Inventor Professional*, *Print Studio* no se descarga en el paquete de herramientas, por lo que la primera vez que se seleccione el comando, aparecerá una ventana emergente informándonos de que se debe instalar.

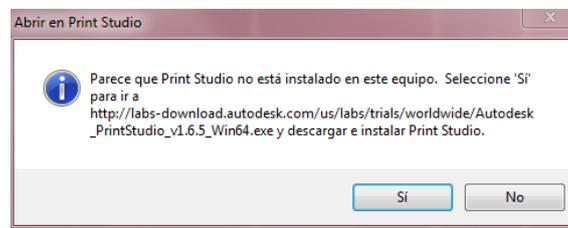


Ilustración 274. Ventana emergente de Print Studio. Entorno Impresión 3D.
Fuente. Elaboración propia.

- Seleccione la opción de “S” para descargar automáticamente el programa.
- Tras su instalación, se abrirá el programa y mostrará la siguiente interfaz de inicio, en el que aparecerá la pieza con las modificaciones realizadas en el entorno de Impresión 3D.

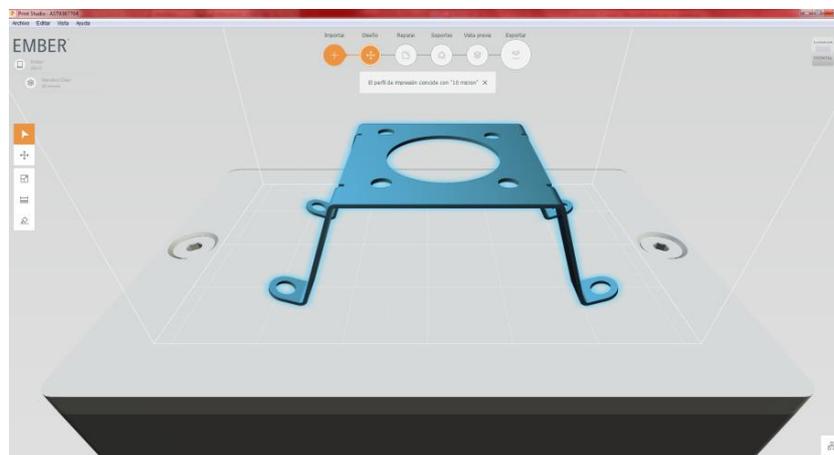


Ilustración 275. Interfaz de usuario de Print Studio. Entorno Impresión 3D.
Fuente. Elaboración propia.

2. El acceso a la configuración avanzada de impresión se encuentra a través del icono  de la interfaz de inicio, que se muestra en la *Ilustración 277*.

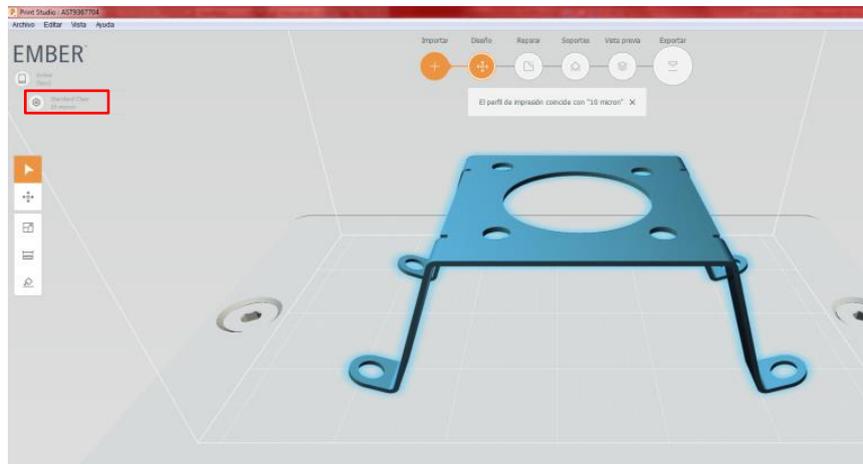


Ilustración 276. Acceso a la configuración avanzada de impresión 3D en Print Studio. Entorno Impresión 3D. Fuente. Elaboración propia.

- A través de este icono se accede a una colección de parámetros de configuración avanzada de impresión 3D a los que el usuario puede acceder para especificar el tipo de material, parámetros de los soportes generados, especificaciones generales/en la primera capa/en la capa de quemado y en la capa de moldeo.

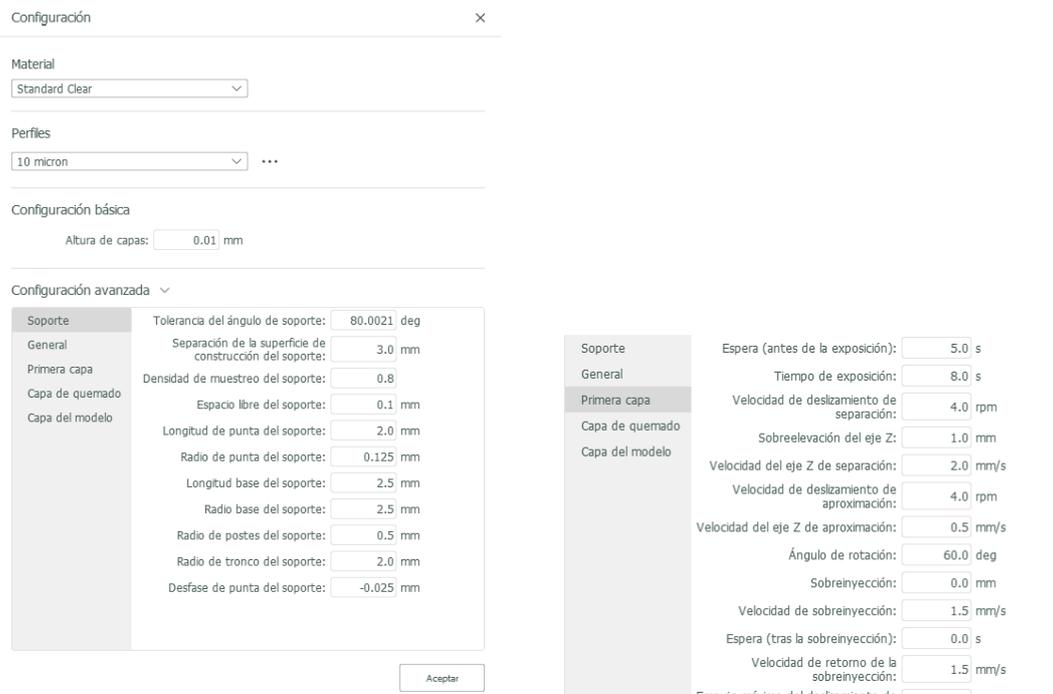


Ilustración 277. Configuración avanzada sobre los parámetros de impresión en Print Studio. Entorno Impresión 3D. Fuente. Elaboración propia.

3. Generación de soportes.

En ocasiones, si un modelo presenta salientes o secciones de voladizo, es conveniente insertar soportes estructurales antes de la impresión, para asegurar la correcta generación de la pieza. Tras la impresión de la pieza, estos soportes pueden ser eliminados cortando material con un cutter.

- Sobre la cinta de opciones principal, seleccione el módulo *Soportes* ➤ .
- Dentro del módulo, seleccione la opción de *Soportes Automáticos* ➤  o *Soportes Manuales* ➤ .
- En la opción *Soportes Automáticos*, existe una pestaña llamada *Optimización rotación* ➤ *Optimizar rotación*, que permite colocar la pieza para que se requiera la menor cantidad de soportes posibles. Tras haberlo colocado, se selecciona *Añadir Soportes* ➤ *Añadir soportes*.
- Si se desean eliminar, basta con pulsar la opción *Eliminar Soportes* ➤ *Eliminar soportes*.



Ilustración 278. Generación de soportes de forma automática en Print Studio. Entorno Impresión 3D.
Fuente. Elaboración propia.

4. Corrección de los errores de geometría del modelo.

- Sobre la cinta de opciones principal, seleccione el módulo *Reparar* ➤ .
- Dentro del módulo, seleccione la opción de *Analizar y Reparar* ➤ . Esta opción analizará automáticamente la geometría de la pieza e impedirá errores en la impresión.

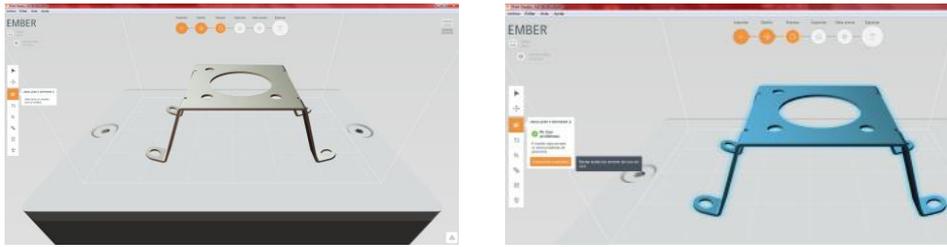


Ilustración 279. Análisis de la geometría de la pieza en Print Studio. Entorno Impresión 3D.
Fuente. Elaboración propia.

- Existen ocasiones en las que *Print Studio* no es capaz de reparar de forma automática los errores, lo que impide pasar al siguiente paso del flujo de trabajo. En tal caso, se deberá realizar las reparaciones en la geometría de forma manual mediante las siguientes herramientas del módulo *Reparar*: *selección de zonas* ➤ , *recortar* ➤ , *corrección de agujeros* ➤ , *corte de plano* ➤  y *equilibrio* ➤ .

6.1.8. Generación del archivo para la impresión

Después de realizar todos los pasos anteriores, la pieza ya está preparada para ser impresa. Para ello, es necesario generar el archivo compatible con el que se podrá en enviar directamente a una impresora 3D para su impresión.

La generación del archivo puede ser obtenida a través de dos formas, en función de si se ha utilizado el software *Print Studio*:

- Si no se ha utilizado la herramienta *Print Studio*, tan solo es necesario seleccionar el comando *STL* ➤  y guardar el archivo STL generado con el nombre y destino deseado.

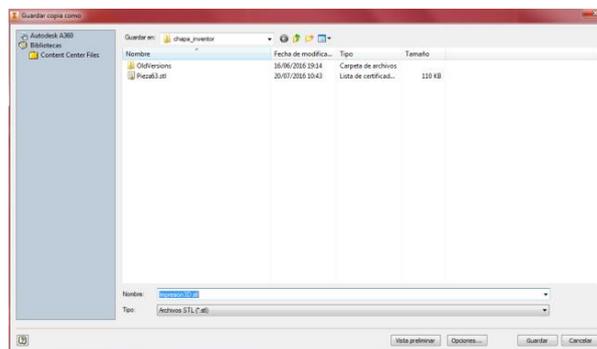


Ilustración 280. Ventana para Guardar archivo STL. Entorno Impresión 3D.
Fuente. Elaboración propia.

- Si se ha utilizado la herramienta Print Studio, no será necesario salir para generar el archivo de exportación. Desde la propia herramienta, existe un módulo en la cinta de opciones principal llamado Exportar ➤  que genera un archivo de extensión .tar.gz compatible con las impresoras 3D.

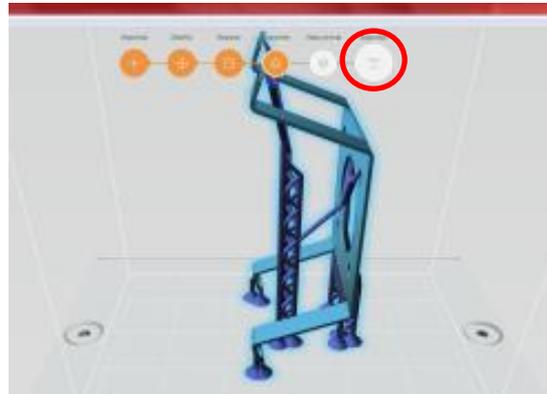


Ilustración 281. Proceso de exportación de archivo mediante Print Studio I. Entorno Impresión 3D.
Fuente. Elaboración propia.

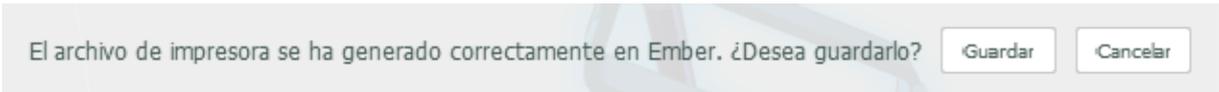


Ilustración 282. Proceso de exportación de archivo mediante Print Studio II. Entorno Impresión 3D.
Fuente. Elaboración propia.

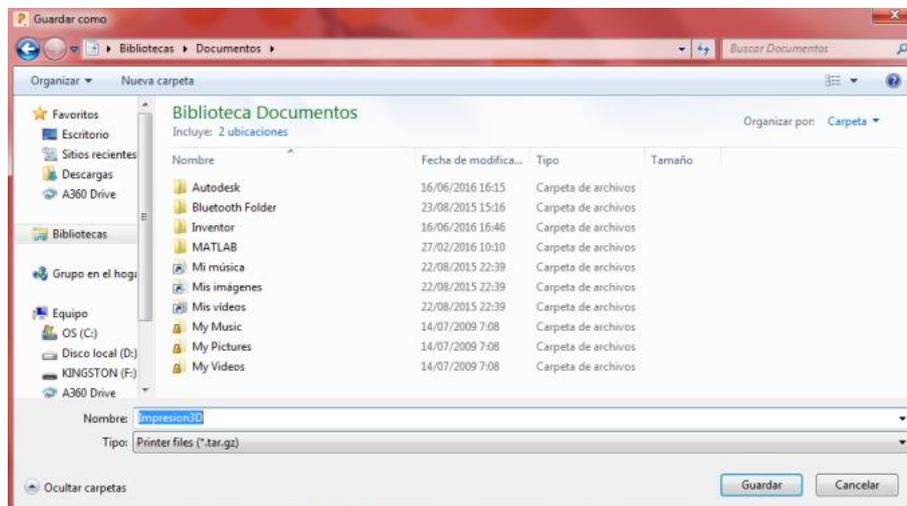


Ilustración 283. Proceso de exportación de archivo mediante Print Studio III. Entorno Impresión 3D.
Fuente. Elaboración propia.

6.2. Entorno Tubos y Tuberías

El *Entorno Tubos y tuberías* ➤ , es un complemento del espacio de trabajo del ensamblaje, capaz de generar sistemas complejos de tuberías rígidas, tubos curvos y mangueras flexibles en diseños de ensamblaje mecánico. Está compuesto por un conjunto de comandos y herramientas que permiten añadir y configurar enrutamientos, añadir de accesorios con los que crear ramificaciones, establecer gravedad...etc.

Asimismo, una vez finalizado el diseño, es posible representar la información generada en dibujos y presentaciones, así como imprimirse en distintos formatos de datos.

Para generar correctamente un sistema de tubos y tuberías en un ensamblaje mecánico, se deberán seguir los siguientes pasos:

1. Acceso al entorno
2. Generación de un conducto
3. Operaciones en el conducto

6.2.1. Acceso al entorno

Al tratar de acceder al *entorno de Tubos y Tuberías*, aparecerá una ventana emergente informando de que el archivo de ensamblaje debe ser guardado antes de que nos permita acceder al entorno de simulación.

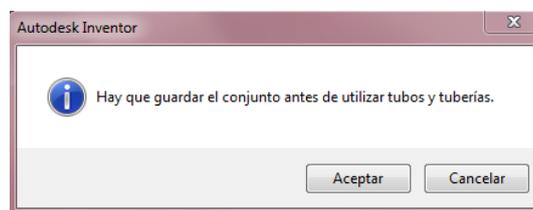


Ilustración 284. Ventana emergente tras seleccionar el Entorno Tubos y tuberías. Entorno Tubos y Tuberías.
Fuente. Elaboración propia.

Guarde el archivo de ensamblaje, proporcionándole nombre y ubicación al mismo. A continuación, aparecerá un cuadro de diálogo del entorno, en que se deberá guardar

el ensamblaje principal correspondiente a tubos y tuberías, y el correspondiente al del primer conducto.

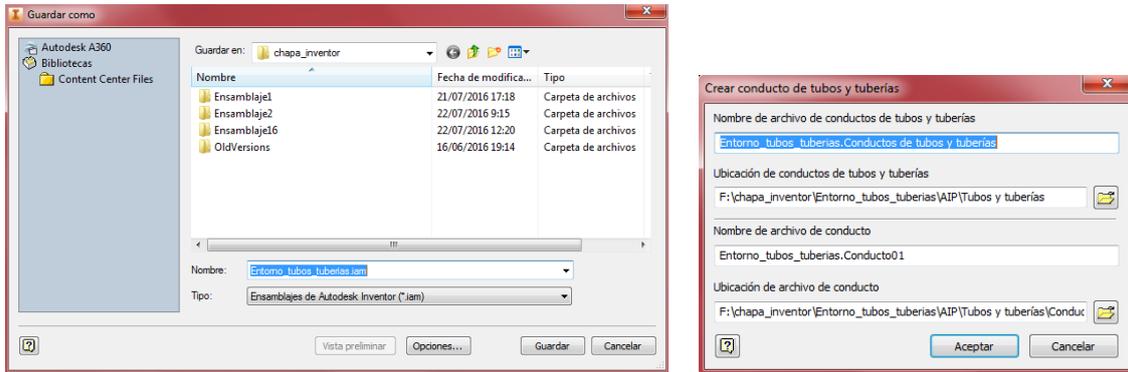


Ilustración 285. Selección del nombre y la ubicación de los archivos. Entorno Tubos y Tuberías.
Fuente. Elaboración propia.

Una vez guardado cada uno de los componentes que integran el ensamblaje, aparecerá sobre la cinta de opciones principal del *entorno Tubos y Tuberías* un conjunto de comandos del nuevo entorno, y se reflejará sobre el navegador de *Autodesk Inventor* los archivos correspondientes al ensamblaje principal de tubos y tuberías, y del primer conducto. Cada vez que se añadan nuevos conductos o componentes, se irán agregando a la lista del navegador por orden en que se haya añadido al ensamblaje.

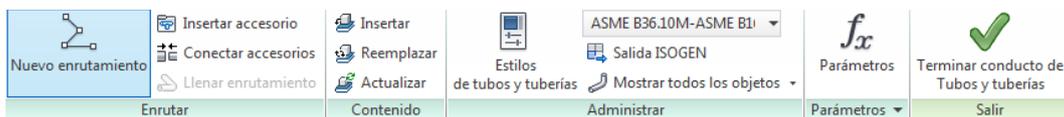


Ilustración 286. Cinta de opciones del Entorno Tubos y Tuberías. Entorno Tubos y Tuberías.
Fuente. Elaboración propia.

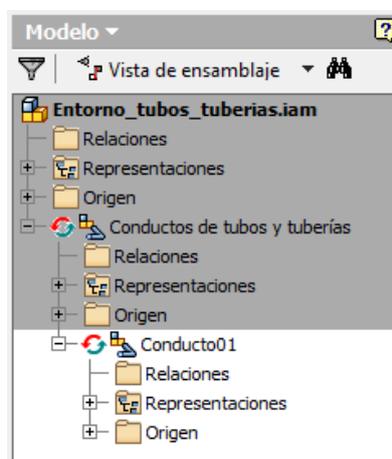


Ilustración 287. Componentes que integran el navegador. Entorno Tubos y Tuberías.
Fuente. Elaboración propia.

6.2.2. Generación de un conducto.

Un conducto es un conjunto de uno o varios enrutamientos de estilos compatibles con los que se pueden generar sistemas de tubos y tuberías completos. Al insertar los enrutamientos que formen el conducto, se estará estableciendo el camino del sistema.

Para generar un conducto, se deberán seguir los siguientes pasos:

1. Establezca el estilo del conducto.

- La elección de un estilo u otro es una acción decisiva para el diseño del conducto, pues afectará sobre los accesorios que se le inserten, así como a las reglas de diseño y llenado de los enrutamientos que lo componen.
- La configuración de los estilos del conducto se utiliza para crear o modificar las características de los géneros creados en las plantilla por defecto de los enrutamientos de tubos, tuberías y mangueras que serán utilizados durante el diseño.
- Para establecer los estilos del conducto:

1. Seleccione en la cinta de opciones principal el icono de *Estilos de tubos y tuberías* ➤  .

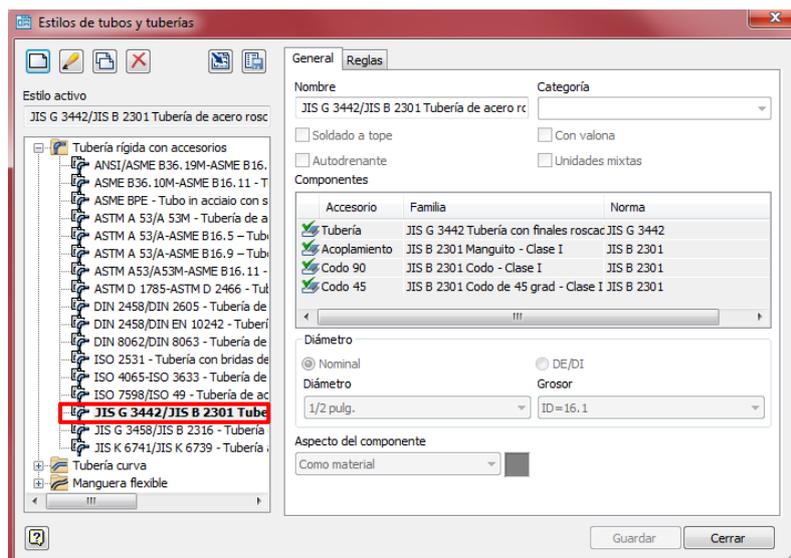


Ilustración 288. Cuadro de diálogo de Estilos de tubos y tuberías. Entorno Tubos y Tuberías. Fuente. Elaboración propia.

- El estilo del navegador mostrado en negrita es el estilo activo.

2. Escoja el estilo de conducto que desea aplicar sobre su diseño.

- Hay tres tipos de estilos en la lista: tubería rígida con accesorios, tubos con pliegues y manguera flexible.
- Una vez escogido, para activarlo se deberá pulsar con el botón derecho del ratón y seleccionar la opción “Activar”.

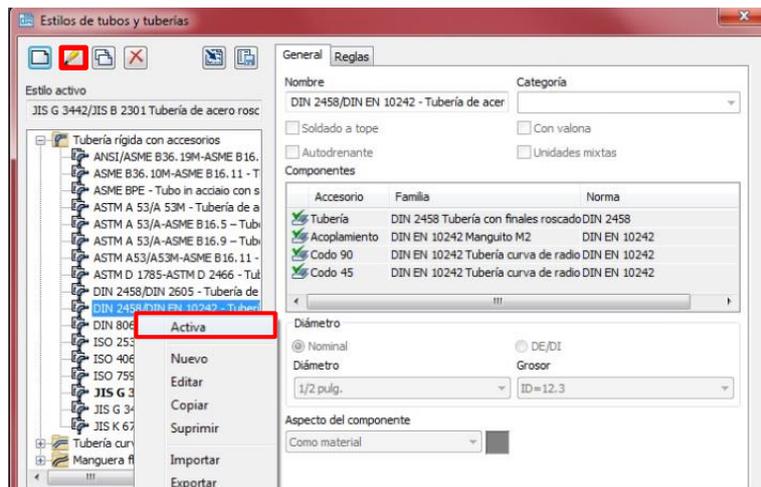


Ilustración 289. Activación del estilo de tubos y tuberías deseado. Entorno Tubos y Tuberías.
Fuente. Elaboración propia.

3. Si lo desea, puede realizar modificaciones sobre el estilo seleccionado, mediante el icono que se encuentra en la parte superior ➤ .

- Se podrán modificar parámetros como el grosor, el material, el diámetro, longitudes mínimas/máximas...etc.
- Seleccione la opción “Guardar” para que se apliquen las modificaciones realizadas.

4. Para verificar que el estilo seleccionado está activo, se mostrará sobre la cinta de opciones:

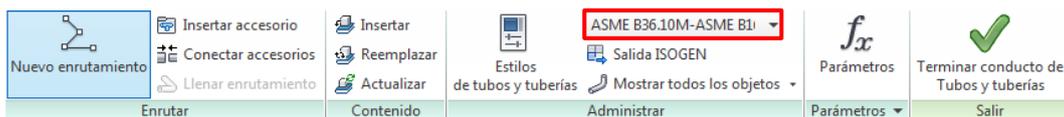


Ilustración 290. Estilo de configuración activo. Entorno Tubos y Tuberías.
Fuente. Elaboración propia.

NOTA: Si se desea, en lugar de modificar los estilos por defecto, se pueden crear nuevos estilos mediante el icono ➤ .

2. Genere un camino de enrutamiento

- La definición del camino de enrutamiento se puede establecer creando un enrutamiento o asociando una ruta establecida por un boceto 3D a un enrutamiento.
- La creación de un enrutamiento presenta a su vez dos tipos de generación: manual o automática. La manual será aquella en la que el usuario definirá cada uno de los puntos de la ruta, mientras que el automático generará automáticamente el camino entre dos puntos seleccionados cumpliendo las reglas correspondientes al estilo seleccionado.

2.1. Para crear un enrutamiento se seguirán los siguientes pasos:

1. Seleccione en la cinta de opciones principal el icono de *Nuevo enrutamiento* ➤ .
2. Guarde el nuevo enrutamiento, asignándole el nombre y la ubicación deseada.

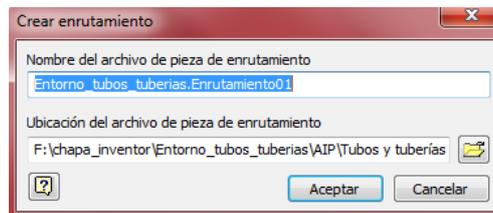


Ilustración 291. Selección del nombre y ubicación del nuevo enrutamiento. Entorno Tubos y Tuberías.
Fuente. Elaboración propia.

- Tras haber seleccionado “*Aceptar*”, aparecerá una nueva cinta de opciones asociada al comando Enrutamiento.

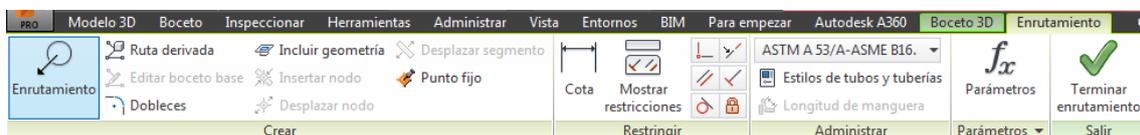


Ilustración 292. Cinta de opciones del comando Enrutamiento. Entorno Tubos y Tuberías.
Fuente. Elaboración propia.

3. Genere el camino de tubería mediante el icono *Enrutamiento* ➤ . Enrutamiento manual.

- Asigne un punto de partida, en una geometría válida (arista circular o punto de trabajo), para el nuevo enrutamiento.

- Si el ensamblaje está vacío o no existen estructuras válidas, una opción puede ser asignarle el centro del origen del navegador como se muestra en la *Ilustración 294*.

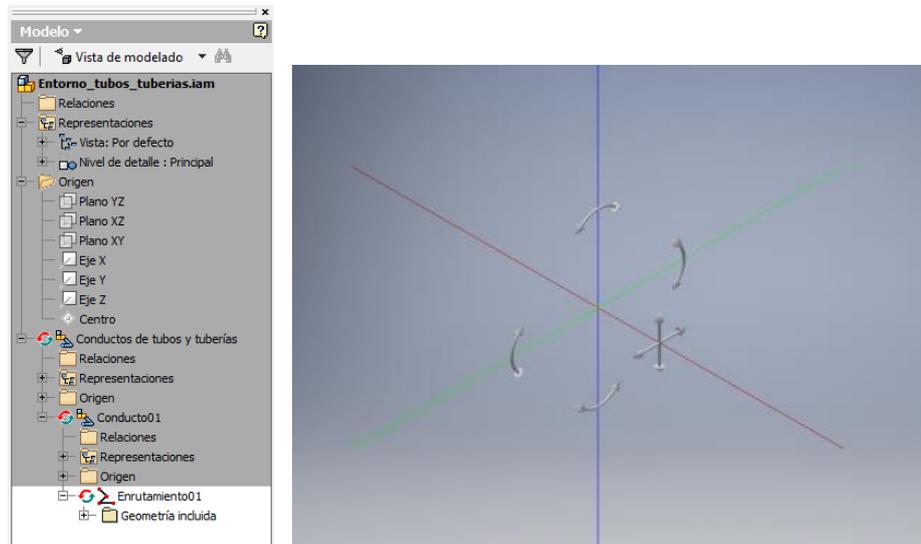


Ilustración 293. Enrutamiento definido a partir del centro del origen del entorno. Entorno Tubos y Tuberías. Fuente. Elaboración propia.

- Una vez seleccionado el punto de inicio del enrutamiento aparecerá un sistema de coordenadas que representa los tres ejes X-Y-Z, que se mostrará cada vez que se asigne un nuevo punto. Sitúe el cursor sobre el mismo para definir el camino del enrutamiento.
- **NOTA:** Si desea que el valor de longitud asignado sea preciso, mantenga el cursor del ratón sobre el eje deseado y pulse con el botón derecho del ratón para seleccionar la opción “Introducir distancia” que permite introducir por teclado la distancia deseada.

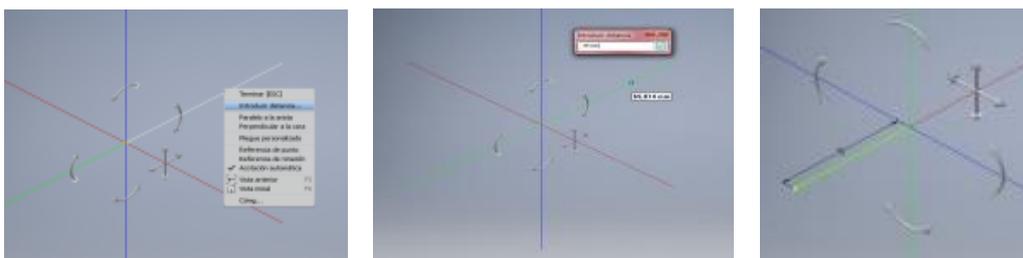


Ilustración 294. Método de asignación de valor al enrutamiento por teclado. Entorno Tubos y Tuberías. Fuente. Elaboración propia.

- NOTA: Al haber asignado el estilo de los tubos y tuberías, se ha definido el valor mínimo y máximo de longitud de la tubería por lo que solo se permitirán valores de longitud comprendidos entre esos valores: el círculo verde simboliza un valor válido y el aspa amarilla un valor incorrecto. Por lo tanto, solo se podrán introducir valores que presenten el círculo verde.

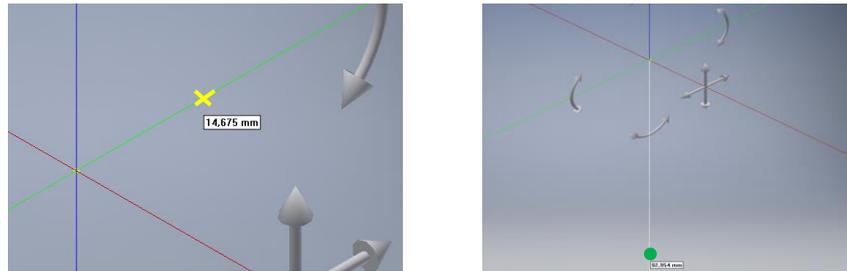


Ilustración 295. Valor de longitud válido e incorrecto respectivamente. Entorno Tubos y Tuberías.
Fuente. Elaboración propia.

- Cuando se haya establecido el camino de enrutamiento, para finalizar el comando basta con seleccionar la tecla ESC de nuestro teclado para desactivarlo.



Ilustración 296. Final del proceso del enrutamiento manual. Entorno Tubos y Tuberías.
Fuente. Elaboración propia.

Enrutamiento automático.

- Asigne un punto de partida y de fin, en una geometría válida (arista circular o punto de trabajo), para generar el enrutamiento entre dos puntos.
- Seleccione mediante el icono de las flechas, la ruta que más se aproxima a las necesidades del diseño ➤ . Durante el diseño, *Autodesk Inventor Professional* tiene en cuenta el estilo

de tubo y tubería escogido, así como las longitudes mínima y máxima de los mismos.

- Una vez escogida la mejor ruta, se aplicará ejecutando el icono central ➤ .

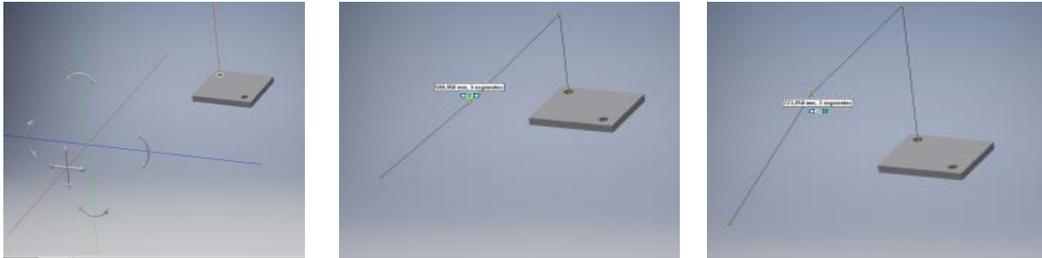


Ilustración 297. Proceso de enrutamiento automático I. Entornos Tubos y Tuberías.
Fuente. Elaboración propia.

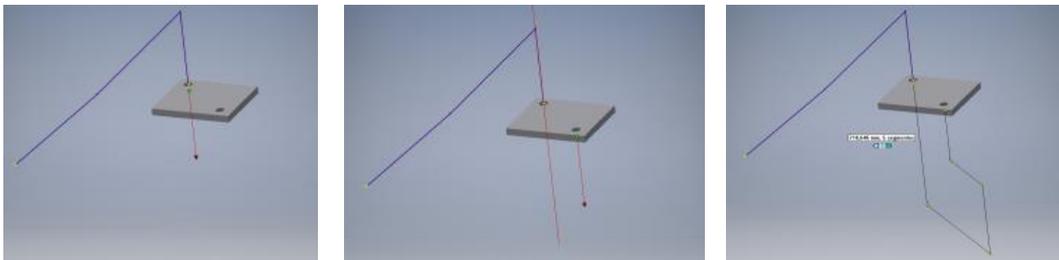


Ilustración 298. Proceso de enrutamiento automático II. Entornos Tubos y Tuberías.
Fuente. Elaboración propia.

2.2. Enrutamiento asociando una ruta definida por un boceto 3D.

Para aplicar este método primero debe generado un boceto 3D formado por una cadena de líneas consecutivas.

1. Seleccione el comando *Ruta derivada* ➤  *Ruta derivada* .
2. Si el usuario desea modificar alguno de los puntos, no es necesario salir del entorno; si no que se puede modificarlo a través del comando *Editar boceto base* ➤  *Editar boceto base* .
3. Seleccione el boceto y haga click con el botón derecho del ratón para definir el enrutamiento: único/cadena/boceto completo 3D.
 - Único: el usuario puede seleccionar cada elemento de boceto válido de forma individual.

- Cadena: selecciona los elementos de boceto continuos más largos entre dos puntos de ramificación adyacentes
 - Boceto completo 3D: selecciona el boceto 3D completo para la ruta derivada.
4. Cuando haya seleccionado la extensión del futuro enrutamiento, vuelva a hacer click con el botón del derecho del ratón sobre el boceto y seleccione "Terminar" para concluir la selección del enrutamiento.

NOTA: Para que se cree el sistema de tubos y tuberías correctamente, se deberán establecer pliegues entre cada uno de los tubos y tuberías, por lo que se deberá definir dobleces entre líneas consecutivas. Esto es debido a que por este método no se generan codos entre tuberías, quedando inacabado el sistema. *Ilustración 300.*

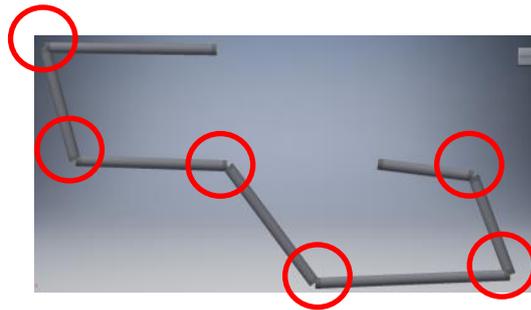
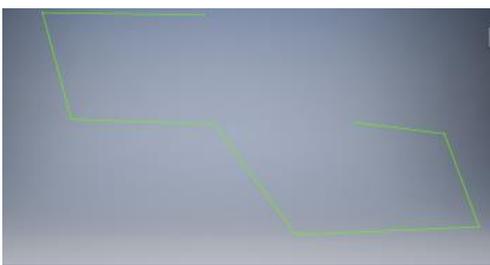


Ilustración 299. Ruta derivada formada por boceto de líneas rectas. Entorno Tubos y Tuberías.
Fuente. Elaboración propia.

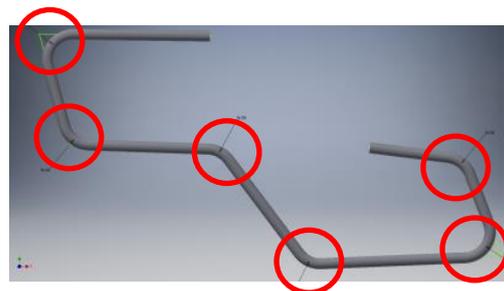
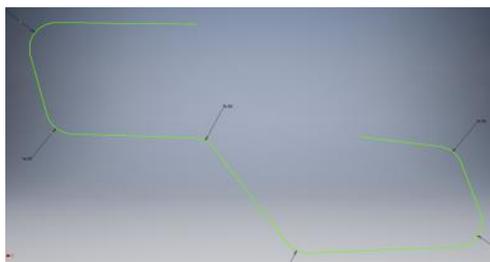


Ilustración 300. Ruta derivada formada por bocetos con pliegues. Entornos Tubos y Tuberías.
Fuente. Elaboración propia.

3. Edite el enrutamiento.

- Una vez definido el enrutamiento, se puede modificar variando sus dimensiones, desplazando segmentos, generando pliegues y nodos...etc.

- La edición de enrutamiento está formada por un conjunto de herramientas, situadas en la cinta de opciones, destinadas a que el usuario obtenga el sistema de tubos y tuberías deseado.
- *Dobles* ➤  *Dobles*, herramienta que permite generar pliegues o empalmes entre líneas adyacentes.
 - Introduzca el radio de empalme y seleccione los dos lados adyacentes que formen el vértice.

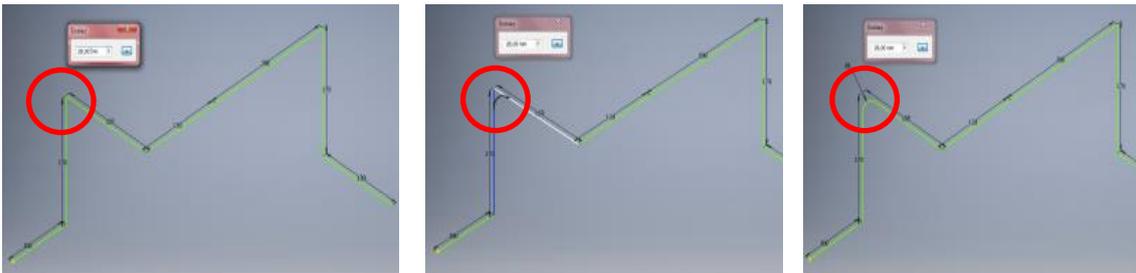


Ilustración 301. Edición de enrutamientos: comando dobleces. Entorno Tubos y Tuberías.
Fuente. Elaboración propia.

- *Incluir geometría* ➤  *Incluir geometría*, es una herramienta que permite servirse de la geometría existente para utilizarla como referencia en el enrutamiento. Es muy útil para generar restricciones entre la geometría y el boceto de enrutamiento, permitiendo el diseño completo de la ubicación de todos los componentes que integran el ensamblaje.

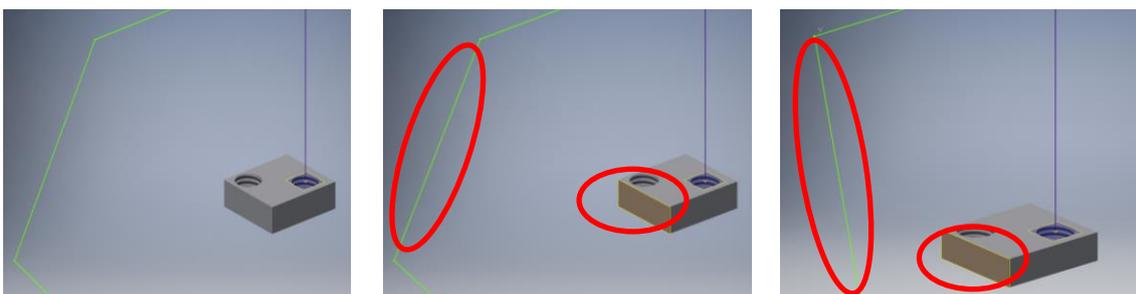


Ilustración 302. Restricción de perpendicularidad entre segmento de enrutamiento y cara. Entorno Tubos y Tuberías.
Fuente. Elaboración propia.

- *Insertar nodo* ➤  *Insertar nodo*, herramienta que permite añadir puntos de enrutamiento que generen la división del segmento original en tantos segmentos como puntos se hayan añadido.
 - Los nuevos segmentos deben cumplir la longitud de segmento mínima.

- Estos se pueden desplazar utilizando el comando *Desplazar nodo* ➤

 Desplazar nodo

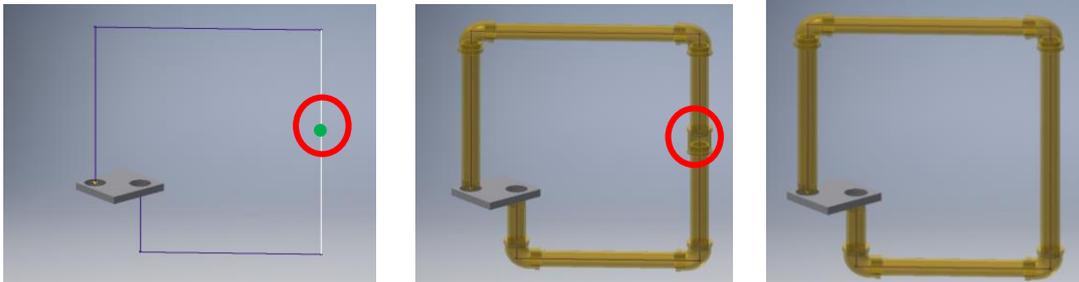


Ilustración 303. Comparativa entre conducto con nodo insertado y sin él, resp. Entornos Tubos y Tuberías.
Fuente. Elaboración propia.

- *Desplazar segmento* ➤  Desplazar segmento, herramienta que permite desplazar los segmentos generados en los enrutamientos automáticos.
 - Seleccione el segmento a desplazar y arrástrelo a través de las flechas. La flecha roja indicará la dirección de desplazamiento.
 - Para terminar la acción, pulse ESC.

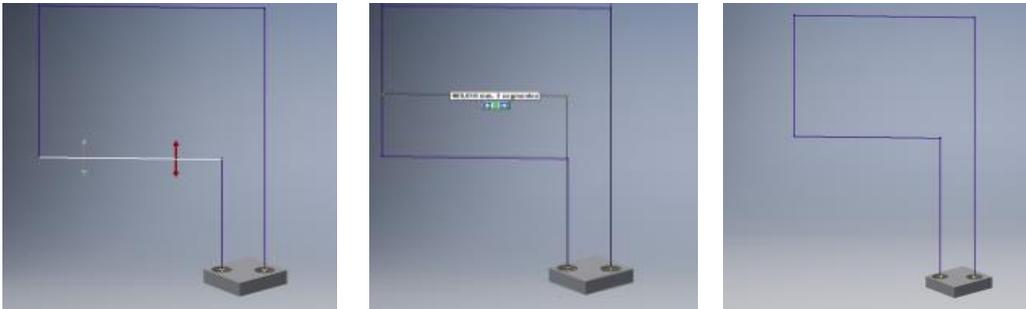


Ilustración 304. Proceso desplazamiento de segmentos en enrutamiento automático. Entorno Tubos y Tuberías.
Fuente. Elaboración propia.

- *Punto fijo* ➤  Punto fijo, herramienta que convierte un punto de trabajo existente, punto medio o vértice, en un punto válido para generar enrutamientos donde no existe geometría válida.
 - Seleccione un punto de trabajo, punto medio o vértice y a través del manipulador de triada o el teclado establezca la nueva posición. Pulse el icono ➤  Redefinir alineación o posición para configurar su posición y orientación,

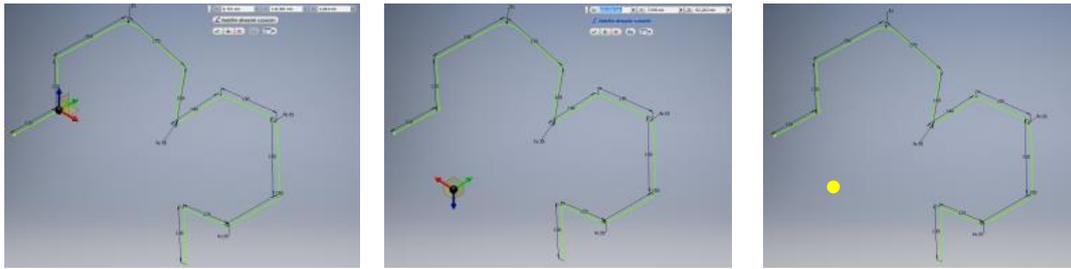


Ilustración 305. Proceso de generación de Punto fijo. Entornos Tubos y Tuberías.
Fuente. Elaboración propia.

- **Restricciones** ➤  , herramienta que permite establecer relaciones de perpendicularidad, paralelismo...etc., entre los componentes insertados.
 - Seleccione la restricción y los segmentos entre los que se desea establecer la restricción.
 - Para visualizar las restricciones establecidas en el diseño, seleccione el comando Mostrar restricciones ➤  .
- **Cota** ➤  , herramienta que permite editar la extensión de un segmento, radio de plegado o ángulo a lo largo del enrutamiento.
 - Seleccione el segmento/radio/ángulo que desee modificar e introduzca por teclado el nuevo valor del mismo.

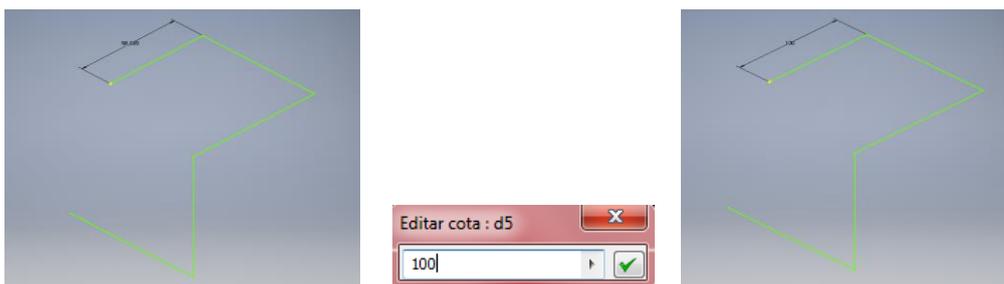


Ilustración 306. Edición de enrutamientos: comando Cota. Entorno Tubos y Tuberías.
Fuente. Elaboración propia.

- **Parámetros** ➤ f_x , herramienta que contiene todos los parámetros relativos al diseño definidos por orden de creación. Desde esta herramienta, es posible manipular los parámetros añadiéndolos y editándolos, lo que genera una modificación directa sobre el diseño.

- Para que los parámetros se muestren en esta herramienta, se deben mantener las cotas de creación en el diseño, si no aparecerá vacía la tabla.
- Si el valor de algún parámetro se repite, el valor del parámetro repetido se asociará con el nombre del primer parámetro definido.

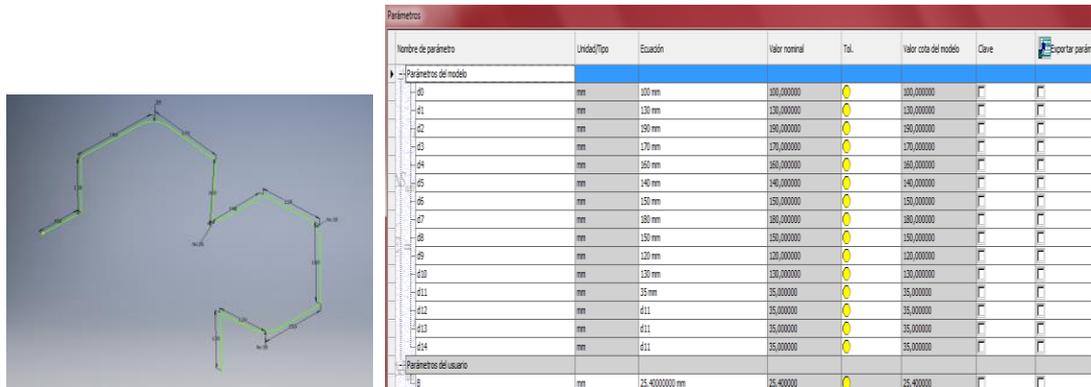


Ilustración 307. Comando parámetros. Entorno Tubos y Tuberías.
Fuente. Elaboración propia.

4. Finalice el enrutamiento

- Seleccione el tick verde ➤  que se encuentra al final de la cinta de opciones.

Una vez finalizado el entorno de enrutamiento, se vuelve a la cinta de opciones relativa al conducto:

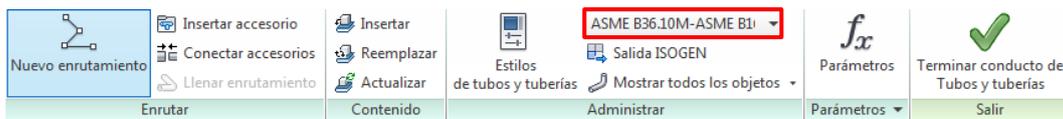


Ilustración 308. Cinta de opciones del conducto. Entorno Tubos y Tuberías.
Fuente. Elaboración propia.

5. Llene el enrutamiento.

- Seleccione en la cinta de opciones de *Conducto de tubos y tuberías*, el comando *Llenar enrutamiento* ➤  **Llenar enrutamiento** para generar el conducto con el estilo seleccionado.

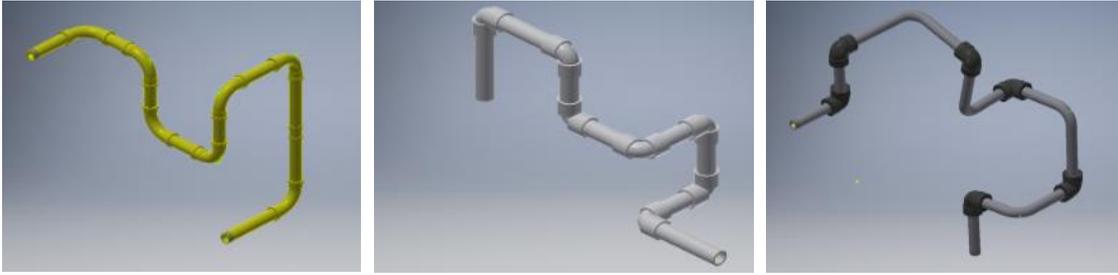


Ilustración 309. Proceso de llenado de enrutamiento. Entorno Tubos y Tuberías.
Fuente. Elaboración propia.

6. Inserte accesorios al conducto

- Si lo desea, puede insertarle al conducto accesorios para completar su diseño, como por ejemplo codos, boquillas, ramificaciones, uniones, válvulas...etc.
- Para insertar correctamente un accesorio, siga los siguientes pasos:
 1. Seleccione sobre la cinta de opciones el comando *Insertar accesorio* ➤

 *Insertar accesorio* o el comando *Insertar* ➤  *Insertar* .

- *Insertar accesorio* contiene los accesorios disponibles en el espacio de trabajo del proyecto activo en el diseño.
- *Insertar* contiene los accesorios disponibles en el Centro de contenido.
- NOTA: Ambos comandos se ejecutan y se comportan igual, aunque es más recomendable trabajar con los accesorios disponibles en el Centro de contenido, porque presenta más variedad de accesorios.



Ilustración 310. Accesorios disponibles en el Centro de Contenido. Entorno Tubos y Tuberías.
Fuente. Elaboración propia.

2. Escoja un accesorio y pulse dos veces sobre el para seleccionarlo.

3. A continuación se abrirá una ventana con la información sobre el accesorio sobre la que se seleccionará el diámetro del mismo.

- Para escoger el diámetro del accesorio, se deberá conocer el diámetro del conducto establecido, que dependerá de la configuración del estilo definida anteriormente.
- Seleccione el comando *Estilos de tubos y tuberías* ➤  para conocerlo y aplicar correctamente el diámetro sobre el accesorio.

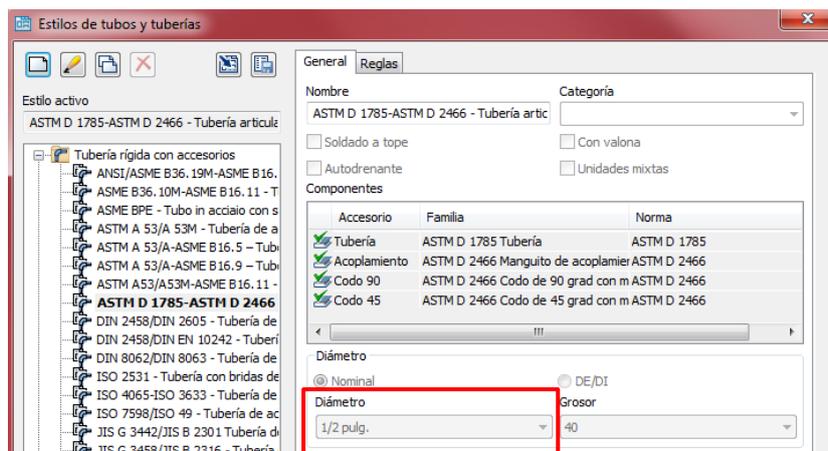


Ilustración 311. Configuración del estilo establecido en el conducto. Entorno Tubos y Tuberías.
Fuente. Elaboración propia.

4. Establezca el diámetro correspondiente al accesorio y seleccione “Aceptar”.

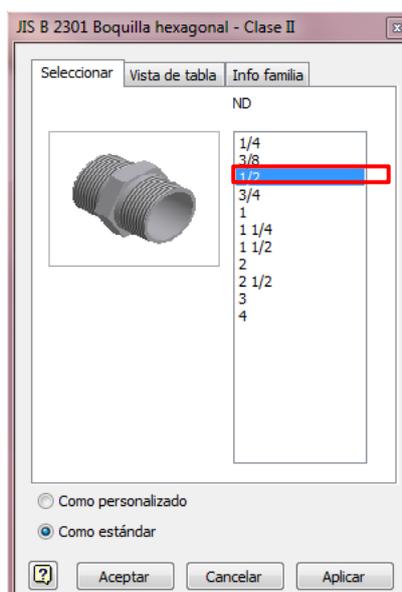


Ilustración 312. Configuración de los parámetros del accesorio. Entornos Tubos y Tuberías.
Fuente. Elaboración propia.

5. Sitúe sobre el espacio de trabajo tantos accesorios como desee.
6. Para insertar el accesorio escogido al conducto, seleccione el comando *Conectar accesorios* ➤  *Conectar accesorios* .
 - Este comando permite insertar un accesorio a un extremo del conducto o entre dos puntos de una conexión existente.

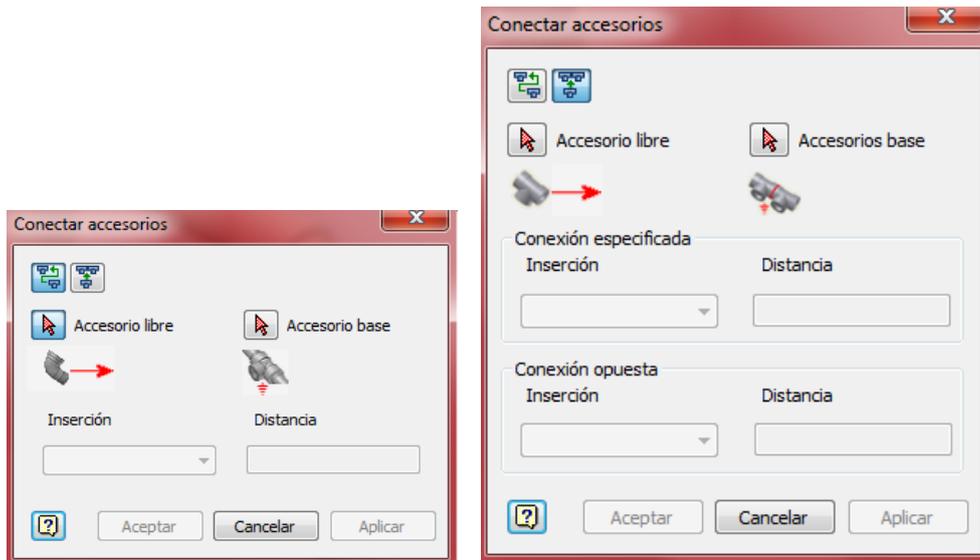


Ilustración 313. Cuadro de diálogo del comando Conectar accesorios. Entorno Tubos y Tuberías.
Fuente. Elaboración propia.

- Para conectar un accesorio al extremo del conducto, seleccione la opción *Conectar Accesorios* ➤   . A continuación, seleccione *Accesorio libre* ➤  *Accesorio libre* y desplace el cursor hacia el extremo del accesorio por donde se quiere establecer la conexión. De igual modo, seleccione *Accesorio base* ➤  *Accesorio base* y desplace con el cursor el extremo del conducto donde quiere que vaya el accesorio.



Ilustración 314. Ejemplo de conexión de accesorios sobre el extremo del conducto I. Entorno Tubos y Tuberías.
Fuente. Elaboración propia.



Ilustración 315. Ejemplo de conexión de accesorios sobre el extremo del conducto II. Entorno Tubos y Tuberías.
Fuente. Elaboración propia.

- Para conectar un accesorio entre dos puntos de una conexión existente, seleccione la opción *Insertar Accesorios* ➤ . A continuación, seleccione *Accesorio libre* ➤  y desplace el cursor hacia el accesorio. De igual modo, seleccione *Accesorio base* ➤  y desplace con el cursor sobre una conexión de los componentes del conducto donde quiere que vaya el accesorio.



Ilustración 316. Ejemplo de conexión de accesorios sobre conexión del conducto II. Entorno Tubos y Tuberías.
Fuente. Elaboración propia.

7. Una vez establecida la ubicación de la conexión entre el accesorio y el conducto, pulse “Aplicar” y “Aceptar”.

8. Si el usuario prefiere cambiar de accesorio, puede seleccionar el comando *Reemplazarlo* ➤  *Reemplazar* .

7. Genere un archivo ISOGEN del conducto.

- El archivo ISOGEN, de extensión .pcf, es un archivo de texto que define los componentes de tubos y tuberías que se van a procesar. Estos archivos, a través de las aplicaciones de ISOGEN, permiten crear automáticamente dibujos isométricos utilizados en los procesos de fabricación.

- Para generar un archivo ISOGEN, seleccione el comando *Salida ISOGEN* ➤  y guárdelo en una carpeta destino con el nombre deseado.

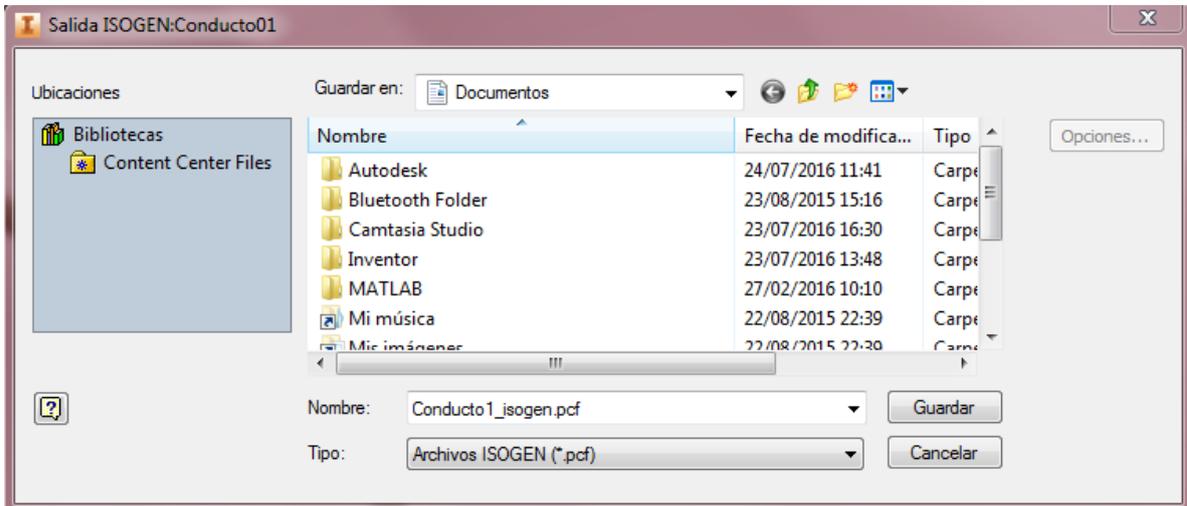


Ilustración 317. Archivo ISOGEN. Entorno Tubos y Tuberías.
Fuente. Elaboración propia.

8. Finalice conducto de tubos y tuberías.

- Seleccione el tick verde ➤  que se encuentra al final de la cinta de opciones.

6.2.3. Operaciones en el conducto

Una vez generado y editado el conducto principal del entorno, se mostrará la cinta de opciones principal del *entorno Tubos y Tuberías*, que permite generar operaciones a los conductos generados y desde la que se accede al resto de módulos: módulo conducto y módulo enrutamiento.



Ilustración 318. Cinta de opciones principal de Tubos y Tuberías. Entorno Tubos y Tuberías.
Fuente. Elaboración propia.

Este módulo ofrece múltiples posibilidades:

- Generar nuevos conductos: es posible crear nuevos conductos de tubos y tuberías a través del comando *Crear Tubos y Tuberías* ➤ . Los nuevos

conductos se comportarán de forma similar al primer conducto, por lo que se deberá definir la ubicación en el espacio de trabajo, así como el estilo, el conjunto de enrutamientos que lo formen, los accesorios...etc.

- Definir la gravedad de las líneas autodrenantes de los conductos. Esta herramienta solo tendrá repercusión cuando se utilicen estilos de conductos autodrenantes.

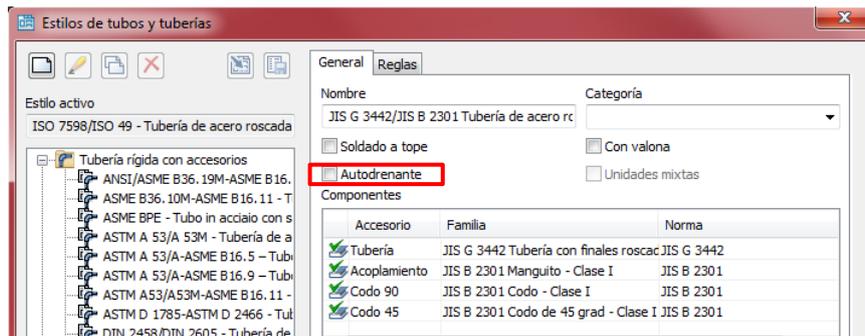


Ilustración 319. Configuración de estilo - autodrenante. Entornos Tubos y Tuberías.
Fuente. Elaboración propia.

- Para definir la dirección del vector de gravedad, seleccione el comando *Definir Gravedad* ➤ *Definir gravedad* para que se muestre el cuadro de dialogo del comando, y a través de la fecha amarilla defina la dirección de la gravedad.

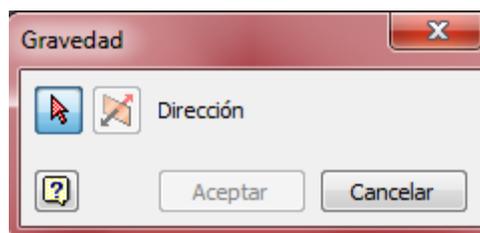


Ilustración 320. Cuadro de diálogo Definir Gravedad. Entorno Tubos y Tuberías.
Fuente. Elaboración propia.

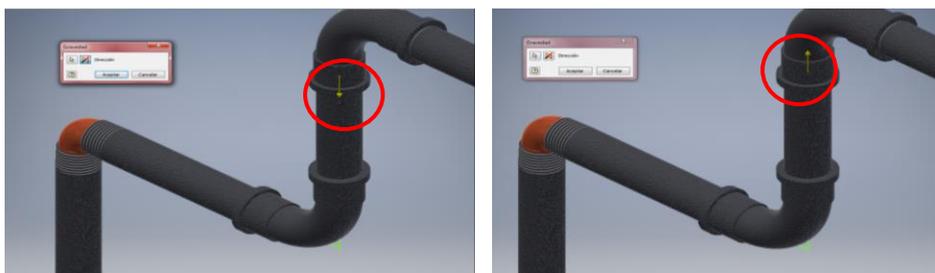


Ilustración 321. Definición de la dirección de la gravedad. Entorno Tubos y Tuberías.
Fuente. Elaboración propia.

- Insertar nuevos complementos ➤  Insertar ➤  Reemplazar ➤  Actualizar ➤ .
- Operaciones con componentes. Existen diferentes operaciones relativas a los componentes encontrados en el espacio de trabajo: generar copias ➤  Patrón ➤  Simetría ➤  Copiar, reemplazar componentes ➤  Reemplazar o crear nuevos componentes ➤ . El comando que más interesa hacer un breve análisis es *Crear*, ya que el resto de comandos ya han sido descritos con mayor detalle en apartados anteriores.

El comando *Crear* ➤ , es una herramienta que permite generar nuevas piezas o ensamblajes que actúen en el sistema de conductos.

- En el cuadro de diálogo, introduzca la información relativa a la nueva pieza/ensamblaje creada: tipo de plantilla, nombre y ubicación.

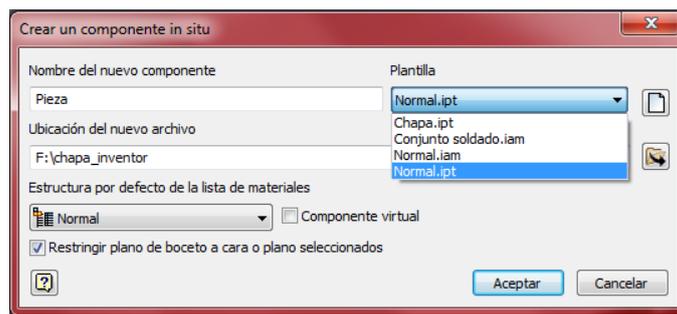


Ilustración 322. Cuadro de diálogo para crear nuevos componentes sobre el espacio de trabajo. Entorno Tubos y Tuberías. Fuente. Elaboración propia.

- Defina la posición.
- Utilice los comandos del *Módulo 3D* para crear un boceto y posteriormente moldearlo.



Ilustración 323. Cinta de opciones del Módulo 3D. Entorno Tubos y Tuberías. Fuente. Elaboración propia.

- Una vez completada la pieza, al final de la cinta de opciones del *Módulo 3D*, pulse *Volver* ➤  para regresar al *Entorno de Tubos y Tuberías*.

- Definir posición ➤  Desplazamiento libre y orientación ➤  Rotación libre .
 - Seleccione el comando *Desplazamiento libre* o *rotación libre* y seleccione el conducto que desea modificar. Sobre él, arrastrando con el ratón, determine la nueva posición/orientación.



Ilustración 324. Proceso para definir la posición de un conducto. Entorno Tubos y Tuberías.
Fuente. Elaboración propia.



Ilustración 325. Proceso para definir la orientación de un conducto. Entorno Tubos y Tuberías.
Fuente. Elaboración propia.

- Obtención de una vista que permita mostrar el conducto relleno o sus enrutamientos con los accesorios insertados. Esto se consigue a través del comando ➤  /  . Dependiendo de la elección mostrará todos los objetos o los enrutamientos.

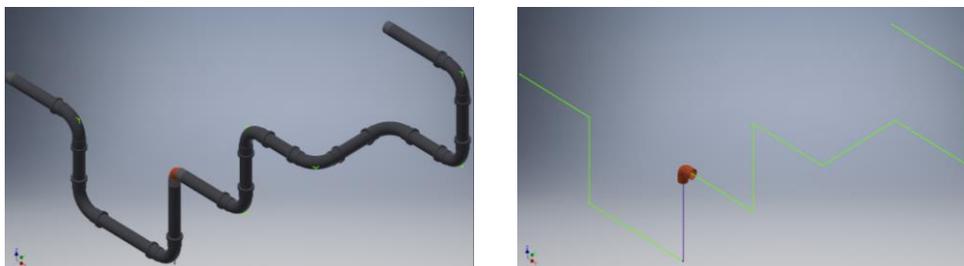
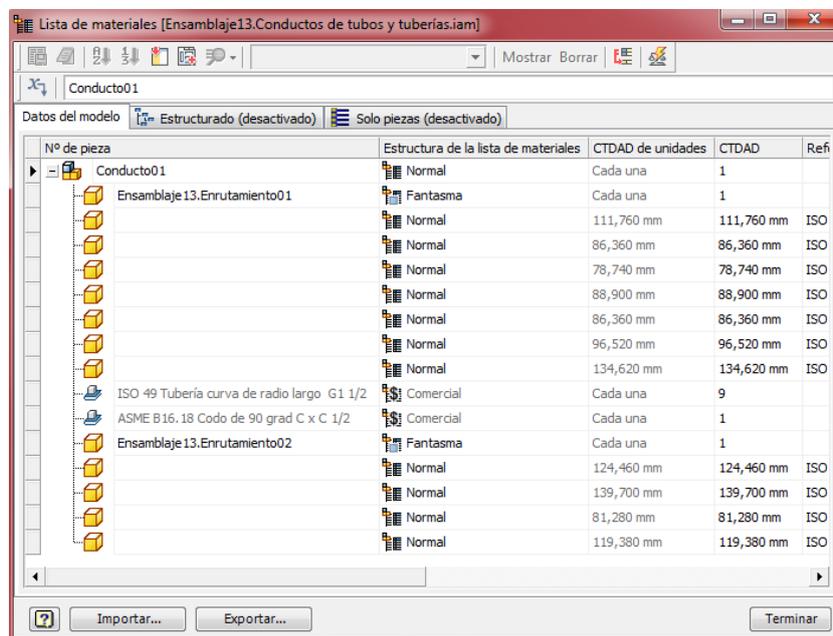


Ilustración 326. Vista del conducto relleno y los enrutamientos que lo forman, resp. Entorno Tubos y Tuberías.
Fuente. Elaboración propia.

- Generación de un archivo ISOGEN con el sistema de conductos de tubos y tuberías completo mediante el comando *Salida ISOGEN* ➤  .

- Se trata de forma similar que la generación de un archivo ISOGEN de un conducto individual.
- Obtención de la lista de parámetros presentes en el ensamblaje ➤ *Parámetros* ➤ f_x .
- Se trata de forma similar que la generación de un archivo ISOGEN de un conducto individual.
- Obtención de la lista de materiales presentes en el ensamblaje ➤ *Lista de materiales* ➤  .



Nº de pieza	Estructura de la lista de materiales	CTDAD de unidades	CTDAD	Refi
Conducto01	Normal	Cada una	1	
Ensamblaje13.Enrutamiento01	Fantasma	Cada una	1	
	Normal	111,760 mm	111,760 mm	ISO
	Normal	86,360 mm	86,360 mm	ISO
	Normal	78,740 mm	78,740 mm	ISO
	Normal	88,900 mm	88,900 mm	ISO
	Normal	86,360 mm	86,360 mm	ISO
	Normal	96,520 mm	96,520 mm	ISO
	Normal	134,620 mm	134,620 mm	ISO
ISO 49 Tubería curva de radio largo G1 1/2	Comercial	Cada una	9	
ASME B16.18 Codo de 90 grad C x C 1/2	Comercial	Cada una	1	
Ensamblaje13.Enrutamiento02	Fantasma	Cada una	1	
	Normal	124,460 mm	124,460 mm	ISO
	Normal	139,700 mm	139,700 mm	ISO
	Normal	81,280 mm	81,280 mm	ISO
	Normal	119,380 mm	119,380 mm	ISO

Ilustración 327. Lista de materiales presentes en el ensamblaje. Entornos de Tubos y Tuberías.
Fuente. Elaboración propia.

6.3. Convertir en conjunto soldado

El Entorno *Convertir en conjunto soldado* ➤  , es una colección de herramientas destinadas a convertir un ensamblaje en un conjunto soldado a través del proceso de soldadura entre elementos. Una vez realizada la conversión, no puede revertirse la operación, por lo que si se desea mantener un duplicado del ensamblaje guarde una copia del archivo con otro nombre antes de aplicar este comando.

Para acceder al entorno de conversión en conjunto soldado, el usuario debe trabajar con un archivo de ensamblaje y seleccionar *Entornos* ➤ *Convertir en conjunto soldado* ➤  .Una vez seleccionado, aparecerá un mensaje informativo recordándole que no puede revertirse la operación.

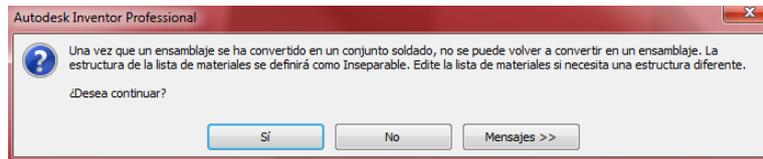


Ilustración 328. Ventana emergente informativa. Entorno Convertir en Conjunto Soldado.
Fuente. Elaboración propia.

Si el usuario está de acuerdo en seguir con el proceso, seleccione “*Sí*” para continuar. A continuación aparecerá un cuadro de diálogo en el que se podrá establecer la configuración del proceso de soldadura: norma, material del cordón de la soldadura, conversión de operaciones y estructura de la lista de materiales.

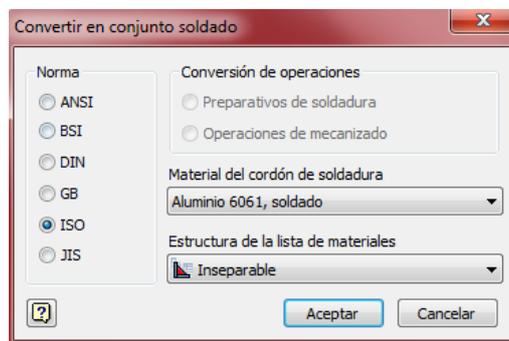


Ilustración 329. Configuración del proceso de soldadura. Entorno Convertir en Conjunto Soldado.
Fuente. Elaboración propia.

Tras haber configurado los parámetros de la soldadura, se accederá al *entorno de Convertir en Conjunto soldado*.

Al acceder al entorno, aparecerá una barra de herramientas, *Ilustración 331*, con los comandos disponibles.



Ilustración 330. Cinta de opciones del Entorno de Convertir en Conjunto Soldado.
Fuente. Elaboración propia.

La generación correcta del proceso de soldadura puede dividirse en tres procesos, cada uno de los cuales representa una etapa concreta en el proceso de fabricación:

1. Preparación.
2. Soldadura.
3. Mecanizado.

Durante el proceso de conversión en conjunto soldado, cada proceso depende del proceso anterior y sólo puede haber uno de los tres procesos activo.

6.3.1. Proceso de Preparación

La preparación es un proceso opcional, formado por herramientas del módulo 3D, como la *extrusión*, *chafilán*, *agujero*, *empalme*...etc., destinadas a eliminar material de los componentes y con ello tener dispuestos los modelos para el proceso de soldadura.



Ilustración 331. Cinta de opciones en el proceso preparación. Entorno Convertir en Conjunto Soldado.
Fuente. Elaboración propia.

Estas herramientas habilitadas pueden servirse de los comandos de operaciones de trabajo, como el plano, ejes, puntos de trabajo...etc., y las herramientas patrón para conseguir el acabado deseado antes de proceder a la soldadura entre componentes.

6.3.2. Soldaduras

El proceso de soldadura es la operación donde se genera el cordón de soldadura que une diferentes componentes a través de soldaduras de empalme, para ranuras y ficticias, dependiendo de la unión que se desee realizar.



Ilustración 332. Cinta de opciones en el proceso soldadura. Entorno Convertir en Conjunto Soldado. Fuente. Elaboración propia.

6.3.2.1. Soldaduras de empalme

Las soldaduras de empalme son operaciones de soldadura que permiten generar esquinas mediante la conexión entre una o más caras de un/varios componente/s que se encuentran en contacto. Las soldaduras de empalme pueden ser tanto intermitentes como continuas.

Al ejecutar el comando que permite realizarlas ➤ *Empalme* ➤ , se abrirá un cuadro de diálogo cuya configuración se explicará a continuación.

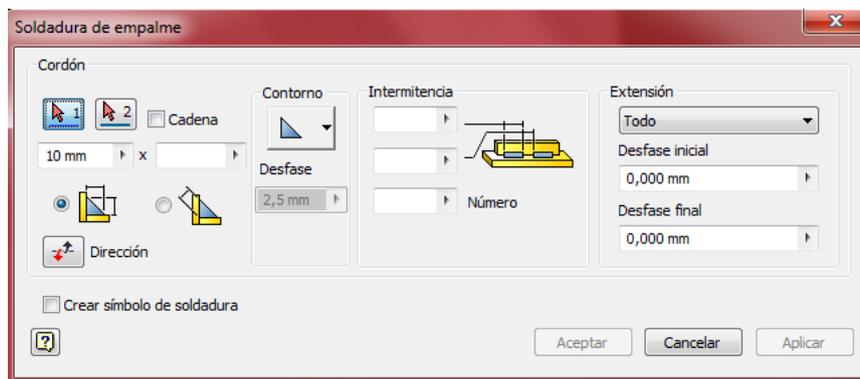
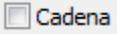


Ilustración 333. Cuadro de diálogo del comando Soldadura Empalmes. Entorno Convertir en Conjunto Soldado. Fuente. Elaboración propia.

1. Seleccione las caras que definen la soldadura de empalme.

- Con el selector de cordón del primer conjunto ➤  activo, seleccione una o varias caras. A continuación, pulse el icono de la derecha ➤  y seleccione una o varias caras para el segundo conjunto.

- Active la pestaña “Cadenas” ➤  para incluir las caras tangentes en la soldadura.

2. Método de medida del cordón de soldadura: medición de la longitud de un lado/medición de la garganta.

- Medición de la longitud de un lado ➤ , construye el cordón de soldadura basado en la longitud del lado (altura y anchura).
 - Si solo se introduce un valor, *Autodesk Inventor* asocia que altura y anchura presentar el mismo valor.
- Medición de la garganta ➤ , construye el cordón de soldadura basado en la distancia entre la raíz de la soldadura y la cara de la soldadura de empalme, es decir, determina su espesor.
 - La garganta de la soldadura es un elemento que determina el tamaño y resistencia de una soldadura, debido a que cuando mayor garganta (mayor espesor), mayor resistencia y tamaño.

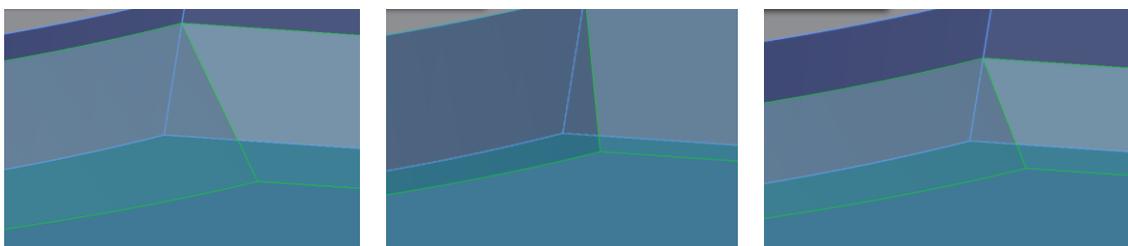


Ilustración 334. Diferentes soldaduras de empalme en función de los parámetros. Entorno Convertir en Conjunto Soldado.
Fuente. Elaboración propia.

3. Definición del contorno del cordón: plano ➤ /convexo ➤ /cóncavo ➤ .

- La elección del tipo de contorno del cordón, establecerá el tipo esfuerzo interno. En las soldaduras cóncavas, los esfuerzos internos son de tracción, mientras que en las soldaduras convexas, actúan en compresión.
- En el caso de seleccionar contorno cóncavo o convexo, se habilitará la opción de seleccionar desfase de la curva con respecto al plano que une las esquinas del empalme.
 - Se utiliza para controlar la curvatura interna y externa de la cara del cordón de soldadura.

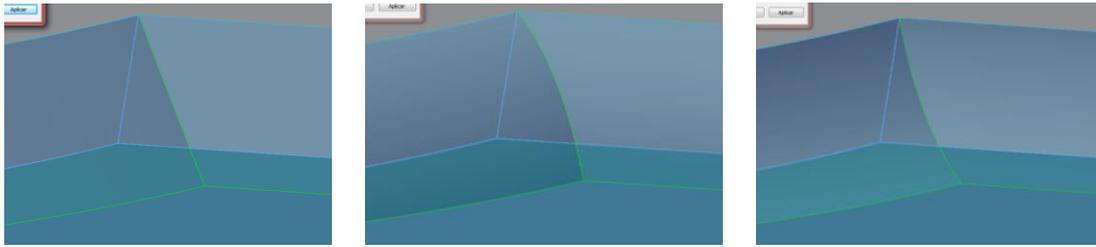
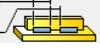
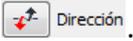


Ilustración 335. Contornos plano, convexo y cóncavo, respectivamente. Entorno Convertir en Conjunto Soldado.
Fuente. Elaboración propia.

4. Configuración de la extensión del cordón de la soldadura.

- Seleccione la opción “*Todo*” para aplicar la soldadura de empalme a todas las caras seleccionadas.
- Seleccione la opción “*Desde-Hasta*” para aplicar la soldadura de empalme con un inicio y fin establecido.
- Seleccione la opción “*Inicio-Longitud*” para aplicar la soldadura de empalme estableciendo un desfase inicial y una longitud del cordón.

5. Opcional. Definición del cordón intermitente.

- Si desea generar un cordón intermitente ➤ , especifique los valores en función de la norma activa: longitud, espaciado y número.
 - Es posible cambia la dirección de los valores mediante ➤ .

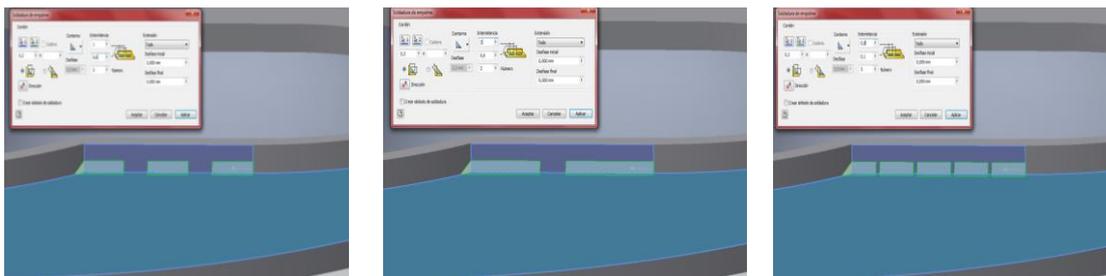


Ilustración 336. Ejemplos del cordón de soldadura intermitente. Entorno Convertir en Conjunto Soldado.
Fuente. Elaboración propia.

6. Opcional. Símbolo de la soldadura.

- Si se desea puede crear símbolo de la soldadura, que defina los valores de la misma. Para ello, seleccione la pestaña ➤ **Crear símbolo de soldadura**.
- La configuración de los parámetros se explicará en el apartado 6.3.2.4. *Herramientas: símbolo.*

6.3.2.2. Soldaduras para ranura

Las soldaduras para ranura son operaciones de soldadura que permiten generar una conexión entre caras entre las que no existe el contacto, mediante la adición de cordón de soldadura.

Al ejecutar el comando que permite realizarlas ➤ *Para ranuras* ➤  , se abrirá un cuadro de diálogo cuya configuración se explicará a continuación.

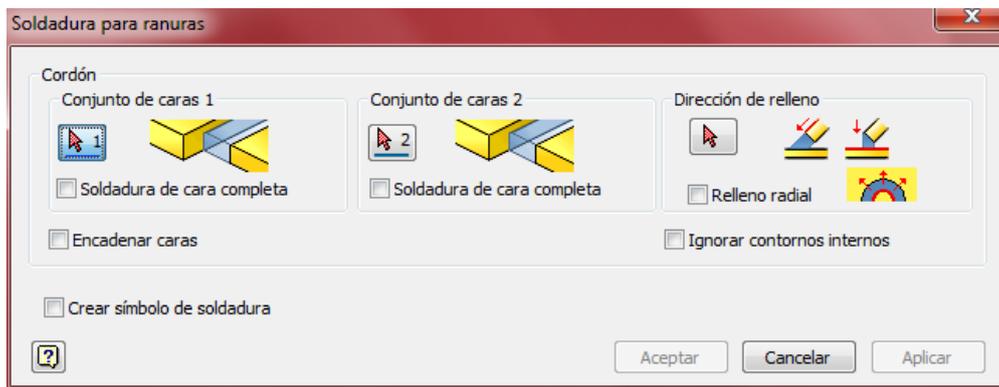


Ilustración 337. Cuadro de diálogo del comando Soldadura Para Ranuras. Entorno Convertir en Conjunto Soldado. Fuente. Elaboración propia.

1. Seleccione las caras que definen la soldadura para ranuras.

- Con el selector de cordón del primer conjunto ➤  activo, seleccione una o varias caras. A continuación, pulse el icono de la derecha ➤  y seleccione una o varias caras para el segundo conjunto.
 - Active la pestaña “*Soldadura de cara completa*” ➤ *Soldadura de cara completa* , para que la soldadura se extienda por todo el conjunto de las caras seleccionadas.
 - Active la pestaña “*Encadena de caras*” ➤ *Encadenar caras* , para incluir las caras tangentes en la soldadura.
 - Active la pestaña “*Ignorar contornos internos*” ➤ *Ignorar contornos internos* , para extender el cordón de soldadura por los contornos internos, como por ejemplos los agujeros o cortes.

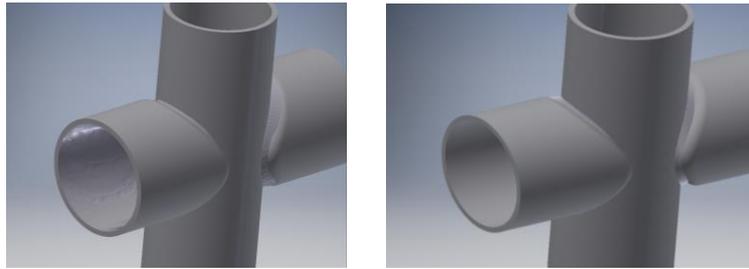


Ilustración 338. Ignorar contornos internos. Entorno Convertir en Conjunto Soldado.
Fuente. Elaboración interna.

2. Configuración de la dirección de llenado.

- Seleccione la dirección en la que se proyectan las caras al conectarse entre sí mediante un cordón de soldadura ➤ .
- La dirección de llenado puede ser tanto perpendicular como en ángulo.
- En el caso contener curvas, como por ejemplo en un cilindro, active la pestaña “Relleno radial” para definir la dirección ➤ Relleno radial .

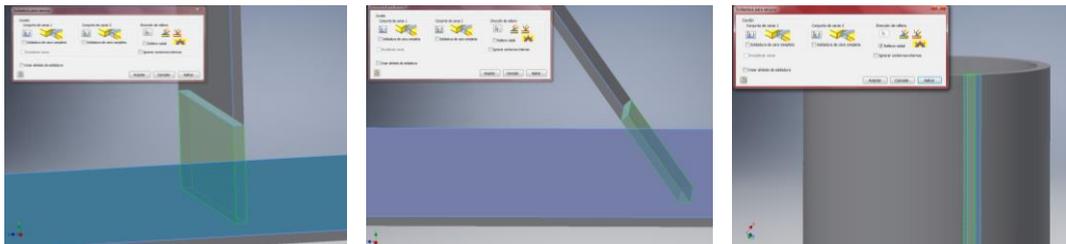


Ilustración 339. Ejemplos de dirección de llenado y relleno radial. Entorno Convertir en Conjunto Soldado.
Fuente. Elaboración interna.

3. Opcional. Símbolo de la soldadura.

- Si se desea puede crear símbolo de la soldadura, que defina los valores de la misma. Para ello, seleccione la pestaña ➤ Crear símbolo de soldadura .
- La configuración de los parámetros se explicará en el apartado 6.3.2.4.
Herramientas: símbolo.

6.3.2.3. Soldaduras ficticias

Las soldaduras de tipo ficticio, son soldaduras representadas de forma simplificada a modo de esquema, por una geometría de tipo alambre. Este tipo de soldadura es

utilizada en archivos que pesan mucho, en los que la creación de una soldadura de empalme o para ranura puede afectar al rendimiento. Las soldaduras ficticias apenas afectan al tamaño del archivo, y combinado con la simbología del cordón, sustituyen al tipo de soldaduras deseadas sin comprometer al rendimiento del archivo.

Al ejecutar el comando que permite realizarlas ➤ *Ficticia* ➤ , se abrirá un cuadro de diálogo cuya configuración se explicará a continuación.

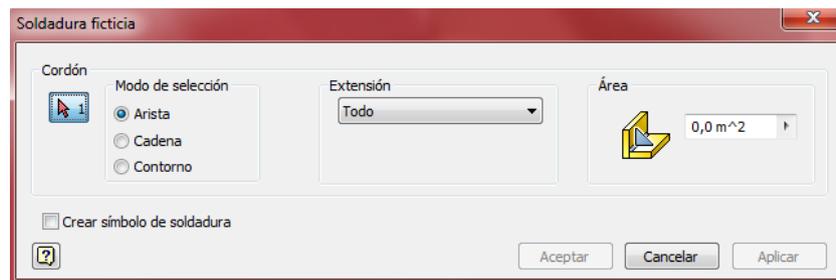


Ilustración 340. Cuadro de diálogo del comando Soldadura Ficticias. Entorno Convertir en Conjunto Soldado.
Fuente. Elaboración propia.

1. Defina el modo de selección: Arista/Cadena/Contorno.
2. Seleccione la ubicación del cordón en función del método de selección ➤ .

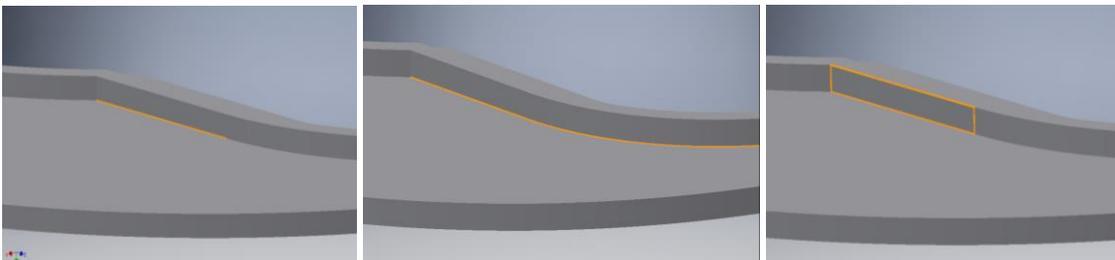


Ilustración 341. Soldadura ficticia en arista, cadena y contorno, resp. Entorno Convertir en Conjunto Soldado.
Fuente. Elaboración propia.

3. Configuración de la extensión del cordón de la soldadura.
 - Seleccione la opción “*Todo*” para aplicar la soldadura a todas las caras seleccionadas.
 - Seleccione la opción “*Desde-Hasta*” para aplicar la soldadura con un inicio y fin establecido.
4. Defina el área del cordón de soldadura deseado.

5. Opcional. Símbolo de la soldadura.

- Si se desea puede crear símbolo de la soldadura, que defina los valores de la misma. Para ello, seleccione la pestaña  **Crear símbolo de soldadura**.
- La configuración de los parámetros se explicará en el apartado 6.3.2.4. *Herramientas: símbolo.*

6.3.2.4. Herramientas adicionales

Una vez ejecutadas las diferentes operaciones de soldadura, existen tres herramientas que complementan el proceso.

- *Símbolo*  **Símbolo**, herramienta que permite insertar anotaciones sobre el cordón de soldadura en el diseño. Al final de la memoria, en el Anexo, se explica la estructura y los componentes del símbolo de la soldadura.
1. Con una soldadura realizada, ejecute el comando símbolo  **Símbolo**.

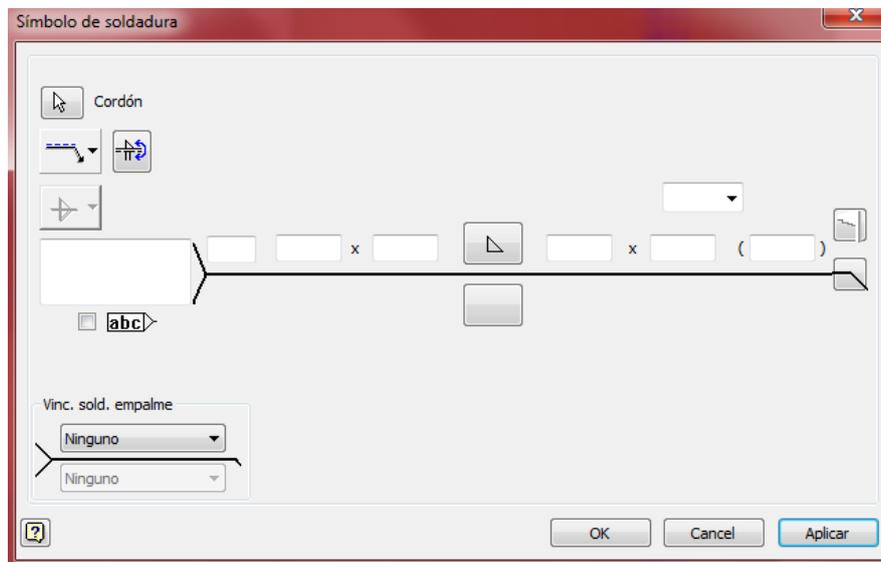


Ilustración 342. Cuadro de diálogo del comando Símbolo. Entorno Convertir en Conjunto Soldado.
Fuente. Elaboración propia.

2. Seleccione el cordón  **Cordón** sobre para asociar a la anotación.
3. Configuración del diseño: sin/con línea de identificación  . Utilizando el icono de la derecha  , se pueden intercambiar la posición de los parámetros con respecto a la flecha.

4. Defina de los parámetros.

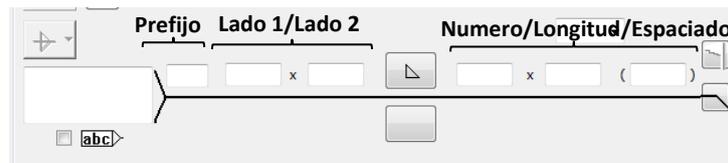


Ilustración 343. Configuración de los parámetros del comando símbolo. Entorno Convertir en Conjunto Soldado.
Fuente. Elaboración propia.

5. Defina la vinculación del empalme.

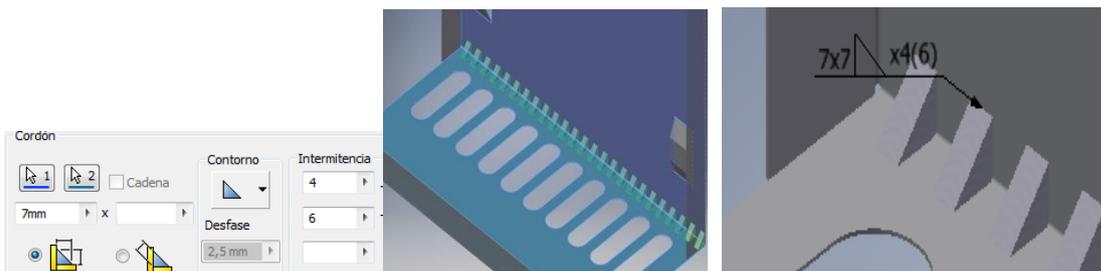


Ilustración 344. Ejemplo definición de parámetros intermitentes. Entorno Convertir en Conjunto Soldado.
Fuente. Elaboración interna.

- **Relleno de final** ➤  **Relleno de final**, herramienta que permite indicar sobre la región rellenada el final del cordón de soldadura.
 - En la soldadura de empalme, el relleno final se genera automáticamente.
- **Informe de cordón** ➤  **Informe de cordón**, herramienta que genera hoja de cálculo Excel con la información de las propiedades físicas del cordón de soldadura, como la masa, el área y el volumen.
 - Al ejecutar el comando, se genera automáticamente la hoja de cálculo. Tan solo es necesario especificar el nombre y la ubicación del nuevo archivo.

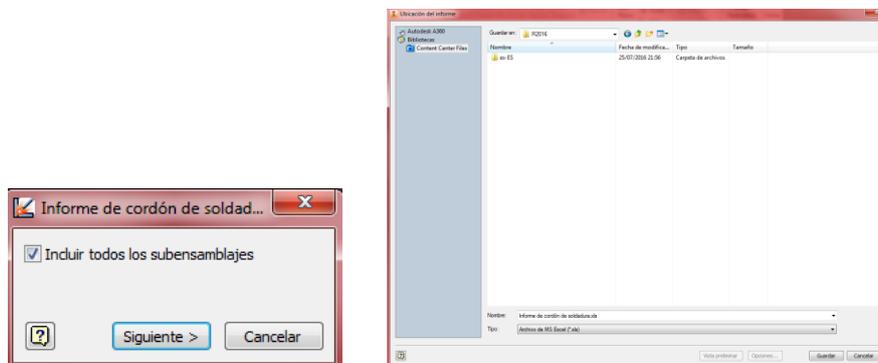


Ilustración 345. Proceso de generación Informe del cordón. Entorno Convertir en Conjunto Soldado.
Fuente. Elaboración propia.

Documento	ID	Tipo	Longitud	Unidad de medida	Masa	Unidad de medida	Área	Unidad de medida	Volumen	Unidad de medida
F:\chapa_inventor\doubleT.iam		Soldadura para ranuras 5	Acanalado	N/D	1,86E-05	kg	54,065	mm ²	6,877	mm ³
		Soldadura para ranuras 6	Acanalado	N/D	N/D		145,604	mm ²	N/D	
		Soldadura para ranuras 8	Acanalado	N/D	1,92E-04	kg	619,087	mm ²	71,119	mm ³

Ilustración 346. Informe del cordón. Entorno Convertir en Conjunto Soldado.
Fuente. Elaboración propia.

6.3.3. Mecanizado

El proceso de mecanizado es un proceso opcional y similar al proceso de preparación, ya que presenta las mismas herramientas, pero con la diferencia del orden en el que se ejecutan. El proceso de mecanizado se genera tras haber realizado la soldadura y su finalidad es conseguir el acabado deseado.



Ilustración 347. Cinta de opciones en el proceso mecanizado. Entorno Convertir en Conjunto Soldado.
Fuente. Elaboración propia.

Capítulo 7

Aplicación práctica: ejemplos

PIEZA 1. CONDUCTO DE VENTILACIÓN

La pieza 1 es un conducto de ventilación circular de diámetro 200mm y codo de 30°, en cuyo extremo presenta una tolva concéntrica de 200x260mm. El resto de medidas se explicarán a lo largo de la resolución de la pieza.

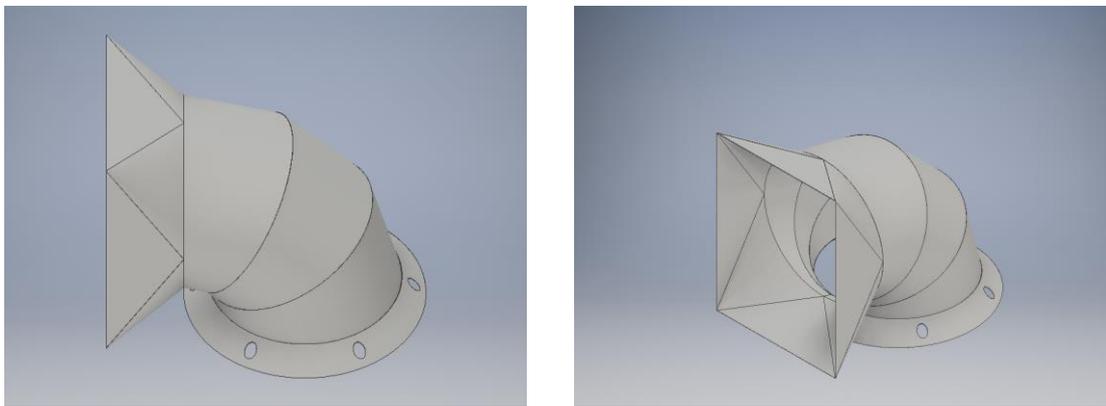


Ilustración 348. Pieza 1. Conducto de Ventilación.
Fuente. Elaboración propia.

Para realizar el diseño del conducto de ventilación, se deberán seguir los siguientes pasos:

1. En primer lugar se crea una nueva pieza en el entorno chapa como se explicó en el *Capítulo 4: Aspectos generales*, y se genera un boceto sobre el plano XY.
2. Sobre el boceto :
 - Dibuje dos círculos concéntricos de diámetros 50mm y 450mm, mediante el comando *Círculo*  . A continuación, trace líneas  que intersequen con los círculos y que formen 0°, 30°, 60° y 90°, respectivamente.
 - NOTA: Para generar las líneas con los ángulos citados, puede ser útil utilizar el comando *Cota* .

3. Recorte el boceto ➤  Recortar , hasta obtener la imagen de la *Ilustración 350* y terminar boceto ➤  .

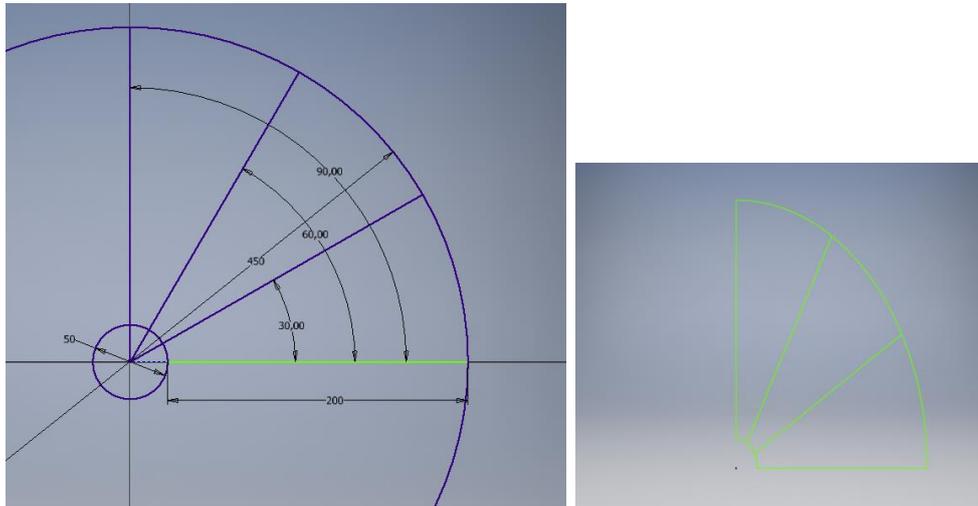


Ilustración 349. Pasos 2 y 3 de la Pieza 1. Conducto de Ventilación.
Fuente. Elaboración propia.

4. Genere una superficie de contorno sobre la primera sección del boceto para facilitar la generación de planos sobre sus aristas.
5. Genere dos planos sobre las aristas de la superficie de contorno.
- NOTA: Los planos generados corresponden a un plano XZ y un plano en ángulo creado sobre una arista.

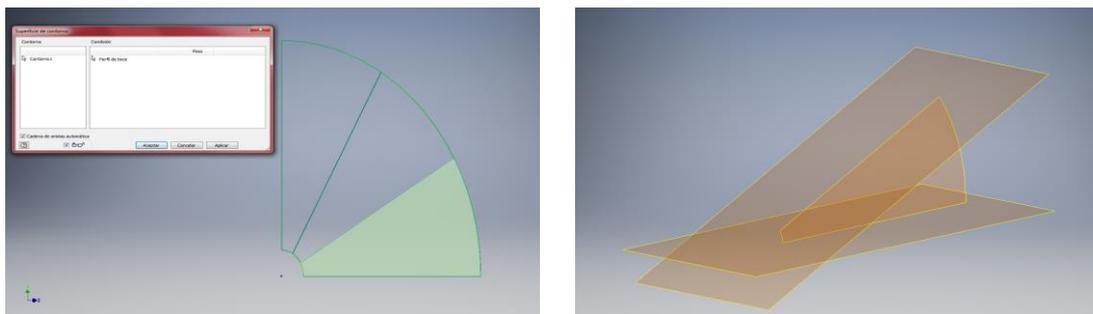


Ilustración 350. Paso 4 de la Pieza 1. Conducto de Ventilación.
Fuente. Elaboración propia.

6. Sobre los nuevos planos generados, se dibujan dos círculos de diámetro 200mm, con centro en el punto medio de las aristas que contiene cada plano.
7. A continuación se ejecuta el comando *pestaña solevada* ➤  Pestaña solevada , en el que los bocetos creados en el paso anterior corresponden al perfil 1 y 2 ➤

 Perfil 1  Perfil 2 , respectivamente. Antes de finalizar, se ejecutará la opción de salida moldeada .

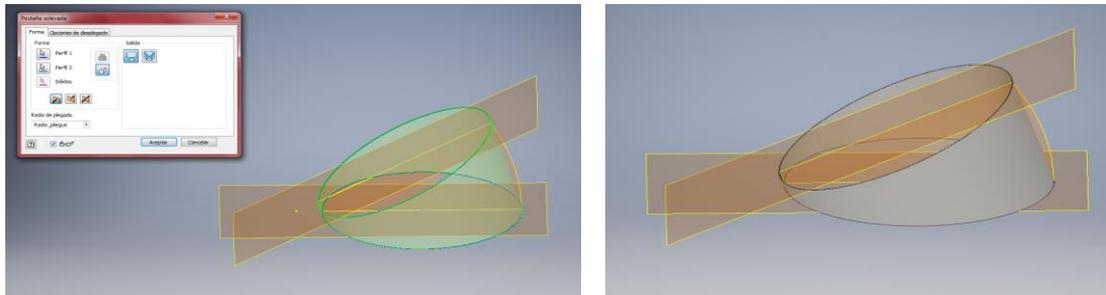


Ilustración 351. Comando pestaña solevada. Conducto de Ventilación.
Fuente. Elaboración propia.

8. Para no tener que repetir el proceso dos veces más, se ejecuta el comando *Patrón circular*  Circular .

- El elemento de copia  Operaciones , será pestaña solevada.
- El eje de rotación sobre el que crearán las copias   Eje de rotación es el eje Z definido en la ventana de navegación.
- Para crear el conducto de ventilación con la forma diseñada en el boceto, se configure 3 copias con un espaciado angular de 60° .

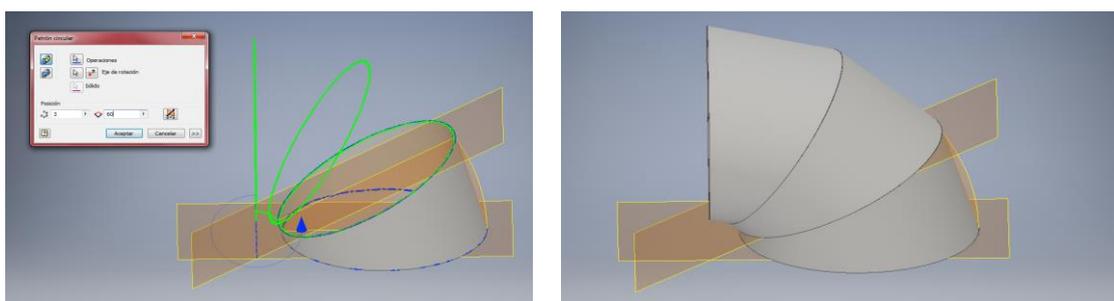


Ilustración 352. Comando patrón circular. Conducto de Ventilación.
Fuente. Elaboración propia.

De esta manera, se habrá generado el cuerpo del conducto de ventilación.

9. Para generar la tolva concéntrica, cree un plano de trabajo XY sobre la última cara del conducto de ventilación. Seguidamente, sobre este último, vuelva a crear un plano desfasado -80mm.

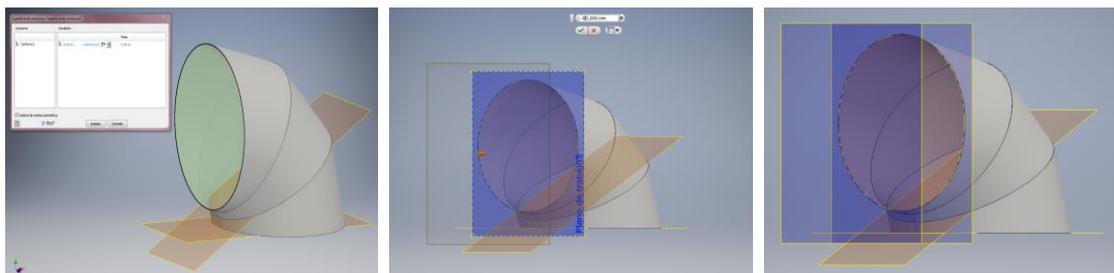


Ilustración 353. Paso 8 - Generación de planos. Conducto de Ventilación.
Fuente. Elaboración propia.

10. Sobre cada uno de los nuevos planos de trabajo, cree un círculo de 200mm de diámetro y un rectángulo de 200x260mm, respectivamente.

- Los bocetos presentarán el mismo centro.

11. A continuación, ejecute el comando *Pestaña solevada* ➤  *Pestaña solevada* , en el que los bocetos creados en el paso anterior corresponden al perfil 1 y 2 ➤

 Perfil 1  Perfil 2 , respectivamente.

- Defina la opción de salida *moldeada* ➤ .

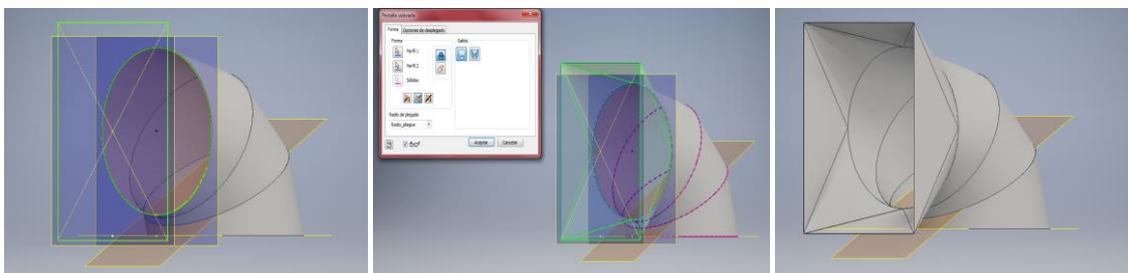


Ilustración 354. Pasos 10 y 11- comando pestaña solevada. Conducto de Ventilación.
Fuente. Elaboración propia.

Por último, se deberá diseñar la base del conducto.

12. Para diseñar la base del conducto de ventilación:

- Utilizando el primer plano de trabajo creado, dibuje un círculo de 200mm de diámetro.
- A continuación, genere un nuevo plano de trabajo desfasado -50 mm sobre el primero, genere un boceto que incluya un círculo de 250mm de diámetro.

13. Al igual que en los pasos 6 y 10, ejecute el comando *Pestaña solevada* ➤

 *Pestaña solevada*, utilizando los bocetos creados en el apartado anterior.

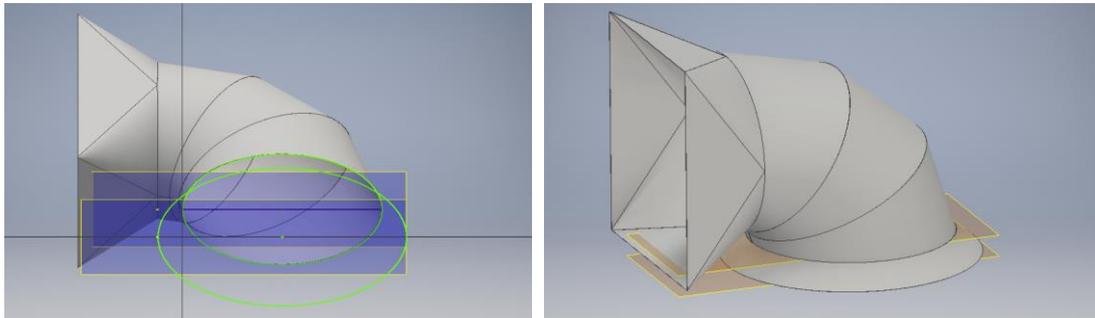


Ilustración 355. Paso 13- comando pestaña solevada. Conducto de Ventilación.
Fuente. Elaboración propia.

14. Sobre el *plano de trabajo 1*, inicie un nuevo boceto que presente un círculo de 3mm de diámetro, situado en el punto medio de la pestaña solevada anterior.

15. Utilice el círculo de 3mm como patrón para generar 6 copias con un espaciado angular de 360°, mediante el comando *Patrón circular*.

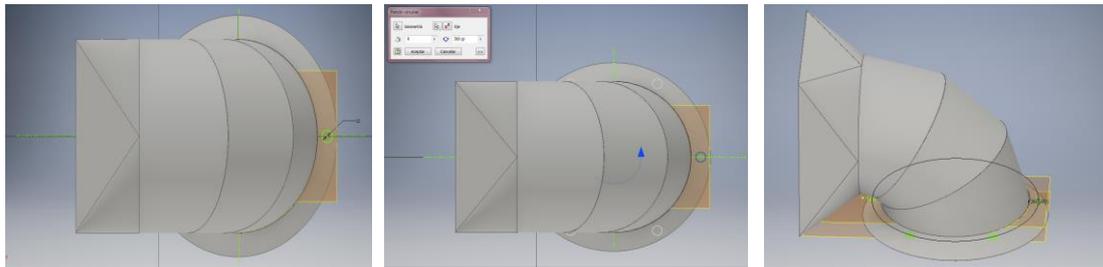


Ilustración 356. Paso 14 y 15 - Boceto patrón circular. Conducto ventilación.
Fuente. Elaboración propia.

16. Finalmente queda aplicar el comando *Agujero* sobre los círculos creados.

- Configure la posición “Desde Boceto”, diámetro de 3mm y terminación pasante.

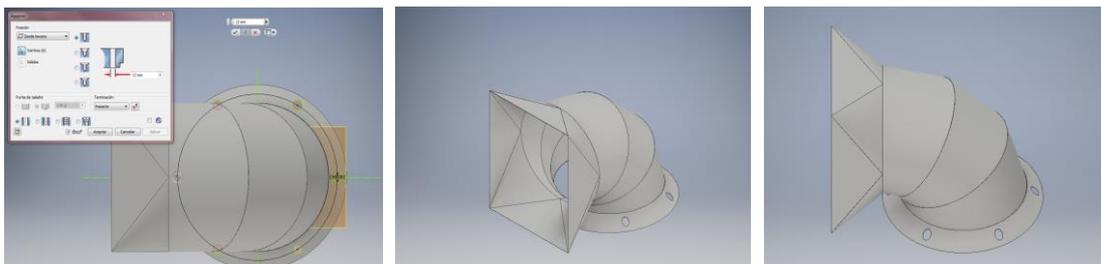


Ilustración 357. Paso 16 - Comando agujero y resultado final. Conducto ventilación.
Fuente. Elaboración propia.

PIEZA 2. ESCUADRA DE MESA

La pieza 2 es una escuadra de mesa, cuyo diseño está basado en la pieza real mostrada en la *Ilustración 359*.

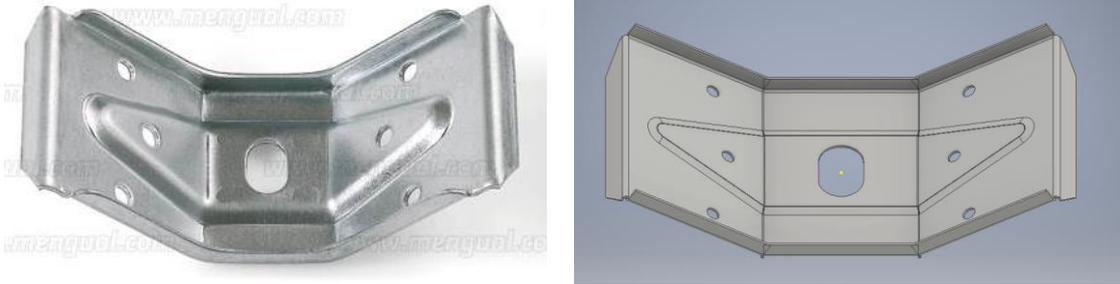


Ilustración 358. Pieza 2. Escuadra de mesa
Fuente. <http://www.mengual.com/> y Elaboración propia, respectivamente.

Para realizar el diseño de la escuadra de mesa, se deberán seguir los siguientes pasos:

1. Cree un nuevo archivo de pieza tipo chapa, e inicie un boceto sobre el plano XZ.
2. Sobre el boceto, dibuje un rectángulo de 99x50mm y otro de 33x25mm.
 - Para establecer el centro de los círculos, trace una línea de 44,5mm a ambos del eje Z, y genere dos círculos de 8mm de diámetro.
 - Por último, una con rectas los círculos con el rectángulo de menor tamaño, estableciendo una restricción de tangencia entre elementos ➤ .

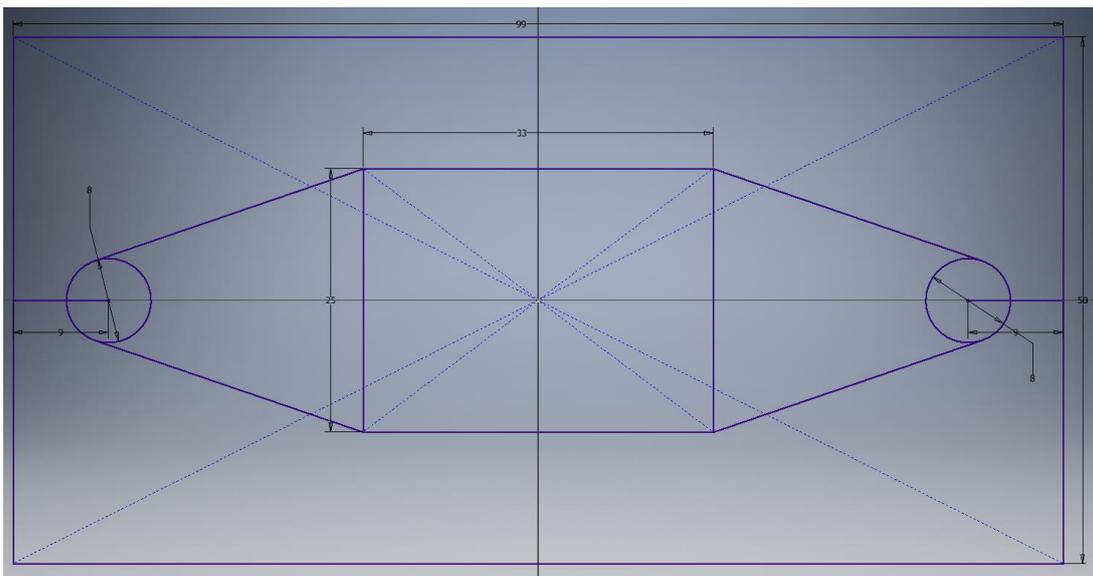


Ilustración 359. Boceto principal de la Pieza 2. Escuadra de mesa.
Fuente. Elaboración propia.

3. Recorte ➤  Recortar hasta obtener la imagen de la *Ilustración 361*.

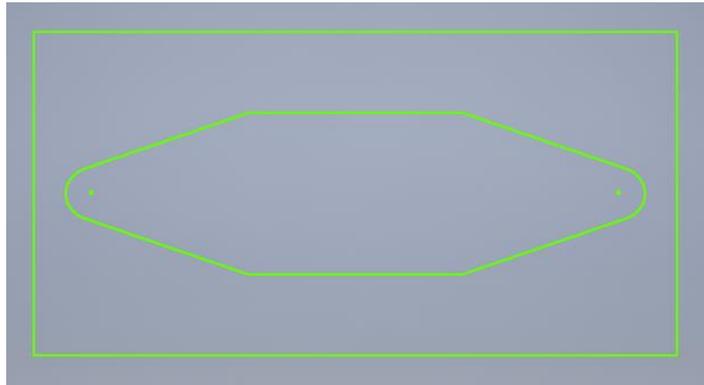


Ilustración 360. Boceto Pieza 2 tras su recorte. Escuadra de mesa
Fuente. Elaboración propia.

4. Cree una lámina de chapa sobre el boceto creado, dejando vacía la figura interna. Utilice el comando *Cara* ➤ .

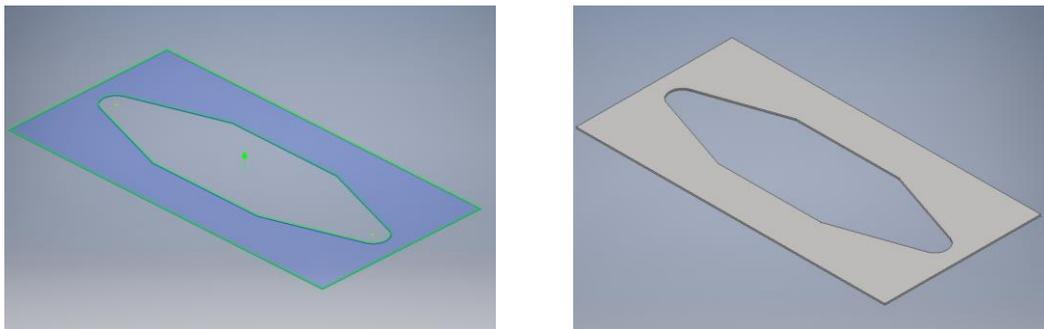


Ilustración 361. Uso del comando *Cara* sobre el boceto Pieza 2. Escuadra de mesa.
Fuente. Elaboración propia.

5. Inserte un plano XZ desfasado del origen 2mm.
6. Sobre el plano creado, genere un boceto con forma de la figura interna, desfasada 2mm.
- A continuación, genere una cara metálica de la misma ➤ .

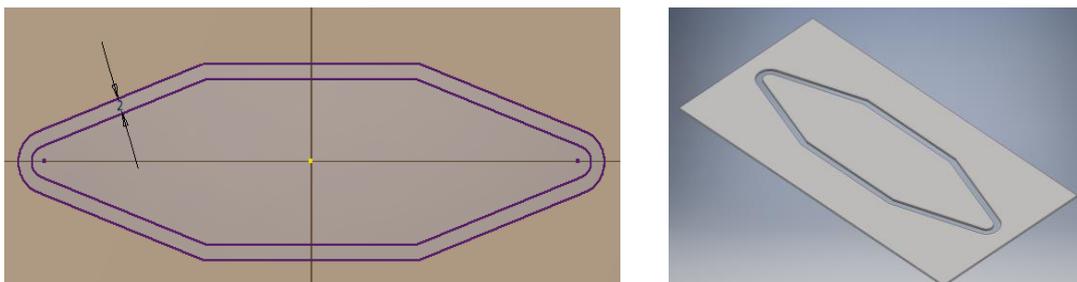


Ilustración 362. Pasos 5 y 6 de la Pieza 3. Escuadra de mesa.
Fuente. Elaboración propia.

7. Sobre las dos caras metálicas generadas, cree dos nuevos bocetos que definirán las líneas de pliegue de ambas caras.
 - Las líneas de pliegue se dibujaran en la intersección entre el rectángulo y los “triángulos” que forman las figuras.

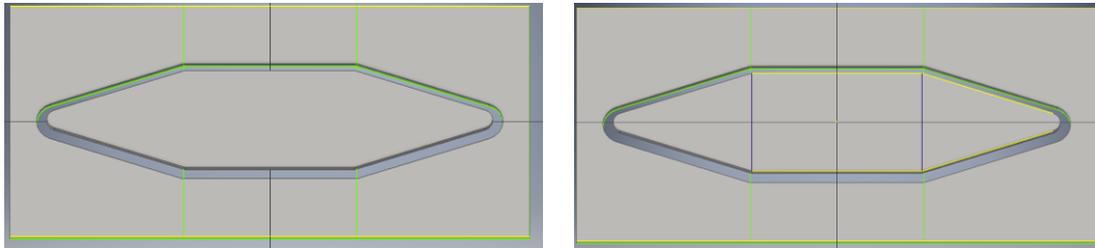


Ilustración 363. Creación de líneas de pliegue en la Pieza 2. Escuadra de mesa.
Fuente. Elaboración propia.

8. A continuación, seleccione el comando *Pliegue* ➤  *Pliegue* para plegar las caras sobre las líneas de pliegue generadas en el paso anterior.
 - Seleccione la línea de pliegado ➤  *Línea de pliegado* , y con los controles ➤   , seleccione la dirección y el lado que será doblado.
 - El control ➤  establece el lado que será plegado. La flecha debe apuntar hacia el mismo.
 - El control ➤  establece la dirección. En este caso, la flecha deberá apuntar hacia arriba para generar el diseño deseado.
 - El ángulo de pliegado será 30° ➤ y la línea de pliegue trabajará como eje ➤    .

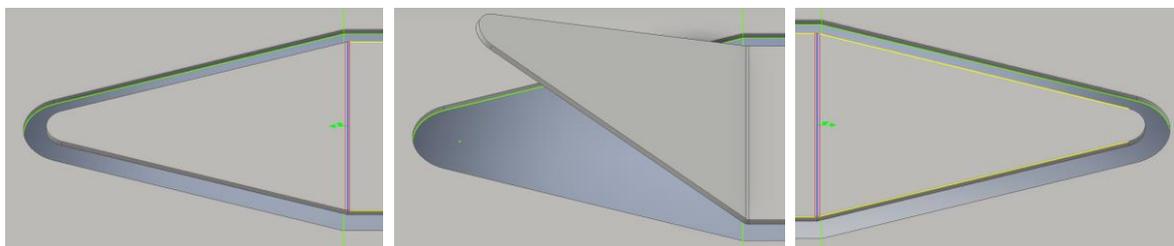


Ilustración 364. Plegado de la Cara 2 de la Pieza 2. Escuadra de mesa.
Fuente. Elaboración propia.

- Repita el proceso con la misma configuración sobre la Cara 1, hasta obtener la figura que se muestra en la *Ilustración 366*.

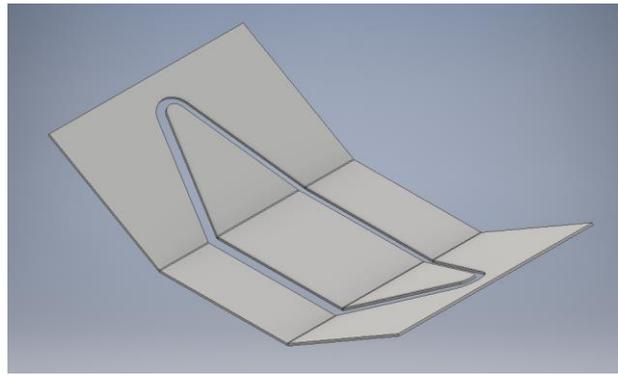


Ilustración 365. Pieza 3 plegada. Escuadra mesa.
Fuente. Elaboración propia.

9. Seleccione el comando *Desplegar* ➤  *Desplegar* .

- Despliegue tanto la figura formada por la Cara 1 como la formada por la Cara 2.

- Defina como referencia estacionaria ➤  Referencia estacionaria (A) la cara de referencia sobre la que se desplegará la pieza. En nuestro caso, será el rectángulo de menor tamaño.

- Seleccione la opción de *desplegar todos los pliegues* ➤  Pliegues ➤  Añadir todos los pliegues .

- Seleccione “Aceptar” para aplicar los cambios.

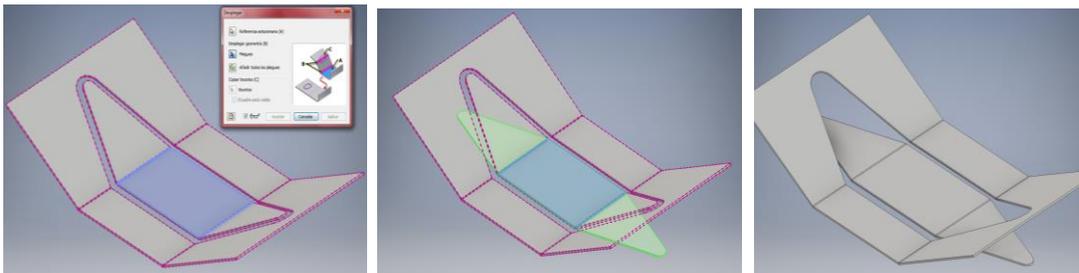


Ilustración 366. Proceso de desplegado de la figura de la Cara 2. Escuadra de mesa.
Fuente. Elaboración propia.

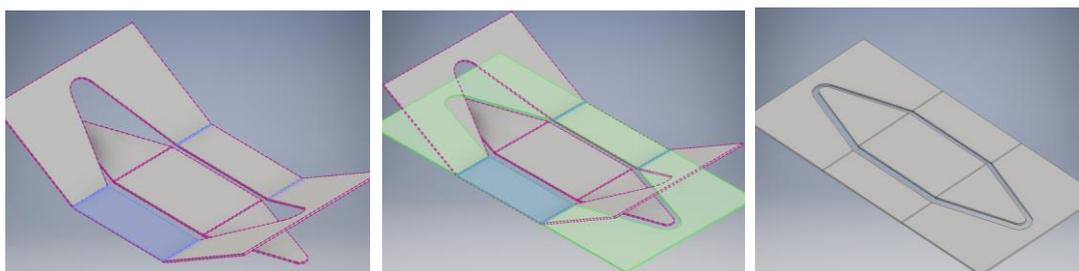


Ilustración 367. Proceso de desplegado de la figura de la Cara 1. Escuadra de mesa.
Fuente. Elaboración propia.

10. En el navegador, despliegue “Cara1” y “Cara2”, y haga click con el botón derecho del ratón sobre “Boceto1” y “Boceto2”. Active la visibilidad del boceto.

- Este proceso se repetirá cada vez que se necesite recurrir a un boceto creado anteriormente.

11. Seleccione el comando *Pestaña sollevada* ➤  *Pestaña sollevada* .

- Especifique los *bocetos 1 y 2*, en cada uno de los perfiles requeridos ➤

 Perfil 1  Perfil 2 para llevar a cabo el proceso de sollevación.

- Configure una salida moldeada ➤   .

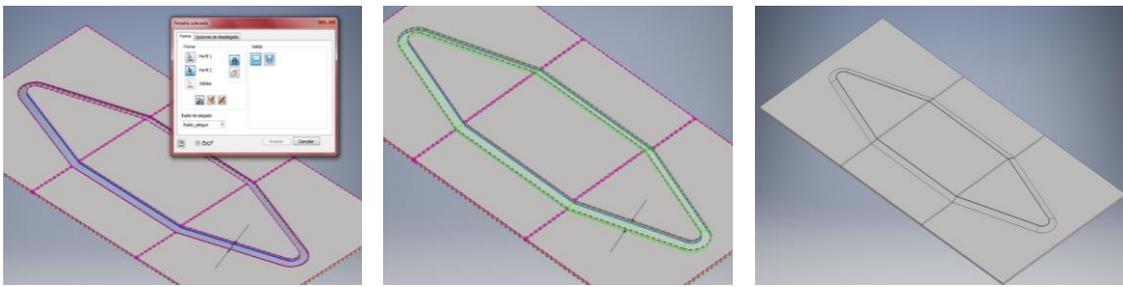


Ilustración 368. Pestaña sollevada sobre Boceto 1 y 2. Escuadra de mesa.
Fuente. Elaboración propia.

12. Sobre la pieza generada, se aplica el comando *Pestaña* ➤  .

- Especifique las aristas sobre las que se desea generar la pestaña, y guíese por las ilustraciones que se muestran a continuación.
- Configure una pestaña de 4mm de extensión y con un ángulo de 90°.

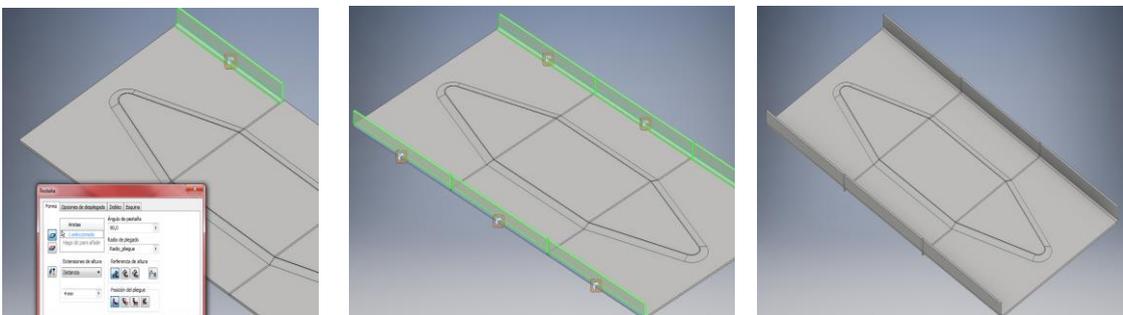


Ilustración 369. Utilización del comando Pestaña sobre Pieza 2. Escuadra de mesa.
Fuente. Elaboración propia.

13. Inserte un nuevo boceto sobre la cara que se muestra en la *Ilustración 371*.

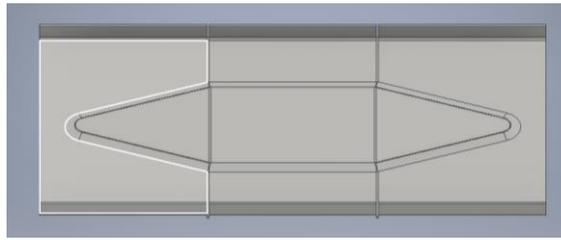


Ilustración 370. Cara sobre la que se realiza el nuevo boceto. Escuadra de mesa.
Fuente. Elaboración propia.

- Dibuje un rectángulo de 8x50mm al final de la arista de la izquierda.
- Inserte dos círculos que disten 12mm sobre la arista de la derecha y 5,75mm sobre la arista superior/inferior, respectivamente.
- Haga simetría para obtener el mismo resultado en la cara de la derecha.

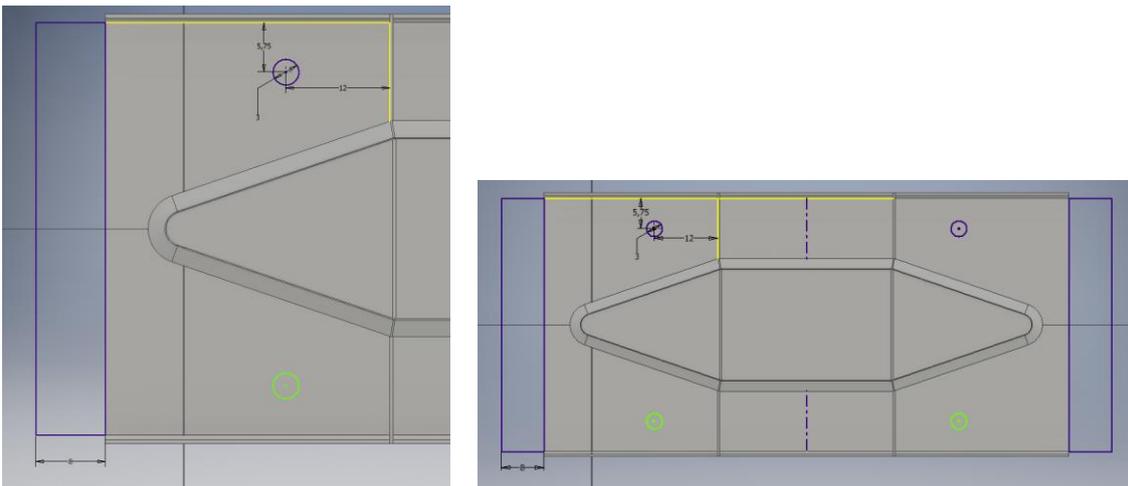


Ilustración 371. Boceto y resultado final tras aplicar simetría. Escuadra de mesa.
Fuente. Elaboración propia.

14. Utilice el comando *Cara* ➤  para extruir los rectángulos de los laterales de la pieza.

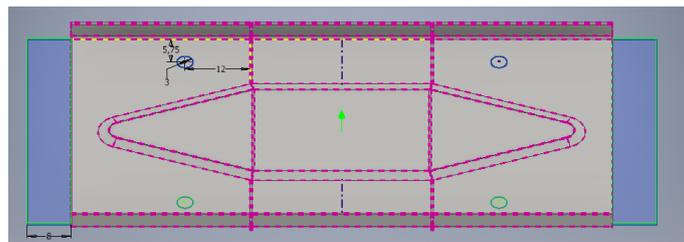


Ilustración 372. Resultado del paso 14. Escuadra de mesa.
Fuente. Elaboración propia.

15. A continuación, haga un chaflán ➤  **Chaflán de esquina** de 6mm, sobre las nuevas esquinas de los laterales de la pieza.

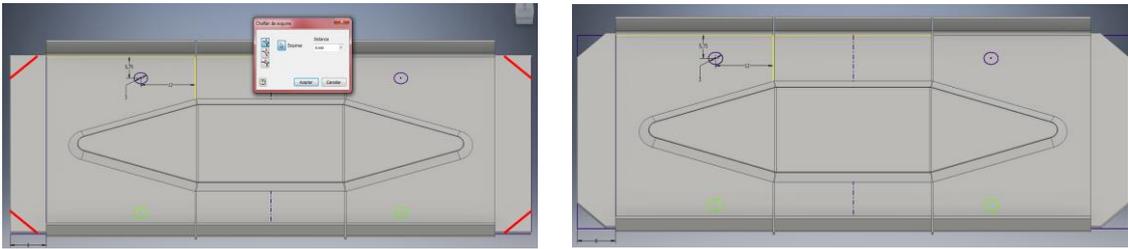


Ilustración 373. Aplicación del comando chaflán de esquinas. Escuadra de mesa.
Fuente. Elaboración propia.

16. Aplique el comando *Agujero* ➤  **Agujero**, para agujerear los círculos creados en el paso 12.

- Configure la posición “Desde Boceto”, diámetro de 3mm y terminación pasante.

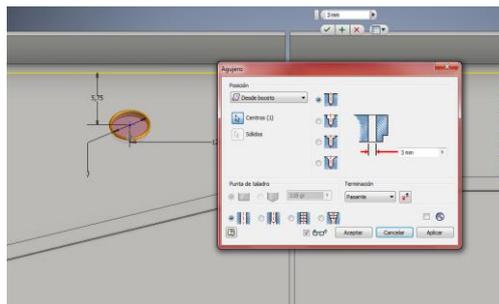


Ilustración 374. Operación agujero sobre Pieza 2. Escuadra de mesa.
Fuente. Elaboración propia.

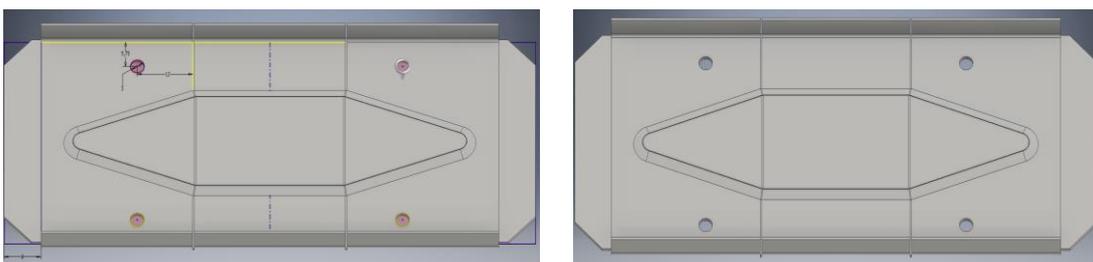


Ilustración 375. Proceso de generación de agujeros sobre Pieza 2. Escuadra mesa.
Fuente. Elaboración propia.

17. Inserte un nuevo boceto sobre la cara que se muestra en la *Ilustración 377*.
- Dibuje un círculo de 3mm cuyo centro diste 9mm sobre la arista de la derecha.
 - Haga simetría para obtener el mismo resultado en la cara de la derecha.

- Aplique el comando *Agujero* ➤  *Agujero*, como en el paso anterior, quedando un resultado como el mostrado en la *Ilustración 378*.

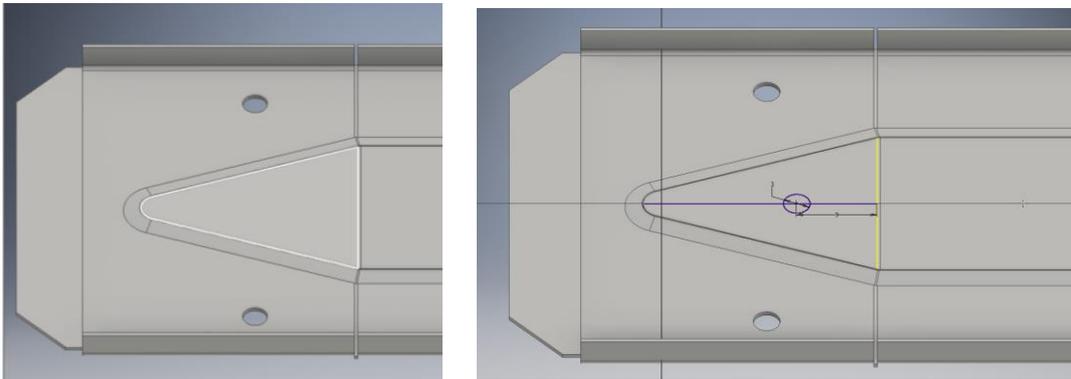


Ilustración 376. Nuevo boceto insertado sobre Pieza 2. Fuente. Elaboración propia.
Fuente. Elaboración propia.

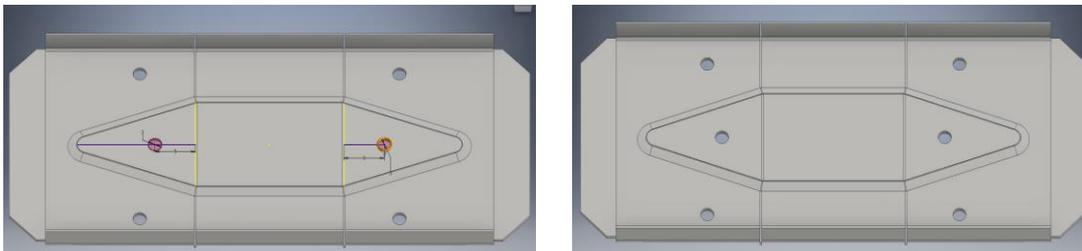


Ilustración 377. Proceso de agujereado y resultado final del paso 17. Escuadra mesa.
Fuente. Elaboración propia.

18. Para punzonar la pieza, se deberá crear un nuevo boceto e insertar un punto sobre el origen de la pieza.

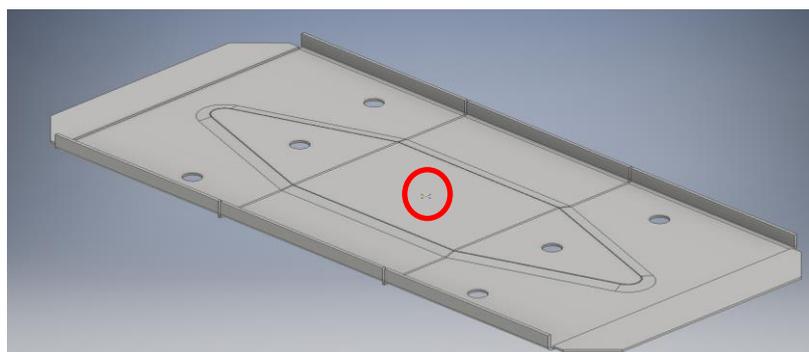


Ilustración 378. Punto sobre origen de la pieza. Escuadra de mesa.
Fuente. Elaboración propia.

19. A continuación, seleccione el comando *Punzones* ➤  .

- Se abrirá una ventana para seleccionar el tipo de punzón deseado: escoja “keyhole”.

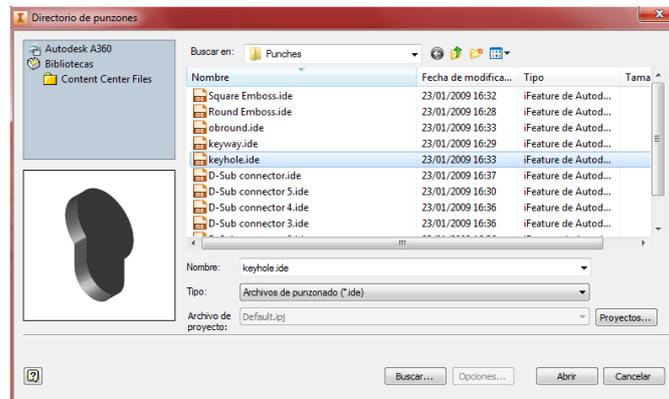


Ilustración 379. Selección del tipo de punzón. Escuadra de mesa.
Fuente. Elaboración propia.

- Establezca el centro del punzón seleccionado el punto insertado en el paso 18.

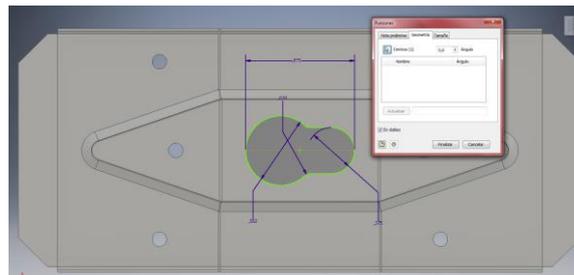


Ilustración 380. Definición del centro del punzón. Escuadra de mesa.
Fuente. Elaboración propia.

- Modifique la orientación en la pestaña “Geometría” y configure -90° en la casilla de ángulo.

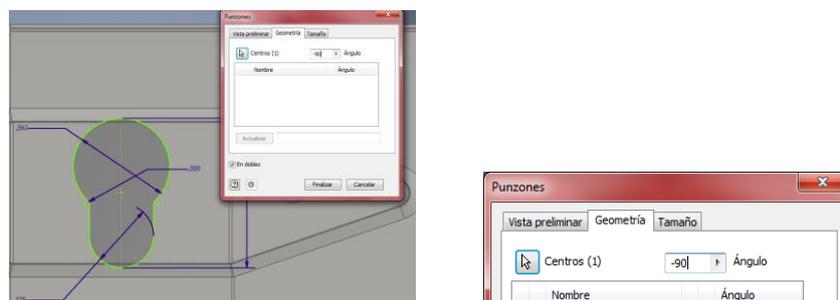


Ilustración 381. Modificación de la orientación del punzón. Escuadra de mesa.
Fuente. Elaboración propia.

- Configure el tamaño y forma del punzón en la pestaña “Tamaño” del cuadro de diálogo del comando. Introduzca los valores mostrados en la *Ilustración 383*.

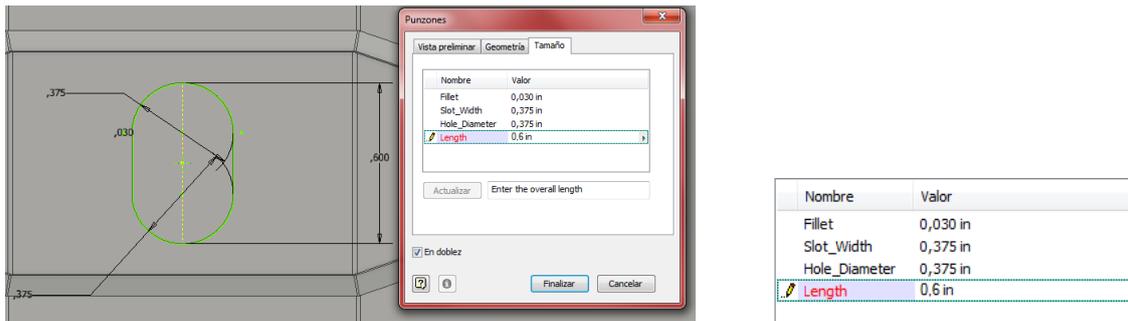


Ilustración 382. Configuración del tamaño y forma del punzón. Escuadra de mesa.
Fuente. Elaboración propia.

- Seleccione “Actualizar” para que se apliquen los cambios y pulse “Aceptar”.

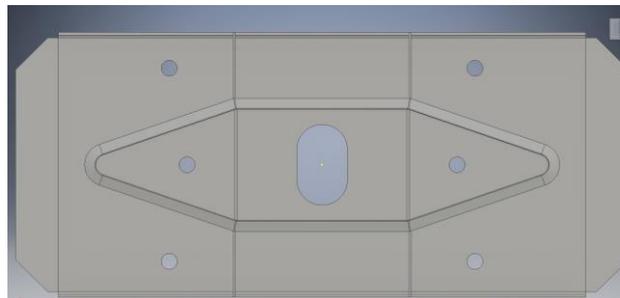


Ilustración 383. Resultado final tras la operación de punzonado. Escuadra de mesa.
Fuente. Elaboración propia.

20. A continuación seleccione el comando *Replegar* ➤  *Replegar* para plegar la pieza. El proceso de replegado es igual que el de desplegado.

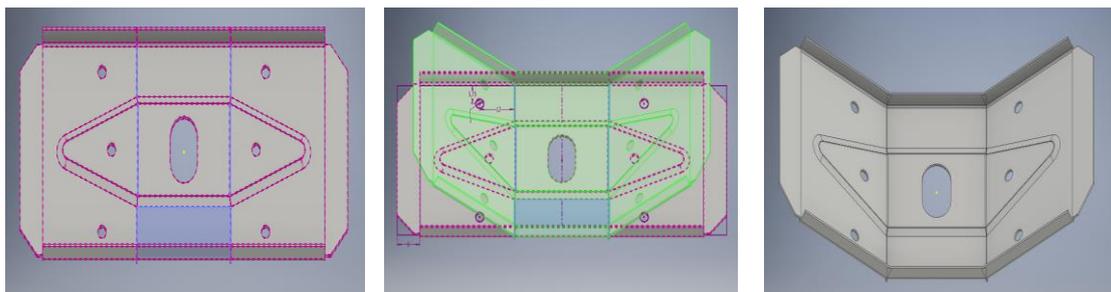


Ilustración 384. Proceso de Replegado sobre Pieza 3. Escuadra de mesa.
Fuente. Elaboración propia.

21. Finalmente se plegará ➤  *Pliegue* el lateral izquierdo de la pieza, siguiendo el mismo procedimiento utilizado en el paso 8.

- En este caso, el ángulo de inclinación del pliegue será 90° y la dirección hacia abajo.

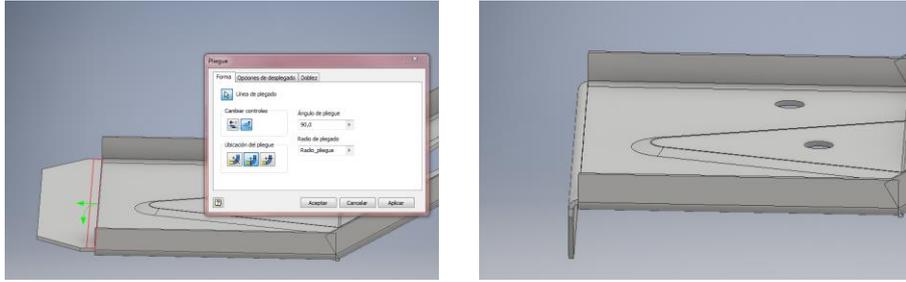


Ilustración 385. Plegado de lateral izquierdo de la pieza. Escuadra de mesa.
Fuente. Elaboración propia.

22. Aplique el comando *Simetría*  *Simetría*, sobre el plano XY, para generar la misma operación sobre el lateral derecho.

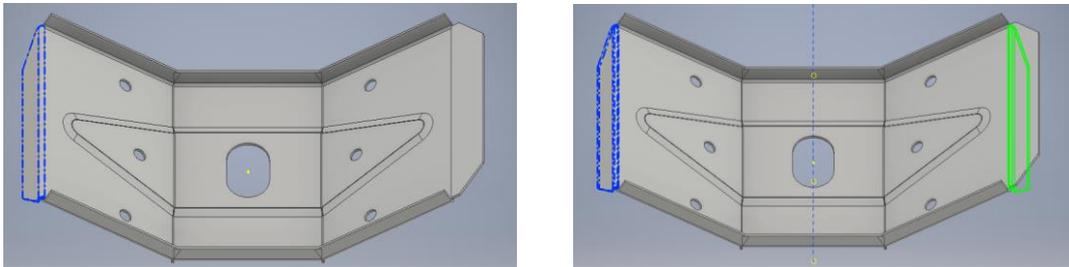


Ilustración 386. Operación Simetría sobre plano XY. Escuadra de mesa.
Fuente. Elaboración propia.

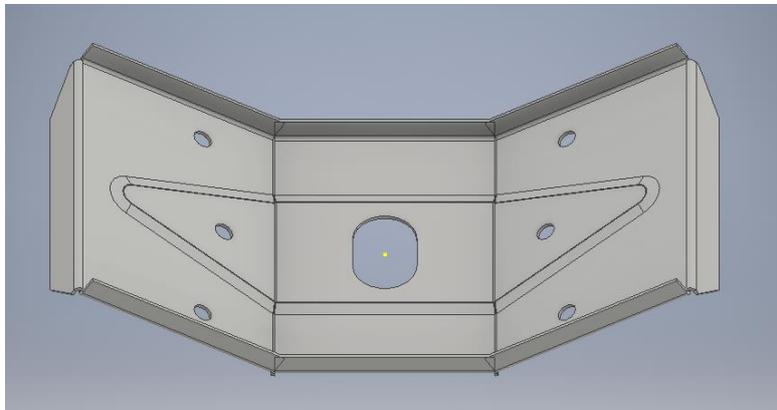


Ilustración 387. Diseño final de la Escuadra de mesa. Escuadra mesa.
Fuente. Elaboración propia.

PIEZA 3. CUBIERTA DE ORDENADOR.

La pieza 3 es la cubierta de una CPU de un ordenador, construida con chapa y formada por un rectángulo principal de 250x250mm.

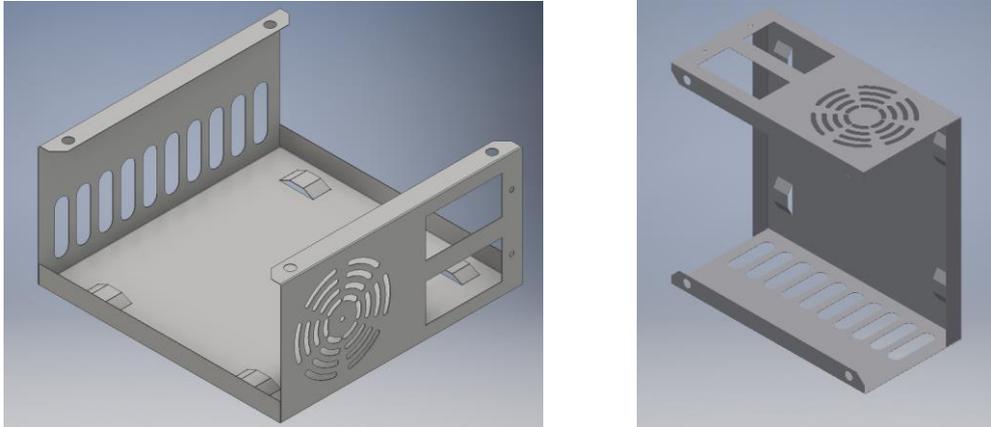


Ilustración 388. Pieza 3. Cubierta de ordenador.
Fuente. Elaboración propia.

El diseño de esta figura ha sido generado mediante comandos del módulo chapa, que han permitido el moldeo de la pieza. Para ello, se deberán seguir los siguientes pasos:

1. Cree un nuevo archivo de pieza tipo chapa, e inicie un boceto sobre el plano XZ.
2. Dibuje mediante el comando *Rectángulo*  , un cuadrado de 250x250mm.

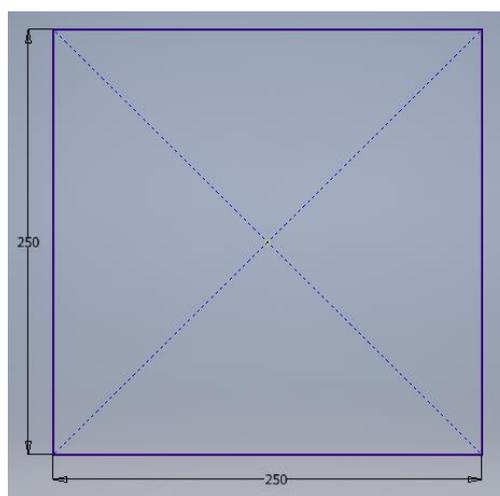


Ilustración 389. Boceto Pieza 3. Cubierta de ordenador.
Fuente. Elaboración propia.

3. Cree una cara de chapa del boceto mediante el comando *Cara*  .

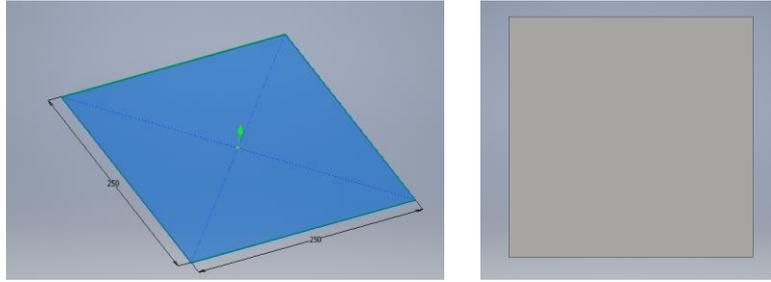


Ilustración 390. Aplicación del comando Cara sobre Pieza 3. Cubierta de ordenador.
Fuente. Elaboración propia.

4. Sobre la nueva cara, genere dos pestañas de 125mm ➤ .
- Configure las pestañas con un ángulo de plegado de 90°, y las opciones de *plegar desde cara adyacente* y *plegar desde la intersección de las dos caras exteriores*.

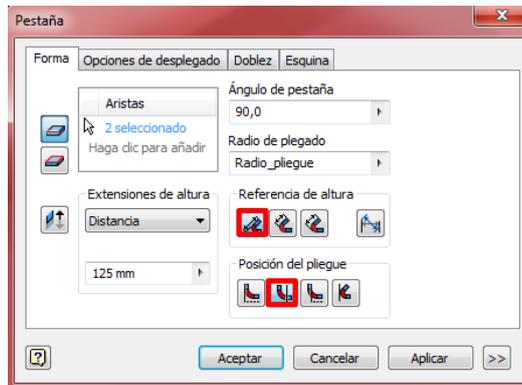


Ilustración 391. Configuración del comando Pestaña sobre Pieza 3. Cubierta de ordenador.
Fuente. Elaboración propia.

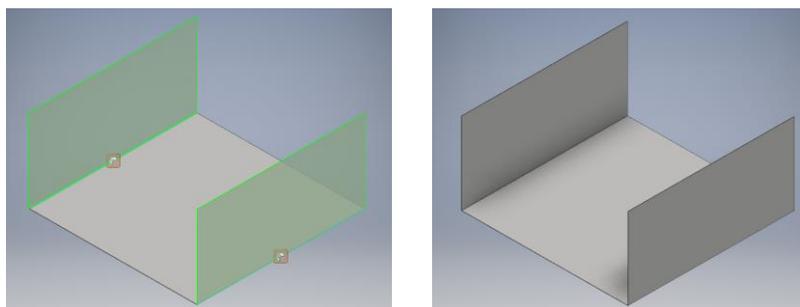


Ilustración 392. Aplicación del comando Pestaña de 125mm sobre Pieza 3. Cubierta de ordenador.
Fuente. Elaboración propia.

5. Vuelva a aplicar el comando *Pestaña* ➤  con la misma configuración anterior, pero con una extensión de 20mm.
- Aplique las pestañas sobre las aristas mostradas en la *Ilustración 394*.

- Como una de las pestañas tiene diferente dirección, se generarán por una parte tres pestañas en una operación, y la que presenta diferente dirección en otra operación individual.

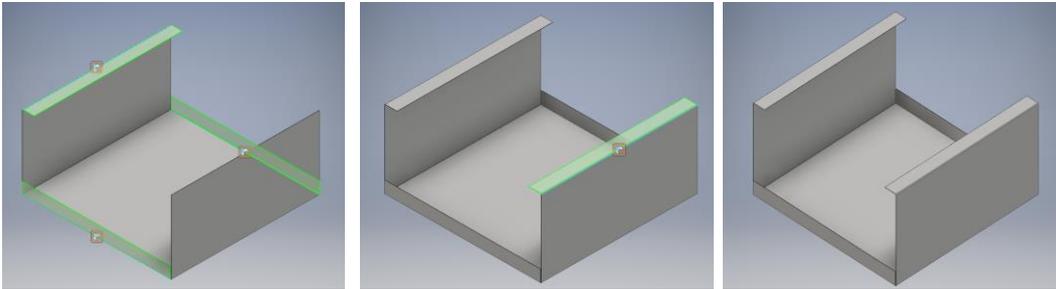


Ilustración 393. Aplicación del comando Pestaña de 20mm sobre Pieza 3. Cubierta de ordenador.
Fuente. Elaboración propia.

6. Una vez generadas las pestañas, modifique las esquinas existentes mediante el comando *Modificación de esquinas* ➤  .

- Aplique sobre las cuatro esquinas la configuración definida en la *Ilustración 395*.

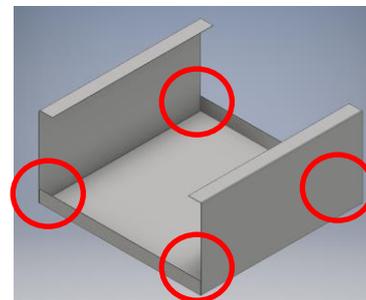
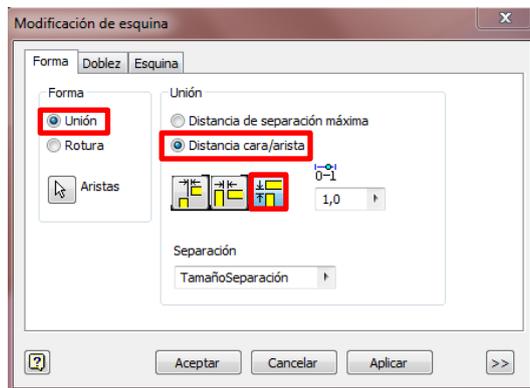


Ilustración 394. Configuración del comando Modificación de esquinas sobre Pieza 3. Cubierta de ordenador.
Fuente. Elaboración propia.

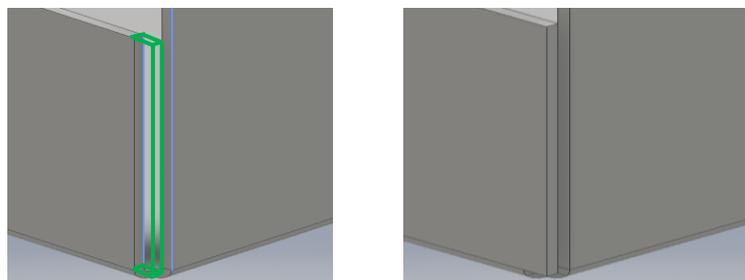


Ilustración 395. Modificación de esquinas sobre Pieza 3. Cubierta de ordenador.
Fuente. Elaboración propia.

7. Seleccione el comando *Desplegar* ➤  *Desplegar* .

- Defina como referencia estacionaria ➤  Referencia estacionaria (A) la cara de referencia sobre la que se desplegará la pieza.
- Seleccione la opción de *desplegar todos los pliegues* ➤  Pliegues ➤  Añadir todos los pliegues .
- Seleccione “Aceptar” para aplicar los cambios.

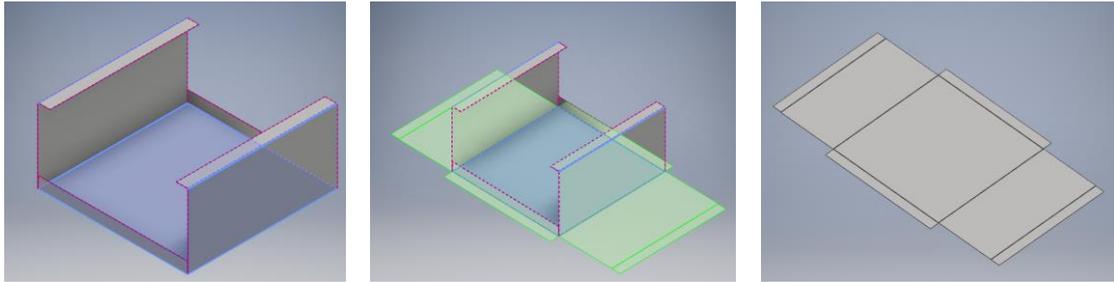


Ilustración 396. Aplicación del comando Pestaña de 20mm sobre Pieza 3. Cubierta de ordenador.
Fuente. Elaboración propia.

8. Genere un nuevo boceto. En este punto nos centraremos en el boceto de la pestaña marcada en la *Ilustración 398* sobre la que se aplicará un patrón circular de ranuras definidas por tres puntos.

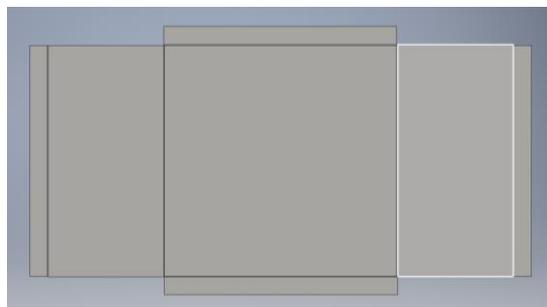


Ilustración 397. Boceto Parte1 sobre pestaña de la Pieza 6. Cubierta de ordenador.
Fuente. Elaboración propia.

- Divida la pestaña por la mitad, y en el centro de la mitad posterior marque el centro y trace una línea horizontal. A continuación, dibuje dos rectas de 70mm que formen con respecto a la recta horizontal 160° y 160° , y una última recta con la misma extensión que forme 90° .
- A continuación sobre el centro marcado, dibuje círculos de diámetros comprendidos entre 30mm y 100mm, con una diferencia de 10mm entre cada uno.

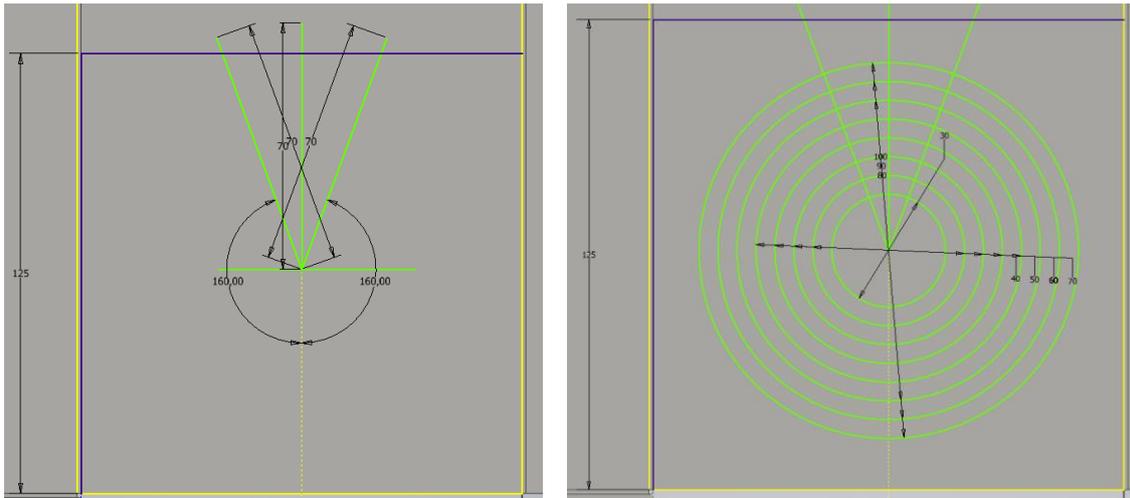


Ilustración 398. Elaboración de boceto sobre parte superior de la pestaña 1 I. Cubierta de ordenador.
Fuente. Elaboración propia.

- Para identificar la mitad de cada uno de los lados que definirán los puntos de las ranuras, trace rectas que vayan desde la intersección círculo-recta, hasta su contigua.
 - Cada una de las rectas rojas limitadas entre los círculos amarillos, definen las rectas individuales que se deben trazar.

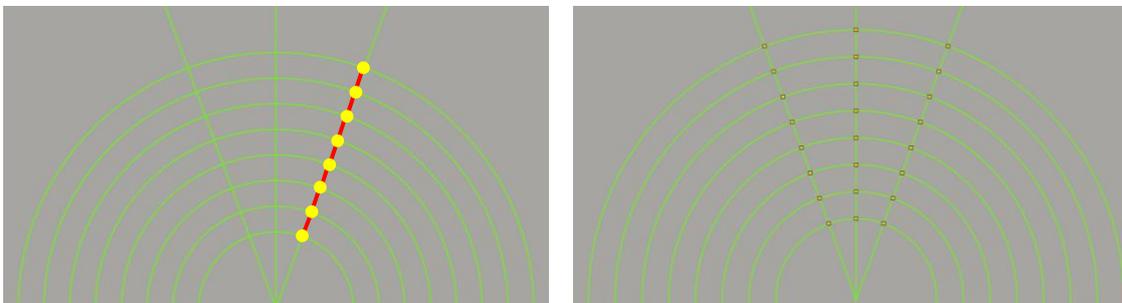


Ilustración 399. Elaboración de boceto sobre parte superior de la pestaña 1 II. Cubierta de ordenador.
Fuente. Elaboración propia.

- Genere una ranura definida por tres puntos, cada uno de los cuales será el punto medio de las rectas creadas en el paso anterior.
- Los puntos medios vienen definidos en verde al pasar el cursor sobre la línea.



Ilustración 400. Generación de ranuras sobre parte superior de la pestaña 1 III. Cubierta de ordenador.
Fuente. Elaboración propia.

- Genere ranuras y elimine las líneas sobrantes hasta obtener el boceto de la *Ilustración 402*.

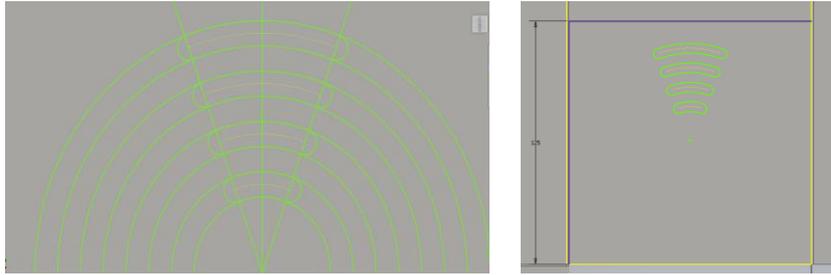


Ilustración 401. Elaboración de boceto sobre parte superior de la pestaña 1 IV. Cubierta de ordenador.
Fuente. Elaboración propia.

- Sobre el último diseño, aplique patrón circular para copiar las ranuras definidas.
 - Configure 6 copias con un espaciado angular de 360°.

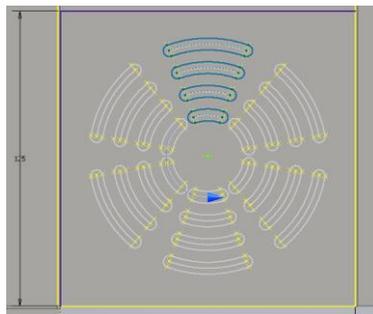


Ilustración 402. Patrón circular sobre parte superior de la pestaña 1 de la Pieza 3 V. Cubierta de ordenador.
Fuente. Elaboración propia.

- En la mitad superior de la pestaña dibuje dos rectángulos de 40x80mm, que disten de la parte superior 20mm y alineados con el círculo de 100mm de diámetro de la parte inferior.

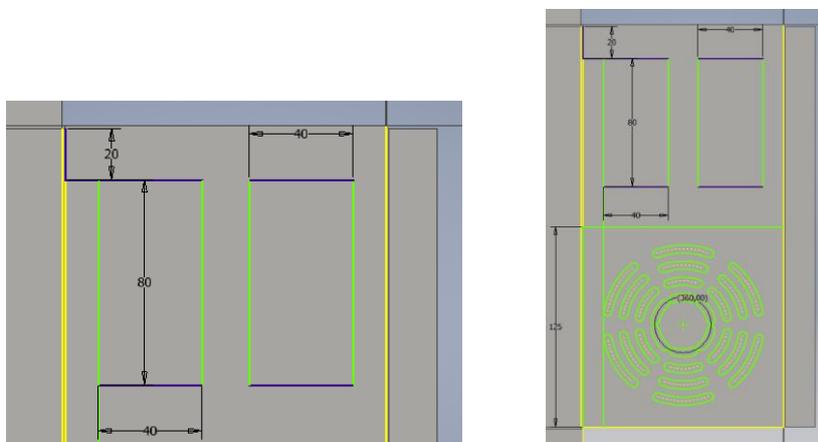


Ilustración 403. Boceto parte superior de la pestaña 1 de la Pieza 3 I. Cubierta de ordenador.
Fuente. Elaboración propia.

- A una distancia de 10mm de la parte superior y tomando como referencia el punto medio de la arista superior de los rectángulos, trace dos círculos de 5mm.

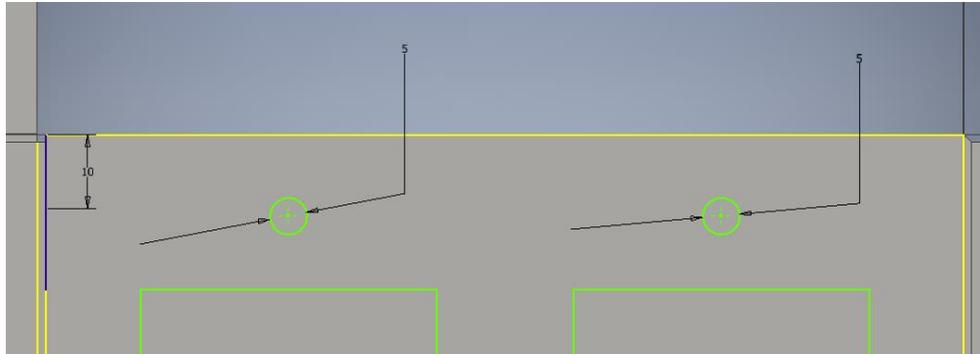


Ilustración 404. Boceto parte superior de la pestaña 1 de la Pieza 3 II. Cubierta de ordenador.
Fuente. Elaboración propia.

- Finalmente, sobre la segunda pestaña de este lateral, dibuje un círculo de 10mm.

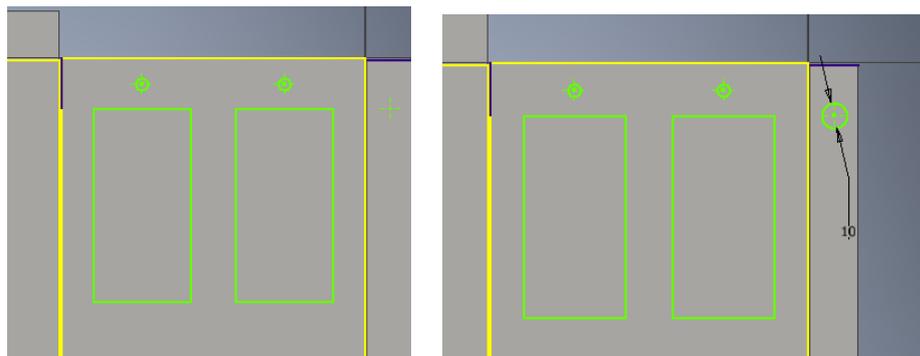


Ilustración 405. Boceto parte superior de la pestaña 1 de la Pieza 3 III. Cubierta de ordenador.
Fuente. Elaboración propia.

9. Con el mismo boceto, se diseñará la pestaña izquierda de la cubierta del ordenador. En ella, se aplicará un patrón rectangular de ranuras definidas de centro a centro.

- Trace una recta de 40mm que diste 20mm de la parte superior y del lateral derecho.
- Dibuje una ranura definida por sus dos centros.
 - Los límites de la recta serán los centros de la primera ranura.
 - Su diámetro será de 15mm.

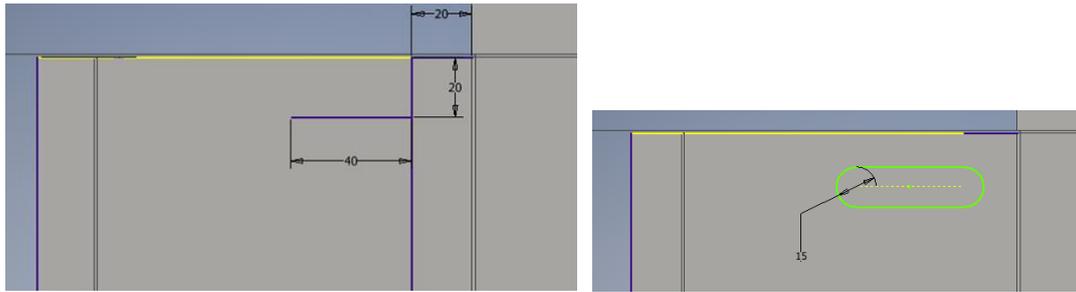


Ilustración 406. Boceto parte superior de la pestaña 2 de la Pieza 3. Cubierta de ordenador.
Fuente. Elaboración propia.

- Aplique un patrón rectangular para copiar la ranura. Defina 10 copias con una separación entre las mismas de 23mm.

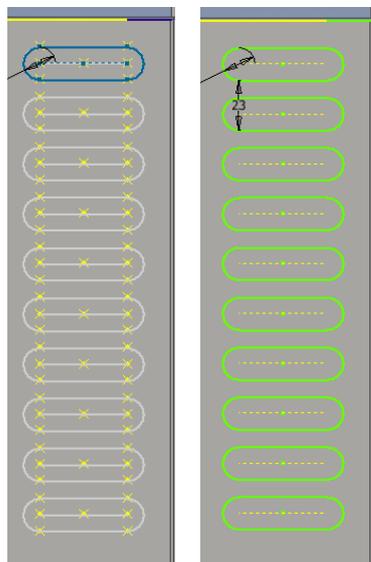


Ilustración 407. Aplicación de patrón rectangular sobre pestaña 2 de la Pieza 3. Cubierta de ordenador.
Fuente. Elaboración propia.

10. Con el mismo boceto, se diseñará la parte central de la cubierta del ordenador, en la que se aplicarán dobleces.

- Trace un rectángulo de 35x18mm que diste 12.5mm de la parte superior y 30mm del lateral izquierdo.

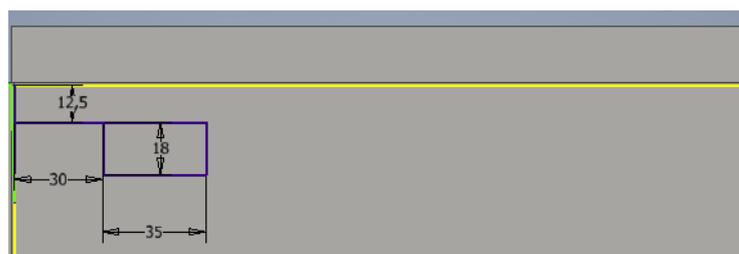


Ilustración 408. Boceto parte superior de la pestaña 2 de la Pieza 3. Cubierta de ordenador.
Fuente. Elaboración propia.

- Sobre el centro de la parte central de la cubierta de ordenador, dibuje unos ejes de coordenadas y aplique el comando *Simetría* utilizando los ejes como referencia.

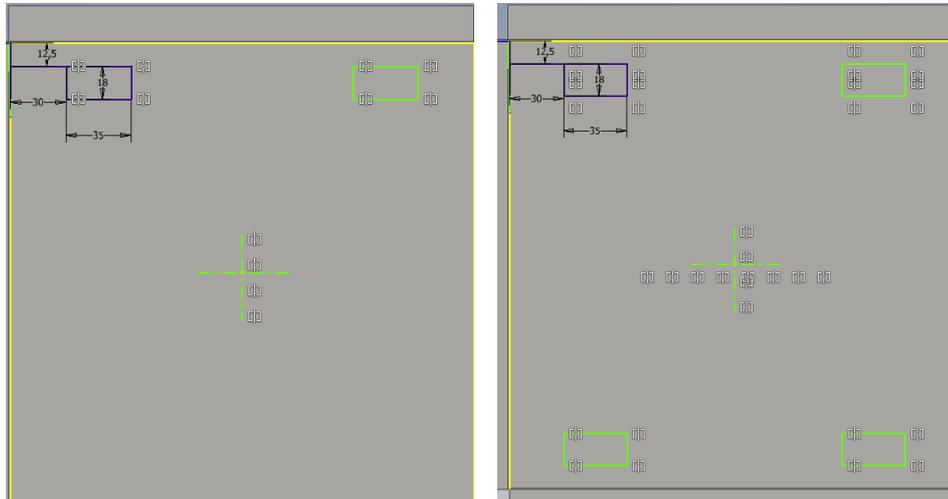


Ilustración 409. Aplicación del comando simetría sobre la parte central de la Pieza 3. Cubierta del ordenador.
Fuente. Elaboración propia.

11. Utilizando el eje de coordenadas creado, vuelva a aplicar el comando de simetría para generar copias del círculo de 10mm de diámetro que fue diseñado en el paso 8 sobre la pestaña de 20mm del lateral derecho.
12. Finalice el boceto.

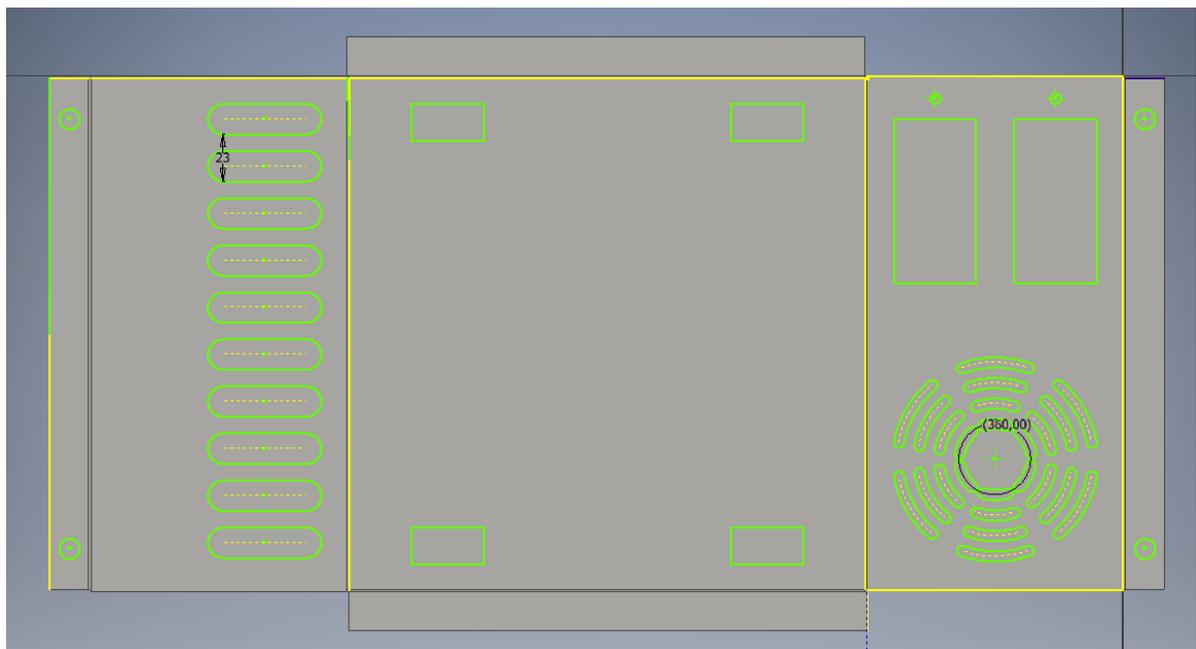


Ilustración 410. Resultado final del boceto de la Pieza 6. Cubierta del ordenador.
Fuente. Elaboración propia.

13. Corte los elementos del boceto diseñados a través del comando *Cortar* ➤ .

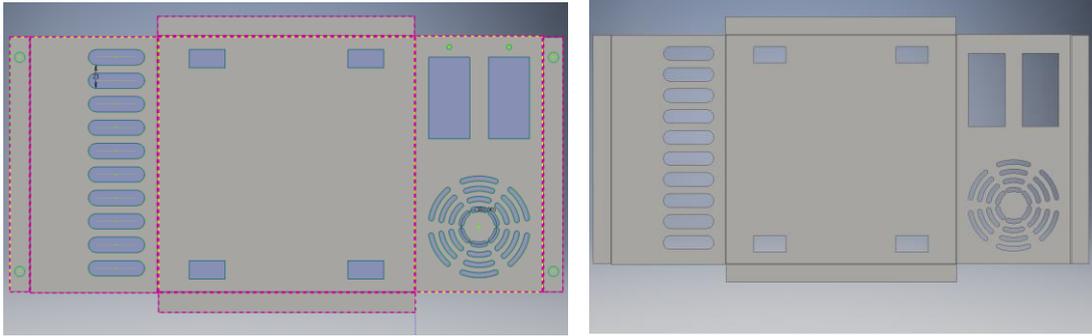


Ilustración 411. Aplicación del comando cortar sobre Pieza 3. Cubierta de ordenador.
Fuente. Elaboración propia.

14. Genere un plano de trabajo XZ desfasado 5mm sobre el origen.

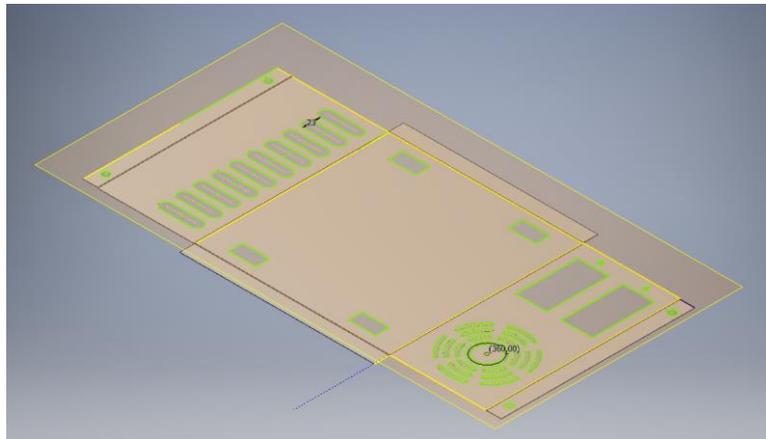


Ilustración 412. Definición de plano XZ desfasado 5mm del origen. Cubierta de ordenador.
Fuente. Elaboración propia.

15. A continuación, inicie un boceto sobre el nuevo plano de trabajo.

- Usando de guía los rectángulos creados en la parte central, busque el centro de los mismos y dibuje un rectángulo de 14x18mm sobre cada uno de ellos.

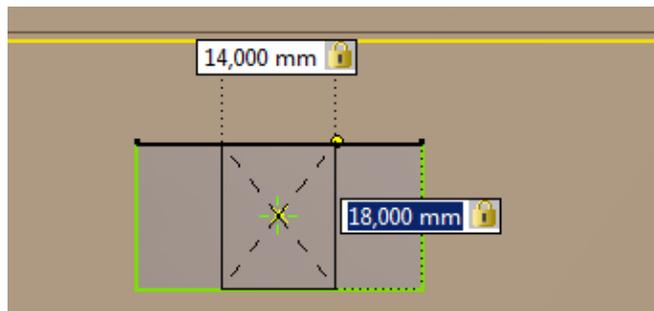


Ilustración 413. Boceto sobre plano desfasado en la Pieza 3. Cubierta de ordenador.
Fuente. Elaboración propia.

16. Con ayuda del comando *Cara* ➤ , cree una lámina metálica sobre cada uno de los rectángulos definidos en el paso anterior.

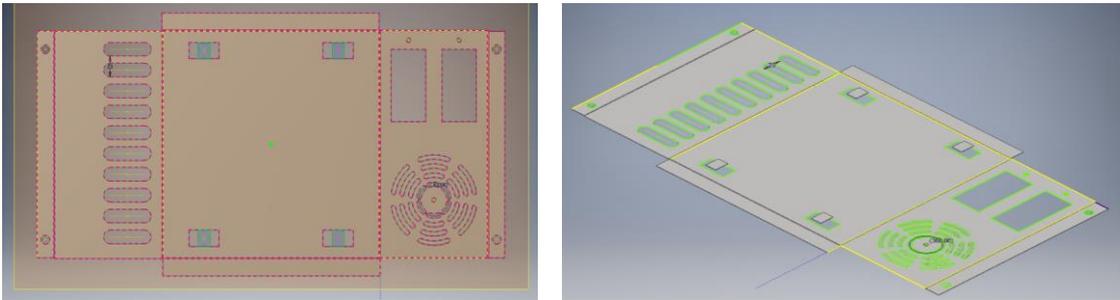


Ilustración 414. Aplicación del comando *Cara* sobre rectángulos del paso 15 de la Pieza 3. Cubierta del ordenador.
Fuente. Elaboración propia.

17. Aplique el comando *Doblez* ➤  *Doblez* para conectar las caras del paso 16 con la parte central de la cubierta del ordenador.

- Seleccione las aristas a conectar y configure la opción “*Ajustar aristas*”.

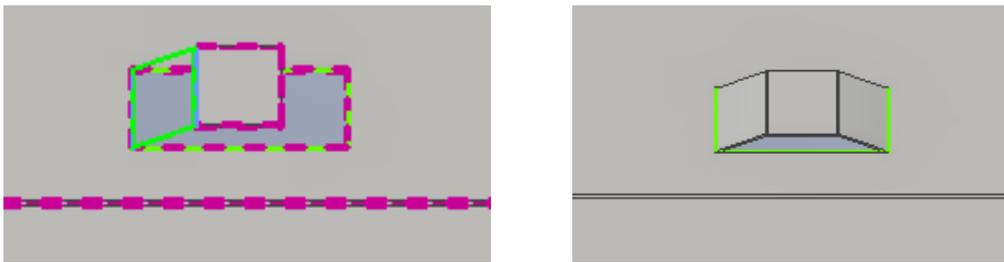


Ilustración 415. Aplicación del comando *Doblez* sobre Pieza 3. Cubierta del ordenador.
Fuente. Elaboración propia.

- Repita el proceso para todas las aristas de las caras.

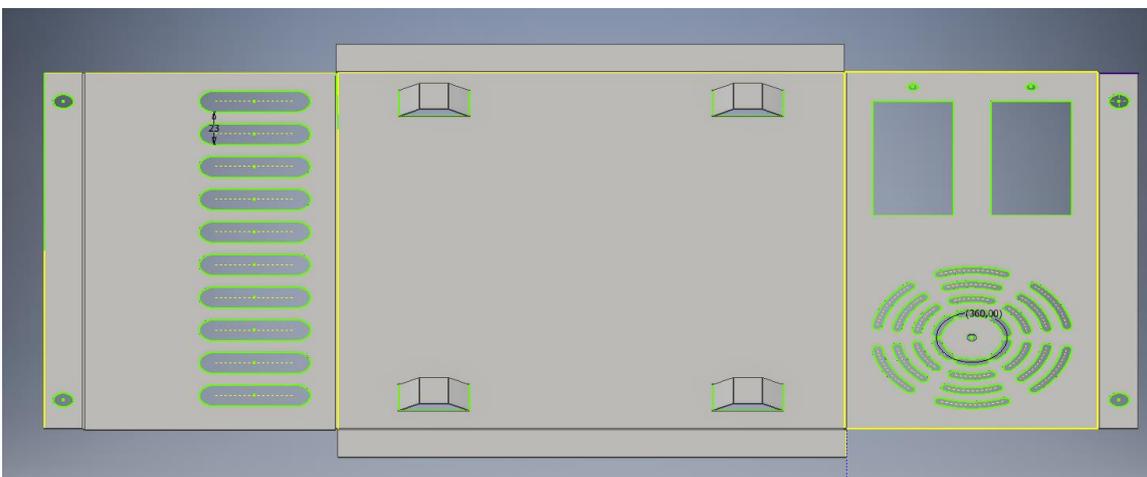


Ilustración 416. Resultado final tras el proceso de *Doblez*. Cubierta del ordenador.
Fuente. Elaboración propia.

18. A continuación seleccione el comando *Replegar* ➤  *Replegar* para plegar la pieza. El proceso de *replegado* es igual que el de *desplegado*.

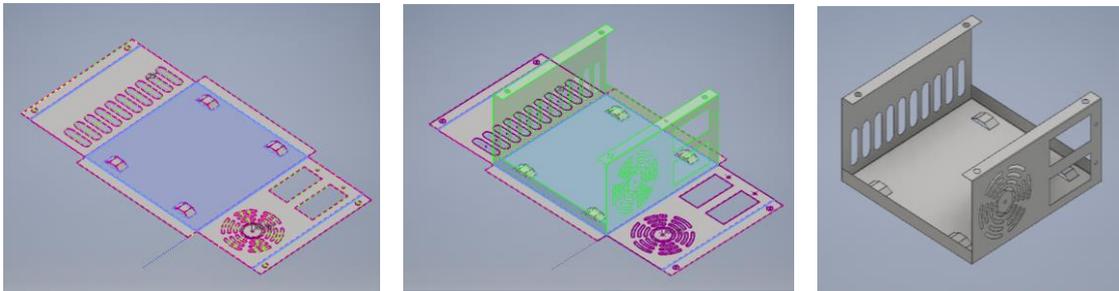


Ilustración 417. Aplicación del comando *Replegar* sobre Pieza 3. Cubierta del ordenador.
Fuente. Elaboración propia.

19. Por último, aplique un chaflán de 10mm sobre las esquinas de las dos pestañas laterales.

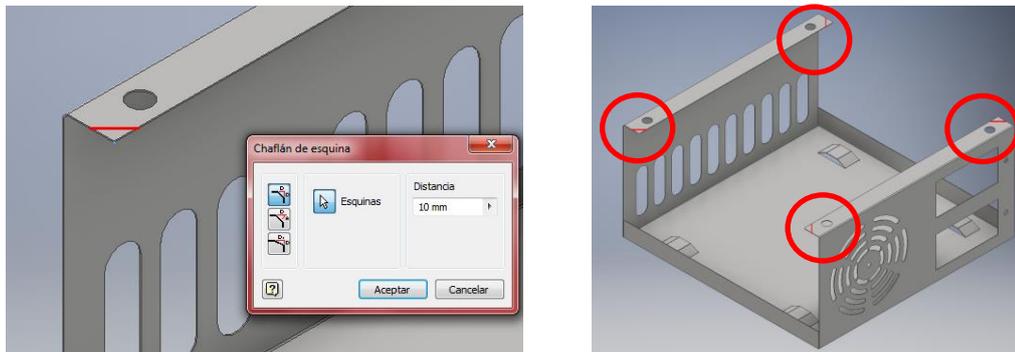


Ilustración 418. Aplicación del comando *Chafán* sobre Pieza 3. Cubierta de ordenador.
Fuente. Elaboración propia.

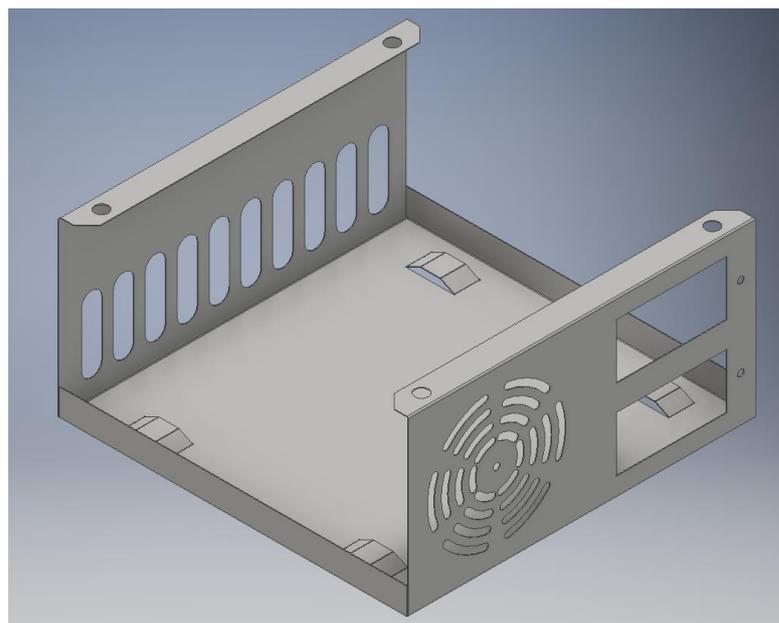


Ilustración 419. Resultado final de la Pieza 3. Cubierta de ordenador.
Fuente. Elaboración propia.

PIEZA 4. ESCUADRA SEMIFLEXIBLE.

La pieza 4 es una escuadra semiflexible, cuyo diseño está basado en la pieza real mostrada en la *Ilustración 421*.



Ilustración 420. Pieza 4. Escuadra de mesa
Fuente. <http://www.mengual.com/> y Elaboración propia, respectivamente.

Para realizar el diseño de la escuadra semiflexible, se deberán seguir los siguientes pasos:

1. Cree un nuevo archivo de pieza tipo chapa, e inicie un boceto sobre el plano XZ.
2. Dibuje una recta de 9mm, con ayuda del comando *Línea* ➤ , y sobre cada uno de sus extremos de trace dos rectas de 18mm que formen un ángulo de 135° con la recta principal.
 - NOTA: Para generar las líneas con los ángulos citados, puede ser útil utilizar el comando *Cota* ➤ .

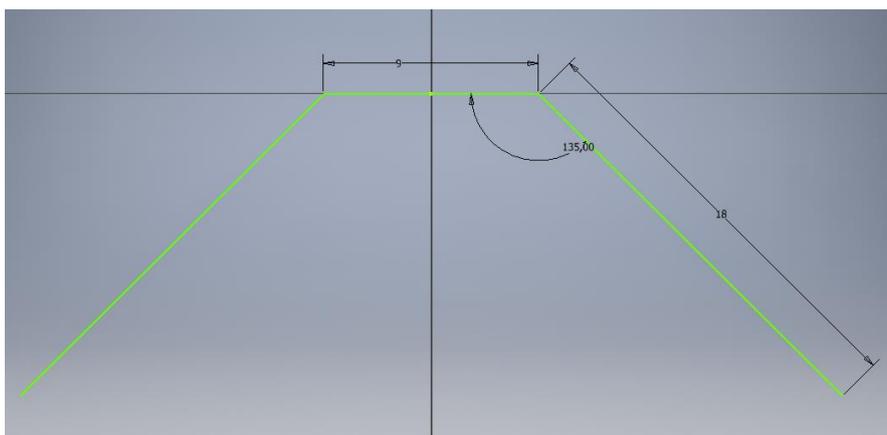


Ilustración 421. Boceto Pieza 4. Escuadra semiflexible.
Fuente. Elaboración propia.

3. Con ayuda del comando *Pestaña de Contorno* ➤ , genere una pestaña metálica a partir del perfil creado.

- Seleccione el boceto ➤  y una extensión de pestaña de 4mm.

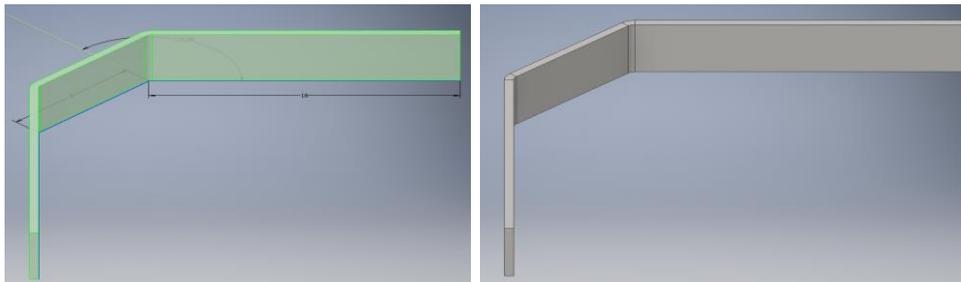


Ilustración 422. Utilización del comando Contorno Pestaña sobre Pieza 4. Escuadra Semiflexible.
Fuente. Elaboración propia.

4. Seleccione el comando *Pestaña* ➤  y aplique una pestaña de 5mm sobre las cuatro aristas destacadas en las *Ilustraciones 424 y 425*.

- Las cuatro pestañas estarán *plegadas desde la cara adyacente* ➤  y con una *referencia de altura desde la intersección de las caras interiores* ➤ .
- Existen dos aristas cuyo ángulo de inclinación será 90°.

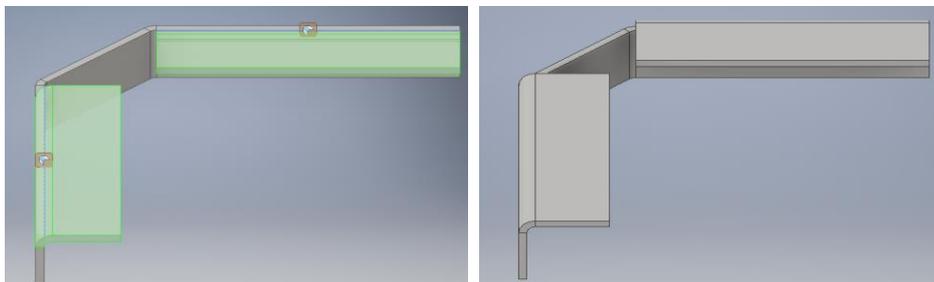


Ilustración 423. Inserción de pestañas metálicas de 90° sobre Pieza 4. Escuadra Semiflexible.
Fuente. Elaboración propia.

- Las otras dos aristas no presentarán ángulo de inclinación, es decir, 0°.

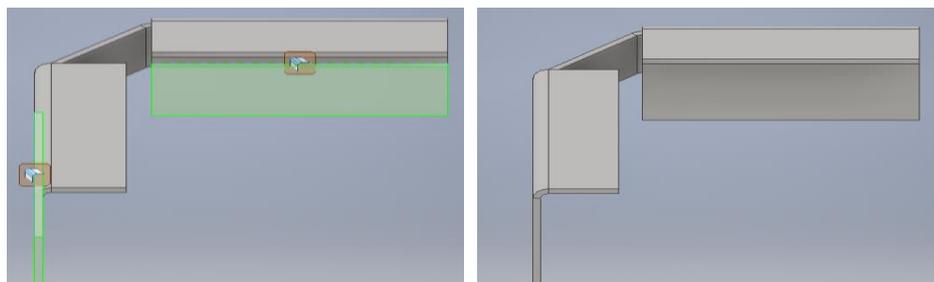


Ilustración 424. Inserción de pestañas metálicas de 0° sobre Pieza 4. Escuadra Semiflexible.
Fuente. Elaboración propia.

5. Genere cuatro bocetos diferentes, uno correspondiente a cada una de las pestañas. Este boceto se utilizará para acortar las pestañas y conseguir unas pestañas de 5x5mm.

- En las pestañas con 90º de inclinación, se realizará el siguiente boceto, para que durante el corte se elimine el pliegue de la pestaña sobrante.

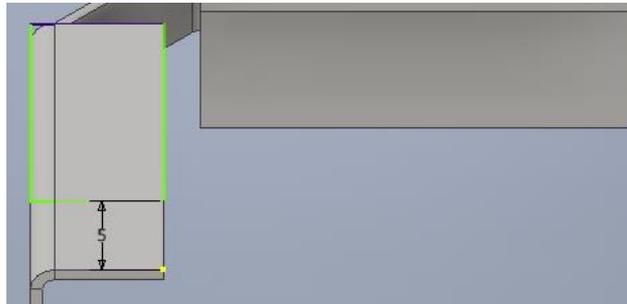


Ilustración 425. Boceto sobre pestañas con 90º de inclinación. Escuadra Semiflexible.
Fuente. Elaboración propia.

- Mientras que en las pestañas de 0º, se deberá realizar otro boceto ya que no hay pliegue que cortar.

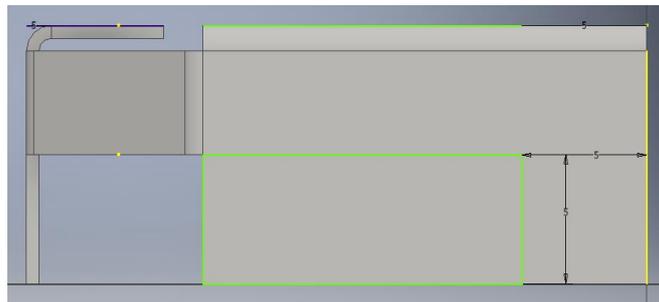


Ilustración 426. Boceto sobre pestañas con 90º de inclinación. Escuadra Semiflexible.
Fuente. Elaboración propia.

6. Seleccione el comando *Cortar* ➤  para acortar las pestañas.

- Seleccione los contornos del boceto a eliminar y establezca un corte normal con una extensión de 1mm.

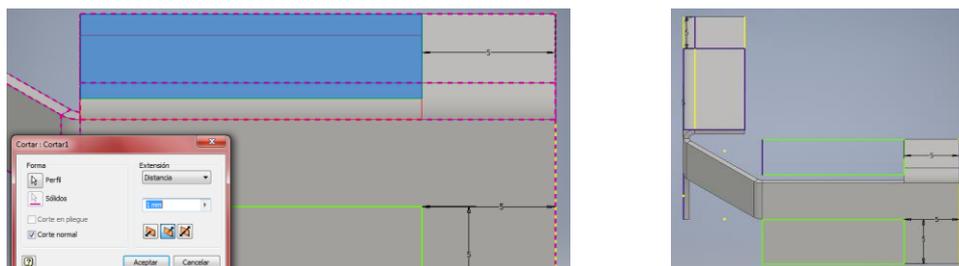


Ilustración 427. Operación de corte sobre Pieza 4. Escuadra Semiflexible.
Fuente. Elaboración propia.

- Repita el proceso sobre los cuatro bocetos hasta obtener la *Ilustración 429*.

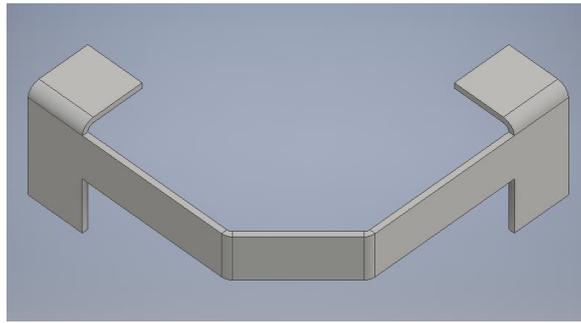


Ilustración 428. Resultado final del proceso de corte en Pieza 4. Escuadra Semiflexible.
Fuente. Elaboración propia.

7. Utilice el comando *Redondeo de esquina* ➤  *Redondeo de esquina* para redondear las esquinas de las nuevas pestañas.

- Configure un radio de redondeo de 1.5mm.

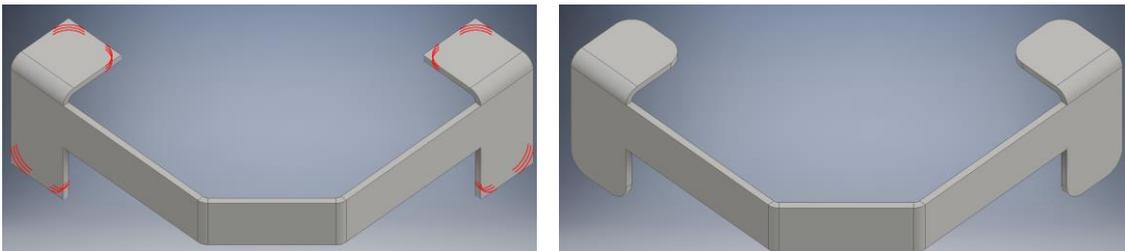


Ilustración 429. Redondeo de esquinas sobre pestañas. Escuadra Semiflexible.
Fuente. Elaboración propia.

8. Genere un nuevo boceto para establecer el centro de los agujeros sobre cada una de las pestañas.

- El centro del agujero se establece a una distancia de 2,5mm de la arista izquierda y 2mm de la arista superior. El diámetro son 2mm.

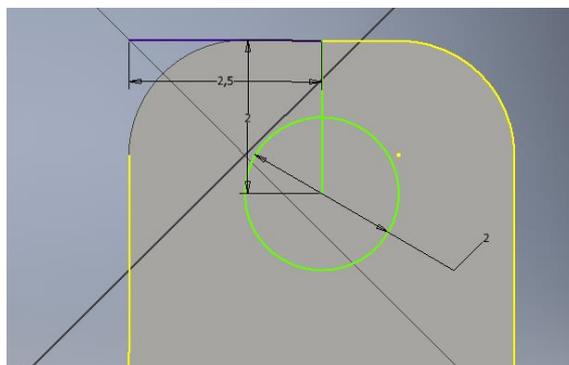


Ilustración 430. Nuevo boceto para establecer el centro de los agujeros. Escuadra Semiflexible.
Fuente. Elaboración propia.

- Repita el proceso sobre cada pestaña.

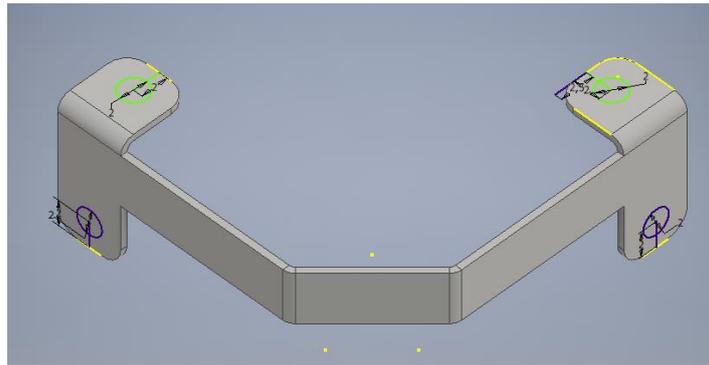


Ilustración 431. Resultado final del paso 8 en Pieza 4. Escuadra Semiflexible.
Fuente. Elaboración propia.

9. Por último, aplique el comando *Agujero* ➤  *Agujero*, para agujerear los círculos creados en el paso anterior.

- Configure la posición “Desde Boceto”, diámetro de 2mm y terminación pasante.

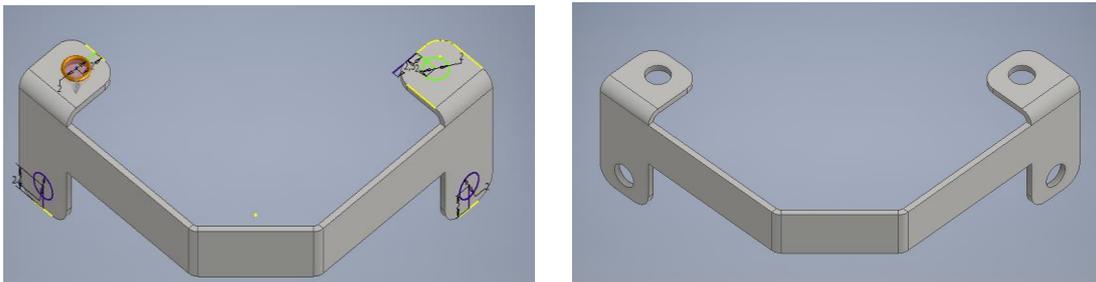


Ilustración 432. Proceso de agujereado sobre Pieza 4. Escuadra Semiflexible.
Fuente. Elaboración propia.

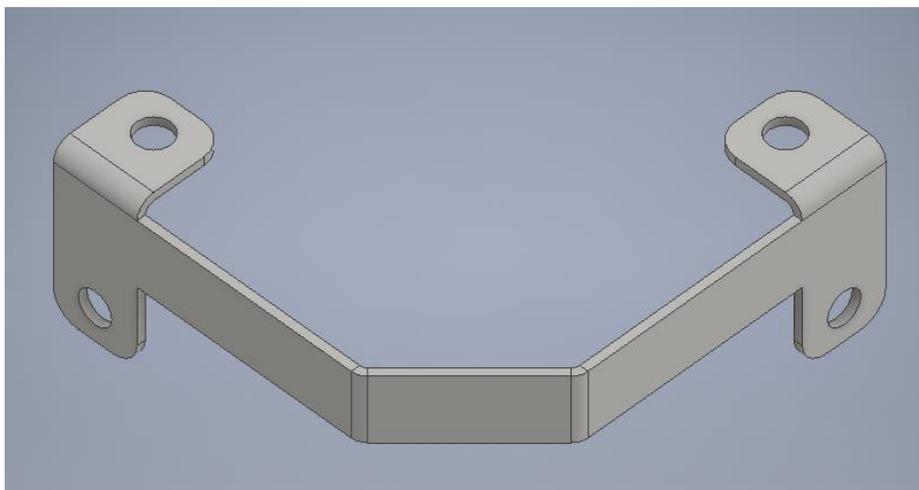


Ilustración 433. Resultado final de la Pieza 4. Escuadra Semiflexible.
Fuente. Elaboración propia.

Antes de concluir el diseño de la pieza, se obtendrá el desarrollo de la misma.

10. Defina el lado superior mediante el comando *Definir Lado A* ➤ .

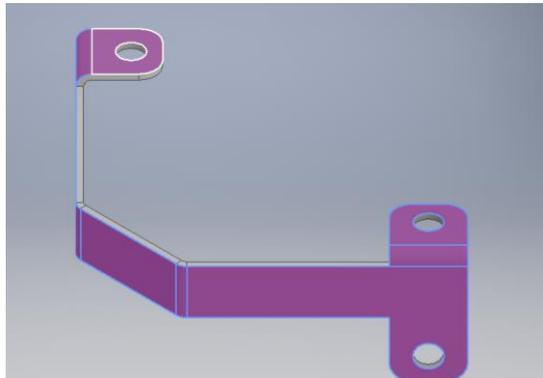


Ilustración 434. Definición de Lado A sobre la Pieza 4. Escuadra semiflexible.
Fuente. Elaboración propia.

11. Seleccione el comando *Desarrollo* ➤  para generar el desplegable de la pieza.

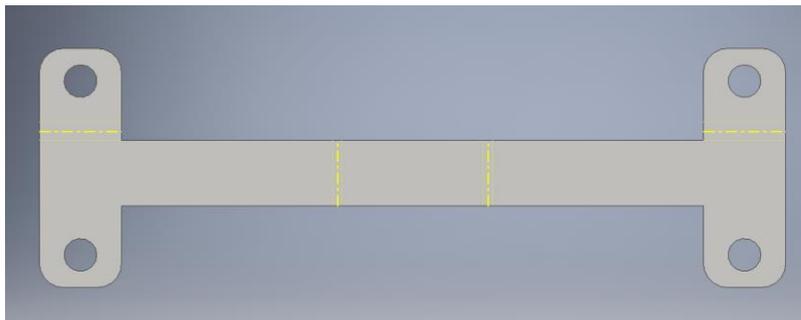


Ilustración 435. Desarrollo de la Pieza 4. Escuadra semiflexible.
Fuente. Elaboración propia.

12. Establezca el orden de los pliegues modificando el valor por defecto.

Seleccione la herramienta *Anotación orden de pliegue* ➤ .

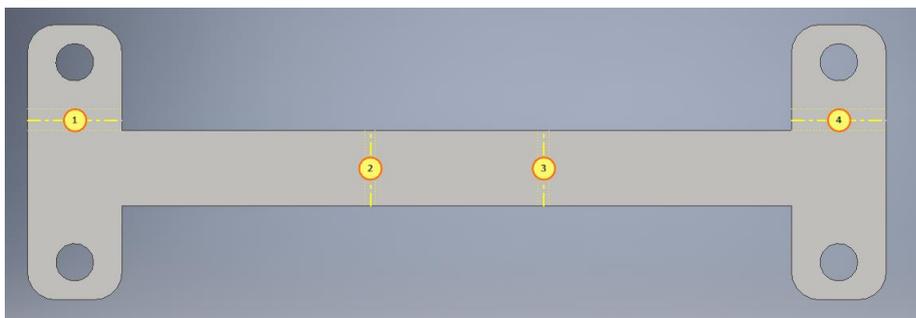


Ilustración 436. Secuencia de orden de pliegue por defecto. Escuadra semiflexible.
Fuente. Elaboración propia.

13. Haga click con el botón derecho del ratón sobre uno de los números de la secuencia y seleccione *Reordenación secuencial*.

- Defina la secuencia de los pliegues pulsando sobre ellos. A medida que se seleccionen los iconos, su valor se irá modificando automáticamente y estableciendo el orden definido al pulsar.

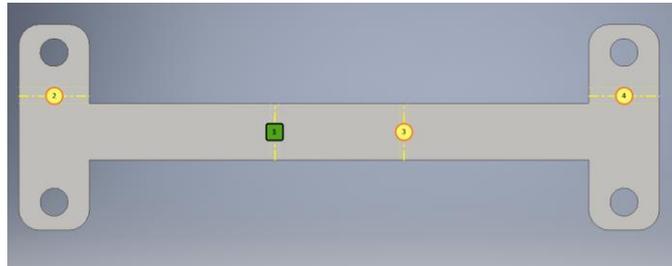


Ilustración 437. Proceso de Reordenación secuencial I. Escuadra semiflexible.
Fuente. Elaboración propia.

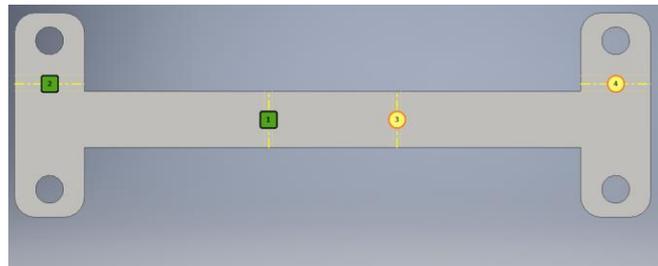


Ilustración 438. Proceso de Reordenación secuencial II. Escuadra semiflexible.
Fuente. Elaboración propia.

- Cuando haya acabado la secuencia, vuelva a hacer click con el botón derecho del ratón sobre uno de los números de la secuencia y pulse *“Aceptar”*.

14. Por último, obtenga la extensión máxima haciendo click con el botón derecho sobre la entrada Desarrollo del navegador y pulse *“Extensión”*.

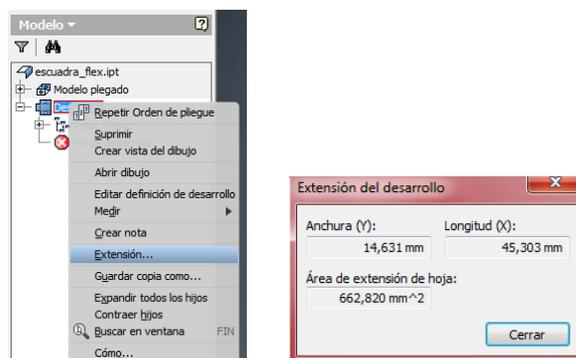


Ilustración 439. Extensión máxima de la Pieza 4. Escuadra semiflexible.
Fuente. Elaboración propia.

PIEZA 5. CHAPA DE BOTELLA DE VIDRIO.

La pieza 5 es una chapa de botella de 27mm de diámetro y 0.2mm de espesor.

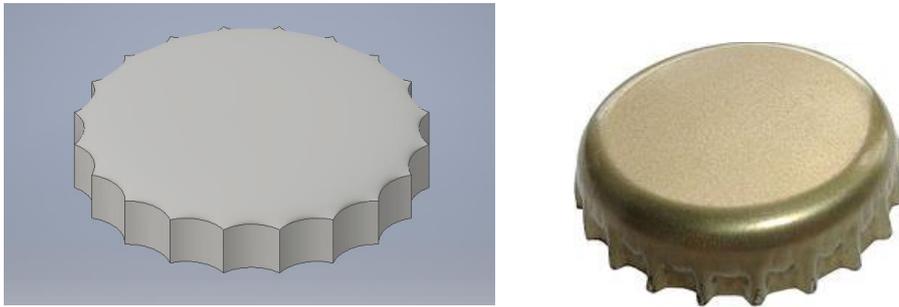


Ilustración 440. Pieza 5. Chapa de botella de vidrio.

Fuente. Elaboración propia y https://es.wikipedia.org/wiki/Tap%C3%B3n_corona, respectivamente.

El diseño de esta figura ha sido generado mediante herramientas de superficies, que han permitido el moldeo de la pieza. Para ello, se deberán seguir los siguientes pasos:

1. Cree un nuevo archivo de pieza tipo chapa, e inicie un boceto sobre el plano XZ.
2. Dibuje dos círculos concéntricos de 27mm y 25.5mm de diámetro, cada uno.

Con ayuda del comando *Polígono* ➤ , genere dos polígonos regulares de 20 lados inscritos a los círculos dibujados.

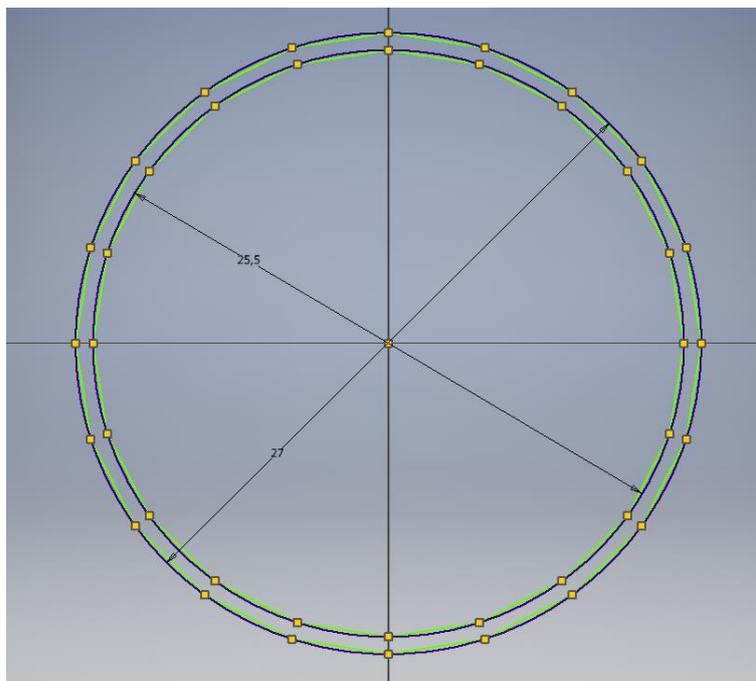


Ilustración 441. Boceto inicial de la Pieza 5. Chapa de botella de vidrio.

Fuente. Elaboración propia.

- Trace un arco definido por tres puntos, cuyo inicio y final los marque dos vértices contiguos del polígono inscrito en el círculo de 27mm y el radio esté definido por la tangente entre el arco formado y la recta del polígono inscrito en el círculo de 25.5mm.

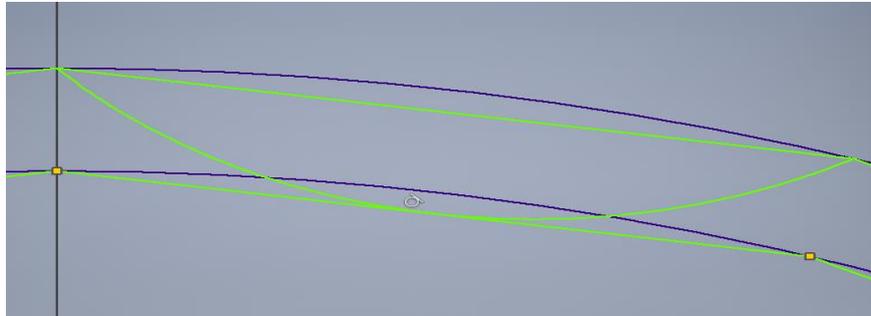


Ilustración 442. Definición del arco de la Pieza 5. Chapa de botella de vidrio.
Fuente. Elaboración propia.

- Defina los ejes del origen y borre hasta obtener un boceto igual al de la *Ilustración 444*.

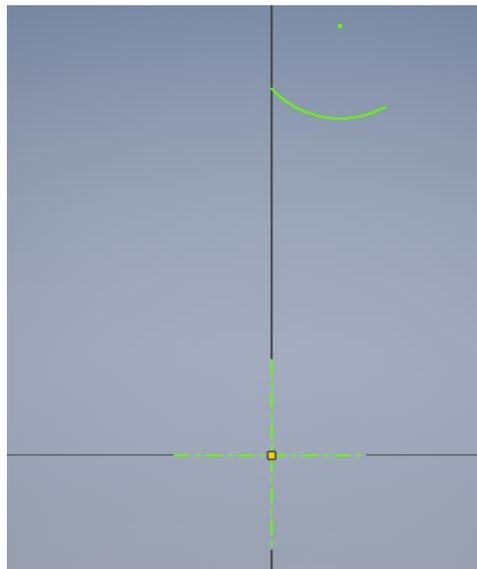


Ilustración 443. Modificación del boceto inicial de la Pieza 5. Chapa de botella de vidrio.
Fuente. Elaboración propia.

- Ejecute el *Patrón Circular* ➤  *Circular* .
 - Con el selector de geometría activo ➤  *Geometría* , defina el arco como la geometría a copiar. A continuación con el selector de eje activo ➤  *Eje* , defina el origen de coordenadas marcado con los ejes.

- Introduzca 20 copias con espaciado angular entre las mismas de 360° ➤

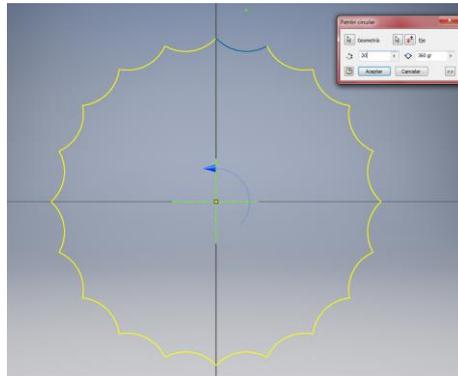


Ilustración 444. Resultado del boceto tras aplicar patrón circular. Chapa de botella de vidrio.
Fuente. Elaboración propia.

- Copie el boceto ➤  Copiar y péguelo en otra parte del espacio de trabajo. Sobre él, marque el centro y aplíquele una escala de 0.95 ➤  Escala (tomando el centro como punto de referencia).

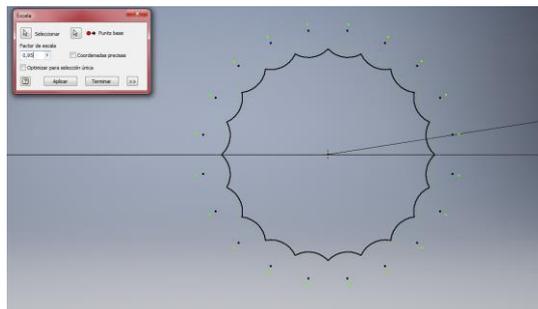


Ilustración 445. Copia y Escala de 0.95 aplicada sobre la Pieza 5. Chapa de botella de vidrio.
Fuente. Elaboración propia.

- A continuación, desplace la copia ➤  Desplazar hasta el centro del primer boceto, hasta obtener:

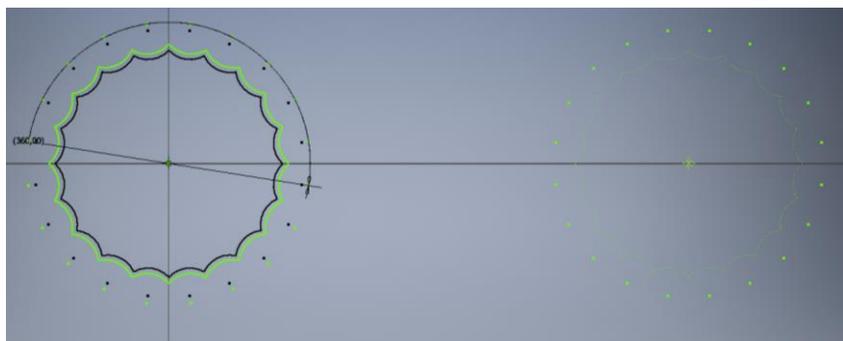


Ilustración 446. Comando desplazar sobre la Pieza 5. Chapa de botella de vidrio.
Fuente. Elaboración propia.

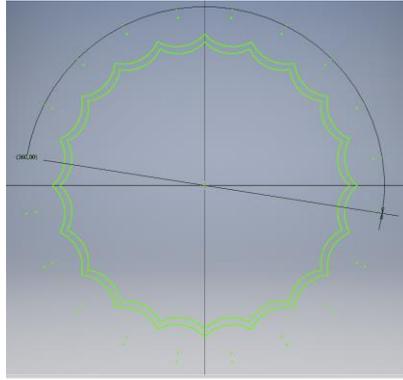


Ilustración 447. Resultado final del boceto de la Pieza 5. Chapa de botella de vidrio.
Fuente. Elaboración propia.

8. Genere una *Superficie de contorno* ➤  **Superficie de contorno** definida por los dos perfiles creados en el boceto anterior.

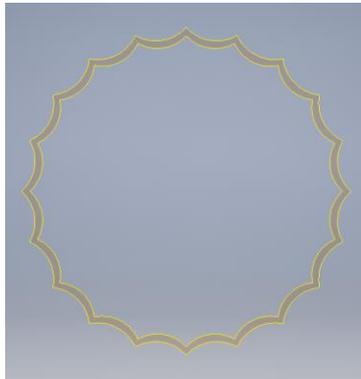


Ilustración 448. Superficie de contorno normal aplicada sobre el boceto de la Pieza 5. Chapa de botella de vidrio.
Fuente. Elaboración propia.

9. Sobre el perfil mayor de la superficie de contorno, defina una *Superficie reglada* ➤  **Superficie reglada** normal a las aristas, con una extensión de 4mm.

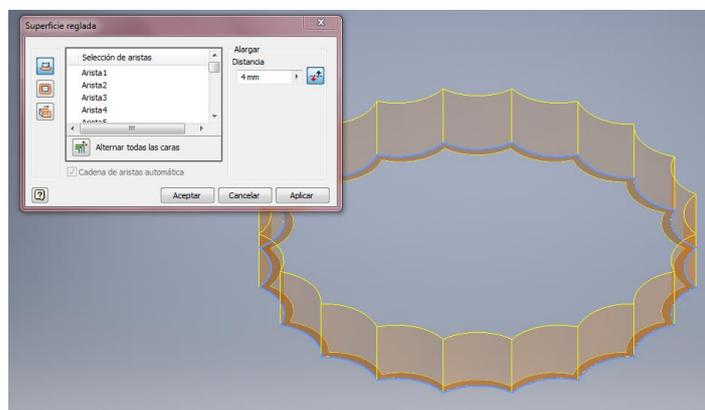


Ilustración 449. Superficie reglada parte externa de la Pieza 5. Chapa de botella de vidrio.
Fuente. Elaboración propia.

10. A continuación, sobre la cara superior de la superficie reglada, genere una *Superficie de contorno* ➤  *Superficie de contorno* de tipo tangente y con un peso de 0.2.

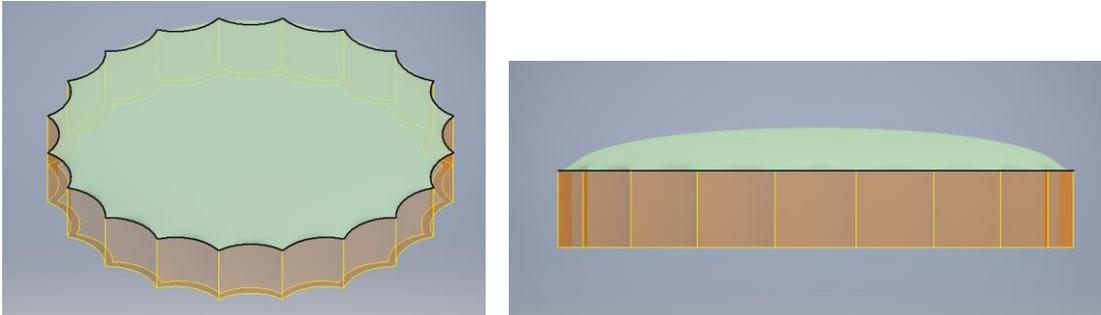


Ilustración 450. Superficie de contorno tangente parte externa. Chapa de botella de vidrio.
Fuente. Elaboración propia.

11. Una vez realizado, se repetirá el proceso para la parte interna de la chapa.

- Para facilitar el diseño, quite la visibilidad.
- Genere la *Superficie reglada* ➤  *Superficie reglada* de tipo normal y de 3.8mm de extensión.

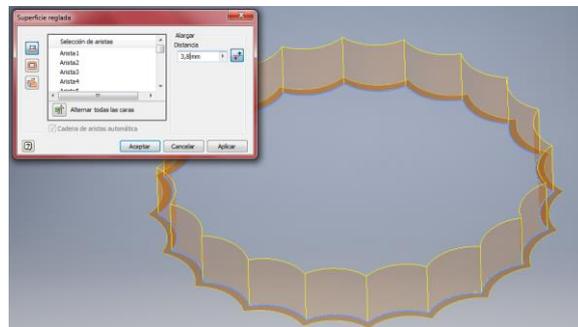


Ilustración 451. Superficie reglada parte externa de la Pieza 5. Chapa de botella de vidrio.
Fuente. Elaboración propia.

- Defina la *Superficie de contorno* de la parte interna, de tipo tangente y con un valor igual a 0.2 de peso ➤  *Superficie de contorno* .

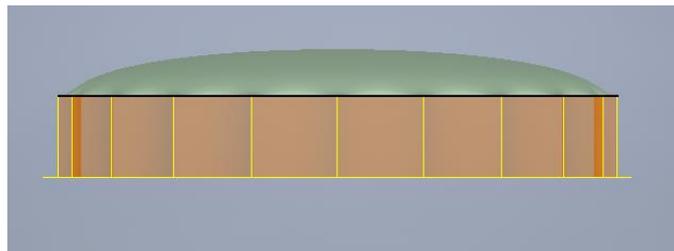


Ilustración 452. Superficie de contorno tangente parte interna. Chapa de botella de vidrio.
Fuente. Elaboración propia.

12. Por último, active la visibilidad de las superficies definidas y con ayuda del comando *Coser* ➤  *Coser* , una todas las superficies.

- Desactive la pestaña “*Mantener como superficie*” ➤ *Mantener como superficie* .
- Al haber formado un volumen cerrado se transformará en un cuerpo sólido.

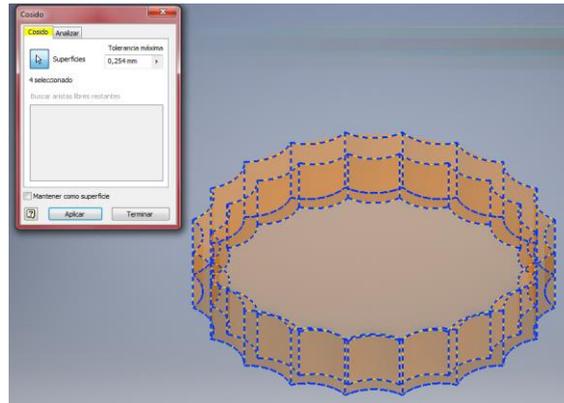


Ilustración 453. Aplicación del comando *coser* sobre Pieza 5. Chapa de botella de vidrio.
Fuente. Elaboración propia.

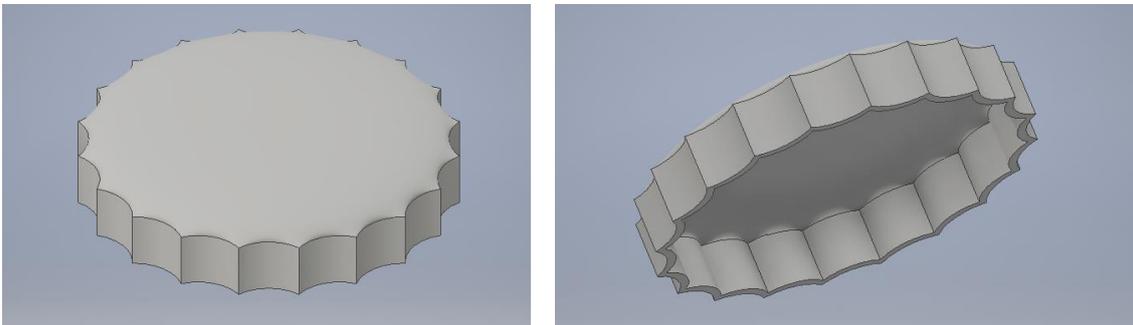


Ilustración 454. Resultado final de chapa de botella de vidrio.
Fuente. Elaboración propia.

PIEZA 6. CAFETERA.

La pieza 6 es una cafetera generada mediante el moldeo de superficies. Para realizar el diseño, se deberán seguir los siguientes pasos:

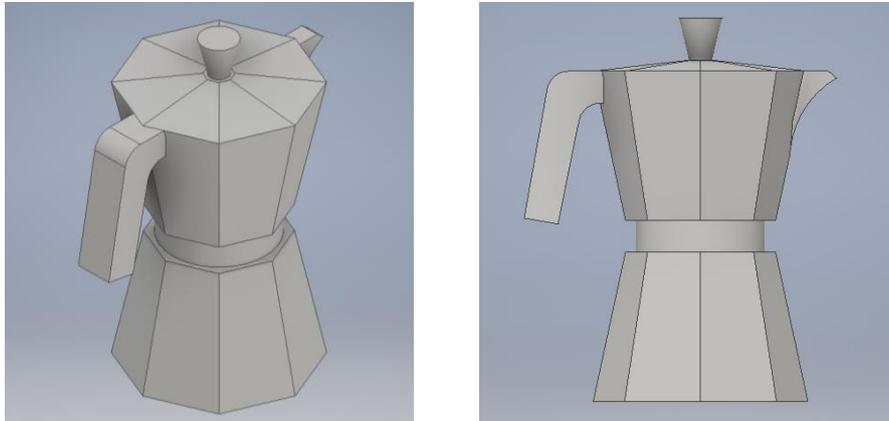


Ilustración 455. Pieza 6. Cafetera.
Fuente. Elaboración propia.

1. Cree un nuevo archivo de pieza tipo chapa, e inicie un boceto sobre el plano XZ.
2. Sobre el boceto, dibuje un círculo de 10mm de diámetro e introduzca un polígono regular de 8 lados inscrito en él.
 - Borre el círculo utilizado como referencia quédese solo con el polígono.

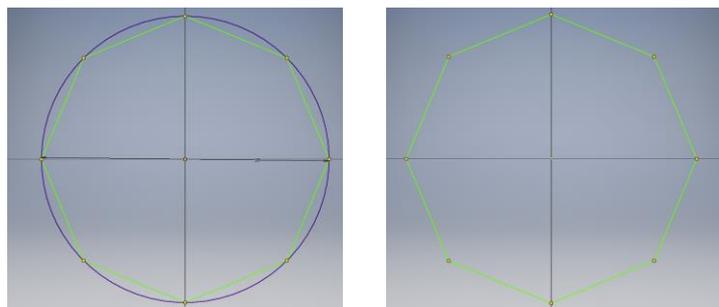


Ilustración 456. Boceto 1 de la Pieza 6. Cafetera.
Fuente. Elaboración propia.

3. A continuación, genere un plano de trabajo XZ desfasado 7mm sobre el origen, e inicie un nuevo boceto.
4. Sobre el boceto 2, dibuje un círculo de 7mm de diámetro e introduzca un polígono regular de 8 lados inscrito en él.
 - Borre el círculo utilizado como referencia quédese solo con el polígono.

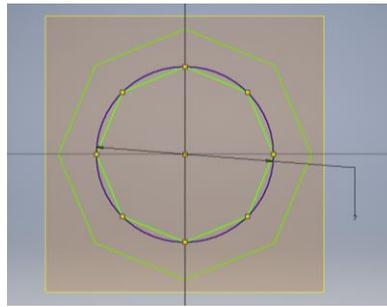


Ilustración 457. Boceto 2 de la Pieza 6. Cafetera.
Fuente. Elaboración propia.

5. Genere una *Superficie de contorno* ➤  *Superficie de contorno* sobre el *Boceto1* y *Boceto2*, de manera individual.

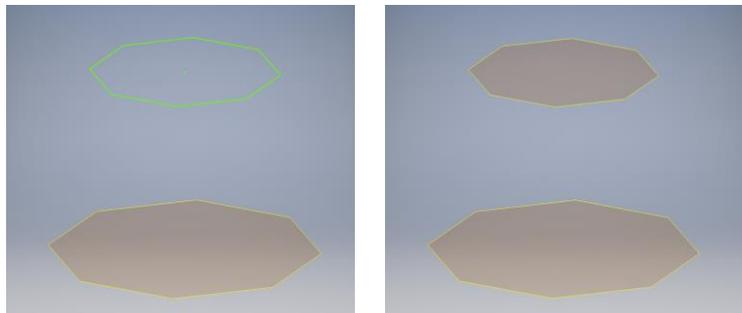


Ilustración 458. Superficie de Contorno sobre Boceto1 y Boceto 2 de la Pieza 6. Cafetera.
Fuente. Elaboración propia.

6. A continuación, vuelva a ejecutar el comando *Superficie de contorno* ➤  *Superficie de contorno* , para generar una superficie de entre las dos superficies creadas en el paso anterior. Esta operación generará la base.
- Esta acción genera el mismo resultado que el comando *Solevación*.

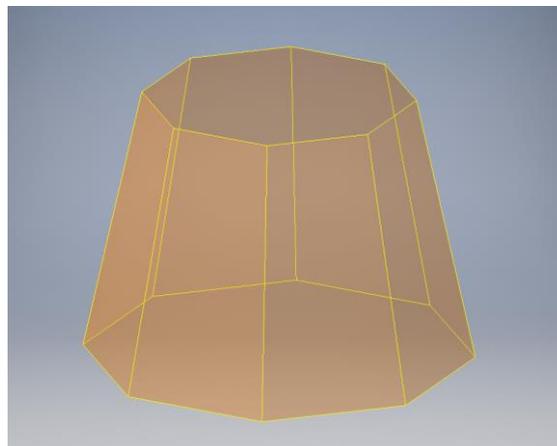


Ilustración 459 . Superficie de contorno sobre Superficie1 y Superficie2 de la Pieza 6. Cafetera.
Fuente. Elaboración propia.

7. Antes de continuar diseñando, para evitar problemas durante la ejecución, se unirán las superficies generadas en una única. Para ello utilizaremos el comando *Coser* ➤  *Coser* .

- Seleccione todas las superficies de contorno y desactive la opción “*Mantener como superficie*”.
- Al desactivar la opción “*Mantener como superficie*” y al formar volumen cerrado, la unión generará un cuerpo sólido.

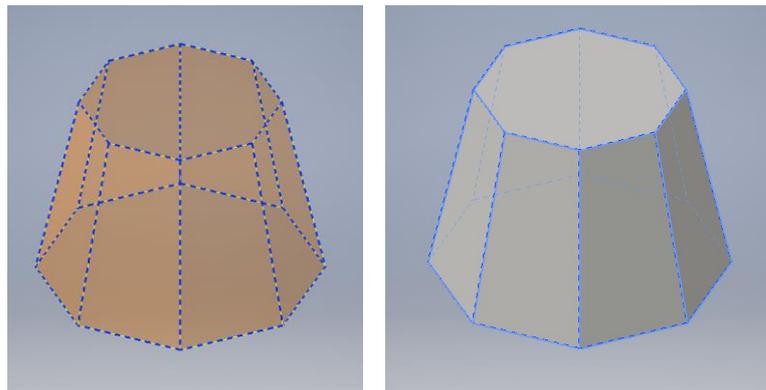


Ilustración 460. Aplicación del comando *Coser* sobre la base de la Pieza 6. Cafetera.
Fuente. Elaboración propia.

8. Sobre el *plano de trabajo 1*, genere un nuevo boceto.

- Sobre el boceto, dibuje una circunferencia de 6mm.

9. A continuación, genere un plano de trabajo XZ desfasado 1,5mm sobre el *Plano de trabajo1*, e inicie un nuevo boceto.

- Sobre el boceto, dibuje una circunferencia de 6mm.

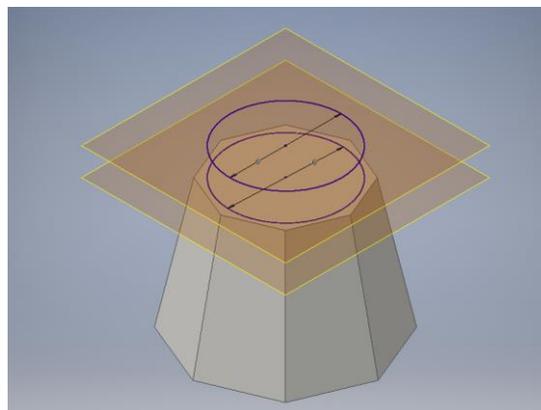


Ilustración 461. Boceto 3 y Boceto4 de la Pieza 6. Cafetera.
Fuente. Elaboración propia.

10. Al igual que en proceso anterior, genere una *Superficie de contorno* ➤
🗨 *Superficie de contorno* sobre el *Boceto3* y *Boceto4*, de manera individual. Una vez generadas, vuelva a ejecutar el comando *Superficie de contorno* entre las dos superficies creadas.

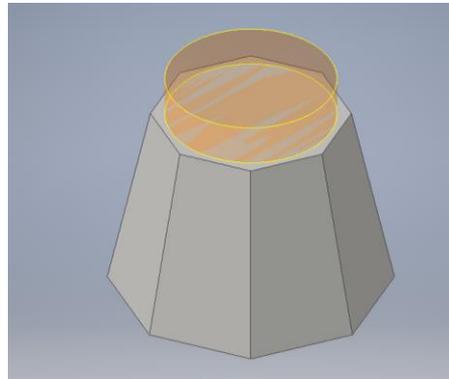


Ilustración 462. Superficie de contorno sobre Superficie3 y Superficie4 de la Pieza 6. Cafetera.
Fuente. Elaboración propia.

11. Una las superficies generadas en una única mediante el comando *Coser* ➤



- Seleccione todas las superficies de contorno y desactive la opción "*Mantener como superficie*".

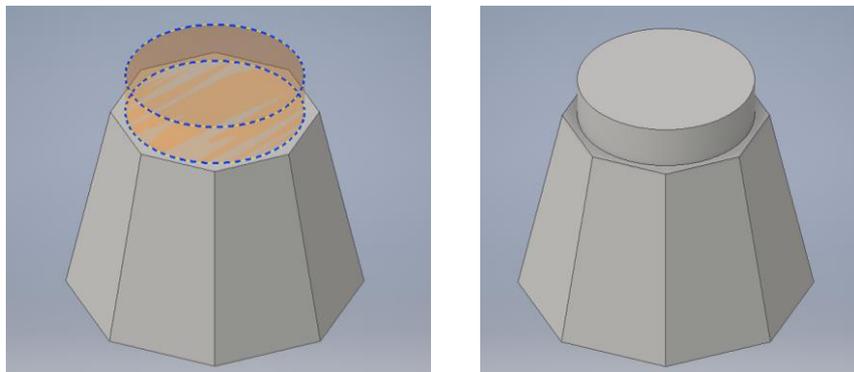


Ilustración 463. Aplicación del comando *Coser* sobre la parte intermedia de la Pieza 6. Cafetera.
Fuente. Elaboración propia.

12. A continuación, se volverá a repetir el proceso de diseño de la base, pero en este caso, de manera invertida.

- Sobre el *plano de trabajo2*, genere un nuevo boceto que contenga un círculo de 7mm y un polígono regular inscrito en él de 8 lados.
 - Borre el círculo utilizado como referencia quédese solo con el polígono.

- Genere un nuevo plano de trabajo XZ, desfasado 7mm sobre el *Plano de trabajo2*. Sobre él, inicie un boceto que contenga un círculo de 10mm y un polígono regular inscrito en él de 8 lados.
 - Borre el círculo utilizado como referencia quédese solo con el polígono.
- Genere una *Superficie de contorno* ➤  *Superficie de contorno* sobre el *Boceto5* y *Boceto6*, de manera individual. Una vez generadas, vuelva a ejecutar el comando *Superficie de contorno* entre las dos superficies creadas.
- Por último, una todas las superficies generadas mediante el comando *Coser* ➤  *Coser* .

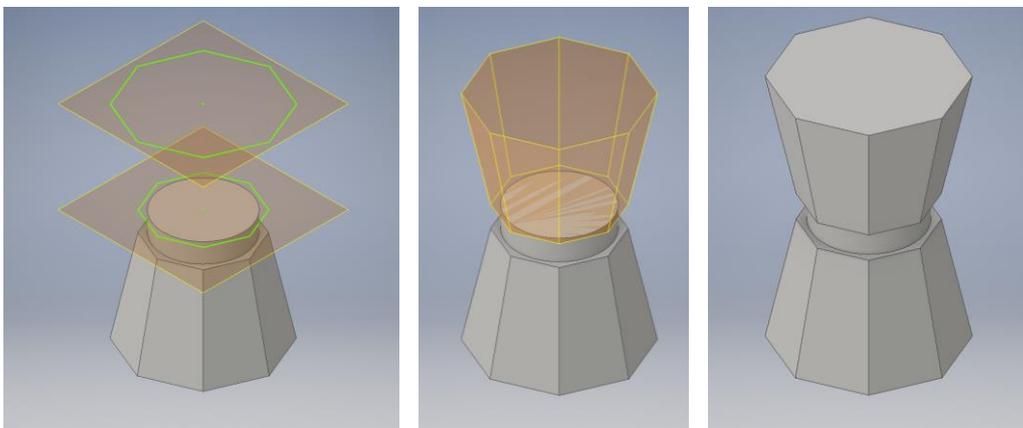


Ilustración 464. Paso 12. Proceso de generación de la parte superior de la Pieza 6. Cafetera.
Fuente. Elaboración propia.

13. Para completar el cuerpo de la cafetera, faltaría generar la tapa. Para ello, genere un plano XZ desfasado del *Plano de trabajo3* 0.5mm.
 - Sobre el *Plano de trabajo4*, genere un nuevo boceto que contenga un círculo de 1,5mm y un polígono regular inscrito en él de 8 lados.
 - Borre el círculo utilizado como referencia quédese solo con el polígono.
14. Genere una *Superficie de contorno* del *Boceto7* y del octógono inscrito en la circunferencia de 10mm de diámetro, existente en el último cuerpo sólido creado.
15. Seguidamente, para conservar el dibujo generado por las aristas, se utilizará el comando *Solevación* ➤  *Solevación* para generar una superficie entre las creadas en el paso anterior.

- Configure la opción de elevación de superficies y pulse las dos superficies a elevar.

16. Una las superficies generadas en el proceso de elevación mediante el comando *Coser* ➤  *Coser* .

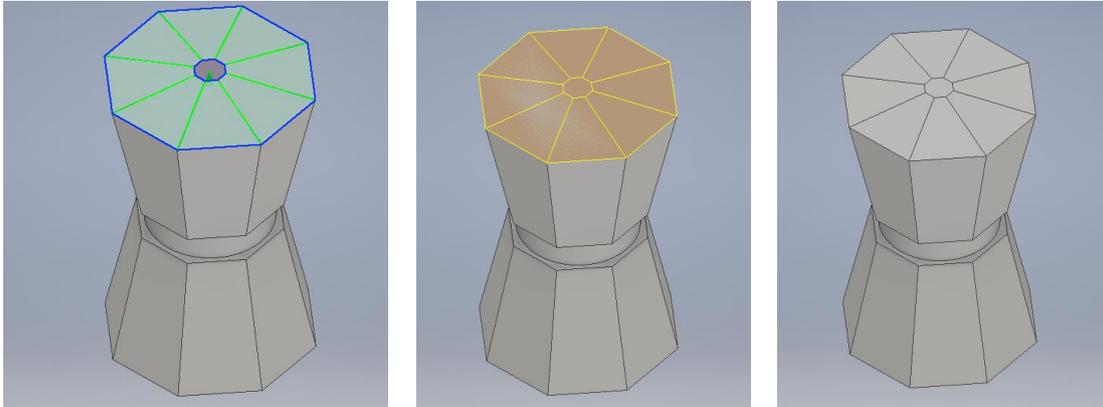


Ilustración 465. Proceso de elevación con superficies y cosido de las mismas, respectivamente. Cafetera.
Fuente. Elaboración propia.

Con este último paso, quedaría definido el cuerpo de la cafetera. A continuación se procederá a hacer los detalles.

17. Genere un plano de trabajo XY en el origen y genere el boceto que se muestra en la Ilustración un nuevo boceto.

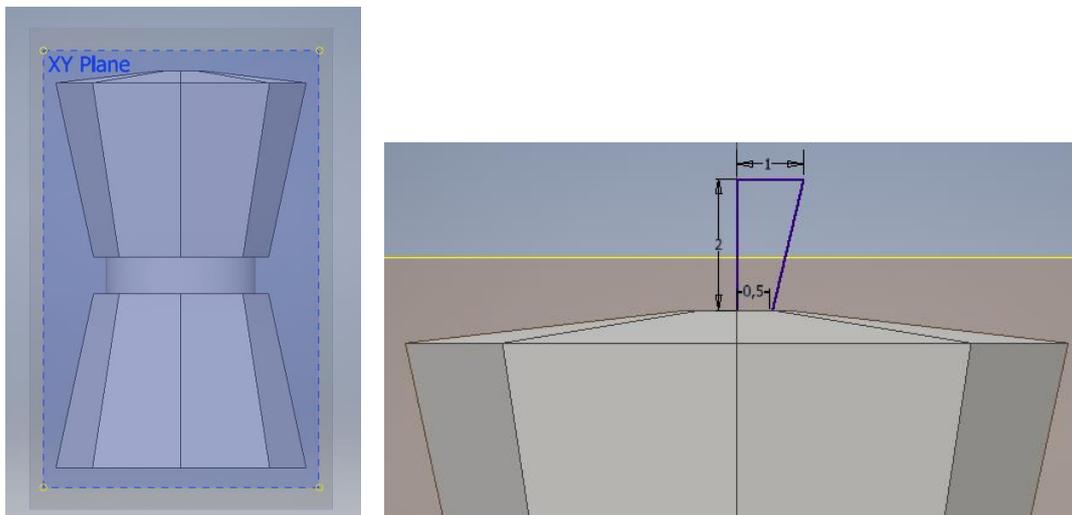


Ilustración 466. Paso 17: inserción de Plano XY y nuevo boceto sobre él. Cafetera.
Fuente. Elaboración propia.

18. Utilice el comando *Revolución* ➤  para generar una superficie revolucionada 360° a partir de perfil creado.

- Configure la opción de revolución de superficies y seleccione revolución completa.

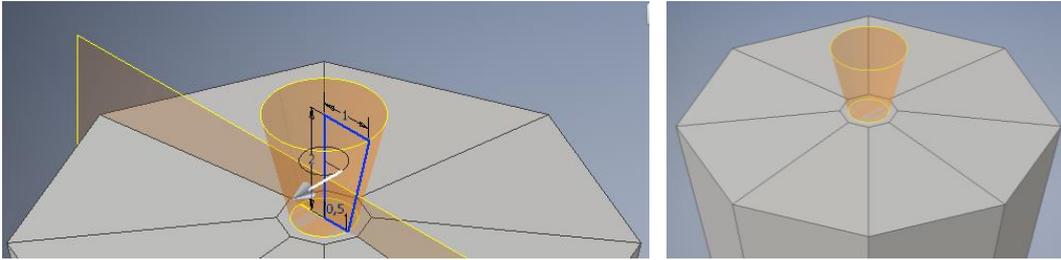


Ilustración 467. Aplicación de comando Revolución de superficies sobre la Pieza6. Cafetera.
Fuente. Elaboración propia.

19. Para añadir la pieza revolucionada a nuestro diseño, seleccione el comando

Esculpir ➤  Esculpir .

- Defina la configuración “Añadir” ➤ 
- Con el selector de superficies activo ➤  Superficies , seleccione la superficie a añadir. A continuación seleccione el sólido ➤  Sólido sobre el que se esculpirá. Finalmente, pulse *Aceptar*.

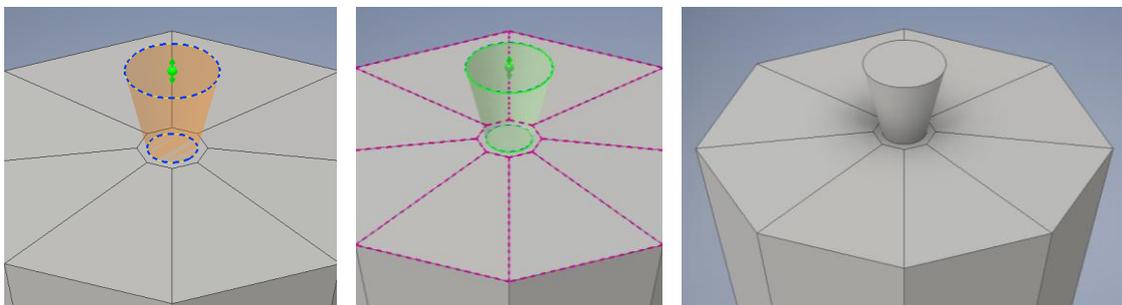


Ilustración 468. Aplicación del comando Esculpir sobre superficie revolucionada. Cafetera.
Fuente. Elaboración propia.

20. Sobre el último plano de trabajo generado, el XY, genere un nuevo boceto.

- En uno de los laterales, partiendo de una de las esquinas, dibuje un triángulo, en el que uno de sus lados sea de 2.5mm, y el otro 4mm siguiendo la trayectoria de la arista del cuerpo.
- En el otro sentido de la esquina, trace una línea de 0.5mm y únela con el vértice de la recta de 4mm.

- Borre la recta de 4mm para obtener el boceto deseado.

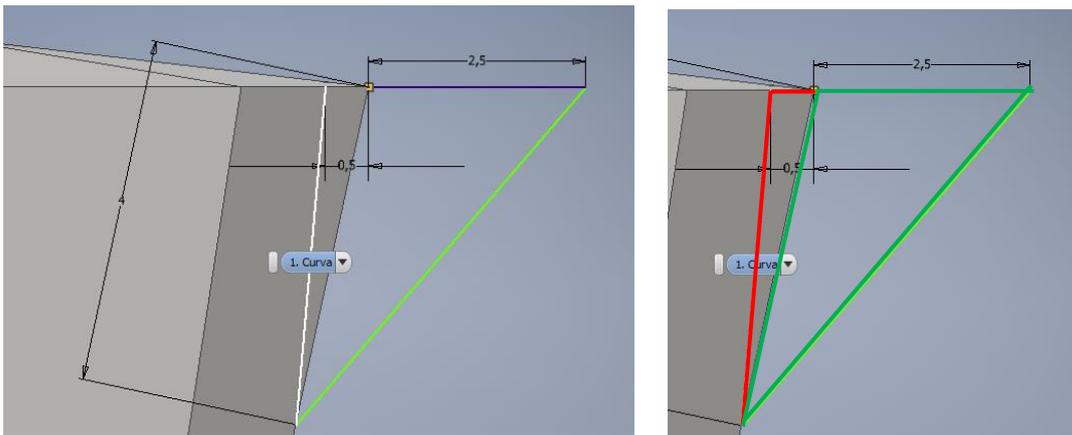


Ilustración 469. Boceto9 de la Pieza 6. Cafetera.
Fuente. Elaboración propia.

21. Realice una extrusión del perfil creado mediante el comando *Extrusión* ➤ .
- Configure la opción de extrusión de superficies y seleccione una extensión de 1mm simétrica en las dos direcciones ➤    .

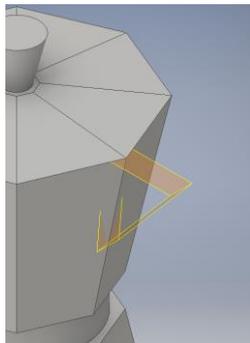


Ilustración 470. Aplicación del comando Extrusión de superficies sobre la Pieza 6 I. Cafetera.
Fuente. Elaboración propia.

22. Genere una superficie de contorno sobre los laterales de la superficie extruida.

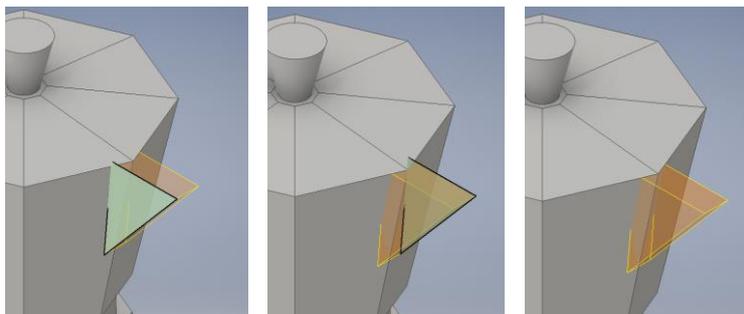


Ilustración 471. Superficies de contorno sobre laterales de superficie extruida I. Cafetera.
Fuente. Elaboración propia.

23. Cree un nuevo plano de trabajo con un ángulo de 90° sobre la arista de la Ilustración. A continuación, cree un plano de trabajo desfasado -1mm sobre este último.

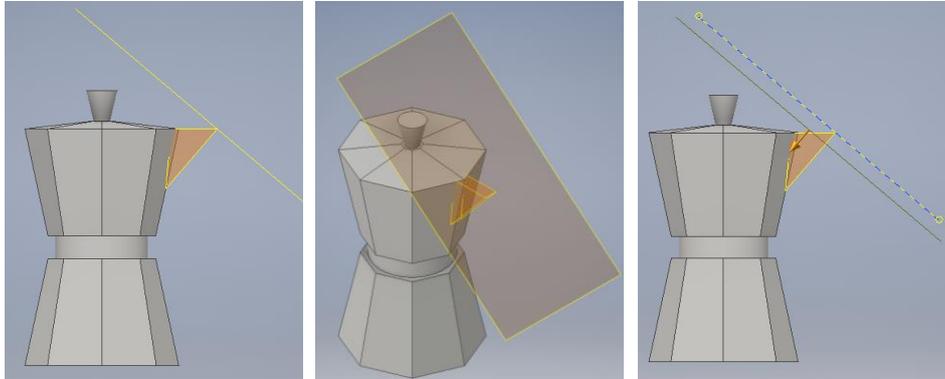


Ilustración 472. Plano de trabajo con ángulo de 90° sobre arista, y desfase de -1mm sobre este. Cafetera.
Fuente. Elaboración propia.

24. Sobre el plano desfasado, inicie un nuevo boceto y dibuje un rectángulo de 1x0.5mm sobre la última parte de la superficie extruida.

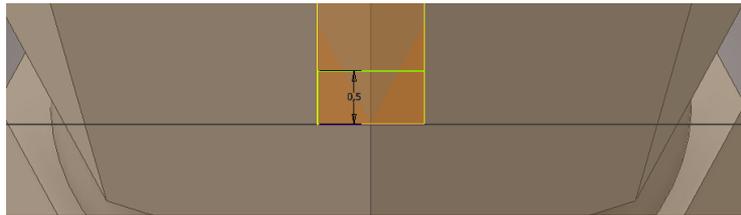


Ilustración 473. Boceto 10 sobre plano de trabajo en Pieza 6. Cafetera.
Fuente. Elaboración propia.

25. Genere una nueva *Superficie de contorno* del último boceto creado.
26. Con ayuda del comando *Alargar* ➤  *Alargar* , extienda 0.5mm todas las aristas que forman la nueva superficie de contorno.

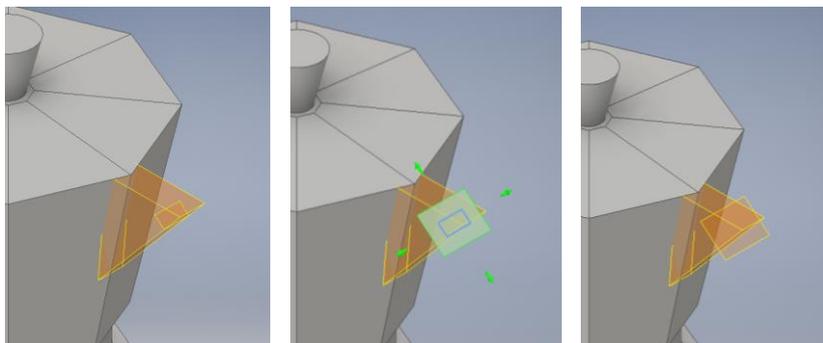


Ilustración 474. Aplicación del comando Alargar sobre superficie. Cafetera.
Fuente. Elaboración propia.

27. A continuación elimine la superficie extruida que sobrepasa la superficie alargada. De esta manera, se podrá generar la forma deseada. Para ello, utilice el comando *Recorte* ➤  *Recortar* .

- Seleccione mediante la *Herramienta de corte* ➤  *Herramienta de corte* , la superficie que desea conservar (coloreada en azul).
- Con el selector de *Eliminar* ➤  *Eliminar* , pulse cualquier área de superficie que desee eliminar (coloreada en verde oscuro), siempre y cuando interseque con la superficie herramienta de corte definida.
- Siga los pasos para conseguir la forma deseada.

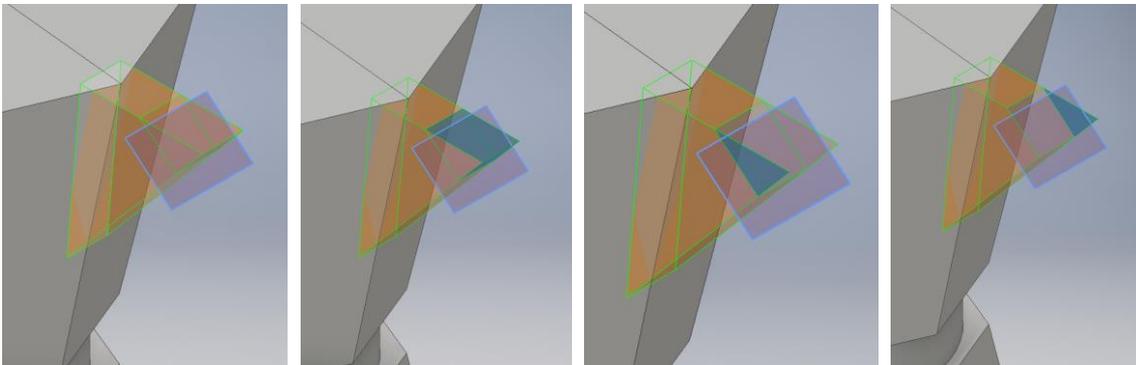


Ilustración 475. Aplicación de Recorte utilizando la superficie alargada como herramienta de corte. Cafetera.
Fuente. Elaboración propia.

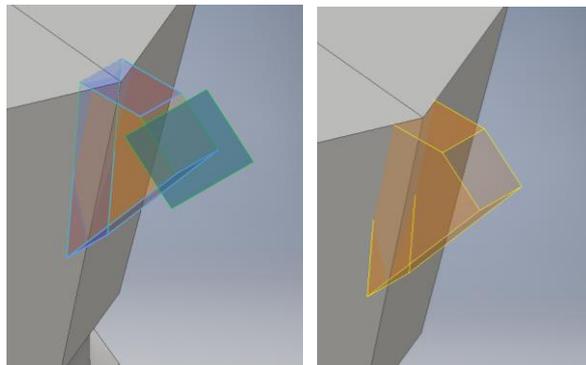


Ilustración 476. Aplicación de Recorte utilizando la superficie extruida como herramienta de corte. Cafetera.
Fuente. Elaboración propia.

28. Al haber recortado, se debe asegurar la existencia de superficie en todas las caras de la pieza a esculpir y la presencia de un volumen cerrado. Para ello, a través de la herramienta *Superficie de contorno*, cree una superficie entre las superficies de contorno laterales creadas en el paso 22.

- Esta operación ya se ha generado en los pasos 6-10-12-16.

29. Para añadirla a nuestro diseño, seleccione el comando *Esculpir* ➤  Esculpir .

- Defina la configuración “Añadir” ➤ .
- Con el selector de superficies activo ➤ , seleccione la superficie a añadir. A continuación seleccione el sólido ➤  sobre el que se esculpirá. Finalmente, pulse *Aceptar*.

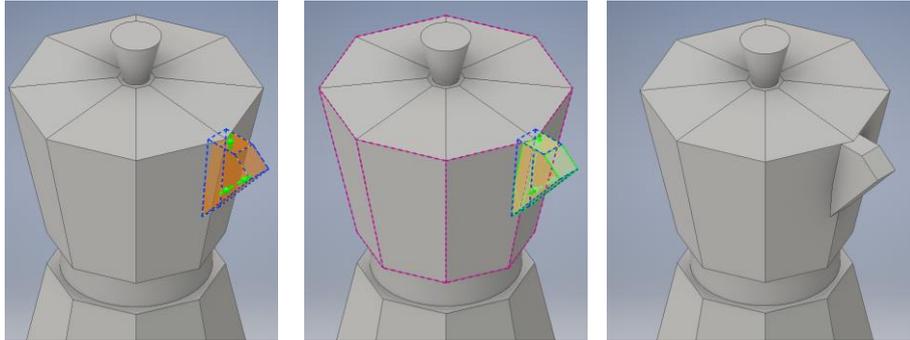


Ilustración 477. Aplicación del comando Esculpir II sobre Pieza 6. Cafetera.
Fuente. Elaboración propia.

30. Sobre el *plano de trabajo*5 XY, genere un nuevo boceto formado por una recta de 7mm y un arco, mostrados en la Ilustración.

- NOTA: el arco está generado por la definición de los tres puntos marcados en la imagen.

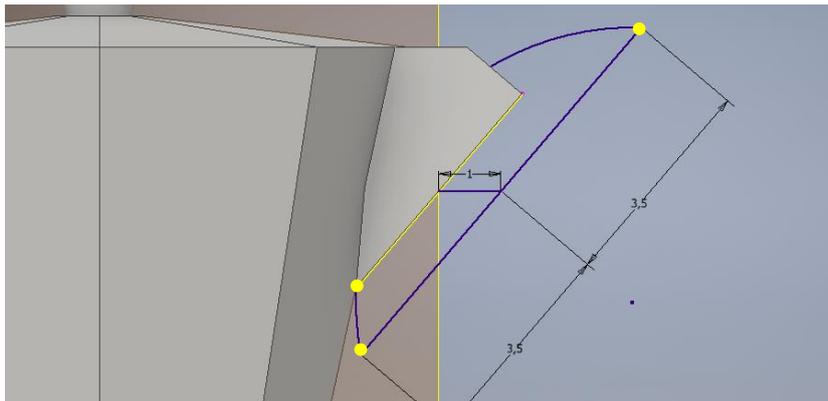


Ilustración 478. Boceto 11 sobre Pieza 6. Cafetera.
Fuente. Elaboración propia.

31. Realice una extrusión del perfil creado mediante el comando *Extrusión* ➤ .

- Configure la opción de extrusión de superficies y seleccione una extensión de 2mm simétrica en las dos direcciones ➤    .

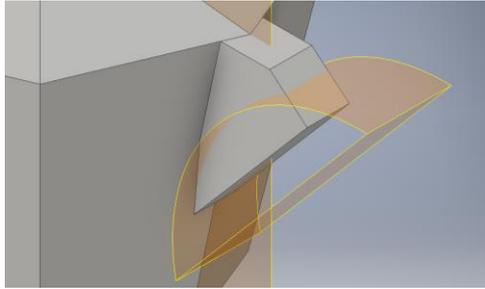


Ilustración 479. Aplicación del comando Extrusión de superficies sobre la Pieza 6 II. Cafetera.
Fuente. Elaboración propia.

32. A continuación, seleccione el comando *Reemplazo de cara* ➤  Reemplazar cara para sustituir la cara plana del sólido por la superficie curva obtenida a través de la extrusión.

- Seleccione la cara plana del sólido que desea sustituir ➤  Caras existentes .
- Seleccione la nueva forma de cara que tendrá el cuerpo ➤  Nuevas caras .

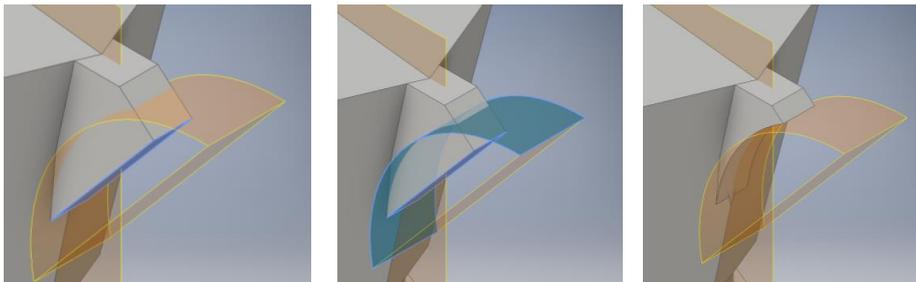


Ilustración 480. Proceso del comando Reemplazo de cara. Cafetera.
Fuente. Elaboración propia.

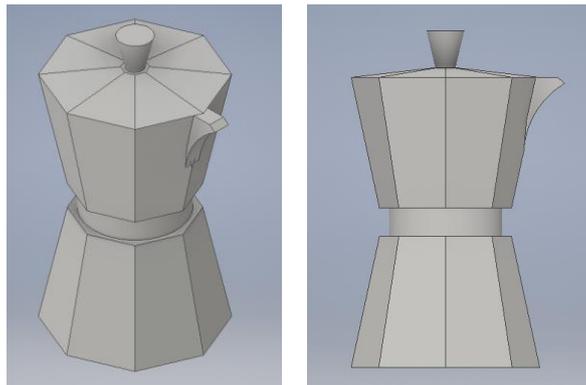


Ilustración 481. Resultado de la Pieza 6 tras el reemplazo de cara. Cafetera.
Fuente. Elaboración propia.

33. Sobre el *plano de trabajo*5 XY, genere un nuevo boceto con los elementos mostrados en la Ilustración.

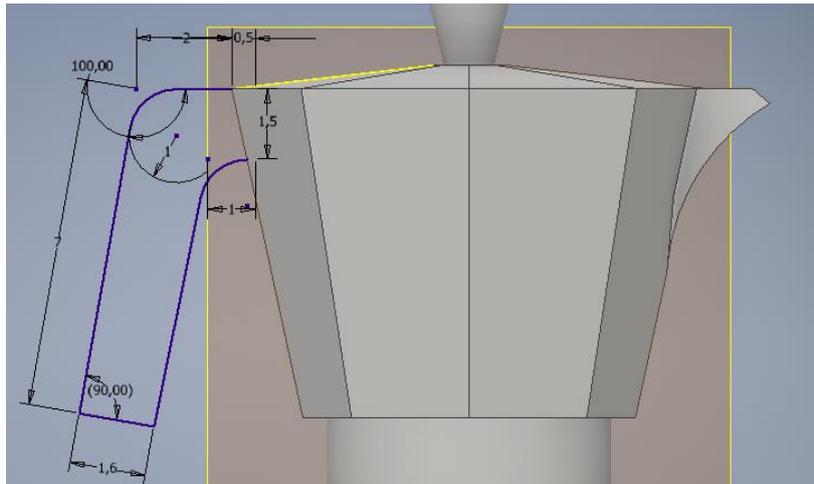


Ilustración 482. Boceto 12 sobre Pieza 6. Cafetera.
Fuente. Elaboración propia.

34. Realice una extrusión del perfil creado mediante el comando *Extrusión* ➤ .
- Configure la opción de extrusión de superficies y seleccione una extensión de 2mm simétrica en las dos direcciones ➤    .

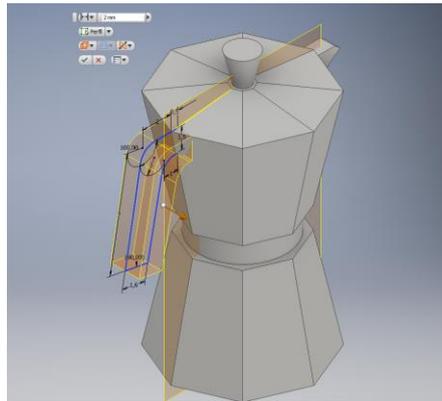


Ilustración 483. Aplicación del comando Extrusión de superficies sobre la Pieza 6 III. Cafetera.
Fuente. Elaboración propia.

35. Genere una *Superficie de contorno* sobre los laterales de la superficie extruida.

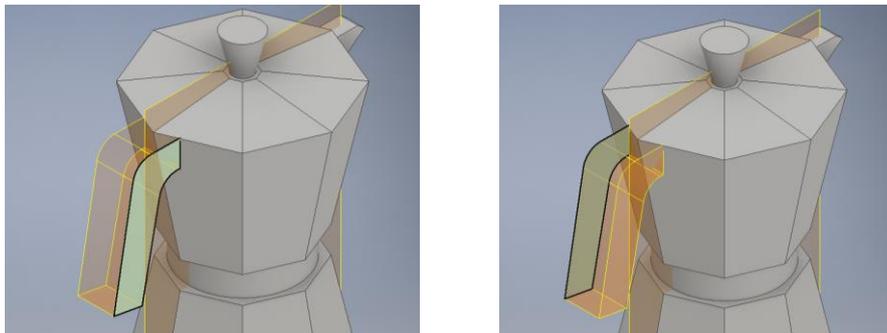


Ilustración 484. Superficies de contorno sobre laterales de superficie extruida II. Cafetera.
Fuente. Ealboración propia.

36. Para añadir la pieza extruida a nuestro diseño, seleccione el comando *Esculpir*

➤  Esculpir .

- Defina la configuración “Añadir” ➤ .
- Con el selector de superficies activo ➤  Superficies , seleccione la superficie a añadir. A continuación seleccione el sólido ➤  Sólido sobre el que se esculpirá. Finalmente, pulse *Aceptar*.

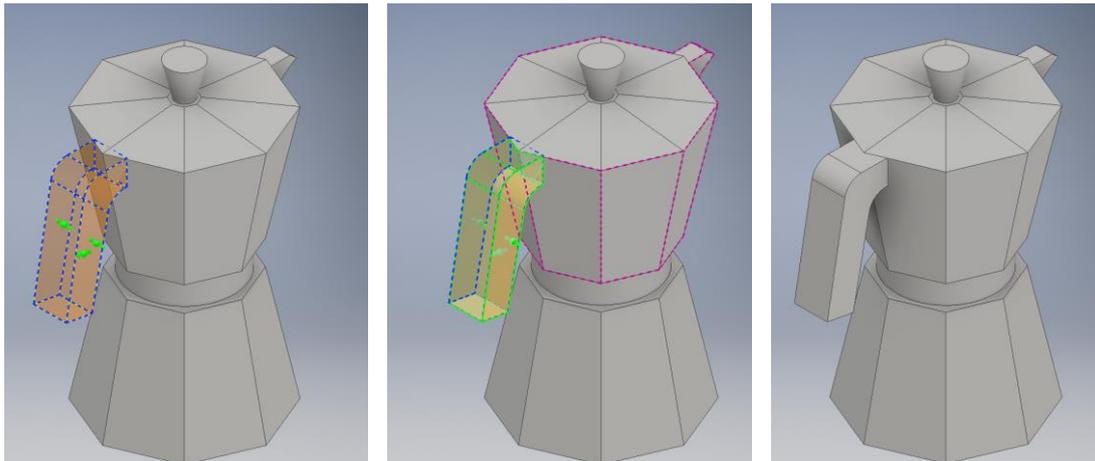


Ilustración 485. Aplicación del comando Esculpir sobre pieza extruida. Cafetera.
Fuente. Elaboración propia.

La pieza estaría concluida.

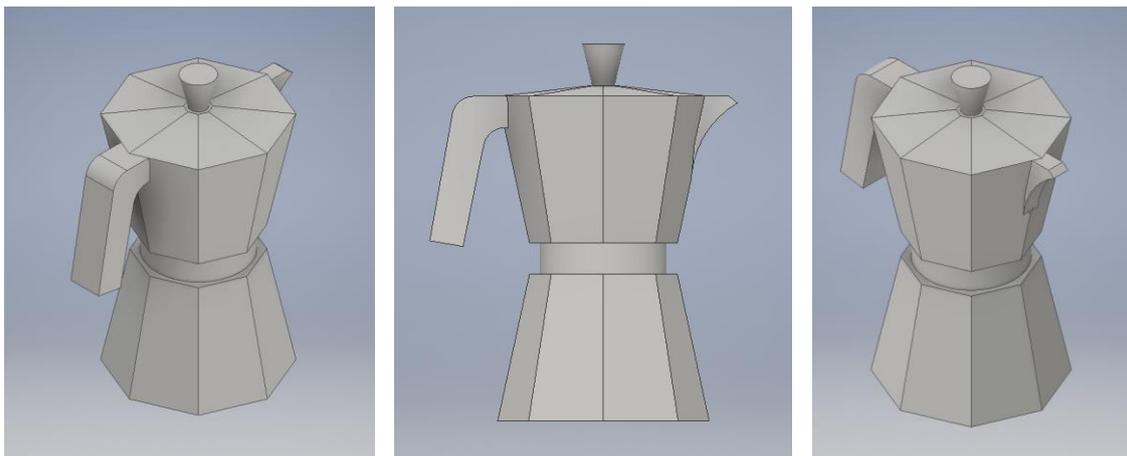


Ilustración 486. Resultado final de la Pieza 6. Cafetera.
Fuente. Elaboración propia.

PIEZA 7. CONDUCTO DE TUBERÍA

La pieza 7 es un conducto de tubería diseñado a través del *Entorno de Tubos y Tuberías* y *Tuberías*.



Ilustración 487. Pieza7. Conducto de Tubería.
Fuente. Elaboración propia.

Para realizar el diseño del conducto de tubería, se deberán seguir los siguientes pasos:

1. Cree un nuevo archivo de ensamblaje de tipo normal (mm).
2. Seleccione el *Entorno Tubos y Tuberías* ➤  , ubicado en el módulo de *Entornos*.
 - Al ejecutar el comando, aparece una ventana emergente informando de que se debe guardar el nuevo archivo. Seleccione un nombre y una ubicación para guardar el ensamblaje.
 - A continuación defina un nombre y una ubicación para el conducto que va a diseñar.

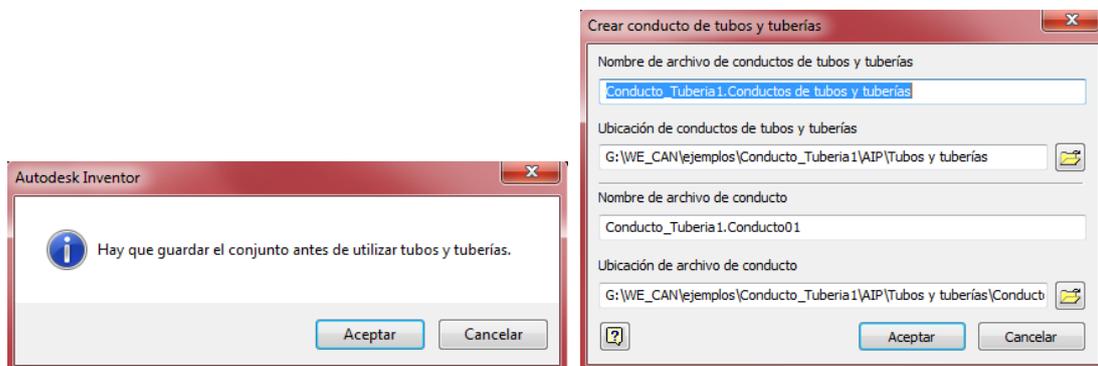


Ilustración 488. Ventana emergente del Entorno Tubos y Tuberías. Conducto de Tubería.
Fuente. Elaboración propia.

3. Defina el estilo de la tubería a generar. Para ello pulse la herramienta *Estilos de tubos y tuberías* ➤ .

- Haga doble click sobre el estilo “ISO 7598/ISO 49 - Tubería de acero roscada con accesorios de hierro”.
- Configure una pulgada de diámetro y material acero.

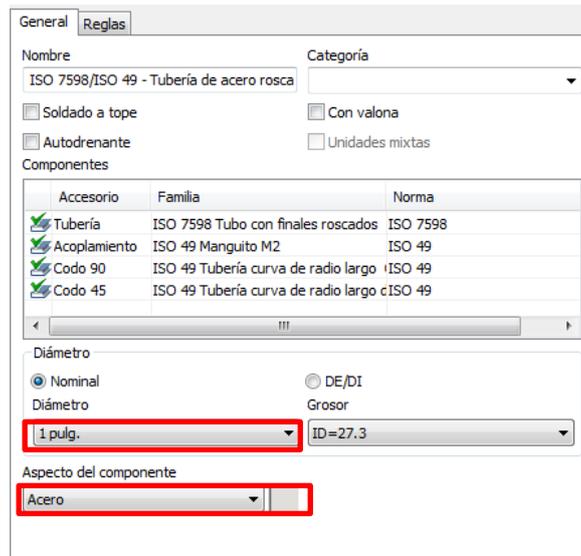


Ilustración 489. Configuración del estilo de tubería. Conducto de Tubería.
Fuente. Elaboración propia.

- Seleccione “Guardar”.
- Aplique el estilo pulsando con el botón derecho del ratón sobre el nombre del estilo y seleccione “Activa”.

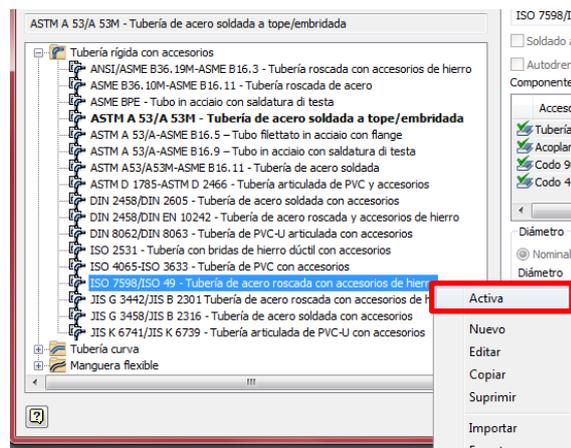


Ilustración 490. Activación del estilo de tubería configurado. Conducto de Tubería.
Fuente. Elaboración propia.

- A continuación deberá aparecer el estilo aplicado en formato negrita.

- Saliendo del comando, puede comprobar que el estilo se ha establecido correctamente mediante el comando que aparece al lado.



Ilustración 491. Comprobación del estilo definido. Conducto de Tubería.
Fuente. Elaboración propia.

4. Una vez definido el estilo, genere un enrutamiento con la ayuda del comando *Nuevo Enrutamiento* ➤ .

- Guarde el enrutamiento, definiendo su nombre y ubicación.

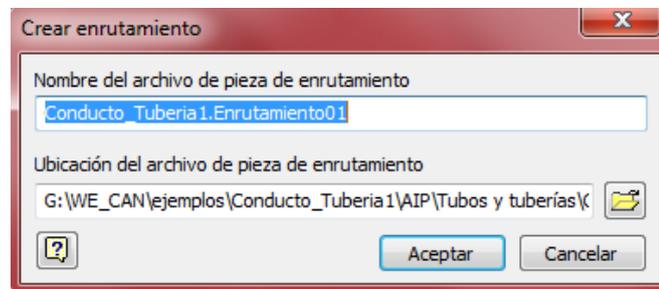


Ilustración 492. Guarde el nuevo enrutamiento I. Conducto de Tubería.
Fuente. Elaboración propia.

5. Seleccione el comando *Enrutamiento* ➤  y defina el primer punto de la ruta sobre el origen.

- Pulse el centro del origen sobre el navegador principal.



Ilustración 493. Definición del centro de origen como primer punto del enrutamiento. Conducto de Tubería.
Fuente. Elaboración propia.

- Para definir los puntos que definen el enrutamiento, situé el ratón en el eje sobre el que se desee establecer el punto, y sin pulsar introduzca por teclado el valor de la distancia.
- Cuando haya definido la distancia, pulse el tick verde.
- Introduzca los siguientes valores:

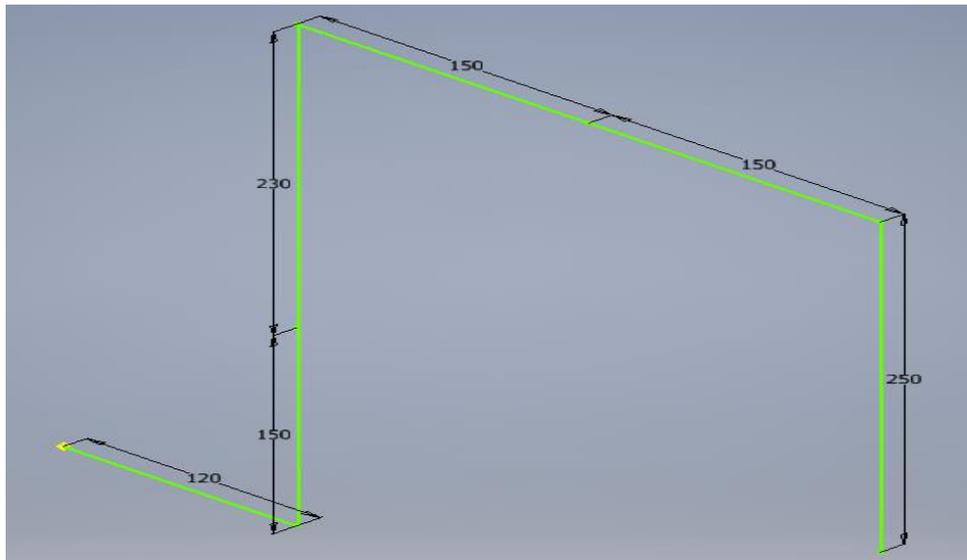


Ilustración 494. Definición de puntos del enrutamiento. Conducto de Tubería.
Fuente. Elaboración propia.

- Para acabar, pulse ESC.
6. Sobre cada uno de los vértices, introduzca dobleces de 40mm, con ayuda del comando *Dobleses* ➤  *Dobleses* .

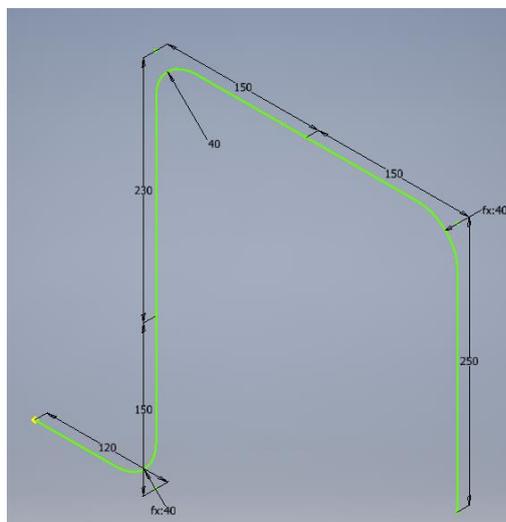


Ilustración 495. Aplicación del comando *Dobleses* sobre el enrutamiento. Conducto de Tubería.
Fuente. Elaboración propia.

7. Seleccione el tick verde “*Terminar enrutamiento*”, ubicado al final de la cinta de opciones.
8. A continuación, para aplicar el estilo de tubería sobre el enrutamiento generado, seleccione el comando *Llenar enrutamiento* ➤  *Llenar enrutamiento* .



Ilustración 496. Aplicación del comando Llenar Enrutamiento I. Conducto de Tubería.
Fuente. Elaboración propia.

9. Inserte al conducto de tubería algún accesorio, seleccionando la herramienta *Insertar* ➤  *Insertar* .
 - Inserte una válvula ➤ *Finales de tuberías hembra-hembra XV500P de Parker*.
 - Inserte un codo ➤ *ASME B16.11 Codo de 45grad – Clase 3000*.

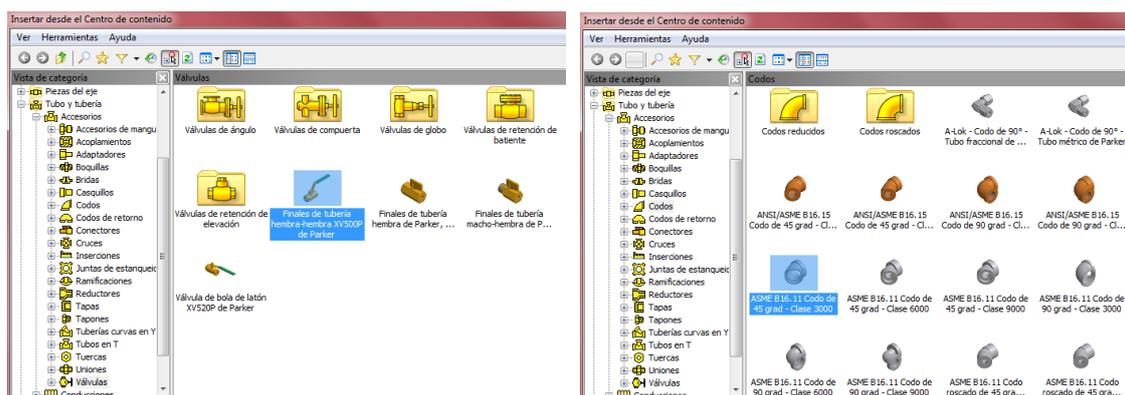


Ilustración 497. Inserción de accesorios para el conducto. Conducto de Tubería.
Fuente. Elaboración propia.

10. Pulse dos veces sobre ellos para seleccionarlos y configure una pulgada de diámetro.

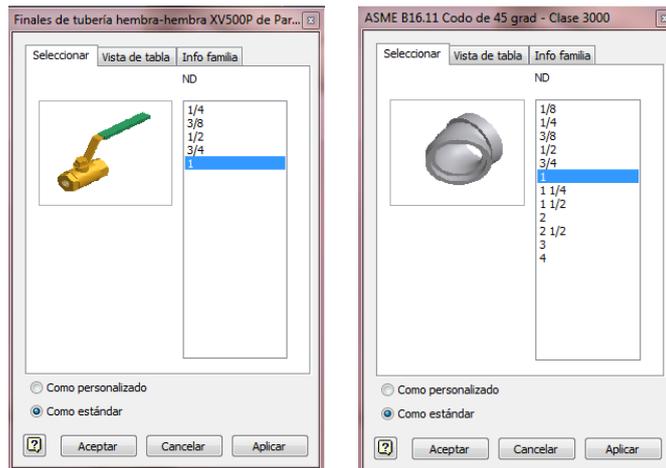


Ilustración 498. Configuración del diámetro de los accesorios. Conducto de Tubería.
Fuente. Elaboración propia.

11. Para conectar la válvula al conducto, seleccione la herramienta *Conectar*

accesorios ➤ Conectar accesorios .

- Seleccione la opción *Insertar accesorio* ➤ .
- Con el selector de accesorio libre ➤ Accesorio libre , seleccione la válvula.
- Con el selector de accesorio base ➤ Accesorios base , seleccione la tubería.
- Seleccione *Aplicar* y *Aceptar*.

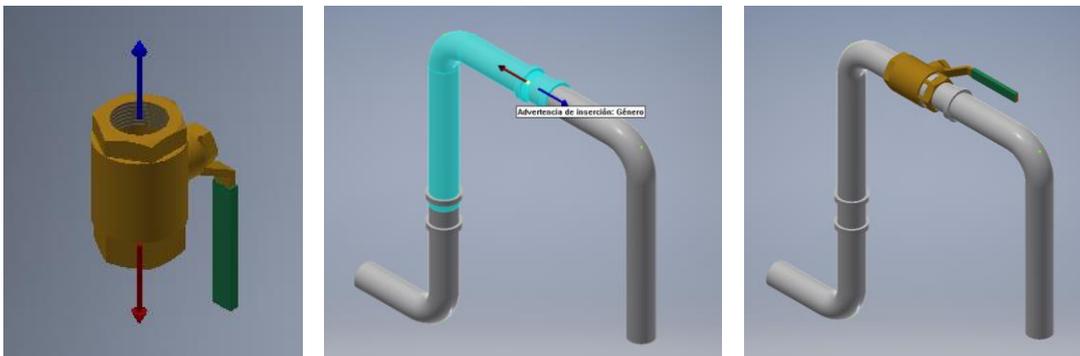


Ilustración 499. Proceso de Inserción de accesorio sobre conducto. Conducto de Tubería.
Fuente. Elaboración propia.

12. Para conectar el codo al conducto, seleccione la herramienta *Conectar*

accesorios ➤ Conectar accesorios .

- Seleccione la opción *Conectar accesorio* ➤ .
- Con el selector de accesorio libre ➤ Accesorio libre , seleccione el codo.

- Con el selector de accesorio base ➤  **Accesorios base**, seleccione la tubería.
- Seleccione Aplicar y Aceptar.

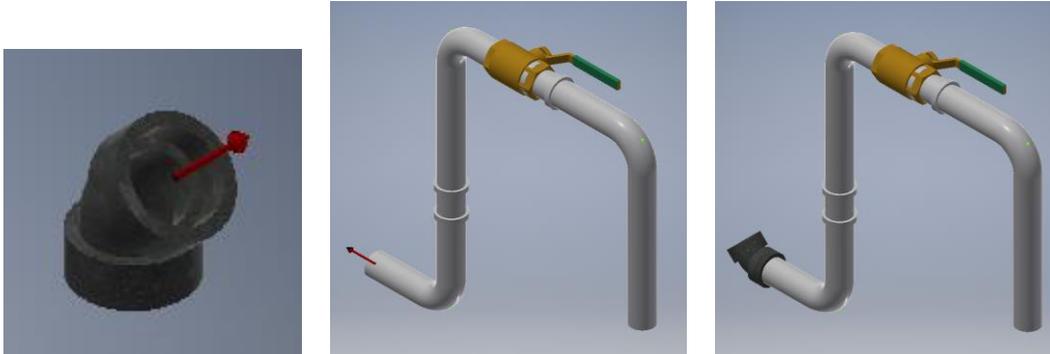


Ilustración 500. Proceso de Conexión de accesorio sobre conducto. Conducto de Tubería.
Fuente. Elaboración propia.

13. Vuelva a generar un nuevo enrutamiento: *Nuevo Enrutamiento* ➤ , siguiendo los pasos explicados anteriormente.

- Guarde el nuevo enrutamiento.

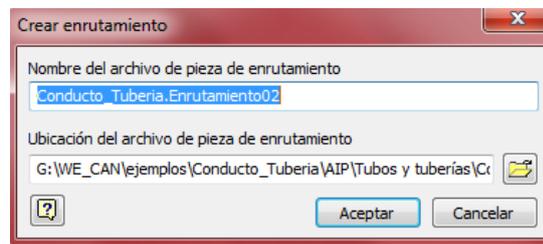


Ilustración 501. Guarde el nuevo enrutamiento II. Conducto de Tubería.
Fuente. Elaboración propia.

- Pulse el comando *enrutamiento* ➤ .
 - Defina el inicio del nuevo enrutamiento en el extremo del codo.

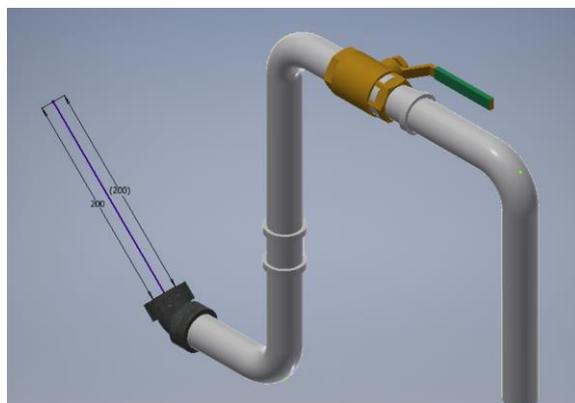


Ilustración 502. Definición de puntos del enrutamiento. Conducto de Tubería.
Fuente. Elaboración propia.

- Seleccione el tick verde "*Terminar enrutamiento*", ubicado al final de la cinta de opciones.
- Para aplicar el estilo de tubería sobre el enrutamiento generado, seleccione el comando *Llenar enrutamiento* ➤  *Llenar enrutamiento* .



Ilustración 503. Aplicación del comando Llenar Enrutamiento II. Conducto de Tubería.
Fuente. Elaboración propia.

- Seleccione el tick verde "*Terminar conducto de tubos y tuberías*", ubicado al final de la cinta de opciones.
14. Defina la dirección de la gravedad mediante el comando *Definir gravedad* ➤  *Definir gravedad* .

- Esta herramienta solo tendrá repercusión cuando se utilicen estilos de conductos autodrenantes.

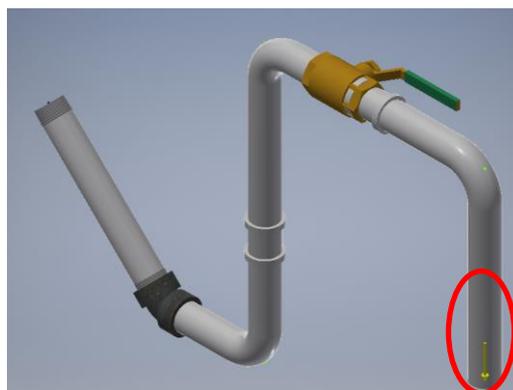


Ilustración 504. Definición de la dirección de la gravedad. Conducto de Tubería.
Fuente. Elaboración propia.

15. Por último seleccione el comando *Lista de materiales* ➤  para obtener la lista de materiales utilizados en el archivo ensamblaje.

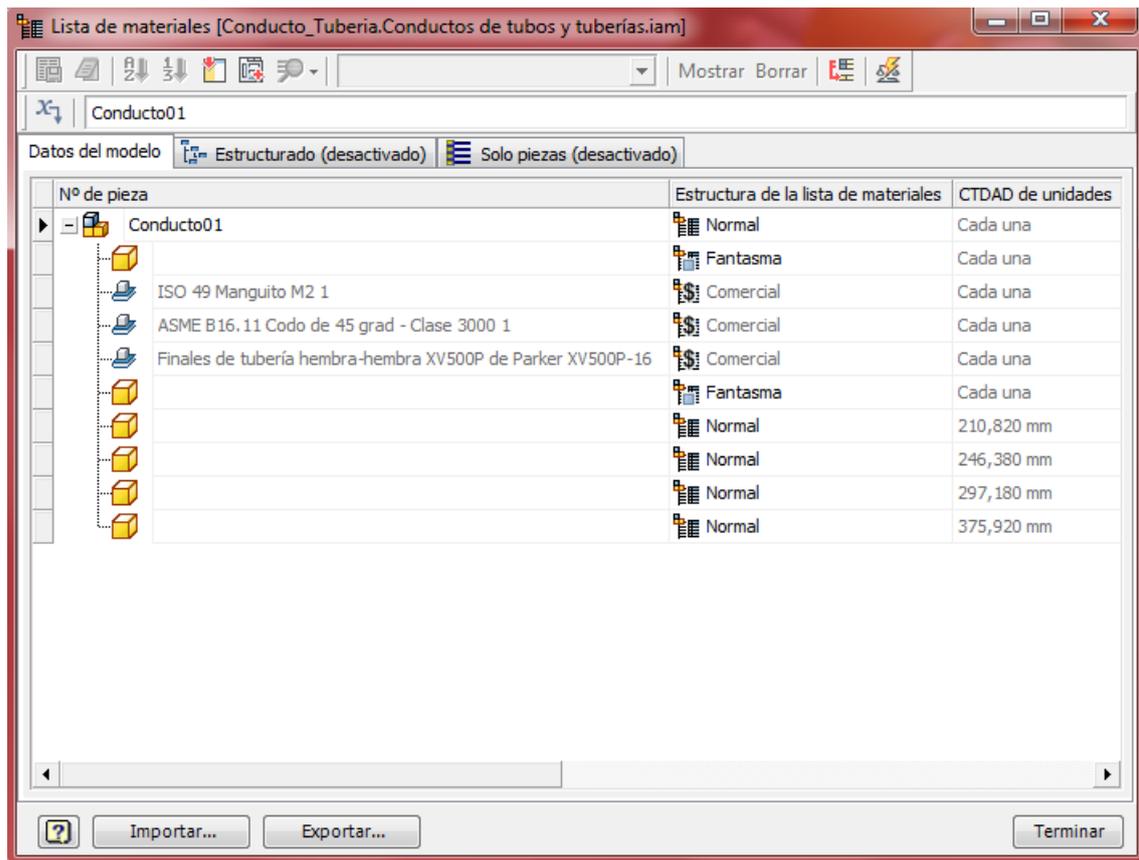


Ilustración 505. Lista de materiales. Conducto de Tubería.
Fuente. Elaboración propia.

- Salga del entorno. Para ello, seleccione el tick verde “*Terminar Tubos y Tuberías*”, ubicado al final de la cinta de opciones.

PIEZA 8.TUBERÍA DOBLE T.

La pieza 8 es un es una tubería de doble T de longitud 159 mm y con una pulgada de diámetro. En los extremos presenta bridas de diámetro 107mm.

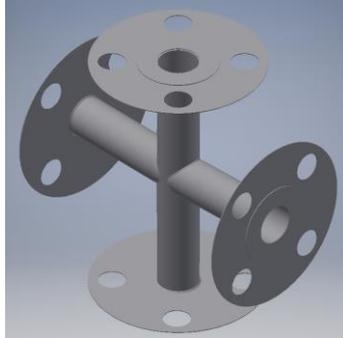


Ilustración 506. Pieza8. Tubería Doble T.
Fuente. Elaboración propia.

Para realizar el diseño de la tubería de doble T, se deberán realizar diferentes piezas que más adelante serán conectadas formando una única pieza. Los pasos para generar la primera pieza que forma el diseño son los siguientes:

1. En primer lugar, cree una nueva pieza en el entorno chapa y se genere un boceto sobre el plano XY.
2. Sobre el boceto, dibuje una línea de longitud 159mm y que diste del eje de rotación 12.7mm (media pulgada), como se muestra en la *Ilustración 508*.

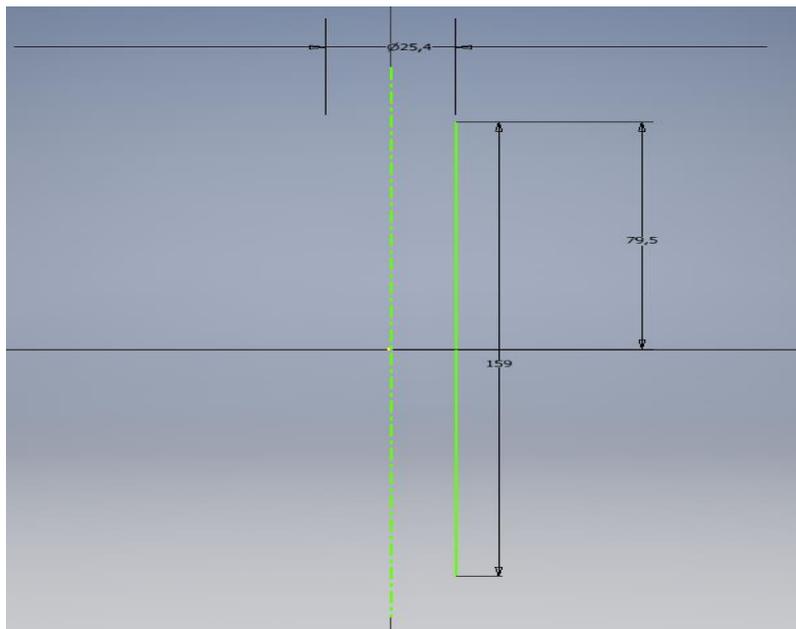


Ilustración 507. Boceto correspondiente a la Pieza "Tubería_Doble_T_1". Tubería Doble T
Fuente. Elaboración propia.

3. Para generar el tubo, seleccione el comando *Curva de Contorno* ➤  .

- Con el selector de perfil activo ➤  Perfil , seleccione la línea del boceto.
- Con el selector de perfil activo ➤  Eje , seleccione el eje generado.
- Configure 360º en el ángulo de curvatura ➤  .

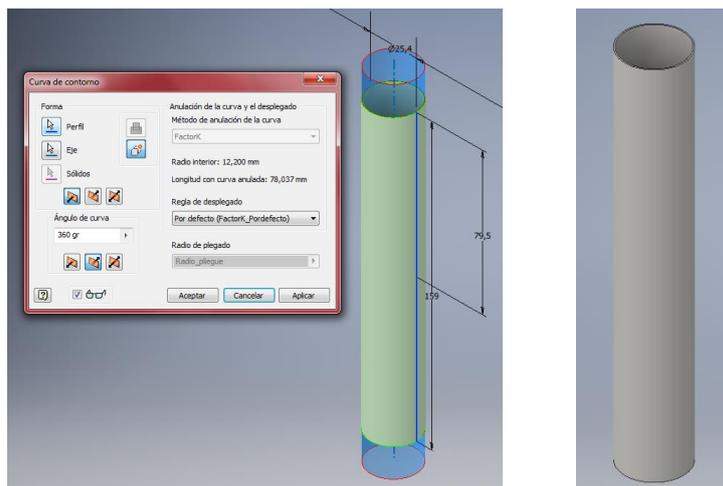


Ilustración 508. Aplicación del comando Curva de contorno en “Tubería_Doble_T_1”. Tubería Doble T.
Fuente. Elaboración propia.

4. A continuación, despliegue la tubería para poder realizarle los agujeros donde irán insertadas las otras tuberías. Para poder llevarlo a cabo, se deberá realizar una rotura que indique al comando *Desplegar* la referencia sobre la que aplanar el cilindro.

- Seleccione el comando *Rotura* ➤  Rotura .
- NOTA: Si se amplía la imagen de la tubería, al crear la curva de contorno, en las bases se ha creado una pequeña muesca. Ésta nos servirá para generar la rotura. *Ilustración 510*.
- Configure el tipo de rotura con la opción “Punto único”.
- Con el selector de cara de rotura ➤  Cara de rotura activo, seleccione la única cara que forma el cilindro.
- Con el selector de punto de rotura ➤  Punto de rotura activo, seleccione la muesca.

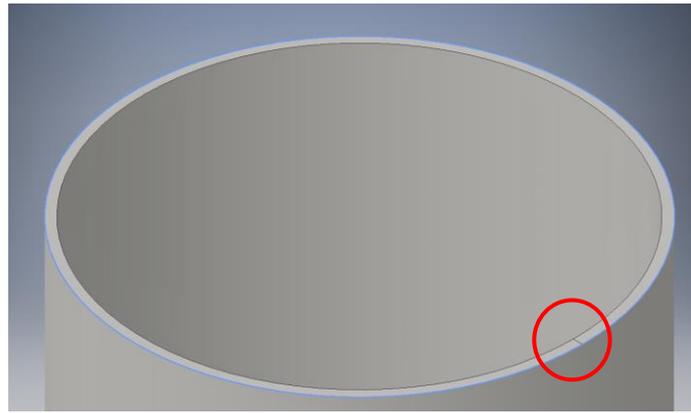


Ilustración 509. Muesca generada sobre la tubería tras ejecutar Curva de Contorno. Tubería Doble T.
Fuente. Elaboración propia.

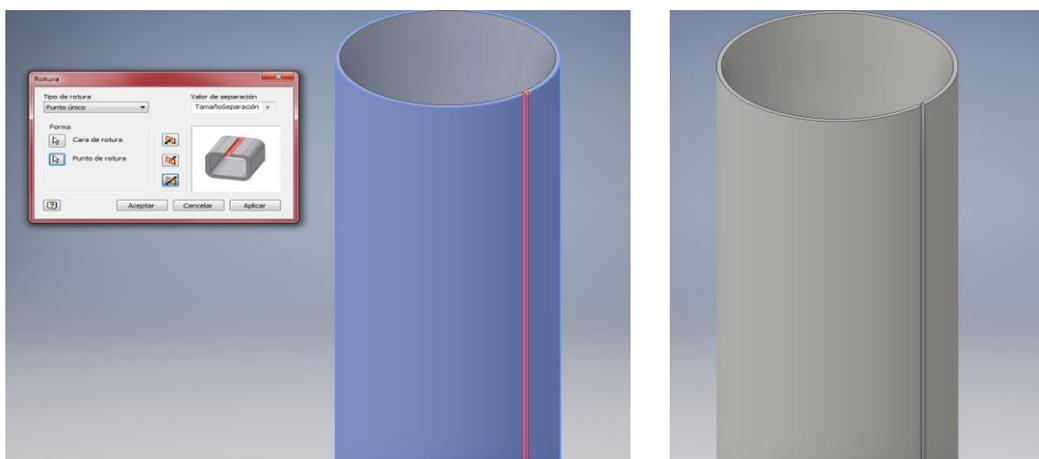


Ilustración 510. Aplicación del comando Rotura en "Tuberia_Doble_T_1". Tubería Doble T.
Fuente. Elaboración propia.

5. Una vez generada la rotura, seleccione el comando *Desplegar* ➤  **Desplegar** .

- Defina como referencia estacionaria ➤  **Referencia estacionaria (A)** uno de las dos caras generadas tras la rotura.
 - NOTA: Viene coloreado de amarillo.
- Defina los pliegues que se desean desplegar ➤  **Pliegues** .
 - En este caso, al estar formado por una única curva, tiene el mismo efecto seleccionar el único pliegue a través de la opción "Pliegues" que seleccionar "Todos los pliegues".
 - NOTA: Viene coloreado de fucsia.
- Seleccione "*Aceptar*" para aplicar los cambios.

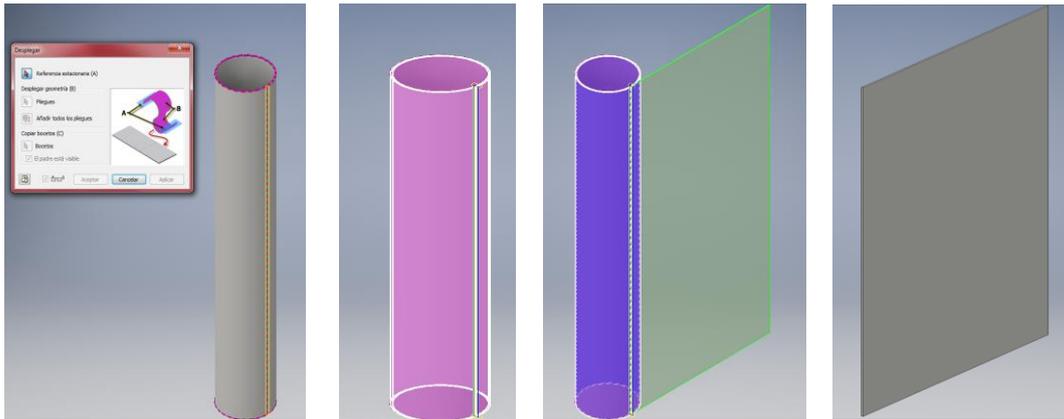


Ilustración 511. Proceso de desplegamiento de la tubería en "Tuberia_Doble_T_1". Tubería Doble T.
Fuente. Elaboración propia.

6. Sobre la tubería desplegada, genere un boceto 2D que incluya dos círculos de una pulgada de diámetro. Éstos estarán situados en el centro de las dos mitades generadas al dividir en dos el rectángulo, como se observa en la *Ilustración 513*.

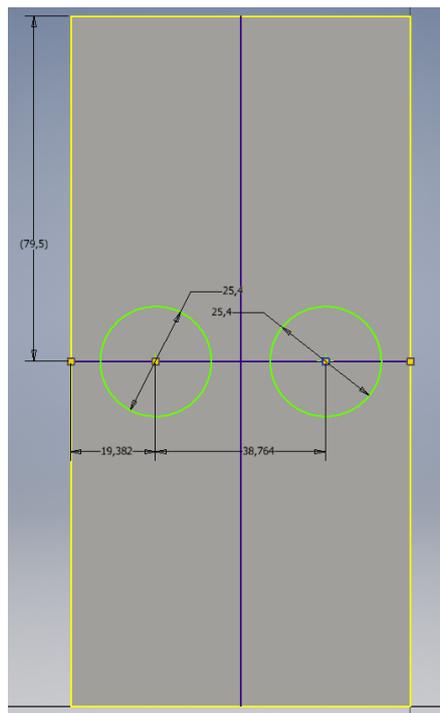


Ilustración 512. Boceto 2D generado sobre tubería desplegada. Tubería Doble T.
Fuente. Elaboración propia.

7. Pulse el comando *Agujero* ➤  *Agujero* .

- Configure "*Desde Boceto*", con un diámetro de una pulgada (25.4mm) y terminación pasante.

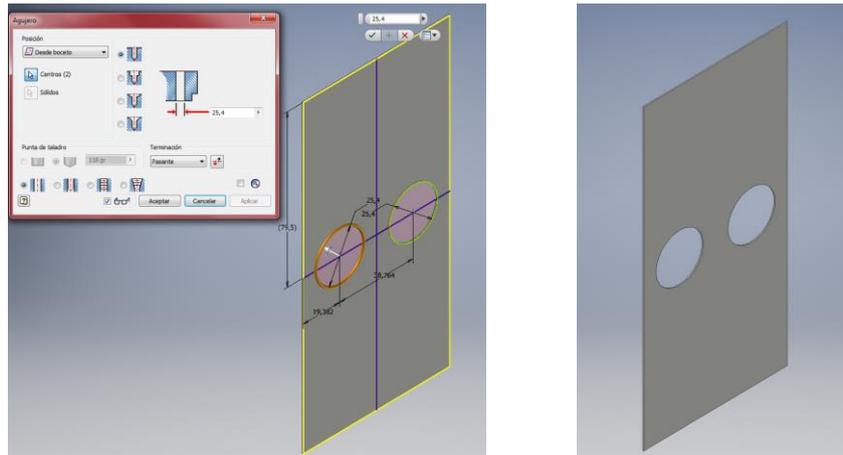


Ilustración 513. Comando Agujero sobre "Tubería_Doble_T_1". Tubería Doble T.
Fuente. Elaboración propia.

8. A continuación seleccione el comando *Replegar* ➤  **Replegar** para plegar la tubería. El proceso de replegado es igual que el de desplegado.

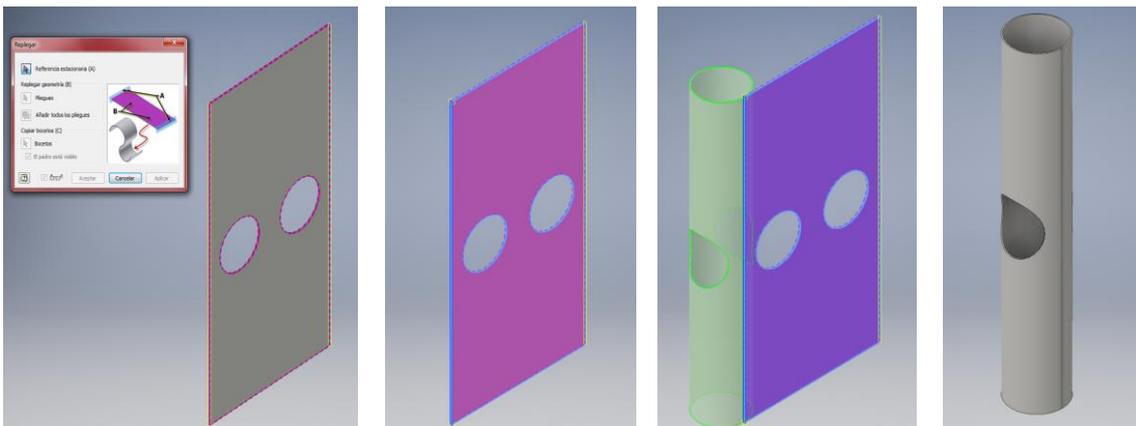


Ilustración 514. Proceso de replegado de la tubería en "Tubería_Doble_T_1". Tubería Doble T.
Fuente. Elaboración propia.

9. La primera pieza para formar la tubería de doble T estaría terminada. Guarde la pieza para su posterior utilización con el nombre de "Tubería_Doble_T_1".

- **NOTA:** La rotura que presenta se reparará más adelante con una soldadura.

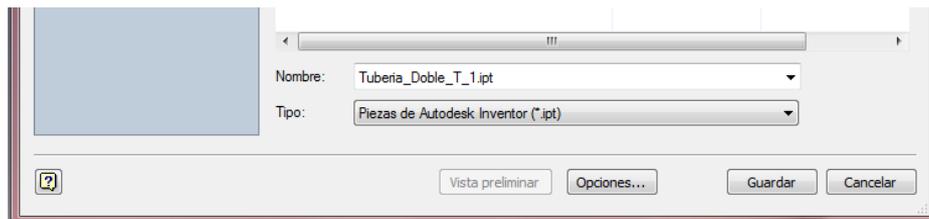


Ilustración 515. Guarde la Pieza 1 creada. Tubería Doble T.
Fuente. Elaboración propia.

Una vez realizado la primera parte del diseño, se diseñará la segunda pieza. Los pasos para generarla son los siguientes:

1. Cree una nueva pieza en el entorno chapa y genere un boceto sobre el plano XZ.
2. Sobre el boceto se dibuja una línea, mediante el comando *Línea* ➤ , de longitud 79.5mm y que diste del eje de rotación 12.7mm (media pulgada).

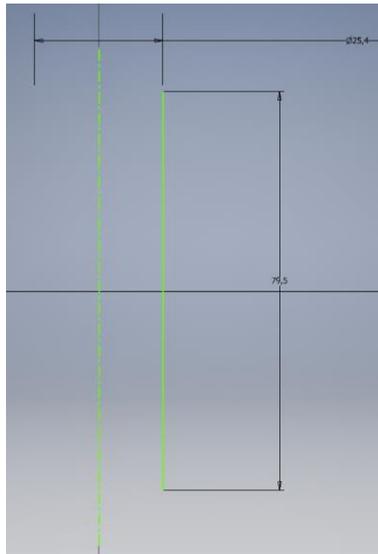


Ilustración 516. Boceto correspondiente a la pieza “Tubería_Doble_T_2”. Tubería Doble T
Fuente. Elaboración propia.

3. Genere la tubería mediante el comando *Curva de Contorno* ➤  .
 - Estará configurado igual que el conducto generado en la Pieza 1.

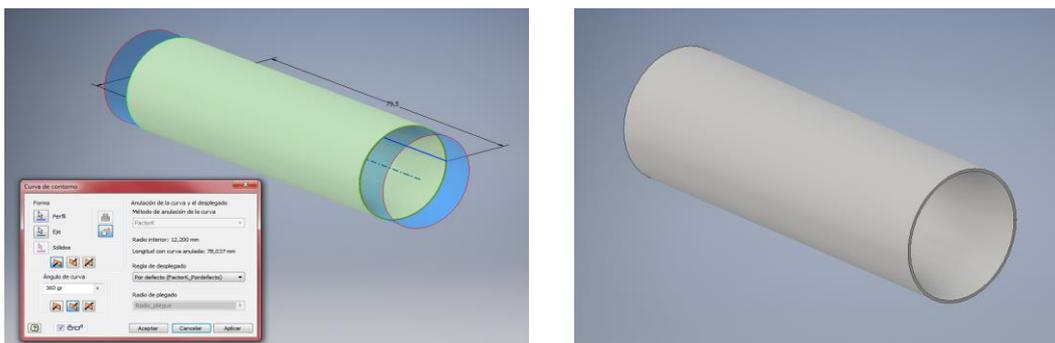


Ilustración 517. Aplicación del comando Curva de contorno en “Tubería_Doble_T_2”. Tubería Doble T.
Fuente. Elaboración propia.

4. Coloque la tubería de forma vertical e inserte un plano XY desfasado 12.7mm.
5. Sobre el plano creado, genere un boceto 2D en el que se dibuje un círculo de 25.4mm de diámetro sobre el centro de la base superior.

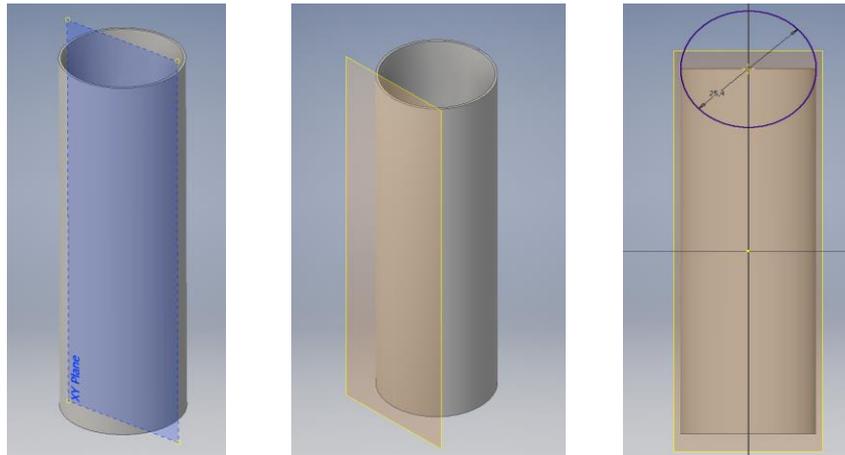


Ilustración 518. Pasos 4 y 5. Boceto 2D generado sobre plano XY en "Tubería_Doble_T_2". Tubería Doble T.
Fuente. Elaboración propia.

6. A continuación ejecute el comando *Cortar* ➤  .

- Seleccione el círculo generado en el boceto con el selector del perfil activo

➤  Perfil e inserte una extensión de corte de 26mm.

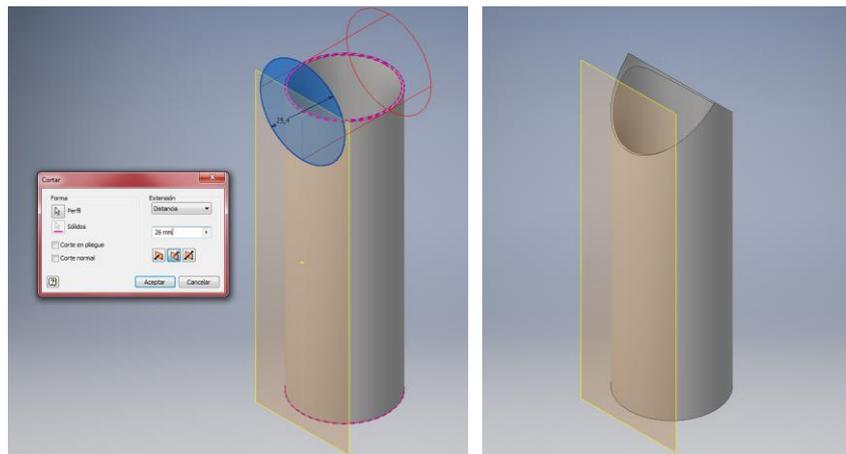


Ilustración 519. Aplicación del comando Cortar sobre "Tubería_Doble_T_2. Tubería Doble T.
Fuente. Elaboración propia.

7. La segunda pieza para formar la tubería de doble T estaría terminada. Guarde la pieza para su posterior utilización con el nombre de "Tubería_Doble_T_2".

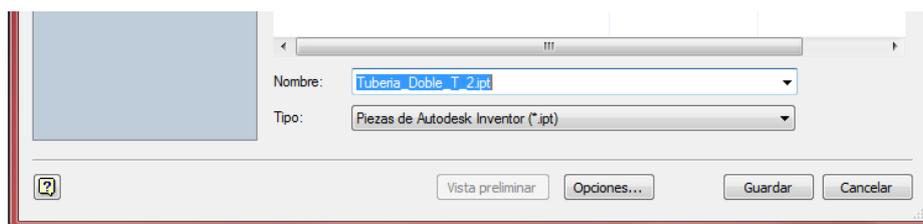


Ilustración 520. Guarde la Pieza 2 creada. Tubería Doble T.
Fuente. Elaboración propia.

Por último, se diseñará la última pieza, correspondiente a la brida. Los pasos para generarla son los siguientes:

1. Cree una nueva pieza en el entorno chapa y genere un boceto sobre el plano XY.
2. Sobre el boceto se dibujan dos círculos concéntricos de diámetros 107mm y 25.4mm.

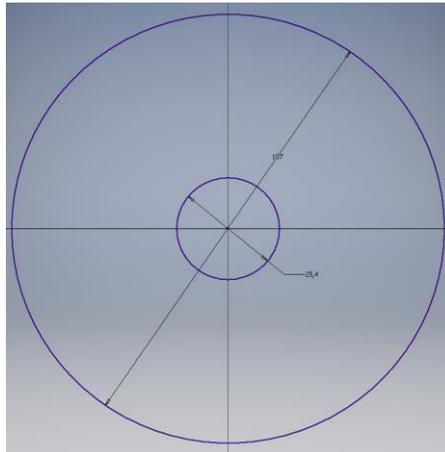


Ilustración 521. Boceto 2D correspondiente a "Tubería_Doble_T_3". Tubería Doble T.
Fuente. Elaboración propia.

3. Cree una cara de chapa del boceto mediante el comando *Cara* ➤ .

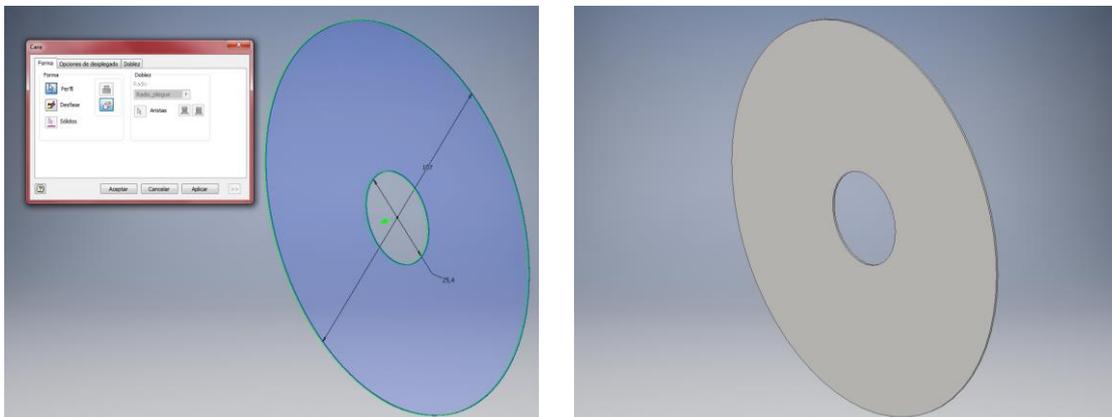


Ilustración 522. Aplicación del comando *Cara* sobre "Tubería_Doble_T_3". Tubería Doble T.
Fuente. Elaboración propia.

4. Sobre la lámina de chapa, genere un boceto 2D.
 - Dibuje dos círculos concéntricos a los existentes de 25.4mm y 50mm.
 - A continuación desde el centro trace una recta de 45° que corte con el círculo de mayor diámetro.

- Sobre la recta creada, trace una recta superpuesta que vaya desde el círculo de 50mm de diámetro hasta el de 107mm.
- Busque la mitad de la nueva recta y dibuje un círculo de 17mm de diámetro.

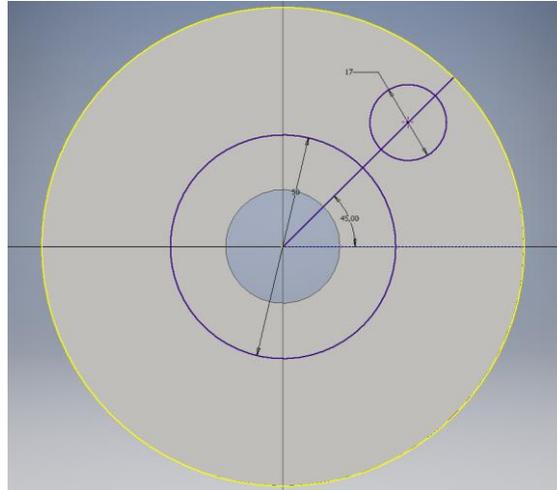


Ilustración 523. Boceto 2D sobre Cara en "Tubería_Doble_T_3". Tubería Doble T.
Fuente. Elaboración propia.

5. Vuelva a ejecutar el comando *Cara*. Asegúrese de que la nueva cara se ejecuta en la dirección de la cara existente, en caso contrario seleccione la opción *Desfase* ➤  *Desfase* para cambiar la dirección.

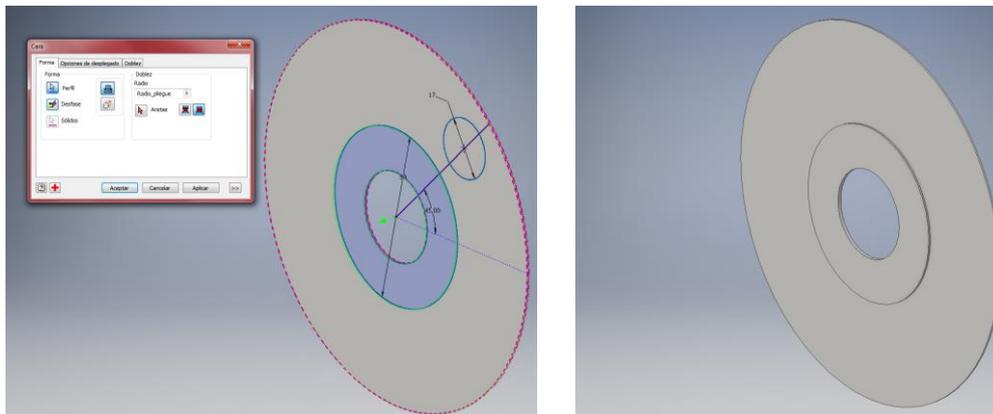


Ilustración 524. Comando cara sobre Pieza 3. Tubería Doble T.
Fuente. Elaboración propia.

6. En el navegador, despliegue "Cara2" y haga click con el botón derecho del ratón sobre "Boceto2". Active la visibilidad del boceto.
7. Pulse el comando *Agujero* ➤  *Agujero* .

- Configure la posición “Desde Boceto”, diámetro de 17mm y terminación pasante.

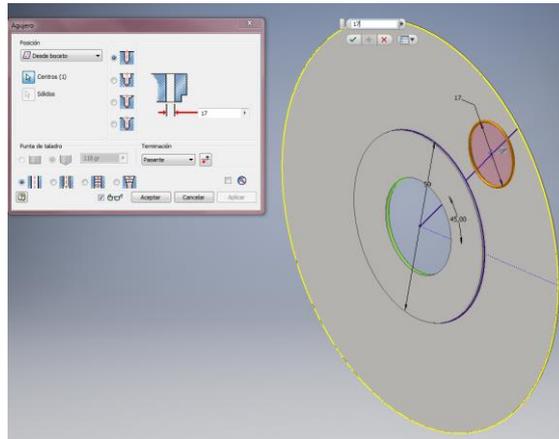


Ilustración 525. Operación de agujero sobre “Tuberia_Doble_T_3”. Tubería Doble T.
Fuente. Elaboración propia.

8. Inserte un eje de trabajo Z ➤  Eje en el punto central de la pieza.

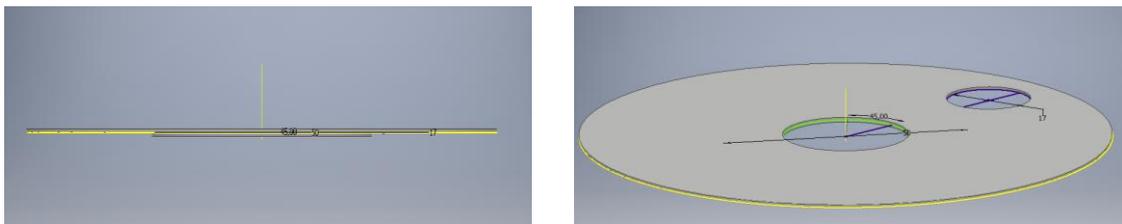


Ilustración 526. Inserción de eje en el punto central de “Tuberia_Doble_T_3”. Tubería Doble T.
Fuente. Elaboración propia.

9. Ejecute el comando *Patrón Circular* ➤  Circular .

- Con el selector de operaciones activo ➤  Operaciones , pulse el agujero creado en el paso 7.
- Con el selector de punto de rotura activo ➤  Eje de rotación , seleccione el eje de trabajo.
- Introduzca 4 copias con espaciado angular entre las mismas de 360° ➤



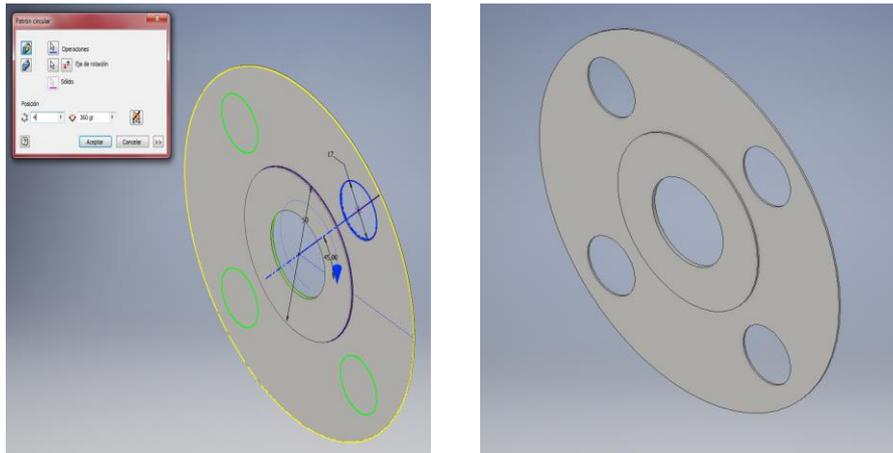


Ilustración 527. Comando Patrón circular y acabado final de "Tubería_Doble_T_3". Tubería Doble T.
Fuente. Elaboración propia.

10. La última pieza para formar la tubería de doble T estaría terminada. Guarde la pieza para su posterior utilización con el nombre de "Tubería_Doble_T_3".

- NOTA: La rotura que presenta se reparará más adelante con una soldadura.

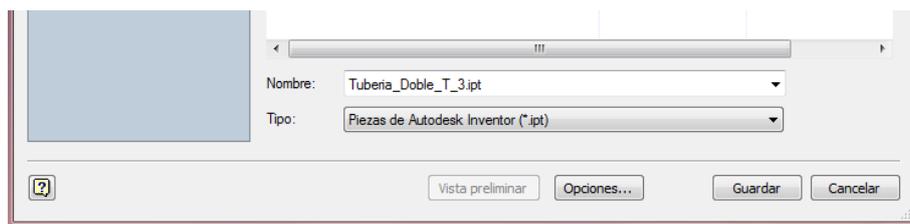


Ilustración 528. Guarde la Pieza 3 creada. Tubería Doble T.
Fuente. Elaboración propia.

A continuación se creará un espacio de trabajo de tipo ensamblaje en el que se insertaran todas las piezas creadas y se soldarán para formar la tubería de doble T.

1. Cree un nuevo archivo ensamblaje de tipo normal (mm).
2. Inserte mediante el comando Insertar ➤  un componente de "Tubería_Doble_T_1", dos componentes de "Tubería_Doble_T_2" y cuatro componentes de "Tubería_Doble_T_3".
3. Antes de comenzar a soldar los componentes, se deben colocar en la posición en la que irán posteriormente. Este proceso se hará estableciendo puntos de unión con el comando Unión ➤ .

- Los puntos de unión se establecerán entre las caras que vayan a estar unidas.
- Se irán ejecutando las uniones una a una.
- Los pasos necesarios para unir los diferentes componentes se muestran en las siguientes imágenes.

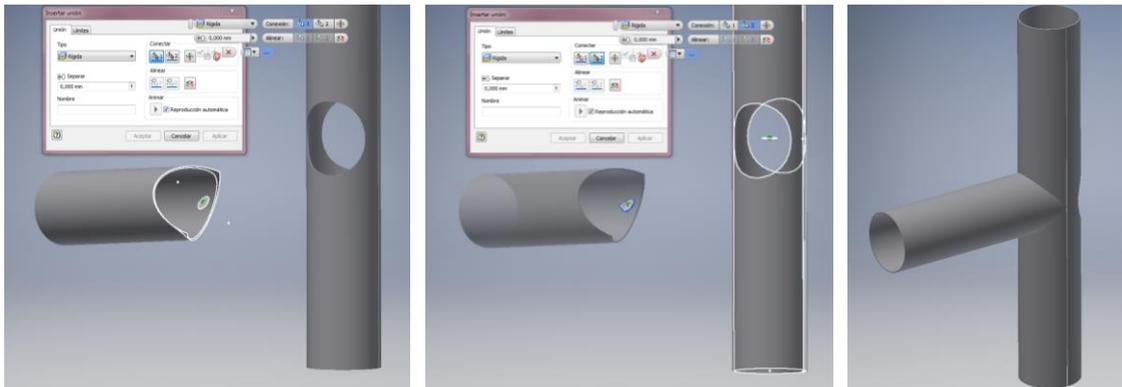


Ilustración 529. Proceso de unión de componentes I. Tubería Doble T.
Fuente. Elaboración propia.

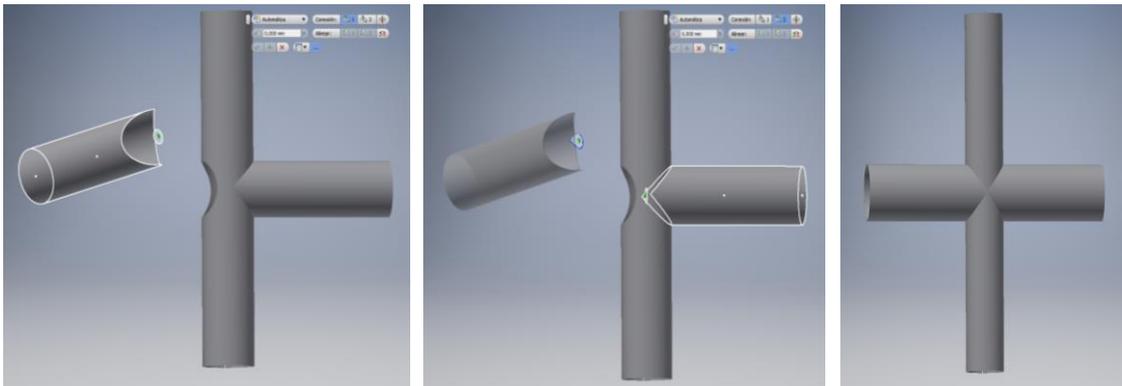


Ilustración 530. Proceso de unión de componentes II. Tubería Doble T.
Fuente. Elaboración propia.

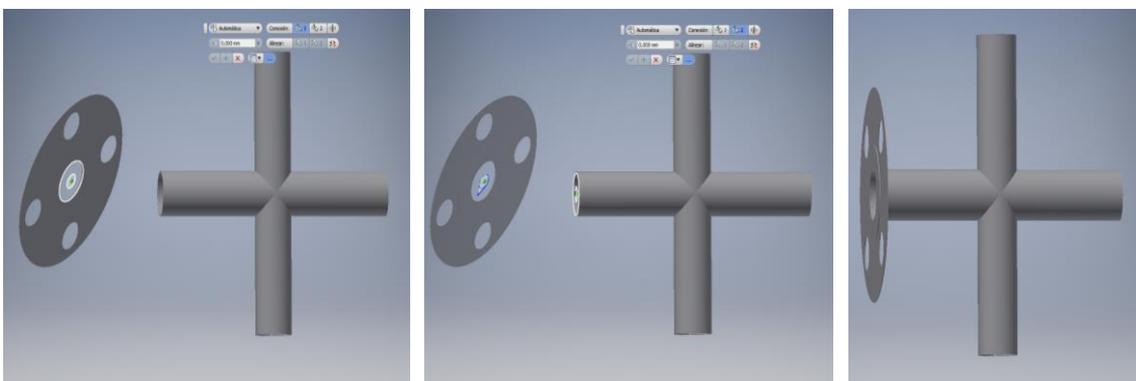


Ilustración 531. Proceso de unión de componentes III. Tubería Doble T.
Fuente. Elaboración propia.

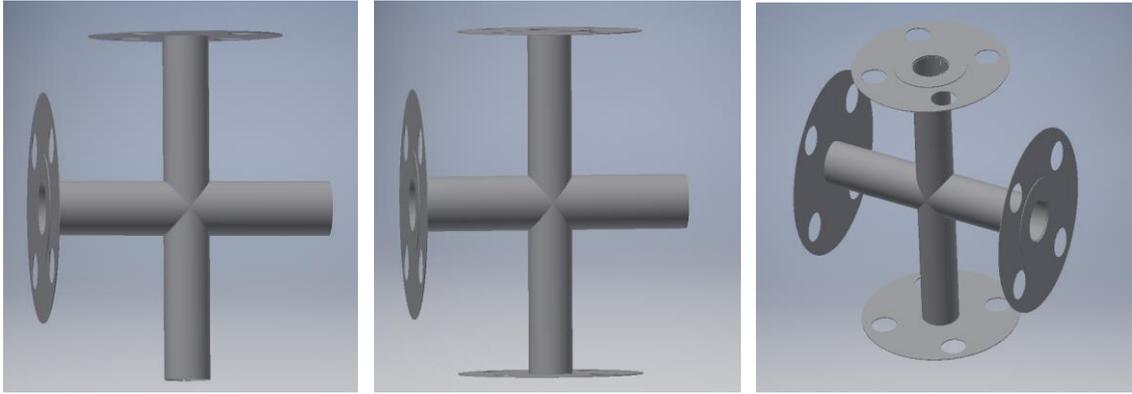


Ilustración 532. Proceso de unión de componentes IV. Tubería Doble T.
Fuente. Elaboración propia.

- Una vez unidos todos los elementos de la tubería de doble T, seleccione dentro del módulo Entornos, la herramienta *Convertir en Conjunto Soldado* ➤  .
 - Cuando ejecute el comando aparecerá una ventana informativa de que tras la conversión en conjunto soldado no se puede revertir el archivo a ensamblaje. Seleccione “Sí”.

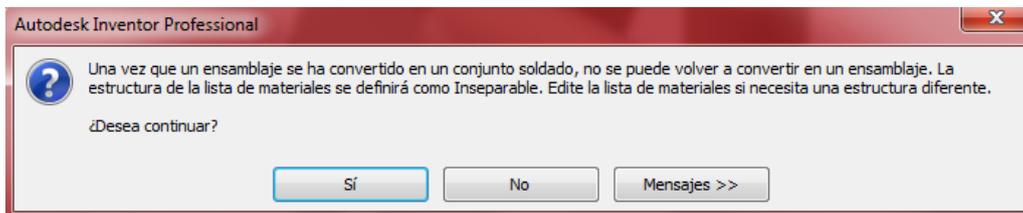


Ilustración 533. Ventana emergente al ejecutar Convertir en Conjunto Soldado. Tubería Doble T.
Fuente. Elaboración propia.

- Seleccione soldadura de tipo inseparable ➤ Norma: ISO ➤ Aluminio 6061, soldado.

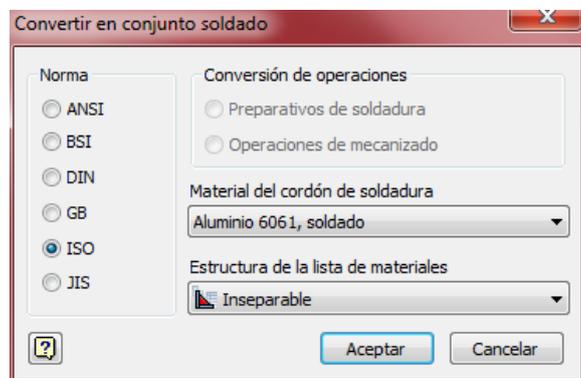


Ilustración 534. Configuración de los parámetros iniciales del cordón de soldadura. Tubería Doble T.
Fuente. Elaboración propia.

5. Seleccione el comando *Preparativos* ➤  para realizar operaciones de empalme y chaflán previas al proceso de soldadura.

- Pulse el comando *Empalme* ➤ , configurado con un radio de 4mm para redondear la unión entre tubos.

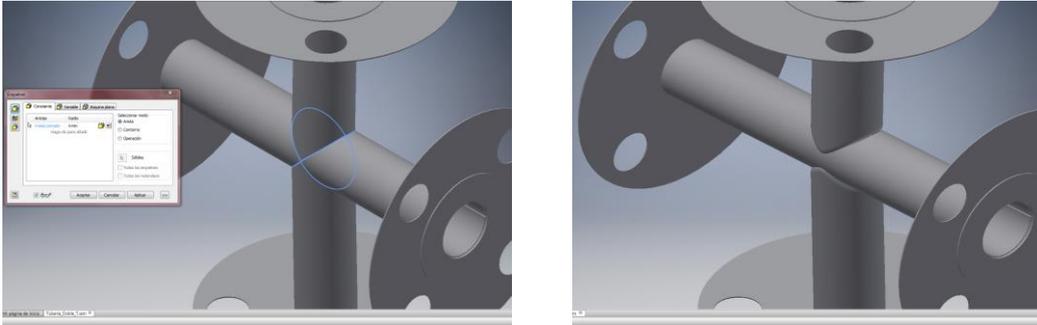


Ilustración 535. Proceso de preparativos - Empalme. Tubería Doble T.
Fuente. Elaboración propia.

- Seleccione la operación *Chaflán* ➤  *Chaflán*, configurado con una distancia de 0.5mm, para generar un bisel en la unión entre brida y tubería.
 - Repita la operación para las cuatro bridas.

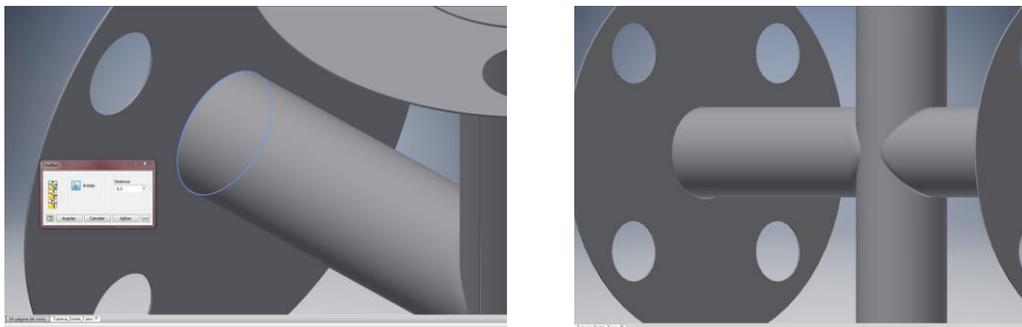


Ilustración 536. Proceso de preparativos - Chaflán. Tubería Doble T.
Fuente. Elaboración propia.

6. A continuación, seleccione el comando *Soldaduras* ➤  para establecer las uniones permanentes entre componentes.

- Ejecute *Soldaduras de Empalme* ➤ , que será el tipo de soldadura aplicada en las uniones entre tubería-tubería y tubería-brida.

- Las soldaduras de empalme realizadas, estarán configuradas con un contorno *Plano* ➤  y un lado de 1mmx1mm ➤ .
- Para generar la soldadura de empalme entre tubería-tubería: con el selector del primer conjunto activo ➤ , seleccione las caras del componente “*Tubería_Doble_T_2*”. A continuación, seleccione el componente “*Tubería_Doble_T_1*” con el selector del segundo conjunto activo ➤ .

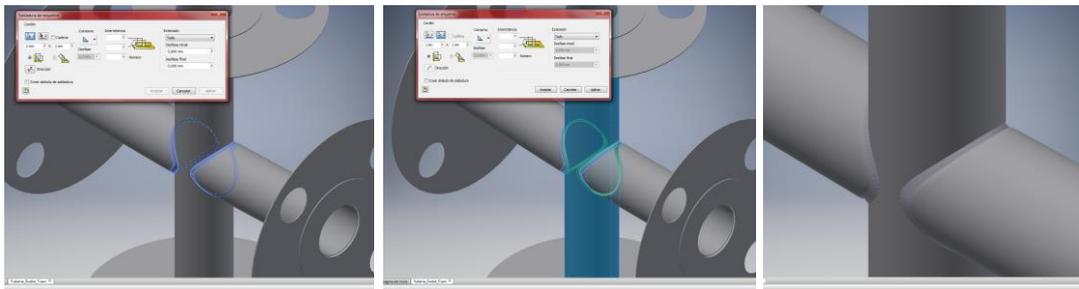


Ilustración 537. Proceso Soldadura de Empalme para unión Tubería-Tubería. Tubería Doble T.
Fuente. Elaboración propia.

- Para generar la soldadura de empalme entre tubería-brida: con el selector del primer conjunto activo ➤ , seleccione las caras del componente “*Tubería_Doble_T_2*”. A continuación, seleccione el componente “*Tubería_Doble_T_3*” con el selector del segundo conjunto activo ➤ .

Este proceso se realizará cuatro veces para completar todas las uniones entre tubería-brida.

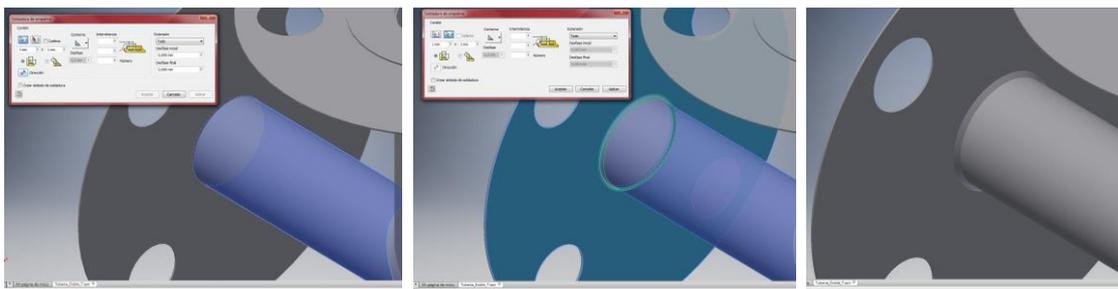


Ilustración 538. Proceso Soldadura de Empalme para unión Tubería-Brida. Tubería Doble T.
Fuente. Elaboración propia.

- Ejecute *Soldaduras para Ranuras* ➤  , que será el tipo de soldadura aplicada para unir la rotura que se realizó en el componente “*Tubería_Doble_T_1*”.
- Seleccione una de las caras formada con el proceso de rotura con el selector del primer conjunto activo ➤  , y la otra cara el selector del segundo conjunto activo ➤  .
- Active la pestaña de relleno radial ➤  .



Ilustración 539. Proceso Soldadura de para Ranuras para reparar rotura. Tubería Doble T.
Fuente. Elaboración propia.

7. Tras haber realizado las soldaduras, se establecerán los símbolos de soldadura que se mostrarán sobre el diseño realizado. Para ello, ejecute el comando *Símbolo* ➤  *Símbolo* .

- Seleccione ➤  *Cordón* el cordón de soldadura sobre el que se va a aplicar el símbolo.
- Configure una flecha sin línea de identificación ➤  y símbolo de soldadura de empalme ➤  .
- Sobre el lado1 indique 1mm. Si no se asigna valor al lado 2, se interpretan ambos valores iguales.
- Si se tuviera más información sobre la soldadura como el perfil, o en el caso de ser intermitente: número, longitud y espaciado, se añadiría a la información del símbolo.

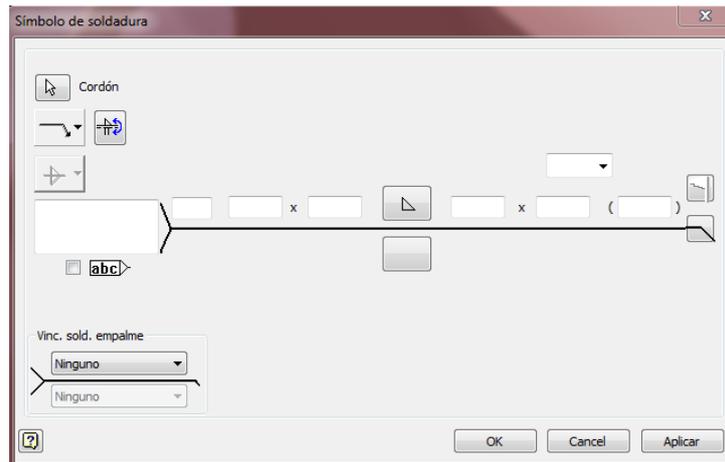


Ilustración 540. Configuración de los parámetros del comando símbolo. Tubería Doble T.
Fuente. Elaboración propia.

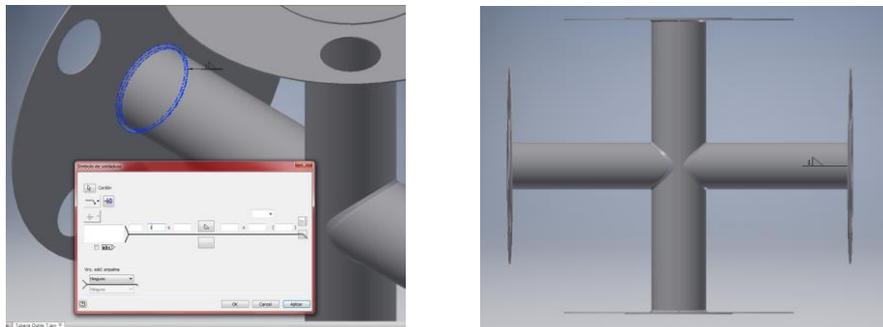


Ilustración 541. Símbolo del cordón de soldadura. Tubería Doble T.
Fuente. Elaboración propia.

8. Finalmente, antes de concluir el diseño de la pieza, se generará un informe de cordón ➤  Informe de cordón para guardar, en un archivo Excel, la información relativa a las propiedades físicas del cordón de soldadura: la masa, el área y el volumen.
- Al ejecutar el comando, se muestra una nota emergente sobre la que se seleccionará "Siguiente". A continuación se genera automáticamente la hoja de cálculo. Tan solo es necesario especificar el nombre y la ubicación del nuevo archivo.

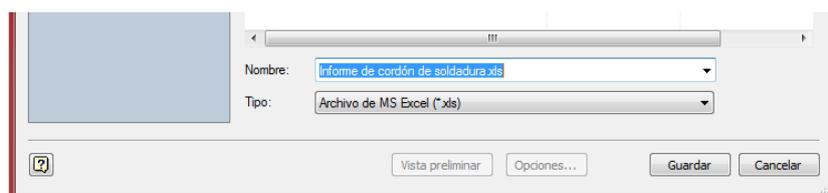


Ilustración 542. Guarde el informe de cordón generado.
Fuente. Elaboración propia.

Documento	ID	Tipo	Longitud	Unidad de medida	Masa	Unidad de medida	Área	Unidad de medida	Volumen	Unidad de medida
F:\chapa_inventor\Tuberia_Doble_T\Tuberia_Doble_T.iam		Soldadura de empalme 2	173,092	mm	1,89E-04	kg	626,926	mm ²	70,096	mm ³
		Soldadura de empalme 3	79,796	mm	1,10E-04	kg	280,027	mm ²	40,799	mm ³
		Soldadura de empalme 4	79,276	mm	1,11E-04	kg	279,2	mm ²	41,174	mm ³
		Soldadura de empalme 5	79,796	mm	1,11E-04	kg	280,027	mm ²	40,945	mm ³
		Soldadura de empalme 6	79,276	mm	1,10E-04	kg	279,2	mm ²	40,678	mm ³
		Soldadura para ranuras 1	Acanalado	N/D	1,08E-04	kg	318,603	mm ²	40,165	mm ³

Ilustración 543. Informe del cordón. Tubería Doble T.
Fuente. Elaboración propia.

9. Tras haber realizado la operación de soldadura, si el usuario deseara aplicar alguna operación 3D para conseguir un mejor acabado, debería seleccionar el comando *Mecanizado* ➤ . En este caso, el diseño de la pieza presenta el acabado de la pieza, por lo que se concluiría el diseño.

Capítulo 8

Conclusiones y Trabajos Futuros

Recordando lo expuesto en el “*Capítulo 1: Introducción*”, el objetivo principal del Trabajo de Fin de Grado era desarrollar un material multimedia basado en videotutoriales, que permitiese al usuario ampliar y completar el manejo de la herramienta *Autodesk Inventor Professional 2016*, especializándose en la generación de superficies 3D y el uso de los diferentes entornos de simulación relacionados con las mismas.

Para ello, se investigaron los módulos relativos a la generación de superficies, tanto planas como 3D, con el fin de analizar sus alcances y limitaciones. A lo largo del estudio, se comprobó como a través de sencillos comandos se pueden lograr diseños complejos, abarcando multitud de funcionalidades y posibilidades. Estas características hacen que la herramienta *Autodesk Inventor*, sea óptima para complementar la formación de los alumnos de la Universidad de Alcalá de Henares. Si además, se utiliza un recurso multimedia como guía (12 videotutoriales), se genera una mayor asimilación por parte del alumno y al mismo tiempo, se le dota de una mayor flexibilidad y eficacia al aprovechamiento de su tiempo. En conclusión, al no presentar limitaciones y generar multitud de beneficios, se considera que *Autodesk Inventor* es una herramienta óptima de cara a la docencia y al mundo laboral del alumno.

A modo de resumen, se expone una tabla con la información relativa a cada uno de los videotutoriales hechos.

Nombre	Unidad	Duración	Contenido explicado
Conducto de ventilación	Parte 1	10:04	Superficie de contorno, Pestaña solevada, Patrón circular, Agujero.
Escuadra de mesa	Parte 1	8:36	Cara, Pliegue, Desplegar, Replegar, Pestaña solevada, Pestaña, Agujero, Chaflán de esquina, Punzones.
	Parte 2	7:18	

Conclusiones y Trabajos Futuros

Cubierta de ordenador	Parte 1	10:03	Cara, Pestaña, Modificación de esquina, Desplegar, Replegar, Cortar, Doble, Chaflán de esquina.
	Parte 2	8:12	
Escuadra semiflexible	Parte 1	9:57	Pestaña de contorno, Pestaña, Cortar, Redondeo de esquinas, Agujero, Definir lado A, Crear desarrollo, Extensión de desarrollo, Anotación del orden de pliegue.
Chapa de botella	Parte 1	6:32	Superficie de contorno, Superficie reglada, Coser.
Cafetera	Parte 1	9:05	Superficie de contorno, Coser, Solevación, Revolución, Esculpir, Extrusión, Alargar, Recortar, Reemplazar cara.
	Parte 2	10:14	
Conducto de tubería	Parte 1	7:57	Estilos de tubos y tuberías, Nuevo enrutamiento, Enrutamiento, Dobleces, Llenar enrutamiento, Insertar, Conectar accesorios, Definir gravedad, Lista de materiales.
Tubería Doble T	Parte 1	10:16	Curva de contorno, Rotura, Desplegar, Replegar, Agujero, Cortar, Cara, Empalme, Chaflán, Soldadura de empalme, Soldadura para ranuras, Símbolo, Informe de cordón.
	Parte 2	8:43	

Tabla 3. Información de los videotutoriales.
Fuente. Elaboración propia.

Finalmente, como ya se indicó, este Trabajo de Fin de Grado es la continuación de un conjunto de proyectos anteriores que introducían diferentes entornos del *Autodesk Inventor*. Sin embargo, existen módulos y entornos que aún no han sido explorados, por lo que se pueden seguir desarrollando futuras líneas de investigación con el fin de completar la formación en la herramienta *Autodesk Inventor*.

Anexo

La estructura de la simbología de la soldadura está compuesta por tres elementos principales: la línea de referencia, los símbolos del tipo de soldadura y la información de la misma.

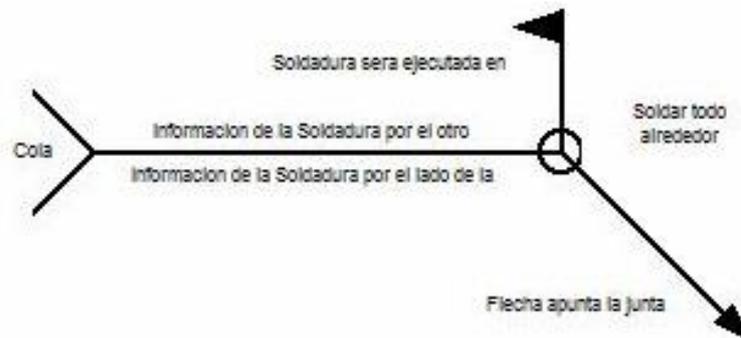


Ilustración 544. Estructura de la simbología de la soldadura.
Fuente: <http://www.demaquinasyherramientas.com/soldadura/simbologia-soldadura>

I. Línea de referencia

La línea de referencia es una línea horizontal en cuyo extremo presenta una flecha que apunta al cordón de soldadura. Sobre esta, se sitúa la información con su símbolo respectivo. La información de la soldadura respectiva al lado de la flecha de una unión se sitúa debajo de la línea de referencia, mientras que la información del otro lado se sitúa encima de la línea de referencia.

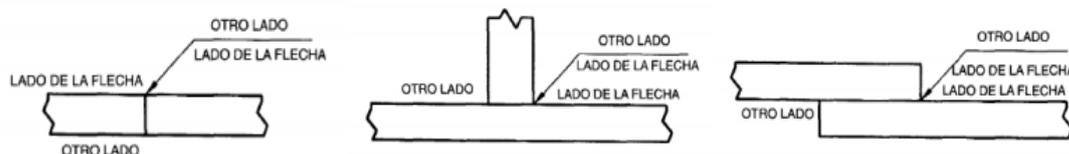


Ilustración 545. Ejemplos de colocación de la información en la línea de referencia.
Fuente: <http://www.udb.edu.sv/udb/archivo/guia/mecanica-tecnologico/soldaduras-industriales-ebc/2015/ii/guia-3.pdf>

Al otro extremo de la línea de referencia, puede definirse un elemento conocido como cota, que se utiliza para definir información relativa a procedimientos, tipo de proceso, especificaciones de la norma, etc. Este elemento no es necesario que aparezca en la estructura de la simbología.

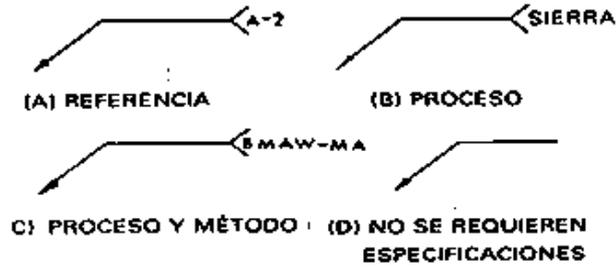


Ilustración 546. Ejemplos de la información presente en la cota de la soldadura.
Fuente. <http://www.utp.edu.co/~azapata/simbologia>

II. Simbología del tipo de soldadura

A simbología básica del tipo de soldadura se representa en la siguiente ilustración:

CHAFLAN							
PLANO	INCLINADO	V	BISEL	U	J	V ENSANCHADA	BISEL ENSANCHADO

ANGULO	TAPON U OJAL	ESPARRAGO	PUNTO O PROYECCION	COSTURA	REVERSO O RESPALDO	RECARGUE	BORDE	
							CANTO	ESQUINA

Ilustración 547. Simbología básica del tipo de soldadura.
Fuente. <http://campusvirtual.edu.uy/archivos/mecanica-general/soldadura/03%20Simbologia%20de%20soldadura.pdf>

Junto a la simbología básica se encuentran una serie de símbolos suplementarios:

SOLDAR TODO AL-REDEDOR	SOLDADURA EN CAMPO	REFUERZO DE RAIZ	INSERTO CONSUMIBLE (PLANO)	RESPALDO O SEPARADOR (RECTANGULAR)	CONTORNO		
					A PAÑO O PLANO	CONVEXO	CONCAVO

Ilustración 548. Simbología suplementaria del tipo de soldadura.
Fuente. <http://campusvirtual.edu.uy/archivos/mecanica-general/soldadura/03%20Simbologia%20de%20soldadura.pdf>

III. Información

La información de la soldadura es colocada sobre la línea de referencia, para ser leída de izquierda a derecha. Las medidas de las dimensiones de los lados, altura y anchura, se sitúan a la izquierda del símbolo de soldadura. Mientras que a la derecha, se sitúan los elementos de longitud y distancia entre centros cuando la soldadura es de tipo intermitente. Esto quiere decir, que si a la derecha del símbolo no hay nada, la soldadura es continua.

En este caso se han descrito los elementos principales que representan el cordón de la soldadura. Sin embargo, existen más elementos que pueden incluirse en la estructura, útiles cuando el usuario desea algún detalle particular.

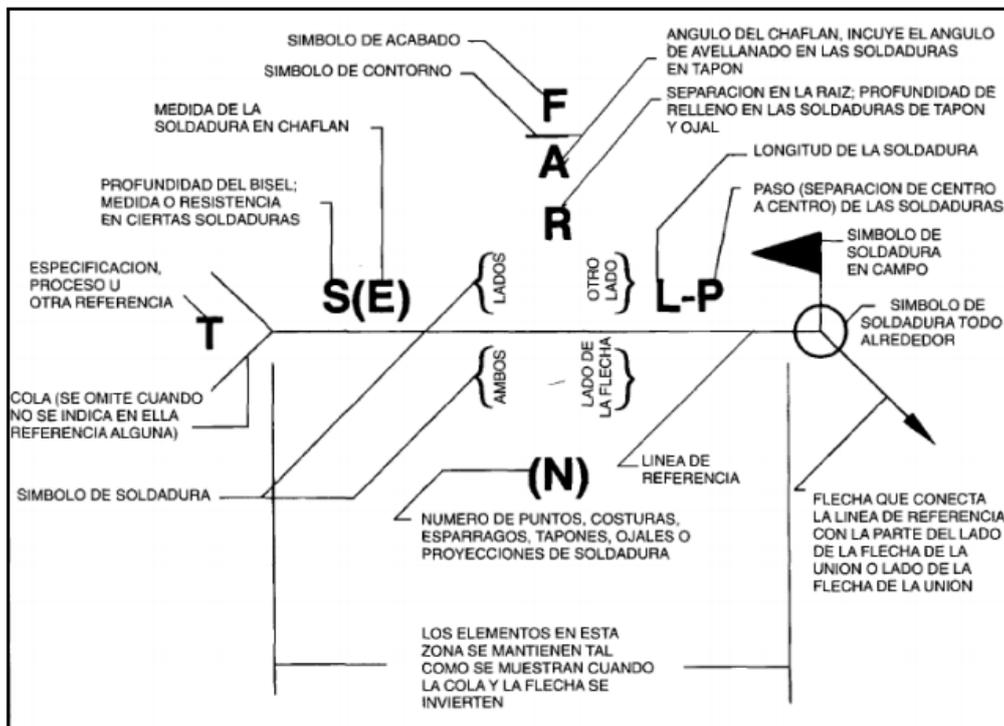


Ilustración 549. Estructura completa de la simbología de la soldadura.

Fuente: <http://campusvirtual.edu.uy/archivos/mecanica-general/soldadura/03%20Simbologia%20de%20soldadura.pdf>

Si las dimensiones y características del cordón de soldadura es la misma en todas las soldaduras de la pieza, no es necesario establecer la simbología en cada soldadura.

Medios Usados

Requisitos de Hardware

Ordenador ASUS A53S Intel Core i7- 2670QM con las siguientes características:

- CPU de 2.20 GHz.
- Memoria RAM de 8GB.
- Disco Duro de 640GB.
- Tarjeta Gráfica de NVIDIA GEFORCE GT 520M con 1GB.

Requisitos mínimos de Software

Autodesk Inventor Professional 2016:

- Sistema operativo: Microsoft Windows 7 64 bits.
- CPU de 2GHz.
- Memoria RAM de 8GB.
- Disco Duro de 100GB.
- Microsoft® Direct3D 10® compatible con una tarjeta gráfica.

Camtasia Studio 8:

- Sistema operativo: Microsoft Windows 7 64 bits.
- Procesador Dual-Core.
- Memoria RAM de 2GB.
- Disco Duro de 2GB.
- Dimensiones de la pantalla: 1024x768.

Presupuesto

En esta sección se incluye un desglose de los costes estimados generados al llevar a cabo este proyecto. En el desglose se incluirán los costes relativos al hardware, software y de mano de obra.

Costes de hardware

Concepto	Precio unidad	Cantidad	Subtotal
Ordenador ASUS Intel Core i7	599 €	1	599 €

Tabla 4. Costes de hardware.
Fuente. Elaboración propia.

Costes de software

Durante la elaboración del proyecto, se han utilizado diferentes herramientas de software para generar el manual y los videotutoriales. Por lo tanto, estas licencias deben ser contempladas en el presupuesto.

Concepto	Coste
S.O. Microsoft Windows 7	0 €
Autodesk Inventor Professional 2016 – 1año	2060 €
Librerías Autodesk Inventor	0 €
Camptasia Studio 8	278.97 €
Dropbox	0 €
Paquete Office Microsoft	0 €
	Subtotal: 2338.97 €

Tabla 5. Costes de software.
Fuente. Elaboración propia.

Costes de mano de obra

Para estimar el coste del personal, se supondrá que un Ingeniero Industrial cobra un sueldo medio de 15€/hora. Con ello, se calcularán las horas de trabajo dedicado a cada una de las tareas necesarias para realizar el proyecto.

Concepto	€/Hora	Horas	Coste
Instalación del software	15	6	90 €
Preparación previa	15	80	1200 €
Elaboración de los ejemplos prácticos	15	180	2700 €
Realización del manual	15	360	5400 €
Grabación y edición de los videotutoriales	15	40	600 €
			Subtotal: 9990 €

Tabla 6. Costes de mano de obra.
Fuente. Elaboración propia.

Costes totales

Los costes totales se obtienen de la suma de los costes de hardware, software y mano de obra.

Concepto	Coste
Costes de hardware	599 €
Costes de software	2338.97 €
Costes de mano de obra	9990 €
IVA (21%)	2714.87 €
Total: 15642.84 €	

Tabla 7. Costes totales.
Fuente. Elaboración propia.

El importe total del presupuesto asciende a quince mil seiscientos cuarenta y dos con ochenta y cuatro euros (15642.84 €).

Bibliografía

- [1] “Evolución de los procesos de corte y deformación de chapa”.
<http://www.interempresas.net/Deformacion-y-chapa/Articulos/8647-Evolucion-de-los-procesos-de-corte-y-deformacion-de-chapa.html>
[Consulta: 20 de Septiembre de 2016]
- [2] “Herramientas de diseño e ingeniería”.
http://www.bizkaia.eus/Home2/Archivos/DPTO8/Temas/Pdf/ca_GTcapitulo1.pdf?idioma=CA
[Consulta: 20 de Septiembre de 2016]
- [3] “Página de Siemens “
https://www.plm.automation.siemens.com/es_es/plm/cad.shtml
[Consulta: 20 de Septiembre de 2016]
- [4] “Página de Autodesk: Autodesk Inventor Professional “.
<http://www.autodesk.es/products/inventor/overview>
[Consulta: 20 de Septiembre de 2016]
- [5] Miguel López, *“Manual de Usuario Inventor 2011”*.
- [6] Miguel Ángel Oliva García *“Aprendizaje Autónomo Del Manejo De Autodesk Inventor 2011 Mediante Video-Tutoriales”*.
- [7] Álvaro Polo Brihuega, *“Análisis Y Aplicación De La Herramienta “Design Accelerator”*.
- [8] Víctor López Cano, *“Aplicación del Design Accelerator y del entorno de Simulación Dinámica de Autodesk Inventor 2014, al diseño y análisis de conjuntos mecánicos: tutorial de aprendizaje”*.
- [9] “Chapa metálica”.
<https://prezi.com/o9crccjx0u4m/chapa-metalica/>
[Consulta: 20 de Septiembre de 2016]
- [10] “Conformado de chapa”.

<https://prezi.com/xikydvcmomod/procesos-de-conformacion-de-chapa-o-lamina/>

[Consulta: 20 de Septiembre de 2016]

[11] "Procesos de conformado".

<http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/procesos-industriales/procesos-de-conformado/>

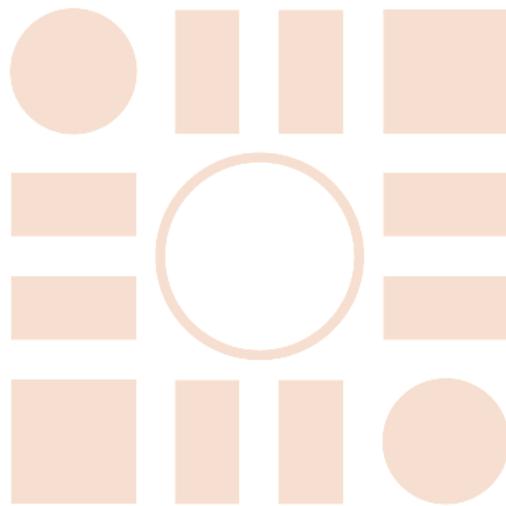
[Consulta: 20 de Septiembre de 2016]

[12] "Soldaduras industriales".

<http://www.udb.edu.sv/udb/archivo/guia/mecanica-tecnologico/soldaduras-industriales-ebc/2015/ii/guia-3.pdf>

[Consulta: 20 de Septiembre de 2016]

Universidad de Alcalá
Escuela Politécnica Superior



ESCUELA POLITECNICA
SUPERIOR



Universidad
de Alcalá