

## 5.4. Fase de diseño de detalle

Al finalizar la fase de diseño conceptual, progresivamente se va entrando en la fase de diseño de detalle. El límite entre ambas fases no siempre está claro y varía también en función del tipo de producto, su grado de novedad, etc. En general, el diseño de detalle está relacionado con el diseño de subsistemas y componentes que integran el conjunto, independientemente de la naturaleza del producto.

Todos los productos están formados por componentes que, en mayor o menor grado, se definen en la fase de diseño conceptual, pero que pueden variar considerablemente en la fase de detalle debido a distintas alternativas de fabricación, materiales, formas, etc.

En el campo del diseño de detalle sólo se puede hablar en términos generales, a menos que el tema se centre en un producto específico, dado que una visión más concreta supondría profundizar en cada una de las tecnologías aplicables a cualquier posible componente de un producto. Se estima que un 70-80% de la actividad de diseño de una industria pertenece a la fase de diseño de detalle, aunque esta importante dedicación es inútil si el trabajo en las fases precedentes no se lleva a cabo de un modo sistemático y metódico.

Cuando se alcanza la fase de diseño de detalle es necesario recurrir a todos los conocimientos sobre materiales, procesos productivos, técnicas de análisis, nuevas tecnologías en el sector, entorno del componente, estética, etc. En el fondo, todo ello se refiere a posteriores restricciones que el diseñador deberá considerar a la hora de realizar un buen diseño del componente, de modo que encaje perfectamente en el producto global, tanto física como funcionalmente.

Durante la etapa de diseño de detalle se deben definir completamente todos los componentes del producto. El diseño de los subsistemas y componentes debe tener en cuenta todos los factores que afectan al producto de la misma manera que se tenía en cuenta en la fase de diseño conceptual. Mientras que en la etapa conceptual se concebía el producto de manera global, y los subsistemas necesarios para desempeñar todas las funciones, ahora hay que determinar las características de cada pieza que va a hacer posible que los subsistemas desarrollen dichas funciones.

Los factores, a través de las especificaciones, fijan unos límites al campo de soluciones del producto mediante restricciones. Normalmente los factores más importantes, en el producto en cuestión, determinarán las características del diseño, y posteriormente dichas características se ajustarán para que cumplan el resto de especificaciones.

Particularizando únicamente en el estudio mecánico, su objetivo es diseñar todos los componentes del producto necesarios para que desempeñe las distintas funciones. Para realizar el estudio mecánico se parte del producto global, y se determinan los distintos subsistemas, de manera que puedan abordarse los problemas de diseño específicos de cada uno de modo independiente.

Se trata ya de diseño de detalle puro, en el que hay que definir, calcular, dimensionar las piezas que, integradas en un determinado subsistema, permiten el funcionamiento del conjunto. Lógicamente, la complejidad de este estudio irá pareja a la complejidad del propio producto. Si el producto presenta sistemas o componentes con movimientos relativos será conveniente modelar su comportamiento. El Diseño Asistido por Ordenador puede ayudar en este aspecto, siendo posible verificar el movimiento de las piezas y si existen interferencias, e incluso analizar la respuesta ante distintas cargas.

Como resultado, la fase de diseño de detalle debe generar los planos definitivos del producto, con las especificaciones necesarias para fabricación. Si en la fase conceptual bastaba con

planos de conjunto y generales, en este caso se precisan planos detallados, acotados y con indicaciones donde sea necesario. Los documentos de esta fase son los siguientes:

- Plano general del conjunto, con cotas al menos en sus dimensiones máximas, y referencias a cada una de las piezas.
- Despiece del conjunto, normalmente en explosión. Si algunas piezas no eran visibles en el plano general, o si no se quiere recargar dicho plano, se puede emplear el despiece para referir otras piezas. En el plano de despiece no es necesario acotar, y se suelen incluir anotaciones al modo en que ensamblan algunos elementos, si es necesario.
- Planos individuales por pieza: Debe haber un plano por cada pieza que integra el conjunto, exceptuando aquellos elementos estándar. Los planos por pieza deben estar acotados e incluir, si fuera necesario, tolerancias de fabricación.
- Análisis realizados: La fase de diseño conceptual implica también un buen número de cálculos, como se ha comentado anteriormente. Es en esta fase cuando los conocimientos tecnológicos del diseñador se emplean para dar solución a los problemas técnicos que plantea el diseño. Todos los cálculos efectuados sobre el diseño deben ser recogidos en un documento para poder retomarlos, si fuera necesario, en cualquier momento.

Esta fase se hace necesariamente con CAD para integrarla posteriormente en el resto de aplicaciones.

### 5.4.1. Modelado

#### Tablero

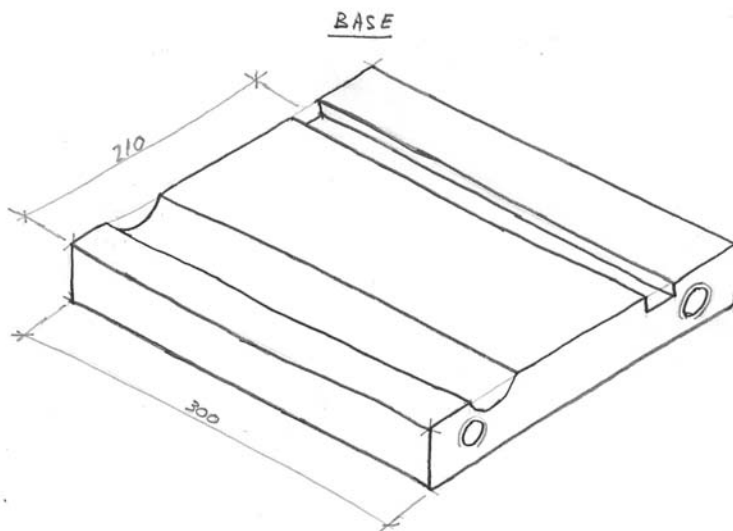


Figura 5.13. Tablero

La primera operación es una Protrusión por Proyección. Se completa con los agujeros ciegos roscados en los laterales.

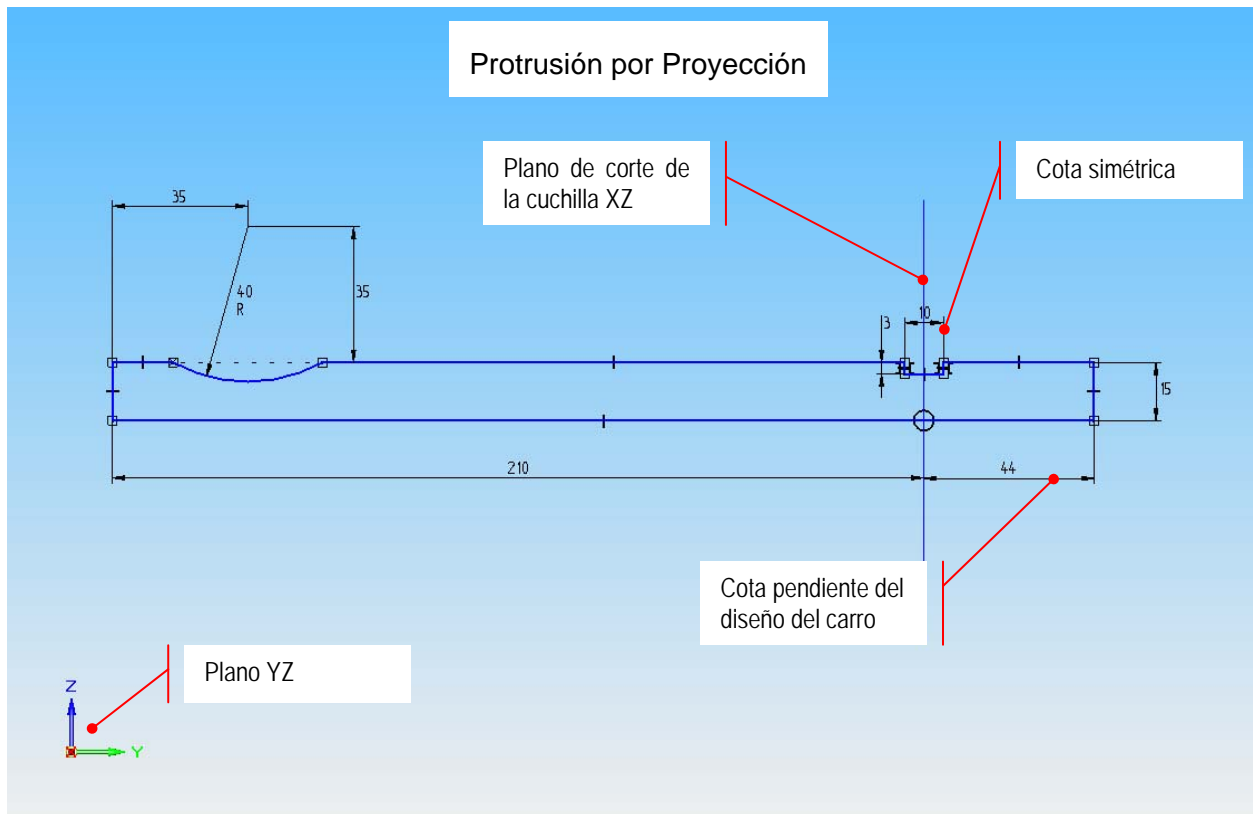


Figura 5.14. Tablero: perfil de Protrusión 1 (Imagen realizada con Solid Edge)

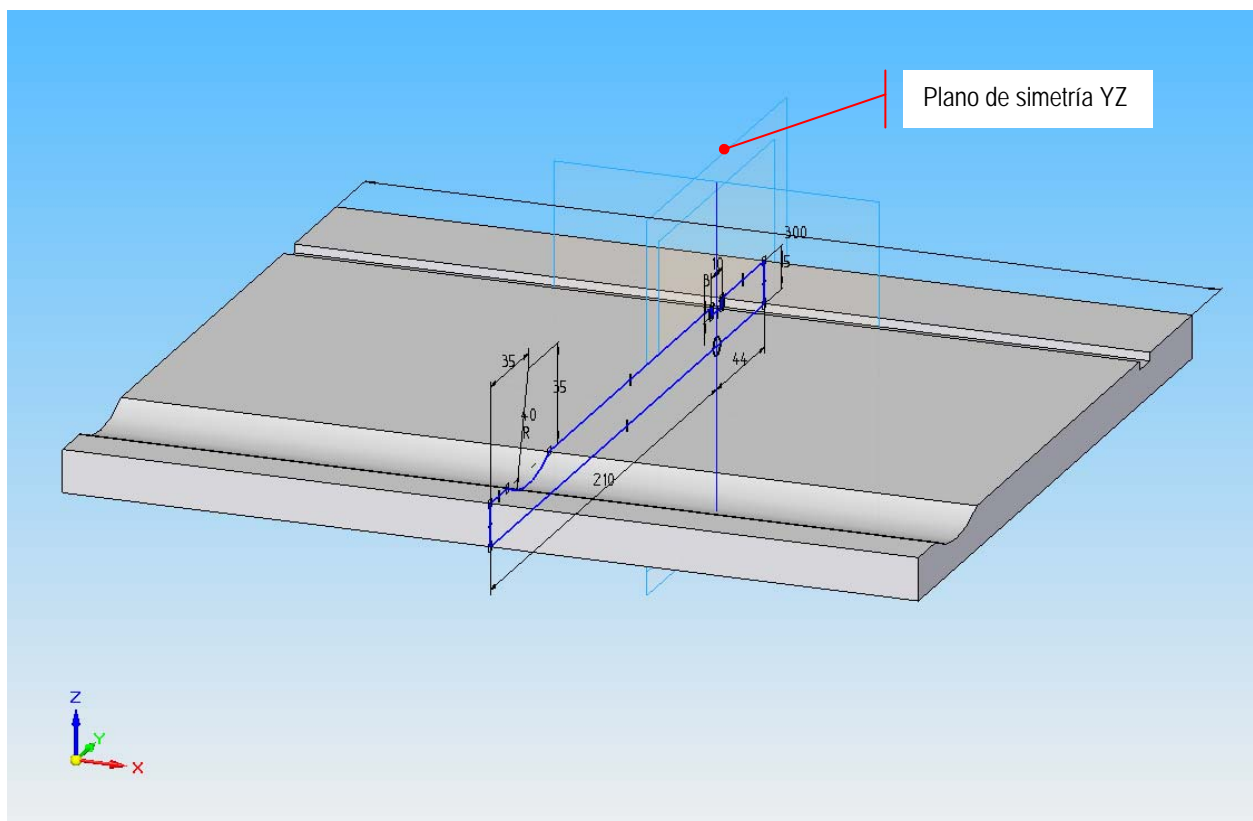


Figura 5.15. Tablero: resultado de Protrusión 1 (Imagen realizada con Solid Edge)

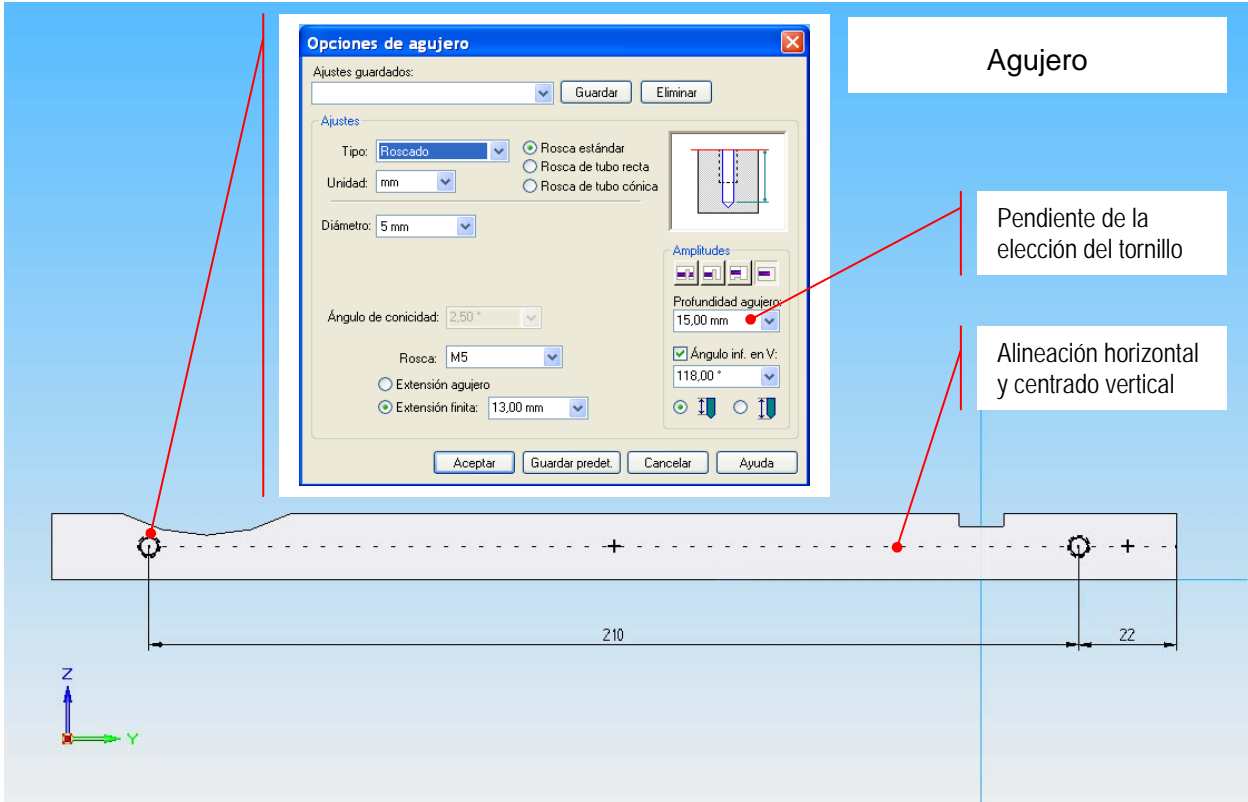


Figura 5.16. Tablero: perfil de Agujero 1 (Imagen realizada con Solid Edge)

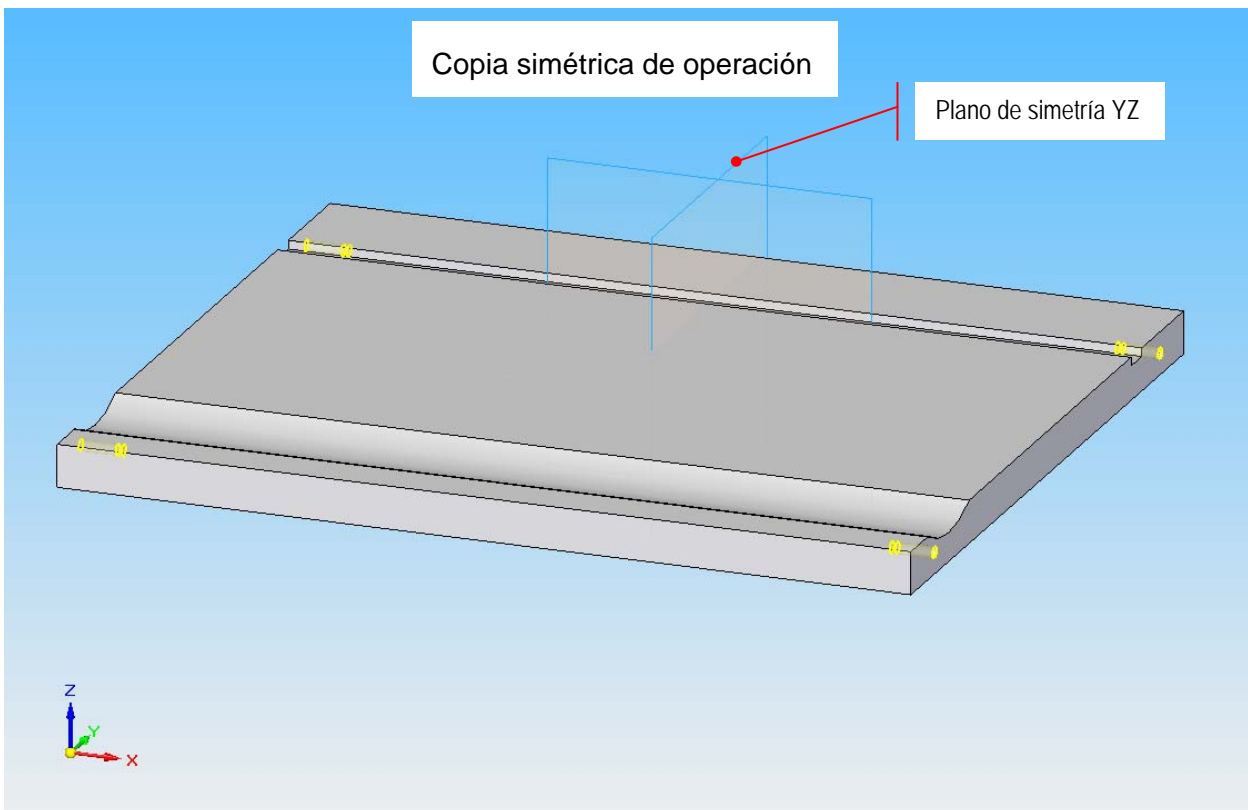


Figura 5.17. Tablero: Simetría 1 (Imagen realizada con Solid Edge)

El PathFinder de Operaciones del tablero resulta:

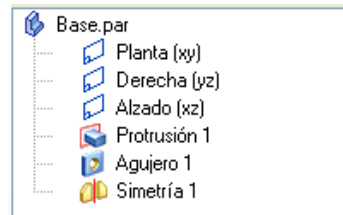


Figura 5.18. Tablero: PathFinder de Operaciones (Imagen realizada con Solid Edge)

## Cuchilla

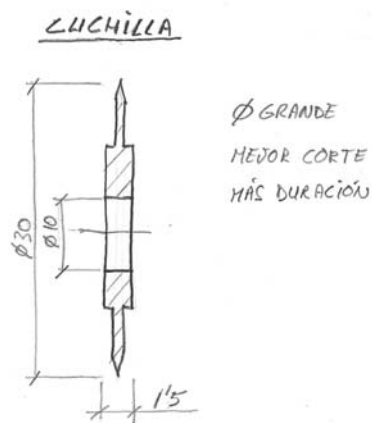


Figura 5.19. Cuchilla

Solamente es necesaria una operación de Protrusión por Revolución.

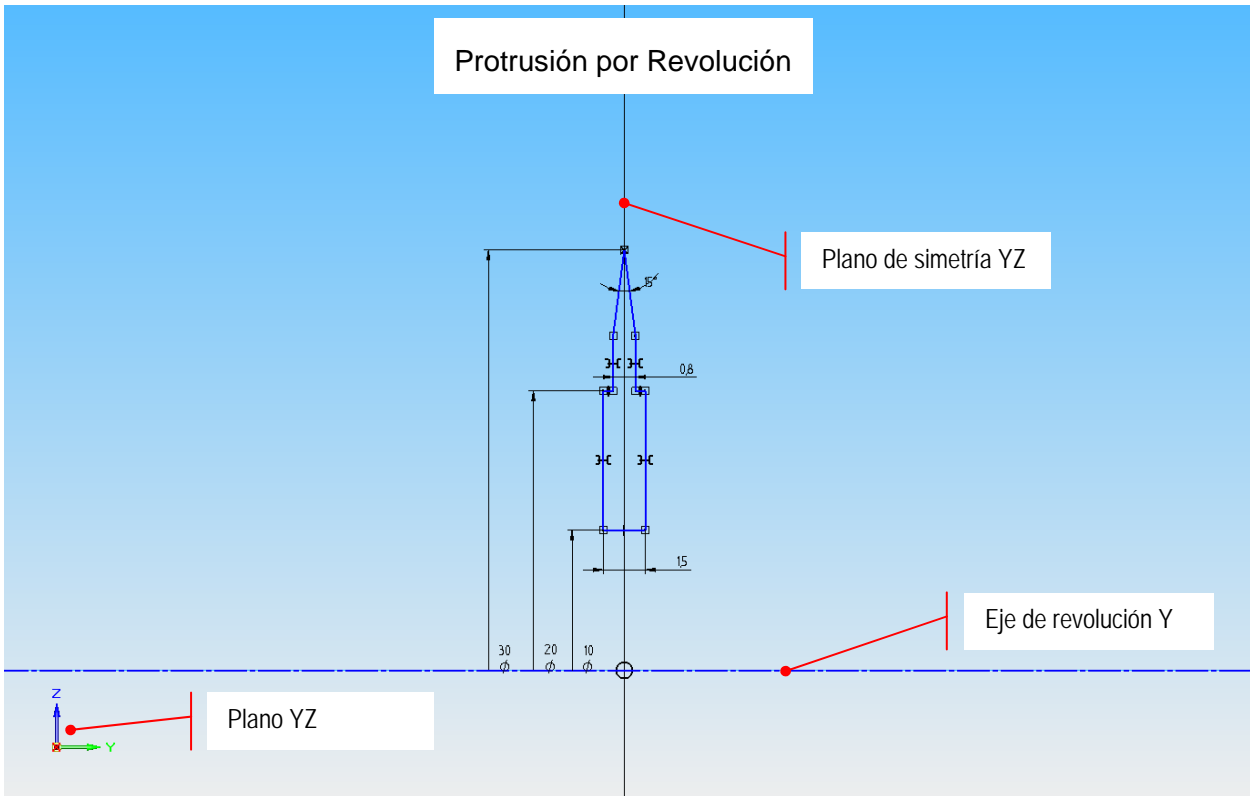


Figura 5.20. Cuchilla: perfil de Protrusión 1 (Imagen realizada con Solid Edge)

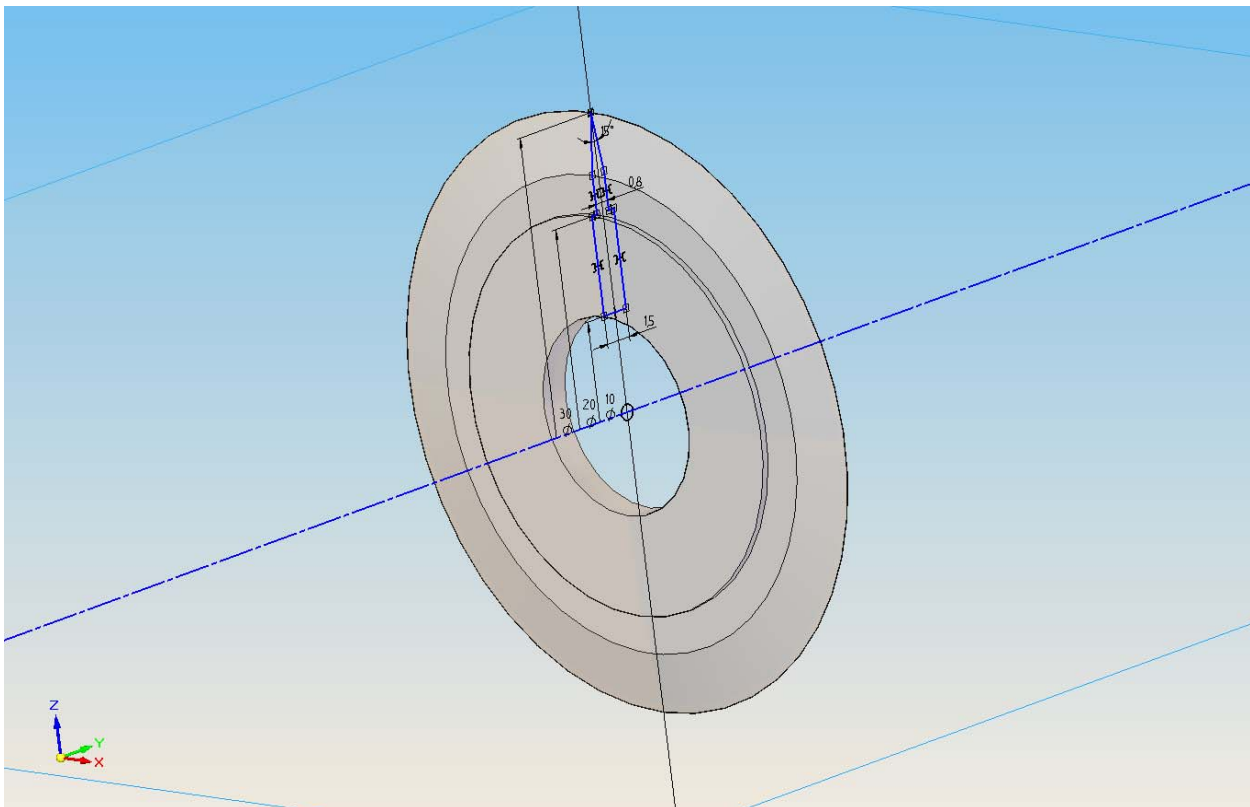


Figura 5.21. Cuchilla: resultado de Protrusión 1 (Imagen realizada con Solid Edge)

El Pathfinder de Operaciones de la cuchilla resulta:

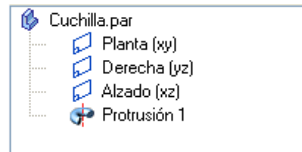


Figura 5.22. Cuchilla: Pathfinder de Operaciones (Imagen realizada con Solid Edge)

### Casquillo y tornillo moleteado



Figura 5.23. Casquillo y tornillo moleteado

Para el casquillo, la primera operación es una Protrusión por Revolución. Se completa con el agujero roscado pasante.

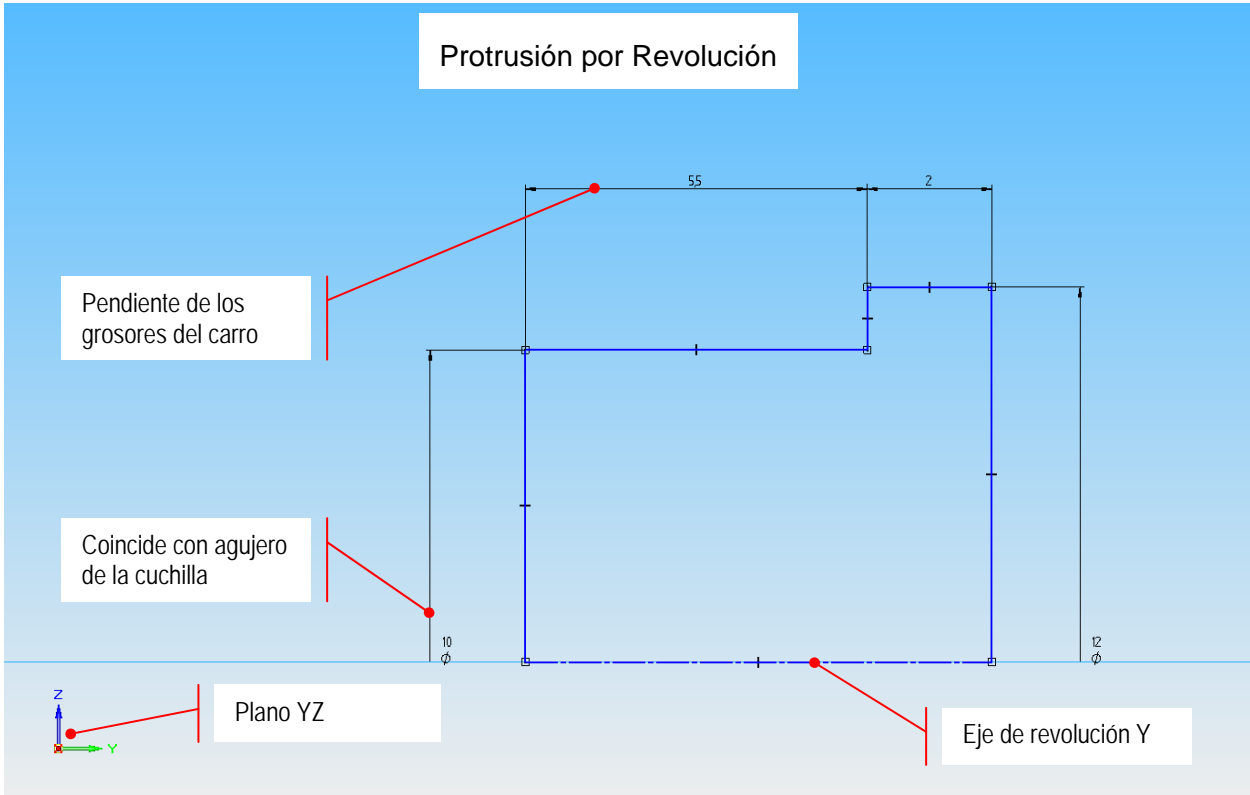


Figura 5.24. Casquillo: perfil de Protrusión 1 (Imagen realizada con Solid Edge)

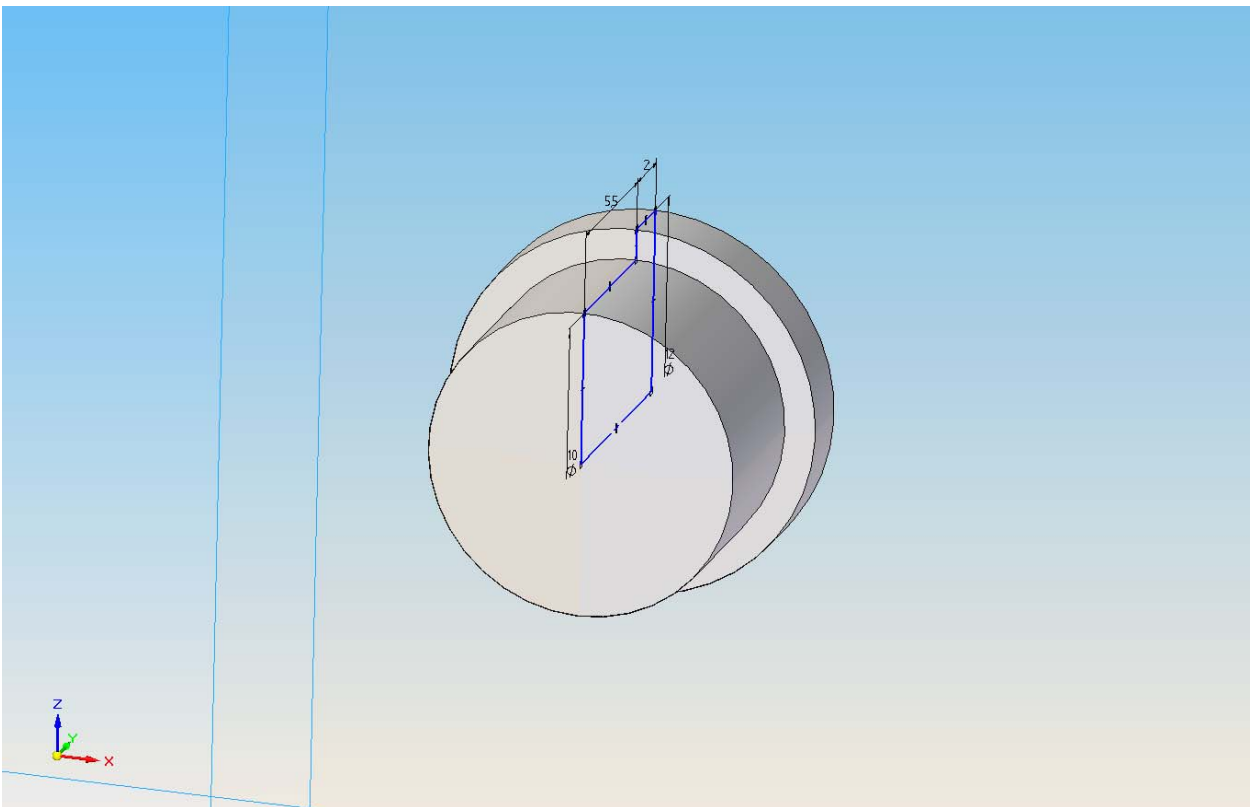


Figura 5.25. Casquillo: resultado de Protrusión 1 (Imagen realizada con Solid Edge)



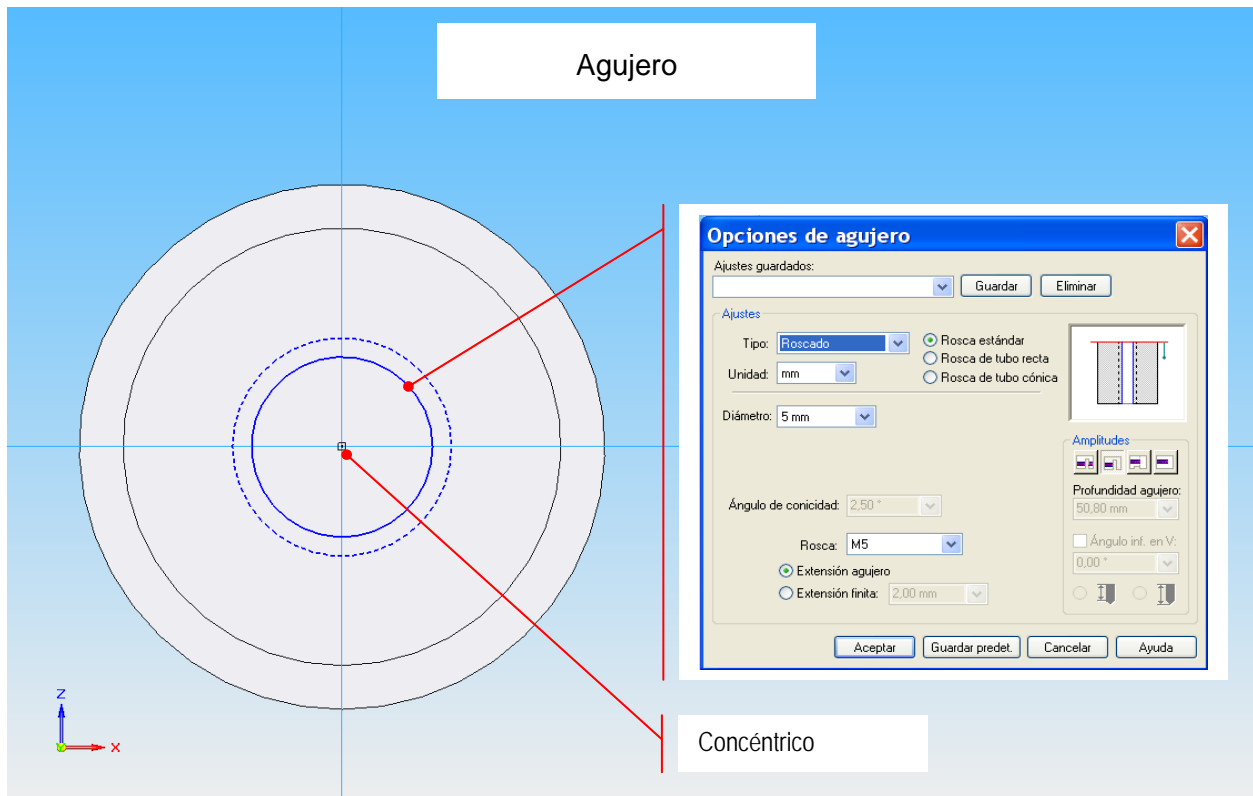


Figura 5.26. Casquillo: perfil de Agujero 1 (Imagen realizada con Solid Edge)

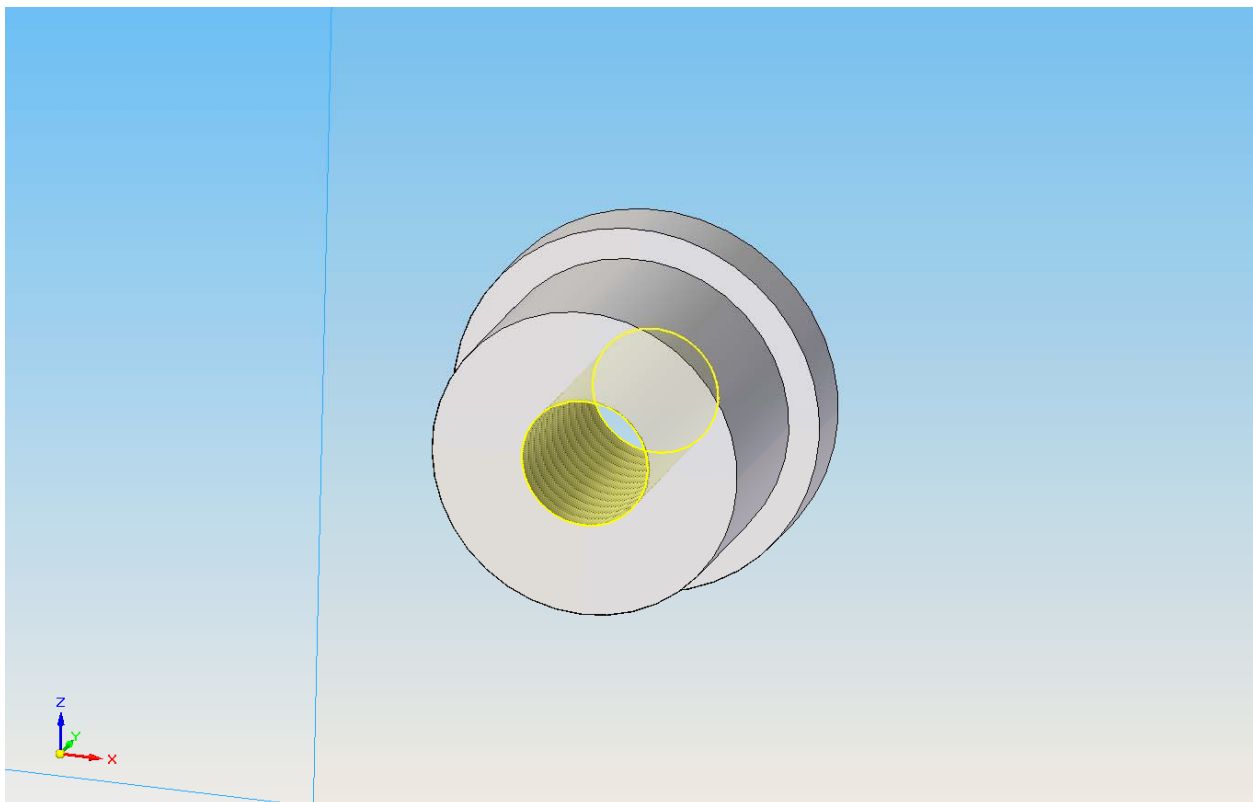


Figura 5.27. Casquillo: resultado de Agujero 1 (Imagen realizada con Solid Edge)

El PathFinder de Operaciones del casquillo resulta:

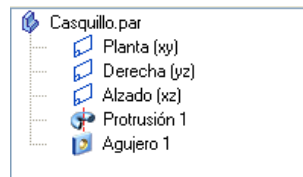


Figura 5.28. Casquillo: PathFinder de Operaciones (Imagen realizada con Solid Edge)

Para el tornillo moleteado, la primera operación es una Protrusión por Revolución. Se completa con el roscado exterior y un chaflán para abocar la rosca.

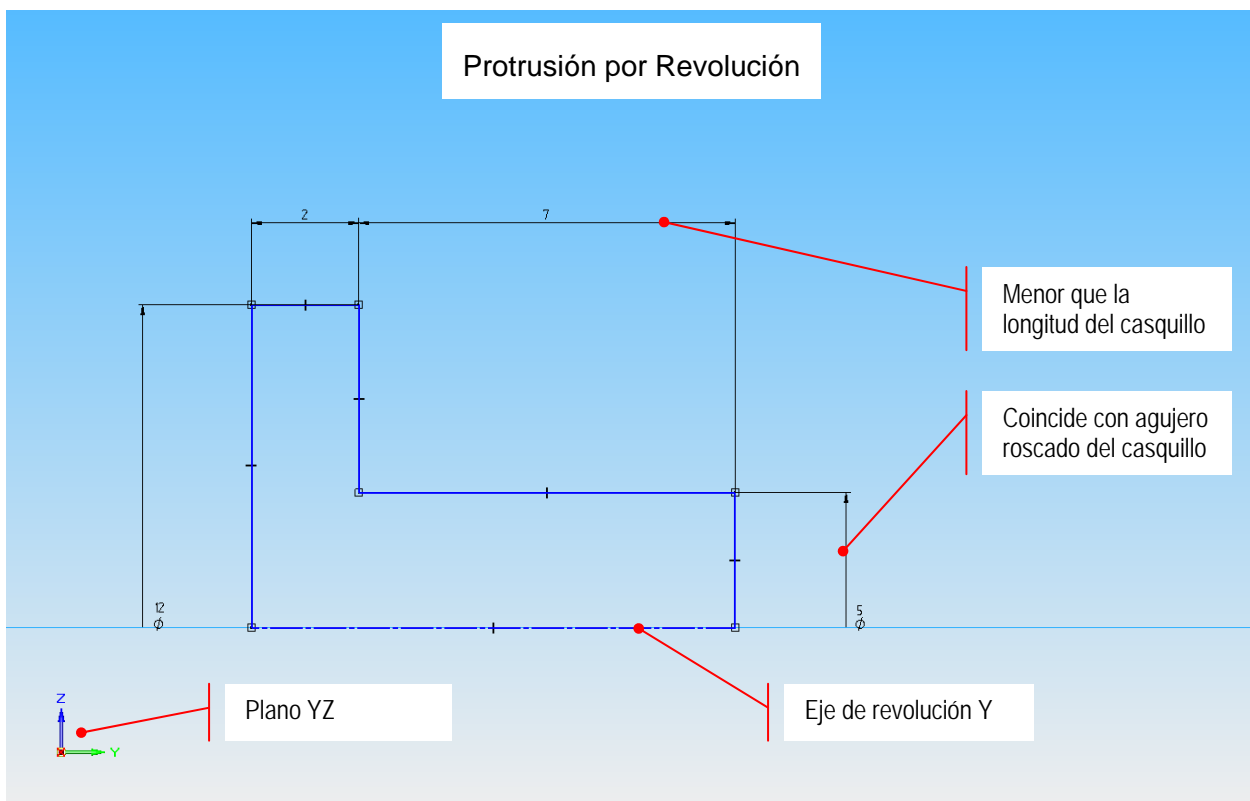


Figura 5.29. Tornillo moleteado: perfil de Protrusión 1 (Imagen realizada con Solid Edge)

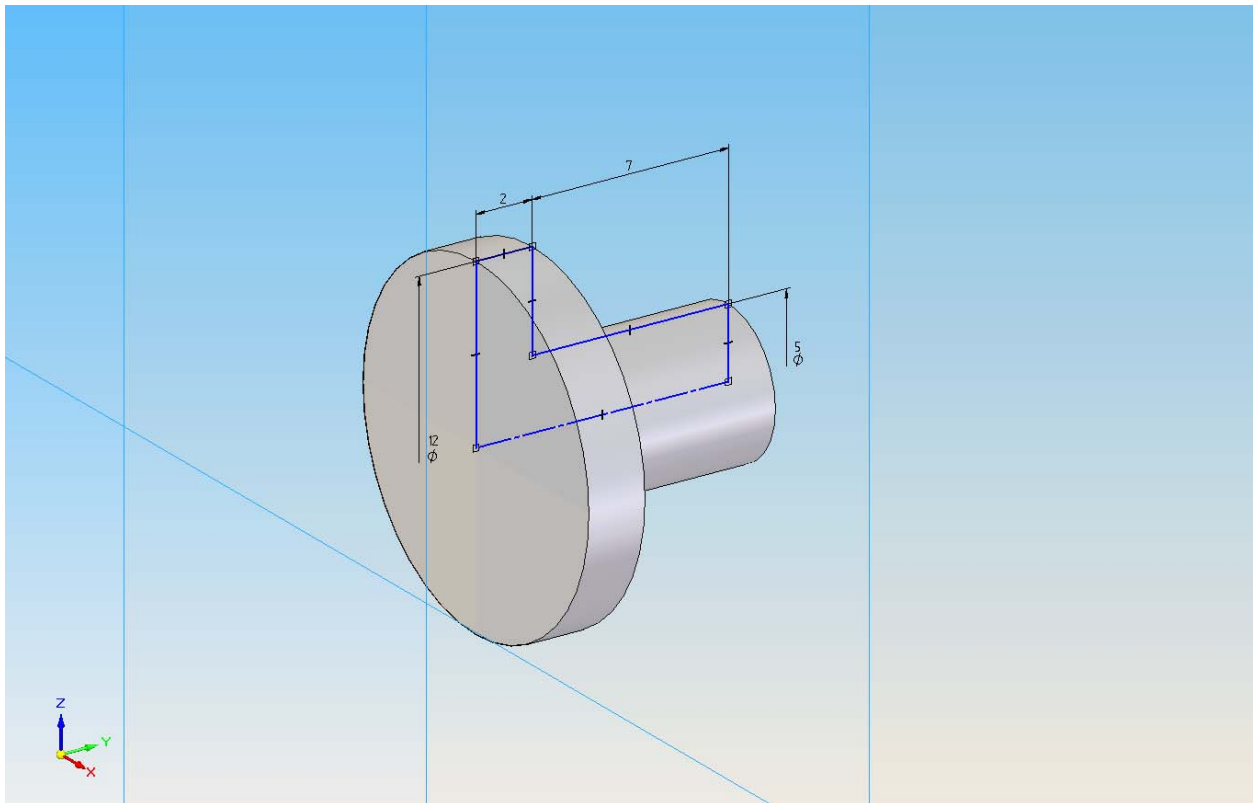


Figura 5.30. Tornillo moleteado: resultado de Protrusión 1 (Imagen realizada con Solid Edge)

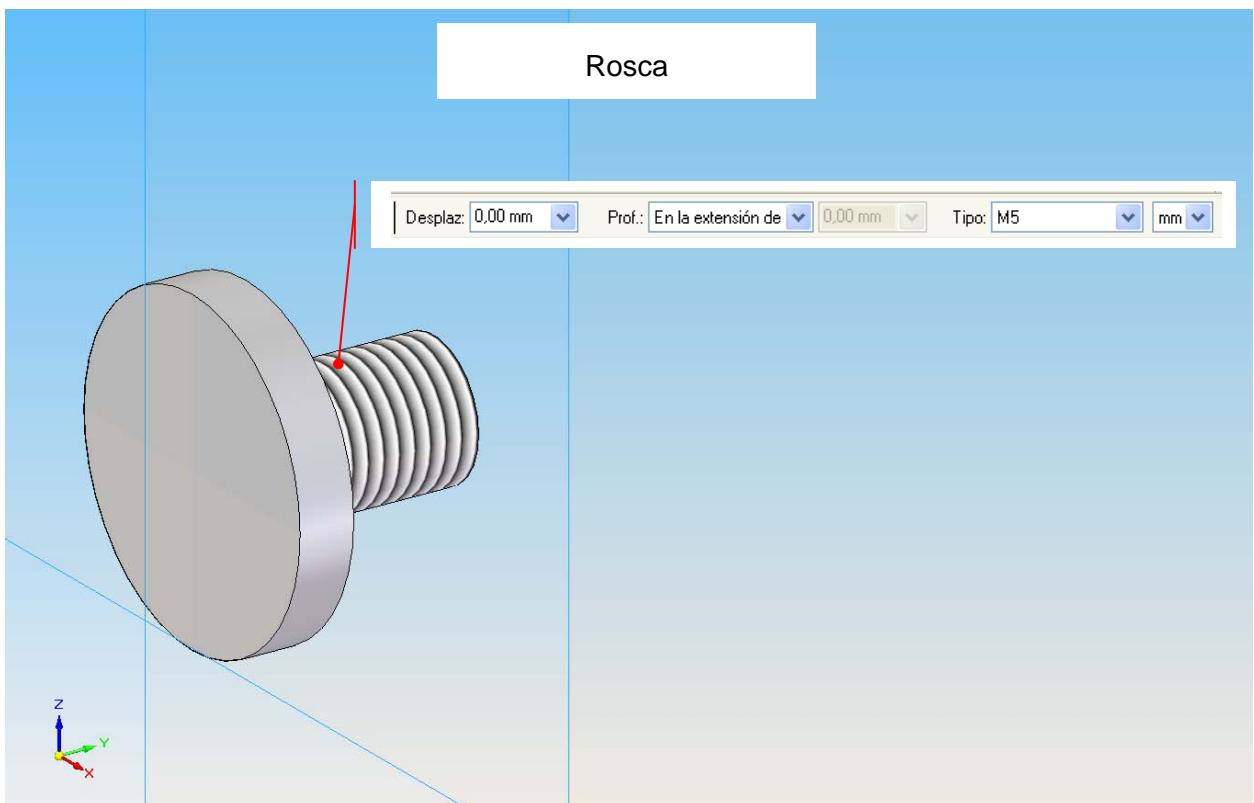


Figura 5.31. Tornillo moleteado: opciones de Rosca 1 (Imagen realizada con Solid Edge)

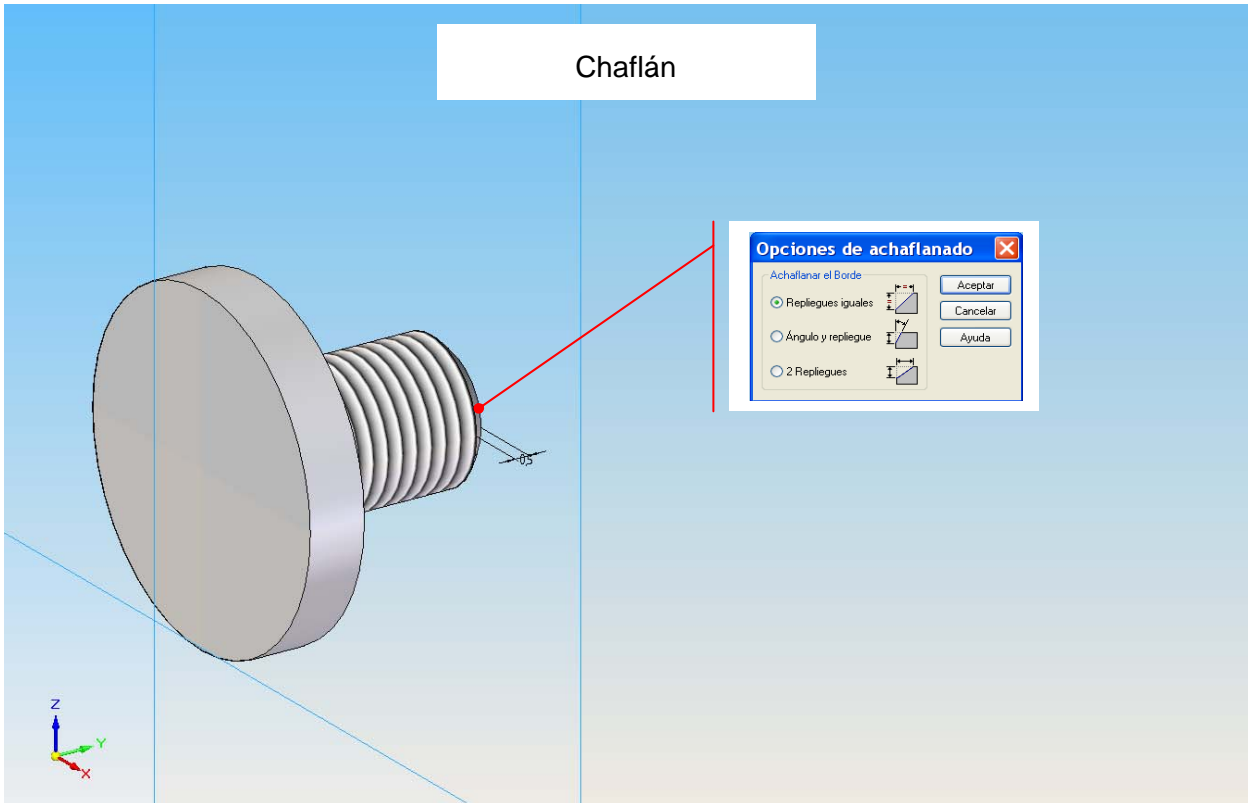


Figura 5.32. Tornillo moleteado: opciones de Chafilán 1 (Imagen realizada con Solid Edge)

El Pathfinder de Operaciones del tornillo moleteado resulta:

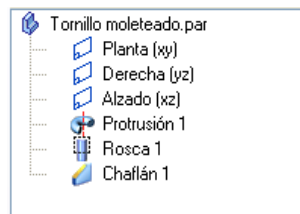


Figura 5.33. Tornillo moleteado: Pathfinder de Operaciones (Imagen realizada con Solid Edge)

## Guía



Figura 5.34. Guía

Para la guía, la primera operación es una Protrusión por Revolución. Se completa con unos chaflanes en los extremos.

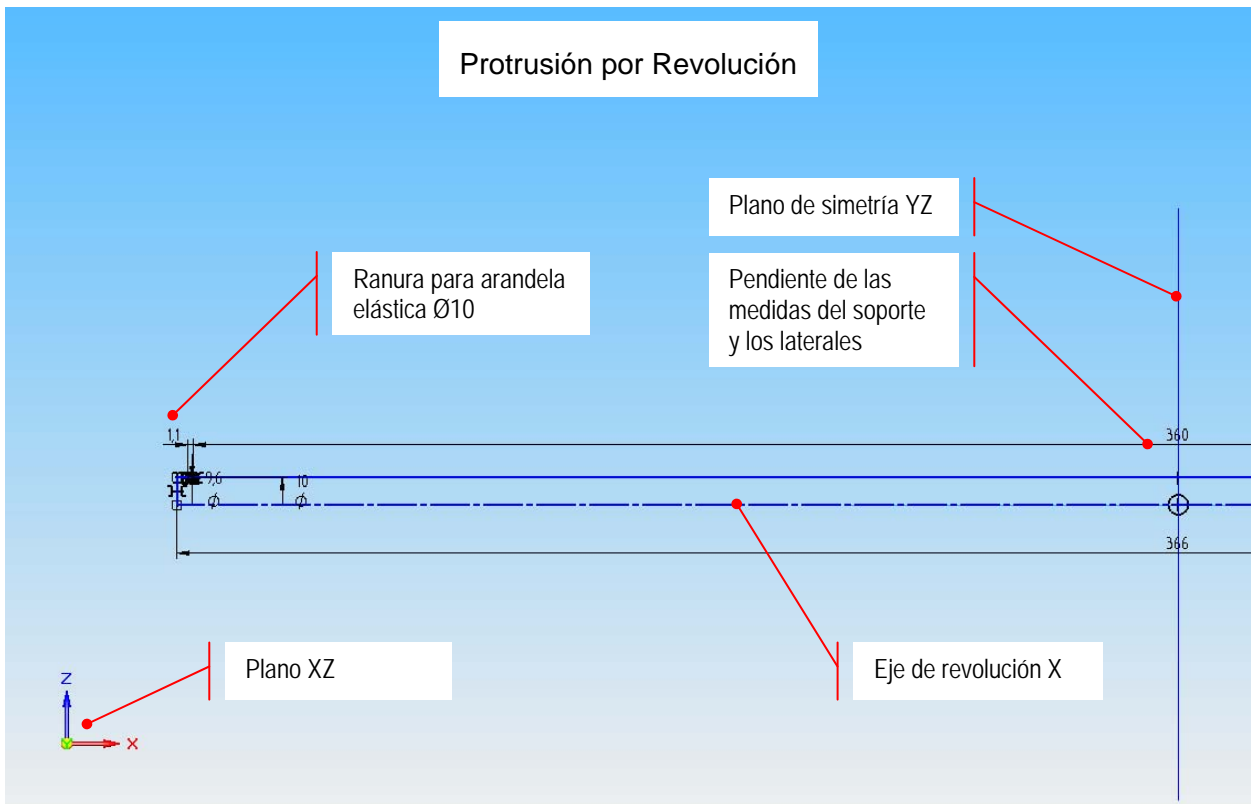


Figura 5.35. Guía: perfil de Protrusión 1 (Imagen realizada con Solid Edge)

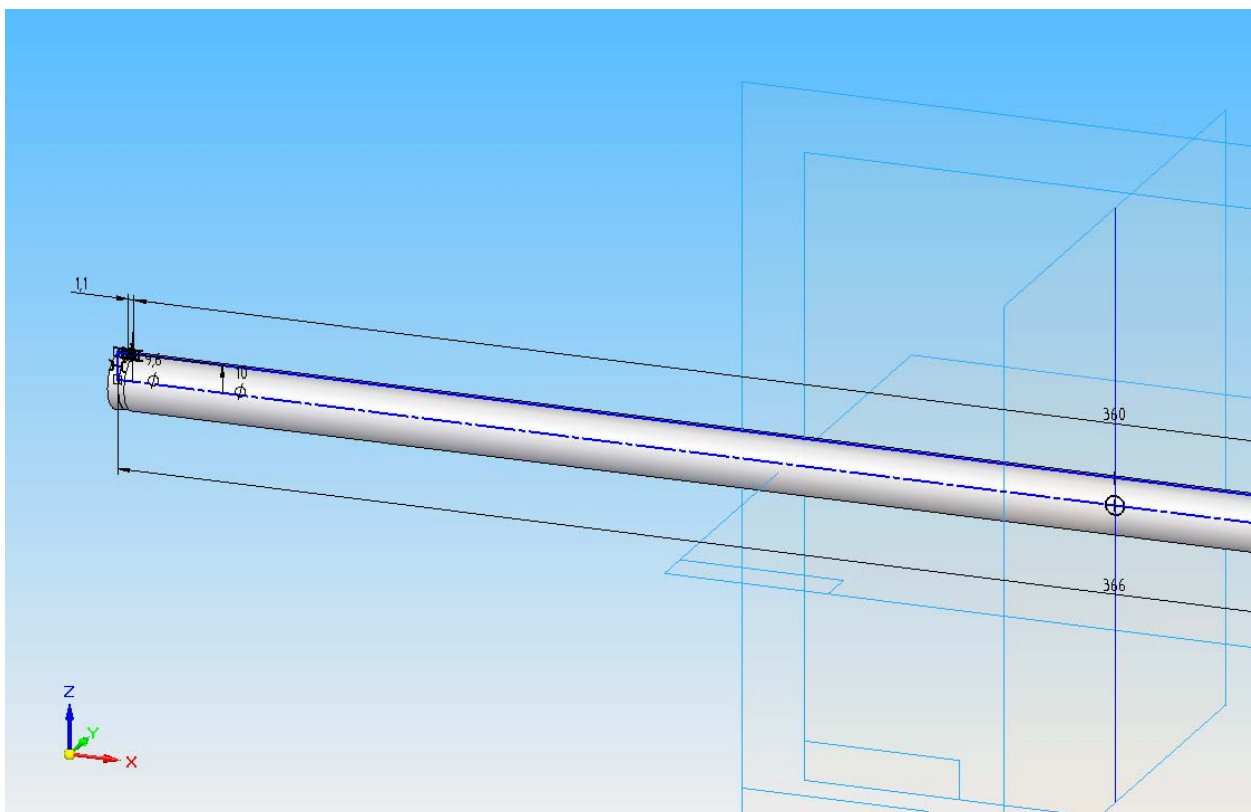


Figura 5.36. Guía: resultado de Protrusión 1 (Imagen realizada con Solid Edge)

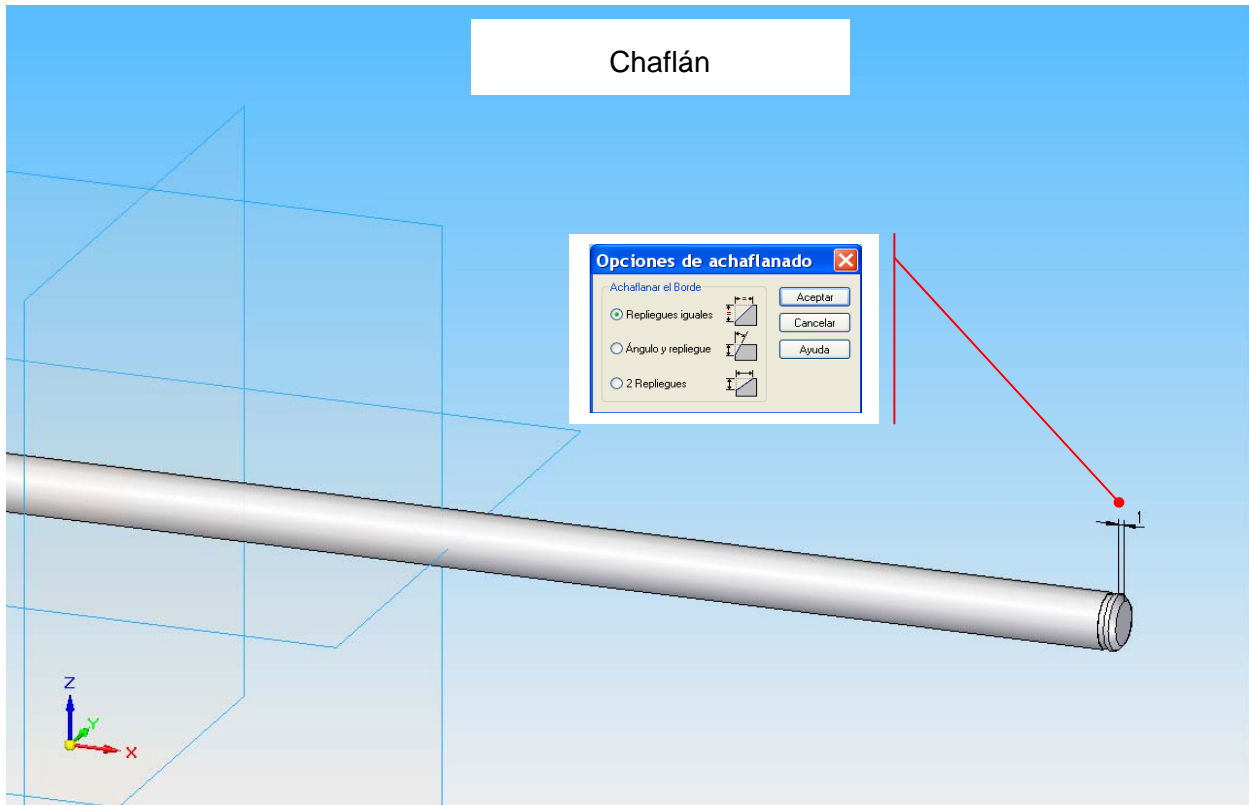


Figura 5.37. Guía: opciones de Chaflán 1 (Imagen realizada con Solid Edge)

El PathFinder de Operaciones de la guía resulta:

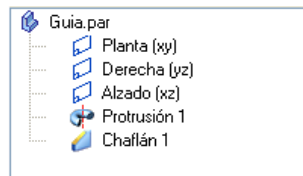


Figura 5.38. Guía: PathFinder de Operaciones (Imagen realizada con Solid Edge)

## Rodillo

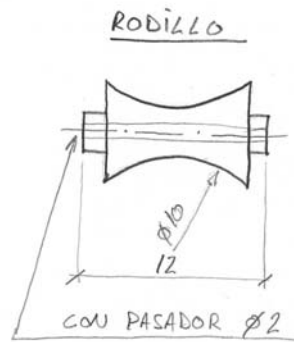


Figura 5.39. Rodillo

Para el rodillo, la primera operación es un boceto de la sección de la guía. Se completa con una Protrusión por Revolución.

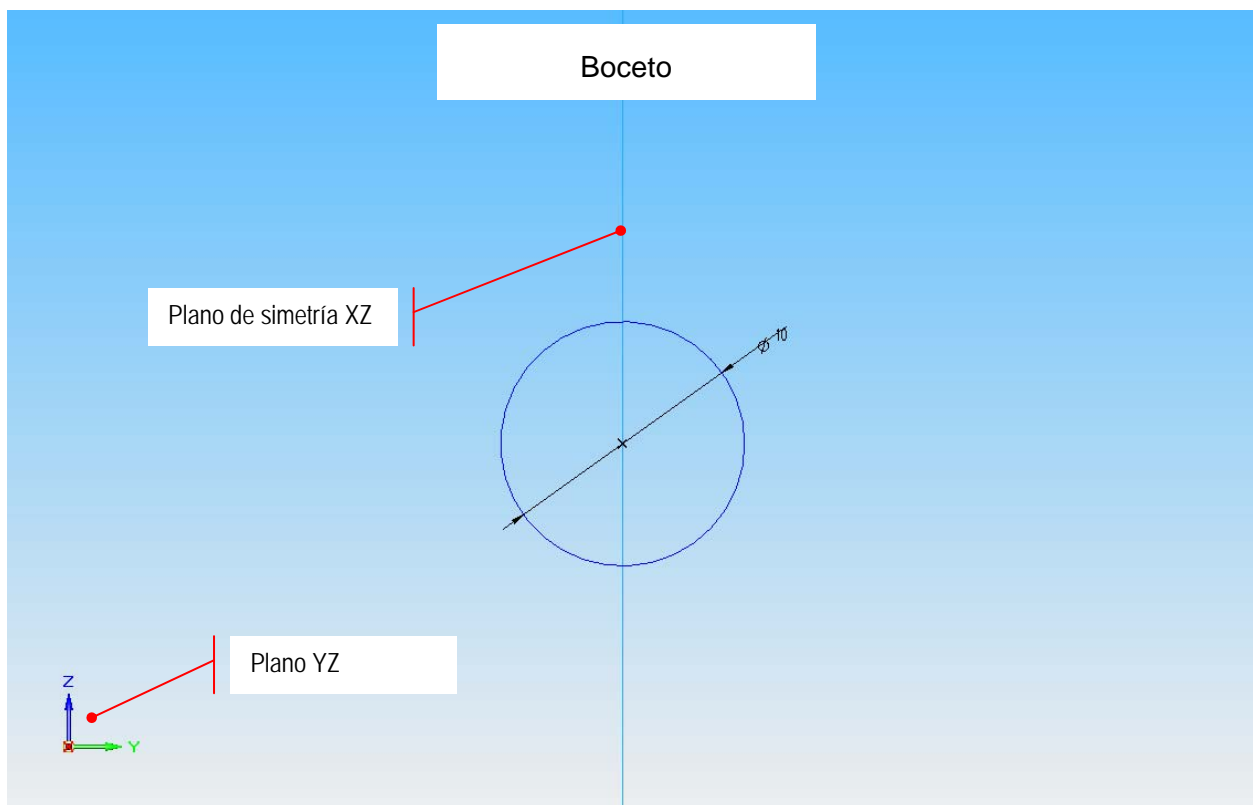


Figura 5.40. Rodillo: Boceto 1 (Imagen realizada con Solid Edge)

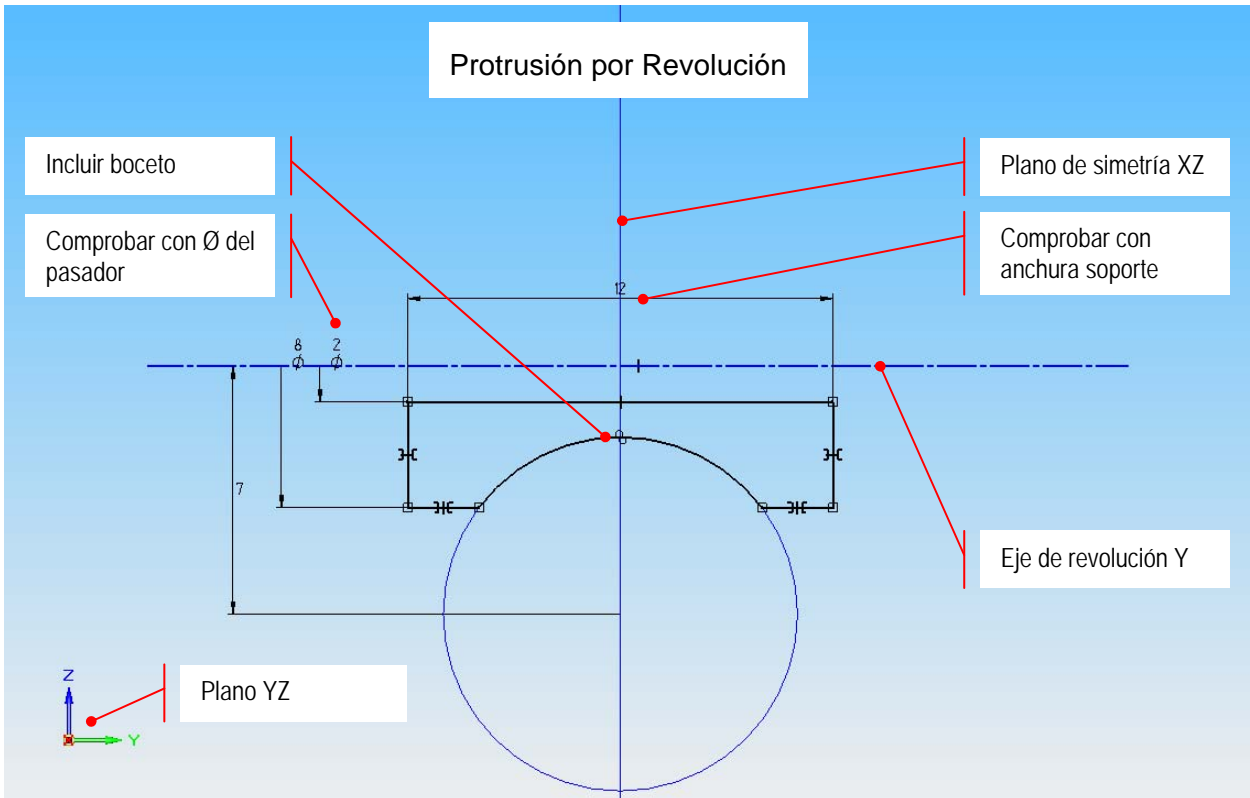


Figura 5.41. Rodillo: perfil de Protrusión 1 (Imagen realizada con Solid Edge)

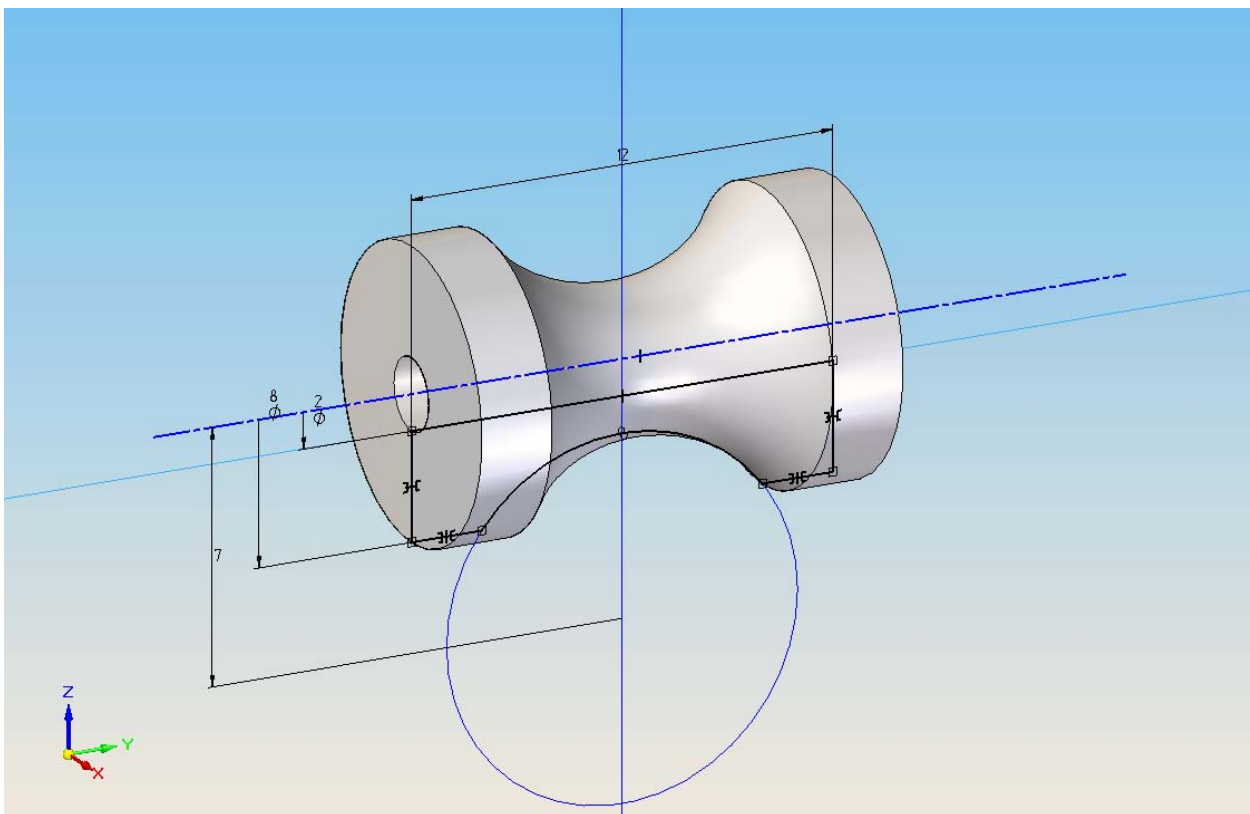


Figura 5.42. Rodillo: resultado de Protrusión 1 (Imagen realizada con Solid Edge)



El PathFinder de Operaciones del rodillo resulta:



Figura 5.43. Rodillo: PathFinder de Operaciones (Imagen realizada con Solid Edge)

## Soporte

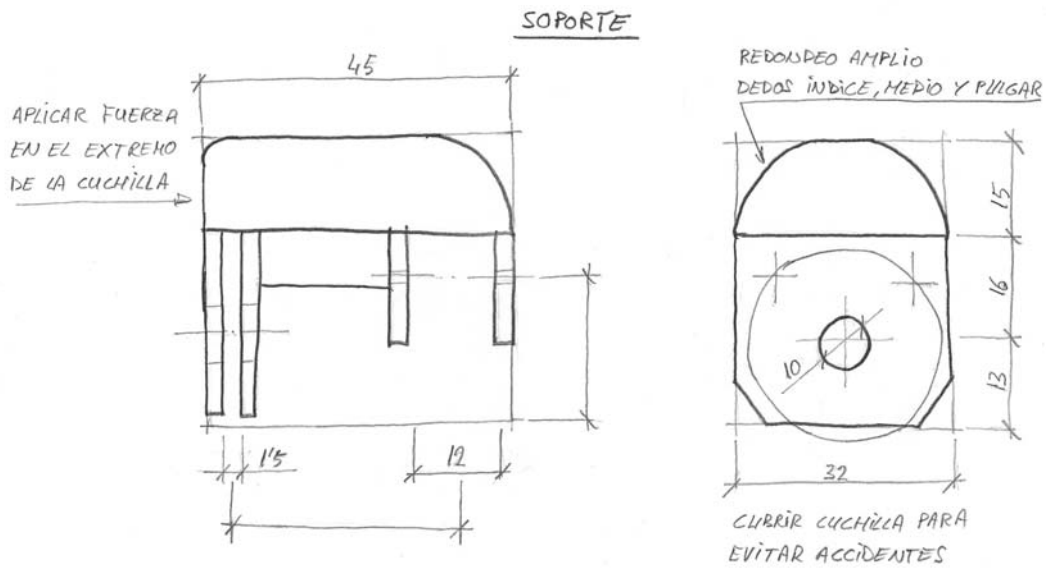


Figura 5.44. Soporte

Para el soporte, la primera operación es un boceto de la cuchilla. A continuación, se realizan las operaciones de aporte de material: Protrusión por Proyección y Refuerzo. Se completa con las operaciones de eliminación de material: Redondeo, Agujeros y Vaciado.

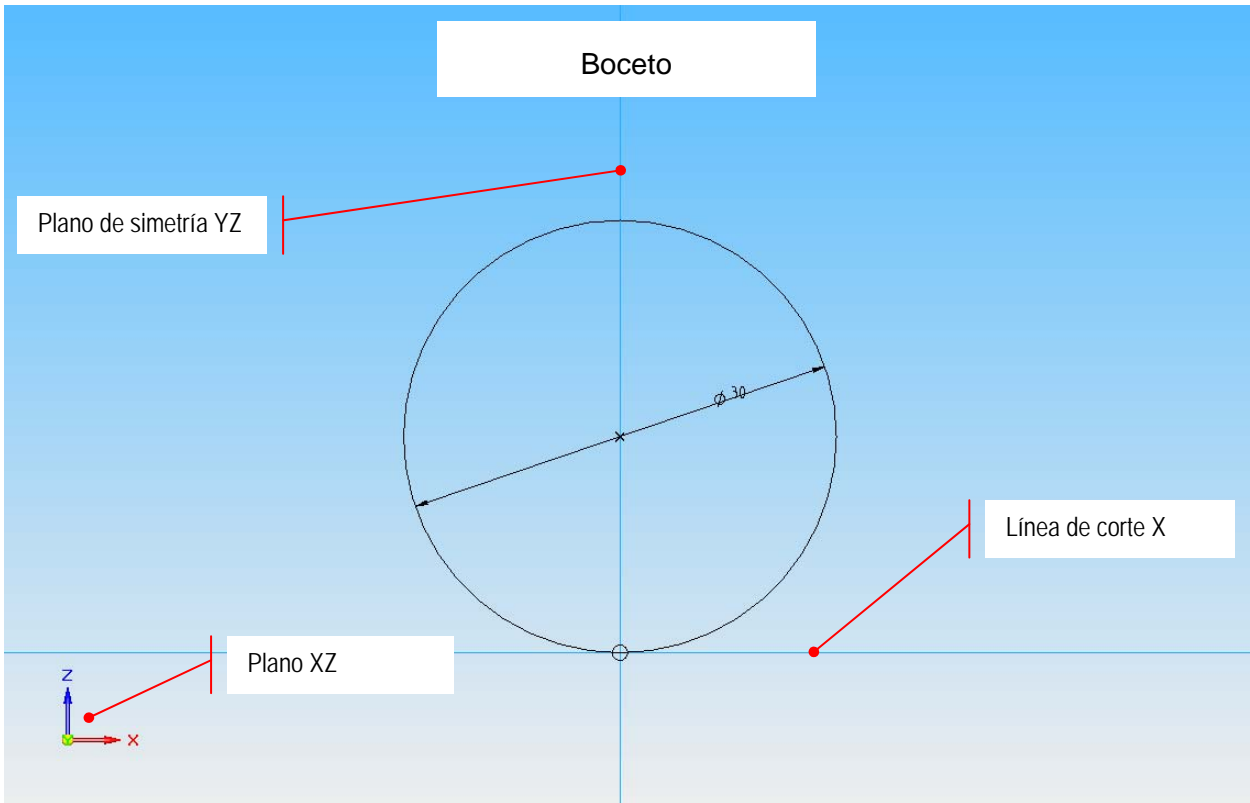


Figura 5.45. Soporte: Boceto 1 (Imagen realizada con Solid Edge)

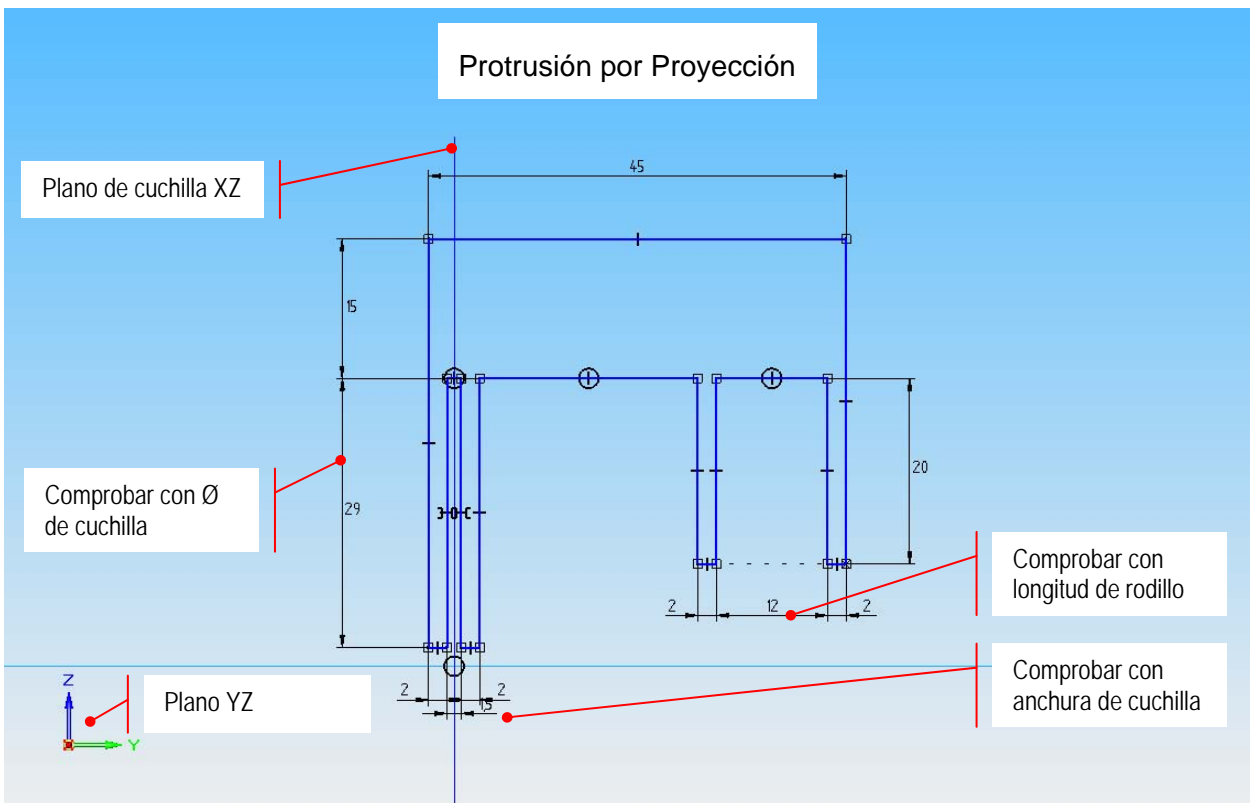


Figura 5.46. Soporte: perfil de Protrusión 1 (Imagen realizada con Solid Edge)

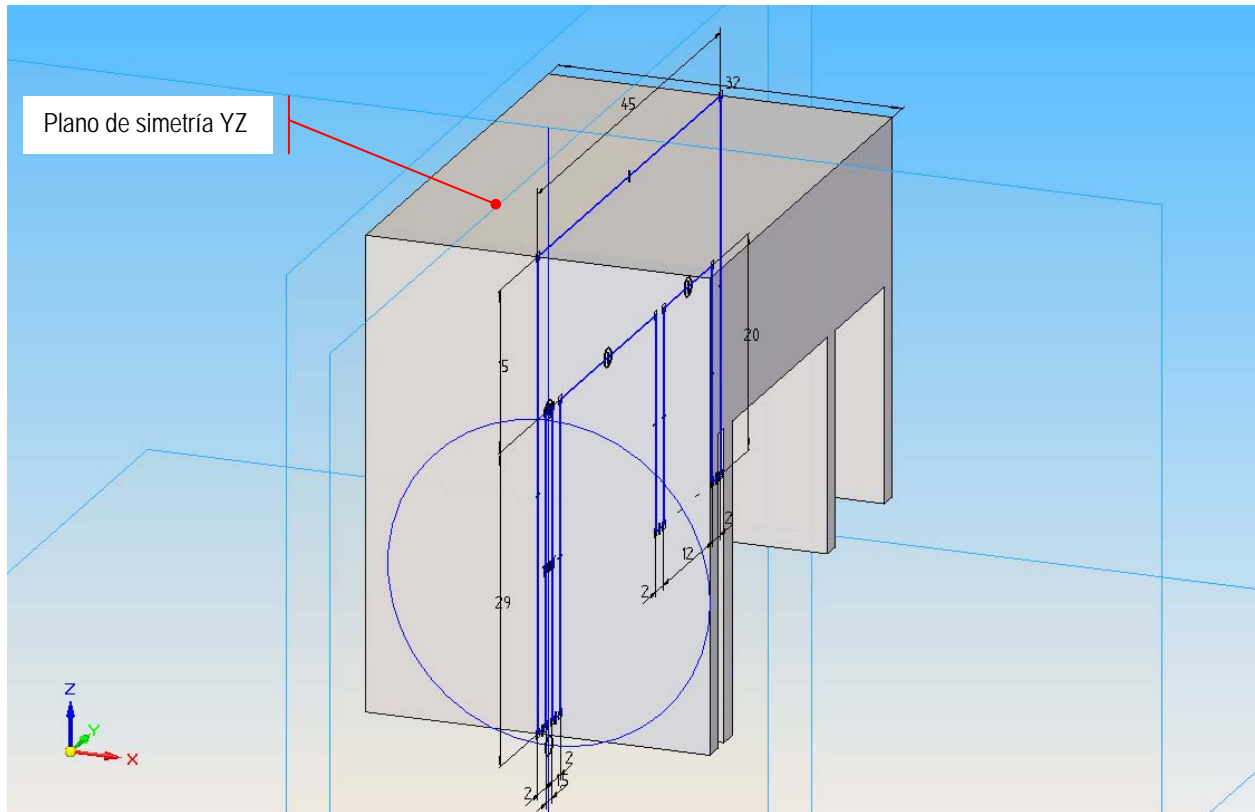


Figura 5.47. Soporte: resultado de Protrusión 1 (Imagen realizada con Solid Edge)

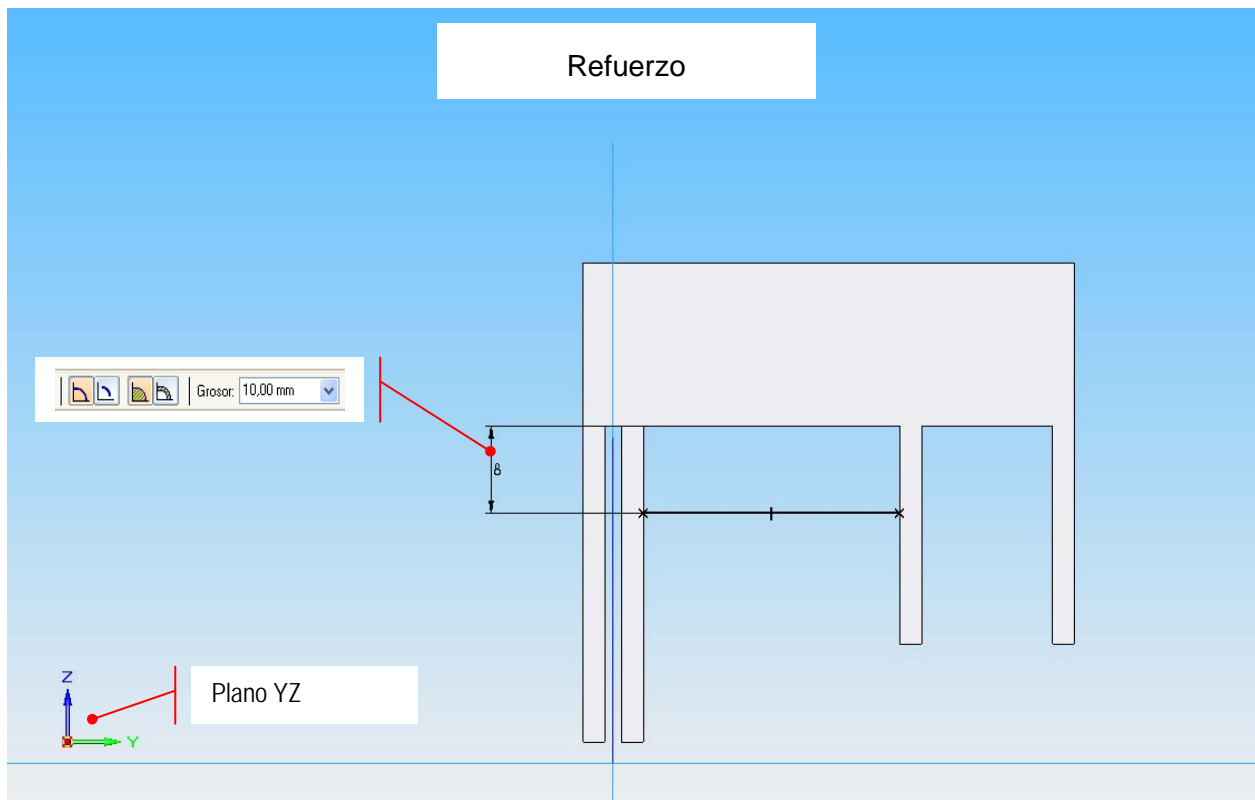


Figura 5.48. Soporte: perfil y opciones de Refuerzo 1 (Imagen realizada con Solid Edge)

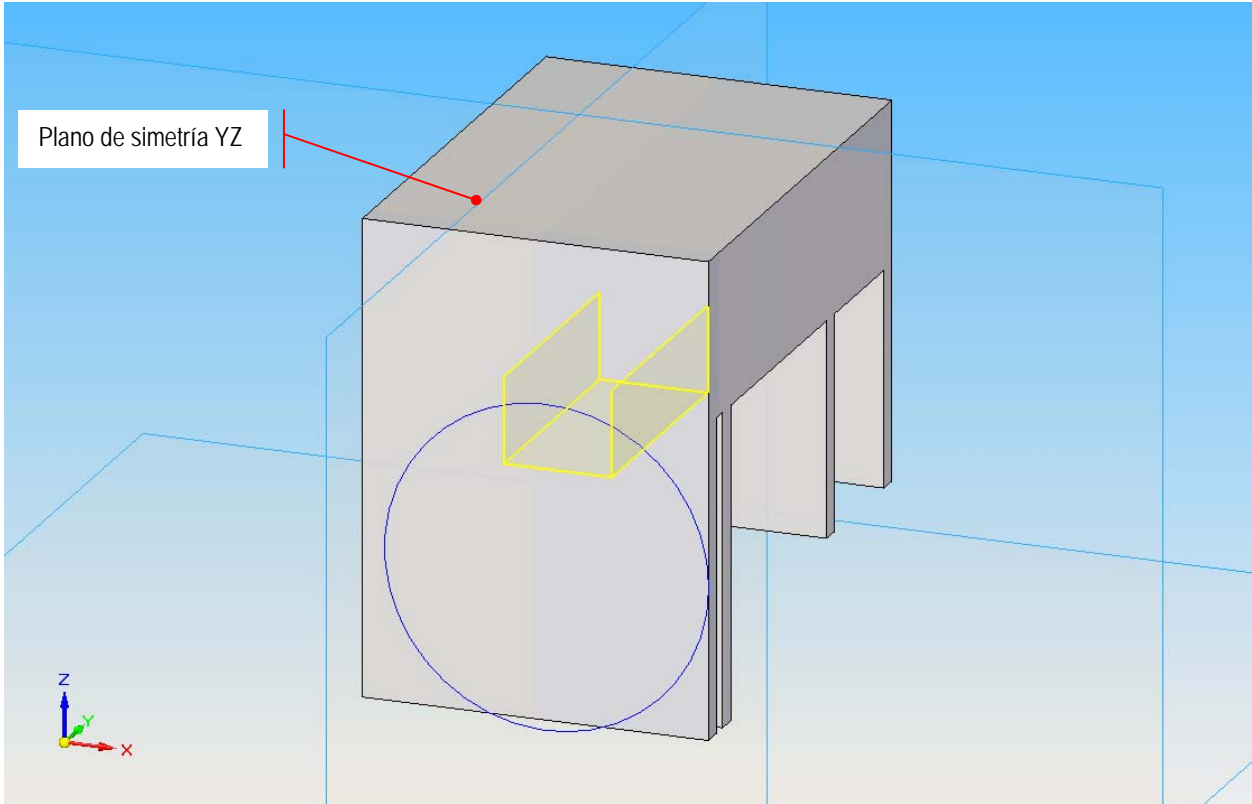


Figura 5.49. Soporte: resultado de Refuerzo 1 (Imagen realizada con Solid Edge)

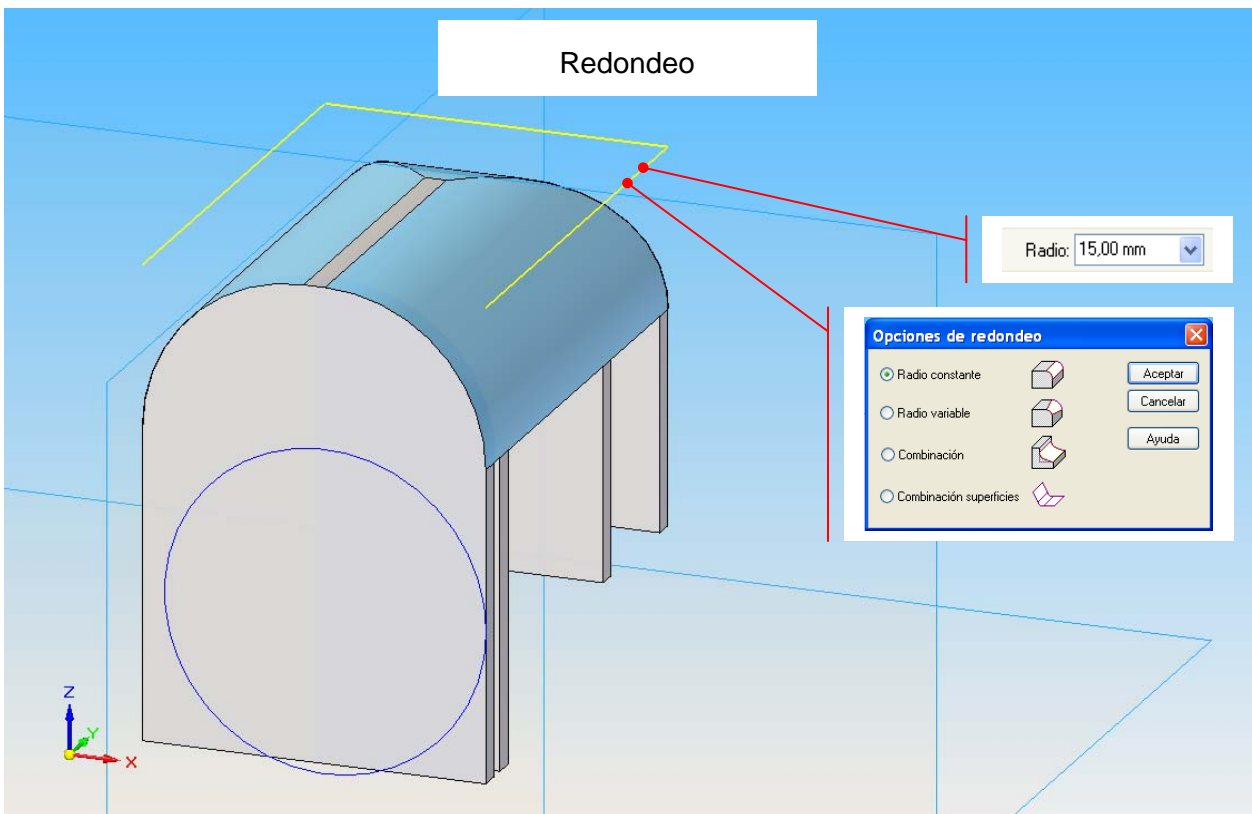


Figura 5.50. Soporte: opciones de Redondeo 1 (Imagen realizada con Solid Edge)

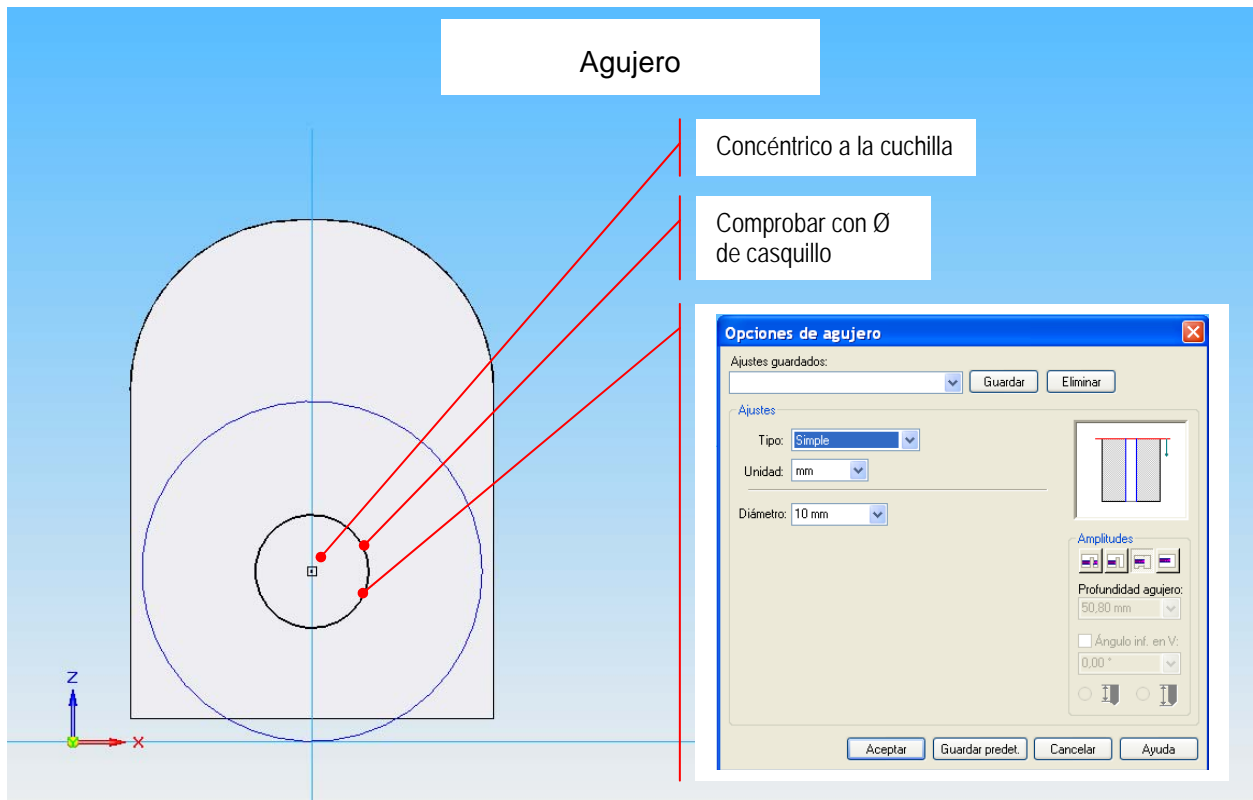


Figura 5.51. Soporte: perfil de Agujero 1 (Imagen realizada con Solid Edge)

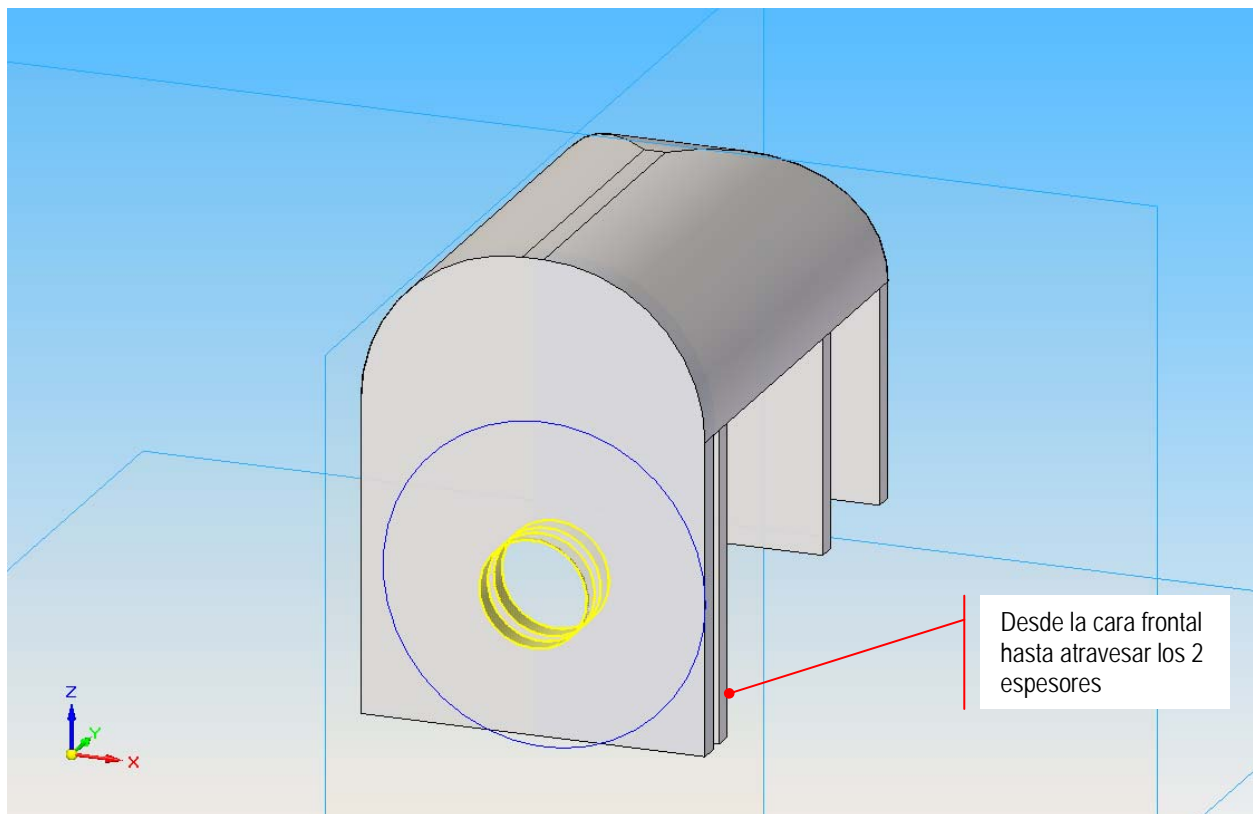


Figura 5.52. Soporte: resultado de Agujero 1 (Imagen realizada con Solid Edge)

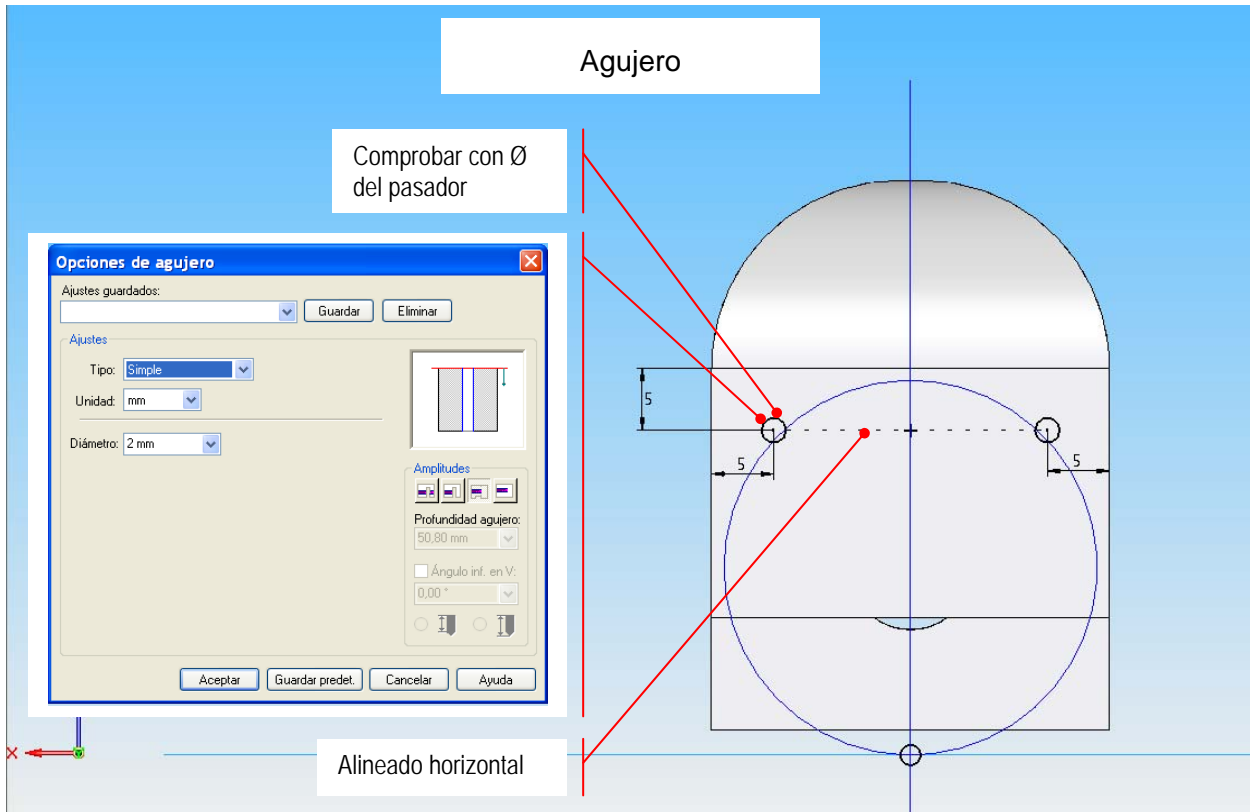


Figura 5.53. Soporte: perfil y opciones de Agujero 2 (Imagen realizada con Solid Edge)

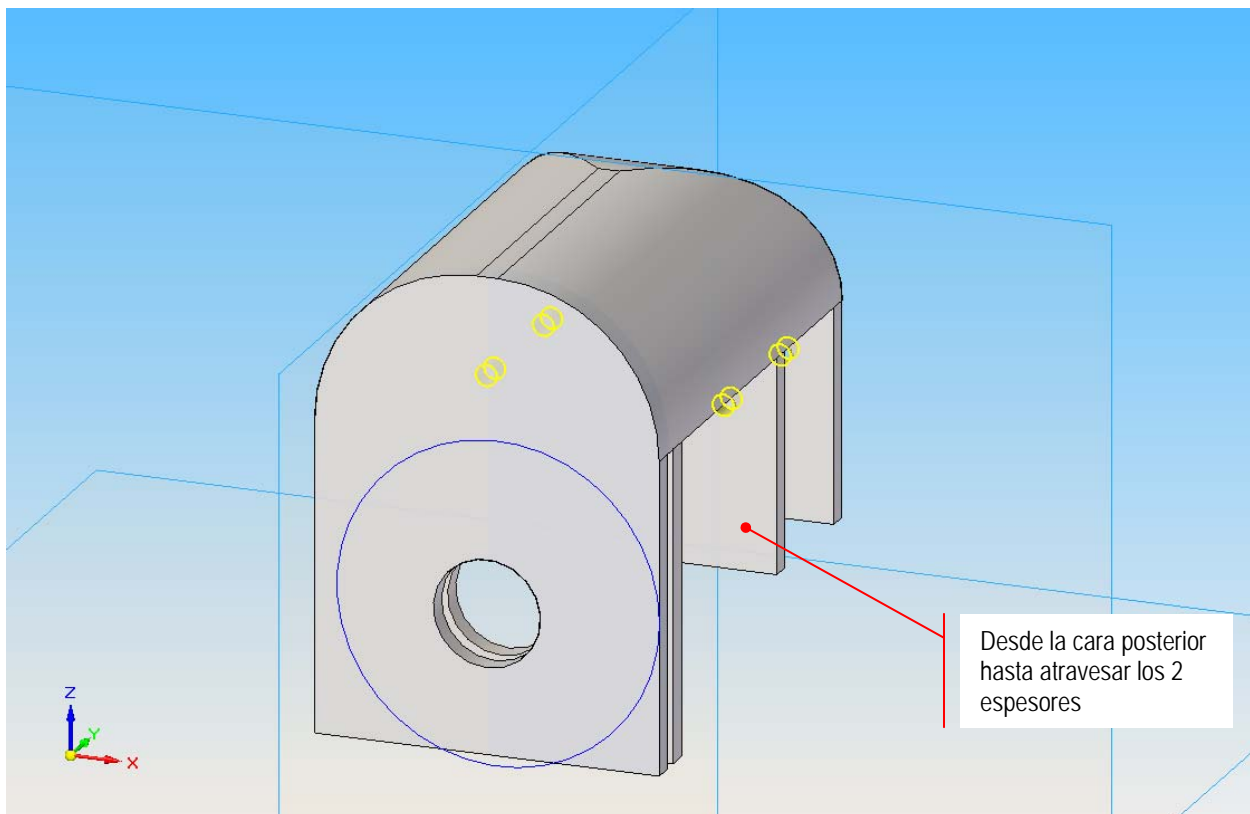


Figura 5.54. Soporte: resultado de Agujero 2 (Imagen realizada con Solid Edge)

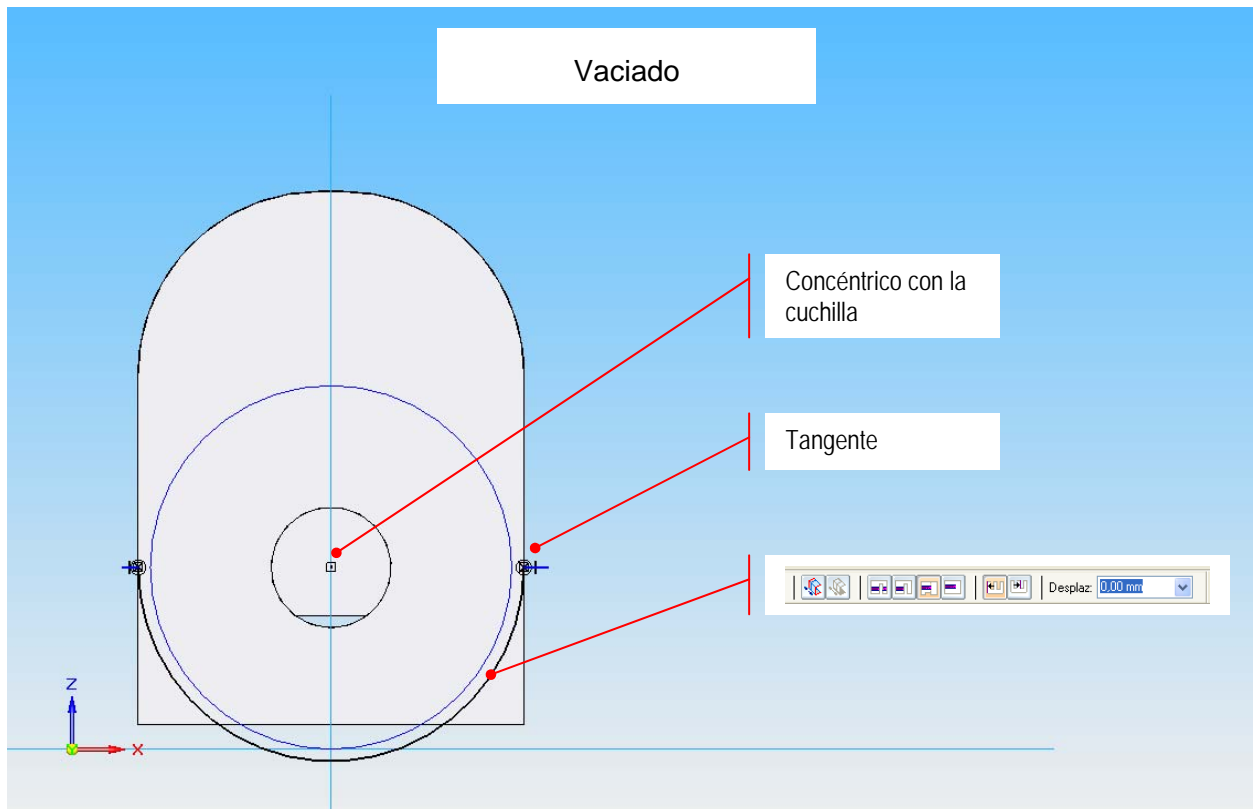


Figura 5.55. Soporte: perfil y opciones de Vaciado 1 (Imagen realizada con Solid Edge)

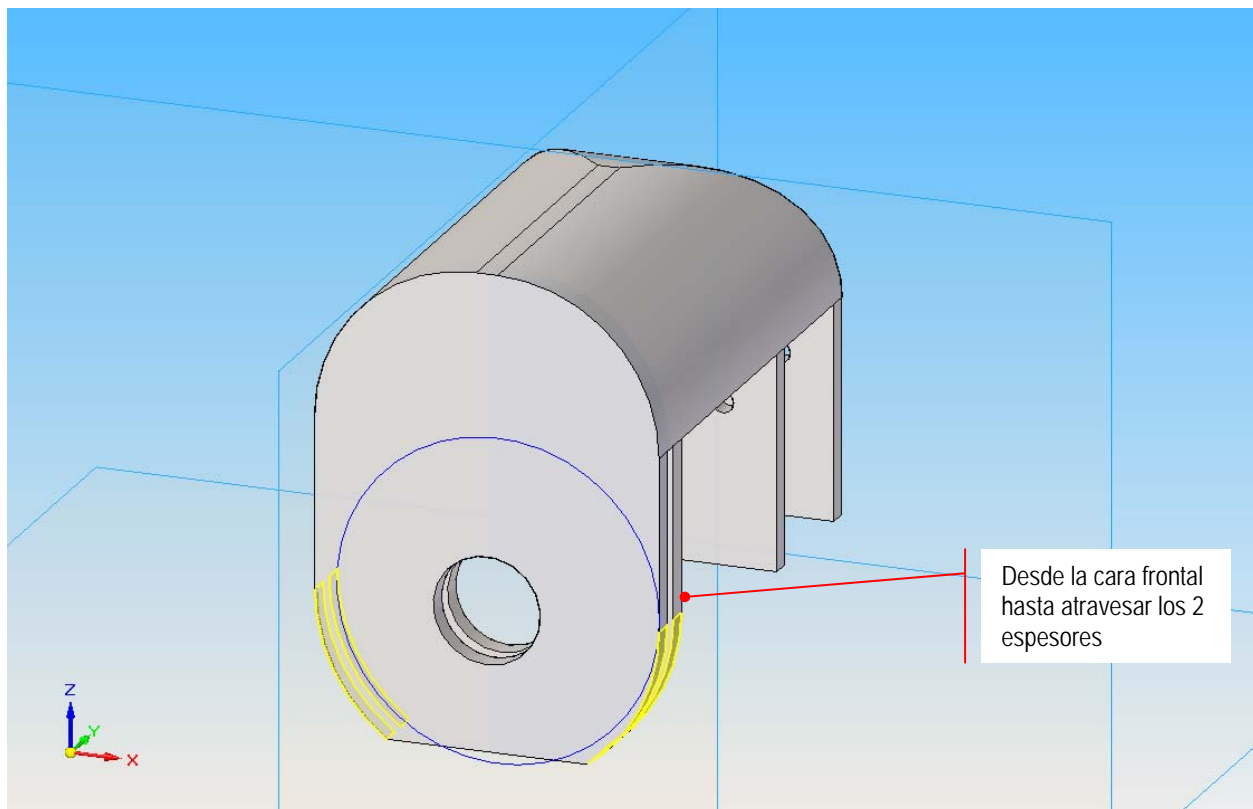


Figura 5.56. Soporte: resultado de Vaciado 1 (Imagen realizada con Solid Edge)

El PathFinder de Operaciones del soporte resulta:

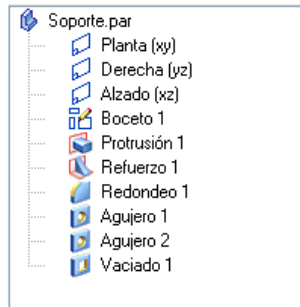


Figura 5.57. Soporte: PathFinder de Operaciones (Imagen realizada con Solid Edge)

## Laterales

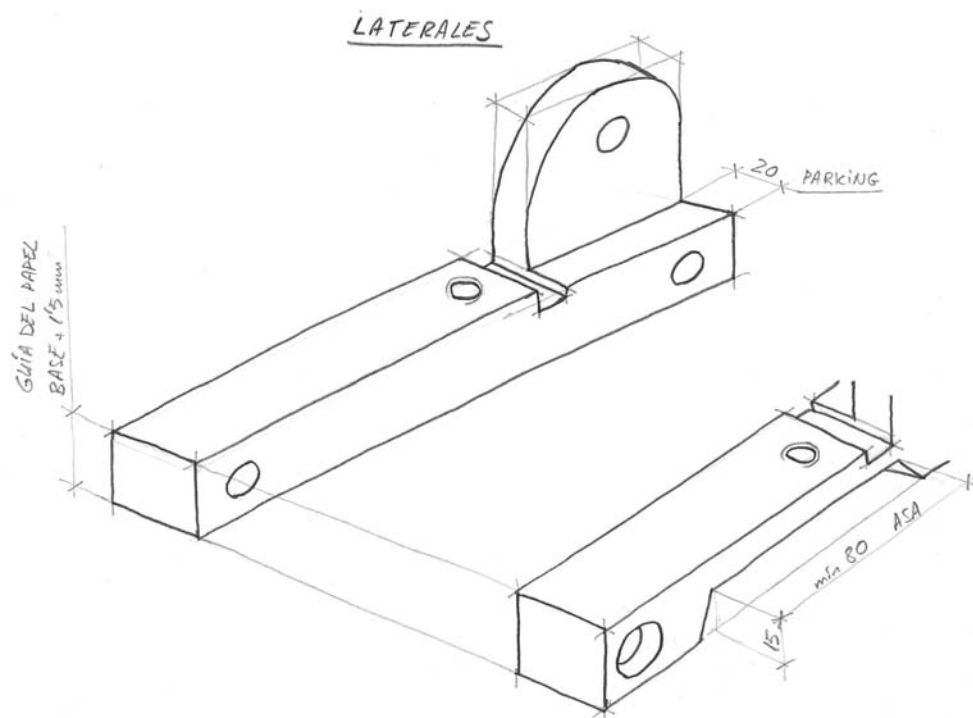


Figura 5.58. Laterales

Los laterales son dos piezas diferentes y simétricas. Se analiza una de ellas, porque no aportaría novedades analizar las dos. Las operaciones de aporte de material son dos Protrusiones por Proyección. Se completa con las operaciones de eliminación de material: Agujeros, Vaciado y Redondeo.



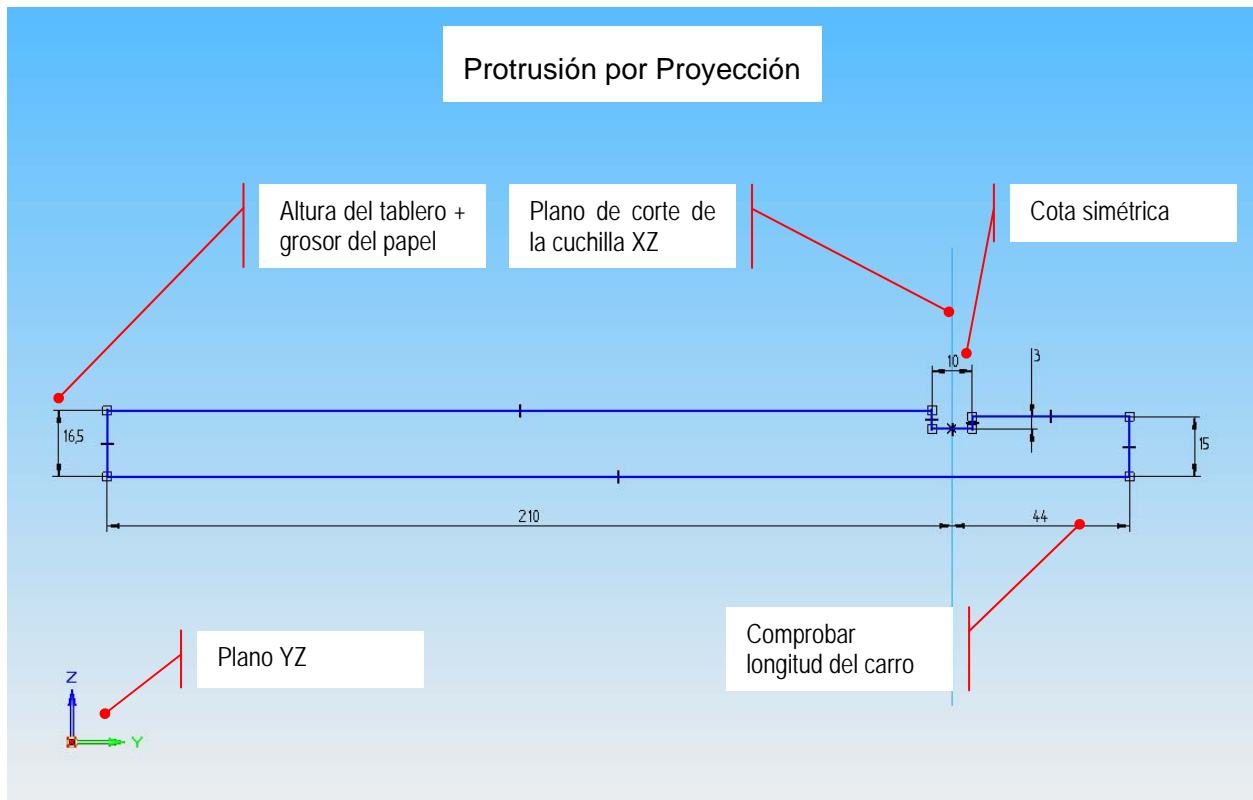


Figura 5.59. Lateral derecho: perfil de Protrusión 1 (Imagen realizada con Solid Edge)

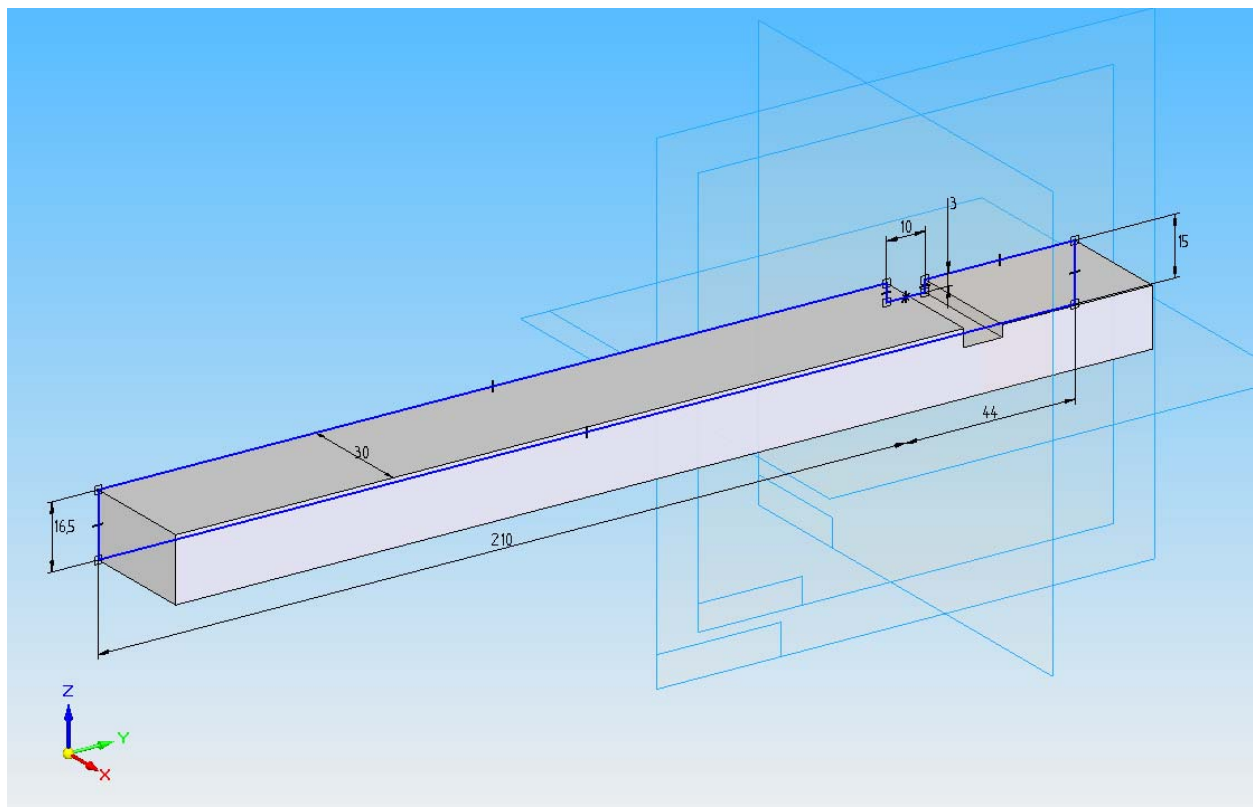


Figura 5.60. Lateral derecho: resultado de Protrusión 1 (Imagen realizada con Solid Edge)

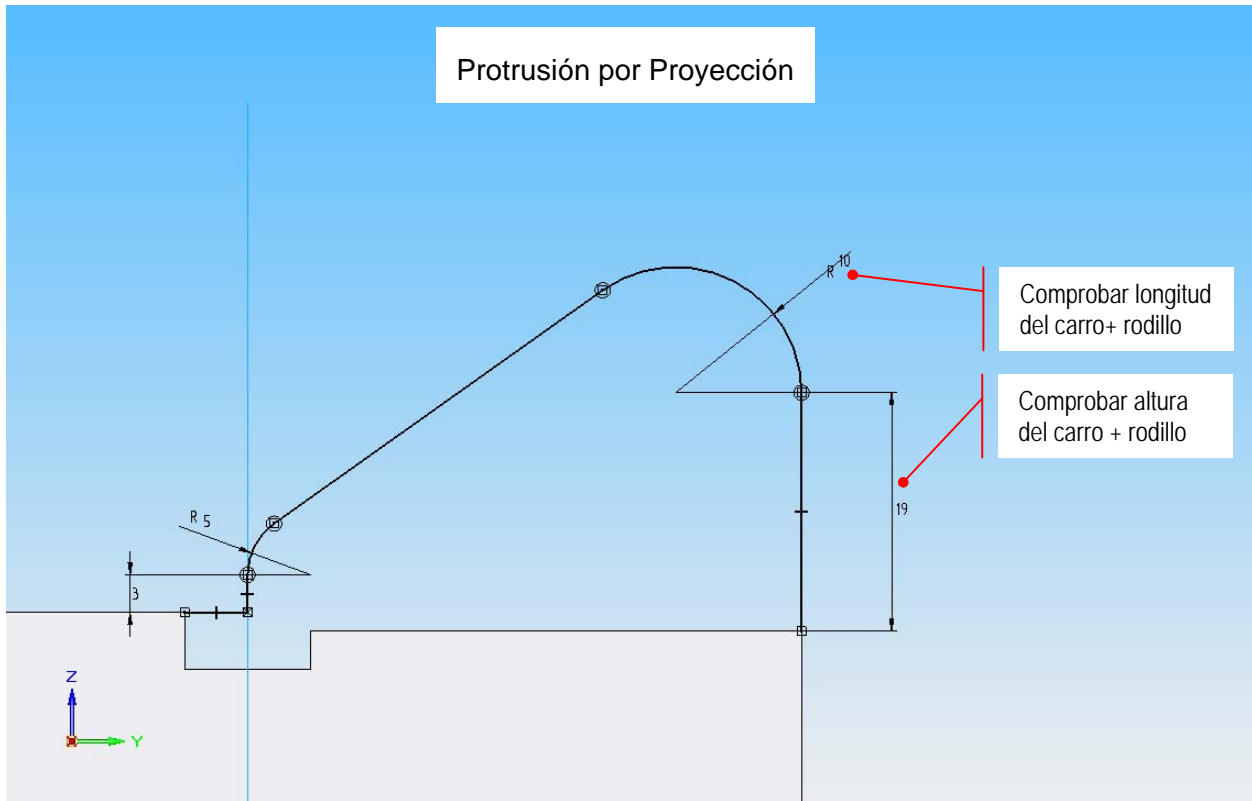


Figura 5.61. Lateral derecho: perfil de Protrusión 2 (Imagen realizada con Solid Edge)

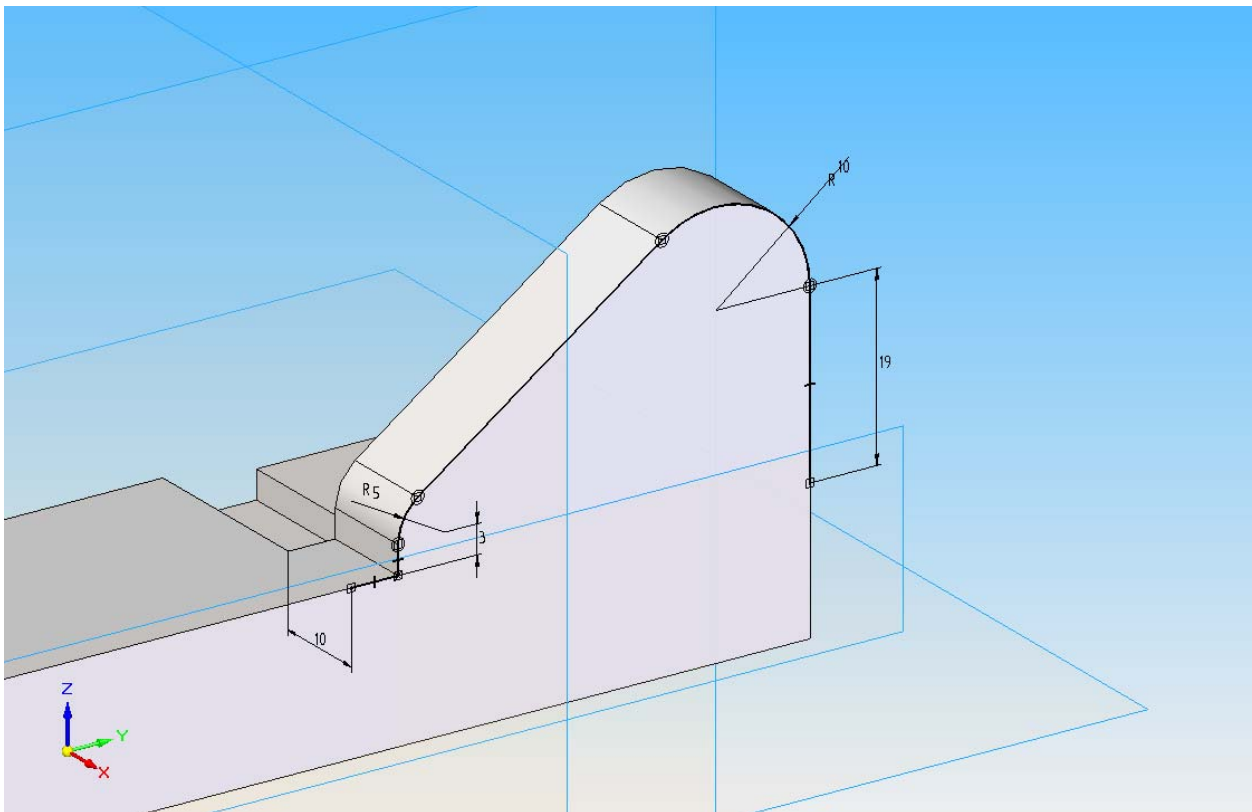


Figura 5.62. Lateral derecho: resultado de Protrusión 2 (Imagen realizada con Solid Edge)

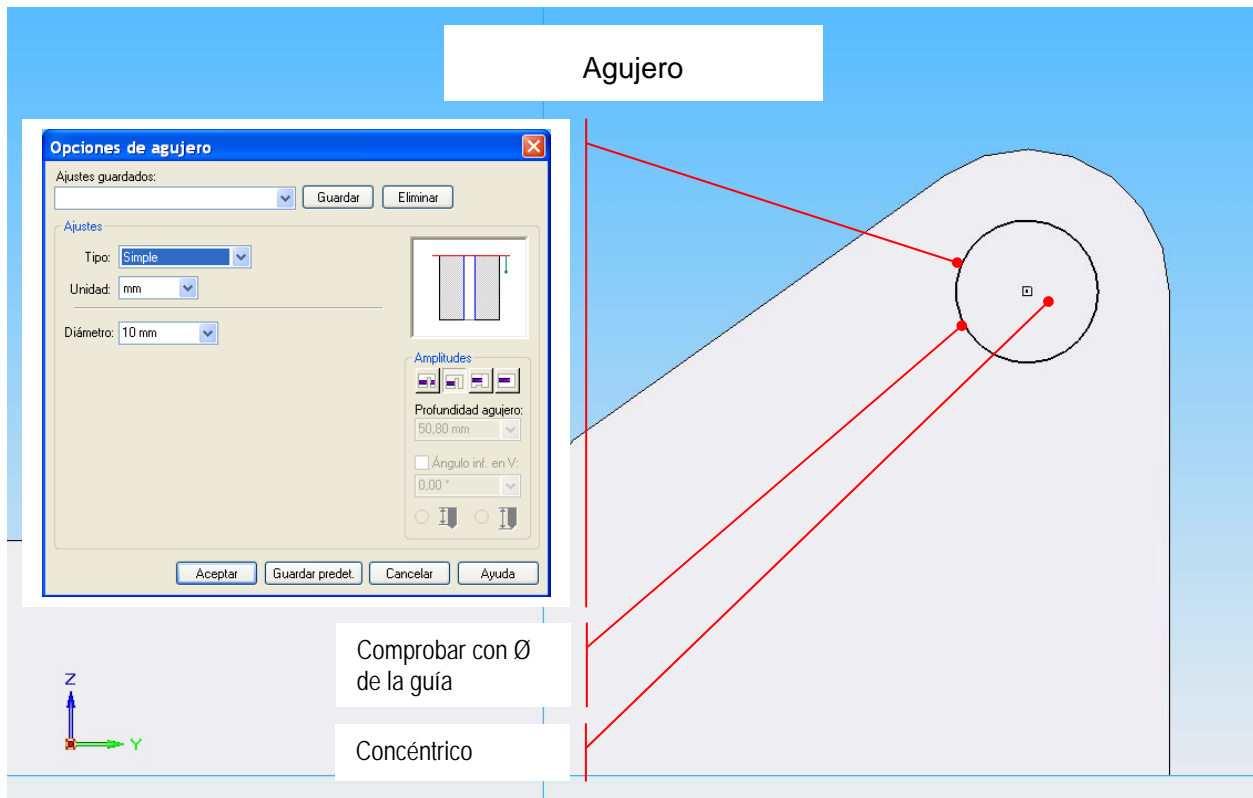


Figura 5.63. Lateral derecho: perfil y opciones de Agujero 1 (Imagen realizada con Solid Edge)

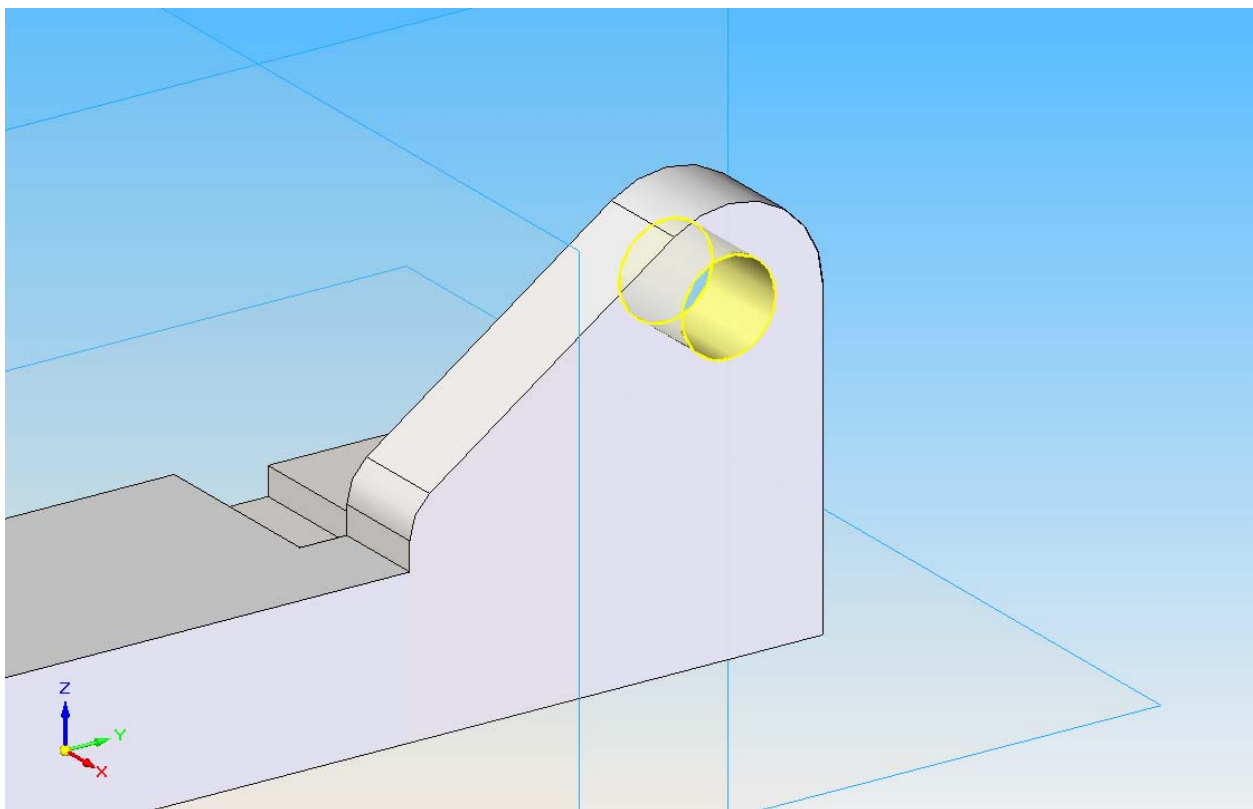


Figura 5.64. Lateral derecho: resultado de Agujero 1 (Imagen realizada con Solid Edge)

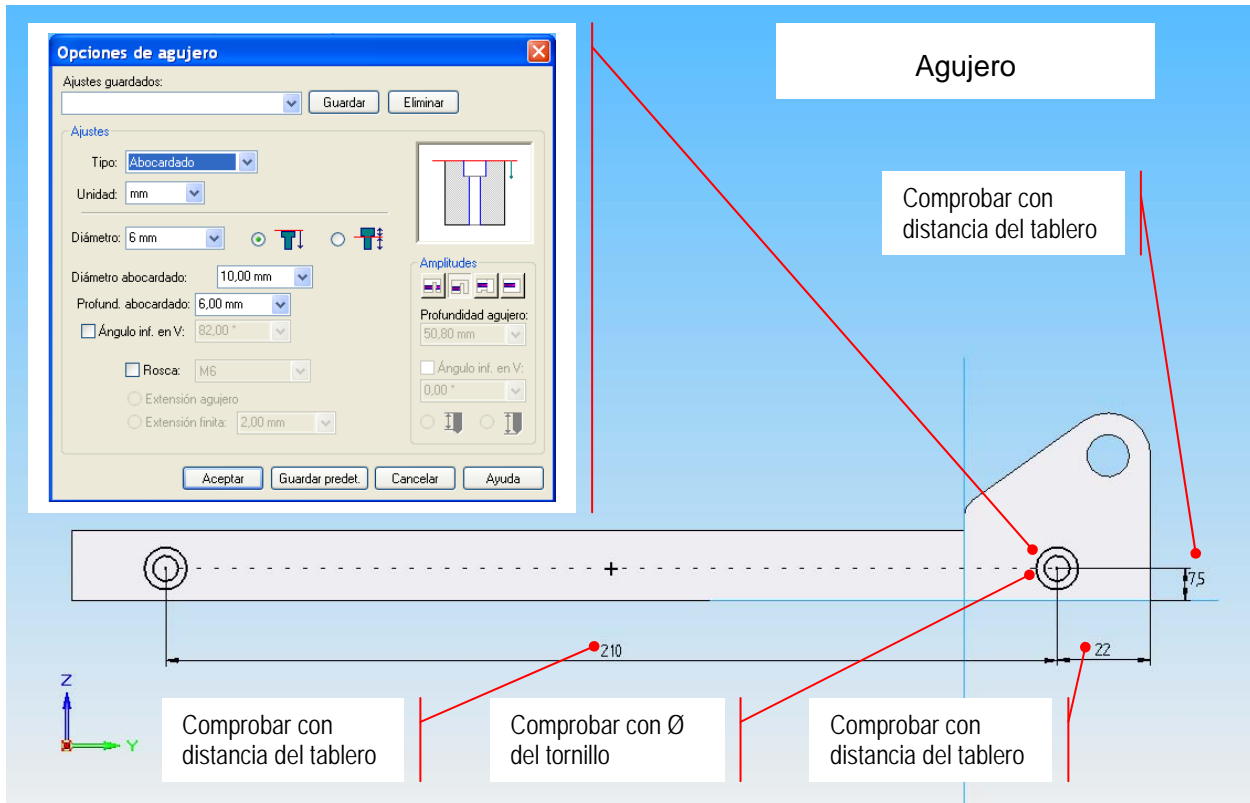


Figura 5.65. Lateral derecho: perfil y opciones de Agujero 2 (Imagen realizada con Solid Edge)

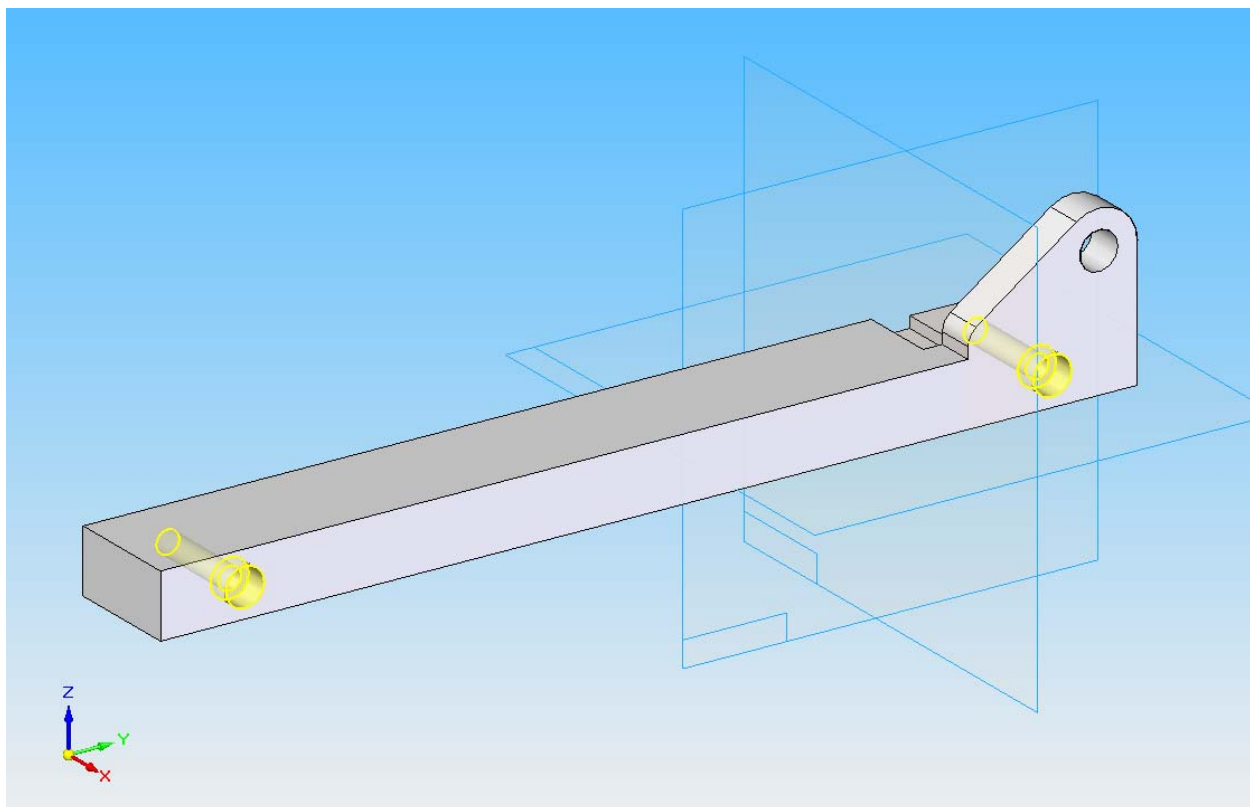


Figura 5.66. Lateral derecho: resultado de Agujero 2 (Imagen realizada con Solid Edge)

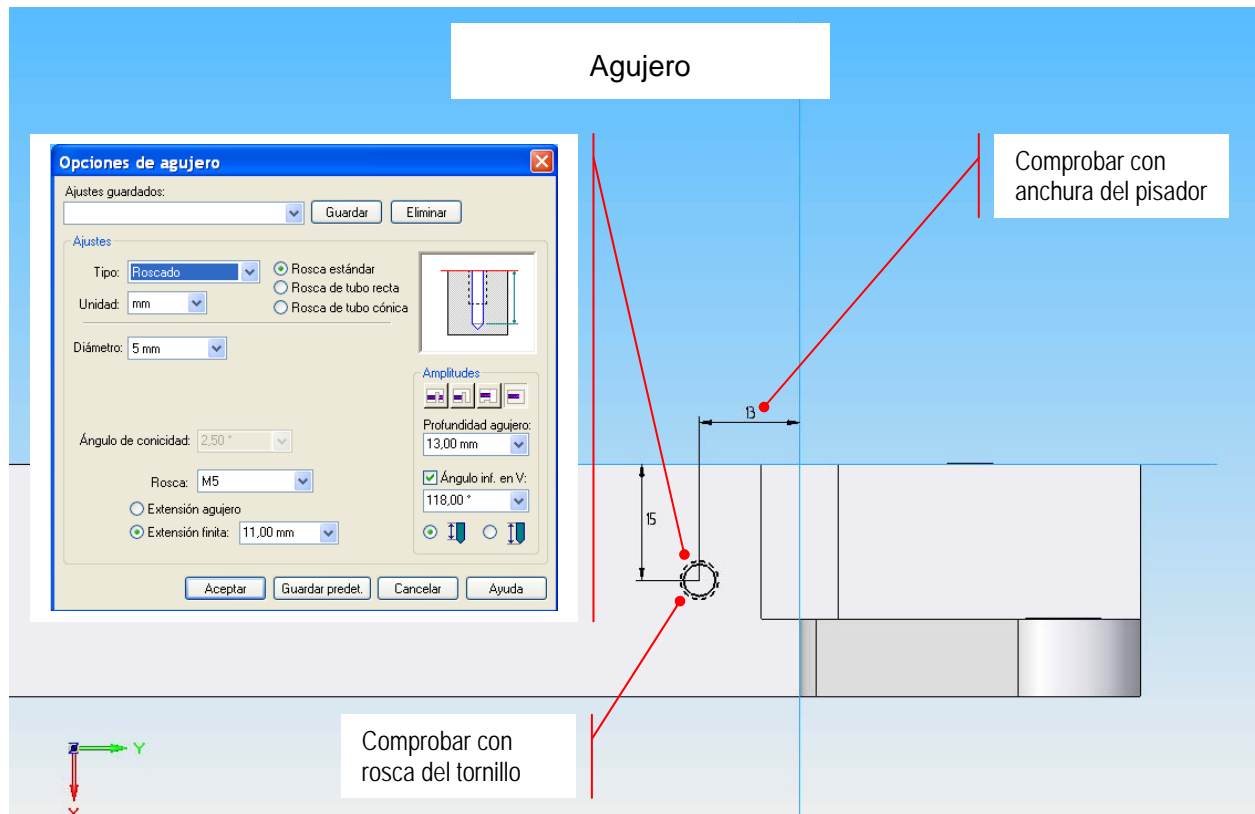


Figura 5.67. Lateral derecho: perfil y opciones de Agujero 3 (Imagen realizada con Solid Edge)

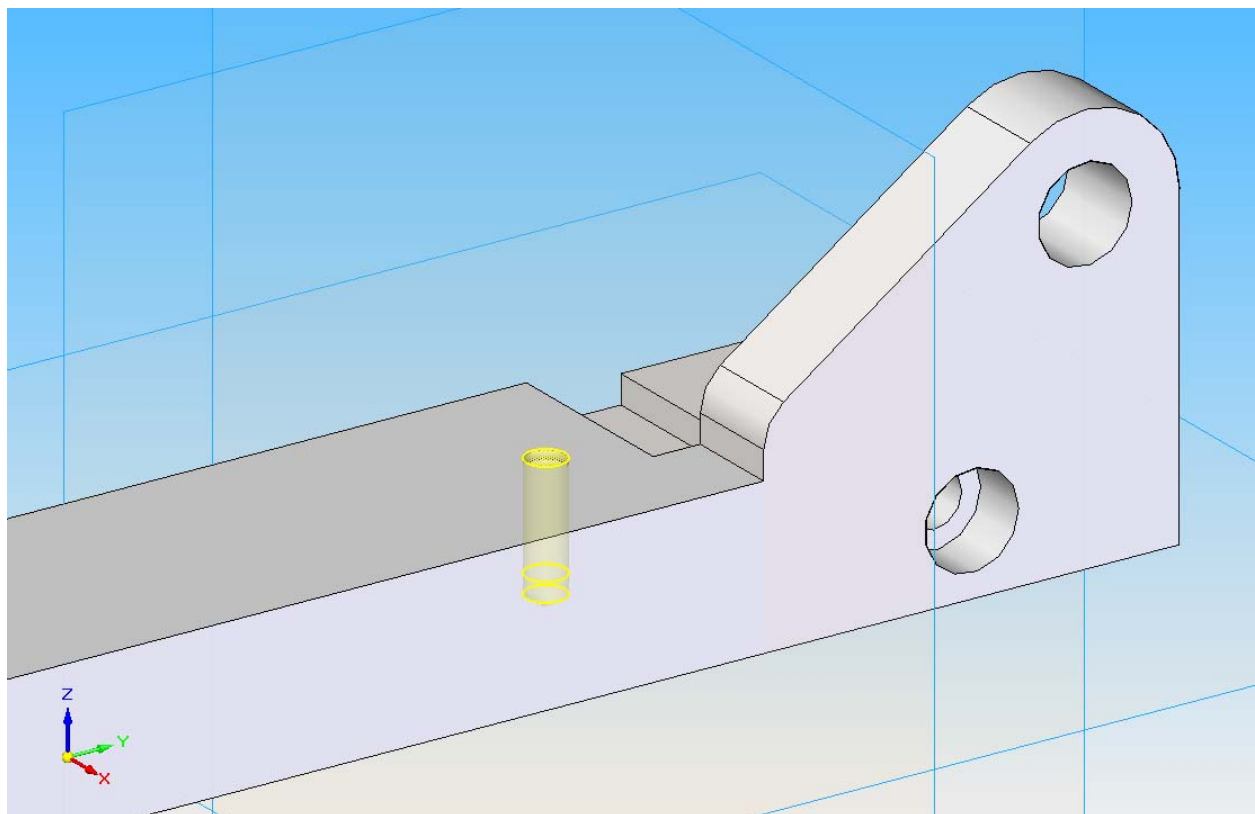


Figura 5.68. Lateral derecho: resultado de Agujero 3 (Imagen realizada con Solid Edge)

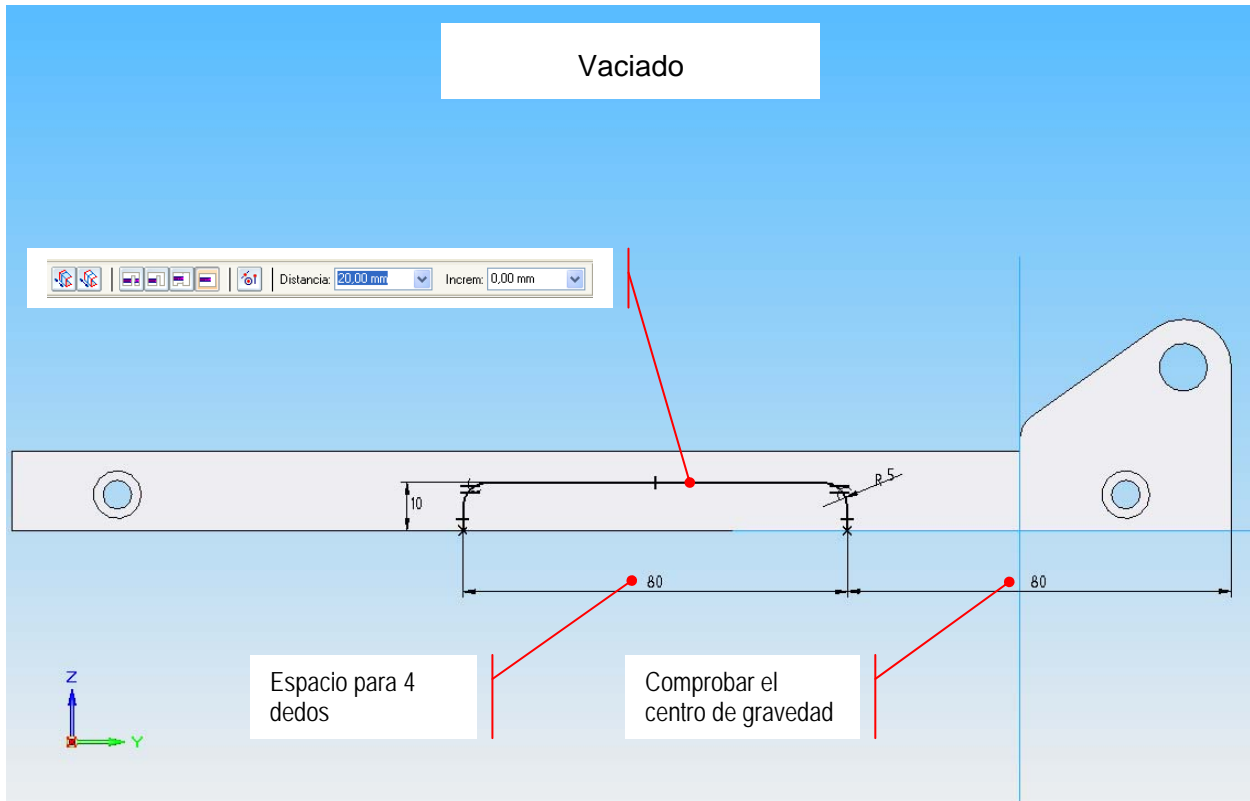


Figura 5.69. Lateral derecho: perfil y opciones de Vaciado 1 (Imagen realizada con Solid Edge)

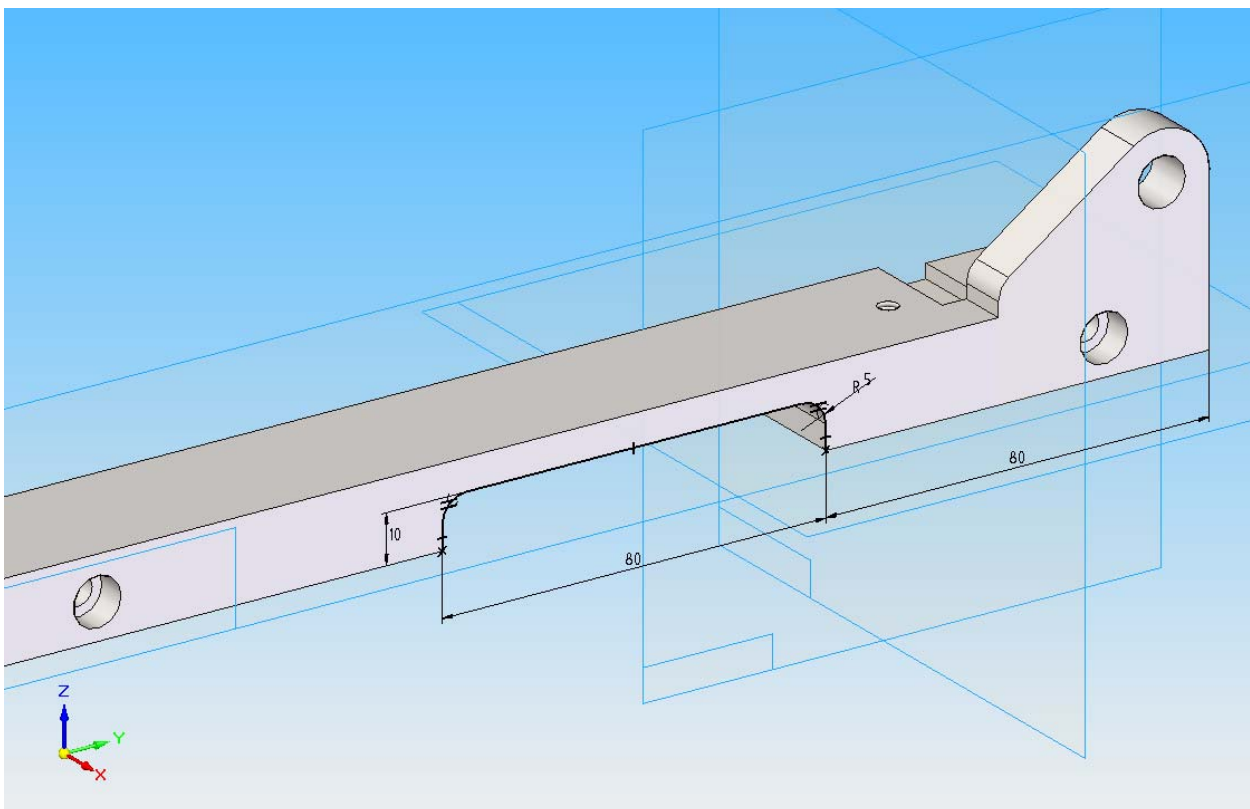


Figura 5.70. Lateral derecho: resultado de Vaciado 1 (Imagen realizada con Solid Edge)

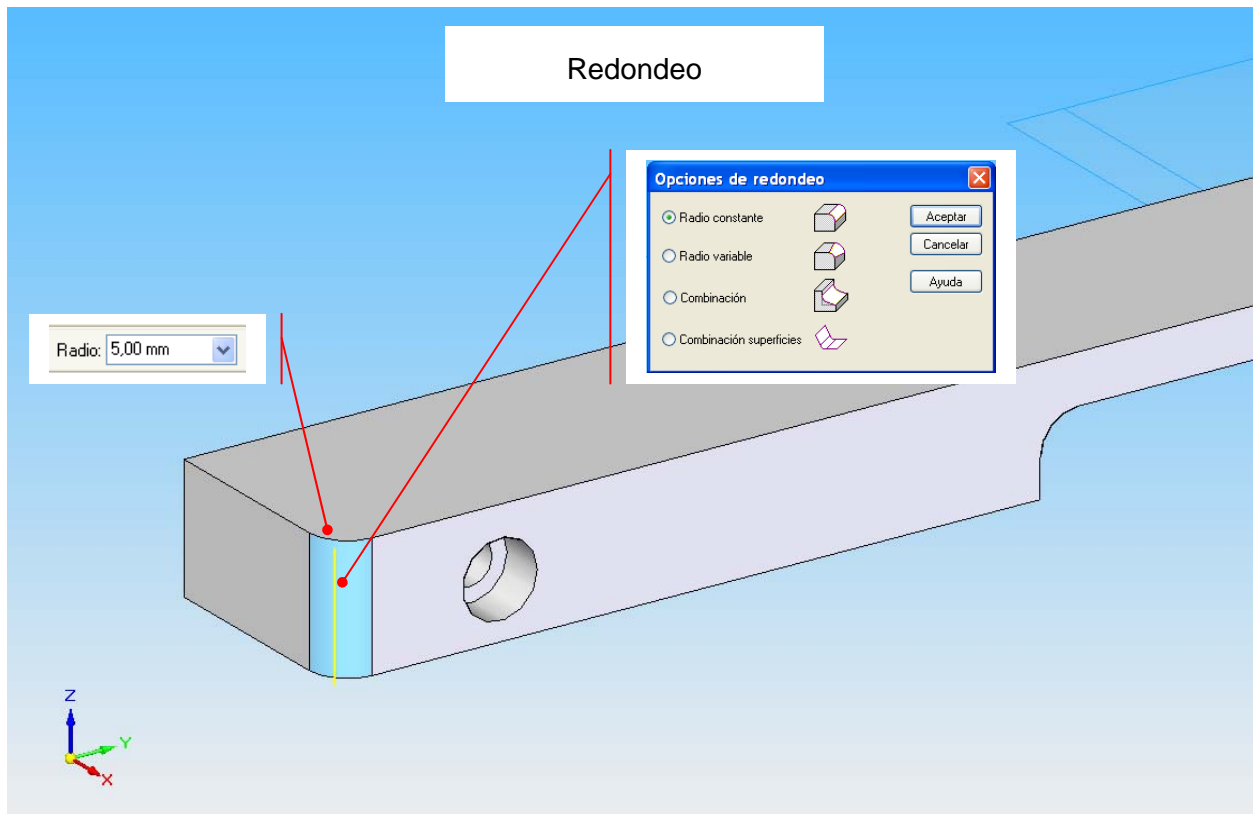


Figura 5.71. Lateral derecho: opciones de Redondeo 1 (Imagen realizada con Solid Edge)

El PathFinder de Operaciones del lateral derecho resulta:

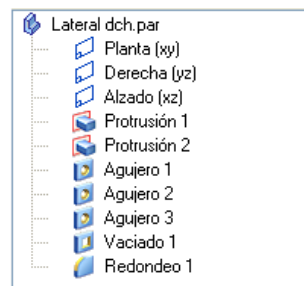


Figura 5.72. Lateral derecho: PathFinder de Operaciones (Imagen realizada con Solid Edge)

El lateral izquierdo es otro fichero diferente vinculado al lateral derecho y con simetría.

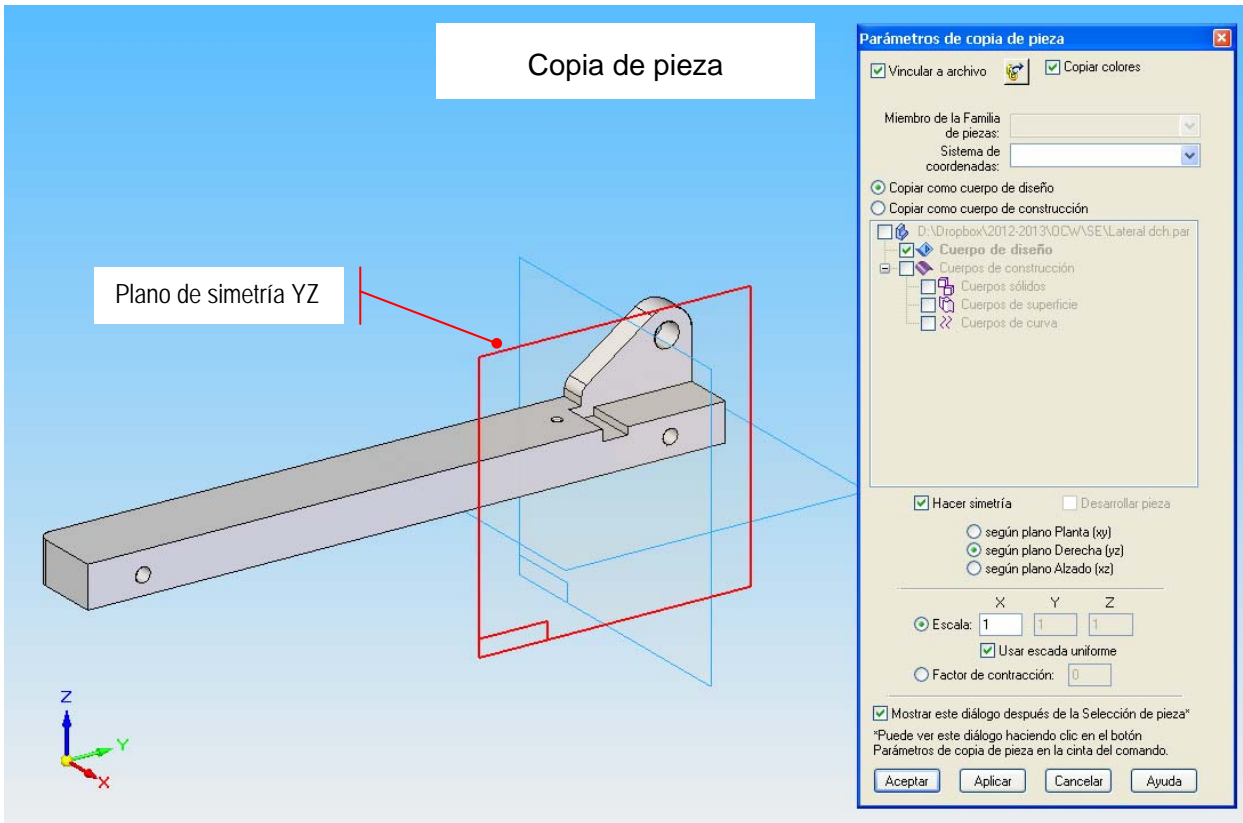


Figura 5.73. Lateral izquierdo: opciones de Copia de pieza 1 (Imagen realizada con Solid Edge)

El PathFinder de Operaciones del lateral izquierdo resulta:

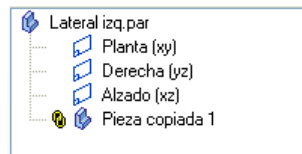


Figura 5.74. Lateral izquierdo: PathFinder de Operaciones (Imagen realizada con Solid Edge)

### Pisador

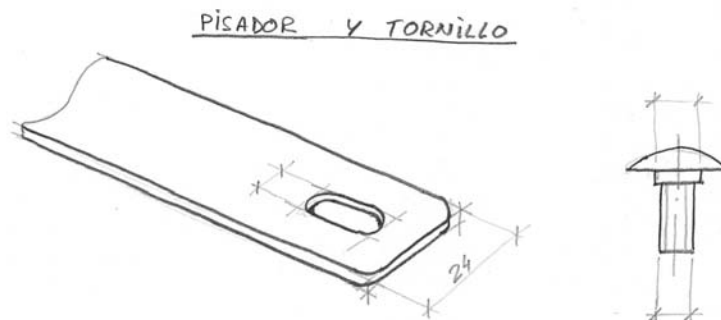


Figura 5.75. Pisador y tornillo



Para el pisador, la primera operación es una Protrusión por Proyección. A continuación, se realiza una operación Vaciado y una Copia Simétrica de la Operación.

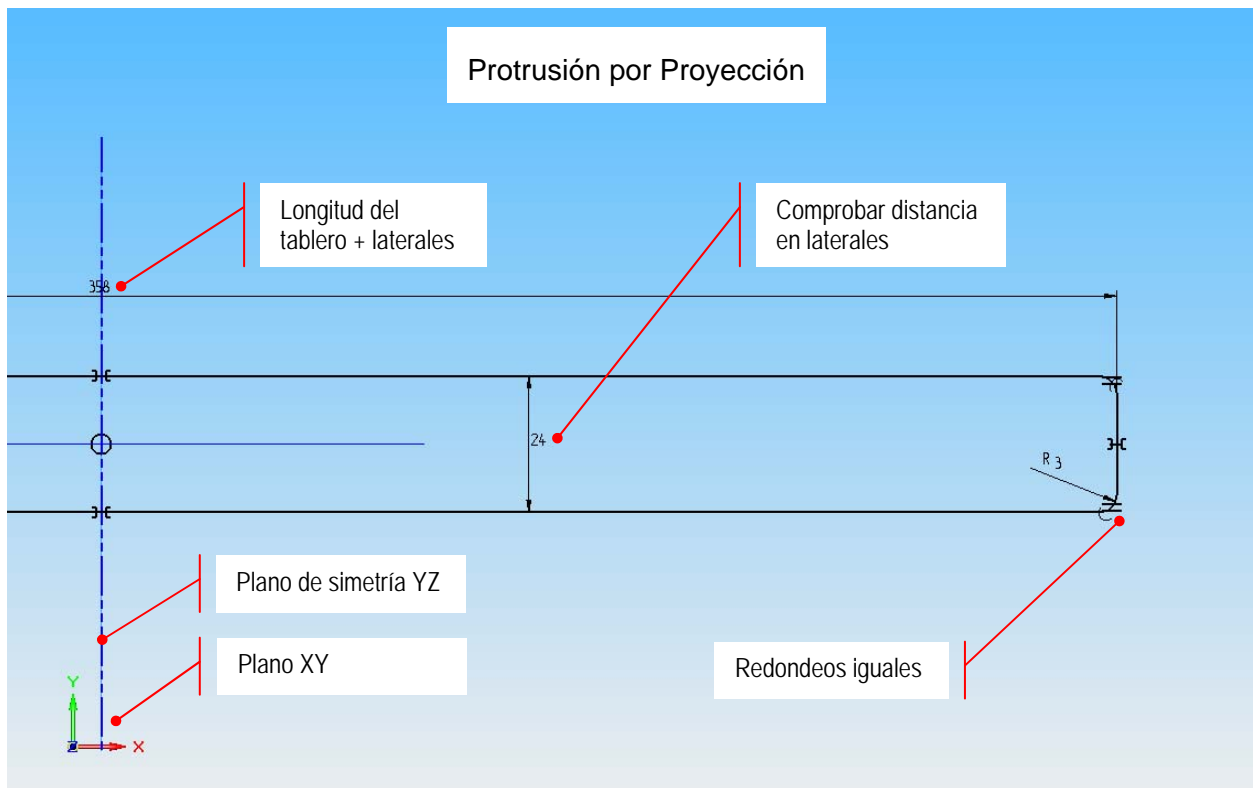


Figura 5.76. Pisador: perfil de Protrusión 1 (Imagen realizada con Solid Edge)

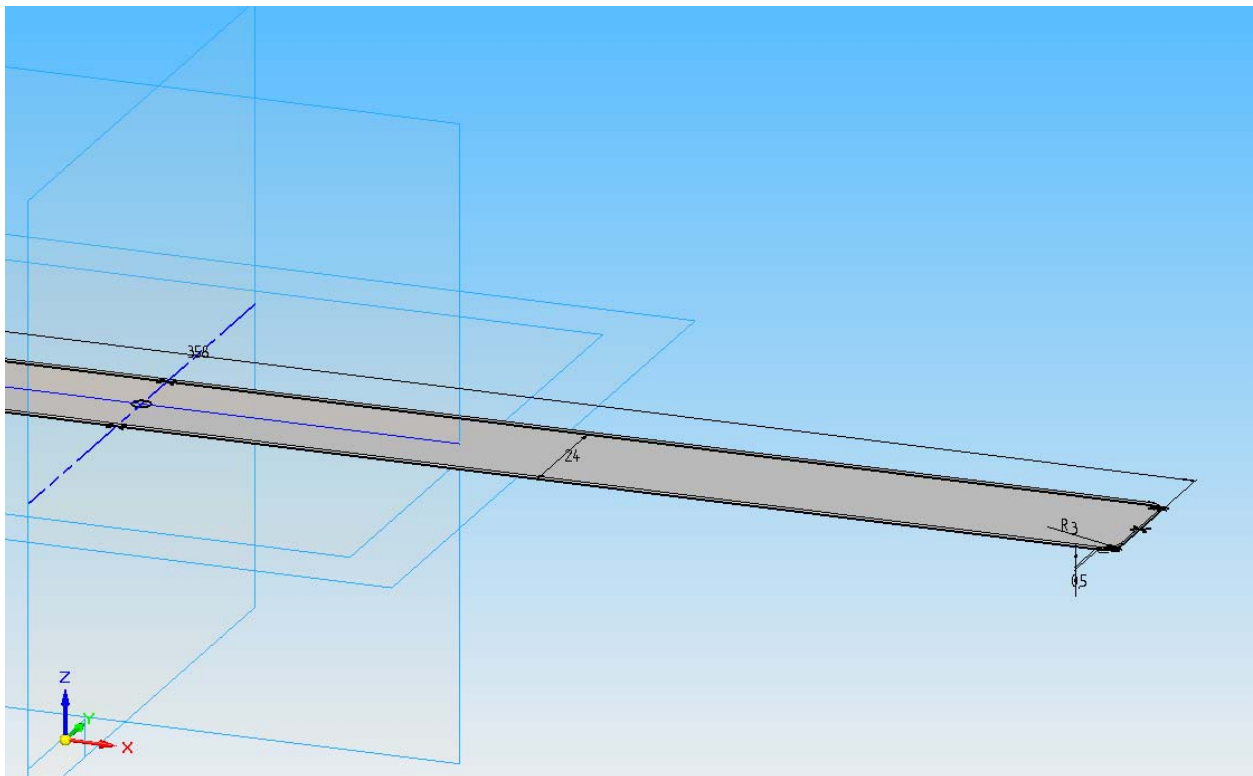


Figura 5.77. Pisador: resultado de Protrusión 1 (Imagen realizada con Solid Edge)

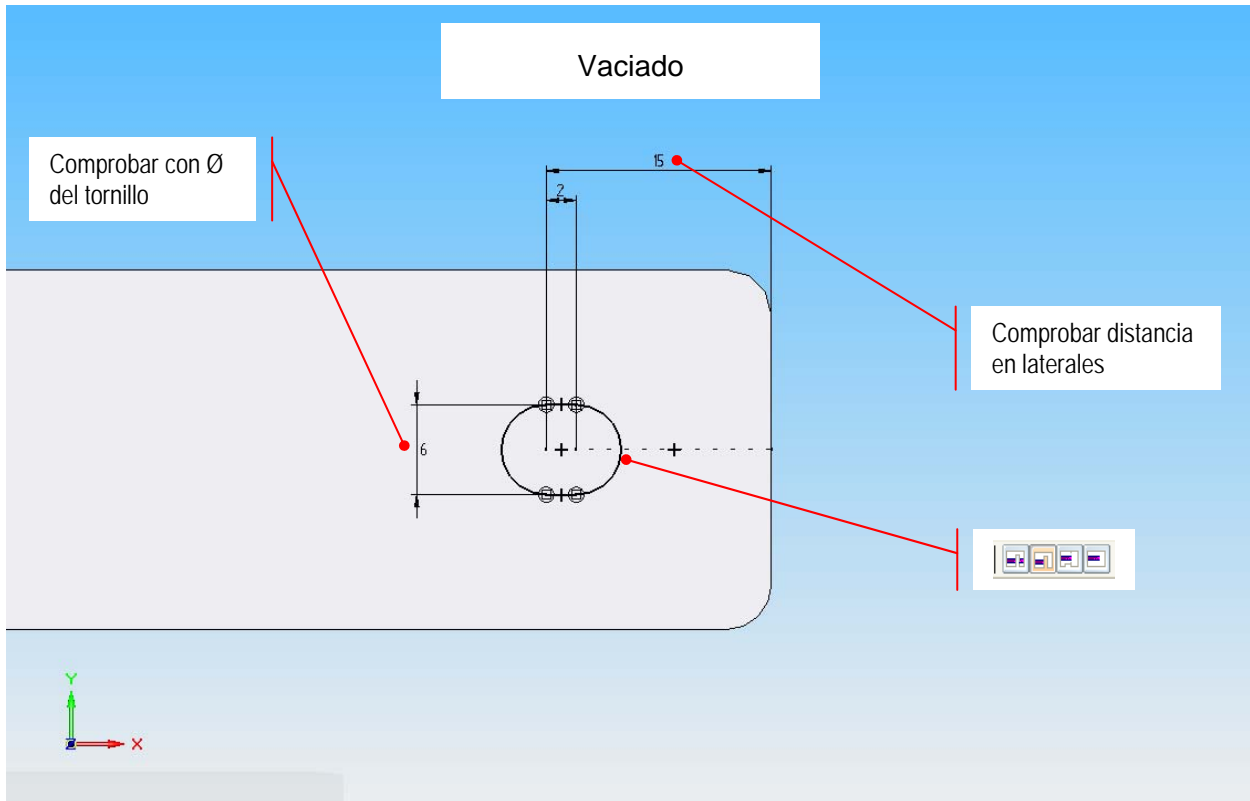


Figura 5.78. Pisador: perfil y opciones de Vaciado 1 (Imagen realizada con Solid Edge)

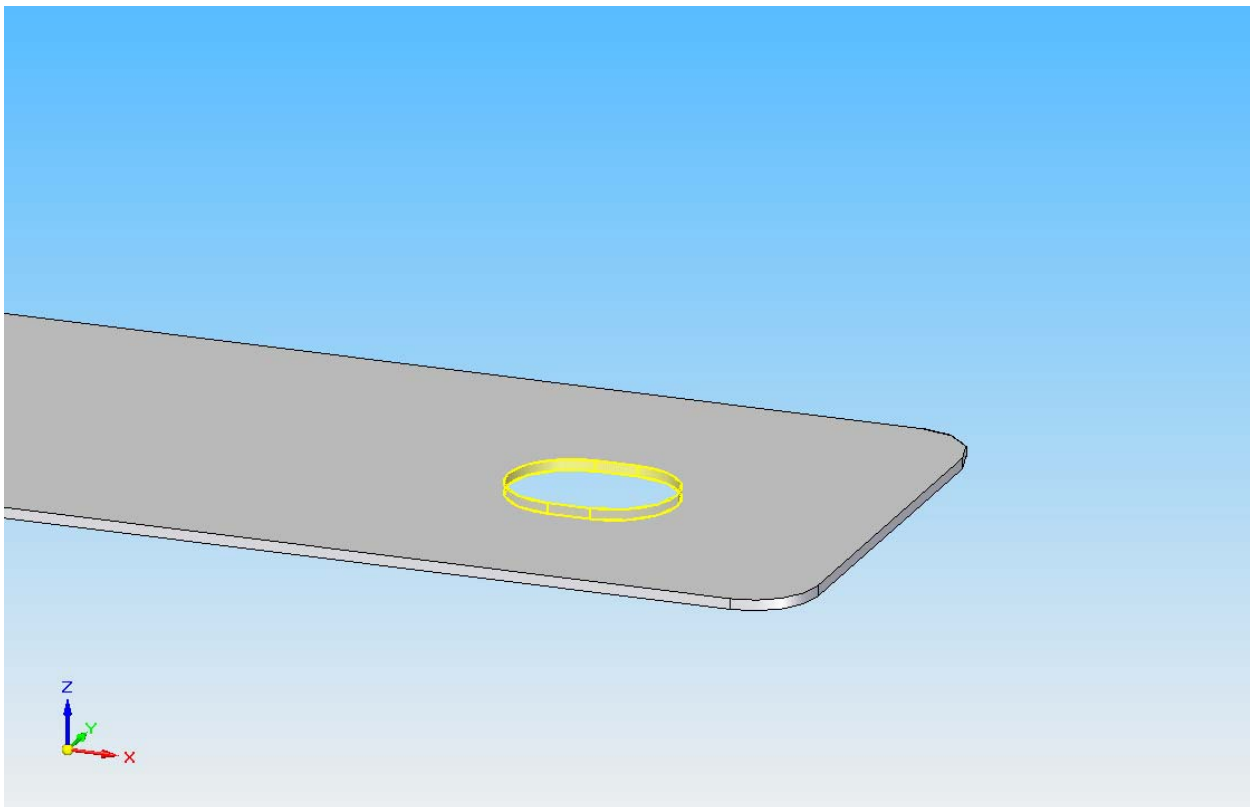


Figura 5.79. Pisador: resultado de Vaciado 1 (Imagen realizada con Solid Edge)

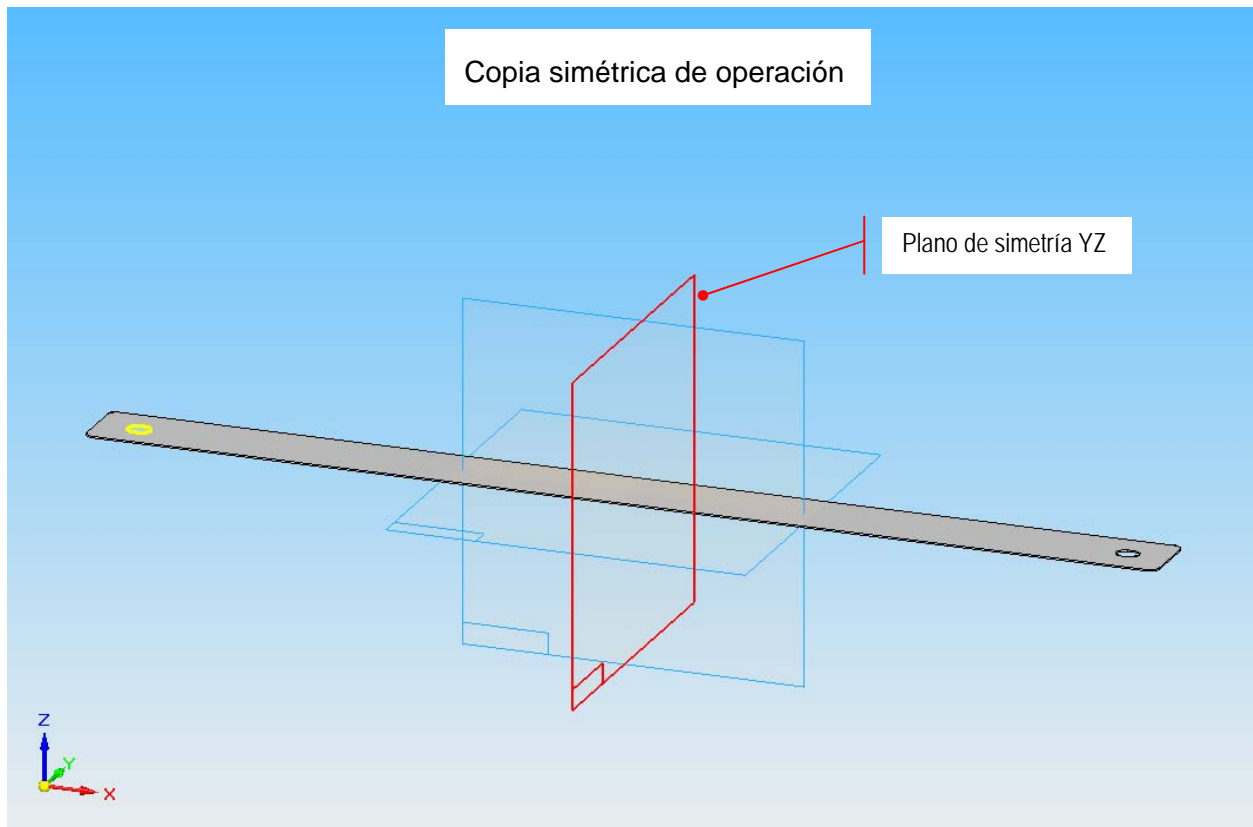


Figura 5.80. Pisador: Simetría 1 (Imagen realizada con Solid Edge)

El Pathfinder de Operaciones del pisador resulta:

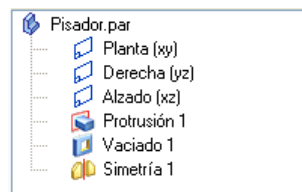


Figura 5.81. Pisador: Pathfinder de Operaciones (Imagen realizada con Solid Edge)

### Base de corte

Para la base de corte es suficiente con una Protrusión por Proyección.

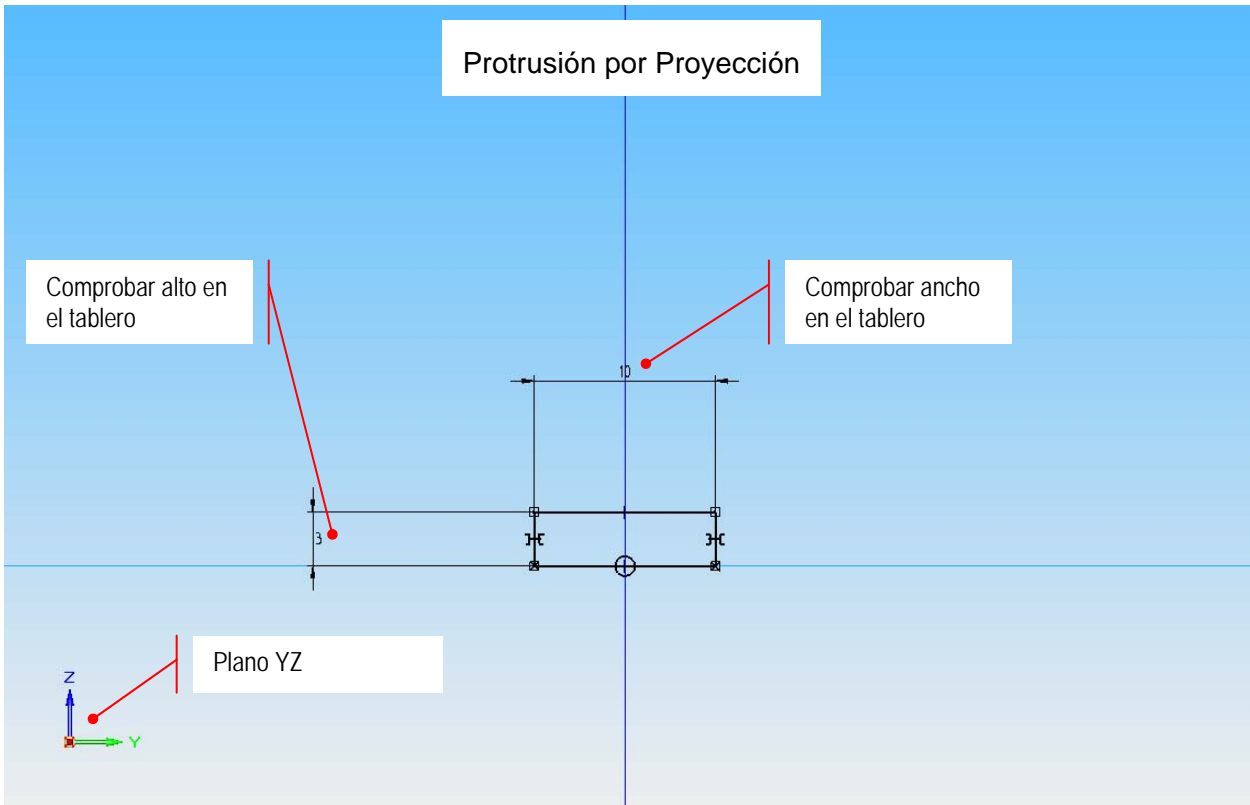


Figura 5.82. Base de corte: perfil de Protrusión 1 (Imagen realizada con Solid Edge)

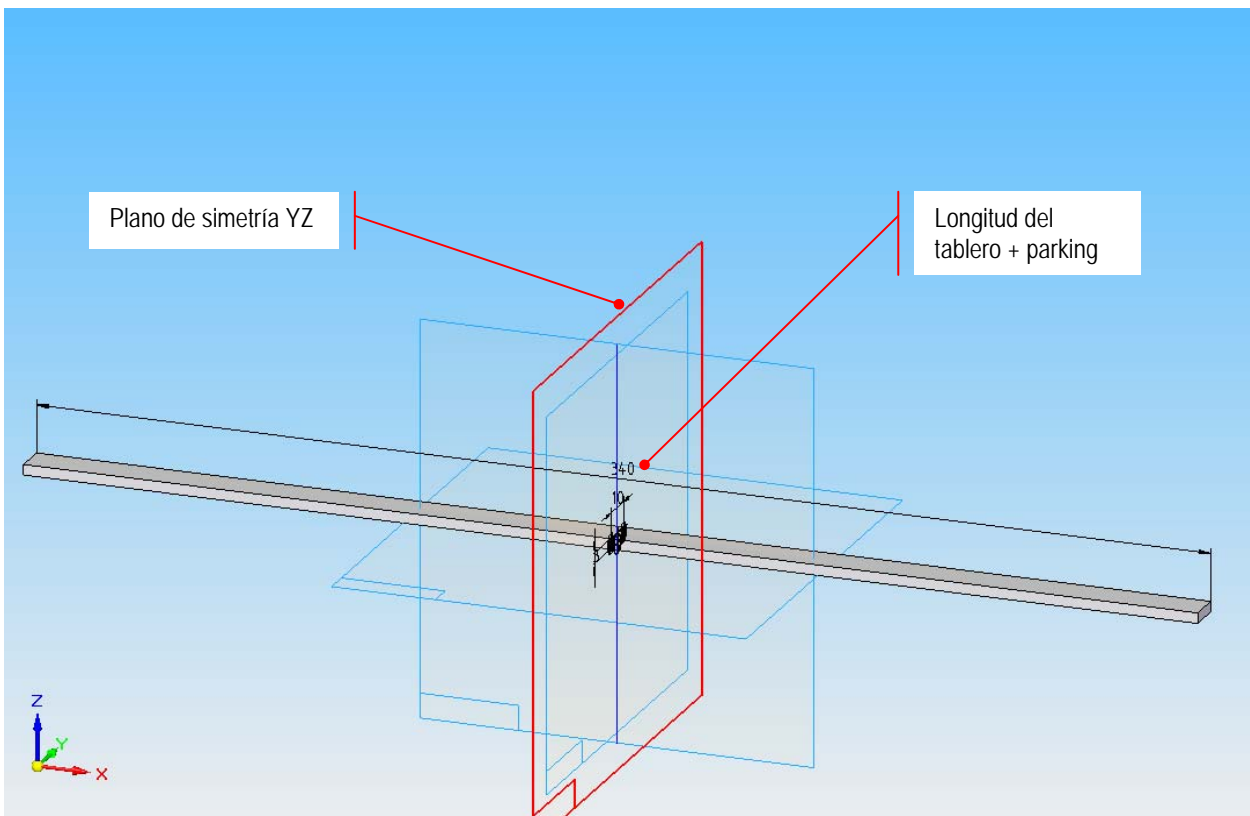


Figura 5.83. Base de corte: resultado de Protrusión 1 (Imagen realizada con Solid Edge)

El PathFinder de Operaciones de la Base de corte resulta:

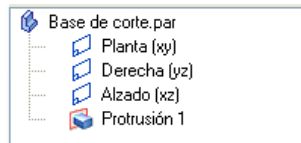


Figura 5.84. Pisador: PathFinder de Operaciones (Imagen realizada con Solid Edge)

### Tornillos, pasador y anillo de seguridad

Son elementos normalizados y se eligen las dimensiones adecuadas. Estas dimensiones se comprueban con los correspondientes alojamientos.

#### 5.4.2. Validación

El ensamblado de las piezas permite crear un prototipo digital con el cual es posible realizar verificaciones.

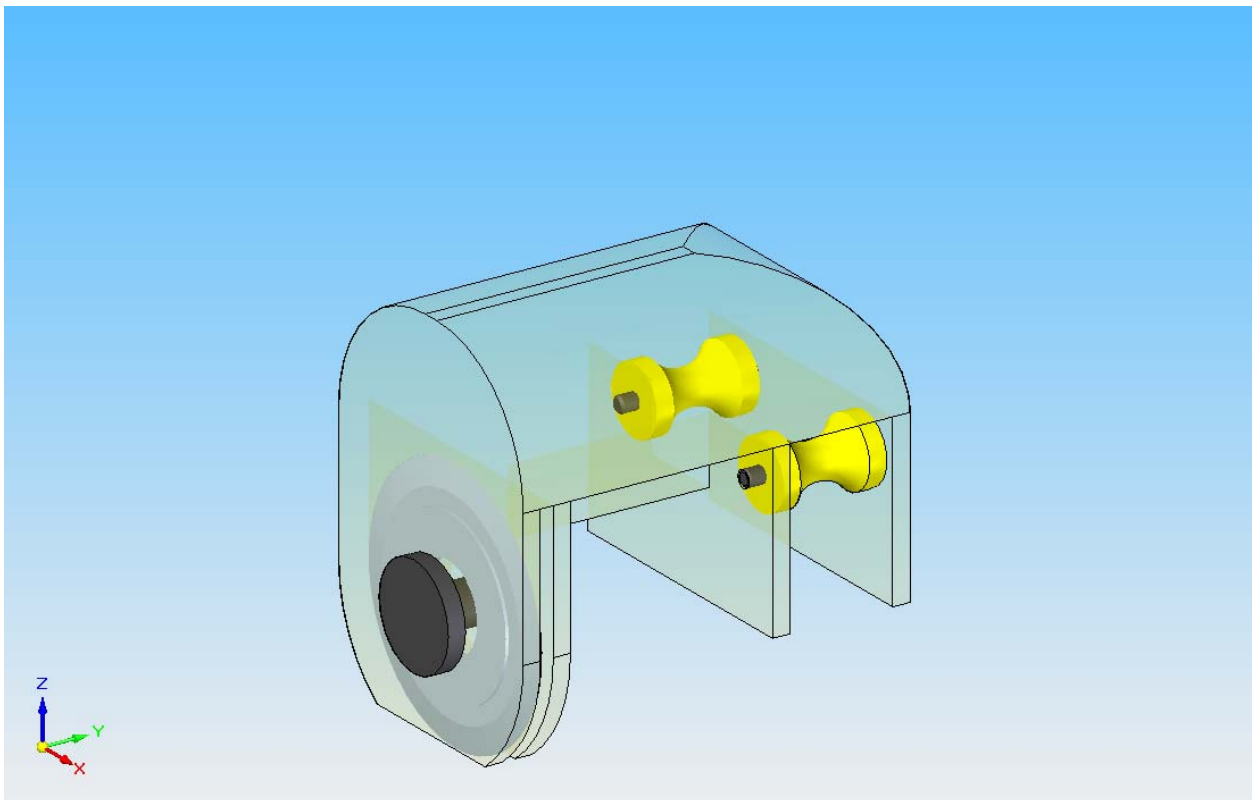


Figura 5.85. Subconjunto Carro (Imagen realizada con Solid Edge)

El PathFinder de Conjunto del carro resulta:

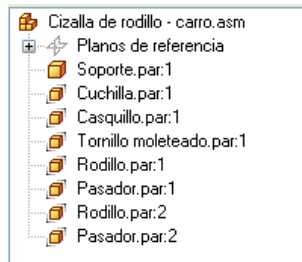


Figura 5.86. Carro: PathFinder de Conjunto (Imagen realizada con Solid Edge)

Una de las verificaciones es la comprobación de interferencias entre las piezas. Para ello, se seleccionan dos grupos de piezas y se comprueban las interferencias entre las piezas de uno y otro grupo.

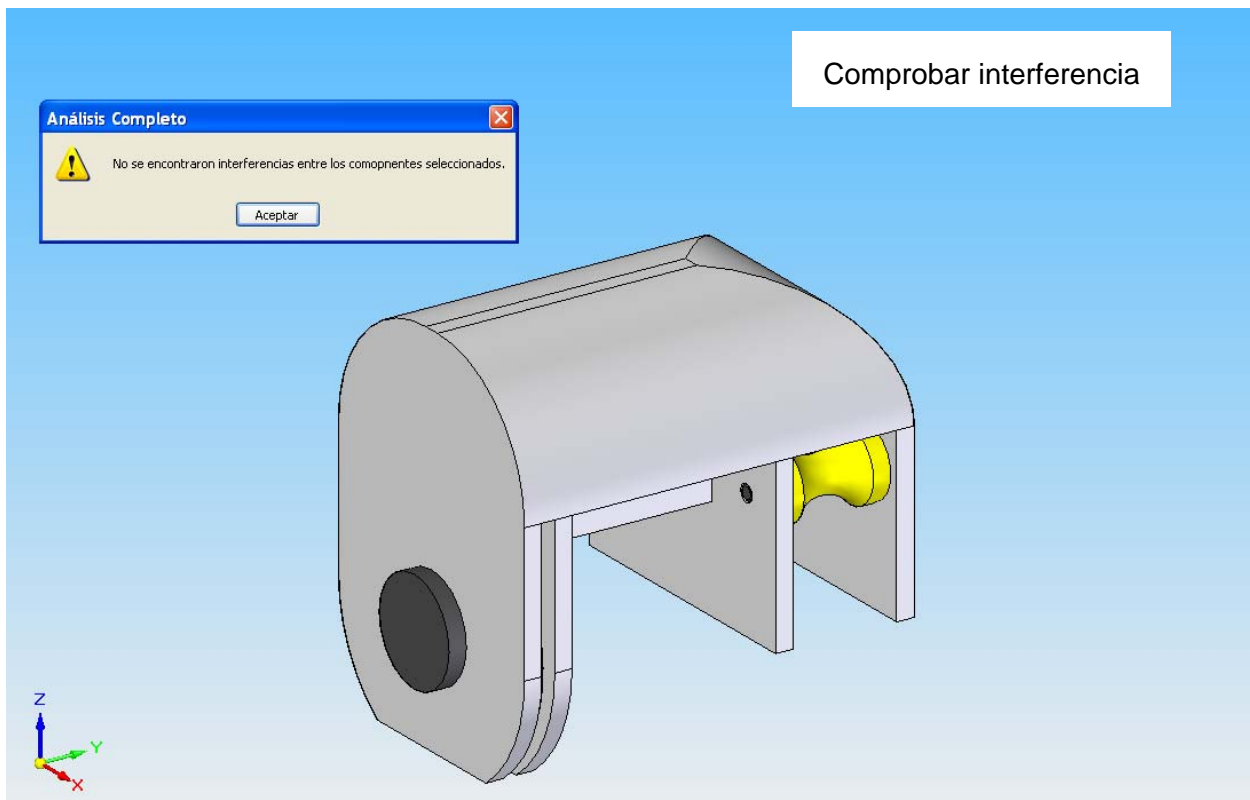


Figura 5.87. Carro: Análisis de interferencias entre el soporte y el resto de piezas (Imagen realizada con Solid Edge)

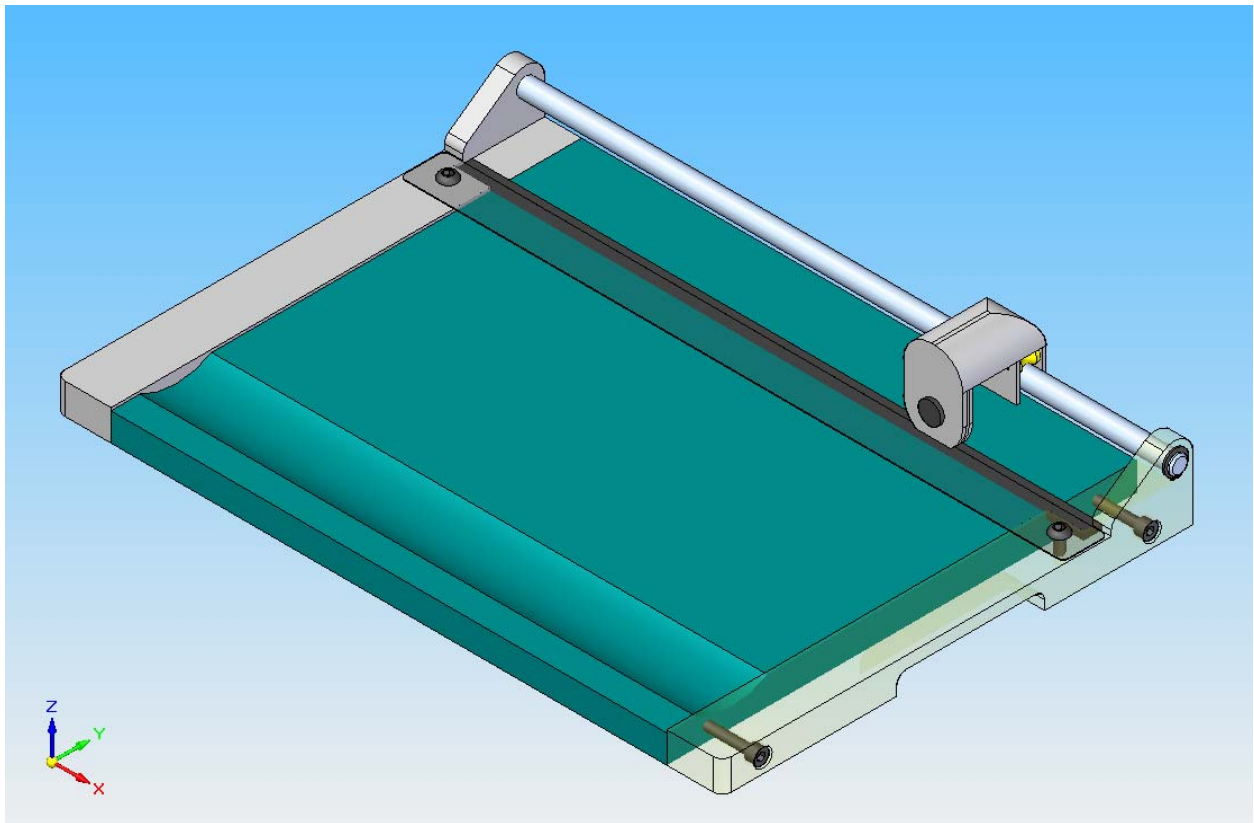


Figura 5.88. Conjunto Cizalla (Imagen realizada con Solid Edge)

El PathFinder de Conjunto de la cizalla resulta:

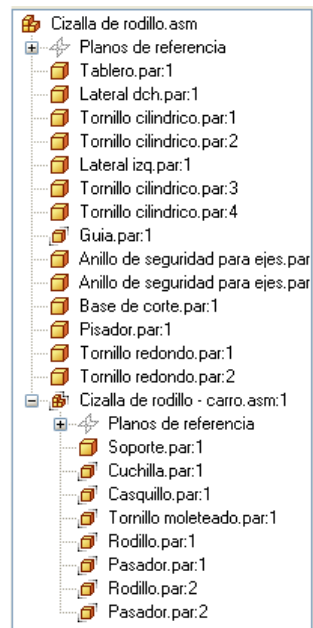


Figura 5.89. Cizalla: PathFinder de Conjunto (Imagen realizada con Solid Edge)

El resultado de las verificaciones puede ocasionar la modificación de alguna de las piezas. Estas modificaciones serán inmediatas si en el proceso de modelado las piezas se han realizado con las restricciones adecuadas.

### 5.4.3. Documento de Planos

El documento de Planos será elaborado íntegramente por el equipo de diseño. Los planos definitivos se generan una vez que el diseño del producto queda completamente validado, y supone un documento vinculante de cara a fabricación, por lo que hay que poner un gran cuidado en su elaboración.

El objetivo de cualquier plano de un producto es comunicar los conceptos del equipo de diseño al responsable de materializar dicho producto mediante un proceso de fabricación. Por ello, los planos deben ser completos e inequívocos.

El Plano de Conjunto es el plano de referencia del producto. Todas las piezas que lo integran, o al menos todos los subsistemas, deben figurar en él, muestra las referencias a todos los subconjuntos, y éstos a las piezas. De este modo, a partir del Plano de Conjunto se puede determinar rápidamente dónde se encuentra el Plano de Pieza en la carpeta de planos.

Los Planos de Subconjunto son planos de conjunto de piezas que integran un subsistema o que pueden montarse independientemente del conjunto. La forma típica del plano de subconjunto es la del despiece en explosión, en general en proyección, pero también puede presentarse en perspectiva o en vistas diédricas. Se aprovecha para anotar la referencia de las piezas y la cantidad de cada una y se detallan algunas dimensiones.

Las características de los Planos de Conjunto y de los Planos de Subconjunto son las siguientes:

- Muestra el producto en su totalidad.
- Muestra la disposición de los componentes.
- En algunos casos, presenta instrucciones de montaje.
- Presenta las dimensiones globales del producto.
- Incluye una lista de piezas o subconjuntos numerados, remitiendo a planos de subsistemas, a sus respectivos planos de pieza o a catálogos de proveedores.
- Puede incluir detalles constructivos y de montaje.

Los Planos de Pieza son planos de cada pieza individual del producto. En ellos se definen con detalle las características geométricas, las tolerancias, el material, acabados, etc., de la pieza para su fabricación. Las características del Plano de Pieza son:

- Muestra una pieza en su totalidad.
- Muestra las dimensiones de la pieza, tolerancias, nivel de acabado si lo precisa, etc.
- Determina el material de la pieza, y en algunos casos el proceso de fabricación que se empleará. (En este curso se ha excluido el tema de materiales y el de procesos de fabricación por tratarse de un curso básico)
- Puede incluir referencias a otros planos de pieza.

El documento de planos se presenta encuadrado en formato A4. Los planos de mayor tamaño se pliegan siguiendo la normativa al respecto. Este documento se inicia con un índice de planos haciendo referencia a cada uno de ellos.