incluye **DVD**

El gran libro de SolidWorks®

Incluye capítulo de impresión 3D

Sergio Gómez González

2ª Edición



Acceda gratis
a una versión de prueba del programa

Alfaomega

marcombo
ediciones técnicas

El gran libro de SolidWorks®

Sergio Gómez González

Alfaomega

marcombo
ediciones técnicas

Diseño de la cubierta:
NDENU DISSENY GRÀFIC

Autores de la imagen de la cubierta:
Arnold Abarca y Sergio Gómez

Datos catalográficos

Gómez, Sergio
El gran libro de SolidWorks®
Segunda Edición

Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V., México

ISBN: 978-607-622-233-1

Formato: 17 x 23 cm Páginas: 784

El gran libro de SolidWorks®
Sergio Gómez González
ISBN: 978-84-267-2173-0, edición en español publicada por MARCOMBO, S.A., Barcelona, España
Derechos reservados © 2014 MARCOMBO, S.A.

Segunda edición: Alfaomega Grupo Editor, México, mayo 2015

© 2015 Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V.
Pitágoras 1139, Col. Del Valle, 03100, México D.F.

Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana
Registro No. 2317

Pág. Web: **http://www.alfaomega.com.mx**
E-mail: **atencionalcliente@alfaomega.com.mx**

ISBN: 978-607-622-233-1

Derechos reservados:
Esta obra es propiedad intelectual de su autor y los derechos de publicación en lengua española han sido legalmente transferidos al editor. Prohibida su reproducción parcial o total por cualquier medio sin permiso por escrito del propietario de los derechos del copyright.

Nota importante:
La información contenida en esta obra tiene un fin exclusivamente didáctico y, por lo tanto, no está previsto su aprovechamiento a nivel profesional o industrial. Las indicaciones técnicas y programas incluidos, han sido elaborados con gran cuidado por el autor y reproducidos bajo estrictas normas de control. ALFAOMEGA GRUPO EDITOR, S.A. de C.V. no será jurídicamente responsable por: errores u omisiones; daños y perjuicios que se pudieran atribuir al uso de la información comprendida en este libro ni en el DVD adjunto, ni por la utilización indebida que pudiera dársele.

Edición autorizada para venta en México y todo el continente americano.

Impreso en México. Printed in Mexico.

Empresas del grupo:

México: Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V. – Pitágoras 1139, Col. Del Valle, México, D.F. – C.P. 03100.
Tel.: (52-55) 5575-5022 – Fax: (52-55) 5575-2420 / 2490. Sin costo: 01-800-020-4396
E-mail: atencionalcliente@alfaomega.com.mx

Colombia: Alfaomega Colombiana S.A. – Calle 62 No. 20-46, Barrio San Luis, Bogotá, Colombia,
Tels.: (57-1) 746 0102 / 210 0415 – E-mail: cliente@alfaomega.com.co

Chile: Alfaomega Grupo Editor, S.A. – Av. Providencia 1443. Oficina 24, Santiago, Chile
Tel.: (56-2) 2235-4248 – Fax: (56-2) 2235-5786 – E-mail: agechile@alfaomega.cl

Argentina: Alfaomega Grupo Editor Argentino, S.A. – Paraguay 1307 P.B. Of. 11, C.P. 1057, Buenos Aires, Argentina, – Tel./Fax: (54-11) 4811-0887 y 4811 7183 – E-mail: ventas@alfaomegaeditor.com.ar

A mi padre que tantas cosas me ha enseñado dentro y fuera de las aulas.

A mi madre.

A Benilde Bueno.







Dassault Systèmes SolidWorks Corp

www.solidworks.com

Prólogo

Es una satisfacción prologar el libro de SolidWorks®, escrito por Sergio Gómez, al que aprecio y con el que compartí docencia en el Departamento de Proyectos y Expresión Gráfica en la Ingeniería de la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Barcelona (EUETI, UPC) en 1999. El presente texto surgió de una conversación hace algo más de diez años, sobre la extensísima bibliografía existente en lengua inglesa y la falta de un libro de referencia en lengua española, sobre el *software* de diseño en 3D, SolidWorks®. Aspecto que nos sorprendió después de ver el espectacular incremento de licencias vendidas a nivel mundial durante los últimos años, su gran aplicación en centros docentes universitarios y su gran uso en la industria e investigación, que lo han convertido en la marca líder en tecnología CAD en 3D.

De aquella primera conversación surgió la motivación del autor de redactar un texto en castellano que fuera ameno, visual, intuitivo y que integrara todas las opciones de la versión Office Professional sin llegar a ser un manual excesivamente extenso. Desde entonces han pasado ocho años y el libro ha pasado por varias reimpresiones y actualizaciones.

La actual edición de *El gran libro de SolidWorks* que tiene en sus manos es el resultado de más de 16 años de experiencia docente universitaria del autor plasmado en un texto práctico. Es un libro de fácil lectura, con más de 2000 ilustraciones a color, 40 ejercicios prácticos guiados paso a paso y un gran número de ejemplos y ejercicios propuestos contenidos en el DVD que acompaña el libro. Los ejercicios resueltos y propuestos están organizados para garantizar el aprendizaje continuo y creciente de los comandos y su filosofía de trabajo.

El libro describe las funciones de diseño mecánico necesarias para el modelado de piezas, ensamblajes, creación de planos en 2D y superficies. Incluye los nuevos complementos y comandos de comunicación y validación de diseño (PhotoView 360, Simulación de Movimiento, eDrawings, SolidWorks Flow Simulation, entre otros), además de los ya conocidos en versiones anteriores. Se describen herramientas como: SolidWorks Toolbox, FeatureWorks, Estructuras y piezas soldadas, Chapa metálica, Estudios de movimiento y otros módulos y complementos que permiten mejorar la productividad y automatizar las tareas de diseño a partir del uso de bibliotecas de diseño y el empleo de funciones inteligentes.

Los últimos capítulos del libro se han reservado a los complementos de validación del diseño: estudios del comportamiento mecánico (SimulationXpress), fluídico (SolidWorks Flow Simulation y FloXpress), y simulación de los procesos de inyección de plásticos en moldes (SolidWorks Plastics) además del ya conocido complemento de simulación cinemática y dinámica (SolidWorks Motion). Para finalizar, el autor introduce un nuevo capítulo que invita al lector a «imprimir sus modelos 3D» mediante la descripción de las nuevas técnicas de Prototipado Rápido y el auge de las impresoras 3D creadas con fuentes libres.

Desde estas líneas invito al lector a que disfrute con cada uno de los 20 capítulos del libro y realice las prácticas guiadas paso a paso, los ejercicios propuestos y consulte los modelos de pieza, ensamblaje y dibujo contenidos en el DVD que acompaña el libro con el fin de ejercitar las capacidades adquiridas y mejorar en rapidez y destreza.

Óscar TORRES
Global Business Development Director
SOLIDWORKS

Prólogo **5**

Cómo obtener una versión demo gratuita de SolidWorks Education **18**

CAPÍTULO 1. Introducción a SolidWorks® **19**

1.1. Introducción 20
1.2. Características de SolidWorks® 20
1.2.1. Definición de parámetros clave 20
1.2.2. Asociatividad 20
1.2.3. Funciones Geométricas Inteligentes 22
1.2.4. Gestor de Diseño 22
1.3. Módulos de SolidWorks® 22
1.3.1. Pieza 23
1.3.2. Ensamblaje 23
1.3.3. Plano o dibujo 24
1.4. Otras aplicaciones de SolidWorks® 24
1.4.1. Simulación y Estudio de movimiento 24
1.4.2. Análisis de interferencia 25
1.4.3. Del 2D al 3D 25
1.4.4. Superficies 26
1.4.5. Tablas de diseño (configuraciones) 26
1.4.6. Moldes 26
1.4.7. SimulationXpress y SolidWorks Simulation 27
1.4.8. SolidWorks Plastics 27
1.4.9. SmartMates (Tecnología Inteligente) 27
1.4.10. Chapa Metálica 27
1.4.11. CircuitWorks 28
1.4.12. Traductores CAD 28
1.4.13. Lista de materiales 28
1.5. Herramientas de colaboración 29
1.5.1. eDrawings® 29
1.5.2. PhotoView 360® 29
1.5.3. Estudio de movimiento y SolidWorks Motion 29
1.5.4. SolidWorks Viewer® 29
1.6. Herramientas de Productividad 30
1.6.1. SolidWorks Toolbox® 30
1.6.2. Solid Utilities® 30
1.6.3. SolidWorks Design Checker® 30
1.6.4. FeatureWorks® 30
1.6.5. Scan to 3D® 30
1.6.6. SolidWorks Task Schedule® 30
1.6.7. SolidWorks Routing® 31
1.6.8. Rhino to SolidWorks Add-in® 31
1.6.9. Print 3D 31
1.6.10. Costing, Sostenibility y DMFXpress 31
1.6.11. Autotrace 31
1.7. Gestión de proyectos 31
1.7.1. SolidWorks Explorer® 32
1.7.2. PDMworks Workgroup® 32
1.8. Herramientas de Análisis y simulación avanzadas 32
1.8.1. SolidWorks Simulation® 32
1.8.2. SolidWorks Motion® 32

1.8.3. Flow Simul
1.9. Soluciones de dise
1.10. Ámbitos de aplica

CAPÍTULO 2. Entorno y h

2.1. Entorno de trabajo
2.1.1 CommandM
2.1.2 Gestor de D
2.1.3 Barra de m
2.1.4 PropertyMa
2.1.5 Asistente p
2.1.6 Panel de Ta
2.1.7 Barra de es
2.1.8 Botones de
2.1.9 Métodos ab
2.1.10 Asas de arr
2.1.11 Vistas preli
2.1.12 Terminolog
2.2. Visualización .....
2.2.1. Barra de H
2.2.2. Perspectiva
2.2.3. Vista de se
2.2.4. Sombras....
2.2.5. Gráficos Re
2.2.6. Cámaras ...
2.2.7. Curvatura ..
2.2.8. Franjas de
2.2.9. Color, prop
2.2.10. Iluminación
Práctica guiada 2-1 .....
2.3. Recursos educativo
2.4. SolidWorks SX y ac

CAPÍTULO 3. Croquizació

3.1. Introducción .....
3.2. Creación de croquis
3.2.1. Iniciar el cr
3.2.2. Iniciar el cr
3.2.3. Iniciar el pr
3.2.4. Edición de
3.3. Complejidad o sen
3.4. Herramientas de cr
3.5. Elementos comune
3.5.1. Las inferen
3.5.2. Enganches
3.5.3. Relaciones
3.5.4. PropertyMa
3.6. Herramientas de cr
3.6.1. Línea .....
3.6.2. Rectángulo
3.6.3. Círculo.....

3.6.4. Arco tres puntos y Arco centro y extremos ... 77
3.6.5. Arco Tangente ... 78
3.6.6. Elipse ... 78
3.6.7. Parábola ... 79
3.6.8. Polígono ... 79
3.6.9. Texto ... 80
3.6.10. Spline ... 81
3.6.11. Línea constructiva ... 81
3.6.12. Simetría y simetría dinámica de entidades ... 82
3.6.13. Redondeo de croquis ... 82
3.6.14. Chaflán ... 83
3.6.15. Convertir entidades ... 83
3.6.16. Equidistanciar entidades ... 84
3.6.17. Extender entidades ... 85
3.6.18. Recortar entidades ... 85
3.6.19. Matriz lineal ... 87
3.6.20. Matriz circular ... 88
3.6.21. Croquizado en 3D ... 89
3.7. Relaciones de croquis ... 90
3.7.1. Agregar relaciones manuales ... 90
3.7.2. Visualizar/Eliminar relaciones ... 93
3.8. Acotación de croquis ... 94
Práctica guiada 3-1 ... 95

CAPÍTULO 4. Operaciones de Diseño I ... 99

4.1. Introducción a las operaciones de diseño I ... 100
4.2. Operaciones de diseño ... 100
4.2.1. Extrusión ... 104
4.2.2. Extrusión Corte ... 111
Práctica guiada 4-1 ... 113
Práctica guiada 4-2 ... 120
Práctica propuesta 4-3 ... 125
4.2.6. Revolución ... 126
4.2.7. Revolución Corte ... 130
Práctica guiada 4-4 ... 131
Práctica guiada 4-5 ... 133
4.2.9. Redondeo ... 136
4.2.9.1. Radio constante ... 137
4.2.9.2. Radio variable ... 142
4.2.9.3. Redondeo de cara ... 145
4.2.9.4. Redondeo completo ... 147
4.2.9.5. FilletXpert ... 149
4.2.10. Chaflán ... 151
4.2.11. Vaciado ... 153
Práctica guiada 4-6 ... 155
Práctica guiada 4-7 ... 159
4.2.12. Nervio ... 161
Práctica guiada 4-8 ... 165
4.2.13. Taladro Sencillo ... 169
4.2.14. Asistente para Taladro ... 171
4.2.15. Saliente/Base Barrido ... 174
4.2.16. Corte Barrido ... 180

Práctica guiada 4-9 182
Práctica guiada 4-10 185
Práctica guiada 4-11 187
4.2.17. Recubrir 189
Práctica guiada 4-12 195
4.2.18. Corte Recubierto 197

CAPÍTULO 5. Operaciones de Diseño II 199

5.1. Creación y gestión de planos de trabajo 200
5.1.1. Plano por Punto/línea o por tres Puntos 203
5.1.2. Plano paralelo en un Punto 205
5.1.3. Plano en ángulo 206
5.1.4. Plano equidistante 207
5.1.5. Plano Normal a una Curva 208
5.1.6. Plano en Superficie 209
5.2. Creación de Ejes, sistema de coordenadas y puntos 212
5.2.1. Ejes 212
5.2.2. Sistema de coordenadas 215
5.2.3. Punto 215
5.3. Matrices 216
5.3.1. Matriz Lineal 217
Práctica guiada 5-1 222
5.3.3. Matriz circular 226
5.3.4. Matriz conducida por Curva 228
5.3.5. Matriz conducida por croquis 232
5.3.6. Matriz conducida por tabla 234
5.4. Simetría 237
5.5. Ángulo de salida 240
5.5.1. Ángulo de salida con Línea de separación 243
5.5.2. Ángulo de salida Escalonado 245
5.5.3. DraftXpert 246
Práctica guiada 5-2 248
5.6. Otras operaciones 251
5.6.1. Escala 251
5.6.2. Cúpula 252
5.6.3. Forma libre 254
5.6.4. Envolver 256
5.6.5. Mover Cara 258
5.6.6. Indentación 259
5.6.7. Corte con espesor 261
5.6.8. Dar espesor 262
5.6.9. Cortar con superficie 263
5.6.10. Flexionar 264
5.6.11. Deformar 268
5.6.12. Combinar 269
5.7. Herramientas de medición y verificación 271
5.7.1. Medir 271
5.7.2. Propiedades físicas 273
5.7.3. Propiedades de sección 274
5.7.4. Comprobar 275
5.7.5. Análisis de geometría 276
5.7.6. Informe de tiempo de recalculo 277

5.7.7. Análisis de desviación 277
5.7.8. Diagnóstico de importación 278
5.7.9. Análisis de espesor 279
5.7.10. Comprobar simetría 280
5.8. DimXpert 281

CAPÍTULO 6. Tabla de diseño 285

6.1. Introducción al diseño paramétrico y variacional 286
6.2. Creación de Tablas de Diseño 287
6.2.1. En blanco 287
6.2.2. Desde archivo 290
6.2.3. Creación automática 292
6.3. Modificar, editar y eliminar Tabla de diseño 293
6.3.1. Editar Tabla de diseño 293
6.3.2. Eliminar Tabla de diseño 294
6.3.3. Parámetros controlables con las tablas de diseño 294
6.3.4. Aspecto de la Tabla de Diseño 294
Práctica guiada 6-1 295

CAPÍTULO 7. Superficies 299

7.1. Introducción 300
7.2. Extruir Superficie 302
7.3. Superficie plana 303
7.4. Redondeo de Superficies 303
7.5. Revolución de superficie 304
7.6. Barrer superficie 305
7.7. Recubrir superficie 306
Práctica guiada 7-1 307
7.9. Rellenar superficie 310
7.10. Superficie limitante 312
7.11. Radiar superficie 315
7.12. Equidistanciar superficie 316
7.13. Eliminar cara 317
7.14. Reemplazar cara 319
7.15. Coser superficie 320
7.16. Recortar superficie 321
7.17. Extender superficie 323
7.18. Forma libre 324
Práctica guiada 7-2 326
Práctica guiada 7-3 330
Práctica guiada 7-4 333

CAPÍTULO 8. Ensamblajes 337

8.1. Introducción 338
8.2. Métodos de diseño de ensamblajes 339
8.2.1. Método de diseño Ascendente 339
8.2.2. Método de diseño Descendente 339
8.3. Entorno del módulo de ensamblaje 340
8.3.1. Gestor de Diseño de Ensamblajes 342
8.3.2. Otras funcionalidades del Gestor de Diseño 344

8.4. Creación de un ensamblaje 345
8.4.1. Creación de un documento nuevo de ensamblaje 345
8.4.2. Insertar Componente 345
8.4.3. Insertar componente por arrastre 346
8.5. Manipulación de componentes 348
8.5.1. Mover componente 348
8.5.2. Girar componente 350
8.6. Relaciones de posición entre componentes 350
8.7. Relaciones de posición estándar 352
Práctica guiada 8-1 354
Práctica propuesta 8-2 358
Práctica propuesta 8-3 359
8.8. Relaciones de posición avanzadas 360
8.8.1. Simétrica 361
8.8.2. Leva 362
8.8.3. Anchura 363
8.8.4. Engranaje 364
8.8.5. Piñón y cremallera 365
8.8.6. Límite 366
8.9. Detección de colisiones 367
8.10. Cinemática de colisiones físicas 368
8.11. Detección de interferencias 369
8.12. Operaciones para ensamblajes 370
8.12.1. Serie de Taladro 371
8.12.2. Correa/Cadena 373
Práctica guiada 8-4 375
8.12.4. Cordón de soldadura 377
8.13. Vista explosionada 379
8.14. Smart Fasteners 382
8.15. Diseño descendente 384
8.15.1. Creación y edición piezas desde el módulo de ensamblaje 384
8.16. Diseño de grandes ensamblajes 386
8.16.1. Modo de ensamblaje grande 386
8.16.2. Componentes aligerados 386
8.16.3. Supresión de componentes 386
8.17. Otras funcionalidades del módulo de ensamblaje 387
8.17.1. Matriz de componentes 387
8.17.2. Lista de materiales 389
Práctica propuestas 8-5 390
Práctica propuestas 8-6 391
Práctica propuestas 8-7 392

CAPÍTULO 9. Estudio de movimiento 393

9.1. Introducción 394
9.2. Estudio de movimiento básicos 397
9.2.1. Motor 398
9.2.2. Muelle 400
9.2.3. Contacto 402
9.2.4. Gravedad 403
9.3. Creación de una animación sencilla 404
9.4. Modelo de interpolación 404
9.5. Animación del movimiento de algunos de los componentes del ensamblaje 405

9.6. Animación de las propiedades visuales 406
9.7. Animación del punto de vista de una pieza o ensamblaje 407
9.8. Animación del movimiento del sistema de iluminación 408
Prácticas 9-1, 9-2, 9-3 y 9-4 409
9.10. Asistente para la animación 412
9.10.1. Girar modelo 414
9.10.2. Explosionar/Colapsar 415
9.10.3. Animación a partir de Análisis de movimiento 417
9.10.4. Guardar animación 418
Práctica guiada 9-5 419
9.12. Resultados y gráficos 422
Práctica guiada 9-6 423
Práctica propuesta 9-7 426

CAPÍTULO 10. Dibujo 427

10.1. Introducción 428
10.2. Creación de dibujos 430
10.3. Configuración de formatos de dibujo 431
10.4. Obtención de vistas 433
10.4.1. Vista del modelo. Primeros pasos 434
10.4.2. Tres vistas estándar 436
10.4.3. Vista Proyectada 437
10.4.4. Vista auxiliar 438
10.4.5. Vista de detalle 439
10.4.6. Vista de sección 441
10.4.7. Vista de sección parcial 444
10.4.8. Recortar vista 445
10.4.9. Vista de rota 446
10.4.10. Vista relativa 447
10.4.11. Vista de posición alternativa 448
10.4.12. Vista vacía 449
10.4.13. Vista predefinida 449
Práctica guiada 10-1 450
Práctica guiada 10-2 455
10.7. Formato de línea 458
10.8. Acotación de dibujos 460
10.8.1. Cotas importadas o Conductoras 460
10.8.2. Cotas de referencia o conducida 462
10.8.3. Cota Inteligente 463
10.8.4. Cota Horizontal y Vertical 463
10.8.5. Cota de Línea Base 464
10.8.6. Cotas de coordenada 464
10.8.7. Cota de Chaflán 464
10.8.8. Acotar automáticamente 465
10.8.9. Opciones de visualización de cotas 466
10.9. Anotación de dibujos 467
10.9.1. Nota 468
10.9.2. Globos 469
10.9.3. Acabado Superficial 470
10.9.4. Símbolos de soldadura 471
10.9.5. Oruga para cordones de soldadura 472
10.9.6. Símbolos de Tolerancia geométrica 473

10.9.7. Símbolos de indicación de referencia 474
10.9.8. Anotación de taladro 474
10.9.9. Símbolos de espiga 476
10.9.10. Línea magnética 476
10.9.11. Tablas de Taladros 477
10.9.12. Lista de materiales 478
10.9.13. Lista de revisiones 480
Práctica guiada 10-3 481
Práctica guiada 10-4 484

CAPÍTULO 11. Chapa metálica 489

11.1. Introducción 490
11.2. Métodos de diseño 491
11.2.1. Diseñar piezas desde en estado desarrollado y convertirlas en Chapa metálica 492
11.2.2. Diseñar piezas de Chapa metálica desde el estado desplegado 494
11.2.3. Diseñar piezas a partir de un sólido y convertirla a Chapa metálica 496
11.2.4. Convertir chapa metálica 498
11.3. Operación de Chapa metálica 499
11.3.1. Operación Base Lámina 499
11.3.2. Agregar paredes a una operación Base Lámina 500
11.3.3. Brida Base/Pestaña 502
11.3.4. Pestaña con Brida Base 504
11.3.5. Brida de arista 505
11.3.6. Caras a inglete 509
11.3.7. Dobladillo 511
11.3.8. Pliegue croquizado 513
11.3.9. Esquina cerrada 515
11.3.10. Doble pliegue 517
11.3.11. Romper Esquinas/Recortar Esquinas 520
11.3.12. Desdoblar/Doblar 521
11.3.13. Insertar cortes en el modelo desdoblado 522
11.3.14. Desplegar 523
11.3.15. Inserción de pliegues 524
11.3.16. Inserción de desahogo automático 526
11.3.17. FeatureManager en la gestión de operaciones de Chapa Metálica 527
11.3.18. Desplegar Chapas Metálicas 528
11.3.19. Agregar pliegues a un modelo aplanado 530
11.3.20. Sin Pliegues 532
11.3.21. Rasgadura 533
11.3.22. Respiradero 534
11.3.23. Pliegue recubierto 537
11.3.24. Recortar Esquinas 539
11.3.25. Cartela de chapa metálica 540
11.3.26. Esquina en soldadura 542
11.3.27. Brida barrida 543
11.4. Biblioteca de diseño 545
Práctica guiada 11-1 547

CAPÍTULO 12. Estructuras y piezas soldadas 555

12.1. Introducción 556

12.2. Miembro Estructural 557
12.3. Recortar y extender 562
12.4. Agregar Cartelas 564
12.5. Tapas en extremos 565
12.6. Cordón de redondeo 566
12.7. Creación de perfiles normalizados 569
Práctica guiada 12-1 570
Práctica guiada 12-2 577

CAPÍTULO 13. Biblioteca de diseño y SolidWorks Toolbox 579

13.1. Recursos de SolidWorks® 580
13.2. Biblioteca de diseño y Toolbox 582
13.3. Toolbox Browser 583
13.3.1. Insertar elemento normalizado del Toolbox Browser en un ensamblaje 583
Practica guiada 13-1 587
13.3.3. Acero estructural 593
13.3.4. Ranuras 599
13.3.5. Calculadora de vigas 601
13.3.6. Calculadora de Rodamientos 604
13.4. 3D Content Central 607
13.4.1. Acceder a 3D ContentCentral 612
13.4.2. Navegar por 3D ContentCentral 612
13.4.3. Registro de usuario 612
13.4.4. Búsqueda y descarga de modelos 613

CAPÍTULO 14. PhotoView 360 617

14.1. Introducción 618
14.2. Editar apariencias 619
14.2.1. Básicas 622
14.2.2. Avanzado 622
14.3. Editar escenas 624
14.4. Cortar, Copiar, Pegar 625
14.5. Calcomanía 625
14.6. Renderizar 629
Práctica 14-1 631

CAPÍTULO 15. eDrawings 637

15.1 Introducción 638
15.2 Interfaz de eDrawings 640
15.3 Crear archivos eDrawings desde SolidWorks® 644
15.4 Guardar y enviar desde eDrawings 644
15.5 Enviar un archivo por correo electrónico 646
15.6 Herramientas de eDrawings Professional 647
15.6.1 Marcas 647
15.6.2 Gestionar comentarios 649
15.6.3 Mover componente 650
15.6.4 Medir 650
15.6.5 Sección transversal 652
15.6.6 Vistas explosionadas 653
15.6.7 Sellos 653

15.6.8 Visualizar propiedades físicas 654
15.6.9 Animaciones 654
15.6.10 APP eDrawings 655

CAPÍTULO 16. FeatureWorks 657

16.1 Introducción 658
16.2 Operaciones reconocidas 659
16.3 Opciones 661
Práctica guiada 16-1 663

CAPÍTULO 17. SimulationXpress 667

17.1 Introducción a SimulationXpress® 668
17.2 Método de los Elementos Finitos 669
17.3 Suposiciones del Análisis Estático Lineal 669
17.4 Etapas en el análisis de validación 673
17.4.1 Bienvenida 674
17.4.2 Sujeciones 675
17.4.3 Cargas 676
17.4.4 Material 678
17.4.5 Ejecutar 683
17.4.6 Resultados 685
17.5 Productos avanzados. SolidWorks Simulation® 691
Práctica guiada 17-1 697
Práctica guiada 17-2 701

CAPÍTULO 18. SolidWorks Plastics® 705

18.1 Introducción a SolidWorks Plastics® 706
18.2 Etapas en el análisis reológico con SolidWorks Plastics® 709
18.3 Asistente de simulación 710
18.3.1 Mallado 711
18.3.2 Definición y creación de coladas (Runner Design) 713
18.3.3 Ramales de colada (Runner) 714
18.3.4 Definición del material, parámetros de proceso y punto de inyección 715
18.3.5 Analizar (Run) 718
18.3.6 Resultados 719
18.3.7 Balanceo de los ramales de colada (Runner Balancing) 722
18.3.8 Canal caliente (Hot Runner) 724
18.3.9 Análisis de compactación 724
18.3.10 X-Y Plot 725
18.3.11 Summary 726
Practica guiada 18-1 727
Practica guiada 18-2 733
Practica guiada 18-3 736

CAPÍTULO 19. FloXpress y SolidWorks Flow Simulation 743

19.1 Introducción a FloXpress® 744
19.2 SolidWorks FloXpress® 746
Práctica guiada 19-1 749

19.4 SolidWorks Flow Simulation® 754
Práctica guiada 19-2 755
Práctica guiada 19-3 763

CAPÍTULO 20. 3D Printing. Impresión en 3D 767

20.1. Introducción 768
20.2. Técnicas de prototipado rápido 768
20.3. Aplicaciones de la impresión 3D 769
20.4. Impresión 3D con SolidWorks 771
20.5. Impresión 3D con Fuentes libres 772
20.5.1. Construcción de las impresoras 3D 773
20.5.2. Proceso de impresión 3D 775
20.5.3. Creación del fichero G-Code 776
20.5.4. Impresión 777
Practica guiada 20-1 779

Cómo obtener una versión demo gratuita de SolidWorks Education

Por favor, vaya al siguiente enlace para solicitar una licencia temporal de SolidWorks Education:

http://www.solidworks.es/elgranlibrodesolidworks

Deseo agradecer la ayuda, el trabajo conjunto y la colaboración de algunos compañeros de la EUETIB (Oscar Farrerons, Jordi Torner, Pedro Ortiz, Andrés García, Ramón Blesa y Sergio Calles), l'Institut Escola del Treball de Barcelona (Joan Cachero, Javier Rojo, Rafael Frances y Antonio Ruiz), del grupo de investigación GRICCA de la UPC (Enrique Fernández, José López y María Daniela Vlad) y el resto de amigos, compañeros, estudiantes que de alguna u otra forma también han ayudado en la confección del libro (Oscar Torres, Joan Vallespí, Alex Jové, Eric Jové, Toni Canosa, Arnold Abarca, Sergi Frutos y Esteban Galindo).

Capítulo 1
Introducción a SolidWorks®

Introducción

SolidWorks® es un programa de diseño mecánico en 3D que utiliza un entorno gráfico basado en Microsoft® Windows®, intuitivo y fácil de manejar. Su filosofía de trabajo permite plasmar sus ideas de forma rápida sin necesidad de realizar operaciones complejas y lentas.

Las principales características que hace de SolidWorks® una herramienta versátil y precisa es su capacidad de ser **asociativo**, **variacional** y **paramétrico** de forma bidireccional con todas sus aplicaciones. Además, utiliza el **Gestor de diseño** (**FeatureManager**) que facilita enormemente la modificación rápida de operaciones tridimensionales y de croquis de operación sin tener que rehacer los diseños ya plasmados en el resto de sus documentos asociados.

Junto con las herramientas de diseño de **Pieza**, **Ensamblajes** y **Dibujo**, **Solid**Works® incluye **Herramientas de Productividad**, de **Gestión de Proyectos**, de **Presentación** y de **Análisis y Simulación** que lo hacen uno de los estándares de diseño mecánico más competitivo del mercado.

Contenido

- Características generales de **Solid**Works® y módulos incluidos en **Solid**Works®. **Pieza**, **Ensamblaje**, **Dibujo**, **Simulación/movimiento**, **Análisis de interferencia**, **2D a 3D**, **Traductores IDF** y **CAD**, **Lista de Materiales**, **Chapa metálica**, **Superficies**, **Estructuras**, **Soldadura**, **Moldes**, Análisis de Elementos Finitos con **SimulationXpress** y **FloXpress**, **Configuraciones**, **SmartMates** (Tecnología Inteligente), etc.
- Herramientas de productividad y de presentación-colaboración. **Toolbox**, **FeatureWorks**, **DesingChecker**, **Scan to 3D**, **Routing**, **Administrator de tareas**, **eDrawing**, **PhotoView 360, Impresión 3D,** entre otros.
- Herramientas de validación de diseño: **Simulation®**, **FlowSimulation®** y **Motion®**.
- Sectores y ámbitos de aplicación.

Objetivos

- Enumerar las características de **Solid**Works® como herramienta de Diseño Asistido por Ordenador así como el conjunto de herramientas disponibles (**Office Professional**).
- Justificar su uso en diversos ámbitos y sectores industriales.
- Diferenciar los diferentes productos de SolidWorks® así como cada una de sus aplicaciones e identificar otras herramientas de SolidWorks® para el diseño mecánico.

1.1 Introducción

SolidWorks® es una solución de diseño tridimensional completa que integra un gran número de funciones avanzadas para facilitar el modelado piezas, crear grandes ensamblajes, generar planos y otras funcionalidades que permiten validar, gestionar y comunicar proyectos de forma rápida, precisa y fiable.



Figura 1.1. Entorno de **SolidWorks**.

SolidWorks® se caracteriza por su entorno intuitivo y por disponer de herramientas de diseño fáciles de utilizar. Todo integrado en un único programa de diseño con más de 45 aplicaciones complementarias para facilitar el desarrollo de sus proyectos.

La característica que hace que SolidWorks® sea una herramienta competitiva, ágil y versátil es su capacidad de ser paramétrico, variacional y asociativo, además de usar las **Funciones Geométricas Inteligentes** y emplear un **Gestor de Diseño (FeatureManager)** que permite visualizar, editar, eliminar y actualizar cualquier operación realizada en una pieza de forma bidireccional entre todos los documentos asociados (planos, ensamblajes, simulaciones, etc.).

1.2 Características de SolidWorks®

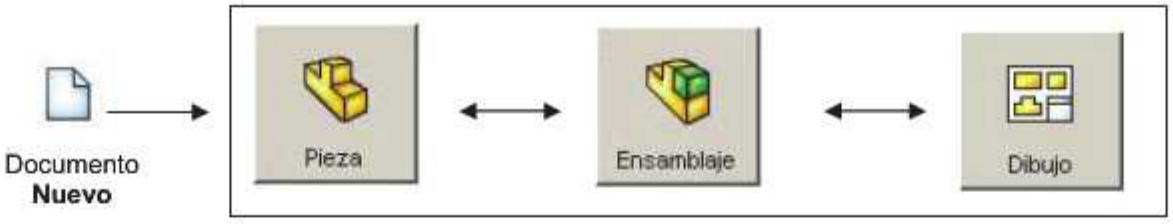
La definición de parámetros clave, la **Asociatividad**, las **Funciones geométricas inteligentes** y el **Gestor de diseño**, son las principales características de SolidWorks®.

1.2.1 Definición de parámetros clave

Los parámetros clave son las dimensiones (**cotas**) y las **Relaciones Geométricas** que definen un modelo tridimensional. SolidWorks® asocia a cada una de las cotas de un croquis así como a las operaciones tridimensionales un nombre que permite modificarla en cualquier momento y su actualización en el resto de documentos asociados.

1.2.2 Asociatividad

SolidWorks® contiene tres módulos: **Pieza**, **Ensamblaje** y **Dibujo**. La creación de un documento en cada uno de ellos genera un fichero con distinta extensión. Los documentos, aunque no pueda observarse, están asociados y vinculados entre ellos.



Representación en 3D de un único componente de diseño

Disposición en 3D de piezas y/o otros ensamblajes

Plano o dibujo en 2D, normalmente de una pieza o de un ensamblaje.

Figura 1.2. Módulos existentes en SolidWorks®.

Para realizar un conjunto o ensamblaje debe diseñar cada una de las piezas que lo conforman y guardar como ficheros de pieza distintos (cada uno con su nombre). El módulo de ensamblaje permite insertar cada una de las piezas y asignar relaciones geométricas de posición para definir tridimensionalmente el ensamblaje. Finalmente, puede obtener los planos las piezas o del propio ensamblaje de forma automática.

Cuando se dice que SolidWorks® es asociativo quiere decir que todos los documentos (**Pieza**, **Ensamblaje** o **Plano**) están vinculados y que la modificación de un fichero de pieza modifica el ensamblaje y los planos asociados de forma automática, sin la participación del usuario. Los ficheros se actualizan aunque se encuentren cerrados.

Es importante tener los documentos de un ensamblaje juntos en una misma carpeta. Para abrir un ensamblaje SolidWorks® necesita los ficheros de las piezas de que se compone. Si los ficheros no se encuentran en la misma carpeta debe buscarlos de forma manual.

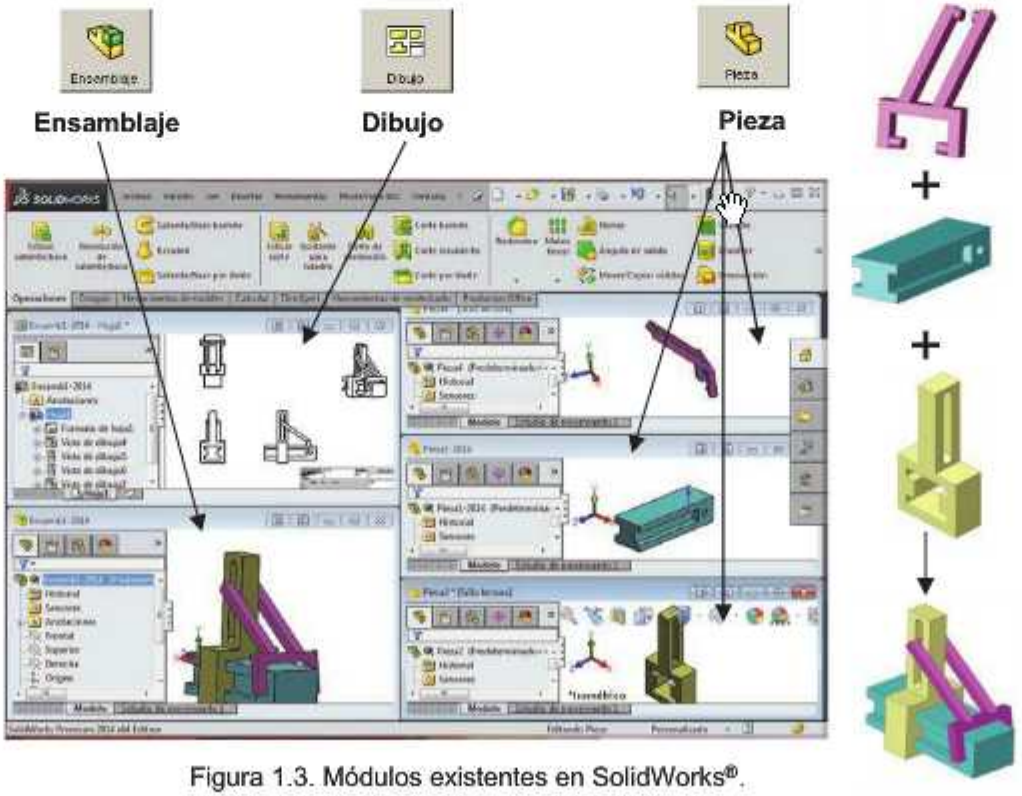


Figura 1.3. Módulos existentes en SolidWorks®.

1.2.3 Funciones Geométricas Inteligentes

La creación de **Taladros**, **Chaflanes**, **Redondeos**, **Vaciados** o la creación de **Nervios**, entre otras operaciones, son creadas de forma rápida, ágil e intuitiva. En muchas operaciones el proceso de definición está guiado y puede previsualizar la operación antes de su aceptación definitiva.

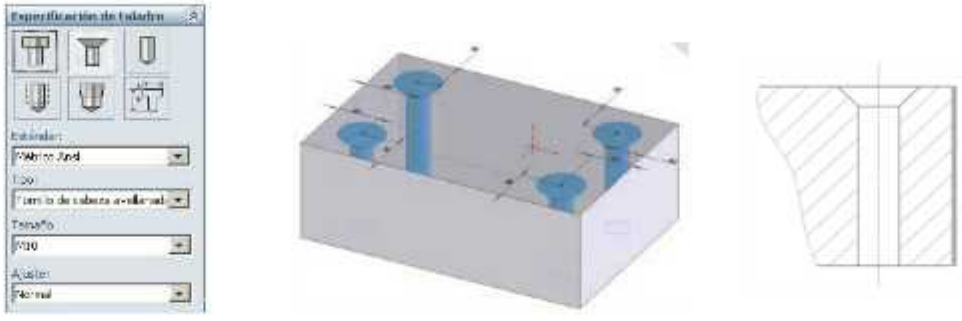


Figura 1.4. Función Geométrica Inteligente de **Taladro**.

1.2.4 Gestor de diseño

También es conocido como árbol de operaciones o **FeatureManager**. En él se incluyen de forma histórica todas las operaciones que han sido necesarias realizar para conformar la pieza durante su diseño. Las operaciones recientes se encuentran al final del árbol mientras que las más antiguas son las primeras en aparecer.

El **Gestor de Diseño** permite **Visualizar/ocultar** operaciones, **Suprimirlas** o **Eliminarlas**, **Cambiar el color** y, lo que es más importante, **Modificar sus parámetros de definición**. Puede establecer nuevas relaciones de posición geométrica o modificar la dimensión de una cota de croquis u operación 3D.

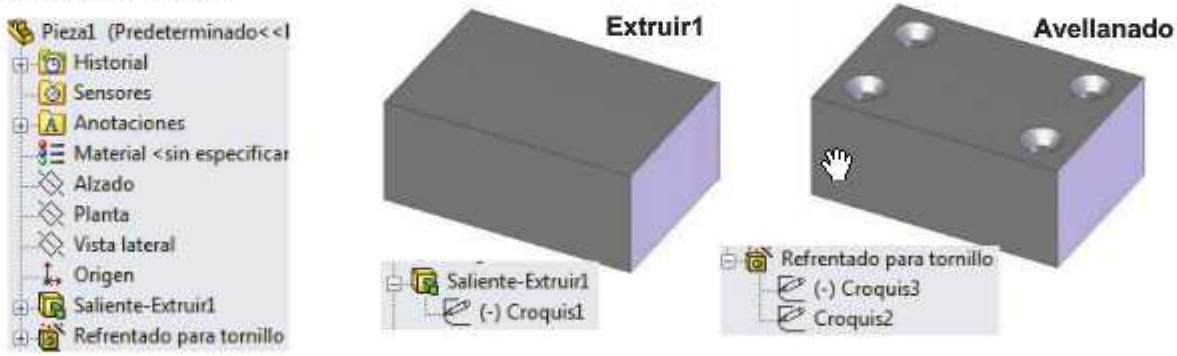


Figura 1.5. **Gestor de Diseño**. Edición de croquis.

Así, por ejemplo, si efectúa un taladro avellanado M12 a 10 mm de los lados de una placa puede modificar el tipo de taladro, su distancia a las caras y la profundidad del mismo en cualquier momento con solo editar su operación desde el **Gestor de Diseño**.

1.3 Módulos de SolidWorks®

SolidWorks® contiene tres módulos: **Pieza**, **Ensamblaje** y **Dibujo**. En cada uno de ellos se disponen de múltiples herramientas de **Productividad**, **Comunicación** y **Análisis-simulación**.

1.3.1 Pieza

El **Módulo de Pieza** constituye un entorno de trabajo dónde puede diseñar modelos mediante el empleo de herramientas de diseño de operaciones ágiles e intuitivas. Su facilidad de uso se debe al empleo de un entorno basado en **Microsoft Windows®** y en el uso de funciones clásicas como arrastrar y colocar, cortar y pegar o marcar.

El conjunto de funciones e iconos permiten crear modelos tridimensionales (3D) partiendo de geometrías de croquis (2D) y obtener sólidos, superficies, estructuras metálicas, piezas de chapa, piezas multicuerpo, etc.

Los modelos creados se gestionan mediante el **Gestor de Diseño,** donde se incluyen todas las operaciones 3D y 2D utilizadas en la obtención de la pieza. Puede modificar operaciones sin necesidad de eliminar y volverlas a crear.

El **Módulo de Pieza** está totalmente integrado con el resto de módulos y funcionalidades de forma que cualquier cambio en su modelo 3D se actualiza en el resto de ficheros asociados (**Ensamblajes**, **Dibujo**, etc.) de forma bidireccional.

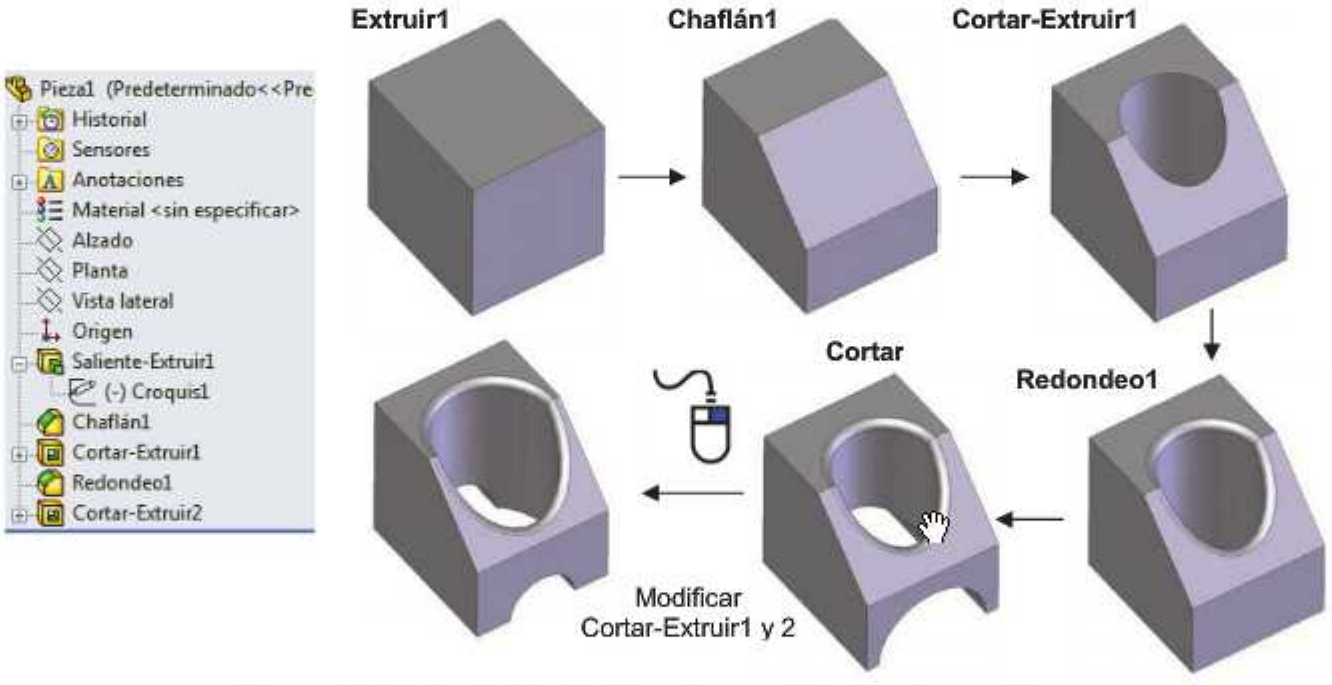


Figura 1.6. **Gestor de Diseño**. Creación y modificación de operaciones.

1.3.2 Ensamblaje

El **Módulo de Ensamblaje** está formado por un entorno de trabajo preparado para crear conjuntos o ensamblajes mediante la inserción de los modelos 3D creados en el **Módulo de Pieza**. Los ensamblajes se definen por el establecimiento de **Relaciones Geométricas** entre las piezas integrantes.

La creación de ensamblajes permite analizar las posibles interferencias o choques entre los componentes móviles insertados así como simular el conjunto mediante motores lineales, rotativos, resortes y gravedad y evaluar la correcta cinemática del conjunto.

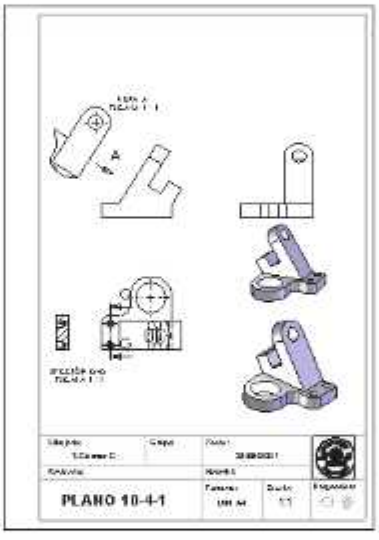


Figura 1.7. **Módulo de Ensamblaje** de SolidWorks®.

1.3.3 Plano o dibujo

Es el tercer módulo integrado en SolidWorks® y su función es la de crear planos con las vistas de los modelos o ensamblajes de forma automática y en muy poco tiempo. La obtención de las vistas, alzado, planta y perfil requiere únicamente pulsar sobre un icono o arrastrar la pieza 3D desde su ventana hasta la ventana del dibujo.





El **Módulo de Dibujo** permite obtener proyecciones ortogonales (**Vistas Estándar**), **Secciones y Cortes**, **Perspectivas**, **Acotación**, **Lista de materiales**, **Vistas Explosionadas**, entre otras muchas funciones. Los documentos de dibujo están totalmente asociados a las piezas y ensamblajes de forma que cualquier cambio en ellas se actualizan en tiempo real en sus planos, sin tener que modificarlos de forma manual. La definición de tolerancias dimensionales, de forma y posición y acabados superficiales se hace de forma rápida e intuitiva.

1.4 Otras aplicaciones de SolidWorks®

Incluidas en la versión **Office Professional** de SolidWorks®.

1.4.1 Simulación y Estudio de movimiento

Es una herramienta intuitiva de **Simulación Física** incluida en SolidWorks® que permite agregar distintos movimientos a los componentes que forman un ensamblaje para evaluar cómo la forma, las dimensiones y las relaciones geométricas establecidas entre ellos definen la cinemática de su conjunto. Es una ayuda imprescindible para asegurar la ausencia de interferencias o choques entre los elementos de un ensamblaje.

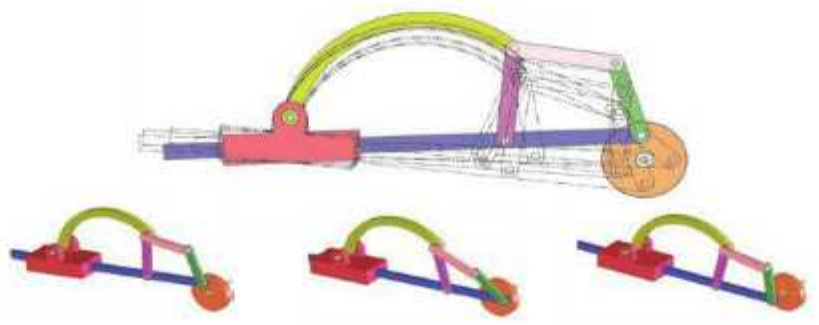


Figura 1.8. **Simulación y movimiento** con **Motor rotativo**. Imagen cedida por cortesía J. M. del Castillo.

Puede agregar **Motores lineales**, **Rotativos**, **Gravedad**, **Resortes**, definir **Contactos**, animar su conjunto y grabar la animación en formato de video **AVI**. Además, la simulación del movimiento obtenida le ayudará en la definición de las cargas y condiciones de contorno cuando emplee la herramienta **SolidWorks Simulation** para evaluar el comportamiento mecánico de su producto.

1.4.2 Análisis de interferencia

Está formado por herramientas incluidas en el **Módulo de Ensamblaje** cuyo objeto es detectar posibles interferencias en conjuntos o ensamblajes. De entre las principales herramientas destacan aquellas que determinan el volumen real de la interferencia entre dos o más componentes, los taladros de ajuste forzado y las interferencias entre cierres roscados, entre otras.

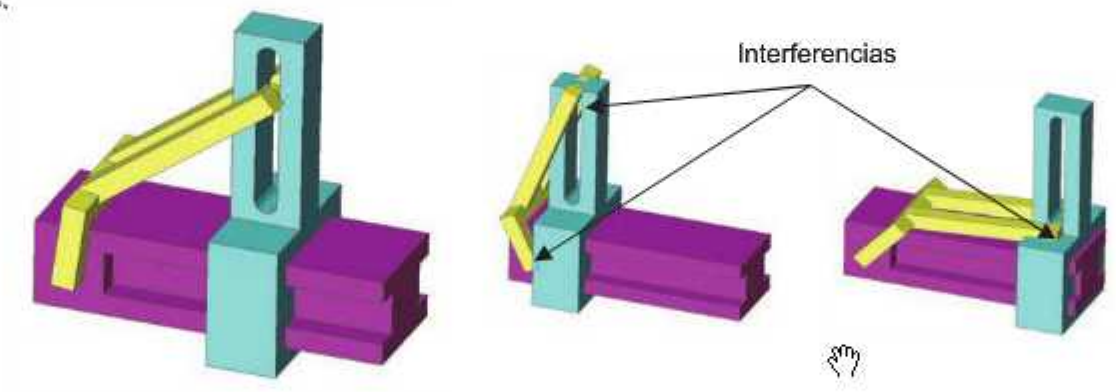


Figura 1.9. **Análisis de interferencias**.

1.4.3 Del 2D al 3D

Constituye un conjunto de herramientas que facilitan la conversión de sus antiguos o modernos dibujos bidimensionales a una pieza en 3D a partir de la definición del croquis y su posterior modelado tridimensional. Útil para convertir proyectos que actualmente se tienen en planos 2D y que desea parametrizar a 3D. Admiten ficheros DWG.

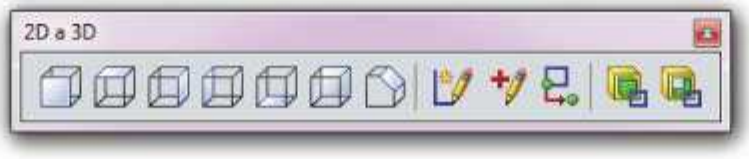


Figura 1.10. **Del 2D al 3D**. Conversión de planos 2D de AutoCAD® a 3D en SolidWorks®.

1.4.4 Superficies

Constituye un conjunto de herramientas que permiten crear superficies complejas en el modelado de piezas mediante operaciones como **Recubrimientos** o **Barridos** con **Curvas Guía**, operaciones de **Relleno**, entre otras.



Figura 1.11. **Superficies** y creación de una familia de piezas con **Tablas de Diseño**.

1.4.5 Tablas de diseño (configuraciones)

Herramienta que permite obtener gran número de variaciones de un diseño de pieza o ensamblaje (Familia de piezas) en un único documento mediante la variación de las dimensiones, relaciones geométricas u otros parámetros. SolidWorks® permite crear una familia de piezas con diferentes configuraciones mediante la creación de una hoja de cálculo en **Microsoft Excel®** y su vinculación a SolidWorks®.

1.4.6 Moldes

El **Módulo de moldes** contiene un conjunto de herramientas para diseñar la cavidad de un molde de inyección de plásticos (macho-hembra) a partir de su pieza en 3D. Se incluyen funciones como el **Análisis del Ángulo de salida**, creación de la **Línea de partición** y la **Creación automática de la cavidad**, entre otras funciones.

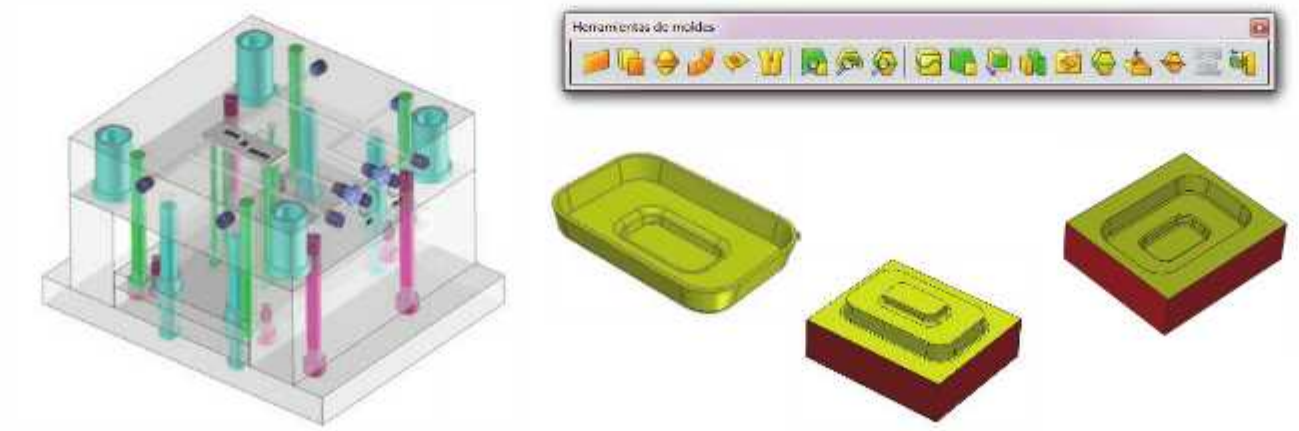


Figura 1.12. **Herramientas de moldes**. Imagen cedida por cortesía de Eric Jové Gómez.

1.4.7 SimulationXpress y SolidWorks Simulation

SimulationXpress es una herramienta simplificada de análisis basada en el Método de los Elementos Finitos (FEM) que permite conocer el comportamiento mecánico (tensiones y deformaciones) sufridas por una pieza al ser cargada con fuerzas o presiones después de haber indicado las restricciones de movimiento en alguna de sus caras, aristas o puntos. El complemento **SolidWorks Simulation** incluye ensayos estáticos, térmicos, estudios de frecuencia, pandeo, caída, fatiga y estudios de recipientes a presión. Además puede crear estudios de diseño y aplicar dinámica no lineal.



Figura 1.13. Evaluación del comportamiento mecánico de una pieza.

1.4.8 SolidWorks Plastics

Herramienta de validación simplificada de Análisis por Elementos Finitos que simula el proceso de inyección de un termoplástico en la cavidad de un molde. Permite seleccionar el tipo de material, la ubicación de la entrada, la temperatura del frente de flujo y la temperatura del molde. Ayuda a identificar y tratar defectos en las piezas inyectadas a partir de la modificación de la geometría o del proceso.



Figura 1.14. Simulación del proceso de inyección.

1.4.9 SmartMates (Tecnología Inteligente)

Las herramientas **SmartMates** permiten ahorrar tiempos de diseño por permitir crear relaciones de posición de forma automática en los ensamblajes.

1.4.10 Chapa metálica

Permite diseñar piezas de **Chapa Metálica** de forma automática y desdoblarlas para conocer su geometría desarrollada o plana. Está formado por un conjunto de herramientas de fácil aplicación como: incluir **Dobleces**, **Insertar pliegues**, **Remarcar contornos**, introducir **Dobladillos**, etc.

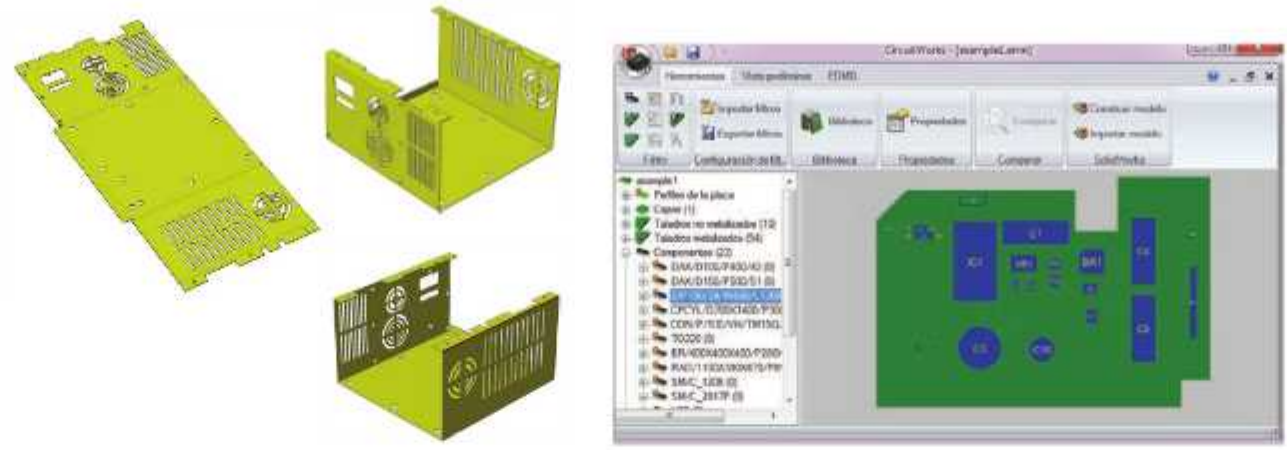


Figura 1.15. **Chapa metálica** y **CircuitWorks**.

1.4.11 CircuitWorks

Complemento útil para crear modelos 3D de circuitos impresos a partir de formatos de archivos de diseño electrónico asistido por ordenador (ECAD). Contiene una gran bases de elementos normalizados en su biblioteca de componentes y permite exporta a IDF 2.0, PADS ASCII, ProStep, entre otros.

1.4.12 Traductores CAD

Integrado en cada uno de los módulos. Permite traducir y reconocer más de 20 ficheros CAD distintos: CGR (CATIA® graphics), HCG (CATIA® highly compressed graphics), Pro/ENGINEER®, IPT (Autodesk Inventor®), Mechanical Desktop®, Unigraphics®, PAR (Solid Edge™), CADKEY®, IGES, STEP, Parasolid®, SAT (ACIS®), VDA-FS, VRML, STL, DWG, DXF™, TIFF, JPG, entre otros.

1.4.13 Lista de materiales

Permite insertar una **Tabla de materiales** y una **Distribución de Globos** en su dibujo para identificar cada una de las piezas, sus cantidades y las propiedades. La inserción automática de **Globos** en un dibujo asigna una numeración a cada pieza y la relaciona con la tabla de materiales.

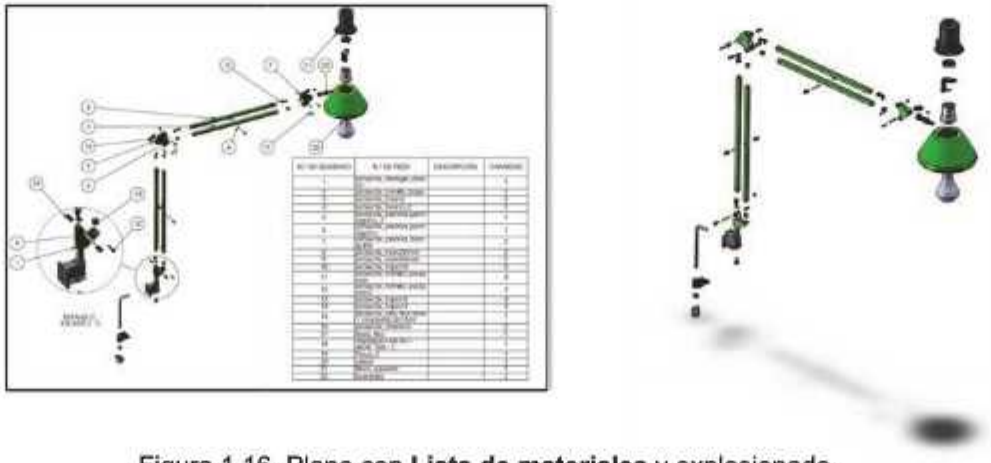


Figura 1.16. Plano con **Lista de materiales** y explosionado.

1.5 Herramientas de Colaboración

Las herramientas de colaboración las forman el **eDrawings®**, **PhotoView 360, SolidWorks Viewer®**, entre otros. Todas estas aplicaciones permiten compartir y comunicar la información de diseño con terceros a través de Internet.

1.5.1 eDrawing®

Visualizador de ficheros de SolidWorks® que permite comunicar diseños en 2D y 3D sin tener que tener SolidWorks® instalado. Con la versión profesional puede marcar, tomar medidas, visualizar animaciones, ver vistas explosionadas, entre otras funciones. Además puede visualizar ficheros 3D de AutoCAD®, Inventor®, Pro/Engineer®, Catia® V5, Unigraphics® y Solid Edge®.

1.5.2 PhotoView 360®

Es una aplicación útil en la creación de imágenes fotorrealísticas y de alta calidad. Permite mostrar el aspecto final de su diseño antes de tenerlo fabricado y elimina la fabricación de prototipos visuales. Dispone de una extensa **Biblioteca de materiales**, **Texturas** e **Iluminación** que simulan entornos prácticamente reales.



Icono de acceso a eDrawing



Por Jordi Gallego

Figura 1.17. Icono de **eDrawing**. Imagen fotorrealística de una máquina.

1.5.3 Estudio de movimiento y SolidWorks Motion

Permite crear videos en formato **AVI** con las animaciones del producto diseñado. Puede crear animaciones de explosionados, colapsados, rotación de su diseño o animaciones en las que se vea cómo actúan cada uno de los elementos que conforman el conjunto durante su funcionamiento. Las animaciones creadas pueden ser reproducidas por el cliente sin necesidad de tener instalado SolidWorks®.

La aplicación **Motion** permite agregar movimiento a los componentes de un ensamblaje y evaluar el correcto funcionamiento del mecanismo simulando efectos con **Motores rotativos** y **Lineales**, **Gravedad** y **Resortes**, **Contactos**, etc.

1.5.4 SolidWorks Viewer®

Visualizador de **Piezas**, **Ensamblajes** y **Dibujos** incluido en SolidWorks®.

1.6 Herramientas de Productividad

Las herramientas de productividad permiten reducir el tiempo de diseño e incluyen soluciones como: **SolidWorks Toolbox**, **Solid Utilities**, **SolidWorks Design Checker**, **FeatureWorks**, **SolidWorks Task Schedule**, **SolidWorks Routing**, **Scan to 3D** y **Rhino to SolidWorks Add-in**, entre otras.

1.6.1 SolidWorks Toolbox®

Es una biblioteca de piezas estándar paramétricas que emplea la tecnología **SmartPart** y que está formada por componentes mecánicos como rodamientos, tornillos, tuercas, engranajes, levas, pernos, entre otros. La aplicación incluye otras como una **Calculadora de vigas** capaz de determinar el esfuerzo y la deflexión o una **Calculadora de rodamientos**, útil en la determinación de la capacidad y vida de un rodamiento, entre otras aplicaciones.

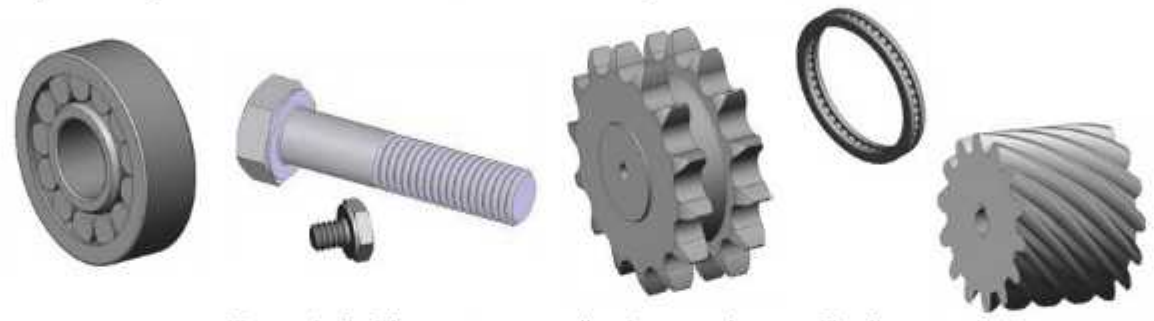


Figura 1.18. Elementos normalizados creados con **Toolbox**.

1.6.2 Solid Utilities®

Es una aplicación que permite conocer las diferencias entre dos versiones de la misma pieza además de **Suprimir** o **Modificar** las operaciones efectuadas en una de ellas.

1.6.3 SolidWorks Design Checker®

Es una herramienta muy útil en la confección de planos que le indicará los elementos que no cumplen con los estándares definidos. Es una aplicación que puede ayudar a revisar los planos de forma automática antes de enviarlos a un cliente.

1.6.4 FeatureWorks®

Permite reconocer la geometría 3D de modelos importados en formatos diferentes a los nativos de SolidWorks® y generar el árbol de operaciones de forma automática. Su empleo ayuda a mejorar la capacidad de edición y la modificación de las geometrías importadas.

1.6.5 Scan to 3D®

Permite importar una nube de puntos escaneados para convertirlos en superficies o sólidos editables en SolidWorks®.

1.6.6 SolidWorks Task Schedule®

Aplicación que permite ejecutar aquellas tareas que consumen demasiado tiempo cuando no se está presente frente al ordenador. De esta forma puede programar que se realicen de forma automática cálculos o la impresión por lotes sin estar presente.

1.6.7 SolidWorks Routing®

Aplicación para la creación de tubos, cañerías, cables eléctricos o colectores de cable de forma automática y precisa. Útil en el diseño de máquinas, instalaciones o cualquier elemento que emplee enrutamientos. Convierte las rutas 2D en 3D de forma automática y ofrece la lista de materiales creados así como información sobre sus conexiones.



Por cortesía de Roland Ibéria

Figura 1.19. **Scan to 3D**, **Solid**Works **Routing** y **Rhinoceros 3D**.

1.6.8 Rhino to SolidWorks Add-in®

Herramienta que facilita la comunicación y colaboración entre **Rhinoceros 3D®** y **Solid**Works®. Permite abrir ficheros .3dm de **Rhinoceros 3D®** sin necesidad de convertirlos a formatos estándar como IGES o parasólidos. Este mismo complemento existe para otras herramientas de CAD/CAE como es el caso de Comsol Multiphysics.

1.6.9 Print 3D

Herramienta que facilita la impresión 3D de los modelos de piezas y ensamblajes creados con SolidWorks a partir de su comunicación directa con la impresora 3D.

1.6.10 Costing, Sostenibility y DMXpress

Otras herramientas incluidas en SolidWorks para estimar el coste de una pieza diseñada, estudiar su sostenibilidad a través de su ciclo de vida y analizar su aptitud para poder ser fabricada según reglas establecidas para piezas de plástico, mecanizados o conformado por chapa metálica.

1.6.11 Autotrace

Complemento muy útil para copiar contornos definidos en imágenes fotográficas insertadas en planos de croquis. Es un complemento muy útil para copiar formas irregulares y perfiles cuando sus acotaciones no existen o son muy complejas.

1.7 Gestión de proyectos

SolidWorks® contiene un conjunto de soluciones que permiten gestionar proyectos mediante la administración de archivos CAD y la gestión de información de productos (PDM). Su empleo facilita el control de las revisiones efectuadas en los proyectos y la trazabilidad de la información.

1.7.1 SolidWorks Explorer®

Es un administrador de archivos CAD intuitivo basado en Windows Explorer®. Permite localizar **Piezas**, **Ensamblajes**, **Dibujos** u otros ficheros CAD generados en el equipo del usuario, en la **Biblioteca de Diseño** de Internet o en la Web de **3D ContentCentral**.

1.7.2 PDMworks workgroup®

Es una herramienta que permite gestionar la información de los proyectos cuando se trabaja de forma individual o colectiva.

1.8 Herramientas de Análisis y simulación avanzadas

Forman un conjunto de soluciones integradas en **Solid**Works® que emplean el Método de los Elementos Finitos para analizar y simular el comportamiento mecánico (**SolidWorks Simulation®**), el comportamiento cinemática y dinámico (**SolidWorks Motion®**) y el comportamiento de fluidos (**FlowSimulation®**).

1.8.1 SolidWorks Simulation®

SolidWorks Simulation® es la aplicación completa que permite estudiar el comportamiento mecánico de sus modelos 3D de forma más precisa y teniendo en cuenta otros aspectos que no son evaluados por **SimulationXpress®**.



Figura 1.20. Barras de herramientas de **SolidWorks Simulation®**.

Dispone de herramientas para el análisis de frecuencia, análisis de pandeo, análisis térmico, análisis de optimización, análisis no lineal, análisis de prueba de caída, análisis de fatiga y análisis de respuesta dinámica.

1.8.2 SolidWorks Motion®

Aplicación que permite estudiar las condiciones de funcionamiento de un ensamblaje por la simulación del movimiento de sus partes integrantes. Combina el movimiento basado en las condiciones físicas con las restricciones geométricas y contiene una gran variedad de herramientas de visualización de resultados: aceleración, vector de fuerza, colisiones, etc. Es una herramienta adecuada para crear prototipos virtuales y validar su funcionamiento.

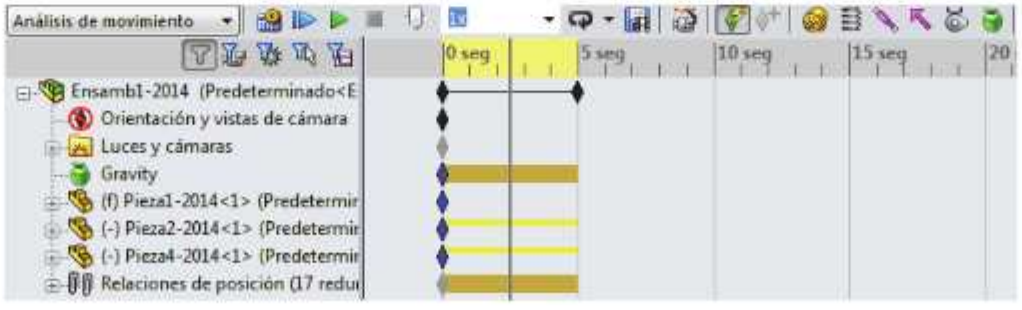


Figura 1.21. Análisis de movimiento (**SolidWorks Motion**).

1.8.3 FlowSimulation®

Herramienta de dinámica de fluidos que permite simular transferencia de calor, flujos compresibles, subsónicos y supersónicos, mezcla de gases, cavitación, entre otras.

La aplicación está totalmente integrada en SolidWorks® ofreciendo un entorno de trabajo y unos cuadros de diálogo intuitivos y familiares. Funciona mediante un asistente que permite configurar el análisis y resolver el problema de forma rápida y sencilla.

1.9 Soluciones de diseño con SolidWorks®

SolidWorks® se comercializa en tres versiones: **SolidWorks® Office Premium**, **SolidWorks® Office Professional** y **SolidWorks®**. La versión más completa es la **Premiun** que incluye todas las herramientas disponibles para el diseño, validación, gestión y comunicación de proyectos. Las otras dos versiones contienen menos herramientas y cada una de ellas es aplicable en función de sus necesidades de uso.



SolidWorks Premium
SolidWorks Premium es una completa solución de diseño en 3D que incorpora una poderosa herramienta de simulación y validación de diseño a las funciones de SolidWorks Professional, así como la colaboración de ECAD/MCAD, ingeniería inversa y la función avanzada de trazado de recorridos de cables y tuberías.



SolidWorks Professional
SolidWorks Professional se basa en las funciones de SolidWorks Standard para aumentar la productividad de diseño con herramientas de gestión de archivos, renderización fotorrealista avanzada, estimación automática de costes, funciones de colaboración de eDrawings® Professional, diseño automatizado y comprobación del dibujo, y una biblioteca sofisticada de componentes y piezas.



SolidWorks Standard
Póngase en marcha rápidamente con SolidWorks Standard y aproveche los beneficios de esta poderosa solución de diseño en 3D para crear rápidamente piezas, ensamblajes y dibujos en 2D. Las herramientas específicas de la aplicación para chapa metálica, elementos soldados, superficies, y herramientas de molde y creación de matrices facilitan la entrega de los mejores diseños en su clase.



Para más información visite la web www.solidworks.com

1.10 Ámbitos de aplicación de SolidWorks®

Actualmente la herramienta de diseño mecánico SolidWorks® se emplea en sectores tan diversos como el Aeroespacial, Automoción, Defensa, Ingeniería civil, Ingeniería industrial, Ingeniería marina, Ingeniería mecánica Investigación y desarrollo y en Simulación, entre otros campos. También es empleado en las principales Universidades a nivel mundial y en centros de Formación Profesional (*Technical and Vocational Education and Training*, TVET).



Diseño y validación del producto

José A. Ramos Torrico



Ingeniería Mecánica

E. Micó, O. Lisicic, P. Martínez, N. Roc e I. Camprubí. Profesor: O. Farrerons.

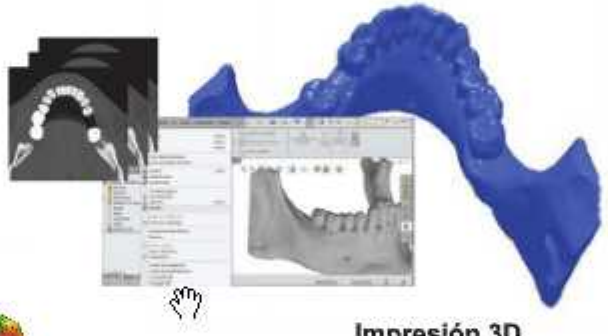
Imagen sintética y animación



L. Abarca, U. Gabler y H. Eigner. Profesor J. Torner. UPC



Investigación Biomédica

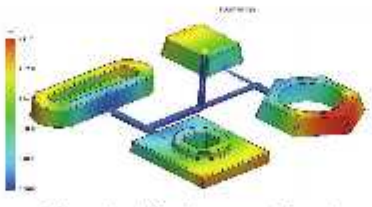


Impresión 3D

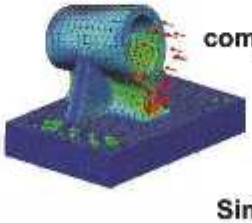
Estructuras soldadas



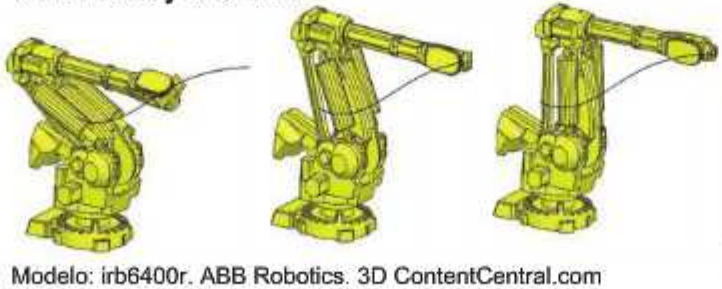
Análisis de movimiento Cinemático y dinámico



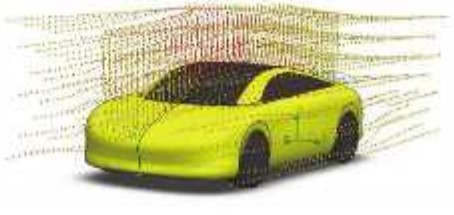
Simulación Inyección de plásticos



Simulación comportamiento mecánico



Modelo: irb6400r. ABB Robotics. 3D ContentCentral.com



Simulación de fluidos

Figura 1.22. Diferentes ámbitos de aplicación de SolidWorks®.

Capítulo 2
Entorno y visualización

Introducción

En este capítulo se describe el entorno de trabajo, el administrador de comandos, las Barras de Herramientas y los Menús de Persiana, además de otros aspectos concretos de SolidWorks® como el **Gestor de Diseño** o el **PropertyManager**.

En la segunda parte del capítulo se incluyen las principales herramientas de visualización, iluminación y edición de materiales en piezas. Además, se describe el uso del ratón, los métodos abreviados de teclado, los iconos y las asas de arrastre. El capítulo finaliza con una práctica cuyo principal objetivo es conocer el entorno y las principales herramientas de visualización.

Contenido

- Entorno de trabajo, Menús de Persiana y Barras de Herramientas.
- **FeatureManager**, **ConfigurationManager** y **PropertyManager**.
- **Gestor de Diseño**.
- El ratón y los métodos abreviados del teclado.
- Herramientas de visualización de piezas.

Objetivos

- Conocer el entorno y la filosofía de trabajo basada en el **Gestor de Diseño**.
- Conocer la terminología y las herramientas básicas de funcionamiento.
- Distinguir las Barras de Herramientas flotantes y sus aplicaciones.
- Conocer el funcionamiento de las Herramientas de Visualización de SolidWorks®.

2.1 Entorno de trabajo

El entorno de trabajo de **Solid**Works® está dividido en tres zonas. En la parte superior se tiene la **Barra de Menús** dónde se encuentran todas las Herramientas en Menús de Persiana desplegables, Barras de Herramientas flotantes y el Administrador de comandos.



Figura 2.1. Entorno gráfico de **Solid**Works®.

La ventana de trabajo es la zona dónde se visualiza el modelo a diseñar. Consta de dos zonas. La **Zona de Gráficos** y la zona del **Gestor de diseño** o **FeatureManager** (árbol de operaciones), donde puede ver todas y cada una de las operaciones que se han realizado en el modelo.

Los principales elementos que conforman el entorno de trabajo son: **CommandManager**, **ConfigurationManager**, **Gestor de Diseño**, **Barra de Menús**, **PropertyManager**, **Asistente para búsqueda**, **Barra de estado**, **Panel de tareas** y **Barras de Herramientas**.

2.1.1 CommandManager

El **CommandManager** o Administrador de comandos es la Barra de Herramientas que contiene la las **Operaciones de croquis**, las **Operaciones 3D, Operaciones de Calcular** y el resto de funciones necesarias de creación y modificación de piezas, ensamblajes y dibujos. El conjunto de iconos cambia en función del tipo del tipo de documento tratado. El conjunto de herramientas contenidas se organizan por pestañas. En la figura 2.2 se presenta el administrador de comandos de pieza con las pestañas de: Operaciones, Croquis, Herramientas de moldes, etc.



Figura 2.2. **CommandManager**.

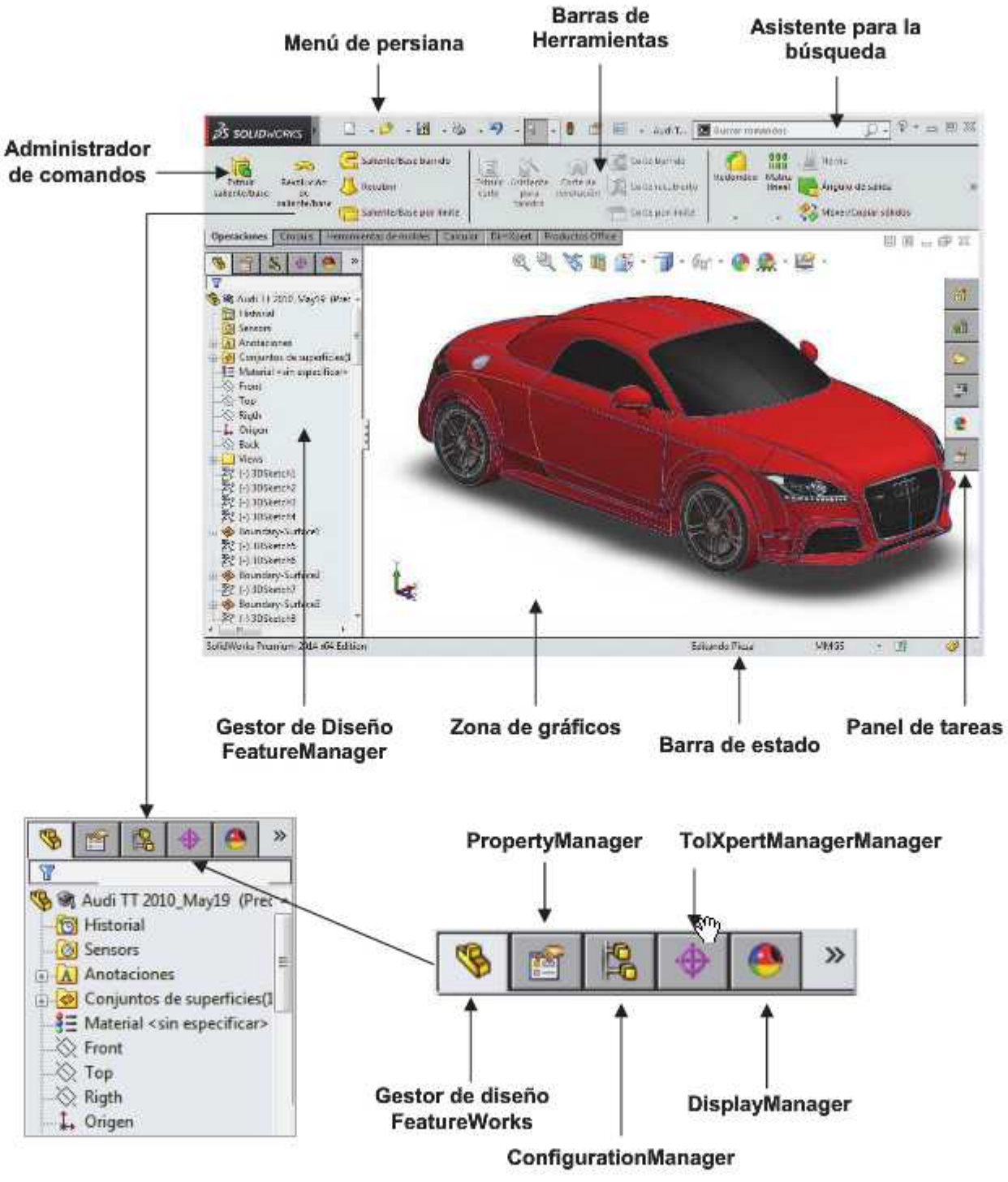


Figura 2.3. Entorno gráfico de **Solid**Works®.

Sí desea omitir la Barra de Herramientas del **CommnandManager** pulse con el botón secundario del ratón sobre cualquier icono y desactive la opción **Administrador de Comandos**. De esta forma los iconos de Operación 3D y de croquis se distribuyen como en las primeras versiones de **Solid**Works® donde tan solo existían barras de herramientas con sus iconos.

2.1.2 Gestor de Diseño (FeatureWorks)

Muestra el histórico de las operaciones realizadas en su **Pieza**, **Ensamblaje** o **Dibujo**. Las operaciones registradas en el **Gestor de Diseño** se muestran en orden de creación, las más recientes se sitúan en la parte inferior mientras que las más antiguas o las primeras en la parte superior. Todas pueden editarse pulsando sobre la Operación con el botón secundario de ratón y seleccionando **Editar croquis** o **Editar Operación**.

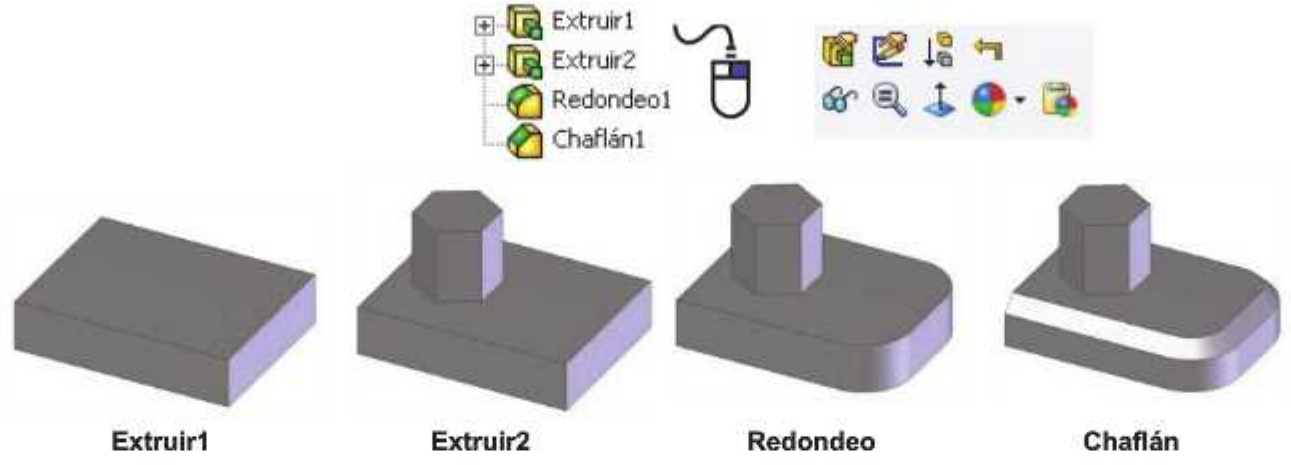


Figura 2.4. **Gestor de Diseño**. Operaciones realizadas.

Otras operaciones que puede realizar en el **Gestor de diseño** son:

Cambiar el nombre de las operaciones. Seleccione la Operación y pulse la **Tecla F2** para renombrar la Operación.

Seleccionar Operaciones. Pulse sobre la Operación con el botón izquierdo del ratón. La Operación seleccionada aparece marcada en azul sobre su modelo en la **Zona de Gráficos**.

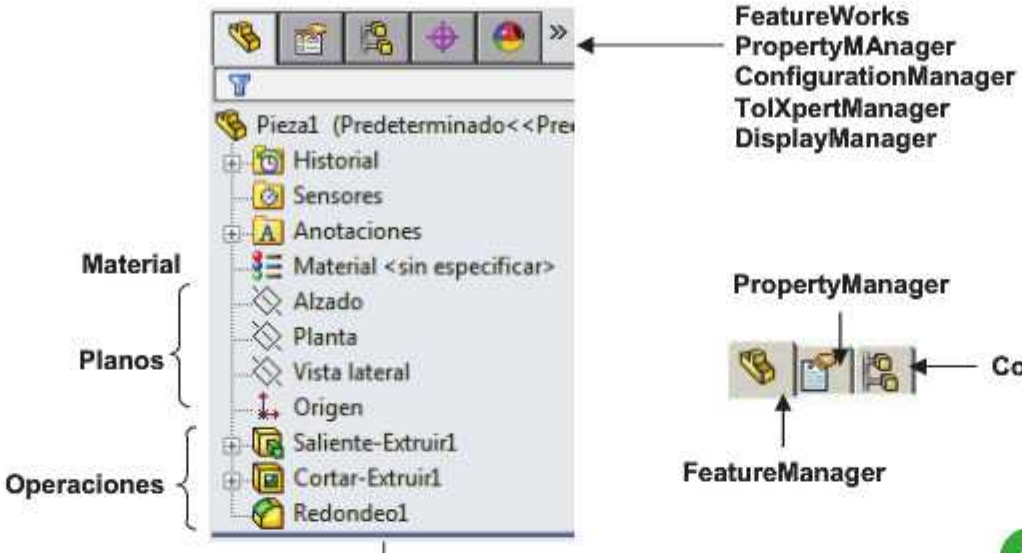
Cambiar el orden de las operaciones. Puede cambiar el orden de las operaciones desde el **Gestor de Diseño** arrastrando una por encima o debajo de otra. Para cambiar el orden pulse con el botón izquierdo sobre una Operación y arrastre hasta colocarla en la posición deseada dentro del **Gestor de Diseño**. En muchos casos el orden de las operaciones define la geometría final del modelo.

Visualizar las cotas de Operación. Realice un doble clic con el botón izquierdo sobre la Operación que desee visualizar sus cotas en la **Zona de Gráficos**.

Suprimir y desactivar supresión de operaciones. Pulse sobre la Operación a suprimir con el botón derecho del ratón y seleccione **Suprimir**. La supresión de una Operación omite su representación en la Zona de Gráficos pero no la elimina. Para volver a visualizar la Operación en la **Zona de Gráficos** pulse **Desactivar Operación**.

Visualizar las relaciones Padre/Hijo. Pulse con el botón secundario del ratón sobre la Operación y seleccione **Padre/hijo...** para visualizar las dependencias entre las operaciones realizadas.

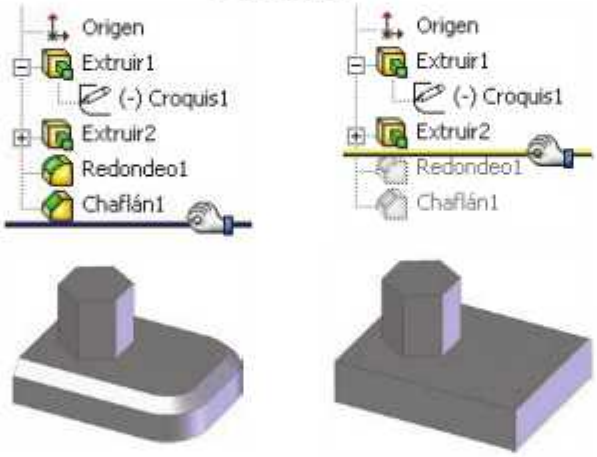
Visualizar errores y advertencias. De la Operación seleccionada. Seleccione **¿Qué errores hay?**





Vea el DVD
Capítulo 2

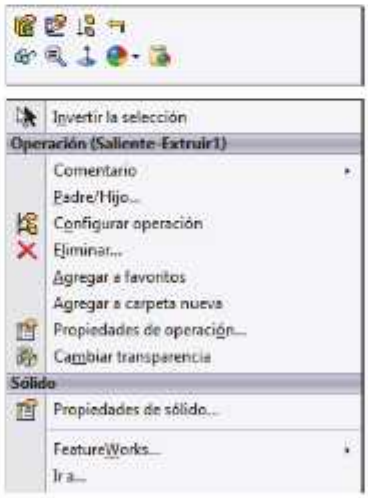
Puede practicar con el modelo de pieza 2-1 contenido en el DVD que acompaña el libro.







Sobre operación



Barra de retroceder. Permite retroceder el modelo y suprimir temporalmente algunas operaciones.

Anotaciones. Puede visualizar las cotas en la **Zona de Gráficos** mediante un doble clic sobre la carpeta **anotaciones**.

Material e iluminación. Puede visualizar el modelo con la textura de un material seleccionado y definir la iluminación de la escena desde el Menú de Persiana **Ver**, **Luces y cámaras**.

Puede conmutar a **FeatureManager**, **PropertyManager** y **ConfigurationManager** pulsando sobre cada una de las etiquetas.

Para activar/desactivar la visibilidad del gestor de diseño pulse **F9** o pulse sobre el Menú de persiana **Ver**, **Área del gestor del FeatureManager**. Resulta útil cuando desee maximizar el área de trabajo o Zona de Gráficos.

2.1.3 Barra de menús y de Herramientas

Casi todas las Operaciones y funcionalidades de **Solid**Works® están contenidas en los **Menús de Persiana** y en las **Barras de Herramientas** flotantes. Para cargar nuevas **Barras de Herramientas** pulse **Personalizar...** desde el Menú de Persiana **Herramientas**. Seleccione las Barras de Herramientas flotantes que necesite.



Figura 2.5. **Menú de Persiana** y **Barra de Herramientas de superficies**.

Los **Menús de Persiana** o desplegables dan acceso a todas las órdenes contenidas en **Solid**Works®. Cuando aparece la indicación de una flecha junto al icono se indica que da acceso a un submenú. Cuando tiene tres puntos (**Orientación...**) al seleccionarlo se abre un cuadro de diálogo. En algunos casos junto al nombre de la Operación se indica el método abreviado del teclado. Así, por ejemplo, la orden **Archivo** puede ejecutarla con la **Tecla Ctrl+A**.

Puede crear **Métodos abreviados de teclado** desde el menú de Persiana **Herramientas**, **Personalizar**. Seleccione la pestaña **Teclado** y adjudique un conjunto de teclas para ejecutar una orden.

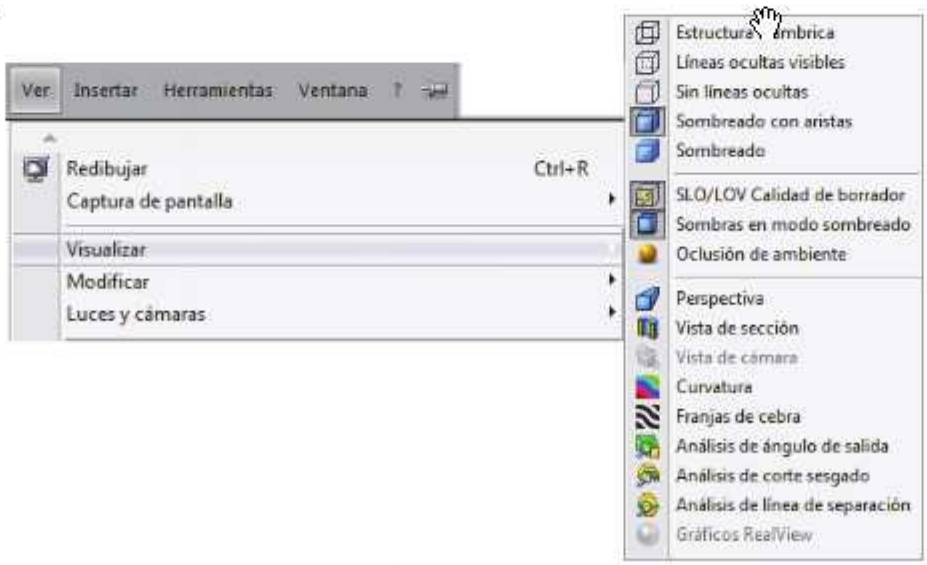


Figura 2.6. **Menú de Persiana**.

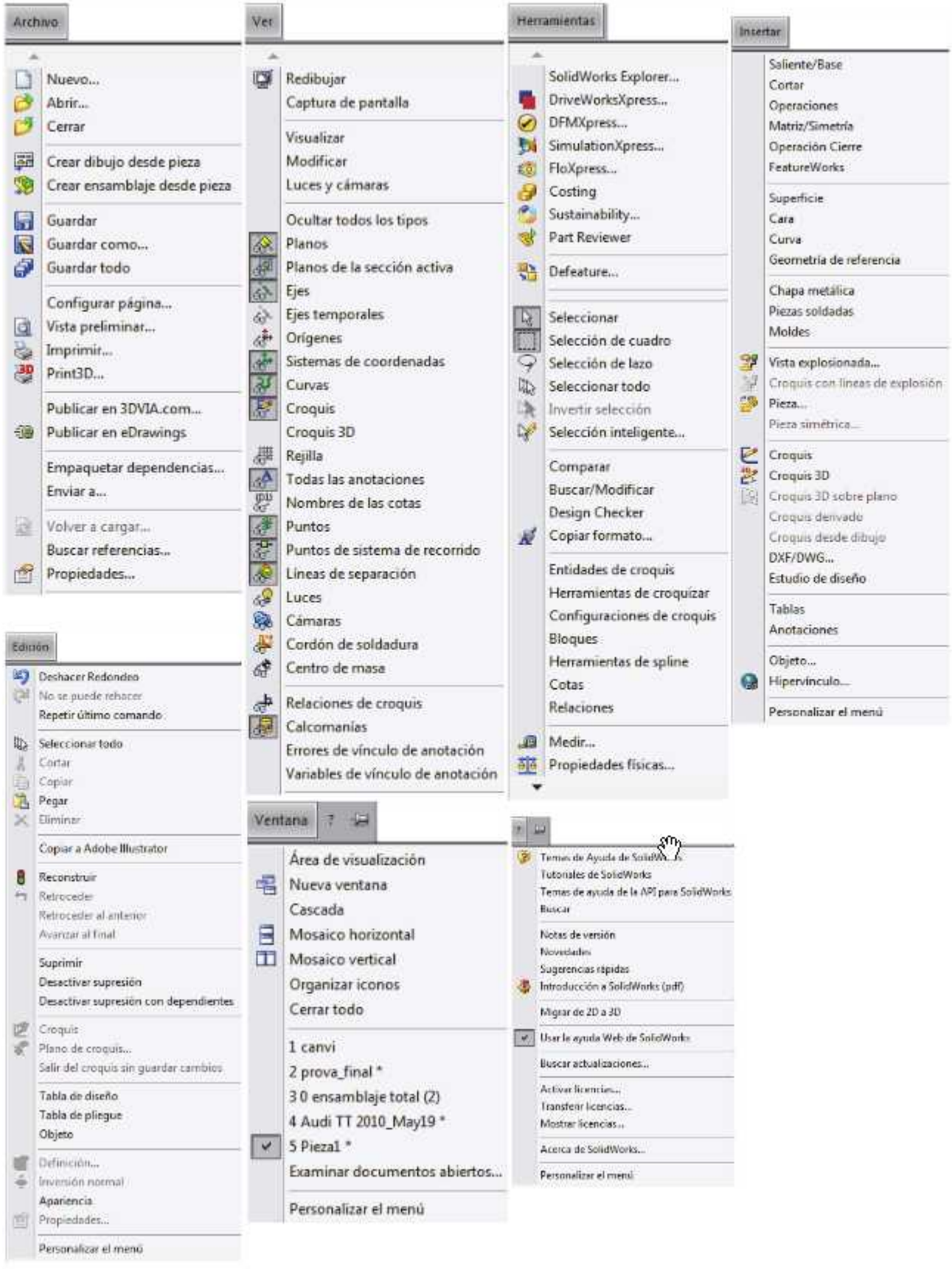


Figura 2.7. **Menú de Persiana** de SolidWorks.

2.1.4 PropertyManager

Es un Menú que aparece en la parte izquierda de la **Zona de Gráficos** y ocupa la misma posición que el **Gestor de Diseño**. Se emplea para definir las operaciones seleccionadas para su ejecución. El **PropertyManager** se activa cuando selecciona una **Operación** o cuando pulsa sobre **Editar Operación** desde el **Gestor de Diseño**.

En la parte superior aparece el nombre de la Operación empleada y a continuación se tienen los botones de **Aceptar**, **Cancelar**, **Vista preliminar detallada** y **Ayuda**. Debajo aparece el **Cuadro de Grupo** con todas las opciones necesarias para definir la Operación seleccionada.



Figura 2.8. **PropertyManager** de la operación **Cortar-Extruir**.

Pude modificar el aspecto del **PropertyManager** desde el Menú de Persiana **Herramientas**, **Opciones**, **Colores**.

2.1.5 Asistente para la búsqueda

Se localiza en la parte superior derecha de la **Zona de Gráficos**, a la misma altura que los Menús de Persiana. Permite realizar una búsqueda de textos dentro de documentos, palabras clave y recuperar documentos.



Figura 2.9. **Asistente para la búsqueda.**

2.1.6 Panel de Tareas

Se localiza en la parte derecha de la **Zona de Gráficos** e incluye las opciones de **Recursos de SolidWorks®**, la **Biblioteca de Diseño** y el **Explorador de archivos**, entre otros.

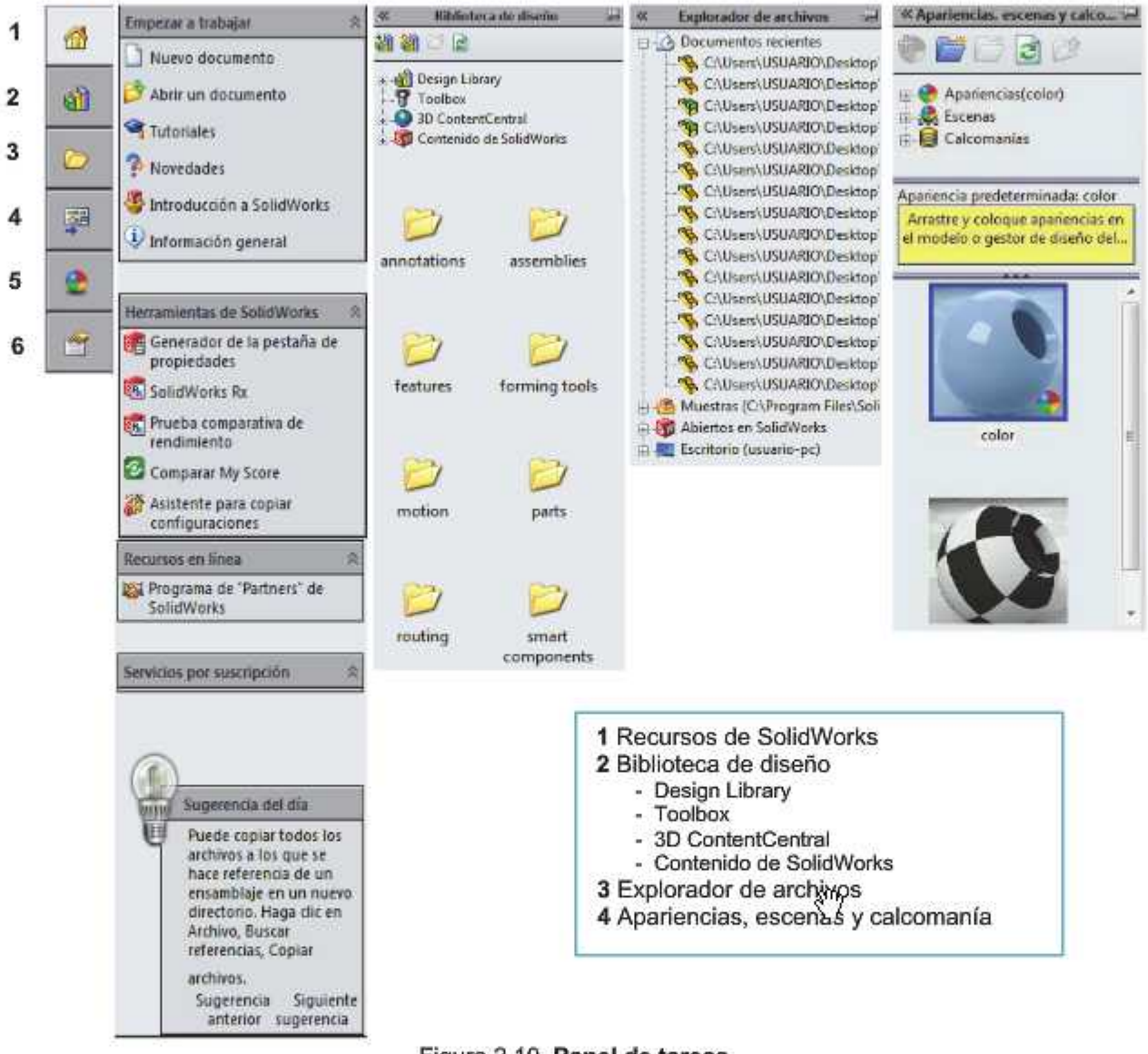


Figura 2.10. **Panel de tareas**.

2.1.7 Barra de estado

La **Barra de Estado** se encuentra en la parte inferior derecha, debajo de la **Zona de Gráficos**. Indica el estado de la función que esté realizando en ese momento. Así, por ejemplo, informa sobre las coordenadas del cursor, el estado del croquis, las sugerencias rápidas, las Herramientas empleadas, etc.

Para activar o desactivar su estado pulse **Ver** desde la **Barra de Estado**.



Figura 2.11. **Barra de estado**.

2.1.8 Botones del ratón

Cada botón del ratón tiene unas funciones definidas.

Botón Izquierdo. Permite seleccionar geometrías desde la **Zona de Gráficos** o desde el **Gestor de Diseño** y seleccionar operaciones desde el Menú de Persiana o desde las Barras de Herramientas.

Botón derecho. Permite abrir los menús contextuales que varían en función de la posición del cursor. También se emplea para modificar las Operaciones o Croquis desde el **Gestor de Diseño**. Además de **Suprimir**, **Eliminar**, **Insertar color o material**, visualizar las relaciones **Padre/Hijo**, etc.

Rueda central. Permite realizar **Zoom** sobre la pieza, ensamblaje o dibujo en pantalla.

2.1.9 Métodos abreviados de teclado

Permiten ejecutar operaciones mediante el teclado y agilizar el proceso de diseño. Algunas operaciones tienen teclas rápidas predefinidas por **Solid**Works®, el resto las puede definir desde el Menú de Persiana **Herramientas**, **Personalizar**, **Teclado**.

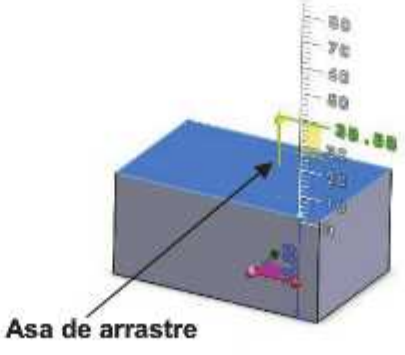
Teclas	Función
F9	Visualiza/oculta el Gestor Diseño
F10	Visualiza/oculta la Barra de Herramientas
F11	Visualiza/oculta la pantalla completa
CTRL+F1	Visualiza/oculta el Panel de Tareas
CTRL+1	Vista Frontal
CTRL+2	Vista Posterior
CTRL+3	Vista Izquierda
CTRL+4	Vista Derecha
CTRL+5	Vista Superior
CTRL+6	Vista Inferior
CTRL+7	Vista Isométrica
CTRL+8	Vista Normal a:
SHIFT+Z	Zoom acercar
CTRL+SHIFT+Z	Vista previa
Cursores	Gira el modelo en pantalla



Figura 2.12. **Métodos abreviados de teclado**.

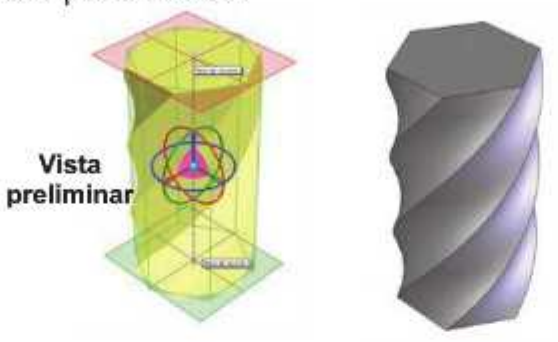
2.1.10 Asas de arrastre

Las **Asas** son flechas que aparecen en la **Zona de Gráficos** que permiten definir parámetros de forma dinámica por su arrastre sin necesidad de definirla numéricamente desde el **Gestor de Diseño**. Si realiza una **Extrusión** puede seleccionar el **Asa** gráfica y arrastrarla hasta la altura de extrusión deseada.



2.1.11 Vistas preliminares

Previsualizan el resultado de una Operación antes de terminar su definición. Cada vez que defina diferentes parámetros se actualiza la **Vista preliminar** en la **Zona de Gráficos**. De esta forma puede ver cómo quedará la Operación antes de darla por finalizada.



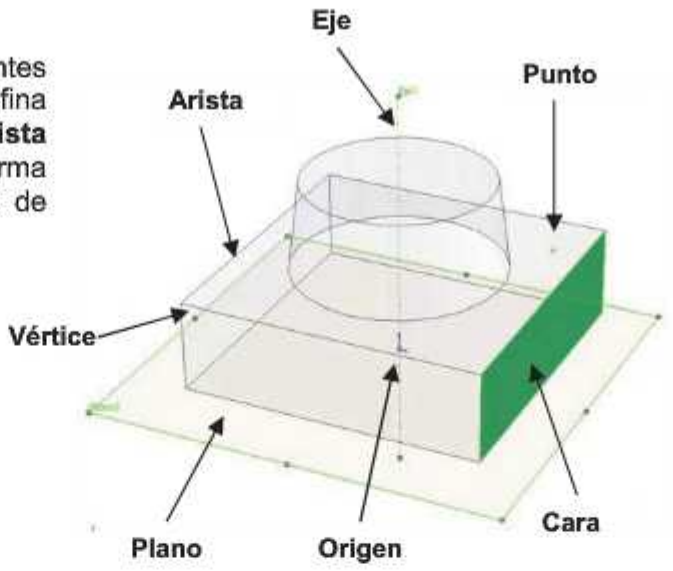


Figura 2.13. **Vista Prelimar de Operación** y **terminología**.

2.1.12 Terminología

Origen. Representa el origen de coordenadas y aparece en el **Gestor de Diseño** y en la **Zona de Gráficos** como tres ejes (rojo, azul y verde) a 90º.

Plano. Es una geometría plana. Al crear un nuevo documento de pieza o ensamblaje se presentan tres planos (alzado, planta y perfil) de forma predefinida en el **Gestor de Diseño**. Se utilizan para croquizar los contornos 2D de las operaciones, para realizar vistas de sección o para crear simetrías de Operación, entre otras aplicaciones. Puede crear planos nuevos desde **Geometría de Referencia**, **Plano**.

Eje. Se representan mediante una línea de trazo y punto y es utilizado para crear **Simetrías** de croquis 2D, Operaciones de **Revolución**, **Revolución corte**, **Matrices polares**, entre otras. Puede crear **Ejes** por la intersección de dos planos, por la selección de dos puntos, etc. Desde **Geometría de referencia**, **Eje constructivo**.

Cara. Representa un área plana o no de trabajo de un modelo. Un cubo tiene seis caras.

Arista. Es la intersección entre dos caras de un modelo formando una línea.

Vértice. Punto definido por la intersección de dos o más aristas o por tres caras.

Cada vez que se aproxime a un **Vértice**, **Cara**, **Plano** o **Arista** el cursor cambia de aspecto para facilitar la selección de las entidades.

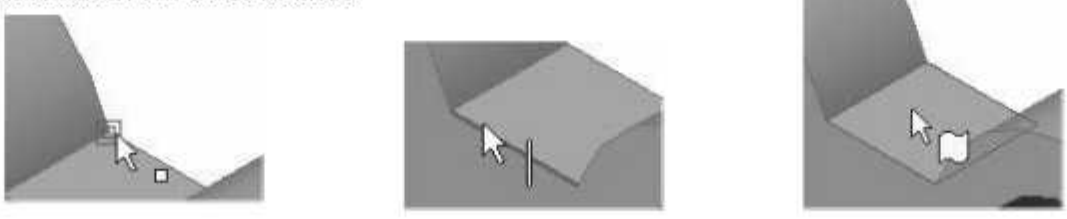


Figura 2.14. Aspecto del cursor al acercarse a entidades (**Punto**, **Arista** y **Cara**).



Figura 2.15. Barras de Herramientas.

2.2 Visualización

SolidWorks® dispone de más de 30 Herramientas de Visualización para ver el modelo de diferentes formas y orientaciones desde la **Zona de Gráficos**. A las Herramientas más familiares como **Zoom**, **Encuadre** y **Girar vista** se unen otras más específicas y novedosas como **Vista de sección**, **Franjas de cebra, Cámara** o los **Gráficos RealView**.

2.2.1 Barra de Herramientas Ver

Puede localizar las principales Herramientas de visualización en la Barra de Herramientas **Ver** y **Vistas estándar**. Además, son accesibles desde el Menú de Persiana **Ver**.



Figura 2.16 Barra de Herramientas de **Vistas estándar** y **Ver**.

Para conocer las nuevas funcionalidades y novedades de SolidWorks pulse sobre: **?, Novedades, PDF** o **?, Novedades, HTML**

Figura 2.17. Barras de herramienta y Menú de Persiana **Ver**.

	Frontal		Orientación de vista		Ver planos
	Posterior		Redibujar		Ver ejes
	Izquierda		Zoom Ajustas		Ver ejes temporales
	Derecha		Zoom encuadre		Ver orígenes
	Superior		Zoom acercar/alejar		Ver Sist. coordenadas
	Inferior		Zoom selección		Ver curvas
	Isométrica		Girar vista		Ver croquis
	Trimétrica		Rodar vista		Ver croquis 3D
	Dimétrica		Sombras		Ver cotas croquis 3D
	Normal a		Sección		Ver anotaciones
	Perspectiva		Cámara		Ver puntos
	Vista única		Curvatura		Ver puntos de recorrido
	Dos vistas. Horizontal		Marcas de Cebra		Ver línea de separación
	Dos vistas. Vertical		Gráficos RealView		Ver relaciones

Figura 2.18. Iconos de visualización.

Estructura alámbrica

Visualiza todas las aristas del modelo. Para ver el modelo de forma **Alámbrica** seleccione **Estructura Alámbrica** desde el Menú de Persiana **Ver**, **Visualizar**, **Estructura Alámbrica** o pulse el icono desde la Barra de Herramientas **Ver**.

Líneas ocultas visibles

Para visualizar las líneas ocultas visibles (discontinuas) del modelo seleccione **Líneas ocultas visibles** desde el Menú de Persiana **Ver**, **Visualizar**, **Líneas ocultas visibles** o pulse el icono desde la Barra de Herramientas **Ver**.

Sin líneas ocultas

Muestra el modelo sin líneas ocultas. Seleccione **Sin líneas ocultas** desde el Menú de Persiana **Ver**, **Visualizar** o pulse el icono desde la Barra de Herramientas **Ver**.

Sombreado con aristas

El modelo se presenta **Sombreado** con el color, la textura o la transparencia asignada y las aristas de los contornos marcadas. Seleccione **Sombreado con aristas** desde el Menú de Persiana **Ver**, **Visualizar** o pulse el icono desde la Barra de Herramientas **Ver**.

Sombreado

El modelo se presenta **Sombreado** como en el caso anterior pero sin marcar las aristas de los contornos. Seleccione **Sombreado** desde el Menú de Persiana **Ver**, **Visualizar** o pulse el icono desde la Barra de Herramientas **Ver**.

SLO/LOV, Calidad de borrador

Permite activar o desactivar la visualización del modelo con **Calidad de borrador** o **Alta calidad** en las vistas **Sin líneas ocultas** o con **Líneas ocultas visibles**. Si pulsa el icono visualiza el modelo con **alta calidad**.

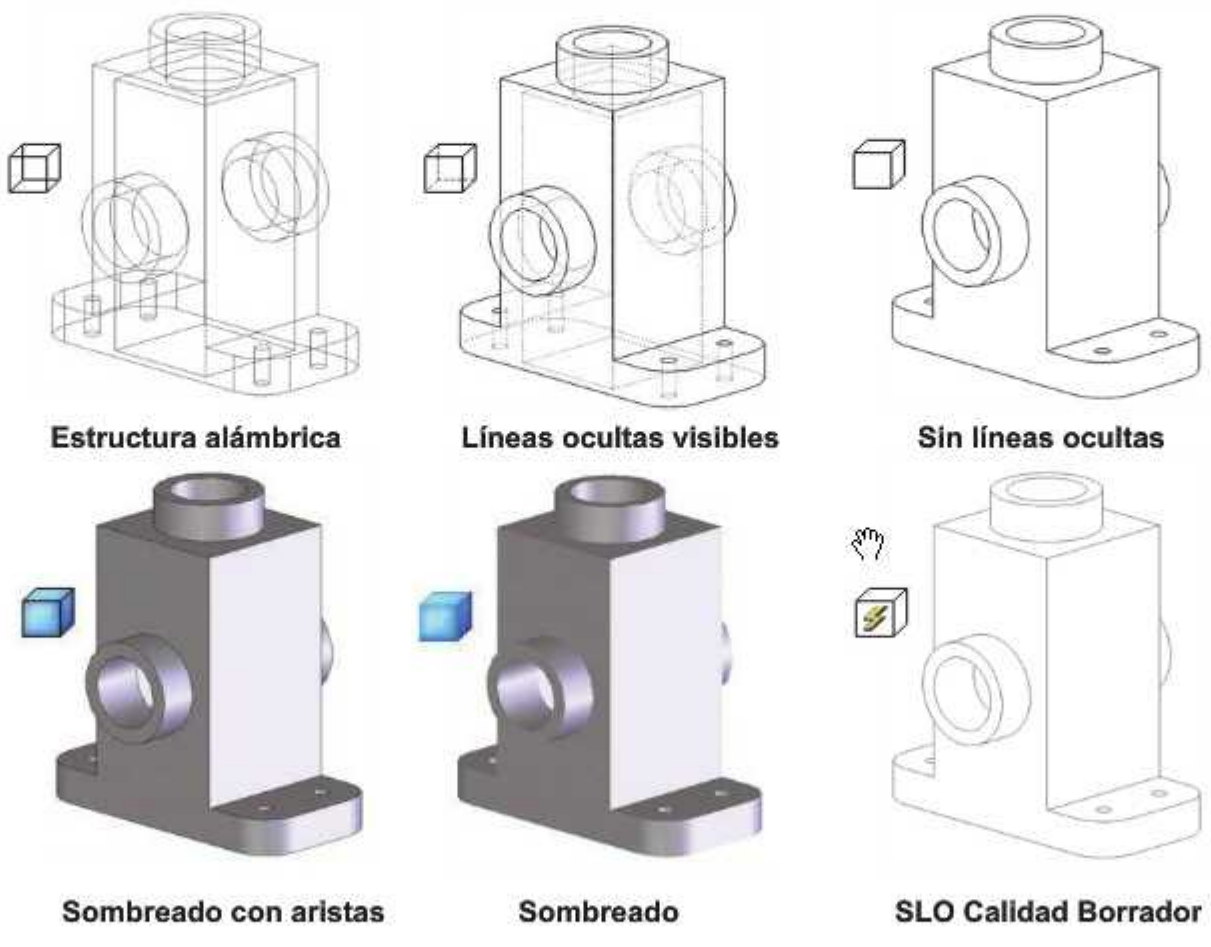


Figura 2.19. Visualización de modelos.

Inserte nuevos iconos en su Barra de Herramientas **Ver** desde el Menú de Persiana **Herramientas**, **Personalizar**, **Comandos**. Arrastre los iconos hasta la Barra de Herramientas de su escritorio con el botón izquierdo pulsado.

Zoom acercar/alejar



Permite realizar un **Zoom** para acercar o alejar el modelo. Para acceder a la orden seleccione **Zoom acercar/alejar** desde el Menú de Persiana **Ver**, **Modificar** o pulse el icono desde la Barra de Herramientas **Ver**.

Mantenga el botón izquierdo del ratón pulsado mientras lo desplaza verticalmente hacia arriba para acercar el modelo. Arrastre hacia abajo para alejarlo. Si su ratón dispone de rueda central puede emplearla de la misma forma. Mediante el teclado use la **Tecla Z** para alejar y **Mayús+Z** para acercar. El mismo tipo de Zoom puede realizarlo con la rueda central del ratón.

Zoom encuadre



Permite practicar un **Zoom** mediante la selección de un cuadro de contorno o ventana desde la **Zona de Gráficos**. Para acceder a la orden seleccione **Zoom Encuadre** desde el Menú de Persiana **Ver**, **Modificar** o pulse el icono desde la Barra de Herramientas **Ver**.

Pulse el botón izquierdo para indicar una esquina del cuadro de contorno y arrastre el cursor manteniendo el botón izquierdo pulsado hasta una segunda esquina. Suelte el botón izquierdo para realizar el **Zoom**.

Zoom Ajustar



Su selección acerca o aleja el modelo en la **Zona de Gráficos** para que lo pueda visualizar de forma completa. Para acceder a la orden seleccione **Zoom Ajustar** desde el Menú de Persiana **Ver**, **Visualizar** o pulse el icono desde la Barra de Herramientas **Ver**.

Ampliar la selección



Permite aplicar un **Zoom** a un **Componente**, **Arista**, **Vértice** o **Cara**, o cualquier otro elemento previamente seleccionado. El **Zoom Ampliar la selección** visualiza en la **Zona de Gráficos** el elemento seleccionado. Para acceder a la orden seleccione **Ampliar la selección** desde el Menú de Persiana **Ver**, **Modificar** o pulse el icono desde la Barra de Herramientas **Ver**.

Para visualizar un componente u otro elemento primero debe seleccionarlo pulsando **Seleccionar** desde la Barra de Herramientas **Estándar**. A continuación seleccione la entidad a visualizar desde la **Zona de Gráficos** o desde el **Gestor de Diseño** pulsando sobre la misma con el botón izquierdo. Si desea seleccionar más de una entidad mantenga pulsada la **Tecla Ctrl** mientras son seleccionadas.

Trasladar



La orden **Trasladar** desplaza la vista del modelo de **Pieza**, **Ensamblaje** o **Dibujo** en la **Zona de Gráficos**. Para acceder a la orden seleccione **Zoom Trasladar** desde el Menú de Persiana **Ver**, **Modificar** o pulse el icono desde la Barra de Herramientas **Ver**. Pulse con el botón izquierdo en la **Zona de Gráficos** y desplace el cursor hasta una nueva ubicación.

Girar Vista

Gira la vista del modelo en pantalla. Para acceder a la orden seleccione **Girar Vista** desde el Menú de Persiana **Ver**, **Modificar** o pulse el icono desde la Barra de Herramientas **Ver**. Mantenga el botón izquierdo del ratón pulsado mientras mueve el ratón. Si dispone de rueda central en el ratón haga que ruede mientras la mantiene pulsada.

También puede **Girar** el modelo empleando las **Teclas de Flecha** del teclado. Pulse las **Teclas de Flecha** arriba, abajo, izquierda o derecha para girar el modelo. Si pulsa la **Tecla Mayús** al mismo tiempo el giro se realiza con incrementos de 90º. La **Tecla Alt** permite girar el modelo hacia y en contra de las agujas del reloj.

Rodar vista

Permite rodar la vista al mantener el botón izquierdo del ratón pulsado y por desplazamientos horizontales del mismo. Para acceder a la orden seleccione **Rodar vista** desde el Menú de Persiana **Ver**, **Modificar** o pulse el icono desde la Barra de Herramientas **Ver**.

Orientación

La Barra de Herramientas **Vistas Estándar** dispone de diez formas de visualizar el modelo en la **Zona de Gráficos** (**Frontal**, **Posterior**, **Izquierda**, **Derecha**, **Superior**, **Inferior**, **Isométrica**, **Trimétrica**, **Dimétrica** y **Normal a**). Pulse cualquiera de ellas para visualizar su modelo con la orientación definida.

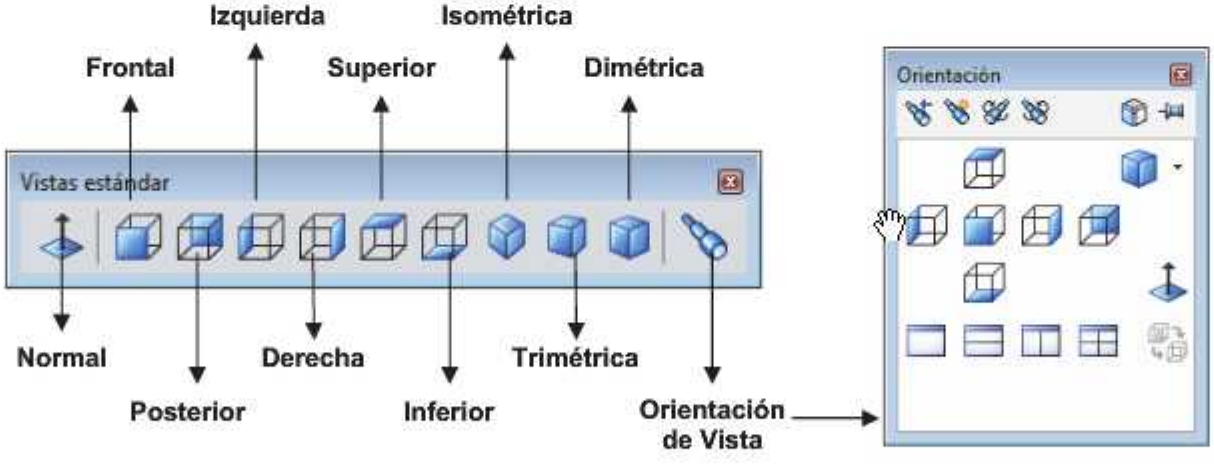


Figura 2.20. **Vistas estándar** y **Orientación de vista**.

Si pulsa el botón secundario del ratón en la **Zona de Gráficos** visualiza un Menú de Persiana que permite acceder a las órdenes de **Seleccionar**, **Zoom ajustar**, **Zoom encuadre**, **Zoom acercar/alejar**, **Girar Vista**, **Trasladar**, **Rodar** y **Orientar vista**.

2.2.2 Perspectiva

Visualiza el modelo en **Perspectiva** haciendo que las aristas paralelas del modelo pasen a tener cierta inclinación entre ellas y converjan finalmente en el denominado *punto de fuga*. El empleo de la perspectiva es útil en la creación de vistas más reales.

Para acceder a la orden seleccione **Perspectiva** desde el Menú de Persiana **Ver**, **Visualizar** o pulse el icono desde la Barra de Herramientas **Estándar**.



Figura 2.21. **Perspectiva** y **Vista de sección**.

2.2.3 Vista de sección



Visualiza las partes internas del modelo de pieza o ensamblaje como si estuviera cortado por uno o más planos de corte. El área en contacto con el plano imaginario de corte se representa en color para su diferenciación.

Para acceder a la orden seleccione **Vista de sección** desde el Menú de Persiana **Ver**, **Visualizar** o pulse el icono desde la Barra de Herramientas **Ver**.

En el **PropertyManager** de **Vista de sección** seleccione el plano de **Sección1** (**Frontal**, **Superior**, **Derecha**) u otro **Plano** o **Cara** desde la **Zona de Gráficos**.

Para el plano seleccionado indique la **Equidistancia**, y la **Rotación** respecto del eje X e Y. Active **Mostrar tapa de sección** y seleccione un color para visualizar el contacto entre el plano de corte y la parte maciza del modelo cortado.

Active la casilla **Sección2** si desea cortar el modelo con otro plano de corte nuevo, además del anterior.

Pulse **Aceptar** para ver el modelo de pieza o ensamblaje cortado. Para volver al estado inicial vuelva a pulsar **Vista de sección**.

Puede guardar las **Vistas seccionadas** para insertarlas posteriormente en un documento de **Dibujo**. Pulse **Guardar** desde la parte inferior del **PropertyManager** e indique un nombre para la Vista.

2.2.4 Sombras

Simula una sombra bajo el modelo provocada por una iluminación superior. Las sombras se adaptan a los cambios del modelo, ya sea por la aparición de una nueva Operación, su desplazamiento o giro o el movimiento de uno de sus componentes.

Para activar **Sombras** seleccione el icono desde la Barra de Herramientas **Estándar** o pulse **Sombras en el modelo sombreado** desde el Menú de Persiana **Ver**.

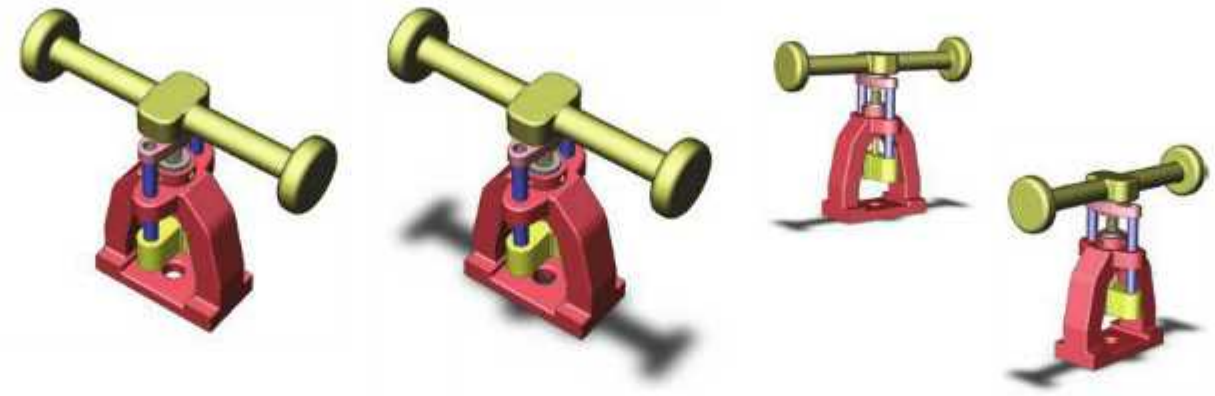


Figura 2.22. **Sombras**.

2.2.5 Gráficos RealView

Si dispone de una tarjeta gráfica compatible puede visualizar y modelizar de forma renderizada sus diseños en tiempo real mediante la opción **RealView**.

La funcionalidad *RealView Graphics* se activa cuando selecciona un material para su modelo y pulsa sobre **RealView** desde Barra de Herramientas **Ver** o desde el Menú de Persiana **Ver**, **Visualizar**.

El rendimiento del sistema disminuye y la velocidad en el desarrollo de las operaciones es ligeramente más lenta de lo habitual.

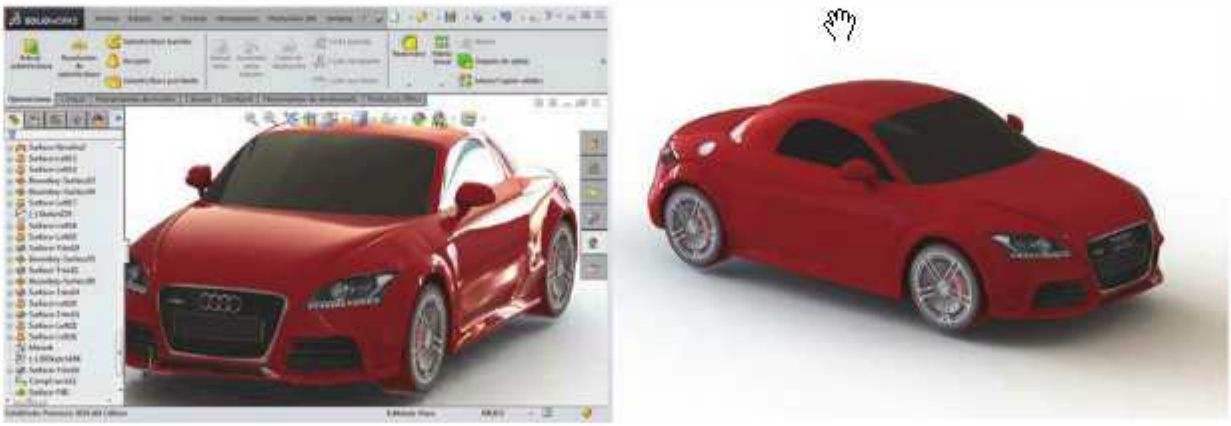


Figura 2.23. **Gráficos RealView**.

Visite la *Web* de **Solid**Works® para conocer las Tarjetas Gráficas compatibles con **RealView Graphics**. *www.solidworks.com/pages/services/videocardtesting.html*.

2.2.6 Cámaras

La orden **Cámara** permite insertar una cámara en su modelo de pieza o ensamblaje y visualizar la perspectiva ofrecida por la misma después de configurar parámetros de **Campo visual** y **Ángulo de visión**. Es una herramienta útil para crear animaciones de movimiento de la cámara a través de un camino y mostrar de esta forma un ensamblaje o introducir la cámara dentro de un modelo para poder visualizar sus detalles internos.



Figura 2.24. **Cámaras**.

Para acceder a la orden seleccione pulse sobre **Luces y cámaras** desde el Menú de persiana **Ver**, **Luces y Cámaras**. En versiones antiguas de SolidWorks la opción de luces y cámaras puede encontrarla en el propio **Gestor de diseño**. La **Zona de gráficos** se divide en dos áreas verticales. En la izquierda se visualiza la cámara y el modelo. En la derecha la vista ofrecida por la cámara.

En el **PropertyManager** de Cámara defina el **Tipo de Cámara**, el **Punto Objetivo**, la **Posición de la Cámara**, su **Rotación** y el **Campo de Vista**. Pulse **Aceptar** para crear la **Cámara**.

Para ver la **Vista** ofrecida por la cámara pulse **Cámara** desde el Menú de Persiana **Ver**, **Visualizar** o pulse el icono desde la Barra de Herramientas **Ver**.

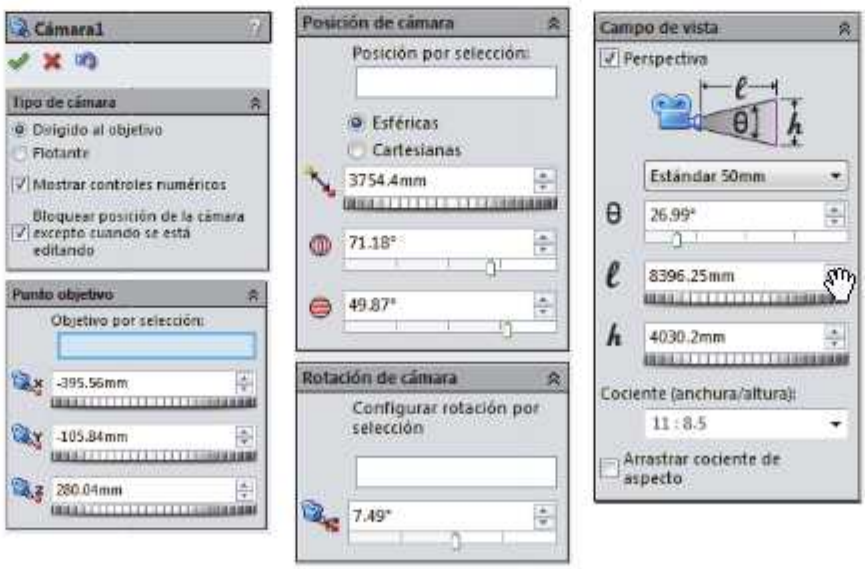
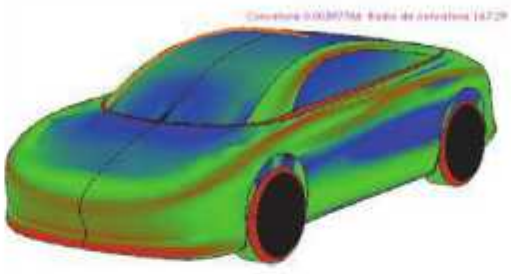


Figura 2.25. **PropertyManager** de **Cámara**.

2.2.7 Curvatura

La orden **Curvatura** permite visualizar el modelo de forma que aparece una imagen sombreada con distintos colores en función del **Radio de curvatura** de las distintas zonas. Para acceder a la orden seleccione **Curvatura** desde el Menú de Persiana **Ver**, **Visualizar** o pulse el icono desde la Barra de Herramientas **Ver**.

El **Radio de curvatura** se define como la inversa del radio (1/radio). El máximo valor de la curvatura es 1 y el mínimo es 0,001. Para radios pequeños se tienen grandes valores del radio de curvatura y los colores son más oscuros (negro y azul). Grandes radios en el modelo se representarán con colores (verde y rojo) y con radios de curvatura pequeños.



Si desplazar el cursor sobre el modelo aparece una etiqueta en la que se indica el **Radio de Curvatura** en el lugar dónde descansa el cursor justo en ese momento. Para activar la función **Curvatura** seleccione **Resaltado dinámico** desde **Vista de gráficos** del Menú de Persiana **Herramientas**, **Opciones**, **Opciones del sistema**, **Visualizar/selección**.

2.2.8 Franjas de cebra

Permite evaluar formas complejas de superficies o sólidos que difícilmente pueden detectarse con la visualización estándar de **Solid**Works®. Simulan los reflejos de luz sobre la superficie del modelo a evaluar de forma que pueden apreciarse defectos, arrugas de superficies, tangencias incorrectas y ángulos de curvatura.

Para acceder a la orden seleccione **Franjas de cebra** desde el Menú de Persiana **Ver**, **Visualizar** o pulse el icono desde la Barra de Herramientas **Ver**.

En el **PropertyManager** defina el **Número, Ancho** y la **Precisión de las franjas** mediante el uso del control deslizante. Especifique el **Color** y pulse **Aceptar** para visualizar las **Franjas de cebra** sobre su modelo.



Figura 2.26. **PropertyManager** de **Franjas de cebra**.

2.2.9 Color, propiedades ópticas y texturas



Puede aplicar **Color**, **Propiedades ópticas** y **Texturas** a Operaciones o a los modelos diseñados pulsando sobre **Editar color** o **Editar Textura** desde la Barra de Herramientas **Estándar** o desde el menú de Persiana **Edición**, **Apariencia**, **Color** o **Texturas**. La gestión puede realizarse desde el **Gestor de Diseño** pulsando sobre **Mostrar panel de visualización**.

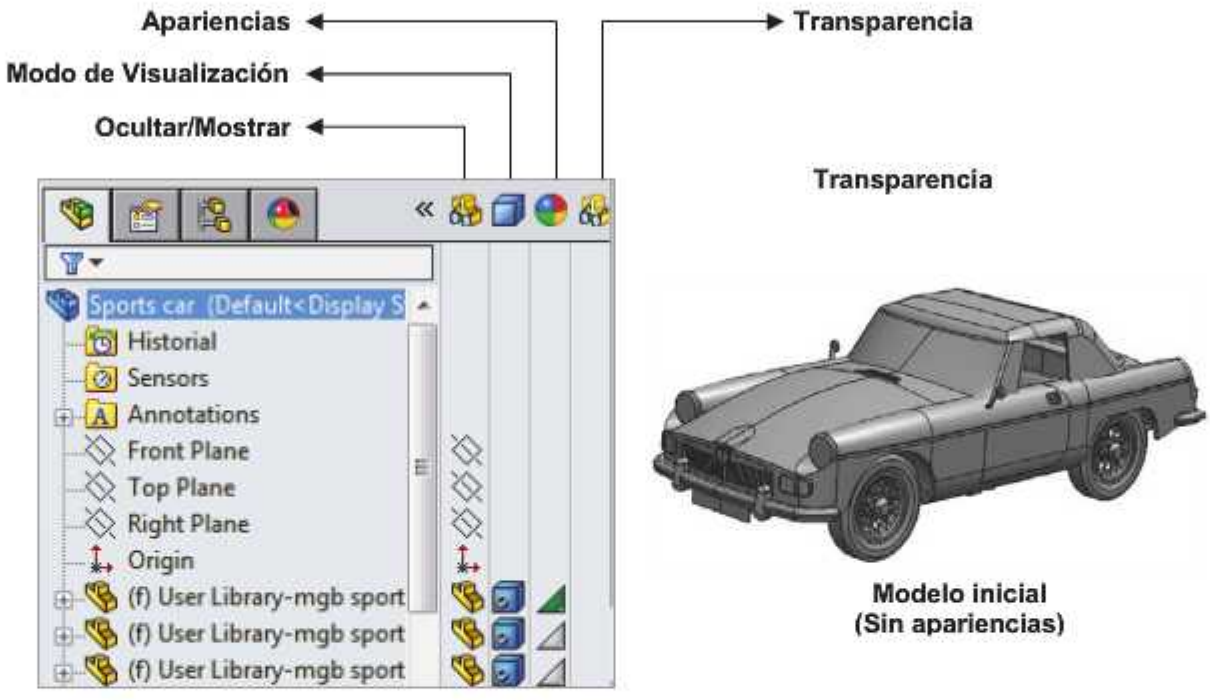


Figura 2.27. **Panel de visualización**.



Figura 2.28. **Color, Propiedades ópticas** y **Textura**.

Editar color, acabado superficial e Iluminación.

Para editar el color/apariencia de una **Cara**, **Superficie**, **Sólido** u **Operación** pulse sobre **Editar Color** desde el **DisplayManager** de **Apariencia** o desde el menú de Persiana **Edición**, **Apariencia**.

En el **PropertyManager** de **Editar Color** seleccione la **Cara**, **Superficie**, **Sólido** u **Operación** a aplicar color. Indique el **Color** y sus **Propiedades** e incluya **Transparencia** o cualquier otra **Propiedad óptica**. Pulse **Aceptar** para agregar el color y las propiedades ópticas definidas.

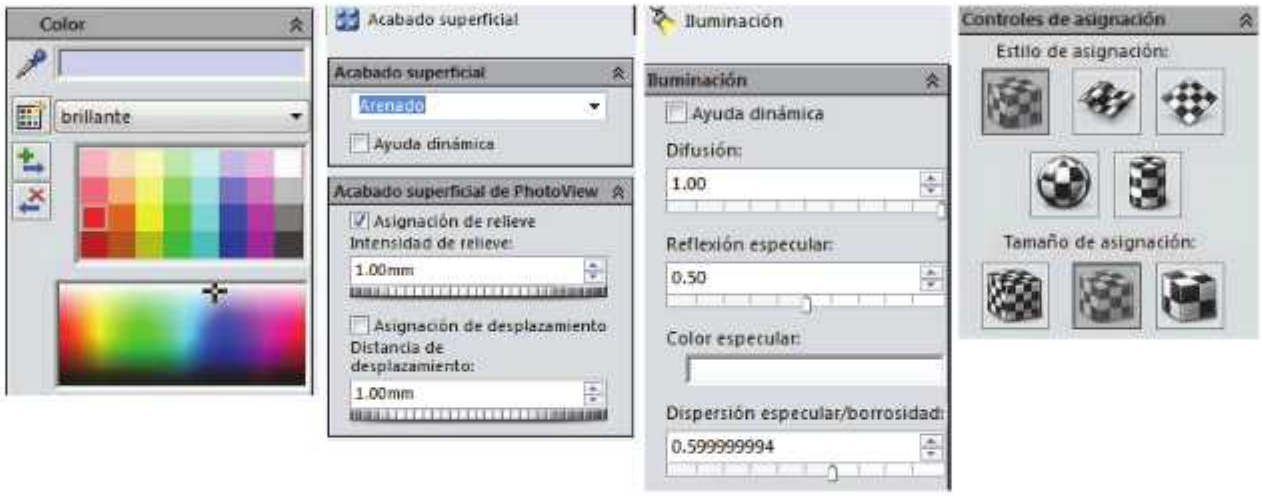
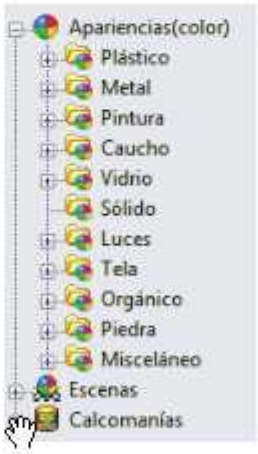


Figura 2.29. **PropertyManager** de **Apariencia** (**DisplayManager**).

Editar Apariencias/Texturas

Pulse sobre **Apariencia** desde la Barra de Herramientas **Estándar** o desde el menú de Persiana **Edición**, **Apariencia**, **Textura** y seleccione la textura adecuada para la **Cara**, **Superficie**, **Sólido** u **Operación** seleccionada.



En el **PropertyManager** de **Textura** seleccione la **Cara**, **Superficie**, **Sólido** u **Operación** y una textura de las indicadas en la biblioteca. Defina la **Escala** y en **Ángulo de la textura** sobre su modelo. Pulse **Aceptar** para insertar la **Textura** en el modelo entidad seleccionada.



Puede agregar **Color** y **Texturas** a una Operación pulsando sobre la misma, desde el **Gestor de diseño**, con el botón secundario del ratón. Seleccione **Apariencia**.

2.2.10 Iluminación

Los modelos pueden visualizarse desde la **Zona de Gráficos** porque están iluminados de forma predefinida por **Solid**Works®. Al crear un nuevo documento en el árbol de operaciones del **Gestor de Diseño** aparece la pestaña **Luces y cámaras** donde se incluyen los **Tipos de Luz** empleados para iluminar la escena y sus propiedades.



Tipo de luces

Luz ambiental. Ilumina la escena de forma uniforme y en todas las direcciones.

Luz direccional. Simula el Sol e ilumina la escena con rayos de luz que procedentes de una única dirección infinitamente lejos del modelo.

Luz puntual. Es una fuente puntual de luz ubicada en unas coordenadas predeterminadas que ilumina la escena como si se tratara de una bombilla. La iluminación se realiza en todas las direcciones.

Luz concentrada. Ilumina la escena con un haz en forma de cono dónde el punto de mayor intensidad coincide con el centro del mismo.

Figura 2.30. **Luces y cámaras** del **Gestor de Diseño**. Tipos de luces.

Puede agregar una **Luz solar** teniendo en cuenta la ubicación, la hora, la fecha y las condiciones atmosféricas desde **Ver**, **Luces y cámaras**, Asignar luz del sol.

Desde **Luces y cámaras** del **Gestor de Diseño** puede **Agregar** los distintos tipos de luces. Si pulsa sobre **Agregar luz** aparece el **PropertyManager** de la luz seleccionada. Puede definir y editar la **Dirección**, **Intensidad**, **Color** y otras características particulares en función de la luz seleccionada.

Combine las propiedades de los distintos tipos de luces con las **Propiedades Ópticas** de su modelo para mejorar los efectos de las luces.



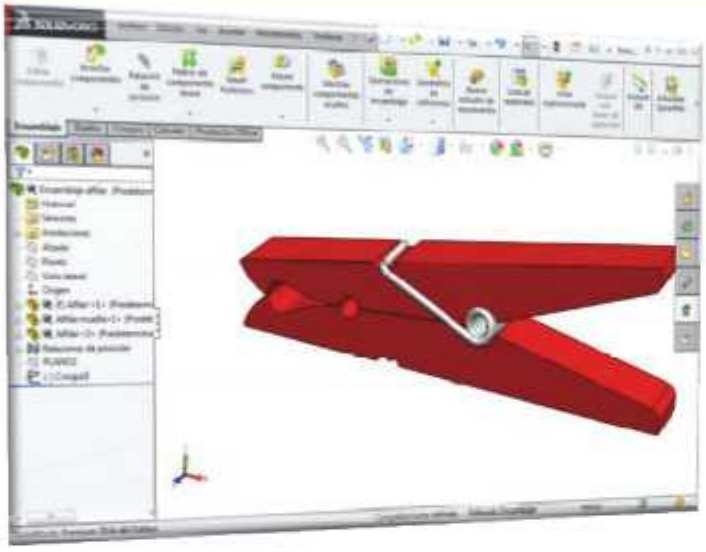
Luz Concentrada **Luz Puntual** **Luz Direccional**

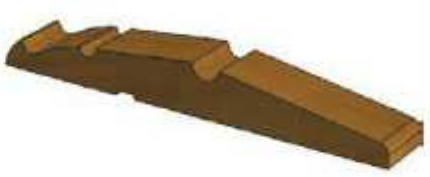
Figura 2.31. Tipos de luces.

Práctica 2-1

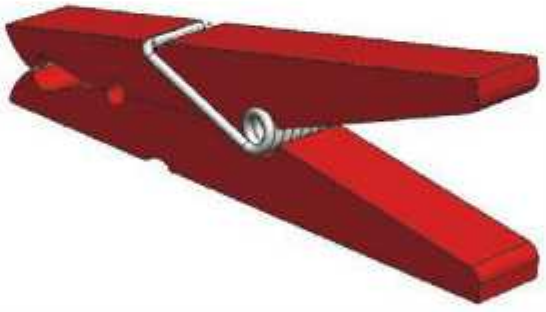
Abrir el documento de ensamblaje contenido en el DVD que acompaña el libro y practicar las principales órdenes de visualización de SolidWorks.

20 minutos













Vea el DVD
Capítulo 2

Objetivos del tutorial

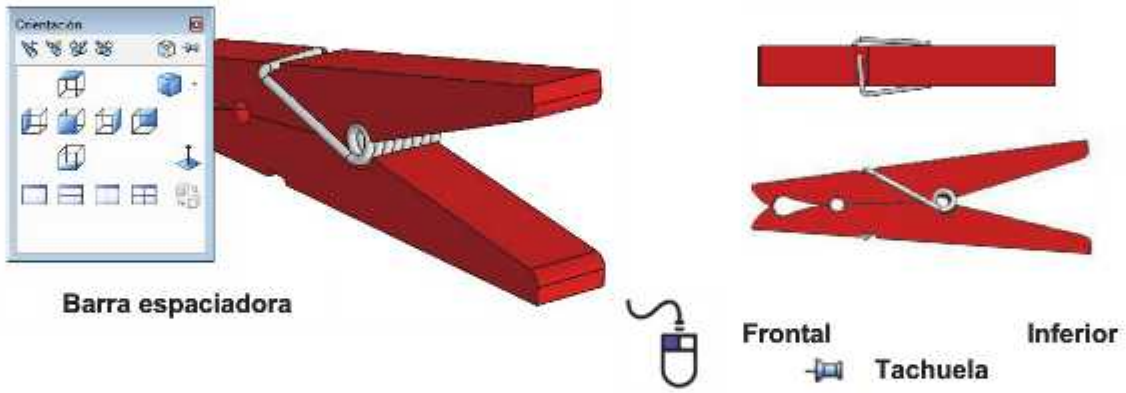
- Abrir documento de pieza.
- Conocer las principales Herramientas de visualización de modelos 3D.
- Conocer el entorno de SolidWorks.

Práctica guiada 2-1

1. Pulse **Abrir** desde el Menú de Persiana **Archivo** o pulse sobre el icono **Abrir** desde la Barra de Menús. Seleccione **Práctica 2-1** contenida en el DVD que acompaña el libro. Active la casilla **Previsualización** para poder ver el modelo antes de abrirlo. Asegúrese que se trata de la pinza indicada en el enunciado. Pulse **Abrir**. El modelo de la práctica es un ensamblaje formado por tres piezas distintas.

2. Observe el modelo de pieza en la **Zona de Gráficos**. Para **Girar** el modelo en pantalla pulse las **Teclas de flecha (Cursores)** del teclado. Las teclas permiten rotar el modelo en pantalla. Si además mantiene pulsada la **Tecla Mayús** mientras pulsa sobre las **Teclas de flecha (Cursores)** el modelo gira 90º en pantalla. Pruebe la misma operación pero ahora manteniendo pulsada la **Tecla Ctrl**. Observe como en este caso puede desplazar o mover el modelo sin girarlo.

3. Pulse la **Tecla Barra espaciadora** y observe la Herramienta **Orientación**. Pulse con un doble clic rápido del botón izquierdo sobre cualquiera de las vistas indicadas. Observe como el modelo 3D gira en pantalla hasta adoptar la orientación seleccionada. Vuelva a pulsar la **Tecla Espaciadora** y repita con una nueva orientación. Para evitar que la ventana desaparezca cada vez que selecciona una orientación pulse sobre el icono de la **Tachuela** (Chincheta).

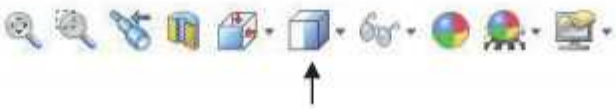


4. El modelo también puede visualizarse en distintas orientaciones pulsando la combinación de **Teclas Ctrl+1** (Vista Frontal), **Ctrl+2** (Vista Posterior), **Ctrl+3** (Vista Izquierda), **Ctrl+4** (Vista Derecha), **Ctrl+5** (Vista Superior), **Ctrl+6** (Vista Inferior), **Ctrl+7** (Vista Isométrica), **Ctrl+8** (Vista Normal a:).

5. Para realizar un **Zoom** que acerque o aleje el modelo 3D pulse la **Tecla Z**. La **Tecla Z** aleja el modelo y la combinación de la **Tecla Mayús+Z** permite acercarlo. Pulse **Ctrl+Mayús+Z** para ver la **Vista previa**.

6. Pulse las **Teclas F9** (Visualizar/ocultar el Gestor de diseño), **F10** (Visualizar/ocultar la Barra de Herramientas) y **F11** (Visualizar/ocultar la pantalla completa).

7. Seleccione **Visualizar** desde el Menú de Persiana **Ver**. Aparecen todas las funcionalidades referentes a la visualización del modelo 3D en pantalla. Las primeras 5 herramientas (**Estructura alámbrica**, **Líneas ocultas visibles**, **Sin líneas ocultas**, **Sombreado con aristas** y **Sombreado**. También puede acceder a estas funciones desde la Zona de Gráficos.





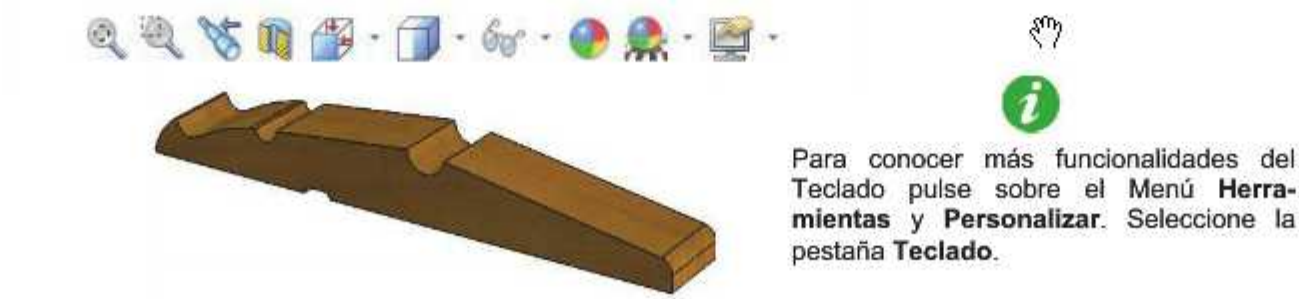
Para trabajar con una de las piezas del ensamblaje pulse sobre su nombre, desde el Gestor de diseño (**PropertyManager**), con el botón derecho del ratón y seleccione la opción **Abrir pieza**. Observe cómo se abre el módulo de pieza.



Botones del ratón

8. Para girar el modelo en pantalla mantenga la **rueda central del ratón** pulsada mientras mueve el ratón. Desplace la **rueda central del ratón** para realizar un **Zoom acercar** o un **Zoom alejar**.

9. Pulse con el **botón derecho del ratón** sobre la Zona de Gráficos para acceder al Menú de **Ver**. Pruebe realizar **Zoom para ajustar**, **Zoom Encuadre**, **Zoom Acercar/alejar**, **Girar Vista**, **Trasladar**, **Rodar vista** y **Orientación de vista**. Estas mismas funciones las puede usar desde la parte superior de la Zona de Gráficos.

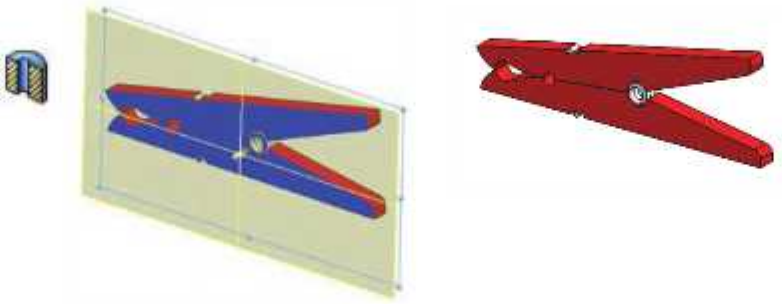


Para conocer más funcionalidades del Teclado pulse sobre el Menú **Herramientas** y **Personalizar**. Seleccione la pestaña **Teclado**.

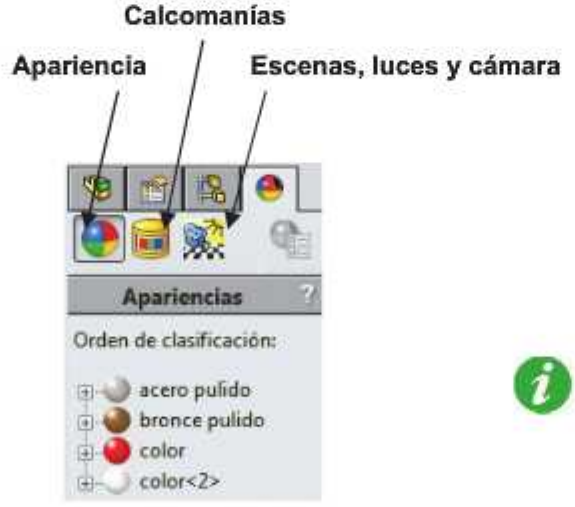
Vista en sección, Editar material y escena



10. Pulse sobre **Vista de sección** desde el Menú de Persiana **Ver**, **Visualizar** o pulse el icono desde la Barra de Herramientas **Ver**. Desde el **PropertyManager** de **Vista de sección** seleccione el plano **Alzado** y en **Equidistancia** ponga 5 mm. Visualice la parte interna del ensamblaje. Rote el plano de corte en el eje X e Y y observe el resultado. Active la casilla **Sección2** si desea cortar el modelo con otro plano de corte nuevo, además del anterior. Pulse **Aceptar** para ver el modelo de pieza o ensamblaje cortado. Para volver al estado inicial vuelva a pulsar **Vista de sección**.



11. Para cambiar el color de las piezas o crear una nueva textura pulse sobre **DisplayManager** desde el Gestor de Diseño. Observe los tres iconos (**Apariencia**, **Calcomanías** y **Escenas, luces y cámara**). En **Apariencias** aparece un mensaje que indica la ausencia de texturas o materiales asignados a las piezas. Para insertar apariencias a cada una de las piezas del ensamblaje pulse sobre **Abrir Biblioteca de apariencias**.





Recuerde que al definir una apariencia se define únicamente el color y la textura. Nunca se definen las propiedades mecánicas, térmicas u ópticas del modelo.

12. Seleccione **Plástico azul muy lustroso** desde la **Biblioteca de apariencias (Plástico, azul Muy lustroso)** y arrástrelo hasta la esfera manteniendo el botón izquierdo pulsado. Suelte el botón izquierdo cuando el cursor esté encima del modelo 3D. De entre todos los iconos que aparecen en la ventana emergente seleccione el de pieza para asignar la apariencia a todo el modelo. Observe cómo la esfera adopta el color azul y cómo en el **DisplayManager** aparece la apariencia asociada a la pieza.

2.3 Recursos educativos, portal de clientes y asistencia técnica



SolidWorks pone a disposición de sus clientes recursos educativos, un portal de clientes y una red de usuarios, además de la asistencia técnica, que facilitar el proceso de aprendizaje e intercambio de conocimiento.



Recursos de la comunidad de usuarios

Puede hacer preguntas y responder a otros usuarios sobre dudas relacionadas con las herramientas de SolidWorks. Para acceder pulse sobre **el Panel de tareas** y seleccione **Recursos SolidWorks** (**Comunidad**).

Portal de clientes

Puede usar recursos, soporte e información aportados por otros usuarios. Para acceder pulse sobre la pestaña **Recursos de SolidWorks** y en **Comunidad** pulse sobre **Portal del cliente** para iniciar la sesión. También puede consultar la web: www.solidworks.com/FAQ-CustomerCenter.

Red de grupos de usuarios de SolidWorks

Puede identificar un grupo de usuarios de SolidWorks de su zona y asistir a reuniones para compartir experiencias e intercambiar conocimientos. Para acceder pulse sobre la pestaña **Recursos de SolidWorks** y en **Comunidad** pulse sobre **Grupos de usuarios**.

Asistencia técnica

Desde **Recursos de SolidWorks** puede acceder a la asistencia técnica en **Empezar a trabajar**, **Información general**.



No es necesario instalar SolidWorks para acceder a la ayuda Web. En la barra de dirección del explorador, escriba http://help.solidworks.com, seleccione un idioma y un producto para ver su ayuda Web.

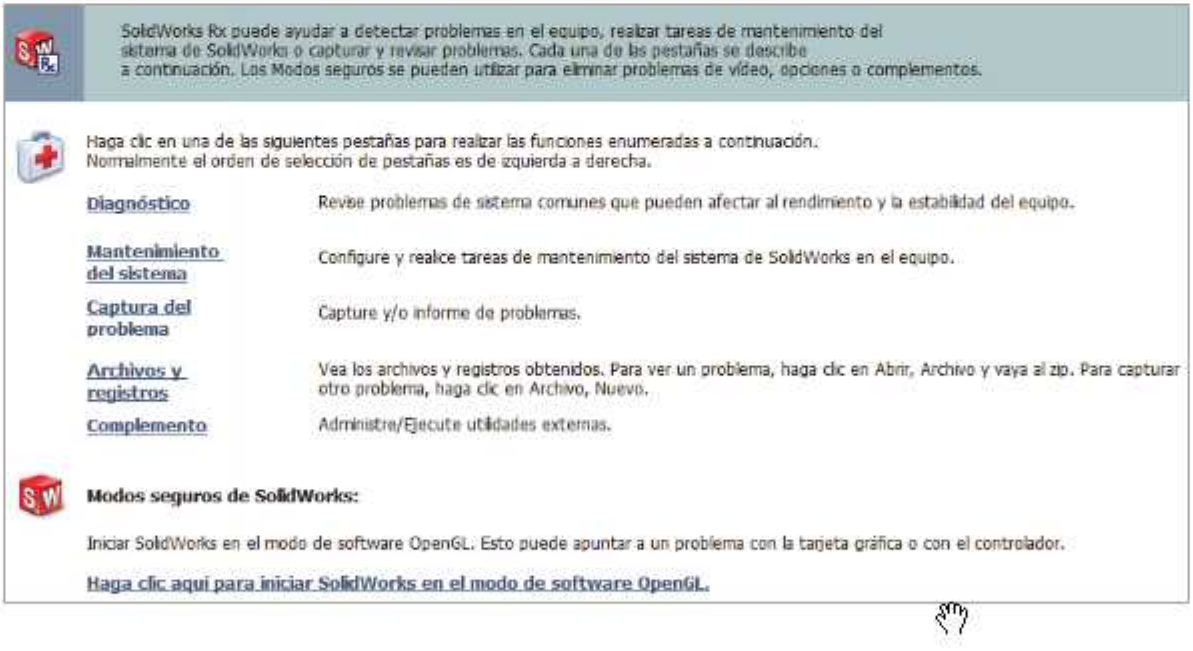
2.4 SolidWorks SX y actualización de licencias

Desde el Panel de tareas, Herramientas del SolidWorks accede a **SolidWorks Rx** y **Prueba comparativa de rendimiento**. La primera de las aplicaciones puede ayudarle a detectar problemas en su equipo, realizar tareas de mantenimiento del sistema de SolidWorks y revisar problemas de funcionamiento.

Desde **Diagnóstico** revisa problemas comunes de rendimiento y estabilidad del equipo. En **Captura de problema** se genera un informe con toda la información sobre el funcionamiento y los problemas observados.

Otras de las funcionalidades a destacar es la iniciación de SolidWorks en el modelo **OpenGL**, muy útil cuando se tienen problemas con la tarjeta gráfica.





Actualización de licencias (Service packs de SolidWorks)

Para comprobar si hay actualizaciones de SolidWorks pulse **Buscar actualizaciones** desde el Menú de persiana **Ayuda**. El Administrador de instalación comprueba si hay algo para descargar e instala actualizaciones. Si se encuentra una actualización, aparece el Administrador de instalación de SolidWorks.

Capítulo 3
Croquización

Introducción

El proceso de modelado tridimensional de una pieza, ya sea un sólido o una superficie, exige la definición previa de su contorno bidimensional (2D). Los contornos se dibujan es un plano de trabajo mediante las Herramientas de **Croquis**, **Acotación** y **Relaciones Geométricas**.

En este capítulo estudiarán los diferentes procedimientos de creación de un croquis, las Herramientas de **Croquización** y la forma de **Agregar Relaciones Geométricas** entre sus entidades. La **Acotación** del croquis es otro aspecto importante que se aborda en el presente capítulo.

Finalmente, se incluye una **Práctica guiada** de ejemplo para poner en práctica la inserción de relaciones geométricas y repasar algunos de los conceptos descritos.

Contenido

- Etapas en la definición y edición de un croquis.
- Herramientas de **Croquizar** y personalizar la Barra de Croquis.
- Cursor cambiante, **Enganches** y otras **Relaciones automáticas de croquis**.
- **PropertyManager** de **Relaciones Geométricas manuales**.
- **Acotación** de croquis.
- **Práctica guiada**.

Objetivos

- Saber las ventajas e inconvenientes en la creación de croquis complejo o sencillo.
- Enumerar las distintas etapas y procedimientos en la creación de un croquis.
- Conocer los procedimientos manuales y automáticos de creación de relaciones geométricas de posición entre entidades de un croquis.
- Conocer la importancia de tener los croquis completamente definidos dimensional y geométricamente.
- Enumerar las distintas herramientas de acotación de un croquis.

3.1 Introducción

Todo proceso de creación de un modelo tridimensional requiere la definición inicial de un croquis en 2D al que se le dota de una tercera dimensión para obtener un sólido o superficie en tres dimensiones.

La creación de un modelo 3D exige la definición previa de un contorno en 2D. Los contornos se crean mediante las **Herramientas de Croquización** sobre un **Plano** previamente seleccionado. A continuación deben ser definidos geométricamente mediante la **Acotación** (dimensional y angular) y/o la **Agregación de Relaciones Geométricas** entre entidades del propio croquis (concentricidad, tangencia, etc.).

Todo proceso de creación de un modelo tridimensional requiere de cuatro etapas mínimas:

1. Selección de un **Plano** de trabajo.
2. **Croquización** de la geometría bidimensional del objeto.
3. **Acotación** e inserción de **Relaciones Geométricas.**
4. Creación de la **Operación tridimensional** (**Extrusión**, **Revolución**, etc.).

Las tres primeras etapas se corresponden a la definición del croquis 2D. La última de las etapas forma parte de la definición tridimensional. No es preciso seguir el mismo orden sino que puede empezar, en algunos casos, por la selección de una herramienta de croquización y posteriormente definir el plano de trabajo. O pulsar sobre un tipo de operación tridimensional, seleccionar un plano de trabajo y posteriormente croquizar el perfil bidimensional.

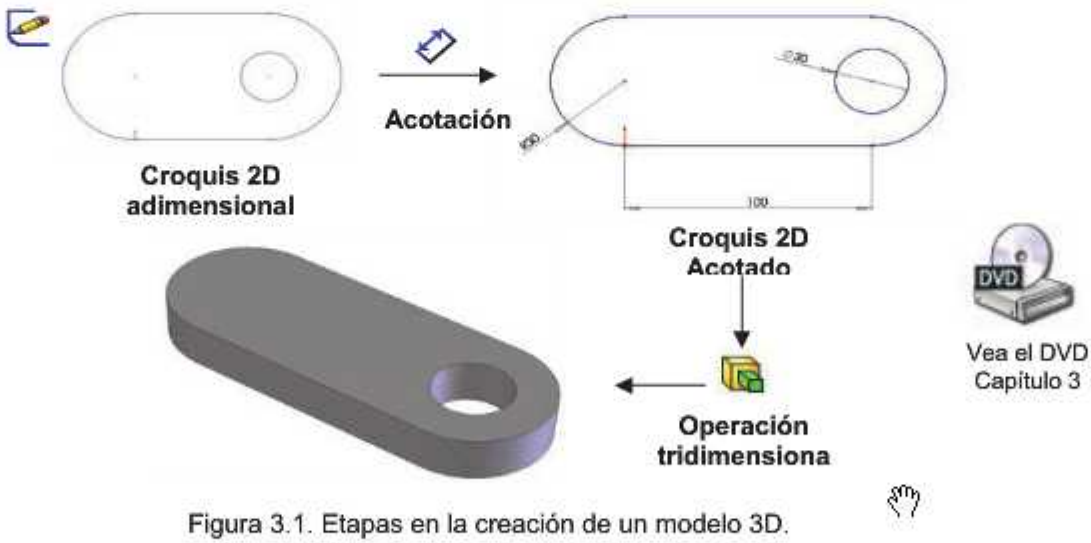


Figura 3.1. Etapas en la creación de un modelo 3D.

3.2 Creación de croquis

Dispone de tres formas diferentes de crear un croquis antes de seleccionar la Operación 3D para obtener la geometría tridimensional: Iniciar el croquis seleccionando el Plano de Trabajo, Iniciar el croquis seleccionando una Herramienta de Croquización o Iniciar el proceso seleccionando directamente una Operación tridimensional.

3.2.1 Iniciar el croquis seleccionando un Plano de Trabajo

1. Pulse la opción **Nuevo** del Menú persiana **Archivo** o sobre el icono **Nuevo**. Seleccione **Pieza** y pulse **Aceptar**.

2. Seleccione un **Plano de trabajo** (**Alzado**, **Planta** o **Vista lateral**) desde el **Gestor de diseño**. Pulse sobre **Normal a** para visualizarlo en verdadera magnitud.

3. Pulse sobre el icono de **Croquis** desde la Barra de Herramientas **Croquis** o desde el Menú de persiana **Insertar, Croquis**. Seleccione la Herramienta de **Croquizar** deseada (**Línea**, **Círculo**, **Rectángulo**, etc.). Croquice el contorno sin tener en cuenta las dimensiones exactas del mismo.

4. Pulse **Cota Inteligente** desde la Barra de Herramientas de **Croquización** o desde **Cotas/Relaciones**. Acote cada uno de las dimensiones de su croquis.

5. Pulse sobre cualquier **Operación** tridimensional activa. Por ejemplo **Extruir**.

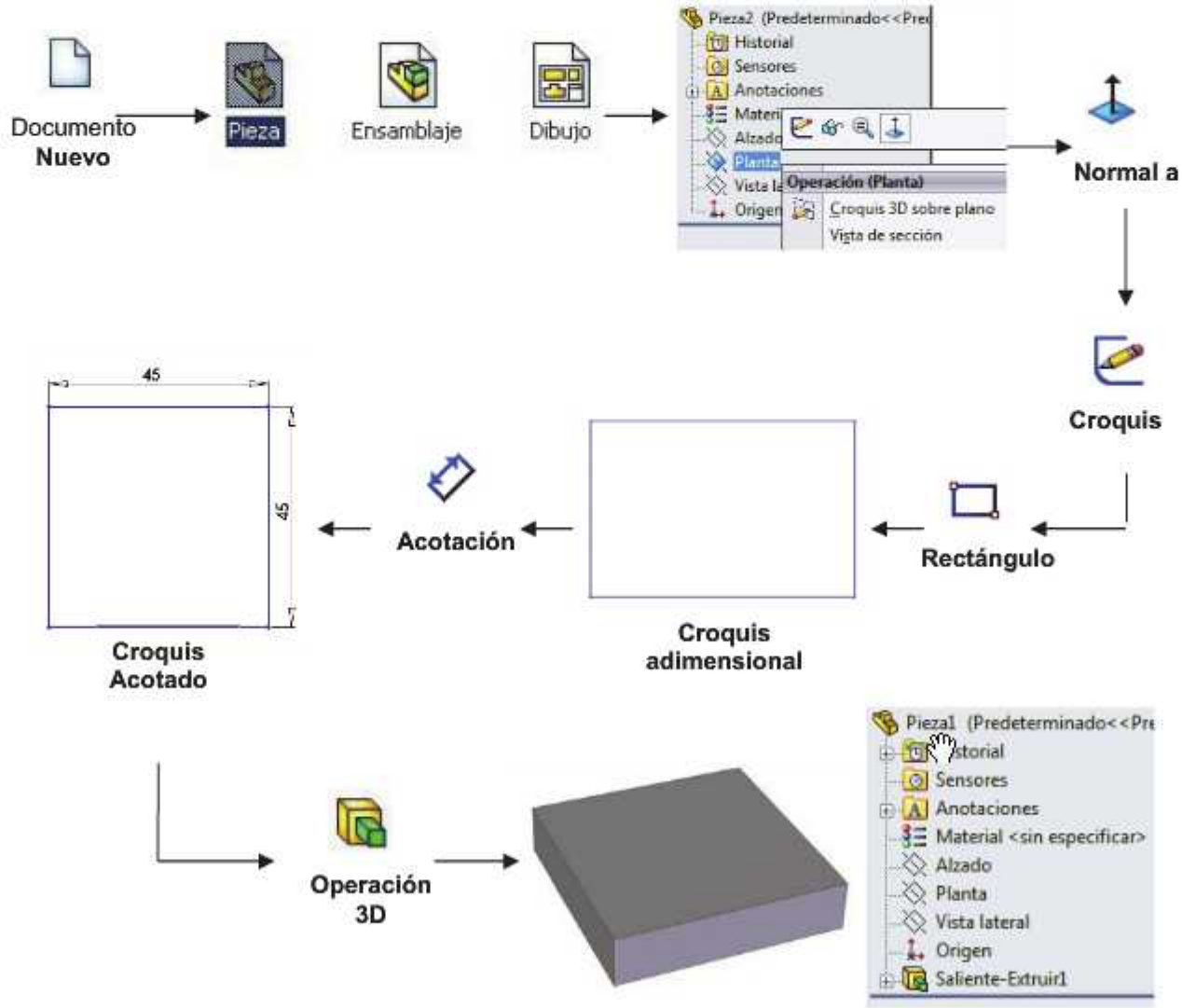


Figura 3.2. Iniciar croquis seleccionando un Plano de Trabajo 3D.

3.2.2 Iniciar el croquis seleccionando una Herramienta de Croquización

1. Pulse la opción **Nuevo** del Menú persiana **Archivo** o sobre el icono **Nuevo**. Seleccione **Pieza** y pulse **Aceptar**.

2. Pulse sobre el icono de **Croquis** desde la Barra de Herramientas **Croquis** o desde el Menú de persiana **Insertar, Croquis**. Seleccione la Herramienta de **Croquizar** deseada (**Línea, Círculo, Rectángulo**, etc.).

3. Seleccione uno de los **Planos de trabajo** predefinidos (**Alzado**, **Planta** o **Vista lateral**) desde la **Zona de Gráficos** pulsando sobre el mismo con el botón izquierdo del ratón y pulse **Normal a** para visualizarlo en verdadera magnitud. Croquice el perfil o contorno 2D con la Herramienta de Croquis seleccionada. No tenga en cuenta las medidas.

4. Pulse **Cota Inteligente** desde la Barra de Herramientas de **Croquización** o desde **Cotas/Relaciones**. Acote cada uno de las dimensiones de su croquis.

5. Pulse sobre cualquier **Operación** tridimensional activa. Por ejemplo **Extruir**.

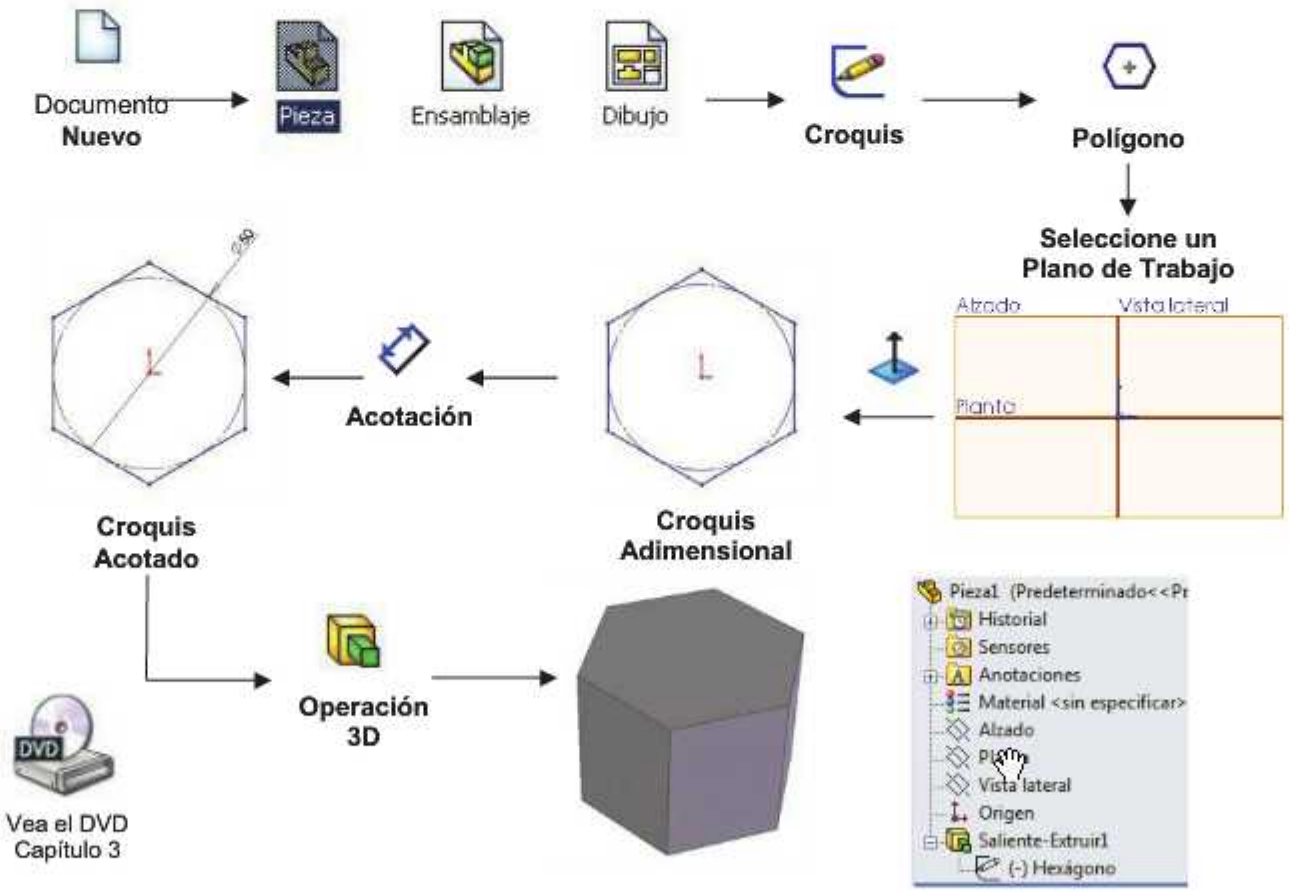


Figura 3.3. Iniciar croquis seleccionando una Herramienta de croquización.

Observe como después de crear la operación tridimensional aparece en el **Gestor de Diseño** la **Operación Extruir**. Si pulsa sobre el símbolo **+** puede expandir la operación y ver su dependencia con el croquis.

3.2.3 Iniciar el proceso seleccionando directamente una operación tridimensional

1. Pulse la opción **Nuevo** del Menú persiana **Archivo** o sobre el icono **Nuevo**.

2. Seleccione **Pieza** y pulse **Aceptar**.

3. Pulse **Extruir** o **Revolución** desde la Barra de Herramientas de **Operaciones** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Operaciones**.

4. Seleccione uno de los **Planos de trabajo** predefinidos (**Alzado**, **Planta** o **Vista lateral**) desde la **Zona de Gráficos** pulsando sobre el mismo con el botón izquierdo del ratón y pulse **Normal a** para verlo en verdadera magnitud. Pulse sobre el icono de **Croquis** desde la Barra de Herramientas **Croquis** o desde el Menú de Persiana **Insertar, Croquis**. Seleccione la Herramienta de **Croquizar** deseada (**Línea**, **Círculo**, **Rectángulo**, etc.).

5. Croquice el perfil o contorno 2D. Pulse **Cota Inteligente** desde la Barra de Herramientas de **Croquización** o desde **Cotas/Relaciones**. Acote cada uno de las dimensiones de su croquis.

6. Pulse sobre cualquier **Operación** tridimensional activa. Por ejemplo **Revolución** y seleccione un **Eje** para su creación.

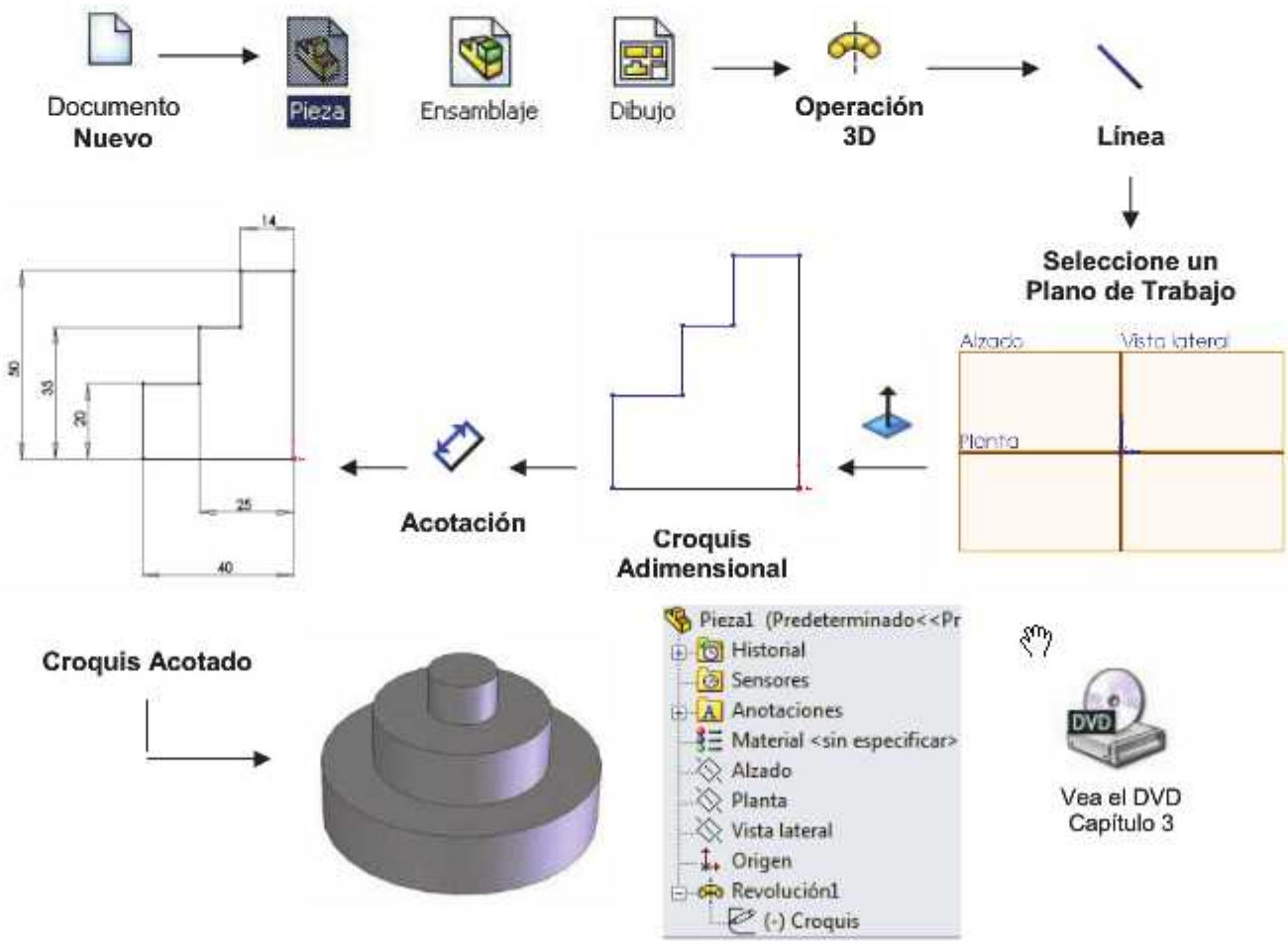


Figura 3.4. Iniciar el proceso seleccionando directamente una Operación tridimensional.

3.2.4 Edición de croquis

Las Operaciones tridimensionales realizadas pueden ser editadas para modificar la propia Operación o el Croquis que la define.

Para modificar un croquis de una Operación pulse con el botón secundario del ratón sobre el nombre de la operación desde el **Gestor de Diseño** y seleccione **Editar Croquis**. Modifique la acotación o la propia geometría del contorno y seleccione la Herramienta **Reconstruir** desde la Barra de Herramientas **Estándar**. La herramienta **Reconstruir** regenera el modelo a partir de los cambios efectuados.

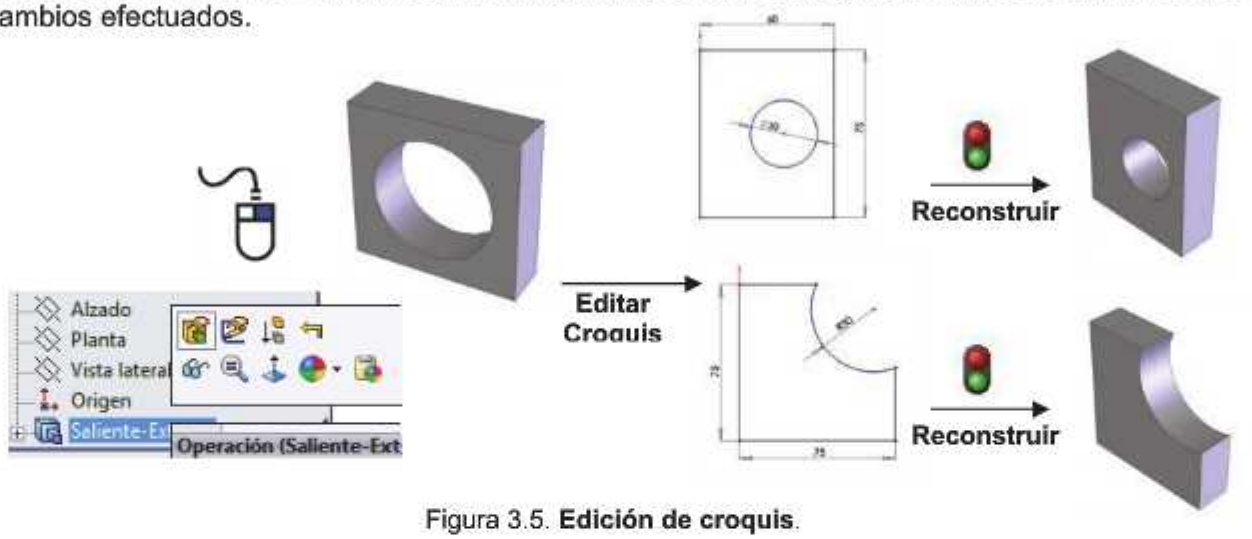


Figura 3.5. **Edición de croquis**.

3.3 Complejidad o sencillez del croquis

Cualquier modelo tridimensional se define mediante un Croquis y una o varias Operaciones tridimensionales. Es posible realizar un modelo 3D con un Croquis complejo, con todos los detalles, y una única Operación tridimensional. O realizar un croquis sencillo y varias operaciones 3D para su total definición.

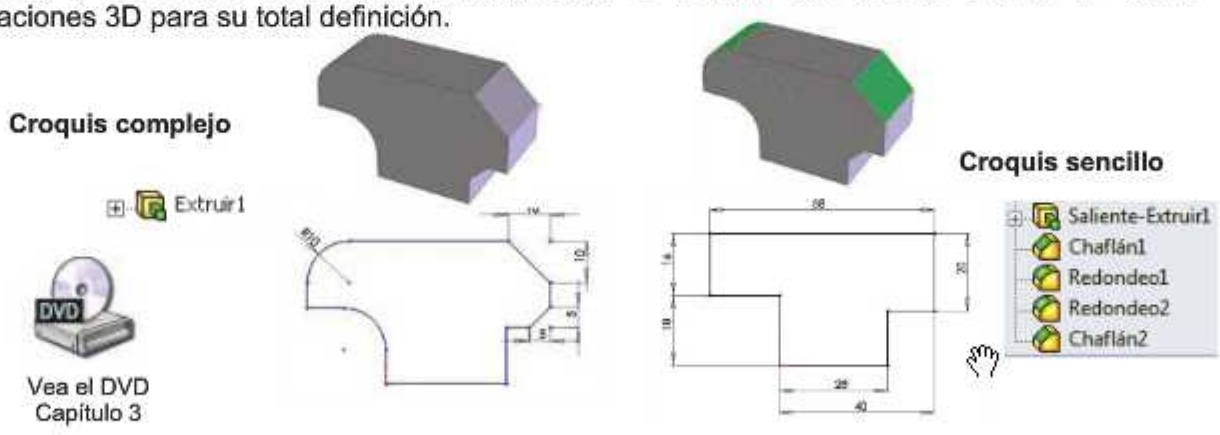


Figura 3.6. Complejidad o sencillez del croquis.

Los croquis complejos tienen la ventaja de emplear menos tiempo de reconstrucción y ser más ágiles que las operaciones en 3D, sin embargo son más difíciles de dibujar y requieren de mayor tiempo de definición. Lo normal es combinar un croquis de complejidad media con operaciones 3D, que aunque requieren mayor tiempo de reconstrucción facilitan la tarea de diseño.

3.4 Herramientas de croquizar

SolidWorks® dispone de más de 40 herramientas para croquizar los contornos bidimensionales. Algunas de ellas se encuentran en la Barra de Herramientas de **Croquis** y en el Menú de Persiana **Herramientas**, **Entidades de croquis**.

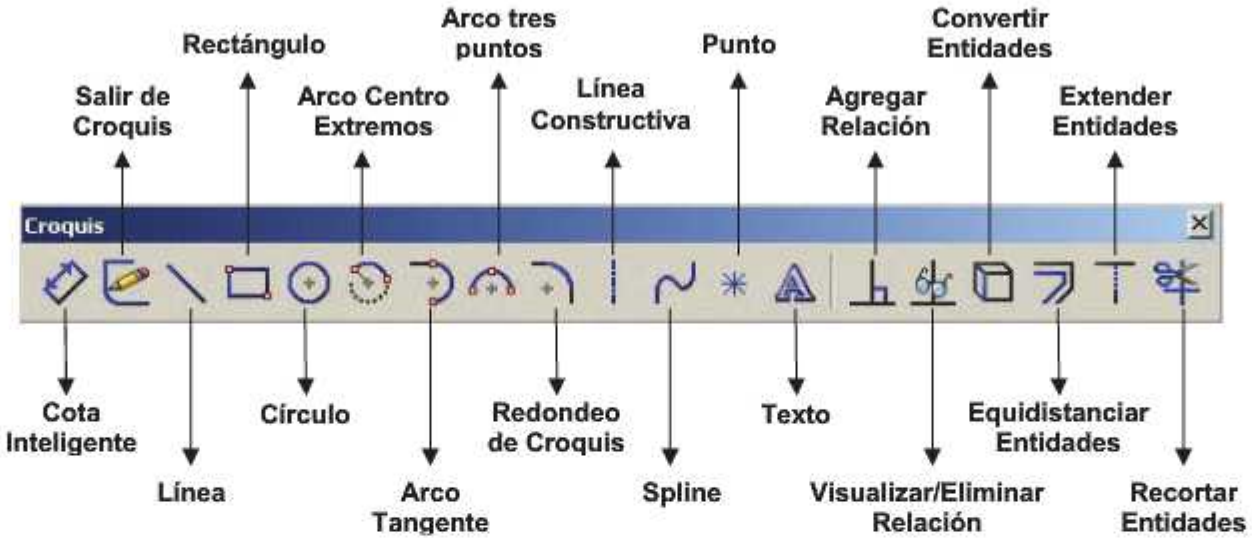


Figura 3.7. Barra de Herramientas de **Croquis**.

Por la gran cantidad de **Herramientas de croquizar** la Barra de Herramientas de **Croquis** tan solo dispone de algunas de ellas. Si desea agregar algún icono a la Barra de Herramientas de **Croquis** pulse sobre el Menú de Persiana **Herramientas**, **Personalizar**, **Comandos** y seleccione **Croquis**. Puede arrastra con el botón izquierdo del ratón los iconos deseados hasta la **Barra de Operaciones** de su escritorio.

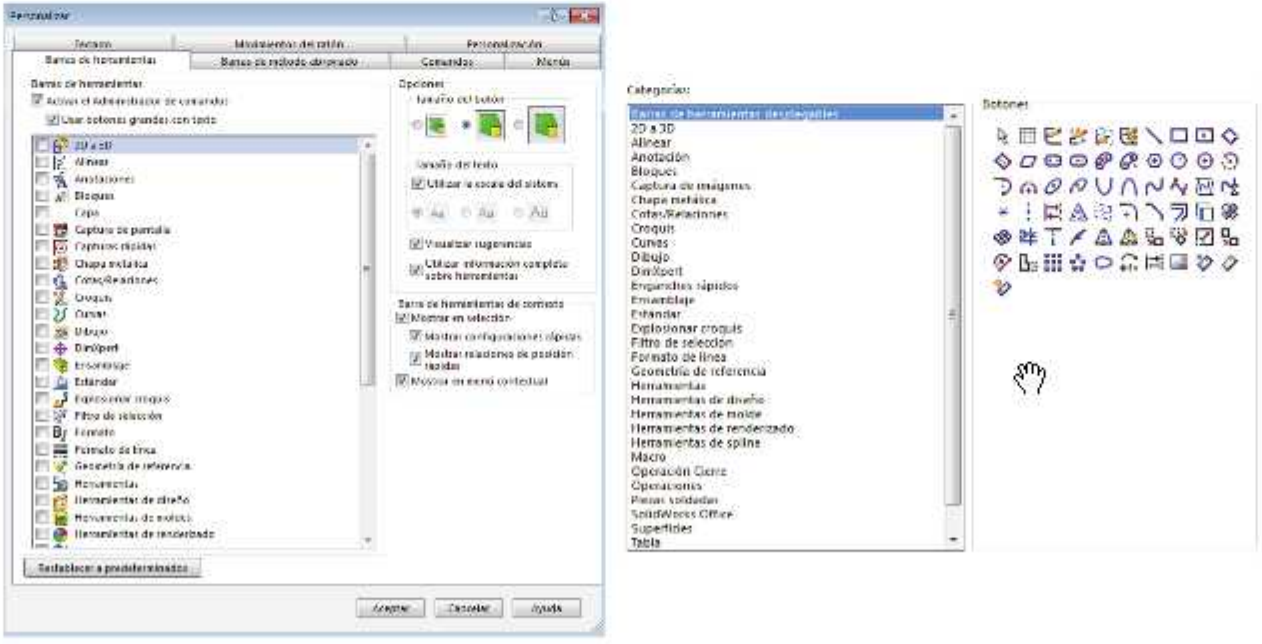


Figura 3.8. Personalizar Barras de Herramientas de **Croquis**.

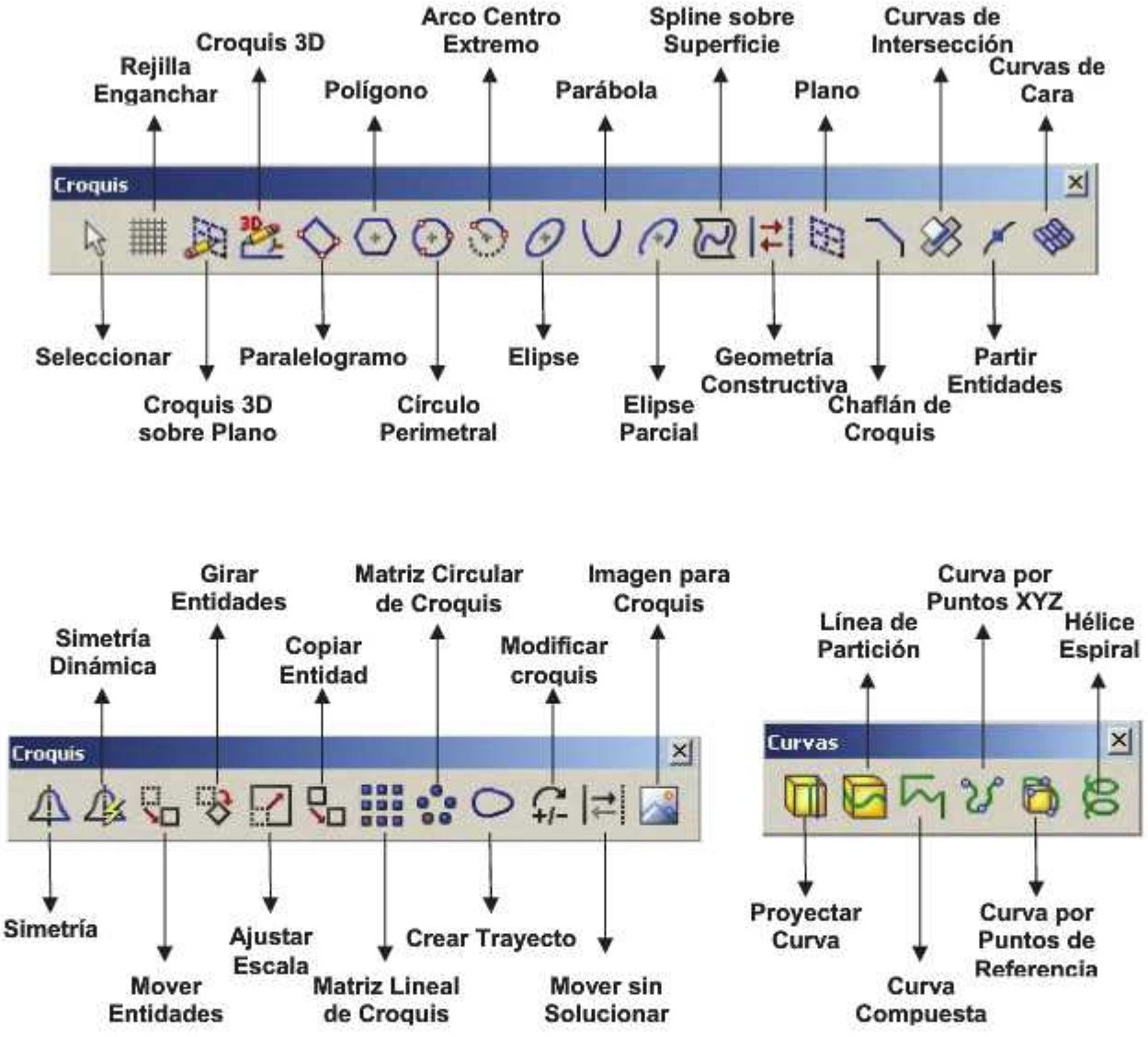


Figura 3.9. Barras de Herramientas de **Croquis**.

3.5 Elementos comunes de las Herramientas de croquizar

Elementos de croquis comunes a todas las Herramientas son las **Líneas de inferencia**, el aspecto cambiante del **Cursor**, los **Enganches de croquis**, las **Relaciones** y el **PropertyManager** de definición de croquis.

3.5.1 Las inferencias y el aspecto cambiante del cursor

Son las **líneas discontinuas** que aparecen durante el uso de las Herramientas de **Croquis**. Avisan de la ubicación de puntos de referencia respecto de otras entidades dibujadas o del origen de coordenadas (punto final, punto medio, horizontal, vertical, origen, etc.).

El **Cursor** puede presentar diferentes aspectos que indican la herramienta activa en ese momento y las posibles **Relaciones de Referencia Geométrica** disponible.

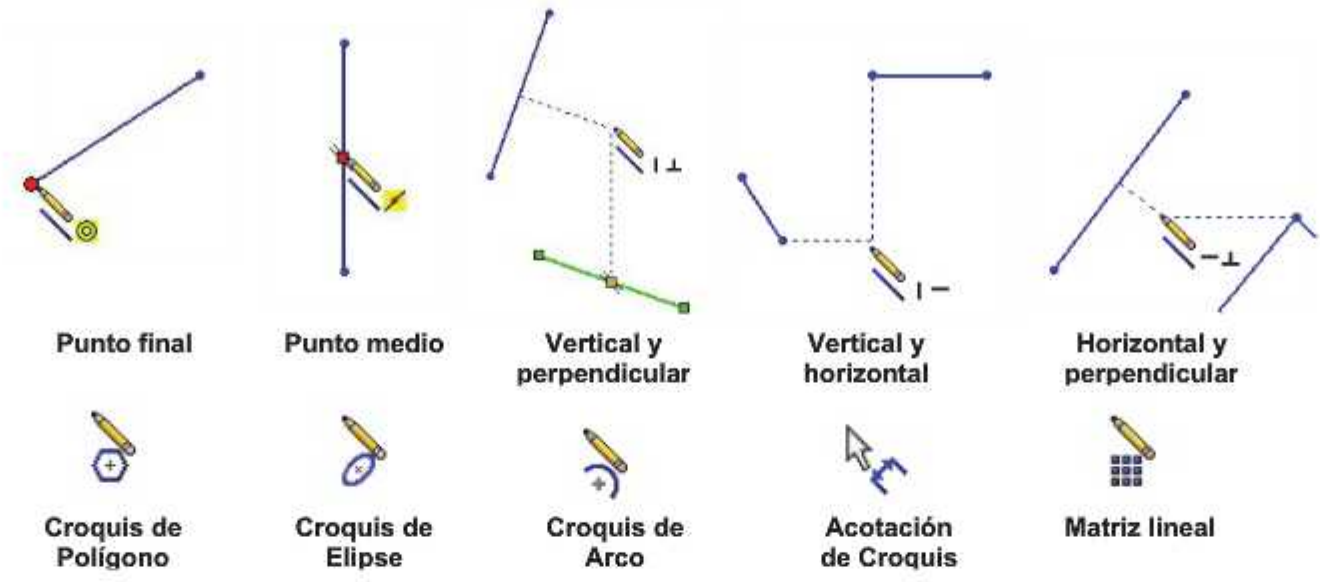


Figura 3.10. **Líneas de inferencia** y **aspecto del cursor**.

3.5.2 Enganches de croquis

Permite crear relaciones geométricas automáticas entre entidades de croquis. A medida que desplaza el cursor por la **Zona de Gráficos**, **Solid**Works® indica las posibles relaciones respecto del resto de entidades croquizadas. Si pulsa con el botón izquierdo justo en ese momento agrega la relación a la nueva entidad dibujada. Para activar la opción **Enganche** pulse sobre el Menú de Persiana **Herramientas**, **Opciones**, **Opciones del sistema**, **Relaciones/Enganches**.

3.5.3 Relaciones

Las relaciones creadas con **Enganche** o insertada entre dos elementos de un croquis se visualizan desde la **Zona de Gráficos** con un pequeño símbolo cercano a la misma. Para Visualizar las anotaciones de Referencia pulse **Relaciones de Croquis** desde el Menú de Persiana **Ver**.

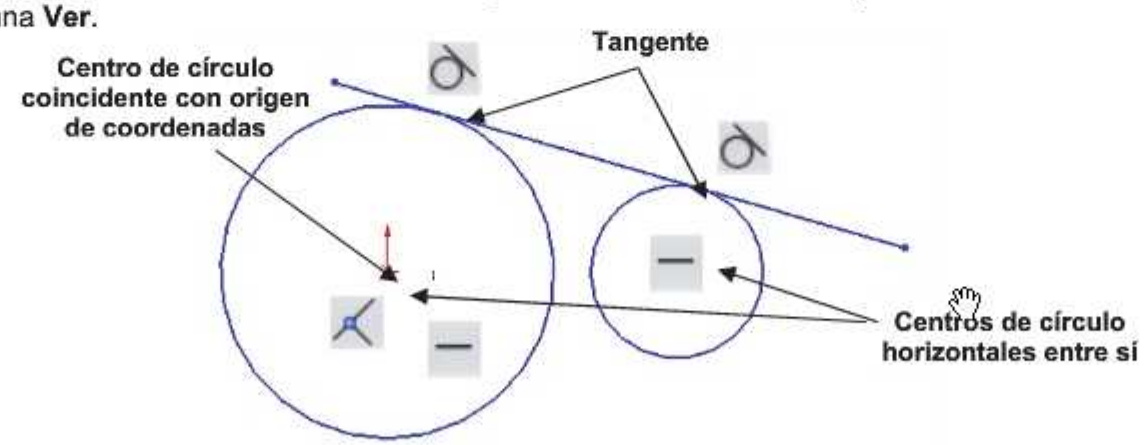


Figura 3.11. Visualizar relaciones.

Para configurar las **Relaciones Geométricas automáticas** pulse en el Menú de Persiana **Herramientas**, **Configuraciones de croquis**, **Relaciones automáticas** o en **Herramientas**, **Opciones**, **Opciones del sistema**, **Relaciones/Enganches**, **Relaciones automáticas**.

3.5.4 PropertyManager

En el **PropertyManager** puede definir las entidades de croquis dibujadas y ver las **Relaciones existentes**, **Agregar relaciones** nuevas, especificar **Parámetros** constructivos y **Parámetros adicionales**. El contenido del **PropertyManager** es diferente en cada una de las funciones de croquis pero mantiene el mismo formato en todos los casos.

Para abrir el **PropertyManager** de una entidad de croquis dibujada seleccione la entidad desde la **Zona de Gráficos**. Se activa automáticamente **PropertyManager** en el lugar ocupado por el **Gestor de Diseño**.

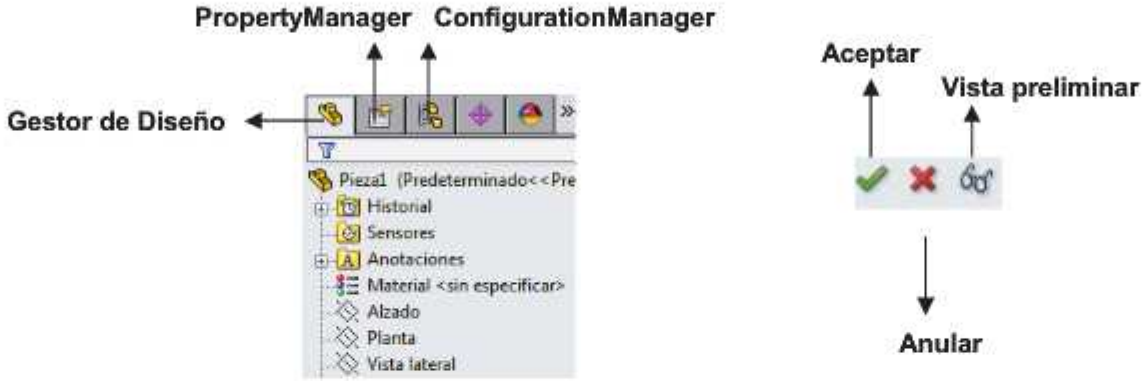


Figura 3.12. **PropertyManager**.

Relaciones existentes

Se incluyen las relaciones creadas automáticamente con los enganches al croquizar o las introducidas de forma manual. Si selecciona alguna de las relacione incluidas puede visualizarla en la **Zona de Gráficos**.

En **Información** puede ver el estado del croquis (**completamente definido**, **Insuficientemente definido**, etc.).

Agregar Relaciones

En función de las entidades de croquis seleccionadas puede agregar alguna de la **Relaciones** contenidas en **Agregar Relaciones**. En función de las entidades de croquis seleccionadas aparecen unas u otras posibles relaciones.

Parámetros

En **Parámetros** y **Parámetros adicionales** puede definir las características constructivas de la entidad seleccionada. En el Caso de un círculo puede indicar las coordenadas del centro del mismo y su radio.

Para cada entidad de croquis seleccionada los **Parámetros** y **Parámetros adicionales** son diferentes.



3.6 Herramientas de croquizar

Dispone de Herramientas que permiten croquizar elementos como línea, arco, arco tangente, arco por tres puntos, circunferencia, spline, punto, eje de simetría, convertidor de entidades, simetría, empalme, alargar, elipse, texto, chaflán, parábola, equidistancia, polígono, recortar y matriz polar y rectangular, entre otras.

3.6.1 Línea

Croquiza una **Línea**. Para su construcción las etapas que debe seguir son:

1. Seleccione un **Plano de trabajo** desde el **Gestor de Diseño** o desde cualquier **Plano** o **Cara** y pulse **Normal a** para verlo en verdadera magnitud.

2. Pulse **Línea** desde la Barra de Herramientas de **Croquis** o desde el Menú de Persiana **Herramientas**, **Entidades de croquis**, **Línea**.

3. Pulse con el botón izquierdo del ratón sobre la **Zona de Gráficos** dónde desee empezar la línea y arrastre el cursor con el botón izquierdo pulsado. Al soltar el botón izquierdo finaliza el segmento de línea. También puede pulsar una vez para indicar el punto inicial y una segunda vez para indicar el final.

   Observe la aparición de **Líneas de interferencia** y **Enganches** para tomar relaciones geométricas con el origen de coordenadas o con el resto de entidades ya dibujadas.

4. Para terminar con el croquis de **Línea** pulse **Salir del Croquis** desde la Barra de Herramientas **croquis**.

Puede editar las líneas creadas y modificar la longitud, su posición, pendiente y otras características pulsando con el icono de **Seleccionar** y arrastrando la entidad creada. Además puede modificar los **Parámetros** y **Parámetros avanzados** del **PropertyManager** de **Línea**.

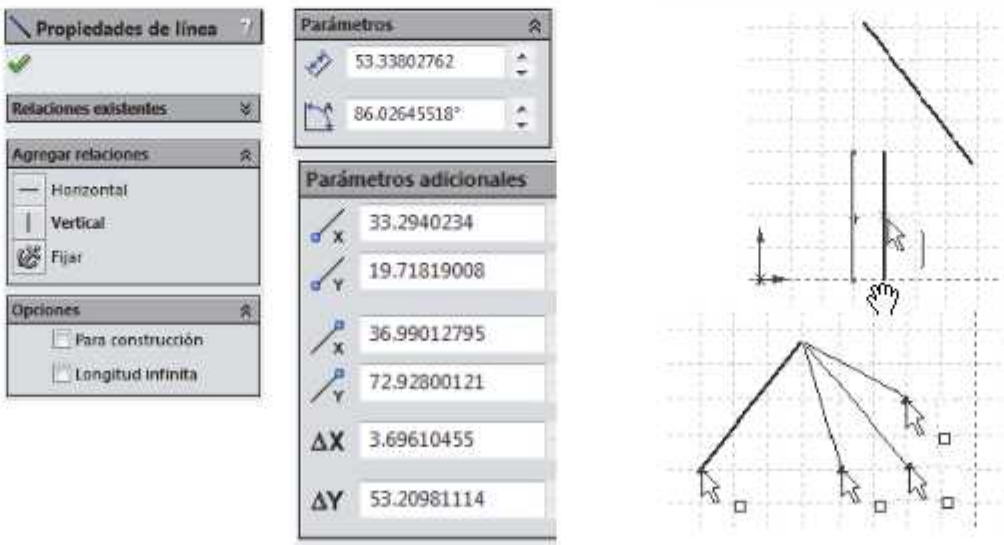


Figura 3.13. **PropertyManager** de **Línea**.

3.6.2 Rectángulo



Croquiza un **Rectángulo** indicando los dos puntos de las esquinas de la diagonal. Durante su creación se agregan de forma automática las **Relaciones** de **vertical** y **horizontal**. Para su construcción las etapas que debe seguir son:

1. Seleccione un **Plano de trabajo** desde el **Gestor de Diseño** o desde cualquier **Plano** o **Cara** y pulse **Normal a** para verlo en verdadera magnitud.

2. Pulse **Rectángulo** desde la Barra de Herramientas de **Croquis** o desde el Menú de Persiana **Herramientas**, **Entidades de croquis**, **Rectángulo**.

3. Pulse con el botón izquierdo del ratón sobre la **Zona de Gráficos** dónde desee crear la primera esquina de la diagonal del **Rectángulo**. Mueva el cursor hasta localizar la segunda esquina. Observe la aparición de **Líneas de interferencia** y **Enganches** para tomar relaciones geométricas con el origen de coordenadas o con el resto de entidades ya dibujadas.

4. Para terminar con el croquis del **Rectángulo** pulse **Salir del Croquis** desde la Barra de Herramientas **croquis**.

Puede editar cada una de las cuatro líneas que forman el rectángulo y modificar sus **Parámetros** y **Parámetros Avanzados**. Observe que cada una de las rectas contiene una relación geométrica de **Horizontal** o **Vertical**.

3.6.3 Círculo



Croquiza un **Círculo** indicando su centro y su radio. Para su construcción las etapas que debe seguir son:

1. Seleccione un **Plano de trabajo** desde el **Gestor de Diseño** o desde cualquier **Plano** o **Cara** y pulse **Normal a** para verlo en verdadera magnitud.

2. Pulse **Círculo** desde la Barra de Herramientas de **Croquis** o desde el Menú de Persiana **Herramientas**, **Entidades de croquis**, **Círculo**.

3. Pulse con el botón izquierdo del ratón sobre la **Zona de Gráficos** dónde localizar el centro del **Círculo**. Mueva el cursor para agrandar el diámetro del mismo y pulse sobre el botón izquierdo de ratón para crearlo.

4. Para terminar con el croquis del **Círculo** pulse **Salir del Croquis** desde la Barra de Herramientas **Croquis**.

Puede editar las coordenadas del **Centro** (X,Y) además de su **Diámetro** desde el **PropertyManager** de **Círculo**. Además, si selecciona la entidad y pulsa sobre el centro de la misma puede desplazarla. Al pulsar en la parte exterior y arrastrar puede incrementar o reducir el diámetro manteniendo la posición (X,Y).



En **Herramientas**, **Opciones del Sistema**, **Rejilla/Enganches** puede definir las características de la **Rejilla**.

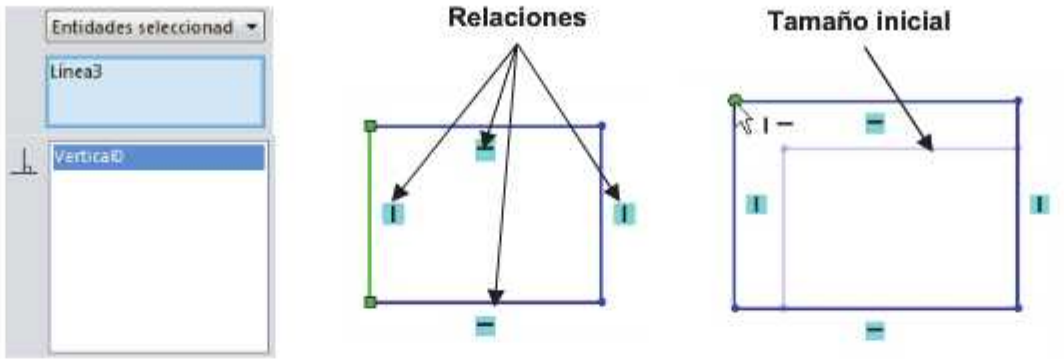


Figura 3.14. Relaciones del **Rectángulo** y arrastre de uno de sus vértices.

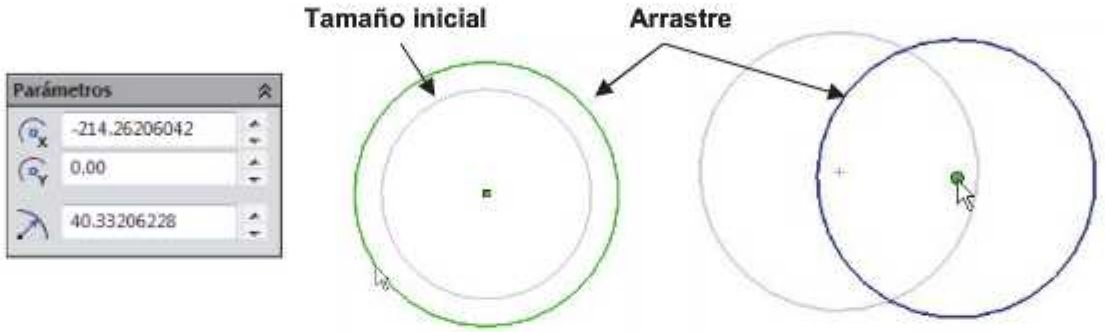


Figura 3.15. **PropertyManager** de **Círculo**. Arrastre del perímetro y del centro.

3.6.4 Arco tres puntos y Arco centro y extremos



Crea un **Arco de circunferencia** por la definición de tres puntos o por el centro y los dos extremos del mismo. Para su construcción seleccione un plano de trabajo y pulse **Arco tres puntos** o **Arco centro y extremos** desde la Barra de Herramientas de **Croquis** o desde el Menú de Persiana **Herramientas, Entidades de croquis.**

Arco tres puntos. Pulse con el botón izquierdo del ratón sobre la **Zona de Gráficos** para indicar el punto inicial y final del arco. A continuación mueva el cursor para definir el **Radio** y **Centro del arco**.

Arco centro y extremos. Pulse el botón izquierdo del ratón sobre la **Zona de Gráficos** para indicar el **Centro** y posteriormente los **dos Extremos** del **Arco de circunferencia.**

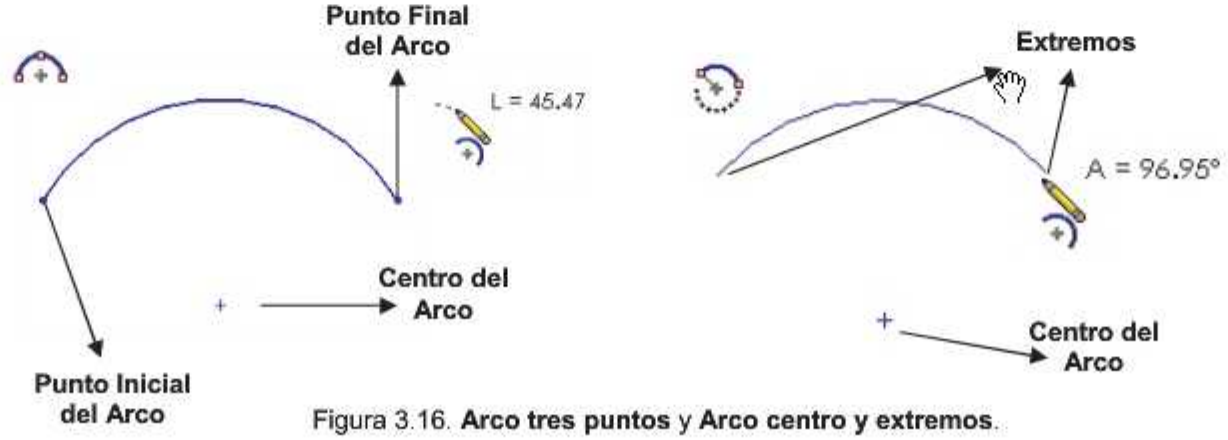


Figura 3.16. **Arco tres puntos** y **Arco centro y extremos**.

3.6.5 Arco Tangente

Crea un **Arco** que es **tangente** a una entidad de croquis previamente dibujada. Observe la aparición de la **Relación de tangencia** entre el **Arco tangente** creado y la entidad de enganche inicial.

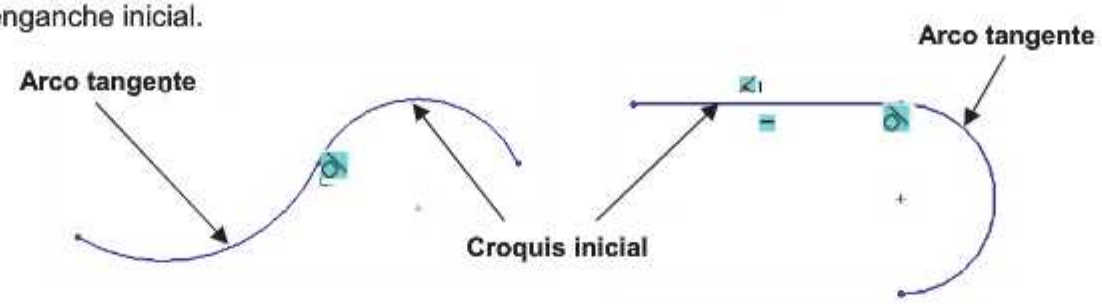


Figura 3.17. **Arco tangente**. Arco tangente con otro arco y con una recta.

Para su construcción pulse **Arco tangente** desde la Barra de Herramientas de **Croquis** o desde el Menú de Persiana **Herramientas**, **Entidades de croquis**. Pulse con el botón izquierdo del ratón sobre el punto de enganche (punto final) de la entidad a la que desee que sea tangente. Arrastre el cursor para definir el **Radio** del **Arco**.

Puede modificar el **Centro** o el **Radio** del **Arco tangente** con solo seleccionarlo y arrastrar sobre la **Zona de Gráficos**. Observe como la **Relación de tangencia** se mantiene durante toda la operación de edición.

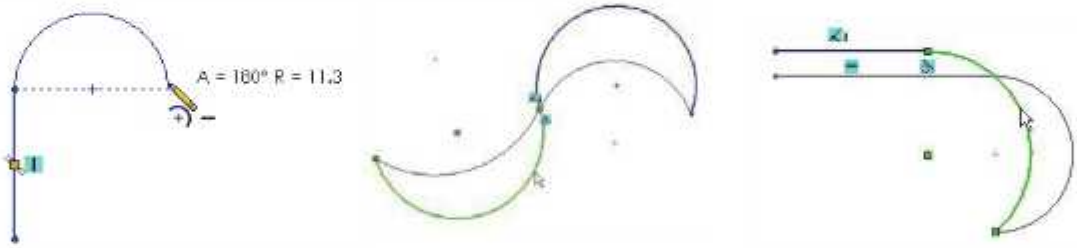


Figura 3.18. Creación y Arrastre del **Arco Tangente** creado.

3.6.6 Elipse

Crea una **Elipse** completa por la definición de su centro y los ejes mayor y menor. Para su construcción seleccione un plano de trabajo y pulse **Elipse** desde la Barra de Herramientas de **Croquis** o desde el Menú de Persiana **Herramientas**, **Entidades de croquis**.

Pulse con el botón izquierdo del ratón sobre la **Zona de Gráficos** para definir el centro de la **Elipse**. Desplace el cursor para indicar el **Eje mayor**, pulse botón izquierdo y vuelva a mover el cursor para definir el **Eje menor**.



Figura 3.19. **Elipse**.

3.6.7 Parábola

Croquiza una parábola a partir de la definición de su **Foco** y su **Extensión**. Para su construcción seleccione un plano de trabajo y pulse **Parábola** desde la Barra de Herramientas de **Croquis** o desde el Menú de Persiana **Herramientas**, **Entidades de croquis**.

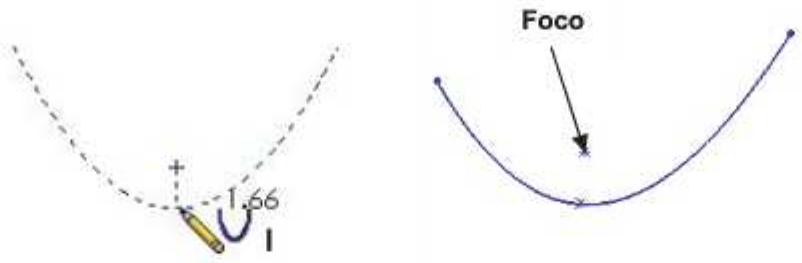


Figura 3.20. **Parábola**.

Pulse con el botón izquierdo del ratón sobre la **Zona de Gráficos** para ubicar el foco de la **Parábola** y arrastre para agrandarlo. Pulse sobre la **Parábola** y arrástrela para indicar su alcance.

3.6.8 Polígono

Permite definir un **Polígono** a partir de su diámetro inscrito o circunscrito y el número de lados.



En su construcción debe seleccionar un **Plano de trabajo** y pulsar sobre **Polígono**. Observe que se activa el **PropertyManager** de **Polígono**. Indique el **Centro** sobre la **Zona de Gráficos** y arrastre el cursor para definir su **Diámetro**.

Desde el **PropertyManager** indique el **Número de lados**, el **Diámetro** y su valor (inscrito o circunscrito) y las coordenadas (X,Y) de su **Centro**. En **Ángulo** defina el ángulo de rotación de sus lados respecto el eje de ordenadas. Pulse en **Nuevo polígono** para crear un polígono nuevo dentro de la misma orden.

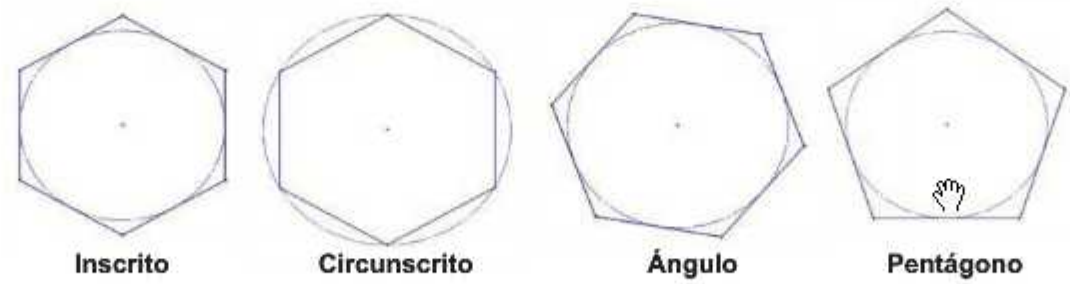


Figura 3.21. Comando **Polígono**.

Recuerde que para **Insertar Nuevos iconos sobre la Barra de Herramientas de croquis** debe pulsar sobre el menú de Persiana **Herramientas**, **Personalizar**, **Comandos** y **Croquis**. Arrastre los iconos deseados desde la **Ventana de Comandos** hasta su Barra de Herramientas. Para quitar iconos de su Barra de Herramientas siga el mismo proceso pero arrastrando los iconos hasta la **Ventana de Comandos**.

3.6.9 Texto

Permite crear un **Texto** con las características de un croquis para realizar operaciones como **Extruir** o **Cortar Extruir**. El **Texto** puede ser horizontal o guiado a lo largo de una **Arista** o **Curva**. Puede crearlo sobre un **Plano de trabajo** o una **Cara** plana de un modelo 3D.



Texto de croquis **Texto Extruido** **Texto Extruir-corte**

Figura 3.22. **Texto de croquis. Extrusión** y **Extrusión corte** de texto.

Para crear un **Texto** de croquis debe seleccionar un **Plano de trabajo** y pulsar sobre el icono de **Texto**.

Observe que se activa el **PropertyManager**. En la **Ventana de Texto** escriba el texto a crear y defina su **Factor de ancho**, **Separación** y **Fuente**.



En la **Ventana Curvas** puede indicar cualquier **Arista**, **Curva** o **Spline** desde la **Zona de Gráficos** para que el texto se adapte a su recorrido.



Figura 3.23. **Texto de croquis** a lo largo de una curva.

Pulse **Aceptar** para crear el **Texto** en la **Zona de Gráficos**. Para su centrado pulse sobre el punto localizado en la parte inferior izquierda del mismo y desplácelo hasta el lugar deseado. También puede acotarlo.

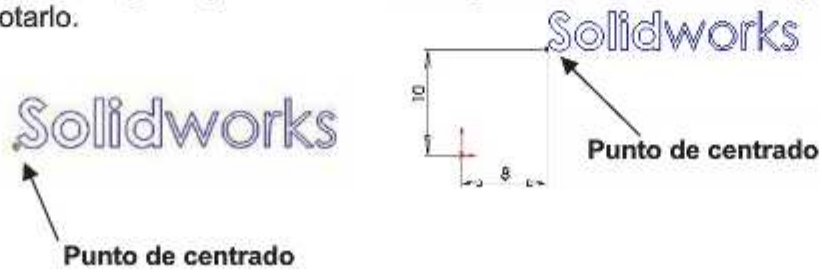
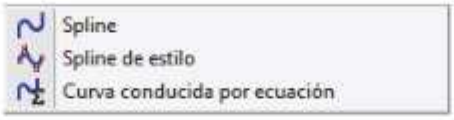
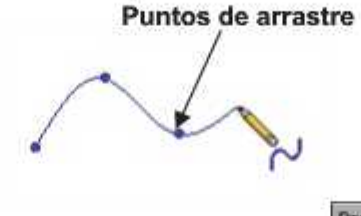


Figura 3.24. **PropertyManager** y centrado de **Texto**.

3.6.10 Spline

Crea una **Spline** de múltiples puntos con **Asas de arrastre** para su definición. Las curvas **Splines** se dibujan a trozos y se emplean para definir formas complejas. Su representación y su fácil tratamiento gráfico las hacen muy útiles en la representación de formas complejas. También es posible su definición a partir de ecuaciones.





En su construcción debe seleccionar un **Plano de trabajo** y pulsar sobre **Spline**. Indique los puntos de definición de la curva **Spline** pulsando con el botón izquierdo del ratón sobre la **Zona de Gráficos**. Cada vez que pulse el botón izquierdo crea un **Punto o Asa de arrastre** para su definición. Al terminar vuelva a pulsar sobre el icono de **Spline**.





Para su edición pulse sobre cualquiera de los **Puntos de arrastre** y, con el botón izquierdo apretado, arrastre el cursor hasta obtener la forma de la curva deseada. Repita el proceso con el resto de puntos.

Desde el **PropertyManager** de **Spline** defina el **Punto de arrastre**, sus **Coordenadas**, el **Radio de curvatura** y controle el **Vector de tangencia**.

3.6.11 Línea constructiva

Las **Líneas constructivas** son líneas de trazo y punto empleadas en la creación de simetrías 2D y en la definición de ejes para la construcción de piezas de revolución.

Para crear una **Línea constructiva** pulse su icono desde la Barra de Herramientas de **Croquis** y siga las mismas instrucciones definidas en **Línea**.

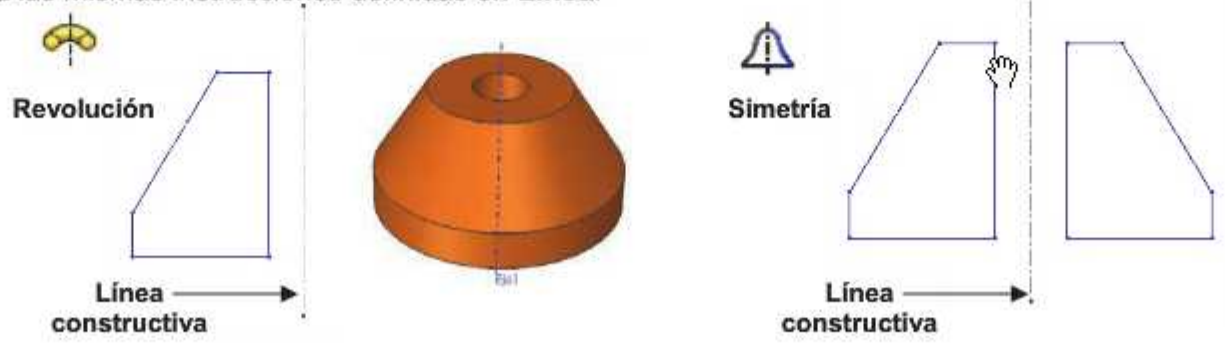


Figura 3.27. **Línea constructiva** en **Revolución** y **Simetría**.

3.6.12 Simetría y simetría dinámica de entidades

Permite crear una **Simetría** de una o más entidades de croquis a partir de una **Línea constructiva** previamente seleccionada. La orden **Simetría** crea una simetría después de seleccionar las entidades y el eje de simetría (**Línea constructiva**). **Simetría dinámica** permite crear la simetría a medida que se dibujan las entidades previa definición del eje de simetría.

Simetría

Para crear una **Simetría** seleccione las entidades (**Tecla Ctrl**) y la **Línea constructiva** y pulse su icono desde la Barra de Herramientas de **Croquis**. Observe como se crea la entidad simétrica según la **Línea constructiva**.

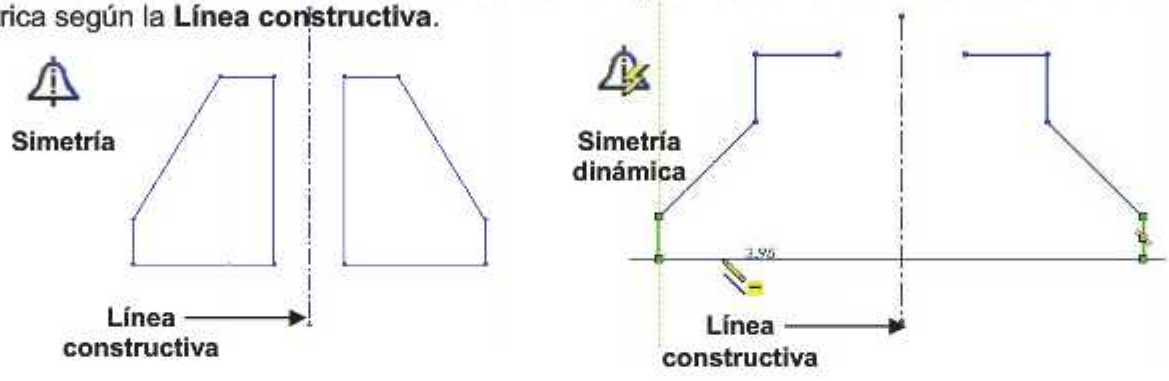


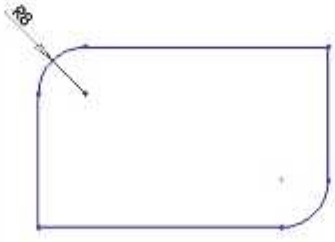
Figura 3.28. **Simetría y Simetría dinámica**.

Simetría dinámica

Para crear una **Simetría dinámica** cree una **Línea constructiva** y pulse su icono desde la Barra de Herramientas de **Croquis**. Observe como aparecen los símbolos de simetría en los extremos de la **Línea constructiva**. A medida que croquice las entidades se va creando su simetría de forma automática.

3.6.13 Redondeo de croquis

Recorta la esquina formada por la intersección de dos entidades de croquis e inserta un arco tangente a ambas.





Vea el DVD
Capítulo 3



Para crear un **Redondeo** pulse su icono desde la Barra de Herramientas de **Croquis**, defina el **Radio** desde el **PropertyManager** y pulse con el botón izquierdo sobre las entidades en las que desee crear la operación. Si redondea más de una esquina con el mismo radio solo se acota la primera. **Conservar esquinas restringidas** permite mantener el punto de intersección virtual cuando el vértice está acotado o sobre él se han definido relaciones geométricas.

3.6.14 Chaflán

Crea un **Chaflán** a partir de la selección de dos entidades adyacentes en un croquis. Su definición puede realizarla indicando el **Ángulo** y la **Distancia** o las **Distancias al vértice** de intersección.

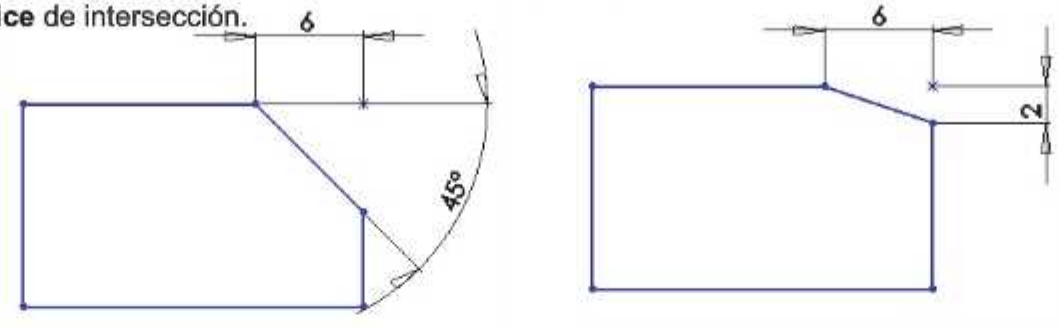


Figura 3.30. **Chaflán. Ángulo-distancia** y **Distancia-distancia**.

Para crear un **Chaflán** pulse su icono desde la Barra de Herramientas de **Croquis**. Defina el tipo de **Chaflán** a realizar desde el **PropertyManager** (**Ángulo-distancia** o **Distancia-distancia**) e indique sus valores. Active la casilla **Misma distancia** para la opción **Distancia-distancia**.



Pulse con el botón izquierdo del ratón sobre las dos **Arista** dónde desee aplicar el **Chaflán** o sobre el **Vértice** de intersección. Tenga en cuenta que el orden de selección define la forma del **Chaflán** creado. La opción **Deshacer** borra el último **Chaflán** realizado.

3.6.15 Convertir entidades

Permite convertir las aristas de un modelo 3D en entidades de croquis.

Para convertir las aristas de un modelo 3D en entidades de croquis seleccione la **Cara** del modelo a convertir y pulse sobre el icono **Croquis** desde la Barra de Herramientas de **Croquis**. Pulse **Convertir entidades** desde la Barra de Herramientas de **Croquis** y observe cómo se crean las entidades siguiendo el perfil de la cara seleccionada.



Figura 3.31. **Convertir entidades**.

3.6.16 Equidistanciar entidades

Crear una copia equidistante de una o más entidades de un croquis o del perfil de la cara de un modelo. Las copias equidistanciadas son paramétricas por lo que cambian cuando la entidad original es modificada.

La **Equidistancia** puede realizarla en una u otra **Dirección** o de forma **Bidireccional** (dos direcciones al mismo tiempo). Cuando la entidad equidistanciada es un perfil abierto puede cerrarlo con línea o arco.



Equidistanciar Croquis **Equidistanciar perfil de la cara de un modelo**

Figura 3.32. **Equidistanciar entidad**. Perfil de un **Croquis** y **Cara** de un modelo 3D.

Equidistanciar un croquis

Pulse **Equidistanciar** desde la Barra de Herramientas de **Croquis** y seleccione las entidades a equidistanciar desde la **Zona de Gráficos** pulsando con el botón izquierdo del ratón. Desde el **PropertyManager** indique la **Distancia** y seleccione las opciones deseadas.



Agregar cotas permite insertar la cota en el croquis creado. Si realiza un doble clic sobre el texto de cota puede modificarla de forma paramétrica. **Invertir dirección** cambia la dirección de creación de la equidistancia. **Seleccionar cadena** permite crear la equidistancia a todas las entidades contiguas a la entidad seleccionada. La opción **Bidireccional** crea la equidistancia en dos direcciones. **Tapas en los extremos** cierra los perfiles abiertos equidistanciados con un **Arco tangente** o con **Línea**.



Líneas **Arcos**



Vea el DVD
Capítulo 3

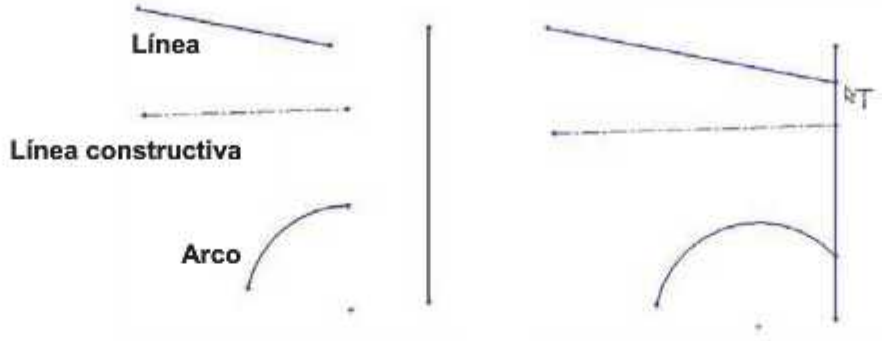
Figura 3.33. **Tapas en los extremos**

Equidistanciar perfil de la cara de un modelo

Seleccione la **Cara** del modelo a equidistanciar desde la **Zona de Gráficos**. Pulse **Crear Croquis** y seleccione **Equidistancia** desde la Barra de Herramientas de **Croquis**. Defina la **Distancia** y el resto de parámetros.

3.6.17 Extender entidades

Alarga una entidad de **Línea**, **Línea constructiva** o **Arco** hasta otra entidad de croquis.





Vea el DVD
Capítulo 3

Figura 3.34. **Extender entidades**.

Para alargar una entidad hasta otra próxima pulse **Extender entidades** desde la Barra de Herramientas de **Croquis**. Desplace el cursor por la **Zona de Gráficos** hasta la entidad que desee extender. Observe la previsualización antes de pulsar con el botón izquierdo de ratón sobre la entidad a extender.

3.6.18 Recortar entidades

Recorta o extiende entidades de croquis mediante varios procedimientos: **Recorte inteligente**, **Esquina**, **Recortar dentro de límite**, **Recortar fuerza de límite** o **Recortar hasta más cercano**.



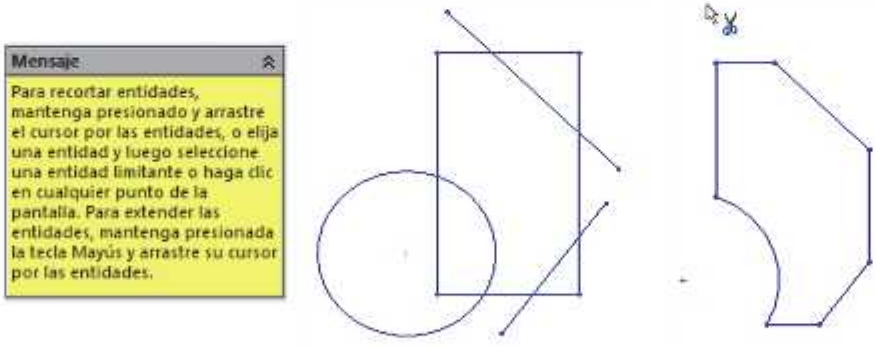


Figura 3.35. **Recortar entidades**.

Para recortar o extender entidades de croquis pulse **Recortar entidades** desde la Barra de Herramientas de **Croquis** y selecciones una de las cinco opciones desde el **PropertyManager**.

Recortar inteligente

Pulse **Recortar inteligente** y desplace el cursor por la **Zona de Gráficos** manteniendo el botón izquierdo del ratón pulsado. Los elementos tocados por la trayectoria del cursor se recortan hasta la entidad más próxima.

Esquina

Pulse **Recortar Esquina** para eliminar los salientes de dos entidades que se cruzan. Seleccione, pulsando con el botón izquierdo del ratón, las entidades que desee unir.

Recortar dentro y fuera del límite

Seleccione el tipo de recorte desde el **PropertyManager** y pulse con el botón izquierdo los dos límites de recorte. A continuación pulse sobre las entidades a recortar.

Recortar hasta el más cercano

Seleccione **Recortar hasta el más cercano** desde el **PropertyManager** y pulse con el botón izquierdo la entidad a eliminar. La entidad selecciona se recorta hasta el límite más cercano. Para **Extender** pulse sobre entidad con el botón izquierdo y arrastre el cursor hasta otra cercana.

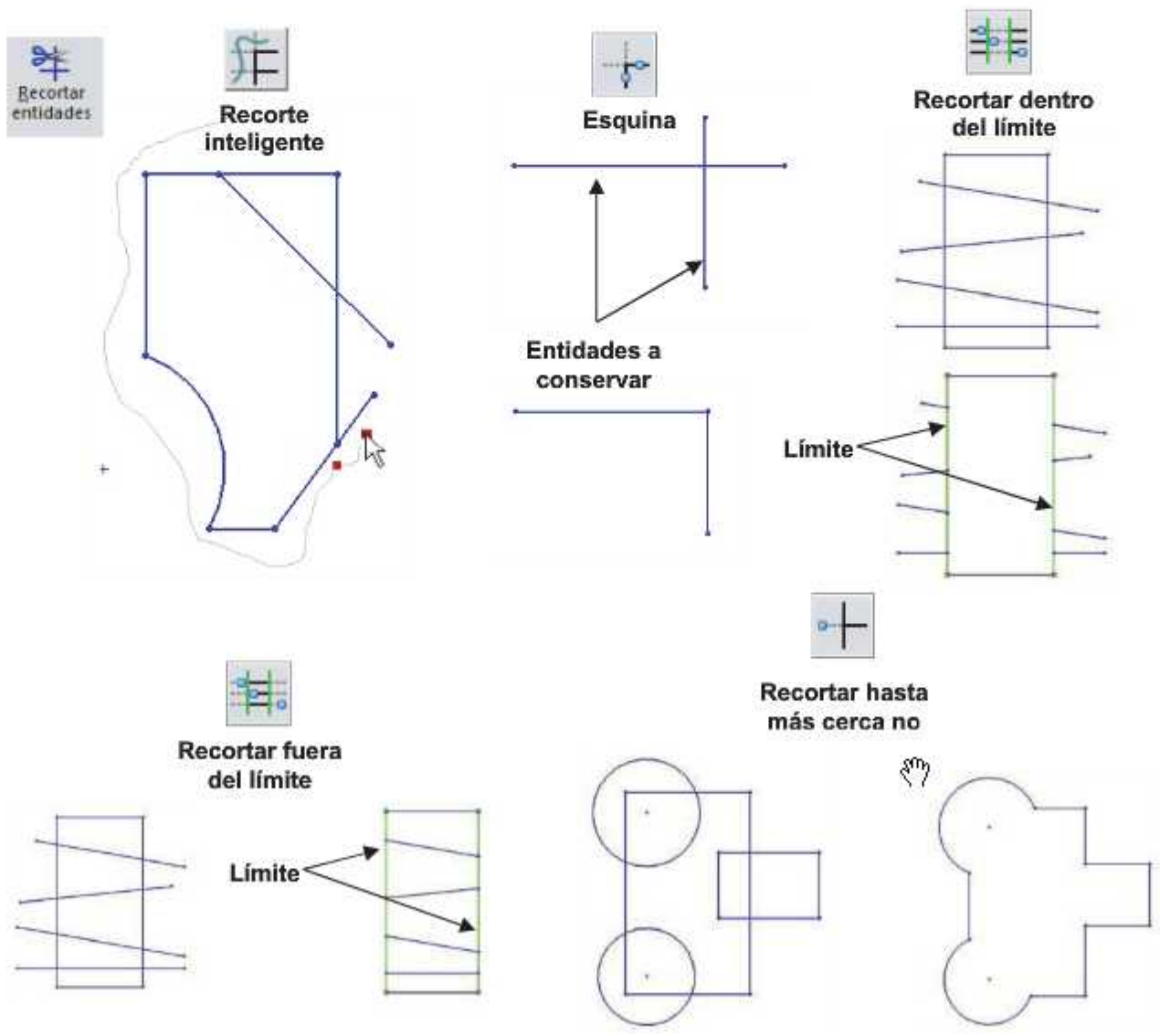


Figura 3.36. **Recortar entidades**.

3.6.19 Matriz lineal

Crea una **Matriz Lineal** de una o varias entidades de croquis. Para su creación debe seleccionar las **Entidades para la matriz** desde la **Zona de Gráficos**, la **Dirección 1** del eje X, la **Dirección 2** del Eje Y, el **Número de entidades** a copiar, la **Separación** entre filas y columnas y su **Sentido**.

Para crear una matriz Lineal de croquis pulse **Matriz Lineal** desde la Barra de Herramientas de **Croquis** o desde el Menú de Persiana **Herramientas**, **Herramientas de croquizar**. Configure el **PropertyManager** según su modelo de croquis y pulse **Aceptar**.

Dirección 1 y 2

Defina el eje X e Y, para la **Dirección 1** y **2**, respectivamente pulsando desde la Zona de Gráficos líneas o aristas de dirección. La **Separación** o espacio entre elementos, el **Número de instancias** a copiar y en **Ángulo** respecto del eje definido, para cada una de las **Direcciones**.

Active la casilla **Agregar cotas** para acotar cada **Separación** en las **Direcciones 1** y **2**.

Entidades para la matriz

Pulse dentro de la ventana **Entidades para la matriz** para activarla y seleccione las entidades a copiar desde la **Zona de Gráficos**.

Instancias a saltar

Permite seleccionar aquellas instancias que desea omitir y no copiar en la matriz.



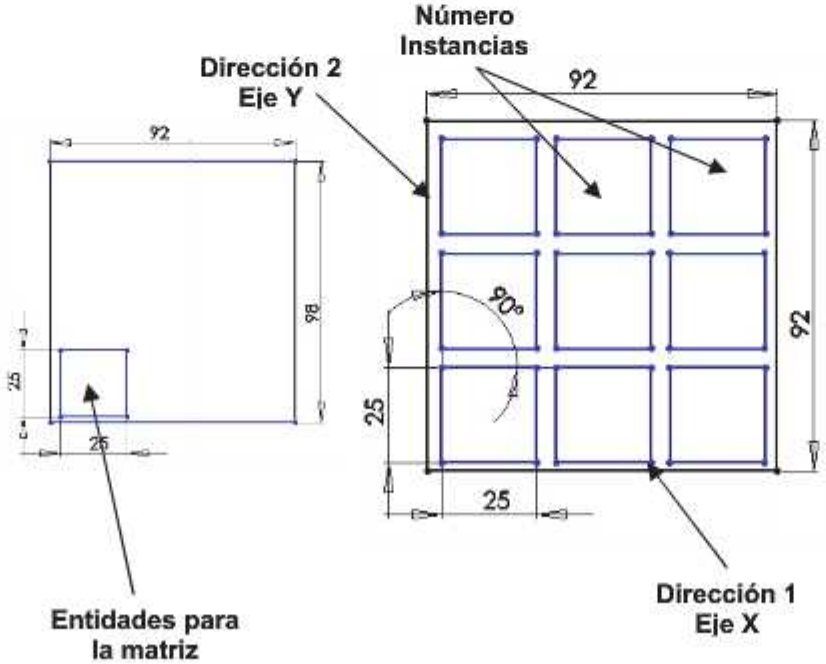


Figura 3.37. **Matriz Lineal**.

3.6.20 Matriz circular

Crea una **Matriz circular** de una o varias entidades de croquis a partir de un punto central de giro u origen de la matriz. Debe seleccionar el **Número de instancias** a copiar, su **Separación angular** y el **Radio** de la matriz.

Para crear una matriz circular de croquis pulse **Matriz Circular** desde la Barra de Herramientas de **Croquis** o desde el Menú de Persiana **Herramientas**, **Herramientas de croquizar**. Configure el **PropertyManager** según su modelo de croquis y pulse **Aceptar**.

Parámetros

Seleccione un **Punto** o **Vértice** desde la **Zona de Gráficos** para indicar el **Origen** de la Matriz. También puede definir sus **Coordenadas de origen** (X,Y). Indique el **Número de instancias** a copiar, el ángulo de **Separación** entre ellas y el **Radio** de giro.

Marque la casilla **Separación igual** si desea que las entidades se copien de forma equidistante.

Agregar cotas permite insertar las cotas generadas por la matriz en el croquis.

Entidades para la matriz

Pulse con el botón izquierdo dentro de la ventana para activarla y seleccione las entidades para la matriz desde la **Zona de Gráficos**.

Instancias a saltar

Seleccione las entidades que no desee crear en la matriz. Pulse sobre ellas desde la **Zona de Gráficos**.



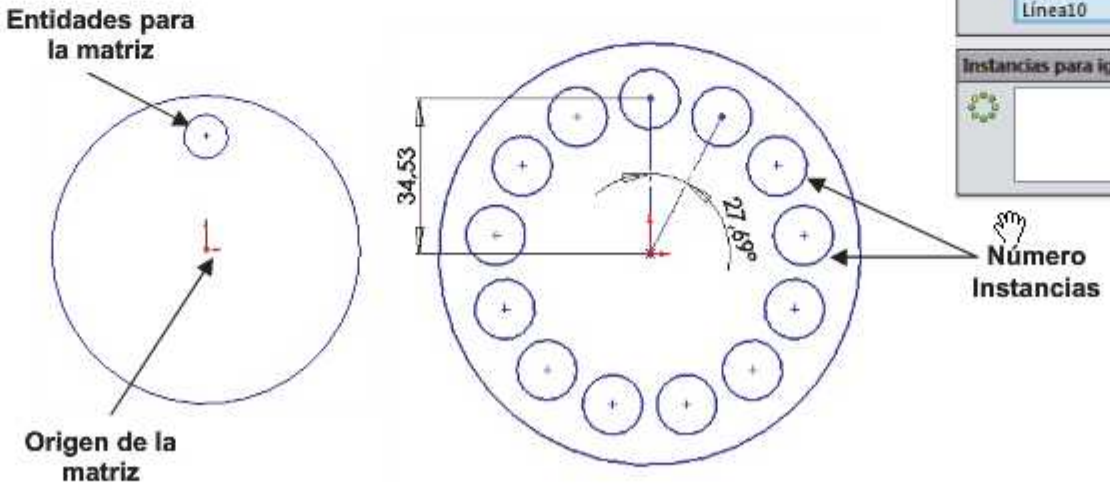


Figura 3.38. **Matriz Circular**.

3.6.21 Croquizado en 3D

El **Croquis 3D** permite croquizar un perfil de croquis en el espacio de forma que no esté restringido a un único plano de trabajo. Los croquis en 3D pueden ser muy útiles para crear trayectos de **Barrido** o curvas gruía de **Recubrimientos**.

Puede utilizar las Herramientas de Croquis estudiadas hasta el momento y casi todas las relaciones, a excepción de la **Simetría**, **Matriz** y **Equidistancia**

Para dibujar un **Croquis 3D** pulse sobre el icono **Croquis 3D** desde la Barra de Herramientas de **Croquis** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Croquis 3D**. Observe cómo cambia el cursor y el origen de coordenadas.

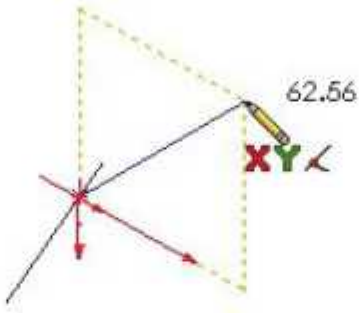
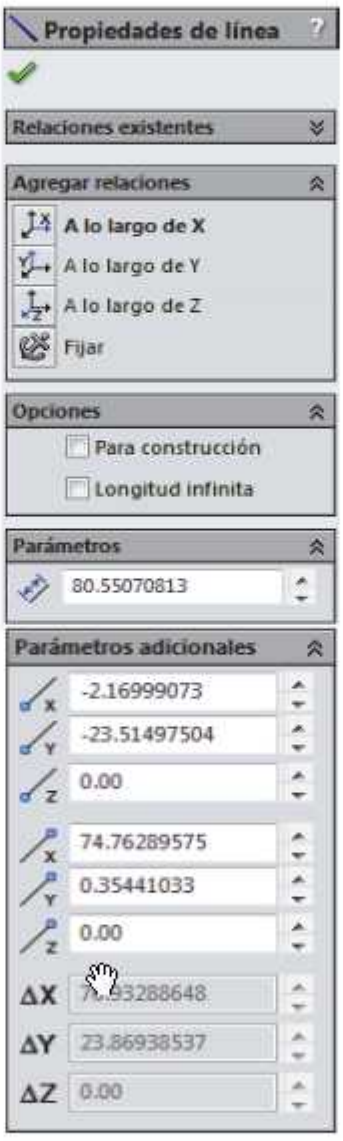


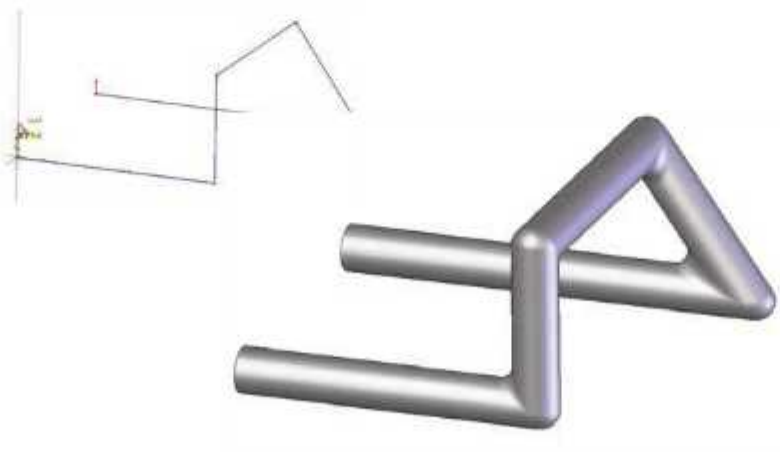
Figura 3.39. **Croquis de Línea 3D**.



Para croquizar una **Línea** como un **Croquis 3D** observe el **PropertyManager** y agregue la relación a lo largo del eje X, Y o Z. Para cambiar de **Plano de Trabajo** (XY,YZ y ZX) pulse la **Tecla Tab**.

Puede emplear el resto de herramientas de croquis como **Redondeo**, **Chaflán**, **Simetría**, etc.

Para terminar con el **Croquis 3D** pulse de nuevo sobre **Croquis 3D**.



Recuerde que puede **Copiar** y **Pegar** entidades de croquis presionando Ctrl+C (Copiar) y Ctrl +V (Pegar) después de su selección.

Figura 3.40. **Barrido** formado por un recorrido realzado con un **Croquis 3D**.

3.7 Relaciones de croquis

La definición de un croquis debe realizarse mediante la **Inserción de cotas** y el establecimiento de **Relaciones geométricas** entre los elementos croquizados. Las **Relaciones geométricas** pueden establecerse de forma automática o manual.

La forma automática de introducir **Relaciones geométricas** incluye las ya mencionadas **Interferencias**, la **Visualización del cursor** y los **Enganches de croquis**. Las manuales, que se explican en este apartado, se basan en **Agregar relaciones** y **Editar relaciones** existentes con **Visualizar/eliminar relaciones**.

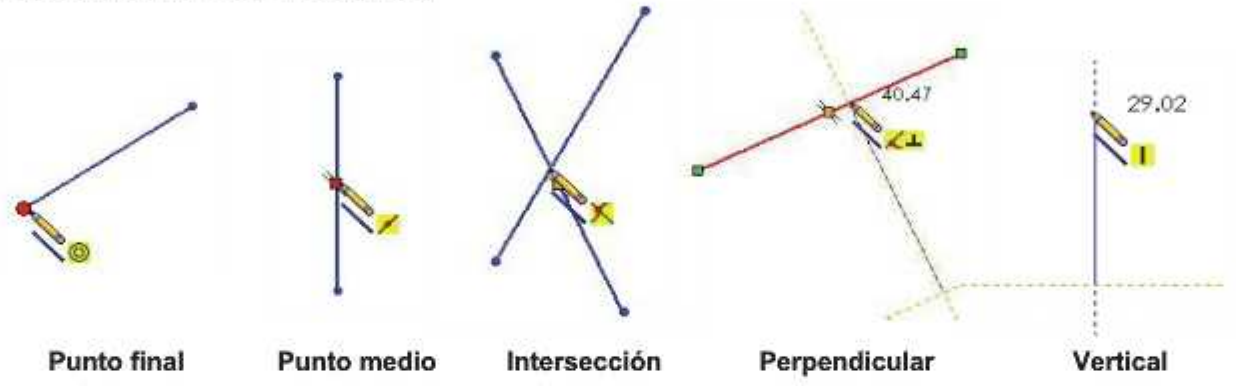


Figura 3.41. Relaciones automáticas.

Recuerde que para configurar las **Relaciones Geométricas automáticas** debe pulsar sobre el Menú de Persiana **Herramientas**, **Configuraciones de croquis**, **Relaciones automáticas** o en **Herramientas**, **Opciones**, **Opciones del sistema**, **Relaciones/Enganches**, **Relaciones automáticas**.

3.7.1 Agregar relaciones manuales

La Herramienta **Agregar Relaciones** de la Barra de Herramientas **Cotas/Relaciones** o contenida en el Menú de Persiana **Herramientas**, **Relaciones**, **Agregar** permite crear **Relaciones geométricas** de forma manual entre dos entidades de un **Croquis**, un **Croquis** y un **Plano** o entre **Croquis** y **Vértice**, **Arista** o **Eje**.

Para **Agregar una Relación geométrica de forma manual** a entidades de croquis las etapas que debe seguir son:

1. Pulse **Agregar relaciones** desde la Barra de Herramientas **Cotas/Relaciones** o desde el Menú de Persiana **Herramientas**, **Relaciones**, **Agregar**.
2. Se activa el **PropertyManager** de **Agregar Relaciones**.
3. Seleccione los elementos a los que desee crear una relación. Puede pulsar la **Tecla Ctrl.** para seleccionar más de una entidad al mismo tiempo. En el **PropertyManager** aparecen las entidades seleccionadas y las posibles **Relaciones geométricas**. Seleccione la más adecuada y pulse **Aplicar**.
4. Para desactivar la función **Agregar relaciones**, pulse **Cerrar**.

Entidades seleccionadas

Aparecen las entidades seleccionadas desde la **Zona de Gráficos**. Para seleccionar más de una entidad pulse la **Tecla Ctrl**.

Relaciones Existentes



Aparecen las **Relaciones geométricas** contenidas en las **Entidades seleccionadas**.

En **Información** se muestra el **Estado** de las entidades de croquis seleccionada (**Insuficientemente definido, Completamente definido**, o **Definido en exceso**).

- **Insuficientemente definido.** El croquis aparece de color azul. Algunas de las cotas y relaciones del croquis no están definidas y pueden cambiarse libremente.

- **Completamente definido.** Aparece en líneas de color negro. Todas las líneas y curvas del croquis, y las posiciones correspondientes, se describen mediante cotas y/o relaciones.

- **Definido en exceso.** Aparece en líneas de color rojo. El croquis tiene demasiadas cotas y/o relaciones o se contradicen.

Agregar Relaciones

Se incluye una lista de las posibles relaciones compatibles con las entidades de croquis seleccionadas. Pulse sobre la relación deseada para crear la **Relación geométrica**.

Opciones

La casilla **Para construcción** convierte las entidades seleccionadas en **Geometría constructiva**.

Por ejemplo, para establecer la **Relación de tangencia** entre la **Línea** y el **Círculo** indicado en la figura 3.42 debe seleccionar las dos entidades desde la **Zona de Gráficos** y pulsar **Agregar Relaciones** desde la Barra de Herramientas **Cotas/Relaciones** o desde el Menú de Persiana **Herramientas**, **Relaciones**, **Agregar**. A continuación, seleccione la **Relación de tangencia** incluida en **Agregar Relaciones** y pulse **Aceptar**. Observe como las dos entidades pasan a ser tangentes. Si pulsa sobre **Ver**, **Relaciones de Croquis** puede visualizar el icono con la relación creada.



Figura 3.42. Agregar **Relación de tangencia** entre **Línea** y **Círculo**.

En la siguiente **Tabla** se indican las **Relaciones geométricas** más usadas, los elementos a seleccionar y el resultado obtenido en su aplicación.

RELACIÓN	SELECCIÓN	RESULTADO
Horizontal o vertical	Una o más líneas, o dos o más puntos.	Las líneas pasan a ser horizontales o verticales.
Colineal	Dos o más líneas.	Las entidades están en la misma línea infinita.
Coradial	Dos o más arcos.	Las entidades comparten el mismo punto central y radio.
Perpendicular	Dos líneas.	Las dos entidades son perpendiculares entre sí.
Paralela	Dos o más líneas.	Las entidades se mantienen paralelas.
Tangente	Un arco, spline o elipse y otro arco, spline, elipse o línea.	Las dos entidades se mantienen tangentes.
Concéntrica	Dos o más arcos, o un punto y un arco.	Los círculos y/o los arcos comparten el mismo punto central.
Punto medio	Un punto y una línea.	El punto permanece en el punto medio de la línea.
Intersección	Dos líneas y un punto.	El punto permanece en la intersección de las líneas.
Coincidente	Un punto y una línea, arco o elipse.	El punto está en la línea, arco o elipse.
Igual	Dos o más líneas, o dos o más arcos.	La longitud de las líneas o radios permanece igual.
Simétrica	Una línea constructiva y dos puntos, líneas, arcos o elipses.	Las entidades permanecen equidistantes en relación con la línea constructiva.
Fija	Cualquier entidad.	El tamaño y la ubicación de la entidad son fijos. Los puntos finales pueden moverse a lo largo de la línea infinita subyacente. Los puntos finales de un arco o segmento elíptico pueden moverse libremente a lo largo del círculo o elipse subyacente.
Perforar	Un punto de croquis y un eje, arista, línea o spline.	El punto de croquis se construye coincidente al punto en el que el eje, arista o línea perfora el plano del croquis.
Fusionar puntos	Dos puntos de croquis o puntos finales.	Los dos puntos se fusionan en un único punto.

Puede establecer **Relaciones geométricas** entre un croquis y las aristas definidas por la cara de un modelo 3D. En la figura 3.43 se representa la **Relación de concentricidad** entre un **Círculo** y la arista exterior de un **Cilindro**.

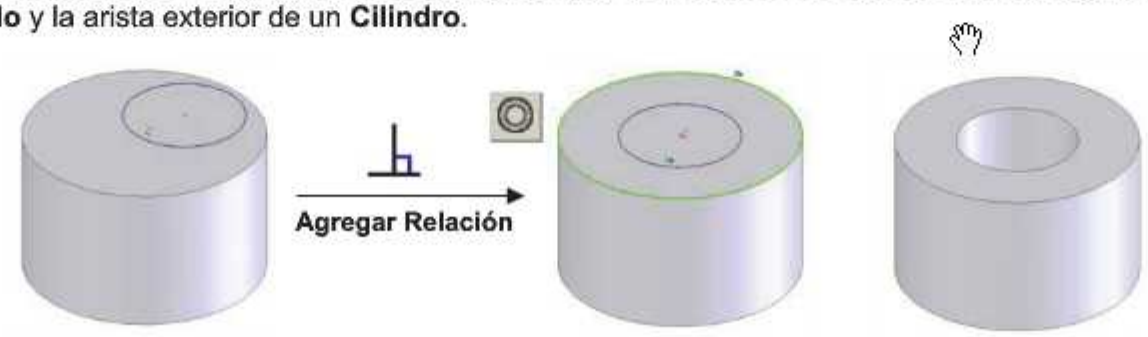


Figura 3.43. **Relación de concentricidad Círculo** y la **Arista** exterior de un **Cilindro**.

3.7.2 Visualizar/Eliminar relaciones

La Herramienta **Visualizar/Eliminar relaciones** permite gestionar las **Relaciones geométricas** creadas en un croquis. Para su activación pulse **Visualizar/Eliminar relaciones** desde la Barra de Herramientas **Cotas/Relaciones** o desde el Menú de Persiana **Herramientas**, **Relaciones**, **Visualizar/eliminar**.

Relaciones

Aparecen todas las **Relaciones geométricas** establecidas en el Croquis activo. Puede seleccionar cada una de ellas para visualizarla desde la **Zona de Gráficos**. Puede emplear el **Filtro de selección** para mostrar solo las deseadas.

Información

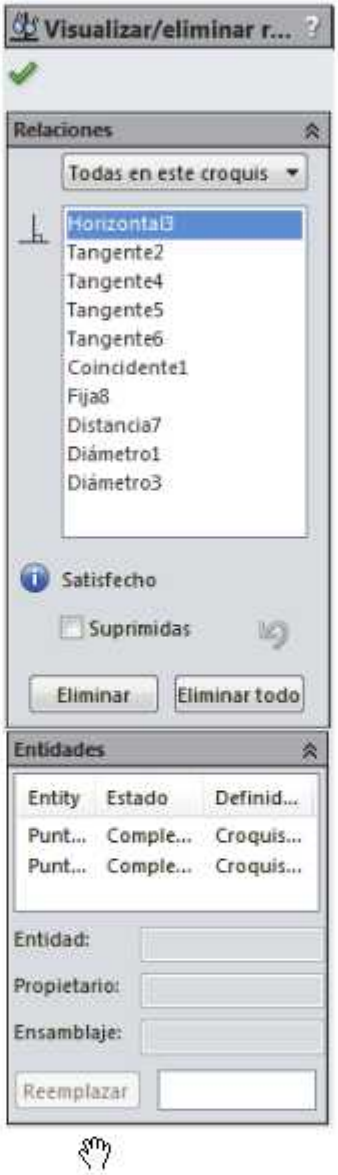
Indica el estado del croquis seleccionado.

Eliminar/Eliminar todo

Elimina las relaciones geométricas seleccionadas o **Elimina todas** las relaciones creadas.

Entidades

Muestra las entidades que participan en el croquis, su **Estado** (**Insuficientemente definido**, **Completamente definido**, o **Definido en exceso**) y **Definición** (**Croquis actual**, **Mismo modelo** o **Modelo externo**).



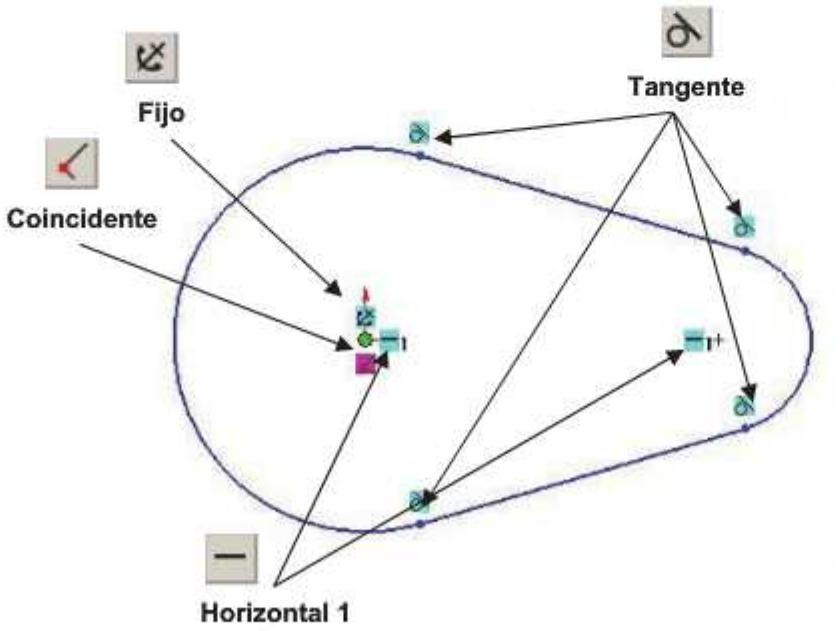
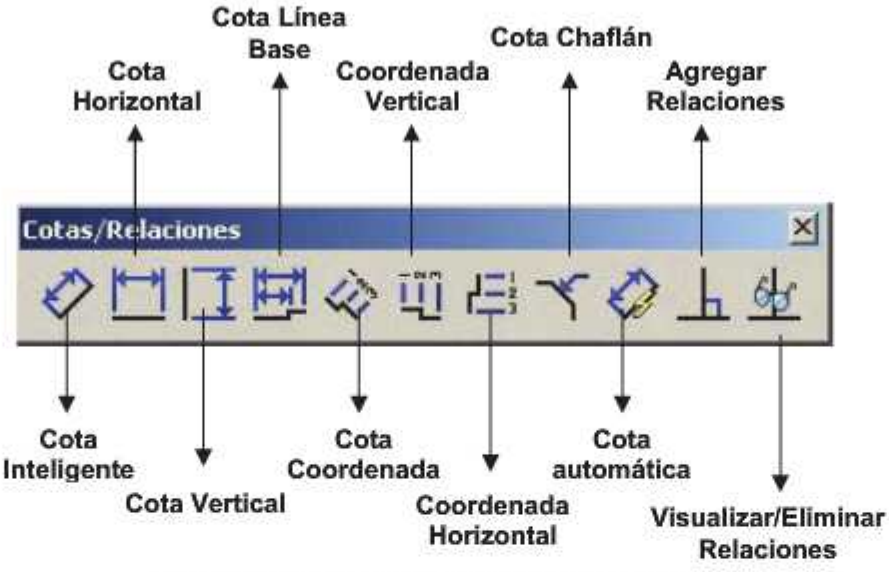


Figura 3.44. **Visualizar/Eliminar relaciones**.

3.8 Acotación de croquis

La Barra de Herramientas **Cotas/Relaciones** contiene herramientas de acotación de croquis que permiten definir dimensional y angularmente sus modelos de croquis. También puede acceder desde el Menú de Persiana **Herramientas**, **Cotas**.





Vea el DVD
Capítulo 3

Figura 3.45. Barra de Herramientas de **Cotas/Relaciones**.

Para acotar una entidad de croquis pulse sobre la Herramienta de acotar deseada (**Cota Inteligente**, **Horizontal**, **Vertical**, etc.), seleccione las entidades pulsando sobre ellas con el botón izquierdo del ratón y desplace el cursor. En función de las entidades marcadas aparece una acotación dimensional o angular.

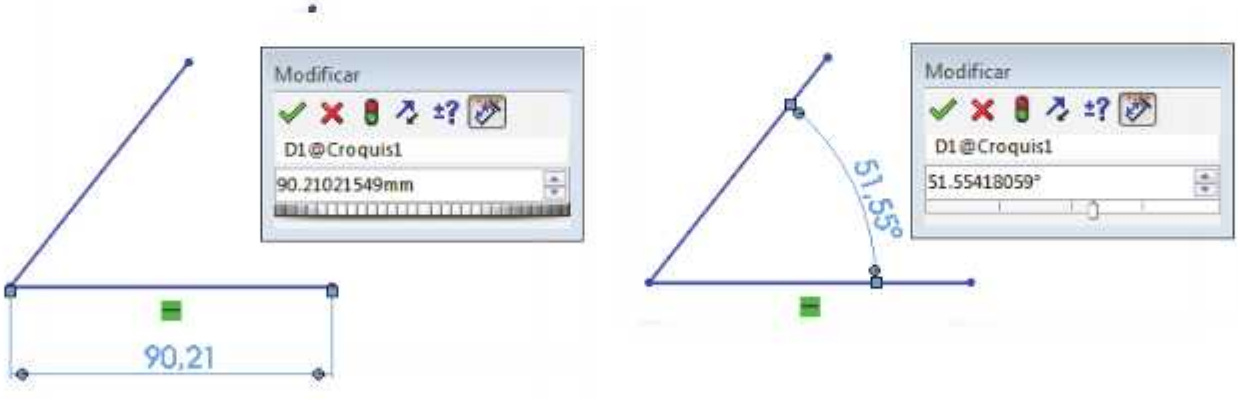


Figura 3.46. Acotación de entidades de croquis lineal y angular.

Pulse sobre **Marcar cota que deba importar al dibujo** para que cuando cree un dibujo se inserten las cotas definidas en el croquis de forma automática.

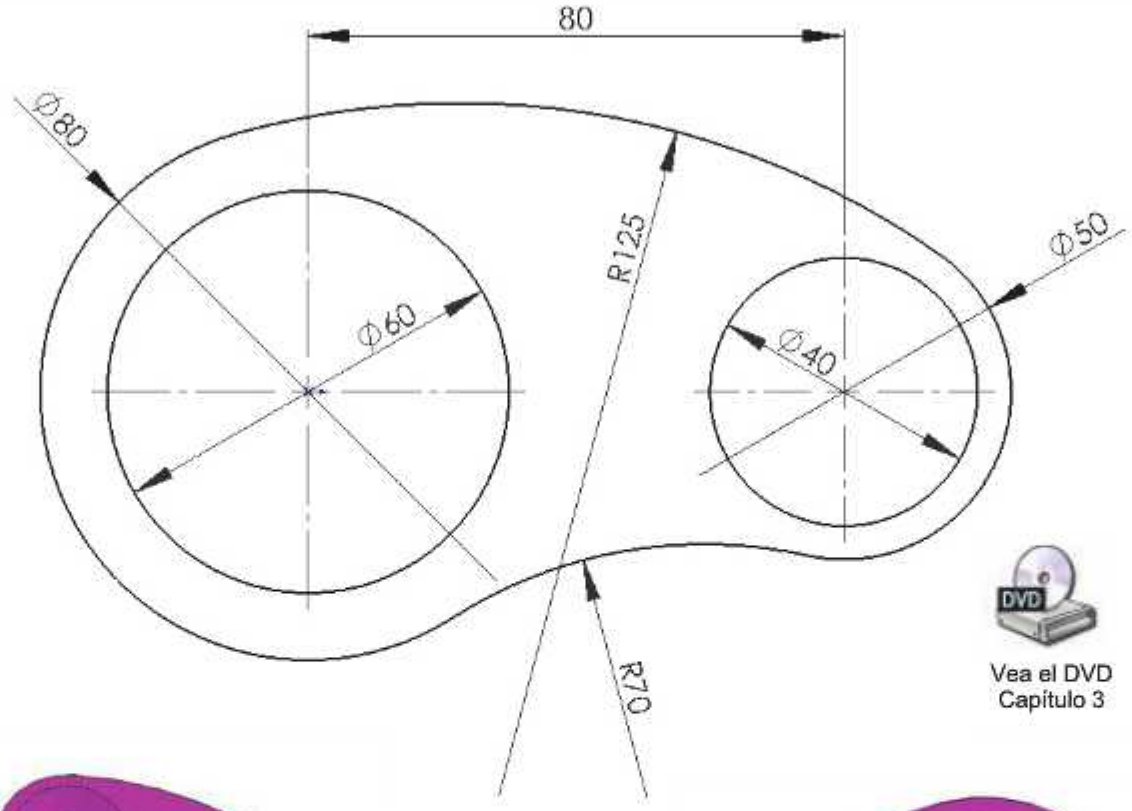
Las cotas insertadas en los croquis pueden ser modificadas en cualquier momento. Solo debe pulsar sobre el texto de cota con un doble *clic* del ratón y modificar el valor dimensional o angular.
La geometría se adapta de forma paramétrica al nuevo valor insertado.

Observe el **PropertyManager** de **Cota**. Puede definir la **Tolerancia/Precisión**, el **Texto de cota** y editar parámetros de **Visualización**.

Práctica 3-1

Realice el croquis indicado en la figura y cree una operación de extrusión sólida.

10 minutos



Vea el DVD
Capítulo 3

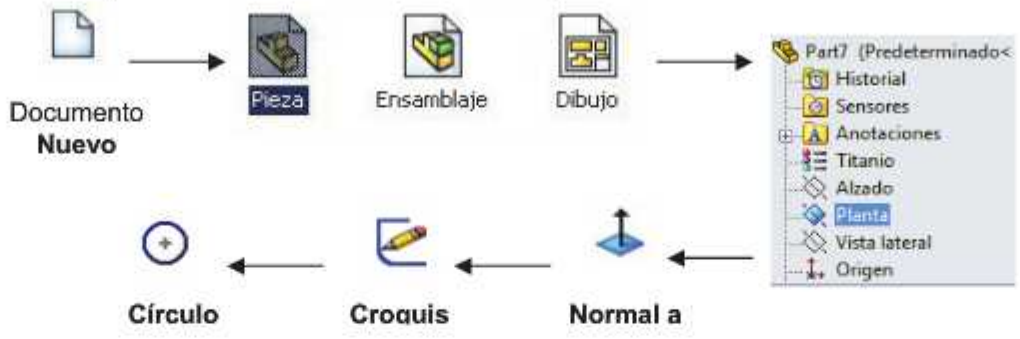


Objetivos del tutorial

- Crear **Croquis**, agregar **Relaciones Geométricas** y **Acotar**.
- Emplear la Operación tridimensional de **Extrusión sólida**.

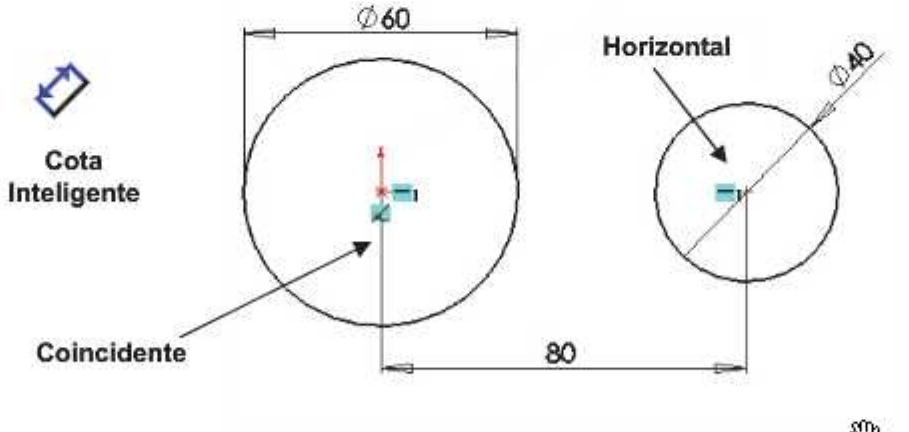
Práctica 3-1

1. Pulse la opción **Nuevo** del Menú persiana **Archivo** o sobre el icono **Nuevo**. Seleccione **Pieza** y pulse **Aceptar**. Seleccione el plano de trabajo **Planta** del **Gestor de diseño** y pulse sobre **Normal a** para visualizarlo en verdadera magnitud.



2. Pulse sobre el icono de **Croquis** y seleccione la Herramienta de Croquizar **Círculo**. Pulse con el botón izquierdo sobre el **Origen de coordenadas** y arrastre el ratón hacia el exterior. Suelte el botón izquierdo para definir el diámetro del **Círculo**. Seleccione **Cota Inteligente** y pulse sobre el **Círculo**. Acote un diámetro de 60 mm. Al iniciar el croquis en el origen de coordenadas se ha impuesto una relación de **coincidencia**.

3. Croquice el otro **Círculo** sobre el eje X a una distancia de 80 mm respecto del centro del primer **Círculo**. Acote con **Cota inteligente** la distancia entre centros y el diámetro del segundo **Círculo** (40 mm). Pulse los centros de los círculos con la **Tecla Ctrl** pulsada y seleccione la relación de **Horizontal** desde el **PropertyManager** de **Relaciones**. Observe como los dos croquis están perfectamente definidos por estar en color negro.



4. Croquice los dos **Círculos** exteriores con medidas aproximadas. Puede pulsar en el centro del **Círculo** y arrastrarlo para situarlo en la posición adecuada. Acote mediante **Cota inteligente** los diámetros de 250 y 140 mm, respectivamente.

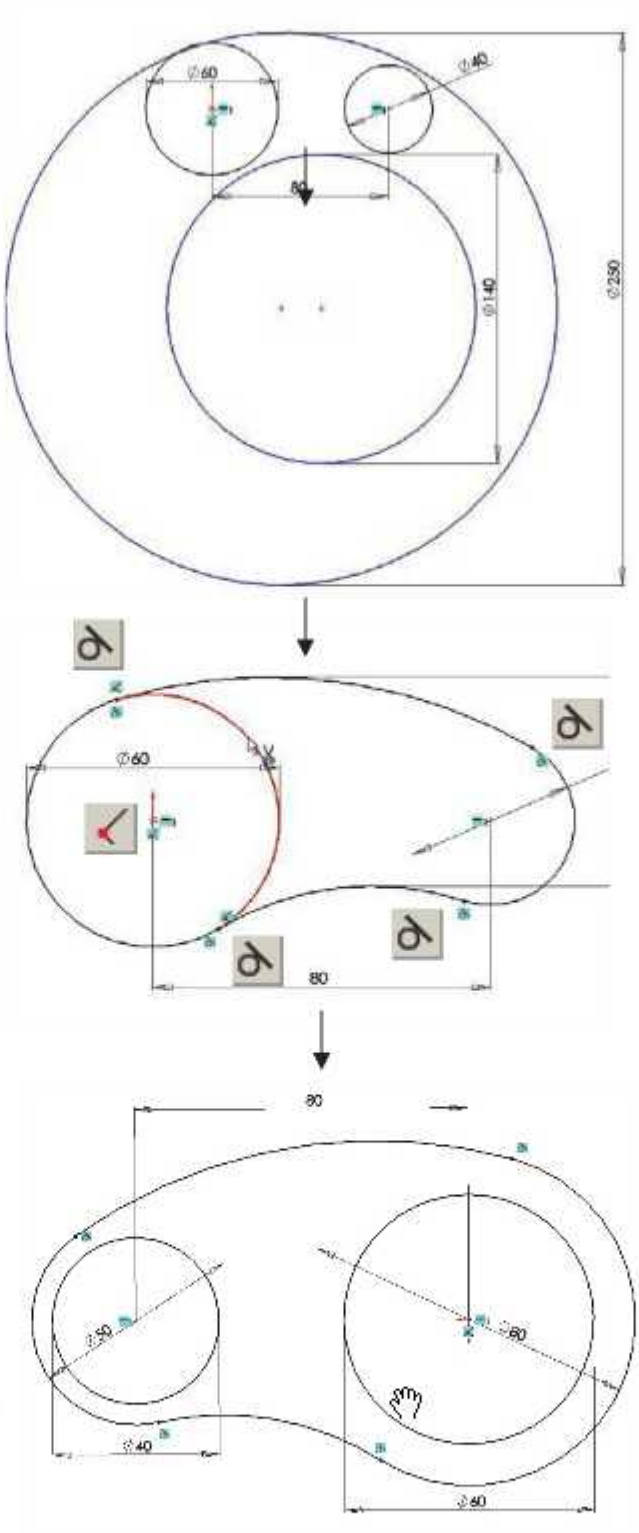
5. Seleccione, pulsando la **Tecla Ctrl** el **Círculo** exterior de 250 mm y el **Círculo** de diámetro 40 mm. En el cuadro de **Relaciones** seleccione **Tangente**. Repita el mismo proceso con el **Círculo** de 250 mm y el de diámetro 60 mm. Observe como el **Círculo** exterior es tangente a los dos interiores.

6. Pulse **Recortar Hasta más cercano** y seleccione la porción de arco (Ø250) a eliminar desde la **Zona de Gráficos**. Pulse **Aceptar**.

7. Seleccione, pulsando la **Tecla Ctrl**, el **Círculo** exterior de diámetro 140 y el interior de diámetro 40 mm. Pulse sobre la **Relación de tangencia**. Repita el mismo proceso con el **Círculo** de diámetro 140 y de 60. Pulse sobre **Recortar entidades** y elimine las partes de los arcos para dejar el contorno exterior indicado en la figura.

8. Croquice dos círculos de diámetros 60 y 40 mm, respectivamente. Para centrarlos correctamente seleccione uno de ellos y su **Círculo** concéntrico, manteniendo la **Tecla Ctrl** pulsada, y agregue la **Relación de concentridad**. Repita el mismo proceso para el otro círculo.

9. Pulse **Extrusión** desde la Barra de Herramientas de **Operaciones** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Operaciones**, **Extrusión** e indique una altura de 20 mm. Pulse **Aceptar**.





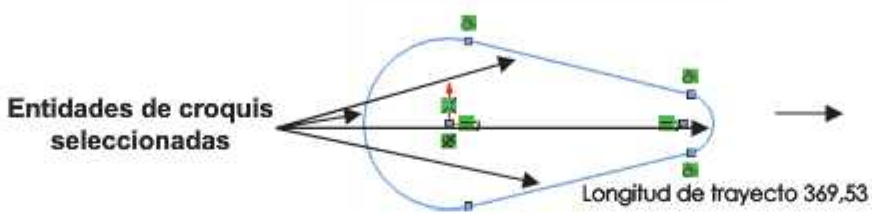
El comando **Reemplazar la entidad** (**Herramientas**, **Herramientas de croquis**) reemplaza una entidad de croquis por otra sin interrumpir las referencias que derivan (no es necesario volver a crear las referencias).

Cota de longitud de trayecto

Cota de longitud de trayecto es una nueva funcionalidad que crea una cota para la longitud de un trayecto. Si selecciona la orden y pulsa sobre una línea continua acota la longitud de la cuerda y el resto de cotas del croquis.

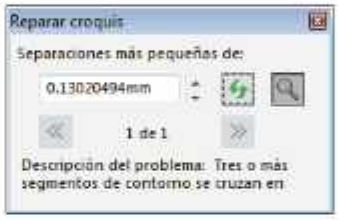


Para determinar y acotar la longitud de un trayecto seleccione cada una de las entidades que lo forman y pulse **Aceptar**.



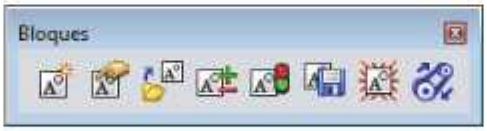
Reparar croquis

La herramienta **Reparar croquis** busca e intenta reparar los errores de un croquis previamente seleccionado. Los errores que puede llegar a reparar son: entidades pequeñas cuya longitud de cadena es inferior al valor doble de la separación máxima, superposición de arcos y líneas de croquis, puntos compartidos entre tres o más entidades, etc.



Boques

La barra de Herramientas de **Bloques** tiene un conjunto de funciones que permiten crear bloques de croquis, Se pueden crear bloques a partir de croquis previamente definidos, insertarlos, editarlos, etc.



Complemento Autotrace

Desde el Menú de Persiana **Herramientas**, **Complementos** puede activar **Autotrace**. Es herramienta muy útil para copiar contornos de croquis de imágenes insertadas mediante **Imagen de croquis**. **Autotrace** reconoce el perfil de la imagen/fotografía insertada y copia el contorno obteniendo un croquis editable.

Recuerde que puede **Copiar** y **Pegar** entidades de croquis presionando Ctrl + C (Copiar) y Ctrl + V (Pegar) después de su selección.

Capítulo 4
Operaciones de Diseño I

Introducción

SolidWorks® dispone de más de 40 operaciones 3D para definir un modelo tridimensional. En el presente capítulo (Operaciones I) se describen los comandos más utilizados como **Extrusión**, **Revolución**, **Redondeo**, **Chaflán**, **Recubrir**, **Barrer** y otras. El siguiente capítulo (Operaciones II) describe el resto de comandos que requieren de la creación de **Ejes** o **Planos constructivos** como son las **Matrices**, **Simetrías**, etc.

Cada una de las explicaciones se acompaña con esquemas y la descripción del **PropertyManager**. Además, se han incluido 14 prácticas guiadas para repasar los principales conceptos estudiados.

Recuerde que en el **DVD** incluido en el libro puede descargar los modelos de ejemplo y las **Prácticas Guiadas y propuestas**.

Contenido

- **Extrusión**, **Extrusión-Corte**, **Revolución** y **Revolución-Corte**.
- **Redondeo**, **Chaflán**, **Vaciado** y **Nervio**.
- **Barrido**, **Barrido-Corte**, **Recubrir** y **Recubrir-Corte**.

Objetivos

- Conocer y practicar cada una de las Operaciones 3D descritas en el presente capítulo.
- Conocer las variantes indicadas en el **PropertyManager** de cada una de las Operaciones.
- Practicar la **Copia** y el **Pegado** de operaciones.
- Repasar conceptos de **Croquización** y **Agregar Relaciones**.
- Estudiar la función de croquis **Hélice/Espirar**.

4.1 Introducción a las operaciones de diseño I

Las **Operaciones** son cada una de las Herramientas de las que se disponen para diseñar las piezas. Forman un conjunto de funcionalidades que permiten crear **Extrusiones**, **Revoluciones**, **Chaflanes**, **Taladros**, **Redondeos**, etc. Son compatibles con la funcionalidad **Multicuerpo** pudiendo crear Operaciones como **Extrusión**, **Revolución**, **Recubrimiento** o **Barrido** de forma independiente dentro del mismo documento de pieza.

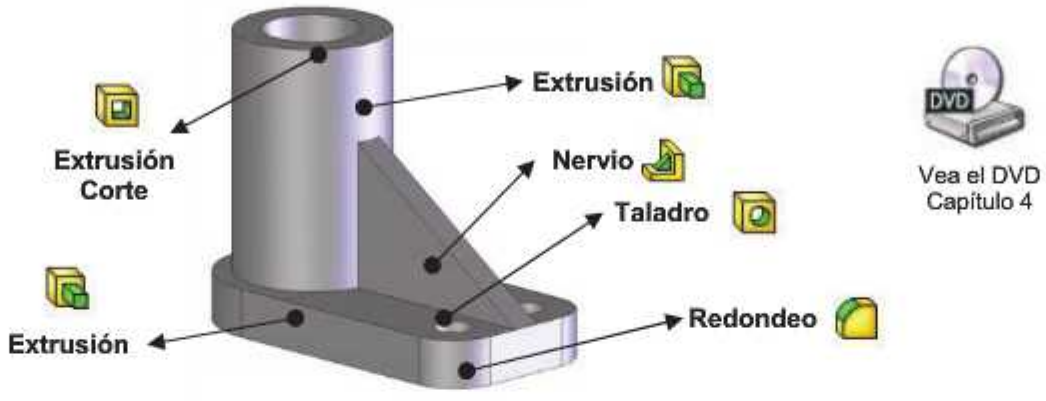


Figura 4.1. Operaciones necesarias en la creación del modelo

Para usar los comandos localice la pestaña **Operaciones** en el **Administrador de Comandos**. También puede activar un conjunto de iconos incluidos en una Barra de Herramientas desde el Menú de Persiana **Herramientas**, **Personalizar**. La Barra de Herramientas de operaciones se denomina **Operaciones**.

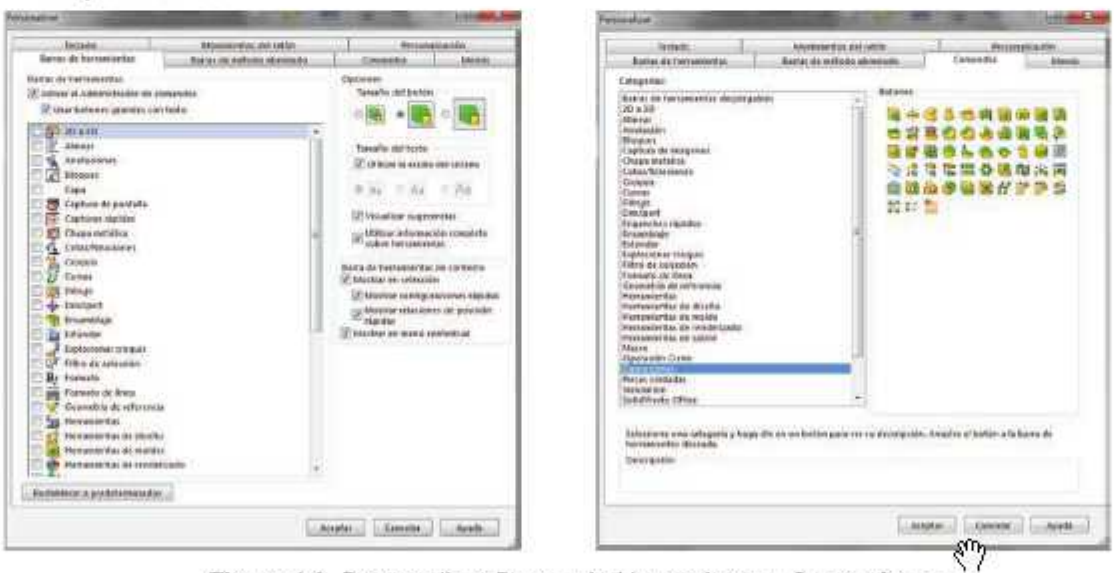


Figura 4.2. Personalizar Barras de Herramientas. **Operaciones**.

4.2 Operaciones de diseño

SolidWorks® dispone de 47 iconos de **Operaciones** por lo que se dificulta su visualización desde el **Administrador de comandos** o desde una Barra de Herramientas que los contenga todos. En función de su uso puede configurar una **Barra de Herramientas de Operaciones** con los iconos más usados. Para su configuración pulse la pestaña **Comandos** y seleccione **Operaciones**. Puede arrastrar con el botón izquierdo del ratón los iconos deseados hasta la **Barra de Operaciones** de su escritorio.

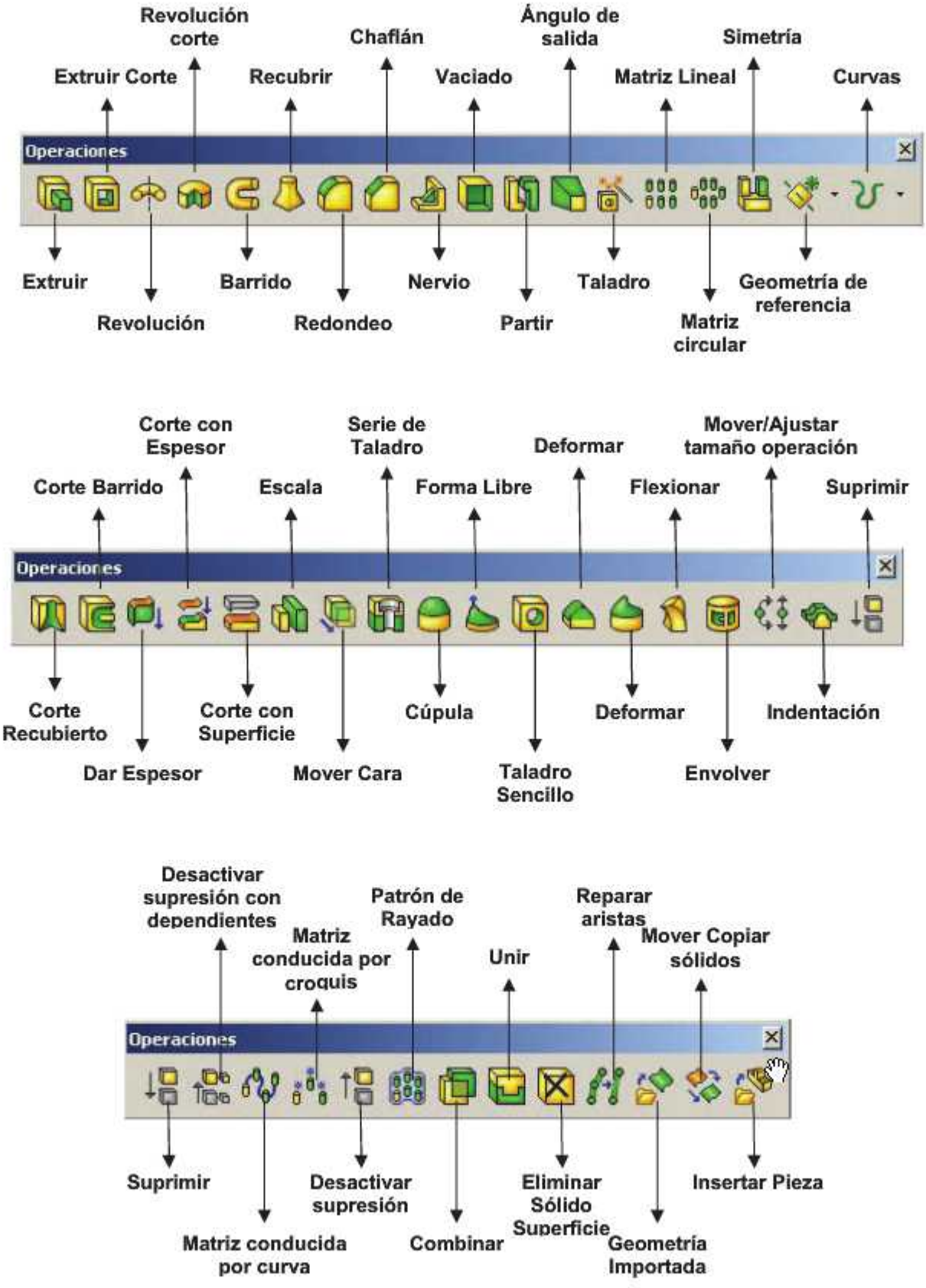


Figura 4.3. Barras de Herramientas. **Operaciones**.

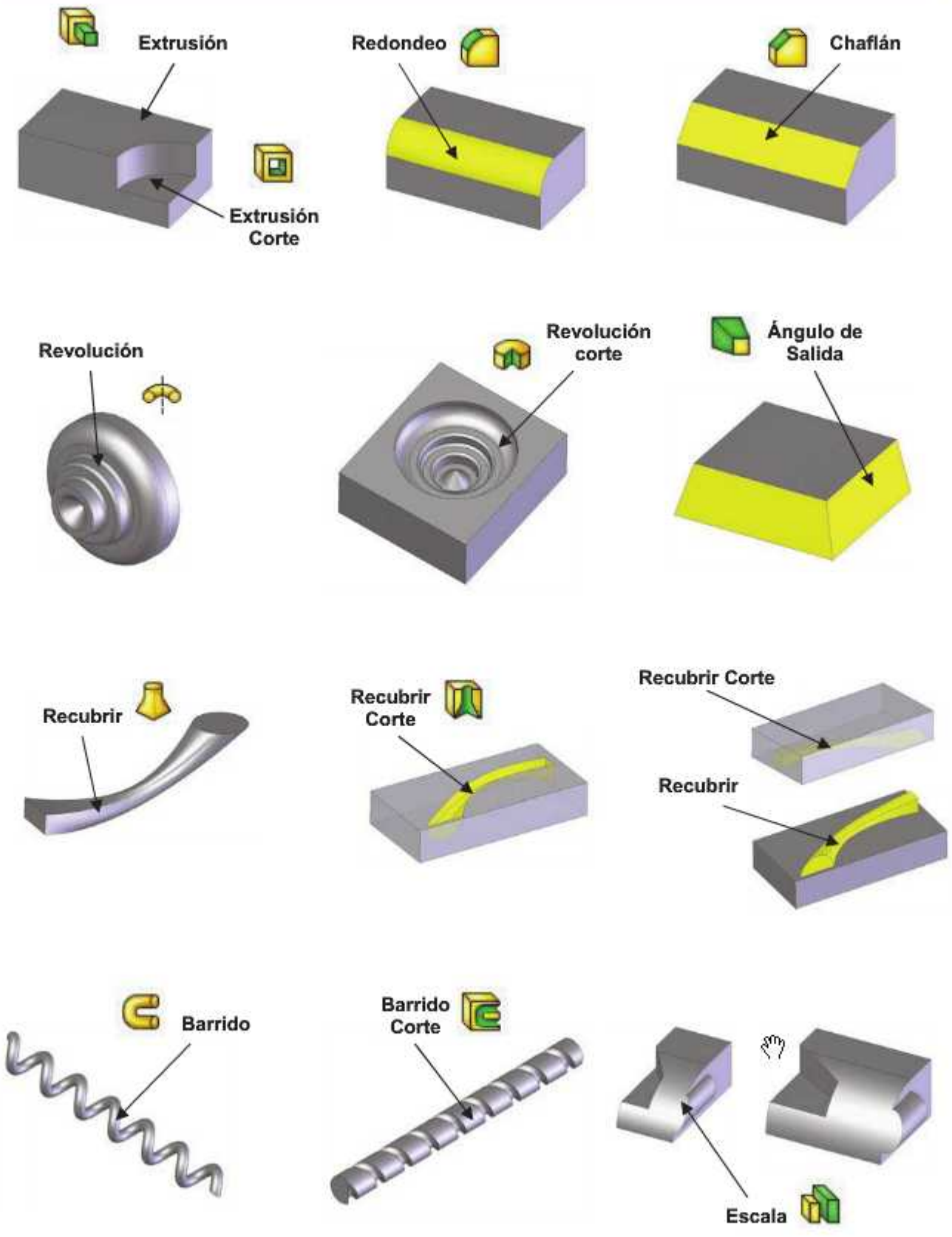


Figura 4.4. **Operaciones. Extrusión, Extrusión-Corte, Redondeo, Chaflán, Revolución, Revolución-Corte, Ángulo de salida, Recubrir, Recubrir Corte, Barrido, Barrido-corte y Escala.**

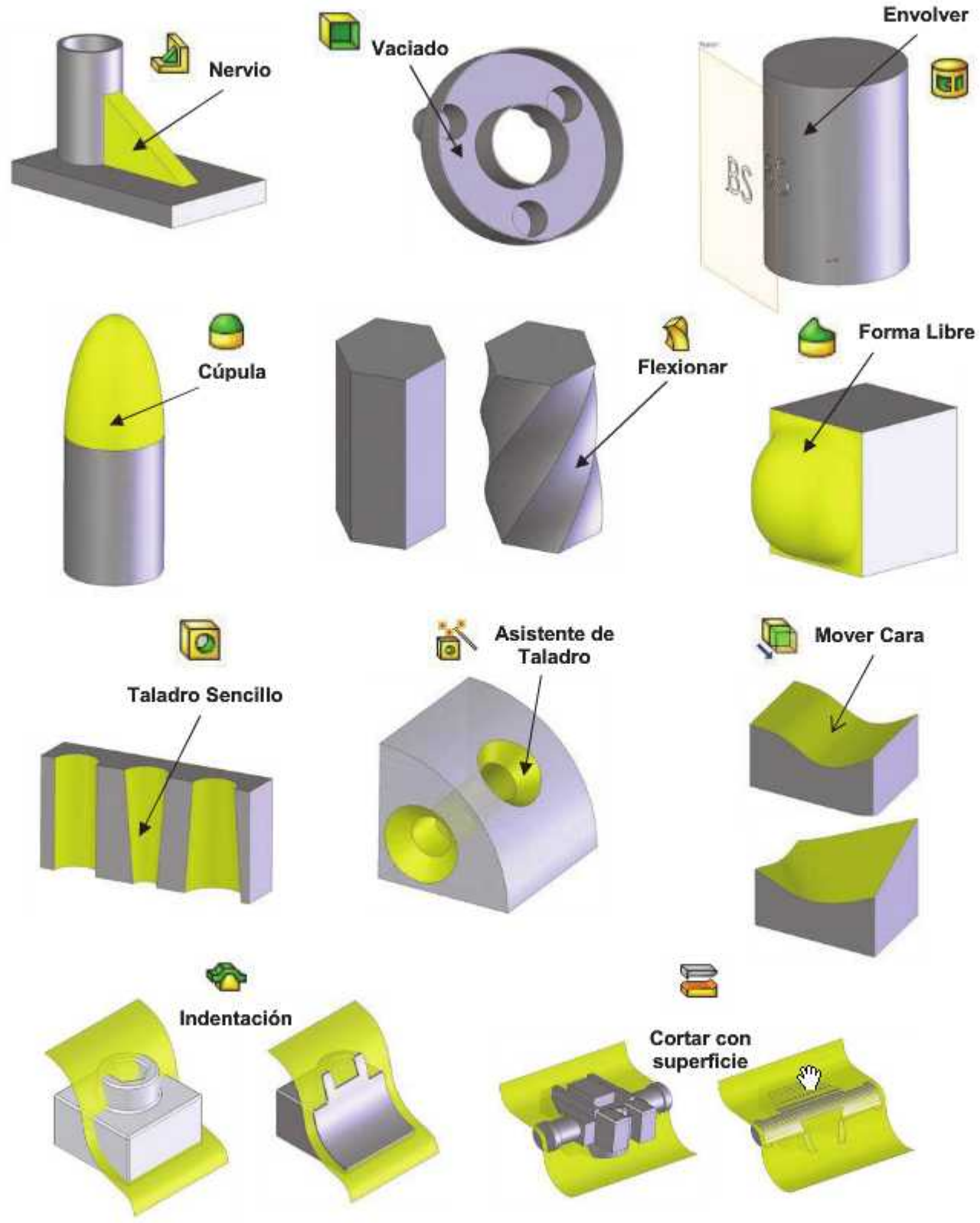


Figura 4.5. **Operaciones**. **Nervio, Vaciado, Envolver, Cúpula, Flexionar, Forma Libre, Taladro sencillo, Asistente de taladro, Mover Cara y Cortar con superficie**.

4.2.1 Extrusión



La **Extrusión** es unas de las primeras operaciones que se realizan en la creación de modelos en tres dimensiones. Permite dar una altura a un área cerrada o abierta (polígono regular, irregular o cualquier tipo de geometría plana) con un **Ángulo de salida** o inclinación o sin él.

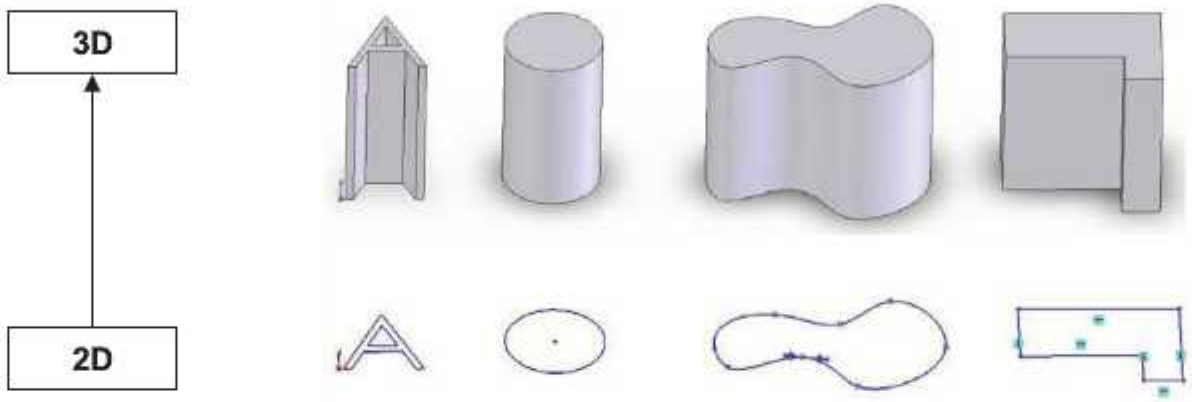


Figura 4.6. **Extrusión saliente/sólido** en diversos perfiles cerrados.

La operación de **Extrusión** admite diversas variantes: **Extruir una lámina**, un **Saliente/sólido** o una **Superficie**. Además, puede emplearse la opción **Extruir corte** que realiza la misma operación pero restando la geometría extruida y substrayéndola a otro objeto cercano para eliminar material de una pieza (corte o taladro).

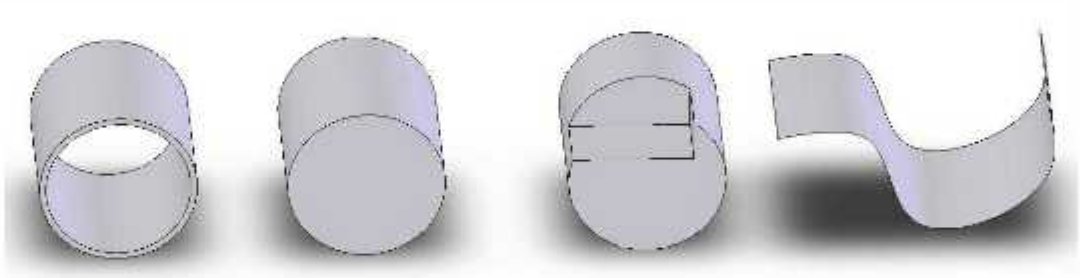


Figura 4.7. Diversos tipos de **Extrusión: Lámina**, **Saliente/sólido**, **Extrusión/corte** y **Superficie**.

Para crear una operación de **Extrusión/saliente** las etapas que debe seguir son:

1. Cree un croquis en un **Plano de trabajo** previamente seleccionado.
2. Pulse en la Herramienta de **Extruir saliente/base**.
3. Configure las **Opciones** según las características de su **Extrusión** en el **PropertyManager**.
4. Pulse **Aceptar** para terminar la operación.



El **PropertyManager** de la orden **Extruir** permite definir las características de la **Extrusión**. De entre ellos puede definir la **Condición inicial** para la operación, las **Direcciones 1** y **2** de Extrusión, **Inclinación** o **Conicidad**, la **Altura de Extrusión** y los **Contornos seleccionados**.

Desde (Condición Inicial)

Indica el lugar **Desde** el que se va a producir la **Extrusión** definida por el croquis. Normalmente la extrusión se realiza desde el mismo plano dónde se ha croquizado el contorno. Sin embargo, se admiten otras variantes como las que se comentan a continuación:

- **Plano de croquis.** La **Extrusión** se produce desde el mismo **Plano** o **Cara** donde se ha dibujado el croquis en 2D. Es el procedimiento habitual de trabajo (A).
- **Superficie/cara/plano.** La **Extrusión** se inicia en una **Superficie**, **Cara** o **Plano** previamente seleccionada que es diferente que el plano de croquis. La **Extrusión** producida adquiere la forma de la superficie sea paralela o no al plano que contiene el croquis (B).
- **Vértice.** La **Extrusión** se inicia justo a la altura del **Vértice** seleccionado (C).
- **Equidistanciar.** La **Extrusión** se inicia sobre un plano **Equidistante** y paralelo al plano de croquis. Debe indicar el valor de la equidistancia (D).

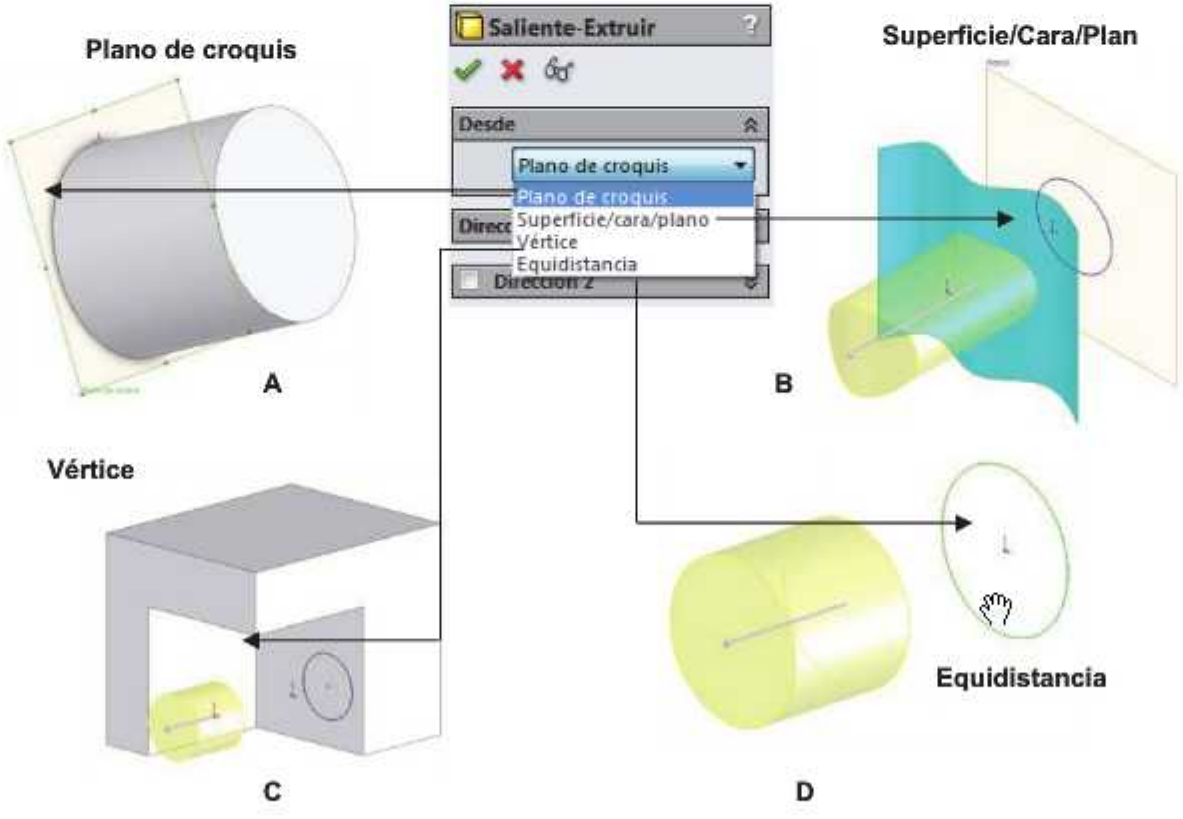


Figura 4.8. Definición de la **Condición inicial** (lugares desde donde va a realizar la **Extrusión**).

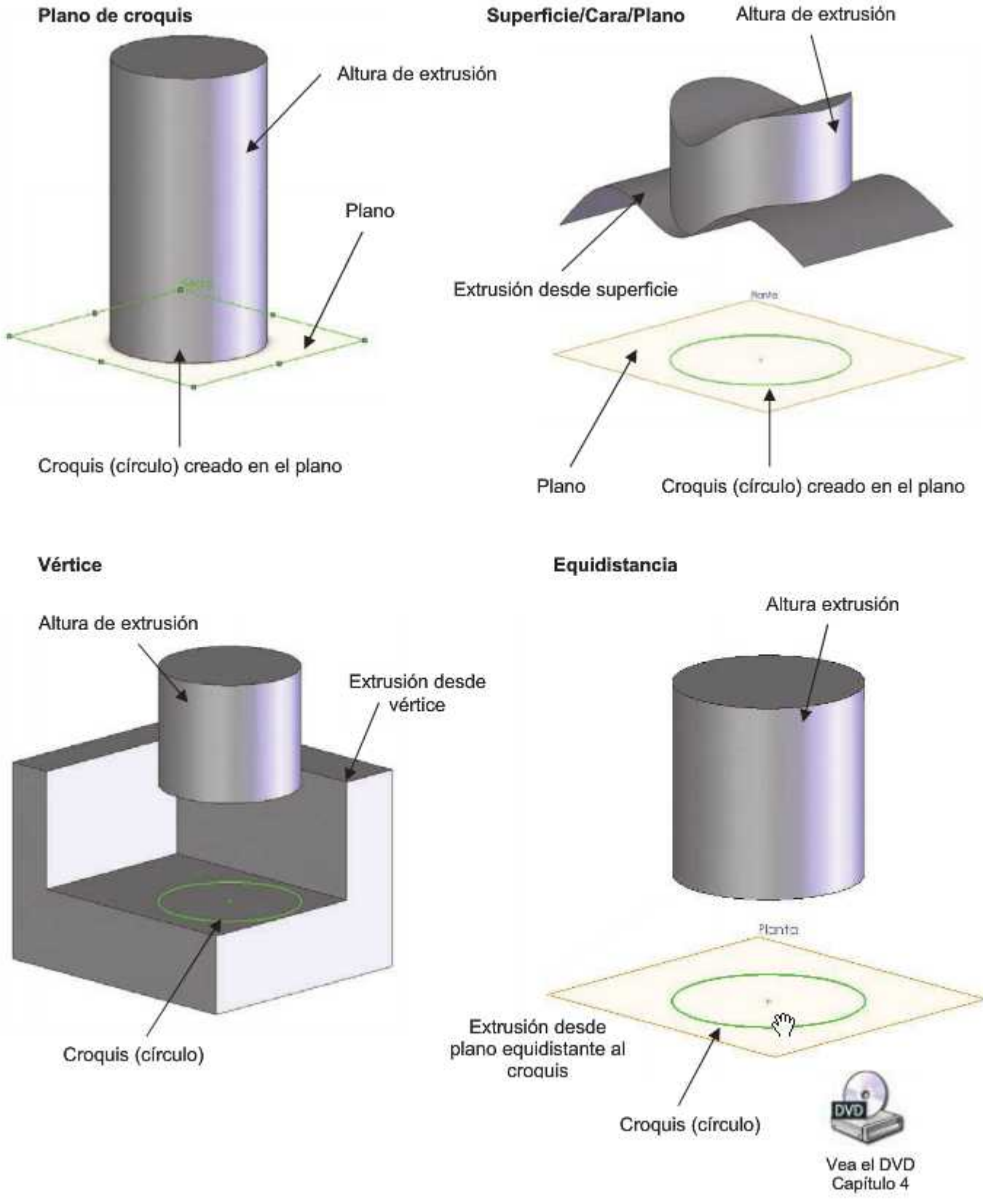


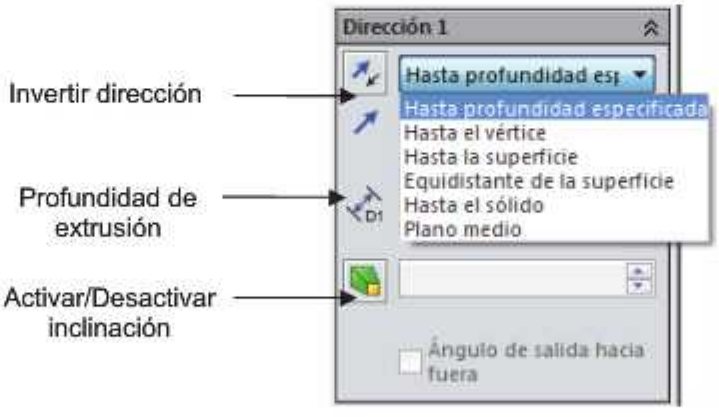
Figura 4.9. **Extrusión desde Opciones**.

Dirección 1 y 2

Permiten establecer **una o dos Direcciones** de Extrusión de croquis al mismo tiempo o por separado además de configurar la **Profundidad de Extrusión** y la **Inclinación** de forma independiente para cada una de ellas. La Operación de **Extrusión** puede definirse en cualquiera de las dos direcciones mediante el icono de **Invertir dirección**.

- **Hasta la profundidad especificada.** La **Extrusión** se realiza hasta la profundidad que indique de forma numérica o por deslizamiento de las **Asas de arrastre** desde la **Zona de Gráficos**.
- **Hasta el vértice.** Permite realizar la **Extrusión** hasta la altura definida por un **Vértice** previamente seleccionado.
- **Hasta la superficie.** Extiende la operación de **Extrusión** hasta coincidir con una **Superficie**, **Plano** o **Cara** definida previamente.
- **Equidistante de la superficie.** Extiende la operación del plano de croquis hasta una distancia especificada de la **Cara** o **Superficie** seleccionada.
- **Hasta el sólido.** Extiende la operación de **Extrusión** hasta alcanzar el **Sólido** seleccionado.
- **Plano medio. Extrusiona** el croquis a ambos lados hasta la profundidad especificada.

El icono **Activar/Desactivar Inclinación** define un ángulo de inclinación o conicidad de la **Extrusión**. Puede ser positiva o negativa, con un ángulo de salida hacia dentro o hacia fuera, respectivamente.





Vea el DVD
Capítulo 4

Figura 4.10. **Dirección de Extrusión**.



Si indica la **Profundidad de Extrusión** con otras unidades diferentes **Solid**Works® realizará la conversión con las nuevas unidades asignadas (pulgadas, metros, centímetros, etc.)

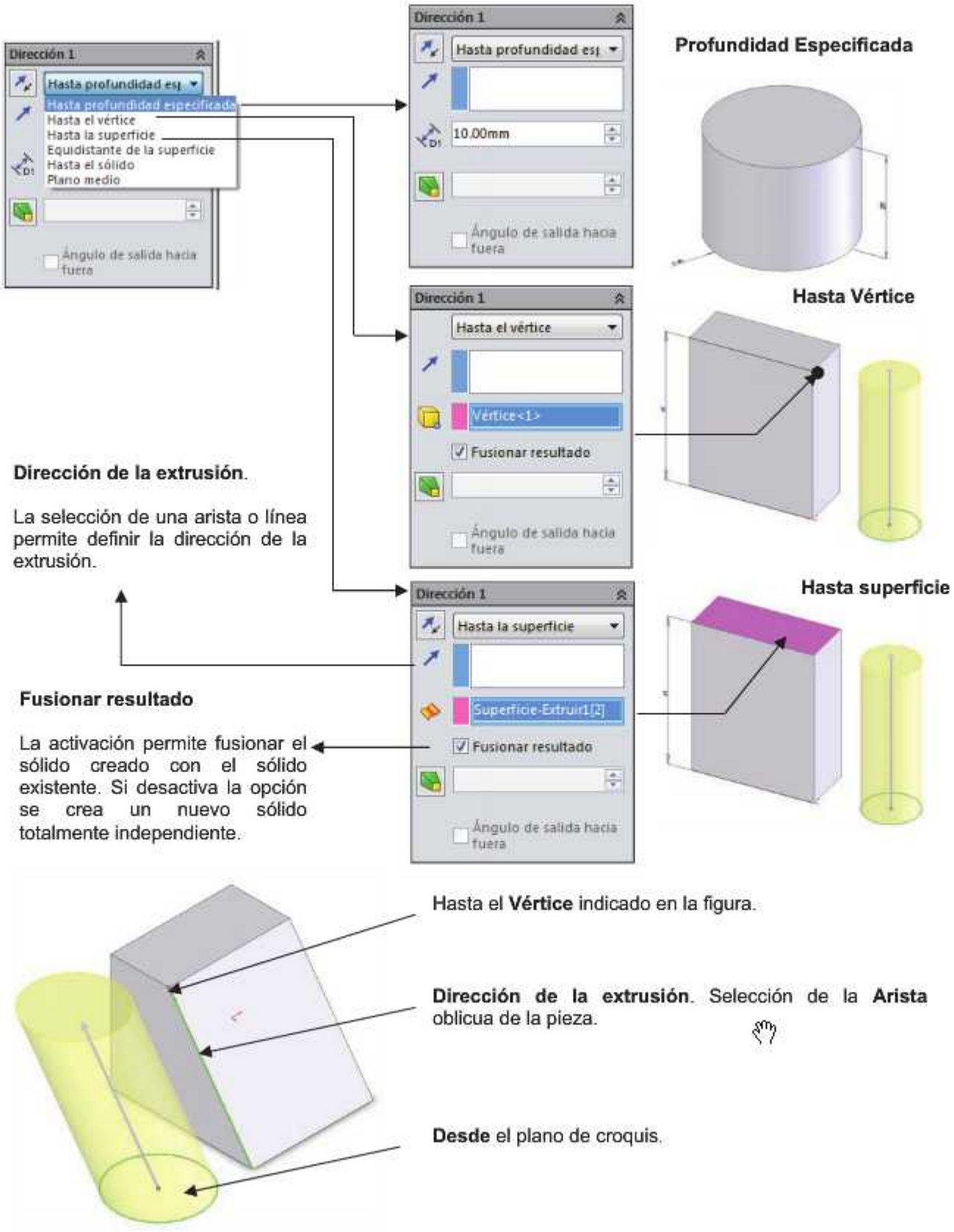


Figura 4.11. **Dirección de Extrusión**. **Hasta profundidad especificada**, **Vértice** y **Superficie**.

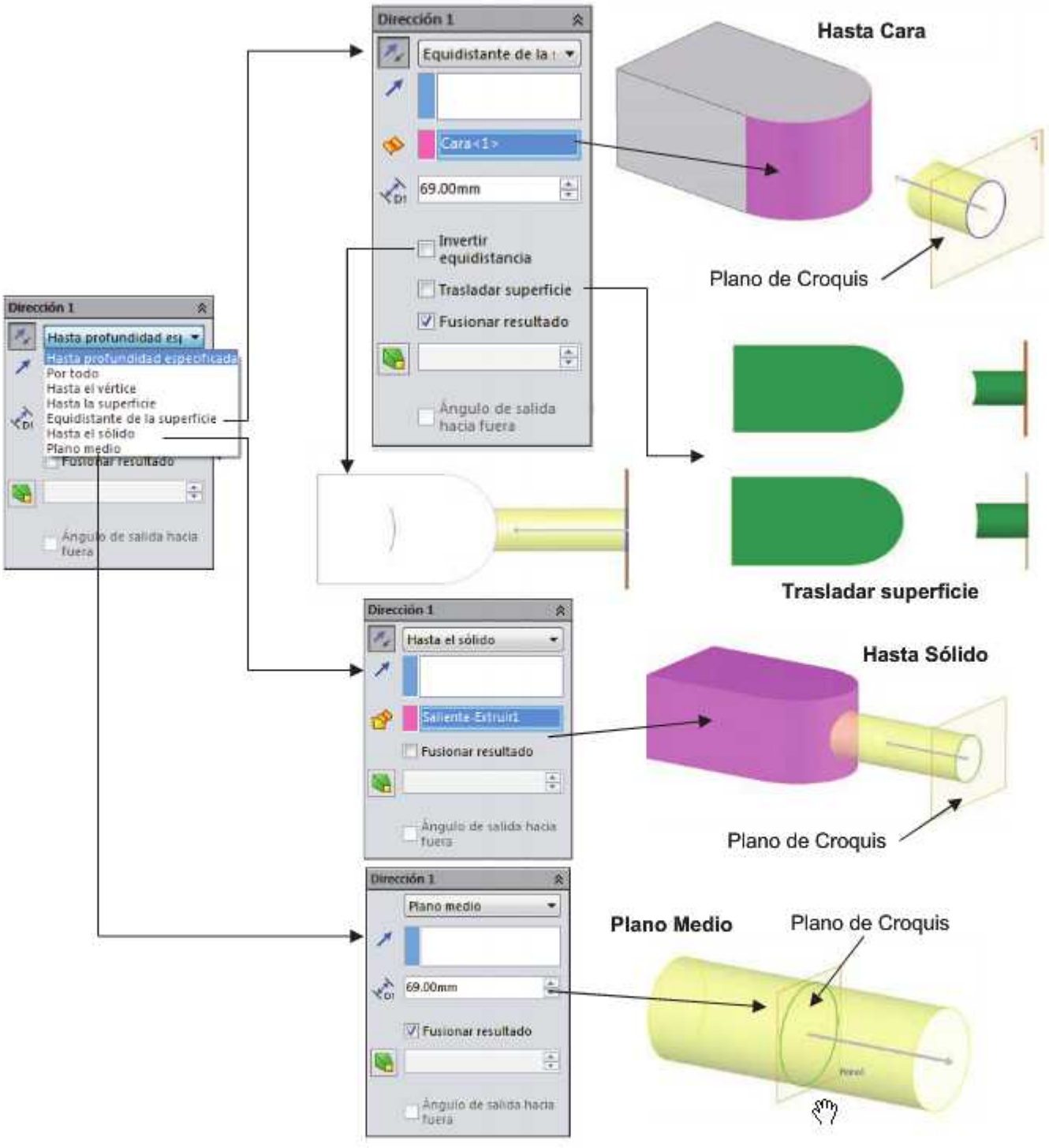


Figura 4.12. **Dirección de Extrusión**. **Equidistante a superficie**, **Hasta el sólido** y **Plano medio**.

Operación lámina

Permite crear una lámina de chapa metálica a partir de la definición del espesor (no la **Profundidad**). La operación lámina se emplea como base en la creación de chapa metálica.

Para su creación croquice el perfil de la chapa metálica de forma que la sección sea abierta. A continuación, después de pulsar la orden **Extrusión**, seleccione el **Tipo de dirección** (**Una dirección**, **Plano medio** o **Dos direcciones**), el **Espesor de la chapa** y si desea que se genere un **Redondeo automático** en las esquinas rectas.

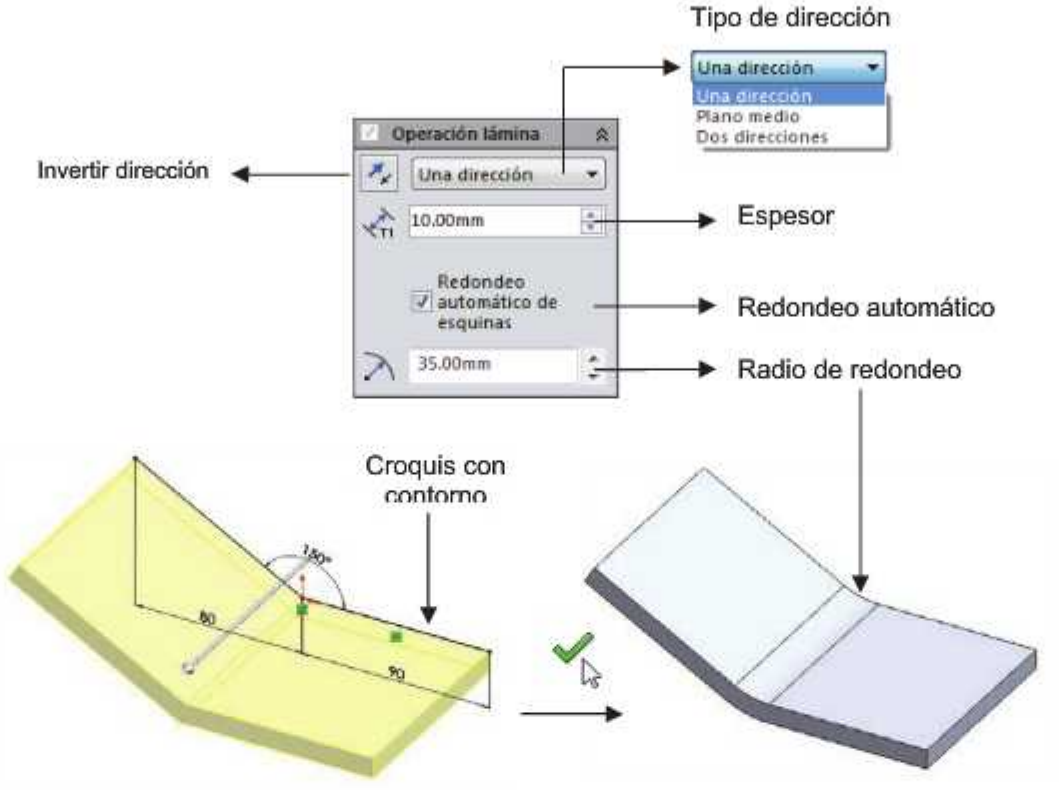


Figura 4.13. **Operación lámina**. Definición de **Redondeo automático de esquinas**.

Contornos seleccionados

Permite utilizar parte de un croquis compuesto para crear extrusiones. Debe seleccionar los **Contornos del croquis** y/o **Aristas** del modelo desde la **Zona de Gráficos**. Si no selecciona la opción **Contornos seleccionados** la **Extrusión/saliente** efectúa la operación vaciando las zonas interiores tal y como se aprecia en la Figura 4.14.

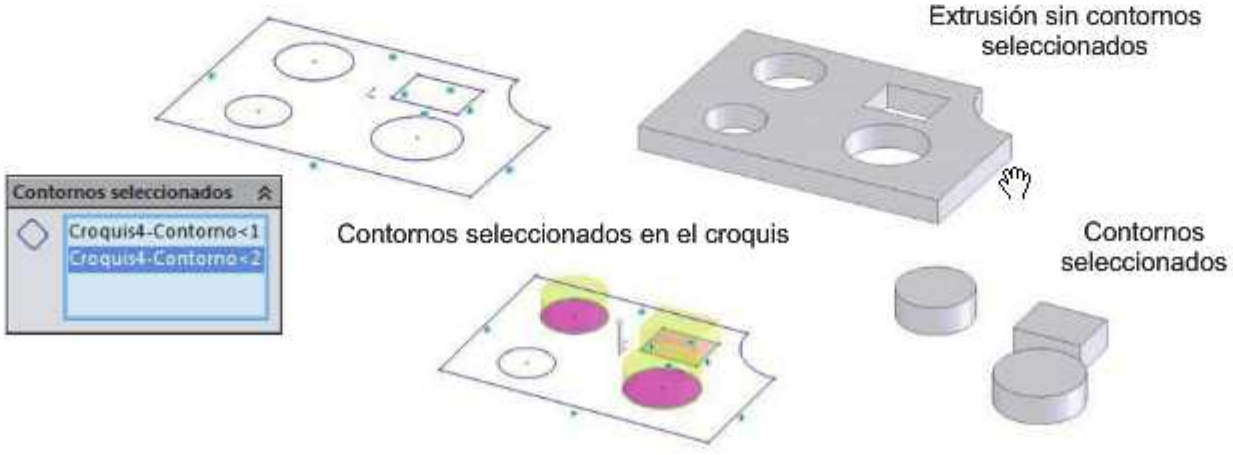


Figura 4.14. **Extrusión/saliente** sin **Contornos seleccionados** y con tres **Contornos seleccionados**.

4.2.2 Extrusión Corte

La operación **Extruir Corte** genera una operación booleana de diferencia entre dos objetos sólidos asociados. La **Extrusión Corte** elimina el material que interseccionа entre la Extrusión de un croquis y el sólido ya existente.

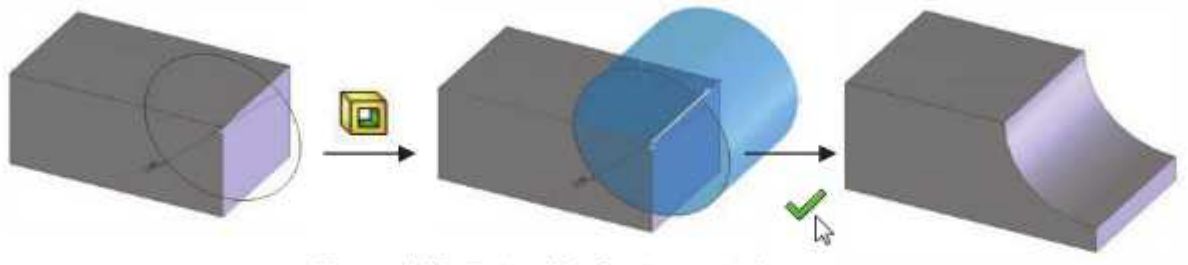


Figura 4.15. **Extrusión Corte por todo**.

La operación de **Extrusión Corte** funciona de la misma forma que la **Extrusión/saliente** o Extrusión sólida. Las variantes **Desde**, **Dirección 1**, **Dirección 2**, **Operación lámina** y **Contornos seleccionados** son las mismas.

Para realizar una operación de **Extrusión Corte** como la indicada en la figura 4.15 debe croquizar la geometría a cortar sobre una de las caras del sólido al que desea substraer. Las etapas que debe seguir son:



1- Sobre una operación ya realizada o sobre un sólido previo seleccione la cara o el plano dónde desee localizar el croquis pulsando sobre la misma con el botón izquierdo. Pulse sobre el icono **Normal a** para visualizar el plano en verdadera magnitud.

2- Pulse sobre la pestaña de la Barra de Herramientas de **Croquis** y seleccione **Círculo**. Con la ayuda de **Cota inteligente** acote el diámetro y la distancia del círculo dibujado respecto de las aristas del sólido.

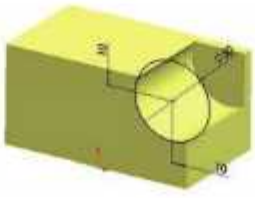
3- Pulse el icono de **Extrusión Corte** desde la Barra de **Operaciones** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Corte**, **Extrusión Corte**.

4- Al igual que en el caso de la **Extrusión sólida**, puede definir diferentes tipos de Extrusión, con **Ángulos de salida**, a **Ambos lados**, etc. En nuestro caso, seleccione **Por todo** para cortar el sólido completamente.

5- Pulse **Aceptar**, después de previsualizar el corte.



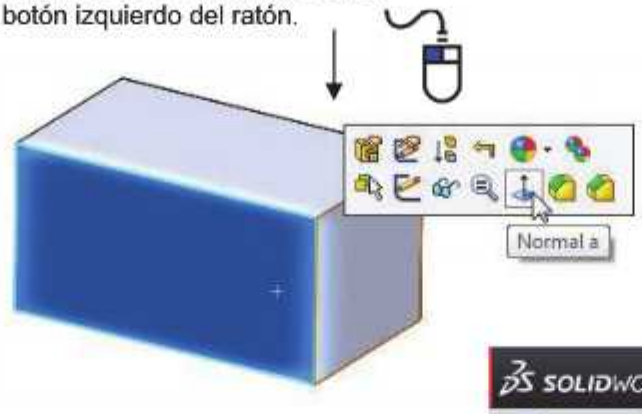
Vista preliminar detallada



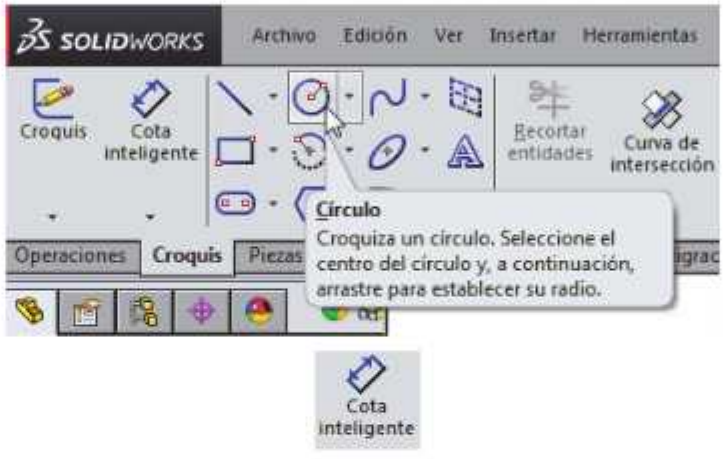


La opción de **Vista preliminar detallada** facilita la visualización previa de detalladas en operaciones de **Extrusión**, **Nervio** y **Ángulos de salida**, antes de aceptar la creación de la operación.

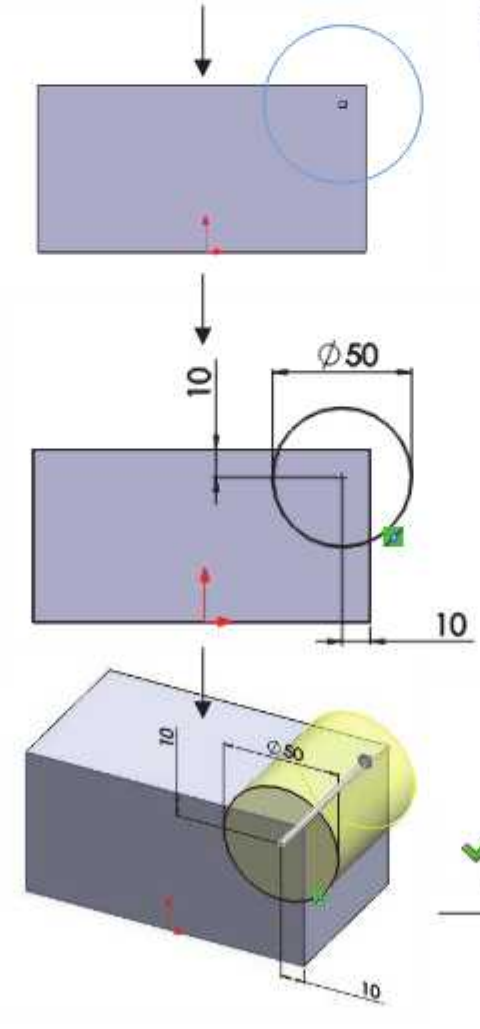
1- Selección de la cara dónde se desea croquizar el círculo pulsando sobre la misma con el botón izquierdo del ratón.



2- Pulse sobre **Normal a** para visualizar la cara seleccionada en verdadera magnitud (perpendicular al observador).



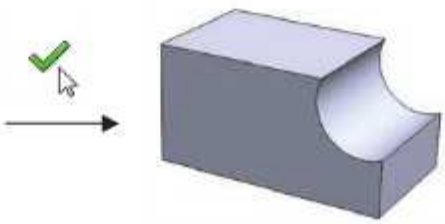
3- Seleccione **Círculo** desde la Barra de Herramientas de **Croquis** y dibuje un círculo sobre la cara seleccionar. De momento, no se preocupe por sus dimensiones.



4- Seleccione **Cota Inteligente** y acote el diámetro del círculo y la distancia del centro respecto de las aristas.



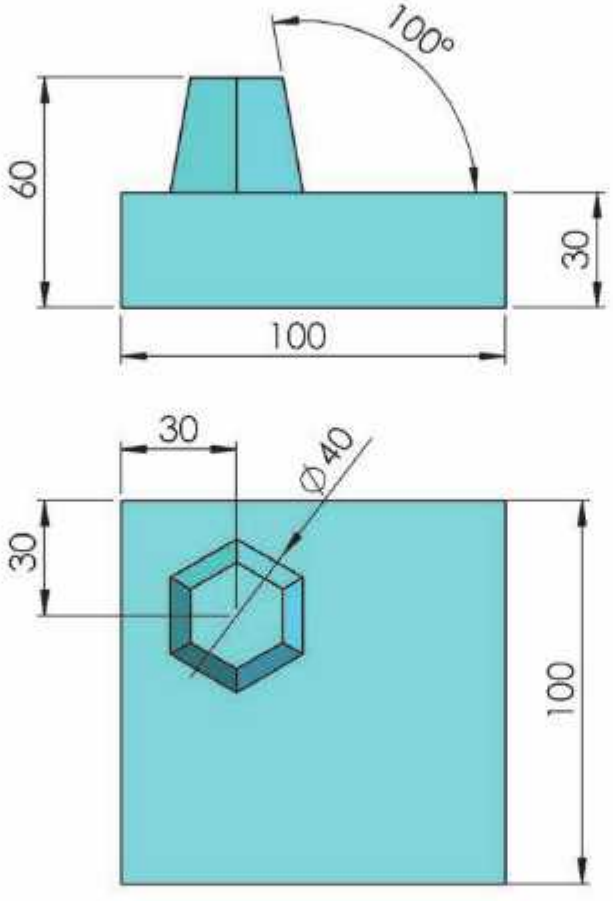
5- Seleccione la operación **Extrusión-Corte** desde la Barra de Herramientas de **Operaciones**. Defina un corte **Por Todo**. Pulse **Aceptar**.

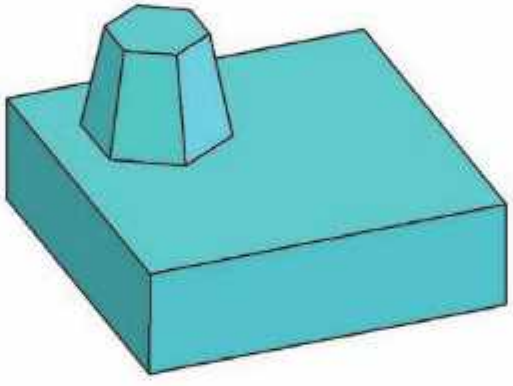


Práctica 4-1

Represente la pieza indicada en el plano adjunto. Modifique la geometría haciendo un cuadrado (100x100) mm de forma que el saliente se encuentre en el centro y la conicidad sea de 10º, en lugar de 4º.

5 minutos





Vea el DVD
Capítulo 4

Objetivos del tutorial

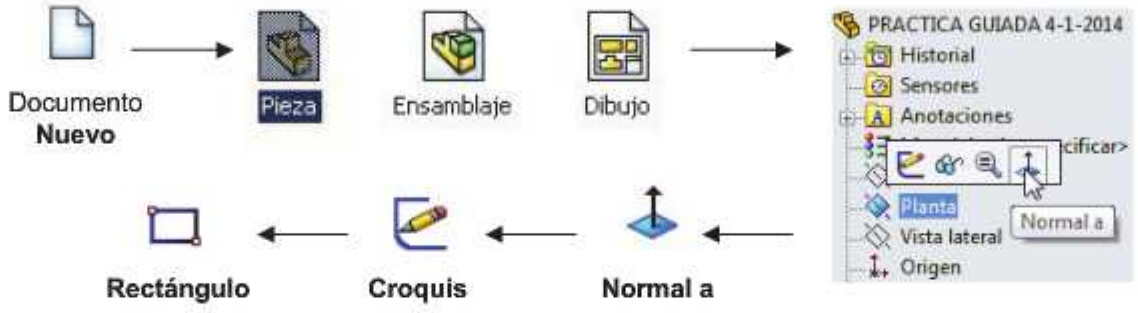
- Repasar los conceptos de **Croquización.**
- Estudiar las **Modificaciones de croquis** y de **Operación.**
- Aplicar la operación de **Extrusión/saliente.**

Práctica guiada 4-1

1. Pulse **Nuevo** desde el Menú de persiana **Archivo** o pulse sobre el icono **Nuevo** desde la Barra de Menús.

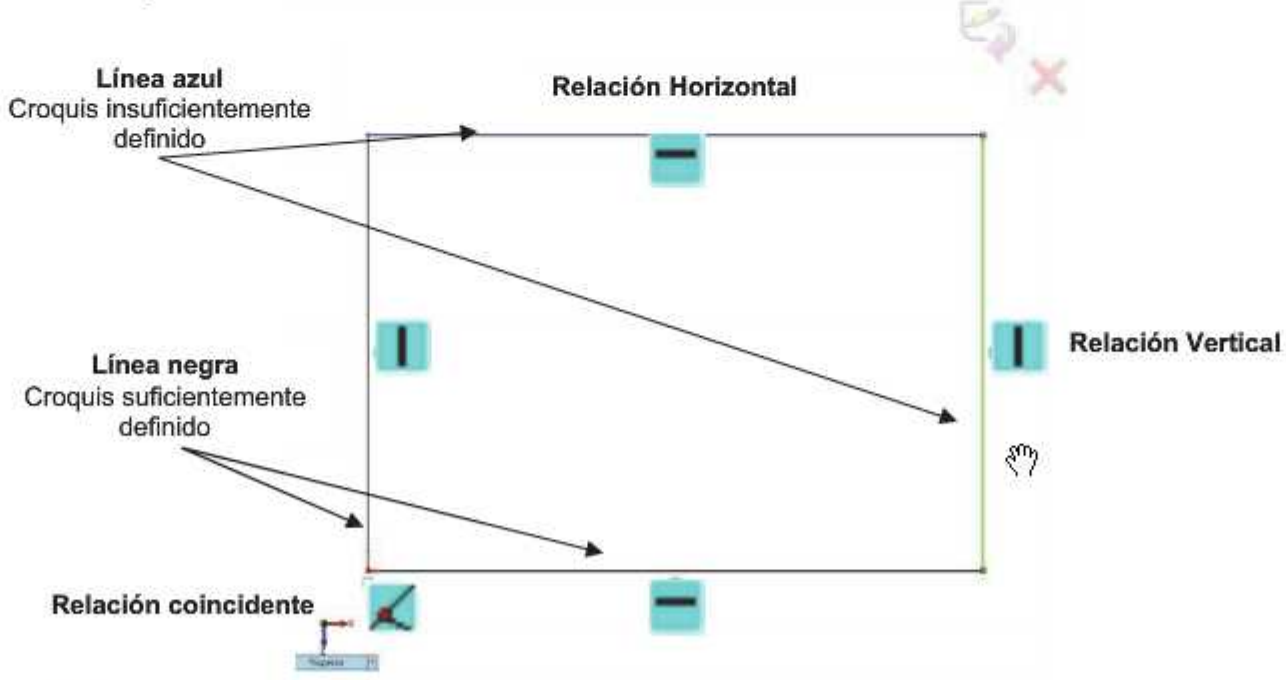
2. Seleccione **Pieza** y pulse **Aceptar**.

3. Seleccione el **Plano de Trabajo Planta** del **Gestor de diseño** y pulse sobre **Normal a** para visualizarlo en verdadera magnitud.



4. Pulse sobre el icono de **Croquis** y seleccione la Herramienta de croquizar **Rectángulo**.

5. Croquice un **Rectángulo** empezando por la esquina inferior izquierda haciendo que coincida con el origen de coordenadas. No tenga en cuenta las medidas del rectángulo croquizado. Observe como aparecen las **Relaciones Geométricas** cerca de cada una de las rectas dibujadas. Las relaciones son de **Coincidencia** con el origen de coordenadas, relación **Vertical** y relación **Horizontal**.



Las dos **líneas azules** indican que el croquis requiere de una cota u otra **Relación Geométrica** para estar completamente definido. Las dos **líneas negras** están completamente definidas y no requieren de una cota complementaria.

Para visualizar las **Relaciones Geométricas existentes** de una entidad croquizada pulse en el **PropertyManager** y seleccione la entidad en cuestión desde la **Zona de Gráficos**. En el cuadro de diálogo **Visualizar /eliminar relaciones** se indican todas las cotas y relaciones de croquis. Es importante que los croquis estén perfectamente definidos.

Además, el PropertyManager permite definir nuevas relaciones y así definir geometricamente la entidad.



PropertyManager



Agregar Relaciones

Permite agregar relaciones a la entidad seleccionada. Solo aparecen incluidas aquellas relaciones que son posibles para la entidad o entidades seleccionadas. Así, por ejemplo, la selección de una recta y un círculo activa la relación de tangencia pero no la de paralelismo.

Opciones

Para construcción convierte la entidad seleccionada en geometría constructiva. La opción **Longitud infinita** crea una línea de longitud infinita que puede ser recortada posteriormente.

Parámetros

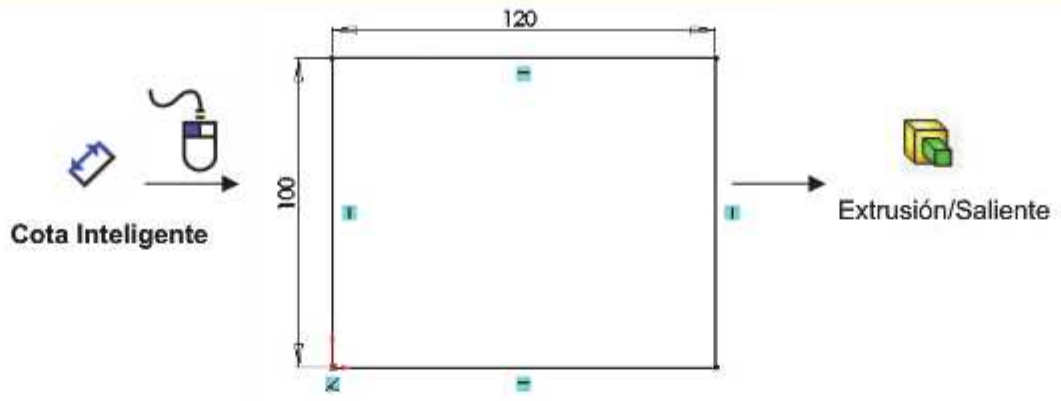
Permite modificar la **Longitud** o el **Ángulo** respecto de la rejilla del elemento seleccionado.

Parámetros adicionales

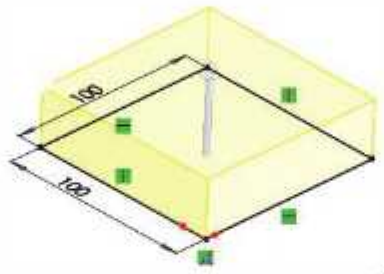
Indica las coordenadas **Origen** y **Fin** de la entidad seleccionada, así como los **Incrementos** en X e Y.

Cuando la entidad seleccionada es otra entidad diferente de una recta los parámetros adicionales pueden ser diferentes como ocurre con un **Círculo**. En este caso aparecen las coordenadas del centro y el radio del mismo.

6. Pulse la opción de acotación de croquis, **Cota Inteligente**. Acote cada uno de los lados con las dimensiones 100 mm y 100 mm. Todo el croquis adopta un color negro que indica que está perfectamente definido. Para acotar pulse en cada una de las rectas con el botón izquierdo del ratón y defina su valor.

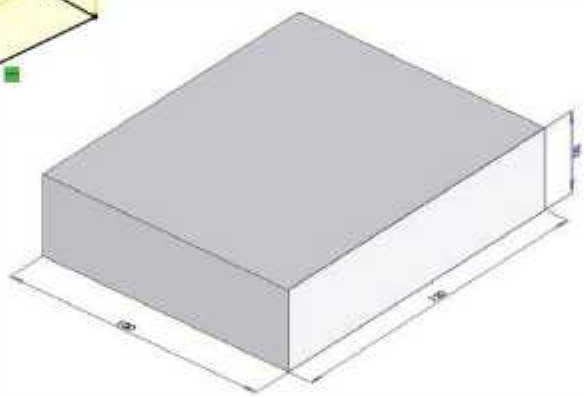


7. Pulse **Extruir** desde la Barra de Herramientas **Operaciones** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Saliente/Base**, **Extruir**. Seleccione **Desde plano de croquis**. En la pestaña **Dirección 1**, indique **Hasta la profundidad especificada** e indique una **Profundidad de Extrusión** de 30 mm. Pulse **Aceptar**.





Vea el DVD
Capítulo 4

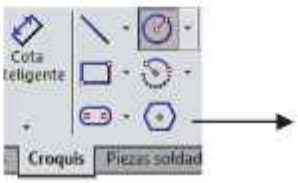




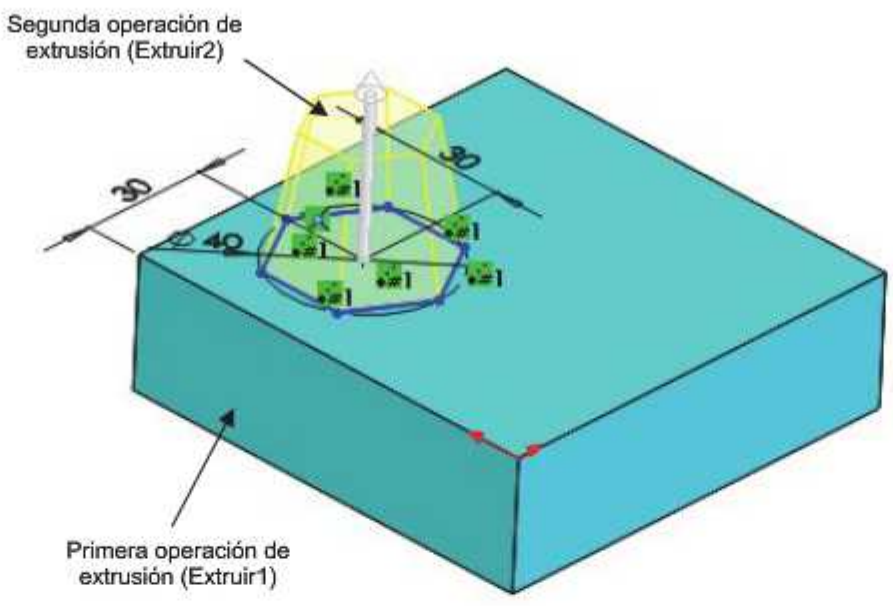
Para acceder de forma rápida al **Menú de orientación de vista** pulse sobre la **Barra espaciadora** del teclado. La chincheta mantiene la ventana abierta.

8. Seleccione la **Cara** superior de la pieza y pulse **Normal a**. Pulse sobre el icono de **Croquis** y seleccione la Herramienta de croquizar **Hexágono**. Active **Círculo circunscrito** e indique el diámetro de 40 mm. Seleccione 6 lados en **Número de lados** y en **Ángulo** 90°. Acote el diámetro y las distancias hasta las aristas (30 mm) mediante **Cota inteligente**. Pulse **Aceptar** para terminar la operación.

Hexágono









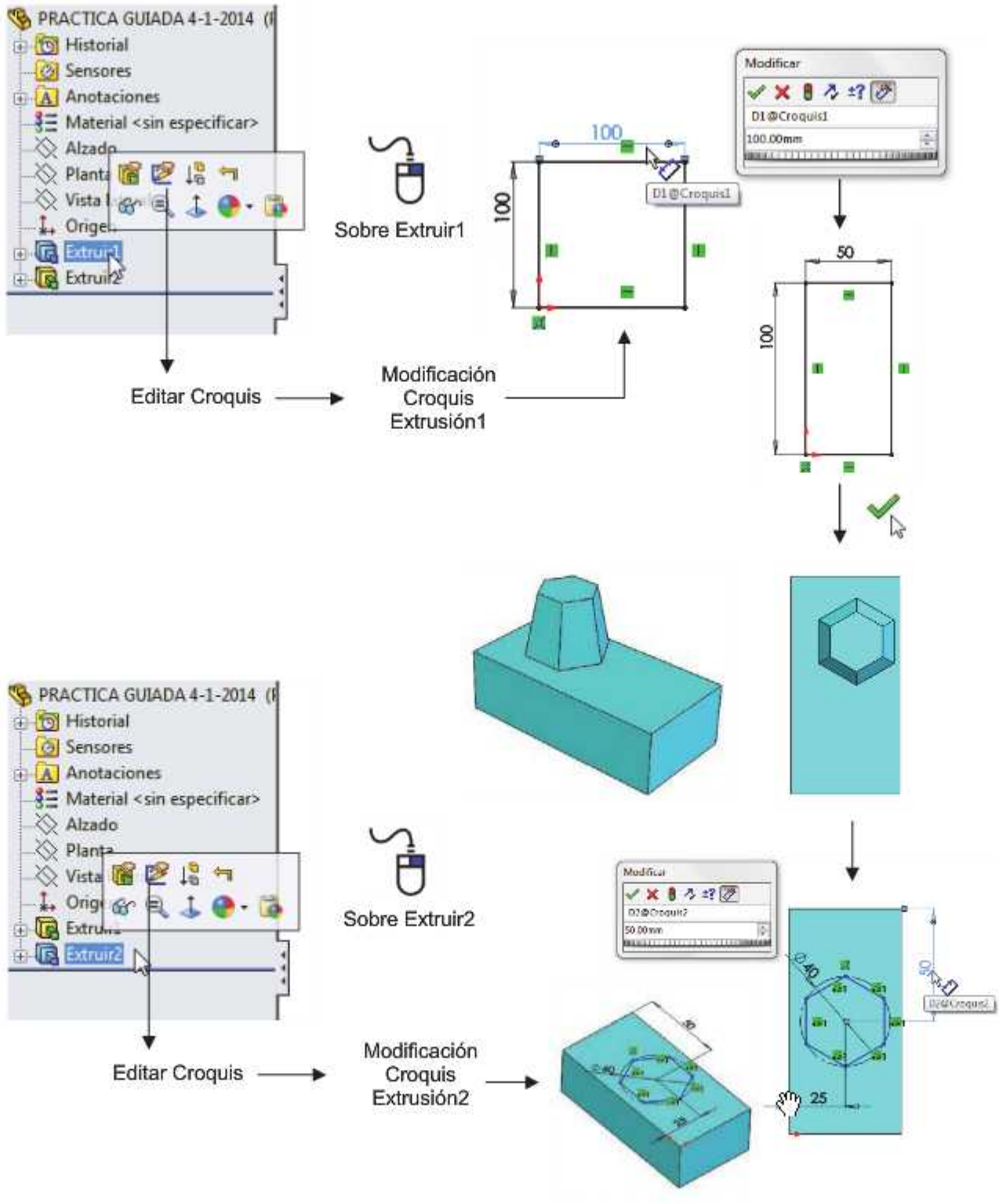


Para modificar las dimensiones de la pieza base debe modificar el primer croquis perteneciente a la primera operación de **Extrusión** (Extruir1). Para centrar el saliente debe modificar las cotas del croquis de la segunda operación **Extrusión** (Extruir2). Finalmente, para modificar el ángulo de inclinación debe modificar la operación de **Extrusión** (Extruir2).

El **Gestor de diseño** contiene cada una de las Operaciones realizadas (Extruir1 y Extruir2). Si desea visualizar el croquis asociado a cada una de las Operaciones pulse sobre el **signo +**. Para modificar el croquis de la primera Extrusión pulse con el botón secundario del ratón sobre la operación en el **Gestor de Diseño** e indique **Modificar Croquis**.

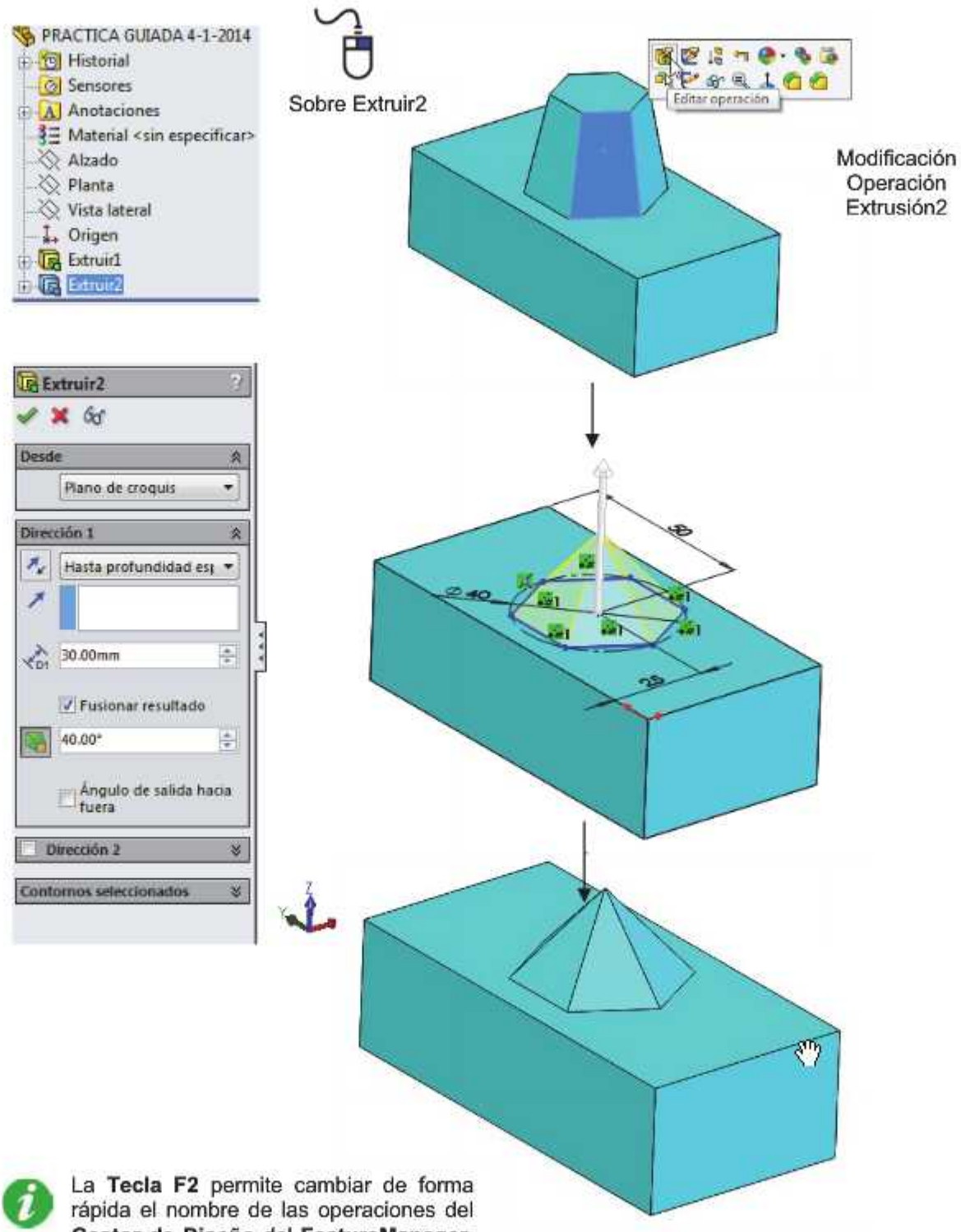


Al introducir un valor de cota no es necesario introducir las unidades porque ya están configuradas como predefinidas los milímetros. Si después de introducir el valor de cota introduce unas unidades distintas **Solid**Works realiza la conversión automáticamente.



Recuerde que la rueda del botón central del ratón permite realizar **Zoom Acercar/Alejar**. El modelo gira cuando mantiene pulsada la rueda mientras mueve el ratón.

Después de centrar el saliente debe **Editar la operación** Extrusión2 para dar una inclinación de 40º. También puede seleccionar la opción de editar operación pulsando sobre la misma desde la Zona de Gráficos y seleccionando la opción **Editar operación**.

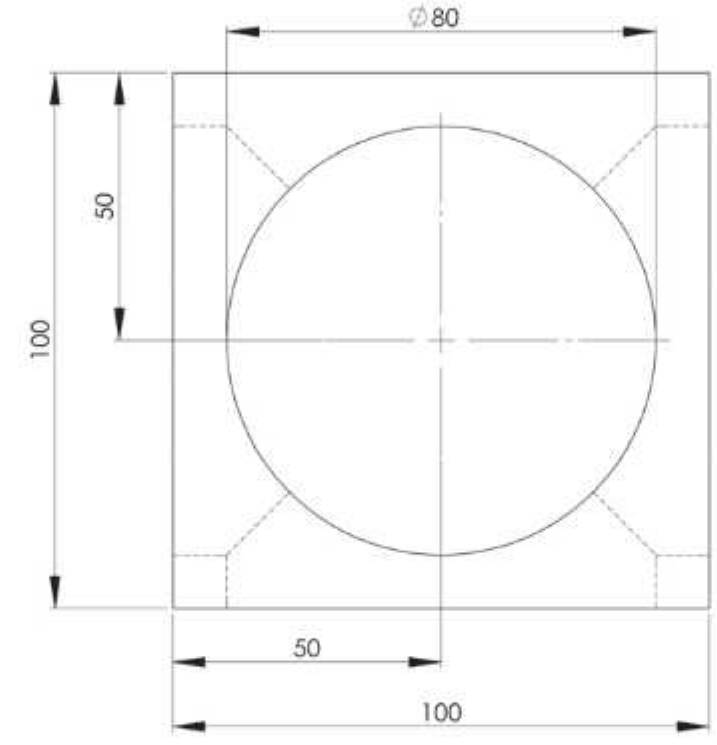


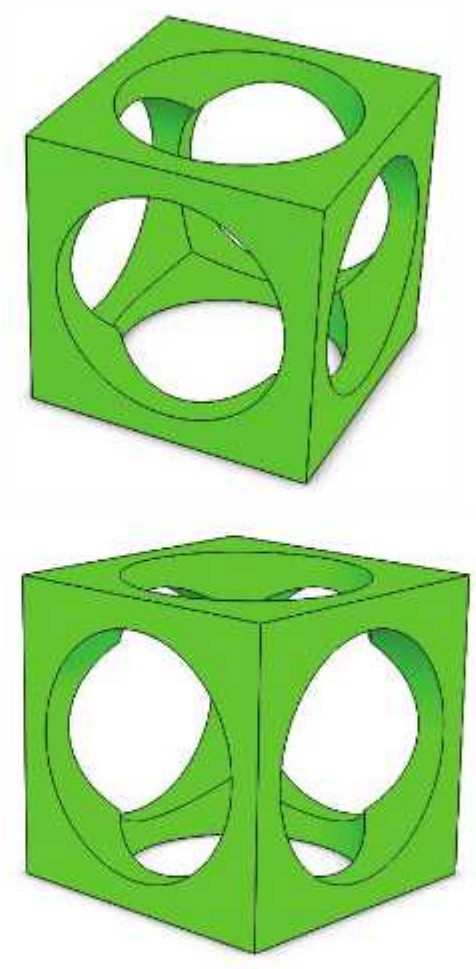
La **Tecla F2** permite cambiar de forma rápida el nombre de las operaciones del **Gestor de Diseño** del **FeatureManager**. Seleccione la operación y pulse **F2**.

Práctica Guiada 4-2

Represente la pieza indicada en el plano adjunto.

5 minutos





Vea el DVD
Capítulo 4

Objetivos de la práctica

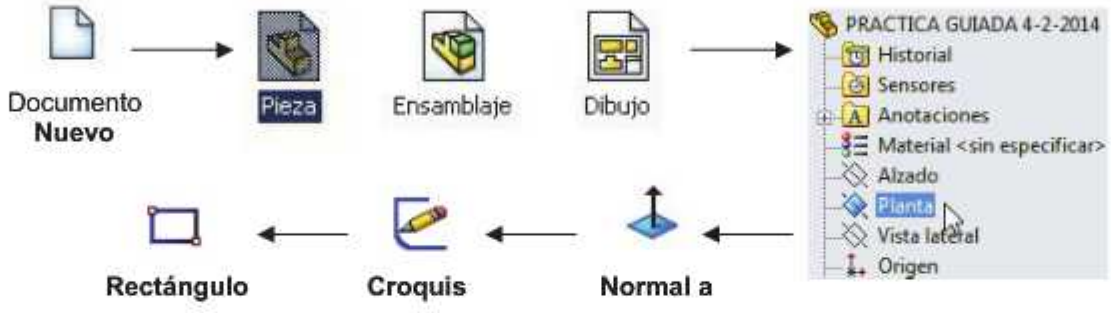
- Repasar los conceptos de **Croquización.**
- Estudiar las **Modificaciones de Croquis** y de **Operación.**
- Aplicar las operación de **Extrusión/saliente** y **Extrusión/corte.**
- **Copiar y pegar** operaciones.

Práctica guiada 4-2

1. Pulse **Nuevo** desde el Menú de persiana **Archivo** o pulse sobre el icono **Nuevo** desde la Barra de Menús.

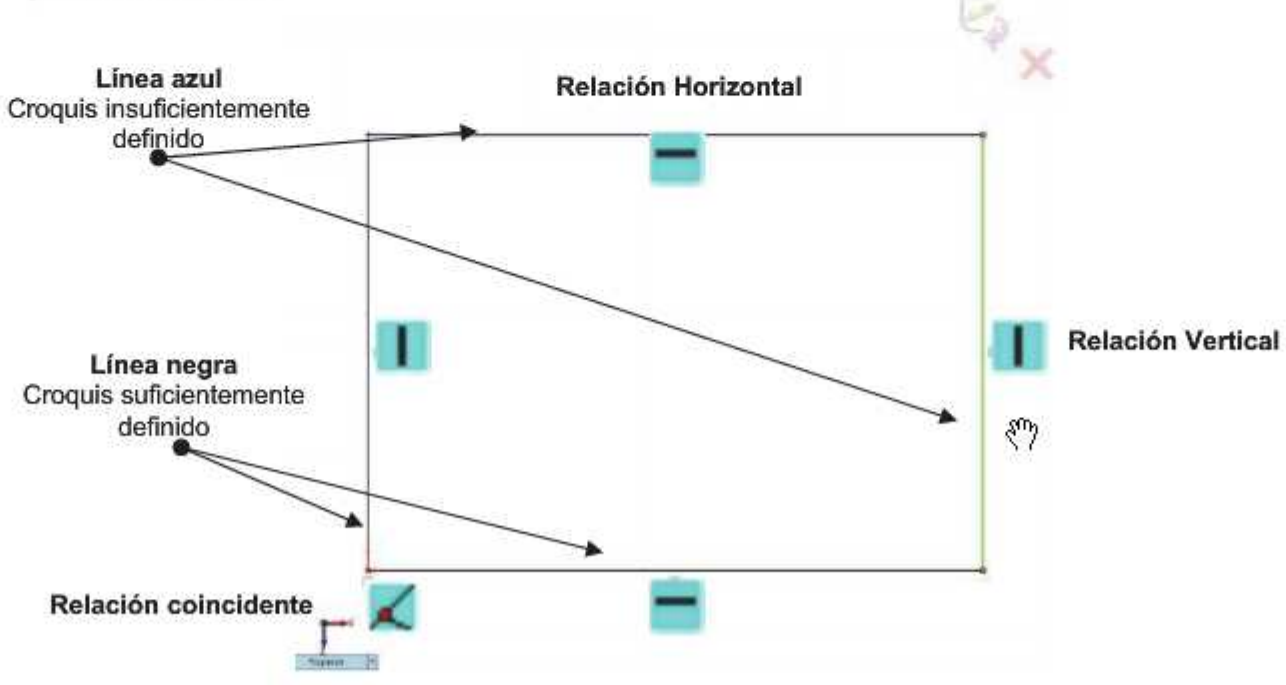
2. Seleccione **Pieza** y pulse **Aceptar**.

3. Seleccione el plano de trabajo **Planta** del **Gestor de diseño** y pulse sobre **Normal a** para visualizarlo en verdadera magnitud.



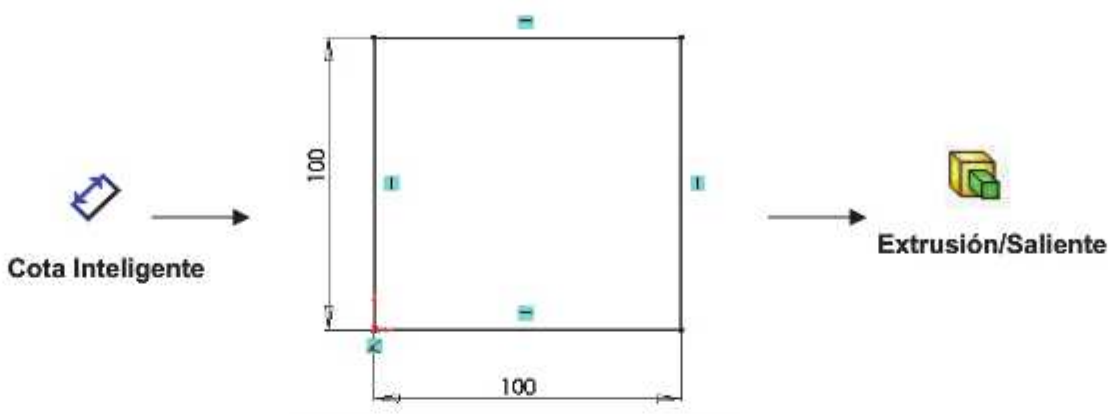
4. Pulse sobre el icono de **Croquis** y seleccione la Herramienta de Croquizar **Rectángulo**.

5. Croquice un **Rectángulo** empezando por la esquina inferior izquierda haciendo que coincida con el origen de coordenadas. No tenga en cuenta las medidas del rectángulo croquizado. Observe como aparecen las **Relaciones Geométricas** cerca de cada una de las rectas dibujadas. Las relaciones son de **Coincidencia** con el origen de coordenadas, recta **Vertical** y recta **Horizontal**.

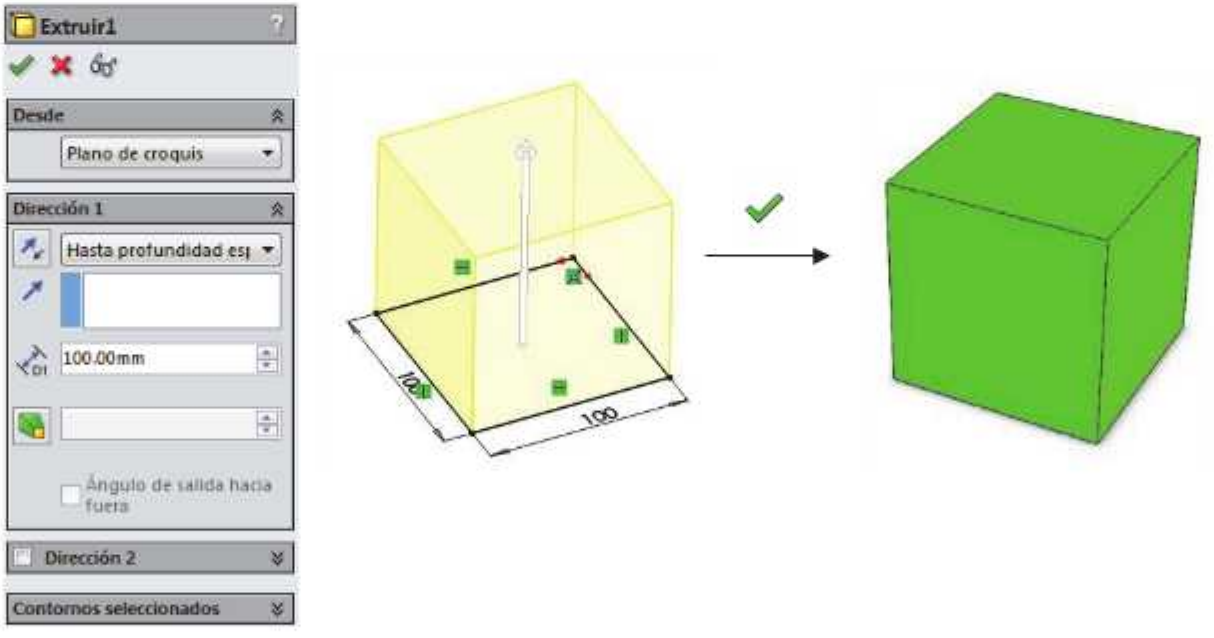


También puede seleccionar el comando Rectángulo de centro y dibujar el rectángulo centrado en el origen de coordenadas.

6. Pulse la opción de acotación de croquis, **Cota Inteligente**. Acote cada uno de los lados con las dimensiones 100 mm y 100 mm. Todo el croquis adopta un color negro que indica que está perfectamente definido.

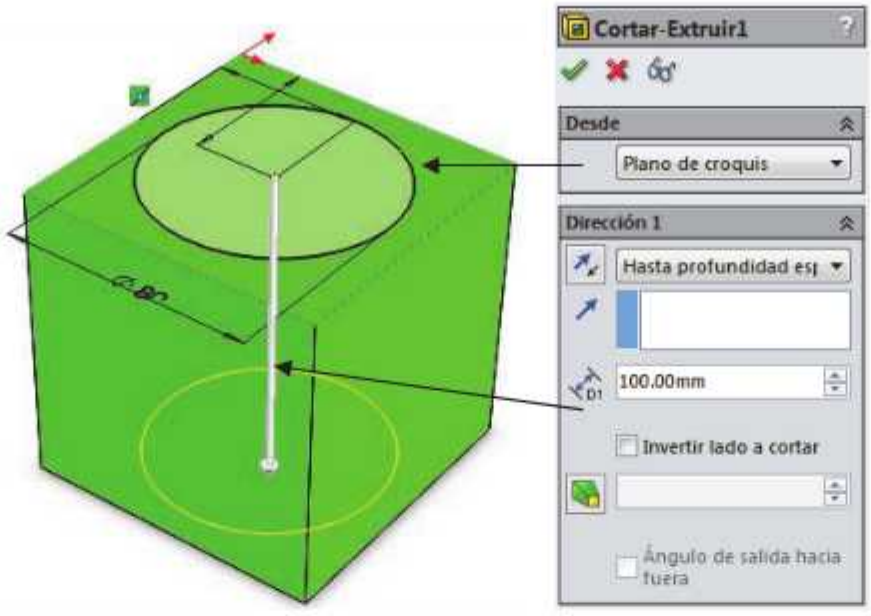


7. Pulse **Extruir** desde la Barra de Herramientas **Operaciones** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Saliente/Base**, **Extruir**. Seleccione **Desde plano de croquis**. En la pestaña **Dirección 1**, indique **Hasta la profundidad especificada** e indique un valor de extrusión de 100 mm. Pulse **Aceptar**.

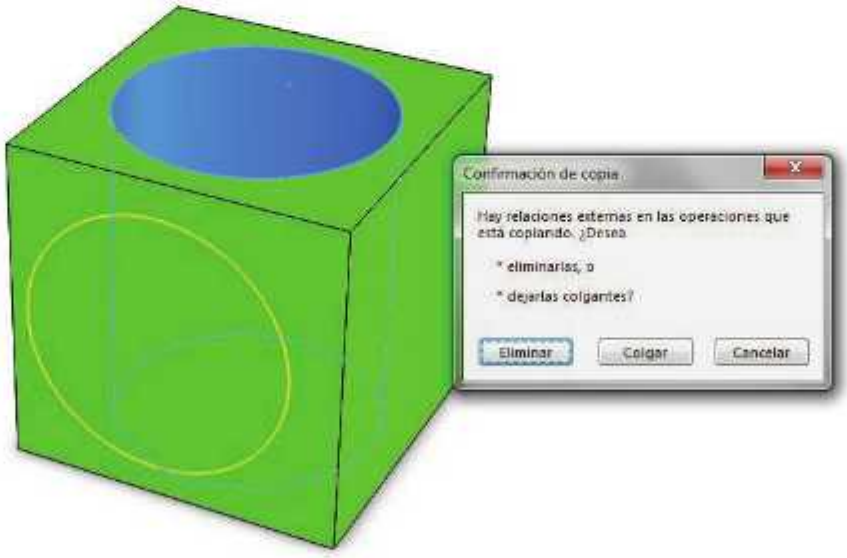


8. Seleccione la **Cara** superior de la pieza y pulse **Normal a**. Pulse sobre el icono de **Croquis** y seleccione la herramienta de croquizar **Círculo**. Acote el diámetro ø80mm y las distancias hasta las aristas 50 y 50 mm para centrarlo respecto a las **Caras**. Pulse **Aceptar** para terminar la operación. También puede centrar el círculo respecto de las caras haciendo una línea constructiva de esquina a esquina. Dibuje el círculo cuyo centro se encuentre en el punto medio de la línea dibujada.

9. Pulse **Extruir/corte** y seleccione **Desde el plano de croquis** y **Dirección1 Hasta el Vértice**. Seleccione el **Vértice** inferior del cubo. Pulse **Aceptar**.

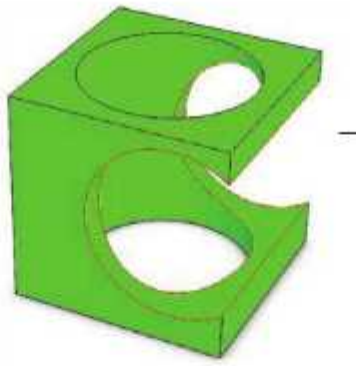


10. Copie la operación **Extrusión/corte** a las dos caras restantes (Copiar-Pegar). Seleccione la operación **Extrusión/corte** y con el botón izquierdo pulsado y la **Tecla Ctrl** del teclado. Arrastre la operación hasta la cara destino. Suelte el botón izquierdo del ratón y a continuación la **Tecla Ctrl** del teclado. Seleccione **Eliminar restricciones externas**.



La condición **Extruir por todo** permite que el taladro generado sea siempre pasante aunque modifique la Extrusión del cubo. La **Extrusión/corte** se adapta al cambio de la geometría del cubo por depender del mismo y estar más abajo en el **Gestor de Diseño**.

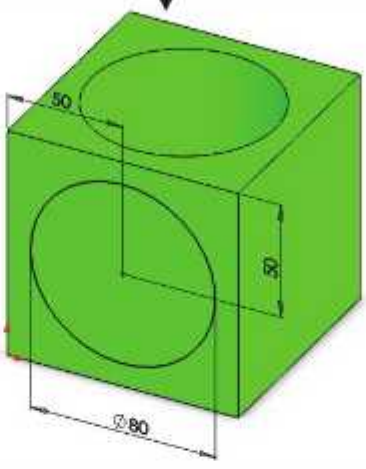
11. La operación **Extrusión/corte** aparece en la cara seleccionada sin la acotación de centrado. Seleccione la operación copiada (Cortar-Extruir2) en el **Gestor de Diseño** y con el botón derecho del ratón seleccione la opción **Editar croquis**. Acote las distancias 50 × 50 mm de centrado de la operación **Extrusión/corte** y pulse **reconstruir**.



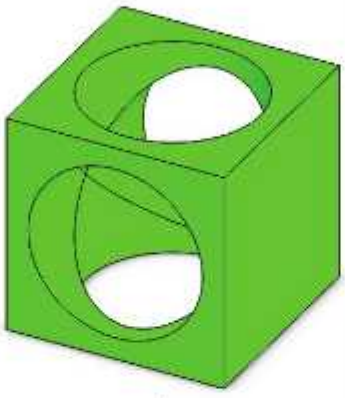




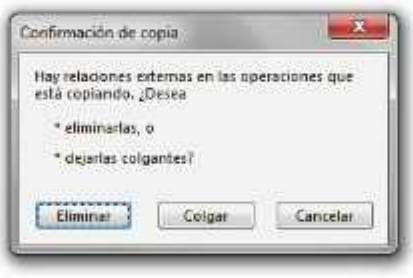
La eliminación de restricciones copia la operación sin centrarla en la **Cara**.

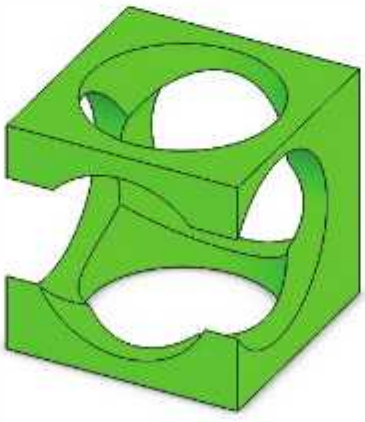


La acotación del **Círculo** permite centrarlo en la cara del cubo.

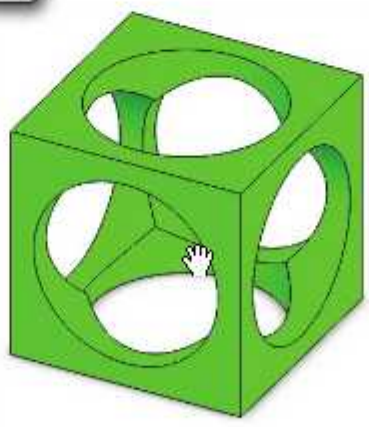


Reconstruir.





Acotación del círculo.

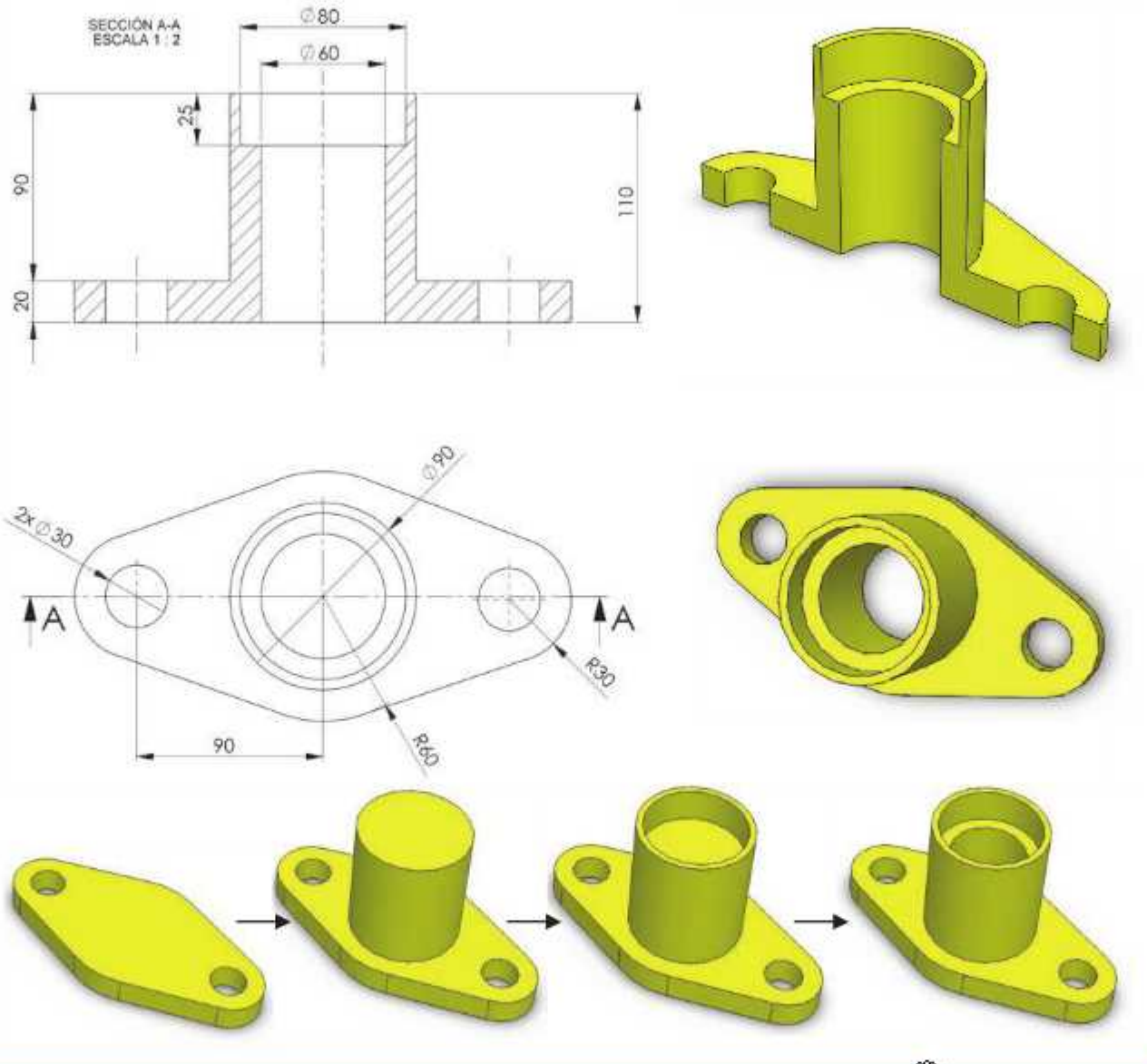


Copie la operación a la segunda **Cara** y vuelva a centrar el círculo respecto de la **Cara** del cubo.

Práctica propuesta 4-3

Represente la pieza indicada en el plano adjunto.

15 minutos



Objetivos de la práctica

- **Repasar los conceptos de croquización y Relaciones Geométricas.**
- **Definir la acotación de un croquis con Cota Inteligente.**
- **Estudiar la operación Extrusión/Saliente y Extrusión/Corte.**

4.2.6 Revolución



La operación **Revolución** permite crear sólidos a partir de una o más generatrices que definen un perfil a través de una **Línea constructiva** o línea de Revolución. Para la construcción de un sólido de Revolución debe croquizar el perfil a revolucionar e indicar la línea de Revolución que puede croquizarla o seleccionarla desde la misma geometría a revolucionar.

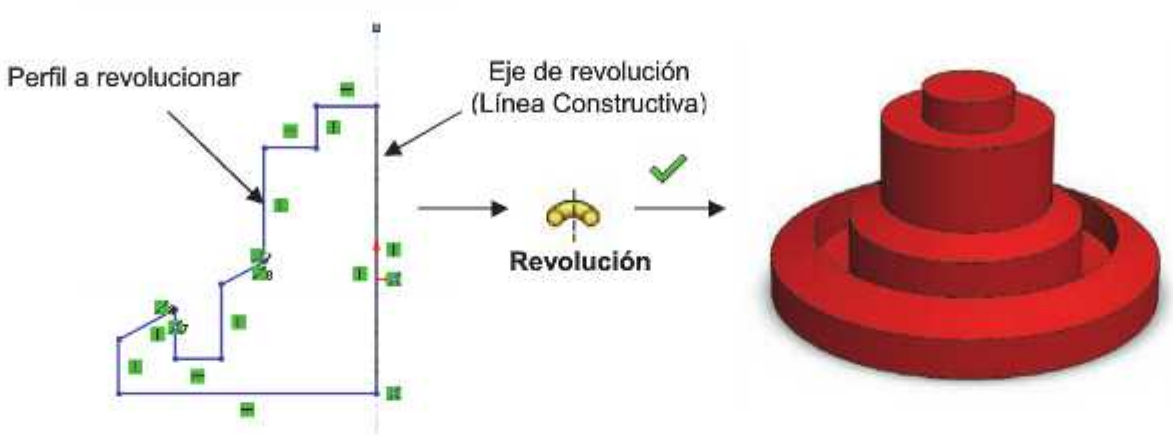


Figura 4.16. Operación de **Revolución**.



SolidWorks® permite crear una **Revolución Saliente/base**, de **Corte** o de **Superficie**. La operación **Revolución** puede **Sólida**, **Lámina** o de **Superficie**.

Para crear una operación de **Revolución/base** las etapas que debe seguir son:



1. Cree un croquis con el perfil a revolucionar. Puede ser abierto o cerrado. Cuando el croquis es abierto **SolidWorks®** unirá el extremo inicial del perfil de Revolución con el final cerrándolo de forma automática. Tenga en cuenta el **Eje** de Revolución.

2. Pulse el icono de **Revolución/base** o **Revolución** del Menú de Persiana **Insertar, Saliente/Base, Revolución**.

3. Defina las características de la **Revolución** en el **PropertyManager**: **Parámetros de Revolución**, **Operación lámina** y **Contornos seleccionados**.

4. Pulse **Aceptar**.

El **PropertyManager** permite definir las características de **Revolución** de una nueva operación o modificar una existente pulsando con el botón secundario sobre la operación en el **Gestor de Diseño**.

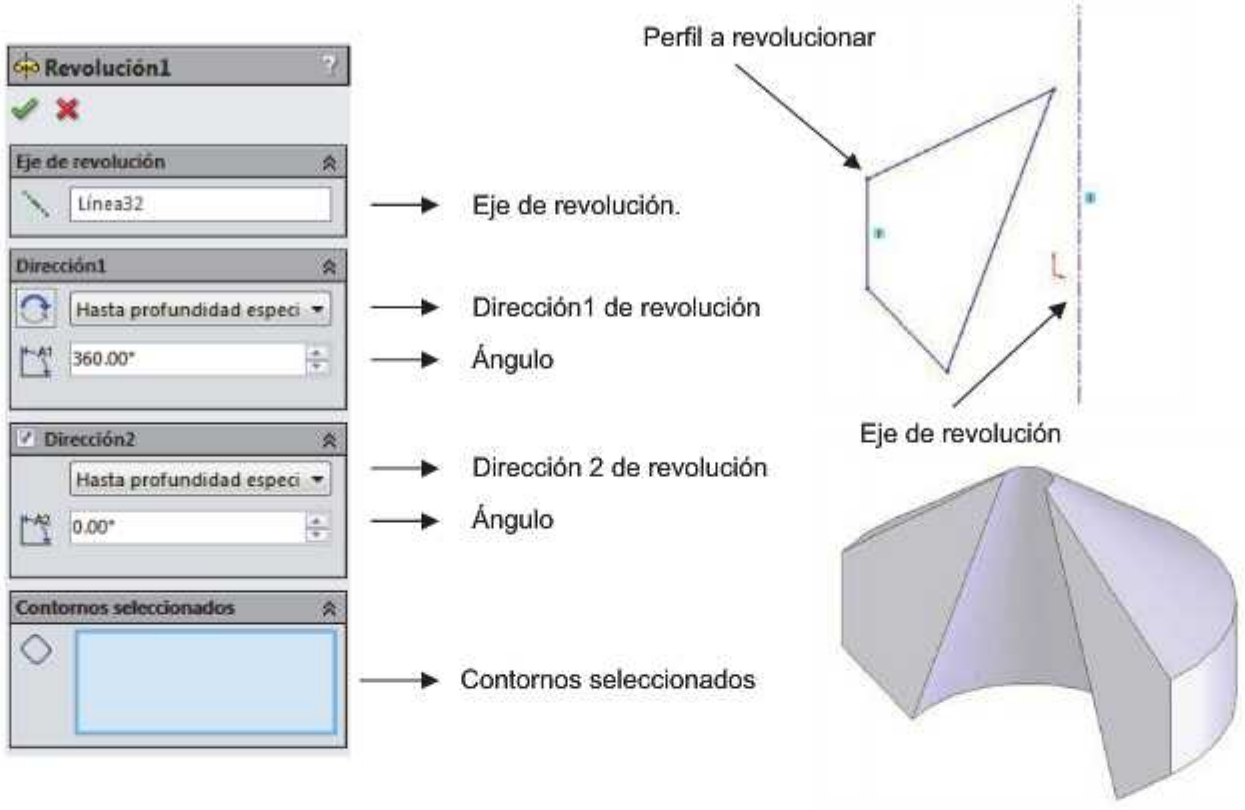


Figura 4.17. **PropertyManager** de **Revolución**.

Parámetros de Revolución

Definen el **Eje**, la **Dirección** y el **Ángulo de Revolución**.

- **Eje de Revolución.** El **Eje de Revolución** puede ser una **Línea constructiva**, una **Línea** o una **Arista**.
- **Dirección de Revolución.** Define la dirección de la Revolución desde el plano en el que se ha croquizado el perfil. Hay tres formas diferentes de definir la dirección de la Revolución: en **Una Dirección**, **Plano medio** o **Dos Direcciones**. La opción **Invertir** permite invertir la dirección de Revolución.

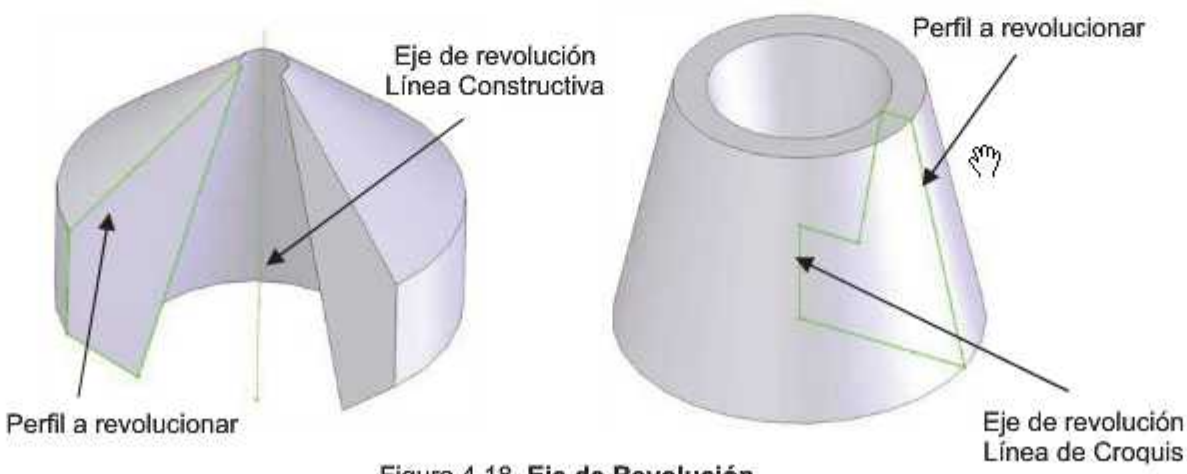


Figura 4.18. **Eje de Revolución**.

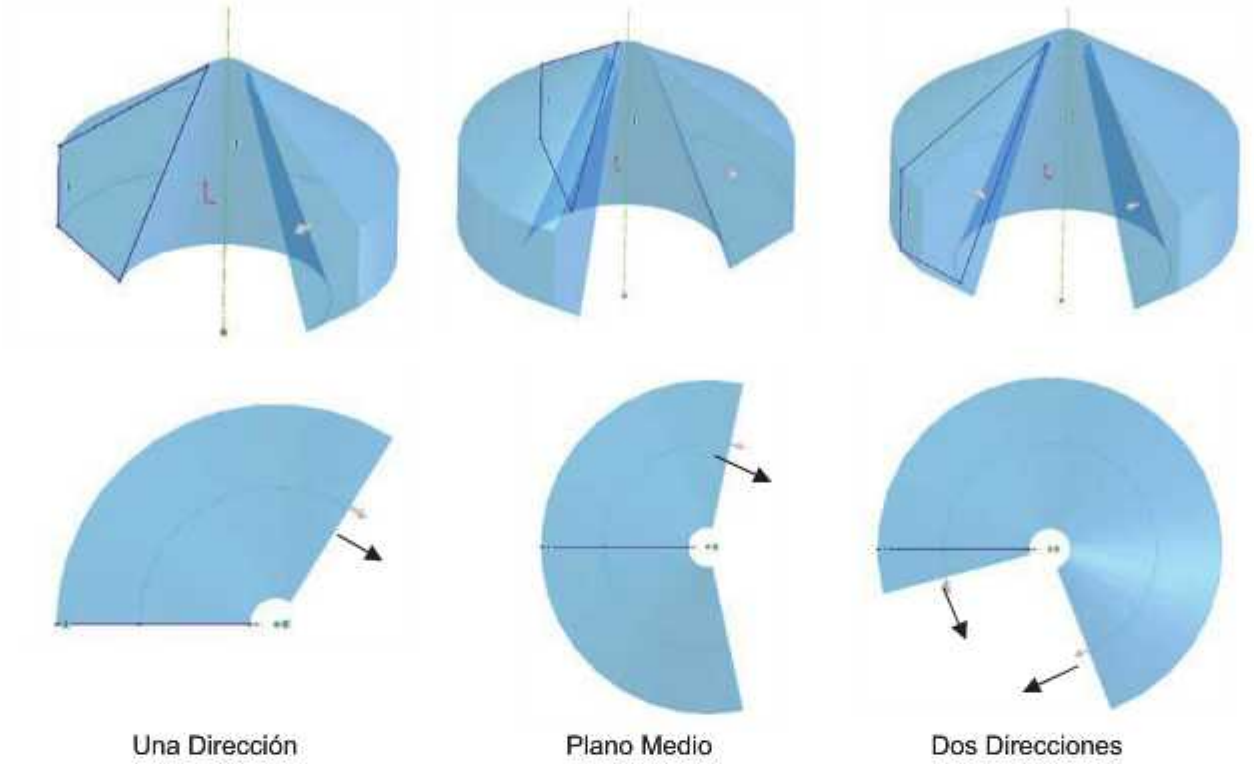


Figura 4.19. **Dirección de Revolución**.

- **Ángulo.** Permite definir el ángulo establecido por la Revolución. El ángulo predefinido es de 360°, una vuelta completa. La medición del ángulo se realiza en sentido de las agujas del reloj tomando como inicio u origen el croquis de Revolución.

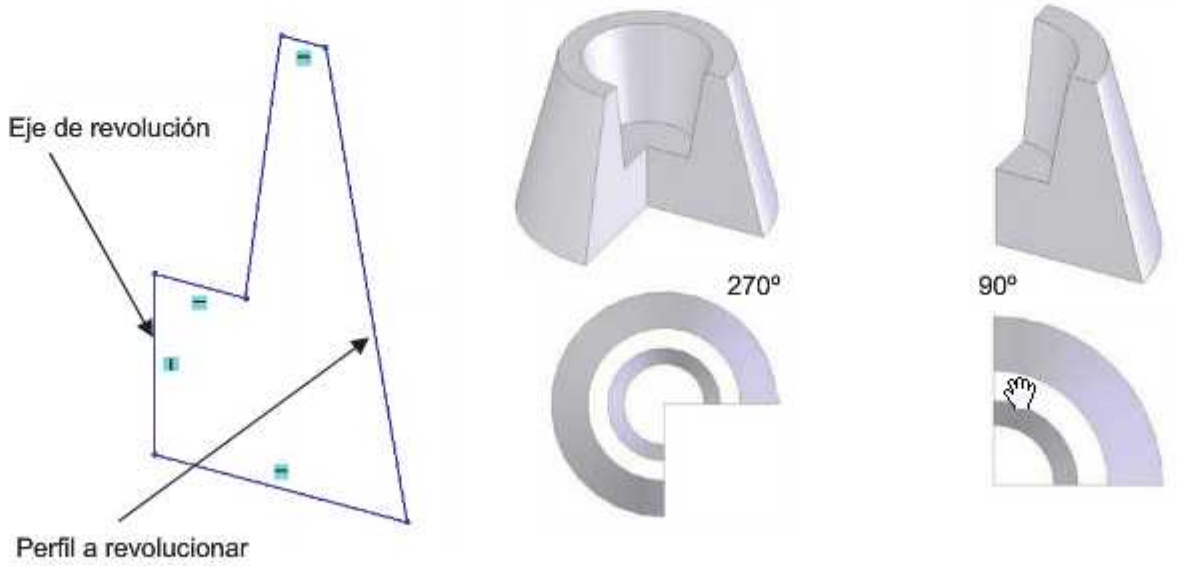


Figura 4.20. **Ángulo de Revolución**.

Operación Lámina

Define la operación de **Revolución** como una lámina de espesor definido y ahuecada interiormente. En el **PropertyManager** se definir la dirección del espesor: **una Dirección**, **Plano medio**, **dos Direcciones**. En esta última opción puede definir un espesor diferente hacia dentro y fuera del croquis.

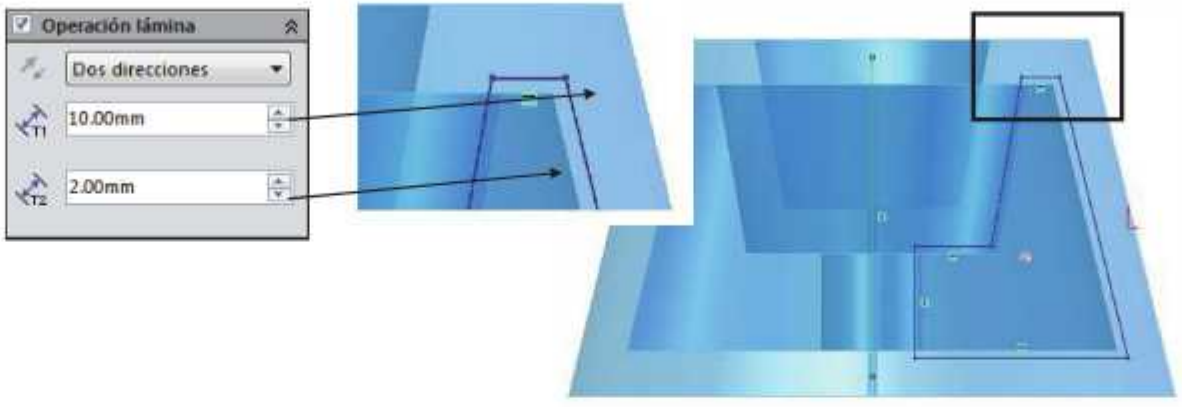


Figura 4.21. Operación **Lámina**.

Contornos seleccionados

Permite seleccionar contornos de Revolución múltiples. Para la creación de una Revolución con **Contornos Múltiples** siga los siguientes pasos:

1. Cree un croquis con el perfil a revolucionar y seleccione los contornos en la **Zona de Gráficos**. Observe como la región que delimita el contorno cambia de color. Si activa **Vista Preliminar** puede ver una previsualización de la operación.

2. En el cuadro de diálogo de **Croquis** se indican los contornos seleccionados. Puede seleccionar más de un contorno y crear una **Revolución multicuerpo**.

3. Pulse **Aceptar** para crear la **Revolución** con los **Contornos seleccionados**.

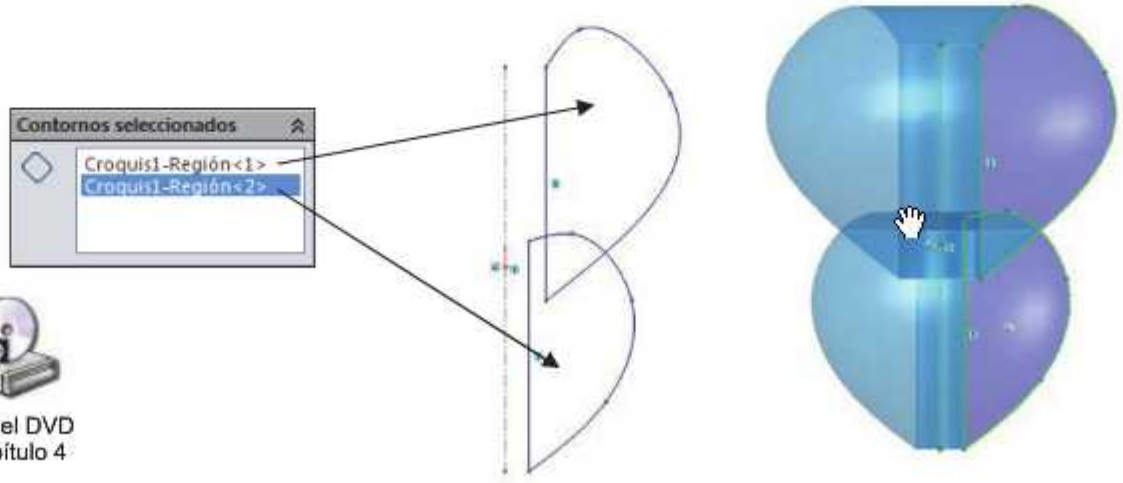


Figura 4.22. **Contornos seleccionados**.

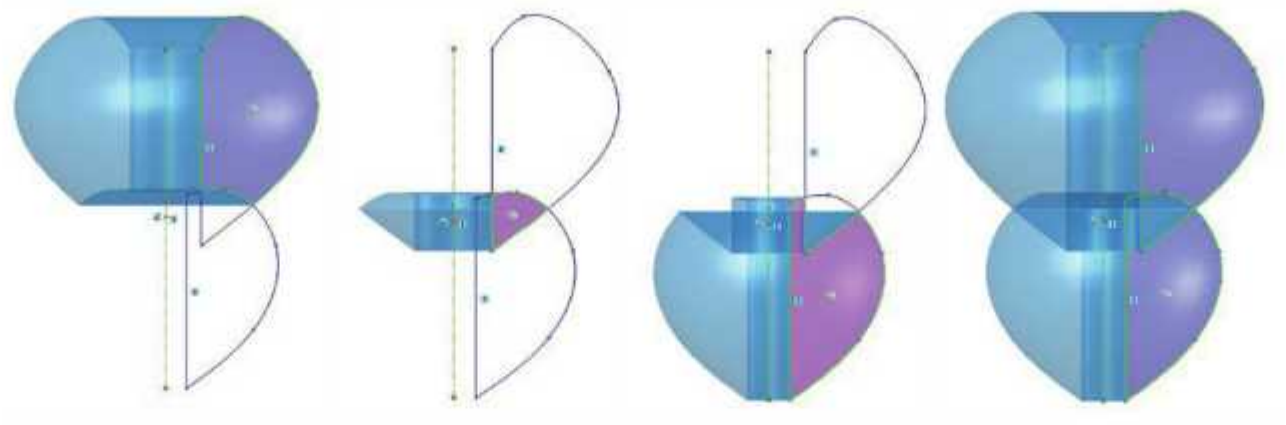


Figura 4.23. **Contornos seleccionados**.

4.2.7 Revolución Corte

La operación **Revolución Corte** genera una operación booleana de diferencia entre dos sólidos asociados mediante una Revolución.

Para realizar una operación de **Revolución Corte** debe croquizar la geometría a cortar sobre el objeto al que desea substraer.

1- Pulsar el icono de **Revolución Corte** de la Barra de Herramientas **Operaciones**. O seleccione **Revolución/corte** del Menú de Persiana, **Insertar**, **Cortar**, **Revolución/corte**.

2- Al igual que en el caso de la Revolución sólida, puede definir deferentes tipos de Revolución indicando la **Dirección**, el **Ángulo** y los **Contornos** a revolucionar.

3- Pulsar **Aceptar**, después de previsualizar la **Revolución/corte**.

La operación de **Revolución/corte** funciona de la misma forma que la **Revolución/sólida** pero recuerde que la operación es activa únicamente cuando el croquis está sobre un sólido que pueda admitir el corte de la Revolución.

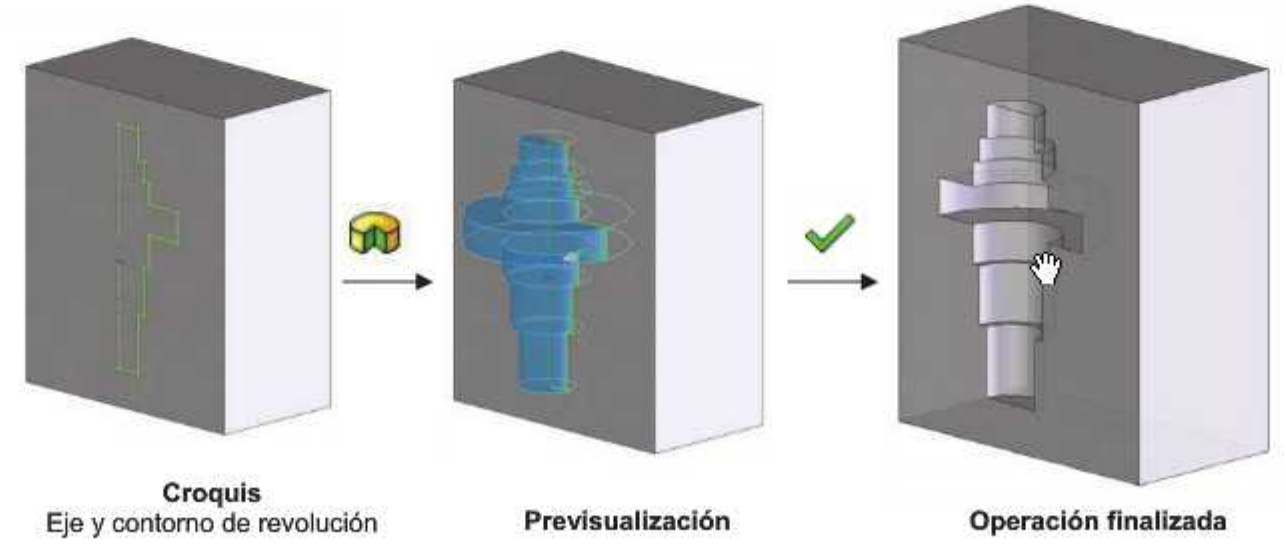


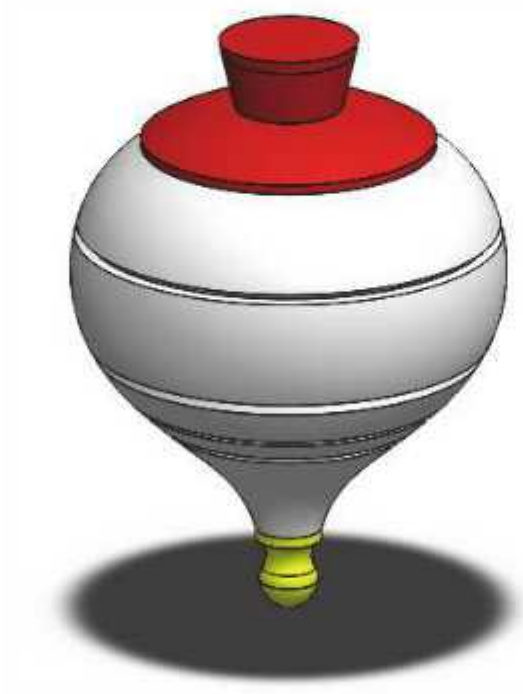
Figura 4.24. **Revolución/corte**.

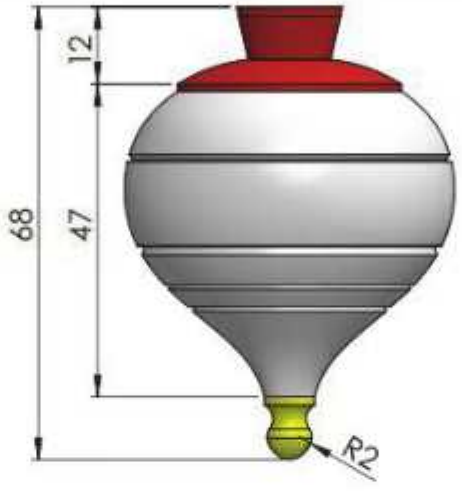
Práctica 4-4

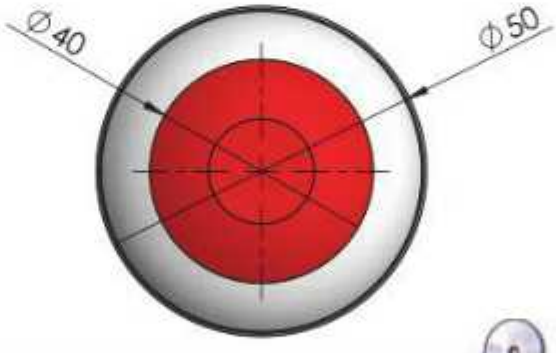
Represente la pieza indicada en el plano adjunto.

8 minutos











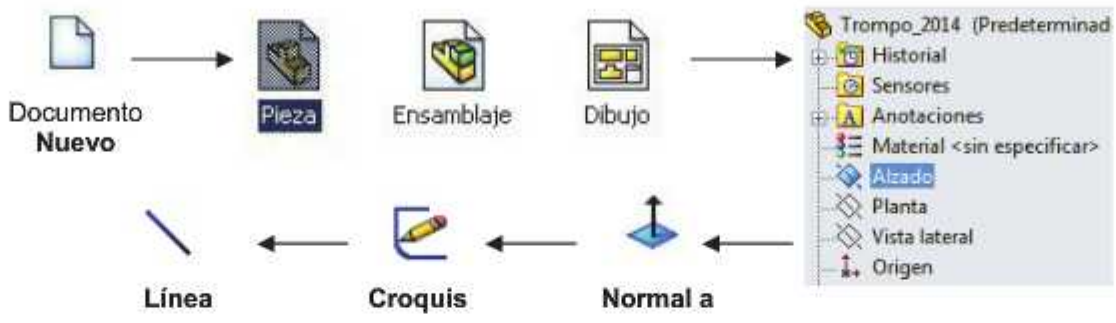
Vea el DVD
Capítulo 4

Objetivos de la práctica

- **Repasar los conceptos de Croquización y Relaciones Geométricas.**
- **Estudiar la operación Revolución/sólida y Revolución/corte.**

Práctica guiada 4-4

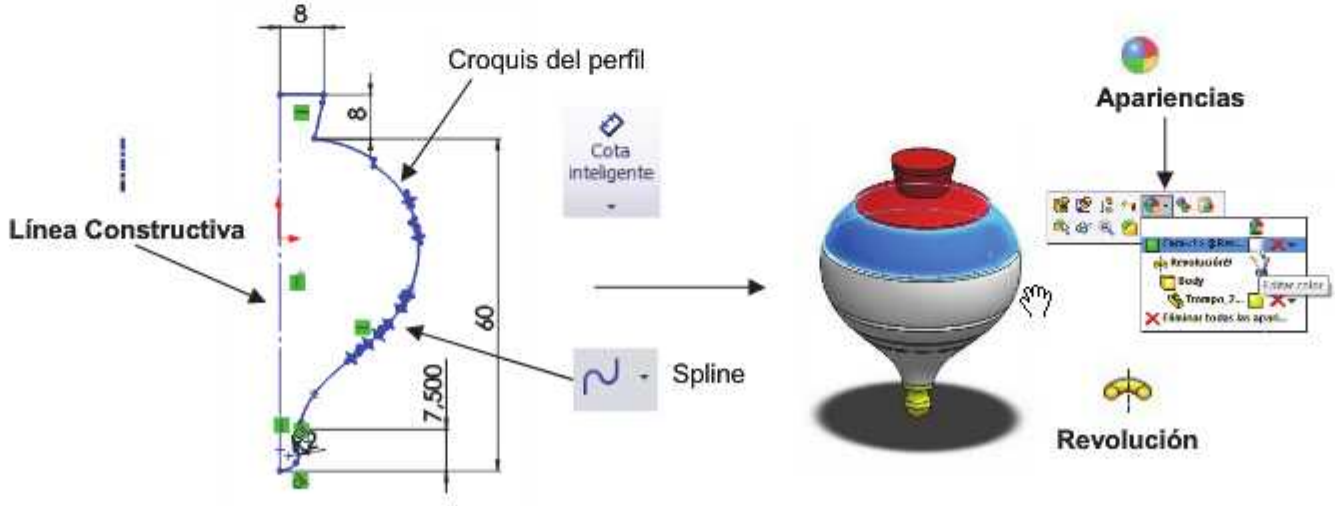
1. Pulse **Nuevo** desde el Menú de persiana **Archivo** o pulse sobre el icono **Nuevo** desde la Barra de Menús. Seleccione **Pieza** y pulse **Aceptar**. Seleccione el plano de trabajo **Alzado** del **Gestor de diseño** y pulse sobre **Normal a** para visualizarlo en verdadera magnitud.



2. Pulse sobre el icono de **Croquis** de la Barra de Herramientas y seleccione la herramienta de croquizar **Línea**.

3. Croquice el perfil de la pieza de **Revolución** del trompo indicado en el plano enunciado. Los arcos deben ser dibujados con la función **spline**. Croquice la línea vertical que define el eje de simetría. Puede emplear una línea de croquis normal o una línea constructiva. En el caso de emplear esta última SolidWorks la tomará como eje de revolución de forma automática. En caso contrario, deberá seleccionar una línea de revolución de la Zona de Gráficos. Emplee **Cota inteligente** para acotar los arcos y líneas del croquis. Para calcar el contorno a partir de una fotografía utilice el complemento **Autotrace** (**Herramientas**, **Complementos**).

4. Pulse la orden **Revolución** desde la Barra de Herramientas **Operaciones** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Operaciones**, **Revolución**. En el cuadro de diálogo **Revolución**, seleccione el eje de Revolución (**Línea constructiva**) e indique un **Ángulo de Revolución** de 360º (una **Dirección**). Pulse **Aceptar** para revolucionar el contorno.

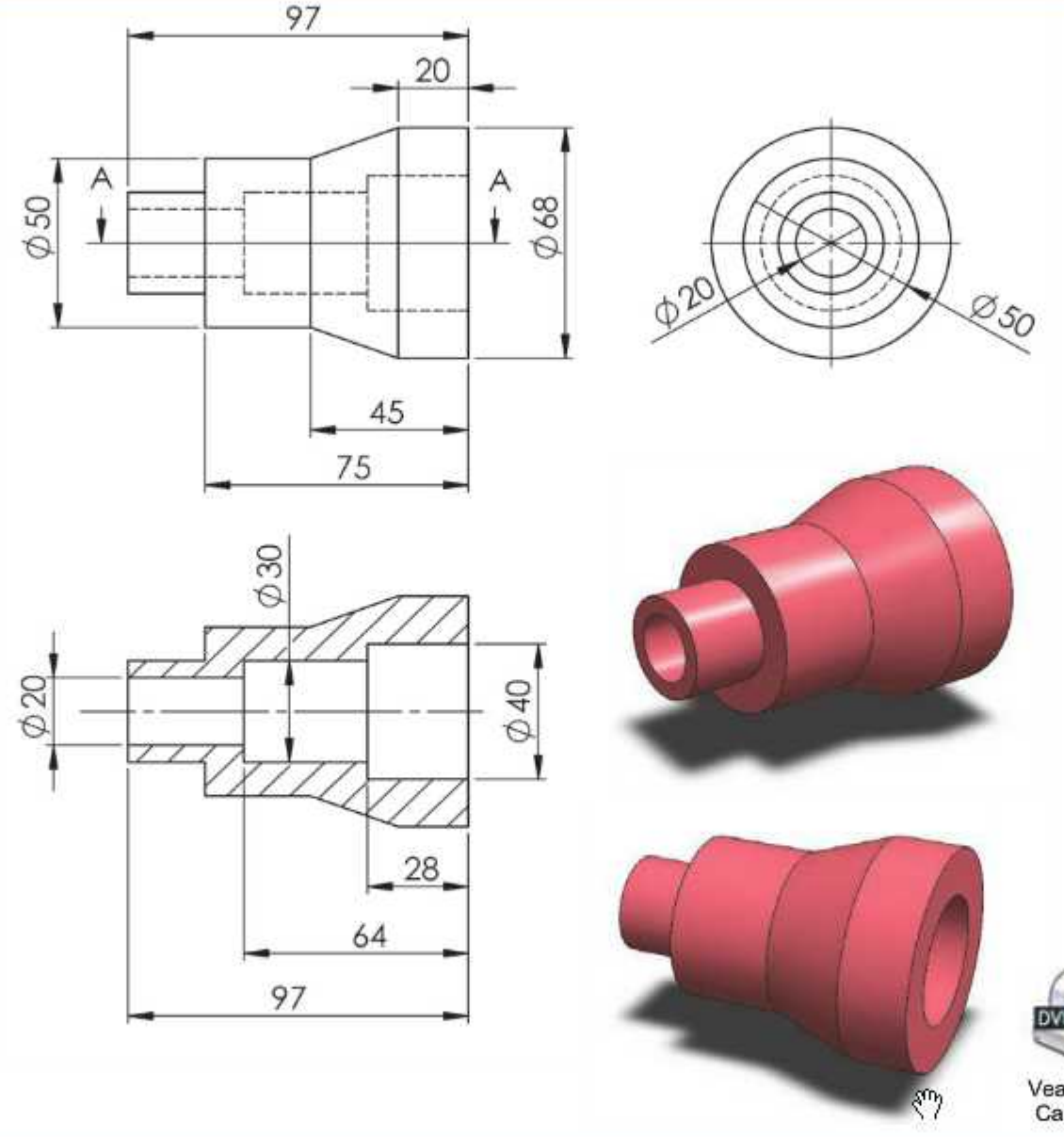


5. Para dar color a las superficies debe seleccionarlas previamente manteniendo pulsada la Tecla **Ctrl** y pulsar sobre **Apariencias**. Edite el color de la/s cara/s seleccionada/s.

Práctica 4-5

Represente la pieza indicada en el plano adjunto.

10 minutos





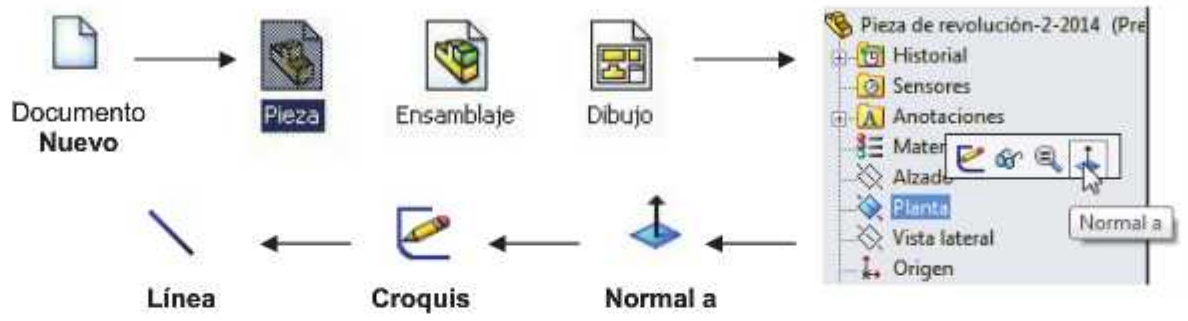
Vea el DVD
Capítulo 4

Objetivos de la práctica

- **Repasar los conceptos de Croquización y Relaciones Geométricas.**
- **Estudiar la operación Revolución/sólida y Revolución/corte.**

Práctica guiada 4-5

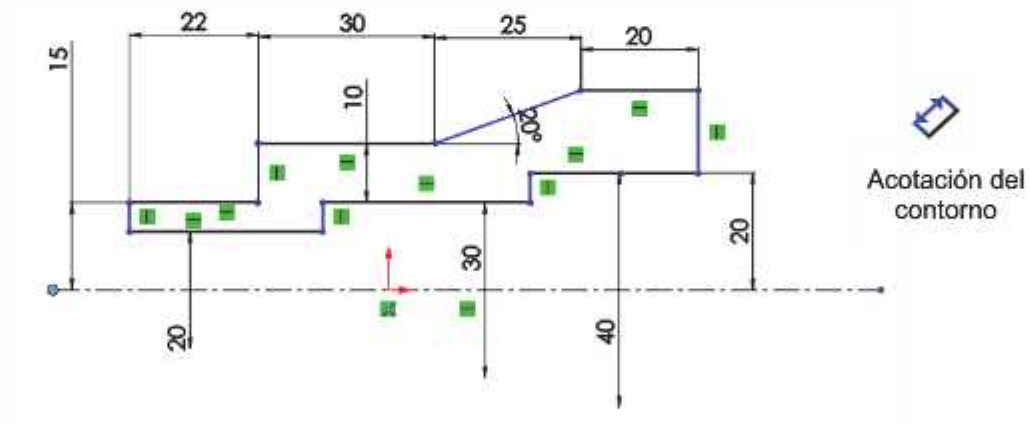
1- Pulse la opción **Nuevo** del Menú Persiana **Archivo** o sobre el icono **Nuevo**. Seleccione **Pieza** y pulse **Aceptar**. Seleccione el plano de trabajo **Planta** del **Gestor de diseño** y pulse sobre **Normal a** para visualizarlo en verdadera magnitud.



2- Pulse sobre el icono de **Croquis** y seleccione la herramienta de croquizar **Línea**.

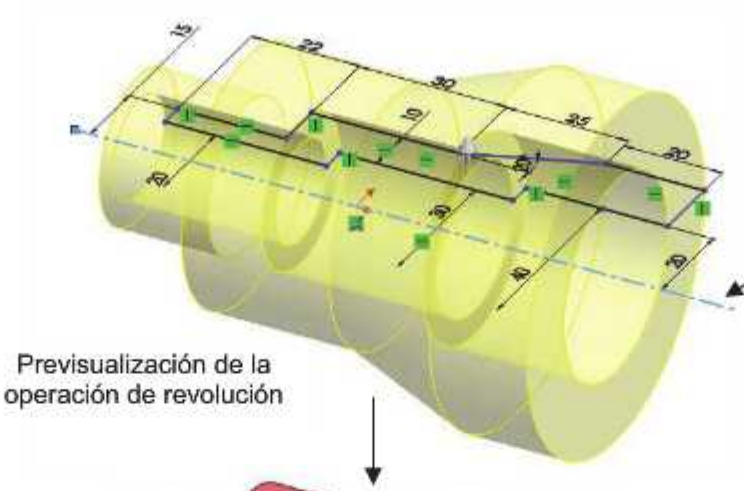
3- Croquice el perfil de la pieza de **Revolución** indicado en la figura. Seleccione **Línea Constructiva** de la **Barra de Herramientas de Croquis** y dibuje el eje de revolución de la pieza haciendo que pase por el origen de coordenadas y forzando que sea horizontal.

4- Pulse **Acotación inteligente** y defina dimensionalmente el croquis. Observe la forma de acotar los diámetros interiores en la figura.



5- Pulse la orden **Revolución** desde la Barra de Herramientas **Operaciones** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Operaciones**, **Revolución**.

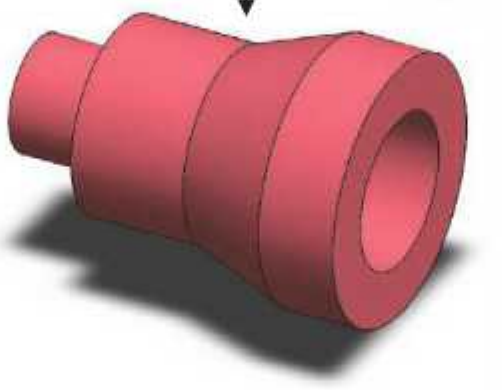
6- En el cuadro de diálogo **Revolución**, seleccione el eje de Revolución (**Línea constructiva**) e indique un **ángulo de Revolución** de 360° (una **Dirección**). Pulse **Aceptar** para revolucionar el contorno.



Previsualización de la operación de revolución



Para conocer las novedades y ejemplos de su uso puede consultar en el Menú ? > Novedades > HTML

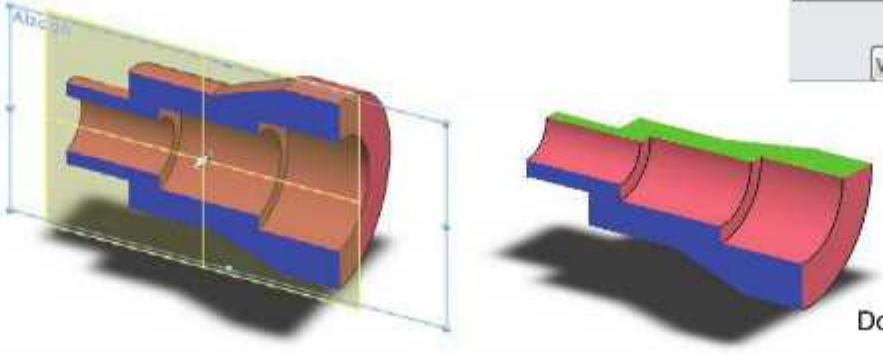


7- Para visualizar los detalles internos puede emplear la **Vista de sección** desde la Zona de Gráficos.





8- En Sección 1 seleccione el plano Alzado. Observe como en la Zona de Gráficos la sección definida por el plano alzado se define en azul. Desde el PropertyManager de **Vista de Sección** puede crear nuevas secciones en la misma pieza a partir de la definición de la posición del plano de corte (rotación y distancia).

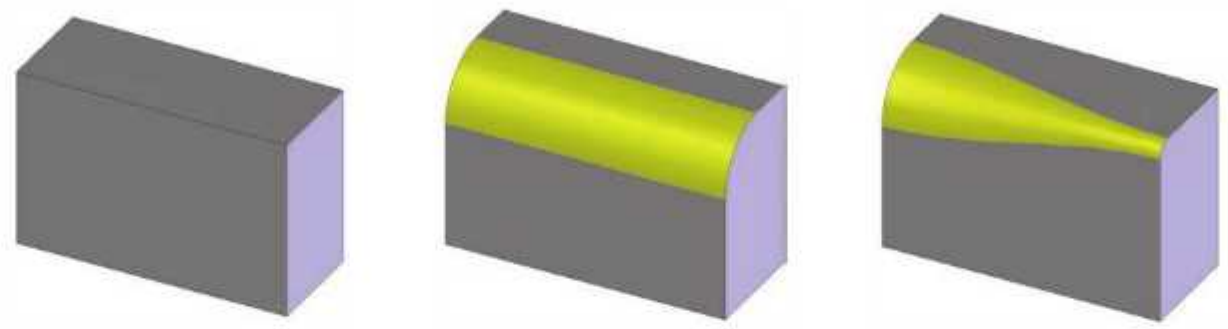


Dos secciones de corte

4.2.9 Redondeo



Crea una cara interna o externa redonda en el modelo. De esta forma pueden redondearse todas las **Aristas** de una cara, los conjuntos seleccionados de **Caras** o **Bucles** de aristas.



Sin redondeo **Radio Constante** **Radio Variable**

Figura 4.25. Redondeo de aristas.

Para crear una operación de **Redondeo** las etapas que debe seguir son:

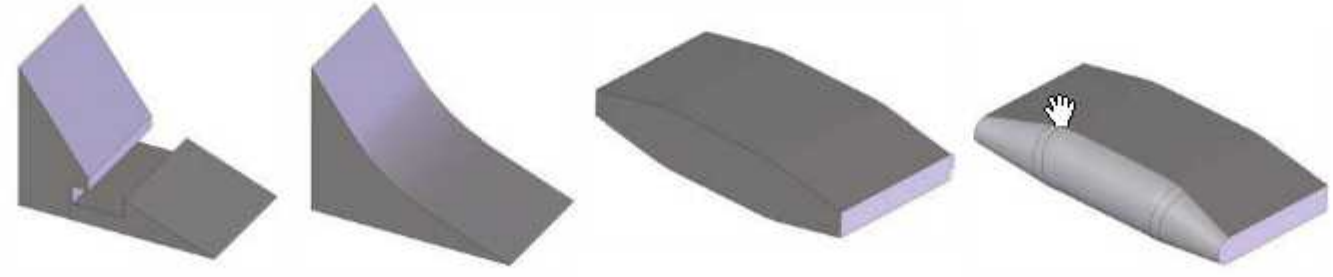
1. Pulse **Redondeo** desde la Barra de Herramientas de **Operaciones** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Operaciones**, **Redondeo/Redondo**.

2. Configure el **PropertyManager** de **Redondeo** según las características de la operación deseada. La opción **FilletXpert** solo puede usarse para **Redondeo de Radio Constante**.

3. Pulse **Aceptar**.

El **PropertyManager** de la orden **Redondeo** permite definir el **Tipo de Redondeo** y las características del mismo para su aplicación como una nueva operación o en la edición de una ya existente en el modelo.





Redondeo de cara **Redondeo completo**

Figura 4.26. **Redondeo de Cara** y **Redondeo Completo**.

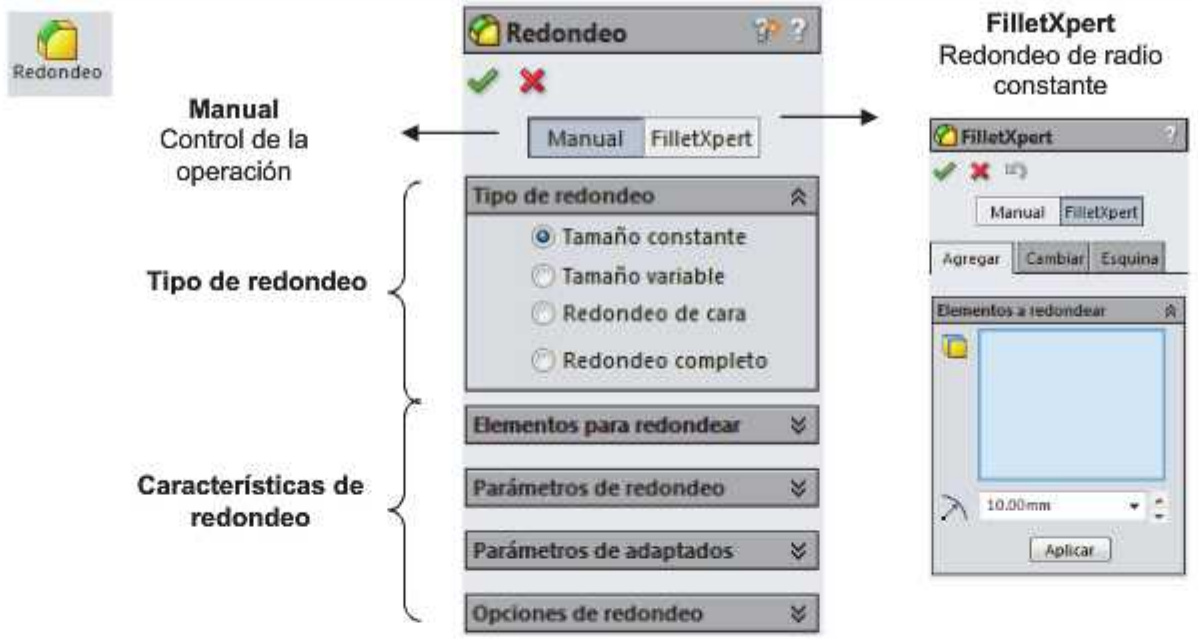


Figura 4.27. **PropertyManager** de la orden **redondeo**.

La opción **FilletXpert** permite gestionar, organizar y reordenar los redondeos de **Radio Constante** de forma automática. Puede crear varios redondeos y reordenarlos en cualquier momento. Puede usar la opción **FilletXpert** para redondeos de **Radio constante** cuando desee que **Solid**Works® gestione la estructura de las Operaciones subyacentes. En caso contrario emplee Manual y mantenga el control del nivel de operación.



4.2.9.1 Radio constante

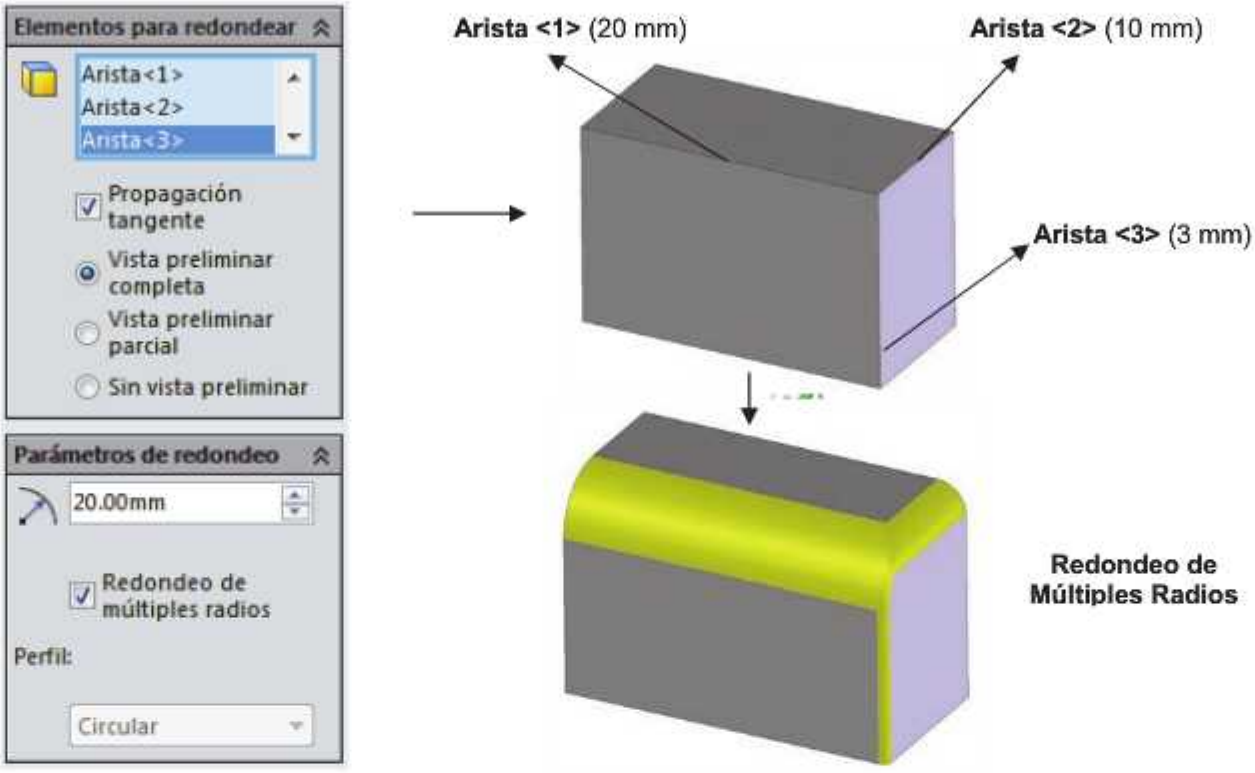
Crea un redondeo con radio constante durante toda la longitud del redondeo. Para su aplicación puede seleccionar una **Arista** o una **Cara**.

Elementos para redondear

Permite definir el radio y los elementos a redondear.

- **Radio.** Define el radio del redondeo.
- **Aristas, Caras, Operaciones y bucles.** Puede seleccionar desde la **Zona de Gráficos** cualquier elemento de los indicados para establecer el redondeo.
- **Redondeos con múltiples radios.** Su activación permite definir distintos radios de redondeo para diferentes aristas. En caso de emplear tres aristas con distintos radios crea una arista de convergencia entre ellos. Así, en una misma operación, pueden redondearse varias aristas con distinto radio.
- **Propagación tangente.** Aplica el redondeo a todas las caras tangentes a la cara seleccionada.

- **Vista preliminar.** Permite visualizar la operación de redondeo de forma **Completa** o **Parcial** antes de aceptarla.
- **Sin vista preliminar.** No genera la vista preliminar del redondeo.



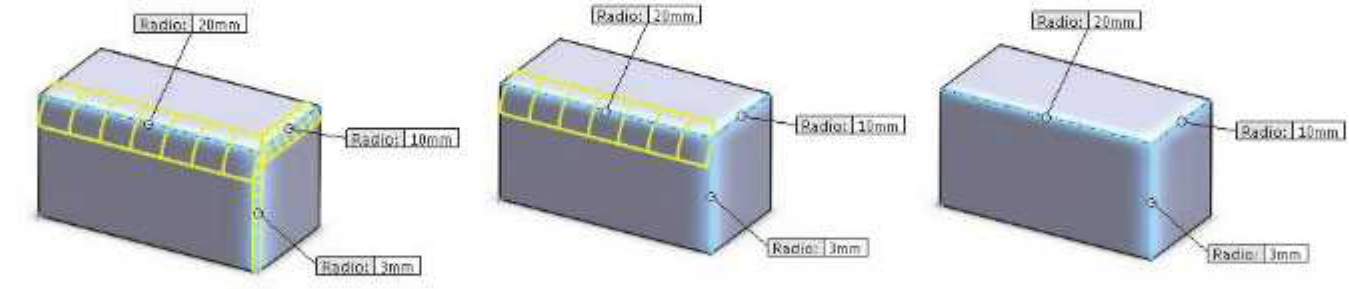


Figura 4.28. **Redondeo de Múltiples radios**. Elementos a redondear

Recuerde que no es posible asignar **Múltiples radios** a caras ni a los bucles que tengan aristas comunes.

Utilice una misma operación de **Redondeo** para redondear varias aristas con el mismo radio. De esta forma el árbol de Operaciones del **Gestor de diseño** será más pequeño y agilizará el tiempo de cálculo. Al modificar el radio en el **Gestor de Diseño** se modifica el radio de todas las aristas seleccionadas para la misma operación.

Parámetros adaptados

La opción **Parámetros adaptados** debe usarla cuando desee crear múltiples radios a partir de un **Vértice** previamente seleccionado. **Solid**Works® crea una transición suave entre las **Aristas** seleccionadas y su **Vértice** de unión.



Los pasos a seguir para crear **Múltiples radios a partir de un vértice** son:

1. Seleccione **Redondeo de Múltiples radios** en el cuadro de diálogo **Elementos a Redondear**.
2. Seleccione un **Vértice** y las **Aristas** a redondear desde la **Zona de Gráficos**.
3. Asigne a cada una de las aristas un **Radio**.
4. Defina la **Distancia de Adaptados** para cada una de las aristas. La distancia de adaptado es el punto a lo largo de cada arista en el que el redondeo empieza a fusionarse con las tres caras tangentes en el vértice común seleccionado.
5. Pulse **Aceptar**.

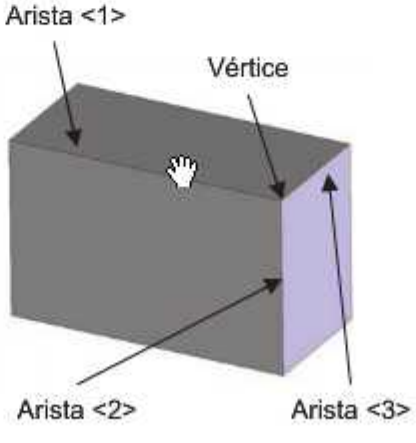
Distancia. Define la distancia de adaptado del redondeo desde el vértice seleccionado.

Vértice. Es el vértice de unión de las aristas a redondear.

Distancia de adaptados. Define la distancia a la que el redondeo empieza a fusionarse con las tres caras tangentes en el vértice. Asigne una distancia para cada una de las caras tangentes.

Configurar no asignado. Su selección implica la asignación de la distancia actual a todas las aristas a las que no ha asignado una distancia de Adaptados.

Configurar todo. Asigna la distancia actual a todas las aristas en distancias de adaptados.



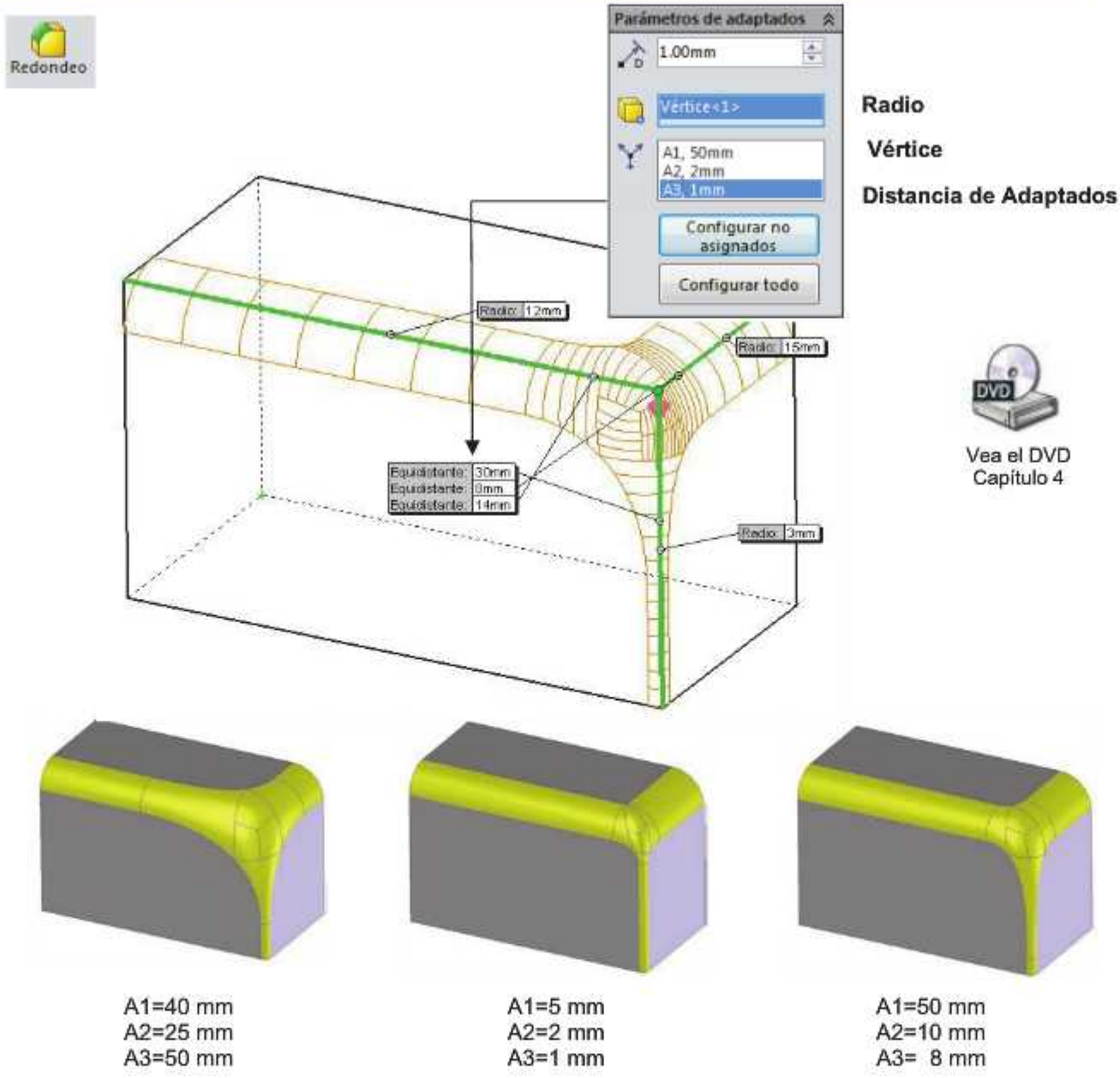


Figura 4.29. **Redondeo de múltiples radios**.

Opciones de redondear

Permite definir el radio y los elementos a redondear.

- **Seleccionar a través de caras**. Habilita la selección de **Aristas** a través de caras que ocultan aristas y evita que tenga que girar el modelo para su selección

- **Mantener Operaciones**. Permite mantener las Operaciones como **Salientes** o **Cortes** cuando se aplica un radio de redondeo suficientemente grande como para cubrirlas. La desactivación de esta orden consigue el efecto contrario cuando el radio de redondeo es suficientemente grande como para cubrir las Operaciones de **Cortar** o **Saliente**.

Mantener Operaciones

Las operaciones de extrusión se mantienen aunque el radio de redondeo sea muy grande.

Sin Mantener Operaciones

La orden Redondeo elimina las operaciones de extrusión y extrusión corte.

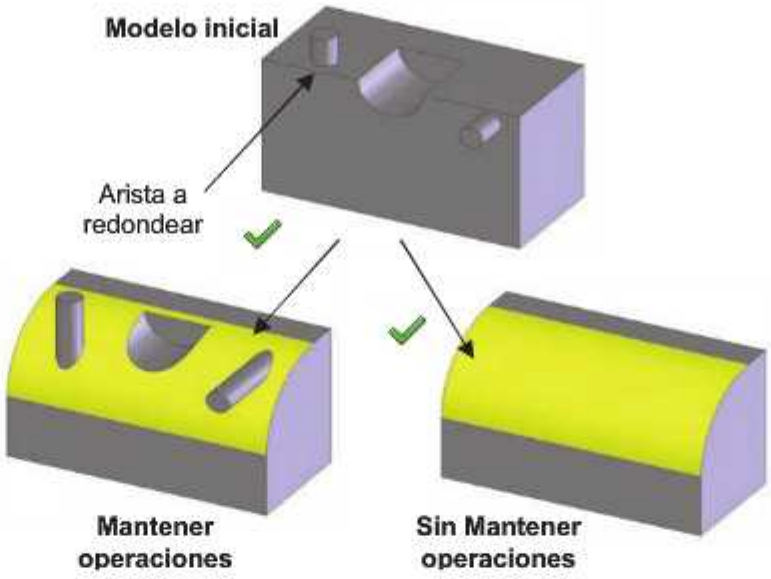


Figura 4.30. **Mantener Operaciones**.

- **Esquinas redondas**. Genera un **Redondeo de Radio Constante** y esquina redonda de transición suave cuando se seleccionan dos aristas adyacentes. Elimina la unión viva entre las dos aristas.

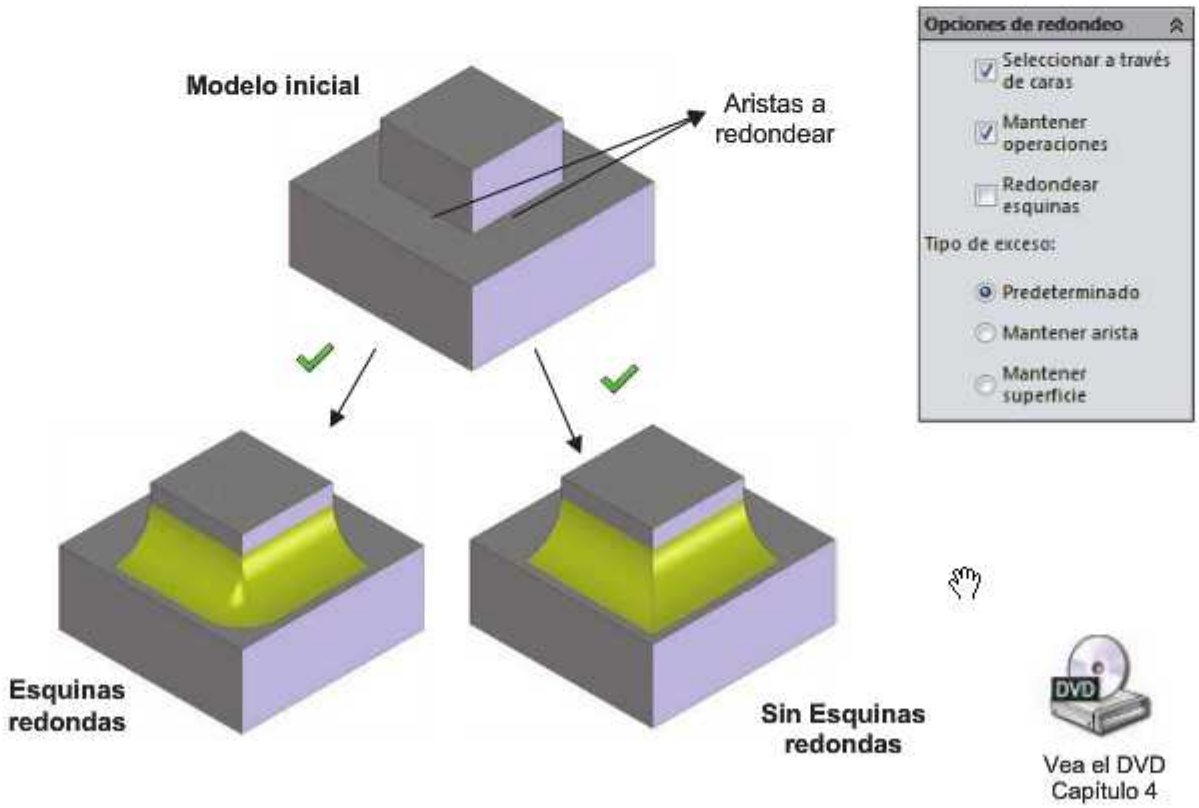
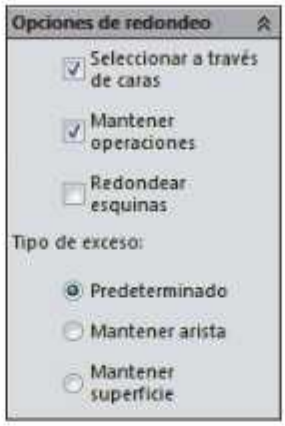


Figura 4.31. **Esquinas redondas**.

- **Tipo de exceso.** Permite controlar la forma de los redondeos de las aristas cerradas únicas como **Círculos**, ***Splines***, **Elipses** cuando se encuentran unidas. Puede seleccionar tres opciones: **Predeterminado**, **Mantener Arista** y **Mantener Superficie**.



  Predeterminado. SolidWorks® selecciona **Mantener Arista** o **Mantener Superficie** en función de las geometrías seleccionadas.

  Mantener Arista. Mantiene las aristas adyacentes sin modificarla y la superficie de redondeo se fragmenta en pequeñas superficies separadas.

  Mantener Superficie. Modifica la superficie adyacente obteniendo una arista de redondeo continua y suave.

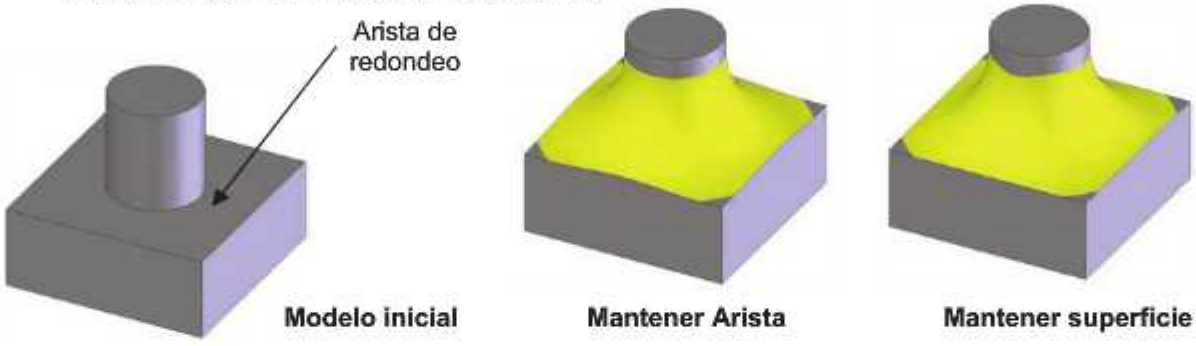


Figura 4.32. **Tipo de exceso**.

- **Asignación de operación.** Permite controlar la asociación de aristas entre distintas Operaciones intersecantes. La selección de **Omitir asignación de aristas** redondea aristas intersecantes dejando sin redondear las aristas entre las Operaciones intersecantes.

4.2.9.2 Radio variable

Crea un redondeo con **Radio variable** de transición durante toda la longitud de una **Arista**. Para su aplicación puede seleccionar una **Arista**, una **Cara** un **Bucle** o una **Operación**. La definición del radio variable se realiza mediante la asignación del primer y el último radio o mediante la asignación de puntos de control intermedios.



Figura 4.33. **Redondeo** con **Radio Variable**.

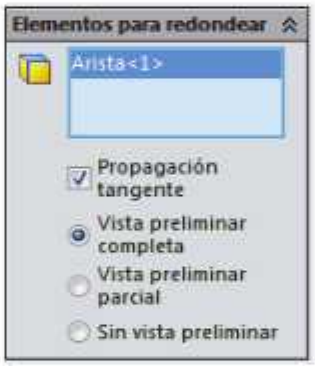
Parámetros de Radio Variable



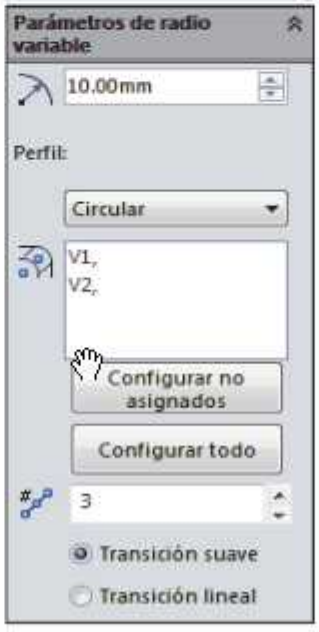
Permite definir las características constructivas del **Radio Variable**.

- **Radio.** Define el radio del redondeo.
- **Elementos a redondear.** Puede seleccionar **Aristas**, **Caras**, **Operaciones** o **Bucles**.
- **Vista preliminar.** Permite visualizar la operación de redondeo de forma **Completa** o **Parcial** antes de aceptarla.
- **Sin vista preliminar.** No genera la vista preliminar del redondeo.
- **Radios asociados.** Se indican los puntos de control y los radios asociados a cada uno de ellos. Inicialmente se tienen únicamente dos puntos de control (**V1** y **V2**), en cada uno de los extremos del vértice seleccionado. Indique un valor de radio diferente para cada uno de ellos.

  Si pulsa con el botón izquierdo sobre la **Zona de Gráficos** en la arista seleccionada puede crear más puntos de control. Los nuevos puntos de control aparecen como **P1**, **P2**, etc. Asigne un valor de radio a cada uno de ellos.



- **Configurar no asignado. SolidWorks®** asigna el **Radio actual** a los puntos de control que no tienen radios asignados.
- **Configurar todo.** Aplica el **Radio actual** a todos los elementos de **Radios asociados**.
- **Número de instancias.** Determina el número de puntos de control sobre las aristas. Después de indicar un número de puntos de control se observa, sobre la arista seleccionada, unos puntos, pulse sobre ellos con el botón izquierdo para indicarles el radio a cada uno de ellos.
- **Transición suave.** Crea un redondeo que cambia de un radio a otro de forma suave cuando la arista de redondeo coincide con la cara adyacente.
- **Transición lineal.** El redondeo cambia de radio a otro de forma lineal sin coincidir la tangencia de arista con un redondeo adyacente.





Los nuevos **puntos de control** generados pueden desplazarse por la arista después de pulsar sobre ellos y desplazar el ratón con el botón izquierdo apretado hasta la nueva posición.

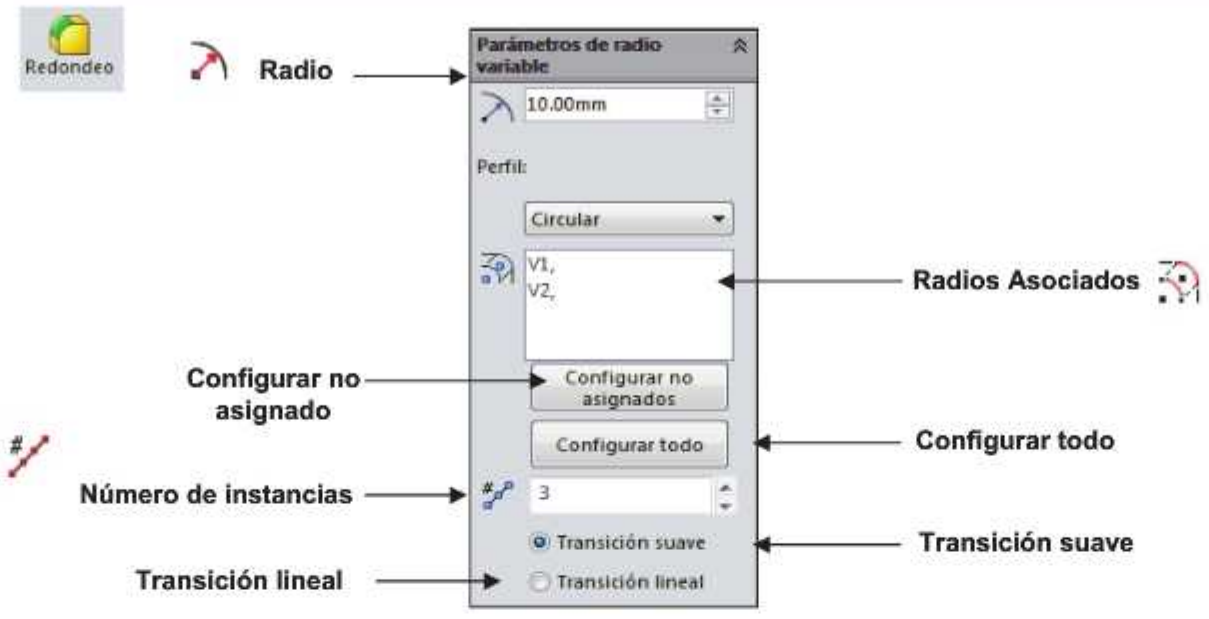


Figura 4.34. **Parámetros de radio variable**.

Puede asignar el valor de cada uno de los **radios de control** seleccionando el **Radio Asociado** (**V1**, **V2**, **P1**, **P2**, etc.) y asignando un valor en el cuadro de diálogo de **Redondeo** o pulsar con el botón izquierdo sobre la etiqueta **R: No asignado** desde la **Zona de Gráficos** e indicar su valor.

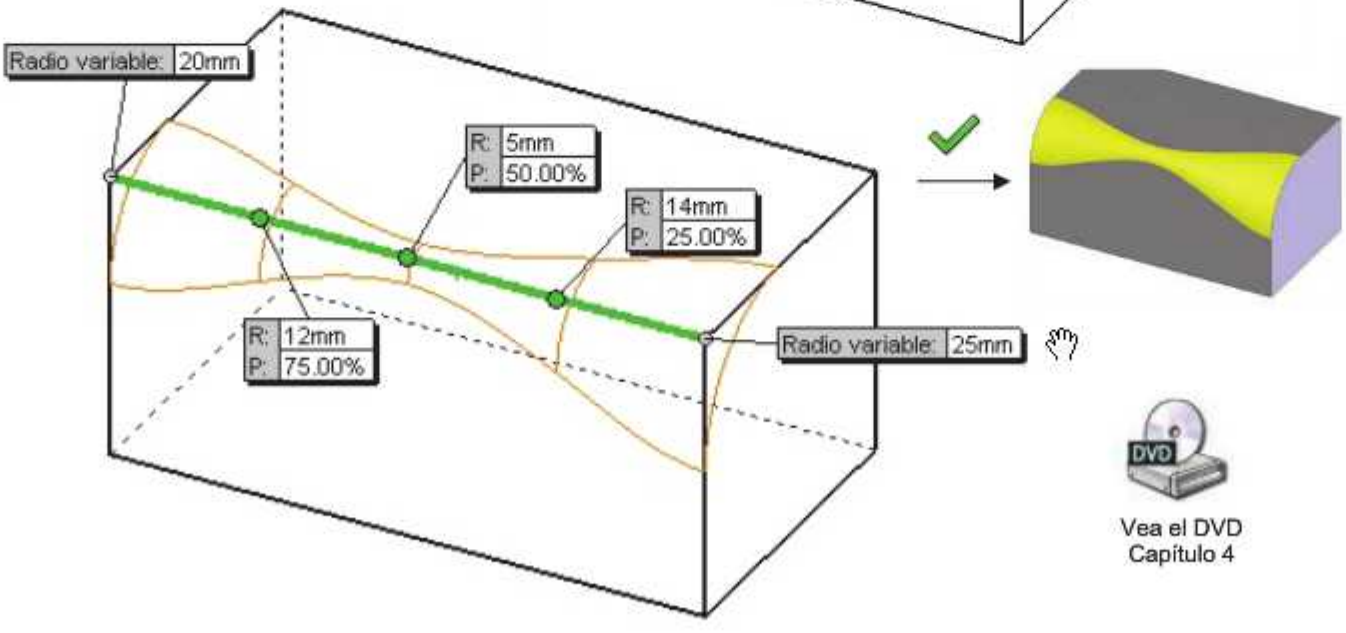


Figura 4.35. **Redondeo** con **Radio Variable**.

4.2.9.3 Redondeo de cara

Permite mezclar caras no adyacentes y no continuas mediante un **Redondeo** entre ellas. Para realizar el **Redondeo de caras** debe seleccionar las dos **Caras** e indicar el radio de redondeo entre ellas. Si el radio no es el adecuado **Solid**Works® indicará que es erróneo por ser muy pequeño o muy grande.



Elementos a redondear

Permite definir las características constructivas del **Redondeo de cara**.

- **Radio.** Define el radio del redondeo entre las dos caras seleccionadas.
- **Conjunto de caras 1.** Cara o conjunto de caras que desean ser redondeadas en la fusión. Seleccione las caras desde la **Zona de Gráficos**.
- **Conjunto de caras 2.** Cara o conjunto de caras a fusionar con el conjunto de **caras 1**. También deben seleccionarse desde la **Zona de Gráficos**.
- **Propagación tangente.** Extiende el redondeo a todas las caras que son tangentes a la cara seleccionada.
- **Vista preliminar.** Permite visualizar la operación de redondeo de forma **Completa** o **Parcial** antes de aceptarla.
- **Sin vista preliminar.** No genera la vista preliminar del redondeo.

El radio entre las dos caras seleccionadas se especifica en **Parámetros de redondeo.**

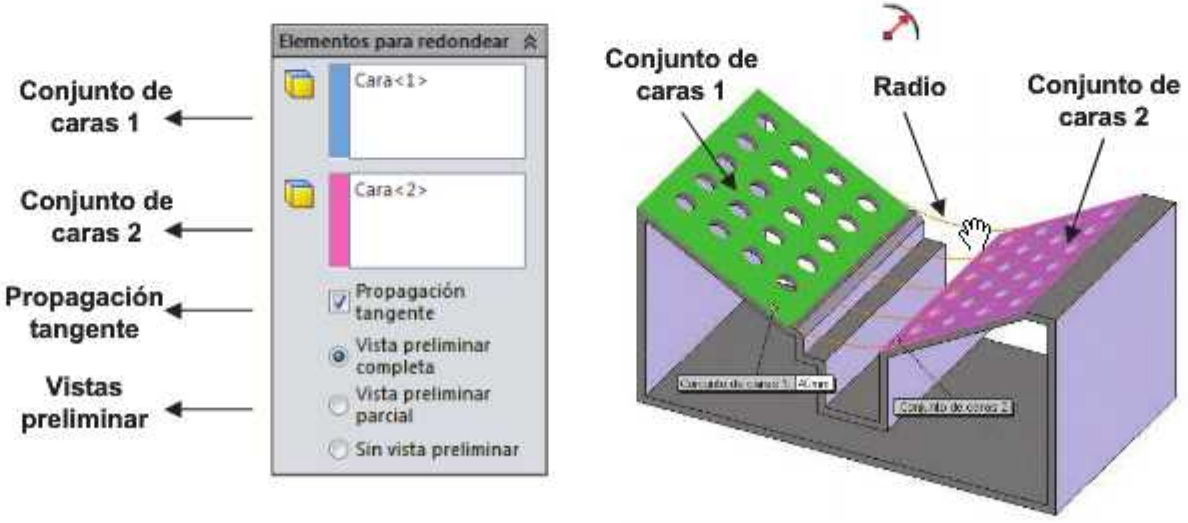


Figura 4.36. **Redondeo de cara**.

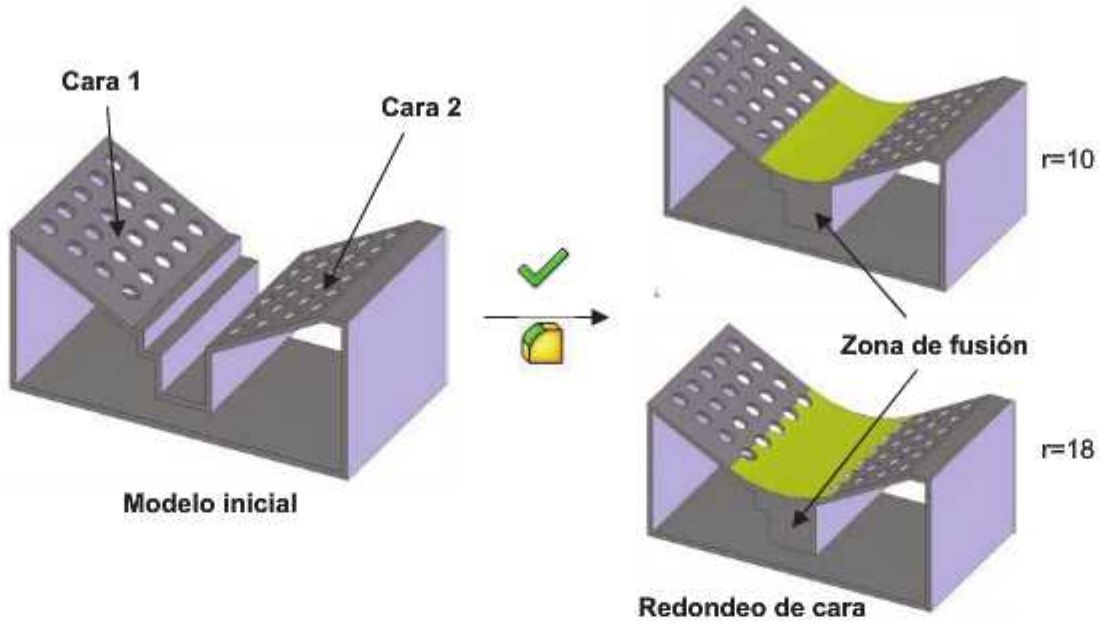


Figura 4.37. **Redondeo de cara**.

Opciones de redondear

- **Seleccionar a través de caras.** Permite la selección de **Aristas** a través de caras que las ocultan.

- **Línea de retención.** Define el límite de la forma de redondeo de una cara por la selección previa de una arista en la pieza o una línea de partición proyectada en la misma cara. El radio de redondeo es conducido por la distancia existente entre la línea de retención y la arista que se desea redondear.

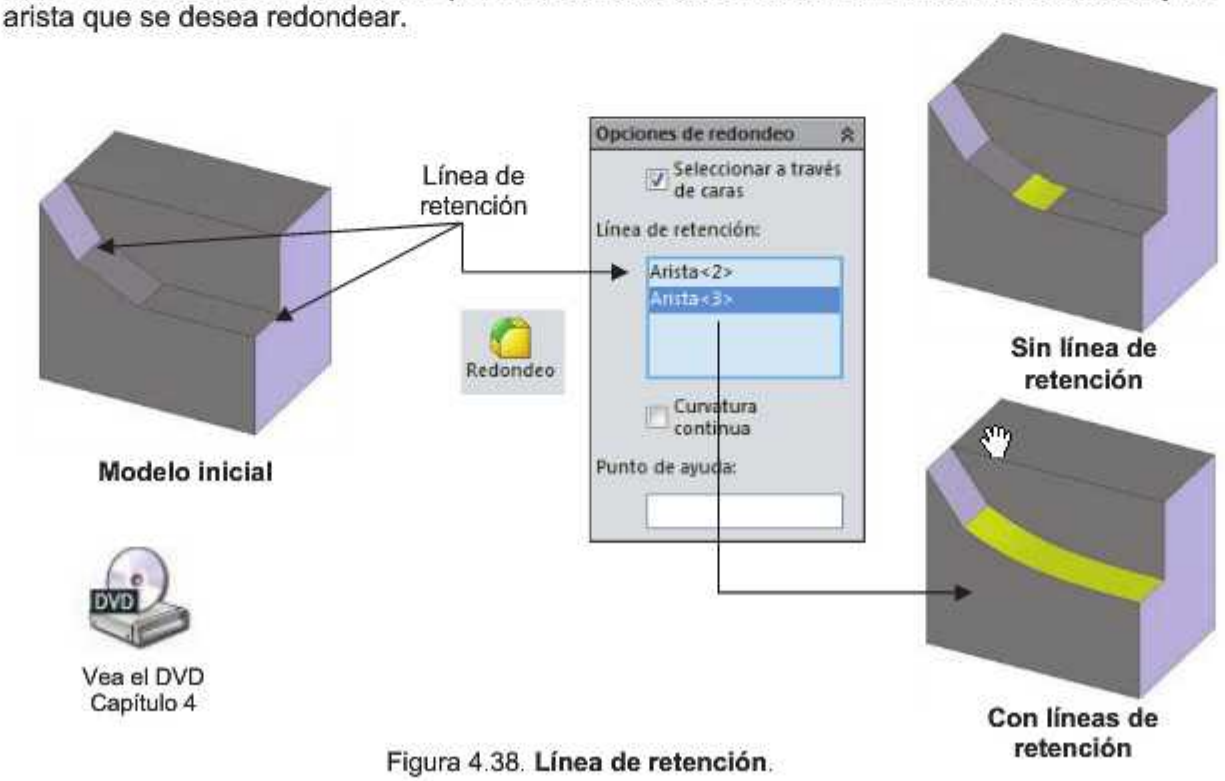


Figura 4.38. **Línea de retención**.

- **Curvatura continua.** Genera una curvatura de empalme más suave entre las superficies adyacentes evitando problemas de discontinuidad. Se caracterizan por tener una sección transversal de *spline* en lugar de ser circular como ocurre con los redondeos estándar.

- **Ancho constante.** Crea el redondeo entre las caras con un ancho constante.

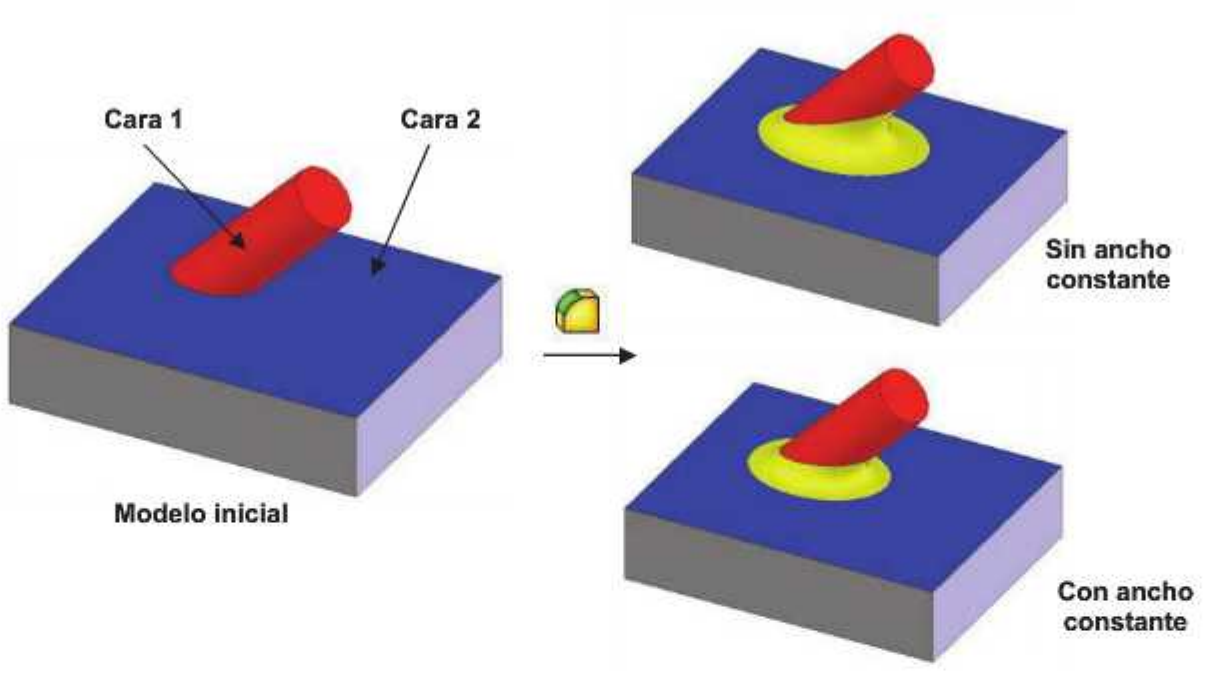


Figura 4.39. **Ancho constante**.

Los redondeos mayores deben ser realizados antes que los más pequeños excepto cuando diferentes redondeos convergen en un mismo vértice que es recomendable empezar por los mayores.

4.2.9.4 Redondeo completo

Genera redondeos tangentes a tres conjuntos de **Caras adyacentes** y con una o más caras tangentes.

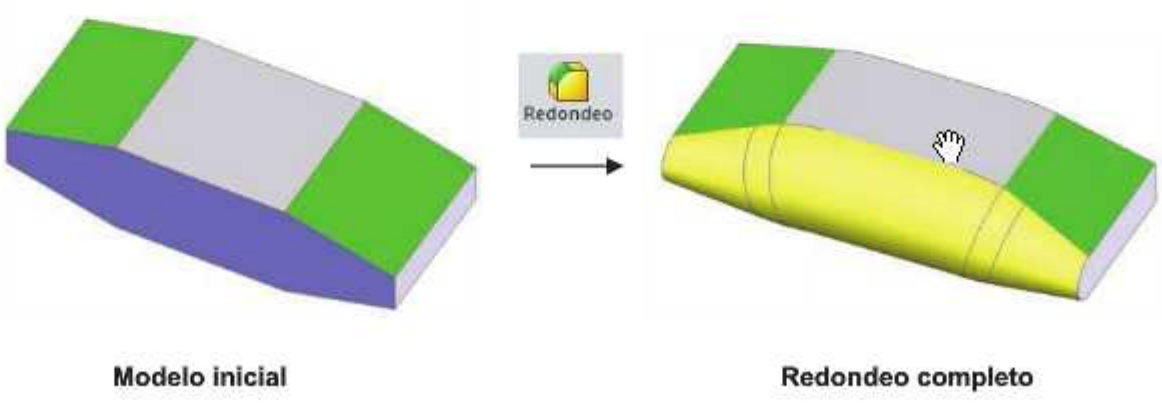


Figura 4.40. **Redondeo completo**.

Elementos a redondear





- **Conjunto lateral de caras 1.** Cara lateral.
- **Conjunto central de caras.** Cara central.
- **Conjunto lateral de caras 2.** Caras opuestas al conjunto lateral de **caras 1**.
- **Propagación tangente.** Propaga el redondeo a todas las caras tangentes a la cara seleccionada.
- **Vista preliminar.** Permite visualizar la operación de redondeo de forma **completa** o **parcial** antes de aceptarla.
- **Sin vista preliminar.** No genera la vista preliminar del redondeo.

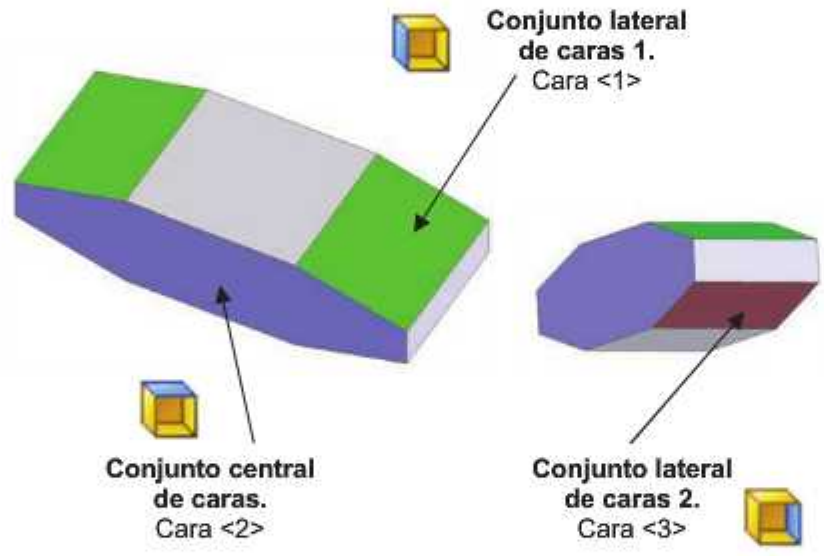




Figura 4.41. **Redondeo completo**.

Cuando utilice la orden de **Ángulo de Salida** es conveniente realizarla antes de aplicar los **Redondeos**.

4.2.9.5 FilletXpert

FilletXpert es una herramienta de gestión que permite organizar y reordenar los redondeos de **Radio constante** de forma automática. Permite crear varios redondeos en un modelo, invocar **FeatureXpert** y reordenar los redondeos de forma automática. Dispone dos opciones: **Agregar** y **cambiar** redondeo.



Para **Acceder** a **FilletXpert**:

1. Seleccione la operación de **Redondeo** desde la Barra de Herramientas de **Operaciones** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Operaciones**, **Redondeo**.

2. Seleccione **FilletXpert** en la pestaña superior del **PropertyManager**.

Para **Agregar** nuevos redondeos:

1. Seleccione la pestaña **Agregar** en el **PropertyManager** de **FilletXpert**.

2. Seleccione los elementos que desea redondear: **Aristas**, **Caras**, **Operaciones** y **Bucles**.

3. Defina el **Radio** y pulse **Aplicar**. Se agregan los nuevos redondeos sin salir del **PropertyManager**.

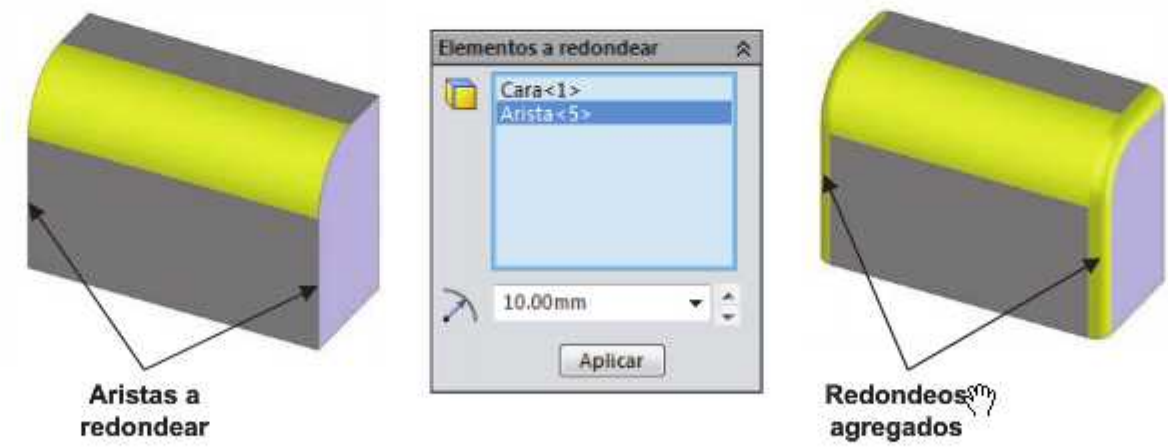


Figura 4.42. **Agregar** nuevos redondeos.

Para **Cambiar o eliminar Redondeos** existentes:

1. Seleccione la pestaña **Cambiar** en el **PropertyManager** de **FilletXpert**.
2. Examine los **Redondeos existentes**. Aparecen ordenados por tamaño.
3. Seleccione el **Redondeo** que desea cambiar. La selección del tamaño del redondeo activa el elemento a modificar o eliminar tanto en la pestaña **Redondeos para cambiar** como en la **Zona de Gráficos**.
4. Introduzca el valor del **nuevo radio** para el **Redondeo** seleccionado o suprima para **Eliminarlo** y pulse **Ajustar tamaño**.

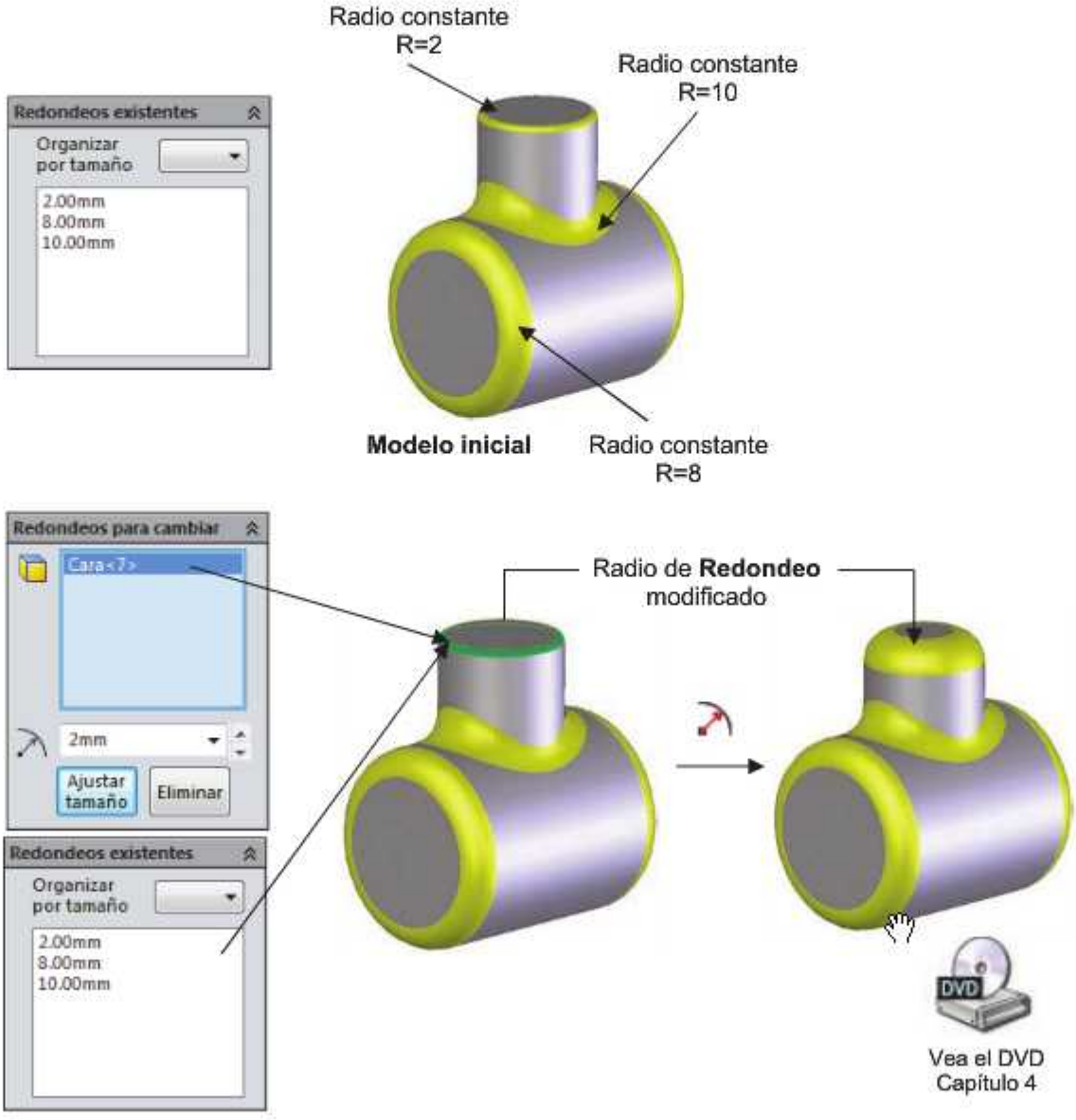
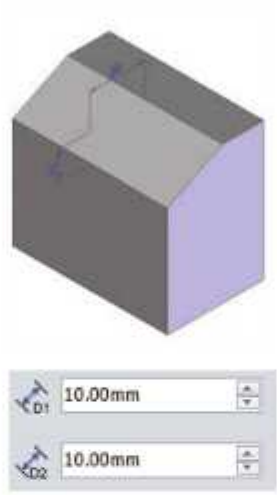


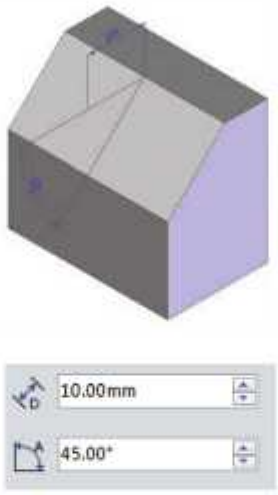
Figura 4.43. **Cambiar** o **eliminar redondeos** con **FilletXpert**.

4.2.10 Chaflán

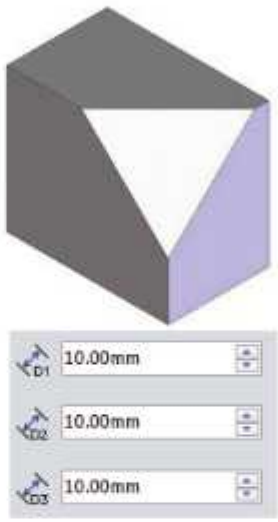
La operación **Chaflán** crea una geometría en forma de bisel en las **Aristas**, **Caras** o **Vértices** seleccionados. Existen tres formas diferentes de realizar un chaflán en función de la entidad seleccionada.



Distancia-Distancia



Distancia-Ángulo



Vértice-Chaflán

Para crear un **Chaflán** las etapas que debe seguir son:



1. Pulse **Chaflán** desde la Barra de Herramientas de **Operaciones** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Operaciones**, **Chaflán.**

2. Seleccione **Aristas**, **Caras** o **Vértices** de la **Zona de gráficos** y seleccione el tipo de chaflán a realizar: **Distancia-Distancia, Ángulo-Distancia o Vértice-Chaflán**.

   - **Ángulo-Distancia.** Seleccione una **Arista** o una **Cara** e indique el **Ángulo del chaflán** y la **Distancia** a la **Arista**.

   - **Distancia-Distancia.** Seleccione una **Arista** o **Cara** y especifique las distancias a la arista seleccionada. Si indica **Distancia igual** introduzca un único valor.

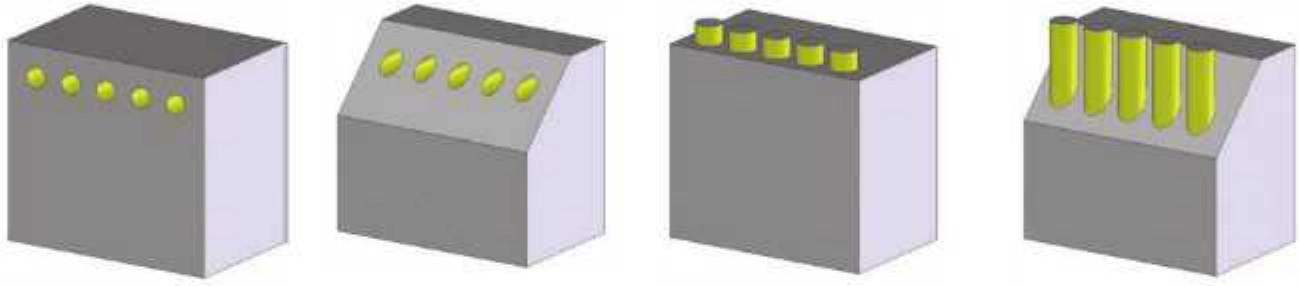
   - **Vértice.** Seleccione un **Vértice** y especifique las distancias para las **tres Aristas** de los chaflanes. Aparece una flecha que indica la dirección de la misma.

   Invertir dirección cambia la orientación del chaflán. También puede invertir dirección pulsando sobre la flecha en la **Zona de Gráficos**.

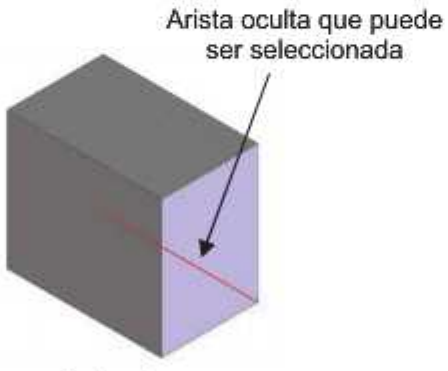
3. Pulse **Aceptar**.

Otras opciones de definición de chaflán

- **Seleccionar a través de caras.** Su activación permite seleccionar las **Aristas** a través de las caras que las ocultan.
- **Mantener Operaciones.** Mantiene activa operaciones como cortes y extrusiones que de no seleccionar esta opción se eliminaría al crear el chaflán.
- **Propagación tangente.** Extiende el chaflán a caras o aristas tangentes a la entidad seleccionada.
- **Vista preliminar.** Permite visualizar la operación de redondeo de forma **Completa** o **Parcial** antes de aceptarla.
- **Sin vista preliminar.** No genera la vista preliminar del redondeo.



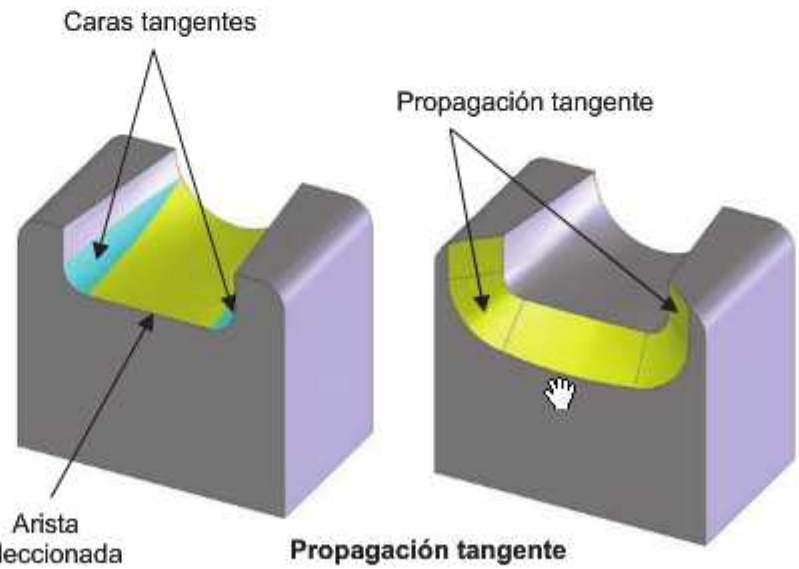
Mantener Operaciones activado



Seleccionar a través de caras



Vea el DVD
Capítulo 4



Propagación tangente

Figura 4.44. Opciones de definición de **chaflán**.

4.2.11 Vaciado

El **Vaciado** deja hueca la pieza con un espesor definido abriéndola por la **Cara** seleccionada. También permite vaciar el modelo con espesores múltiples en cada una de las caras indicadas. Por último, se puede vaciar el modelo sin seleccionar ninguna de sus **Caras** resultando hueco por dentro.

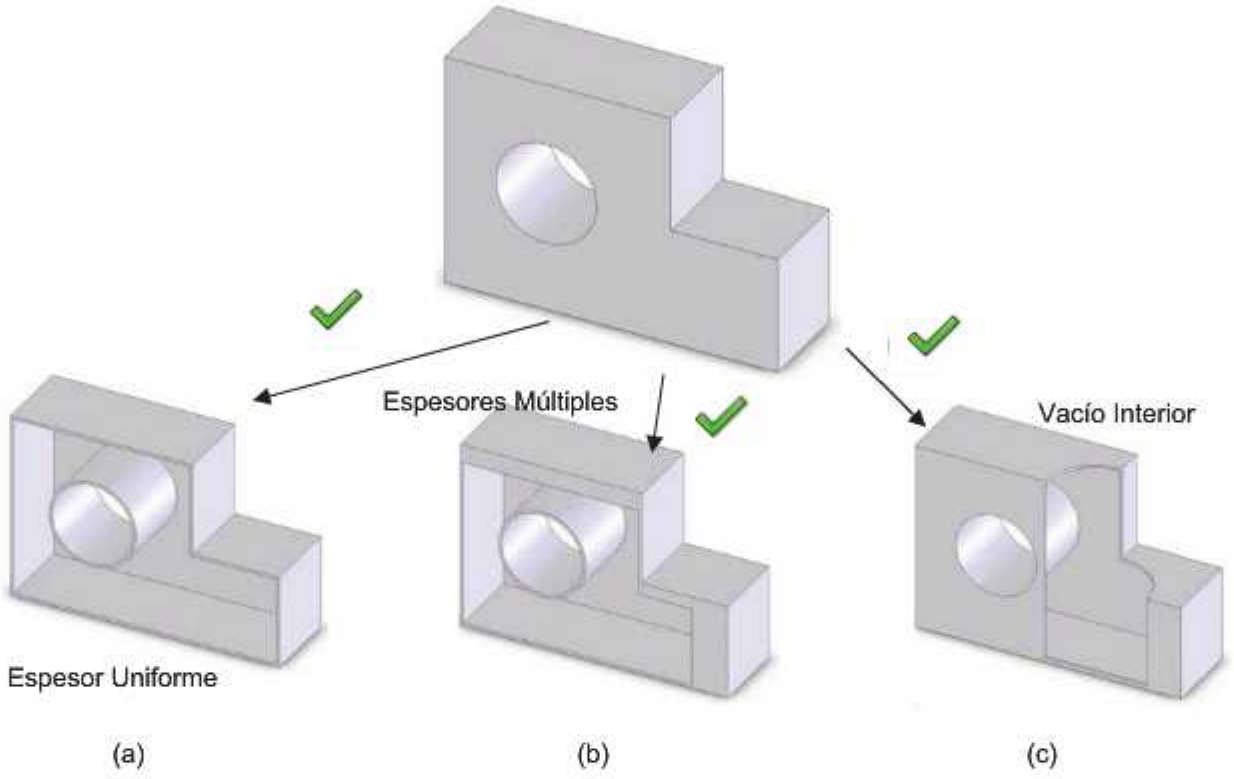


Figura 4.45. Posibles vaciados del modelo. (a) Vaciado total con espesor uniforme. (b) Vaciado con diferentes espesores. (c) Vaciado sin selección de cara (el corte manifiesta el hueco interior de la pieza).

Para crear una Operación de **Vaciado** los pasos que debe seguir son:

1. Pulse el icono de **Vaciado** desde la Barra de **Operaciones** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Operación**, **Vaciado**.

2. Seleccione la/s **Cara/s** que deban quedar abiertas por la Operación de **Vaciado**.

3. Seleccione el **Espesor** de la pared. En caso de tener paredes con diferentes espesores en el punto anterior debe seleccionar **Caras con espesores múltiples** y definir, para cada **Cara** el espesor deseado.

4. Pulse **Aceptar**.

Si no desea eliminar ninguna **Cara** y únicamente dejar el modelo hueco no debe seleccionar ninguna **Cara** en el paso número 2. Únicamente debe indicar el **Espesor**. El **Vaciado** puede realizarlo hacia dentro o hacia fuera del modelo marcando la casilla **Vaciado hacia fuera**.

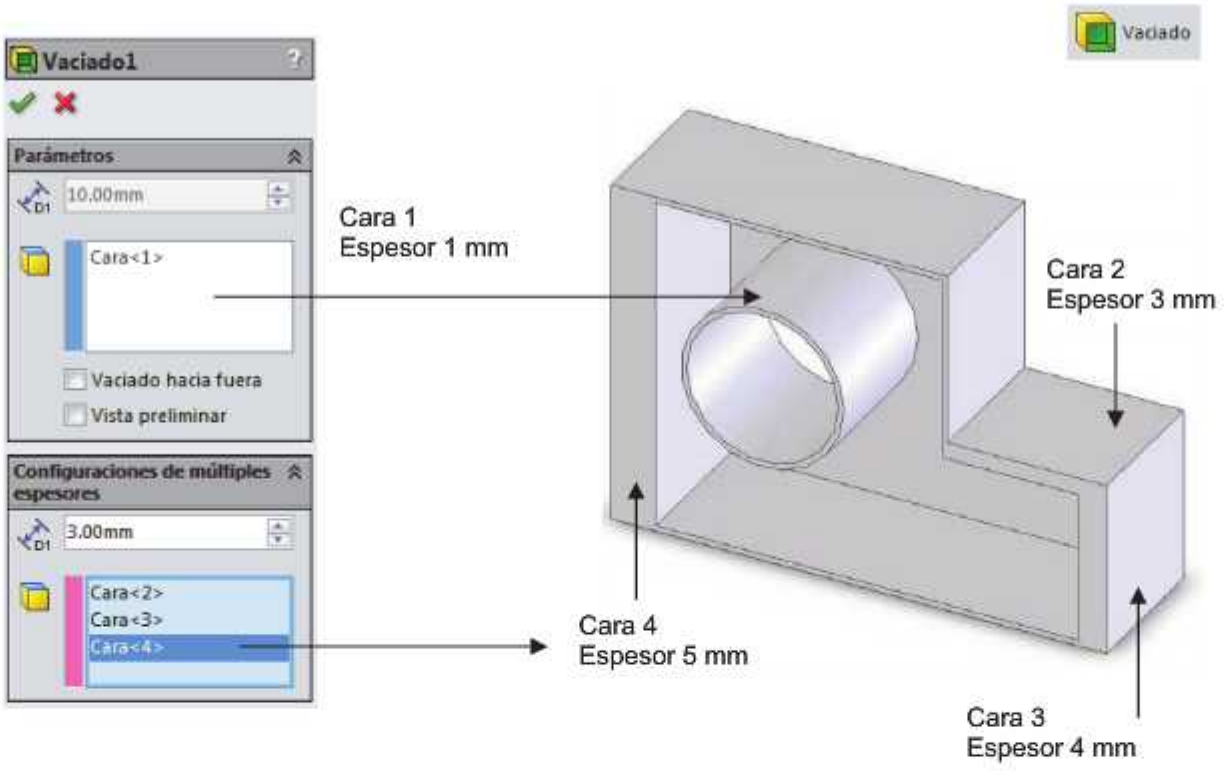


Figura 4.46. Operación **Vaciado**.

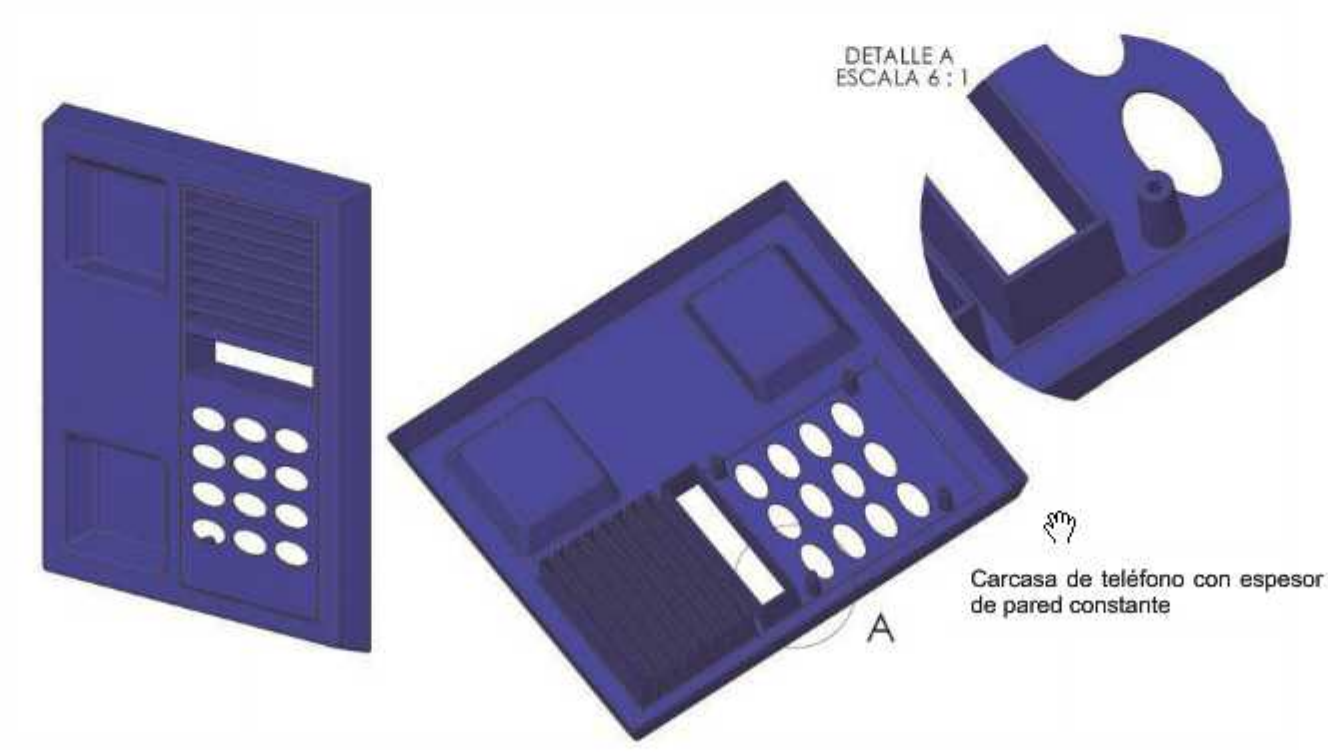
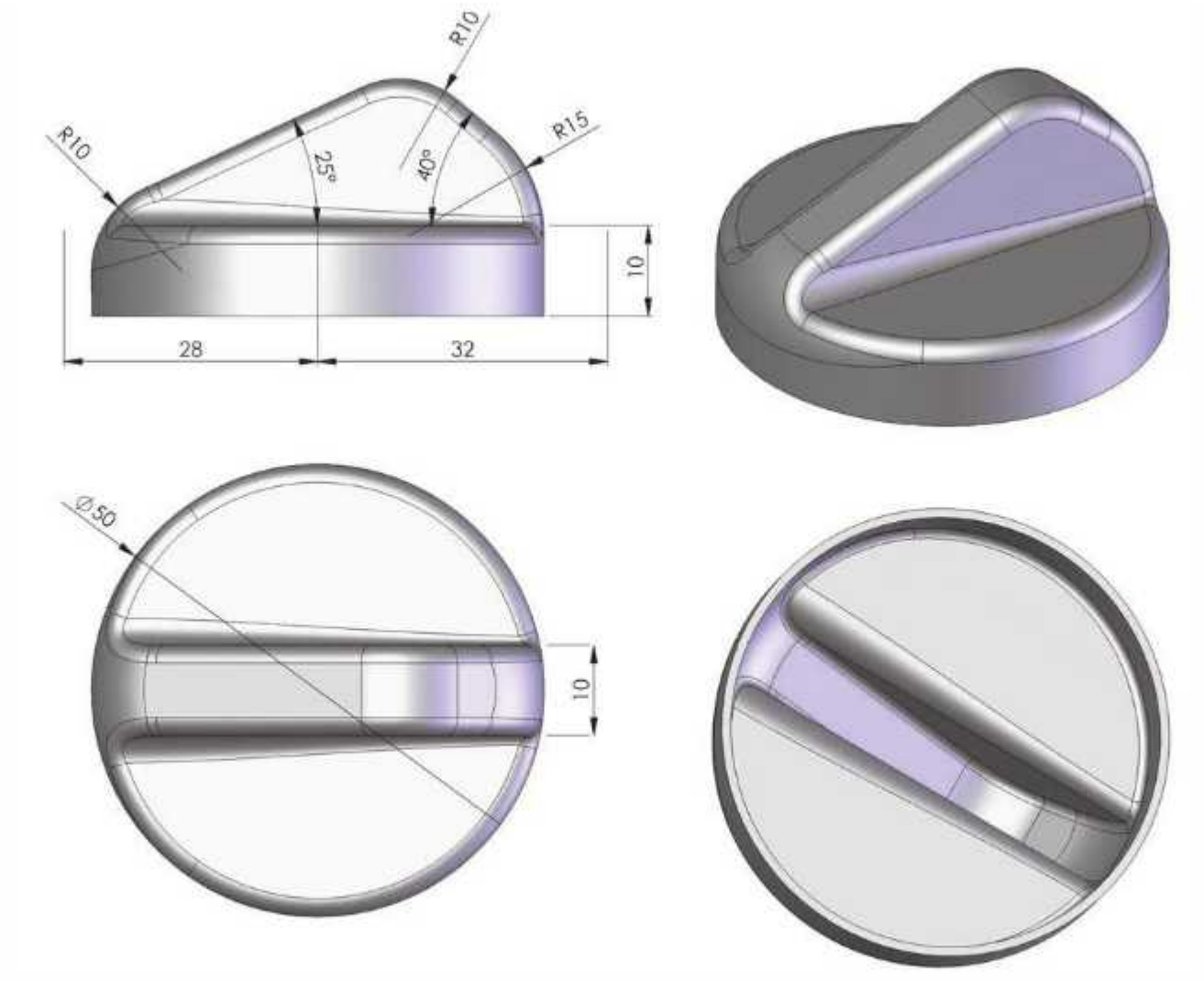


Figura 4.47. Operación de **Vaciado**. Ejemplos de piezas vaciadas.

Práctica 4-6

Represente la pieza indicada en el plano adjunto.

5 minutos



Objetivos del tutorial

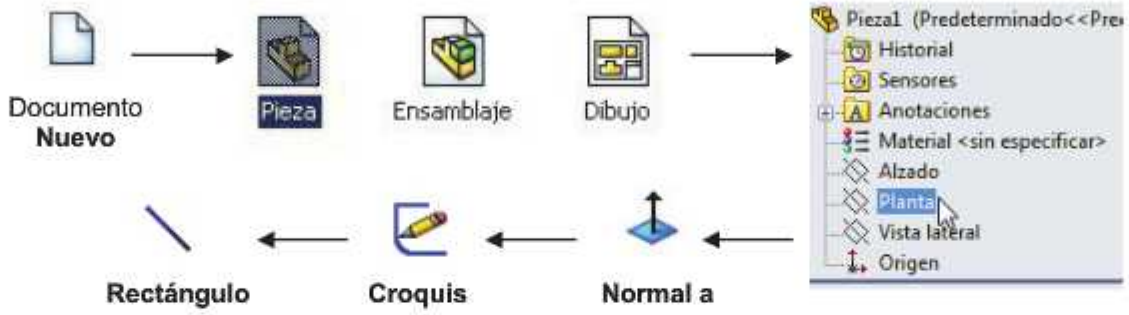
- **Repasar la orden de Extrusión y Extrusión corte.**
- **Emplear la orden de Vaciado.**

Práctica guiada 4-6

1- Pulse la opción **Nuevo** del Menú Persiana **Archivo** o sobre el icono **Nuevo**.

2- Seleccione **Pieza** y pulse **Aceptar**.

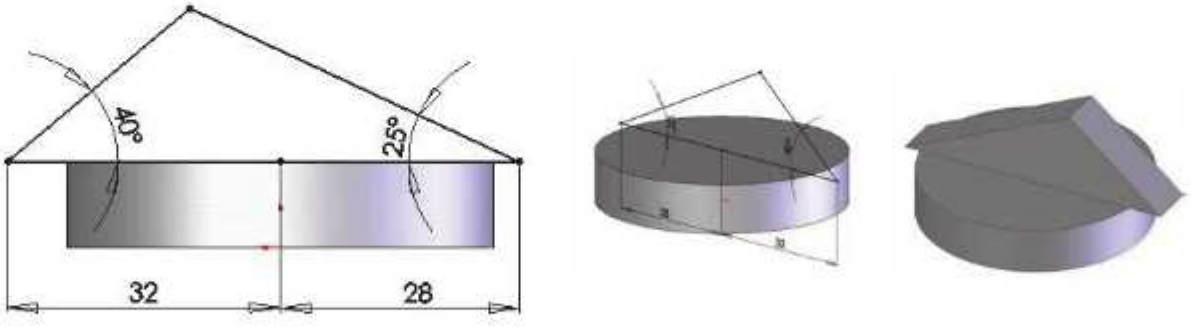
3- Seleccione el plano de trabajo **Planta** del **Gestor de diseño** y pulse sobre **Normal a** para visualizarlo en verdadera magnitud.



4- Pulse sobre el icono de **Croquis** y seleccione la Herramienta de Croquizar **Círculo**. Dibuje un **Círculo** de diámetro 50 mm centrado en el origen de coordenadas.

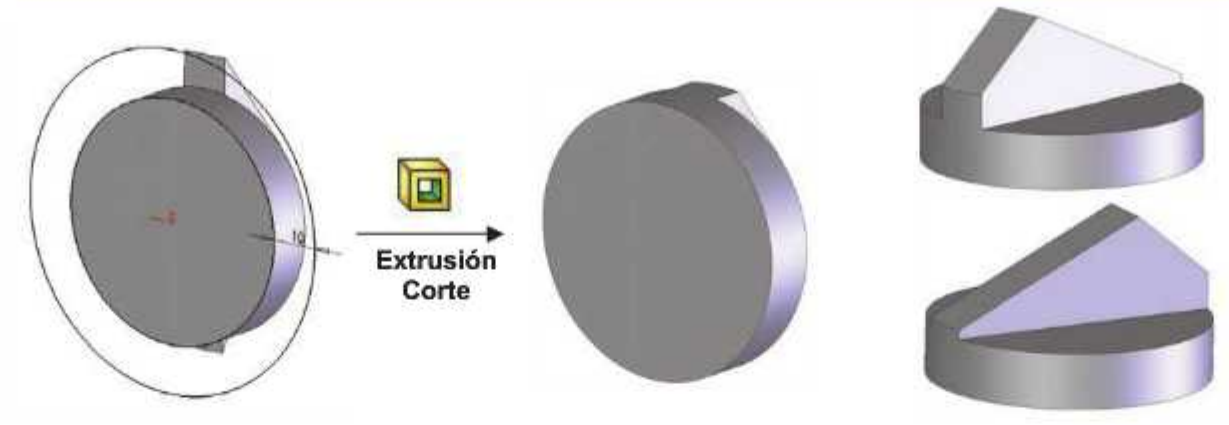
5- Pulse **Extruir** desde la Barra de Herramientas **Operaciones** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Saliente/Base**, **Extruir**. Extrusione el **Círculo** con una altura de 10 mm.

6- Seleccione el **Plano de Trabajo Vista Lateral** desde el **Gestor de Diseño** y pulse sobre **Normal a** para visualizarlo en verdadera magnitud. Croquice el perfil indicado en la figura tomando como referencia el origen de coordenadas.



7- Pulse **Extruir Plano Medio** desde la Barra de Herramientas **Operaciones** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Saliente/Base**, **Extruir** e indique una **Profundidad** de 10 mm.

8- Elimine los dos salientes del perfil creado respecto del cilindro extrusionado. Para ello cree dos círculos concéntricos al cilindro extrusionado equidistantes 10 mm siendo uno de ellos de diámetro 50 mm. Pulse **Extrusión Corte** desde la Barra de Herramientas flotante **Operaciones** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Saliente/Base**, **Extrusión corte** y selecciones **Por todo**.



Aplicar Redondeos

9- Seleccione las **Aristas** indicadas en la figura y pulse **Redondeo** desde la Barra de Herramientas de **Operaciones** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Operaciones**, **Redondeo**. Indique los radios de redondeo correspondientes a cada una de las Operaciones.

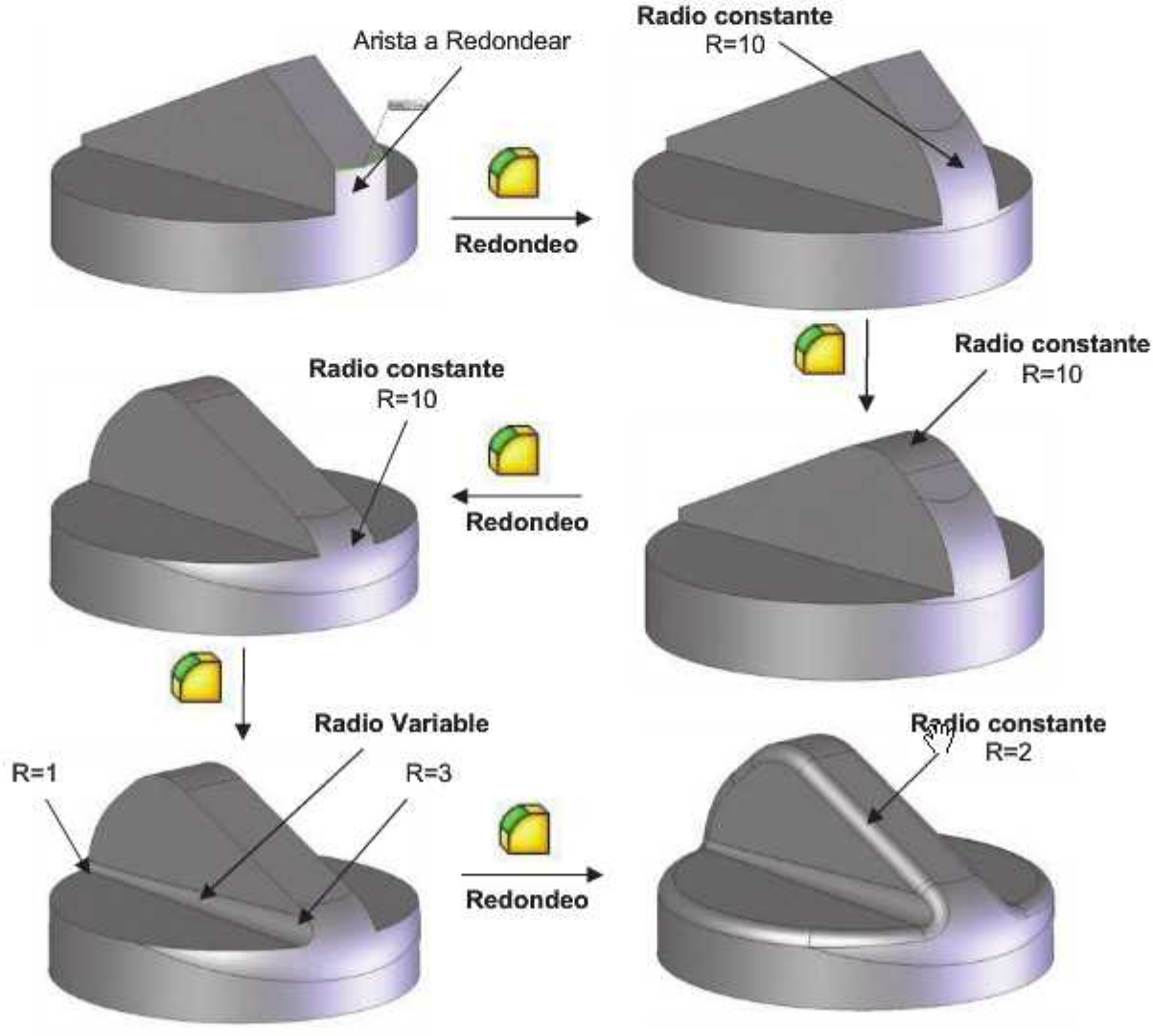
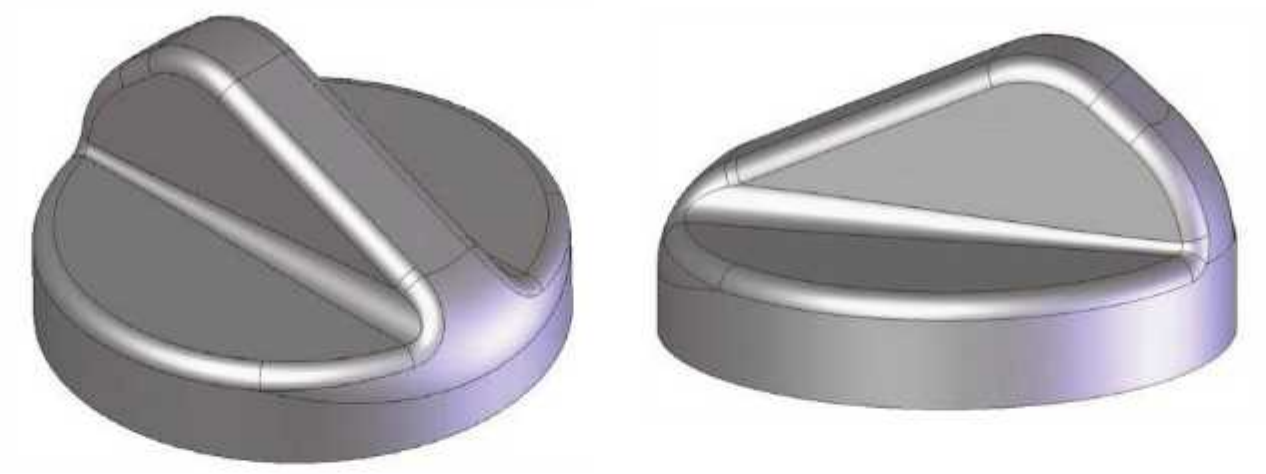


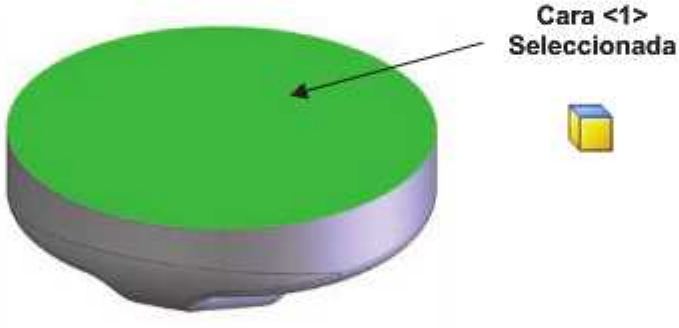
Figura 4.68. Redondeos a realizar en el modelo.

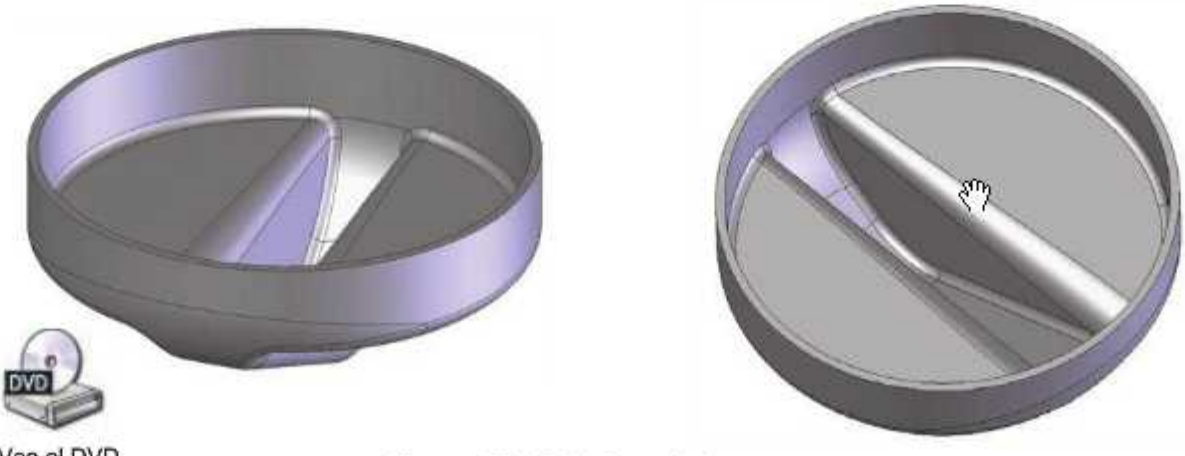


Vaciado del modelo

10- Seleccione la cara inferior del modelo y pulse **Vaciado** desde la Barra de Herramientas **Operaciones** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Operación**, **Vaciado**. Defina un **Espesor** de 1 mm y pulse **Aceptar**.







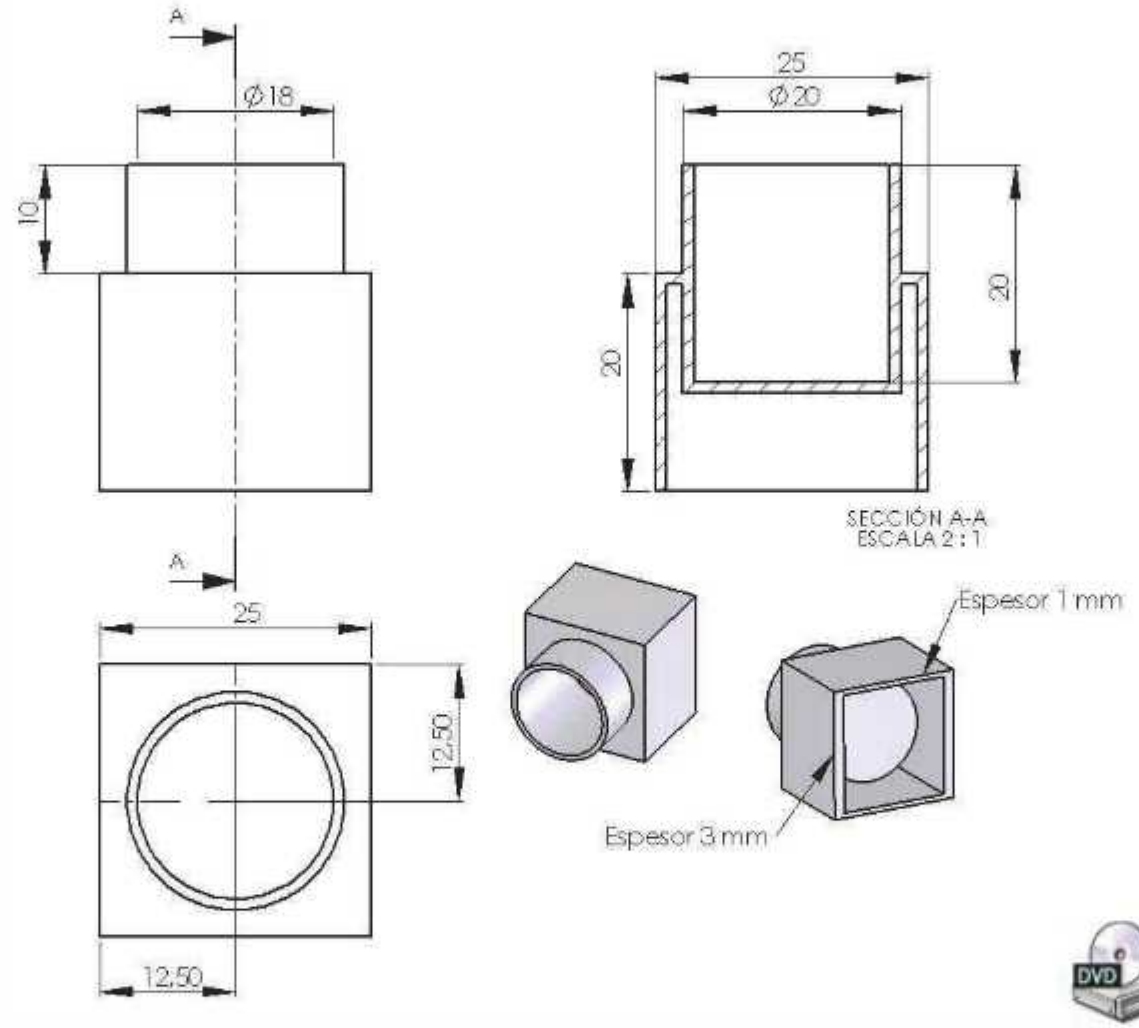
Vea el DVD
Capítulo 4

Figura 4.70. Modelo vaciado.

Práctica 4-7

Represente la pieza indicada en el plano adjunto.

10 minutos



Vea el DVD
Capítulo 4

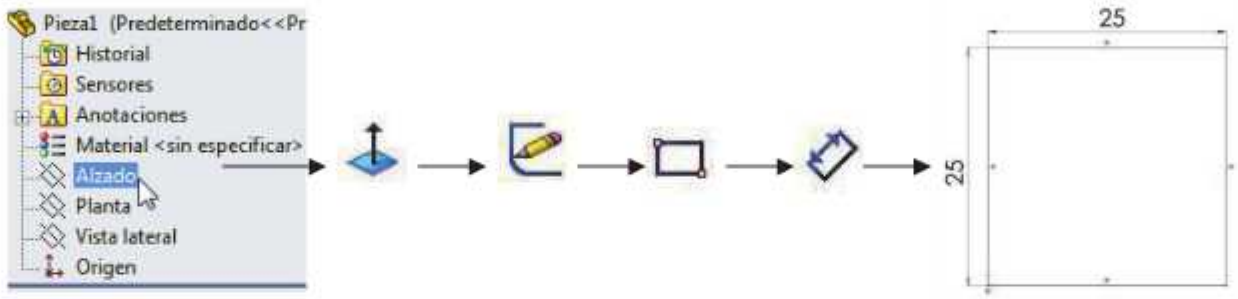
Objetivos del tutorial

- **Repasar la orden de Extrusión y Extrusión corte.**
- **Emplear la orden de Vaciado.**

Práctica guiada 4-7

1- Croquice y acote un rectángulo de 25 × 25 mm en el **Plano** Alzado.

Seleccione el **Plano de Trabajo Alzado** desde el **Gestor de Diseño** y pulse **Normal a** para visualizarlo en verdadera magnitud. Pulse sobre el icono de **creación de croquis**. Se activa la **Barra de Herramientas de croquización**. Seleccione la opción **Rectángulo** y croquice uno sin tener en cuenta las medias. Acote cada uno de los lados (25 × 25) mm.



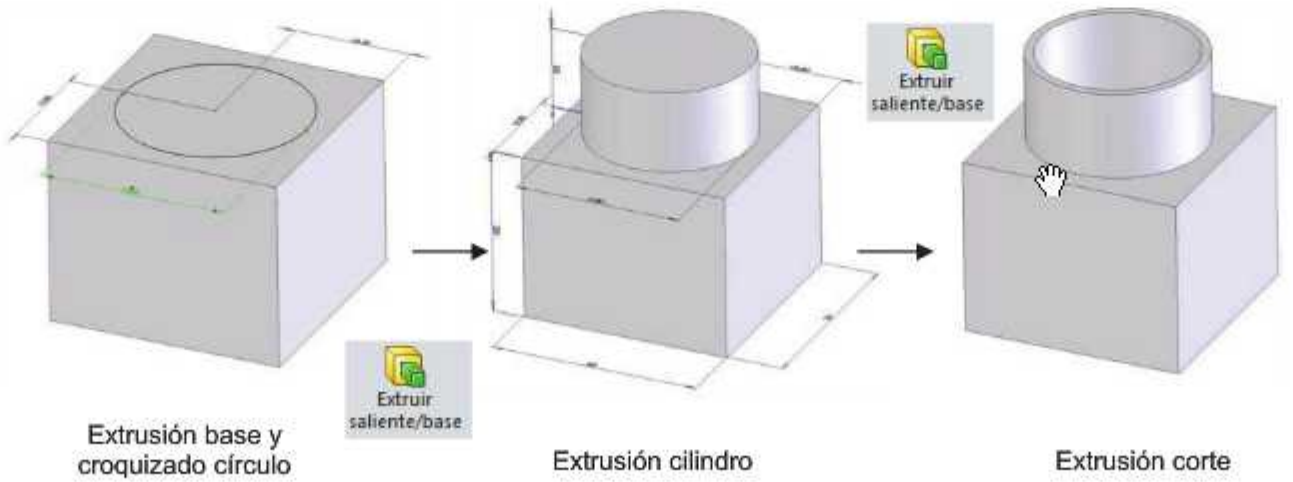
2- **Extrusione** el croquis una altura de 20 mm.

Pulse la orden **Extruir/saliente** y seleccione una **Profundidad de Extrusión** de 20 mm.

3- Sitúese sobre una de las caras 25 × 25 y croquice un **Círculo** de 20 mm de diámetro y centrado en el cuadrado. Para ello acote la distancia del centro del **Círculo** hasta dos de las aristas de la geometría base o dibuje una diagonal en la cara y el centro del círculo en su punto medio.

4- Extrusione el círculo 10 mm de altura.

5- Sobre cilindro extruido croquice un círculo concéntrico al primero y de 18 mm de diámetro. Realice una Extrusión corte hasta 20 mm.



Extrusión base y croquizado círculo

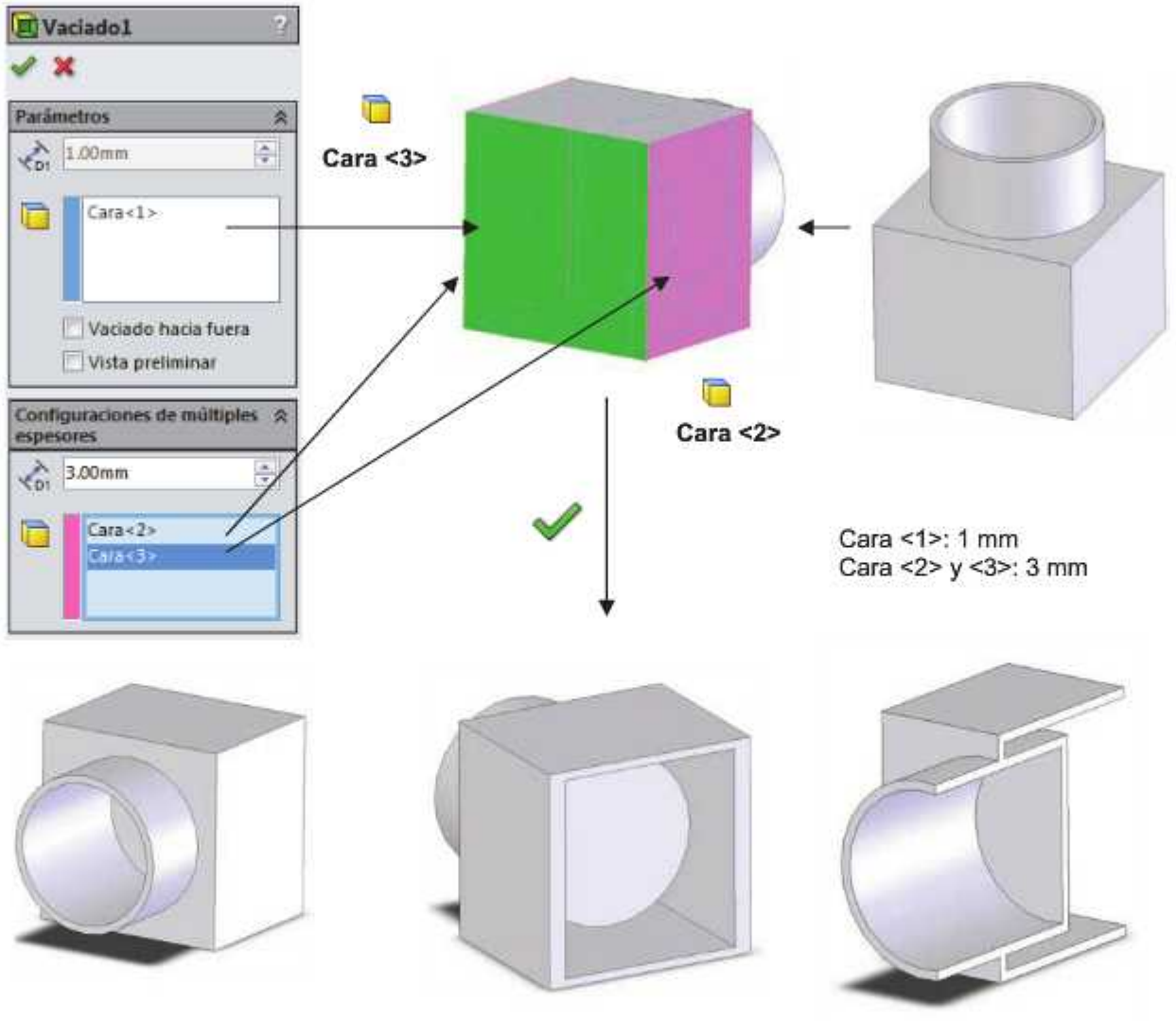
Extrusión cilindro

Extrusión corte

Vaciado de la pieza

6- Seleccione la **Cara inferior** del modelo y pulse la opción **Vaciado**.

7- Seleccione la **Cara** inferior a **Eliminar** y marque 1 mm de **Espesor** general. Para indicar el **Espesor** de los dos lados marque las **Caras** en la **Zona de Gráficos** y asigne a cada una de ellas 2 mm de espesor.



4.2.12 Nervio



Para crear un **Nervio** puede croquizar el contorno cerrado del mismo y realizar una **Extrusión Plano Medio**. Sin embargo, cuando los nervios se encuentran fusionados con una geometría circular la unión no será correcta.

SolidWorks® posee una opción de creación de **Nervios** que permite utilizar una operación especial de Extrusión utilizando como croquis un contorno abierto (**Línea**) y definir un **Espesor** en una **Dirección** especificada.

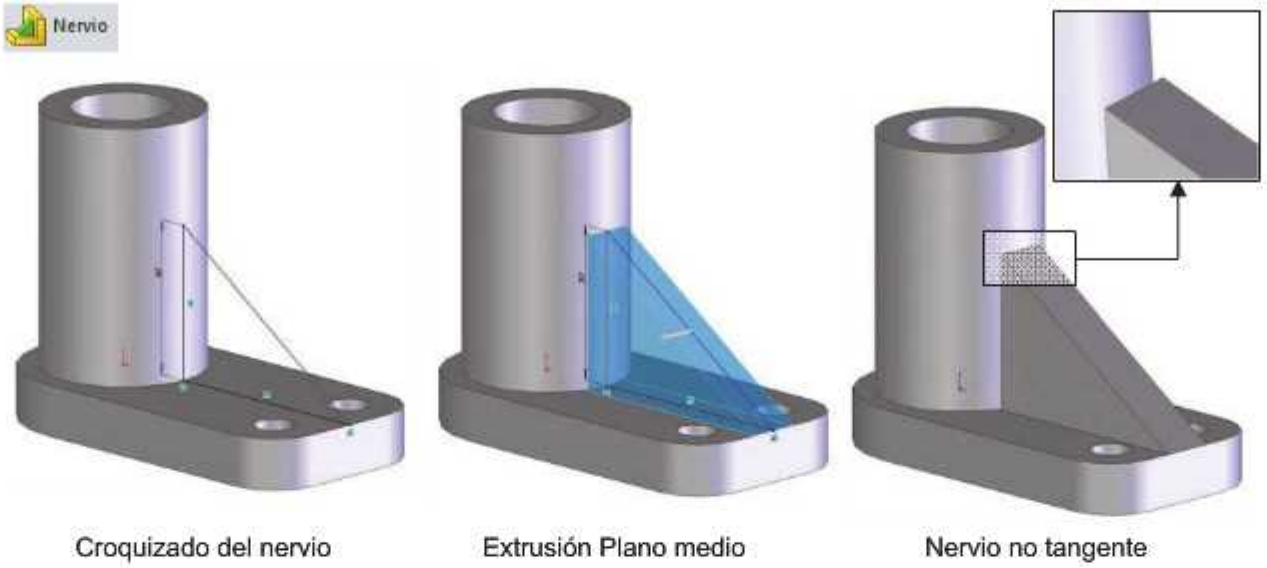


Figura 4.48. Creación manual de **Nervios**.

La operación de **creación de Nervios** permite crear un **Nervio** con solo croquizar el perfil del mismo sobre la pieza.

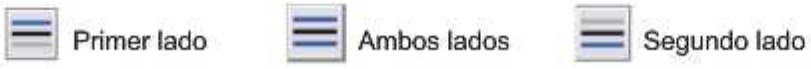
Para crear un **Nervio** las etapas que debe seguir son:

1. Sitúese en el plano adecuado y croquice el perfil del **Nervio**. En algunos casos el croquis debe penetrar en la pieza en caso contrario aparece un mensaje de error.
2. Seleccione la Operación **Nervio** de la Barra de Herramientas de **Operaciones** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Operaciones**, **Nervio**.
3. Defina el **Espesor del Nervio** así como la **Dirección** del mismo (en **una Dirección** o **Plano medio**, **dos Direcciones**).
4. Defina la **Dirección** de Extrusión y el **Ángulo de salida**.
5. Pulsar **Aceptar**.



Espesor

Defina el **Espesor** y la **Dirección** de agregación del material (**Primer lado**, **Ambos lados** o **Segundo lado**). La primera y última de las opciones agrega espesor al nervio a un solo lado del croquis. La opción **Ambos lados** agrega material a los dos lados del croquis.



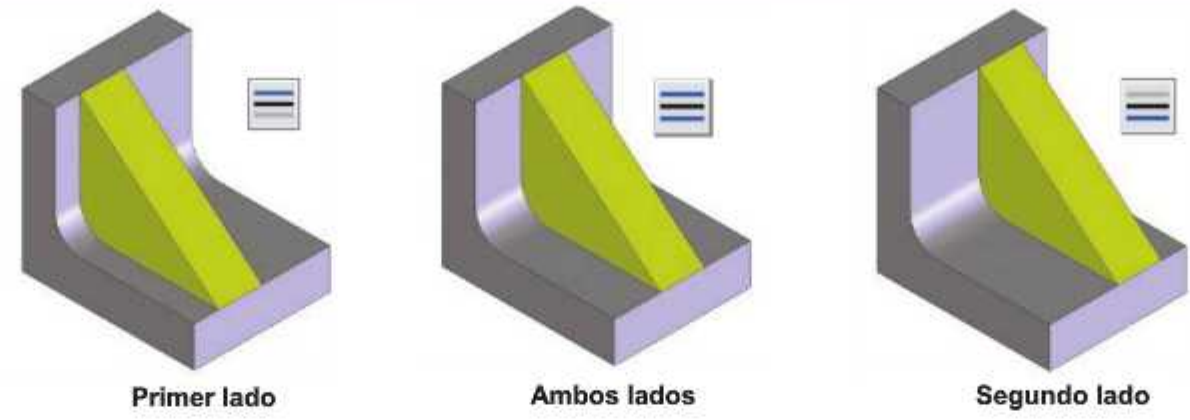
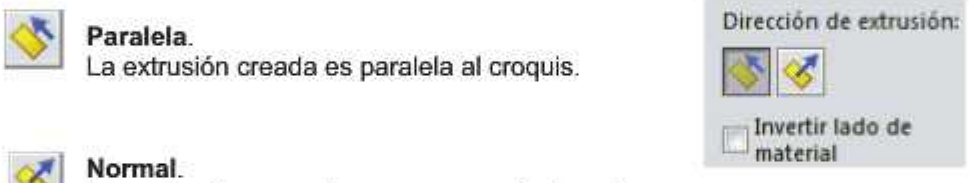


Figura 4.49. Espesor del **Nervio**.

Dirección de Extrusión

Permite definir la **Dirección** del **Nervio** para que sea **Paralela** o **Normal** al croquis.



Paralela.
La extrusión creada es paralela al croquis.

Normal.
La extrusión creada es perpendicular al croquis.

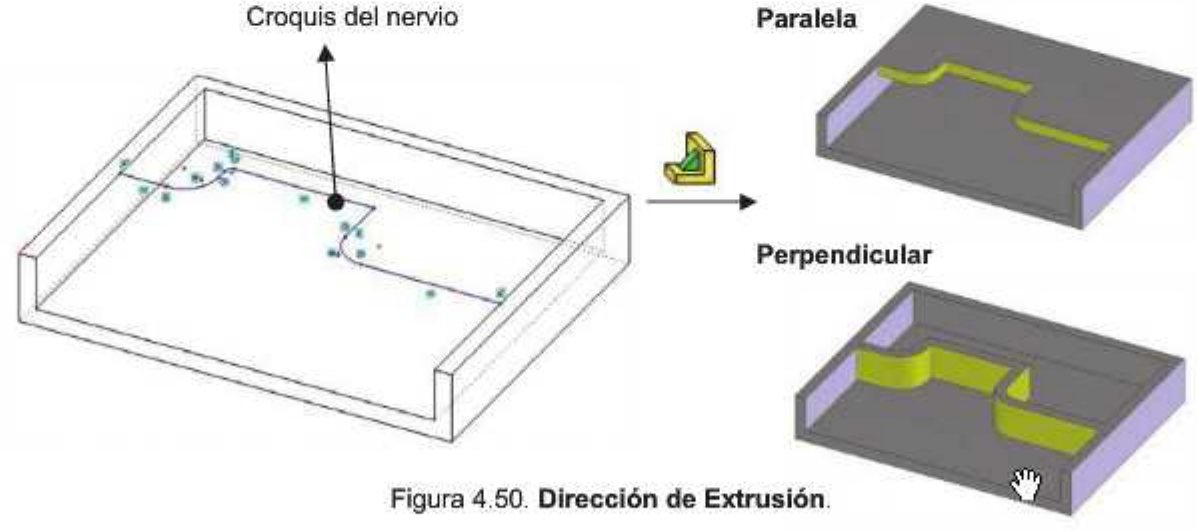


Figura 4.50. **Dirección de Extrusión**.

Invertir la dirección del material

Cambia la **Dirección** de excusión del **Nervio** de un lado a otro.

Ángulo de salida

Define la inclinación del nervio generando un **Ángulo de salida** que puede ser hacia dentro o hacia fuera.

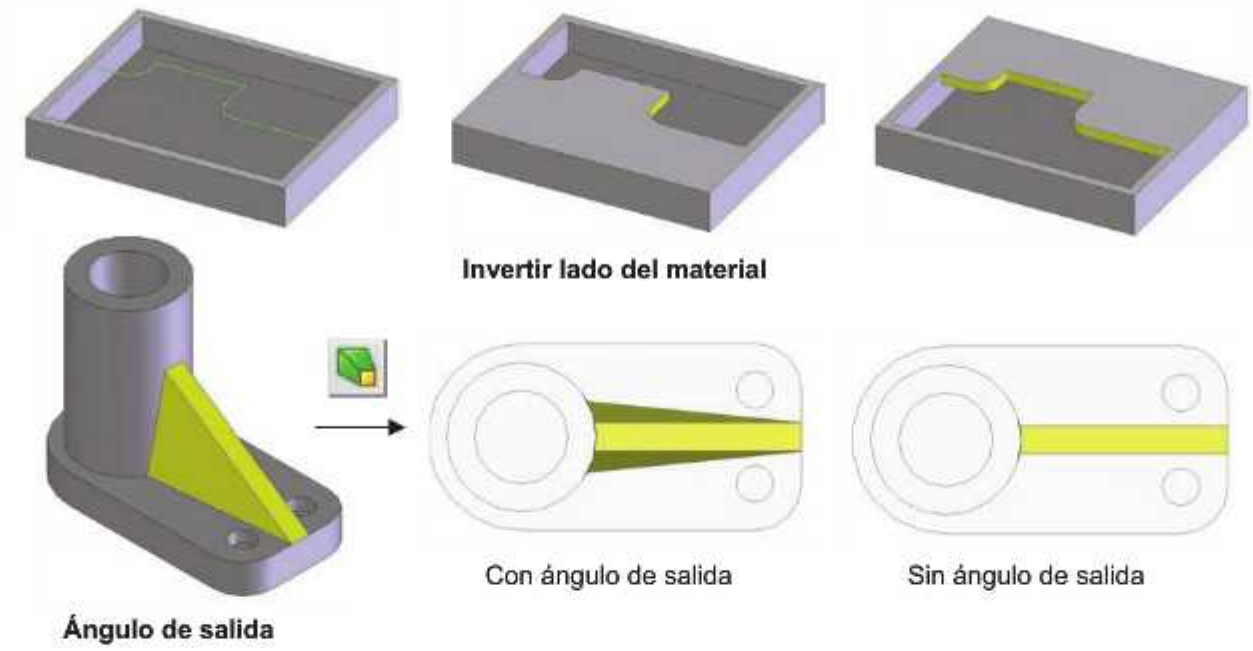


Figura 4.51. **Invertir lado de material** y **ángulo de salida**.

Siguiente referencia

Solo es accesible cuando se selecciona la creación de un **Nervio paralelo** al croquis (**Dirección de Extrusión**) y se activa el **Ángulo de salida**. La opción permite seleccionar uno de los contornos que definen el croquis como **Contorno de referencia** para definir el **Ángulo de salida**.

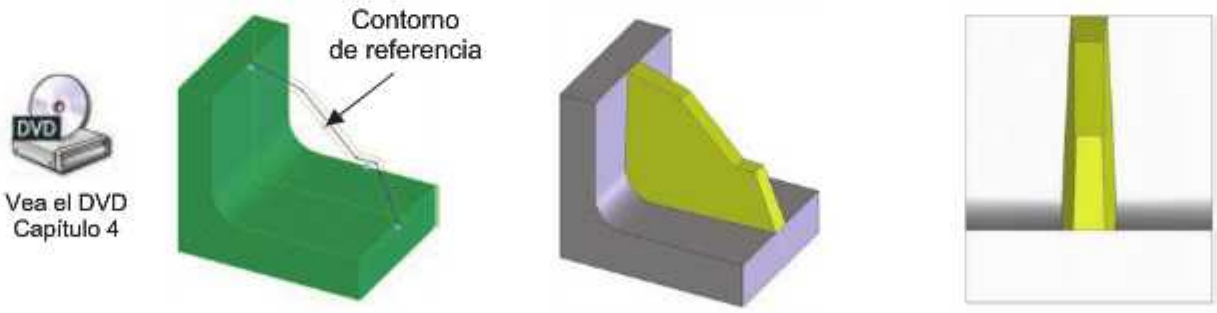


Figura 4.52. **Siguiente referencia.**

Contornos seleccionados

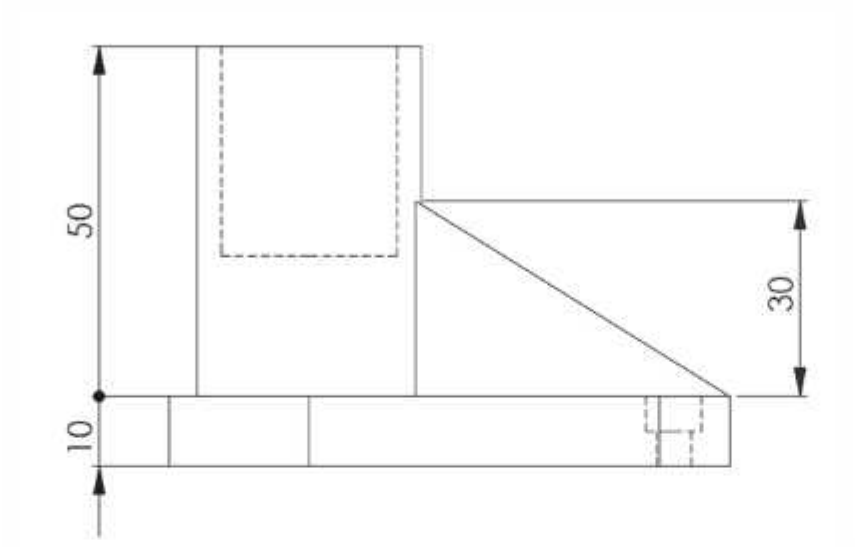
Se listan todos los contornos de croquis utilizados para crear la Operación **Nervio**.

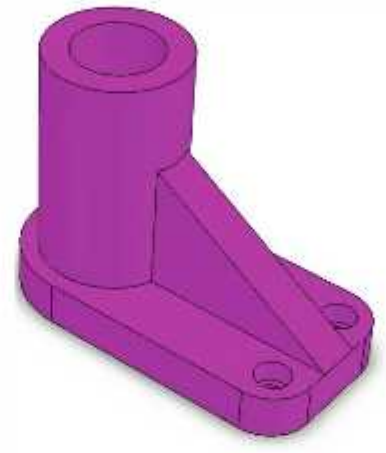
Las **Teclas de flecha** del teclado de su ordenador permiten girar el modelo. Si pulsa **Ctrl** + las fechas del teclado desplazará el modelo en pantalla. La combinación de la **Tecla Mayús** y las fechas del teclado giran lentamente el modelo 90°.

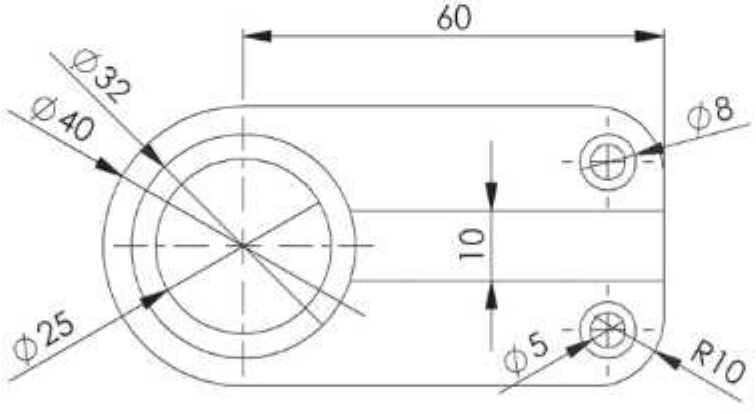
Práctica 4-8

Represente la pieza indicada en el plano adjunto.

10 minutos











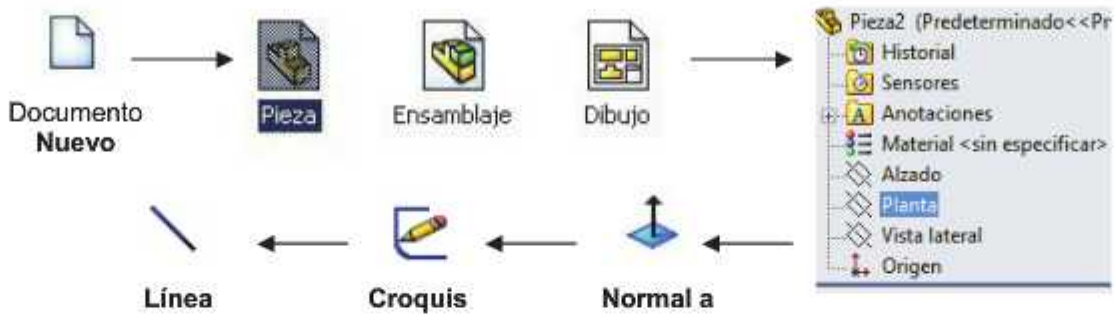
Vea el DVD
Capítulo 4

Objetivos del tutorial

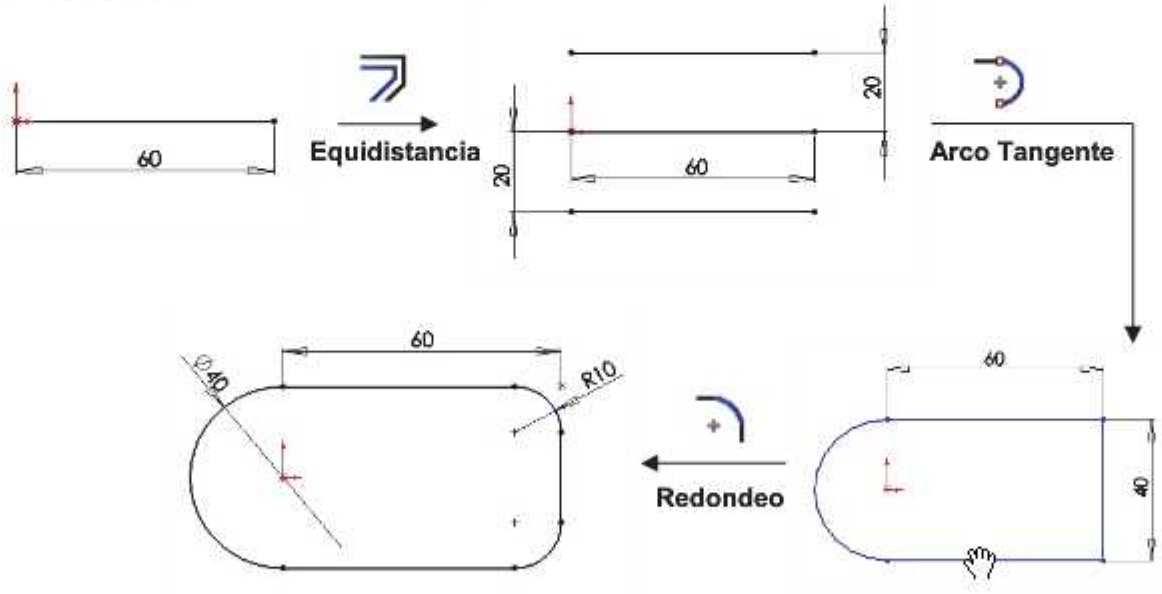
- **Repasar la orden de Extrusión y Extrusión corte.**
- **Emplear la orden de creación de Nervios.**

Práctica guiada 4-8

1- Pulse la opción **Nuevo** del Menú Persiana **Archivo** o sobre el icono **Nuevo**. Seleccione **Pieza** y pulse **Aceptar**. Seleccione el **Plano de Trabajo Planta** del **Gestor de diseño** y pulse sobre **Normal a** para visualizarlo en verdadera magnitud.

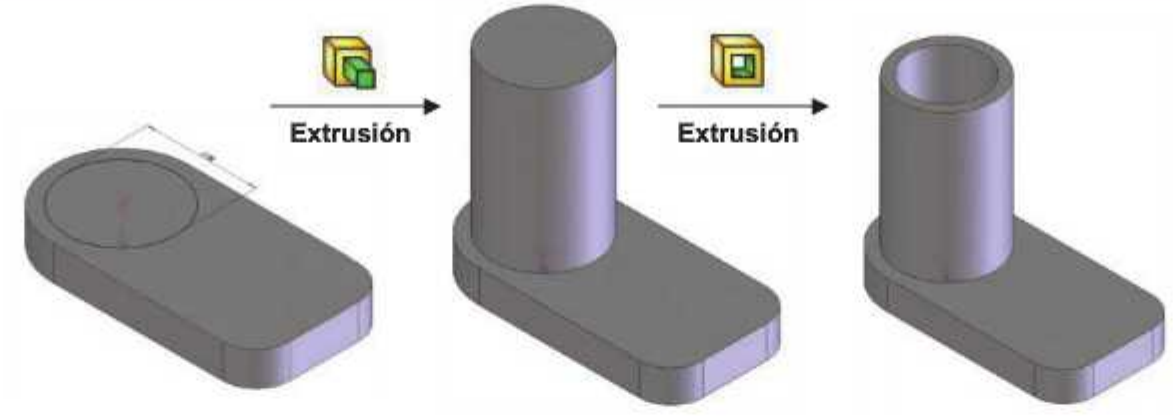


2- Pulse sobre el icono de **Croquis** y seleccione la Herramienta de Croquizar **Línea**. Dibuje una **Línea** desde el origen de coordenadas y de 60 mm de longitud. Pulse **Equidistancia Bidireccionar** y cree dos líneas equidistantes a la primera a 20 mm. **Elimine** la primera de las **Líneas** creadas. Una las dos líneas paralelas y seleccione **Arco tangente** para crear el círculo tangente a las dos líneas. Redondee las esquinas con un radio de 10 mm. Acote la geometría 2D.



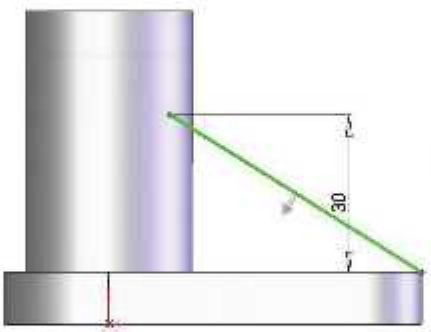
3- Pulse **Extruir** desde la Barra de Herramientas flotante **Operaciones** o desde el Menú de Persiana: **Insertar**, **Saliente/Base**, **Extruir**. **Profundidad de extrusión** de 10 mm.

4- Sitúese en el plano superior y croquice un **Círculo** concéntrico de diámetro 32 mm. **Extrusione** el círculo una altura de 50 mm. Pulse **Aceptar**.

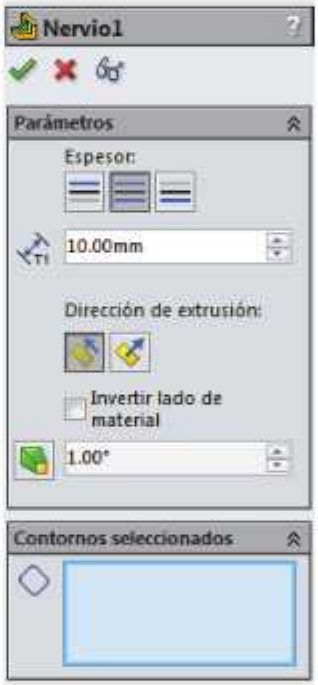


5- Sitúese en el plano superior del cilindro y croquice un **Círculo** de diámetro 25 mm. Pulse **Extrusión corte** desde la Barra de Herramientas **Operaciones** o desde el Menú **Insertar**, **Operaciones**, **Extrusión Corte**, hasta **Profundidad especificada** (30 mm).

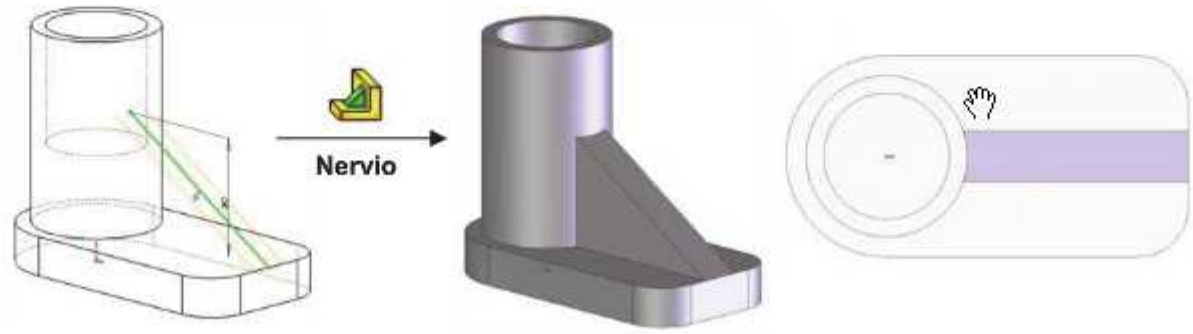
6- Seleccione el **Plano de trabajo Frontal** y pulse **Normal a** para visualizarlo en verdadera magnitud. Croquice el perfil del **Nervio** con una **Línea** desde la **Arista** que define la base hasta una altura de 30 mm.







7- Seleccione la Operación **Nervio** de la Barra de Herramientas de **Operaciones** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Operaciones**, **Nervio**. Defina un **Espesor** de 10 mm a **Ambos lados**. Invierta la dirección para que la creación del **Nervio** se realice hacia su modelo. Pulse **Aceptar**.



En algunos casos la etapa 6 puede dar error cuando la línea de croquis coincide con el perfil del sólido. Para evitarlo introduzca la línea de croquis dentro del sólido.

Inserción de Taladros Refrentados

8- Seleccione la cara base del modelo y pulse sobre el **Especificación de taladro** de la Barra de Herramientas de **Operaciones** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Operaciones**, **Especificación de taladro**. Para más información consulte la sección de Asistente de taladro (4.2.13).

Seleccione la pestaña **Tipo de taladro** y seleccione el **Refrentado**. Seleccione **ISO** en **Estándar** y el **Tipo de cabeza** (Cabeza chata ranurada). En **tamaño** M5 y **Profundidad** 10 mm.

Seleccione la pestaña superior **Posiciones**. Aparece una previsualización del **Taladro** sobre la base de su modelo. Pulse **Cota Inteligente** y centre el taladro respecto de los lados (8 mm). Repita la misma operación para el taladro simétrico. Pulse **Aceptar**.



Figura 4.53. Creación de los **Taladros**.

4.2.13 Taladro Sencillo

Permite realizar un **Taladro** u operación Extrusión corte circular de forma automática con solo definir el **Diámetro**, la **Altura** y su **Conicidad**, cuando sea necesaria.

La creación de una operación de **Taladro** en su modelo exige definir las características de su **Taladro** y **Aceptar** su creación. Posteriormente puede centrar el **Taladro** respecto a las **Caras** del modelo o a otras referencias geométricas mediante su acotación. Debe seleccionar la operación **Taladro** del **Gestor de Diseño** y pulsar con el botón secundario para modificar el croquis. Acote el centro del mismo.

Para crear un **Taladro** las etapas que debe seguir son:

1. Seleccione la operación **Taladro Sencillo** de la Barra de Herramientas de **Operaciones** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Operaciones**, **Taladro Sencillo**.

2. Seleccione una **Cara** del modelo en la Zona aproximada dónde desea crear el taladro y pulse al botón izquierdo del ratón. Aparece una previsualización de un taladro. En el centro del mismo tiene un punto azul. Pulse sobre el punto azul y desplace su modelo por la cara seleccionada. La acotación del centro debe efectuarla después de crear el **Taladro sencillo**.

3. Configure las opciones del **PropertyManager** de **Taladro Sencillo**.

4. Pulse **Aceptar**.

5. Pulse con el botón secundario del ratón sobre la Operación de **Taladro Sencillo** del **Gestor de Diseño** y seleccione **Editar Croquis**. Acote el centro del **Taladro**.

6. Pulse **Reconstruir** para actualizar los cambios.



Desde

Permite establecer el lugar **Desde** el que se realiza la operación de **Taladro Sencillo**. Contiene las mismas funciones que las explicadas en Extrusión y Extrusión Corte. **Desde**: **Plano de croquis**, **Superficie/Cara/Plano, Vértice** y **Equidistanciar.**

Condición Final

Define la dirección del Taladro. **Hasta profundidad especificada**, **Hasta el siguiente**, **Hasta el vértice**, **Hasta la superficie**, **Equidistante a la superficie**, **Hasta el sólido** y **Plano medio**.

Dirección de Extrusión

Permite Extruir el **Taladro** en una dirección diferente a la normal de la cara seleccionada. Puede dar un **Vector** (dos puntos, arista o eje constructivo) para indicar la dirección.

Profundidad

Indique la **profundidad** del **Taladro** cuando seleccione **Hasta la profundidad especificada** o la equidistancia cuando seleccione **Equidistancia** de la superficie como condición final.

Invertir equidistancia

Puede **Invertir la equidistancia** respecto a la **Cara/Plano** seleccionada.

Trasladar superficie

Traslada la equidistancia respecto a **Superficie** o **Plano** seleccionado.

Vértice

Seleccione un **Vértice** o un **Punto medio** para indicar la profundidad del taladro.

Diámetro del taladro

Permite definir el **Diámetro** del taladro.

Activar/Desactivar Ángulo de salida

Puede realizar **Taladros** con conicidad indicando el **Ángulo de inclinación** del cono interior generado hacia dentro o hacia fuera

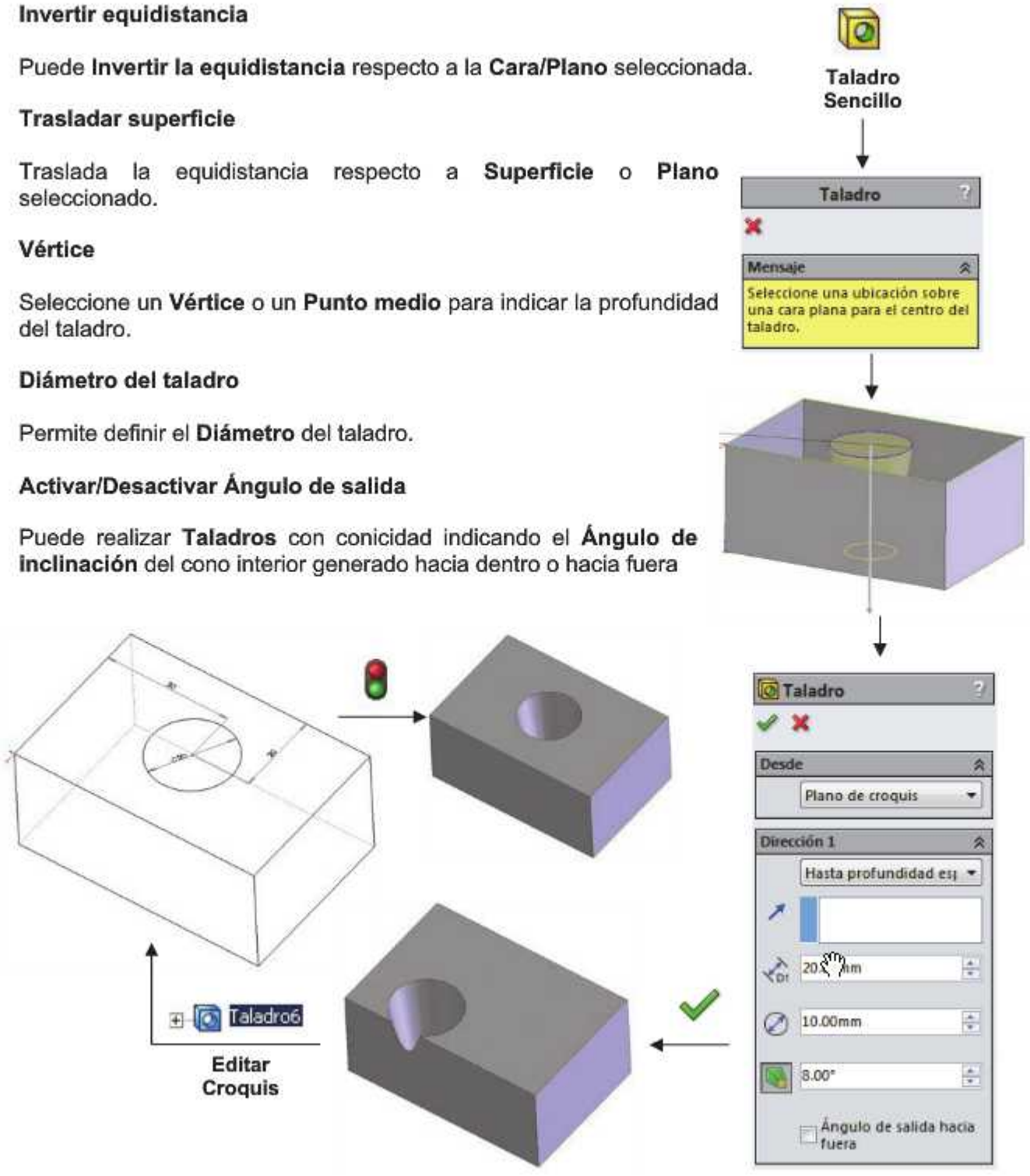


Figura 4.54. **Construcción de Taladro sencillo.**

4.2.14 Asistente para Taladro



Puede crear taladros mediante un sencillo asistente paso a paso. Debe seleccionar el **Tipo de Taladro** en función de Normas, su **Tamaño**, el **Tipo de cierre** y el **Alcance de la operación**. Además, el asistente permite situar el **Taladro** en caras planas y no planas mediante su acotación y dispone de una previsualización para conocer el aspecto final de la operación a efectuar.



Figura 4.55. **Taladros en Caras Planas y no Planas**. Tipos de **Taladros**.

Incluye **Normas** como **BSI**, **DIN**, **DME**, **GB**, **ISO**, **Pulgada ANSI** y **Pulgada Métrico**, entre otros y soporta **Taladros Refrentados**, **Avellanados**, **Taladro Sencillo**, **Tapón Roscado**, **Tubo Roscado** y **Taladro de Legado**.

Para crear un **Taladro** con el **Asistente para Taladros** las etapas que debe seguir son:

1. Seleccione una **Cara Plana** o **no plana** de su modelo.
2. Seleccione la operación **Asistente para Taladro** de la Barra de Herramientas de **Operaciones** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Operaciones**, **Taladro Asistente.** El modelo pasa a ser transparente y puede ver una previsualización del **Taladro** en la **Zona de Gráficos**.
3. Defina las características de su **Taladro** en el **PropertyManager**.
4. Pulse la pestaña **Posiciones** y acote el centro del **Taladro** respecto de las aristas de la cara de su modelo.
5. Pulse **Aceptar**.

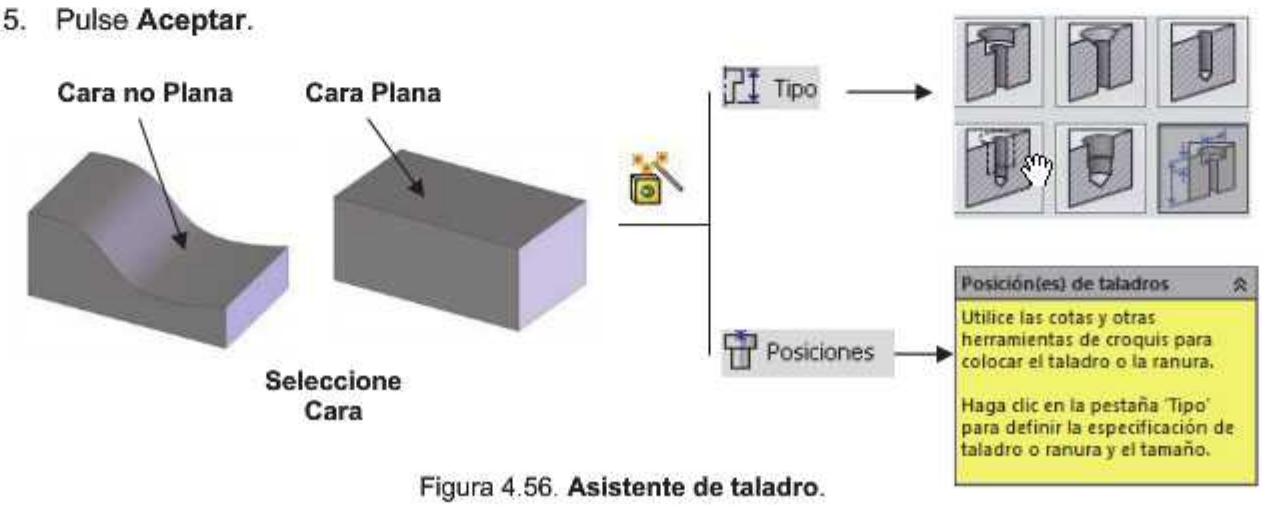


Figura 4.56. **Asistente de taladro**.

Tipo y Especificaciones del taladro

Permite definir las **Especificaciones del Taladro** que dependen del tipo seleccionado.



- **Estándar.** Seleccione la **Norma estándar ANSI** (métrico o pulgada), **BSI**, **DIN**, **ISO**, etc.

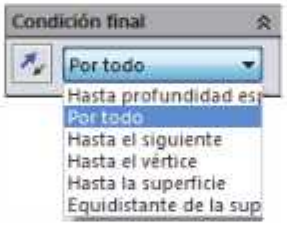
- **Tipo.** Defina el **Tipo de taladro** (tornillo de cabeza hexagonal, cabeza hueca, cabeza semiesférica, perno hexagonal, etc.). El tipo mostrado en el cuadro de diálogo depende de la norma estándar seleccionada.

- **Tamaño.** Seleccione el **Tamaño para el cierre**.

- **Ajuste.** Puede seleccionar un **Ajuste Cerrado**, **Normal** o **Suelto para el cierre**. Solo es válida para el **Taladro Refrentado** y el **Avellanado**.

Condición Final

Puede definir la **Profundidad del Taladro** según las posibilidades incluidas en la lista. De entre ellas: **Profundidad del taladro, Hasta profundidad especificada**, **Hasta vértice**, **Hasta Cara/Superficie/Plano** o **Equidistancia**. La condición final depende del **Tipo de Taladro** seleccionado.



Opciones

Las **Opciones** presentes dependen del tipo de rosca seleccionada. Puede definir la **Distancia del cabezal**, **Avellanado del lado derecho**, **Avellanado del lado izquierdo** y **Avellanado bajo cabeza**.

Favoritos

Permite gestionar y administrar una lista de **Taladros** favoritos para poder usarlos en otros modelos.

Ajuste automático de tamaño

Puede configurar el **Diámetro**, la **Profundidad** y el **Ángulo** en la parte inferior, además de otros parámetros dependiendo del **Tipo de Taladro** seleccionado.

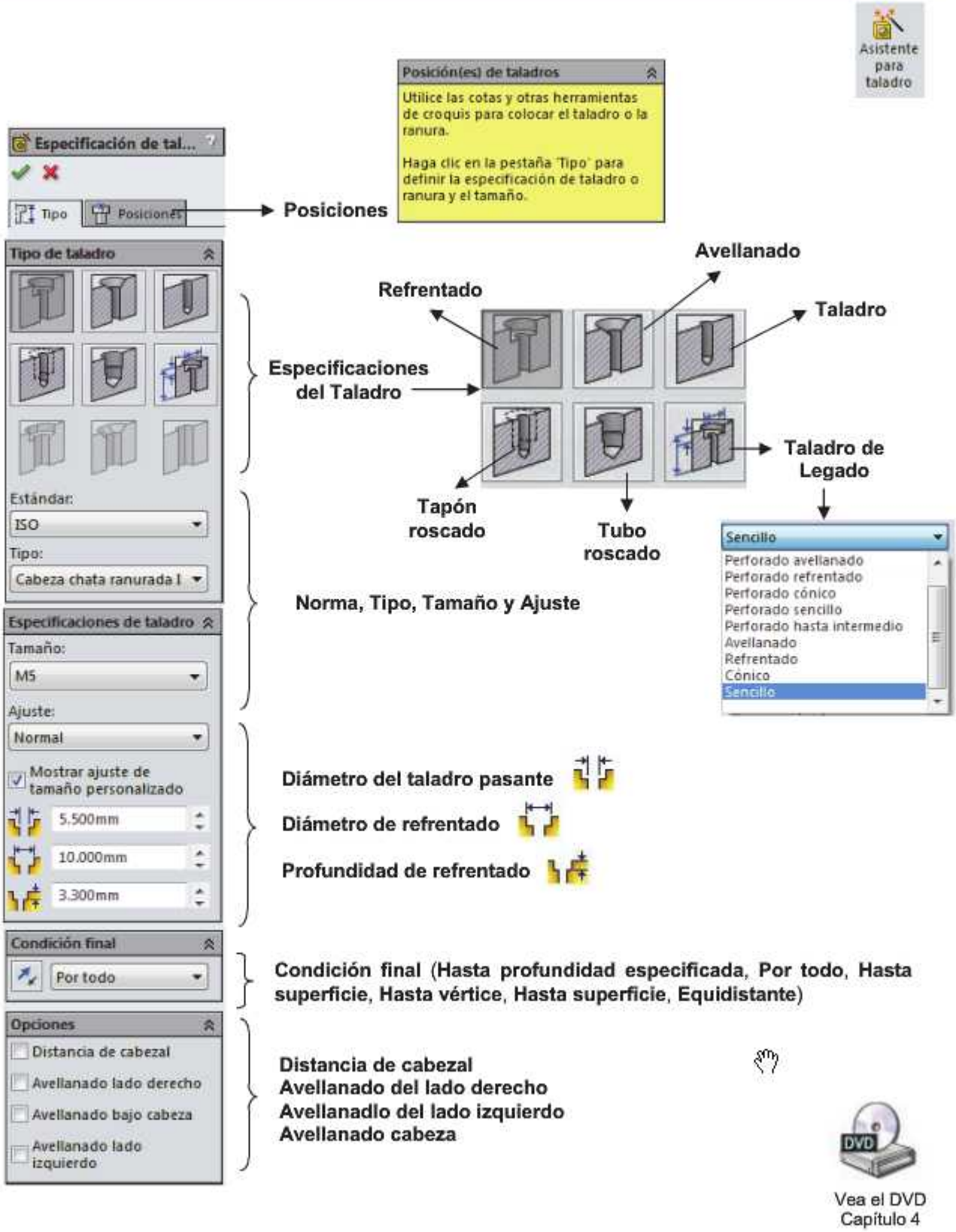


Figura 4.57. **PropertyManager** de **Asistente de Taladro**.

4.2.15 Saliente/Base Barrido

La operación de **Barrido** crea un saliente, corte o superficie por el movimiento de un **Perfil** o sección a lo largo de un camino o **Trayecto**.



Figura 4.58. **Saliente/Base Barrido**.

El **Perfil** y el **Trayecto** croquizados deben estar contenidos en croquis diferentes. Cuando dibuje el croquis del **Perfil** debe pulsar **reconstruir** y asciende en el árbol del **Gestor de Diseño**, debe repetir la misma acción con el **Trayecto**. El **Trayecto** puede ser una geometría cerrada o abierta mientras que el **Perfil** debe ser cerrado. En el caso de estar abierto se crea un barrido de superficie.

Un aspecto importante del **Barrido** es que el **Trayecto** debe iniciarse en el **Plano** en que está contenido el **Perfil** y no deben entrecruzarse.

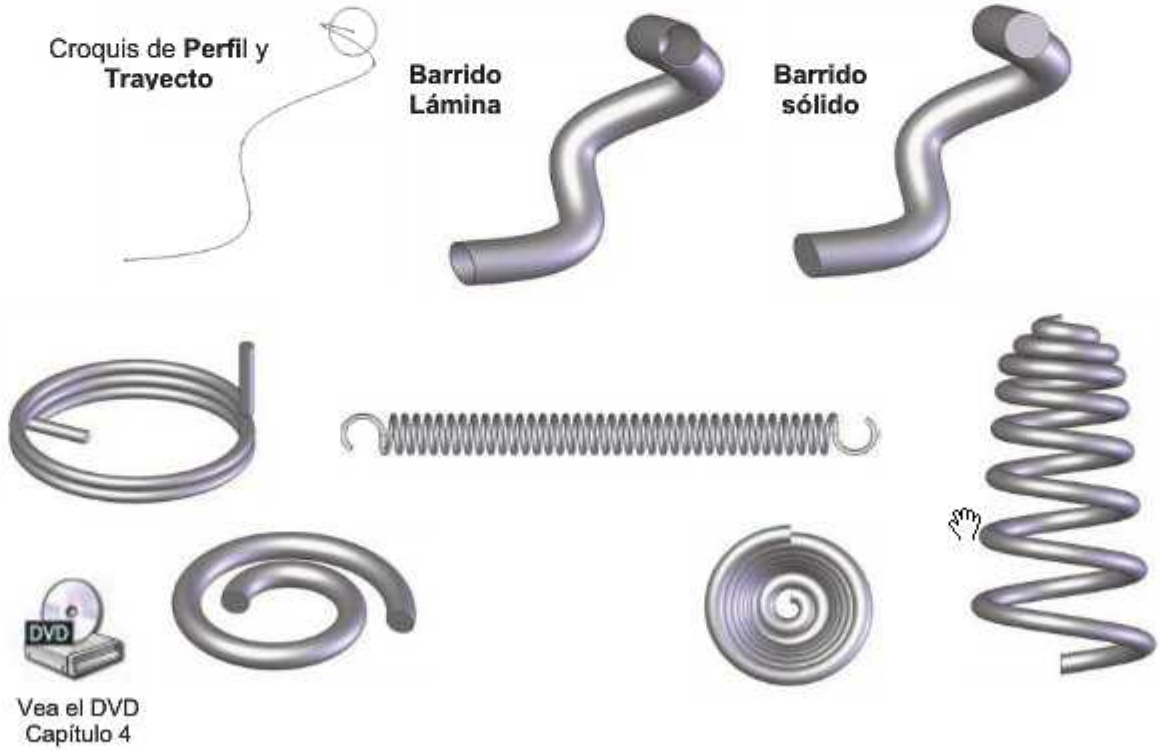


Figura 4.59. Ejemplos de **Saliente/Base Barrido**.

Los diferentes tipos de barridos que puede realizar son mediante **Curvas guía**, **Múltiples perfiles** o por **Operaciones lámina**.

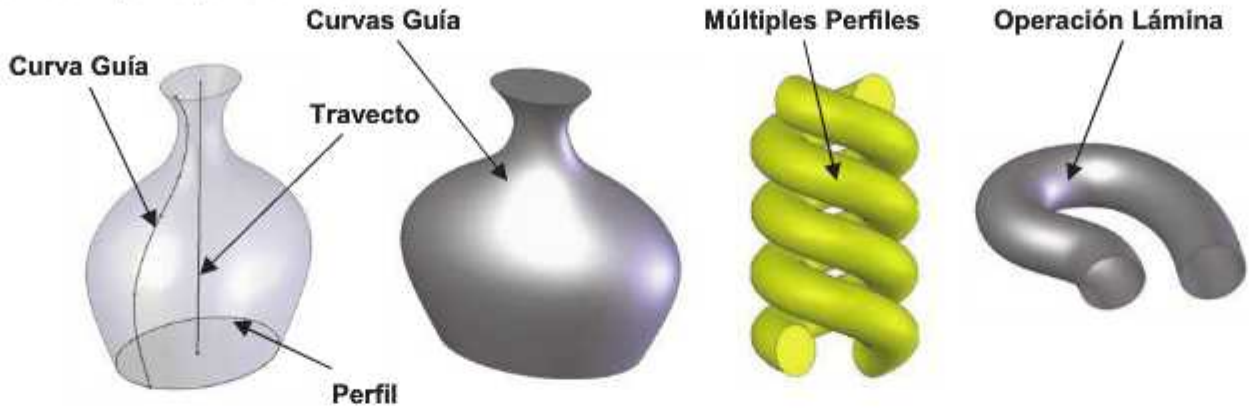


Figura 4.60. Tipos de Operación **Saliente/Base Barrido**.

Para crear una **operación Saliente/Base Barrido** las etapas que debe seguir son:

1. Croquice un **Perfil cerrado** para la sección del **Barrido** en alguno de los **Planos** predefinidos del **Gestor de Diseño** (Alzado, Planta o Vista Lateral). Pulse **Reconstruir** para dejar el croquis listo en el **Gestor de Diseño**.
2. Croquice el **Trayecto** o camino del **Barrido** en un plano diferente al empleado en el punto anterior. También puede seleccionar una **Arista** del modelo o cualquier otra **Curva**.
3. Seleccione la operación **Saliente/Base Barrido** desde la Barra de Herramientas de **Operaciones** o pulse en el Menú de Persiana **Insertar**, **Saliente/Base**, **Barrer**.
4. Seleccione el **Perfil** de barrido y el **Trayecto** del mismo desde la **Zona de Gráficos**. Configure el resto de variables desde el **PropertyManager** de la operación **Barrer** según su modelo.
5. Pulse **Aceptar**.





Figura 4.61. Tipos de Operación **Saliente/Base Barrido**.

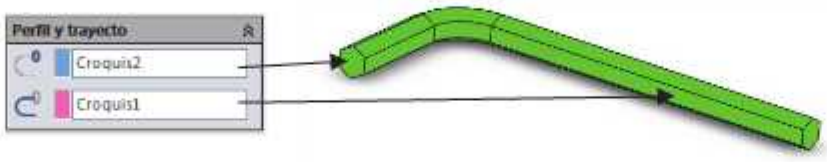
Perfil y Trayecto

Seleccione, desde la **Zona de Gráficos** o desde el **Gestor de Diseño,** el croquis del **Perfil** y el croquis del **Trayecto**. No deben entrecruzarse.



- **Perfil.** El **Perfil** seleccionado debe ser cerrado. En caso de ser abierto debe seleccionar **Barrido de Superficie** desde la Barra de Operaciones **Superficies**.

- **Trayecto.** Seleccione el **Trayecto** a seguir por el perfil. Puede ser abierto o cerrado y estar formado por una ***Spline***, un conjunto de **Curvas**, una **Curva** o una **Arista** del modelo. El punto de inicio del **Trayecto** debe coincidir con el **Plano** del **Perfil**.



Opciones

Puede definir el tipo de **Orientación/torsión**, el **Tipo de alineación del trayecto**, **Fusionar caras tangentes** y **visualizar** el barrido de forma **Preliminar**.

Tipo de Orientación/torsión. Permite definir la Orientación y Torsión del **Perfil** durante su recorrido por el **Trayecto**.

- **Seguir Trayecto.** El **Perfil** o sección mantiene el mismo ángulo de inclinación respecto del perfil durante todo el recorrido.

- **Mantener Normal constante.** La **Sección** definida por el **Perfil** se mantiene paralela a la sección inicial.

- **Seguir trayecto y 1ª curva guía.** La sección sigue el **Trayecto** y se adapta a la **Curva guía**.

- **Seguir 1ª y 2ª curvas guía.** La sección sigue dos **Curvas guía** para definir el **Barrido**.

- **Torsión a lo largo del trayecto.** Permite rotar la sección durante todo el **Trayecto**. Debe indicar los **Grados**, **Radianes** o **Vueltas** de la torsión en **Definir por**.

- **Torsión a lo largo del trayecto con constante normal.** Permite rotar la sección a lo largo del trayecto, como en el caso anterior, pero manteniéndola paralela a la sección inicial.

Ni el **Perfil**, ni el **Trayecto** ni el propio sólido generado pueden entrecruzarse con él mismo. Cuando sucede **Solid**Works® avisa del error y no permite crear el sólido por **Barrido**.

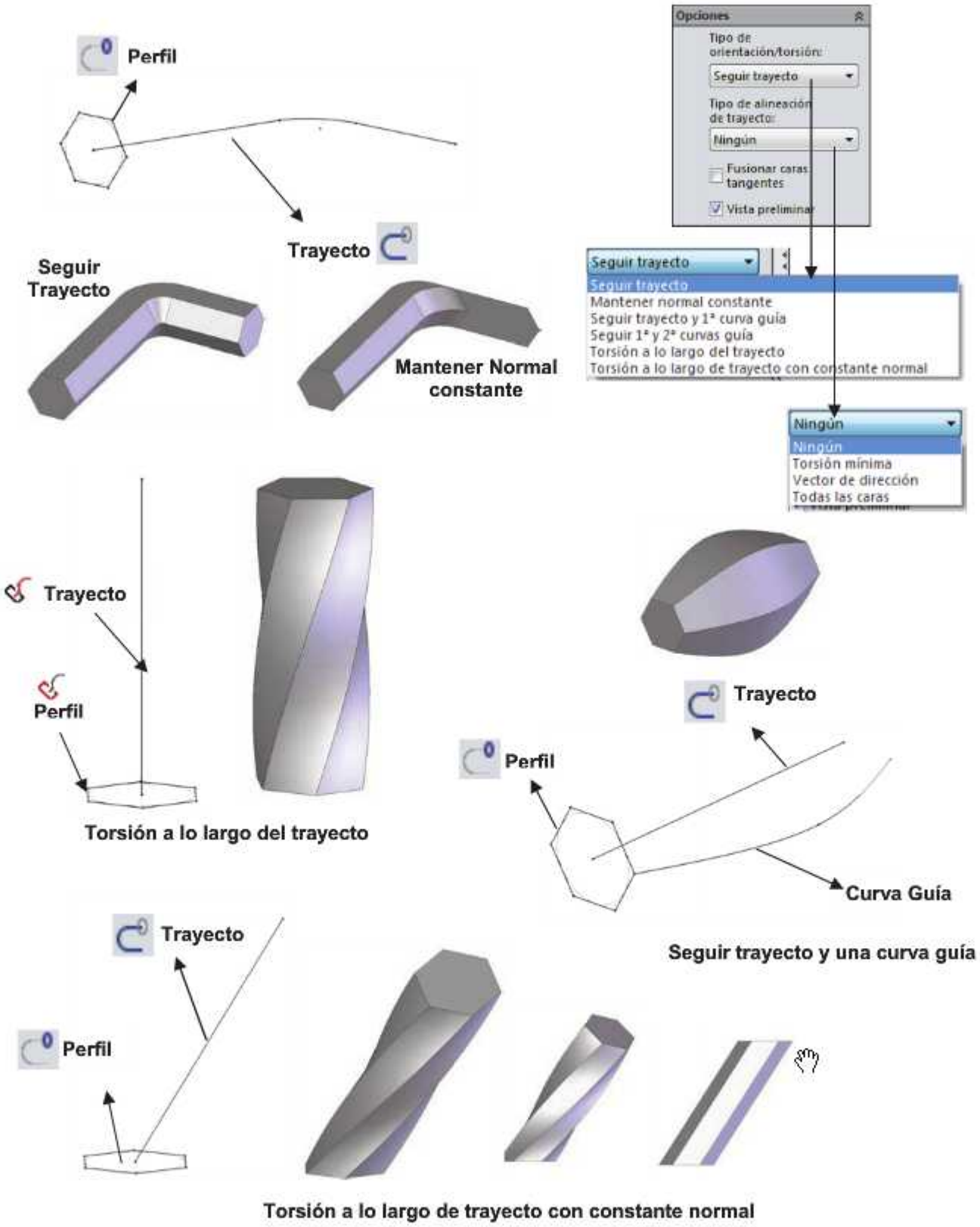
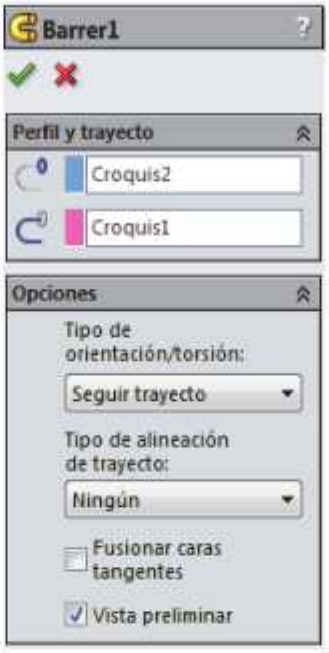


Figura 4.62. **Tipo de Orientación/torsión a lo largo del trayecto.**

Tipo de alineación de trayecto. Permite estabilizar el **Perfil** cuando este mal alineado con el **Trayecto** y se crean desigualdades en la curvatura.

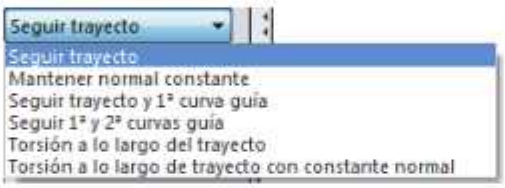


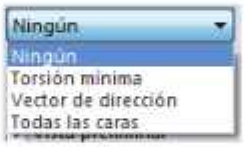
- **Ningún.** No aplica ningún tipo de corrección. El **Perfil** es alineado de forma normal al **Trayecto**.

- **Torsión mínima.** Evita que el **Perfil** se vuelva intersecante durante el trayecto definido mediante una curva 3D como una hélice.

- **Vector Dirección.** El **Perfil** es alineado en la dirección del vector seleccionado.

- **Todas las caras.** Crea un **Perfil** de barrido tangente con una cara adyacente previamente incluida.





Fusionar Caras tangentes. Su selección permite que los barridos creados con un **Perfil** formado por segmentos tangentes generen superficies de barrido también tangentes.

Vista preliminar. Permite visualizar el modelo de forma sombreada además del **Perfil** y el **Trayecto** antes de aceptar la operación. La operación se representa en amarillo transparente, el **Trayecto** en rosa y el **Perfil** en verde.

Fusionar Resultado. Fusiona todos los sólidos en uno único.

Alinear con caras finales. Permite extender o truncar las caras del barrido cuando el trayecto se encuentra con **Caras** en sus extremos. Es útil en la formación de **Hélices** barridas.

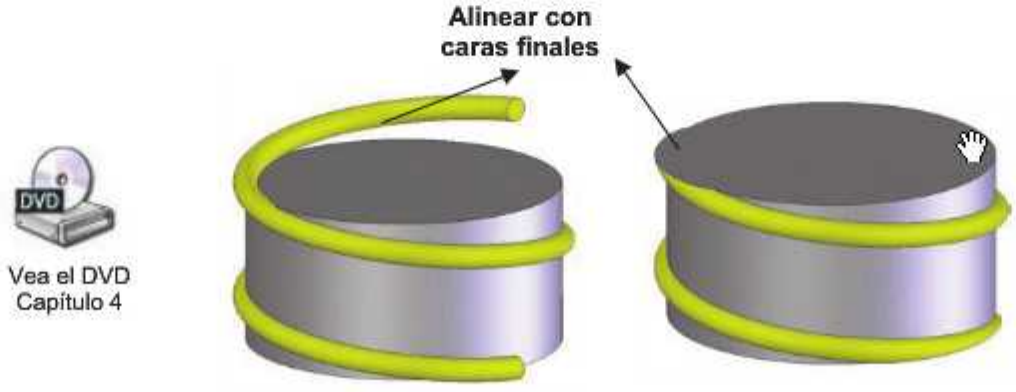


Figura 4.63. **Alinear con Caras finales**.



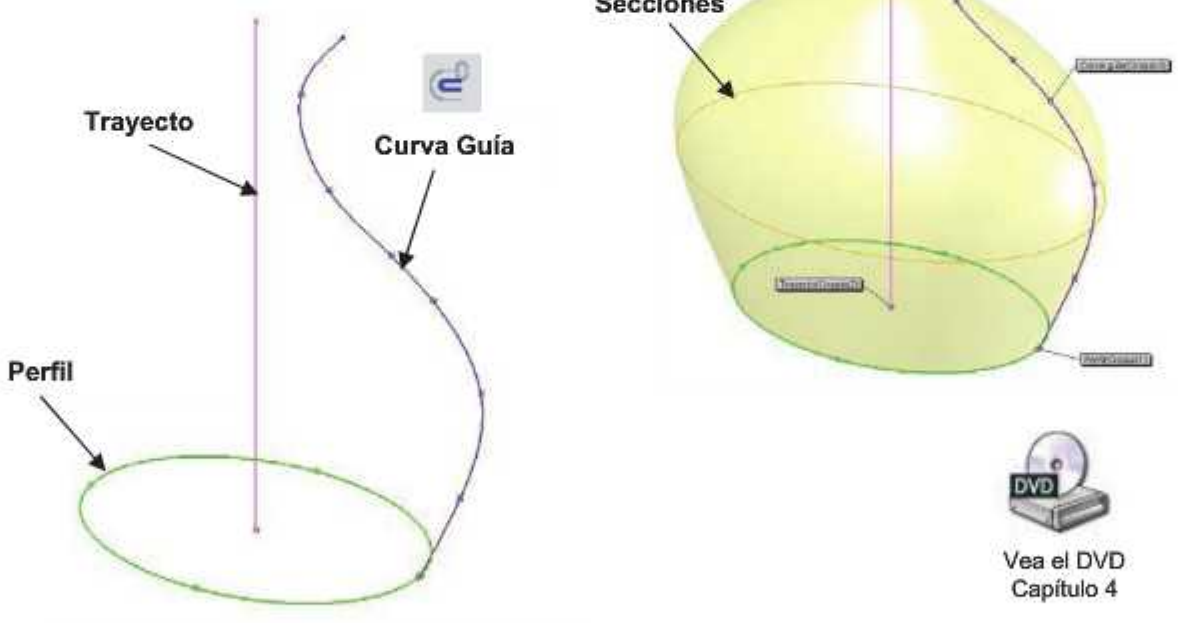
Curvas guía

Permite seleccionar **Curvas guía** para definir el **Barrido** del **Perfil** a lo largo de un **Trayecto**. Debe seleccionar el **Perfil**, el **Trayecto** y las **Curvas guía**. Esta última debe coincidir con el **Perfil**.

Hacia arriba y hacia abajo permite ajustar el orden de las **Curvas Guía** y de los **Perfiles**.

Fusionar caras lisas. Su desactivación permite mejorar el rendimiento del **Barrido** cuando se añaden **Curvas guía**. Además segmenta el **Barrido** cuando el **Trayecto** no tiene continuidad de curvatura.

Visualizar secciones. Permite visualizar las secciones del **Barrido**.



Vea el DVD
Capítulo 4

Figura 4.64. **Curvas guía**.

Tangencia Inicial y final

Define la **Tangencia inicial** y **Final** del **Barrido**.

Tangencia Inicial. Seleccione la opción **Ningún** (no se establece ningún tipo de tangencia inicial) o **Tangente al trayecto** (para definir un **Barrido** perpendicular al inicio del trayecto).

Tangencia Final. Puede seleccionar **Ningún**, **Tangente al trayecto**, **Vector dirección** o **Todas las caras**.

Vector dirección permite crear un **Barrido** tangente a un **Eje** o **Arista** o **Normal a un plano** seleccionado. **Todas las caras** crea un **Barrido** tangente a las **Caras** adyacentes tanto en el inicio como en el final del **Trayecto**. Para su activación es necesario que el **Barrido** se cree sobre una geometría ya existente.

Puede emplear **Hélices** y **Espirales** para crear Operaciones de **Barrido**. Para crear una **Hélice** como **Trayecto** croquice un **Círculo** y pulse **Hélice/Espirar** desde la Barra de Herramientas **Curvas** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Curva**, **Hélice/Espiral**. Seleccione **Hélice** o **Espiral** y defina sus propiedades constructivas en el **PropertyManager**. Vea el capítulo 3. **Herramientas de Croquización.**

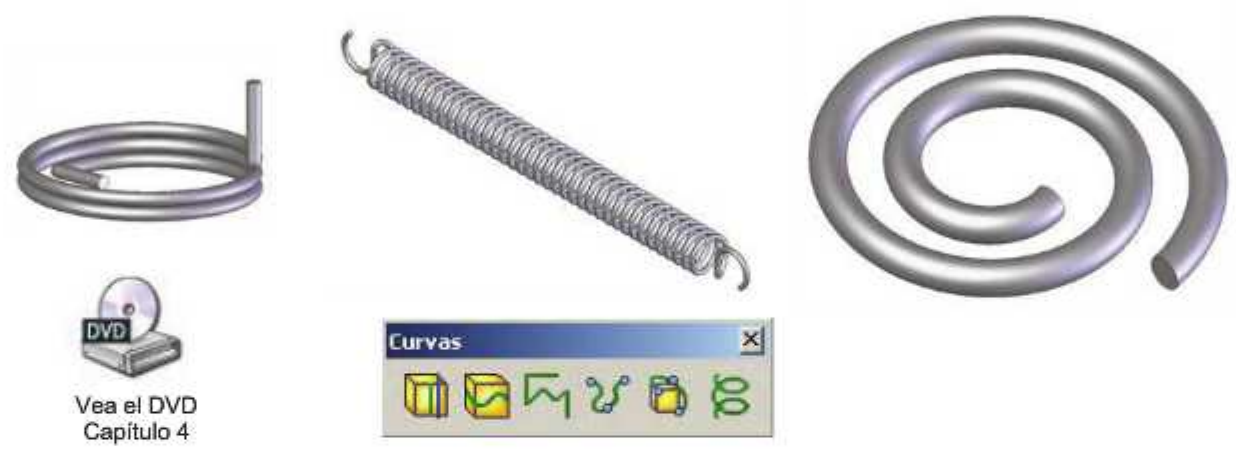


Figura 4.65. **Hélice y Espiral**.

4.2.16 Corte Barrido

La Operación de **Corte Barrido** crea una operación de corte por el movimiento de un **Perfil** o sección a lo largo de un camino o **Trayecto**.

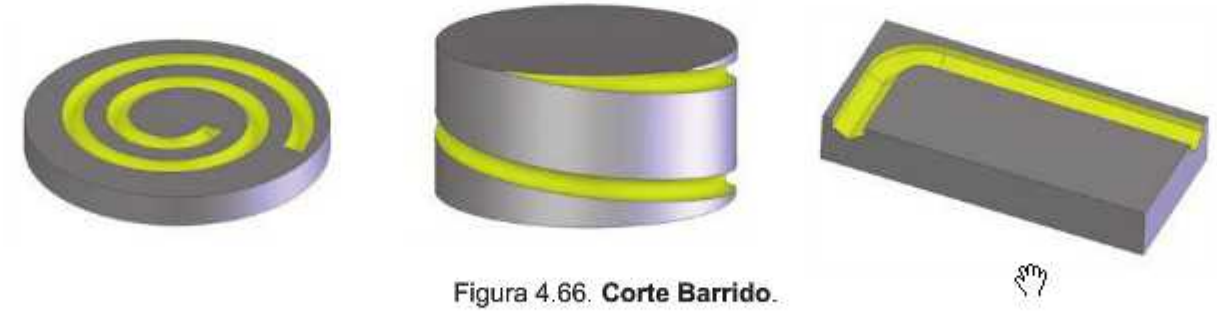


Figura 4.66. **Corte Barrido**.

El **Perfil** y el **Trayecto** croquizados deben estar contenidos en croquis diferentes y estar sobre otra operación para que pueda ser substraída. Cuando dibuje el croquis del **Perfil** pulse **Reconstruir** y observe como asciende en el árbol del **Gestor de Diseño**. Repita la misma acción con el **Trayecto**.

El **PropertyManager** de la Operación **Corte Barrido** tiene las mismas funcionalidades que la Operación **Barrido** y las puede configurar de la misma forma.

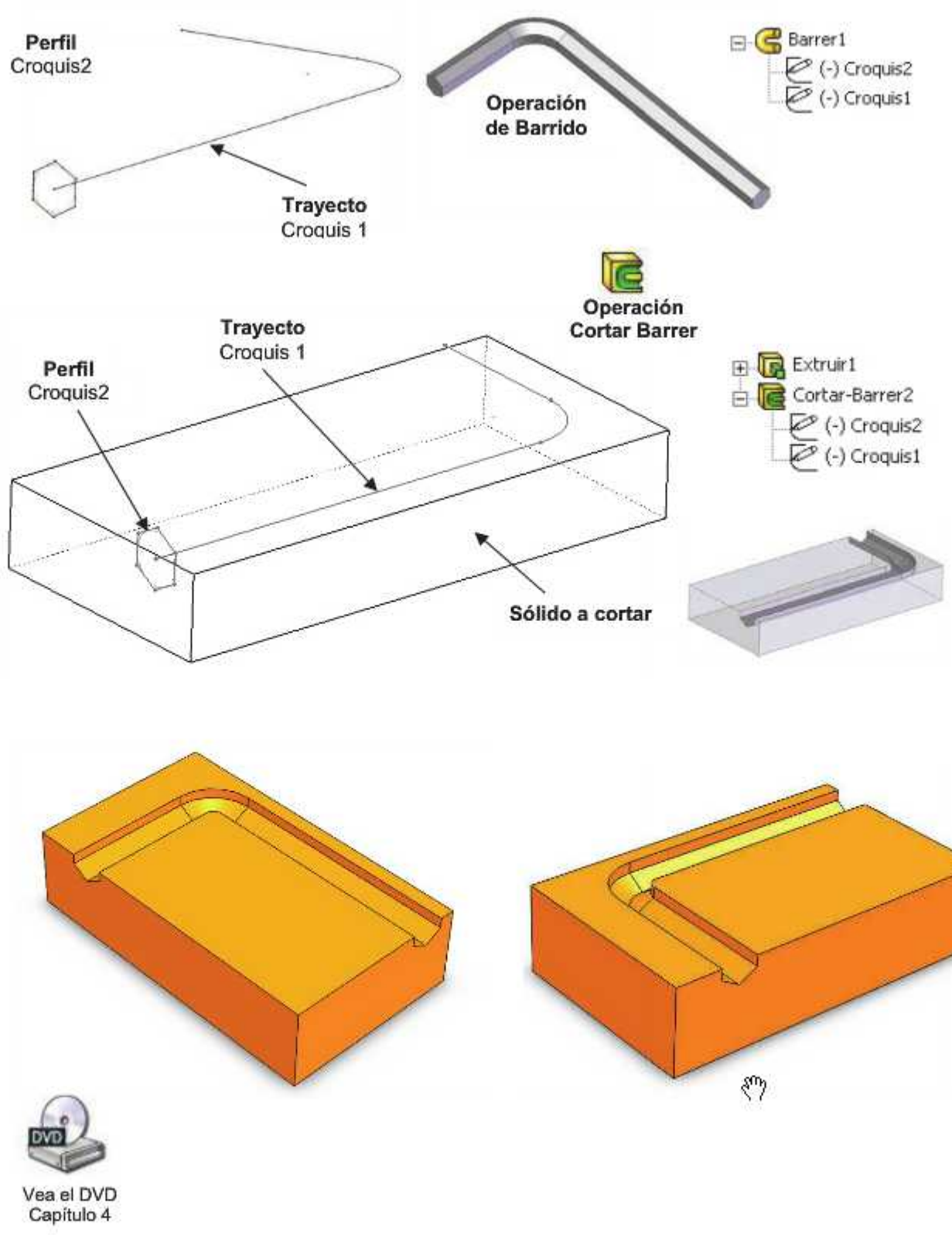
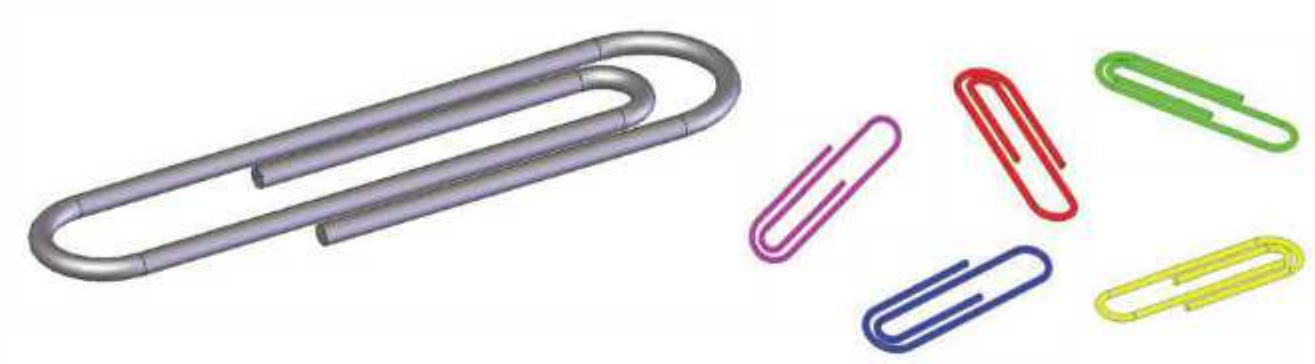


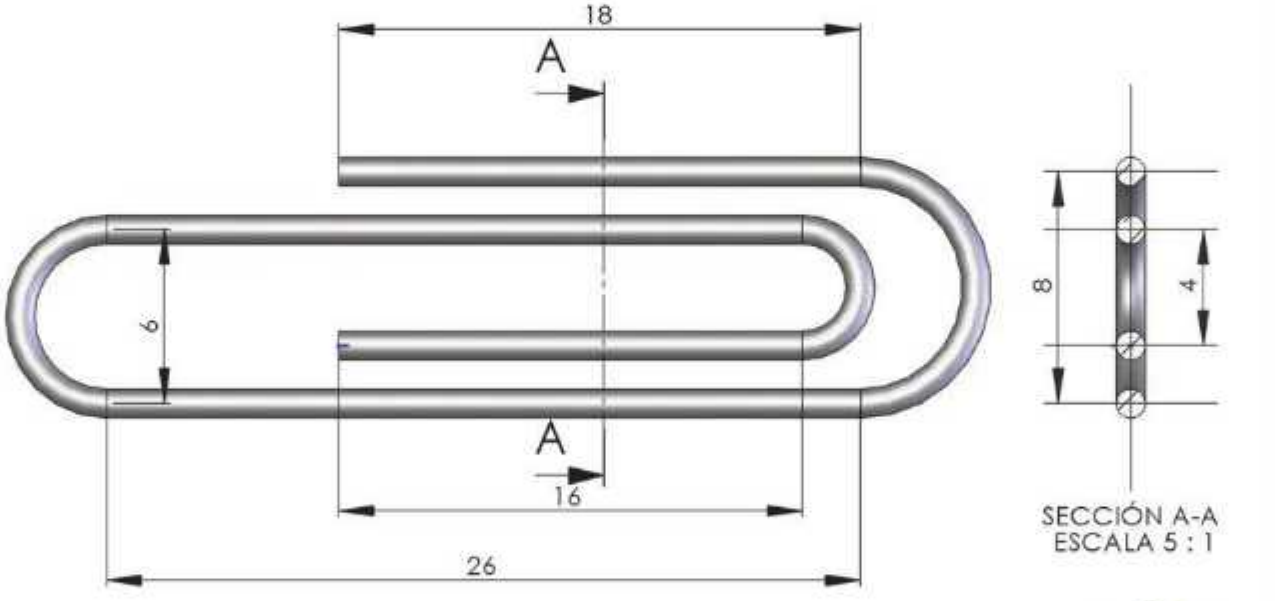
Figura 4.67. **Barrido** y **Corte Barrido**.

Práctica 4-9

Represente la pieza indicada en el plano adjunto.

4 minutos







Vea el DVD
Capítulo 4

Objetivos del tutorial

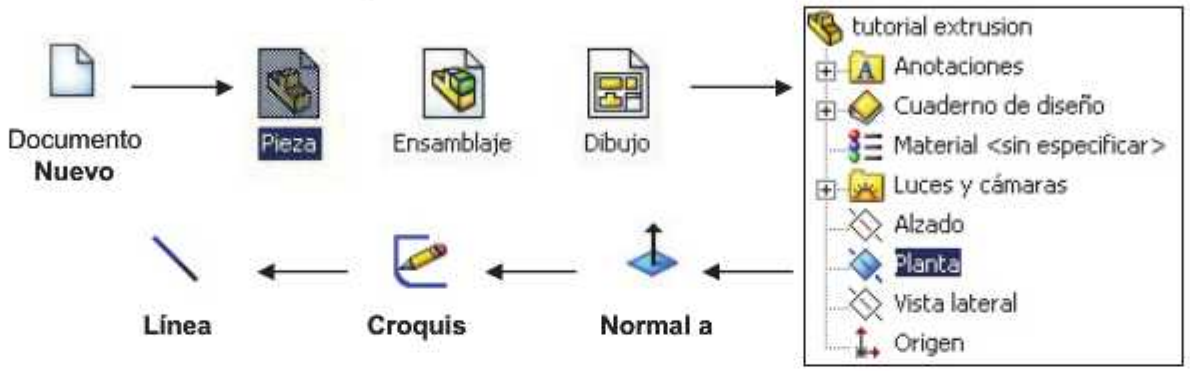
- **Repasar la orden de Barrido.**

Práctica guiada 4-9

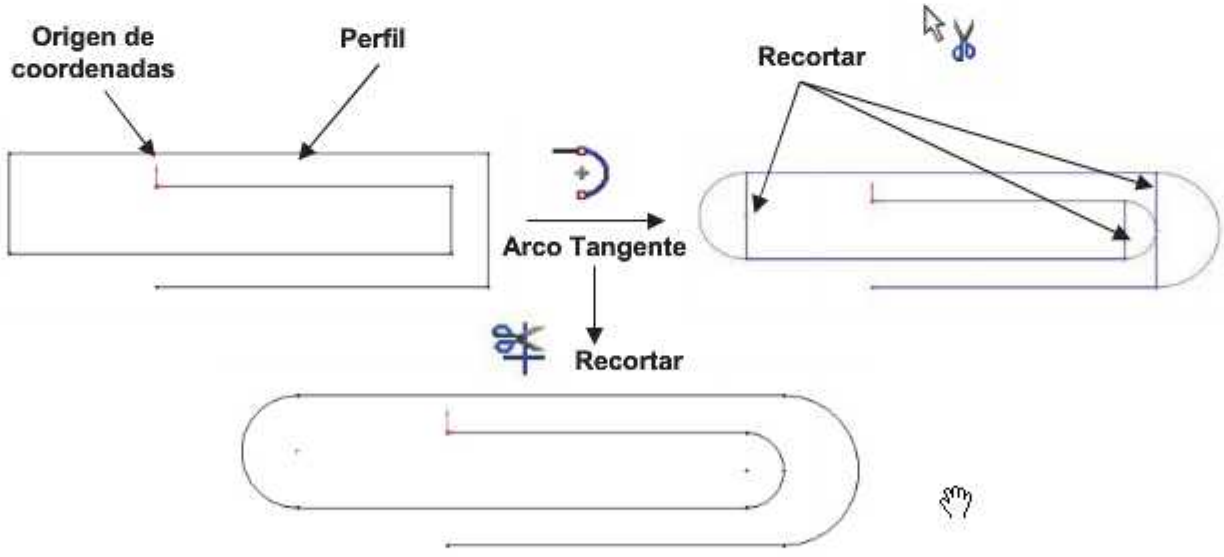
1- Pulse la opción **Nuevo** del Menú Persiana **Archivo** o sobre el icono **Nuevo**.

2- Seleccione **Pieza** y pulse **Aceptar**.

3- Seleccione el **Plano de trabajo Planta** del **Gestor de diseño** y pulse sobre **Normal a** para visualizarlo en verdadera magnitud.

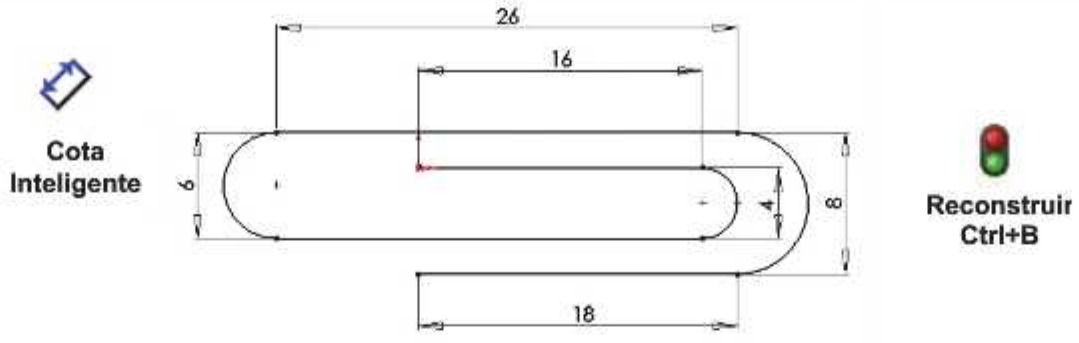


4- Pulse sobre el icono de **Croquis** y seleccione la Herramienta de croquizar **Línea**. Croquice el contorno indicado en la figura empezando desde el origen de coordenadas. Pulse **Arco Tangente** y realice las tres medias circunferencias del clip tal y como se indica en la figura. Pulse y **Recorte** cada una de las rectas verticales del perfil inicial.



5- Pulse **Cota Inteligente** y acote el croquis con las medidas indicadas en los planos adjuntos. Asegúrese que las líneas horizontales son tangentes a las circunferencias. Pulse **Reconstruir** para ascender el croquis en el **Gestor de Diseño**.

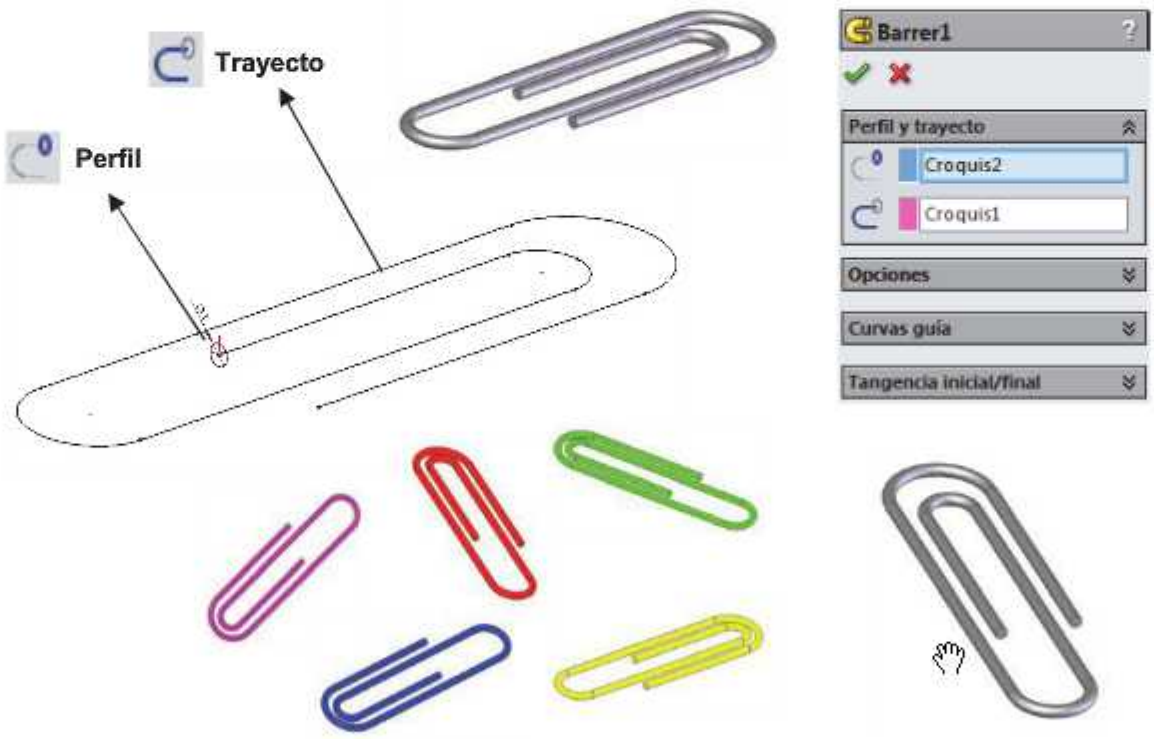
6- Seleccione el **Plano de trabajo Vista Lateral** del **Gestor de diseño** y pulse sobre **Normal a** para visualizarlo en verdadera magnitud.



7- Croquice un círculo desde el origen de coordenadas de diámetro 1 mm para crear el **Perfil** del clip. Pulse **Reconstruir**. En el **Gestor de diseño** se tienen los dos croquis (Croquis1 y Croquis2), el primero define el **Trayecto** y el segundo el **Perfil** del Clip.

Operación de barrido

8- Seleccione la operación **Saliente/Base Barrido** desde la Barra de Herramientas de **Operaciones** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Saliente/Base**, **Barrer**. Seleccione el **Trayecto** y el **Perfil** desde la **Zona de Gráficos**. Pulse **Aceptar**.

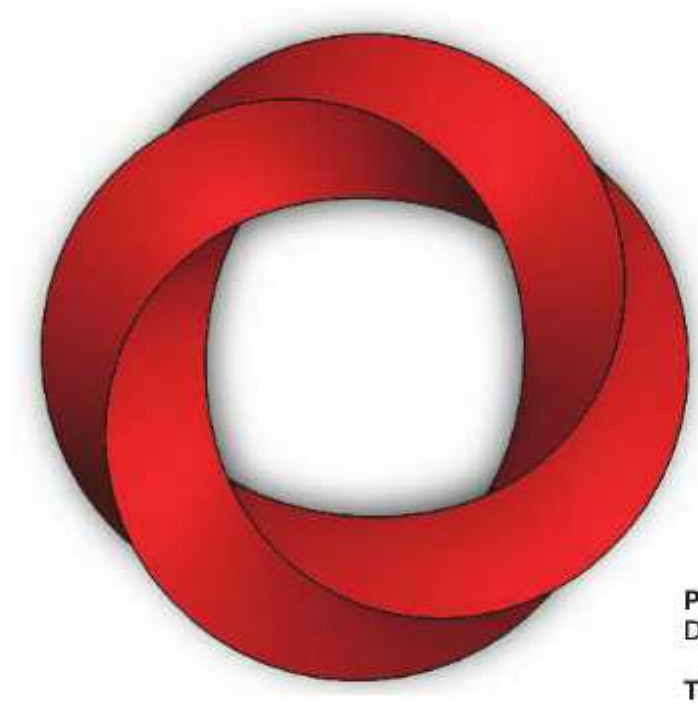


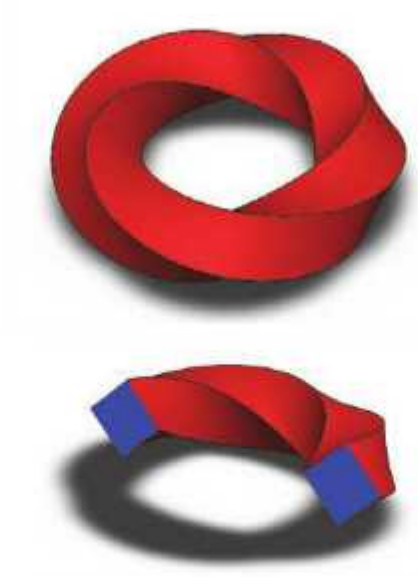
La orden **Cámara** permite insertar una cámara en su modelo de pieza o ensamblaje y visualizar la perspectiva ofrecida por la misma después de configurar parámetros de **Campo visual** y **Ángulos de visión**. Es una herramienta útil para crear animaciones de movimiento de la cámara a través de un camino y mostrar de esta forma un ensamblaje o introducir la cámara dentro de un modelo para poder visualizar sus detalles internos.

Práctica 4-10

Represente la pieza indicada en el plano adjunto.

5 minutos





Perfil o sección: polígono de cuatro lados. Diámetro inscrito de 12 mm.

Trayecto o camino: círculo centrado en el origen de diámetro 50 mm.



1 Vuelta



2 Vueltas



3 Vueltas



Vea el DVD
Capítulo 4

Objetivos del tutorial

- **Barrido con torsión a lo largo del recorrido.**

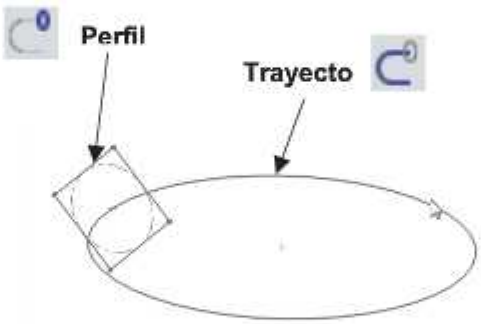
Práctica guiada 4-10

1. Pulse **Nuevo** desde el Menú de persiana **Archivo** o pulse sobre el icono **Nuevo** desde la Barra de Menús. Seleccione **Pieza** y pulse **Aceptar**. Seleccione el **Plano de Trabajo Planta** del **Gestor de diseño** y pulse sobre **Normal a** para visualizarlo en verdadera magnitud.

2. El modelo puede crearse a partir de una operación de Barrido definiendo la sección o perfil (cuadrada) y el trayecto o camino (Circular). Para definir la sección pulse sobre el icono de **Croquis** y seleccione la Herramienta de croquizar **Círculo**. Croquice un círculo haciendo coincidir el centro del mismo con el origen de coordenadas. Mediante **Cota inteligente** acote el croquis según las indicaciones de la figura. Pulse sobre **Reconstruir** (**Ctrl+B**). Observe como el croquis dibujado pasa a estar en el Gestor de Diseño como una operación.

3. Vuelva a repetir la misma operación para dibujar el camino. Seleccione el plano de trabajo **Alzado** y pulse sobre **Normal a**. Pulse sobre el icono de **Croquis** y seleccione la Herramienta de croquizar **Polígono.** Croquice un polígono de cuatro lados inscrito en un círculo de diámetro 12 mm. El centro del polígono debe coincidir con el círculo de define el trayecto. Acote sus dimensiones según las indicaciones del plano y pulse sobre **Reconstruir (Ctrl+B)**.





4. Seleccione la operación **Saliente/Base Barrido** desde la Barra de Herramientas de **Operaciones** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Saliente/Base**, **Barrer**. Seleccione el **Trayecto** (Círculo) y el **Perfil** (cuadrado) desde la Zona de Gráficos o desde el Gestor de Diseño. En **Opciones** seleccione **Torsión a lo largo del trayecto**. En **Definir por:** Seleccione Vueltas. Indique: 1 vuelta y pulse **Aceptar**. Repita el mismo proceso pero con 2 y 3 vueltas.





1 Vuelta



2 Vueltas

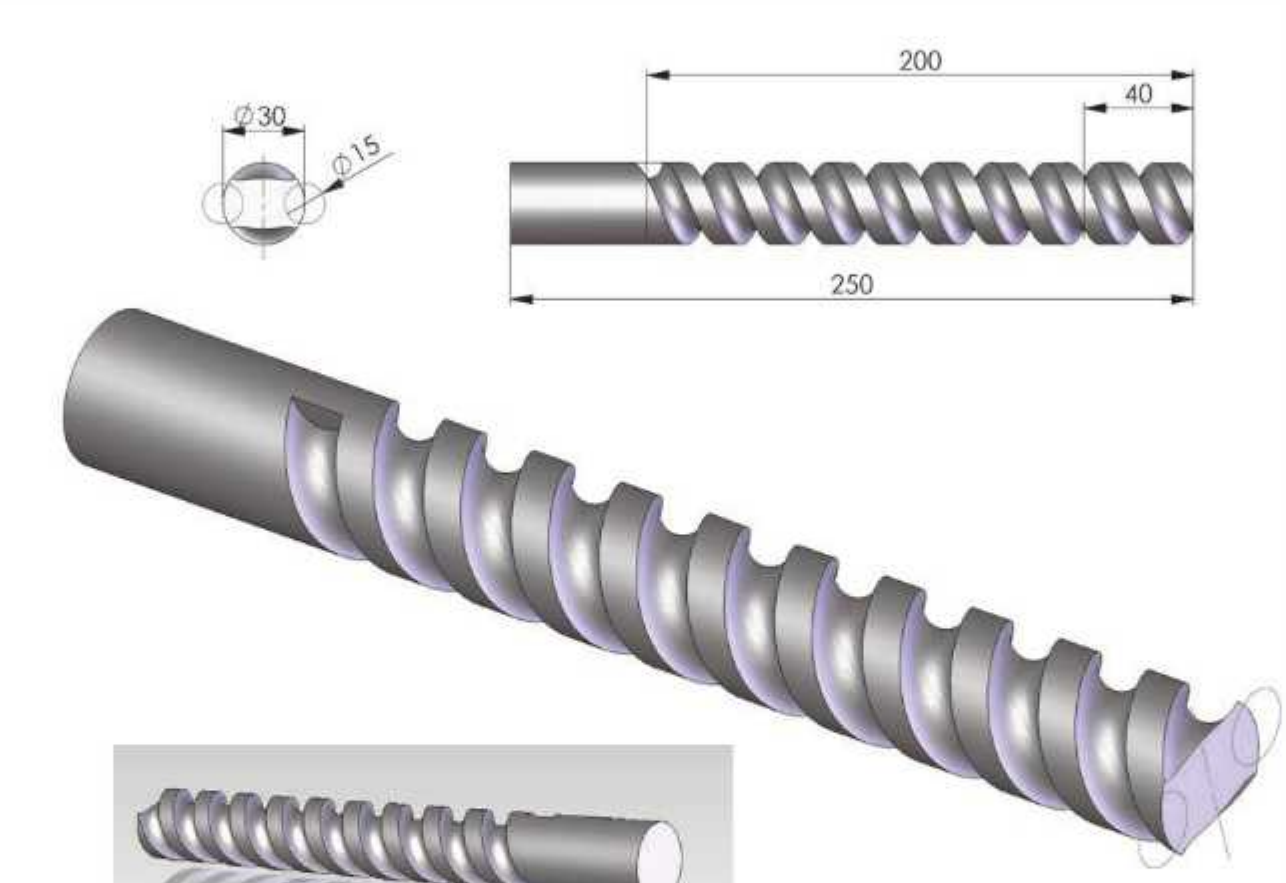


3 Vueltas

Práctica 4-11

Realice el modelo sólido indicado en el plano a partir de la definición de una hélice y una operación de barrido corte.

≅ 10 minutos



Vea el DVD
Capítulo 4

Objetivos del tutorial

- Crear **Croquis**, agregar **Relaciones Geométricas** y **Acotar**.
- Definir **Hélice de paso constante** a partir de su paso de rosa y número de revoluciones.
- Emplear **Extrusión sólida** y **Barrido corte**.

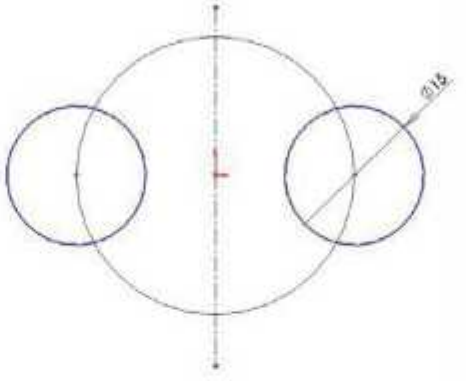
Práctica guiada 4-11

1. Pulse **Nuevo** desde el Menú de persiana **Archivo** o pulse sobre el icono **Nuevo** desde la Barra de Menús. Seleccione **Pieza** y pulse **Aceptar**. Seleccione el **Plano de Trabajo Planta** del **Gestor de diseño** y pulse sobre **Normal a** para visualizarlo en verdadera magnitud.

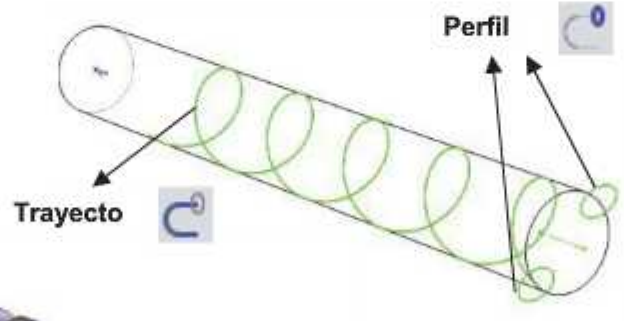
2. Pulse sobre el icono de **Croquis** y seleccione la Herramienta de croquizar **Círculo**. Dibuje un **Círculo** de diámetro 30 mm. **Extrusione** el **Círculo** 250 mm. Pulse **Aceptar**.

3. Sobre una de las **Caras** del cilindro croquice dos **Círculos** de diámetro 15 mm simétricos y centrados horizontalmente. Pulse **Aceptar** y **Reconstruir**.

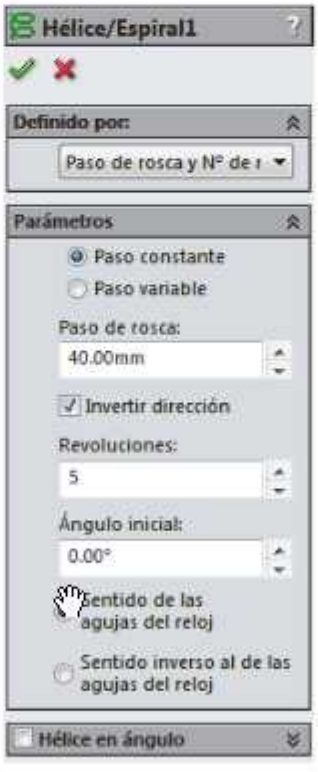




4. Sobre la misma cara del cilindro croquice una circunferencia del mismo diámetro (30 mm) y pulse la operación **Hélice** desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Curva**, **Hélice/Espiral** o desde la Barra de Herramientas de **Curvas**. Dibuje una **Hélice** de **Paso** 40 mm **constante**, 5 **Revoluciones** y **Ángulo inicial** 0°.







5. Seleccione la operación **Corte Barrido** desde la Barra de Herramientas de **Operaciones** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Cortar**, **Corte Barrido**. Seleccione el **Trayecto** y el **Perfil** desde la Zona de Gráficos. Pulse **Aceptar**.

4.2.17 Recubrir



Crea una Operación sólida por la agregación de material entre dos o más **Perfiles** croquizados en planos diferentes.

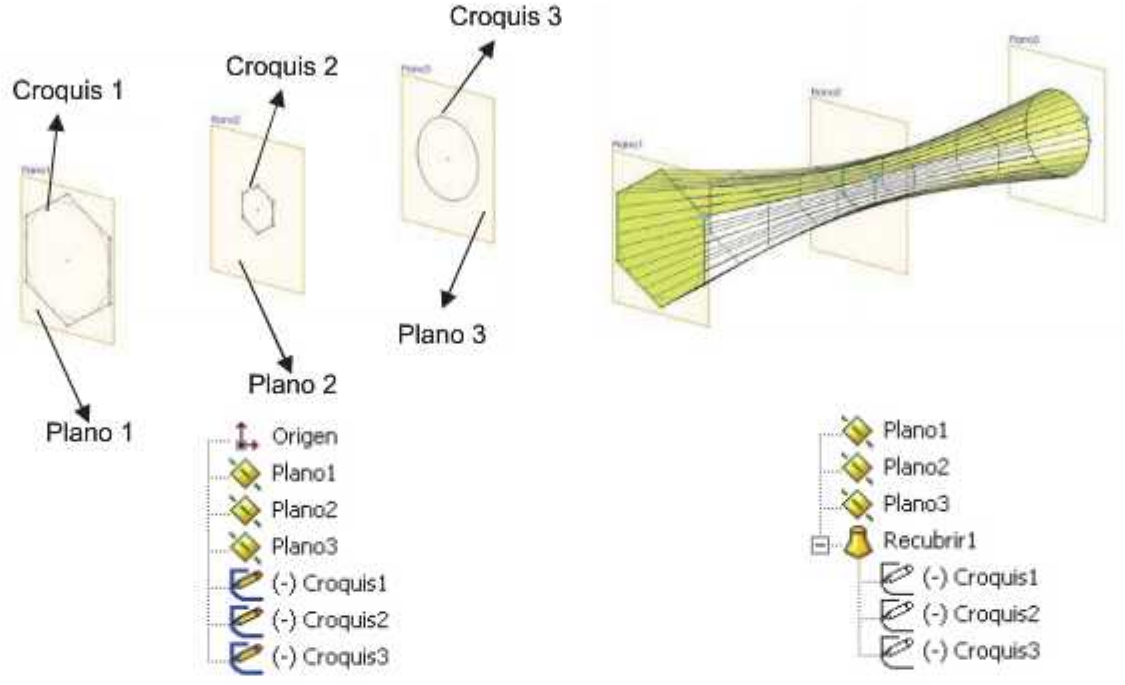


Figura 4.68. **Operación de Recubrir**.

Para hacer un **Recubrimiento** debe crear los diferentes croquis que definen cada uno de los **Perfiles** del modelo. Los croquis deben estar contenidos en **Planos** diferentes. Cada vez que croquice un **Perfil** debe pulsar **Reconstruir** para hacer ascender el croquis dibujado en el **Gestor de Diseño**. Al finalizar la operación cada uno de los croquis creados pasan a formar parte de la operación **Recubrir**. Puede **Editar la operación** pulsando con el botón secundario del ratón sobre **Recubrir** desde el **Gestor de Diseño**. Seleccionar **Editar Operación**. Para modificar cada uno de los **Perfiles** pulse sobre **+**, seleccione un **Croquis** y pulse el botón secundario del ratón, a continuación, **Editar Croquis**.

También puede crear un **Recubrimiento** entre dos sólidos adyacentes (**sólidos multicuerpo**) copiando los contornos de sus secciones (**Convertir entidades** desde la Barra de Herramientas de **croquización**) y recubriendo los **Perfiles** creados. Es indispensable que cada una de las secciones se encuentre en planos distintos.

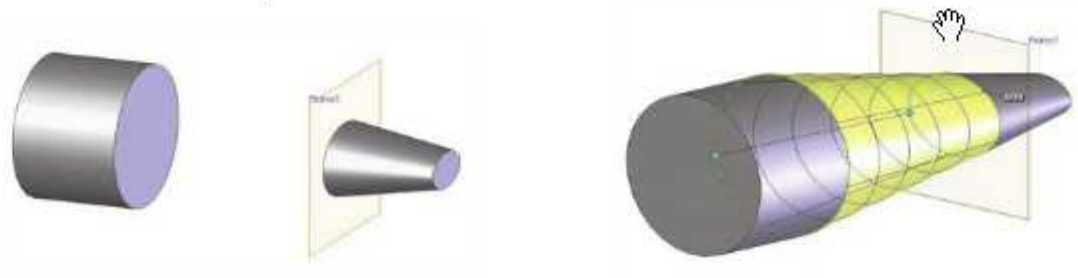
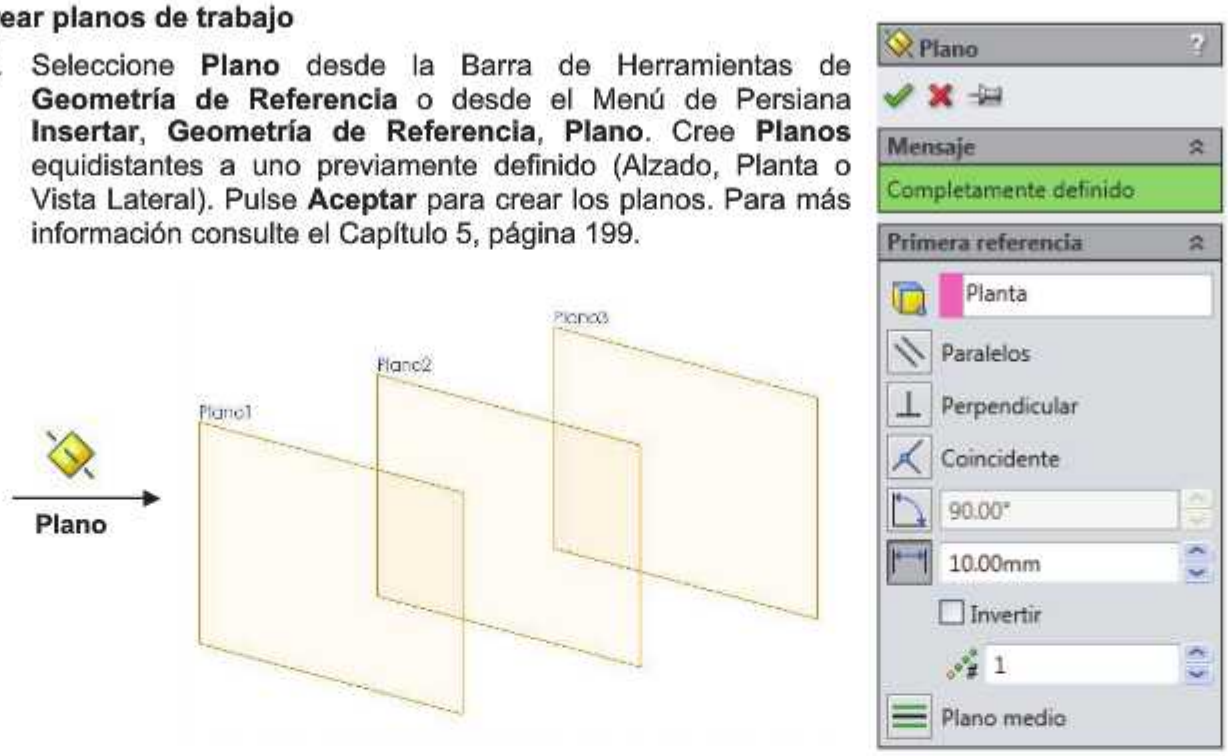


Figura 4.69. **Recubrimiento de sólidos multicuerpo**.

Para crear una **Operación de Recubrir** las etapas que debe seguir son:

Crear planos de trabajo

1. Seleccione **Plano** desde la Barra de Herramientas de **Geometría de Referencia** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Geometría de Referencia**, **Plano**. Cree **Planos** equidistantes a uno previamente definido (Alzado, Planta o Vista Lateral). Pulse **Aceptar** para crear los planos. Para más información consulte el Capítulo 5, página 199.



En algunos casos puede que disponga de **Caras** u otros **Planos** en los que croquizar cada uno de los perfiles por lo que no será necesario crear los **Planos**.

2. Seleccione uno de los planos creados (Plano1), **Normal a**, para visualizarlo en verdadera magnitud y pulse **Croquis** para dibujar el primer **Perfil** de la Operación **Recubrir**. Los **Perfiles** dibujados pueden ser abiertos o cerrados. Pulse **Reconstruir** para finalizar con el primer **Perfil**. Repita la misma operación con cada uno de los **Perfiles**. En el **Gestor de Diseño** debe tener cada uno de los **Planos** y **Perfiles** de croquis creados.

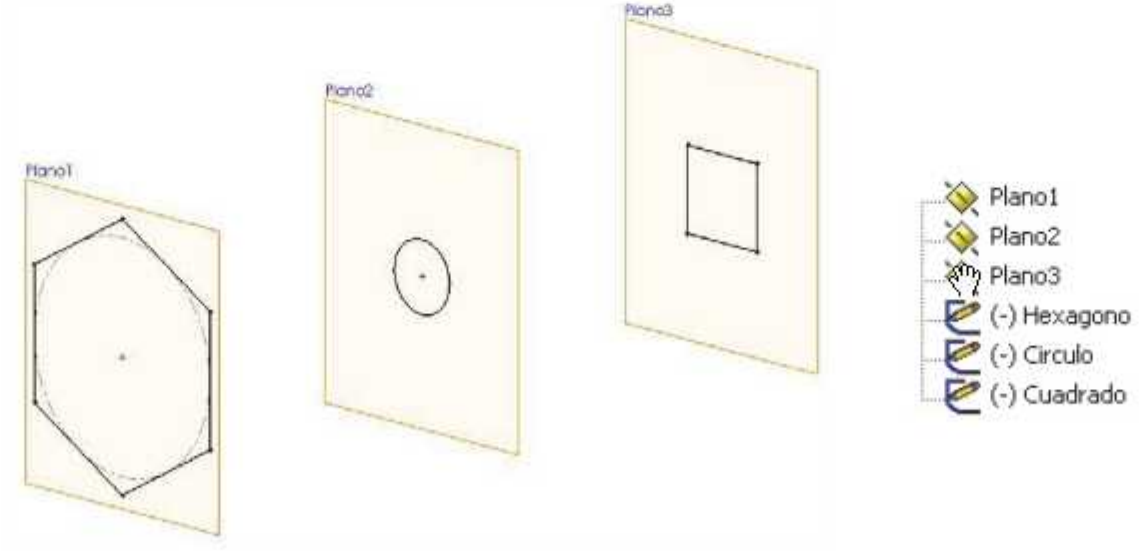
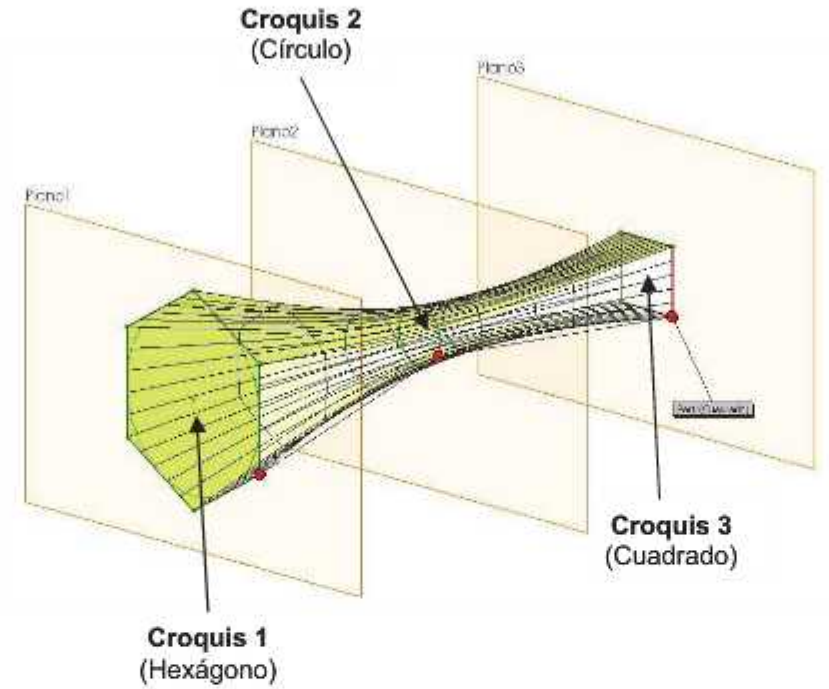


Figura 4.70. **Creación de Planos y Perfiles**.

Operación de Recubrir

3. Seleccione **Recubrir** desde la Barra de **Operaciones** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Operaciones**, **Recubrir**.

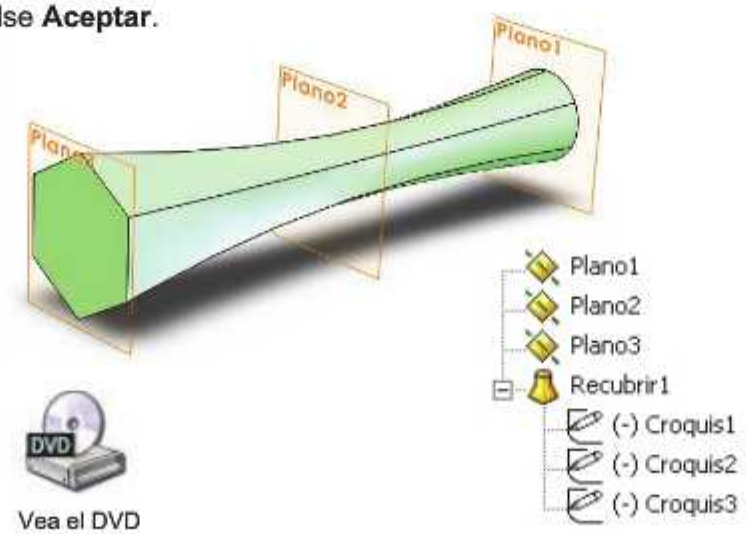
4. Seleccione cada uno de los croquis que definen los **Perfiles** del modelo a **Recubrir**. Debe seguir una secuencia en la selección de los **Perfiles** y seleccionar cada uno de los croquis por el mismo cuadrante. De esta forma evita que aparezcan nudos en la transición de la superficie de su modelo.





5. Configure las **Restricciones Inicial/final**, **Curvas Guía**, **Parámetros de curva directriz**, **Herramientas de croquizar** y las **Opciones** desde el **PropertyManager** de **Recubrir**.

6. Pulse **Aceptar**.



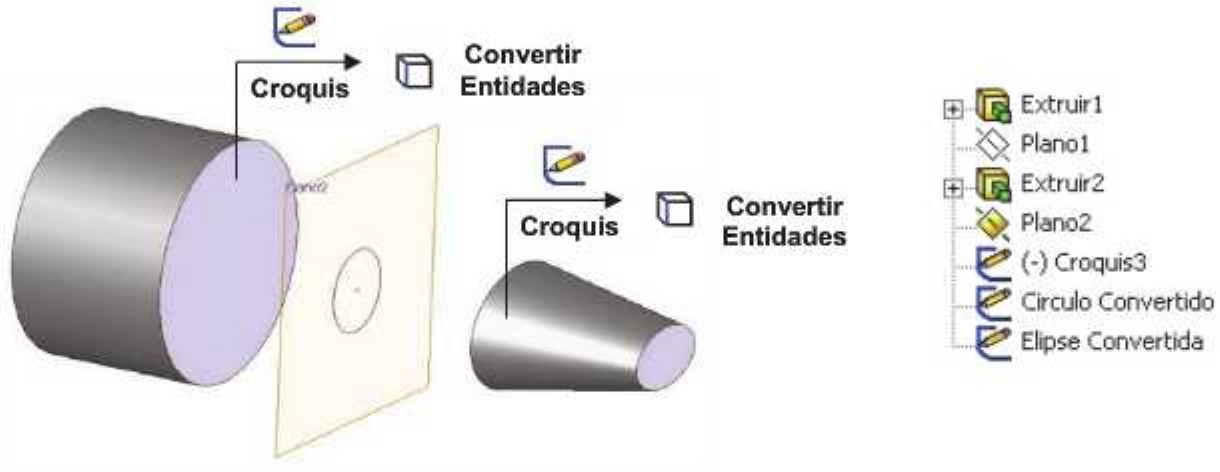
Vea el DVD
Capítulo 4

En lugar de crear los planos puede utilizar **Caras** o **Planos** ya definidos en su diseño. Es el caso de **Sólidos Multicuerpo**. Para crear un **Recubrimiento** con **sólidos multicuerpo** las etapas que debe seguir son:

Definir los perfiles de su modelo

1- Seleccione una de las **Caras** de un sólido y pulse croquis desde la Barra de **Herramientas de Croquizar**. Seleccione la Operación **Convertir Entidades**. Observe como se copia el contorno de la **Cara** seleccionada. Pulse **Reconstruir** para hacer ascender el croquis creado en el **Gestor de Diseño**.

2- Repita la operación con la **Cara** del segundo sólido. Pulse **Reconstruir**.



3- Seleccione cada uno de los croquis que definen los **Perfiles** del modelo a **Recubrir**.

4- Configure las **Restricciones Inicial/final**, **Curvas Guía**, **Parámetros de curva directriz**, **Herramientas de croquizar** y las **Opciones** desde el **PropertyManager** de **Recubrir**.

5- Pulse **Aceptar**.

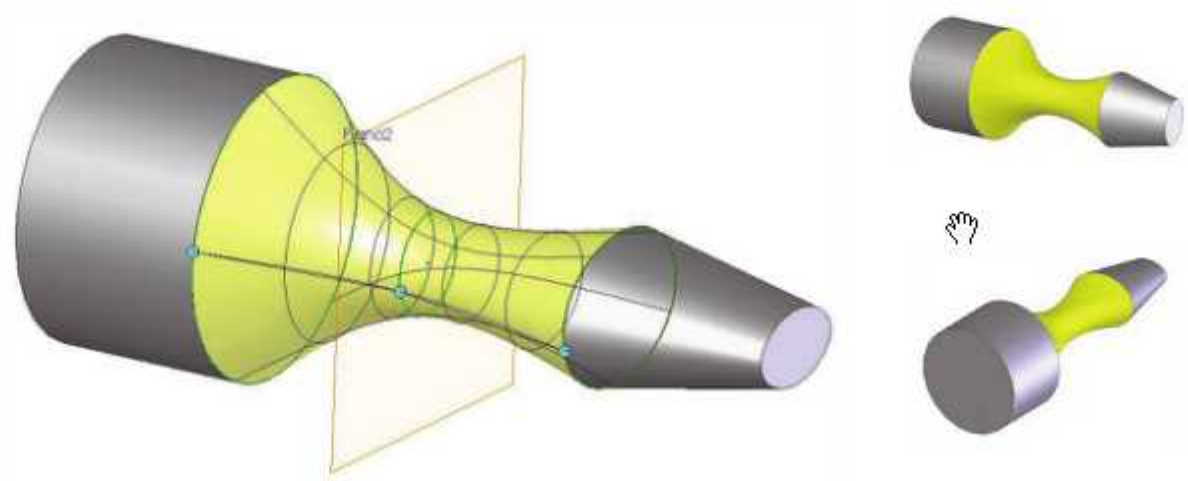


Figura 4.71. **Recubrimiento de sólidos multicuerpo**.



Perfiles

Seleccione los perfiles (**Croquis**, **Caras** o **Aristas**) necesarios para el **Recubrimiento**. El orden de la secuencia de su selección define el tipo de recubrimiento realizado.

Las flechas **Hacia Arriba** y **Hacia Abajo** permiten ajustar el orden de selección de los **Perfiles**.

El recubrimiento obtenido también depende del punto de selección del croquis por lo que es importante seleccionarlo siempre desde cuadrantes cercanos para evitar la formación de nudos en la conexión de los puntos de los **Perfiles**.

Restricción Inicial y final

Permite definir mediante restricción la tangencia de los **Perfiles** iniciales y finales. Puede emplear: **Predeterminado**, **Ningún**, **Vector dirección**, **Normal al perfil**, **Tangencia a la cara** o **Curvatura a cara**.

Predeterminado. Aproxima la forma recubierta a una parábola entre el primer y último **Perfil** seleccionado.

Ningún. No se aplican restricciones de tangencia.

Vector dirección. Indique un **Vector dirección**, un **Ángulo de salida** y la **Longitud de tangencia** inicial o final.

Normal al perfil. Indique el **Ángulo de salida**, la **Longitud de tangencia** inicial o la final para aplicar una restricción de tangencia normal a los **Perfiles** seleccionados.

Tangencia de Cara. Las **Caras** adyacentes pasan a ser tangentes en el **Perfil** inicial o final.

Curvatura a Cara. Aplica una curvatura continua en el **Perfil** inicial o final.

Curvas Guía

Permite seleccionar una **Curva guía** o camino para definir la forma del recubrimiento. **Tipo de Tangencia** determina la forma en la que se produce la tangencia entre el recubrimiento y la **Curva guía**. Las opciones son las siguientes: **Ningún**, **Vector dirección**, **Normal al perfil** y **Tangencia de cara**.

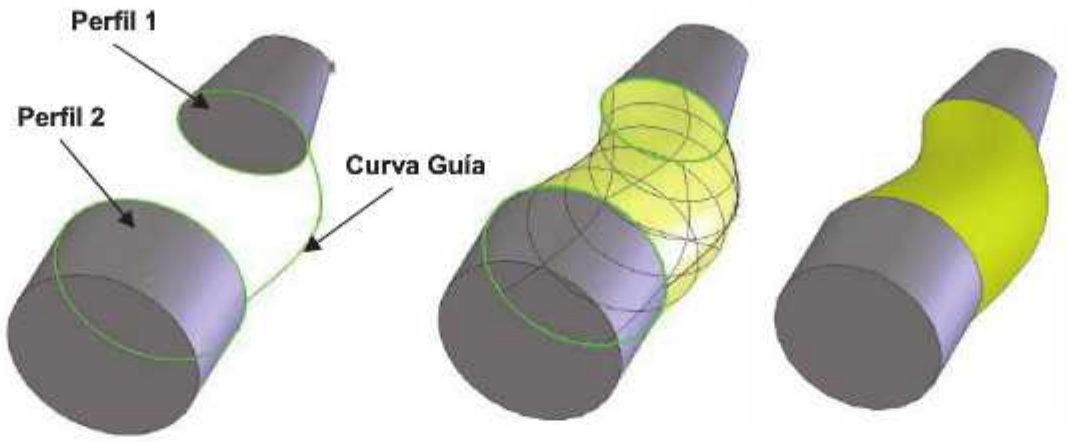


Figura 4.72. **Recubrimiento con Curva Guía.**



Parámetros de Curva directriz

Curva Directriz. Crea la forma del recubrimiento empleando una **Curva directriz** seleccionada desde la **Zona de Gráficos**.

Número de secciones. Puede añadir secciones entre el **Perfil** y alrededor de la **Curva directriz**. Puede mover el control deslizante para ajustar el número de secciones en su modelo.

Visualizar secciones. Permite visualizar las secciones del recubrimiento.

Herramientas de croquizar. Debe utilizar el **SelectionManager**. Pulse sobre el modelo con el botón secundario y aparece el **SelectionManager**. Puede arrastrar el croquis o deshacer el arrastre efectuado de forma que modifica el recubrimiento por estirado de alguno de sus elementos.



Opciones

Fusionar caras tangentes. Las superficies que definen el recubrimiento pasan a ser tangentes cuando sus segmentos también lo son.



Cerrar recubrimiento. Crea un recubrimiento sólido cerrado conectando el primer y último croquis.

Vista preliminar. Genera una vista preliminar sombreada del recubrimiento.

Fusionar resultado. Su activación fusiona elementos del recubrimiento.

Práctica 4-12

Realice el modelo de tren de laminación indicado en el plano a partir de la definición de cuatro de sus secciones.

⧖ 8 minutos



Diseños de laminadores realizados por Cesar Blanco Cumplido, Iván Hernández Chaves y Toni Gil Casanovas

Objetivos del tutorial

- Crear **Croquis**, agregar **Relaciones Geométricas** y **Acotar**.
- Crear **Planos** paralelos y equidistantes.
- Emplear la Operación tridimensional de **Barrido sólido**.

Práctica guiada 4-12

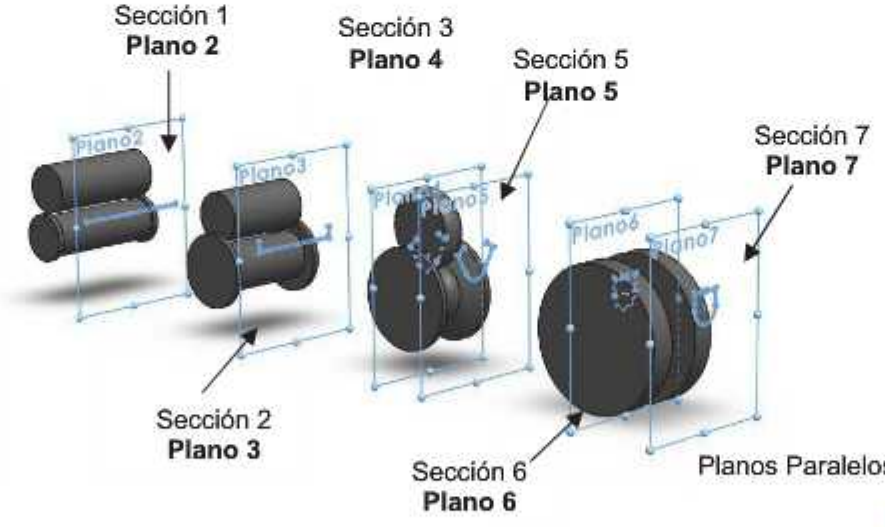
1. Pulse **Abrir** desde el Menú de persiana **Archivo** o pulse sobre el icono **Abrir** desde la Barra de Menús. Seleccione desde el DVD que acompaña el libro el primero de los ejercicios propuestos.

2. Los modelos de la práctica son diseños de laminadores para obtener chapas con perfiles conformados por deformación plástica en frío. Los modelos representan los laminadores realizados a partir de operaciones de revolución así como los planos que contienen los perfiles variables de la chapa. Cada uno de los perfiles se ha dibujado en planos equidistantes creados con el comando **Plano**.

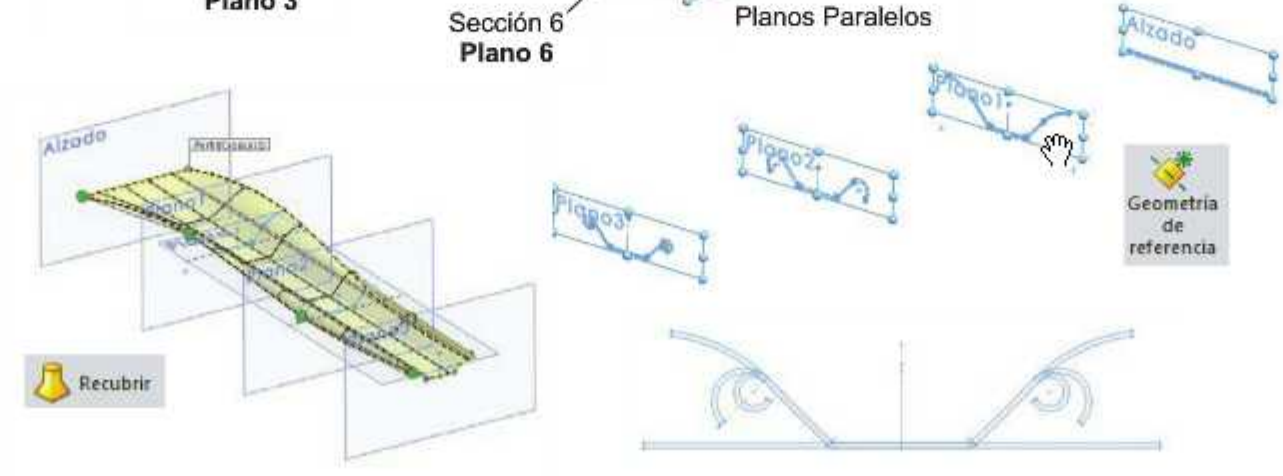
3. Seleccione **Recubrir** desde la Barra de **Operaciones** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Operaciones**, **Recubrir**.

4. Seleccione cada uno de los 7 croquis que definen los **Perfiles** del modelo a **Recubrir**. Debe seguir una secuencia en la selección de los **Perfiles** y seleccionar cada uno de los croquis por el mismo cuadrante para evitar que aparezcan nudos. Pulse **Aceptar** para crear el recubrimiento. Repita el proceso con los otros dos ejercicios adjuntos en el DVD que acompaña el libro.









4.2.18 Corte Recubierto

La Operación **Corte Recubierto** crea una operación sólida de corte por la substracción de material entre dos o más **Perfiles** croquizados en planos diferentes.

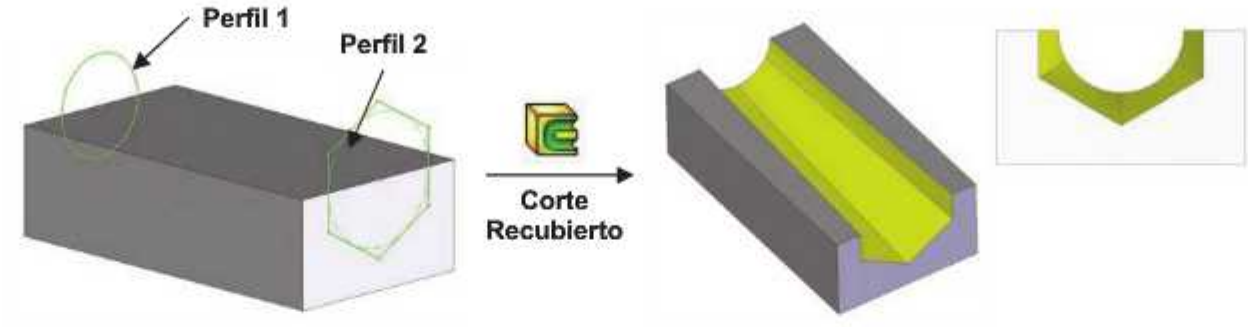


Figura 4.73. **Corte Recubierto**.

Al igual que en la Operación **Recubierto**, las secciones que definen los **Perfiles** deben estar contenidos en croquis diferentes. Además, deben estar sobre otra Operación para que pueda ser substraída. Cuando dibuje los **Perfiles** croquizados del recubrimiento debe pulsar **Reconstruir** para que asciendan en el árbol del **Gestor de Diseño**.

El **PropertyManager** de la Operación **Corte Recubierto** tiene las mismas funcionalidades que la Operación **Recubrir** y la puede configurar de la misma forma.

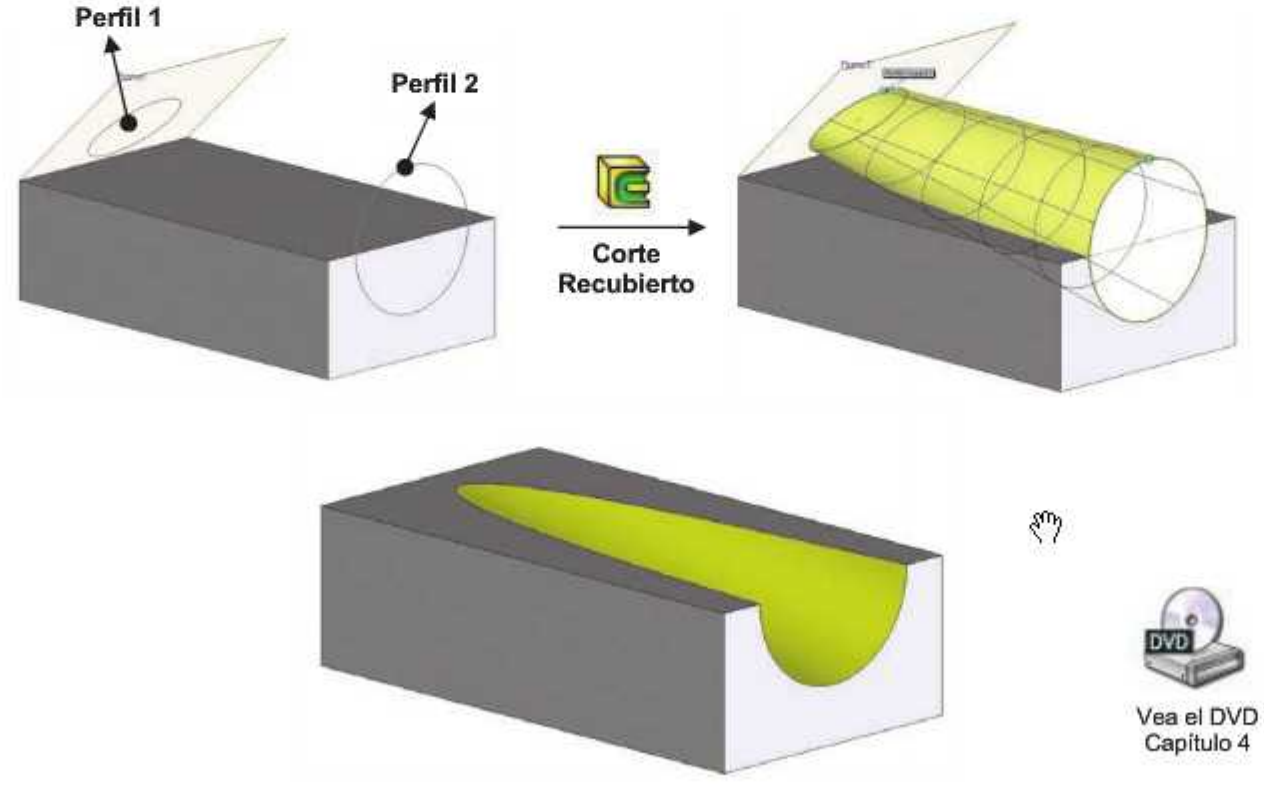
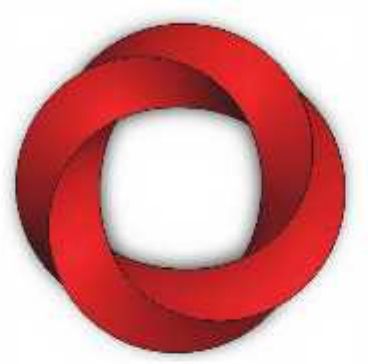


Figura 4.74. Operación de **Corte Recubierto**.







Capítulo 5
Operaciones de Diseño II

Introducción

En este capítulo se incluyen el resto de Operaciones 3D necesarias para definir un modelo tridimensional. Se empieza con las Herramientas de **Creación de planos** y el resto de funcionalidades presentes en la Barra de Herramientas de **Geometría de Referencia**.

Las **Matrices**, **Simetrías** y **Ángulo de salida** son el resto de operaciones básicas tratadas en el capítulo.

La segunda parte trata comandos más específicas como **Cúpula**, **Forma libre**, **Envolver**, etc. y **Herramientas de Medición y Verificación** como **Medir**, **Propiedades Físicas**, **Comprobar**, entre otras.

Se incluyen **Prácticas Guiadas** para repasar los conceptos descritos.

Contenido

- **Creación de Planos** y otras funcionalidades de **Geometría de Referencia**.
- **Matrices**: **Lineal**, **Circular**, **Conducida** por **Curva**, por **Croquis** y por **Tabla**.
- **Simetría**, **Ángulo de salida** y **DraftXpert**.
- Otras operaciones: **Escala**, **Cúpula**, **Forma**, **Envolver**, **Mover cara**, **Cortar con superficie**, **Flexionar** y **Deformar**.
- **Herramientas de Medición y Verificación**: **Medir**, **Comprobar**, **Informe de recalculo**, **Análisis de desviación** y **Diagnóstico de importación**.

Objetivos

- Conocer y practicar las diferentes formas de crear y modificar de **Planos de trabajo**.
- Diferenciar los distintos tipos de **Matrices** y sus aplicaciones.
- Conocer la metodología para crear **Operaciones específicas** como **Cúpula** o **Forma**.
- Enumerar y conocer las Herramientas de **Medición** y **Verificación**.

5.1 Creación y gestión de planos de trabajo

La primera operación que debe realizar antes de levantar cualquier geometría tridimensional en SolidWorks® es seleccionar un **Plano de Trabajo**. Una vez seleccionado el **Plano** deseado son utilizadas las Herramientas de **Croquis** y posteriormente cualquier operación en 3D.

Al iniciar un **Documento Nuevo** de **Pieza** o **Ensamblaje** SolidWorks® ofrece tres planos de trabajo que definen el diedro del espacio (**Alzado, Planta y Vista lateral**), o lo que es lo mismo, alzado, planta y perfil. Sin embargo, en muchos casos, estos tres planos no son suficientes para poder realizar ciertas Operaciones en su modelo y se requiere la creación de nuevos **Planos**.

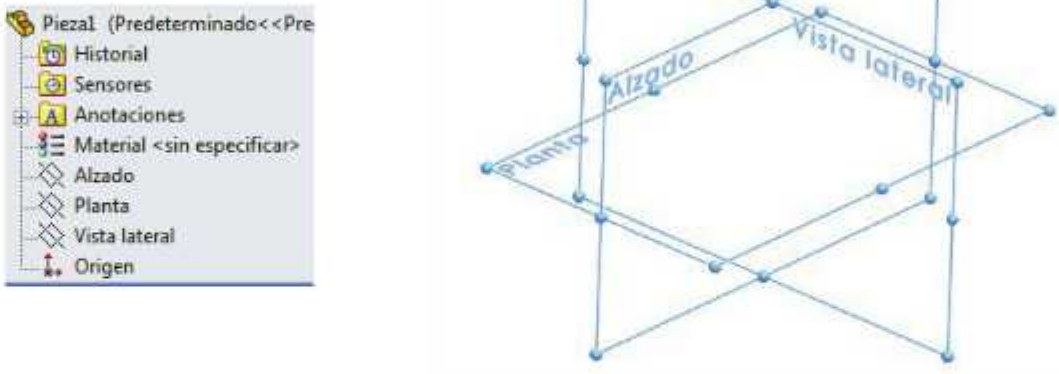


Figura 5.1. **Planos de trabajo** predefinidos por **Solid**Works®.

La creación de **Nuevos Planos** de trabajo se realiza mediante el comando **Plano** disponible desde la Barra de Herramientas **Geometría de Referencia** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Geometría de Referencia**, **Plano**.



Figura 5.2. Menú de Persiana y Barra de Herramientas de **Geometría de Referencia**.

Para crear un **Nuevo Plano Constructivo** de trabajo las etapas que debe seguir son:

1. Pulse sobre **Plano** desde la Barra de Herramientas **Geometría de Referencia** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Geometría de Referencia**, **Plano**.

2. En el **PropertyManager** de **Plano** seleccione las referencias requeridas para definir los planos en **Primera referencia, Segunda referencia y Tercera referencia**. Puede seleccionar **Aristas**, **Puntos** y **Planos**. Después de seleccionar la primera de las referencias aparecen las restricciones posibles (**Paralelos**, **Perpendicular**, **Coincidente**, etc.).

3. Pulse **Aceptar** para crear el **Nuevo Plano Constructivo**. El plano creado aparece en el **Gestor de Diseño** con el nombre de **Plano1**. Puede modificar su nombre pulsando la **Tecla F2**.

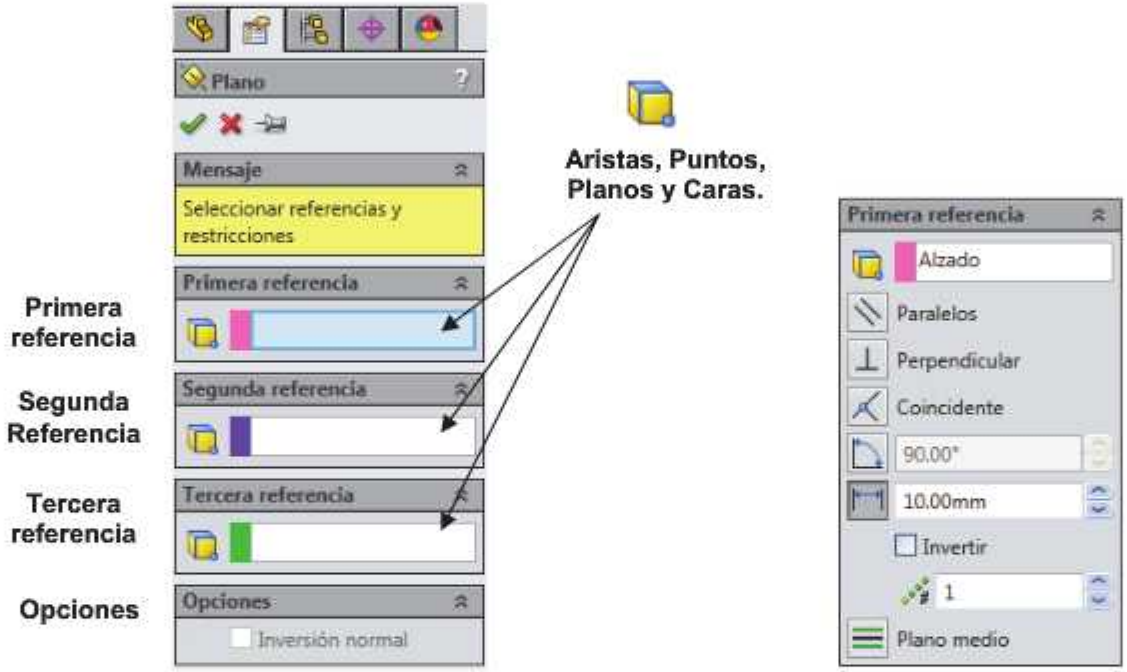


Figura 5.3. **PropertyManager** de **Plano**.

Los diferentes **Tipos de plano** que puede crear son:

- Plano por **Punto/línea** o por **Tres Puntos**.
- Plano **Paralelo en un Punto**.
- Plano en **Ángulo**.
- Plano **Equidistante**.
- Plano **Normal a una Curva**.
- Plano en **Superficie**.



Vea el DVD
Capítulo 5

Además, SolidWorks® permite crear un **Plano** mediante arrastre y colocación de un **Plano** en una nueva posición.

Primera referencia



En función de la/s referencia/s seleccionada/s aparecen los posibles tipos de restricción posibles. Según se indica en la figura.

Coincidente. Crea un plano que atraviesa la referencia seleccionada (por ejemplo, un punto o vértice, arista o plano).

Paralela. Crea un plano paralelo al plano seleccionado. En el caso de seleccionar una cara de un modelo 3D como primera referencia y un vértice como segunda referencia el plano creado será paralelo al primero y contendrá el vértice.

Perpendicular. Crea un plano perpendicular a la referencia seleccionada. En el caso de seleccionar una arista o curva como referencia 1 y un vértice o punto como referencia 2 se creará un plano perpendicular a la curva que contendrá el punto. La opción **Establecer origen en curva** permite colocar el origen del plano en la curva seleccionada.

Proyecto. Proyecta una entidad como un punto, un vértice, un origen o un sistema de coordenadas en una superficie no plana.

Tangente. Permite crear un plano tangente a caras cilíndricas, cónicas, no cilíndricas y no planas.

En ángulo. Crea un plano por un eje o arista (línea de croquis) a un ángulo definido con respecto a una cara cilíndrica o un plano. Puede indicarse el **número de planos a crear**. Si indica 10 planos se crean los planos separados el ángulo indicado. **Inversión normal** permite girar o voltear el plano a crear.

Plano medio. Crea un plano entre caras planas, entre planos de referencia o planos de croquis 3D.

Segunda y Tercera referencia

La segunda y Tercera referencia contienen las herramientas indicadas en la **Primera referencia** en función de las selecciones previamente seleccionadas.

Para ocultar o visualizar planos de forma individual pulse con el botón derecho del ratón sobre el plano desde la Zona de Gráficos o desde el Gestor de diseño del FeatureManager y seleccione la opción **Ocultar** o **Visualizar**.

5.1.1 Plano por Punto/línea o por tres Puntos

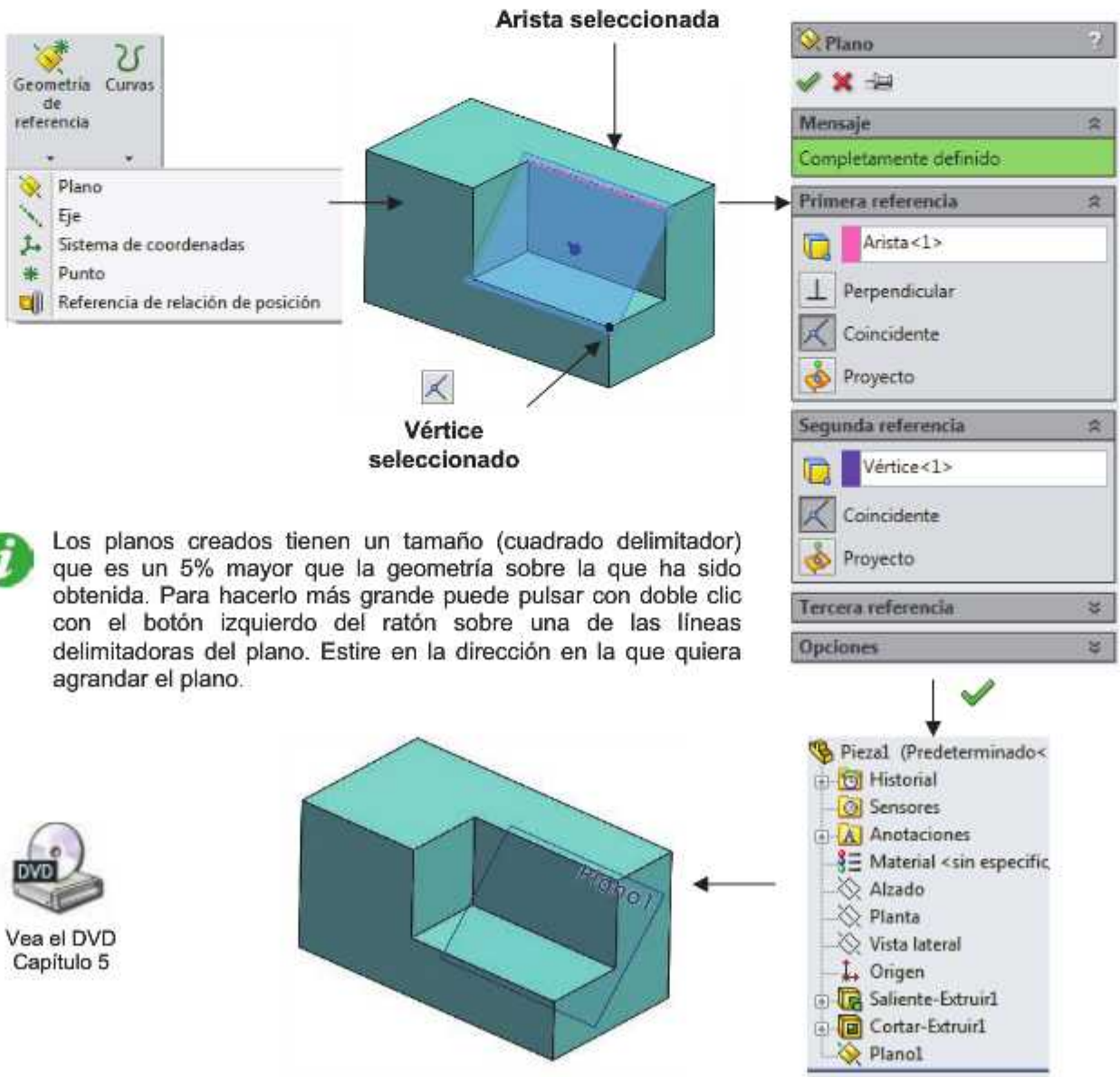
Un plano puede definirse por una recta y un Punto que no pertenece a esta. La recta puede ser una **Arista**, un **Vértice** o una **Línea de croquis**. También puede definir un plano por **Tres Puntos**.

Para crear un **Nuevo Plano Constructivo** mediante una **Línea** y un **Punto**:

1. Pulse sobre **Plano** desde la Barra de Herramientas **Geometría de Referencia** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Geometría de Referencia**, **Plano**.

2. Seleccione un **Punto** y una **Arista**, **Vértice** o **Línea de croquis**. La opción **Invertir dirección** permite obtener el plano en las dos direcciones posibles. Observe como cada una de las entidades seleccionadas (vértice y línea) aparecen seleccionados en **Primera** y **Segunda Referencia**.

3. Pulse **Aceptar**. El nuevo **Plano** aparece en el **Gestor de Diseño**.



Los planos creados tienen un tamaño (cuadrado delimitador) que es un 5% mayor que la geometría sobre la que ha sido obtenida. Para hacerlo más grande puede pulsar con doble clic con el botón izquierdo del ratón sobre una de las líneas delimitadoras del plano. Estire en la dirección en la que quiera agrandar el plano.

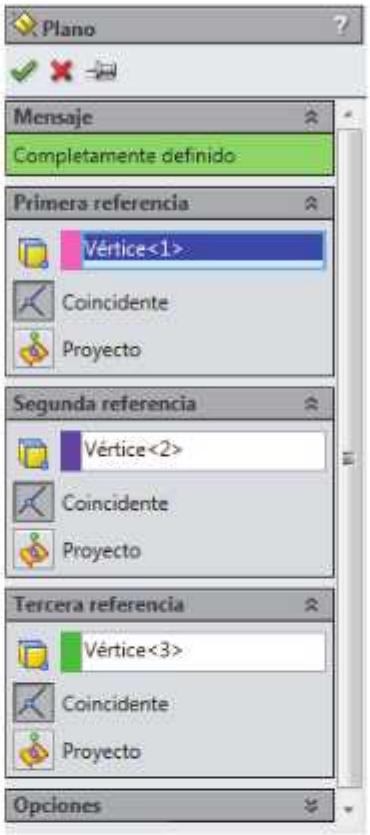
Vea el DVD
Capítulo 5

Para crear un **Nuevo Plano Constructivo** que pasa por **Tres Puntos**:

1. Pulse sobre **Plano** desde la Barra de Herramientas **Geometría de Referencia** o desde el Menú de Persiana **Insertar, Geometría de Referencia, Plano**.

2. Seleccione los **Tres Puntos** desde la **Zona de Gráficos**. Observe como cada uno de los puntos o vértices seleccionados se reparten en **Primera**, **Segunda** y **Tercera referencia**.

3. Pulse **Aceptar**. El nuevo **Plano** aparece en el **Gestor de Diseño**.



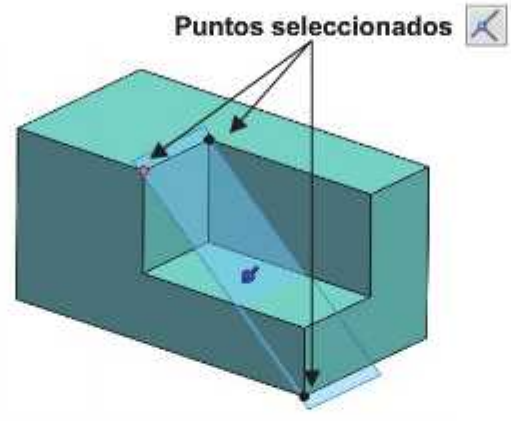
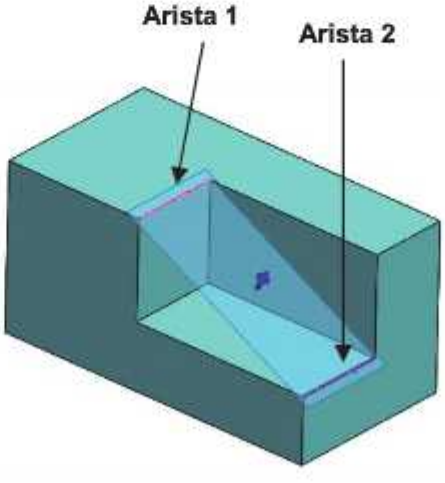


Figura 5.4. Creación de plano mediante **Tres Puntos** o **Recta** y **Punto**.

Para ocultar un plano pulse sobre el mismo con el botón izquierdo del ratón y seleccione Ocultar. Puede realizar la misma operación desde el Gestor de Diseño o FeatureManager.



De la misma forma se puede crear un **plano a partir de dos rectas**, **aristas** o **ejes**. Para la creación de un plano que contenga dos aristas siga el mismo procedimiento descrito para los dos casos anteriores y seleccione la primera y la segunda arista desde la Zona de Gráficos. Observe como cada una de ellas pasan a ser la **Primera** y la **Segunda Referencia**. Pulse **Aceptar** para crear el plano.



5.1.2 Plano paralelo en un Punto

Crea un **Plano** que pasa por un **Punto** y es paralelo a un **Plano** o **Cara** previamente seleccionada.

Para crear un **Nuevo Plano Constructivo** que pasa por un **Punto** y es paralelo a un **Plano**:

1. Pulse sobre **Plano** desde la Barra de Herramientas **Geometría de Referencia** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Geometría de Referencia**, **Plano**.

2. Seleccione un **Punto** o **Vértice** y un **Plano** o **cara**.

3. Pulse **Aceptar**. El plano creado es paralelo a la cara y contiene al vértice seleccionado. El nuevo **Plano** aparece en el **Gestor de Diseño**.

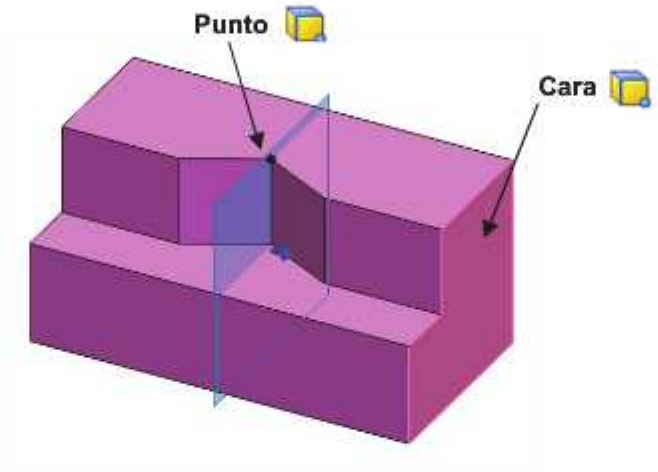




Figura 5.5. **PropertyManager Plano (Punto y Plano)**.

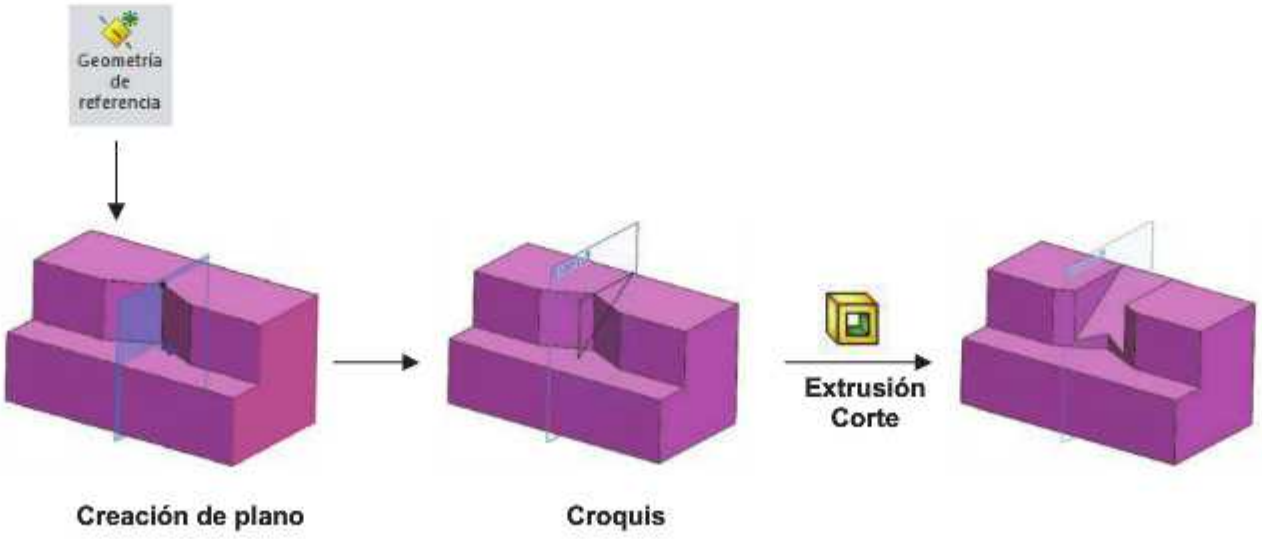


Figura 5.6. Creación **Plano** mediante **Cara** y **Punto**.

5.1.3 Plano en ángulo

Permite crear un **Plano** que pasa por una **Arista**, **Eje** o **Arista de un croquis** con un **Ángulo** respecto de una **Cara** previamente definida.

Para crear un **Nuevo Plano Constructivo** en **Ángulo**:

1. Pulse sobre **Plano** desde la Barra de Herramientas **Geometría de Referencia** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Geometría de Referencia**, **Plano**.
2. Seleccione un **Plano** o **Cara** de un modelo y una **Arista**, **Eje** o **Arista de croquis**.
3. Defina el **Ángulo** para la creación del **Plano**. Puede **Invertir la Dirección**. En **Número de planos a crear** defina su número cuando desee crear más de uno.
4. Pulse **Aceptar** para crear el **Plano**.

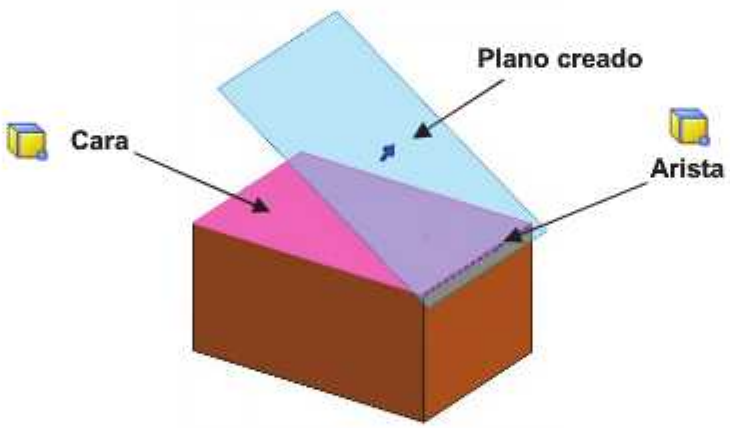




Figura 5.7. **PropertyManager Plano en Ángulo**.

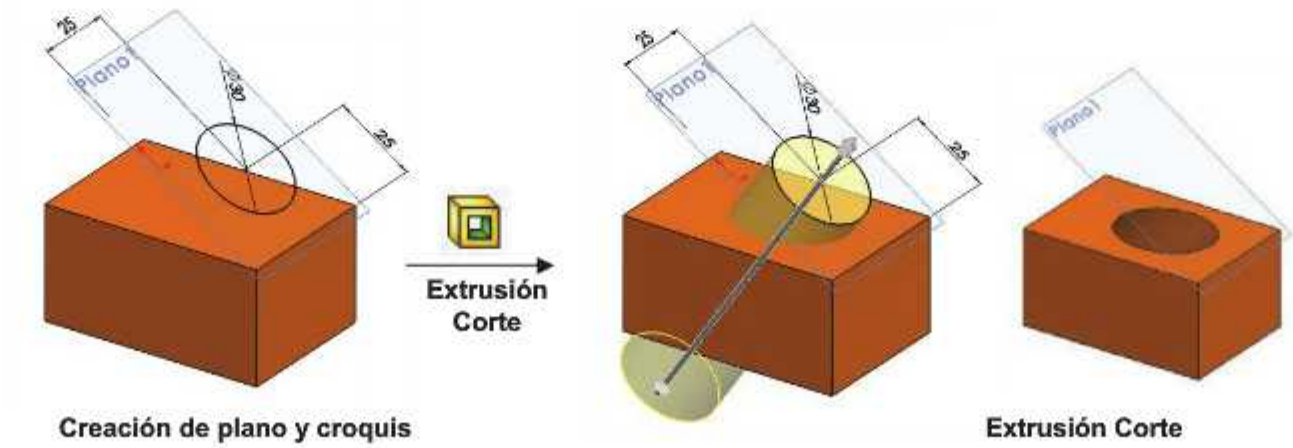


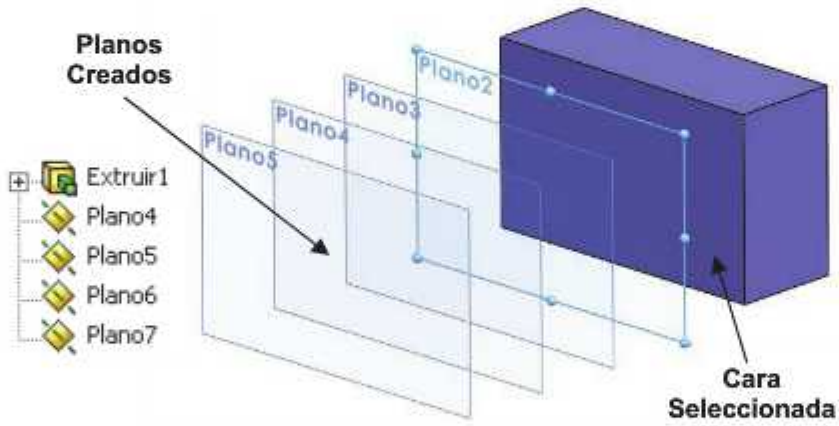
Figura 5.8. Creación de **Plano en Ángulo** mediante **Arista** y **Cara**.

5.1.4 Plano equidistante

Crea un **Plano Paralelo y Equidistante a otro** previamente definido. La creación de este tipo de planos es muy útil cuando se desean obtener sólidos con operaciones como el recubrimiento.

Para crear un **Nuevo Plano Constructivo Equidistante** a otro existente:

1. Pulse sobre **Plano** desde la Barra de Herramientas **Geometría de Referencia** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Geometría de Referencia**, **Plano**.
2. Seleccione un **Plano** o una **Cara** desde el **Gestor de diseño** o desde la **Zona de Gráficos**.
3. Indique la **Distancia** a equidistanciar.
4. Active **Invertir dirección** para equidistanciar el **Plano** en una u otra dirección.
5. Indique el **Número de planos** equidistantes a crear.
6. Pulse **Aceptar**. Aparecen los planos creados en el **Gestor de diseño**.



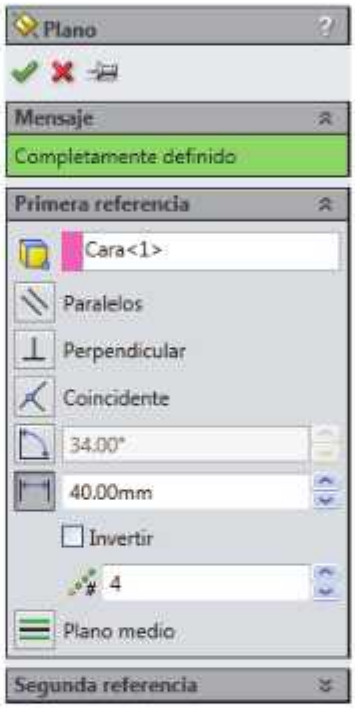


Figura 5.9. **PropertyManager Plano Equidistante**.

La creación de **Planos Equidistantes** puede ayudarle a crear **modelos recubiertos** a partir de sus **Perfiles** o secciones. Vea el Capítulo 4.

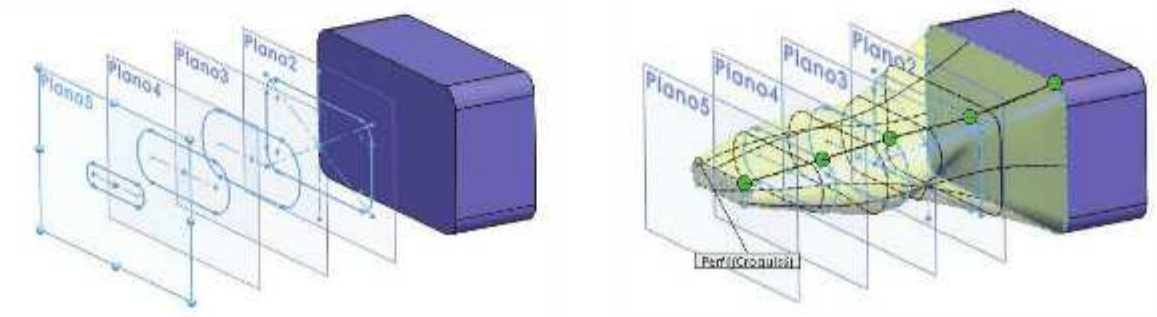


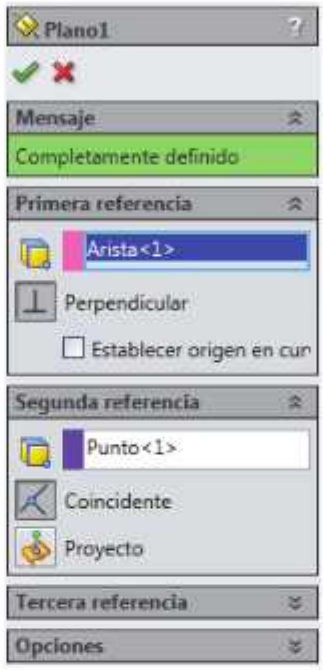
Figura 5.10. Creación de un **Recubrimiento** partiendo de **Perfiles** en **Planos Equidistantes**.

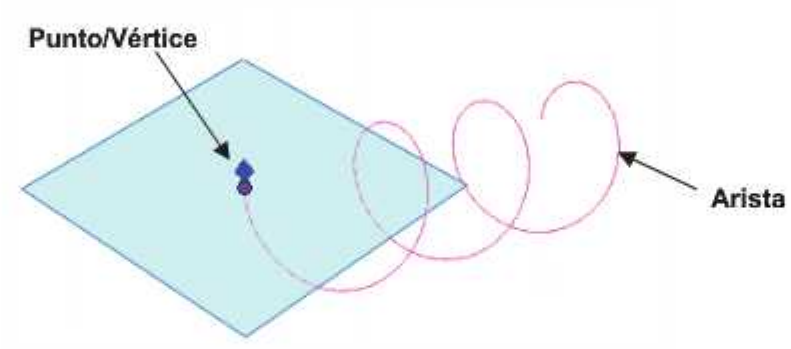
5.1.5 Plano Normal a una Curva

Crea un **Plano** por un **Punto** que es **Perpendicular** a una **Curva** o **Arista**.

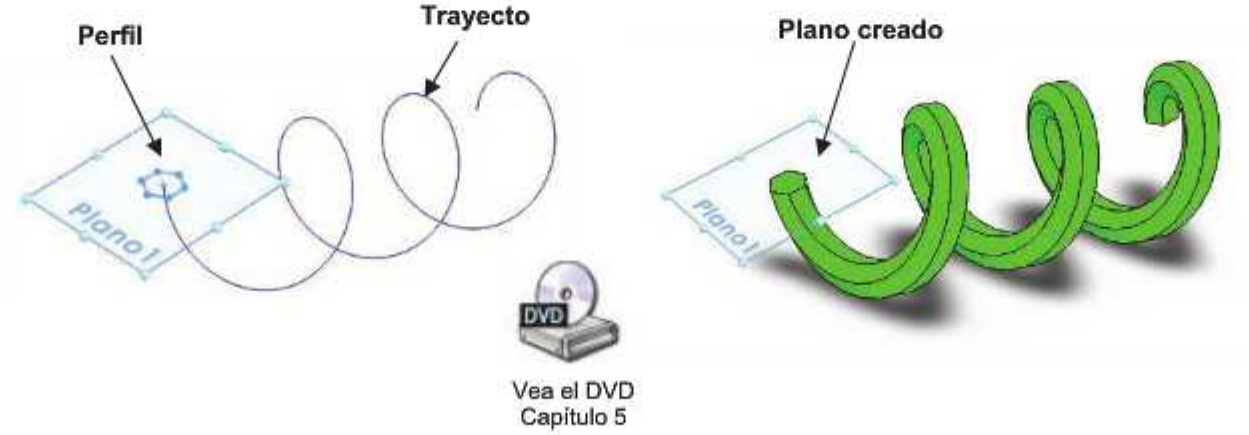
Para crear un **Nuevo Plano Normal a una Curva**:

1. Pulse sobre **Plano** desde la Barra de Herramientas **Geometría de Referencia** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Geometría de Referencia**, **Plano**.
2. Seleccione una **Arista** o **Curva** y un **Vértice** o un **Punto** desde la **Zona de Gráficos**.
3. Active la casilla de **Fijar origen en la Curva** para que el **Plano** se cree justo en el origen de la **Curva**.
4. Pulse **Aceptar** para crear el **Plano normal a la Curva**.





La creación de un **Plano Normal a una Curva** puede ayudarle a crear modelos **Barridos** a partir de trayectos como **Hélices** o **Espirales** como el indicado en la figura.



Vea el DVD
Capítulo 5

Figura 5.11. Creación de un modelo **Barrido** a partir de trayectos como **Hélices** o **Espirales**.

5.1.6 Plano en Superficie

Crea un **Plano** en una **Superficie no plana** o **Angular** mediante la selección de la **Superficie** y un **Punto** contenida en ella.

Además, puede crear **Planos** en superficie mediante un **Croquis proyectado**, una **Cara cilíndrica y un Plano**, una **Cara cónica y un Plano** y una **Superficie, un Plano y una Arista de Eje**.

Para crear un **Plano en una Superficie**:

1. Pulse sobre **Plano** desde la Barra de Herramientas **Geometría de Referencia** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Geometría de Referencia**, **Plano**.
2. Seleccione la **Superficie** desde la **Zona de Gráficos** o desde el **Gestor de Diseño**.
3. Seleccione un **Punto** contenido en el plano seleccionado.
4. Pulse **Aceptar**.

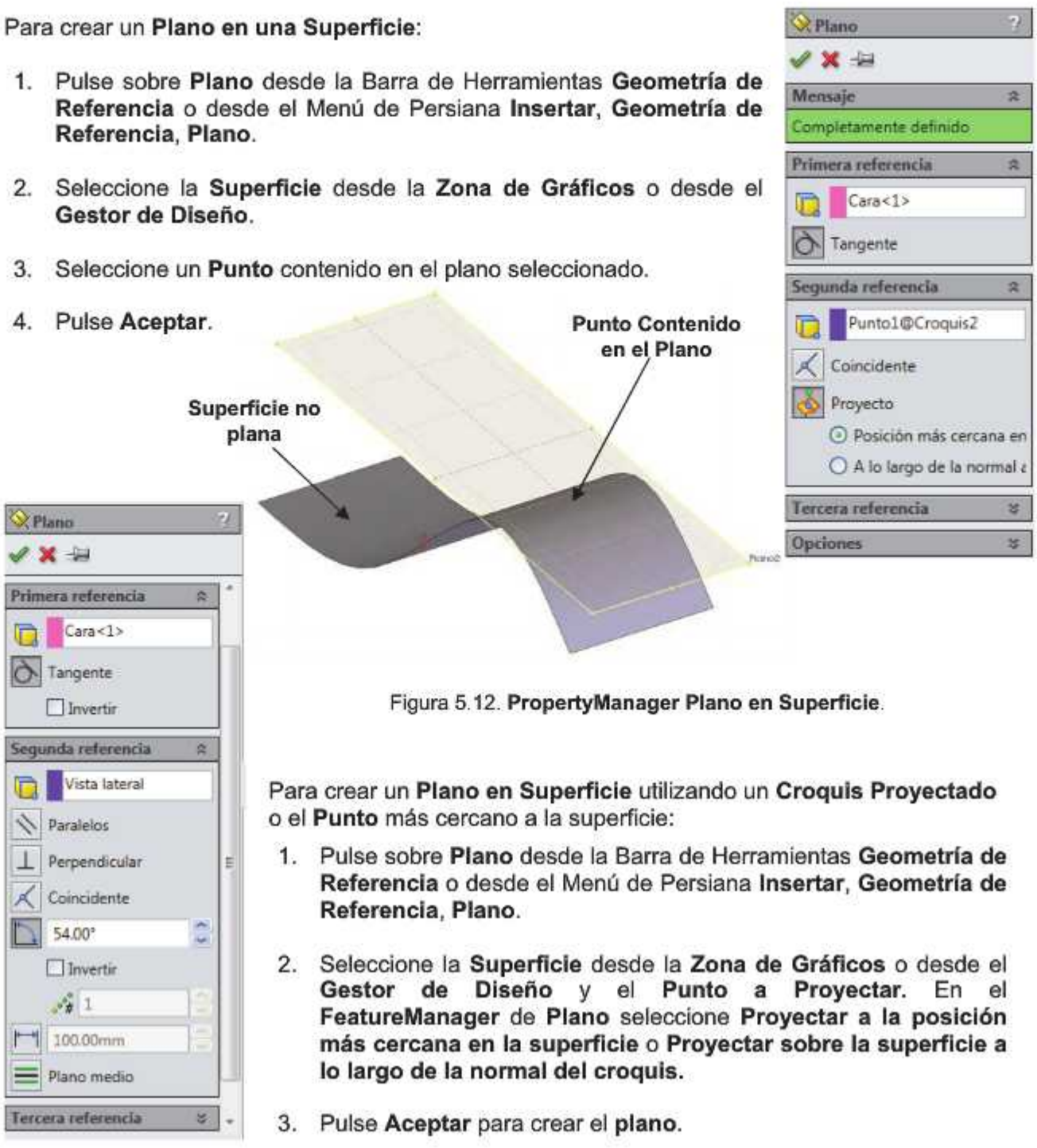
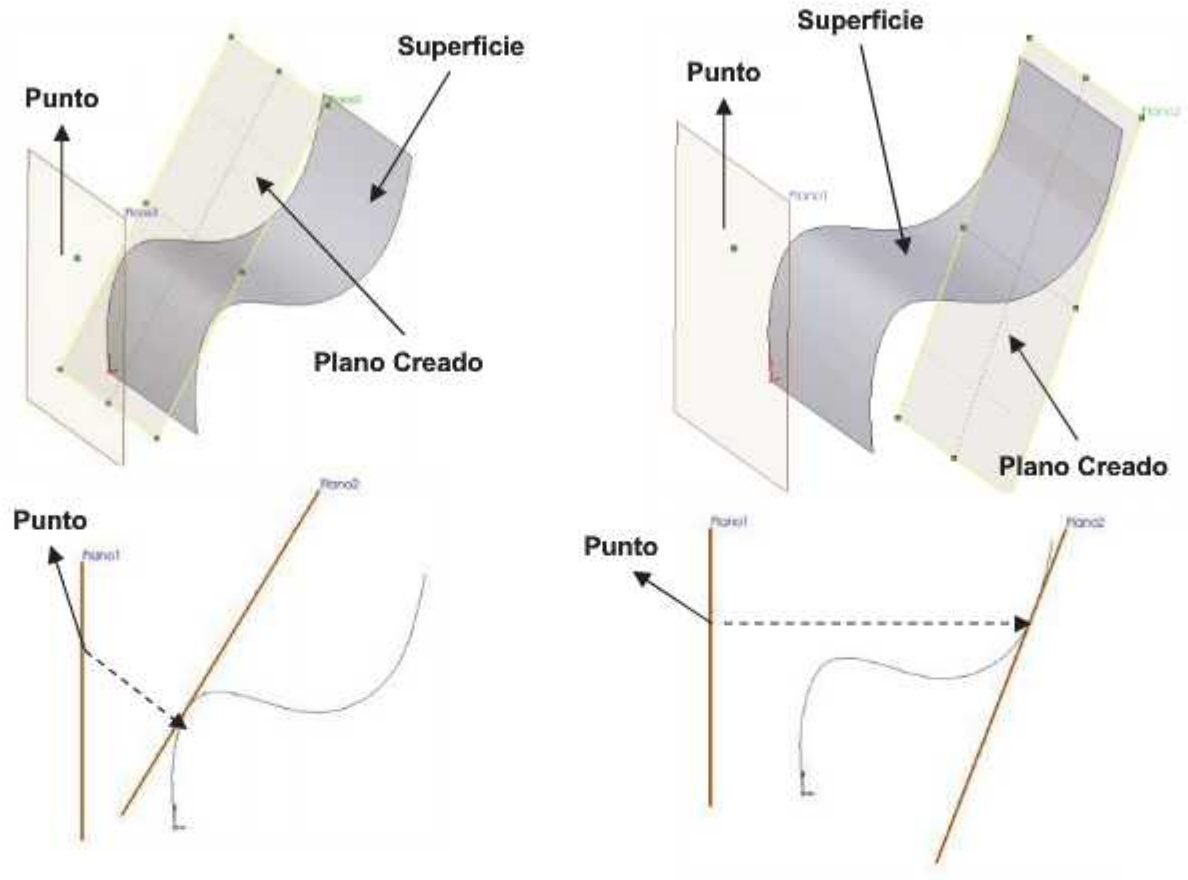


Figura 5.12. **PropertyManager Plano en Superficie**.

Para crear un **Plano en Superficie** utilizando un **Croquis Proyectado** o el **Punto** más cercano a la superficie:

1. Pulse sobre **Plano** desde la Barra de Herramientas **Geometría de Referencia** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Geometría de Referencia**, **Plano**.
2. Seleccione la **Superficie** desde la **Zona de Gráficos** o desde el **Gestor de Diseño** y el **Punto a Proyectar**. En el **FeatureManager** de **Plano** seleccione **Proyectar a la posición más cercana en la superficie** o **Proyectar sobre la superficie a lo largo de la normal del croquis.**
3. Pulse **Aceptar** para crear el **plano**.



Proyectar a la posición más cercana en la Superficie.

El **Plano** creado se encuentra en la proyección del punto sobre la **Superficie** más cercano posible.

Proyectar sobre la Superficie a lo largo de la Normal del Croquis.

El **Plano** creado se encuentra sobre un punto proyectado sobre la normal del **Plano**

Figura 5.13. **Tipos de Proyección** sobre **Superficie**.

Para crear un **Plano en Superficie** utilizando una **Cara Cilíndrica** y un **Plano**:

1. Pulse sobre **Plano** desde la Barra de Herramientas **Geometría de Referencia** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Geometría de Referencia**, **Plano**.
2. Seleccione la **Cara cilíndrica** de su modelo y el **Plano** que se entrecruza con el **Eje del cilindro**.
3. Puede activar la casilla **Plano normal** y establezca un **Ángulo**. El plano creado pasa a estar en el interior de la **Cara cilíndrica**.
4. Pulse **Aceptar**.



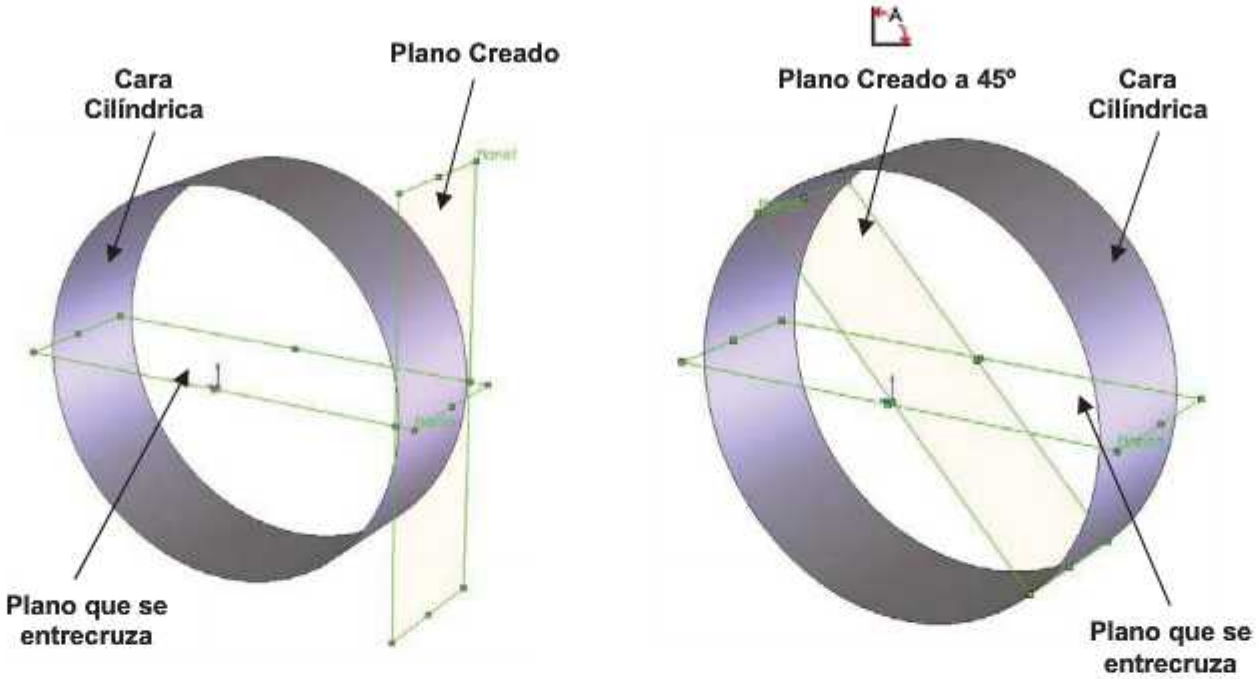


Figura 5.14. **Plano en superficie** (**Plano** y **Cara cilíndrica**).

Para crear un **Plano en Superficie** utilizando una **Cara Cónica** y un **Plano**:

1. Pulse sobre **Plano** desde la Barra de Herramientas **Geometría de Referencia** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Geometría de Referencia**, **Plano**.

2. Seleccione la **Cara Cónica** y un **Plano** que se entrecruce con el primero. Después de la selección aparece una previsualización con el **Plano** a crear. El **Plano** es tangente a la **Cara Cónica** seleccionada.

3. Si activa la casilla **Plano normal** puede crear un **Plano en ángulo**. Pulse **Aceptar**.

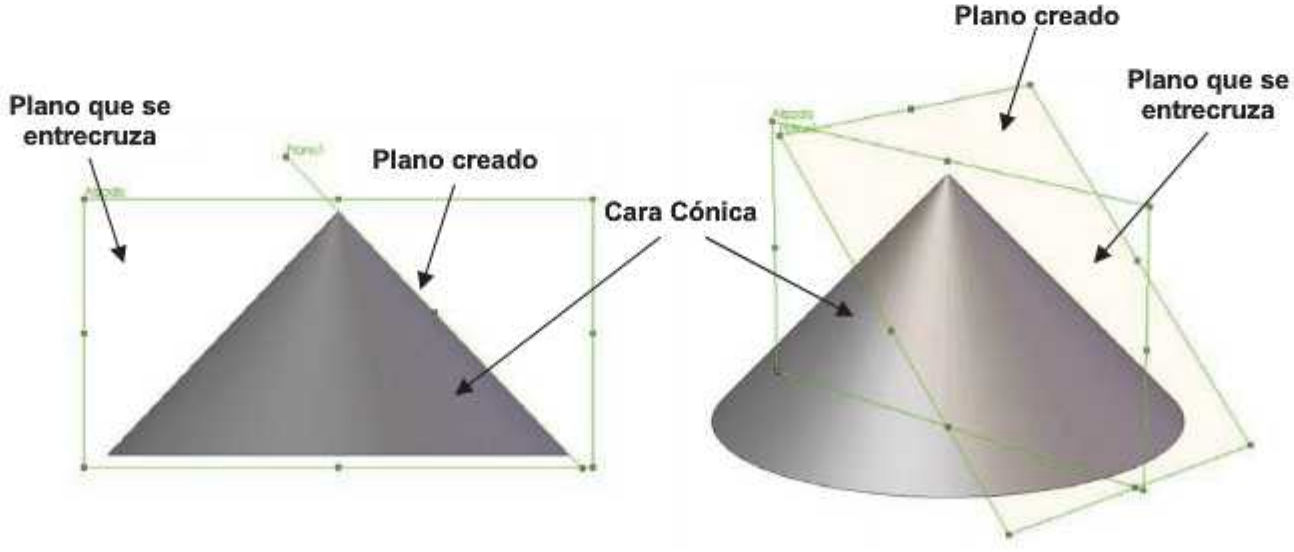


Figura 5.15. **Plano en superficie** (**Plano** y **Cara cónica**).

5.2 Creación de Ejes, sistema de coordenada y puntos

La Barra de Herramientas de **Geometría de Referencia** permite crear **Planos**, **Ejes**, **Sistemas de Coordenadas** y **Puntos**.

5.2.1 Ejes

La Operación **Eje** crea un eje constructivo para los modelos tridimensionales creados. Es una operación necesaria para crear **Matrices circulares** y como elemento de apoyo en la construcción de otro tipo de operaciones.

La creación de un **Eje** puede realizarla de cinco formas distintas:



Por líneas, Aristas o ejes. Seleccione una **Línea de croquis**, **Arista** de un modelo tridimensional o **Ejes temporales**.

Dos planos. La intersección de dos **Planos** oblicuos o perpendiculares (no paralelos) define una recta. Puede seleccionar los **Planos** predefinidos por **Solid**Works® desde el **Gestor de Diseño** o **Planos** o **Caras** que haya creado.

Dos Puntos, dos Vértices o Punto y Vértice. Seleccione alguna de estas entidades (dos **Vértices**, **Puntos** o **Puntos medios**).

Superficie cilíndrica o superficie cónica. Debe seleccionar una **Cara cónica** o **Cilíndrica**.

Punto y superficie. Seleccione un **Plano** o **Superficie plana** y un **Punto** (croquis o vértice).

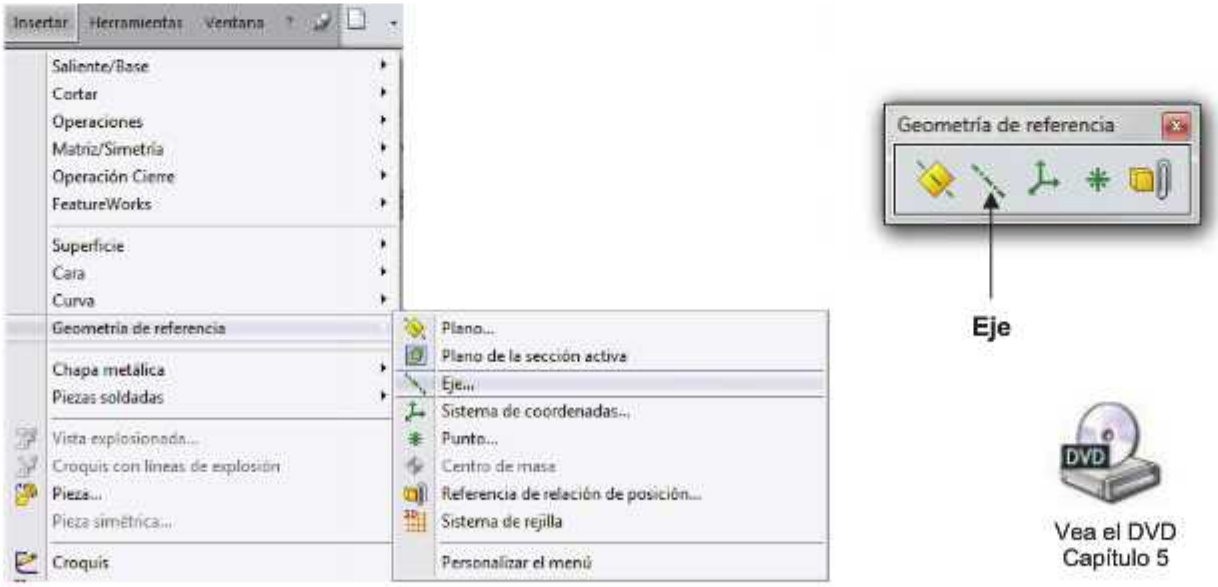


Figura 5.16. Acceso a la Operación **Eje**.

Por líneas, Aristas o ejes

Por dos puntos, dos vértices o punto y vértice

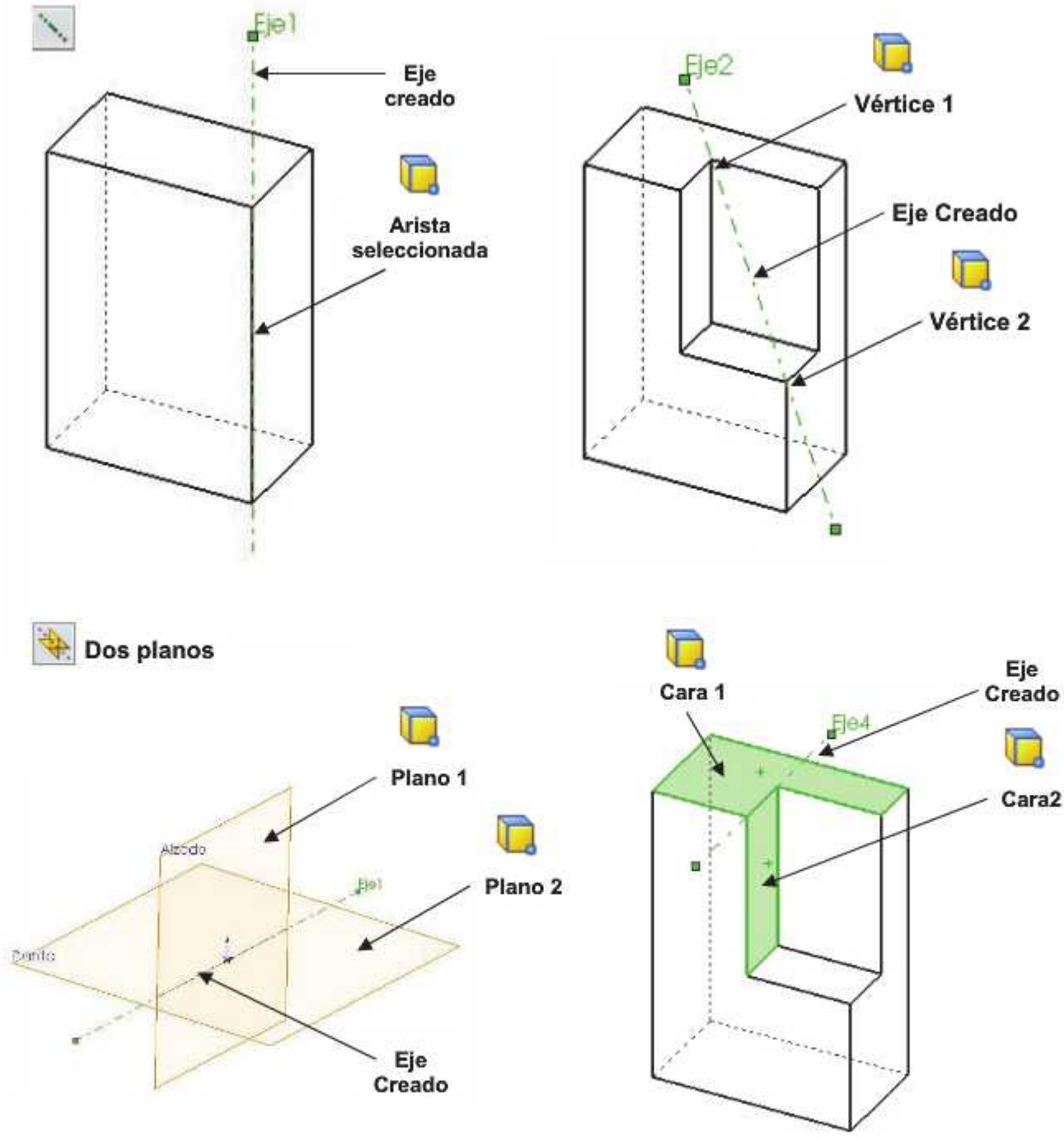


Figura 5.17. Creación de **Eje** por **Líneas**, **Planos** o **Vértices**.

Para activar o desactivar la visualización de los ejes haga clic en **Ver**, **Ejes**. También puede pulsar con el botón derecho del ratón sobre **Eje** desde el árbol de operaciones y seleccionar la opción **Ocultar**.

Superficie cilíndrica o Superficie cónica

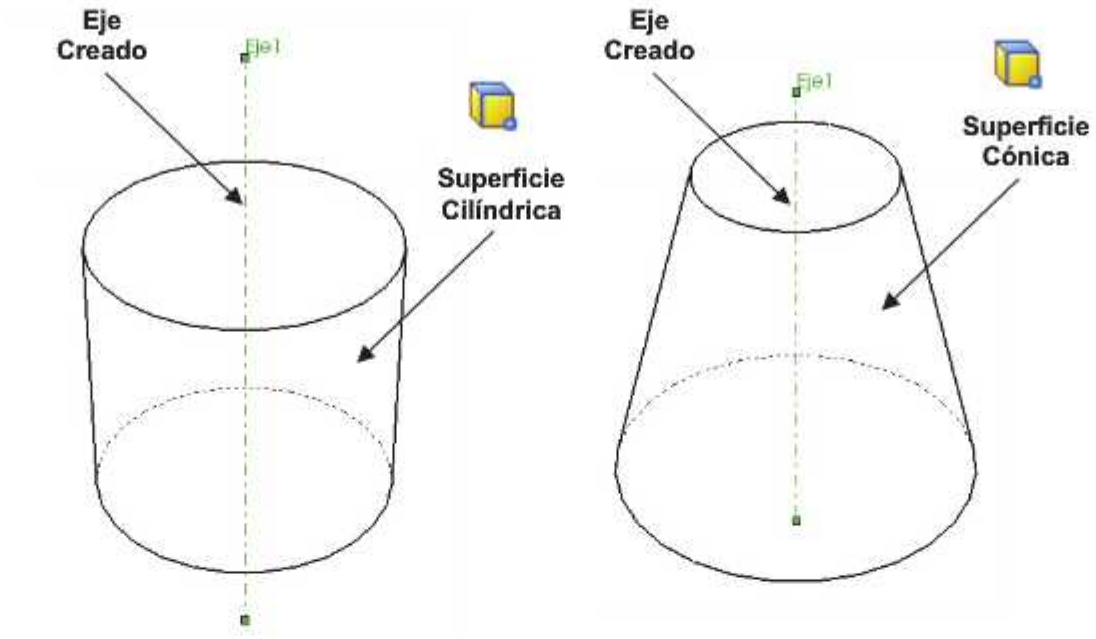


Figura 5.18. Creación de **Eje** por **Superficie cilíndrica** o **cónica**.

Punto y Superficie

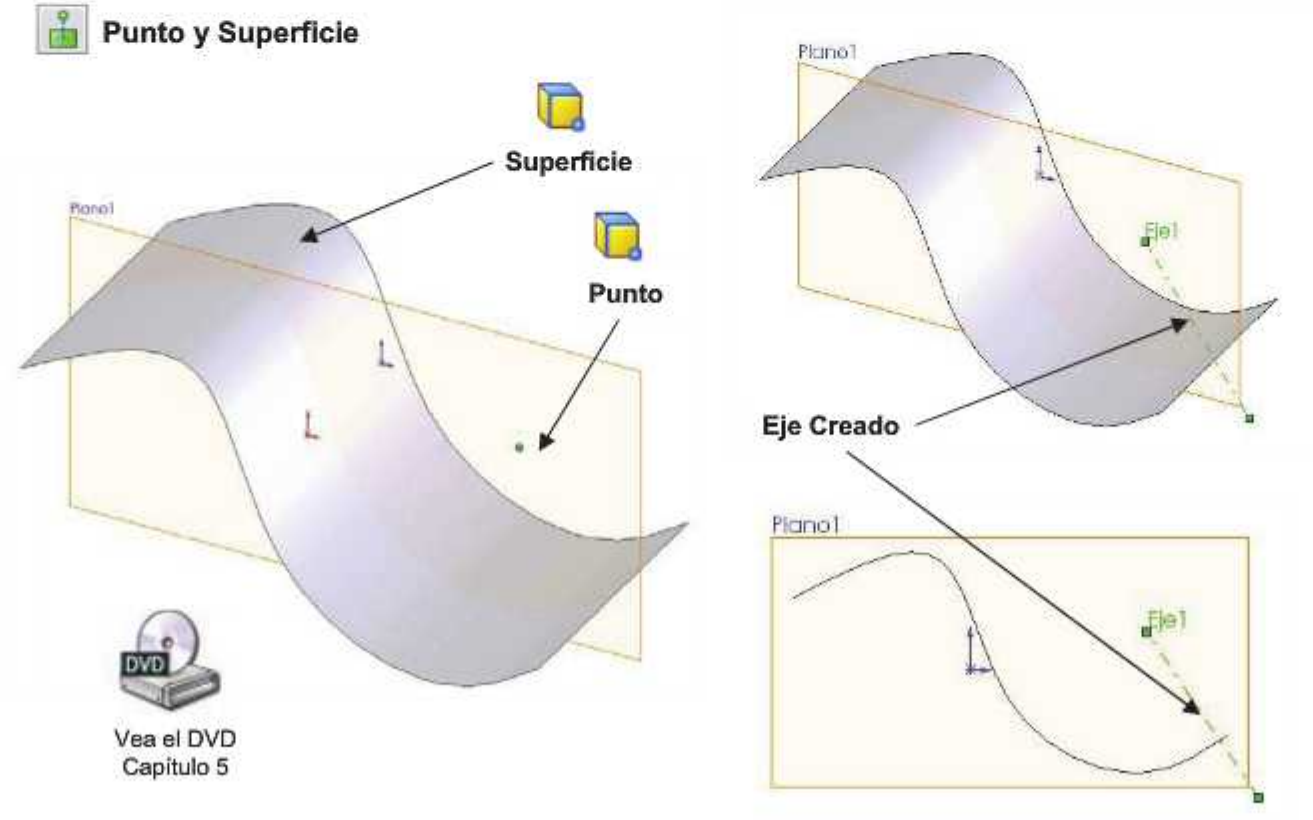


Figura 5.19. Creación de **Eje** por **Punto** y **Superficie**.

5.2.2 Sistema de coordenadas

La Operación **Sistema de Coordenadas** crea un sistema de coordenadas en una pieza o ensamblaje.

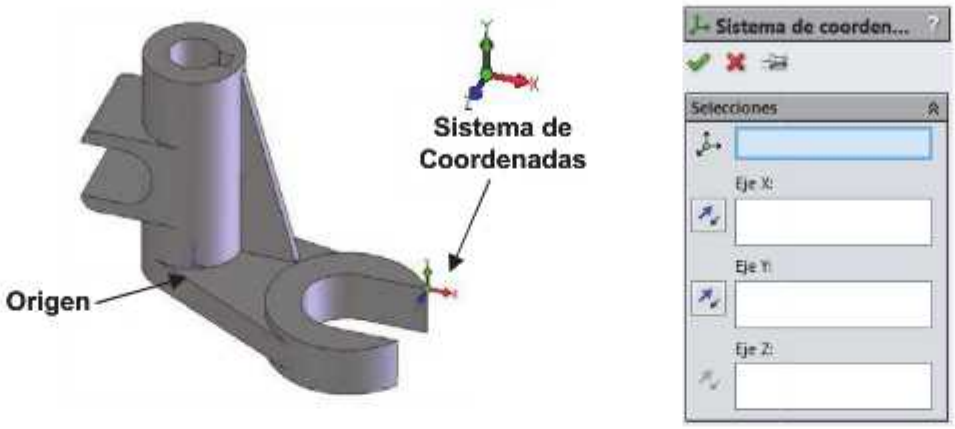


Figura 5.20. **Sistema de coordenadas**.

Para crear un **Sistema de coordenadas** las etapas que debe seguir son:

1- Seleccione **Sistema de coordenadas** desde la Barra de Herramientas **Geometría de Referencia** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Geometría de Referencia**, **Sistema de coordenadas**.

2- Indique el **Origen** del **Sistema de Coordenadas** seleccionando un **Vértice**, un **Punto** o un **Punto medio** desde la **Zona de Gráficos**.

3- Seleccione **Aristas**, **líneas de croquis** o **Caras planas** para indicar el **Eje X**, **Y** y **Z**. Pulse **Invertir dirección** para cambiar la dirección de los ejes X, Y y Z.

4- Pulse **Aceptar** para crear el **Sistema de coordenadas**. Puede editar su definición desde el **Gestor de Diseño**.

5.2.3 Punto

La Operación **Punto** permite insertar un **Punto de referencia**.

Para crear un **Punto** las etapas que debe seguir son:

1- Seleccione **Punto** desde la Barra de Herramientas **Geometría de Referencia** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Geometría de Referencia**, **Punto**.

2- Seleccione las entidades que definen el **Punto** desde la **Zona de Gráficos**. En función de las entidades seleccionadas (**Aristas**, **Caras**, **Puntos**, **Arcos**, **Intersección de Aristas**, etc.) crea un **Punto** en una u otra posición.

3- La opción **A lo largo de la distancia de Curva** o **de Puntos de referencia múltiples** permite crear más de un **Punto** a lo largo de la entidad **Curva** o **Arista** seleccionada.

4- Pulse **Aceptar** para crear el **Punto**. Puede editar su definición desde el **Gestor de Diseño**.

5.3 Matrices

Las operaciones de **Matriz** copia múltiples operaciones previamente seleccionadas y hace que se repitan de forma **Lineal** (**matriz lineal**), **Circular** (**matriz circular**), **a lo largo de una Curva** o por su **conducción mediante croquis o tabla**.

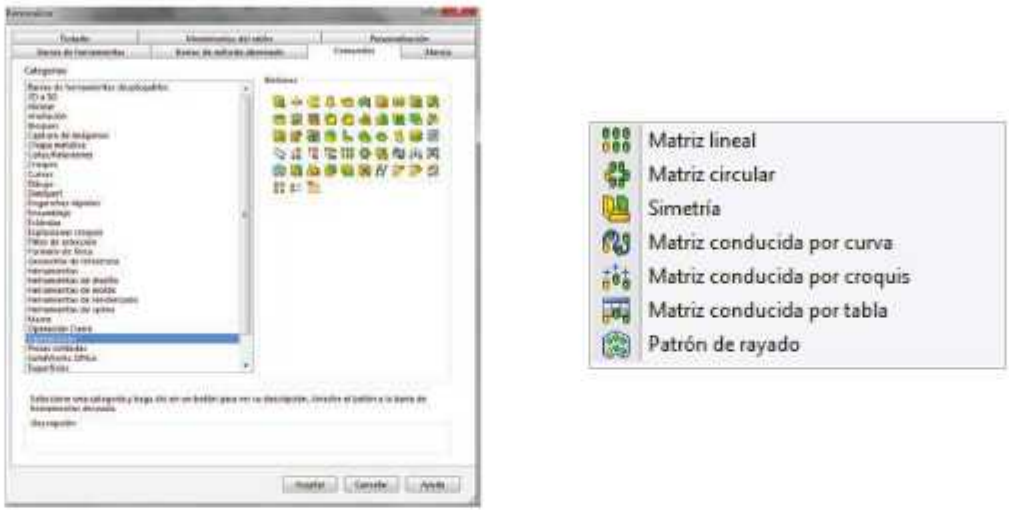


Figura 5.21. Diferentes tipos de **Matriz**.

Los cinco tipos de matrices disponibles en SolidWorks® pueden activarse en la Barra de **Operaciones** por su selección desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Personalizar**, **Comandos** y seleccionando las operaciones de matriz desde la opción **Operaciones**. Arrastre con el botón izquierdo del ratón cada uno de los iconos hasta la **Barra de Operaciones** de su entorno de trabajo.

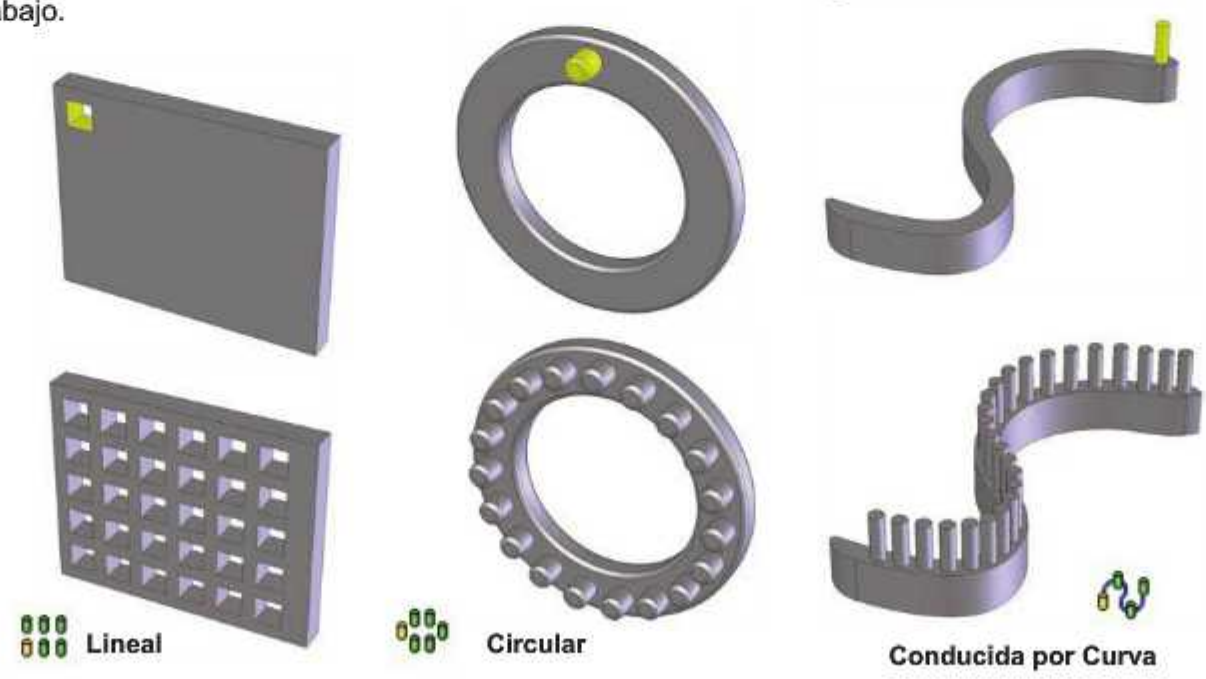
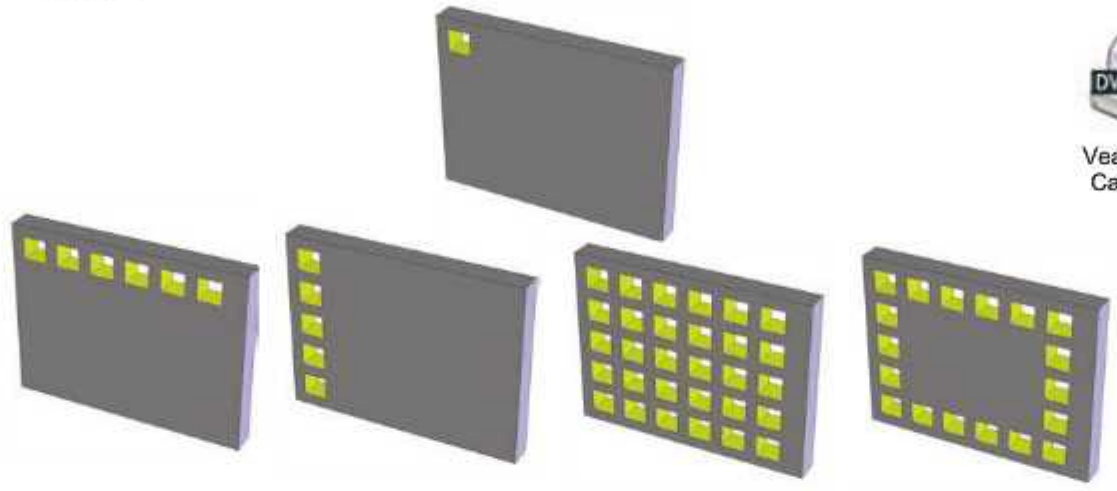


Figura 5.22. Tipos de **Matriz** (Lineal, Circular y Conducida).

5.3.1 Matriz Lineal

Copia una o más operaciones de forma uniforme en una o dos direcciones al mismo tiempo.



Vea el DVD Capítulo 5

Figura 5.23. **Matriz Lineal**.

Para crear una **Matriz Lineal** las etapas que debe seguir son:

1- Seleccione la operación **Matriz Lineal** desde la Barra de Herramientas de **Operaciones** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Operaciones**, **Matriz Lineal**.

2- Defina las características de su matriz en el **PropertyManager**. Indique las **Operaciones** a copiar, la **Dirección** o direcciones en las que se repetirán, la **Separación** entre cada uno de los elementos copiados y el **Número de instancias** o veces que desee que se copien.

3- Pulse **Aceptar**.



Dirección 1 y 2

- **Dirección de la matriz.** Seleccione una **Arista Lineal** o **Eje** para indicar la dirección de copiado de las operaciones. Pulse **Invertir dirección** si desea que el copiado de las operaciones se realice en la dirección opuesta a la indicada.

- **Separación.** Establezca la **Separación** de copiado de cada una de las operaciones.

- **Número de instancias.** Defina el número de veces que desea copiar la operación.

Puede establecer una o dos **Direcciones** para la matriz. Para cada una de las direcciones establezca la **Separación** y el **Número de instancias**.

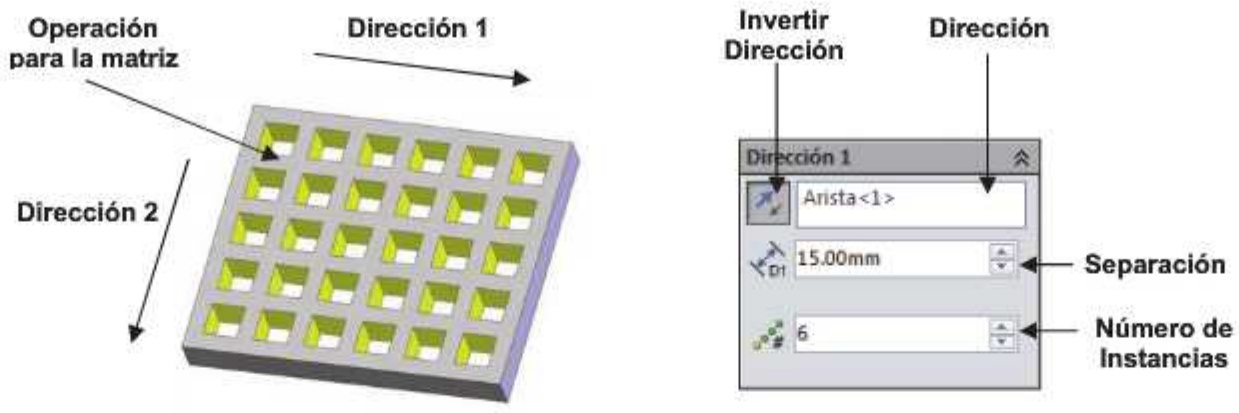


Figura 5.24. **Direcciones de la Matriz Lineal**.

Active la opción **Solo matriz de operación a repetir** cuando desee crear una matriz sin copiar las operaciones definidas en la primera dirección.

Operaciones para la matriz

Indique desde la **Zona de Gráficos** o desde el **Gestor de Diseño** las operaciones que participan en la **Matriz Lineal**.

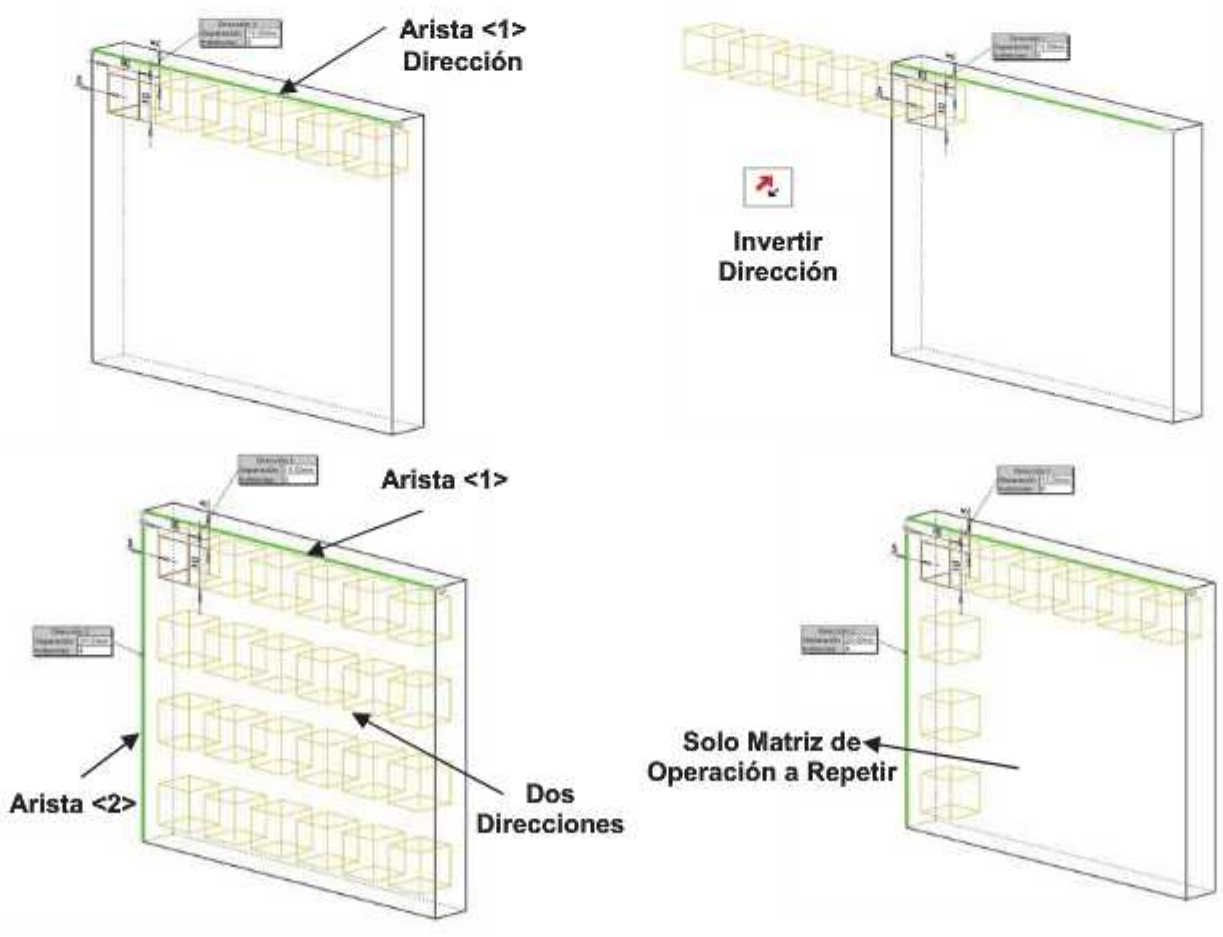


Figura 5.25. **Matriz Lineal**. Una y dos **Direcciones**.

Caras para crear la matriz

Permite seleccionar únicamente las caras de las operaciones sin tener en cuenta la propia operación.

Instancias a saltar

Seleccione desde la **Zona de Gráficos** y con el botón izquierdo del ratón las operaciones que no desee copiar al efectuar la **Matriz Lineal**. Cada una de las operaciones aparece en el **PropertyManager** como **Instancias a saltar** y no aparece después de pulsar **Aceptar**.

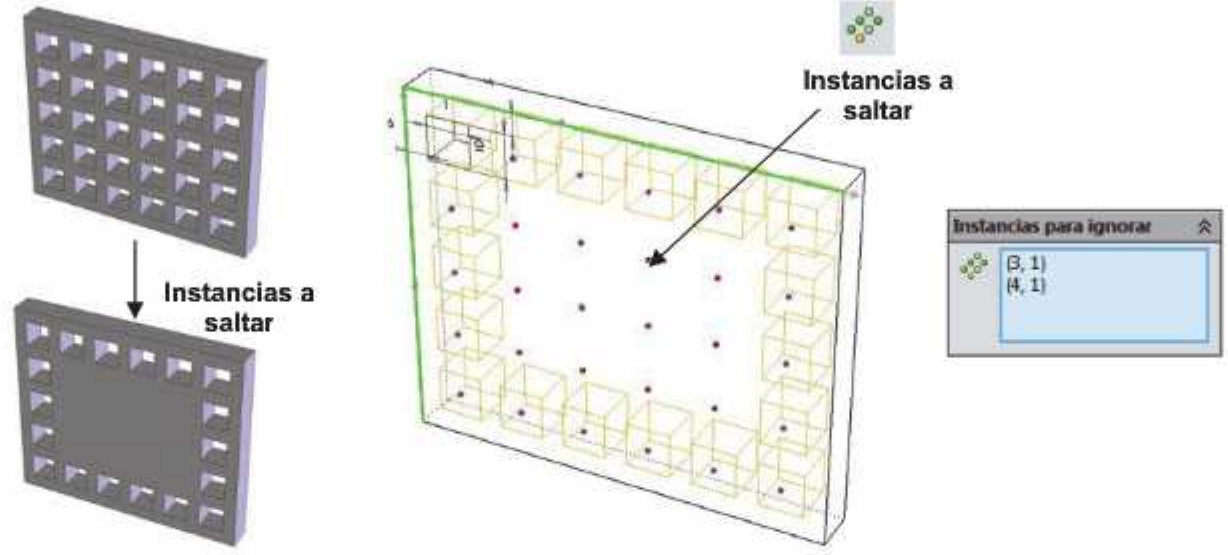


Figura 5.26. **Matriz Lineal. Instancias a saltar**.

Opciones

- **Variar Croquis.** Permite modificar las cotas de la matriz a medida que se va copiando en una o dos direcciones para que las operaciones se adapten a la forma del modelo.

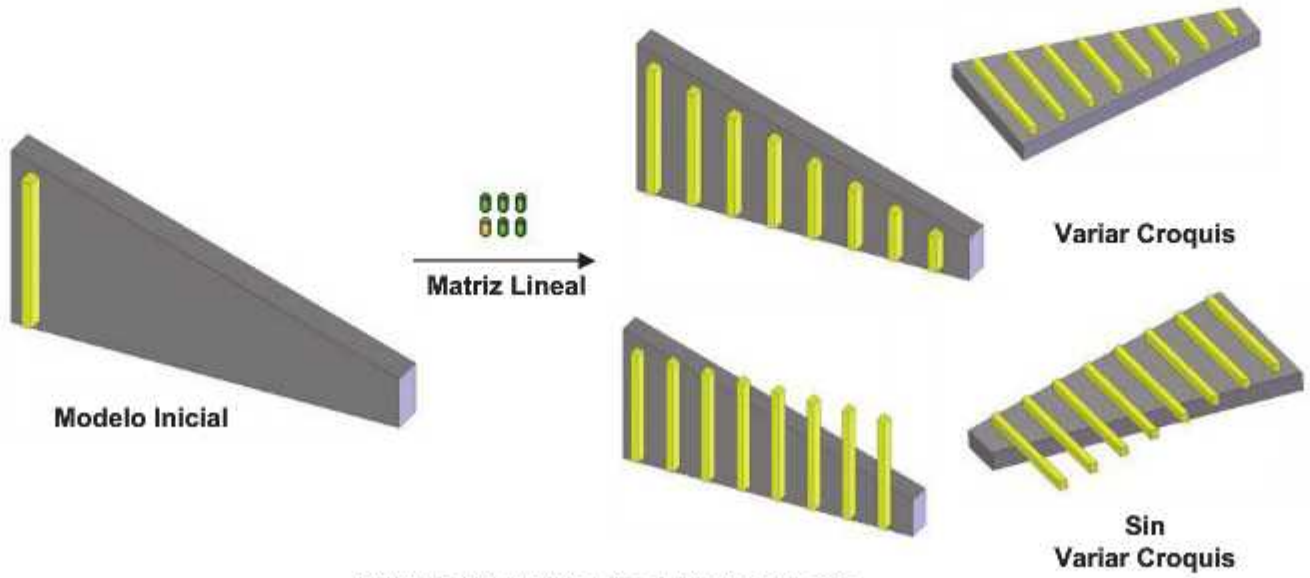


Figura 5.27. **Matriz Lineal. Variar croquis**.

- **Matriz geométrica.** Su activación permite que las operaciones copiadas sean una copia exacta de la operación original seleccionada en **Operaciones para la Matriz**. Si desactiva **Matriz de Geometría** cada una de las operaciones copiadas adoptan las **Condiciones Finales** definidas en el modelo original a copiar.

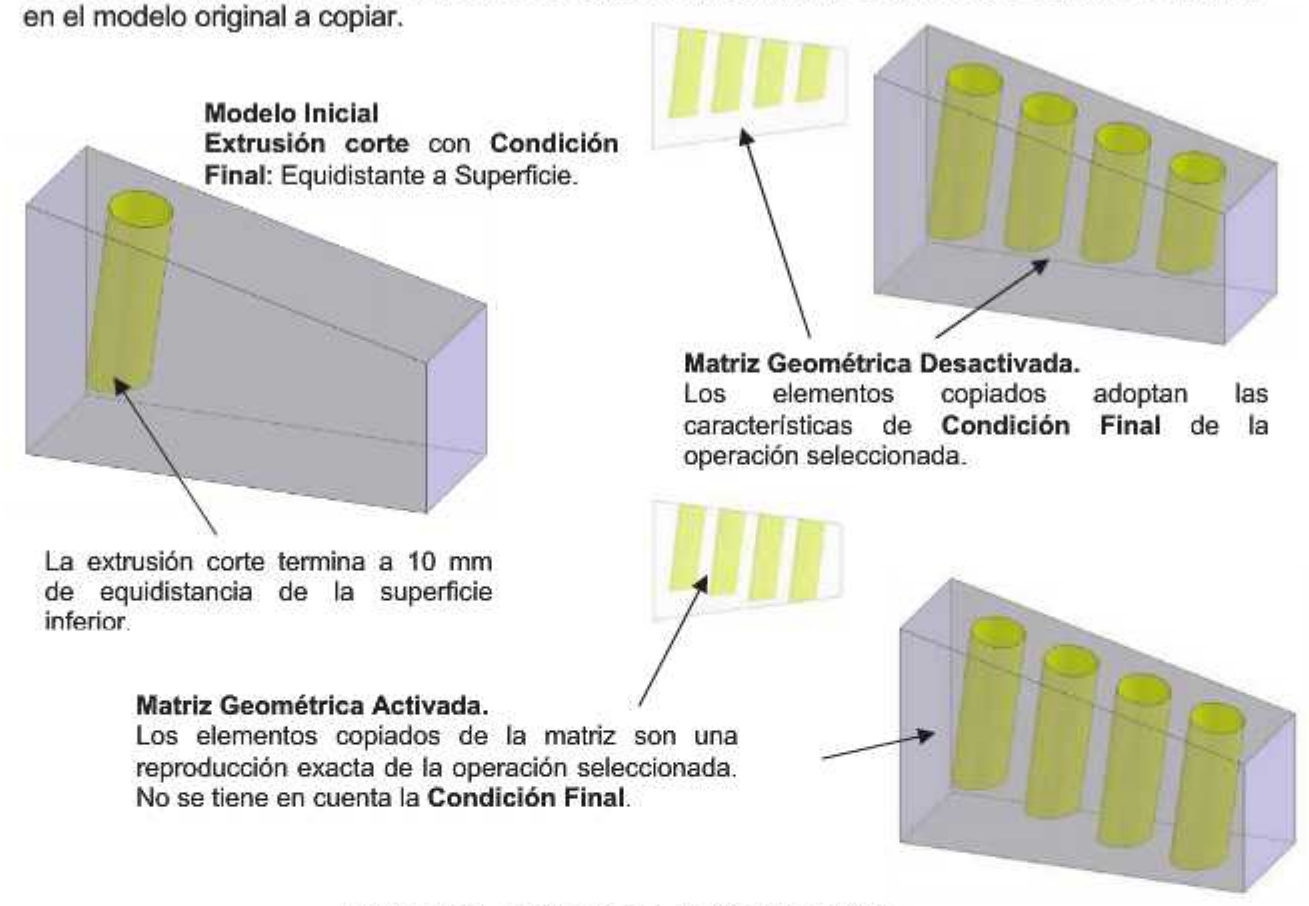


Figura 5.28. **Matriz Lineal. Matriz Geométrica**.

- **Propagar propiedades visuales.** Su selección permite copiar propiedades visuales como **Colores** y **Texturas** de la **Operación para la matriz** al resto de instancias creadas por la **Matriz**. Es válido para el resto de **Matrices** (**Circular** y **Conducida por Curva**) y para las **Simetrías**.

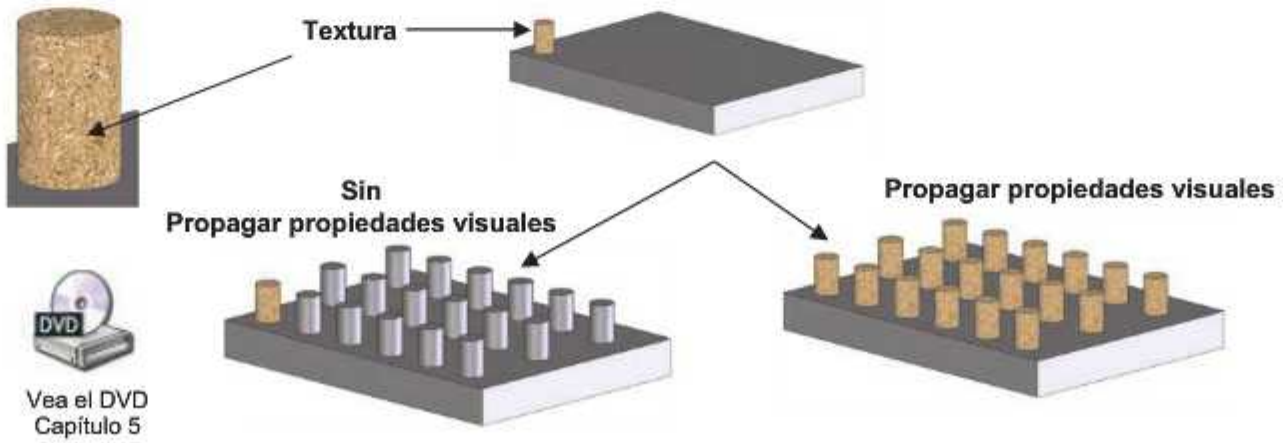


Figura 5.29. **Matriz Lineal. Propagar propiedades visuales**.

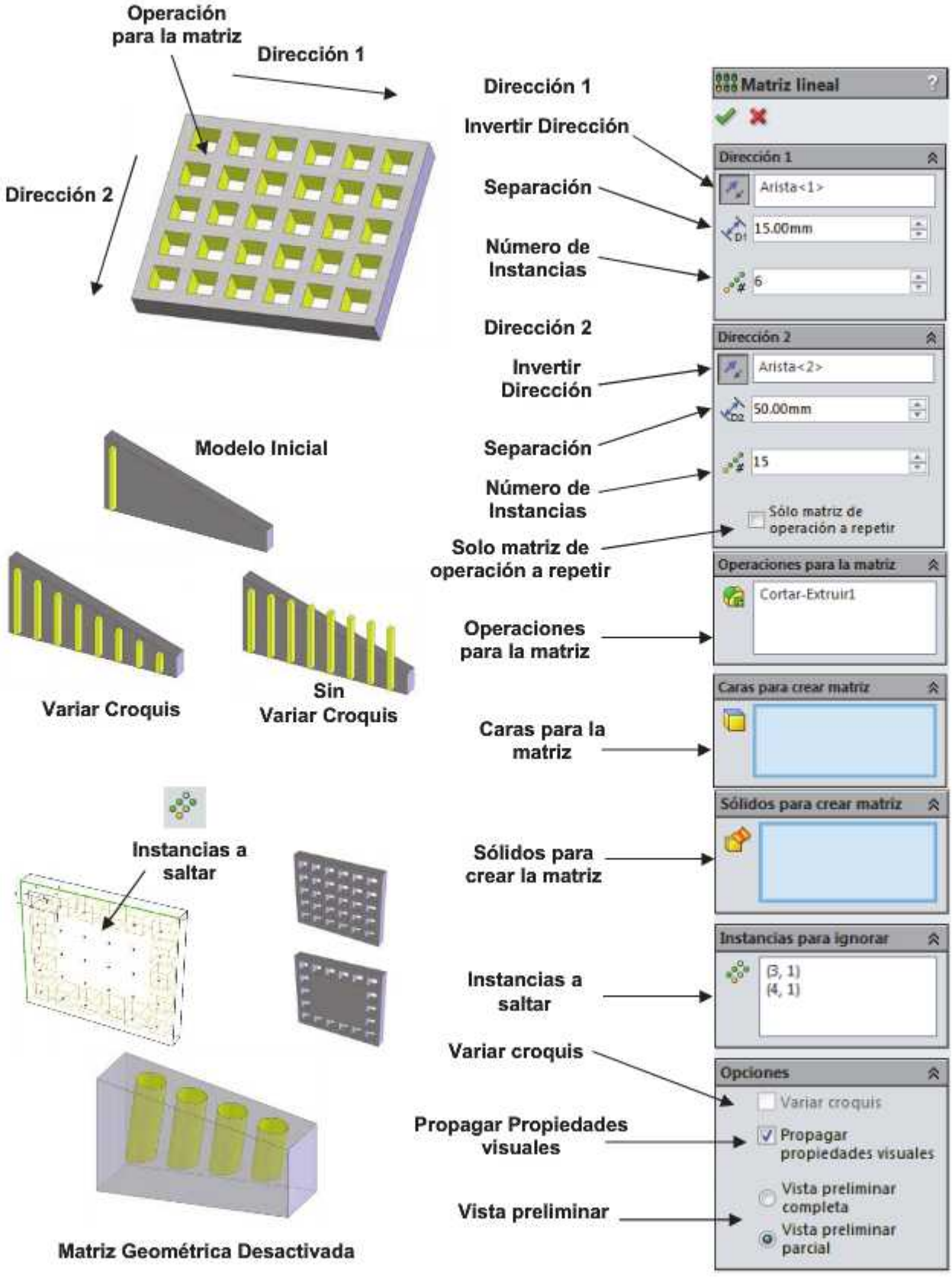
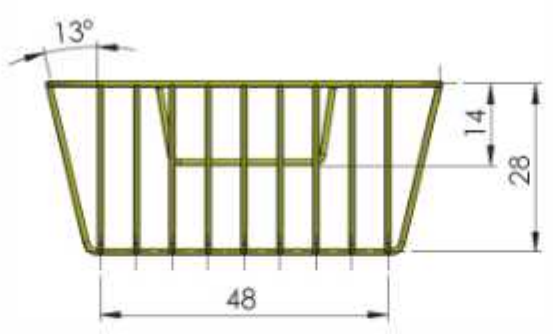


Figura 5.30. PropertyManager de **Matriz Lineal**.

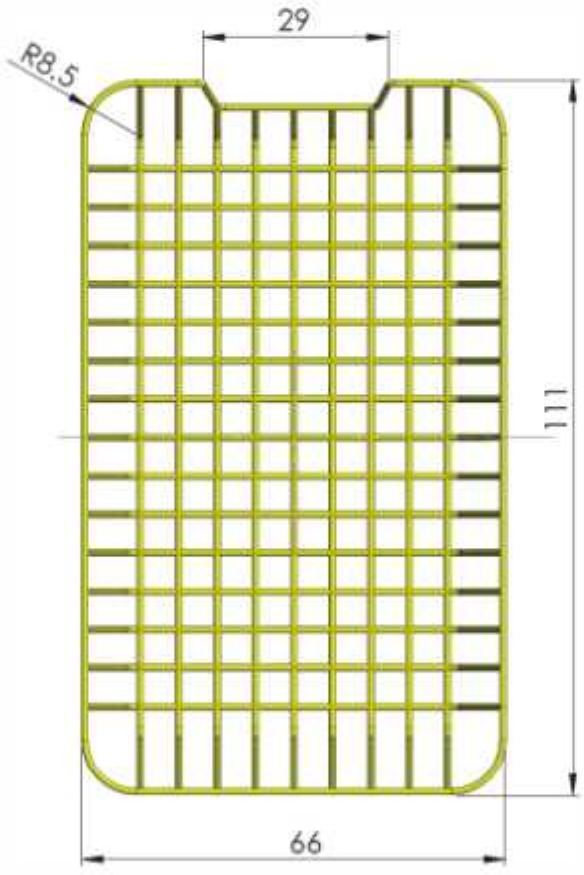
Práctica 5-1

Represente el modelo indicado en la figura adjunta.

10-15 minutos











Vea el DVD
Capítulo 5

Objetivos del tutorial

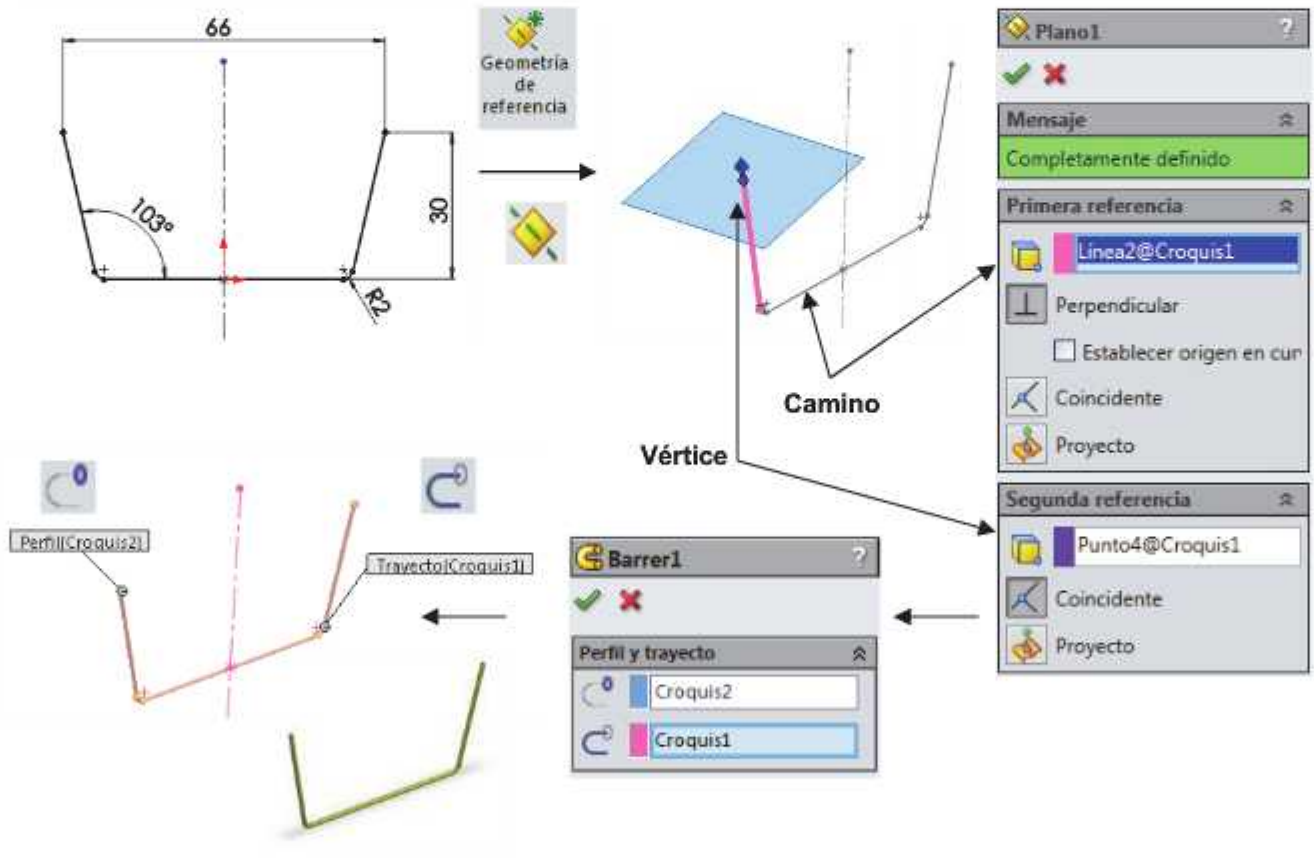
- Repasar las órdenes de creación de **Planos**, **Matrices** y **Simetrías**.
- Repasar el comando **Barrido**.

Práctica guiada 5-1

1. Pulse **Nuevo** desde el Menú de persiana **Archivo** o pulse sobre el icono **Nuevo** desde la Barra de Menú. Seleccione **Pieza** y pulse **Aceptar**. Seleccione el **Plano de Trabajo Alzado** del **Gestor de diseño** y pulse sobre **Normal a** para visualizarlo en verdadera magnitud.

2. Pulse sobre el icono de **Croquis** y seleccione la Herramienta de croquizar **Línea**. Croquice el contorno indicado en la figura para representar uno de los alambres que definen el modelo. Observe como el origen de coordenadas divide el contorno por la línea de simetría. Las esquinas inferiores tienen un redondeo de 2 mm. Acote sus dimensiones con **Cota inteligente.** Pulse **Reconstruir** para hacer que el croquis pase al Gestor de Diseño como elemento independiente.

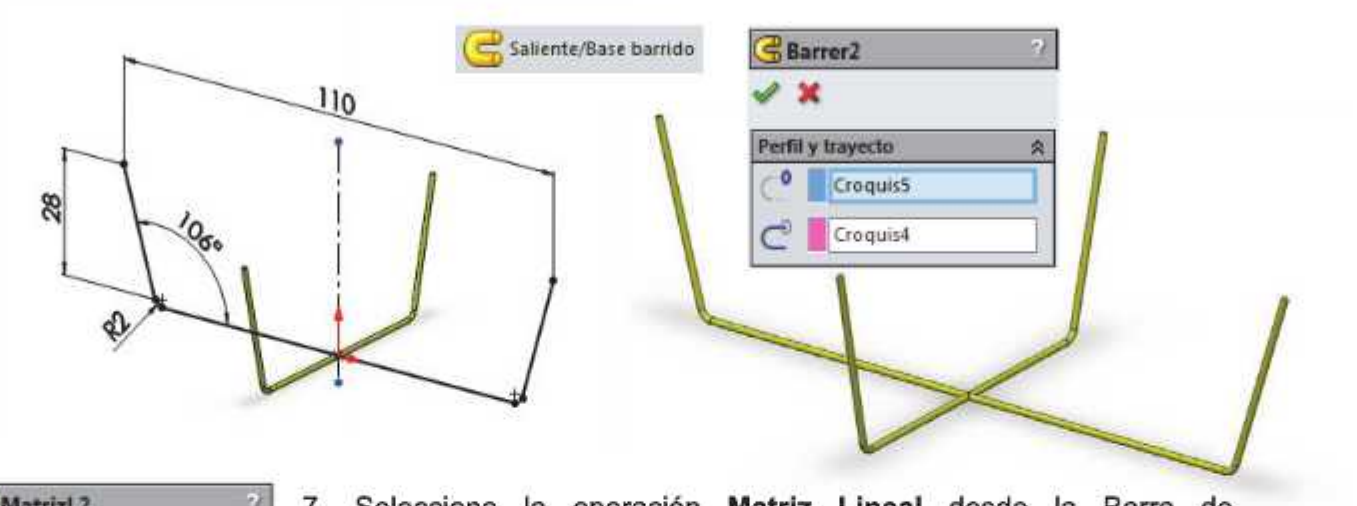
3. Para dibujar la sección circular del alambre cree un plano normal al camino y justo en el inicio del mismo. Pulse **Plano** desde **Geometría de Referencia** y seleccione el camino y el vértice o punto final del camino. Cada uno de ellos representa la **Primera** y la **Segunda Referencia**.



4. Seleccione el plano creado y croquice un círculo de diámetro 1 mm donde el centro del círculo sea coincidente con el inicio del camino. Pulse **Reconstruir**.

5. Seleccione la operación **Saliente/Base Barrido** desde la Barra de Herramientas de **Operaciones** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Saliente/Base**, **Barrer**. Seleccione el **Trayecto** y el **Perfil** desde la **Zona de Gráficos**. Pulse **Aceptar**.

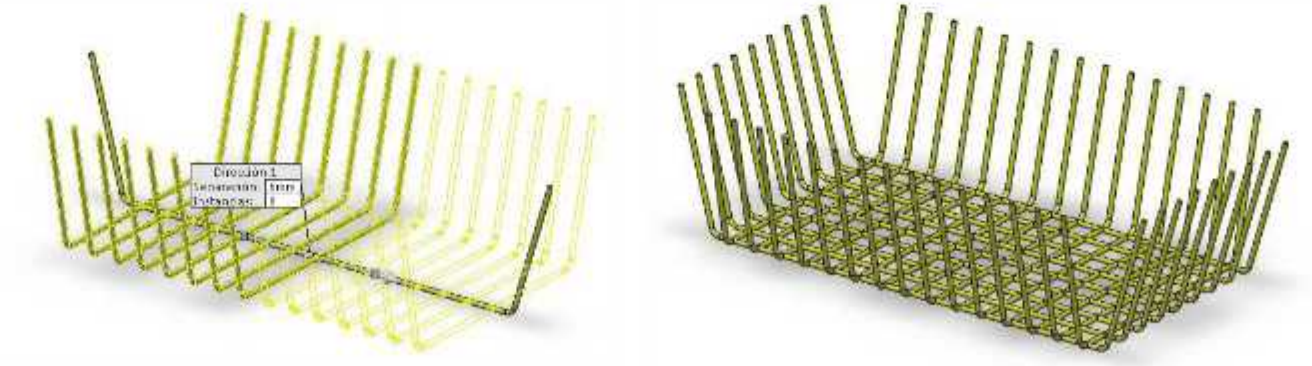
6. Seleccione el plano **Vista Lateral** desde el Gestor de Diseño. Pulse sobre el icono de **Croquis** y seleccione la Herramienta de croquizar **Línea**. Croquice el contorno indicado en la figura de la misma forma que se ha indicado en los apartados 2 y 3. Acote sus dimensiones con **Cota inteligente.** Pulse **Reconstruir** para hacer que el croquis pase al Gestor de Diseño como elemento independiente. Repita el mismo proceso para crear el barrido del alambre.



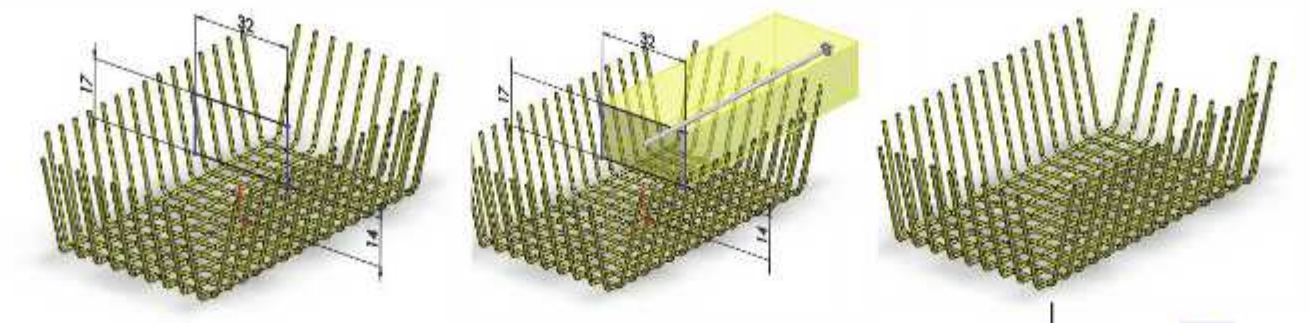


7. Seleccione la operación **Matriz Lineal** desde la Barra de Herramientas de **Operaciones** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Operaciones**, **Matriz Lineal**. Defina las características de su matriz en el **PropertyManager**. En **Operaciones para la matriz** seleccione la operación **Barrer1**. En **Dirección 1** seleccione una línea que defina la dirección. Para ello es conveniente que croquice una línea de croquis para definir la dirección X e Y. Después de dibujar cada una de ellas pulse **Reconstruir** para que la línea de croquis aparezca en el Gestor de diseño y pueda ser seleccionado en la definición de la dirección (Línea1@Croquis3) En **Separación** (6 mm) y en **Número de instancias** (8). Pulse **Aceptar**. Repita el mismo proceso pero invirtiendo la dirección.

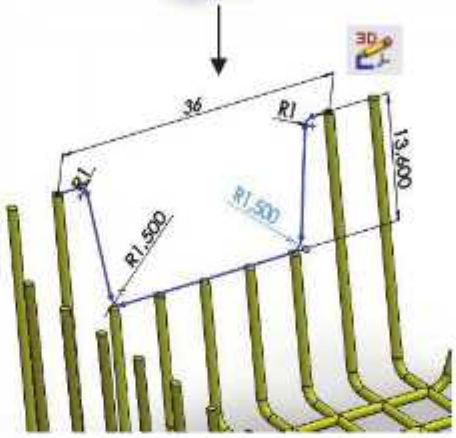
8. Repita el mismo proceso (apartado 7) para el alambre transversal.



9. Para eliminar parte de los alambres croquice un rectángulo de 32 × 17 mm en el plano **Alzado**. Seleccione la operación **Extruir-Corte** y elimine parte de los alambres tal y como se indica en la figura.

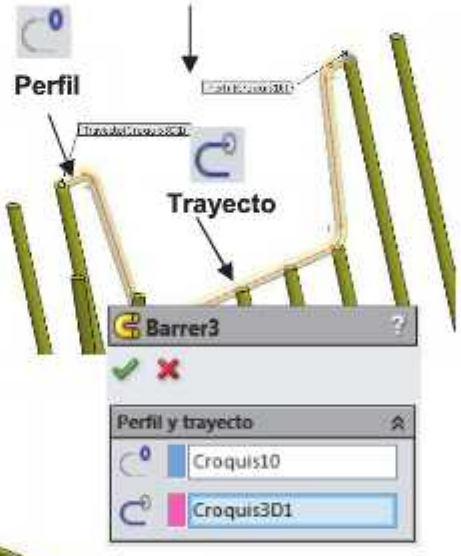


10. Para dibujar el alambre exterior empiece por construir el perfil inferior. Seleccione la operación **Croquis 3D** y croquice el perfil indicado en la figura. Pulse **Cota Inteligente** y defínalo dimensionalmente.



11. Pulse **Plano** desde **Geometría de Referencia** y seleccione el camino y el vértice o punto final del camino en uno de sus extremos. Croquice un círculo en el plano creado. Puede emplear el círculo como perfil para crear el barrido con el camino previamente creado.

12. Seleccione la operación **Saliente/Base Barrido** desde la Barra de Herramientas de **Operaciones** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Saliente/Base**, **Barrer**. Seleccione el **Trayecto** y el **Perfil** desde la **Zona de Gráficos**. Pulse **Aceptar**.



13. Repita el mismo procedimiento para crear el alambre exterior del modelo.

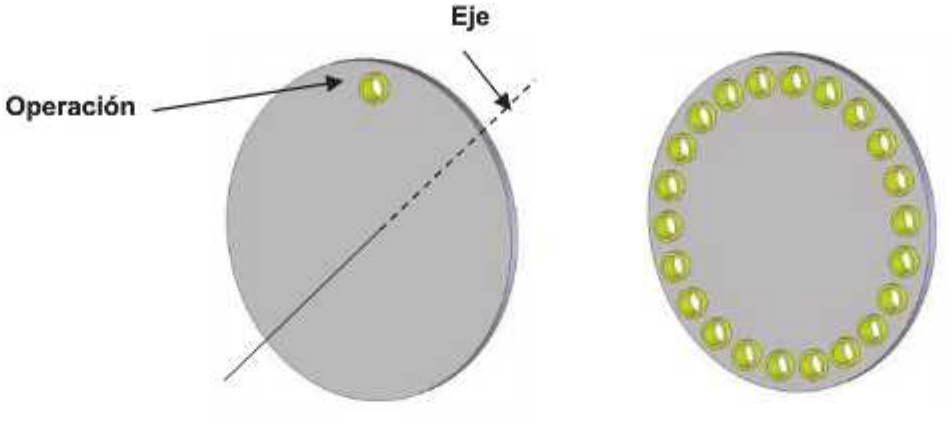




Vea el DVD
Capítulo 5

5.3.3 Matriz circular

Copia una o más operaciones de forma uniforme y equidistante alrededor de un **Eje** previamente creado y seleccionado.



Vea el DVD Capítulo 5

Figura 5.31. **Matriz Circular**.

Para crear una **Matriz circular** las etapas que debe seguir son:

1- Cree la operación a copiar y el **Eje para la Matriz**.

2- Seleccione la operación **Matriz Circular** desde la Barra de Herramientas de **Operaciones** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Operaciones**, **Matriz circular**.

3- Defina las características de la matriz en el **PropertyManager**. Indique las **Operaciones** a copiar, el **Eje de la Matriz**, la **Separación** o el **Ángulo** entre cada uno de los elementos copiados y el **Número de instancias** o veces que desee que se copien.

4- Pulse **Aceptar**.



Parámetros

- **Eje de Matriz.** Seleccione desde la **Zona de Gráficos** o desde el **Gestor de Diseño** un **Eje**, **Arista** o **Cota angular**. La copia de las operaciones seleccionadas se realiza a partir del **Eje** seleccionado. Pulse **Invertir Dirección** para cambiar el sentido de copia de las operaciones (de derechas a izquierdas o de izquierdas a derechas).

- **Ángulo.** Defina el **Ángulo** entre cada una de las instancias copiadas.

- **Número de instancias.** Defina el **Número de elementos** que desea copiar alrededor del **Eje** seleccionado.

- **Separación igual.** Define un ángulo total de 360º y reparte el número de instancias a copiar.



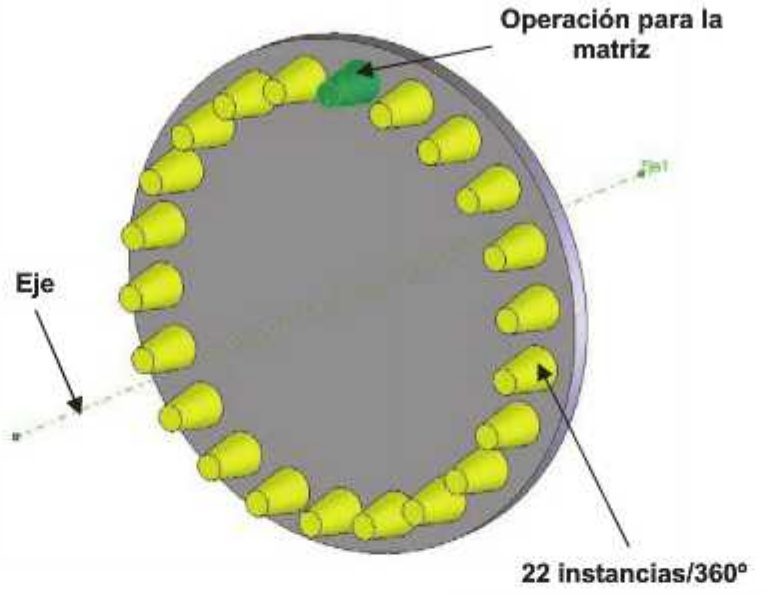
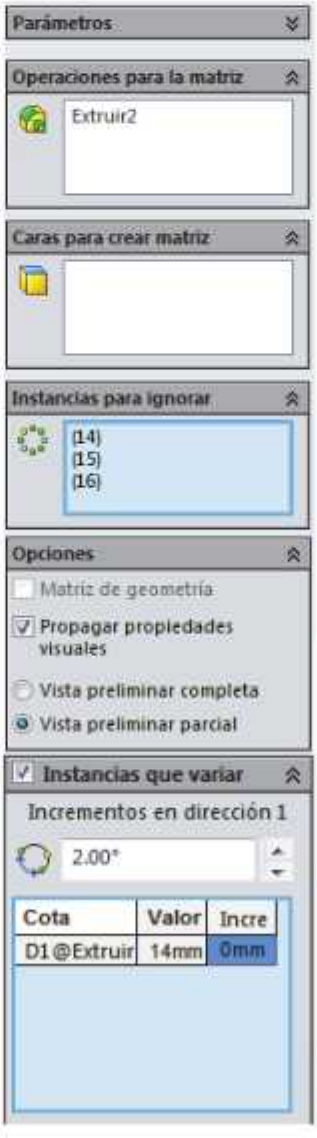


Figura 5.32. **Matriz Circular. Parámetros**.



Operaciones para la matriz

Seleccione la operación que desea copiar alrededor del **Eje**. Puede seleccionar más de una operación. La selección puede realizarla desde el **Gestor de Diseño** o desde la **Zona de Gráficos**.

Caras para crear matriz

Permite seleccionar únicamente las **Caras** de las operaciones sin tener en cuenta la propia operación.

Instancias a saltar

Seleccione, desde la **Zona de Gráficos** y con el botón izquierdo del ratón, las operaciones que no desee copiar al efectuar la **Matriz Circular**. Cada una de las operaciones aparece en el **PropertyManager** como **Instancias a saltar** y no aparece después de pulsar **Aceptar**.

Opciones

Active o desactive las **Opciones Matriz de geometría** o **Propagar propiedades visuales**.

En **Instancias que variar** puede definir un incremento, de forma acumulativa, para la separación entre los centros de las instancias de la matriz.

5.3.4 Matriz conducida por Curva

La Operación **Matriz conducida por Curva** crea una matriz o copia de operaciones equidistantes a lo largo de una **Curva plana**, **Segmento de croquis** o **Arista**.

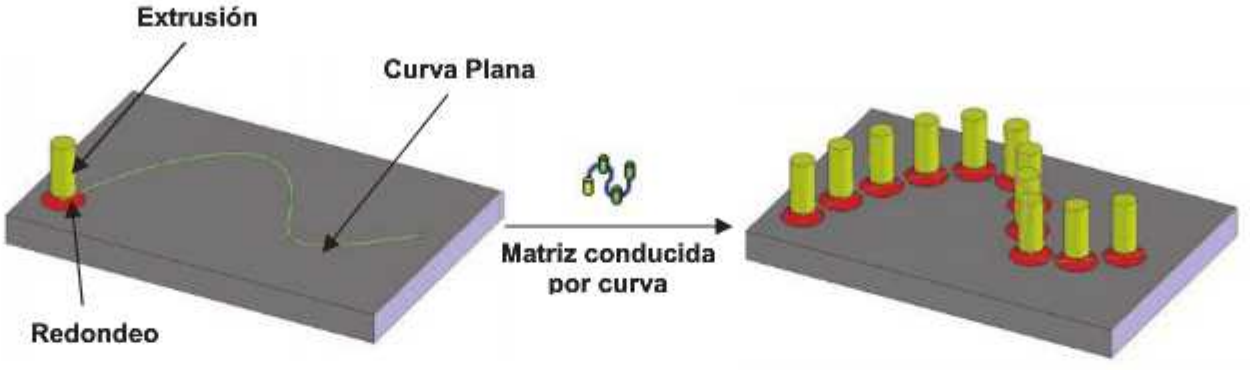


Figura 5.33. **Matriz conducida por Curva**.

Para crear una **Matriz conducida por una Curva** las etapas que debe seguir son:

1- Cree las operaciones a copiar.

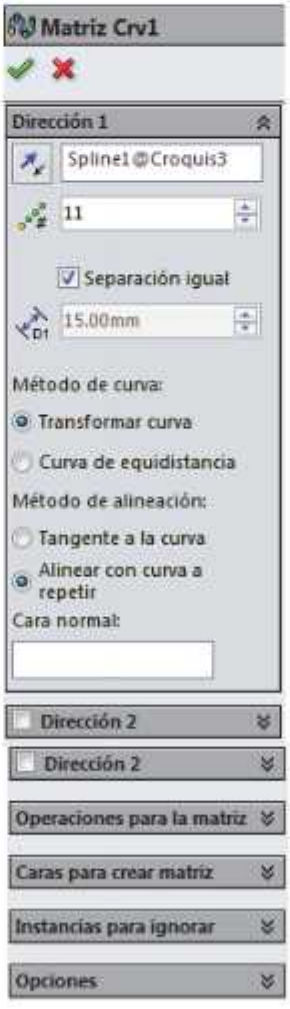
2- Croquice una **Curva plana** o **Segmento de croquis** para definir el camino de la matriz conducida. Pulse **Reconstruir** para ascender el croquis en el **Gestor de Diseño.**

3- Seleccione la operación **Matriz conducida por Curva** desde la Barra de Herramientas de **Operaciones** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Operaciones**, **Matriz conducida por Curva.**

4- Seleccione las **Operaciones** a copiar desde el **Gestor de Diseño** o desde la **Zona de Gráficos**. Observe como aparecen registradas en **Operaciones para la matriz**.

5- Defina la **Dirección 1 y 2**, las **Caras para crear la matriz**, **Instancias a saltar** y **Opciones**.

6- Pulse **Aceptar** para crear la **Matriz**.



Dirección 1 y 2

Seleccione una **Curva plana**, **Segmento de croquis** o **Arista** para definir el trayecto. Indique la dirección de la misma en **Invertir Dirección** y establezca en **Número de operaciones y** la **Distancia** entre ellas a copiar durante el trayecto. Active **Separación igual** para que las operaciones copiadas se encuentren equidistantes a lo largo de la **Curva** o **Arista**.

Defina el **Método de Curva** y el **Método de alineación** de las operaciones.

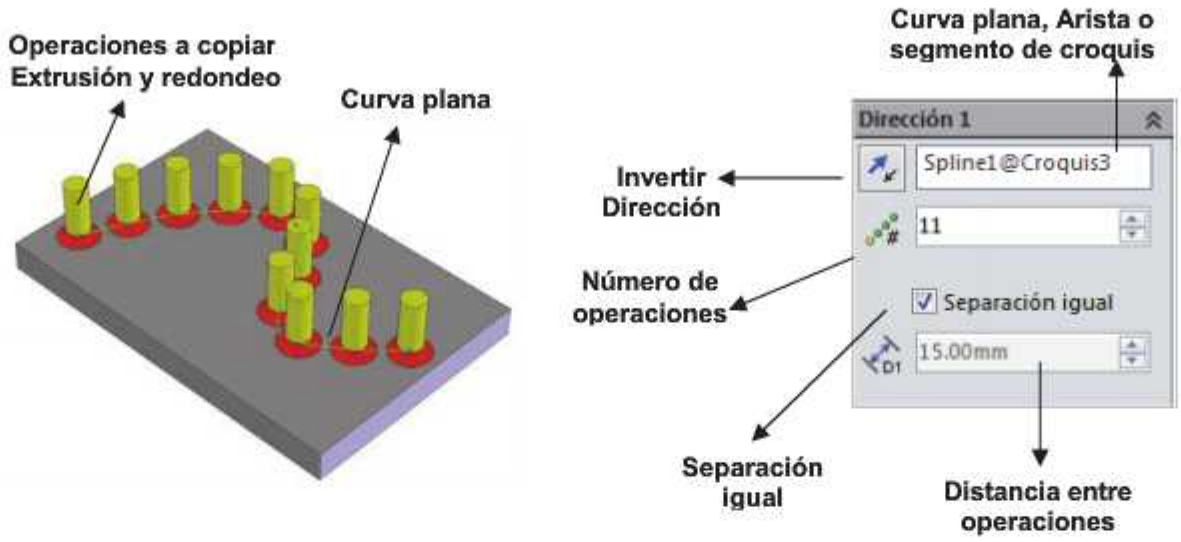


Figura 5.34. **Matriz conducida por Curva. Direcciones**.

Método de Curva

Establece la dirección de la matriz en función de la **Curva** seleccionada. Puede activar **Transformar Curva** o **Equidistanciar Curva**.

- **Transformar Curva.** Los incrementos en X e Y (ΔX, ΔY) se mantienen constantes para cada una de las operaciones copiadas desde el origen de la **Curva** hasta la operación.

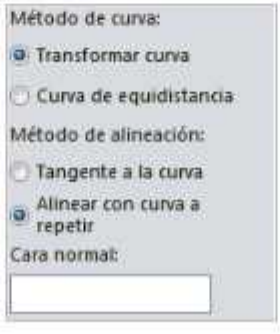
- **Equidistanciar Curva.** La distancia desde el origen de la **Curva** hasta la operación de matriz seleccionada se mantienen para cada una de las entidades copiadas.

Método de alineación

Puede definir una alineación **Tangente a la Curva** o **Alinear con Curva a repetir**.

- **Tangente a la Curva.** Alinea las operaciones copiadas de forma **Tangente a la Curva** que define la **Dirección de la matriz**.

- **Alinear con Curva a repetir.** Cada una de las operaciones copiadas se alinean según su posición original.





Vea el DVD
Capítulo 5

Figura 5.35. **Método de Curva** y **Método de alineación**.

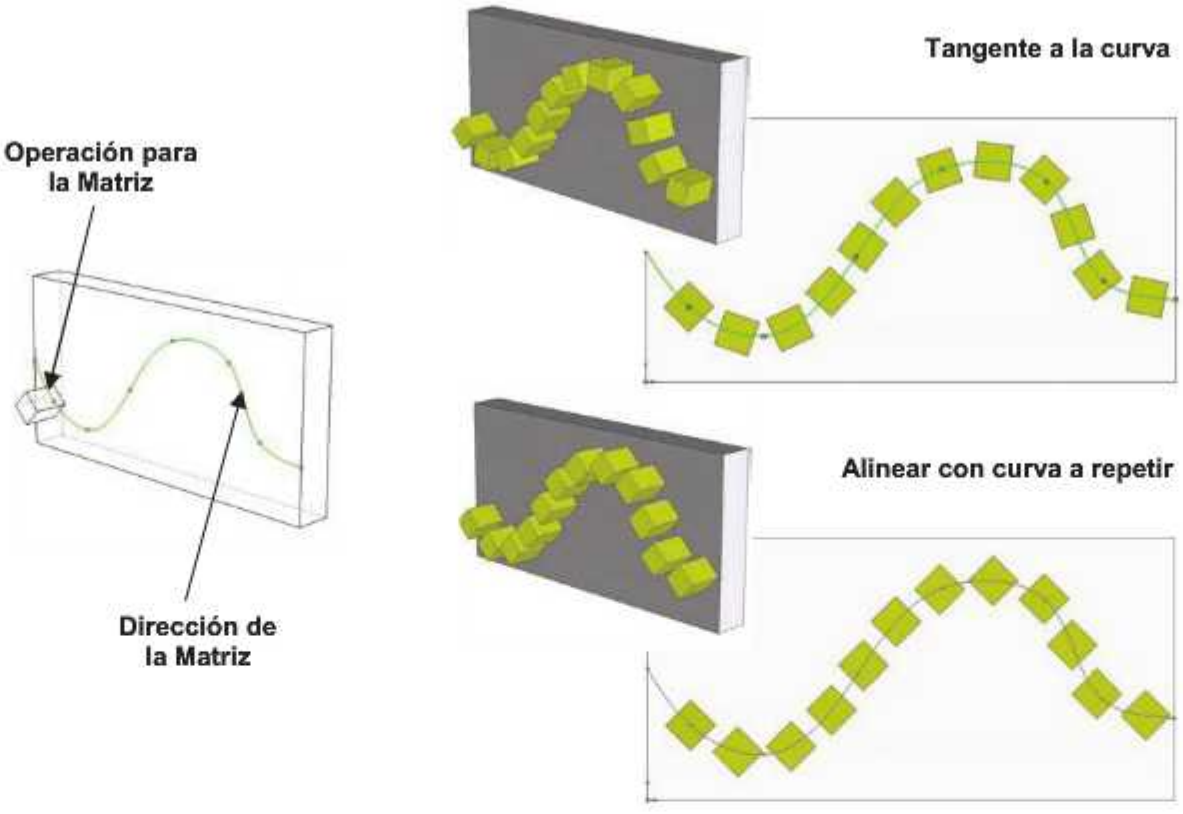


Figura 5.36. **Método de alineación. Tangente a la Curva** y **Alinear con Curva a repetir**.

Normal a la cara

Permite realizar una **Matriz conducida por una Curva en 3D** (solo para Curvas en 3D). Seleccione la cara sobre la que se encuentra croquizada la Curva 3D.

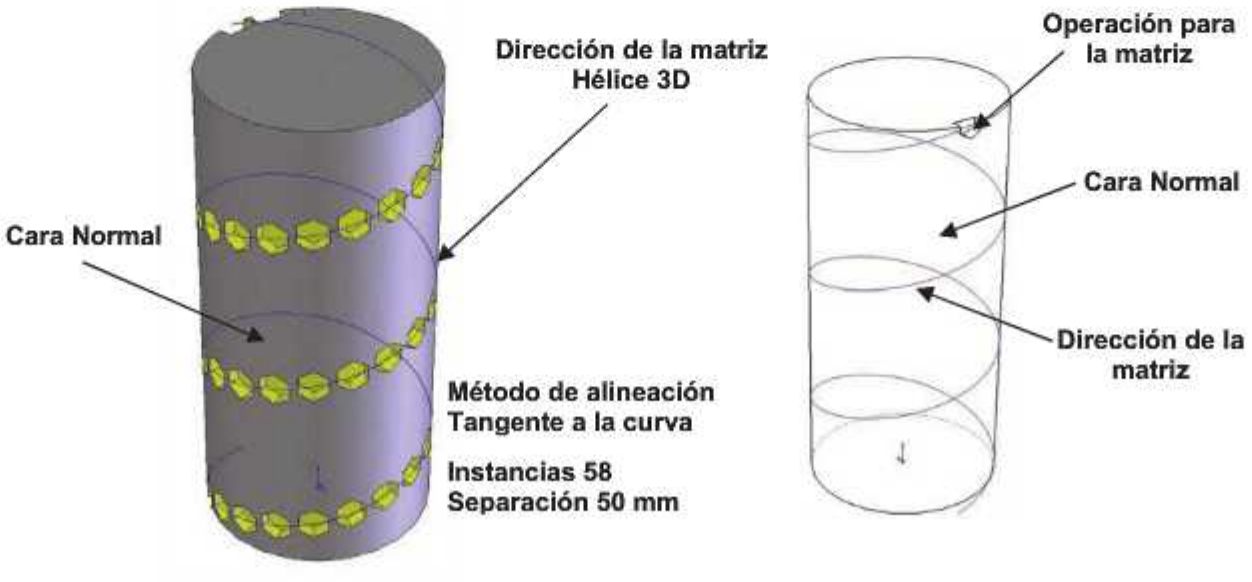
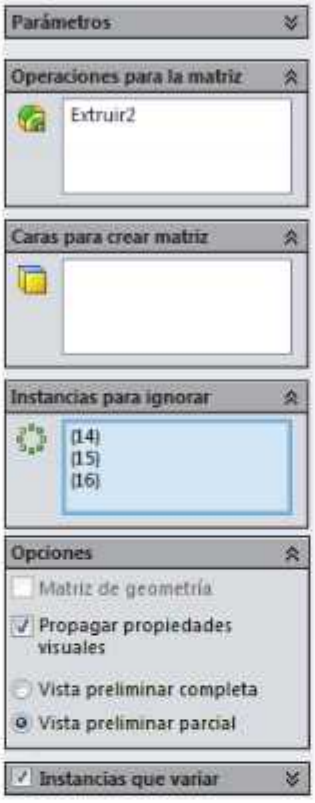


Figura 5.37. **Matriz conducida por Curva. Normal a la Cara**.

Caras para crear matriz

Permite seleccionar únicamente las **Caras** de las operaciones sin tener en cuenta la propia operación.



Sólidos para crear la matriz

En los **sólidos multicuerpo** puede seleccionar una **Dirección para la matriz** y un sólido a copiar.

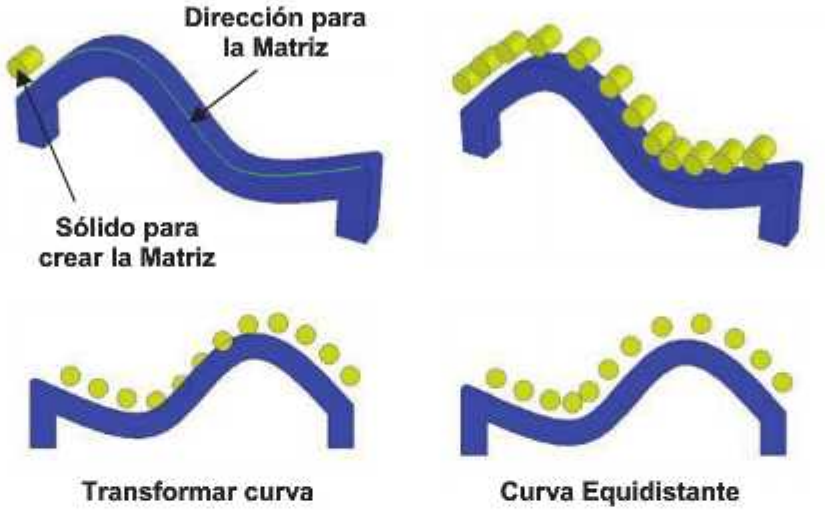


Figura 5.38. **Sólidos para crear Matriz**.

Instancias a saltar

Seleccione desde la **Zona de Gráficos** y con el botón izquierdo del ratón las operaciones que no desee copiar al efectuar la **Matriz conducida por Curva**. Cada una de las operaciones aparece en el **PropertyManager** como **Instancias a saltar** y no aparece después de pulsar **Aceptar**.

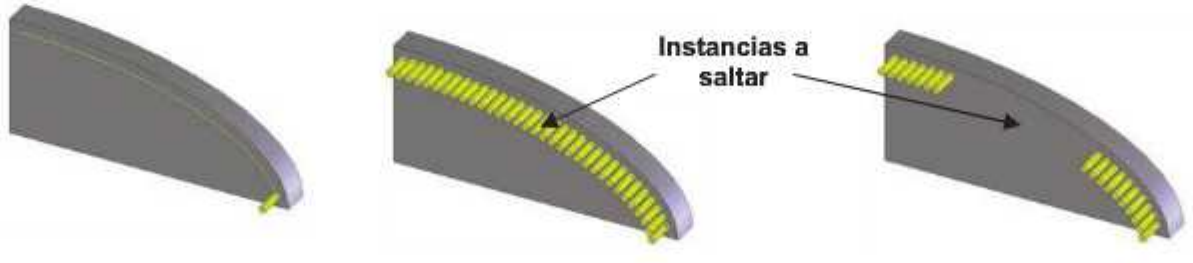


Figura 5.39. **Instancias a saltar**.

Opciones

Active o desactive las **Opciones Matriz de geometría** o **Propagar propiedades visuales**. Véase página 220 (**Propagar propiedades visuales**).

5.3.5 Matriz conducida por croquis

Crea una **Matriz** o copia de operaciones previamente seleccionadas haciendo que se repartan sobre los **Puntos de un croquis** indicado sobre la cara de un modelo. Útil para la creación de **Taladros** sobre placas u operaciones semejantes.

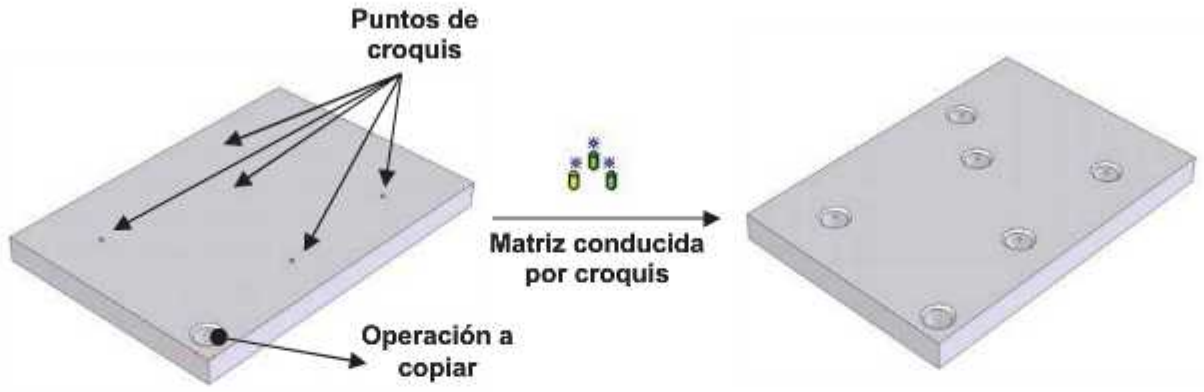


Figura 5.40. **Matriz conducida por croquis**.

Para crear una **Matriz conducida por un croquis** las etapas que debe seguir son:

1- Cree las operaciones a copiar.

2- Croquice **Puntos** sobre la cara dónde desee que se copie la operación desde la **Barra de Croquis** o desde el Menú de Persiana **Herramientas**, **Entidad de Croquis**, **Punto**. Acote cada uno de los Puntos para ubicarlos sobre su modelo. Pulse **Reconstruir** para ascender el croquis en el **Gestor de Diseño.**

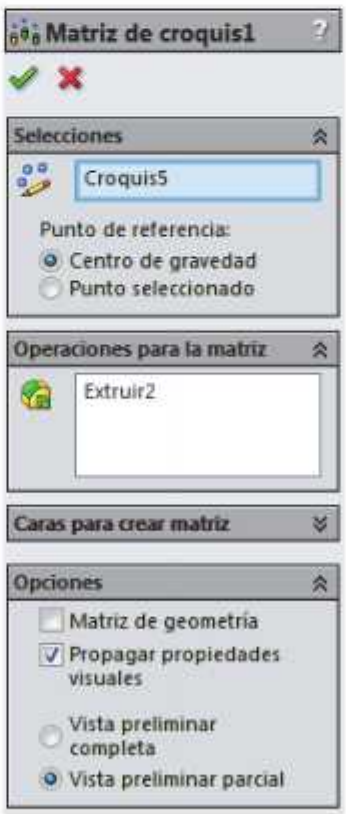
3- Seleccione **Matriz conducida por croquis** desde la Barra de Herramientas **Operaciones** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Matriz/Simetría**, **Matriz conducida por croquis**. Seleccione el **croquis** que define los Puntos desde el **Gestor de Diseño** o desde la **Zona de Gráficos**.

   Active **Centro de Gravedad** para emplear el centro de gravedad de la operación a repetir o active **Punto Seleccionado** para emplear otro **Punto** (Vértice de referencia).

4- En **Operaciones para la Matriz** seleccione las operaciones desde el **Gestor de Diseño** o desde la **Zona de Gráficos**.

5- En **Opciones** defina **Matriz de geometría** y/o **Propagar propiedades visuales**.

6- Pulse **Aceptar**.



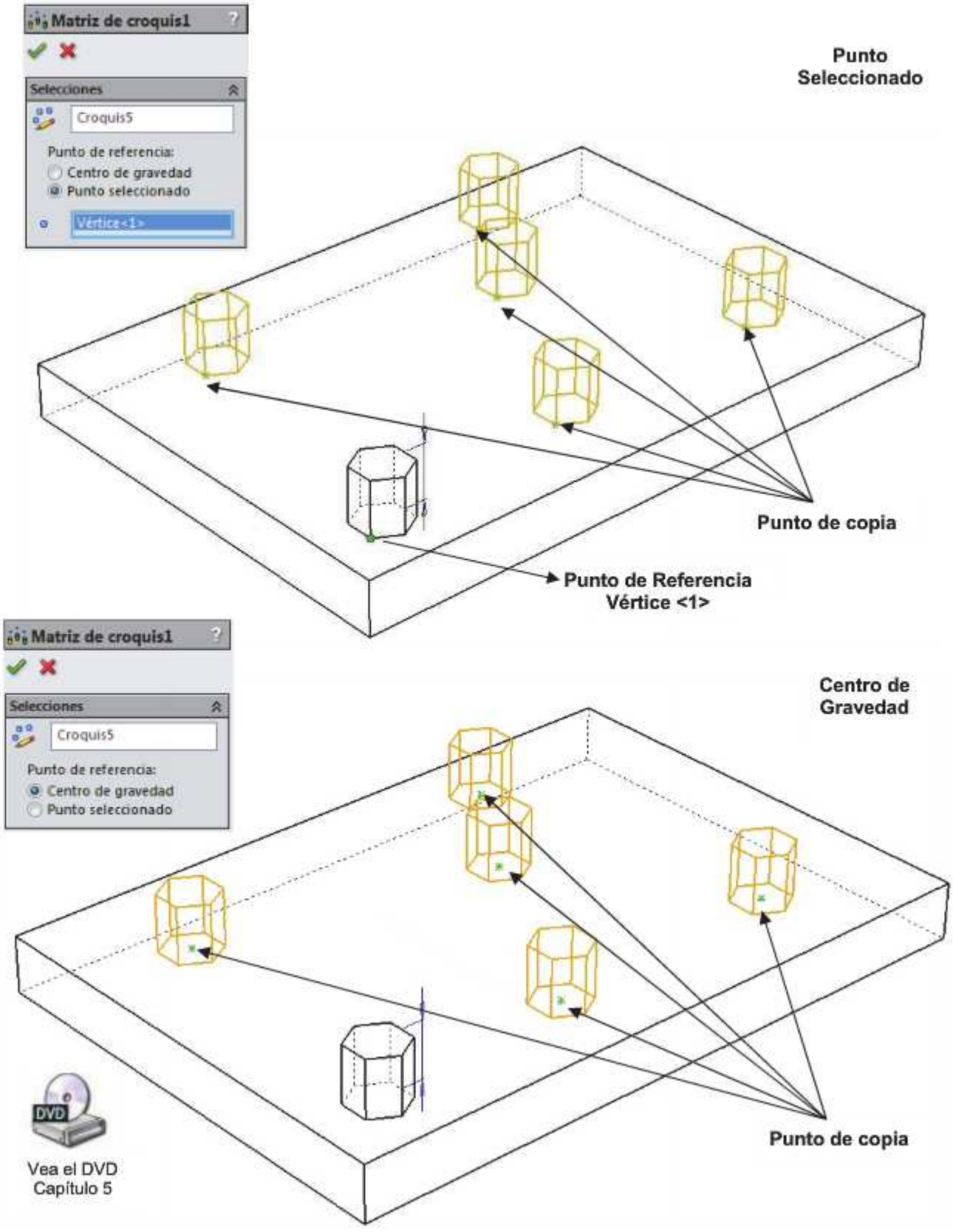
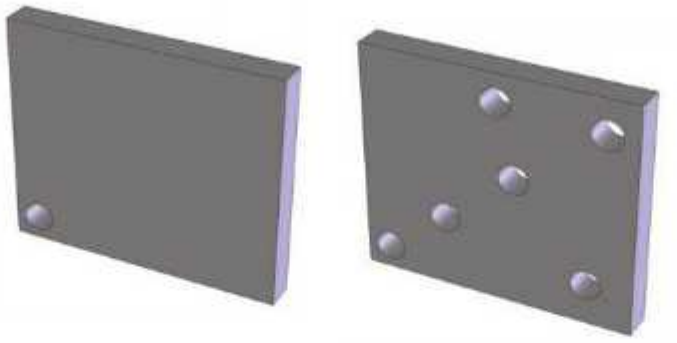


Figura 5.41. **Matriz conducida por croquis. Selección de croquis**.

5.3.6 Matriz conducida por tabla

Crea una **Matriz** de una o varias operaciones partiendo de una **Tabla** en la que se indican las coordenadas X e Y del centro de las operaciones.



	X	Y
Punto 1	28	25
Punto 2	51	45
Punto 3	45	70
Punto 4	80	68
Punto 5	75	14

Figura 5.42. **Matriz conducida por tabla**.

La **Matriz conducida por tabla** es muy apropiada para la creación de taladros pero también puede usarla para cualquier otro tipo de operación.

Para crear una **Matriz conducida por tabla** las etapas que debe seguir son:

1- Cree la operación u operaciones a repetir.

2- Cree un **Sistema de Coordenadas** para definir el origen de la matriz y los **Ejes** de referencia (X e Y).

3- Seleccione la operación **Matriz conducida por tabla** desde la Barra de Herramientas **Operaciones** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Matriz/Simetría**, **Matriz conducida por Tabla**.

4- Seleccione la tabla desde un archivo (**Leer un archivo desde**) o cree la tabla desde el **PropertyManager** de **Matriz conducida por tabla**. Defina el **Punto de referencia** o el **Centro de gravedad**, los sólidos, operaciones o caras a copiar y Active/Desactive las opciones **Matriz de Geometría** y **Propagar propiedades visuales**.

5- Pulse **Aceptar** para crear la matriz conducida por Curva.

Leer un archivo desde

Pulse sobre la pestaña **Examinar...** y localice un fichero de texto (**.txt**) con las coordenadas X e Y de los centros de las entidades a copiar por la matriz. Los archivos para la matriz deben contener dos columnas separadas por un espacio o coma, siendo la primera representativa del eje X y la segunda del eje Y. Como por ejemplo: 23,34. X = 23 e Y = 34.

Punto de referencia

Especifique el **Punto de referencia** (**Punto seleccionado** o **Centro de Gravedad**) de la operación a copiar respecto de las coordenadas indicadas.

- **Punto seleccionado.** Seleccione un **Punto** de la operación para la referencia de las coordenadas de copiado.
- **Centro de gravedad.** La referencia se toma como el centro de gravedad de la entidad geométrica seleccionada para el copiado mediante la matriz.

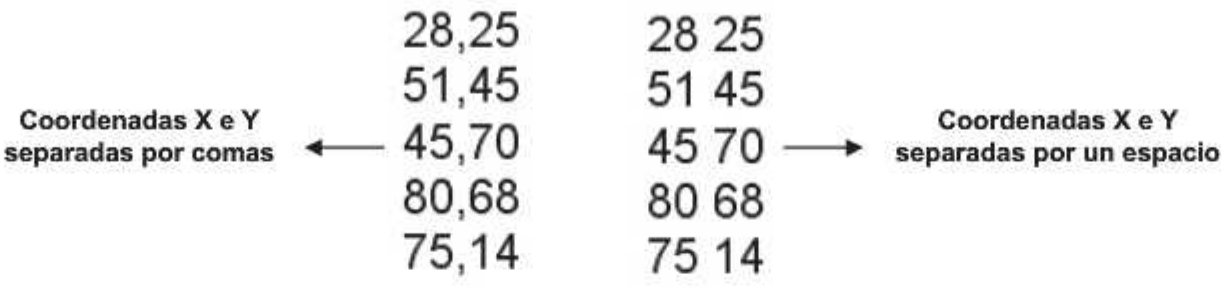


Figura 5.43. **Leer un archivo desde**. Coordenadas X e Y del fichero **.txt**.

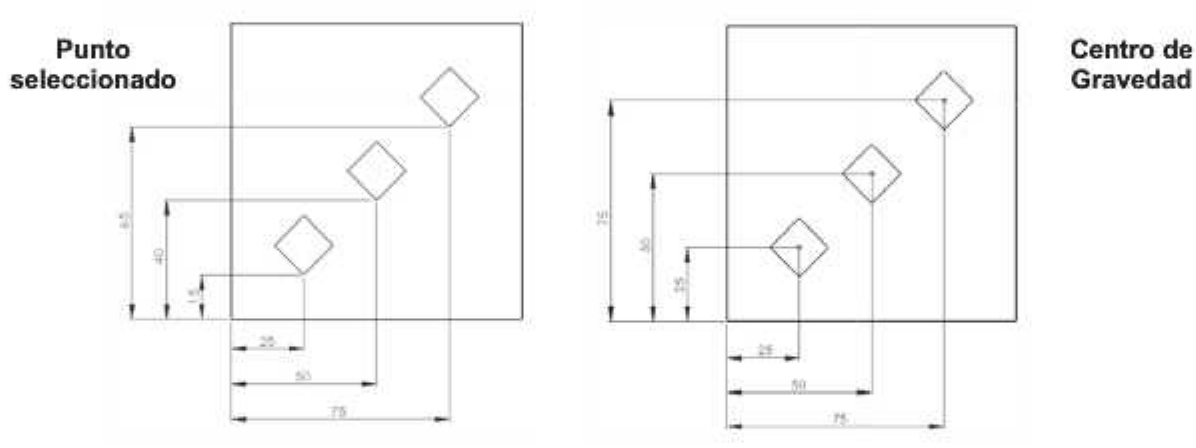


Figura 5.44. **Punto de referencia. Punto seleccionado** y **Centro de gravedad**.

Sistema de coordenadas

Seleccione el **Sistema de Coordenadas** a utilizar para la **Matriz** desde el **Gestor de Diseño**. El **Sistema de Coordenadas** debe crearlo previamente e indicar el origen de coordenadas, el eje X e Y, así como sus direcciones.

Operaciones, Caras o sólidos a copiar

Seleccione las **Operaciones**, las **Caras** o los **Sólidos** que desee copiar con la **Matriz conducida por tabla**. La selección puede realizarla desde el **Gestor de Diseño** o desde la **Zona de Gráficos**.

Matriz de Geometría y Propagar propiedades visuales

Active o desactive las casillas de **Matriz geométrica** y **Propagar propiedades visuales** según las características requeridas para su diseño.

Tabla de coordenadas X e Y

Rellene la tabla adjunta en el **PropertyManager** para definir la localización de las **Operaciones**, **Caras** o **Sólidos** a copiar con la **Matriz**.

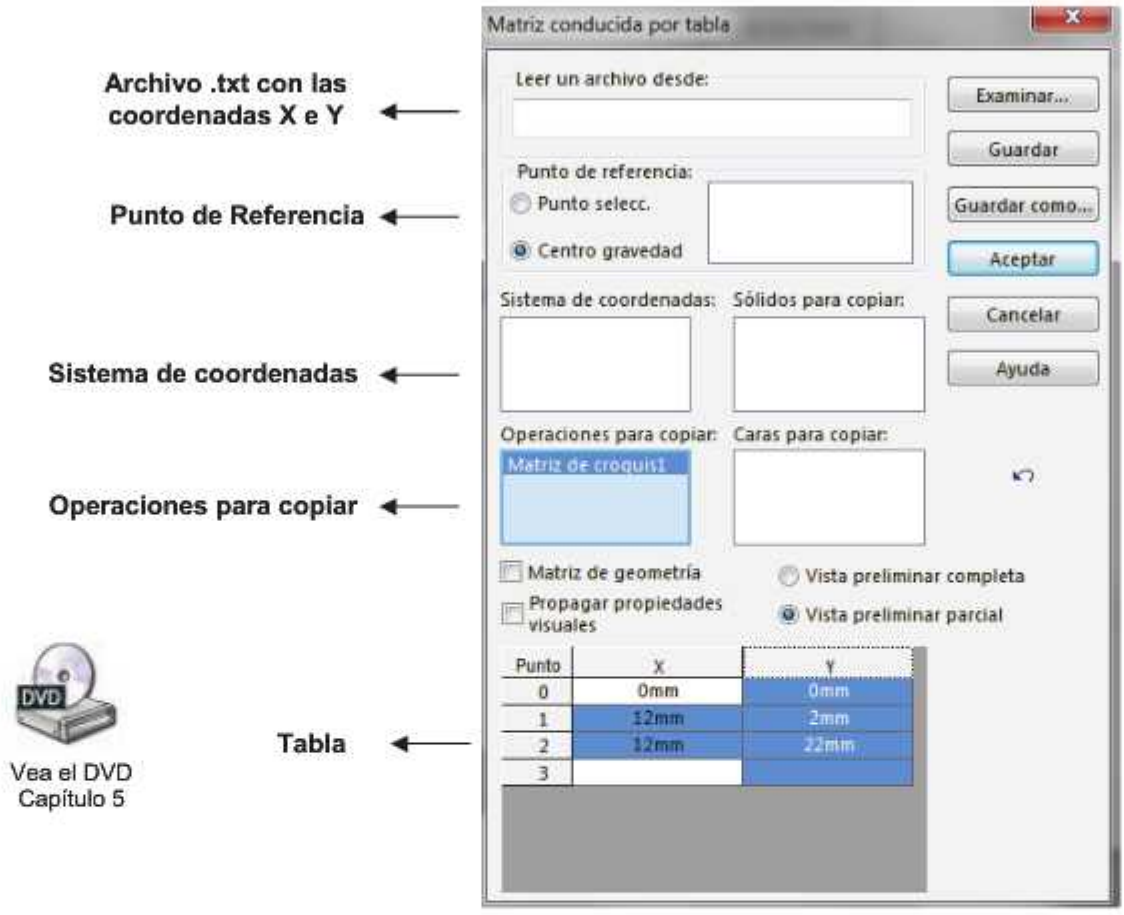


Figura 5.45. **PropertyManager** de **Matriz conducida por tabla**.

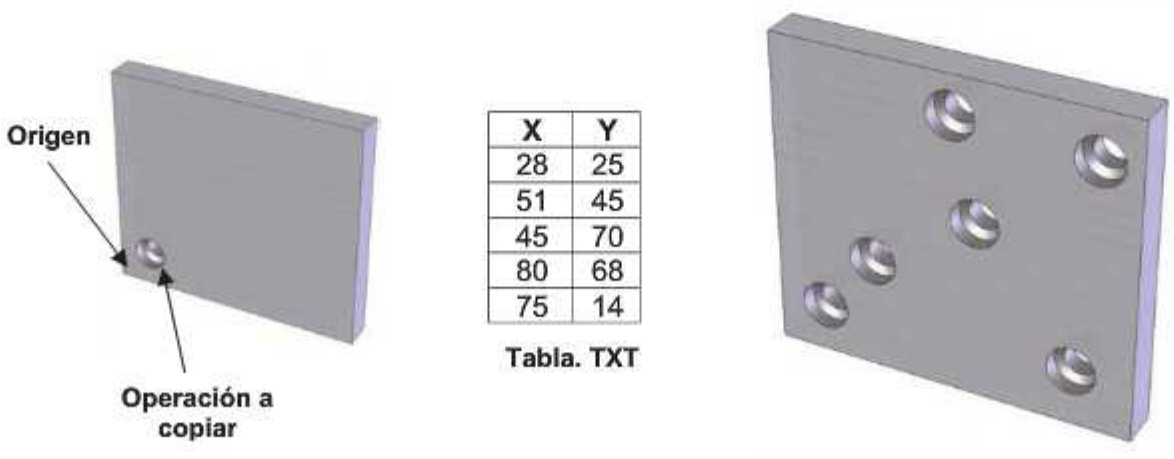


Figura 5.46. **Matriz conducida por tabla**.

5.4 Simetría

Simetría permite crear una copia de una operación o de un conjunto de operaciones previamente seleccionadas respecto de un **Plano de simetría**. La simetría obtenida aparece en el **Gestor de Diseño** y es dependiente de las operaciones de partida de forma que cualquier modificación efectuada en el objeto original modifica las copias obtenidas por la simetría.

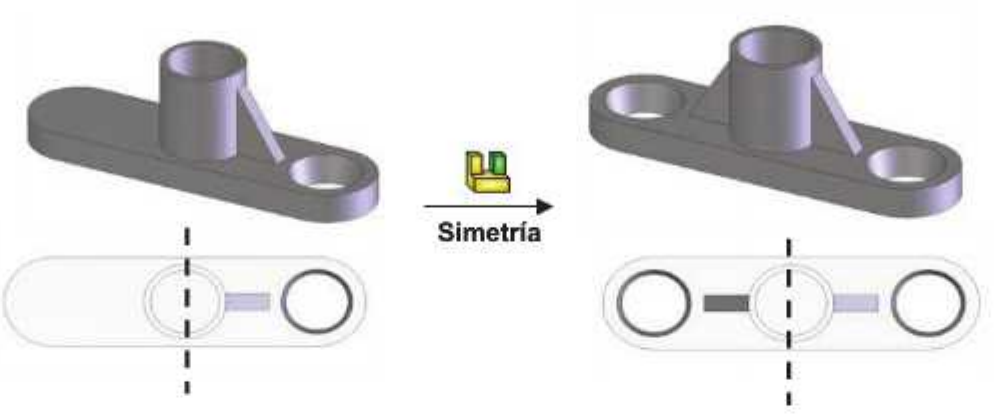


Figura 5.47. **Simetría de Taladro** y **Nervio**.

La Operación **Simetría** es aplicable a **Operaciones** y a **Sólidos** (creación de piezas multicuerpo). En ambos casos, es necesario seleccionar una **Cara** o **Plano de simetría** y las **Operaciones** o los **Sólidos** a copiar por la simetría.

Para crear una **Simetría de operación** las etapas que debe seguir son:



1- Cree la **Operación** u **Operaciones** que desee copiar por **Simetría**.

2- Seleccione la operación **Simetría** desde la Barra de Herramientas **Operaciones** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Matriz/Simetría**, **Simetría**.

3- Seleccione una **Cara** o un **Plano** desde la **Zona de Gráficos** o desde el **Gestor de Diseño**. La cara seleccionada define el **Plano de simetría** de la operación.

4- Seleccione las **Operaciones** para hacer **Simetría** desde la **Zona de Gráficos** pulsando sobre alguna de sus caras o desde el **Gestor de Diseño**.

5- Active la pestaña **Caras para hacer simetría** si desea indicar una cara del modelo como referencia de **Plano de simetría**. Es útil cuando no dispone de planos o trabaja con piezas importadas que no los incluyen.

6- En **Opciones** active o desactive las casillas de **Matriz de geometría** o **Propagar propiedades visuales**. Pulse **Aceptar** para crear la **Simetría de operación**.

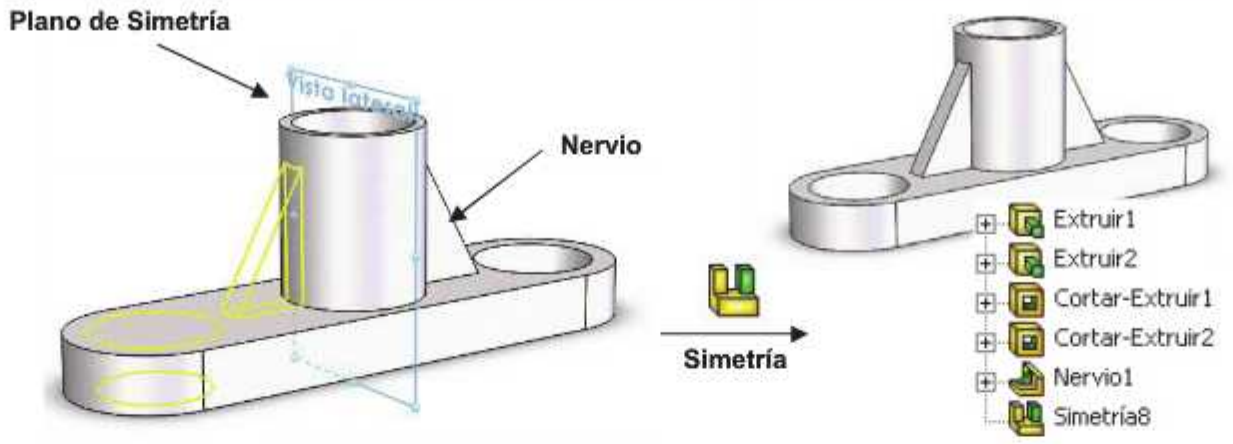


Figura 5.48. **Simetría de Operación Taladro** y **Nervio**.

Para crear una **Simetría de un sólido** o **Superficie** las etapas que debe seguir son:

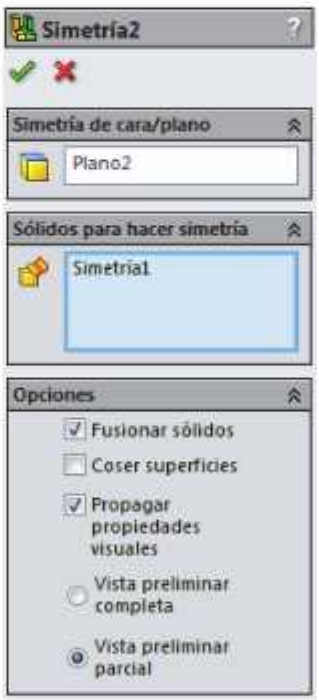
1- Cree un **Sólido** o **Superficie** para copiar **Simetría**.

2- Seleccione la Operación **Simetría** desde la Barra de Herramientas **Operaciones** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Matriz/Simetría**, **Simetría**.

3- Seleccione una **Cara** o un **Plano** desde la **Zona de Gráficos** o desde el **Gestor de Diseño**. La cara seleccionada define el **Plano de simetría** de la operación.

4- Seleccione el **Sólidos** para hacer **Simetría** desde la **Zona de Gráficos** pulsando alguna de sus **Caras**.

5- Active la pestaña **Caras para hacer simetría** si desea indicar una cara del modelo como referencia de **Plano de simetría**. Es útil cuando no dispone de planos o trabaja con piezas importadas que no los incluyen.



6- En **Opciones** active o desactive las casillas de **Fusionar sólidos**, **Coser Superficies** o **Propagar propiedades visuales**.

Fusionar sólidos. Su activación crea un único sólido formado por el sólido original y por el sólido creado por simetría.

Coser superficies. Si la entidad seleccionada para crear la simetría es una superficie la activación de Coser permite crear una única entidad

Propagar propiedades visuales. Su activación permite trasladar las **Propiedades Visuales (Colores y Texturas)** del **Sólido** seleccionado al **Sólido** creado por **Simetría**.

7- Pulse **Aceptar** para crear la **Simetría de Sólido**.

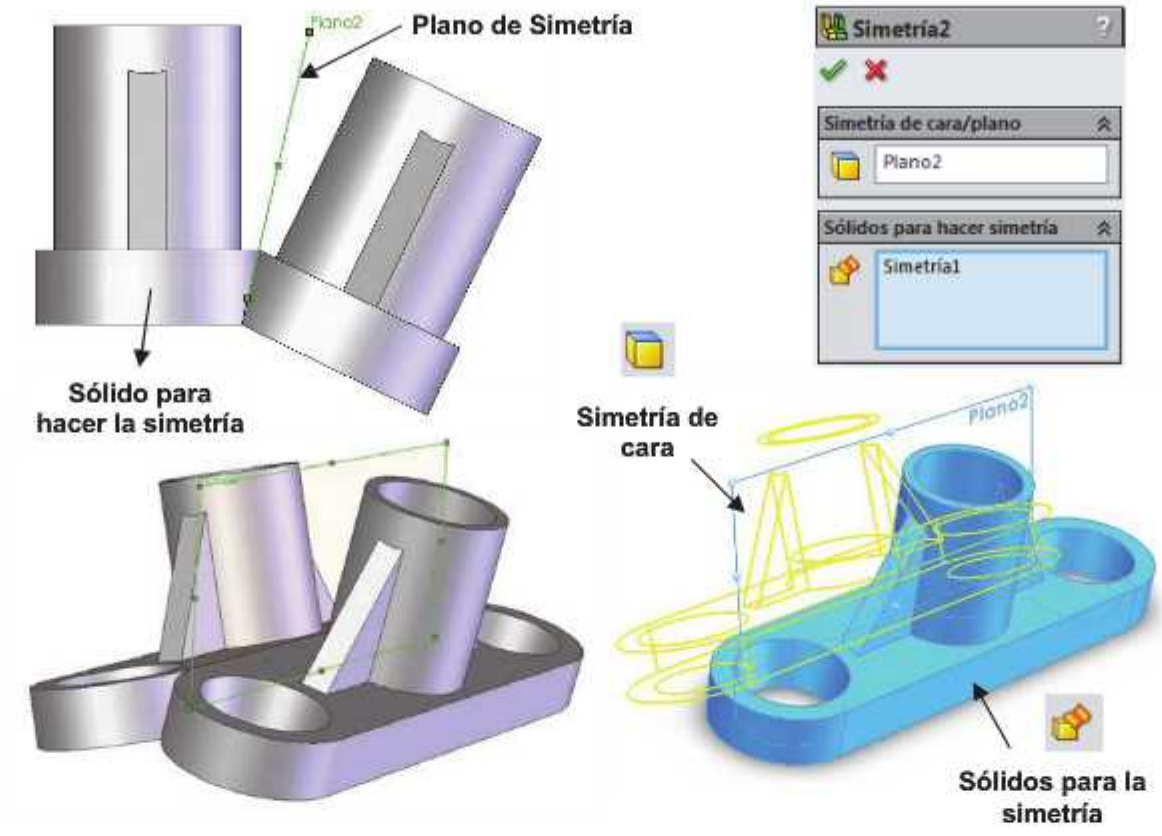


Figura 5.49. **Simetría de Sólido**.

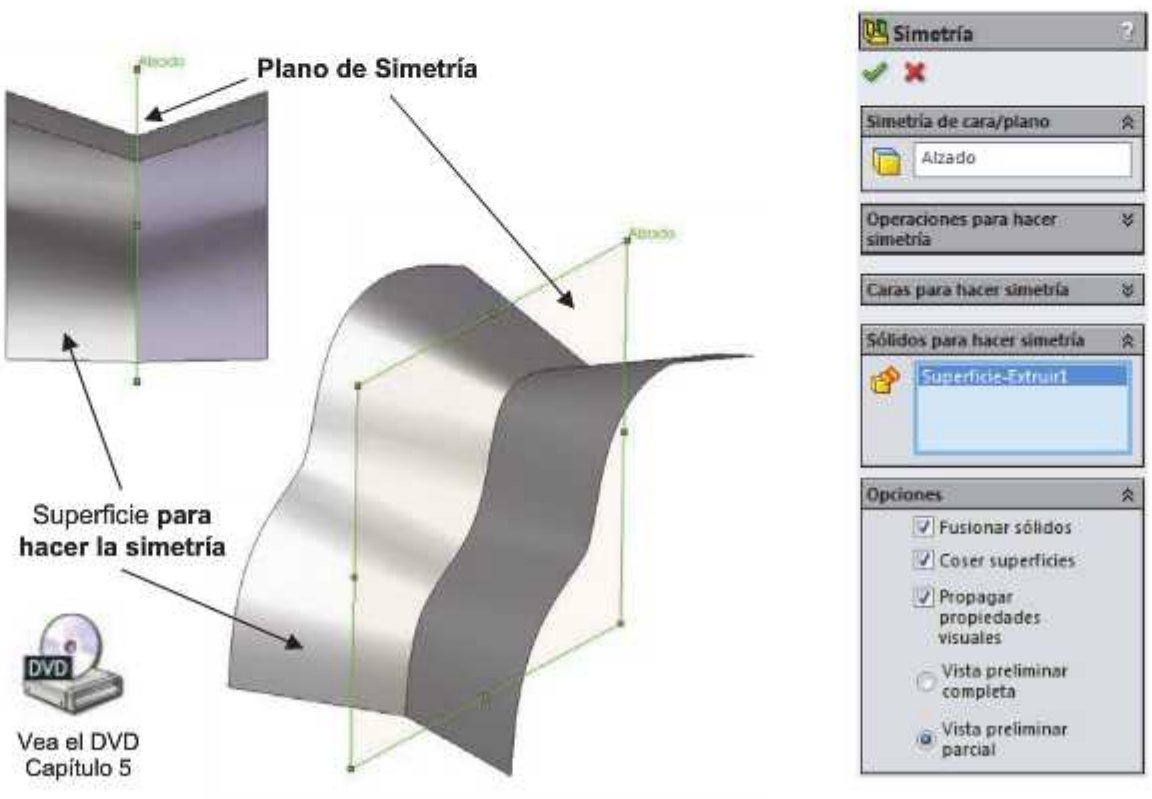


Figura 5.50. **Simetría de Superficie**.

5.5 Ángulo de salida

La operación **Ángulo de salida** ahúsa las caras seleccionadas de un modelo a partir de la definición de su ángulo. El **Ángulo de salida** es muy empleado en el diseño de piezas de plástico para facilitar el desmoldeo después de su inyección en la cavidad de un molde. Las paredes verticales sin ángulo de salida dificultan su extracción mientras que las paredes ahusadas con cierto ángulo permiten la expulsión sin grandes dificultades.

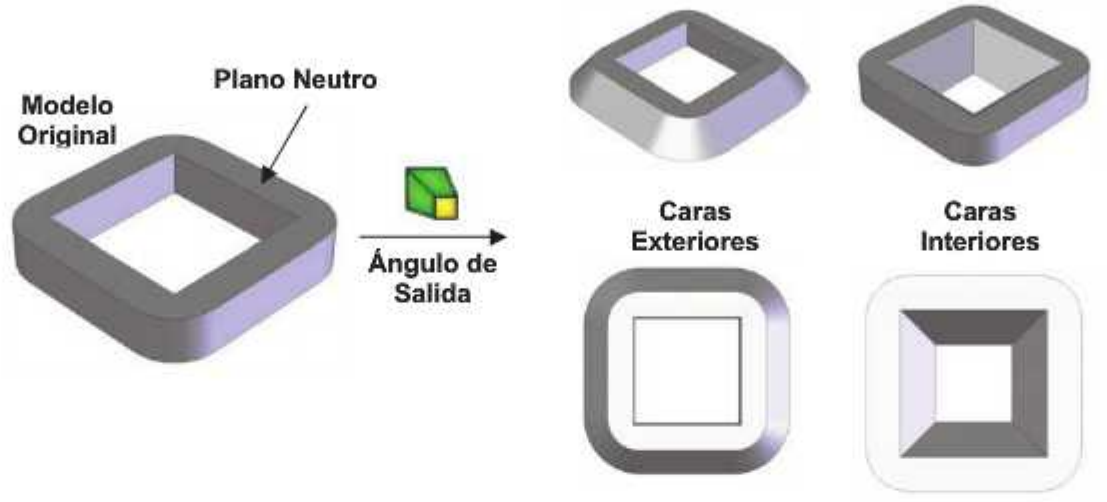


Figura 5.51. **Ángulo de salida (Caras exteriores e interiores)**.

Para crear un **Ángulo de salida** debe seleccionar un **Plano o Cara neutro** en su modelo y la/s **Cara/s** a ahusar (aplicar el ángulo de salida respecto de la primera). Las **Caras** a ahusar pueden ser las **Exteriores**, **Interiores**, **Todas** o seleccionar alguna **Cara** concreta de su modelo.

Para crear un **Ángulo de salida** en su modelo las etapas que debe seguir son:

1- Cree un modelo al que desee aplicarle un **Ángulo de salida**.

2- Seleccione la operación **Ángulo de salida** desde la Barra de Herramientas **Operaciones** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Operaciones**, **Ángulo de salida.**

3- Seleccione el **Tipo de ángulo de salida** a aplicar a su modelo. (**Plano medio**, **Línea de separación** o **Ángulo Escalonado**).

4- Especifique el **Ángulo de salida.**

5- Seleccione la **Cara** del modelo que define el **Plano neutro** desde la **Zona de Gráficos**. Cuando selecciona **Línea de Separación** o **Ángulo escalonado** en **Tipo de Ángulo de Salida** debe seleccionar la **Dirección de desmoldeo**.

6- Especifique la/s **Cara/s** o la **Línea de partición** donde desee aplicar el **Ángulo de salida**.



Tipo de Ángulo de salida

Puede seleccionar uno de los tres **Tipos de Ángulos de salida**: **Plano neutro**, **Línea de separación** y **Ángulo escalonado**. En función del tipo de **Ángulo de salida** seleccionado, el procedimiento para crear la Operación es diferente.

Para crear un **Ángulo de salida** mediante **Plano Neutro** las etapas que debe seguir son:

1- Cree un modelo al que desee aplicarle un **Ángulo de salida.**

2- Seleccione la operación **Ángulo de salida** desde la Barra de Herramientas **Operaciones** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Operaciones, Ángulo de salida.**

3- En **Tipo de ángulo de salida** a aplicar a su modelo seleccione **Plano medio**.

4- Especifique el **Ángulo de salida**.

5- Seleccione la **Cara** del modelo que define el **Plano neutro** desde la **Zona de Gráficos**. Pulse **Invertir** si desea aplicar el ángulo de salida en la dirección inversa.

6- Especifique la/s **Cara/s** o dónde desee aplicar el **Ángulo de salida** y seleccione el tipo de **Propagación de cara**: **Ninguna**, **A lo largo de la tangente**, **Todas las caras**, **Caras internas** o **Caras externas**.

7- Pulse **Aceptar**.



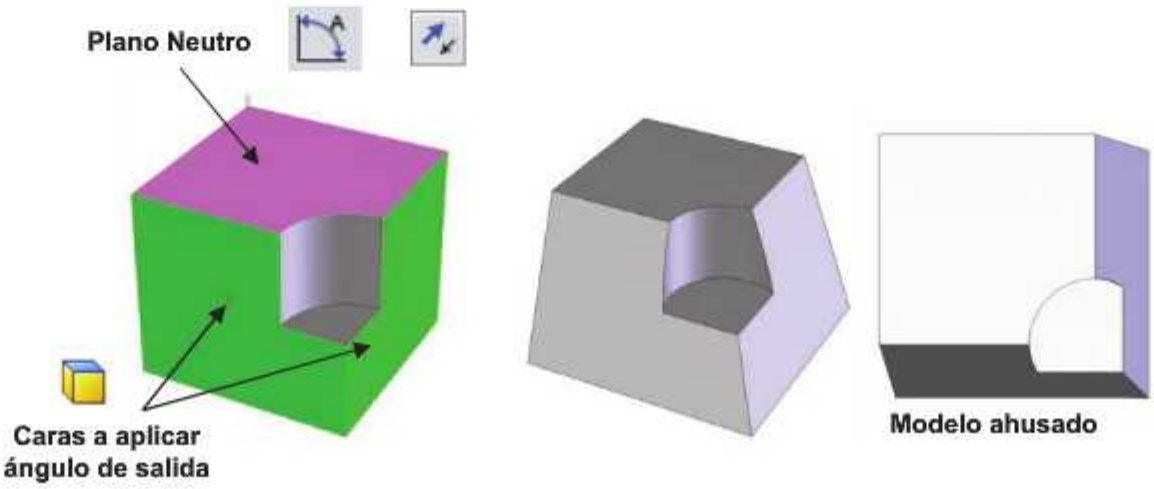


Figura 5.52. **Ángulo de salida (Plano Medio)**.

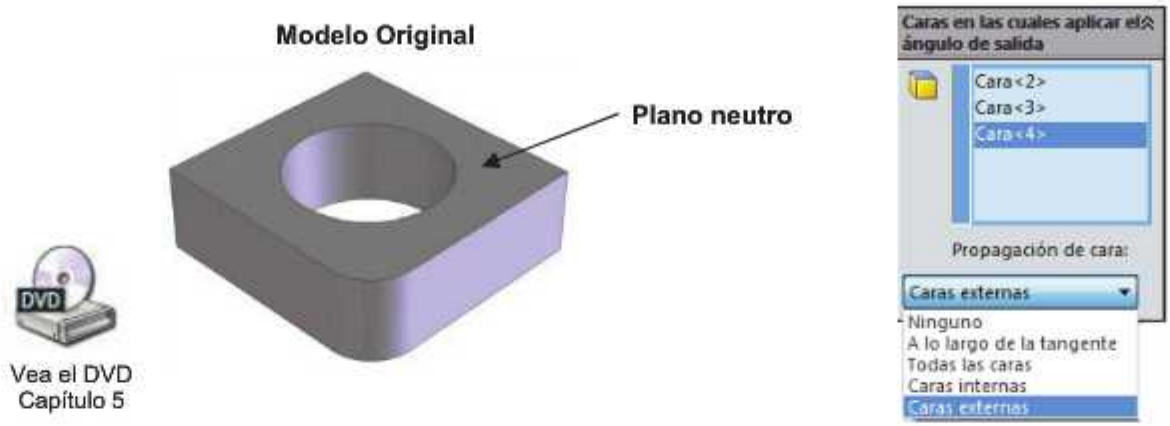


Figura 5.53. **Caras en las cuales aplicar el Ángulo de salida**.

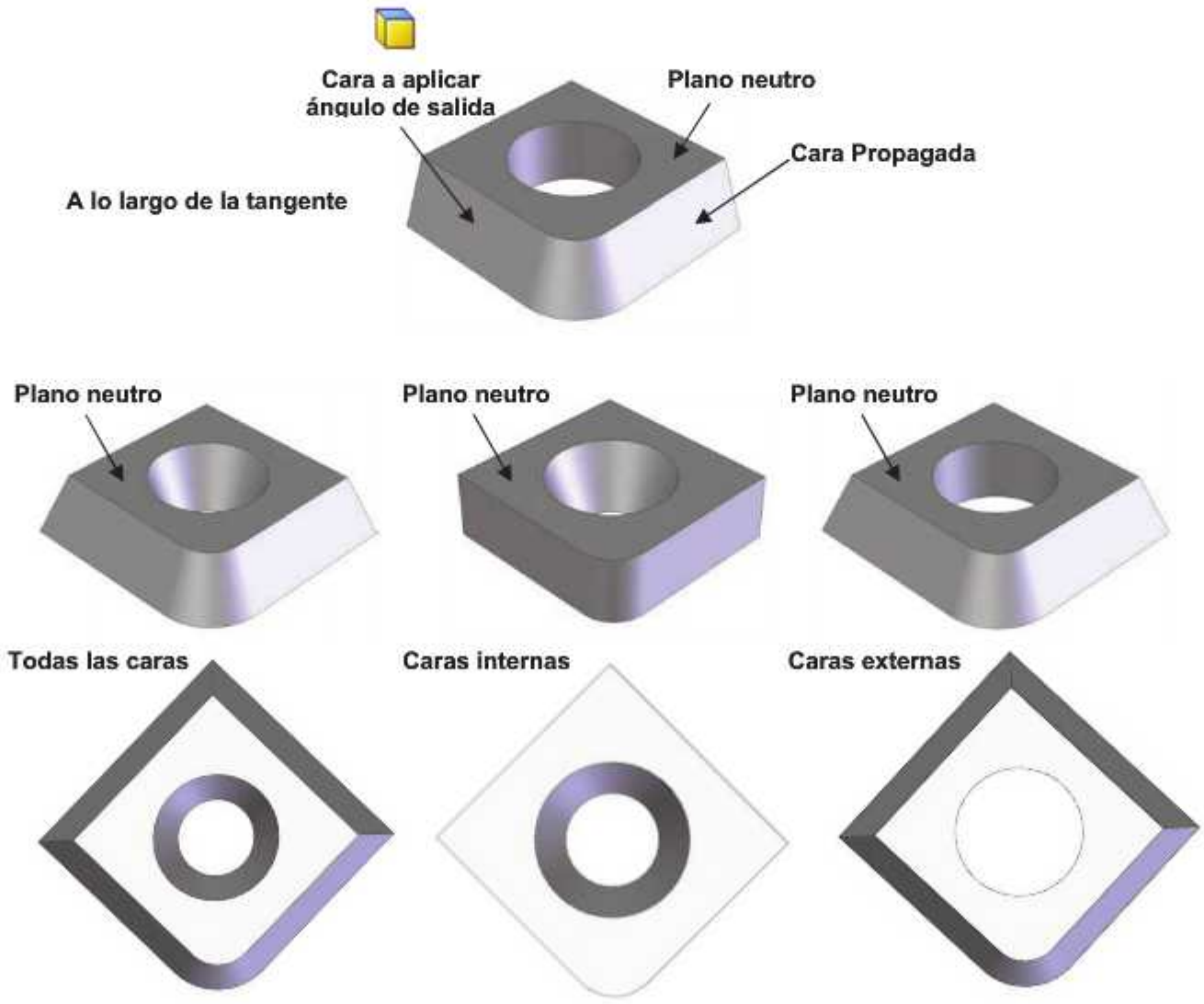


Figura 5.54. **A lo largo de la tangente**, **Todas las caras**, **Caras internas y externas**.

5.5.1 Ángulo de salida con Línea de separación

Para crear un **Ángulo de salida** mediante **Línea de separación** las etapas que debe seguir son:

Crear Línea de partición



1- Cree un modelo al que desee aplicarle un **Ángulo de salida** (**Línea de partición**).

2- Cree un **plano** dónde dibujar la **Línea de partición**. El plano puede ser paralelo a una de las caras del modelo.

3- Pulse **Línea de partición** desde la Barra de Herramientas **Curvas**, desde el Menú **Insertar**, **Curva**, **Línea de partición** o desde la Barra de Herramientas de **Moldes**.

4- En el **PropertyManager** de **Línea de partición** seleccione el **Tipo de partición Proyección** y la **Línea de croquis** dibujada desde la **Zona de gráficos** o desde el **Gestor de Diseño**.

5- Seleccione las cuatro **Caras** de su modelo donde desee proyectar la **Línea de partición**. Pulse **Aceptar**.

6- Observe como en el **Gestor de Diseño** aparece la Operación de **Línea de partición**.

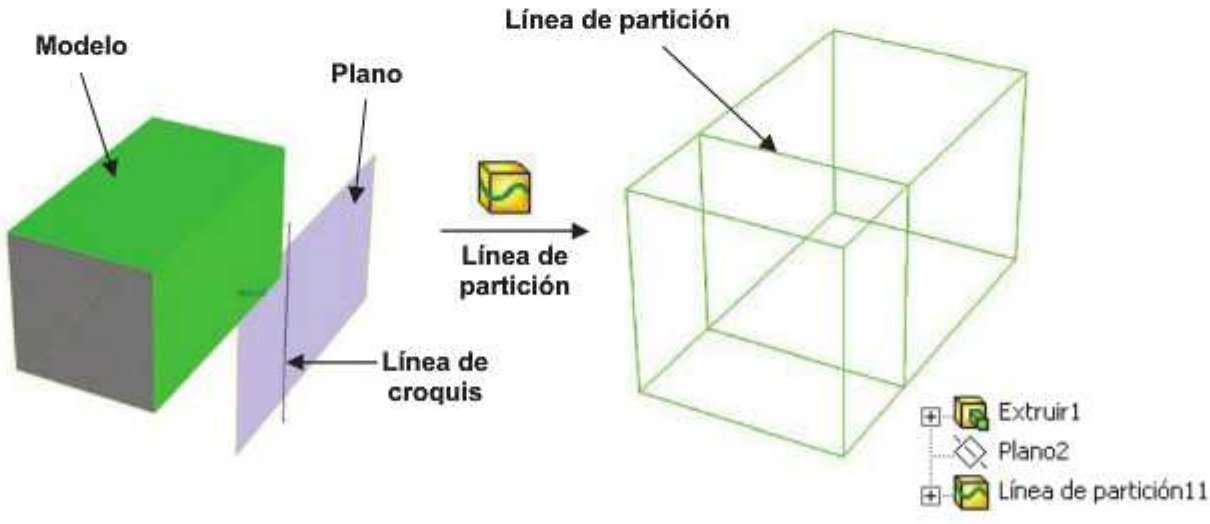


Figura 5.55. Creación de la **Línea de partición**.

Crear el ángulo de salida

1- Seleccione la operación **Ángulo de salida** desde la Barra de Herramientas **Operaciones** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Operaciones, Ángulo de salida.**

2- En **Tipo de ángulo de salida** a aplicar a su modelo seleccione **Línea de partición**. Especifique el **Ángulo de salida.**

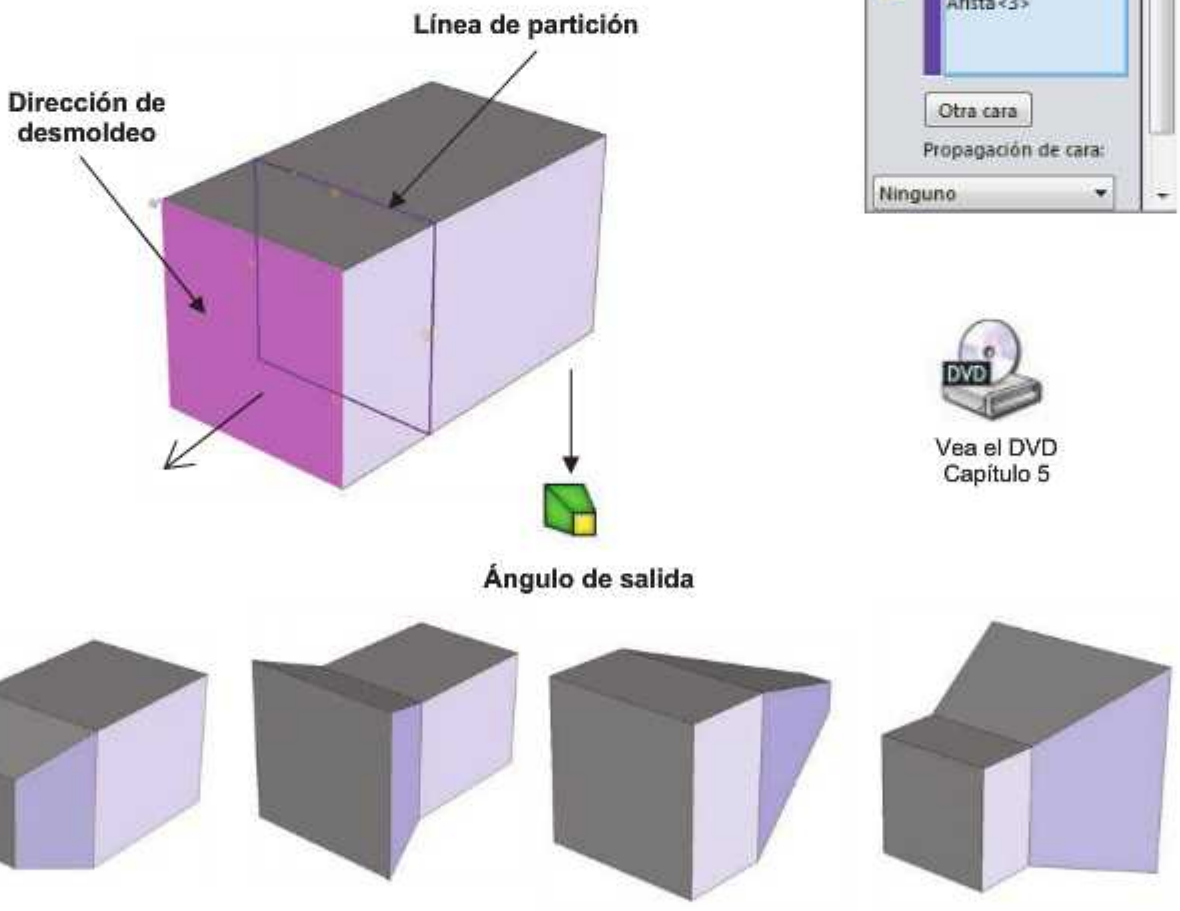
3- Seleccione una **Cara** o **Arista** del modelo para definir la **Dirección de desmoldeo**.

4- Seleccione las **Líneas de partición** creadas desde la **Zona de Gráficos**.

5- Defina el tipo de **Propagación de caras** a realizar. **Ninguna** o **A lo largo de la tangente**.

6- Pulse **Aceptar**.





Vea el DVD
Capítulo 5

Figura 5.56. **Ángulo de Salida** con diversas **Direcciones de desmoldeo**.

5.5.2 Ángulo de salida Escalonado

Para crear un **Ángulo de salida** mediante **Ángulo escalonado** las etapas que debe seguir son:

1- Cree un modelo al que desee aplicarle un **Ángulo de salida**.

2- Seleccione la operación **Ángulo de salida** desde la Barra de Herramientas **Operaciones** o desde el Menú de Persiana **Insertar, Operaciones, Ángulo de salida**.

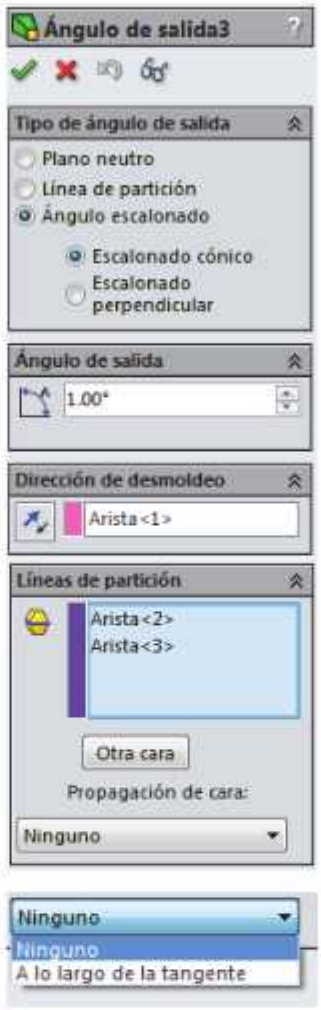
3- En **Tipo de ángulo de salida** a aplicar a su modelo seleccione **Ángulo escalonado**.

4- Especifique el **Ángulo de salida**.

5- Seleccione la **Cara** del modelo que define el **Plano neutro** desde la **Zona de Gráficos**. Pulse **Invertir** si desea aplicar el ángulo de salida en la dirección inversa.

6- Especifique la/s **Cara/s** o dónde desea aplicar el **Ángulo de salida** y seleccione el tipo de **Propagación de cara: Ninguna, A lo largo de la tangente, Todas las caras, Caras internas** o **Caras externas**.

7- Pulse **Aceptar**.



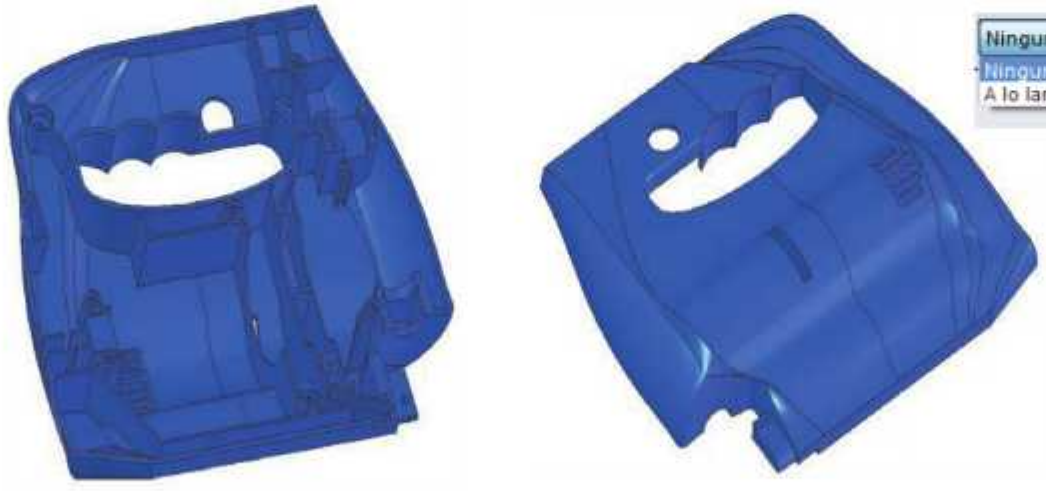


Figura 5.57. **Ángulo de salida** de desmoldeo aplicado en piezas de plástico.

Visualiza el modelo en **Perspectiva** haciendo que las aristas paralelas del modelo pasen a tener cierta inclinación entre ellas y converjan finalmente en el denominado punto de fuga. El empleo de la perspectiva es útil en la creación de vistas más reales.

Para acceder a la orden seleccione **Perspectiva** desde el Menú de Persiana **Ver, Visualizar** o pulse el icono desde la Barra de Herramientas **Estándar**.

5.5.3 DraftXpert

Permite crear, editar, cambiar y analizar **Ángulos de salida** de **Plano Neutro** aplicados en un modelo. **DraftXpert** contiene dos pestañas. **Agregar** permite crear nuevos **Ángulos de salida** mientras que **Cambiar** permite modificar los **Ángulos de salida** ya creados.

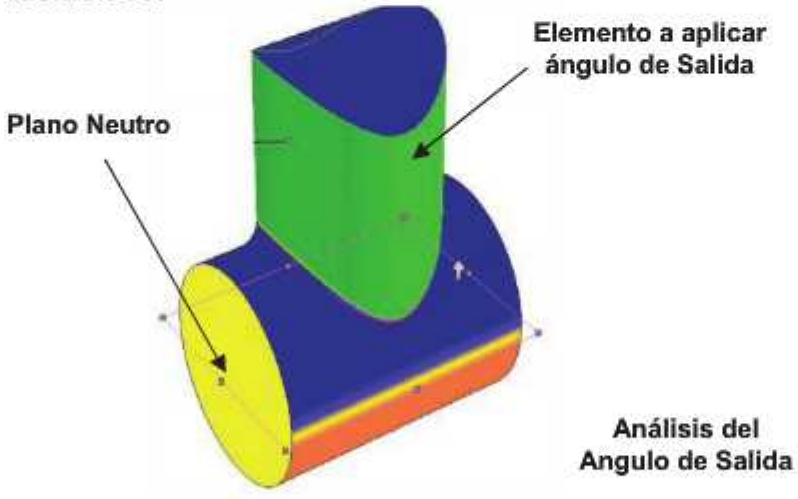
Para Acceder a **DraftXpert** seleccione la Operación **Ángulo de salida** desde la Barra de Herramientas **Operaciones** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Operaciones, Ángulo de salida** y active la pestaña **DraftXpert.**

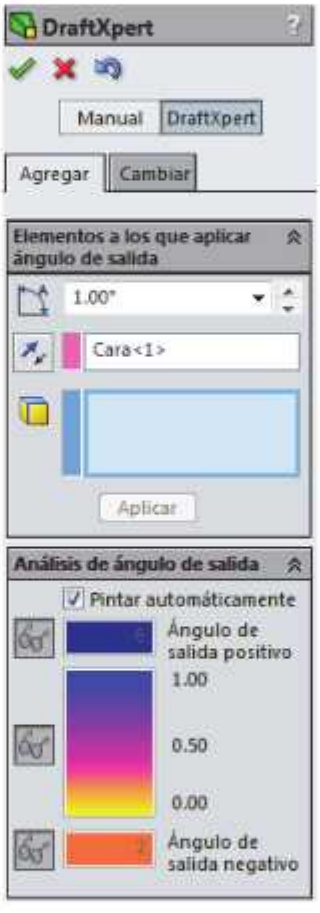
Para crear **Ángulos de salida** y analizarlos con **DraftXpert** las etapas que debe seguir son:

1- Cree un modelo al que desee aplicarle varios **Ángulos de salida.**

2- Seleccione la Operación **Ángulo de salida** desde la Barra de Herramientas **Operaciones** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Operaciones, Ángulo de salida** y pulse **DraftXpert.** Seleccione la pestaña **Agregar.**

3- Indique el valor del **Ángulo de salida** y el **Plano Neutro** desde la **Zona de Gráficos** o el **Gestor de Diseño.** Defina la **Dirección de desmoldeo** en **Invertir dirección.** Seleccione desde la **Zona de Gráficos** el elemento al que desee aplicar el **Ángulo de desmoldeo.**





4- Active la casilla **Pintar automáticamente** desde **Análisis de ángulo de salida** y observe los ángulos positivos y negativos de su modelo desde la **Zona de Gráficos**. Pulse **Aceptar**.

El **Ángulo de desmoldeo** se aplica al elemento seleccionado y modifica las operaciones de **Redondeo** asociadas a la operación. Observe el **Gestor de Diseño**.

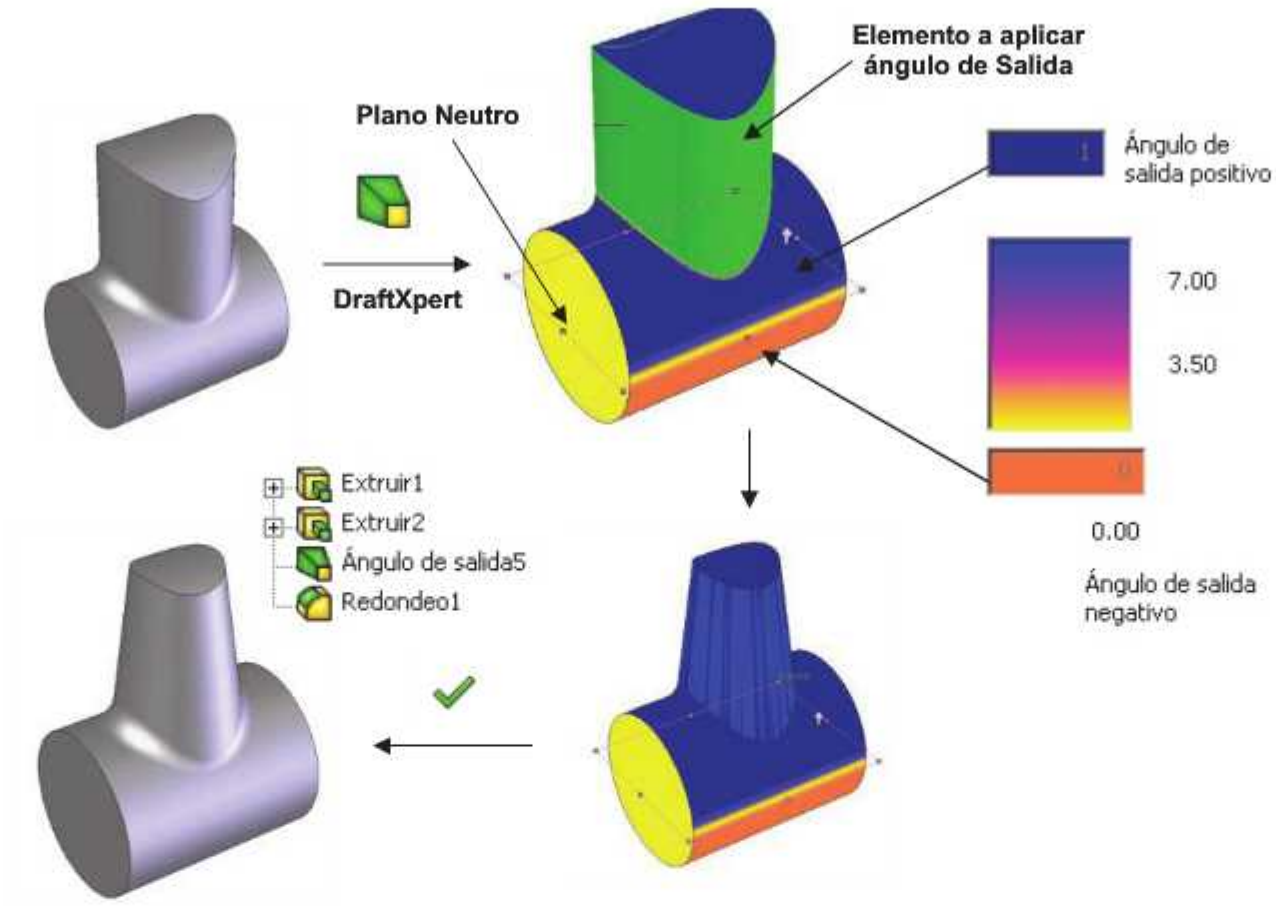


Figura 5.58. Creación y análisis de **Ángulos de salida** con **DraftXpert**.

Para **Cambiar Ángulos de salida** y analizarlos con **DraftXpert** las etapas que debe seguir son:

1- Seleccione la Operación **Ángulo de salida** desde la Barra de Herramientas **Operaciones** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Operaciones, Ángulo de salida** y pulse **DraftXpert.** Seleccione la pestaña **Cambiar.**

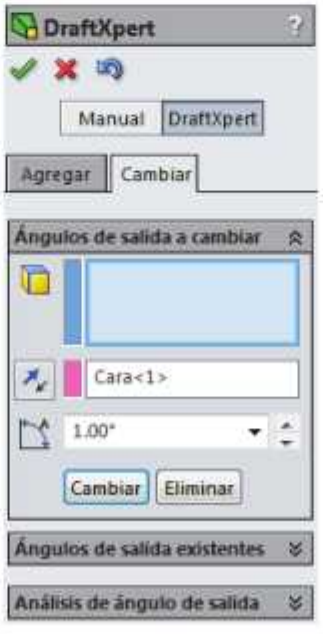
2- Seleccione los **Elementos** a los que desea **Cambiar** el **Ángulo de salida** y defina uno nuevo.

3- Seleccione el **Plano Neutro** desde la **Zona de Gráficos** o desde el **Gestor de Diseño**. Pulse **Cambiar.**

4- Pulse **Pintar automáticamente** para conocer en que otras partes del modelo debe modificar el **Ángulo de salida.**

5- Si desea eliminar un **Ángulo de salida** pulse **Quitar** después de su selección.

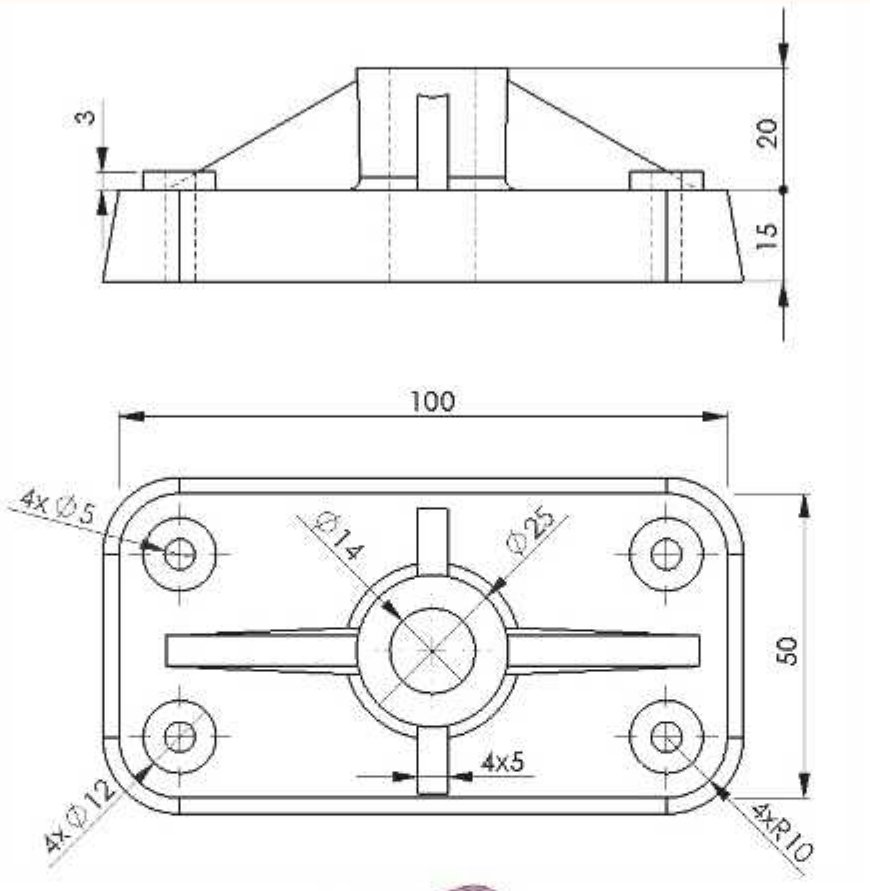
6- Pulse **Aceptar** para aplicar los cambios.

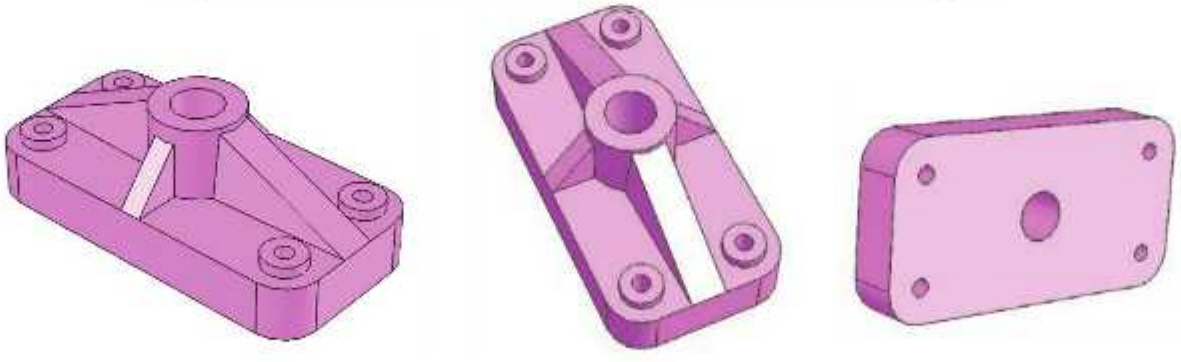


Práctica 5-2

Represente el modelo indicado en la figura adjunta.

20 minutos





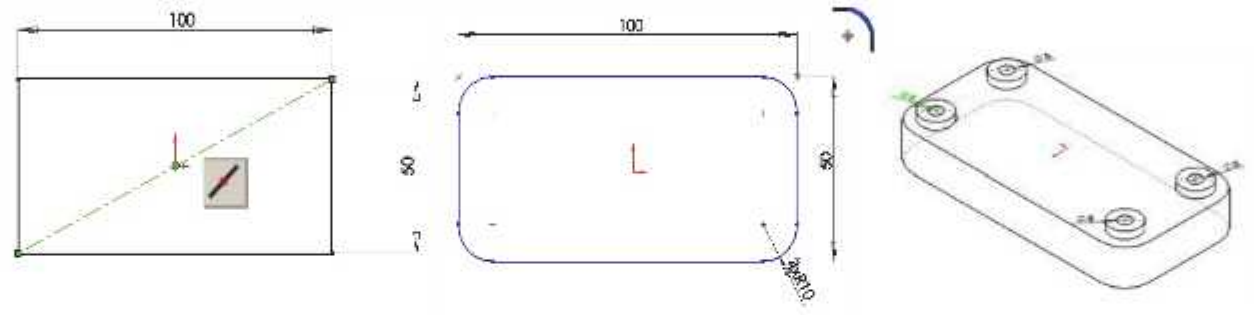
Objetivos del tutorial

- Repasar las órdenes de creación de **Planos**, **Matrices** y **Simetrías**.
- Emplear la orden de creación de Nervios, **Extrusión** y Redondeo.

Práctica Guiada 5-2

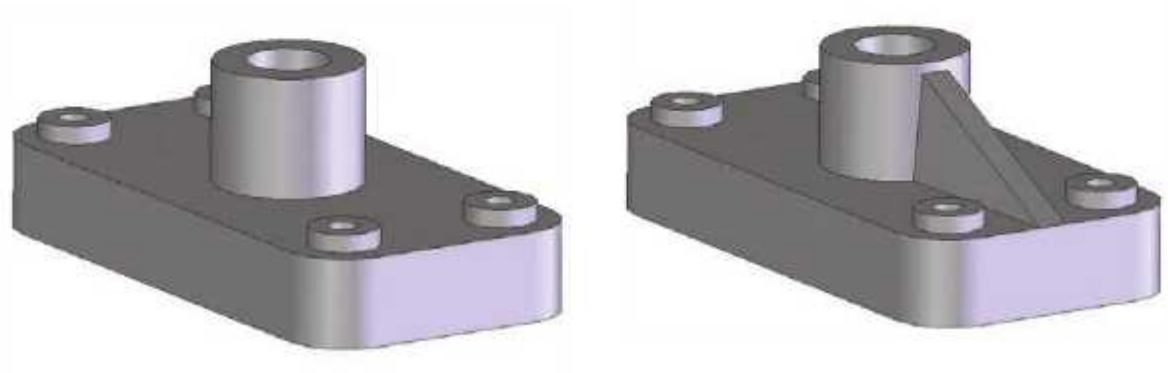
1. Pulse **Nuevo** desde el Menú de persiana **Archivo** o pulse sobre el icono **Nuevo** desde la Barra de Menús. Seleccione **Pieza** y pulse **Aceptar**. Seleccione el **Plano de Trabajo Planta** del **Gestor de diseño** y pulse sobre **Normal a** para visualizarlo en verdadera magnitud.

2. Pulse **Rectángulo** desde la Barra de Herramientas **Croquis** o desde el Menú de Persiana **Herramientas**, **Entidades de croquis**, **Rectángulo**. Croquice un **Rectángulo** y una **Línea de referencia** que vaya de una esquina a otra y en diagonal. Acote el **Rectángulo** con las dimensiones 100 × 60. Seleccione la **Línea de Referencia** y el origen de coordenadas manteniendo la **Tecla Ctrl** pulsada y agregue la relación de **Punto medio**. De esta forma puede centrar el rectángulo respecto del origen de coordenadas. Pulse sobre **Redondeo** de croquis y redondee las esquinas con un radio de 10 mm.



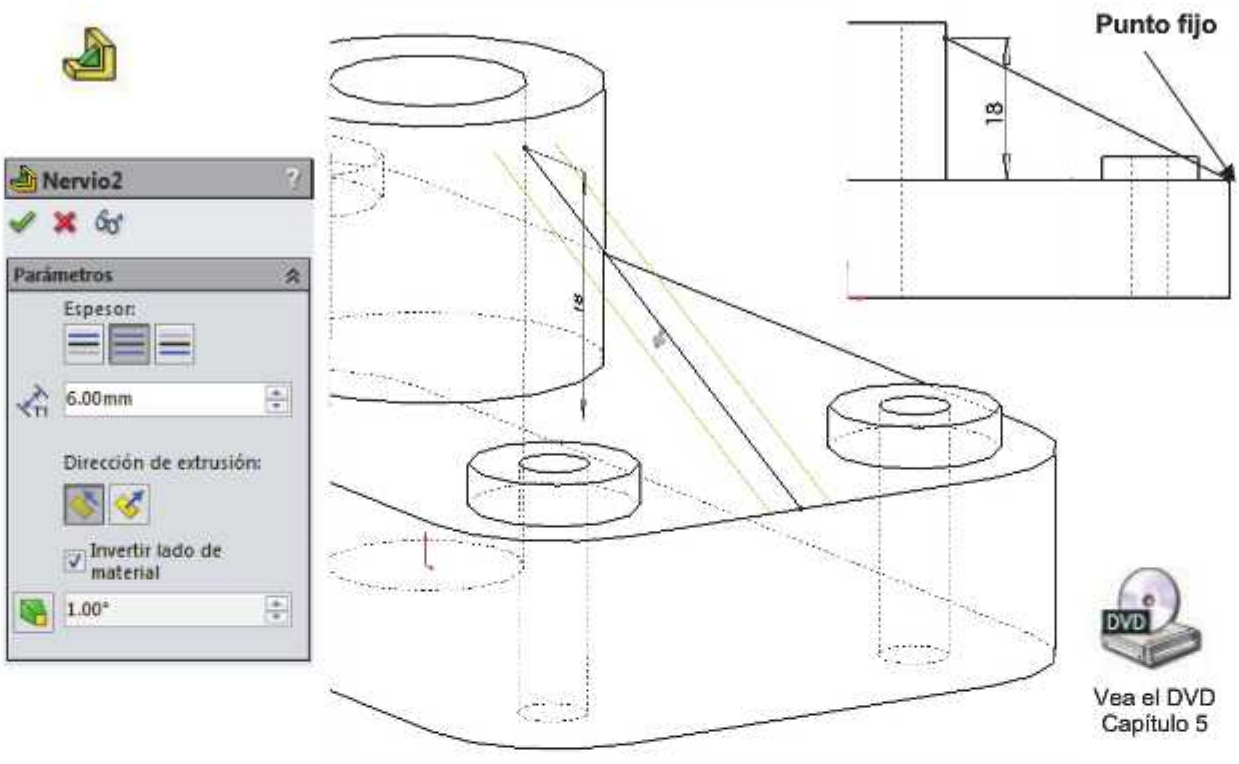
3. Pulse **Extruir** desde la Barra de Herramientas **Operaciones** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Saliente/Base**, **Extruir** e indique una altura de extrusión de 15 mm. Pulse **Aceptar**.

4. Seleccione la **Cara** superior y croquice 4 **Círculos** de 12 mm de diámetro en el centro de los redondeos realizados. Pulse **Extruir** para crear una extrusión de 12 mm. Croquice, sobre cada una de las extrusiones realizadas, **Círculos** concéntricos de diámetro 5 mm y realice una **Extrusión corte (Por todo)**.



5. En el centro del rectángulo croquice un **Círculo** de diámetro 25 mm. **Extrusione** el círculo creado hasta una altura de 20 mm. Sobre la cara superior del cilindro croquice un **Círculo** de 14 mm de diámetro y pulse **Extrusión-Corte** y seleccione **Por todo**.

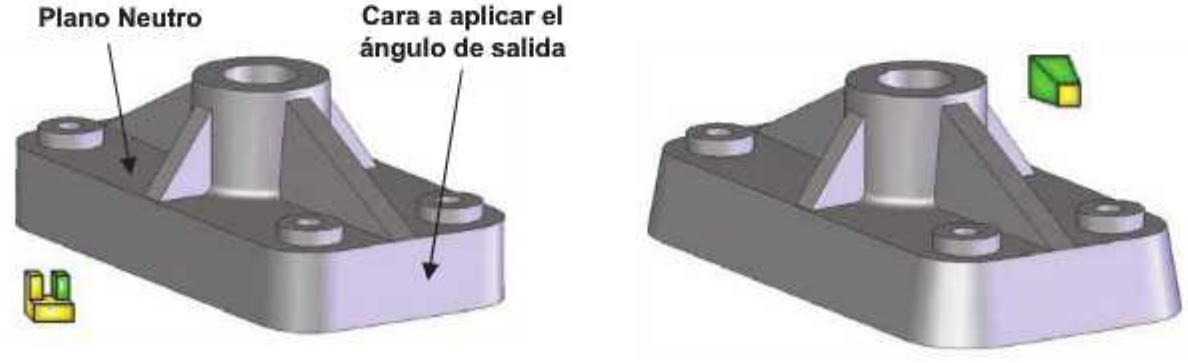
6. Seleccione el **Plano Frontal** y pulse **Normal a** para visualizarlo en verdadera magnitud. Croquice el perfil del nervio y acote la altura de 14 mm. Pulse **Nervio** desde la Barra de Herramientas **Operaciones**. Defina un **Espesor** de 5 mm y un **Ángulo de salida** de 5º.



7. Pulse **Simetría** desde la Barra de Herramientas **Operaciones** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Matriz/Simetría**, **Simetría**. Seleccione la Operación **Nervio** creada y el **Plano Derecho** desde el Gestor de Diseño.

8. Repita los pasos 8 y 9 para crear los **Nervios** transversales de **Espesor** 5 mm.

9. Pulse **Ángulo de salida**. Seleccione el **Plano Neutro** y la **Cara** a aplicar el **Ángulo de salida**. En **Propagación de caras** seleccione la opción **Propagar a caras tangentes**. Indique un ángulo de 10º y pulse **Aceptar**.



5.6 Otras operaciones

5.6.1 Escala

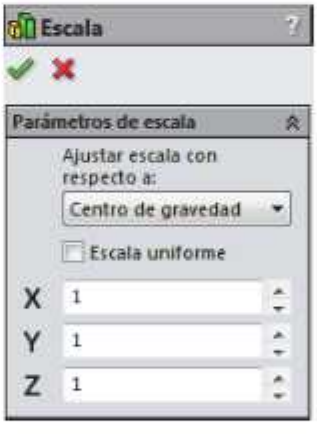
Modifica la **escala** del modelo respecto del **centro de gravedad**, el **origen del modelo** o el **sistema de coordenadas** seleccionado. La modificación de la escala no actualiza las cotas del croquis o de la geometría de referencia.



Figura 5.59. Operación **Escala**.

La Operación de **Escala** actúa como el resto de **Operaciones** descritas apareciendo en el **Gestor de Diseño** de forma que puede editarse en cualquier momento. Su edición no modifica las dimensiones establecidas en las operaciones anteriores.

Para modificar la **Escala** de su modelo las etapas que debe seguir son:



1- Seleccione la operación **Escala** de la Barra de Herramientas de **Operaciones** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Operaciones**, **Escala**.

2- Seleccione **Centro de gravedad**, **Origen**, **Sistema de Coordenadas** o **Conjunto de sólidos** en **Ajustar escala con respecto a**.

3- Active o desactive **Escala Uniforme** y defina el factor de **Escala general** o para cada uno de los ejes X, Y y Z, en el segundo caso.

4- Pulse **Aceptar**.



Figura 5.60. Operación **Escala**.

Puede visualizar el modelo con las dimensiones iniciales por la supresión de la operación de **Escala** desde el **Gestor de Diseño**.

5.6.2 Cúpula



Crea una operación con **forma de Cúpula** cóncava o convexa y con formas elípticas o esféricas en la cara de un modelo seleccionado, sin importar la forma de este.

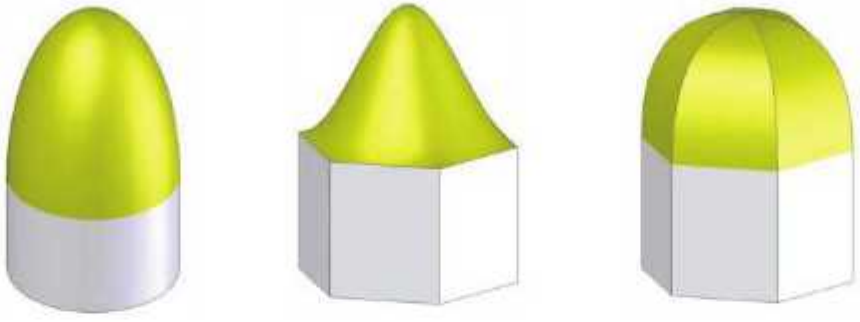


Figura 5.61. Operación **Cúpula**.

Para crear una **Cúpula** las etapas que debe seguir son:

1. Seleccione la operación **Cúpula** de la Barra de Herramientas de **Operaciones** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Operaciones**, **Cúpula**.

2. Configure los parámetros del **PropertyManager** de **cúpula**.

3. Pulse **Aceptar**.

Parámetros



Caras para la Cúpula. Seleccione la/s caras del modelo. Las caras seleccionadas pueden ser planas o no planas.

Distancia. Defina la distancia de expansión de la **Cúpula**.

Invertir dirección. Pulse invertir la dirección y obtener cúpulas cóncavas o convexas.

Punto de restricción o de Croquis. Permite controlar la dirección de la cúpula por la selección de un croquis. La selección de esta opción desactiva **Distancia**.

Dirección. Permite seleccionar un vector de dirección cuando desee extruir la cúpula en una dirección no normal a la cara seleccionada. Debe seleccionar una **Arista** o una **Línea de croquis** de la **Zona de Gráficos** para indicar el vector dirección.

Cúpula elíptica. Permite crear una cúpula como la mitad de un elipsoide con una altura equivalente a uno de sus radios. Válida para modelos cónicos y cilíndricos.

Cúpula continua. Su activación crea una cúpula con pendiente ascendente uniforme en todos sus lados. Se emplea cuando la base en poligonal.

Vista preliminar. Permite visualizar el resultado sobre su modelo antes de aceptar la operación.

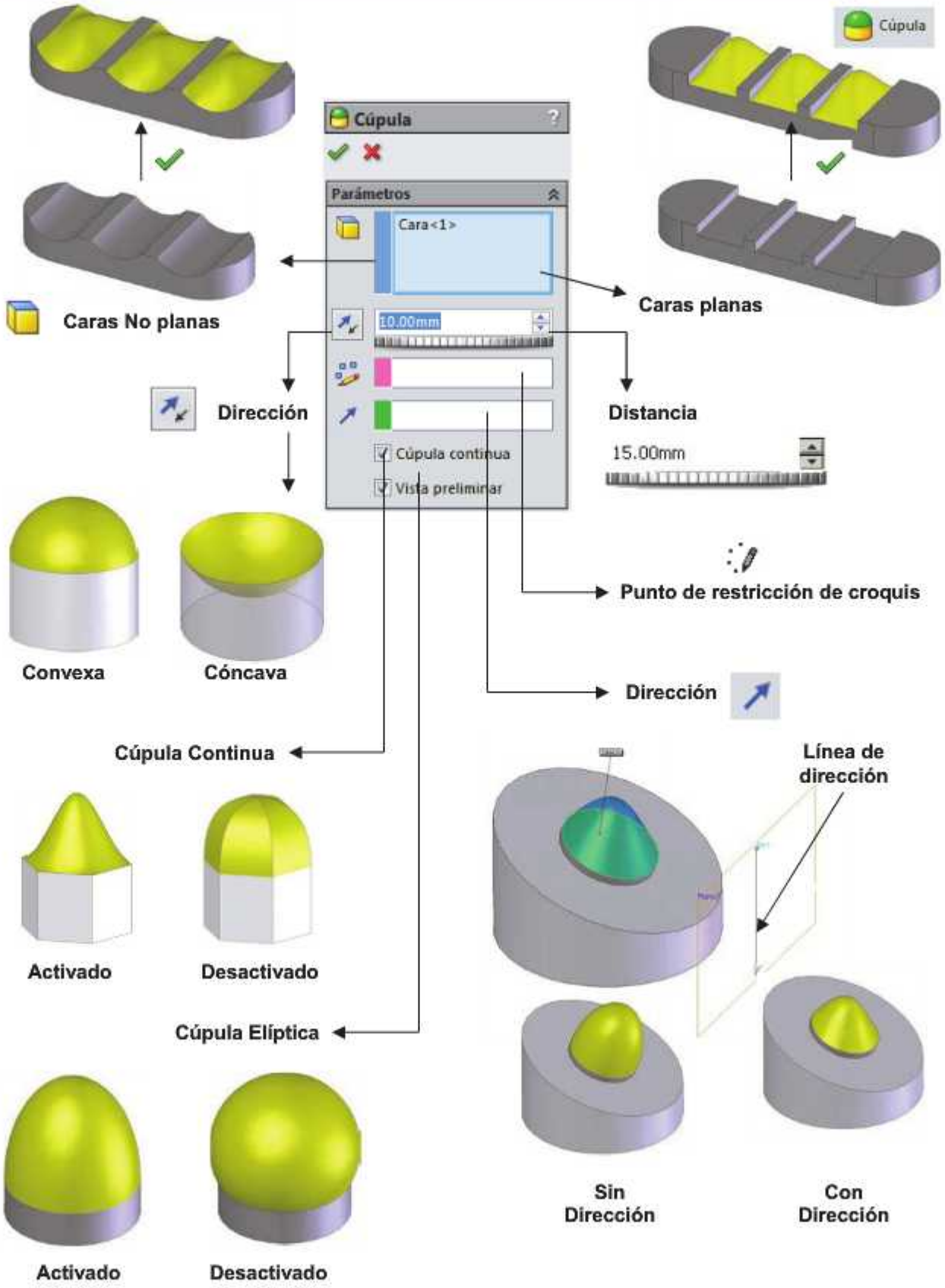


Figura 5.62. Parámetros de **Cúpula**.

5.6.3 Forma libre



Crea un sólido/superficie deformado en la cara de su modelo mediante pinzamientos. **Estiramiento**, **Expansión**, **Plegado** y **Restricción** gobernados por controles deslizantes.

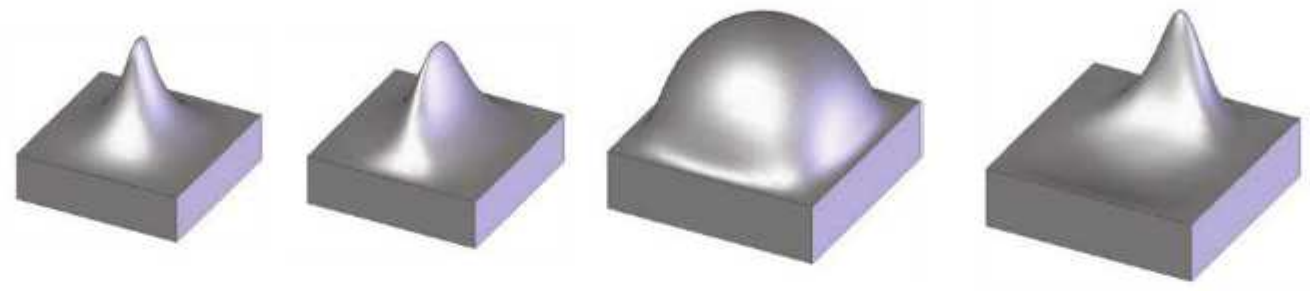


Figura 5.63. Operación **Forma** libre.

Para crear una **Forma libre sobre** un modelo creado las etapas que debe seguir son:



1. Abra un modelo de pieza sólido o superficie o cree uno nuevo.

2. Seleccione la Operación **Forma libre** desde la Barra de Herramientas de **Operaciones** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Operaciones**, **Forma libre**. Es posible que el icono no aparezca en la Barra de Herramientas de **Operaciones**. Para incluir el icono en la barra de herramientas arrastre su icono desde el Menú **Herramientas**, **Configurar**, **Comandos**, **Operaciones**.

3. Desde el PropertyManager de **Forma libre** seleccione, desde la Zona de Gráficos, la cara del modelo que desee deformar. En **Configuración de cara** también puede definir si la deformación a efectuar en la cara tiene o no simetría simple o doble (Dirección 1 y/o 2). En el modelo aparecen las aristas exteriores que definen la cara seleccionada con el tipo de **Continuidad** a definir (Contacto, Movible/tangente, etc.) y los planos de simetría creados.

4. En **Curvas de control** puede agregar curvas de definición en dos direcciones perpendiculares (X e Y). Para cambiar de dirección debe pulsar la tecla del tabulador (Tab). La definición de mayor número de líneas o curvas de control permite definir la forma libre con mayor detalle.

5. En **Puntos de control** puede definir los puntos que permiten deformar la cara seleccionada para obtener la forma libre. En **Agregar puntos** se define el número de puntos y su disposición sobre las curvas de control.

6. Mueva los puntos definidos para empezar a obtener la forma libre sobre la cara seleccionada.

7. En **Visualizar** puede definir las caras como transparentes, activar la visualización de la malla o visualizar el modelo a conformar con franjas de cebra o peines de curvatura.

8. Pulse **Aceptar** para crear la operación de forma libre.

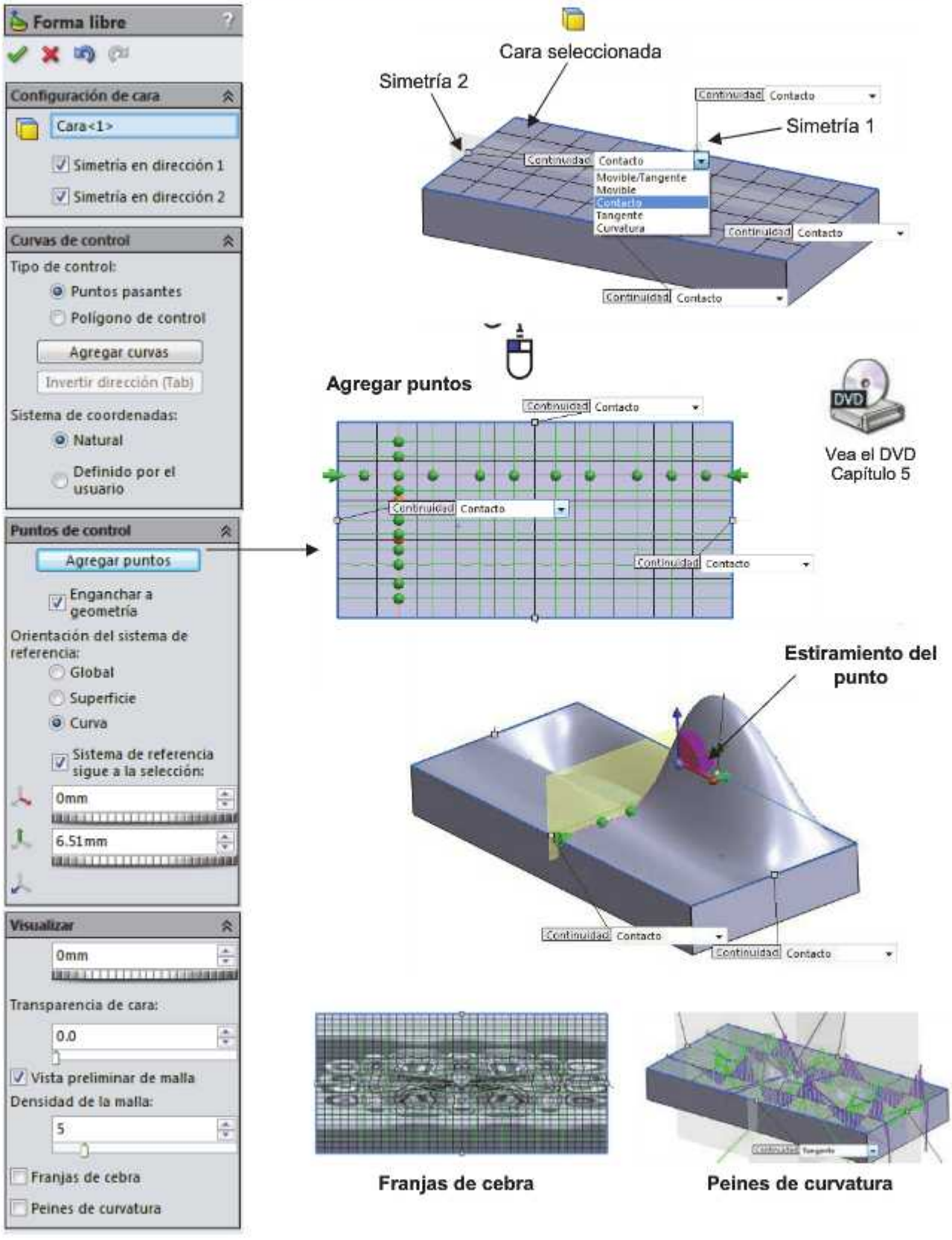


Figura 5.64. PropertyMAnager de **Forma libre**.

5.6.4 Envolver

La Operación **Envolver** permite proyectar un croquis sobre una cara plana o no plana y realizar una extrusión (**Estampar**), extrusión corte **(Grabar)** o simplemente **Inscribir** el contorno del croquis sobre la cara del modelo.



Figura 5.65. Operación **Envolver**.

Para proyectar un croquis sobre su modelo mediante la operación **Envolver** las etapas que debe seguir son:

1. Croquice mediante las **Herramientas de croquis** la geometría que desee proyectar sobre su modelo. Pulse **reconstruir** para mantener el croquis dibujado en el **Gestor de Diseño**.
2. Seleccione la Operación **Envolver** de la Barra de Herramientas de **Operaciones** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Operaciones**, **Envolver**.
3. Seleccione **Estampar** (crea un saliente), **Grabar** (crea un entrante) o **Inscribir** (crea una impresión del contorno de croquis sobre la cara del modelo).
4. Indique la **Cara** del modelo sobre la que desee proyectar el croquis desde la **Zona de Gráficos**.
5. Indique el **Espesor** de la **Estampación** o de **Grabado**. En caso de seleccionar **Inscribir** no debe indicar ningún valor de **Espesor**.
6. **Invierta dirección** si es necesario.
7. Defina la **Dirección del desmoldeo** en el caso de seleccionar **Estampar** o **Grabar** mediante una **Arista**, **Línea** o **Plano**.
8. Seleccione el **croquis** a proyectar sobre la **Cara**.
9. Pulse **Aceptar**.



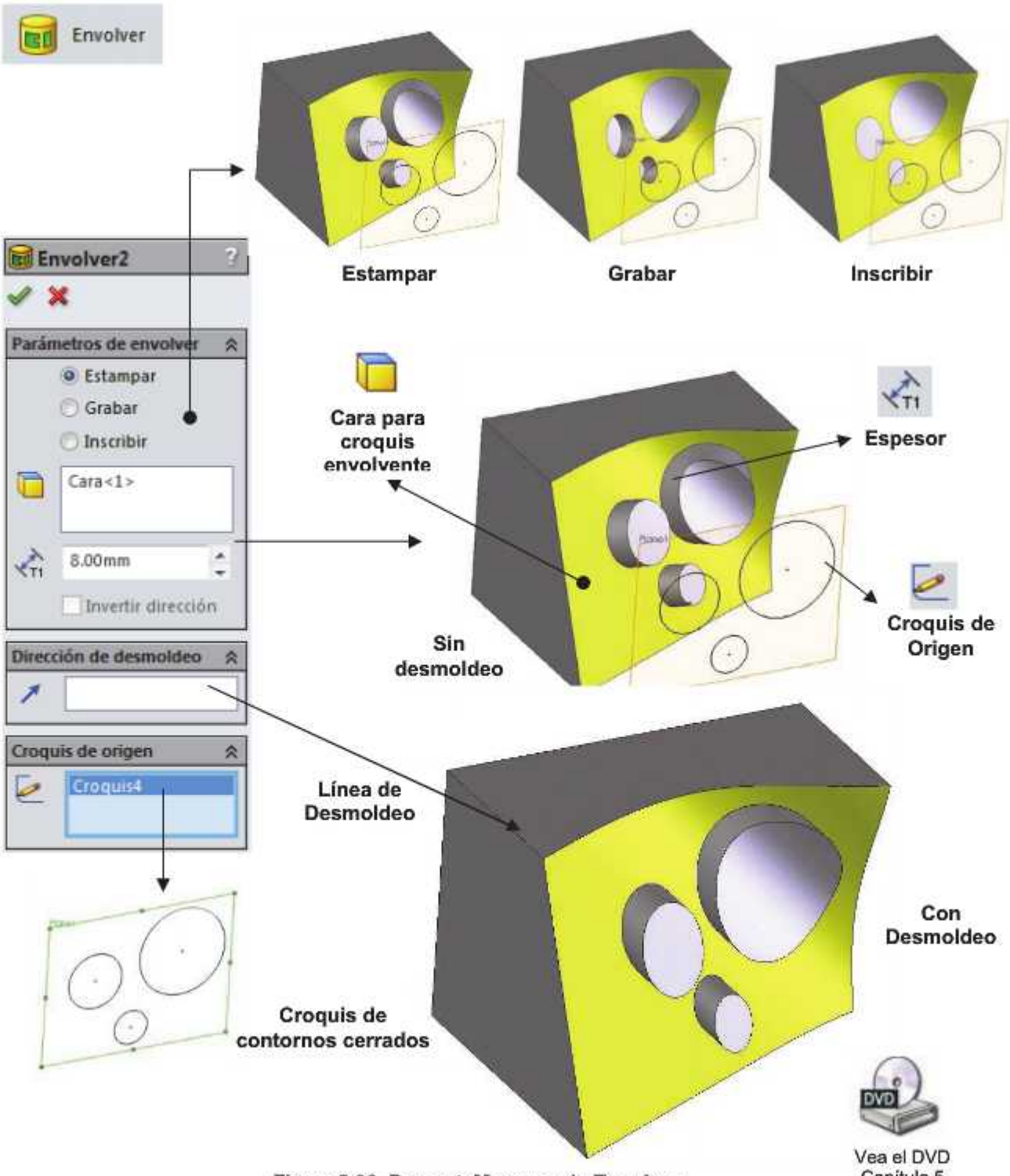


Figura 5.66. **PropertyManager** de **Envolver**.

El croquis seleccionado para **Envolver** una cara debe estar formado por contornos cerrados. Los croquis no cerrados se proyectan sobre la cara pero no pueden generar **Estampaciones**, **Grabaciones** o **Inscripciones** del croquis.

5.6.5 Mover Cara

La operación **Mover Cara** permite **Equidistanciar**, **trasladar** y **girar** caras y operaciones en modelos sólidos o de superficie.

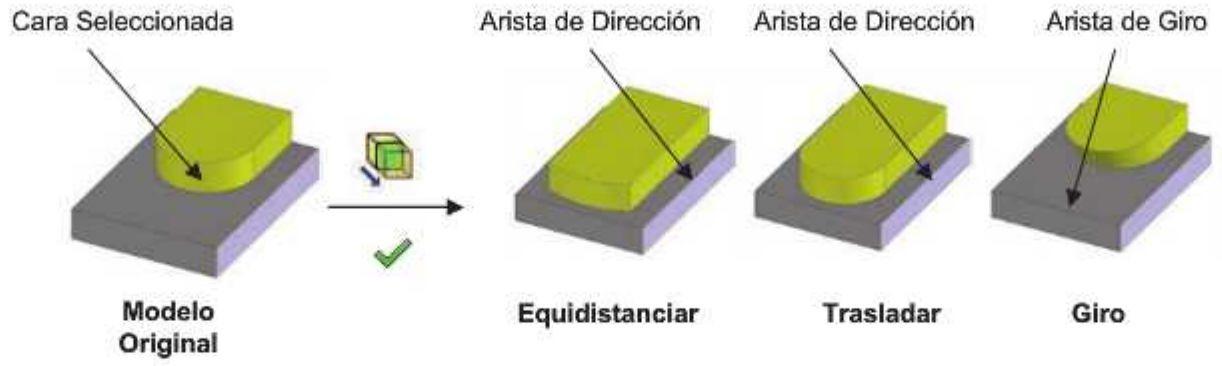


Figura 5.67. **Mover Cara** en operaciones y caras de modelos.

Para **Mover Cara** las etapas que debe seguir son:



1. Seleccione la operación **Mover Cara** de la Barra de Herramientas de **Operaciones** o desde la **Barra de Herramientas de Moldes**, **Insertar**, **Mover Cara**.

2. Seleccione **Equidistanciar**, **Trasladar** o **Girar**. Estas operaciones son válidas tanto para caras como para operaciones.

   Equidistanciar. Puede **equidistanciar** caras u operaciones a la distancia indicada. Seleccione las caras desde la **Zona de Gráficos** y las operaciones desde el **Gestor de Diseño**.

   Trasladar. Permite trasladar caras u operaciones a una distancia y dirección previamente especificada.

   Girar. Puede girar caras u operaciones mediante la indicación de un ángulo de giro. Seleccione una Arista o un Eje de referencia.

3. Seleccione **la/s Cara/s a mover**. Seleccione la/s **cara/s** u **operaciones** que desee **equidistanciar**, **trasladar** o **girar**.

4. Indique la **Distancia para equidistanciar** o **trasladar** y la **Dirección**. La dirección puede indicarla por la selección de un Plano, Cara, Arista lineal o Eje de referencia.

5. **Ángulo de salida**. Especifique el **Ángulo de salida** para **Girar cara** u **Operación**. **Invierta dirección** si lo cree conveniente.

5.6.6 Indentación

La **Operación Indentación** crea una cavidad equidistante o una profusión en un sólido mediante un contorno auxiliar seleccionado pudiendo deformar o cortar el sólido destino de forma que se incrementan las caras, **Aristas** y **Vértices** en el sólido final obtenido.

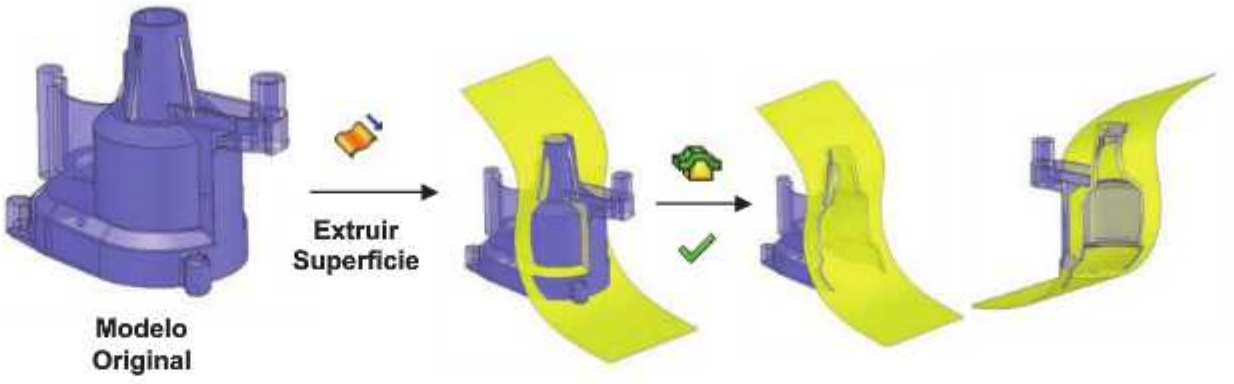


Figura 5.68. Operación de **Indentación**.

Para crear una **Indentación** las etapas que debe seguir son:



1- Cree el elemento de corte o **sólido auxiliar** (Superficie) que se entrecruce con el **sólido destino** al que desee realizar la indentación.

2- Seleccione la operación **Indentación** de la Barra de Herramientas de **Operaciones** o desde el Menú de Persiana, **Insertar**, **Operaciones, Indentación**.

3- Seleccione el **sólido de destino** desde la **Zona de Gráficos**. Puede ser un sólido o un conjunto de superficies.

4- Seleccione desde la **Zona de Gráficos** el conjunto de superficies o uno o más sólidos que actúen como elementos de corte (**Región del cuerpo de la herramienta**).

5- Indique si desea **Mantener** o **Eliminar selecciones** para conservar o eliminar el lado del modelo.

6- Seleccione **Cortar** para eliminar el área de intersección entre el sólido de destino y el elemento de corte.

7- Indique el **Espesor** o **Distancia de corte** y la dirección de la misma.

8- Pulse **Aceptar**.

9- Pulse **Ocultar** desde el **Gestor de Diseño** sobre la superficie para ver únicamente el sólido cortado.

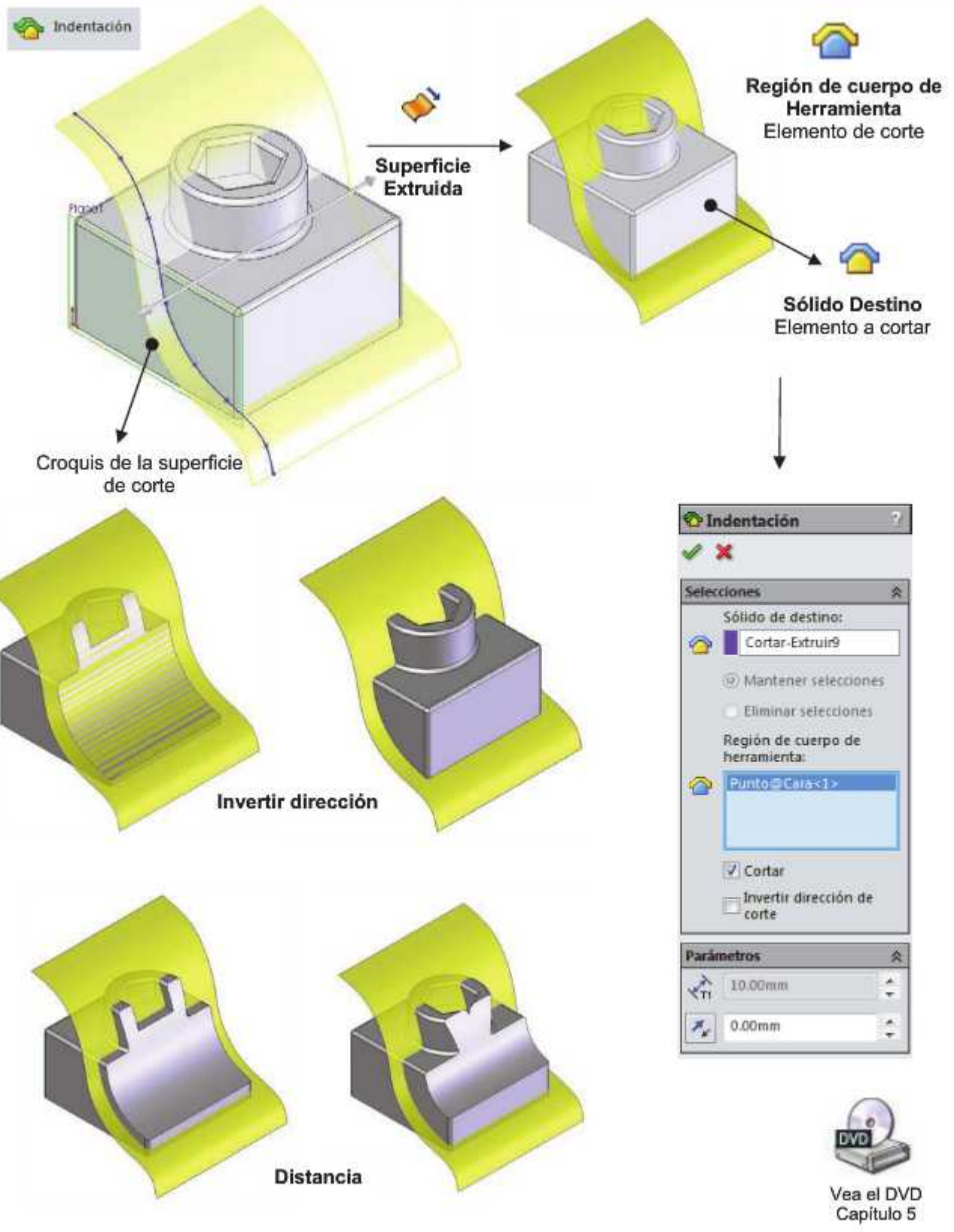


Figura 5.69. Operación de **Indentación**.

5.6.7 Corte con espesor

La Operación **Corte con espesor** corta un sólido existente con una superficie previamente definida y crea piezas **multicuerpo** (modelos separados).



Figura 5.70. Operación **Corte con espesor**.

Para crear un **Corte con espesor** sobre un modelo las etapas que debe seguir son:

1- Cree el modelo a cortar.

2- Cree la superficie de corte. Croquice el contorno y seleccione **Extruir superficie** de la Barra de Herramientas **Superficie** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **superficie**, **Extruir superficie** (Capítulo 7, página 299).

3- Seleccione la Operación **Corte con espesor** desde la Barra de **Operaciones** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Cortar**, **Corte con espesor**.

4- Seleccione la **Superficie** desde la **Zona de Gráficos**. Defina su **Espesor** y el tipo de equidistancia de la superficie (**espesor al lado 1**, a **ambos lados** o al **lado 2**).

5- Pulse **Aceptar**.

6- Seleccione los **Sólidos a mantener**. La selección de todos los sólidos genera un modelo **multicuerpo**.

7- Pulse **Aceptar** para confirmar la selección.

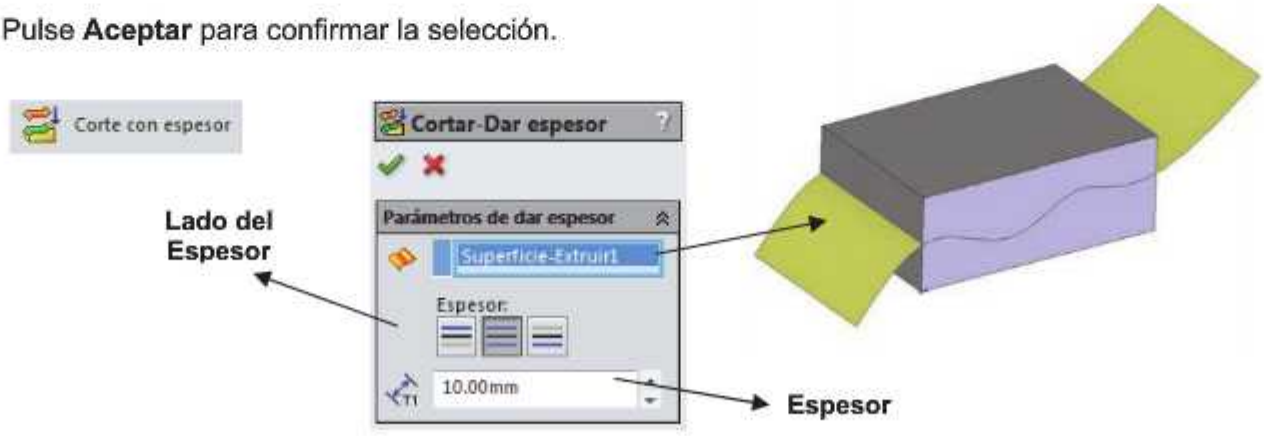


Figura 5.71. FeatureManager de **Corte con Espesor**.

5.6.8 Dar espesor

La Operación **Dar Espesor** permite dar un espesor a una o más superficies seleccionadas.

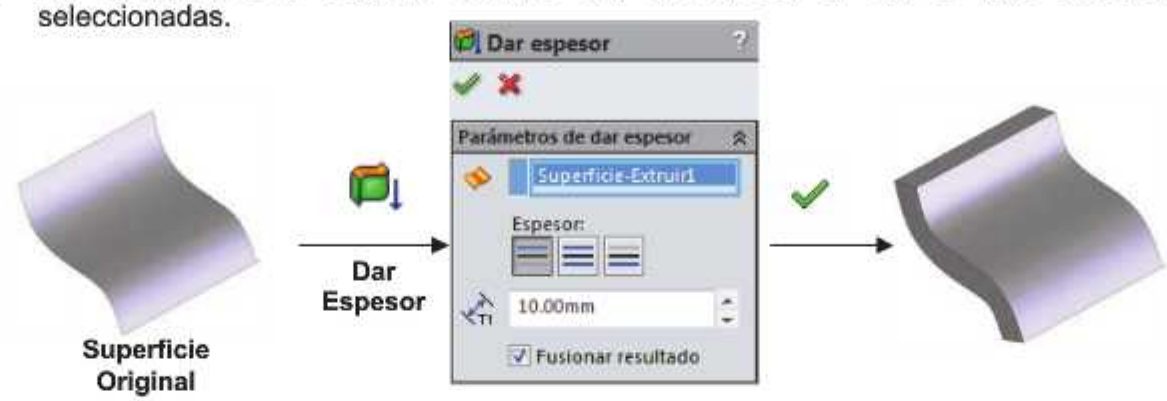


Figura 5.72. Operación **Dar espesor**.

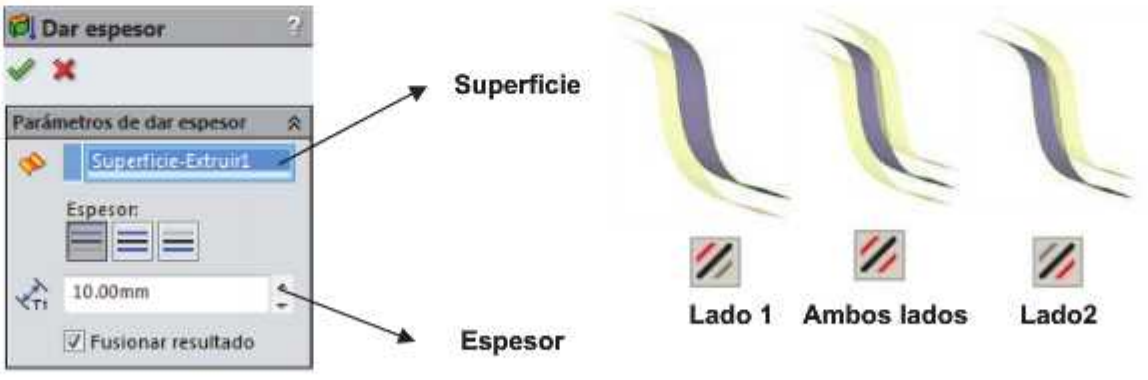
Para un **Dar espesor** a una superficie las etapas que debe seguir son:

1- Seleccione la operación **Dar espesor** desde la Barra de **Operaciones** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Cortar**, **Dar espesor**.

2- Seleccione la **Superficie** desde **la Zona de Gráficos**.

3- Seleccione el **Lado** al que desea dar espesor a la superficie (al **lado 1**, a **ambos lados** o al **lado 2**). Observe la previsualización en la **Zona de Gráficos**.

4- Indique el **Espesor** y pulse **Aceptar**.



Cuando desee crear un espesor partiendo de múltiples superficies adyacentes debe coserlas antes de dar el espesor.

5.6.9 Cortar con superficie

La Operación **Cortar con superficie** corta un modelo a partir de una superficie o un plano con solo indicar la parte del material a eliminar. Su empleo en piezas multicuerpo permite seleccionar los modelos a cortar y los modelos a conservar.

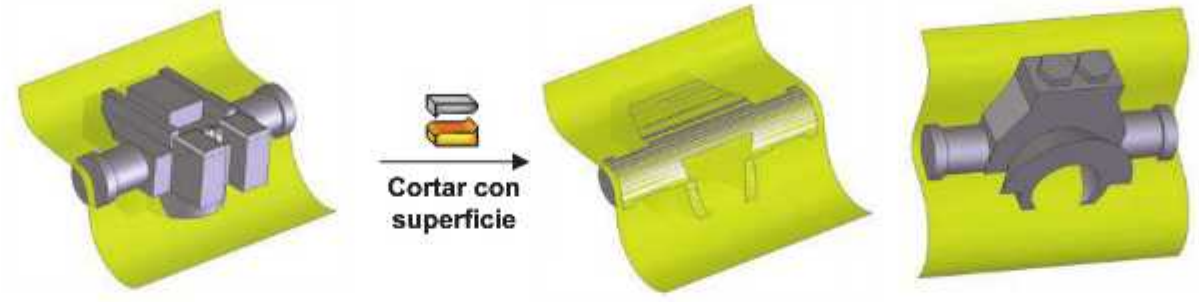


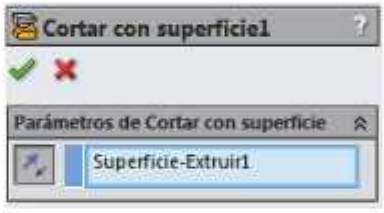
Figura 5.73. Operación **Cortar con superficie**.

Para **cortar un modelo con una superficie** las etapas que debe seguir son:

1- Dibuje el croquis y cree la **superficie de corte**. Para crear superficies vea el capítulo 7.

2- Seleccione la Operación **Cortar con superficie** desde la Barra de **Operaciones** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Cortar**, **Cortar con superficie**.

3- Seleccione la **Superficie o Plano** empleado en el **Corte** del modelo. Puede seleccionarlos desde la **Zona de Gráficos** o desde el **Gestor de Diseño**.



4- **Invierta la dirección** de corte para eliminar una de las partes separadas por la superficie. Pulse **Aceptar**.

Cuando desee cortar sólidos **Multicuerpo** con un único plano de corte o superficie puede indicar los sólidos a conservar y los que van a ser cortados.

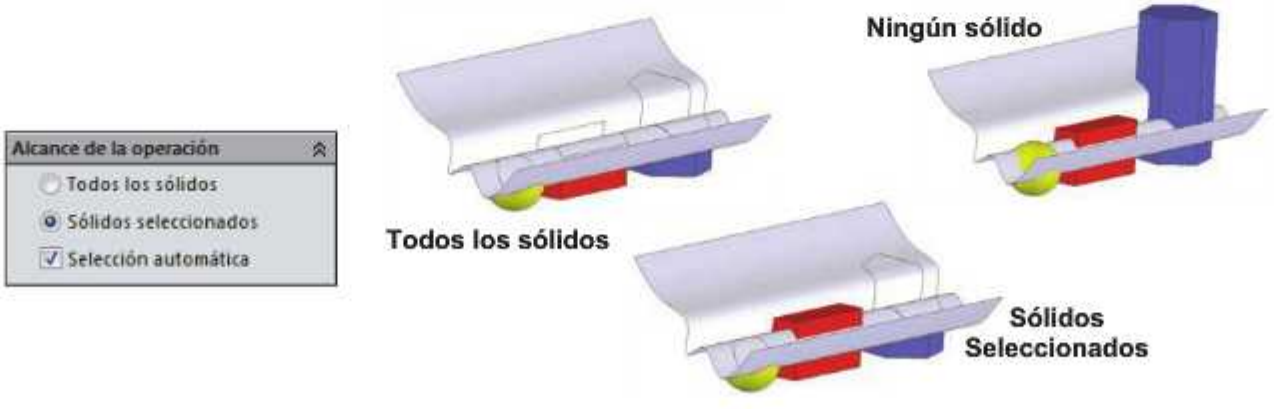


Figura 5.74. Operación **Cortar con superficie**.

5.6.10 Flexionar

La Operación **Flexionar** deforma cualquier modelo mediante **Flexión**, **Torsión**, **Conicidad** y **Estiramiento**. Es una herramienta intuitiva y de fácil uso debido a la posibilidad de previsualizar la operación a medida que efectúa la deformación.

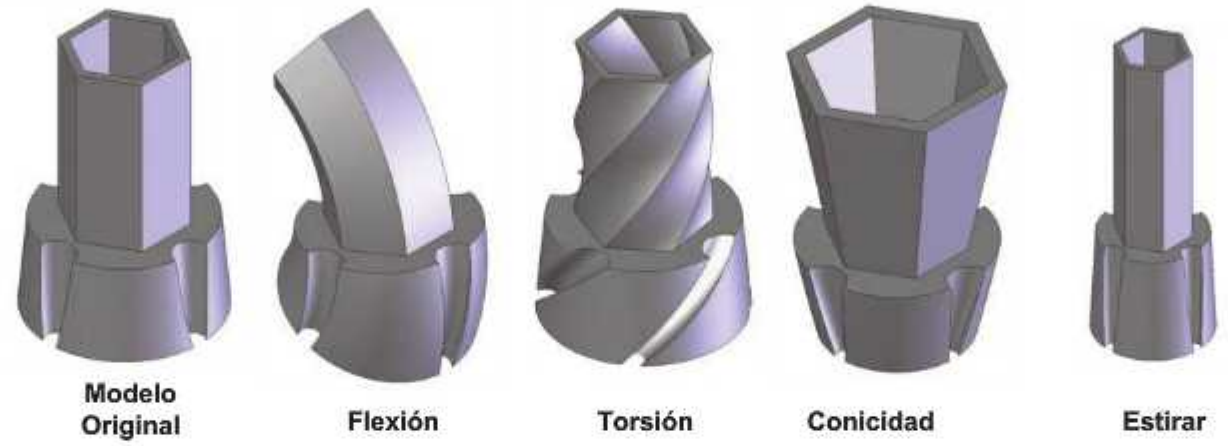


Figura 5.75. **Flexión**, **Torsión**, **Conicidad** y **Estirar**.

Para deformar un modelo con la operación **Flexión** las etapas que debe seguir son:

1- Dibuje el modelo que desea deformar con la operación **Flexión**.

2- Seleccione **Flexión** desde la Barra de Herramientas **Operaciones** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Operaciones**, **Flexionar**.

3- Seleccione el tipo de deformación a realizar: **Flexión**, **Torsión**, **Conicidad** o **Estirar**.

4- El **PropertyManager** de **Flexionar** se adapta al tipo de deformación seleccionada. Defina las características de su deformación: **Ángulo** y **Radio** de deformación, **Planos de recorte** y **Sistema de referencia**.

5- **Previsualice** la deformación efectuada.

6- Pulse **Aceptar** para crear la deformación. Puede volver a seleccionar la Operación **Flexión** y realizar una nueva deformación sobre el modelo ya deformado.

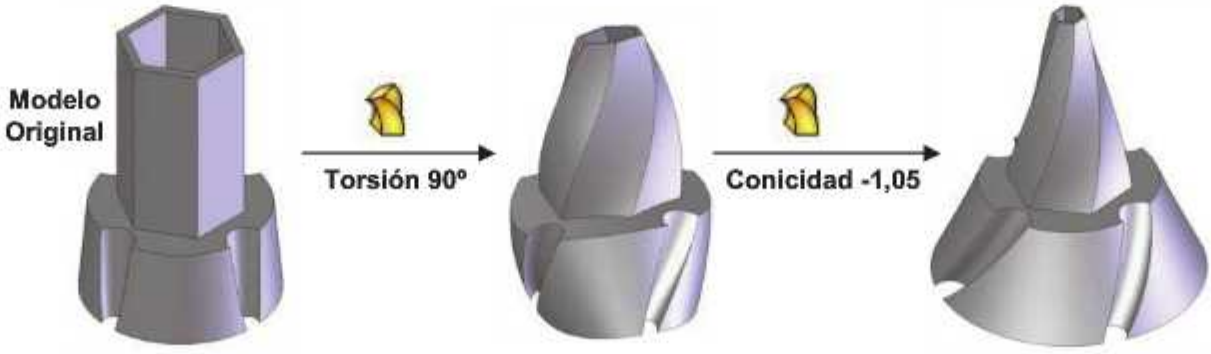


Figura 5.76. Operaciones consecutivas de **Flexión** (**Torsión** y **Conicidad**).



Entrada de flexión

Seleccione desde la **Zona de Gráficos** el **Sólido** y el tipo de deformación que desee aplicar (**Flexión**, **Torsión**, **Conicidad** o **Estirar**).

Desactive la casilla **Aristas vivas** para obtener modelos deformados con formas más suaves y mantener las caras originales.

En función del tipo de deformación aplicada defina el **Ángulo**, la **Conicidad**, el **Radio de pliegue** o la **Distancia de estiramiento**.

La Operación de **Flexionar** se realiza mediante el ***Bounding Box*** formado por dos planos de recorte y un sistema de ejes cartesianos (***Triada***). La deformación se calcula entre los planos de recorte colocados inicialmente en las extensiones del sólido seleccionado y perpendicular al eje Z.

El origen de la deformación se ubica en el centro de la **Tríada** y se produce en la zona comprendida entre los **Planos de recorte**. La **Triada** y los **Planos de recorte** pueden posicionarse en el lugar deseado por el usuario de forma que afecte al sólido de forma concreta.

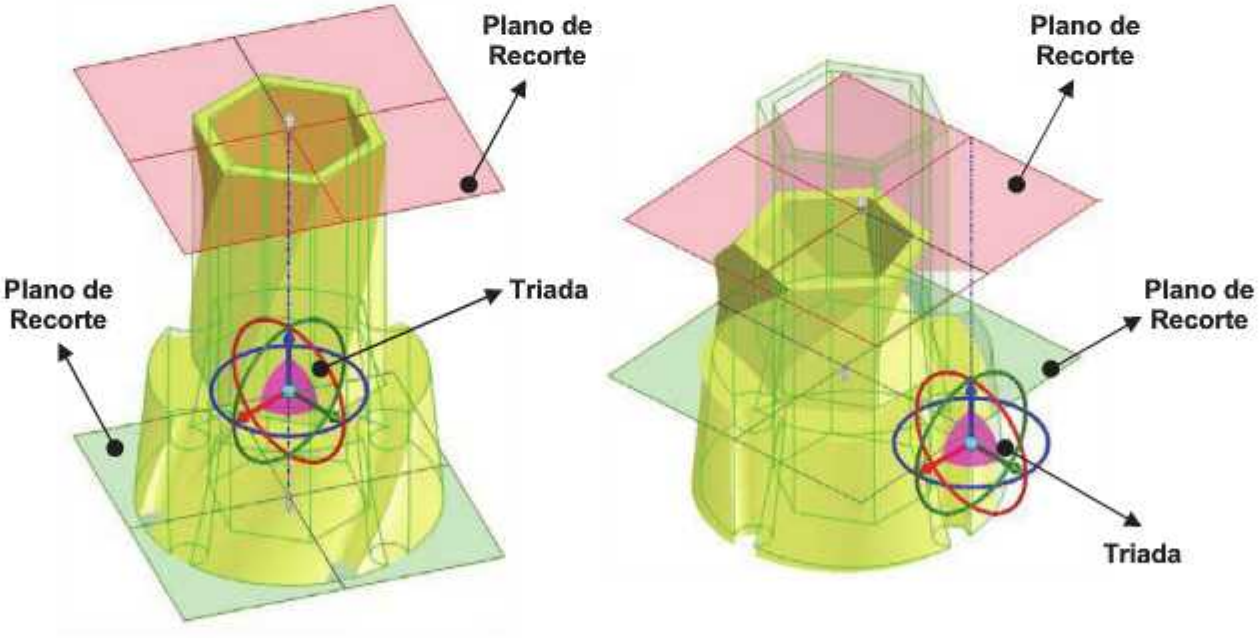


Figura 5.77. **Planos de Recorte** y **Triada**.

Puede modificar la posición los **Planos de Recorte** y de la **Triada** para efectuar la deformación deseada. Si quiere volver a situar los **Planos de Recorte** y la **Triada** en su posición original y reestablecer los valores del **PropertyManager** pulse con el botón secundario del ratón sobre la **Zona de Gráficos** y seleccione **Restablecer Flexión**.

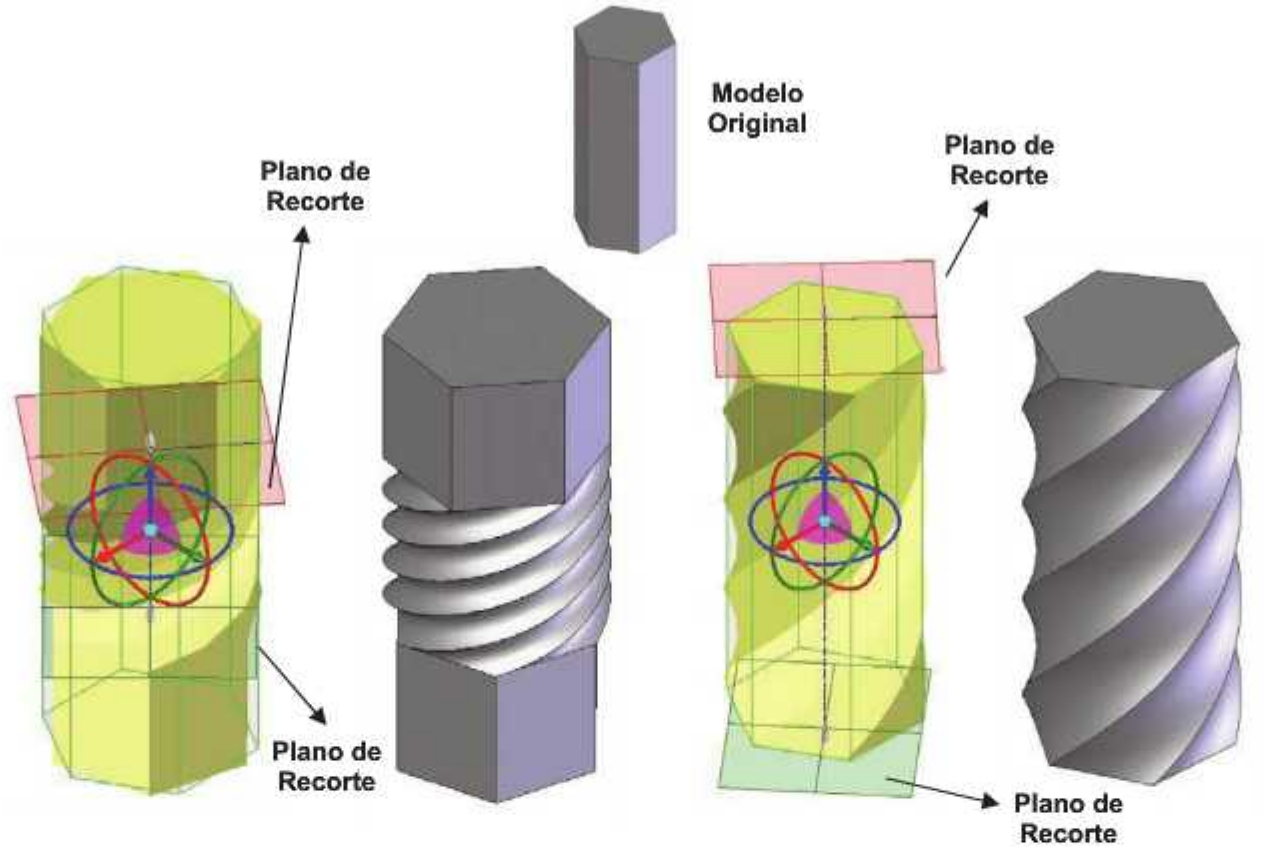


Figura 5.78. Ubicación de los **Planos de Recorte**.

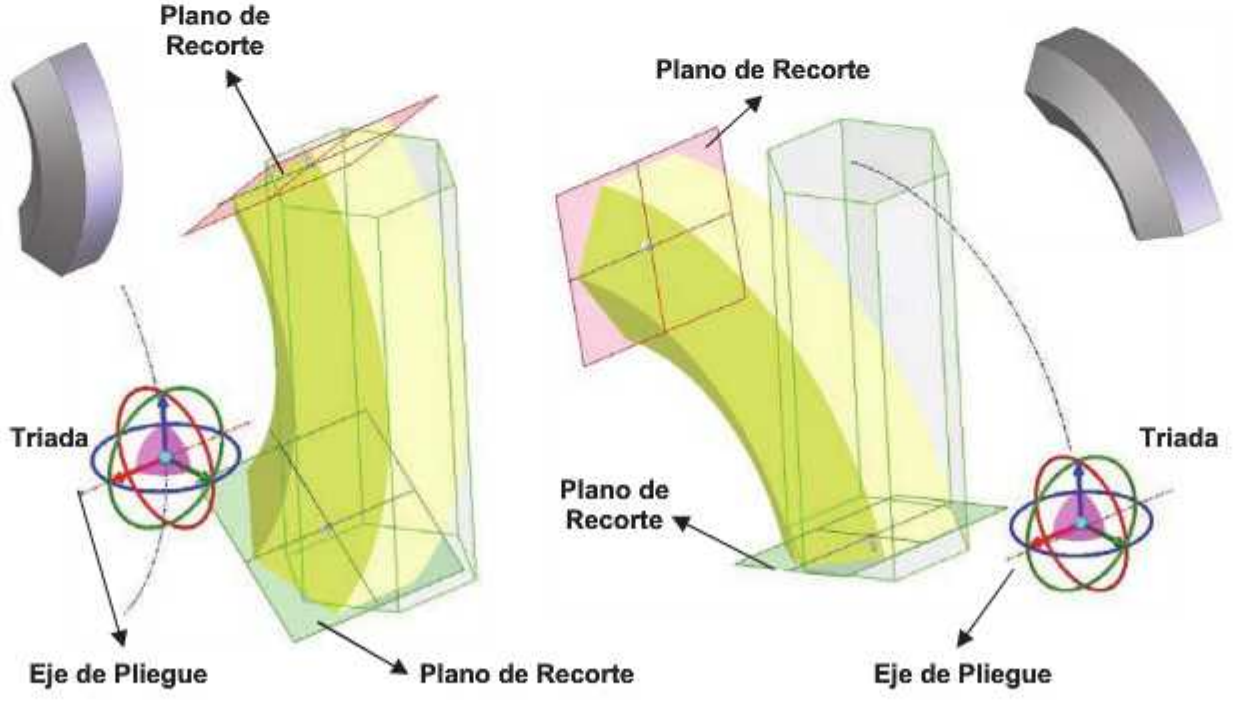
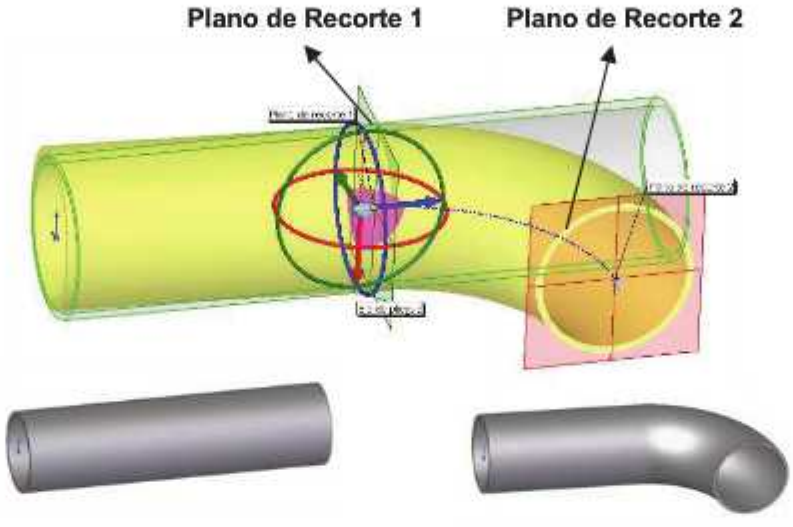


Figura 5.79. Ubicación de la **Triada**.



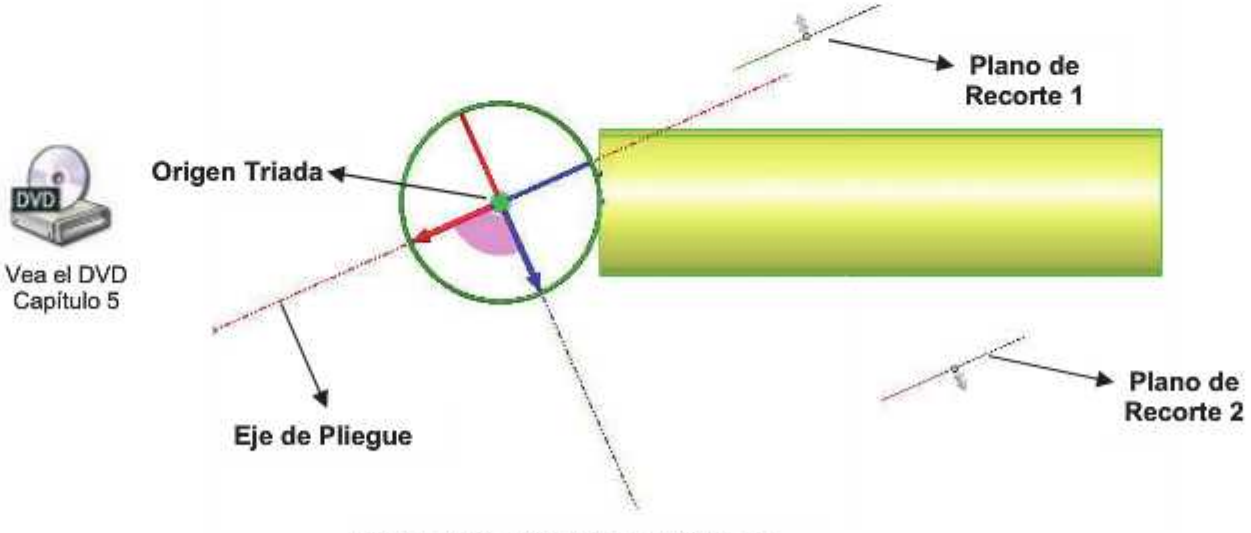
Planos de recorte

Seleccione una entidad para localizar el origen del **Plano de recorte 1** y una **Distancia de recorte** para desplazar el plano desde el exterior del modelo a lo largo del **eje Z** (azul) de la **Triada**. Repita la misma operación para el **Plano de recorte 2**.



Sistema de referencia

Permite definir la ubicación y orientación de la **Triada**. Defina el **Origen de rotación** y el **Ángulo de giro**.



Vea el DVD
Capítulo 5

Figura 5.80. **Sistema de referencia**.

Opciones de Flexionar

El **Control deslizante** permite controlar la calidad de la superficie deformada. Si desplaza el control hacia la derecha aumenta la calidad de la superficie obtenida y empeora el rendimiento.

5.6.11 Deformar

La operación **Deformar** modifica la geometría de los modelos sólidos o superficies en zonas concretas o en toda su geometría mediante el empleo de tres tipos de deformación: **Puntos**, **Curvas** o por **Empuje de superficies**. Los modelos de partida pueden ser nativos de SolidWorks® o importados. Los modelos deformados resultantes no modifican las operaciones o croquis empleados en su definición.

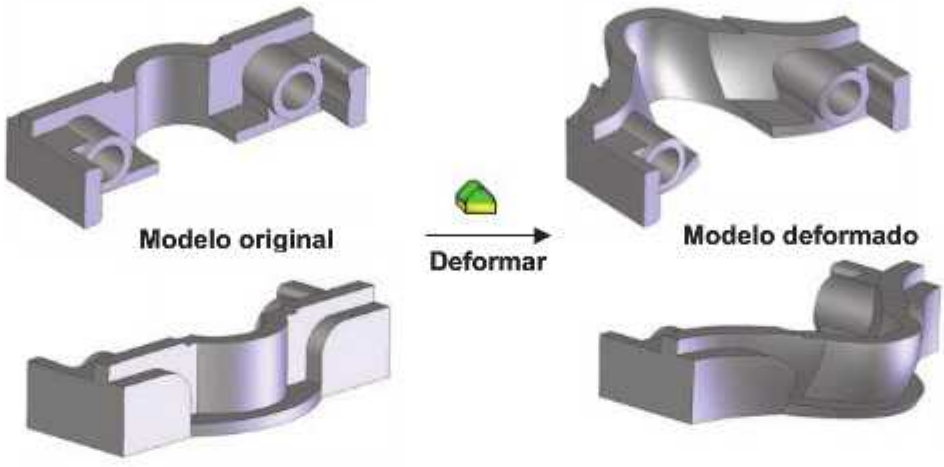


Figura 5.81. Operación **Deformar**.

Deformación Punto

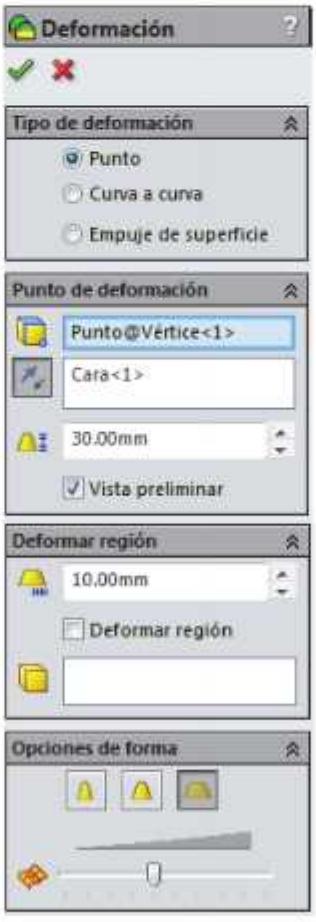
La deformación **Punto** permite deformar formas complejas de forma rápida y sencilla. Para ello, seleccione un **Punto** de un modelo, indique una **Distancia** y un **Radio esférico** para controlar la deformación.

Deformación Curva a Curva

La deformación **Curva a Curva** es un método más preciso que permite modificar la geometría de un modelo desde **Curvas iniciales**, que pueden ser conjuntos de **Curvas**, **Aristas**, **Curvas de sección**, **Curvas de croquis**, etc. a un conjunto de **Curvas de destino**.

Deformación Empuje de superficie

La deformación **Empuje de superficie** modifica las superficies de sólidos de destino desplazándolas (empujándolas) con superficies de cuerpos de Herramientas.



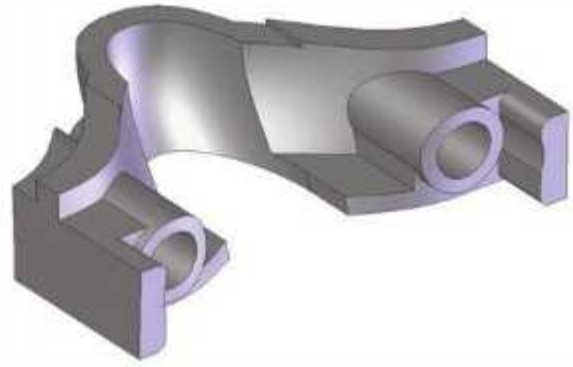
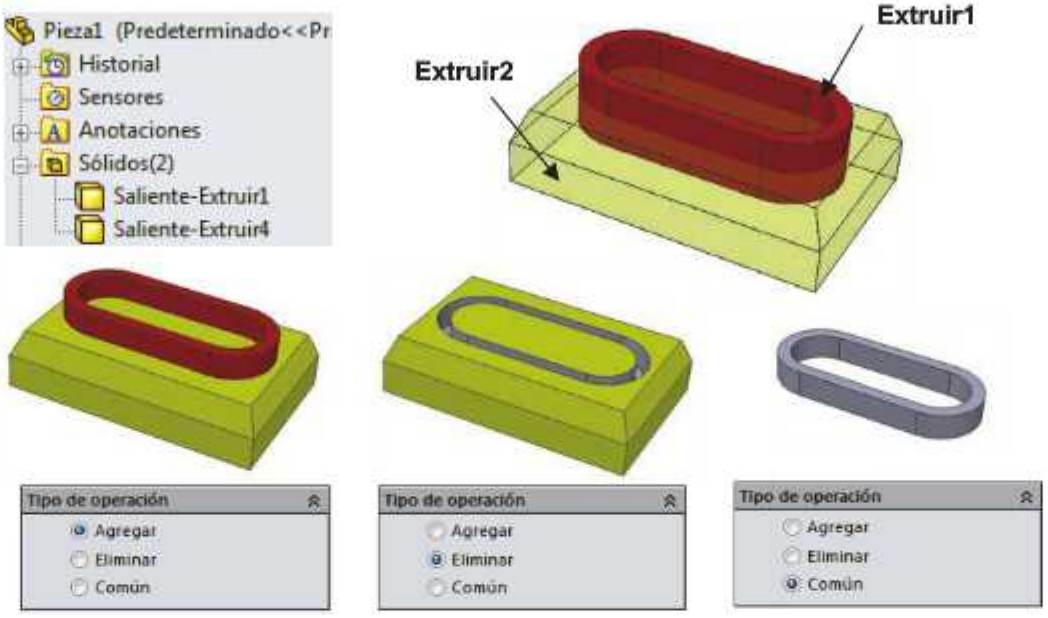


Figura 5.82. PropertyManager de **Deformar**.

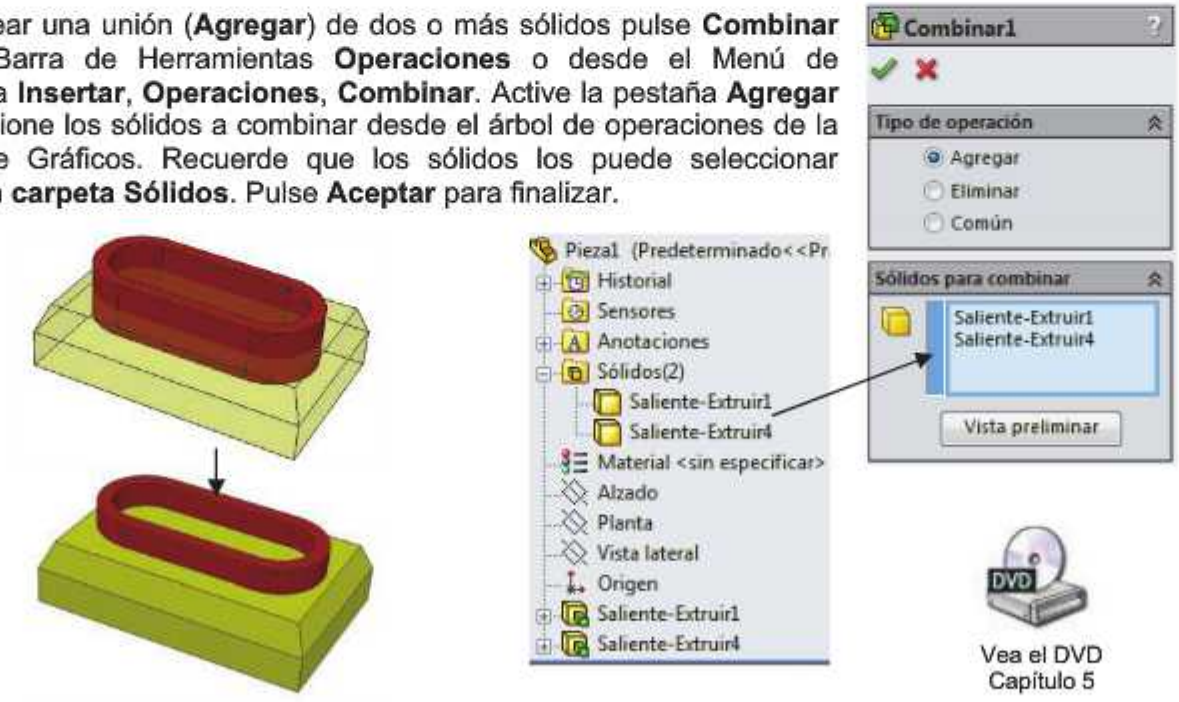
5.6.12 Combinar

La operación **Combinar** permite crear piezas más o menos complejas a partir de operaciones booleanas de unión (**Agregar**), diferencia (**Eliminar**) e intersección (**Común**). Para su uso debe tener más de un sólido (sólido multicuerpo) a combinar.



Agregar

Para crear una unión (**Agregar**) de dos o más sólidos pulse **Combinar** desde Barra de Herramientas **Operaciones** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Operaciones**, **Combinar**. Active la pestaña **Agregar** y seleccione los sólidos a combinar desde el árbol de operaciones de la Zona de Gráficos. Recuerde que los sólidos los puede seleccionar desde la **carpeta Sólidos**. Pulse **Aceptar** para finalizar.



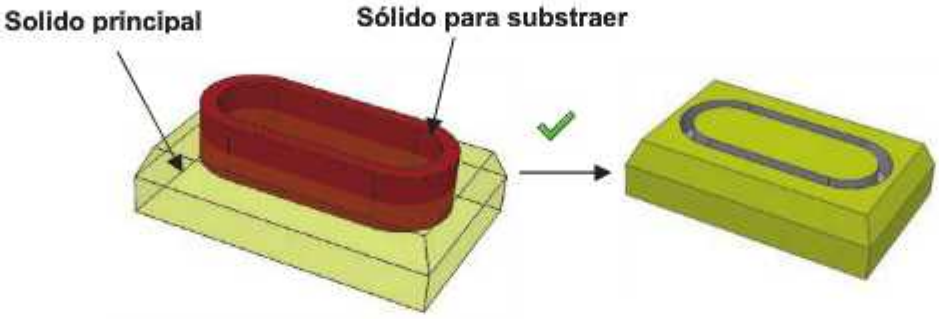
Vea el DVD
Capítulo 5

Para crear sólidos multicuerpo e independientes cuando realice una operación como extrusión desactive la casilla fusionar resultado. De esta forma se obtienen distintos sólidos.

Eliminar

La opción **Eliminar** permite substraer un sólido a otro previamente seleccionado. Pulse **Combinar** desde Barra de Herramientas **Operaciones** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Operaciones**, **Combinar**. Active la pestaña **Eliminar** y seleccione, desde la Zona de Gráficos, el **Sólido principal** y el **Sólido para substraer**. Pulse sobre **Vista preliminar** para anticipar el resultado a partir de una previsualización. Pulse **Aceptar** para finalizar.

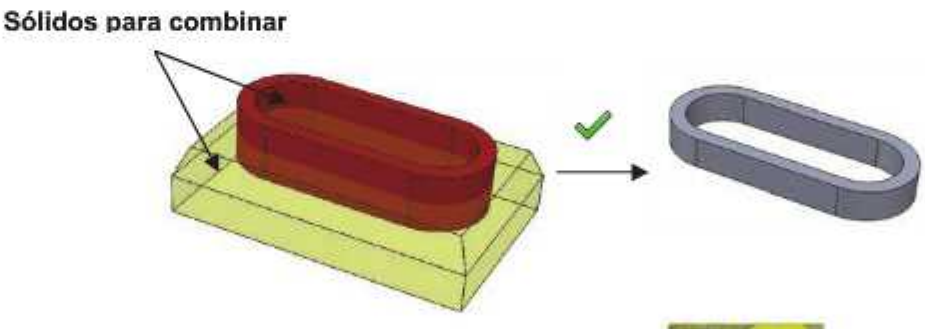


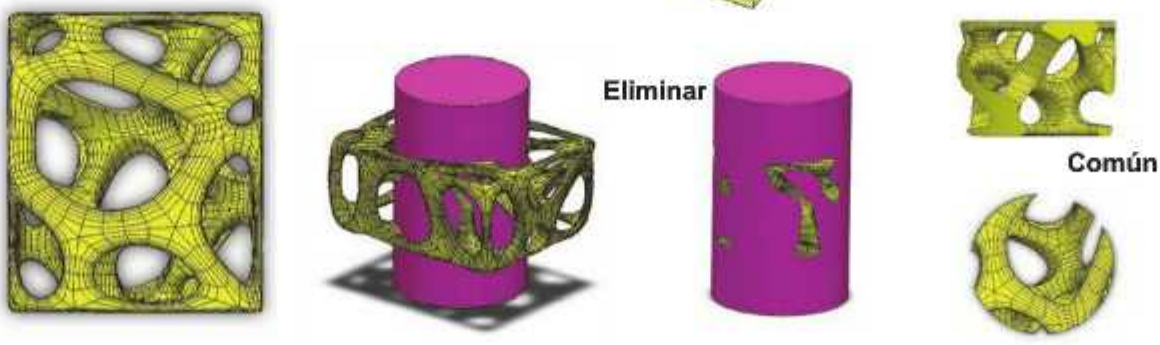


Común

Permite obtener la intersección o el volumen común entre dos sólidos seleccionados. Pulse **Combinar** desde Barra de Herramientas **Operaciones** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Operaciones**, **Combinar**. Active la pestaña **Común** y seleccione, desde la Zona de Gráficos, los sólidos a combinar. Pulse **Aceptar** para finalizar.









También puede usar la operación Combinar con modelos sólidos importados de otros software CAD. En la figura se presenta un modelo creado con otro programa de CAD y exportado a SolidWorks con extensión IGES.

5.7 Herramientas de medición y verificación

SolidWorks® dispone de **Herramientas de medición y verificación** que permiten conocer **Distancias**, **Propiedades Físicas** y de **Sección**, **Analizar ángulos de salida** y de **Desviaciones**. Además, se incluyen otras que permiten **Diagnosticar modelos importados**, **Comprobar geometrías** y hacer **Informes de tiempo de recálculo**, entre otras.



Figura 5.83. **Herramientas de medición y verificación**.

5.7.1 Medir

Permite medir **Distancias**, **Ángulos**, **Radios**, **Superficies**, etc. Tan solo debe seleccionar las entidades desde la **Zona de Gráficos** y visualizar en pantalla los resultados de la medición realizada.

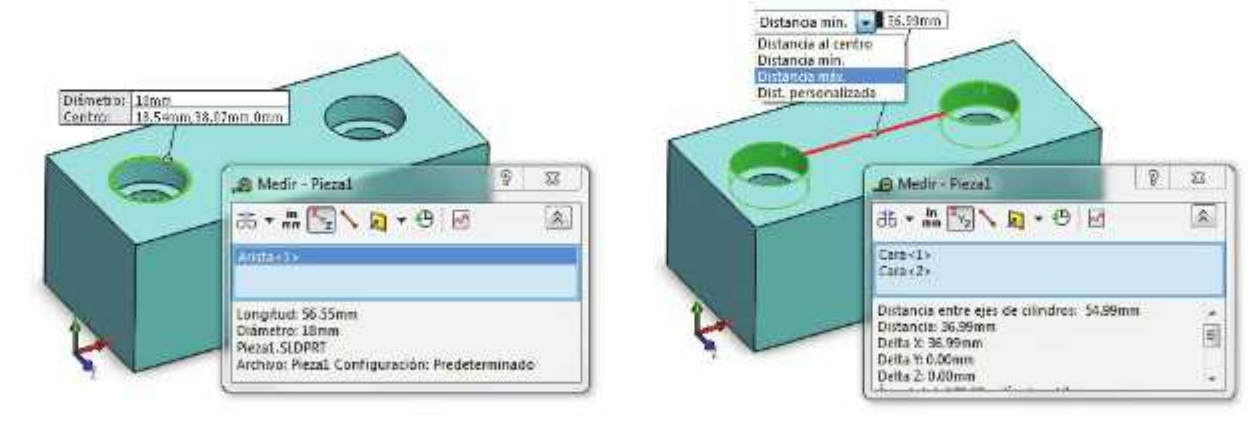


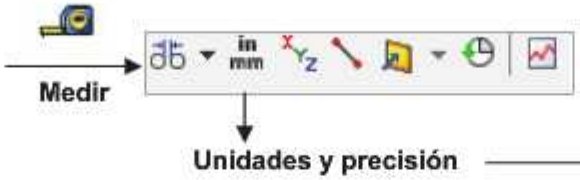
Figura 5.84. **Herramienta de medición**.

Si selecciona un círculo aparece el diámetro y las coordenadas de su centro. Si, a continuación, selecciona otro círculo, manteniendo seleccionado el primero, aparece la distancia entre ellos y los incrementos de longitud respecto X, Y y Z. **SolidWorks®** indica que la **Combinación de entidades seleccionadas no son válidas** cuando no pueden medirse.

Para realizar mediciones con la Operación **Medir** las etapas que debe seguir son:

1- Pulse **Medir** desde la Barra de **Herramientas** o desde el Menú de Persiana **Herramientas**, **Medir**.

2- Seleccione las **Unidades** de medida y su **Precisión.**





3- Seleccione el **Tipo de medida** a efectuar (de **Arco/Círculo**, **Centro a centro**, **Distancia mínima o máxima**) o seleccione las entidades a medir desde la **Zona de Gráficos**.

4- Puede seleccionar la opción **Mostrar medidas XYZ** para ver los incrementos (ΔX, ΔY y ΔZ) en las medidas efectuadas.

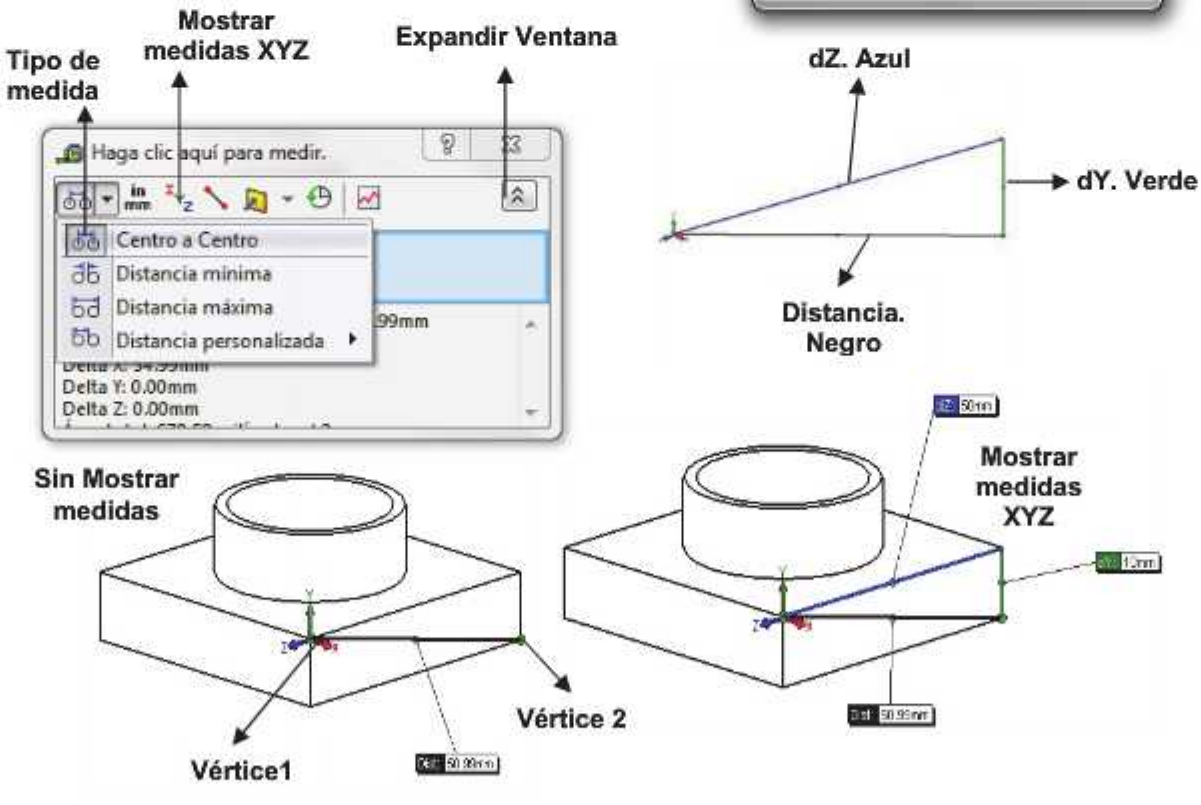


Figura 5.85. **Mostrar medidas XYZ**.

5- Seleccione la **forma de visualización** de las medidas efectuadas. **XYZ relativo** a **Origen de pieza** o a un **Sistema de coordenadas**. O **Proyectado sobre pantalla** o **Cara/Plano**.

5.7.2 Propiedades físicas

La herramienta **Propiedades físicas** calcula las propiedades de una pieza o ensamblaje indicando la **Densidad** del material aplicado, la **Masa**, el **Volumen**, el **Área de superficie**, el **Centro de masas** y los **Ejes y Momentos principales de inercia** (Ix, Iy e Iz).

Para conocer las **Propiedades físicas** de su modelo de pieza o ensamblaje las etapas que debe seguir son:

1- Pulse **Propiedades físicas** desde la Barra de Herramientas **Herramientas** o desde el Menú de Persiana **Herramientas, Propiedades Físicas**.

2- En **Opciones** defina las **Unidades de medida**.

3- En **Elementos seleccionados** asegúrese que el modelo de pieza, las piezas o el ensamblaje en el que desee calcular o asignar las **Propiedades físicas** es el adecuado.

4- Active o desactive **Mostrar sistema de coordenadas de salida en las esquina de la ventana** para visualizar el sistema de referencia en el origen.

5- Visualice los resultados en el cuadro de diálogo, el **Centro de masas** y los **Ejes principales** en la **Zona de Gráficos**.

6- Pulse **Imprimir** si desea obtener una copia de los resultados en formato papel o **Copiar** para insertarlos en un documento de texto.

7- Pulse **Cerrar** para salir de la orden **Propiedades físicas**.

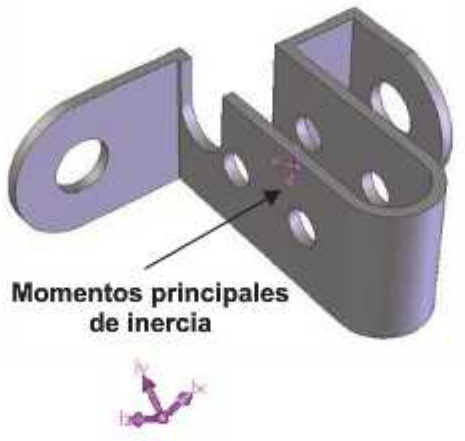
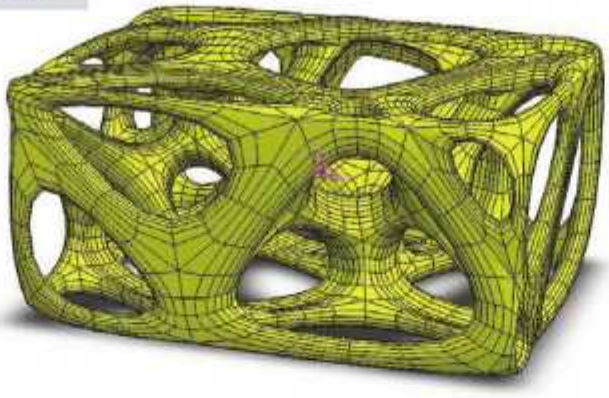


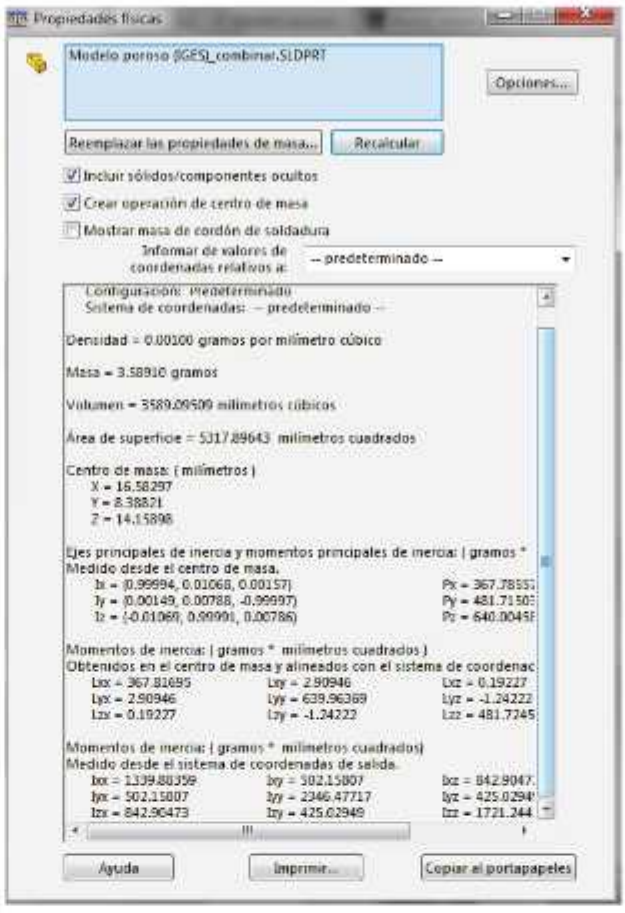


Figura 5.86. Cuadro de diálogo de **Propiedades Físicas**.

La opción **Recalcular** permite actualizar la información de las **Propiedades físicas** del modelo evaluado.

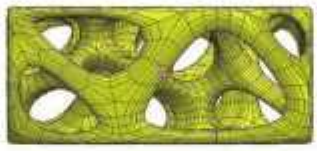


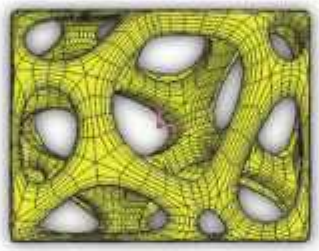




Los momentos de inercia y productos de inercia:

$$I_{xx} = \int (y^2 + z^2)\,dm$$
$$I_{yy} = \int (z^2 + x^2)\,dm$$
$$I_{zz} = \int (x^2 + y^2)\,dm$$
$$I_{xy} = \int (xy)\,dm$$
$$I_{yz} = \int (yz)\,dm$$
$$I_{zx} = \int (zx)\,dm$$





Matriz de tensor de inercia:

$$\begin{bmatrix} I_{xx} & -I_{xy} & -I_{zx} \\ -I_{xy} & I_{yy} & -I_{yz} \\ -I_{zx} & -I_{yz} & I_{zz} \end{bmatrix}$$

5.7.3 Propiedades de sección



Permite evaluar las propiedades de sección para múltiples caras y croquis que se encuentran en planos paralelos. No es necesario cerrar el cuadro de diálogo de **Propiedades de sección** para evaluar más de una entidad con la opción de **Recalcular** puede iniciar una nueva evaluación.

Para conocer las **Propiedades de sección** para múltiples entidades las etapas que debe seguir son:

1- Seleccione cualquiera de los siguientes elementos que se encuentren en planos paralelos (una o más caras planas del modelo, una cara en un plano de sección, la cara de sección rayada en la vista de sección de un dibujo o un croquis.

2- Pulse **Propiedades de sección** desde la Barra de Herramientas **Herramientas** o desde el Menú de Persiana **Herramientas**, **Propiedades de sección**.

3- Visualice los resultados en el cuadro de diálogo de **Propiedades de sección**.

5.7.4 Comprobar

Permite comprobar la correcta geometría de su modelo mediante la verificación de **Caras** y **Aristas inválidas**, **Aristas cortas**, **Radio mínimo de Curvatura o de Arista** o **Separación máxima de Aristas y Vértices**.

Después del análisis el cuadro de diálogo de **Comprobar entidad** muestra el número de errores detectados y la **Lista de resultados**. Si selecciona uno de los errores desde la **Lista de resultados** puede distinguirlo en la **Zona de Gráficos**.

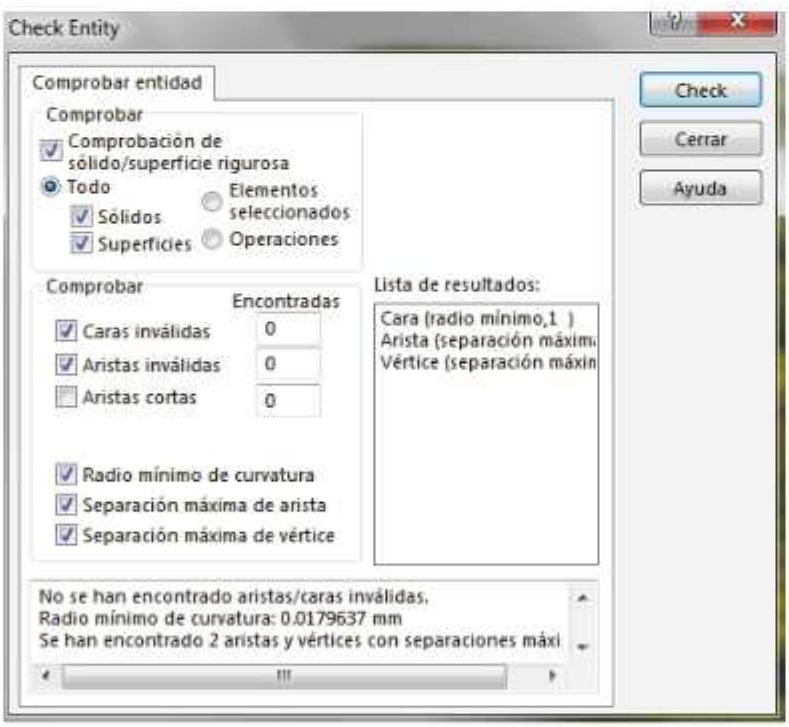
Para **Comprobar** su modelo de pieza o ensamblaje las etapas que debe seguir son:

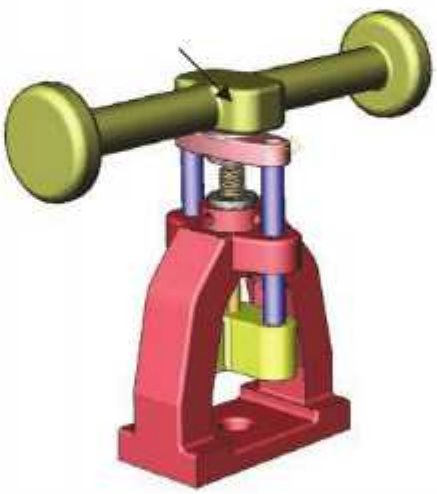
1- Pulse **Comprobar** desde la Barra de **Herramientas** o desde el Menú de Persiana **Herramientas**, **Comprobar**.

2- Seleccione la entidad y parámetros a verificar.

3- Observe las entidades erróneas encontradas y la **Lista de resultados**.

4- Para cerrar el cuadro de diálogo de **Comprobar entidad** pulse **Cerrar**.





La **Arista** indicada es más corta que la tolerancia máxima permitida. Una posible causa es que hay entidades del croquis mal alineadas o casi coincidentes. Inspeccione con cuidado el croquis correspondiente y elimine estas condiciones.

Figura 5.87. Cuadro de diálogo de **Comprobar**.

Puede seleccionar un elemento de la Lista de resultados para verlo resaltado desde la Zona de Gráficos.

5.7.5 Análisis de geometría

Permite realizar un análisis de la geometría para detectar **Geometría insignificante** (aristas cortas, caras pequeñas y astillas de caras), **Ángulos vivos** (Aristas vivas y vértices vivos) y **Geometría discontinua** (caras y aristas). Antes de iniciar el cálculo puede indicar los valores límites para su detección.

Para realizar un **Análisis de geometría** en modelo de pieza o ensamblaje activo en pantalla las etapas que debe seguir son:

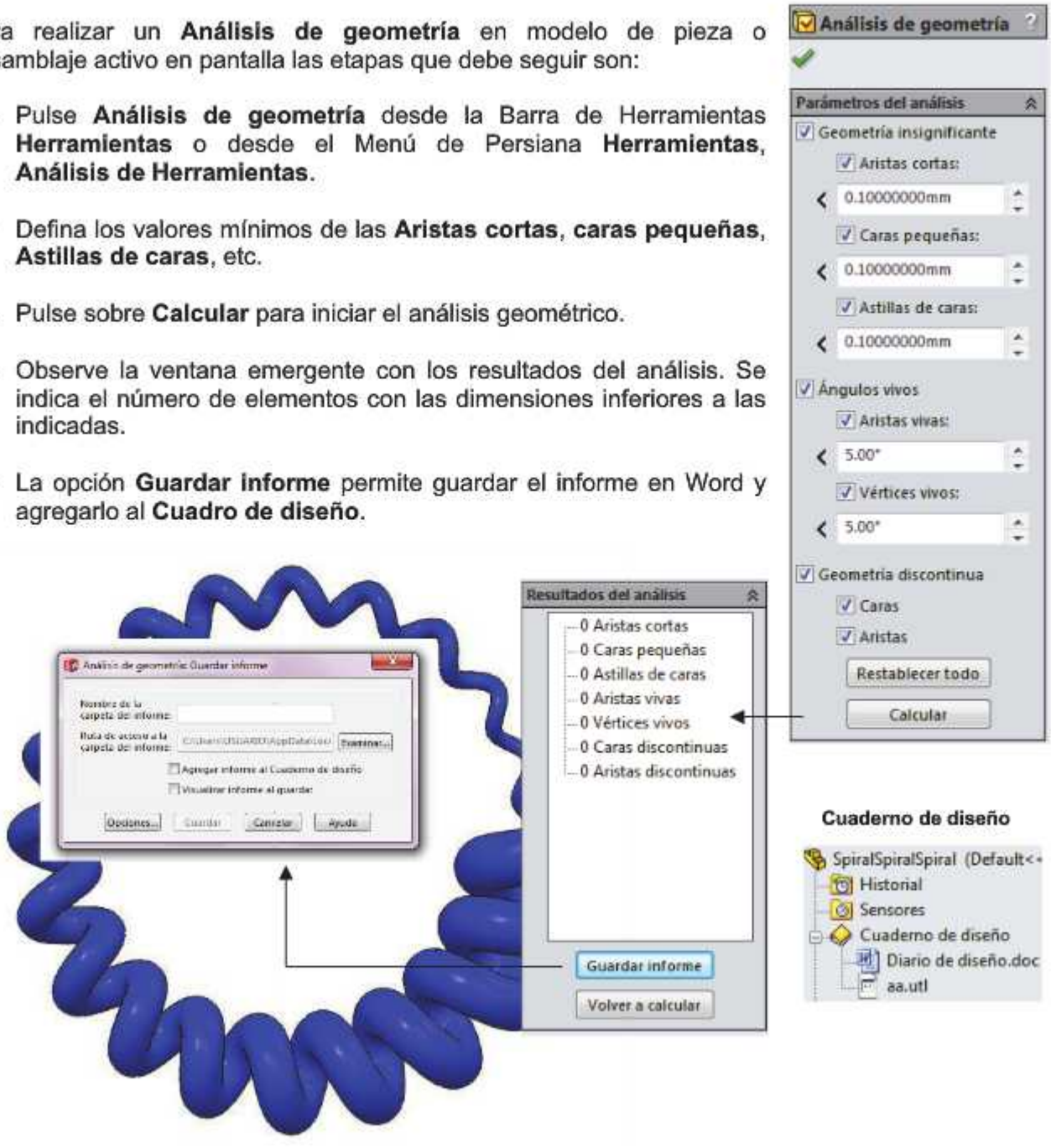
1- Pulse **Análisis de geometría** desde la Barra de Herramientas **Herramientas** o desde el Menú de Persiana **Herramientas**, **Análisis de Herramientas**.

2- Defina los valores mínimos de las **Aristas cortas**, **caras pequeñas**, **Astillas de caras**, etc.

3- Pulse sobre **Calcular** para iniciar el análisis geométrico.

4- Observe la ventana emergente con los resultados del análisis. Se indica el número de elementos con las dimensiones inferiores a las indicadas.

5- La opción **Guardar informe** permite guardar el informe en Word y agregarlo al **Cuadro de diseño**.



El Cuaderno de diseño o más conocido como diario de diseño es un documento de Microsoft Word que está integrado en los documentos de SolidWorks y aparece en el Gestor de diseño del FeatureManager. Es un diario de ingeniería en el que se describen las características técnicas del proyecto realizado. Para su uso debe tener Microsoft Word instalado en su equipo.

5.7.6 Informe de tiempo de recálculo



El **Informe de tiempo de recálculo** calcula el tiempo de reconstrucción que necesita cada una de las operaciones de una pieza y permite suprimir la reconstrucción automática de ciertas operaciones. De esta forma puede reducir el tiempo de reconstrucción e incrementar la velocidad de diseño de sus productos.

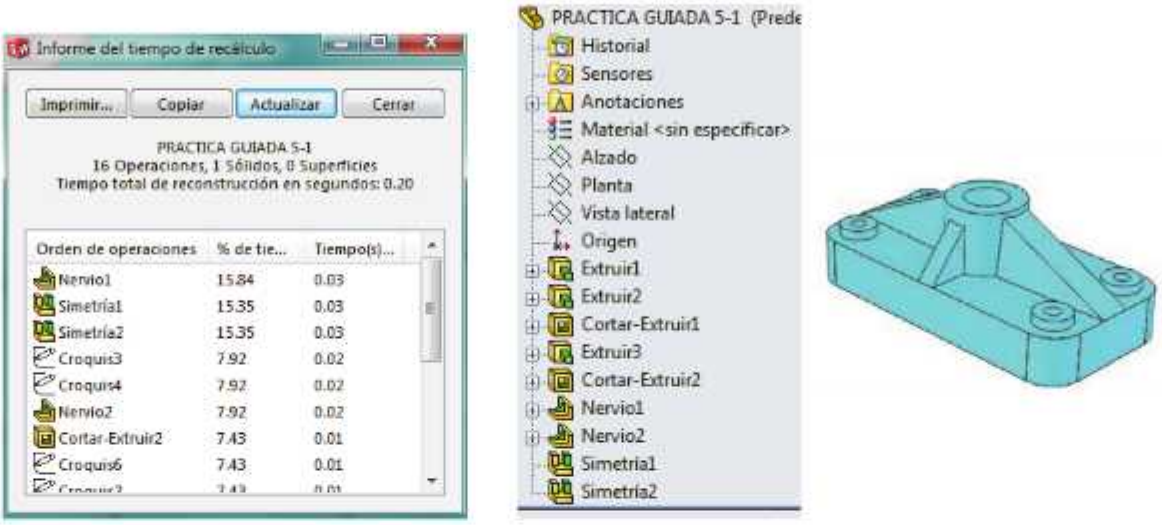


Figura 5.88. **Informe del tiempo de recálculo**.

En el cuadro de diálogo se tienen todas las operaciones, el tiempo de recálculo para cada una de ellas y el porcentaje de tiempo respecto del total. Si pulsa sobre **Orden de operación** las operaciones y croquis se ordenan en función del momento de su creación.

5.7.7 Análisis de desviación



Permite calcular el **Ángulo entre caras** de un sólido o superficie por la selección de una **Arista** o un conjunto de ellas.

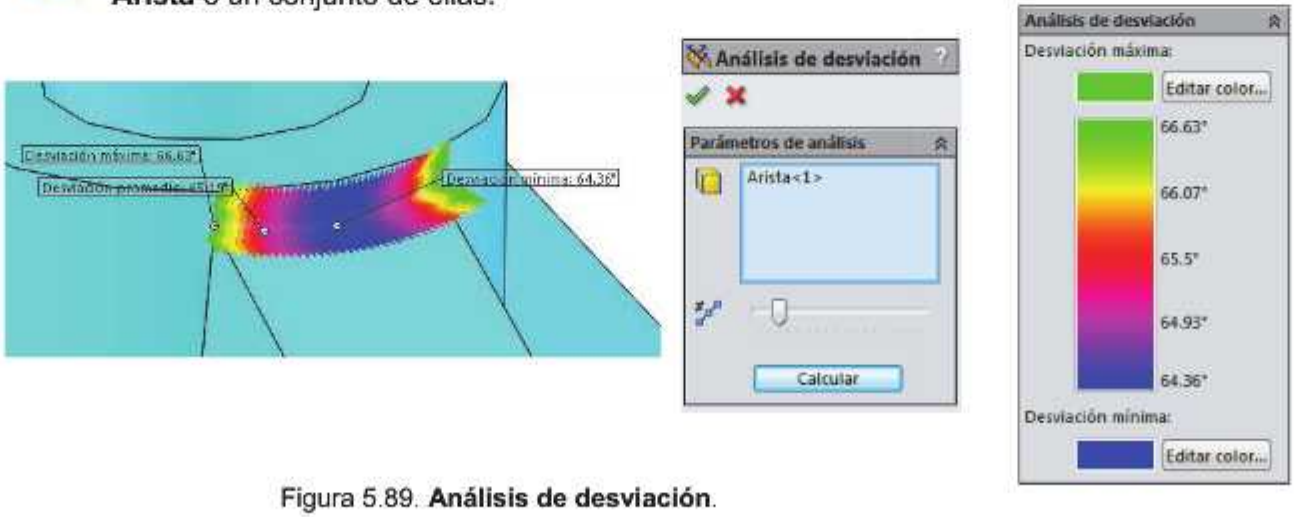


Figura 5.89. **Análisis de desviación**.

El resultado se muestra mediante flechas coloreadas que indican la cantidad de desviación de la **Arista** justo en ese punto. Los resultados se muestran según tres criterios: **Desviación máxima**, **mínima** o **promedio**.

5.7.8 Diagnóstico de importación

Es una Herramienta de diagnosis y reparación de superficies importadas defectuosas. Permite reparar y formar un conjunto de superficies cerradas para convertirlas en sólidos.

El **Diagnóstico de importación** se activa automáticamente al abrir un fichero con extensión diferente a la empleada en **Solid**Woks® o cuando selecciona la propia ordenen desde la Barra de **Herramientas**, **Diagnóstico de importación**.



El **PropertyManager** de **Diagnóstico de importación** indica los defectos enumerando el nombre y número de **Caras defectuosas** y las **Separaciones entre caras**.

Pulse **Intentar reparar todo** para solucionar los defectos en las caras y en las separaciones. **Diagnóstico de Importación** arregla los defectos en las **Caras** y las **Separaciones** entre ellas para formar un conjunto cerrado.

En el caso de no solucionar todos los defectos puede seleccionar cada una de las caras por separado y pulsar sobre la misma con el botón secundario del ratón. Del Menú de reparación seleccione la acción deseada (**Reparar Cara**, **Eliminar Cara**, **Volver a comprobar cara**, **¿Qué errores hay?**, **Ampliar selección**, Invertir **Ampliar la selección**, **Color** o **Eliminar la cara de la lista**).

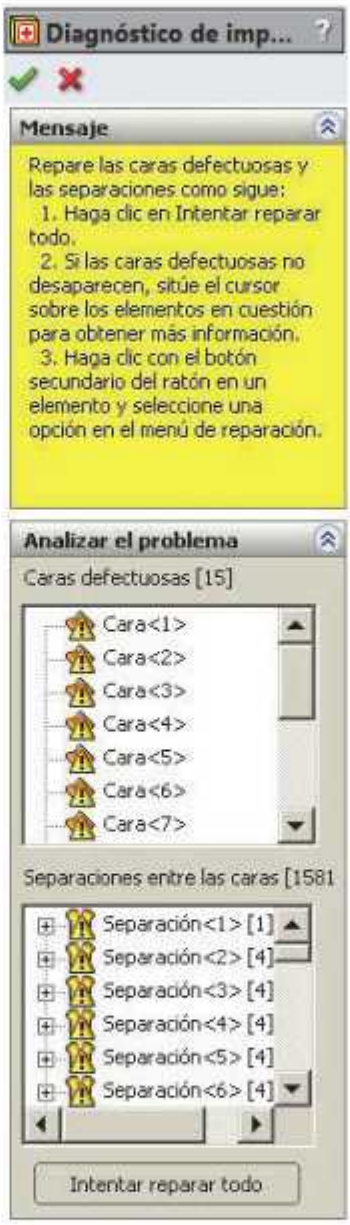




Figura 5.90. **Diagnóstico de importación**.

5.7.9 Análisis de espesor



Permite realizar un análisis del espesor y determinar los distintos grosores de un modelo a partir de una gama de colores o a partir de la localización del cursor sobre las distintas regiones. Es una herramienta útil para visualizar regiones delgadas o regiones que tienen un espesor inferior a uno previamente especificado.



Para realizar un **Análisis del espesor** en pantalla, las etapas que debe seguir son:

1- Pulse **Análisis de espesor** desde la Barra de **Herramientas** o desde el Menú de Persiana **Herramientas**, **Análisis de espesor**.

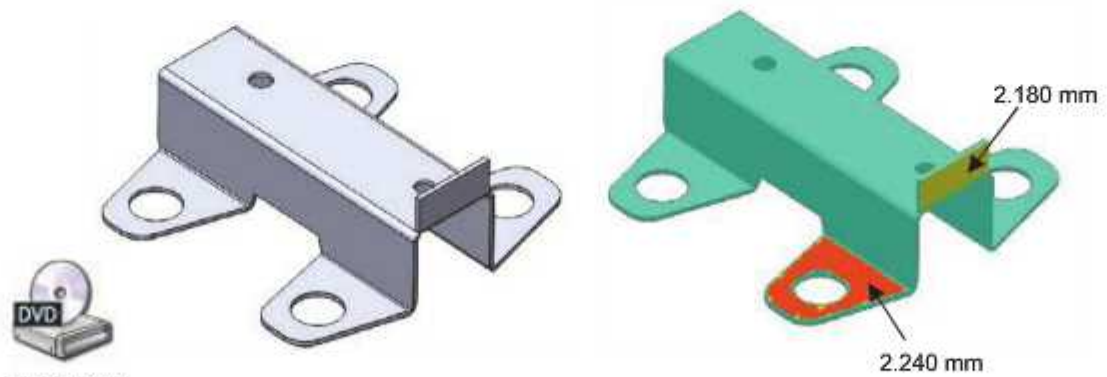
2- En **Parámetros de análisis** indique el espesor deseado y active la casilla **Mostrar regiones delgadas** o **Mostrar regiones gruesas** en función del análisis a realizar. Establezca el **Límite de regiones gruesas** o **delgadas**.

3- En **Configuración de color** puede definir el rango de colores y establecer el degradado (continuo o discreto) de los mismos a partir de una **Escala de espesor**.

4- Pulse **Calcular** para realizar el estudio.

5- Observe los distintos espesores del modelo evaluado en función de la gama de colores.

Si desea realizar un estudio de espesor en una pieza multicuerpo solo es posible realizar el estudio en un único sólido cada vez sin que puedan tratarse de forma conjunta.



Vea el DVD
Capítulo 5

Figura 5.91. Análisis de espesores.

5.7.10 Comprobar simetría

Comprueba el grado de simetría de una pieza seleccionada. La función indica el grado de simetría definiendo las caras simétricas, únicas y asimétricas.

Para realizar una **Comprobación de simetría** las etapas que debe seguir son:

1- Pulse **Comprobar simetría** desde la Barra de Herramientas o desde el Menú de Persiana **Herramientas**, **Comprobar simetría**.

2- En **Tipo de comprobación** seleccione **Comprobación manual de caras** o **Partición de simetría automática**. Esta segunda opción reduce una pieza a su sólido simétrico más pequeño repetible. Esta opción es útil cuando se desea realizar análisis de simulación.

3- En **Parámetros de análisis** puede definir el plano de simetría a tener en cuenta en la comprobación. Para ello puede seleccionar un plano de simetría previamente creado (**Plano único**), seleccionar **dos caras paralelas** o **dos puntos**. En **Configuración de color** puede definir los colores para las **caras únicas**, **simétricas** o **asimétricas**.

4- Pulse **Comprobar** para iniciar el proceso de comprobación de la simetría. En la Zona de gráficos se pueden distinguir las caras únicas (rojo), las simétricas (verde) y las asimétricas (amarillo).

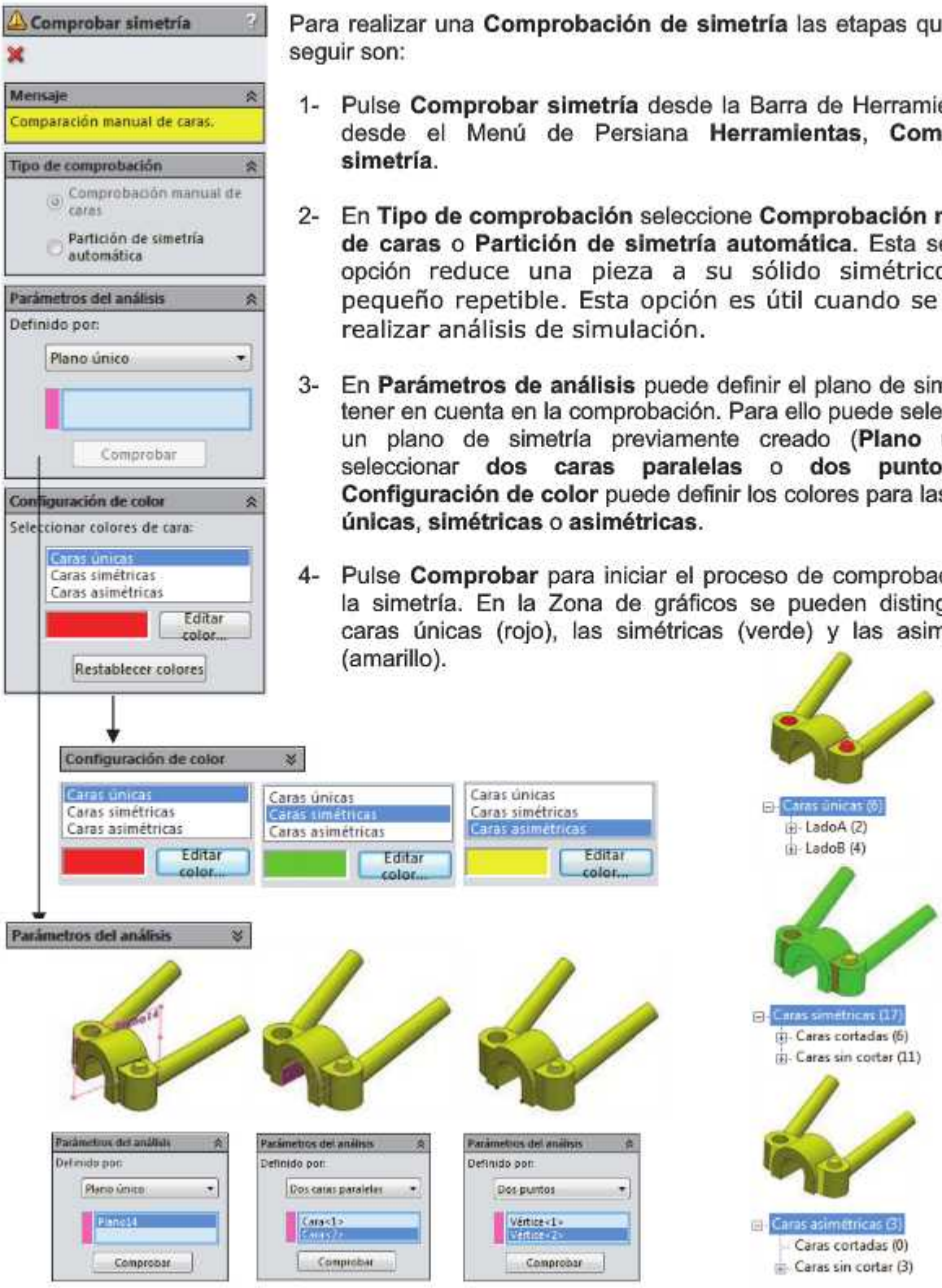


Figura 5.92. Comprobación de simetría.

5.8 DimXpert

DimXpert es un conjunto de herramientas que le ayudará en el proceso de acotación y definición de tolerancias dimensionales y geométricas según los requisitos definidos por ASME Y14.41-2003 e ISO 16792:2006. Es accesible desde el Menú **Herramientas**, **DimXpert** o desde el Menú de Operaciones. La acotación se puede realizar de forma manual o automática. Antes de iniciar el proceso de acotación es conveniente definir sus propiedades desde el Menú **Herramientas**, **Opciones**, **Propiedades de documento**, **Estándar de dibujo**.



Figura 5.93. Barra de herramientas de **DimXpert**.

Para acotar geométricamente y/o dimensionalmente de forma automática mediante **DimXpert** las etapas que debe seguir son:

1- Pulse **DimXpert** desde la Barra de Herramientas o desde el Menú de Persiana **Herramientas**, **DimXpert**. Seleccione la opción **Esquema de acotación automática**.

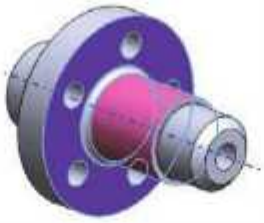


2- En **Configuraciones** seleccione el **Tipo de pieza** a acotar (**Prismática** o **Torneada**) y **el Tipo de Tolerancia** (**Más y Menos** y **Geométrica**). La tolerancia **Más y Menos** hace referencia a la acotación dimensional mientras que la Geométrica a la tolerancia de forma y posición. La selección de **Más y Menos** permite acotar matrices de forma Lineal o Polar.

3- En **Selección de datos indicativos** debe indicar el Dato primario, Secundario y/o terciario. Para piezas prismáticas se suelen seleccionar tres planos (X, Y y Z) mientras que para las piezas Torneadas es suficiente seleccionar dos planos. Cada plano seleccionado pasa a ser una referencia por lo que depende de la geometría de la pieza a acotar.

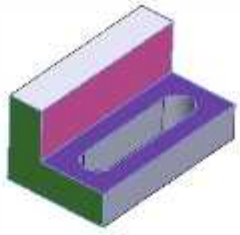


Torneada





Prismática





4- En **Alcance** puede indicar si desea realizar la acotación en **Todas las operaciones** o en algunas de ellas (**Operaciones seleccionadas**). La primera de las opciones es la más adecuada en piezas sencillas mientras que la selección de operaciones es más recomendable en piezas con gran número de operaciones.

5- **Filtros de selección** permite reconocer operaciones como cajeras, avellanados o refrentados. Es conveniente seleccionar las operaciones que desee reconocer.

6- Para finalizar debe pulsar **Aceptar**. Las tolerancias dimensionales o geométricas aparecen en el modelo. Para modificar su apariencia pulse un doble clic con el botón izquierdo sobre la cota a editar. Puede cambiar desde el **Valor** (Tolerancia/Precisión y texto de cota) hasta las características de la **Línea indicativa**.

Para crear las vistas del modelo con las tolerancias dimensionales y/o geométricas establecidas pulse sobre **Nuevo** desde el Menú de Persiana **Archivo**. Seleccione **Crear Dibujo** y pulse **Aceptar**. Pulse con el botón derecho del ratón sobre la pestaña de **Hoja1** que se encuentra en la parte inferior izquierda de la Zona de Gráficos y defina las características del plano de dibujo. En **Propiedades** puede definir la **Escala** de 1:2, el **Tipo de proyección Tercer ángulo** y el **Tamaño de hoja personalizado** a 297 mm (Anchura) por 210 mm (Altura). Pulse **Aceptar**.

Una vez definido el formato de dibujo pulse **Paleta de visualización**. En **Opciones**, seleccione **Importar anotaciones**: **Anotaciones de DimXpert e Inicio automático de vistas proyectadas**. Desde las **Paleta de visualización** arrastre la vista **Frontal** hasta la Zona de Gráficos. Repita la operación con la vista **Superior** del modelo.





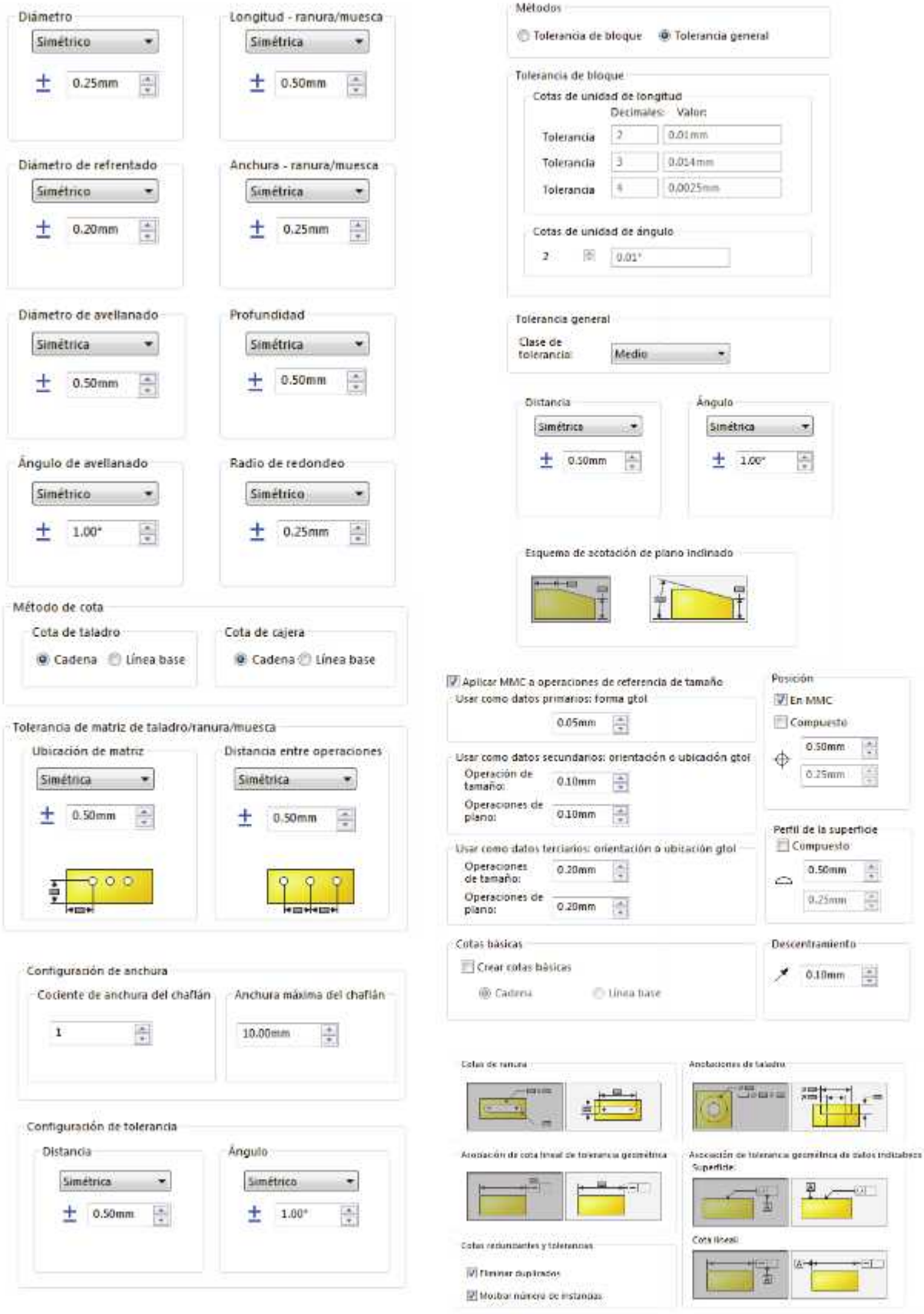


Figura 5.94. Opciones de DimXpert.



Capítulo 6
Tablas de diseño

Introducción

En muchas aplicaciones industriales diferentes componentes comparten la misma geometría tridimensional pero con diferentes tamaños o medidas geométricas. Así, por ejemplo, el perfil bidimensional geométrico que define un engranaje recto es el mismo para distintas medidas (definidas por el módulo o el número de dientes).

La interconexión de SolidWorks® con una hoja de cálculo que contenga diversos valores numéricos para cada una de las operaciones y cotas del croquis permite crear, de forma automática, un conjunto de modelos 3D variacionales.

En este capítulo se describen las diferentes formas posibles de realizar **Tablas de Diseño**: **En Blanco**, **Creación automática** o **Desde archivo**. Además, se describe los procedimientos para **Editar Tablas**, **Eliminar** y **Guardar**.

Junto con los conceptos teóricos se incluye una práctica guiada para repasar los contenidos descritos en el capítulo.

Contenido

- Diseño **Paramétrico** y **Variacional**.
- Creación de **Tablas de Diseño** (**En blanco**, **Creación Automática** y **Desde archivo**).
- Edición de **Tablas de diseño**.

Objetivos

- Justificar el uso de las **Tablas de Diseño** para la creación de **Familias de Piezas**.
- Estudiar los tres procedimientos en la creación de **Tablas de Diseño**.
- Practicar la creación de **Tablas de diseño** con **Excel®**.

Capítulo 6
Tablas de diseño

Introducción

En muchas aplicaciones industriales diferentes componentes comparten la misma geometría tridimensional pero con diferentes tamaños o medidas geométricas. Así, por ejemplo, el perfil bidimensional geométrico que define un engranaje recto es el mismo para distintas medidas (definidas por el módulo o el número de dientes).

La interconexión de SolidWorks® con una hoja de cálculo que contenga diversos valores numéricos para cada una de las operaciones y cotas del croquis permite crear, de forma automática, un conjunto de modelos 3D variacionales.

En este capítulo se describen las diferentes formas posibles de realizar **Tablas de Diseño**: **En Blanco**, **Creación automática** o **Desde archivo**. Además, se describe los procedimientos para **Editar Tablas**, **Eliminar** y **Guardar**.

Junto con los conceptos teóricos se incluye una práctica guiada para repasar los contenidos descritos en el capítulo.

Contenido

- Diseño **Paramétrico** y **Variacional**.
- Creación de **Tablas de Diseño** (**En blanco**, **Creación Automática** y **Desde archivo**).
- Edición de **Tablas de diseño**.

Objetivos

- Justificar el uso de las **Tablas de Diseño** para la creación de **Familias de Piezas**.
- Estudiar los tres procedimientos en la creación de **Tablas de Diseño**.
- Practicar la creación de **Tablas de diseño** con **Excel®**.

6.1 Introducción al diseño paramétrico y variacional

SolidWorks® permite crear una familia de piezas partiendo de un modelo tridimensional parametrizado. El modelo creado debe estar correctamente acotado con **cotas dimensionales** y **angulares** o con **restricciones geométricas**. La creación posterior de una **Tabla de Diseño** (hoja de cálculo) permite generar una familia de piezas asociando cada uno de los modelos a un conjunto distinto de cotas.

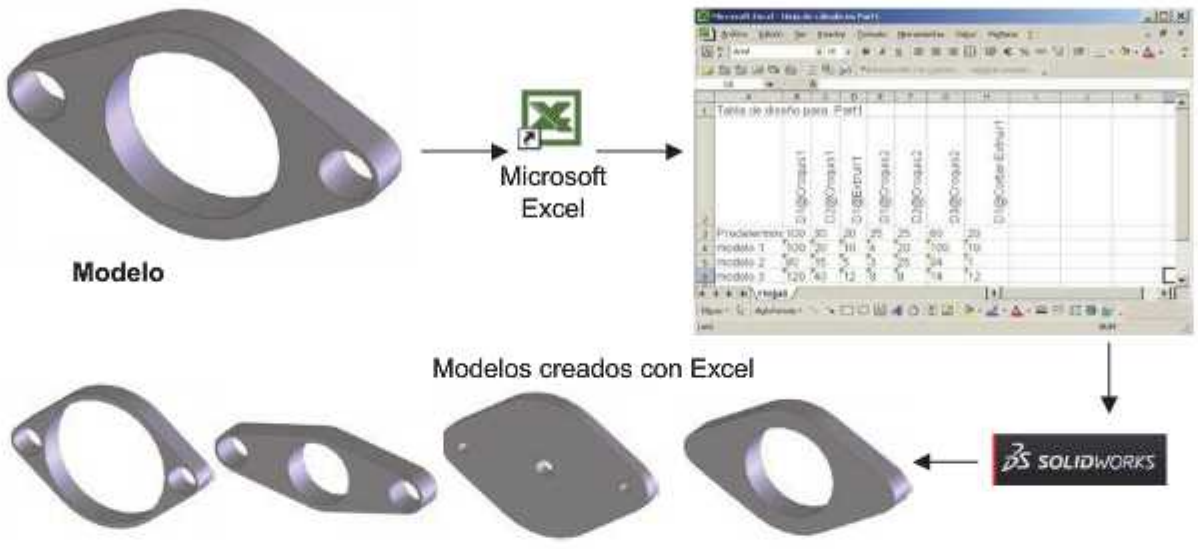


Figura 6.1. Esquema de la creación de una **Familia de Pieza** con **Excel®**.

Para crear una familia de piezas el primer paso requiere tener el modelo tridimensional creado en SolidWorks® y perfectamente acotado (croquis negro). A continuación debe confeccionar la **Tabla de Diseño** u hoja de cálculo con las cotas correspondientes a cada una de las operaciones tridimensionales o a la definición del croquis que desea variar en la familia de piezas. Es indispensable conocer el nombre con el que SolidWorks® define las operaciones para poder asignar valores numéricos en la **Tabla de Diseño**.



Figura 6.2. Barra de Herramientas **Tabla**.

6.2 Creación de Tablas de Diseño

La creación de la **Tabla de Diseño** puede realizarse de tres formas distintas: **En blanco**, **Creación automática** o **Importarla desde un archivo**.

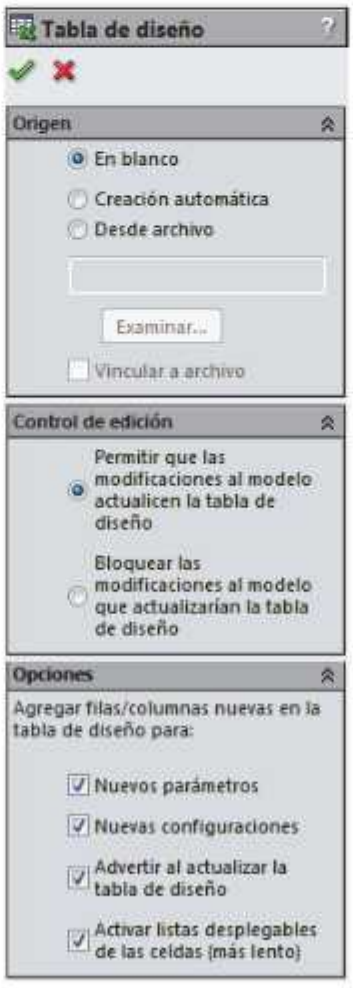


- **En blanco.** Inserta una **Tabla de diseño** en blanco para rellenarla con las variables deseadas.
- **Creación automática.** Crea de forma automática una **Tabla de diseño**. Antes de su inserción debe seleccionar que operaciones desea incluir en la Tabla.
- **Desde archivo.** Permite importar una hoja de cálculo de **Excel** previamente creada.

La mayoría de empresas que utilizan SolidWorks emplean las **Tablas de diseño** para crear familias de piezas.

6.2.1 En blanco

Permite crear una hoja de cálculo en blanco para su completa definición desde el inicio. Las operaciones y cotas deben introducirse de forma manual, copiando el nombre de cada una de ellas en la nueva tabla, y asignarles los distintos valores.



No es la mejor opción cuando desee crear una familia de piezas partiendo de un modelo complejo. Es aplicable en la creación de vistas explosionadas o en la definición de posiciones múltiples de un componente en un ensamblaje.

Para insertar una **Tabla de Diseño** en Blanco:

1- Seleccione **Tabla de Diseño** del Menú de Persiana **Insertar**, **Tabla de diseño** o desde la Barra de Herramientas de **Tabla** (Figura 6.3).

2- Seleccione del **PropertyManager** de **Tabla de Diseño**, en **Origen**, la opción **En Blanco**.

3- Defina **Control de edición** y **Opciones** según sus necesidades.

4- Pulse **Aceptar** para crear la **Tabla de Diseño**. Aparece la **Tabla de Diseño** insertada en la **Zona de Gráficos**.

Control de edición

Permite establecer relaciones bidireccionales entre la **Tabla de Diseño** creada y SolidWorks®. Las modificaciones realizadas en el modelo 3D modifican los parámetros en la hoja de cálculo y viceversa.

La opción **Bloquear las modificaciones al modelo que actualizarían la Tabla de diseño** imposibilita que las modificaciones realizadas en el modelo se actualicen en la **Tabla de Diseño**.

Opciones

Estable la forma de como se trata la información nueva en la **Tabla de Diseño**. **Nuevos parámetros**, **Nuevas configuraciones**, **Advertir al actualizar la Tabla de diseño**.

Según las configuraciones seleccionadas **SolidWorks®** le preguntará mediante un cuadro de diálogo las cotas o parámetros que puede agregar en la **Tabla de Diseño en Blanco** creada.

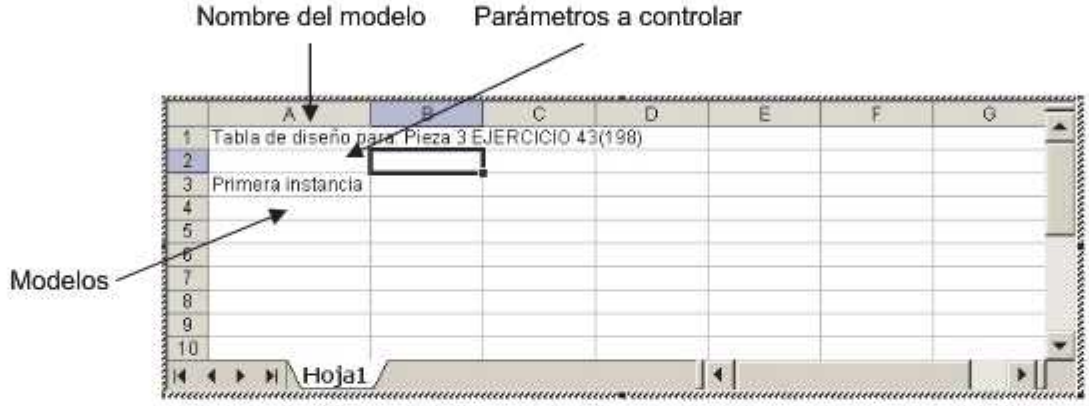


Figura 6.3. **Tabla de Diseño en Blanco**.

Nombre del modelo. El nombre del modelo se indica en la **celda A1**. En la **celda A3** se indica el nombre predeterminado para el primer modelo que suele ser el diseñado.

Parámetros. La descripción de los parámetros de definición de la **Familia de Piezas** se indica en la **fila 2**. La descripción del primer parámetro a modificar se indica en la **celda B2**.

Modelos a crear. Las celdas de la **Columna A** (**A1**, **A2**, etc.) están destinadas a incluir el nombre de las piezas o modelos a crear (modelo1, modelo2, etc.). El nombre asignado a cada una de las piezas a crear mediante la definición numérica de sus operaciones y cotas puede contener valores numéricos pero no arrobas (@) ni Barras inclinadas (/).

Los parámetros a incluir en la **fila 2** pueden ser introducidos de forma manual o pulsando mediante un *doble clic* del ratón sobre la operación en la **Zona de Gráficos** o en el **Gestor de Diseño**. El valor asociado a la operación o cota aparece en la **fila 2**.

5- Termine de **Agregar la información** de los modelos en la **Tabla de Diseño** y pulse con el botón izquierdo en la **Zona de Gráficos** para cerrar la Tabla.

6- Aparece una ventana en la que se describen las configuraciones creadas. Pulse **Aceptar**. La **Tabla de Diseño** creada aparece en el **Gestor de Diseño** del **FeatureManager**.

7- Para visualizar cada uno de los modelos debe pulsar sobre **ConfigurationManager**. Seleccione cada uno de los modelos con un *doble clic* del botón izquierdo del ratón. El modelo inicial cambia para previsualizar el modelo seleccionado. Vea la Figura 6.4.

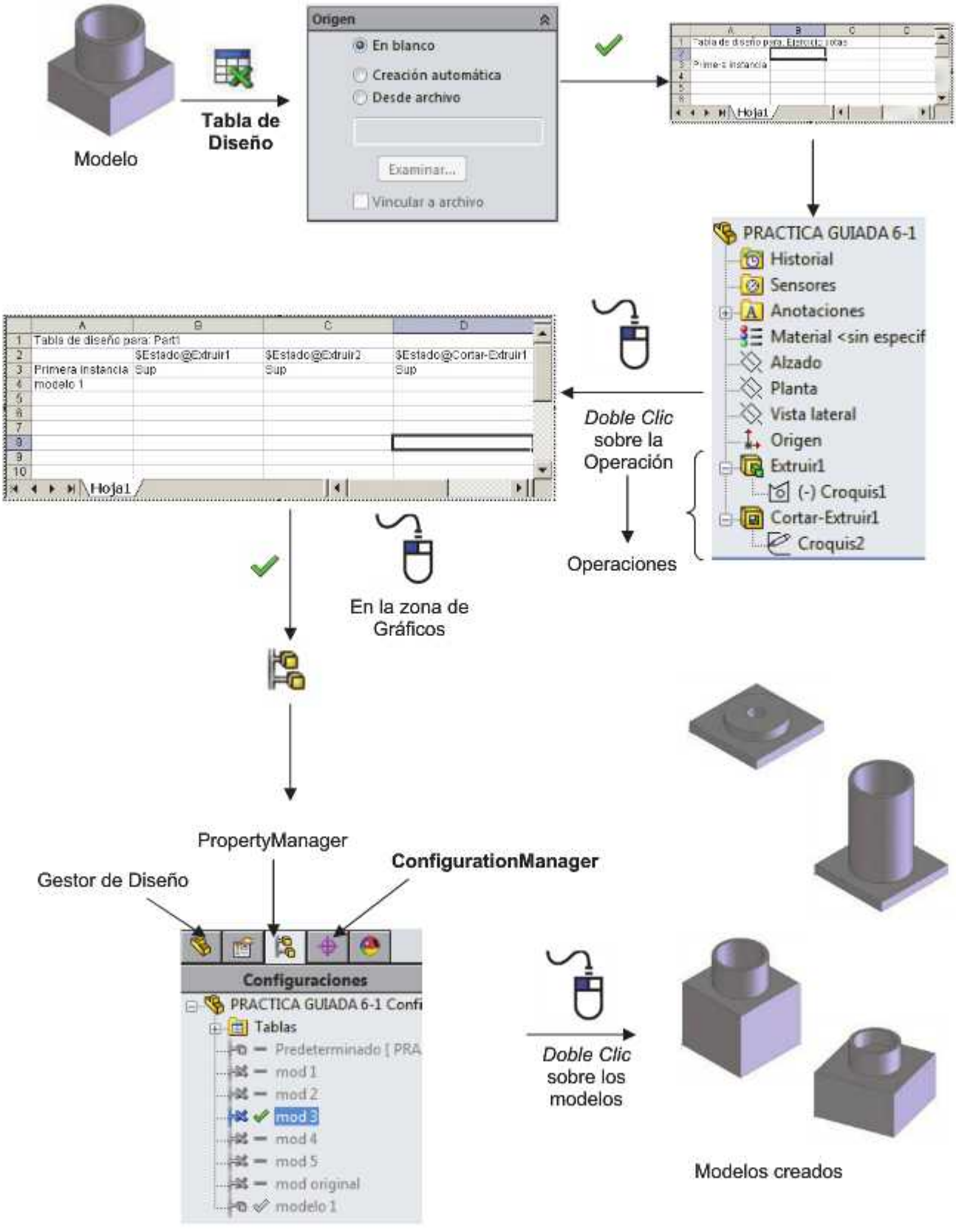


Figura 6.4. Creación de **Tabla de Diseño en Blanco**.

6.2.2 Desde archivo

Puede crear una hoja de cálculo en **Microsoft Excel®** donde se incluyan los nombres de cada una de las operaciones y los valores numéricos asignados a cada uno de los modelos. La inserción de la hoja de cálculo en **SolidWorks®** permite visualizar los diferentes modelos definidos por los valores asignados en la Tabla.

Para la realización de una **familia de piezas** deben seguirse los siguientes pasos:

1. **Crear el modelo**. Cree el modelo 3D y acote cada una de las partes que definen el croquis y las relaciones geométricas. **Guarde** el modelo.

2. **Nombre de las operaciones**. **SolidWorks®** asigna a cada una de las cotas introducidas en la acotación de croquis o en la definición de una operación sólida un nombre:

   D1@Croquis1 o **D1@Extruir1**

   Los nombres asignados a cada una de las operaciones están codificados por dos textos separados por una **arroba** "**@**". El primer texto empieza por una letra mayúscula seguida de un número. El segundo texto hace referencia a la operación o al croquis y otro número sin separación.

   Para poder asignar a cada una de las operaciones un valor debe conocer el nombre de cada una de ellas. Pulse con un doble clic con el botón izquierdo sobre la pieza desde la Zona de Gráficos para visualizar las cotas del modelo. Seleccione una de las cota pulsando sobre la misma con el botón izquierdo del ratón. Aparece el cuadro de diálogo para modificar la cota. Observe que además aparece su codificación: D1@Croquis1. Esta misma codificación la puede ver desde el PropertyManager de **Cota**. También puede conocer el nombre de las operaciones pulsando la raíz de la pieza con el botón secundario de ratón y seleccione la opción **Configuration Publisher** (Consulte la práctica guiada 6-1).

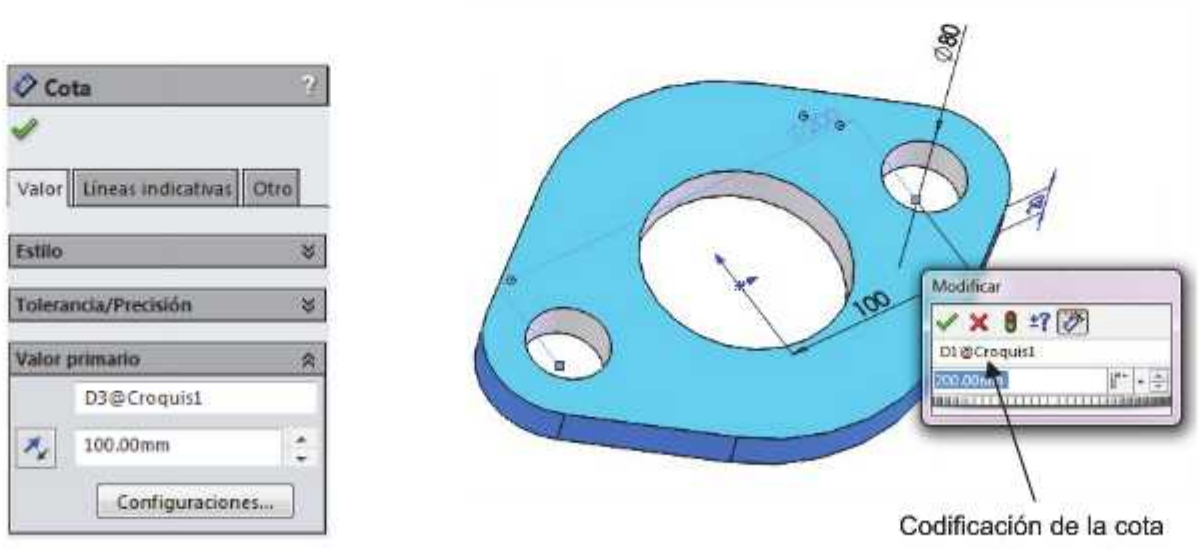
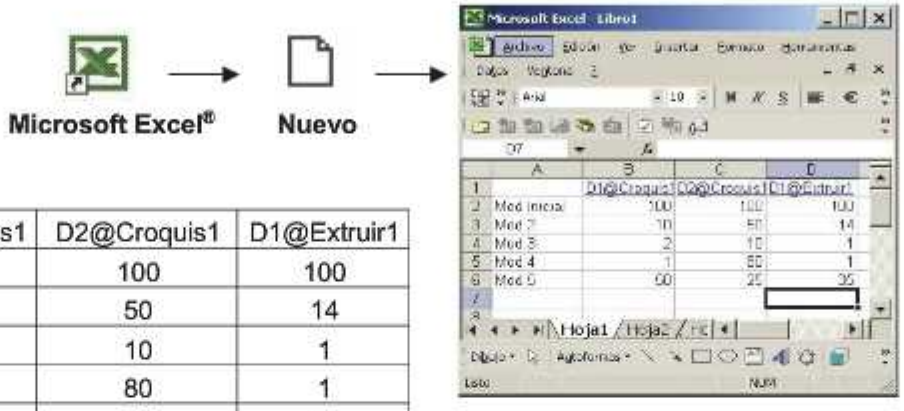


Figura 6.5. **Editar acceso a cota**.

3. **Creación de Hoja de cálculo con Microsoft Excel®**. Cree una **Nueva** hoja de cálculo con **Microsoft Excel®**. Escriba el nombre de cada una de las operaciones en las columnas superiores. Escriba el texto de la misma forma que lo ha leído en **Acceso a cota** (escribir una letra mayúscula en lugar de minúscula le impedirá poder visualizar sus modelos en **Solid**Works®). A continuación escriba en cada una de las filas los modelos (mod. 1, mod. 2, etc.) y asigne una configuración a cada una de las operaciones.



	D1@Croquis1	D2@Croquis1	D1@Extruir1
Mod 1	100	100	100
Mod 2	10	50	14
Mod 3	2	10	1
Mod 4	1	80	1
Mod 5	50	25	35

Figura 6.6. Creación de una hoja de cálculo con **Microsoft Excel** para un cubo de dimensiones iniciales de (100x100x100) mm.

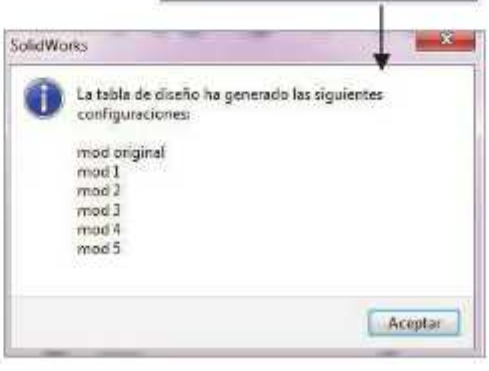
Cada uno de los modelos (mod.) define una geometría tridimensional que depende de las cotas indicadas en cada una de las columnas. El primer modelo corresponde con el inicial dibujado. El resto de modelos son variaciones del primero (Familia de piezas).

4. **Guardar la hoja de cálculo. Guarde** la hoja de cálculo en su ordenador.

5. **Inserción de la Tabla de Diseño.** Para **insertar** la hoja de cálculo o **Tabla de diseño** en **Solid**Works® seleccione la opción **Tabla de diseño** del Menú de Persiana **Insertar**, **Tabla de Diseño**.



6. **Origen.** Seleccione **Desde Archivo** en el **FeatureManager** de **Tabla de Diseño**. Localice el fichero generado en **Microsoft Excel®** y abra la **Tabla de diseño**. Pulse **Aceptar**.



7. En la parte superior izquierda de la **Zona de Gráficos** aparece la **Tabla de diseño** creada. Pulse con el botón izquierdo del ratón sobre la **Zona de Gráficos** para terminar con el proceso de inserción. Aparece un cuadro de diálogo indicando los modelos generados.

8. Para visualizar cada uno de los modelos debe pulsar sobre **ConfigurationManager.** Seleccione cada uno de los modelos con un *doble clic* con el botón izquierdo del ratón. El modelo inicial cambia para previsualizar el modelo seleccionado.



Figura 6.7. Icono de **ConfiguraciónManager**. Modelos creados en la hoja de Cálculo.

6.2.3 Creación automática



Puede crear una hoja de cálculo de forma automática sin necesidad que introducir la codificación de cada uno de los elementos de cota. La opción **Creación automática** crea una tabla con las dimensiones del modelo inicial de partida.

Para crear nuevos modelos introduzca distintos nombres en la columna descripción (modelo 2, modelos 3, etc.) y defina sus dimensiones. En la columna color aparece la codificación numérica del color rojo. También puede crear modelos con distinto color a partir de su codificación.

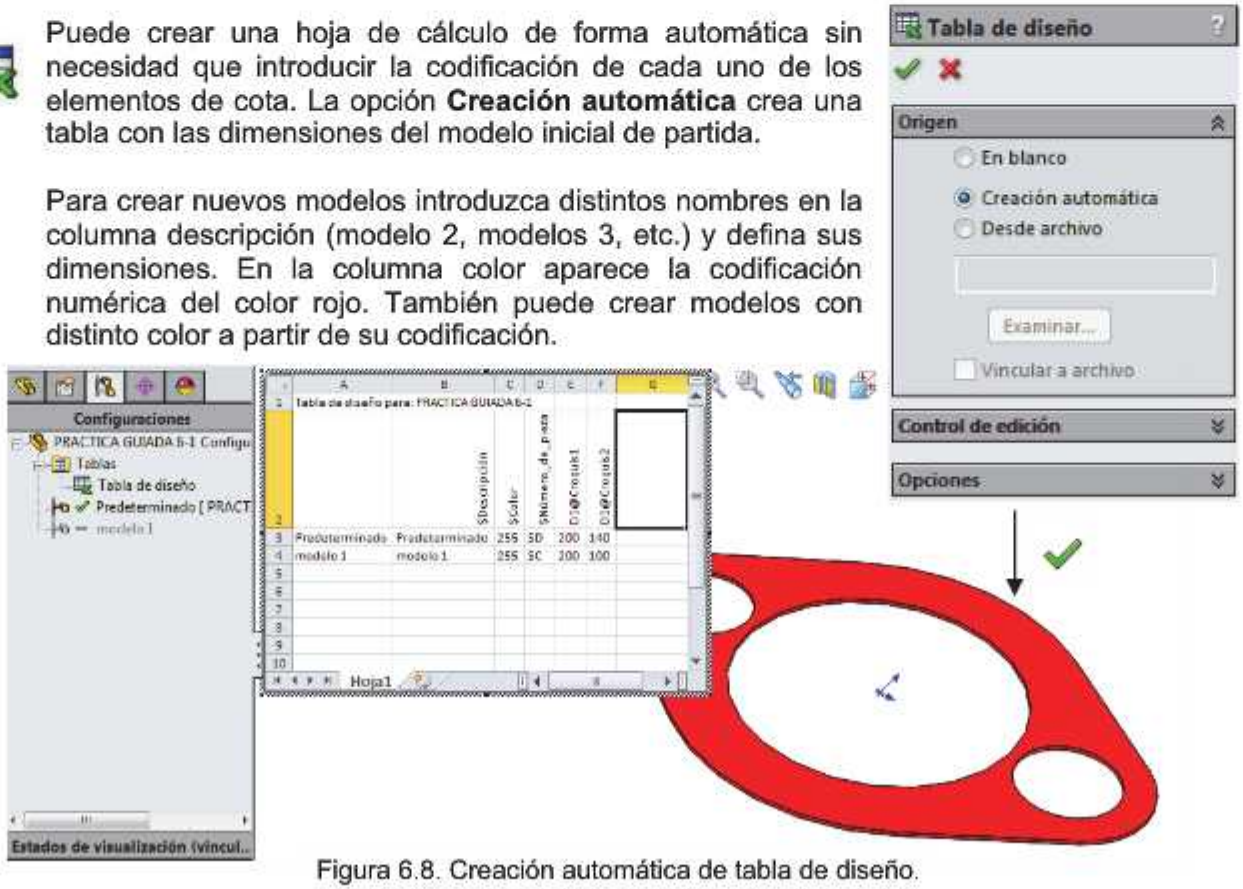


Figura 6.8. Creación automática de tabla de diseño.

6.3 Modificar, editar o eliminar Tabla de diseño

La **Tabla de Diseño** creada aparece en el **ConfigurationManager** dentro de una carpeta denominada **Tablas**. Pulse con el botón secundario del ratón y seleccione la opción: **Editar Tabla**, **Editar Tabla en ventana nueva**, **Guardar Tabla** o **Eliminar Tabla**.

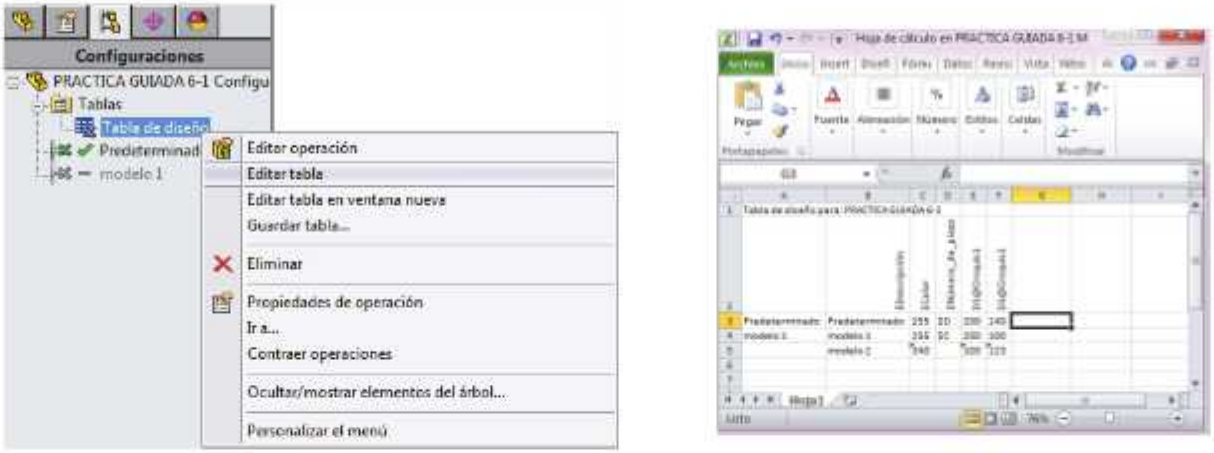


Figura 6.9. **Editar Tabla de diseño**.

Editar Tabla. En la **Zona de gráficos** aparece una ventana con la **Tabla de diseño**. Puede modificar cualquiera de sus valores.

Editar Tabla en una ventana nueva. Su selección abre el programa **Microsoft Excel®** y le permite editar cualquiera de sus valores.

Guardar Tabla. La opción está activa cuando se modifica una Tabla existente y permite guardar la Tabla como un documento de **Microsoft Excel®**.

6.3.1 Editar Tabla de diseño

Puede editar una **Tabla de Diseño** previamente insertada y crear nuevos modelos o modificar parámetros de algunos de ellos. Las modificaciones efectuadas en una **Tabla de diseño** se actualizan y los modelos creados en el **ConfigurationManager** se adaptan a las nuevas especificaciones.



Para **editar** una **Tabla de Diseño**:

1. Pulse con el botón secundario del ratón sobre **Tabla de diseño** en el **Gestor de Diseño**. Seleccione la opción **Editar Tabla**.

2. **Solid**Works® abre una hoja de cálculo. Efectúe las modificaciones pertinentes. Pulse con el botón izquierdo del ratón en cualquier lugar de la **Zona de Gráficos** para cerrar la hoja de cálculo y aceptar las modificaciones efectuadas.

6.3.2 Eliminar Tabla de Diseño

Seleccione con el botón izquierdo del ratón la **Tabla de Diseño** del **Gestor de diseño** y pulse la **Tecla Supr**. También puede eliminar una **Tabla de Diseño** seleccionándola del **Gestor de Diseño** con el botón derecho del ratón y pulsando la opción **Eliminar**.

6.3.3 Parámetros controlables con las tablas de diseño

En piezas puede controlar cotas, el tamaño de taladros, las propiedades de configuración, las relaciones de croquis, los comentarios las propiedades personalizadas. En cuanto a ensamblajes es posible controlar:

- **Componentes:** Posición fija o flotante, configuración de referencia y estado de supresión.
- **Cotas de ensamblaje:** Estado de supresión y tamaño taladros del asistente.
- **Relaciones de posición:** Cotas de relaciones de posición de distancia y ángulo así como el estado de supresión.
- **Configuración:** Número de pieza y visualización de la lista de materiales en un subensamblaje, configuraciones derivadas, relaciones de croquis, comentarios, ecuaciones, propiedades personalizadas, etc.



Para trabajar con tablas de diseño es necesario tener **Microsoft Excel** instalado en su ordenador.

6.3.4 Aspecto de la Tabla de Diseño

Las **Tablas de Diseño** están formadas por filas y columnas. En cada una de las filas se tienen los modelos. En las columnas aparece el nombre de todas las operaciones agregadas (Figura 6.10).

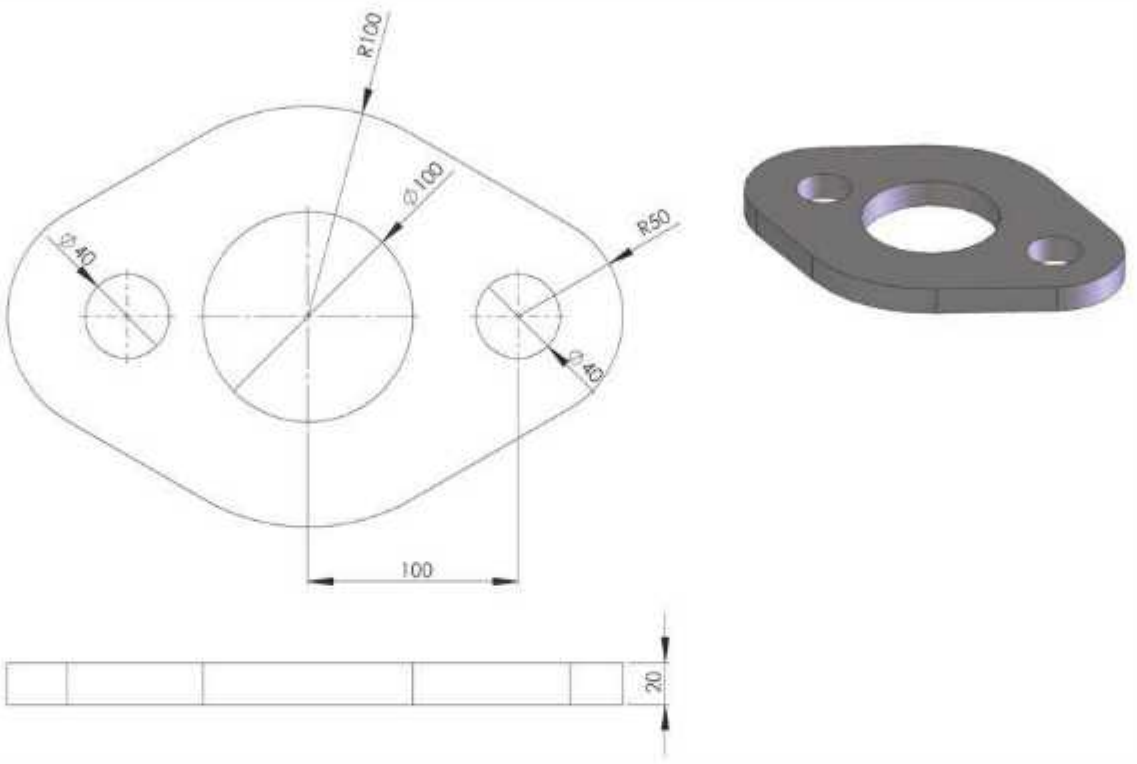


Figura 6.10. Aspecto de una **Tabla de Diseño**.

Práctica 6-1

A partir del modelo 3D indicado en el plano adjunto y contenido en el DVD que acompaña el libro defina una tabla de diseño con Microsoft Excel para crear los modelos de la tabla.

20 minutos



	Mod 1	Mod 2	Mod 3	Mod 4
D1@Croquis1	100	100	120	100
D2@Croquis1	100	100	120	100
D1@Croquis2	100	100	120	100
D1@Croquis4	40	60	90	20
D2@Croquis4	40	60	90	20
D1@Extruir1	20	40	5	2
D1@Cortar-Extruir1	20	40	5	2
D1@Cortar-Extruir2	20	40	5	2



Vea el DVD
Capítulo 6

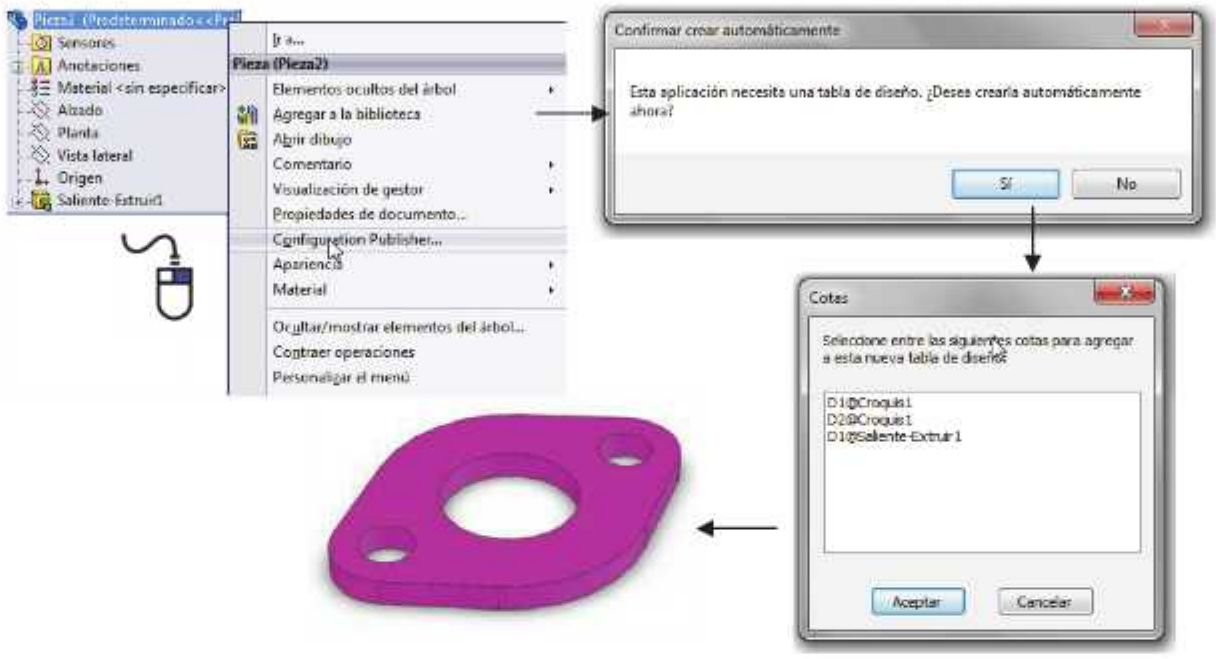
Objetivos del tutorial

- Crear modelo 3D a partir a partir de la definición del croquis y su acotación.
- Creación de una tabla de diseño con **Microsoft Excel**.
- Conocer el funcionamiento del **ConfigurationManager**.

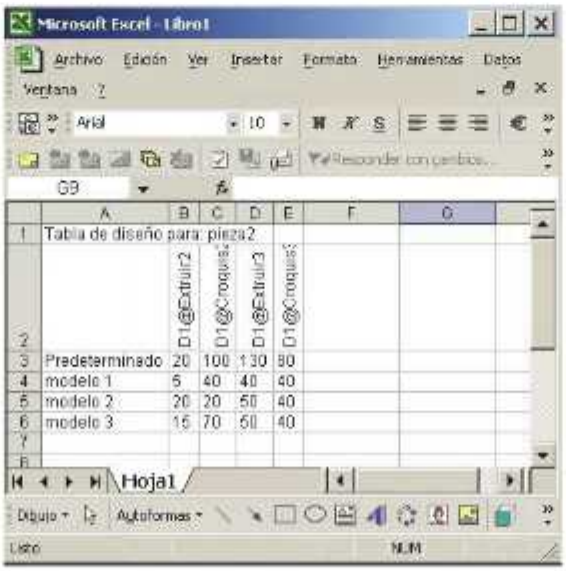
Práctica guiada 6-1

1. Pulse la opción **Abrir** del Menú Persiana **Archivo** o sobre el icono **Abrir** y localice el modelo 3D adjunto en el DVD que acompaña el libro.

2. Pulse en el **FeatureManager** la raíz de la pieza con el botón secundario de ratón y seleccione la opción **Configuration Publisher**. Aparece una nueva ventana en la que le pregunta si desea crear una **Tabla automática**. En ese momento aparece el nombre asignado a cada una de las cotas.



3. Abra **Microsoft Excel®** y cree un **Nuevo** documento. Escriba en cada **columna** el nombre de las operaciones y en cada **fila** el nombre de los modelos que desee crear. Rellene el valor de cada una de las operaciones para cada uno de los modelos y guarde el documento.

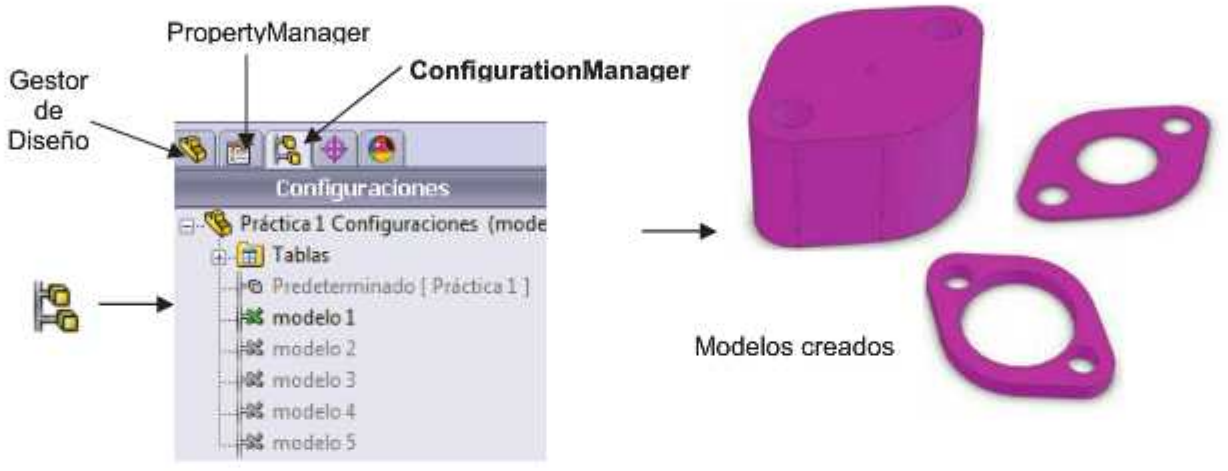


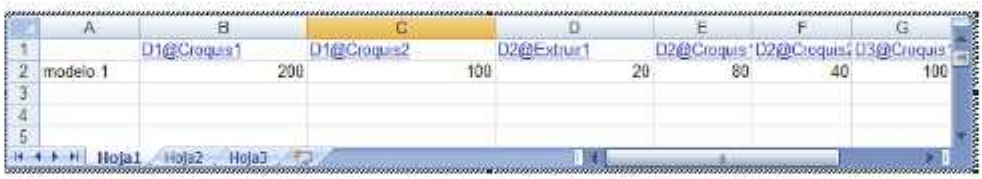


4. Seleccione **Tabla de Diseño** del Menú de Persiana **Insertar**, **Tablas**, **Tabla de Diseño**.

5. Seleccione **Desde Archivo** y localice su fichero generado en **Microsoft Excel®**. Abra la **Tabla de diseño** y pulse **Aceptar**. En la parte superior izquierda de la **Zona de Gráficos** aparece la **Tabla de Diseño** creada.

6. Pulse sobre **ConfigurationManager** y seleccione cada uno de los modelos con un doble clic con el botón izquierdo del ratón. El modelo inicial cambia para previsualizar el modelo seleccionado.





	A	B	C	D	E	F	G
1		D1@Croquis1	D1@Croquis2	D2@Extruir1	D2@Croquis1	D2@Croquis2	D3@Croquis1
2	modelo 1	200	100	20	80	40	100
3							
4							
5							

Hoja1 Hoja2 Hoja3

Tablas de diseño en SolidWorks

Recuerde que puede crear una Tabla de diseño de tres formas distintas:

a. A partir de la inserción de una nueva **tabla de diseño en blanco**. En este caso debe definir las variables del modelo y sus valores. Después de su definición se crean los modelos de forma automática.

b. Por **creación automática** desde SolidWorks. Esta opción crea una tabla de diseño con todas las variables y los valores asociados a la pieza o al ensamblaje.

c. A partir de la **inserción de una hoja cálculo previamente creada**. En la hoja de cálculo debe definirse las variables y sus valores.

SolidWorks y las Redes Sociales

SolidWorks está muy presente en las Redes Sociales: Facebook, YouTube, Twitter, LinkedIn, Instagram, entre otras.

Facebook

Una de las principales redes sociales con más de 1.200 millones de usuarios en todo el mundo. En Facebook, a partir de nuestro perfil mostramos las actividades que hacemos a lo largo de nuestra vida y nos comunicamos con amigos, organizaciones y empresas. SolidWorks también está en Facebook. Con una simple búsqueda puede encontrar a la propia compañía (*Dassault Systemes*) con más de 620.000 seguidores. Además, distribuidores, empresas, estudiantes o pequeños usuarios que hacen miles de comentarios diariamente compartiendo experiencias e ideas a partir de imágenes, vídeos, tutoriales, trucos, etc.

YouTube

Con una simple búsqueda con el nombre de SolidWorks puede encontrar más de 400000 videos. La mayoría de videos son de usuarios que muestran la forma en la que realizan sus diseños o simplemente muestran vídeos con sus creaciones. Dassault Systèmes tiene su propio canal en YouTube con una gran cantidad de recursos educativos que merece la pena visitar.

Instagram, Twitter o LinkedIn

Muchos usuarios cuelgan fotos de sus diseños en **Instagram**. Hacen preguntas o responden sobre las estrategias de diseño 3D en **Twitter**. O muestran sus conocimientos y colaboraciones en temas profesionales en **LinkedIn**.

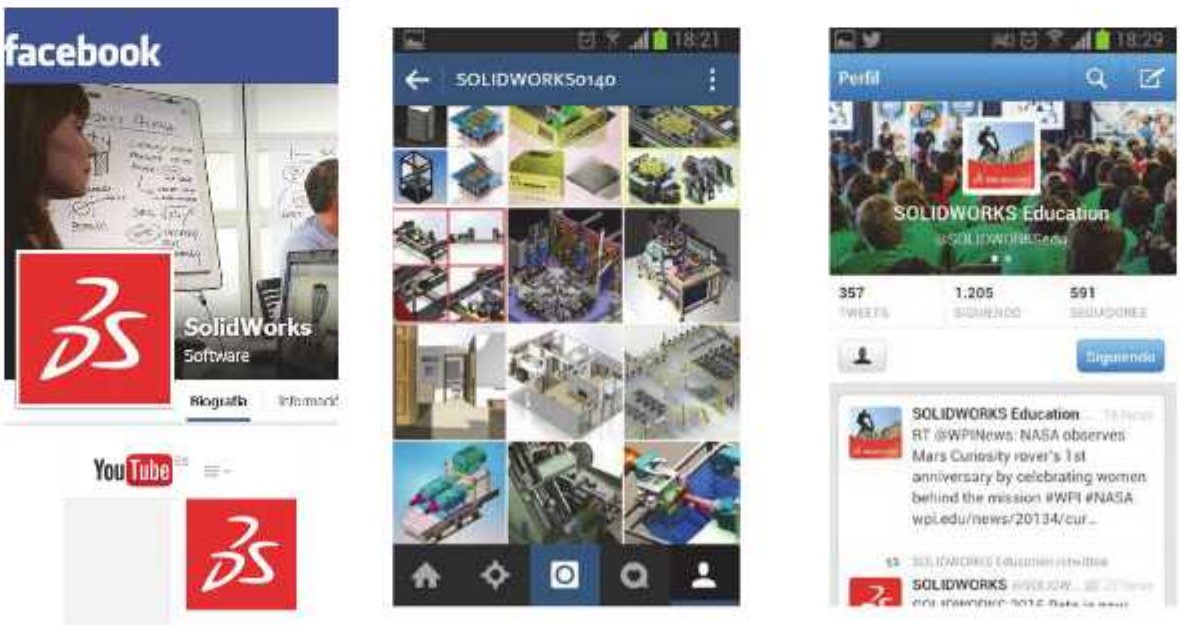


Figura 6.11. **SolidWorks y las Redes Sociales**.

Capítulo 7
Superficies

Introducción

Las **Superficies** son geometrías de espesor cero que solo tienen longitud y anchura pero que pueden emplearse para crear operaciones sólidas. SolidWorks® permite crear **Superficies** complejas mediante el uso de **Recubrimientos** y **Barridos** con curvas guía y asas de arrastre además de controlar la tangencia y de emplear funciones como **Relleno**, **Recorte**, **Extender**, **Redondeo**, **Equidistancia** y otras funcionalidades como **Girar**, **Copiar**, **Trasladar**, etc.

En este capítulo se estudian las diferentes Operaciones contenidas en la Barra de Herramientas de **Superficies**. Para poner en práctica los conocimientos adquiridos se proponen cuatro prácticas guiadas que repasan conceptos de **Recubrir**, **Relleno**, **Extrusión, Coser** y **Barrido**.

Contenido

- **Extrusión** y **Revolución de Superficies**.
- **Superficies Barridas**, **Recubiertas** y **Planas**.
- **Rellenar**, **Radiar**, **Equidistanciar** y **Coser Superficies**.
- **Superficie Limitada**.

Objetivos

- Conocer los diferentes tipos de **Superficies** así como sus principales variables.
- Aplicar las **Franjas de Cebra** en la evaluación de la calidad de las **Superficies** creadas.
- Practicar las operaciones y comandos descritos con cuatro **Prácticas Guiadas**.

7.1 Introducción

Las **Superficies** son geometrías de espesor cero con longitud y anchura que pueden emplearse para crear operaciones sólidas. SolidWorks® permite crear **Superficies** complejas mediante el uso de **Recubrimientos** y **Barridos** con **Curvas guía** y **Asas de arrastre** además de controlar la tangencia y de emplear funciones como **Relleno**, **Recorte**, **Extender**, **redondeo**, **Equidistancia** y otras funcionalidades como **Girar**, **Copiar**, **Trasladar**, etc.

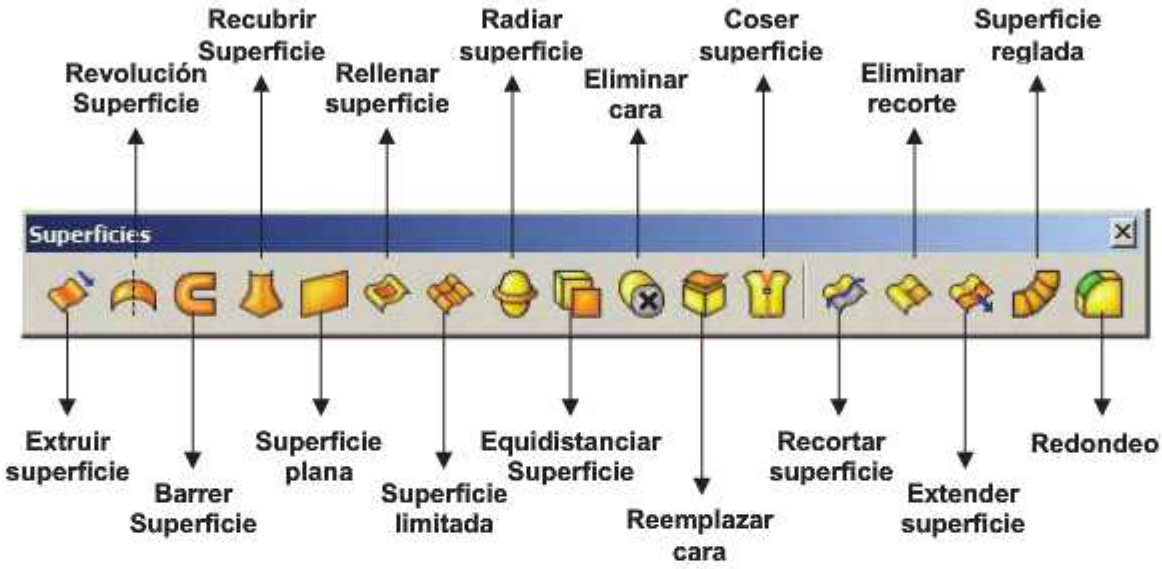


Figura 7.1. Barra de Herramientas de **Superficies**.

Para activar la Barra de Herramientas de **Superficie** active **Superficie** desde el Menú de Persiana **Herramientas, Personalizar, Barras de Herramientas**.



Figura 7.2. Coche modelizado con **Superficies**. Menú de Persiana de **Superficie**.

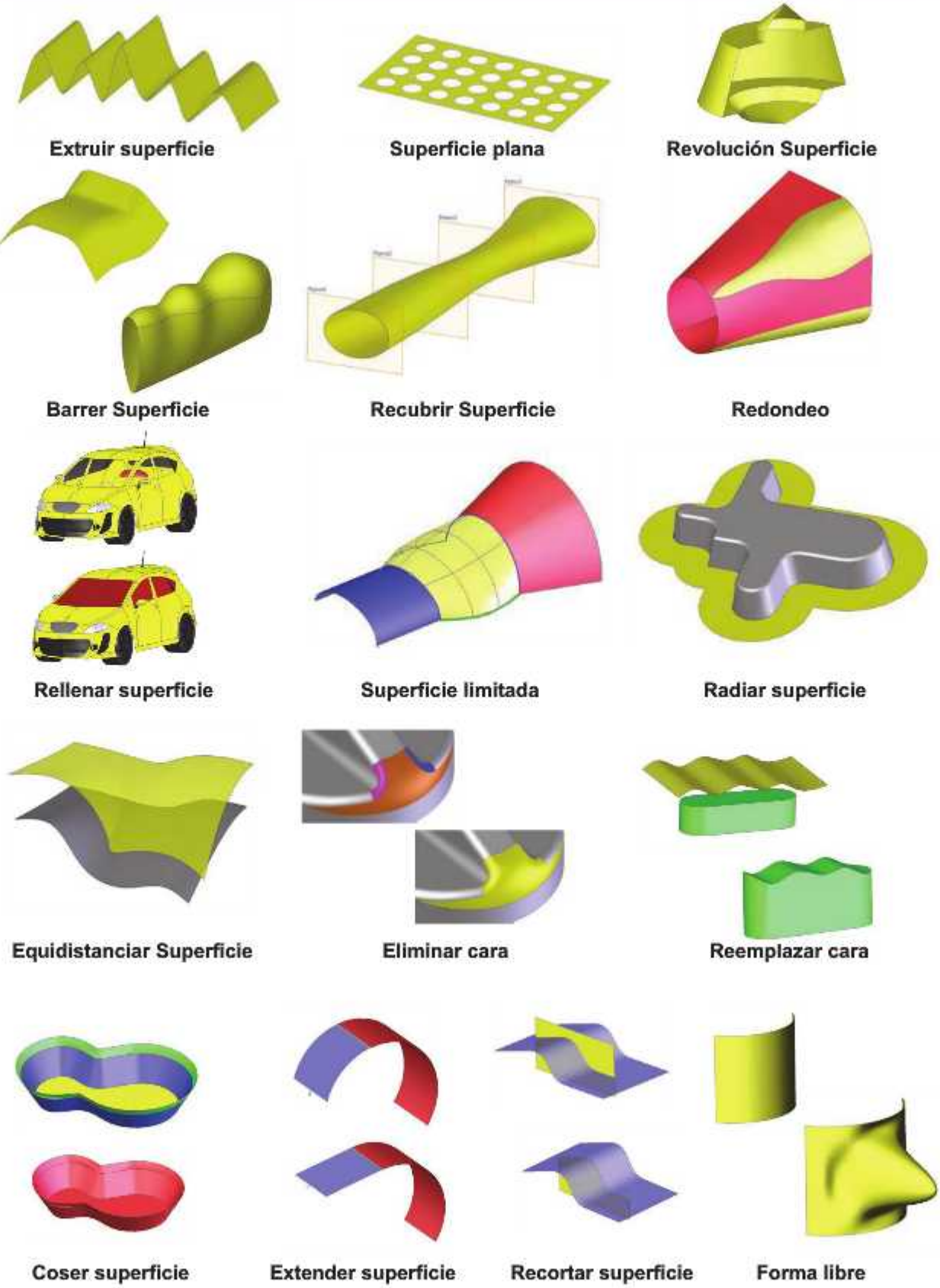


Figura 7.3. Tipos de **Superficies**.

7.2 Extruir Superficie

Permite obtener una **Superficie Extruida** a partir de un perfil o contorno de croquis abierto o cerrado.



Figura 7.4. **Superficies extruidas** mediante **Spline**, **Recta** y **Geometría cerrada**.

Para crear una operación de **Extrusión de Superficie** las etapas que debe seguir son:

1. Cree un croquis en un **Plano de trabajo** previamente seleccionado.
2. Pulse en la Herramienta de **Extruir Superficie** desde la Barra de Herramientas **Superficie** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Superficie**, **Extruir**.
3. Configure las características de la superficie desde **PropertyManager**. **Condición inicial** para la operación, las **Direcciones 1 y 2** de Extrusión, **Inclinación** o **Conicidad**, la **Altura de Extrusión** y los **Contornos seleccionados**.
4. Pulse **Aceptar** para terminar la operación.



Los parámetros de definición de una **Extrusión de superficie** son los mismos que en una **Extrusión sólida**.



Figura 7.5. **Extruir Superficie**.

7.3 Superficie plana

Las **Superficies Planas** se crean mediante un **Croquis cerrado**, un conjunto de **Aristas cerradas** o **dos Aristas Planas**. Para su construcción pulse **Superficie Plana** desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Superficie**, **Superficie Plana** o desde la Barra de Herramientas de **Superficies**.

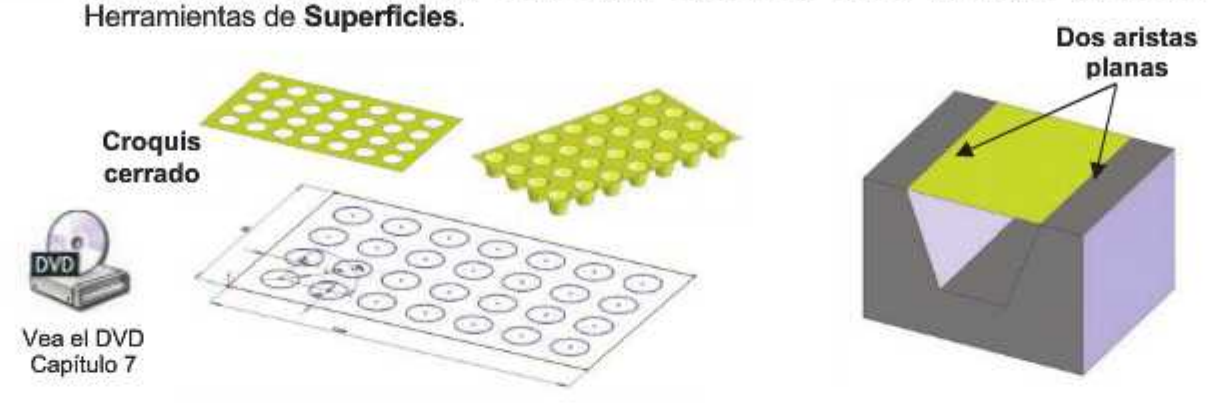
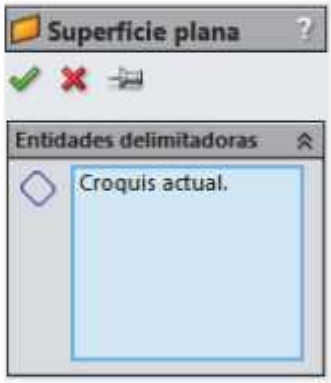


Figura 7.6. **Superficie Plana**.

Para crear una **Superficie Plana** las etapas que debe seguir son:

1. Cree un **Croquis cerrado** formado por una única entidad o por varias (**Aristas planas**).
2. Pulse **Superficie Plana** desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Superficie** o desde la Barra de Herramientas de **Superficies**.
3. Seleccione las entidades de croquis cerradas o dos **Aristas** planas desde el **PropertyManager** de **Superficie Plana**.
4. Pulse **Aceptar** para terminar la operación.



7.4 Redondeo de Superficies

Permite establecer un **Redondeo** que suaviza la arista de intersección entre dos superficies adyacentes que forman un ángulo. La función **Redondeo de Superficies** funciona de la misma forma que en los sólidos.

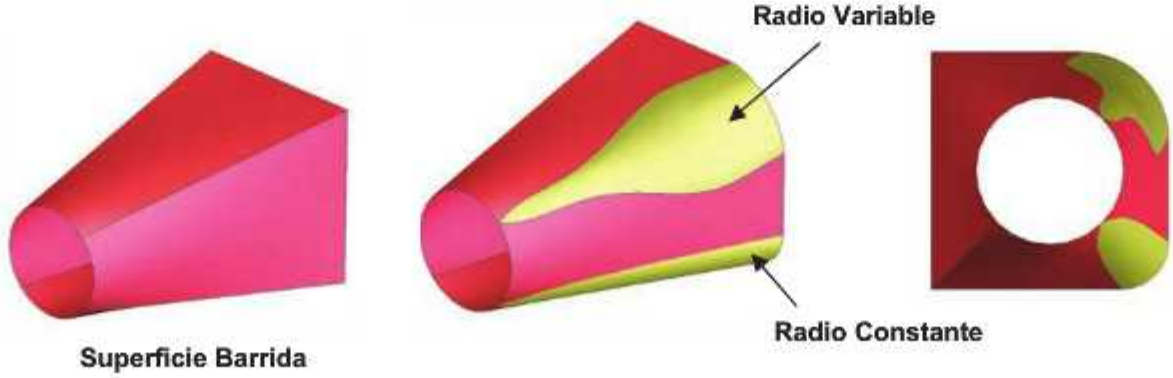


Figura 7.7. **Redondeo de Superficies**.

7.5 Revolución de superficie

Crea una **Revolución** de superficie alrededor de una **Línea constructiva**. Para su definición debe seleccionar un **Croquis** (abierto o cerrado) y una **Línea constructiva**.

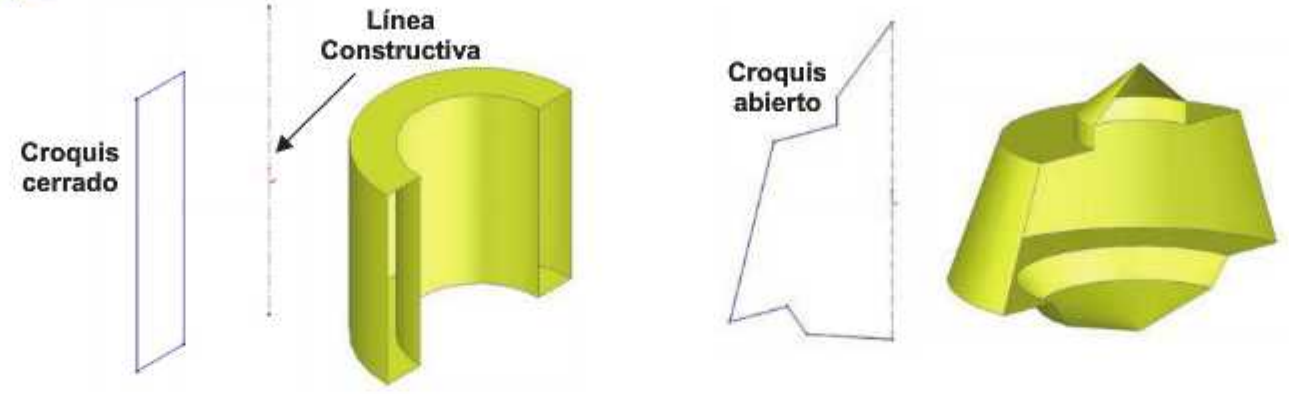
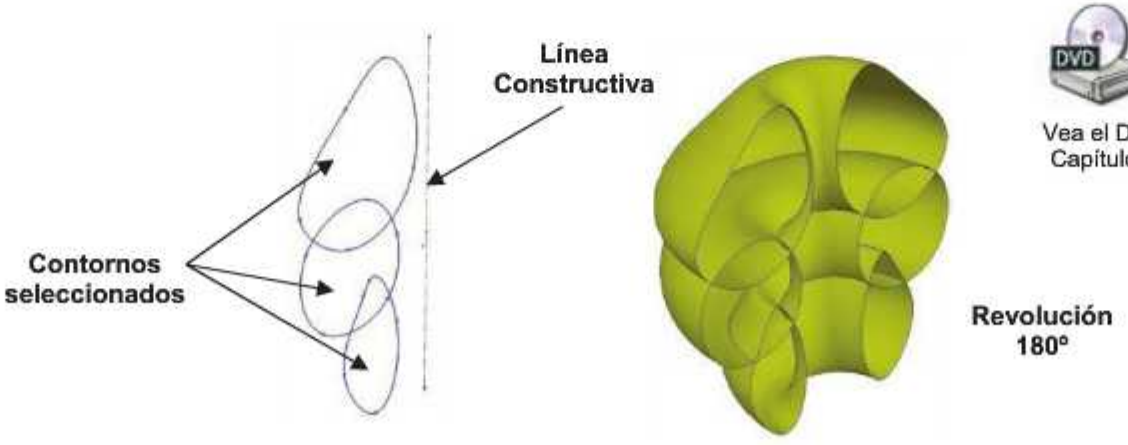


Figura 7.8. **Revolución de superficie**.

Para crear una **Superficie de Revolución** las etapas que debe seguir son:

1. Cree un croquis abierto o cerrado que defina la generatriz del modelo y una **Línea constructiva** que defina el eje de revolución.
2. Pulse **Superficie de revolución** desde el Menú de Persiana **Insertar, Superficie** o desde la Barra de Herramientas de **Superficies**.
3. Seleccione la **Línea constructiva** u otra línea que defina el eje de revolución. En **Tipo de revolución** a realizar seleccione: una **Dirección**, **Plano medio** o **dos Direcciones**. Indique el **Ángulo de revolución**.
4. En **Contornos seleccionados** indique las regiones a revolucionar cuando el croquis esté formado por más de un perfil.
5. Pulse **Aceptar** para terminar la operación.





Vea el DVD
Capítulo 7

Figura 7.9. **Contornos seleccionados**.

7.6 Barrer superficie

La operación de **Barrer Superficie** crea una superficie por el recorrido de un perfil abierto o cerrado a lo largo de un camino o trayecto.

La **Sección** y el **Trayecto** croquizados deben estar contenidos en croquis diferentes (igual que en la operación sólida). Cuando dibuje el croquis de la **Sección** debe pulsar **Reconstruir** para que ascienda en el árbol del **Gestor de Diseño**. Repita la misma acción con el **Trayecto.**

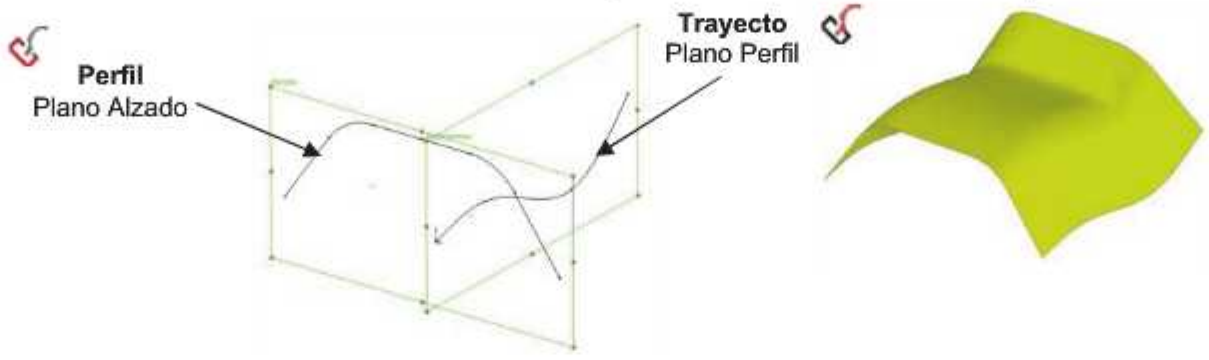


Figura 7.10. **Barrer Superficie**.

Para crear una **Superficie Barrida** las etapas que debe seguir son:

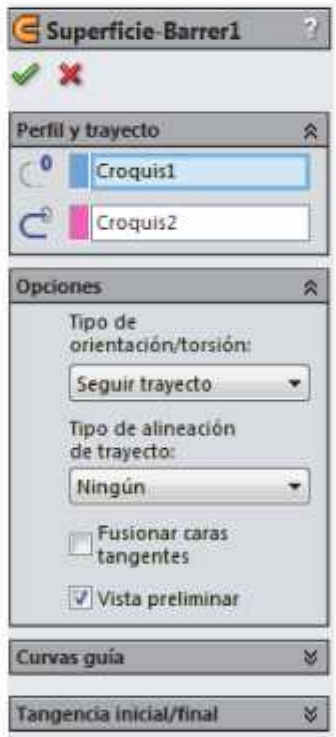
1. Croquice un **Perfil abierto** o **cerrado** para la sección del **Barrido** en alguno de los **Planos** predefinidos del **Gestor de Diseño** (Alzado, Planta o Vista Lateral). Pulse **Reconstruir** para dejar el croquis realizado listo en el **Gestor de Diseño**.

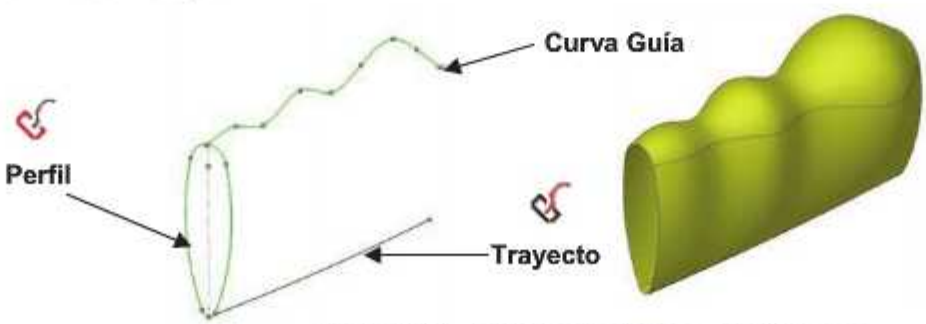
2. Croquice el **Trayecto** o camino del **Barrido** en un **Plano** diferente al empleado en el apartado anterior. También puede seleccionar una **Arista** del modelo o cualquier otra **Curva**.

3. Seleccione la operación **Barrer Superficie** desde la Barra de Herramientas de **Superficie** o pulse en el Menú de Persiana **Insertar**, **superficie**.

4. Seleccione el **Perfil** el **Trayecto** desde la **Zona de Gráficos**. Configure el resto de variables desde el **PropertyManager** de la operación **Barrer** de la misma forma que se explica en el capítulo 4 para una operación sólida.

5. Pulse **Aceptar**.







Vea el DVD
Capítulo 7

Figura 7.11. **Barrer superficie** con **Curva guía**.

7.7 Recubrir superficie

Crea una **Superficie** de transición entre dos o más perfiles abiertos o cerrados croquizados en planos diferentes.

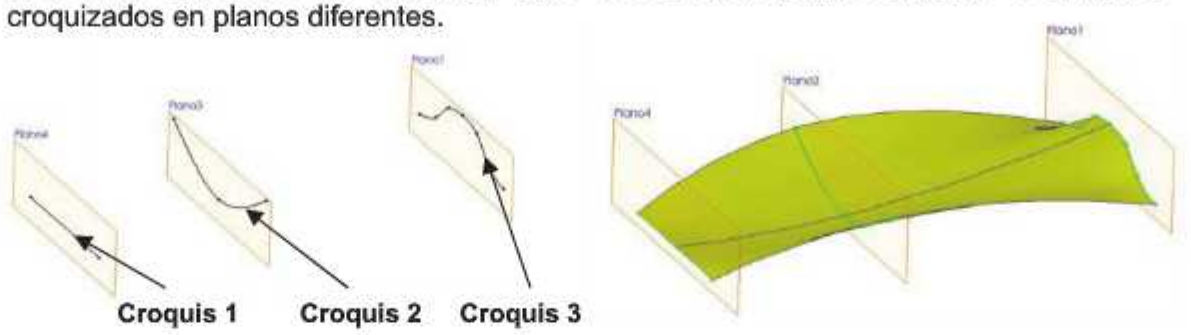


Figura 7.12. **Recubrir superficie**.

Los croquis deben estar contenidos en planos diferentes. Cada vez que croquice un **Perfil** debe pulsar **Reconstruir** para hacer ascender el croquis dibujado en el **Gestor de Diseño**. Al finalizar la operación cada uno de los croquis creados pasa a formar parte de la operación **Recubrir superficie**.



Para crear una **Superficie Recubierta** las etapas que debe seguir son:

1. Cree tantos **Planos** (**Geometría de Referencia**, **Plano**) como **Perfiles** deba contener la **Superficie Recubierta**. Cada vez que croquice un **Perfil** en cada uno de los planos y pulse **Reconstruir** para que ascienda en el **Gestor de Diseño**.

2. Seleccione la operación **Recubrir Superficie** desde la Barra de Herramientas de **Superficie** o pulse en el Menú de Persiana **Insertar**, **superficie**.

3. Seleccione cada uno de los **Perfiles** de croquis y defina el resto de variables (**Restricciones inicial/final**, **Curvas guía**, **Parámetros de curva directriz**, **Herramientas de croquizar** y **Opciones**) de la misma forma que se comenta para **Recubrir sólido**.

4. Pulse **Aceptar**.

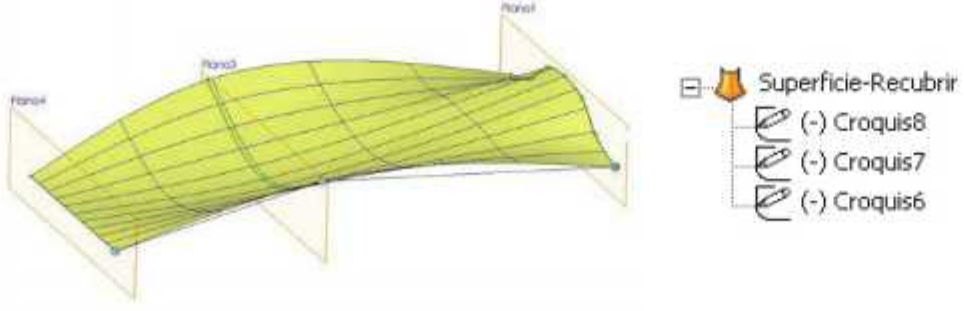
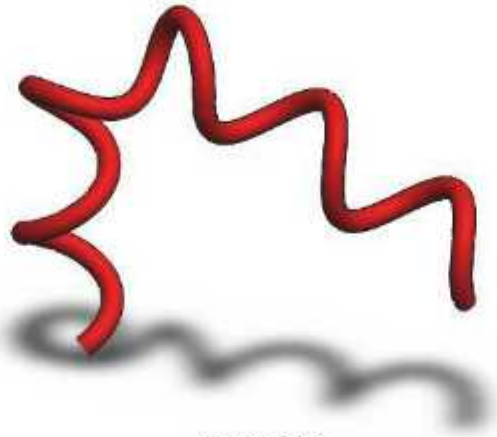


Figura 7.13. **Recubrir superficie**.

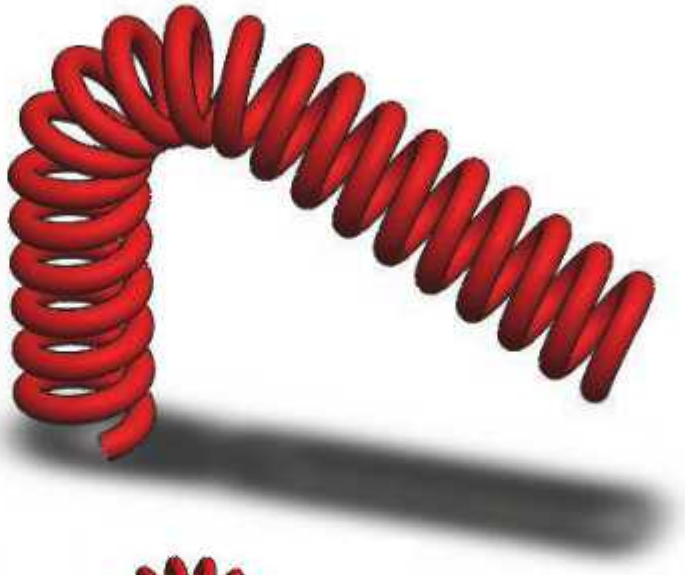
Práctica 7-1

Represente la pieza indicada en el plano adjunto a partir de operaciones de barrer superficies. Edite el modelo para 5, 20 y 30 vueltas.

15 minutos



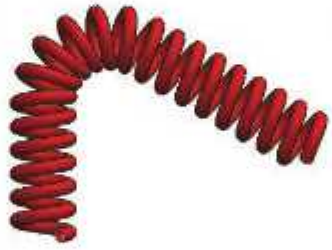
5 Vueltas

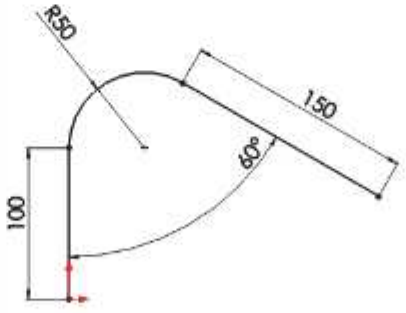


30 Vueltas



20 Vueltas







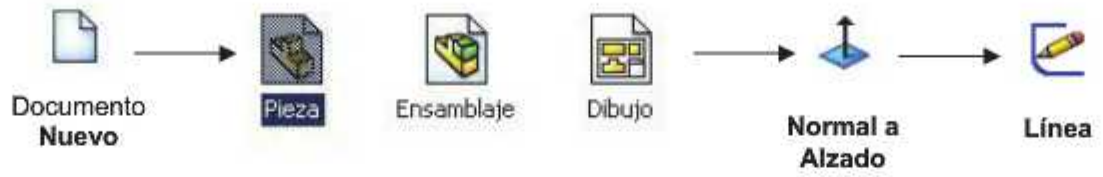
Vea el DVD
Capítulo 7

Objetivos del tutorial

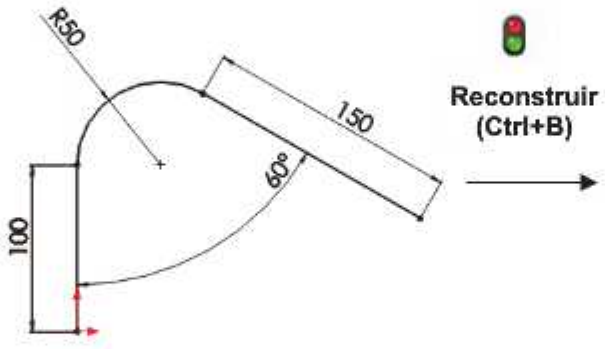
- Repasar los conceptos de **Croquización**.
- Barrer superficie por torsión.

Práctica guiada 7-1

1. Pulse **Nuevo** desde el Menú de persiana **Archivo** o pulse sobre el icono **Nuevo** desde la Barra de Menús. Seleccione **Pieza** y pulse **Aceptar**. Seleccione el **Plano de Trabajo Planta** del **Gestor de diseño** y pulse sobre **Normal a** para visualizarlo en verdadera magnitud.



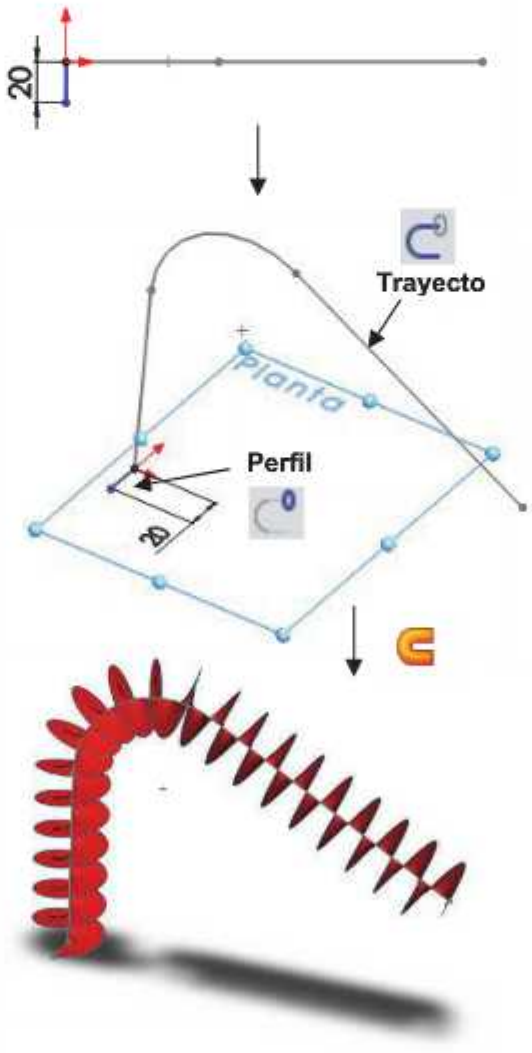
2. Pulse sobre el icono de **Croquis** y seleccione la Herramienta de croquizar **Línea**. Desde el origen de coordenadas dibuje el perfil indicado en el enunciado. Pulse sobre **Cota Inteligente** y defina dimensionalmente del croquis. Para finalizar pulse **Aceptar** y **Reconstruir** o **Ctrl+B**. Esta última acción permite que el croquis esté disponible en el árbol de operaciones para usarlo como camino en un recorrido.



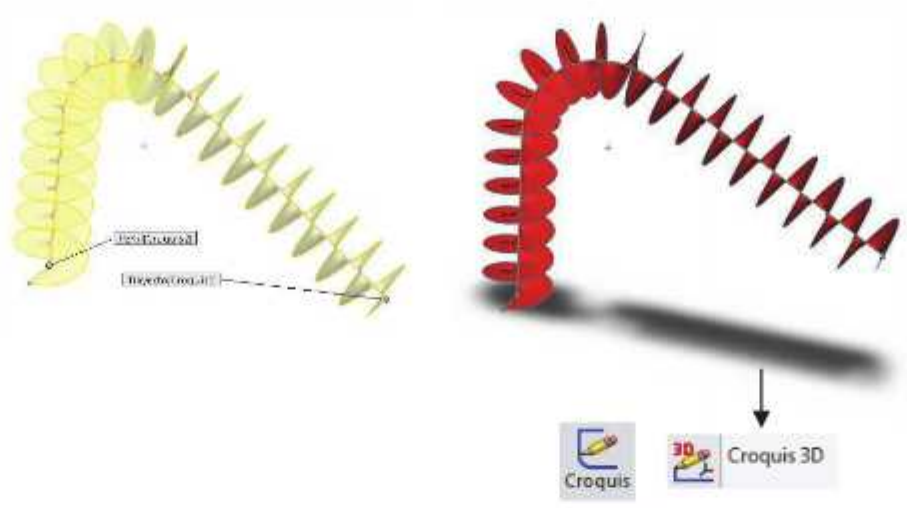
3. Seleccione el plano de trabajo **Planta** y croquice una línea de 20 milímetros en dirección 270º con inicio en el origen de coordenadas. Para finalizar pulse **Aceptar** y **Reconstruir** o **Ctrl+B**. La línea croquizada es perpendicular al camino dibujado.

4. Seleccione la operación **Barrer Superficies** desde la Barra de Herramientas de **Superficie**. En caso de no tener la Barra de Herramientas pulse con el botón derecho sobre cualquier icono. Aparecen todas las barras de Herramientas disponibles. Seleccione **Superficies**.

5. En el Gestor de diseño de Barrer **Superficie** seleccione el **Trayecto** y el **Perfil** desde la Zona de Gráficos tal y como se indica en la figura. En **Opciones** seleccione **Torsión a lo largo del trayecto** y en **Vueltas** 20. Pulse **Aceptar**.

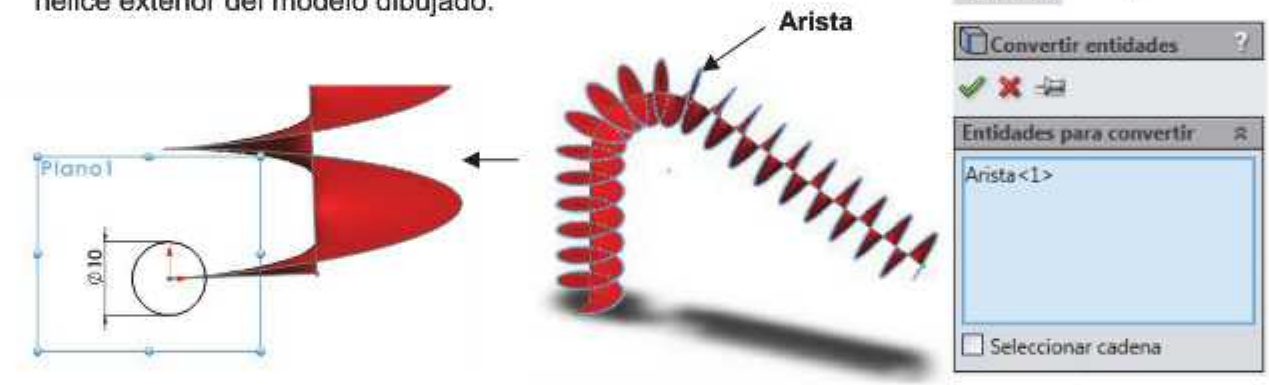






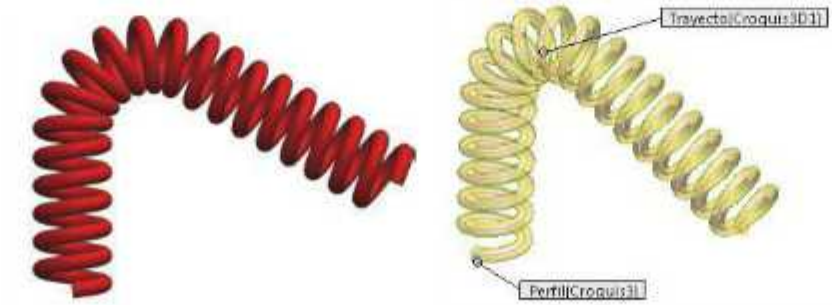
6. Pulse sobre **Croquis** y seleccione **Croquis3D**. Seleccione la operación Convertir entidades y pulse sobre la arista que define la hélice exterior del modelo dibujado.





7. Para crear la sección que define el muelle debe crear previamente un plano normal al camino o recorrido. Para ello cree un plano normal al recorrido que contenga al punto final del mismo. Solo debe seleccionar el camino y el punto inicio y pulsar **Aceptar**. En el plano creado dibuje un círculo de 10 mm de diámetro. Pulse **Aceptar** y **Reconstruir** o **Ctrl+B**.

8. Para finalizar el ejercicio debe seleccionar la operación **Barrer Superficies** desde la Barra de Herramientas de **Superficie**. En el Gestor de diseño de Barrer **Superficie** seleccione el **Trayecto** y el **Perfil** desde la Zona de Gráficos, Como **Trayecto** seleccione el perfil de Croquis3D y como **Perfil** el círculo de diámetro 10 mm. Pulse **Aceptar**.

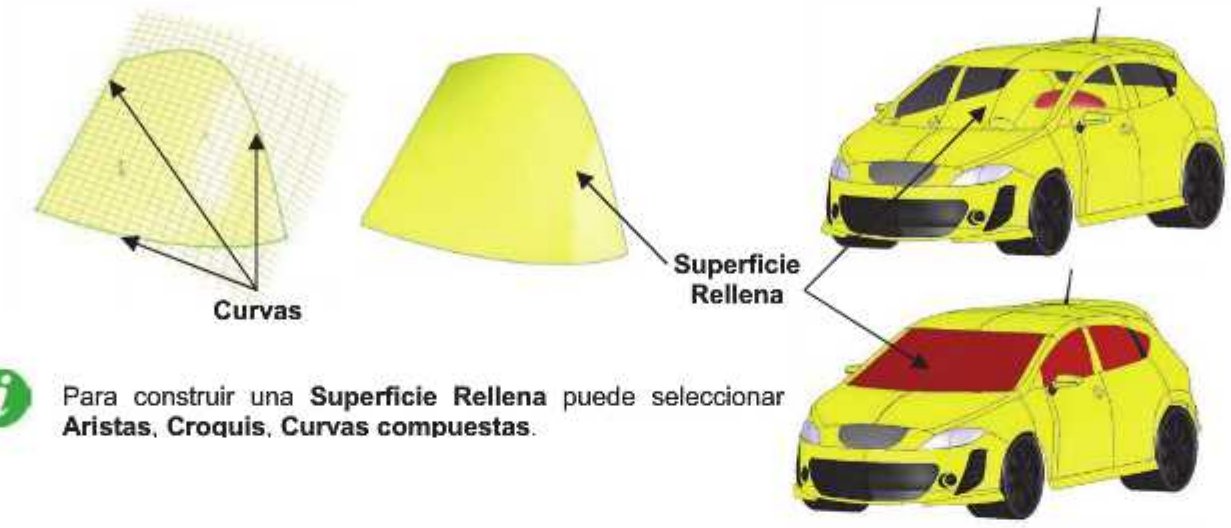




9. Puede modificar el número de vueltas editando la operación **Barrer Superfice1** en **Opciones**. Observe el aspecto del modelo con 10, 15 y 20 vueltas.

7.9 Rellenar superficie

La operación **Rellenar Superficies** permite crear una superficie parche en geometrías importadas con caras ausentes. Además, puede adicionar superficies parche definiendo las **Aristas**, o **Curvas** compuestas dentro del modelo existente y crear una **Superficie** que se adapta a la geometría total de la misma y limitada a las entidades seleccionadas.



Para construir una **Superficie Rellena** puede seleccionar **Aristas**, **Croquis**, **Curvas compuestas**.

Figura 7.14. **Rellenar superficie**.

Para **Rellenar una Superficie** las etapas que debe seguir son:

1. Seleccione la operación **Rellenar superficie** desde la Barra de Herramientas de **Superficie** o pulse en el Menú de Persiana **Insertar**, **Superficie**.

2. Indique las **Aristas**, **Croquis** o **Curvas** compuestas que forman parte del **Límite del parche**.

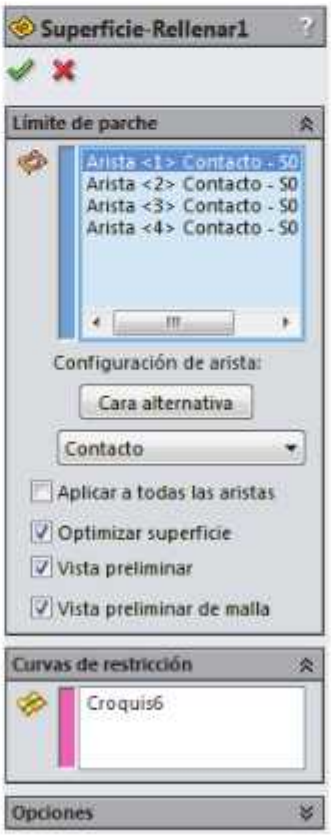
3. Defina la **Configuración de arista**. **Cara alternativa** invierte la cara de límite para el control de curvatura del parche creado. En **Control de curvatura** puede seleccionar **Contacto**, **Tangente** o **Curvatura**.

   Contacto. Crea la superficie parcheada dentro del límite seleccionado en el apartado 2.

   Tangente. La superficie parcheada creada es tangente a las aristas seleccionadas.

   Curvatura. La superficie parcheada se adapta a la curvatura de la superficie adyacente.

   La opción **Aplicar a todas las aristas** permite aplicar el control de curvatura definido a todas las aristas por igual.



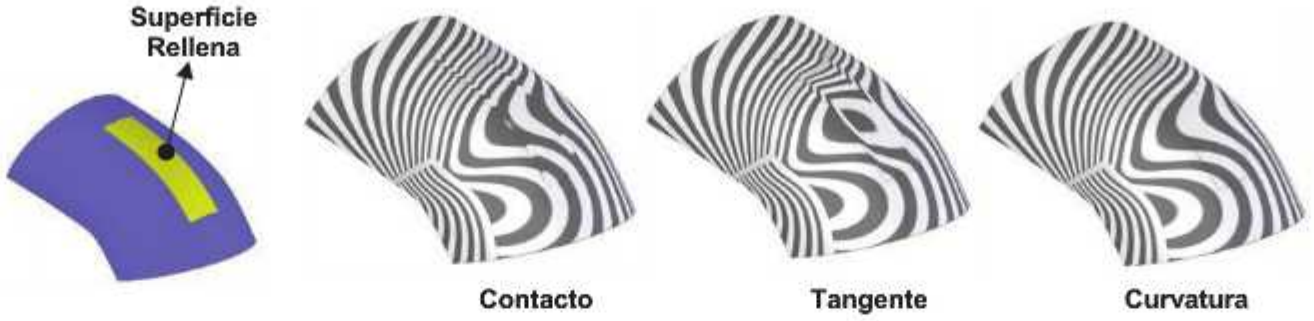


Figura 7.15. **Control de curvatura**.

Active la casilla **Optimizar superficie** para crear un parche simplificado parecido a una superficie recubierta que optimiza el tiempo de reconstrucción y cálculo.

Vista preliminar permite mostrar la forma final de la superficie a rellenar mientras que **Vista preliminar de malla** muestra una rejilla en el parche que simula la forma de la malla a crear (permite visualizar mejor el aspecto final de la misma).



Figura 7.16. **Vista preliminar de malla** y **Control de resolución**.

4. **Curvas de restricción** permite crear restricciones al parche a crear mediante entidades de croquis como *splines* o puntos y controlar la inclinación del parche. En **Control de resolución** puede mejorar la calidad mediante el control deslizante. Después de previsualizar la **Superficie de Relleno** pulse **Aceptar**.

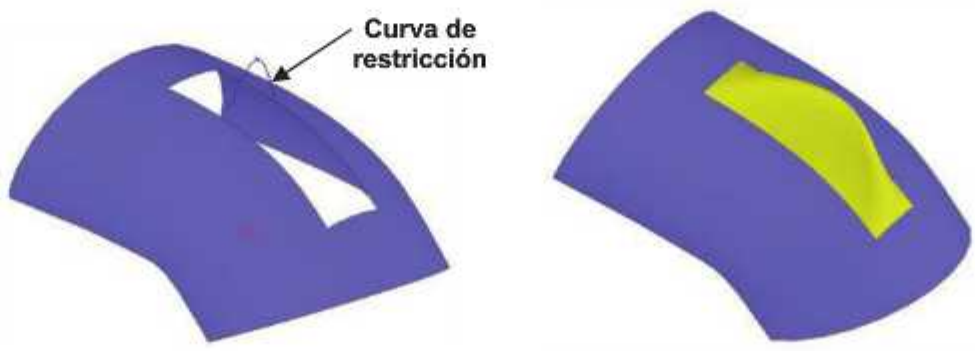


Figura 7.17. **Curvas de restricción**.

7.10 Superficie limitante

Crea una superficie limitada y tangente a dos, tres o cuatro curvas siendo, en la mayoría de casos, una superficie de mayor calidad que las obtenidas por recubrimiento. La superficie creada es tangente a las curvas en la **Dirección 1** y en la **Dirección 2**.

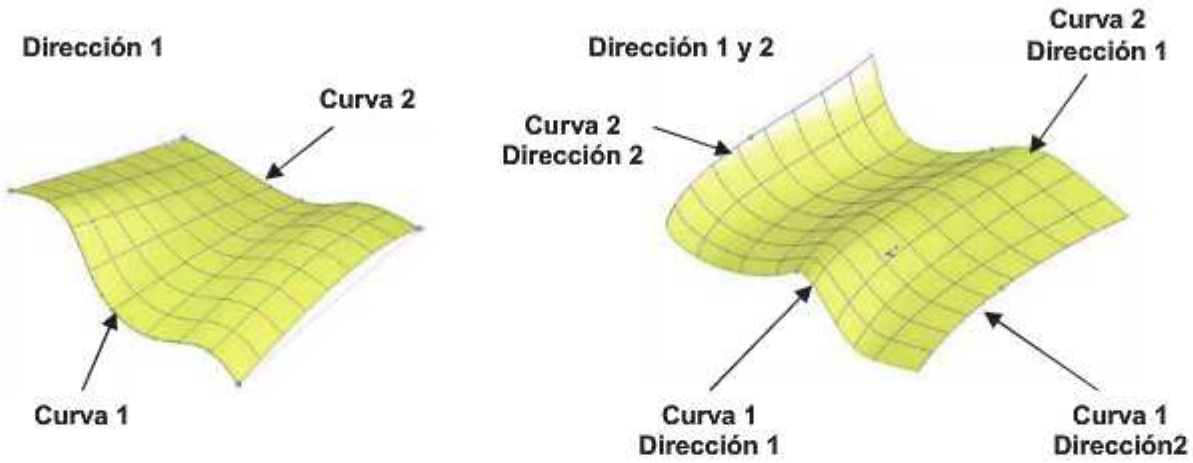


Figura 7.18. **Superficie Limitante**.

Para crear una **Superficie limitante** las etapas que debe seguir son:

1. Seleccione la operación **Superficie limitante** desde la Barra de Herramientas de **Superficie** o pulse en el Menú de Persiana **Insertar**, **Superficie**.

2. En **Dirección 1** seleccione las curvas (**Croquis**, **Aristas** o **Caras**) que definen la superficie en esa dirección. La superficie limitante se crean en función del orden seguido en la selección de las curvas.

   Seleccione el **Tipo de influencia de la curva** (**Global**, **Hasta la curva siguiente**, **Hasta siguiente arista viva** o **Hasta la siguiente arista**). En **Tipo de Tangencia** seleccione **Ningún**, **Vector dirección**, **Normal al perfil**, **Tangencia a la cara** o **Curvatura a Cara**. Indique el **Ángulo de salida** si es preciso.

3. Si es necesario repita el proceso con las curvas que definen la **Dirección 2**.

4. En **Visualizar** active **Vista preliminar de malla** y defina su **Densidad**. Puede activar **Franjas de cebra** y **Peines de curvatura** para evaluar la transición de la superficie entre las curvas seleccionada.

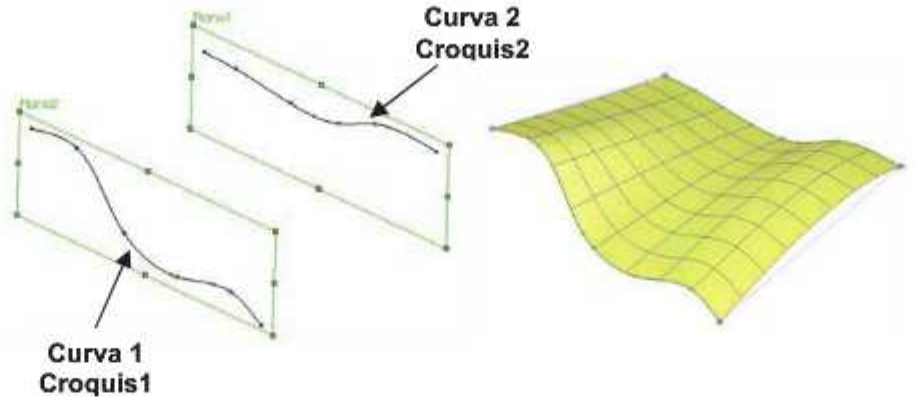


5. En **Opciones** active/desactive **Fusionar caras tangentes**, **Recortar en dirección 1 o 2** y **Vista preliminar**.

6. Pulse **Aceptar** para crear la **Superficie Límite**.

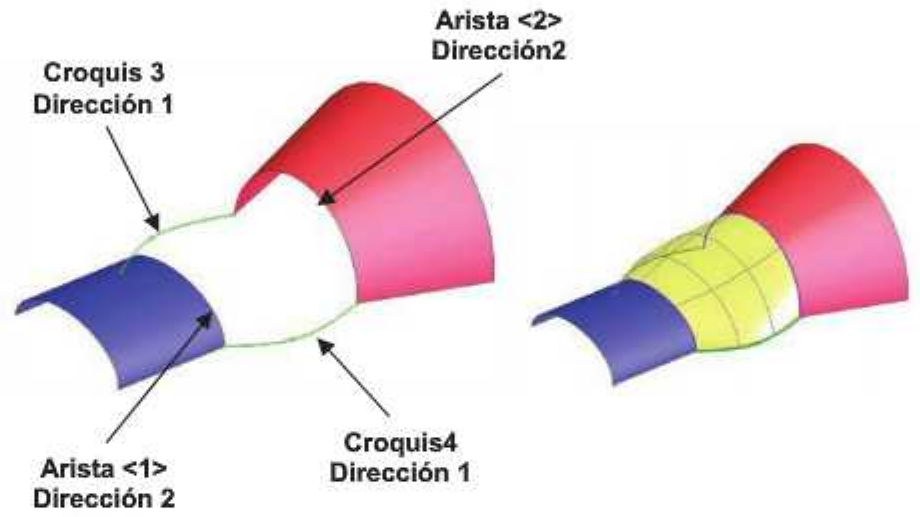
Dirección 1

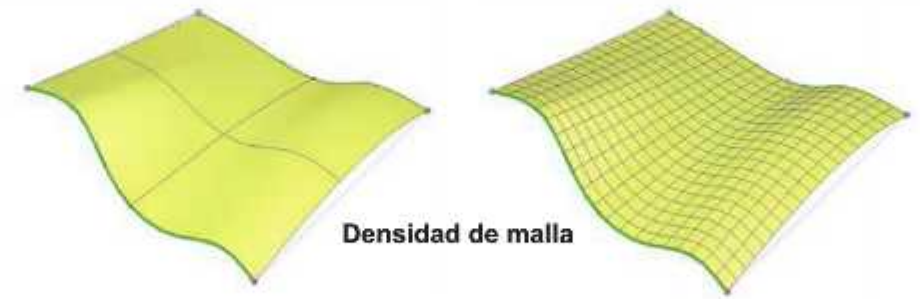




Dirección 1 y 2







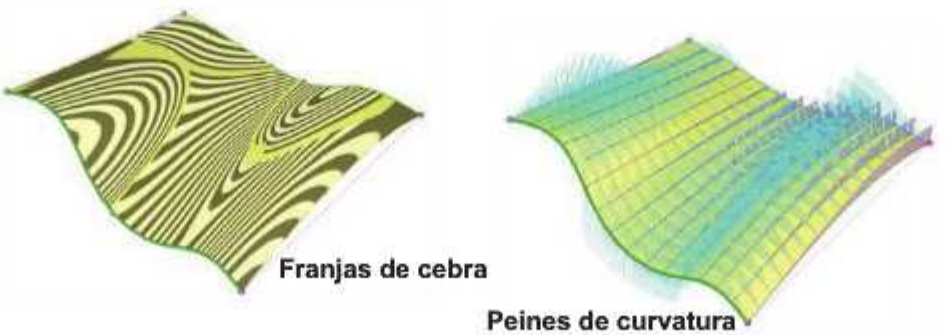


Figura 7.19. **Superficie Limitante**.

Influencia de la curva



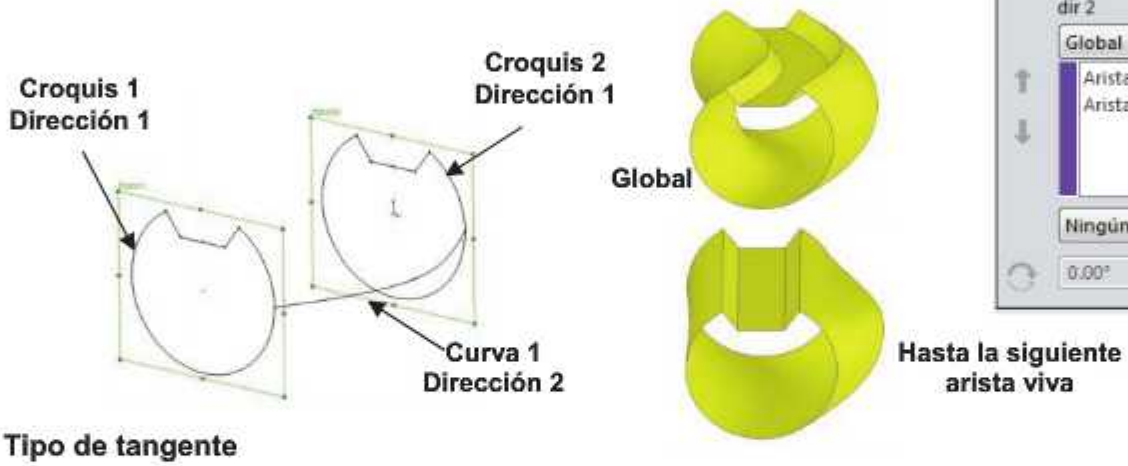
Global. La influencia de la curva se extiende a toda la superficie limitante.

Hasta la curva siguiente. Extiende la influencia de la curva solo hasta la siguiente curva.

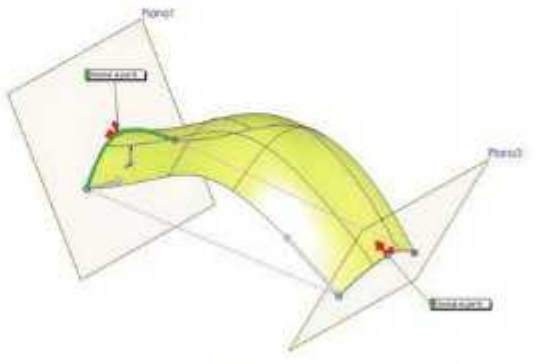
Hasta siguiente arista viva. La influencia de la curva guía se extiende solo hasta la siguiente arista viva.

Hasta la siguiente arista. La influencia de la curva se extiende solo hasta la siguiente arista.

Influencia Tangencial. La influencia de la curva se extiende de forma tangencial hasta la siguiente curva.



Tipo de tangente



Predeterminada. Permite obtener una curva de recubrimiento con forma de parábola entre las curvas de **Dirección 1** que definen el primer y último perfil.

Ninguno. No se define ningún tipo de restricción de tangencia. La curvatura obtenida es nula.

Normal al perfil. Se aplica una tangencia normal a la curva. Defina la **Longitud de tangencia Inicial**, **Final** y el **Ángulo de salida**.

Vector dirección. La restricción de tangencia se aplica sobre un **Vector de dirección** seleccionado. Defina la **Longitud tangente** y el **Ángulo de salida**.



Tangencia a cara. Las caras adyacentes pasan a ser tangentes a la curva seleccionada. Debe indicar la **Longitud tangente**.

Curvatura a cara. Establece una superficie de curvatura continua en la curva seleccionada. Indique la Longitud de tangente.

7.11 Radiar superficie

La operación **Radiar Superficie** genera una superficie mediante el radiado de aristas a lo largo de una dirección predefinida.



Figura 7.20. **Superficie radiada**.

Para crear una **Superficie Radiada** las etapas que debe seguir son:

1. Seleccione **Superficie Radiada** desde la Barra de Herramientas de **Superficie** o pulse en el Menú de Persiana **Insertar**, **Superficie**.

2. En **Parámetros para Radiar** del **PropertyManager** seleccione, desde la **Zona de Gráficos**, la **Cara** o el **Plano** que desee radiar. Seleccione **Invertir dirección de radiado** para radiar en la dirección opuesta.

3. A continuación seleccione cada una de las **Aristas** que definen el contorno a radiar. Active la casilla **Propagar a lo largo de caras tangentes** para facilitar su selección e indique la distancia del radiado.

4. Pulse **Aceptar** para crear la **Superficie radiada**.



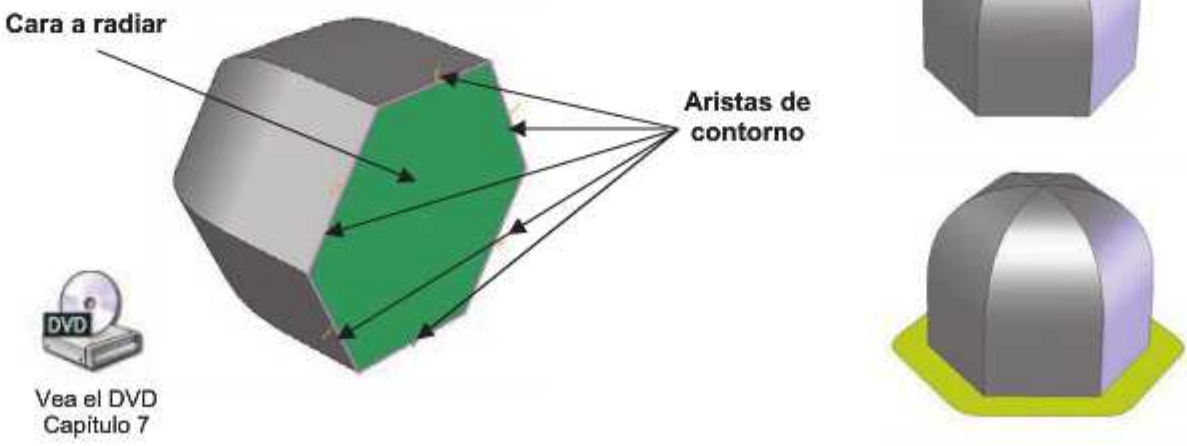


Figura 7.21. **Cara** y **Aristas** a **Radiar**.

7.12 Equidistanciar superficie

La opción **Equidistanciar Superficies** permite crear una superficie equidistante a otra previamente seleccionada.

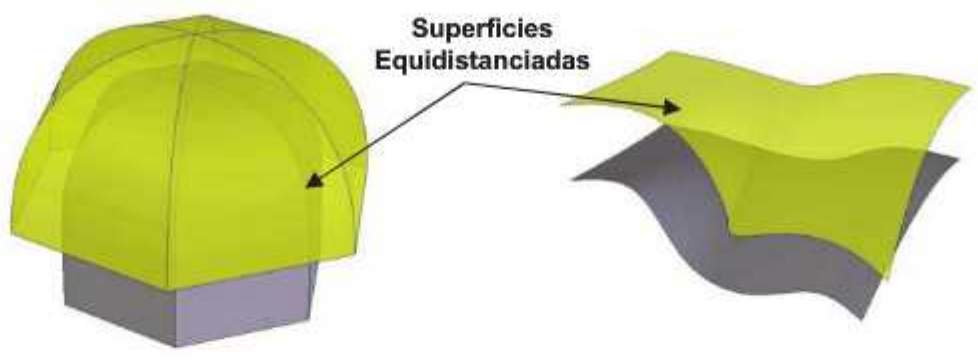


Figura 7.22. **Superficies Equidistantes**.

Para crear una **Superficie equidistanciada** las etapas que debe seguir son:

1. Seleccione **Equidistanciar superficie** desde la Barra de Herramientas de **Superficie** o pulse en el Menú de Persiana **Insertar**, **Superficie**.

2. En **Parámetros de equidistancia** del **PropertyManager** seleccione, las **Caras** o **Superficies** que desee equidistanciar y el valor de la **Equidistancia**. **Invierta la dirección** para equidistanciar la entidad seleccionada en la dirección opuesta.

3. Pulse **Aceptar** para crear la superficie equidistanciada.





Figura 7.23. Superficies **Equidistantes** e **Invertir dirección**.

Puede crear una **Superficie Equidistante** con distancia cero. La superficie creada se sitúa sobre la superfice seleccionada.

7.13 Eliminar cara

La operación **Eliminar cara** elimina un conjunto de **Superficies** o **Caras** de un sólido para emparchar o rellenarlas posteriormente. Desde el **PropertyManager** de **Eliminar Cara** seleccione: **Eliminar**, **Eliminar y emparchar** o **Eliminar y rellenar**.

Eliminar

Elimina las **Caras** seleccionadas de un conjunto de **Superficies** y además permite eliminar las caras seleccionadas de un sólido transformándolo el resto del mismo en **Superficies**.



Figura 7.24. **Opción eliminar**.

Eliminar y empachar

Permite eliminar las **Caras** de un sólido o un conjunto de **Superficies** recortándola y empachándola al mismo tiempo y de forma automática.



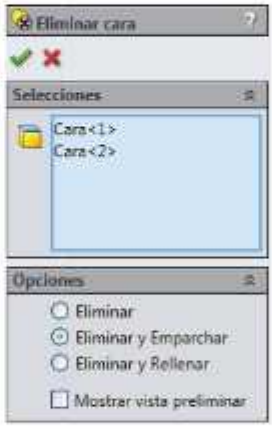


Figura 7.25. **Opción Eliminar y empachar**.

Eliminar y rellenar

Elimina las **Caras** seleccionadas y crea una única **Cara** para cerrar la separación generada.





Figura 7.26. **Opción Eliminar y rellenar**.

Para **Eliminar una cara** las etapas que debe seguir son:

1. Seleccione **Eliminar cara** desde la Barra de Herramientas de **Superficie** o pulse en el Menú de Persiana **Insertar, superficie**.

2. En opciones indique el tipo de eliminación de cara que desee aplicar: **Eliminar**, **Eliminar y empachar** o **Eliminar y rellenar**.

   Eliminar Caras. Seleccione desde la **Zona de Gráficos** las **Caras** a eliminar.

   Eliminar y empachar. Seleccione las **Caras** a eliminar y empachar y active o desactive **Relleno tangente** para emplear aristas tangentes cuando se rellene el espacio dejado por las caras eliminadas.

   Eliminar y rellenar. Seleccione las **Caras** a eliminar. Observe como las caras eliminadas son reemplazadas por una única superficie continua.



3. Pulse **Aceptar**.



Figura 7.27. **Eliminar y rellenar Superficies**.



Figura 7.28. **Eliminar y rellenar Superficies**.

7.14 Reemplazar cara

La operación permite reemplazar las caras en un sólido o superficie con un nuevo sólido o superficie de reemplazo. De esta forma las caras de la entidad inicial se recortan y se expanden para ajustarse a la nueva entidad.

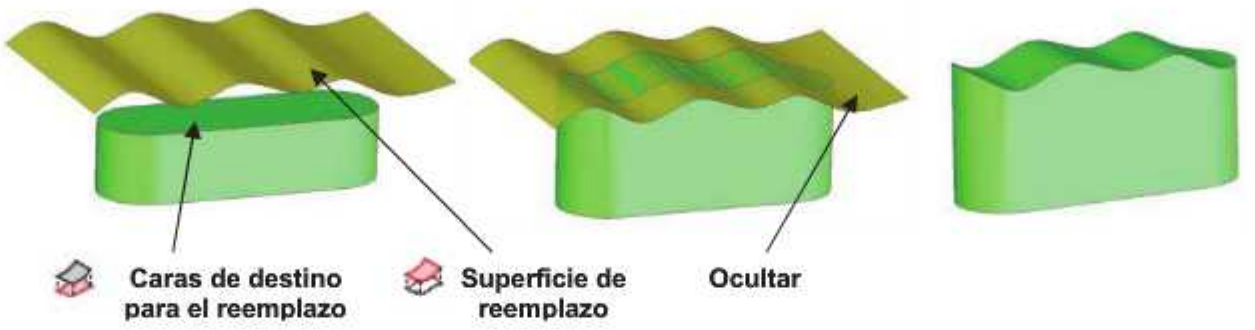


Figura 7.29. **Reemplazar cara**.

Para **Reemplazar una cara** las etapas que debe seguir son:

1. Seleccione **Reemplazar cara** desde la Barra de Herramientas de **Superficie** o pulse en el Menú de Persiana **Insertar**, **Superficie**.
2. Seleccione las **Caras de destino para el reemplazo** desde la **Zona de Gráficos**. La cara de destino es la cara que se adaptará a la superficie o sólido de reemplazo.
3. Seleccione la **Superficie de reemplazo** desde la **Zona de Gráficos**.
4. Pulse **Aceptar**.
5. Observe como la cara de destino se alarga y adapta hasta la **Superficie de reemplazo**. Si desea eliminar los restos que aún quedan de la **Superficie de Reemplazo** seleccione **Ocultar** después de pulsar con el botón secundario del ratón sobre la misma.





Figura 7.30. **Reemplazar cara** con **Superficie Barrida** de reemplazo.

Puede utilizar como **Superficie de Reemplazo** cualquier tipo de **Superficie**, **Superficies cosidas** e importadas pero siempre deben ser mayores que las **Caras que reemplazan**.

7.15 Coser superficie

La operación **Coser Superficies** permite unir o combinar dos o más caras o superficies en una única de forma que pasa a ser una sola entidad sin eliminar las operaciones de las Superficies absorbidas. Además, cuando las Superficies seleccionadas forman un volumen cerrado puede **Coser las Superficies** para formar un sólido.



Figura 7.31. **Superficie cosida**.

Para combinar más de dos **Caras** o **Superficies** en una sola empleando **Coser Superficie** las etapas que debe seguir son:

1. Seleccione **Coser superficie** desde la Barra de Herramientas de **Superficie** o pulse en el Menú de Persiana **Insertar**, **Superficie**.
2. Seleccione las **Caras** o **Superficies** a combinar desde la **Zona de Gráficos** o desde el **Gestor de Diseño**.
3. La opción **Superficie Concatenada** permite **Coser** las Superficies seleccionadas con una **Superficie Radiada**. Seleccione la **Superficie Radiada**.
4. Si las **Caras** o **Superficies** forman una entidad cerrada puede activar **Probar formar el sólido** cuando desee obtener un sólido a partir del conjunto de entidades cosidas.



5. Pulse **Aceptar** para **Coser** y obtener una única superficie formada por las Superficies seleccionadas. En el **Gestor de Diseño** aparece **Superficie-Coser** y se mantienen las operaciones empleadas.



Figura 7.32. **Probar formar sólido**.

Si las superficies a coser forman un volumen cerrado puede activar la casilla **Probar formar el sólido** y crear un solido a partir de las superficies seleccionadas.

7.16 Recortar superficie

Recortar Superficies elimina una o varias partes de una superficie por su entrecruzamiento con otra, mediante un **Plano**, un **Croquis** u otra **Superficie**.

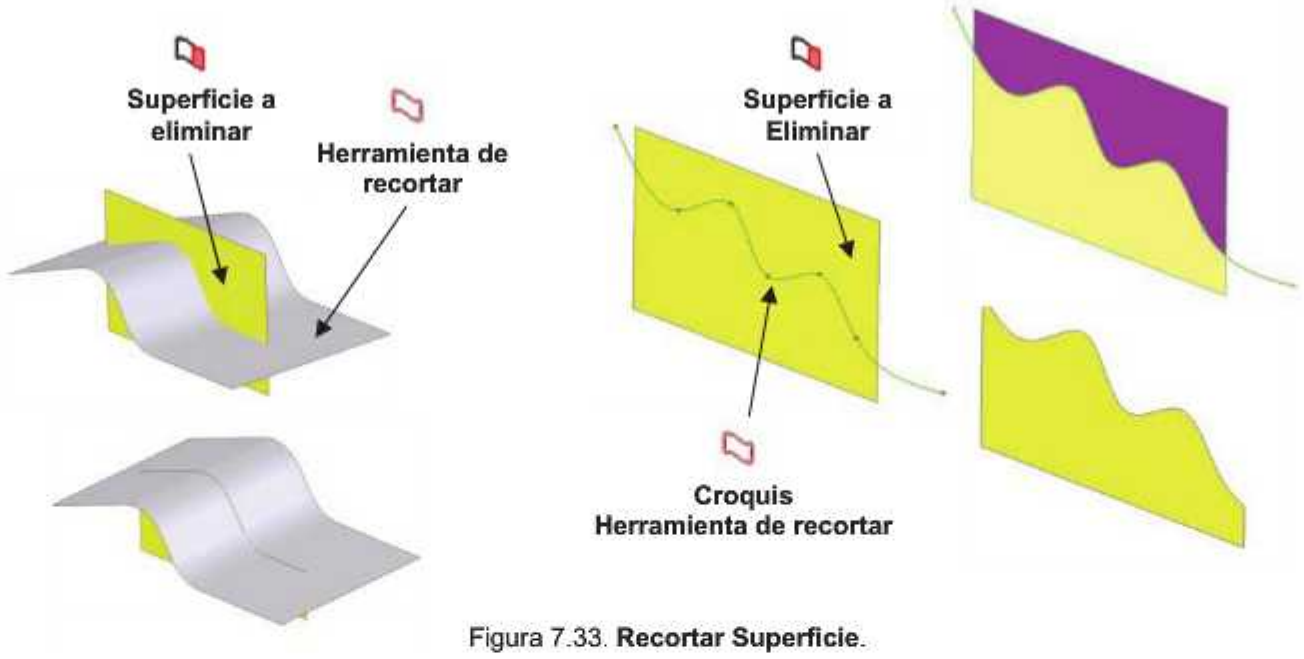
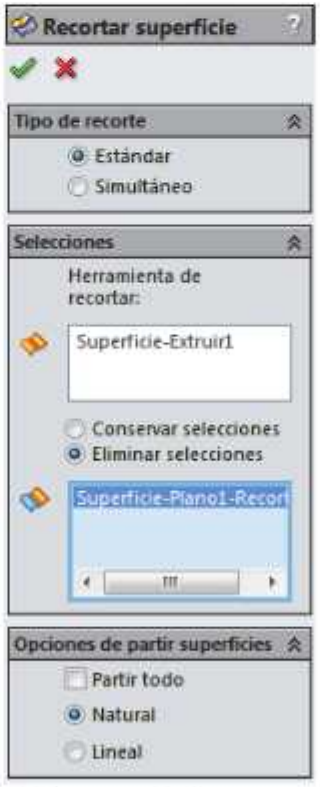


Figura 7.33. **Recortar Superficie**.



Para **Recortar** una superficie las etapas que debe seguir son:

1. Seleccione la operación **Recortar superficie** desde la Barra de Herramientas de **Superficie** o pulse en el Menú de Persiana **Insertar**, **Superficie**.

2. Indique el **Tipo de Recorte**. El modo **Estándar** permite recortar superficies mediante la selección de **Croquis**, **Planos** u otras **Superficies**.

   El modo **Simultáneo** permite recortar múltiples **Superficies** empleando las mismas **Superficies**.

3. En **Selecciones** defina los elementos de recorte y las **Superficies a recortar**. En función del **Tipo de Recorte** el modo de selección cambia.

   Modo Estándar. En **Herramientas de recortar** seleccione, desde la **Zona de Gráficos**, el **Croquis**, la **Curva**, **Plano** o **Superficie** que actúa como elemento de recorte. Seleccione **Conservar selecciones** o **Eliminar selecciones** e indique desde la **Zona de Gráficos** las partes a mantener o a conservar.

   Modo Simultáneo. En el cuadro **Superficies** seleccione las superficies que deben ser recortadas y que actúan, además, como elementos de recorte. Seleccione **Conservar selecciones** o **Eliminar selecciones** e indique desde la **Zona de Gráficos** las partes a mantener o a conservar.

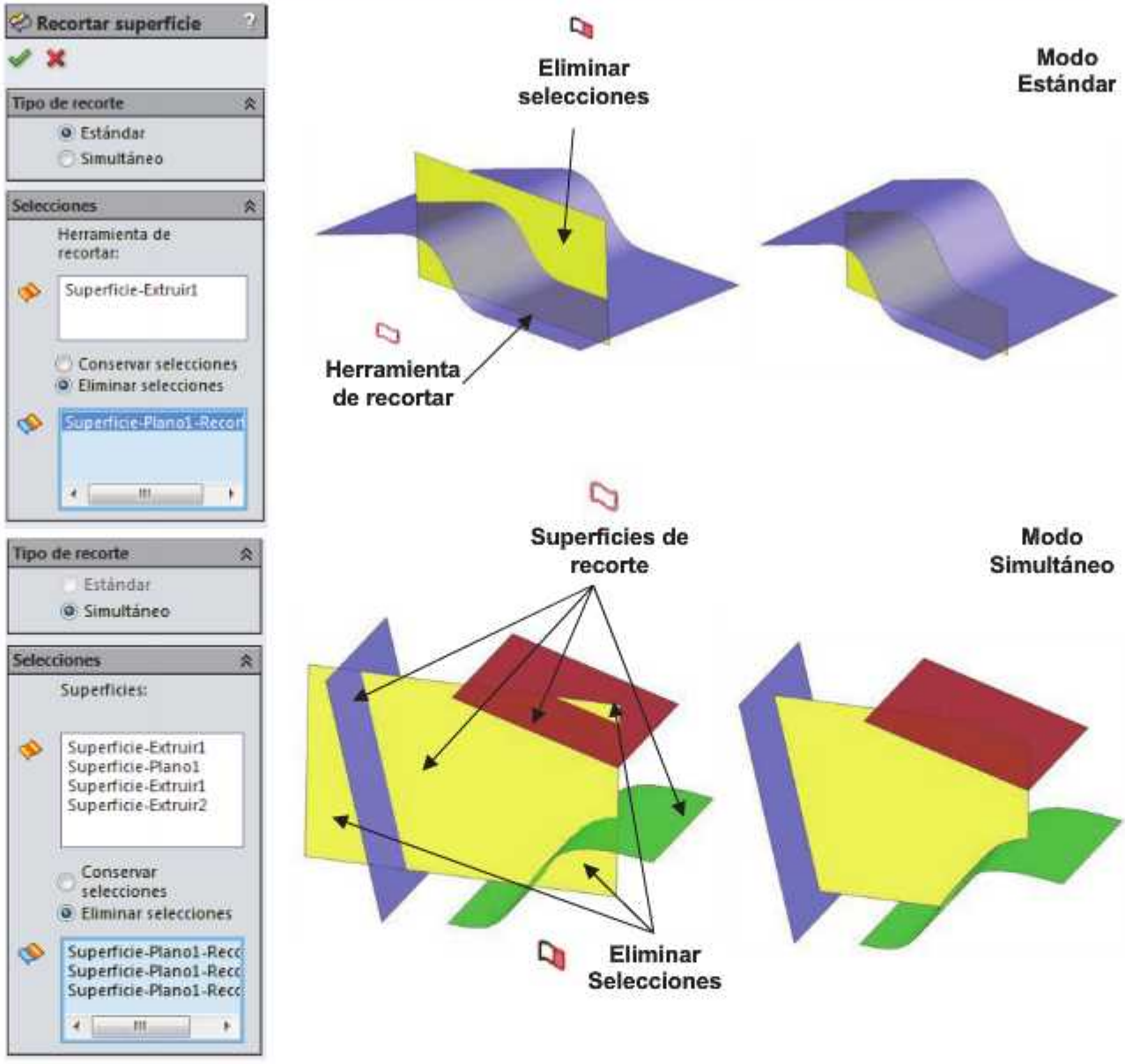
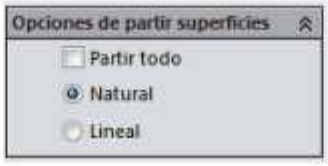


Figura 7.34. Modo de **Recorte Estándar** y **Simultáneo**.

4. En **Opciones de partir superficie** active la casilla **Partir todo** si desea visualizar todas las particiones de la superficie.

   La opción **Natural** fuerza las aristas límite para que sigan la forma de la superficie mientras que en la **Lineal** las aristas siguen una dirección lineal desde el punto de recorte.





Vea el DVD
Capítulo 7

Figura 7.35. **Opciones de partir Superficies**.

7.17 Extender superficie

Extender superficie alarga una superficie hasta una distancia determinada, un punto u otra superficie.

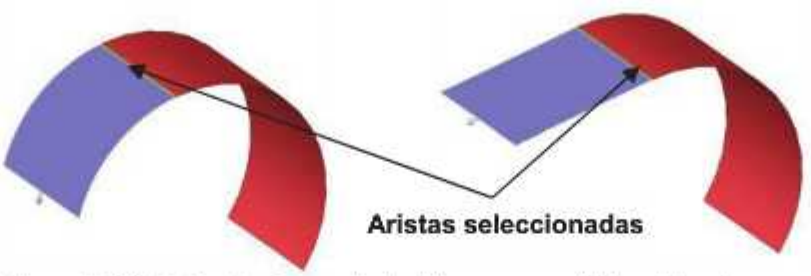


Figura 7.36. **Extender Superficie**. **Misma superficie** y **Lineal**.

Para **Extender** una superficie las etapas que debe seguir son:

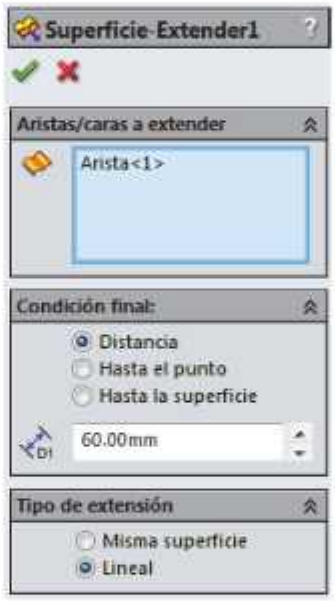
1. Seleccione la Operación **Extender superficie** desde la Barra de Herramientas de **Superficie** o pulse en el Menú de Persiana **Insertar**, **Superficie**.

2. En el **PropertyManager** de **Extender superficie** seleccione las **Aristas** o **Caras** a extender. Si selecciona una **Cara** la operación de extender se propaga por todas las aristas de la misma excepto por aquellas que están conectadas a otras caras o superficies.

3. Indique la **Condición final**: **Distancia**, **Hasta el punto** o **Hasta la superficie**, e indique, una **Distancia**, un **Vértice** o **Punto** y una **Superficie** o **Cara**, respectivamente.

4. En **Extensión** seleccione **Misma superficie** si desea que la superficie sea extendida a lo largo de la misma manteniendo las mismas características. Seleccione **Lineal** cuando desee alargar la superficie de forma tangencial a la superficie de partida.

5. Pulse **Aceptar**.



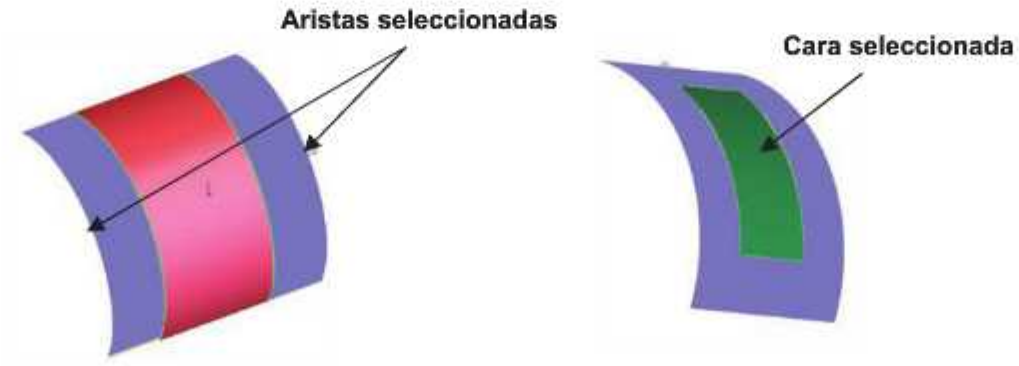


Figura 7.37. Selección de **Aristas** y **Cara**.

7.18 Forma libre



Permite modificar sólidos y caras de superficies mediante la creación de curvas y puntos de control y su deformación por estiramiento con **Asas de arrastre** (sistema de referencia).

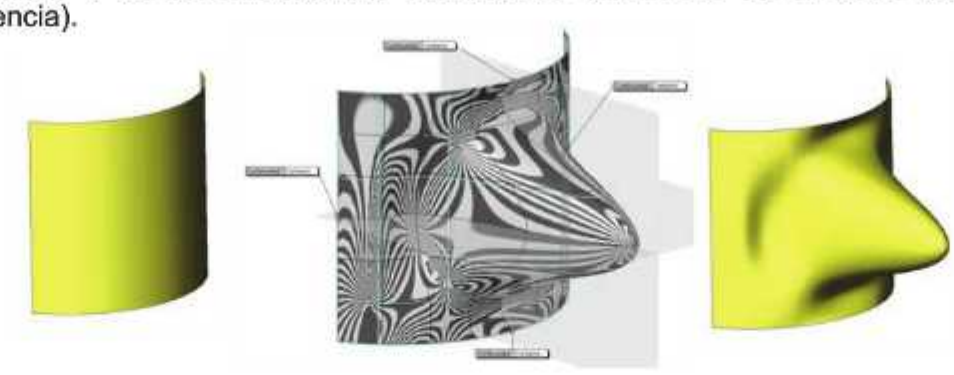
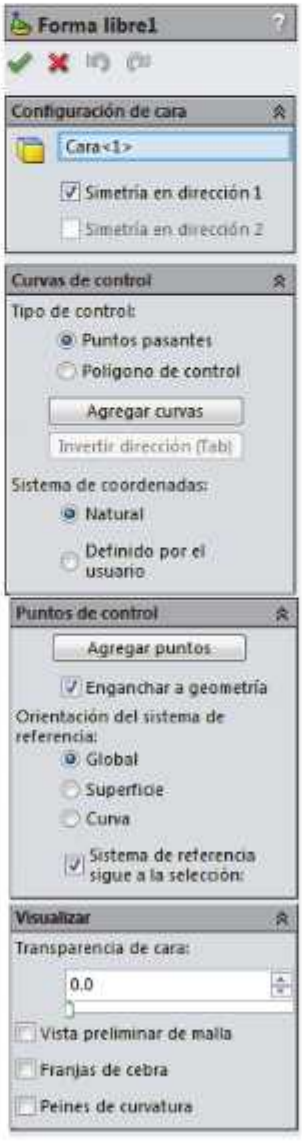


Figura 7.38. Deformación de una superficie mediante **Forma libre**.

Para crear **Forma libre** en una superficie las etapas que debe seguir son:



1. Seleccione la Operación **Forma libre** desde la Barra de Herramientas **Operaciones** o pulse en el Menú de Persiana **Insertar**, **Operaciones, Forma libre**.

2. En **Configuración de cara** seleccione una **Cara** de cuatro lados. Active las casillas de **Simetría1 y 2** si desea que las **Curvas de control de deformación** sean simétricas en el modelo. De esta forma, las deformaciones aplicadas serán simétricas a los planos seleccionados.

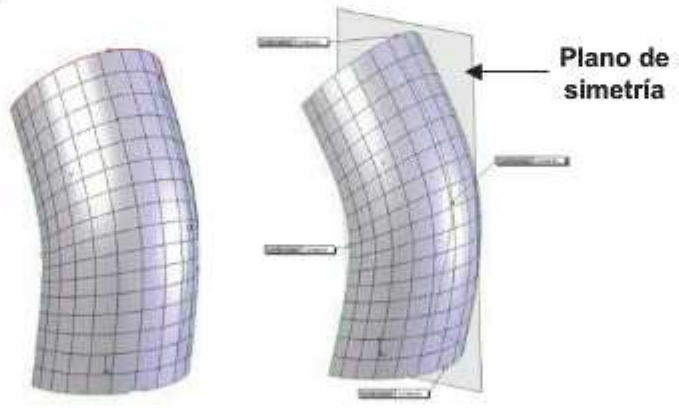


Figura 7.39. **Plano de simetría en la Dirección1**.

3. En el cuadro **Curvas de control** seleccione **Agregar curvas**. Mueva el cursor por la **Zona de Gráficos** y agregue **Curvas de control** o de deformación pulsando con el botón izquierdo. Si ha activado simetría observe como las curvas adicionadas serán dobles y simétricas. **Puntos pasantes** y **Puntos de control** emplean puntos y polígonos para el control de las curvas. Puede arrastrar ambos elementos para modificar la cara.

4. En **Puntos de control** seleccione **Agregar puntos** y acceda a la **Zona de Gráficos** pulsando con el botón izquierdo del ratón sobre una de las **Curvas de control** creadas. Cada vez que pulse el botón izquierdo crea un **Punto de control** para la deformación. Vuelva a pulsar sobre **Agregar puntos** para dejar de insertar puntos. Pulse con el botón secundario del ratón sobre alguno de los puntos creados y use las **Asas de arrastre** formadas por el **Sistema de Referencia** para deformar la **Cara** en la dirección e intensidad deseada. También puede indicar la deformación numéricamente desde el **PropertyManager** de **Forma libre**.

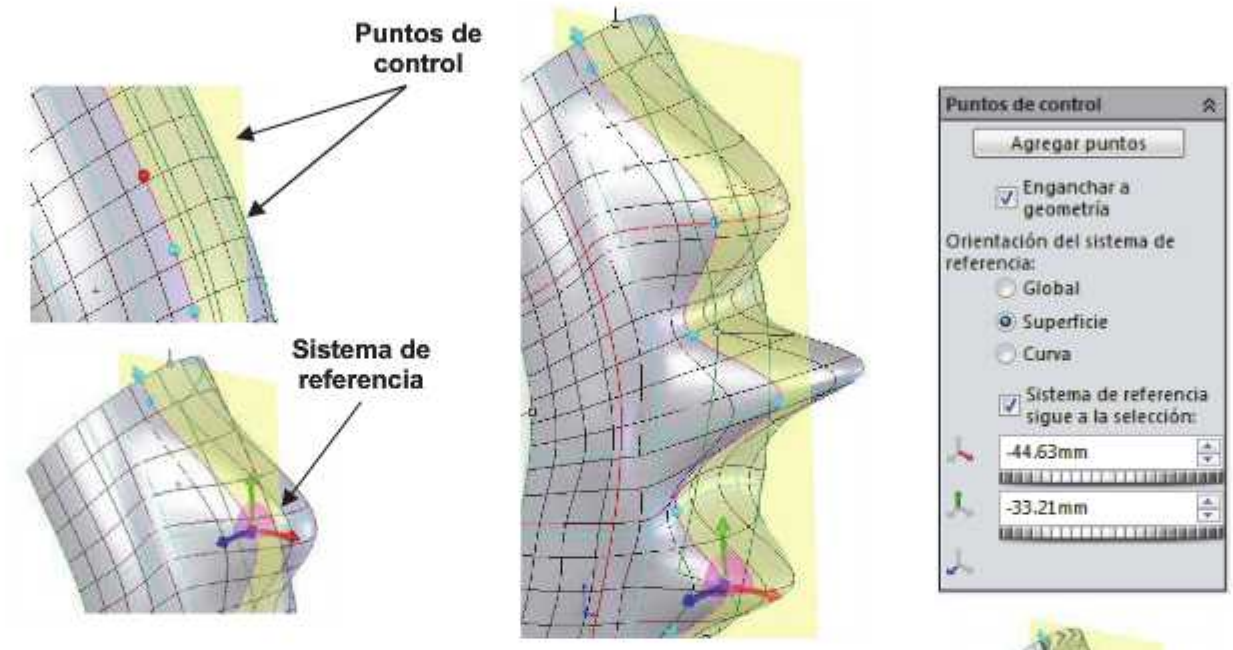


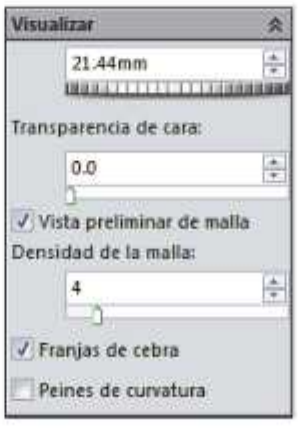
Figura 7.40. **Puntos de control**.

En **Orientación para el sistema de referencia** puede seleccionar **Global**, **Superficie** o **Curva**. **Global**. El **Sistema de referencia** se orienta de forma que coincide con los ejes de la pieza. **Superficie**. El **Sistema de referencia** se orienta de manera normal a la cara del modelo. **Curva**. El **Sistema de referencia** se orienta de manera paralela a la dirección definida por una línea sobre la **Curva de control**.



5. En **Visualización** puede definir la **Transparencia de la cara**, definir la **Densidad de la malla** y su **Vista preliminar**, Insertar **Franjas de cebra** (**Mapa esférico** o **Cúbico**) y ver **Peines de curvatura sobre su modelo**.

6. Pulse **Aceptar** después de definir y visualizar la **Forma libre** de su modelo.



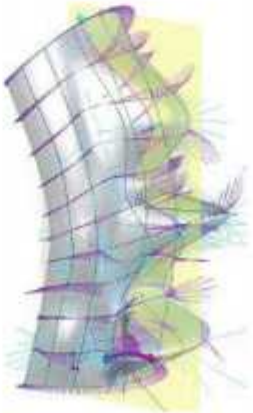
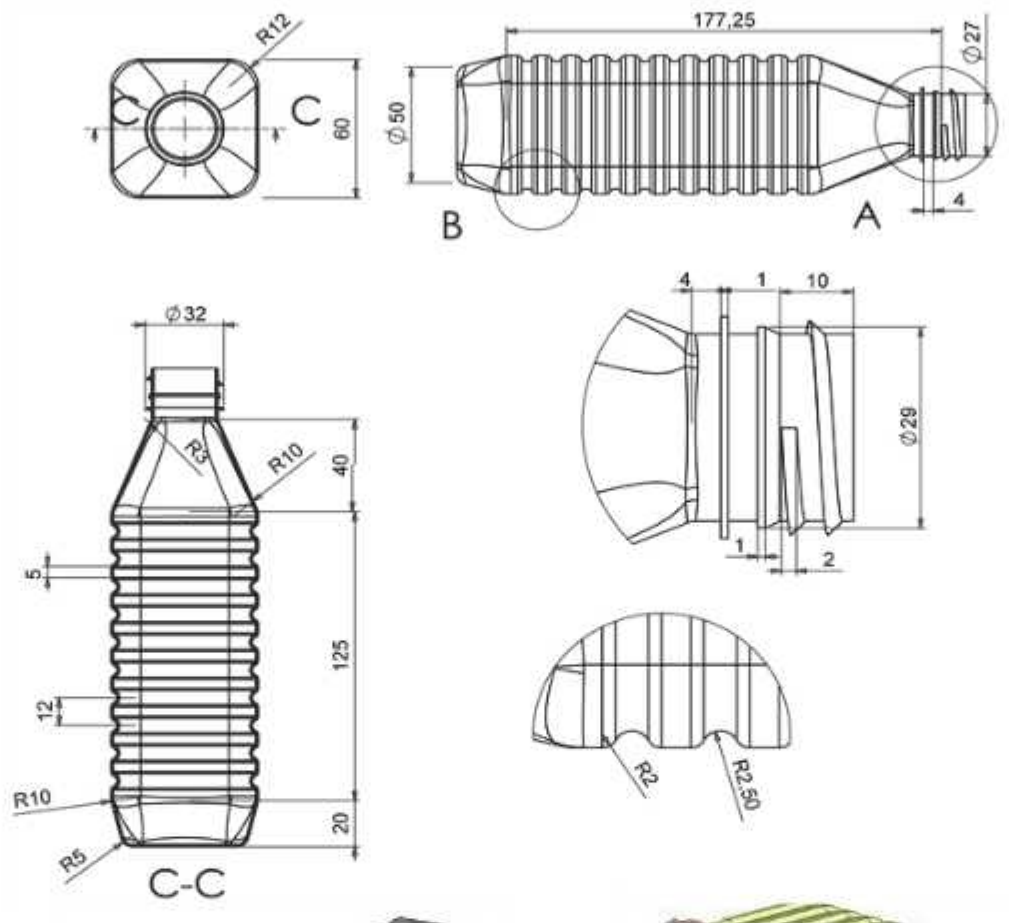


Figura 7.41. **Visualización. Marcas de cebra y peines de curvatura**.

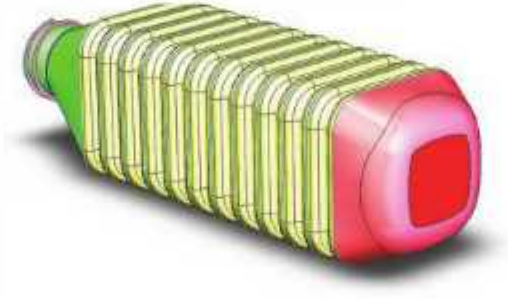
Práctica 7-2

Realice el modelo de superficie indicado en el plano adjunto.

⧖ 30 minutos







Objetivos del tutorial

- Crear **Croquis** (2D y 3D Hélice), agregar **Relaciones Geométricas** y **Acotar.**
- Emplear las Operaciones **Recubrir superficie, Superficie plana, Barrer superficie** y **Coser.**

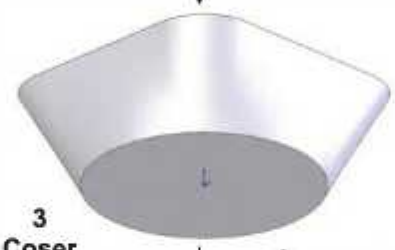
Etapas en la construcción del envase



Vea el DVD
Capítulo 7

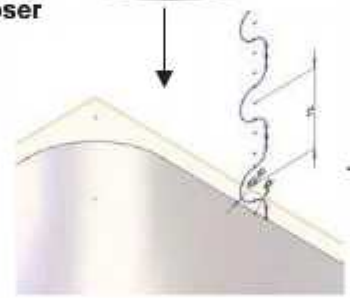


1
Recubrir



2
Superficie
Plana

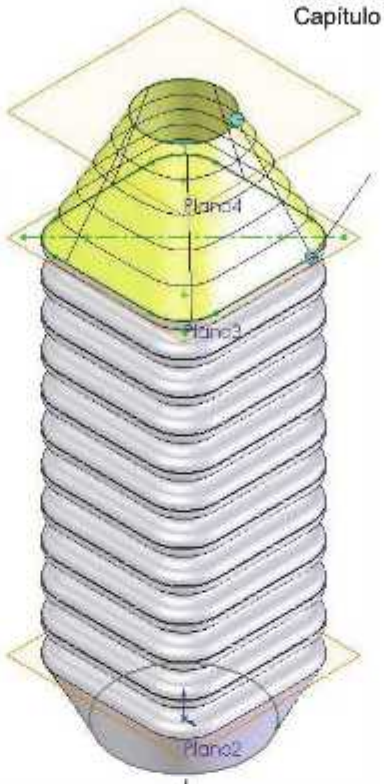
3
Coser



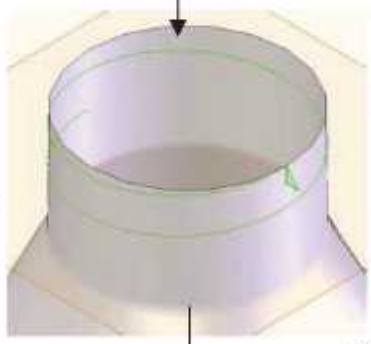
4
Barrido
Cuerpo envase



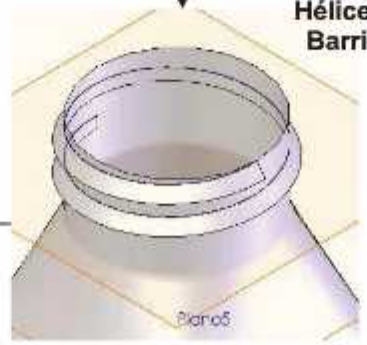
5
Recubrir



6
Extrusión
cuello



7
Hélice 3D
Barrido



8
Coser
Superficies

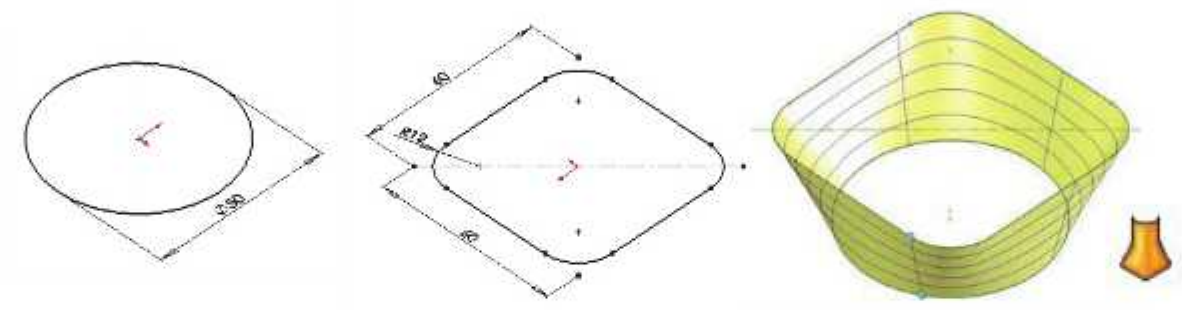


Práctica guiada 7-2

1. Pulse **Nuevo** desde el Menú de persiana **Archivo** o pulse sobre el icono **Nuevo** desde la Barra de Menús. Seleccione **Pieza** y pulse **Aceptar**.

2. Seleccione el **Plano de Trabajo Planta** del Gestor de diseño y pulse sobre **Normal a** para visualizarlo en verdadera magnitud.

3. Croquice un **Círculo** de diámetro 50 mm con centro en el origen de coordenadas. Pulse **Reconstruir** para ascender el croquis creado en el Gestor de diseño. Cree un **Plano Equidistante** (20 mm) y paralelo a **Planta** (**Insertar**, **Geometría de Referencia**, **Plano**). Croquice un **Cuadrado** de 60 mm de lado con las esquinas redondeadas con un radio de 12 mm y centrado en el origen. Pulse **Reconstruir**. Con las dos secciones de la base del envase creadas seleccione la orden **Recubrir Superficie** (**Insertar**, **Superficie**, **Recubrir**). El **PropertyManager** indique las dos secciones creadas y pulse **Aceptar**. Observe que el **Recubrimiento** se realice con una transición suave.

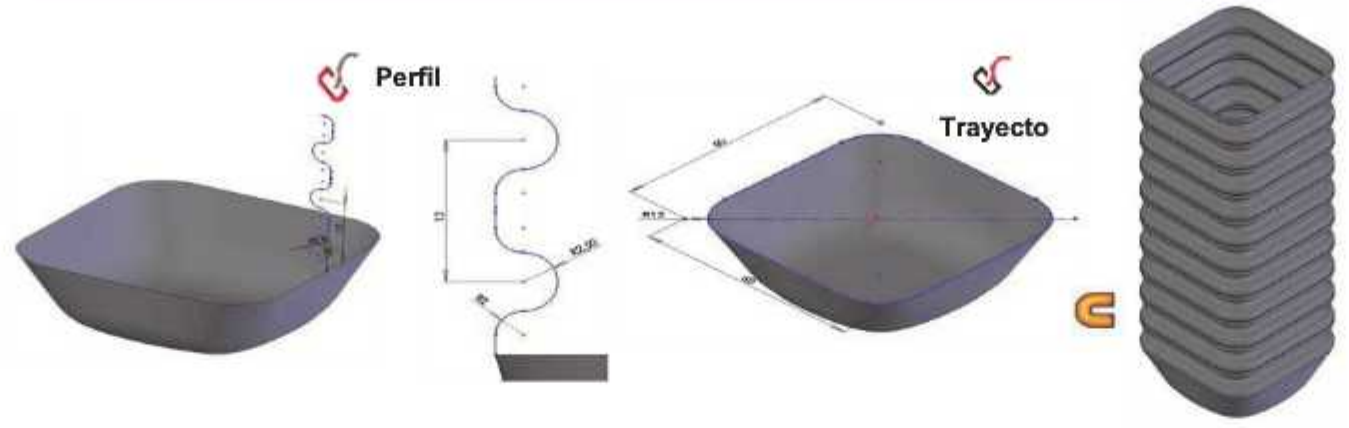


4. Pulse **Superficie plana** (**Insertar**, **Superficie**, **Superficie plana**) y seleccione el círculo inferior del envase. Pulse **Aceptar** para tapar la parte inferior. Utilice la Orden **Coser** (**Insertar**, **Superficie**, **Coser**), seleccione la **Superficie Recubierta** y la **Superficie Plana**. Después de unir las dos superficies realice un **Redondeo** de la arista de unión con un radio de 13 mm.

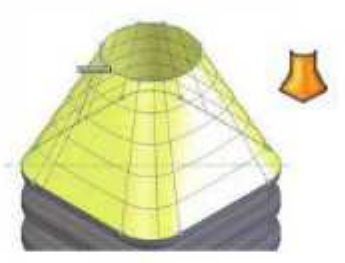


Modelizar el cuerpo del envase

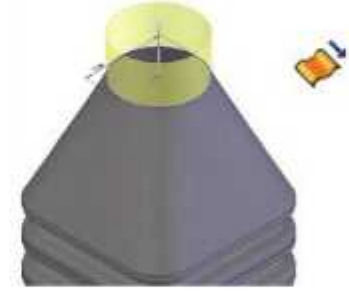
5. Copie la sección cuadrada 60 × 60 en un nuevo **Plano de trabajo** que diste 60 mm del plano Planta. Pulse **Reconstruir** para guardar el croquis que define el trayecto de la operación de **Barrer Superficie** del cuerpo del envase. Seleccione el plano **Vista Lateral** y croquice el perfil del cuerpo del envase. Utilice la **Matriz Lineal** de croquis para crear el contorno. Pulse **Reconstruir**. Seleccione **Superficie Barrida** (**Insertar**, **Superficie**, **Superficie Barrida**) y seleccione la base cuadrada como trayecto y el último croquis como perfil. Pulse **Aceptar** para crear el barrido del cuerpo del envase.



Modelizar el cuello del envase



6. Cree un **Plano equidistante** en la parte superior del cuello del envase y sobre el mismo copie el croquis con su forma (sección cuadrada 60 × 60). Pulse **Reconstruir**. Cree un nuevo **Plano** a una distancia de 40 mm del anterior y croquice un **Círculo** de 27 mm de diámetro. Pulse **Reconstruir**. Seleccione la orden **Recubrir Superficie** (**Insertar**, **Superficie**, **Recubrir**) y seleccione las dos secciones creadas.



7. En el último plano creado croquice un nuevo **Círculo** de diámetro 27 mm y realice una **Extrusión de superficie** a 15 mm. Emplee la orden **Coser** y una las dos últimas Superficies creadas. Cree un **Redondeo** de 3 mm en la arista de unión.

Construcción de la rosca



8. Cree un **Círculo** con el mismo diámetro que el cuello del envase y en su parte superior. Seleccione **Hélice** desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Curva**, **Hélice/Espiral**. Cree una **Hélice** de 5 mm de paso y 1,5 revoluciones con un **Ángulo inicial** de 90º. Pulse **Reconstruir**. Seleccione el **Plano Vista lateral** y croquice el perfil del diente de la rosca. Pulse **Reconstruir**.



9. Seleccione la orden **Superficie Barrida** (**Insertar**, **Superficie**, **Superficie Barrida**) y seleccione la **Hélice** como Trayecto y el **Perfil** del diente como **Recorrido**. Pulse **Aceptar** y visualice el aspecto de la rosca.

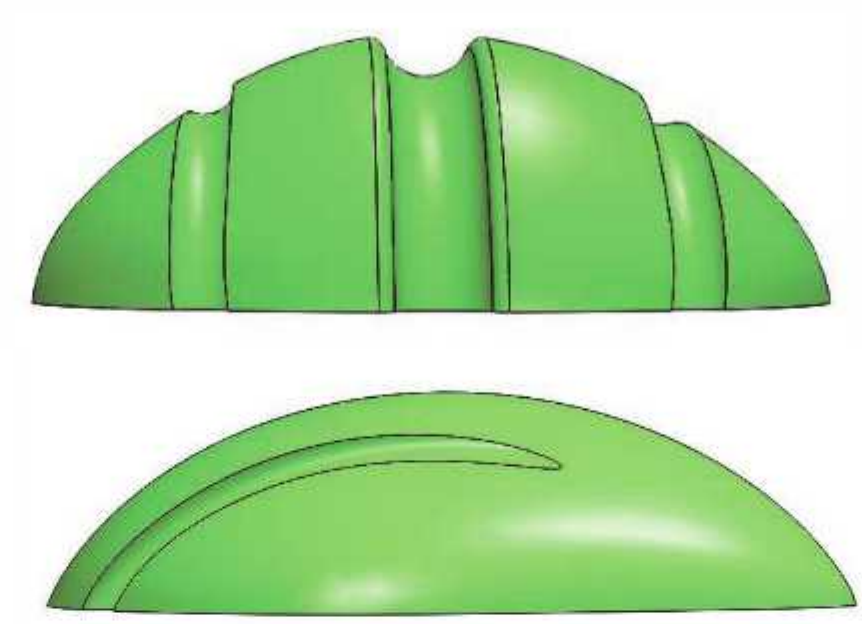
10. Seleccione la orden **Coser** y una todas las Superficies en una única **superficie/entidad**.

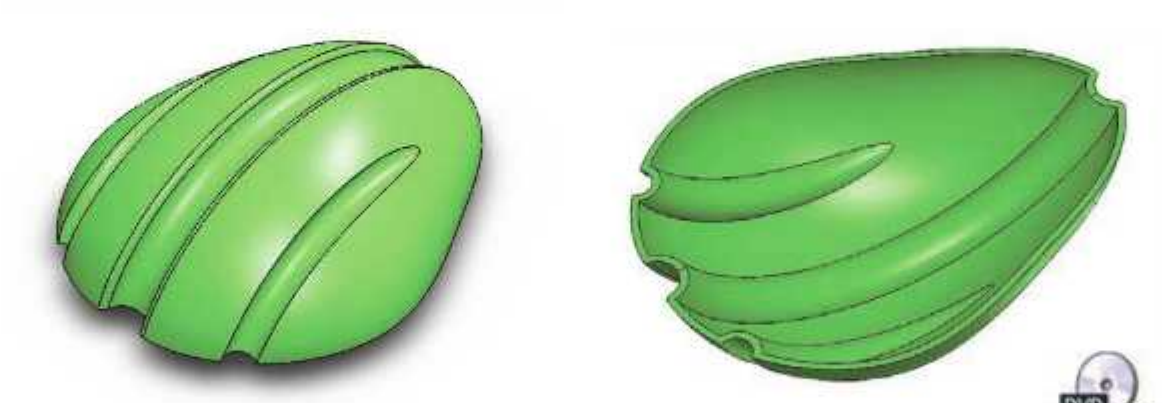
Desde la página web de SolidWorks (www.solidworks.com) puede solicitar una demostración con un experto local de algún módulo o complemento. Para la realización de la solicitud debe rellenar un formulario e indicar qué es lo que desea aprender.

Práctica 7-3

Realice el modelo de superficie indicado en el plano adjunto.

⧖ 10 minutos







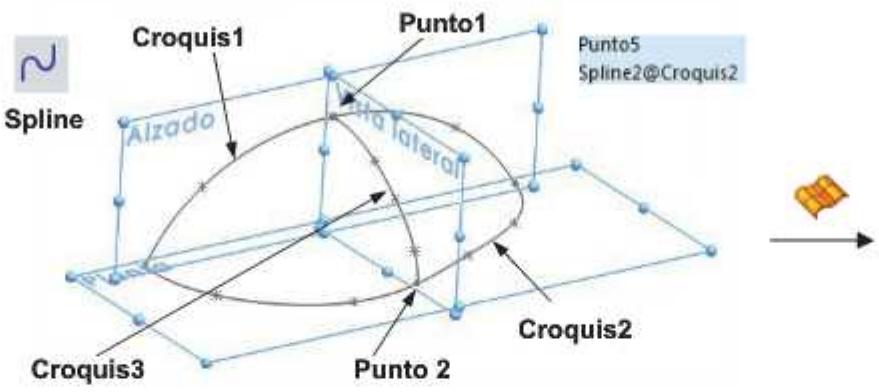
Vea el DVD
Capítulo 7

Objetivos del tutorial

- Crear **Croquis** (2D y 3D Hélice), agregar **Relaciones Geométricas** y **Acotar.**
- Emplear las Operaciones **Recubrir superficie, Superficie plana, Barrer superficie** y **Coser.**

Práctica guiada 7-3

1. Pulse **Nuevo** desde el Menú de persiana **Archivo** o pulse sobre el icono **Nuevo** desde la Barra de Menús. Seleccione **Pieza** y pulse **Aceptar**. Seleccione el **Plano de Trabajo Alzado** del Gestor de diseño y pulse sobre **Normal a** para visualizarlo en verdadera magnitud. Seleccione la función **Spline** desde la Barra de Herramientas de **Croquis** y croquice una curva como la indicada en la figura.

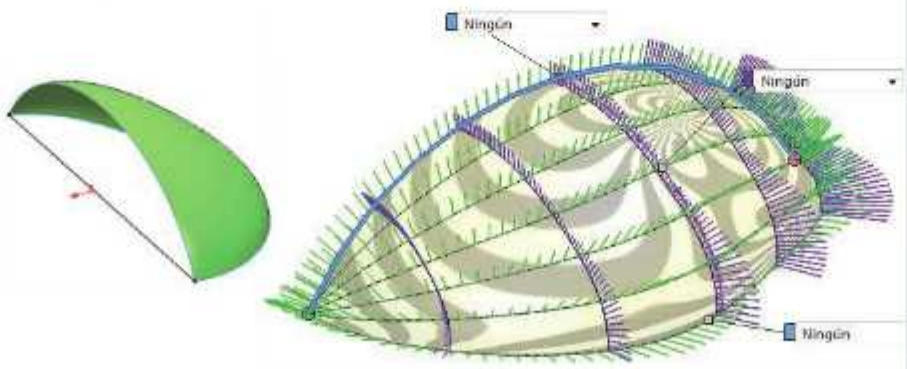




2. Repita la misma operación pero ahora en el plano **Planta**. Croquice una **Spline** como la de la figura. Asegúrese de que empieza y termina de forma coincidente con la anterior.

3. Para terminar croquice la tercera **Spline** en el plano **Vista lateral**. Empiece por el punto 1 y termine en el punto 2. Para hacer coincidir el punto 2 con la **Spline** creada en el plano planta debe seleccionarlos y pulsar sobre **Perforación**.

4. Para crear la superficie seleccione **Superficie limitante** desde la Barra de Herramientas de **Superficie** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Superficie**, **Superficie limitante**. El **Dirección 1** seleccione las *splines* que definen los croquis 1 y 2. En **Dirección 2** seleccione el Croquis 3. Desde **Visualizar** puede evaluar la transición de las superficies mediante **Franjas de cebra** y **Peines de curvatura**. Pulse **Aceptar** para finalizar.



5. Antes de rellenar las caras laterales debe crear una línea de croquis entre los extremos de la superficie para poder definir las áreas a cerrar. Seleccione el plano **Alzado** y croquice una recta que una los extremos opuestos de la superficie creada.



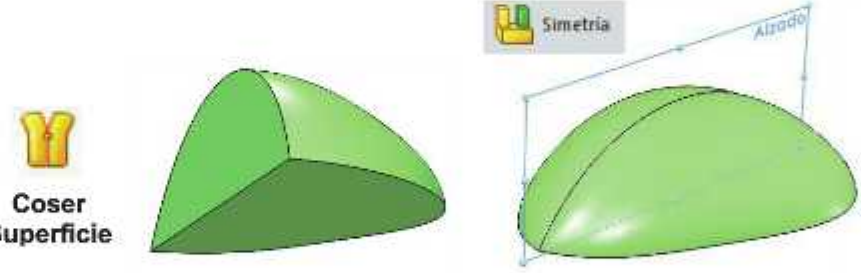
6. Seleccione **Rellenar superficie** para parchear los lados del modelo a partir de los límites definidos por el croquis de la línea recién creada y la propia superficie. En **Límites del parche** seleccione la arista de croquis de contacto y la línea creada. Visualice el resultado activando **Vista preliminar** y pulse **Aceptar**.

7. Repita la misma operación para parchear la cara inferior del modelo.

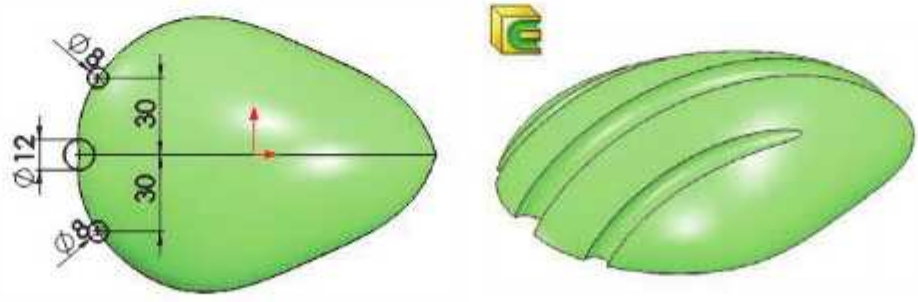


8. Para formar un sólido a partir de las tres superficies acceda a la función **Coser Superficie**. Active la opción **Probar a formar el sólido** para coser las superficies y masificarlo.

9. Cree una **Simetría** de operación desde la Barra de Herramientas **Operaciones** seleccionando como plano de simetría la primera cara parcheada (**Alzado**).



10. Para finalizar con los detalles croquice, en el plano **Planta**, las tres circunferencias indicadas en la figura. Una vez acotadas pulse **Reconstruir**. Seleccione Corte **Barrido** desde la Barra de Herramientas de **Operaciones**. Seleccione los círculos como **Perfil** y el croquis1 (Etapa 3) como **Ruta**. Pulse **Aceptar**.

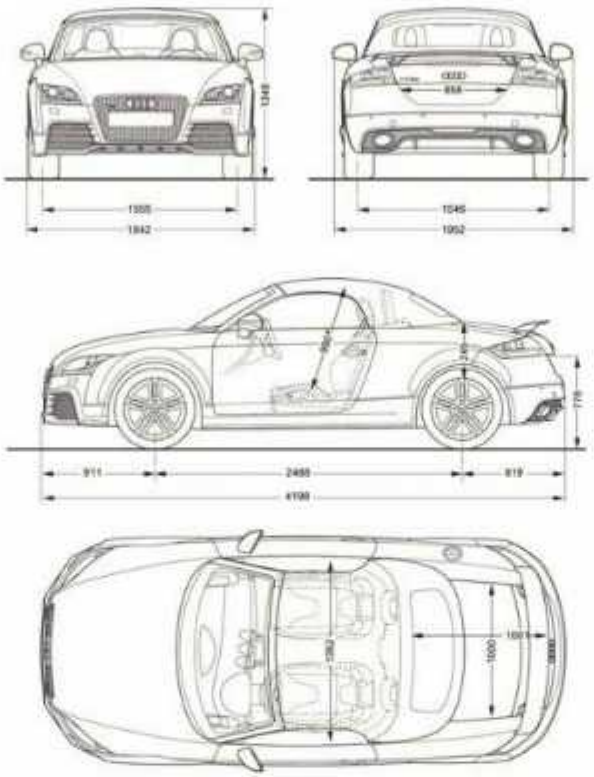


11. Vacíe el modelo con un espesor constante de 2 milímetros seleccionando la cara inferior con la operación **Vaciar**.

Práctica 7-4

Cree el modelo de superficies a partir de la Inserción de las vistas en los planos (alzado, Planta y Vista lateral).

⧗ 300 minutos









Luis Arnold Abarca, Ulrike Gabler y Hannes Eigner. Profesor Jordi Torner. UPC.



Vea el DVD
Capítulo 7

Objetivos del tutorial

- Insertar imágenes en los planos proyectantes (**Imagen de Croquis**).
- Copiar curvas maestras y definir superficies.

Práctica guiada 7-4

La forma más fácil de crear modelos de superficie como aviones, coches y otros objetos semejantes es a partir las imágenes que definen sus proyecciones ortogonales o sus vistas. SolidWorks tiene la herramienta de croquis (**Imagen de croquis**) que permite insertar las vistas en los distintos planos (Alzado, Planta y Vista lateral). Además, el complemento **Autotrace** también puede ayudarle a copiar los contornos de imágenes fotográficas. A partir de la copia de sus perfiles puede crear y editar sus superficies para obtener el modelo final.

Desde muchas páginas de internet puede descargar de forma gratuita las vistas de modelos de coches, aviones, tanques de combate, barcos, motocicletas, etc. Una de las más completas es www.the-blueprints.com, con más de 50.000 modelos descargables.





Inserción de las vistas en los planos

1. Pulse la opción **Nuevo** del Menú Persiana **Archivo** o sobre el icono **Nuevo**. Seleccione **Pieza** y pulse **Aceptar**.

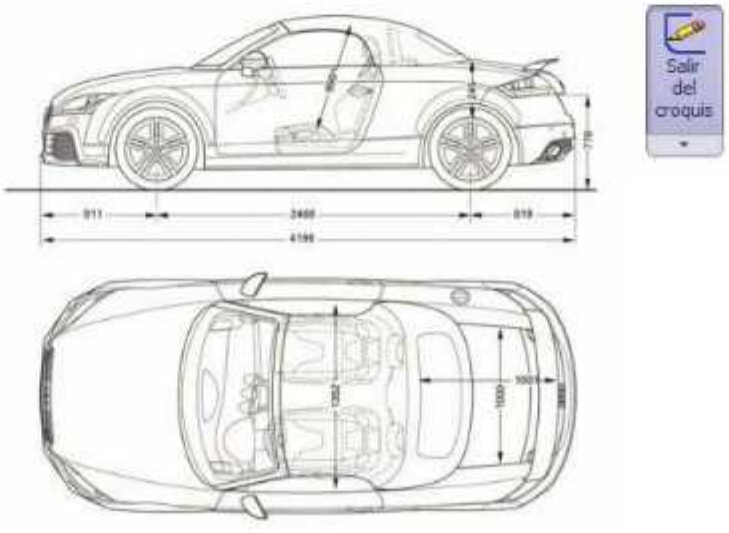
2. Seleccione los planos **Alzado**, **Planta** y **Vista lateral** desde el Gestor de diseño con el botón izquierdo del ratón. Una vez seleccionados pulse botón derecho y active **Mostrar**. De esta forma los planos de trabajo son visibles en todo momento.

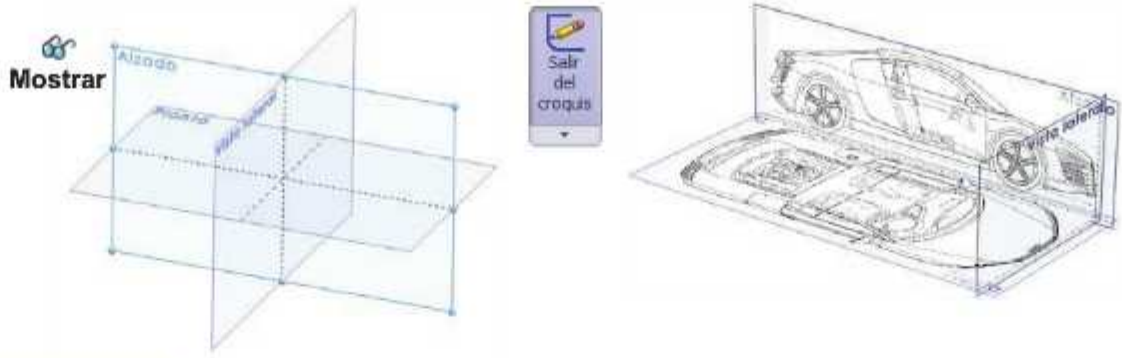
3. Seleccione el Plano de trabajo **Planta** del **Gestor de diseño** y pulse sobre **Croquis**. A continuación seleccione **Imagen de croquis** desde el Menú de persiana **Herramienta**, **Herramienta de croquizar**, **Imagen de croquis**. Localice y seleccione el fichero con la imagen que define la planta del coche que previamente ha descargado de internet. En el PropertyManager de **Imagen de croquis** defina el **Ancho** y el **Alto** de la imagen en función de la acotación indicada en el plano. Pulse **Aceptar** y salga del croquis pulsando sobre el icono **Salir de croquis**. Repita la misma operación para el plano **Alzado** (alzado TT.jpg). Ajuste la imagen hasta hacerla coincidir con la planta. Es importante que el ancho y el alto sea el mismo en las distintas imágenes insertadas.

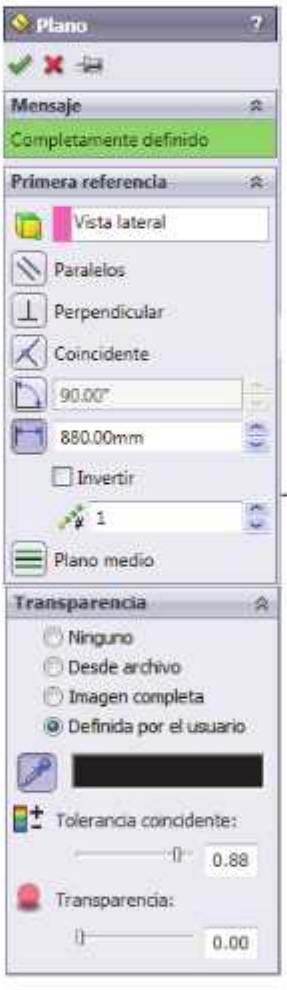


Ancho

Alto

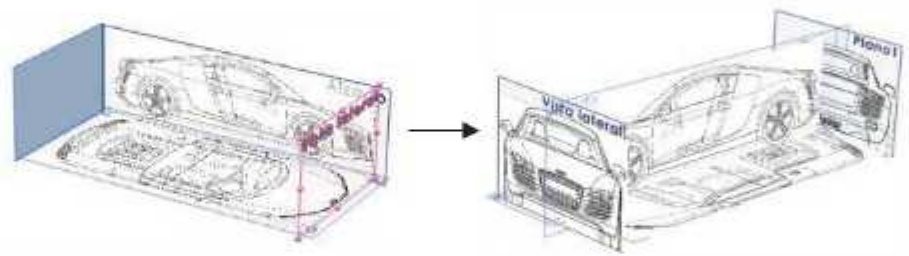








4. Para insertar la imagen frontal (frontal TT.jpg) y la trasera (back TT.jpg) cree un plano equidistante la Vista lateral pulsando **Plano** desde **Operaciones**, **Geometría de referencia**. Seleccione el plano Vista lateral e indique una distancia de 880. Pulse **Aceptar** para crear el plano.



5. Repita el paso 3 e inserte la imagen frontal y la trasera desde **Herramienta**, **Herramienta de croquizar**, **Imagen de croquis**.

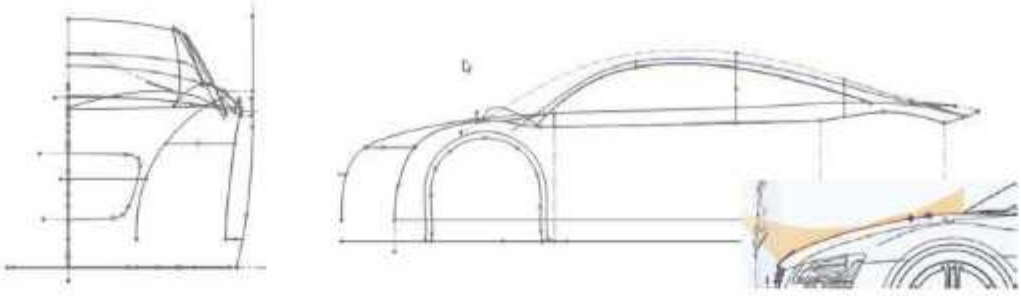
Desde el PropertyManager de **Imagen de croquis** puede hacer que las imágenes insertadas sean transparentes y de esta forma visualizar los otros planos.

Spline

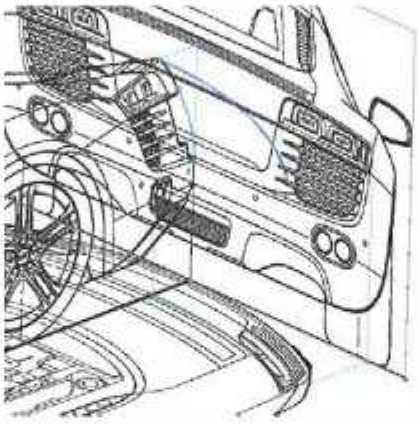


Copiar las curvas maestras

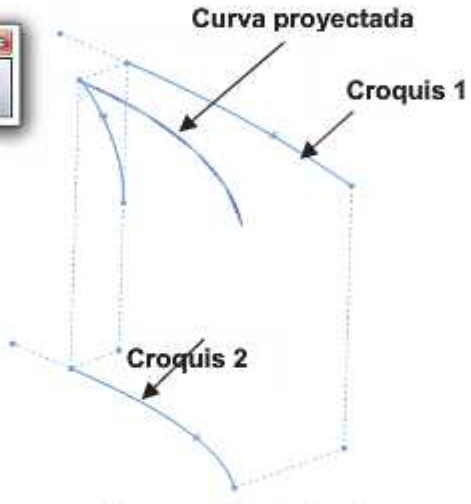
6. Seleccione un plano de trabajo y a partir de la herramienta **Spline** copie los contornos adaptando la curva a los distintos planos de proyección. Para ello es recomendable calcar con la herramienta **Spline** (Barra de Herramientas **Croquis**) un contorno y a continuación, cambiar de plano, haciendo que el contorno calcado se adapte a la curva de la otra vista. Desde **Escala de curvatura** del PropertyManager de **Spline** puede ver la curvatura de las curvas croquizadas.



7. Use la herramienta **Proyectar curva** desde la Barra de Herramientas **Curvas** para obtener la proyección en 3D a partir de dos croquis (Croquis1 y 2, en la figura). La curva proyectada puede utilizarse como camino y una segunda curva como perfil en la obtención de una superficie **Barrida**.

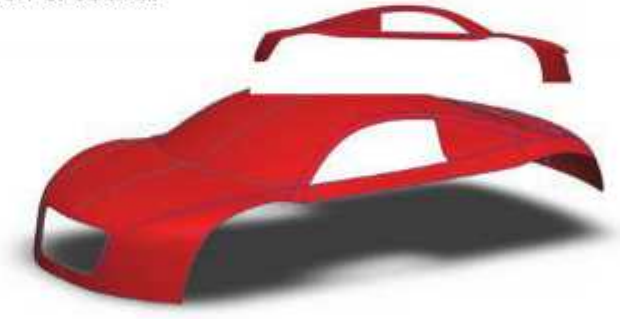






8. Utilice las herramientas de **Recortar**, **Alargar**, **Proyectar curva**, **Barrer**, **Recubrir**, **Coser**, etc. para ir conformando las superficies que definen el coche.

9. Una vez finalizado el modelo puede utilizar **Photoview** para insertar texturas en cada una de las superficies y dar mayor realismo. En internet puede encontrar una gran cantidad de texturas. Desde **Editar apariencia** de **Photoview** puede seleccionar las imágenes que definen las texturas.











En el DVD que acompaña el libro se adjunta el modelo propuesto terminado. Puede estudiar las operaciones realizadas desde el árbol de diseño y conocer cómo se ha diseñado. El modelo lo han modelado estudiantes de Ingeniería Mecánica de la asignatura de Ampliación de DAO (EUETIB, UPC).

Capítulo 8
Ensamblajes

Introducción

La creación de **Ensamblajes** o conjuntos consiste en insertar cada una de las piezas o modelos realizados en el **Modulo de pieza** y establecer las **Relaciones de posición** entre cada uno de ellos. En los primeros apartados del capítulo se explican los procedimientos de **Inserción de componentes** y las técnicas de **Diseño Ascendente** y **Descendente**, sus aplicaciones, ventajas e inconvenientes.

A continuación se definen las **Relaciones básicas y avanzadas de Posición**, el **SmartMates** y las Funciones de **Detección de Colisiones** y **Cinemática de Colisiones Físicas** que pueden ayudarle a simular el movimiento de cada una de las piezas integrantes a partir de sus grados de libertad.

Los últimos apartados hacen referencia a funciones como **Correas/Cadenas**, **Serie de Taladros**, **Explosionado de ensamblajes**, **Cordones de soldadura** y otras funcionalidades como el **Smart Fasteners** que permite insertar pernos y tornillos de forma automática en los ensamblajes.

Contenido

- Técnicas de diseño **Ascendente** y **Descendente**. **Gestor de Diseño** en Ensamblajes.
- Entorno del **Módulo de ensamblajes**. **Métodos de inserción de componentes**.
- Relaciones de posición. **Detección de Colisiones** y **Cinemática de Colisiones Físicas**.
- **Correas/Cadenas**, **Serie de Taladros**, **Explosionado de ensamblajes**, **Cordones de soldadura** y **Smart Fasteners**.
- **Diseño descendente** y tratamiento de **Grandes ensamblajes**.

Objetivos

- Familiarizarse con el **Entorno**, el **Gestor** y los **Métodos de diseño** de ensamblajes.
- Conocer el funcionamiento de las **Relaciones básicas** y **avanzadas de posición**.
- Estudiar las distintas opciones que ofrece el **Módulo de ensamblajes**.
- Practicar los conceptos descritos con ejemplos y **Prácticas Guiadas**.

8.1 Introducción

El **Módulo de ensamblajes** es la aplicación que permite crear ensamblajes o conjuntos mecánicos formados por dos o más componentes diseñados en el **Módulo de pieza**.



Figura 8.1. Módulos existentes en SolidWorks®.

La creación de un ensamblaje consta de dos etapas. En la primera las piezas son importadas al **Módulo de Ensamblaje** y en la segunda se establecen las **Relaciones geométricas de posición** entre cada una de ellas. Las relaciones que se definen son del tipo **Coincidencia**, **Tangencia**, **Concentricidad**, etc., y se definen entre las **Caras**, **Superficies**, **Aristas**, **Vértices**, etc. de dos o más piezas. De esta forma puede montar un conjunto mecánico y, además, analizarlo a partir del **Estudio de movimiento** de cada uno de los componentes en función de las relaciones de posición impuestas y de los grados de libertad restantes.

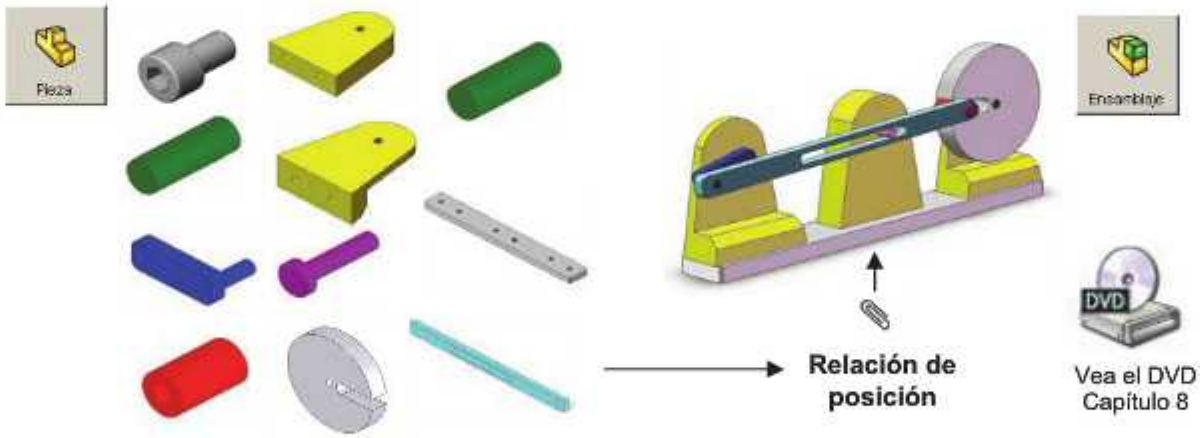


Figura 8.2. Creación de ensamblajes e inserción de **Relaciones de posición**.

El **Análisis de un ensamblaje** y el **Estudio de movimiento** permite estudiar las interferencias, el choque entre componentes, simular el conjunto mecánico y analizarlo dinámicamente. El objeto final es detectar diseños inadecuados y ajustarlos para obtener un óptimo funcionamiento del mecanismo.

La comunicación entre el **Módulo de Pieza** y el de **Ensamblaje** es total y bidireccional. Cualquier modificación realizada en un componente se actualiza en tiempo real en el ensamblaje y viceversa. Incluso puede modificar los componentes desde el propio **Módulo de ensamblajes**.

Es recomendable que los ficheros con las **Piezas** y el propio **Ensamblaje** sean guardados en la misma carpeta. El fichero que contiene el ensamblaje contiene la ruta y el nombre de cada una de las piezas. Si modifica el nombre o guarda las piezas en carpetas distintas puede tener problemas de localización.

8.2 Métodos de diseño de ensamblajes

La creación de un conjunto o ensamblaje puede realizarla siguiendo dos métodos de diseño distintos: El **Método de diseño Ascendente** o **Descendente**.

8.2.1 Método de diseño Ascendente

En el **Método de diseño Ascendente** los componentes del mismo son creados en el **Módulo de pieza** e insertados en el **Módulo de ensamblajes** donde se establecen las **Relaciones de posición geométrica** entre sus elementos de referencia. La modificación de cada una de las piezas debe realizarla en el **Módulo de pieza** y los cambios se actualizan en tiempo real en el ensamblaje.

Es el método más usado cuando se conocen las características dimensionales y geométricas de los componentes que forman el ensamblaje y cuando prevea que no van a realizarse excesivas modificaciones de diseño de pieza.

8.2.2 Método de diseño Descendente

En el **Diseño Descendente** comienza a diseñar cada una de las piezas que conforma el ensamblaje directamente desde propio **Modulo de ensamblaje**. En él puede definir la geometría de cada pieza, su tamaño, las relaciones geométricas con el resto de piezas y su levantamiento en 3D. Es un procedimiento recomendable cuando no se dispone de la información de detalle de conjunto a diseñar ni de sus componentes.

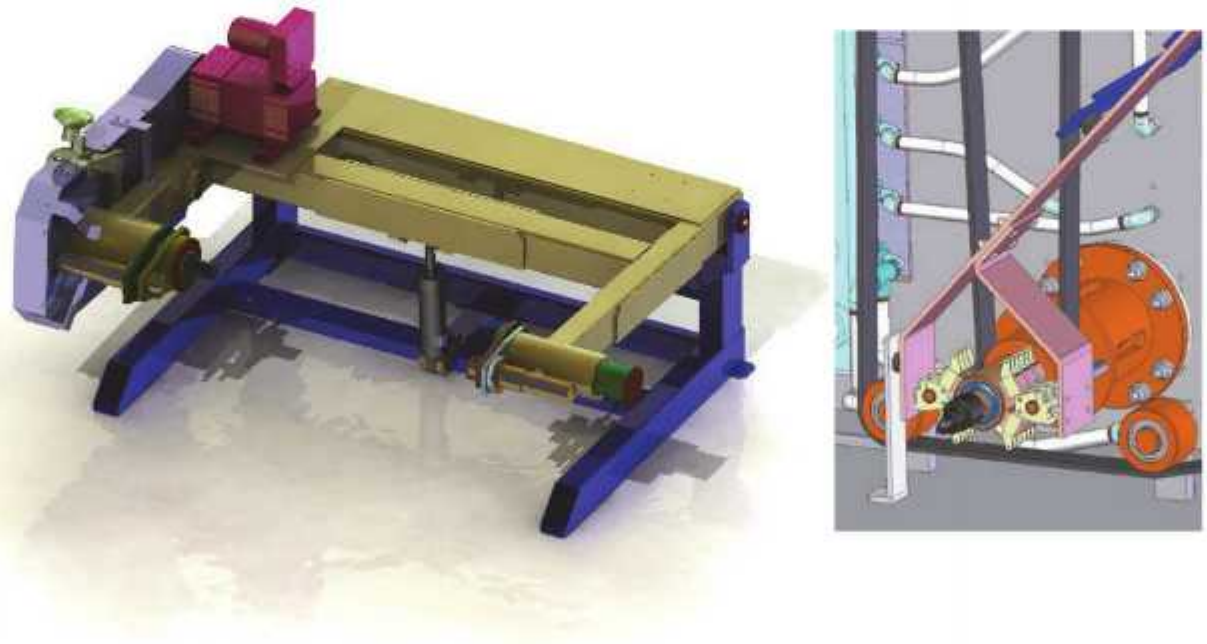


Figura 8.3. Diseño de una máquinas realizado por el **Método de diseño Descendente**.

Se denomina **Diseño Descendente** porque la filosofía de trabajo incluye la definición general del ensamblaje y a partir de ella se empiezan a definir las piezas y los croquis para cada componente teniendo como referencia la forma de otras piezas vecinas, su proximidad, el tamaño de las operaciones y la forma total del conjunto.

8.3 Entorno del módulo de ensamblaje

El entorno de trabajo es igual que el del **Módulo de Pieza** o **Dibujo**. Las diferencias puede encontrarlas en el **Gestor de Diseño** y en las **Barras de Herramienta** dedicadas a **Ensamblaje**. El resto de funcionalidades son las mismas.



Figura 8.4. Entorno del **Módulo de Ensamblaje**.



Figura 8.5. Entorno del **Módulo de Ensamblaje**.



Figura 8.6. Iconos de ensamblaje desplegables.

- **Insertar componente.** Inserta piezas o sub-ensamblajes a un ensamblaje.

- **Relación de posición.** Permite crear relaciones de posición geométricas de forma y posición entre piezas o sub-ensamblajes.

- **Smart Fasteners.** Emplea Toolbox para insertar componentes mecánicos estándar en un ensamblaje.

- **Mover y girar componente.** Mueve/gira las piezas o subensamblajes insertados en un nuevo ensamblaje.

- **Mostrar componentes ocultos.** Muestra de forma temporal los componentes de un ensamblaje ocultos.

- **Operaciones de ensamblaje.** Contiene un conjunto de diez operaciones utiles en la creación y edición de ensamblajes. De entre ellos algunas son: **Serie de taladros**, **Cordón de soldadura** o **Corre/cadena**.

- **Estudio de movimiento.** Crea un nuevo estudio de movimiento con el ensamblaje activo.

- **Lista de materiales.** Crea una lista de materiales de un ensamblaje.

- **Vista explosionada.** Crea una vista con el explosionado de las piezas que conforman un ensamblaje. Puede emplear la función de forma manual o automática. También puede crear líneas de croquis en el explosionado.

- **Detección de interferencias.** Detecta interferencias o colisiones en ensablajes y calcula el volumen de intersección.

- **Verificación de distancia.** Mide la distancia entre componentes (piezas/subensamblajes) de un ensamblaje.

- **Alineación de taladros.** Verifica la correcta alineación de los taladros de un ensablaje.

8.3.1 Gestor de Diseño de Ensamblajes

El **Gestor de Diseño** se encuentra en la parte izquierda de la **Zona de Gráficos**. En él se tienen cada una de las piezas de las que está formado el ensamblaje. Además de las **Anotaciones**, el **Cuaderno de diseño**, las **Luces y cámaras**, los **Planos de trabajo** y el **Origen de coordenadas**. En la parte inferior del árbol dispone de las **Relaciones de posición** del ensamblaje.

Pude ver las operaciones de cada uno de los componentes pulsando el símbolo **+**. Lo mismo puede realizar con las **Relaciones de posición**, el **Cuaderno de diseño** y el resto de etiquetas.



Puede pulsar sobre **+** para expandir y ver las **Operaciones** de cada una de las piezas del ensamblaje. Pulse con el botón secundario del ratón sobre una de las operaciones para **Editar Croquis** u **Operación**.



Al desplegar alguna de las etiquetas puede ver la información contenida. En el segundo árbol de operaciones se ha desplegado la etiqueta de las **Relaciones de posición**. Para volver a plegar pulse el símbolo **-**.



Vea el DVD
Capítulo 8

Figura 8.6. **Gestor de diseño** de **Ensamblaje**.

El **Gestor de Diseño** define un prefijo a cada uno de los componentes que conforman el ensamblaje y proporciona información sobre el **Estado de sus relaciones** con el resto de componentes. La ausencia de prefijo indica que la posición del componente se define completamente.

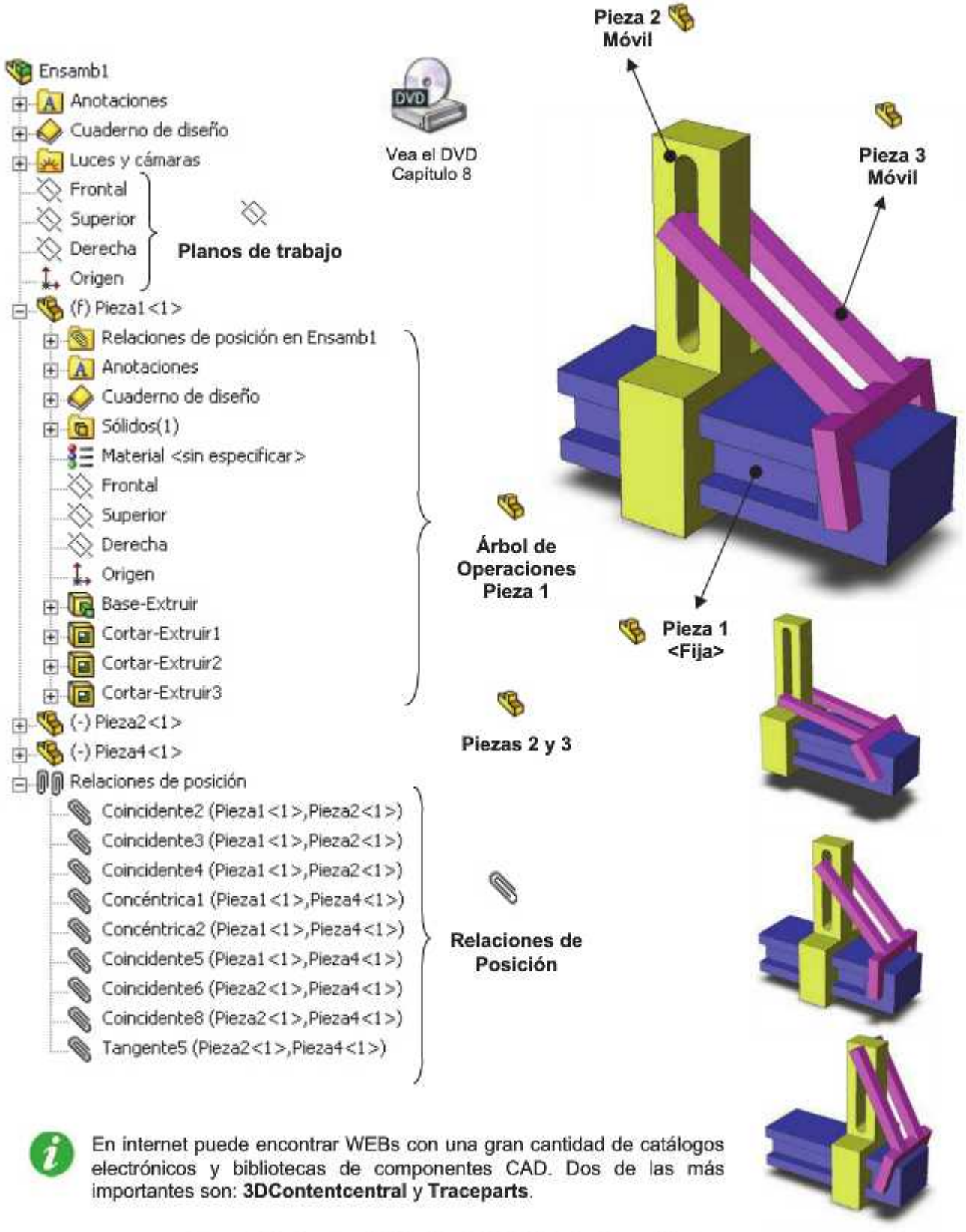
(-). Insuficientemente definido.

(+). Definido en exceso.

(f). Componente fijo.

(?). No solucionado

En un ensamblaje es indispensable que uno de los componentes tenga la relación de Fijación (**Componente Fijo**), simbolizado por el prefijo (**f**). Para fijar un componente pulse sobre él mismo con el botón derecho del ratón y seleccione **Fijar**. Si desea eliminar la relación de fijación repita la operación y seleccione **Flotar**.



En internet puede encontrar WEBs con una gran cantidad de catálogos electrónicos y bibliotecas de componentes CAD. Dos de las más importantes son: **3DContentcentral** y **Traceparts**.

Figura 8.8. **Gestor de Diseño** del **Módulo de Ensamblajes**.

En la Figura 8.9 se representa el mismo ensamblaje con distintos componentes **Fijos**. Observe como la fijación de una u otra pieza modifica el movimiento del ensamblaje.

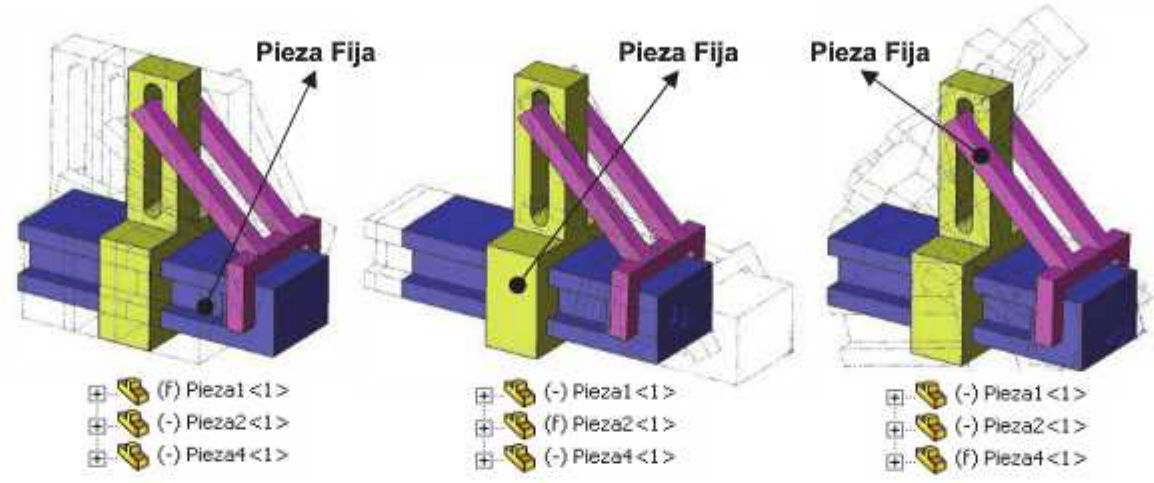


Figura 8.9. Influencia de la **Fijación** de un componente en el movimiento de un **Ensamblaje**.

El **Gestor de Diseño** permite ver la **Jerarquía del ensamblaje**. Pulse con el botón derecho del ratón sobre el nombre del ensamblaje y seleccione **Solo Visualizar Jerarquía**. Para ver cada una de las operaciones que han sufrido las piezas que conforman el ensamblaje debe repetir el mismo procedimiento pero seleccionando la opción **Visualizar Detalle de Operación**.

También puede ver el ensamblaje por **Dependencias** o por **Operaciones**. Pulse con el botón derecho del ratón sobre el nombre del ensamblaje y seleccione la opción **Ver Dependencias.** De esta forma bajo cada una de las piezas aparecen las relaciones geométricas definidas en el ensamblaje. Para ver las operaciones debe seleccionar la opción **Ver Operaciones.**

8.3.2 Otras funcionalidades del Gestor de Diseño

Además de las funciones descritas puede realizar otras pulsando con el botón derecho del ratón sobre cada uno de los componentes. De entre las funciones se destacan: **Eliminar**, **Ocultar** o **Suprimir componente**, **Cambiar la transparencia**, **Cambiar la Apariencia** (color y textura), **Establecer componente como Aligerado**, **Ver las Relaciones Padre/Hijo** y sus **Propiedades**. Además puede **Editar Operaciones** y **Abrir los componentes** seleccionads.

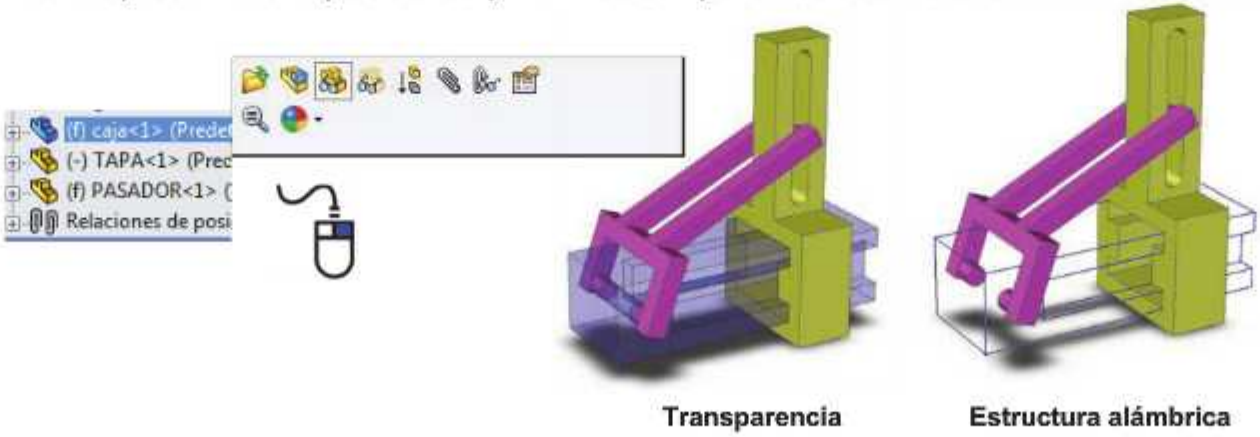


Figura 8.10. Otras funcionalidades del **Gestor de Diseño**.

8.4 Creación de un ensamblaje

La creación de un ensamblaje exige la realización de tres operaciones. La primera consiste en crear un documento **Nuevo** de ensamblaje, la segunda la **Inserción** de las piezas que lo forman y la tercera y última consiste en definir las **Relaciones geométricas** de cada uno de los modelos que definen el ensamblaje.

8.4.1 Creación de un documento nuevo de ensamblaje

Para **crear un documento Nuevo de Ensamblaje** pulse sobre el icono **Nuevo** desde la Barra de Herramientas **Estándar** o desde el Menú de Persiana **Archivo**, **Nuevo**. Seleccione **Ensamblaje** y pulse **Aceptar**. Observe como se activa el **PropertyManager** de **Insertar componente**.

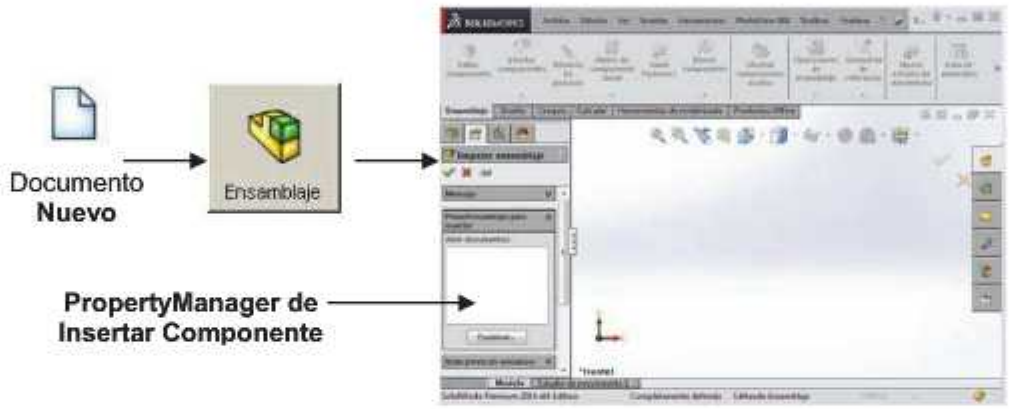


Figura 8.11. Creación de un documento **Nuevo** de **Ensamblaje**.

8.4.2 Insertar Componente

Al crear un documento **Nuevo** se activa el **PropertyManager** de **Insertar componente**. Puede pulsar sobre **Examinar** para localizar e insertar cada una de las piezas que forman su conjunto. Hay otros procedimientos para insertar los componentes en el ensamblaje. De entre ellos se destaca la opción comentada de **Insertar componente**, el **Arrastre de los ficheros** desde el **Explorador de Windows** o desde una **Ventana de un documento** de pieza ya abierto, desde un **Hipervínculo de Internet** o desde la **Biblioteca de Diseño.**

Insertar componente

Insertar componente permite navegar por las carpetas y seleccionar las piezas o subensamblajes que desee insertar en el documento **Nuevo**.

Se activa automáticamente cuando crea un documento **Nuevo** o al pulsar sobre **Insertar componente** de la Barra de Herramientas **Ensamblaje** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Componente**, **Pieza/Ensamblaje existente**.

Recuerde que la primera pieza insertada en el documento de **Ensamblaje** adquiere la relación de **Fija**. Las piezas fijas (**f**) no pueden moverse ni girarse. Para eliminar la relación pulse con el botón derecho del ratón sobre la etiqueta de la pieza desde el **Gestor de Diseño** y seleccione la opción **Flotar**.

Para **Insertar un Componente** en el documento de **Ensamblaje** las etapas que debe seguir son:

1. Pulse **Insertar componente** y a continuación **Examinar** desde **Pieza/Ensamblaje para insertar** del **PropertyManager**. Localice el fichero y pulse **Aceptar**.

2. Maximice la pestaña de **Vista previa de miniatura** para visualizar el componte seleccionado.

3. En **Opciones** puede activar la casilla **Iniciar el comando al crear un ensamblaje nuevo** para que aparezca el **PropertyManager** de **Insertar componente** de forma automática.

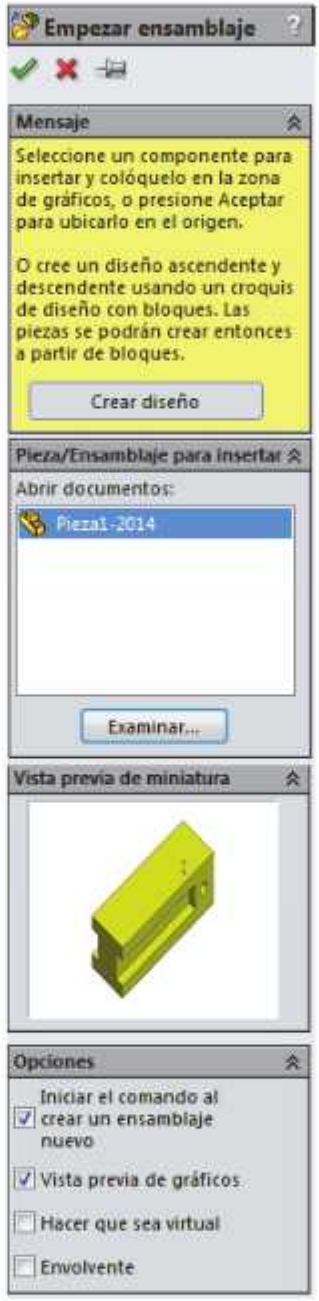
4. Desplace el cursor a la **Zona de Gráficos** y pulse con el botón izquierdo del ratón el lugar donde desee insertar el componente. Si se aproxima al **Origen de coordenadas** observe como el cursor cambia de aspecto. El cambio de aspecto indica que si pulsa en esa zona el **Origen de coordenadas** del componente coincide con el del ensamblaje.



Coincidencia del origen de coordenada de la pieza y del ensamblaie.



Tachuela



Si pulsa sobre la **Tachuela** puede mantener la Ventana de **Insertar componente** abierta permanentemente e insertar más de un componente sin necesidad de volver a pulsar la orden.

8.4.3 Insertar componente por arrastre

Puede insertar componentes en el **Módulo de Ensamblaje** arrastrándolos desde una Ventana de un documento de pieza o ensamblaje abierto, desde una carpeta o desde un Hipervínculo de Internet.

Para **Insertar una pieza o ensamblaje desde una Ventana de un documento abierto** las etapas que debe seguir son:

1. Abra las piezas y/o ensamblajes que desee insertar en un **Nuevo Ensamblaje**.

2. Pulse **Nuevo** y cree un Ensamblaje nuevo.

3. Seleccione **Mosaico Horizontal** o **Vertical** desde el Menú de Persiana **Ventana**. De esta forma puede ocupar la zona de trabajo con todas las ventanas activas.

4. Seleccione, con el botón izquierdo del ratón, la raíz del árbol de operaciones de la pieza a insertar (nombre de la pieza) y arrástrela hasta la **Zona de Gráficos** del ensamblaje. Al soltar el botón izquierdo se inserta la pieza arrastrada.

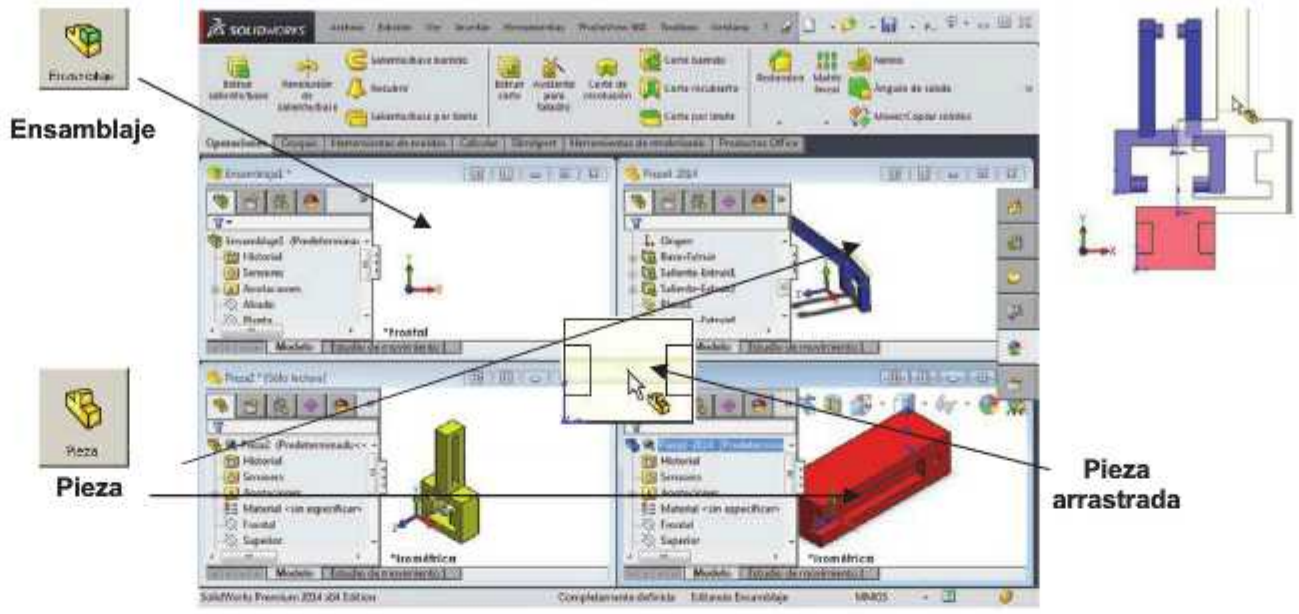


Figura 8.12. **Insertar componente** por arrastre.

Para **Insertar una pieza o ensamblaje desde una carpeta** las etapas que debe seguir son:

1. Pulse **Nuevo** y cree un **Ensamblaje** nuevo.

2. Minimice SolidWorks® de forma que pueda visualizar el escritorio de **Windows®**. Localice los ficheros. Vea la Figura 8.13.

3. Seleccione, con el botón izquierdo del ratón, el fichero de la Pieza o Ensamblaje y arrástrelo hasta la **Zona de Gráficos** del ensamblaje. Al soltar el botón izquierdo se inserta la pieza. Siga los mismos pasos para insertar una pieza o ensamblaje desde un Hipervínculo de Internet.



Figura 8.13. **Insertar componente** por arrastre desde una carpeta.

Después de haber insertado las piezas en el **Módulo de Ensamblaje** aparece el nombre de cada una de ellas en el **Gestor de Diseño**. La primera pieza insertada ocupa el primer lugar y tiene la relación de fijación **(f)** que evita su movimiento o rotación. El resto de piezas aparecen con el símbolo **(-)** que indica que están insuficientemente definidas. Estos componentes pueden ser orientados por movimiento o giro y sobre ellos debe establecer las **Relaciones geométricas** de posición.

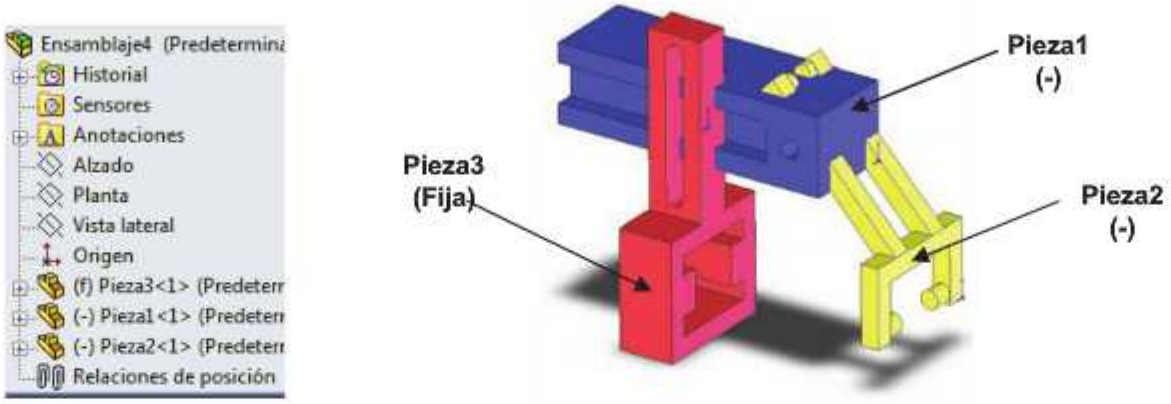


Figura 8.14. **Gestor de diseño** y **Zona de Gráficos** después de insertar componentes.

8.5 Manipulación de componentes

Después de insertar los componentes en el ensamblaje cada una de las piezas adopta una posición aleatoria a excepción de la primera que es recomendable insertarla de forma que su **Origen de coordenadas** coincida con el origen del ensamblaje. Para ubicar cada una de las piezas en la posición que le corresponde dentro del ensamblaje debe utilizar las órdenes de **Mover** y **Girar** componentes insuficientemente definidos.

8.5.1 Mover componente

Permite **Mover** el componente en la **Zona de Gráficos** para situarlo en la posición más favorable antes de definir las **Relaciones geométricas** de posición. Para **Mover** un componente en un ensamblaje las etapas que debe seguir son:

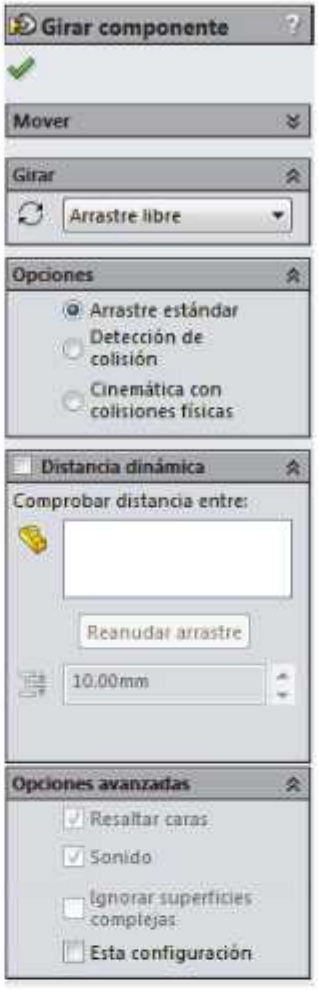
Pulse **Mover componente** de la **Barra de Herramientas de Ensamblaje** o desde el Menú de Persiana **Herramientas, Componente**, **Mover**.

1. En el **Gestor de Diseño** se activa el **PropertyManager** de **Mover** y el cursor cambia de aspecto. Seleccione la pieza desde la **Zona de Gráficos** y desplácela manteniendo el botón izquierdo del ratón pulsado.

2. Desde el **PropertyManager** de **Mover** puede definir el **Modo de Movimiento** del componente (**Arrastre libre**, **a lo largo de XYZ del ensamblaje**, **A lo largo de la entidad**, **por delta XYZ** o **a posición XYZ**), las **Opciones** y **Opciones Avanzadas** y la **Distancia dinámica**.

3. Después de configurar el **PropertyManager** mueva el componente hasta la posición deseada.

Mover y girar componente (SmartMates)



Su activación permite definir las **Relaciones Geométricas de posición** de forma automática entre la entidad a **Mover** y la entidad de destino. Admite relaciones de posición como **Coincidencia**, **Concentricidad** entre **Aristas**, **Vértices** y **Caras**, entre otras. Para más información vea **SmartMates** en este mismo capítulo.

Modos de movimiento

Arrastre libre. Es quizás el más empleado puesto que permite seleccionar y mover el componente en cualquier dirección.

A lo largo de XYZ del ensamblaje. Permite mover la pieza en las direcciones X, Y o Z del ensamblaje. Para cambiar la dirección pulse sobre un eje antes de desplazar el componente. El sistema de coordenadas permite tener una referencia de los ejes en el espacio.

A lo largo de su entidad. Seleccione una entidad (lineal o plana) para referenciar el movimiento de la pieza seleccionada. La lineal (**Aristas** o **Ejes**) ofrece un solo grado de libertad mientras que la plana (**Cara** o **Plano**) permite mover la pieza en dos direcciones por tener dos grados de libertad.

Por delta XYZ. Permite mover el componente indicando distacias incrementales para el Eje X, Y y Z. Pulse **Aplicar**.

A posición XYZ. Permite mover el componente a las coordenadas X,Y y Z indicadas. Debe indicar un punto de referencia en el componente.

Distancia Dinámica

Permite comprobar la distancia de forma dinámica al mover un componente respecto de otro previamente seleccionado. En **Comprobar distancia entre**: seleccione los dos componentes desde la **Zona de Gráficos**. Al **Mover** uno de ellos aparece una cota que indica la distancia entre ellos. Es dinámica porque va actualizándose en función de la cercanía.

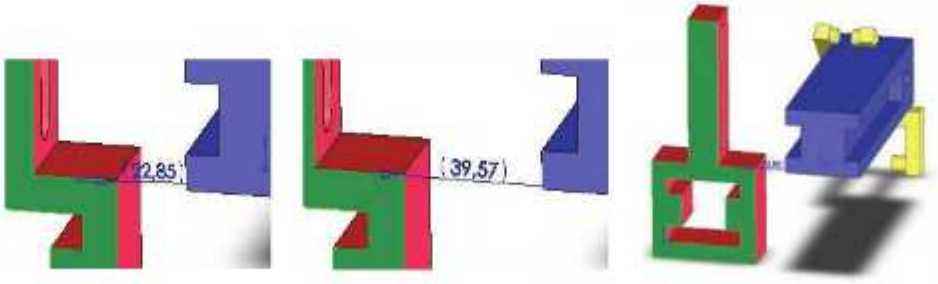


Figura 8.15. **Distancia dinámica** entre dos componentes.

Opciones Avanzadas

En **Opciones** puede activar las casillas de **Detener al colisionar**, **Resaltar las caras** o **Sonido** cuando se produzca una colisión entre componentes.

8.5.2 Girar componente

Permite **Girar** el componente en la **Zona de Gráficos** para situarlo en la posición más favorable antes de definir las **Relaciones geométricas** de posición. Para **Girar** un componente en un ensamblaje siga las mismas etapas definidas para **Mover**.

1. Pulse **Girar componente** de la **Barra de Herramientas de Ensamblaje** o desde el Menú de Persiana **Herramientas, Componente, Girar**.

2. En el **Gestor de Diseño** se activa el **PropertyManager** de **Girar** y el cursor cambia de aspecto. Seleccione la pieza desde la **Zona de Gráficos** y realice el giro del componente manteniendo el botón izquierdo del ratón pulsado.

3. Desde el **PropertyManager** de **Girar** puede definir el **Modo de giro** del componente (**Arrastre libre**, **Respecto a la entidad o Por Detal XYZ**), las **Opciones** y **Opciones Avanzadas** y la **Distancia dinámica**.

4. Después de configurar el **PropertyManager** gire el componente hasta la posición deseada.

Recuerde que los componentes que tengan completamente definidas sus posiciones dentro de un ensamblaje o que sean elementos Fijos **<f>** no pueden ser ni girados ni movidos. Además, el movimiento de los componentes se ven condicionados a sus grados de libertad.

8.6 Relaciones de posición entre componentes

Después de crear un documento nuevo de ensamblaje y de insertar cada uno de los componentes debe definir las relaciones de posición entre ellos. **Agregar relaciones de posición** entre componentes permite situar cada pieza en su verdadera posición y conseguir que cada una de ellas tenga unos movimientos restringidos en relación con el resto del ensamblaje y sus grados de libertad.

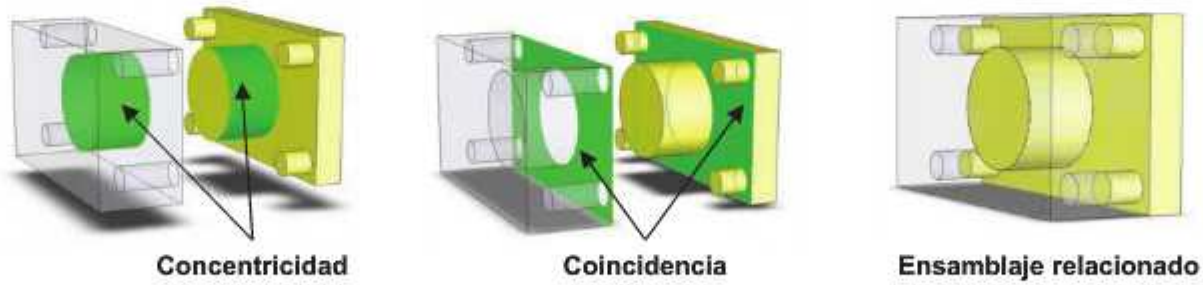
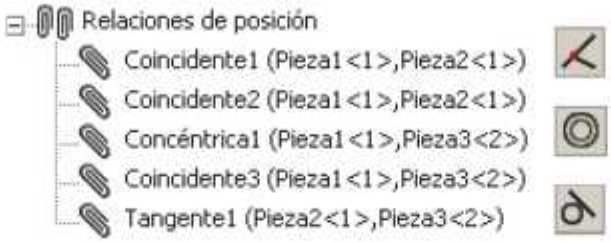


Figura 8.16. **Relaciones de posición entre componentes**.

Las relaciones de posición que puede definir son relaciones de **Concentricidad**, **Paralelismo**, **Perpendicularidad**, **Ángulo**, **Distancia**, **Coincidencia** y **Tangencia**. Cada una de ellas es válida para combinaciones específicas de geometrías.

El orden en el que se definen las relaciones entre los componentes no afecta al resultado final de las mismas. Sin embargo, es importante que se acostumbre a relacionar unos componentes con otros que estén fijos, siempre que sea posible.

Las **Relaciones de posición** establecidas entre componentes de un ensamblaje aparecen registradas en el **Gestor de Diseño** indicando el tipo de relación (**Concentricidad**, **Paralelismo**, **Perpendicularidad**, etc.) y el nombre de los componentes relacionados. Las relaciones definidas pueden **Editarse**, **Eliminarse** y **Suprimirse** pulsando sobre cada una de ellas con el botón derecho del ratón.



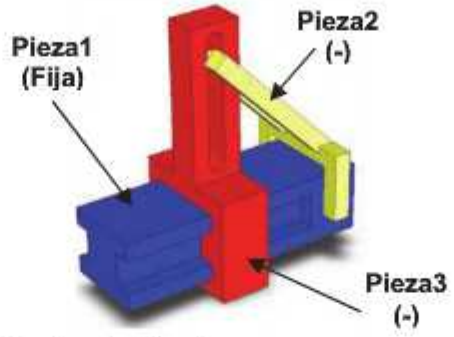


Figura 8.17. **Relaciones de posición** en el **Gestor de Diseño**.

Es recomendable que antes de iniciar el proceso de inserción de **Relaciones de posición** los componentes de su ensamblaje se encuentren en las posiciones más favorables y cercanas al lugar de enganche. Es la mejor forma de facilitar la creación de **Relaciones de posición**.



Para **Agregar Relaciones de posición** entre dos componentes de su ensamblaje las etapas que debe seguir son:

1. Pulse **Agregar Relaciones de posición** de la Barra de Herramientas **Ensamblaje** o desde el Menú de Persiana **Insertar, Relación de Posición**.

2. Seleccione las **Caras**, **Aristas** o **Planos** de cada uno de los componentes a los que desee aplicar las relaciones de posición. Visualice los elementos seleccionados en el **Cuadro de elementos seleccionados**. Puede emplear los **Filtros de Selección** para facilitar la tarea. Cuando seleccione un elemento de forma errónea bórrelo del **Cuadro de elementos seleccionados** pulsando la **Tecla Supr**.

   En la mayoría de los casos para seleccionar los elementos de las dos piezas a relacionar debe **Girar** o **Trasladar** la vista del modelo. También puede emplear los cursores del teclado.

3. Después de seleccionar la segunda entidad SolidWorks® selecciona de forma automática la relación de posición más adecuada a las entidades seleccionadas. En caso de no ser así, indique el tipo de **Relación de posición** que desee aplicar pulsando sobre algunas de las relaciones incluidas en el **PropertyManager**.

4. Pulse **Aceptar** para crear la **Relación de posición**. Puede verla en el **Gestor de Diseño**.

8.7 Relaciones de posición estándar

Ángulo. Puede establecer esta **Relación de posición Angular** entre los siguientes elementos que conforman un ensamblaje:



Cilindro	**Línea**
Cilindro	Cilindro
Extrusión	Extrusión
Línea	Línea
Extrusión	**Plano**
Cilindro	Plano
Extrusión	
Línea	

Paralela. Puede establecer esta **Relación de posición** de **Paralelismo** entre los siguientes elementos que conforman un ensamblaje:



Cilindro	**Línea**
Cilindro	Cilindro
Extrusión	Extrusión
Línea	Línea
	Plano
Extrusión	**Plano**
Cilindro	Línea
Extrusión	Plano
Línea	

Coincidente. Puede establecer esta **Relación de posición** de **Coincidencia** entre los siguientes elementos que conforman un ensamblaje:



Cilindro	**Plano**	**Línea**
Punto	Línea	Cilindro
Extrusión	Plano	Plano
Línea	Punto	Línea
Arista circular	Arista Circular	Punto
Punto	**Cono**	**Arista Circular**
Cilindro	Cono	Plano
Empujador leva		Cilindro
Línea		Arista circular.
Plano		
Extrusión		
Superficie		
Esfera		



Figura 8.18. **Relaciones de posición Ángulo**, **Paralela** y **Coincidente**.

Perpendicular. Puede establecer esta **Relación de posición** de **Perpendicularidad** entre los siguientes elementos que conforman un ensamblaje:



Cilindro	Plano	Extrusión	Línea
Cilindro	Línea	Cilindro	Cilindro
Extrusión	Plano	Extrusión	Plano
Línea		Línea	Línea
			Cilindro

Concéntrica. Puede establecer esta **Relación de posición** de **Concentricidad** entre los siguientes elementos que conforman un ensamblaje:



Cilindro	Plano	Línea
Cono	Línea	Cono
Cilindro	Plano	Cilindro
Línea	Punto	Esfera
Punto y esfera	Arista Circular	Arista Circular
Arista circular		
Punto	**Cono**	**Arista Circular**
Cono	Cono	Línea
Cilindro	Cilindro	Cilindro
Esfera	Línea	Arista circular.
	Punto	

Distancia. Puede establecer esta **Relación de posición** de **Distancia** entre los siguientes elementos que conforman un ensamblaje:



Cilindro	Plano	Línea
Plano	Línea	Línea
Cilindro	Plano	Cilindro
Línea	Punto	Esfera
Punto y esfera	Esfera	Punto
Punto	Cilindro	
Punto	**Cono**	**Esfera**
Punto	Cono	Línea
Cilindro		Plano
Esfera		Punto
Línea y plano		Esfera

Figura 8.19. **Relaciones de posición Perpendicular, Concéntrica** y **Distancia**.

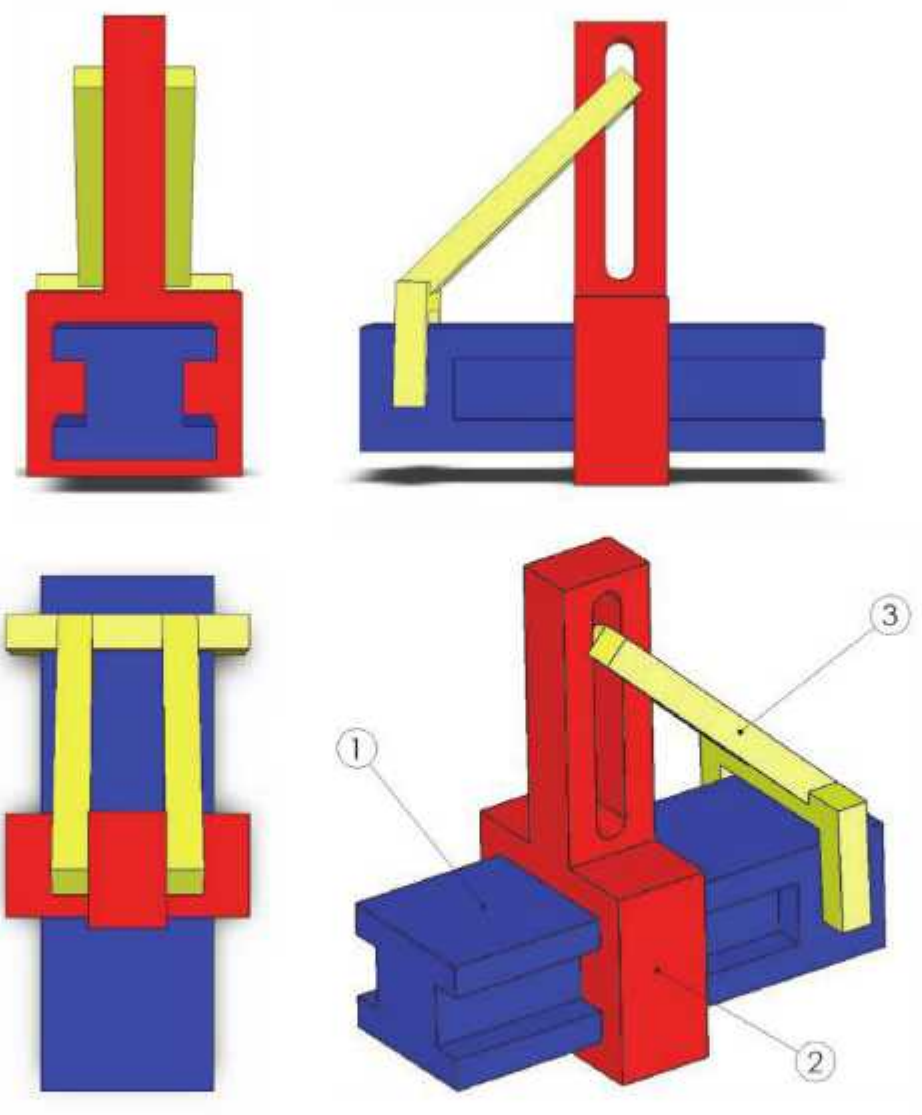
Simetría. Este tipo de relación fuerza la **Simetría** de dos entidades respecto a un plano o a una cara de uno de los componentes. Puede admitir puntos como vértices o puntos de croquis, líneas (aristas, ejes o líneas de croquis), planos o caras, esferas del mismo radio y cilindros de radios idénticos.

Tangencia. Fuerza la Relación de tangencia entre las caras seleccionadas de dos modelos. Puede admitir planos y caras.

Práctica 8-1

Monte el ensamblaje indicado en la figura a partir de las piezas (pieza1, pieza2 y pieza3) contenidas en el DVD que acompaña el Libro (Práctica 8-1).

15 minutos





Vea el DVD
Capítulo 8

Objetivos del tutorial

- Crear **Nuevo documento de Ensamblaje** e **Insertar los componentes.**
- **Girar** y **Trasladar** componentes.
- **Agregar relaciones de posición.**

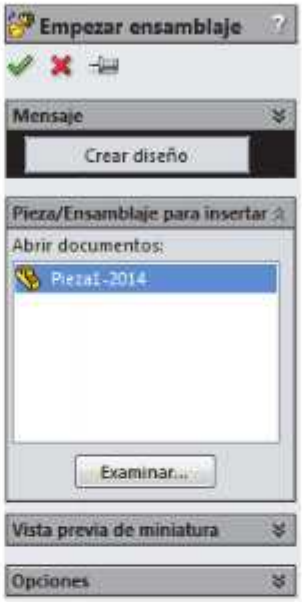
Práctica 8-1

1. Pulse **Nuevo** desde el Menú Persiana **Archivo** o sobre el icono **Nuevo**. Seleccione **Ensamblaje** y pulse **Aceptar**.

2. Si no aparece el **PropertyManager** de **Insertar componente** en el **Gestor de Diseño** pulse **Insertar componente** desde la Barra de Herramientas **Ensamblaje**. En **Pieza/Ensamblaje para insertar** del **PropertyManager** pulse **Examinar** y localice los ficheros *pieza1*, *pieza2* y *pieza3* contenidos en el DVD que acompaña el libro. Pulse **Aceptar**. Inserte la *pieza1* acercando el cursor al **Origen de coordenadas** del ensamblaje para que coincidan los orígenes de pieza y ensamblaje. Inserte el resto de piezas.

3. Compruebe en el **Gestor de Diseño** que la primera pieza insertada (*pieza1*) tiene la relación de fija **(f)** y las otras dos piezas aparecen con el símbolo **(-)** que indica que están insuficientemente definidas.

4. Seleccione la orden **Mover** y **Girar componente** y sitúe la *pieza2* en la posición más favorable respecto de la *pieza1*.



Agregar relaciones entre las piezas1 y 2

5. Pulse **Agregar Relaciones de posición** de la Barra de Herramientas **Ensamblaje** o desde el Menú de Persiana **Insertar, Relación de Posición**. Seleccione las **Caras** de la *pieza1* y *2* indicadas en la Figura 8.20. Pulse la relación **Coincidente** y observe como la *pieza2* se orienta hasta hacer coincidir las caras seleccionadas.



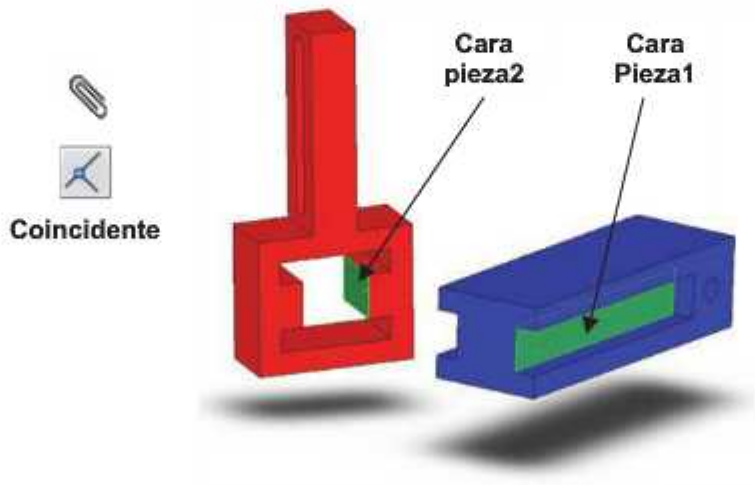


Figura 8.20. Creación de la primera **Relación de Posición**.

6. Pulse **Mover componente** desde la **Barra de Herramientas de Ensamblaje** y mueva la *pieza2*. Observe como el movimiento está restringido según la relación de posición creada. Inserte una nueva **Relación de posición Coincidente** entre caras de la *pieza1* y *2* para tener un único grado de libertad. Observe como la pieza2 se desplaza sobre la pieza1 con un único grado de libertad. Vea la Figura 8.21.

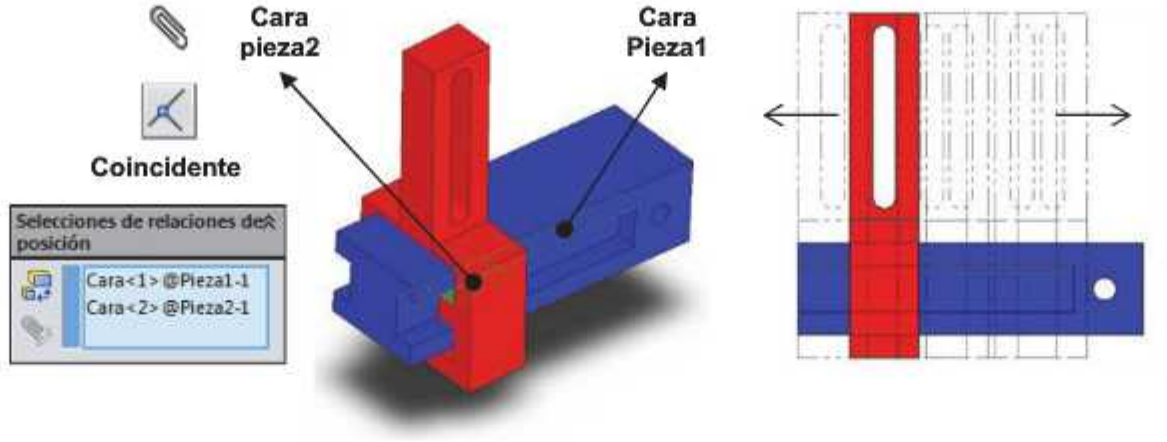


Figura 8.21. Creación de la segunda **Relación de Posición**.

7. Pulse **Mover componente** y compruebe que la *pieza2* se desliza sobre la *pieza1* con un único grado de libertad.

Agregar relaciones entre las piezas1 y 3

8. Seleccione la orden **Mover** y **Girar componente** y sitúe la *pieza3* en la posición más favorable respecto de la *pieza1*.

9. Pulse **Agregar Relaciones de posición** y seleccione las **Caras cilíndricas** de la *pieza1(taladro)* y *3 (saliente)* indicadas en la Figura 8.22. Pulse la relación **Concéntrica** y observe como la *pieza3* se orienta hasta ser concéntrica respecto del taladro de la *pieza1*.

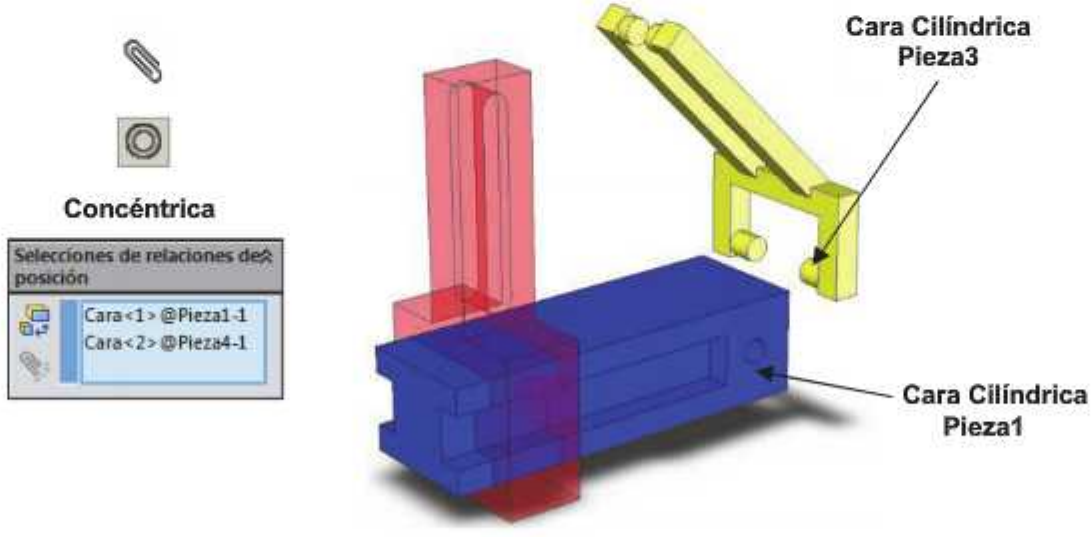


Figura 8.22. Primera **Relación de posición** entre la pieza1 y la 3.

10. Agregue la **Relación de Coincidencia** entre la **Cara exterior** de la *pieza1* y la **interior** de la *pieza3* para dejar las dos piezas con un único grado de libertad.

11. Pulse **Mover componente** y compruebe que la *pieza3* se desplaza con un movimiento circular y un único grado de libertad sobre la *pieza1*. Vea la Figura 8.23.

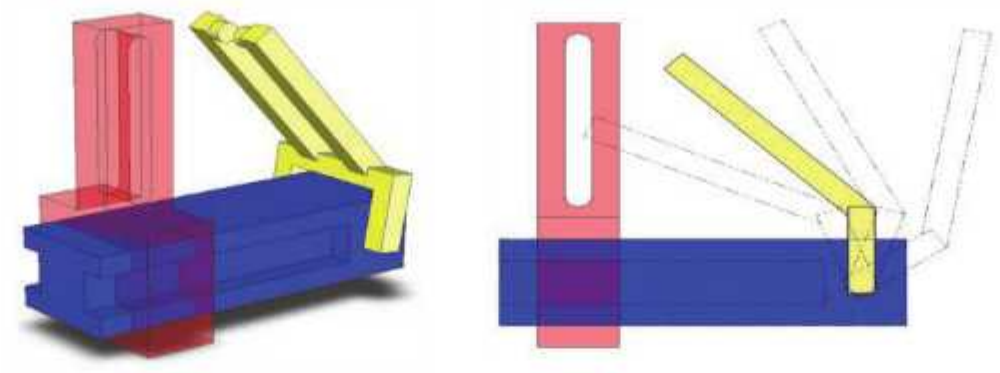


Figura 8.23. Movimiento circular de la *pieza3*.

Agregar relación de tangencia entre la pieza2 y la pieza3

12. Seleccione la orden **Mover** y sitúe la *pieza3* en la posición más favorable respecto de la *pieza2*.

13. Agregue la **Relación de Tangencia** entre la **Cara interior** de la *pieza2* y el **Cara circular** de la *pieza3*. Según la Figura 8.24.

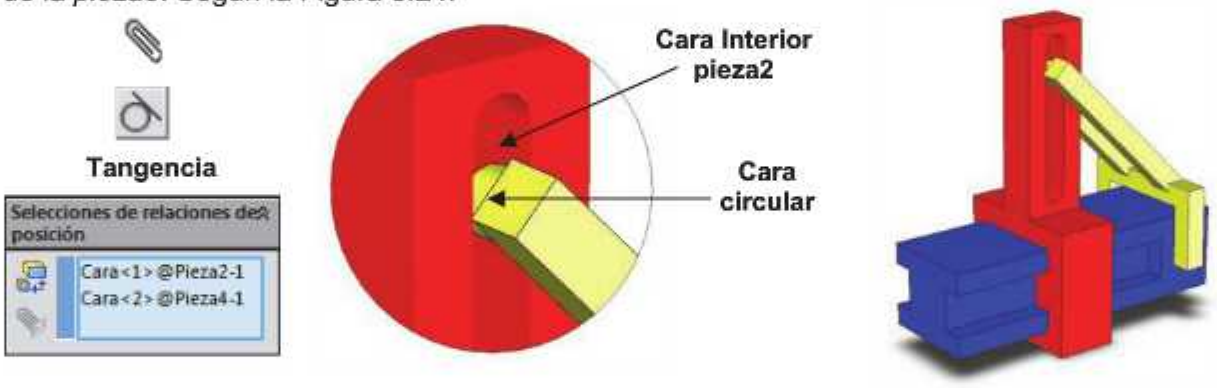


Figura 8.24. **Relación de tangencia** entre la *pieza2* y la *pieza3*.

Comprobar el movimiento del mecanismo

14. Seleccione la orden **Mover** y desplace la *pieza2*. La *pieza3* acompaña el movimiento de forma solidaria. Observe como se producen colisiones entre las piezas (Figura 8.25).

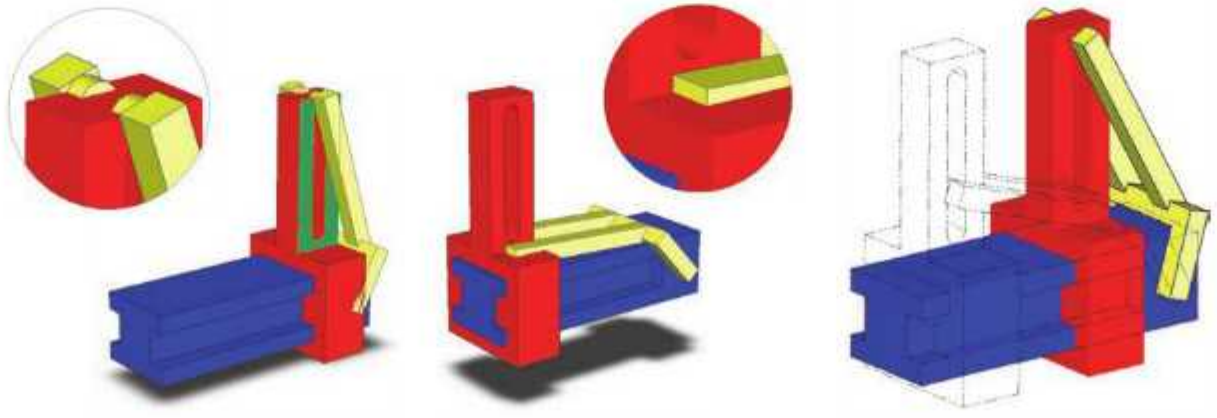
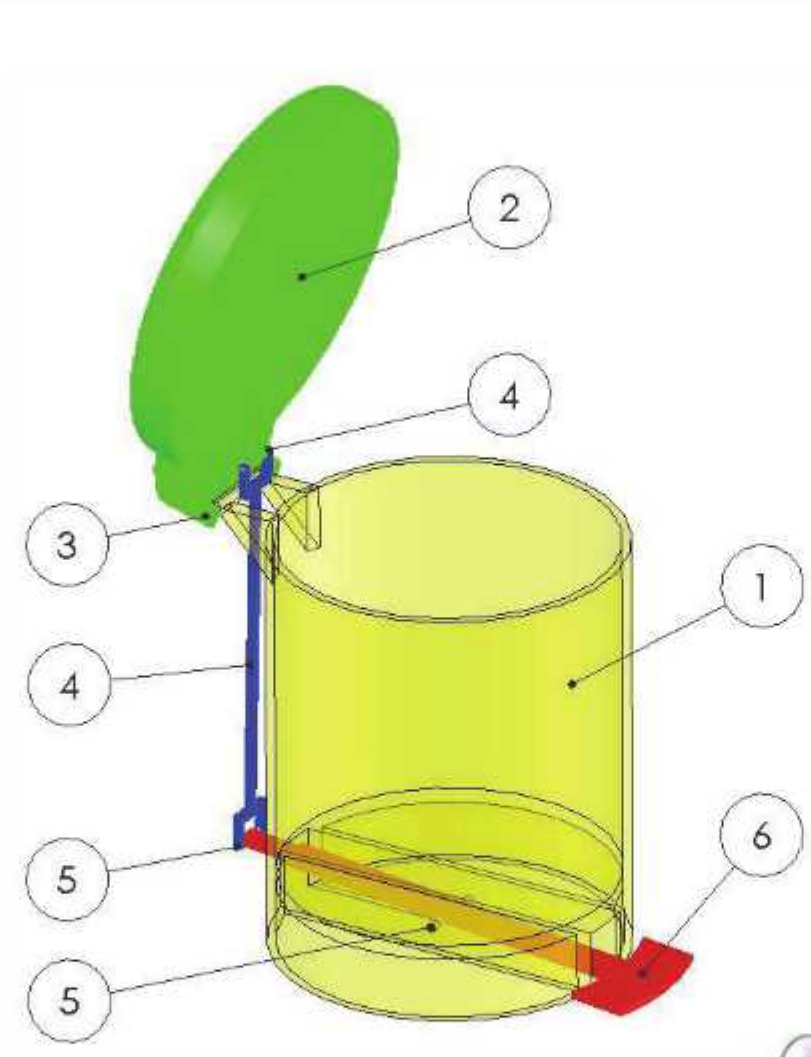


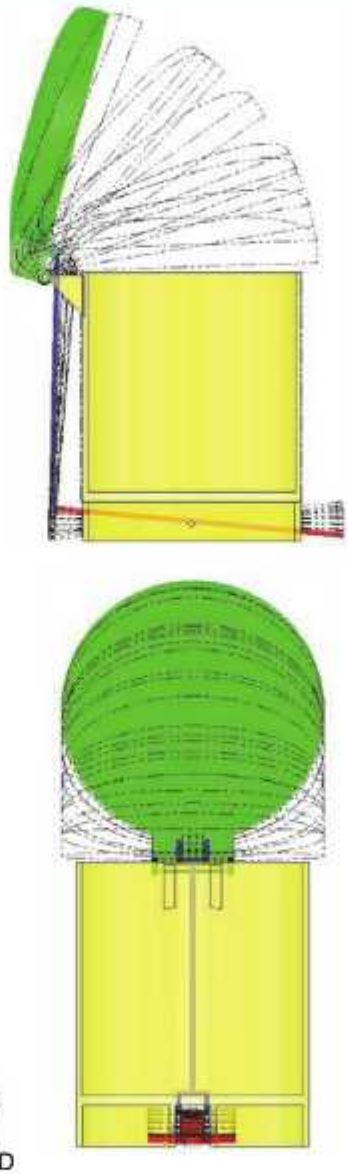
Figura 8.25. Colisiones entre piezas.

Práctica Propuesta 8-2

Monte el ensamblaje indicado en la figura a partir de las piezas contenidas en el DVD que acompaña el libro. Práctica Propuesta 8-2.

⧗ 40 minutos







Vea el DVD
Capítulo 8

Objetivos del tutorial

- Crear **Nuevo documento de Ensamblaje** e **Insertar los componentes.**
- **Girar** y **Trasladar** componentes.
- **Agregar relaciones de posición.**

Prácticas Propuestas 8-3

Monte los ensamblajes indicados en la figura a partir de las piezas contenidas en el DVD que acompaña el libro.

⧖ 10-30 minutos



Dibujado por Joaquim de Pedro

Vea el DVD
Capítulo 8

Objetivos del tutorial

- Crear **Nuevo documento de Ensamblaje** e **Insertar los componentes.**
- **Girar** y **Trasladar** componentes.
- **Agregar relaciones de posición.**

8.8 Relaciones de posición avanzadas

Además de las **Relaciones de posición Estándar** SolidWorks dispone de las **Relaciones de posición Avanzadas** formadas por seis nuevas **Relaciones de posición**: **Simetría**, **Leva**, **Anchura**, **Engranaje**, **Piñón y Cremallera** y **Límite**.

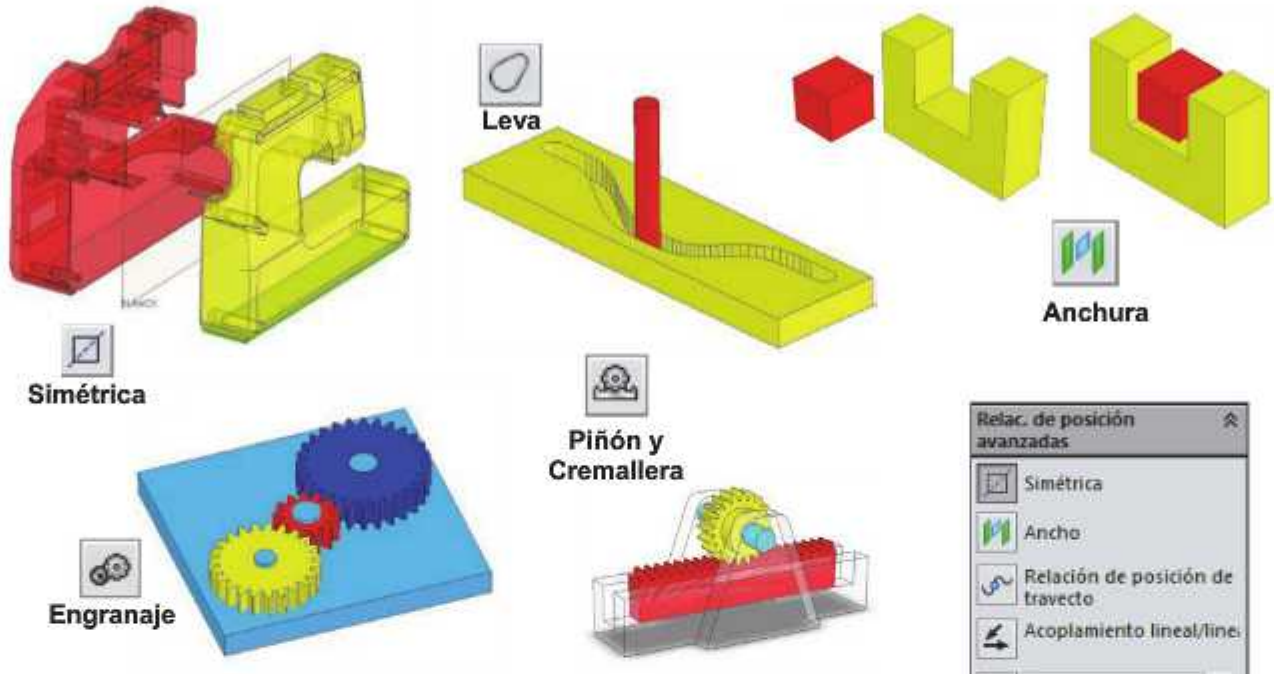




Figura 8.26. **Relaciones de posición avanzadas**.

Simétrica. Crea una **Relación de posición Simétrica** entre dos entidades respecto de un **Plano** o **Cara** previamente seleccionado.

Leva. Crea una **Relación de tangencia o coincidencia** entre un **Punto**, **Plano** o **Cilindro** y las **Caras tangentes** de una **Leva**.

Anchura. Centra un componente entre las **Caras** de otro previamente seleccionado.

Engranaje. Permite insertar una **Relación entre dos engranajes** para forzar el giro de los mismos sobre sus propios **Ejes**.

Piñón y cremallera. Permite forzar la traslación lineal de una **Cremallera** al engranar con un **Piñón**.

Límite. Permite forzar una **Relación de posición** de forma que los componentes solo pueden desplazarse en **Distancias** y **Ángulos límites** predefinidos.

En el **PropertyManager** aparecen todas las **Relaciones de Posición Estándar** y **Avanzadas** aunque solo puede utilizar aquellas que sean compatibles con los componentes seleccionados.

8.8.1 Simétrica

Inserta una **Relación de posición** de simetría entre dos componentes de un ensamblaje respecto de un **Plano** o **Cara** previamente seleccionado. La simetría creada es una simetría de posición y no del componente.

Para agregar una **Relación de simetría** entre dos componentes de un ensamblaje las etapas que debe seguir son:

1. Pulse **Agregar Relaciones de posición** de la Barra de Herramientas **Ensamblaje** o desde el Menú de Persiana **Insertar, Relación de Posición.**

2. Seleccione **Simetría** desde la ventana de **Relaciones de posición Avanzadas.**

3. En el cuadro **Selecciones de relaciones de posición** (**Entidades para relacionar**) seleccione las dos entidades que desee hacer simétricas desde la **Zona de Gráficos.**

4. Pulse en la ventana **Plano de simetría** y seleccione un **Plano** desde el **Gestor de Diseño** o la **Zona de Gráficos.**

5. Pulse **Aceptar.**

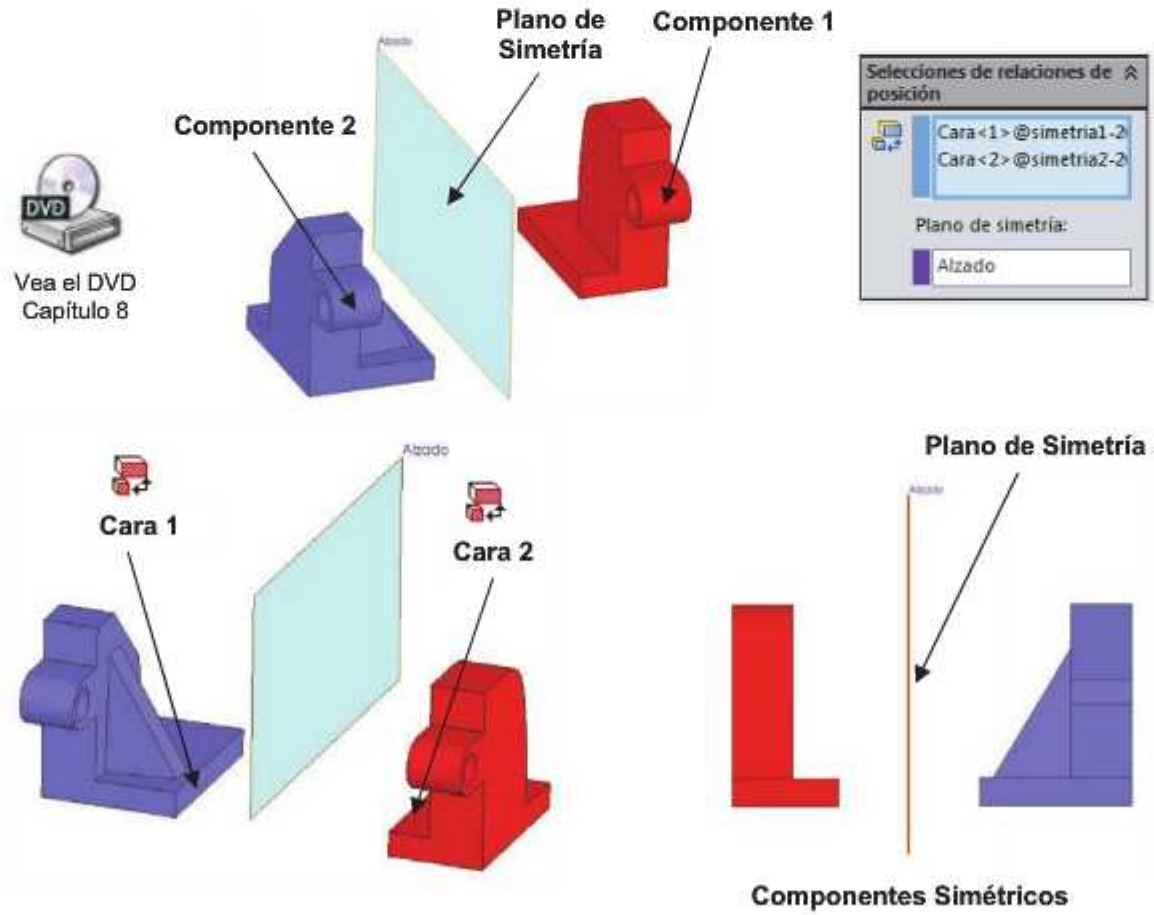


Figura 8.27. **Relación de posición Simetría.**

8.8.2 Leva



Permite forzar una **Relación de Tangencia o Coincidencia** entre un **Punto**, **Plano** o **Cilindro** y las **Caras tangentes** de una **Leva**. El perfil geométrico de la **Leva** debe realizarlo con *Splines*, líneas o arcos tangentes entre ellos y de forma que formen una única entidad.

Para agregar de una **Relación de Leva** entre dos componentes de un ensamblaje las etapas que debe seguir son:

1. Pulse **Agregar Relaciones de posición** de la Barra de Herramientas **Ensamblaje** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Relación de Posición**.

2. Seleccione **Leva** desde la ventana de **Relaciones de posición Avanzadas**.

3. En el cuadro **Selecciones de relaciones de posición** (**Entidades para relacionar**) seleccione todas las **Caras tangentes** de la **Leva** desde **Zona de Gráficos**. Puede pulsar con el botón derecho del ratón sobre una de las **Caras** y pulsar sobre **Seleccionar Tangencia** para marcar todas las caras de una sola vez.

4. En **Empujador de Leva** indique el **Vértice** o **Cara** del empujador desde la **Zona de Gráficos**. En el caso de la Figura 8.28 se ha seleccionado el **Vértice** (punta) del **Empujador**.

5. Pulse **Aceptar**.

6. Puede comprobar la **Relación de Posición** desplazando la **Leva** desde su posición de equilibrio. Observe como el **Empujador** se desplaza de forma tangente y solidaria al perfil de la Leva y se mantienen en contacto de forma continua.

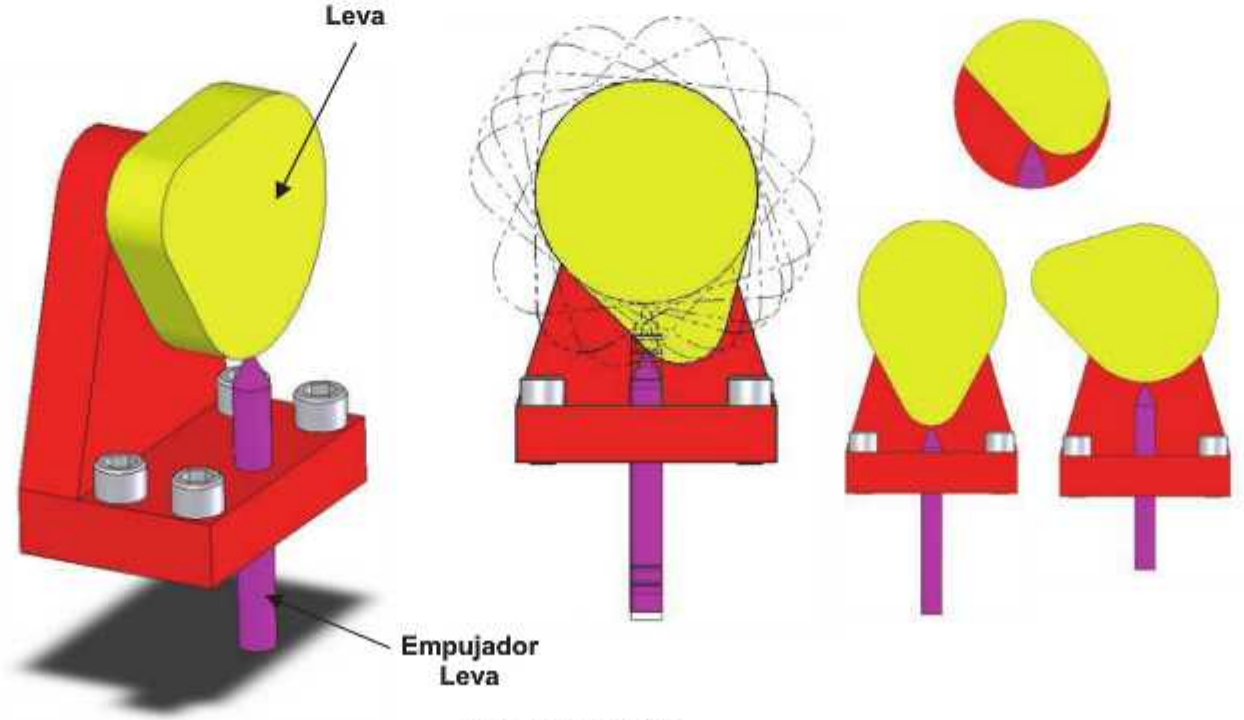


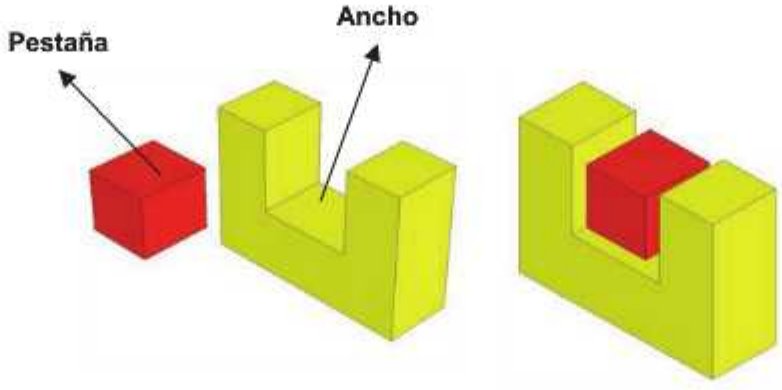
Figura 8.28. **Leva**.

8.8.3 Anchura



Centra un **Componente** (**Pestaña**) entre las **Caras** (**Ancho**) de otro previamente seleccionado.

Como **Caras** o **Ancho** puede seleccionar dos **Caras planas paralelas o no**. Como componente o **Pestaña** puede seleccionar una **Cara cilíndrica** o dos **Caras paralelas o no**.





Vea el DVD
Capítulo 8

Figura 8.29. **Relación de posición avanzada de Anchura**.

Para agregar una **Relación de Anchura** entre dos componentes de un ensamblaje las etapas que debe seguir son:

1. Pulse **Agregar Relaciones de posición** de la Barra de Herramientas **Ensamblaje** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Relación de Posición**.

2. Seleccione **Anchura** desde la ventana de **Relaciones de posición Avanzadas**.

3. En el cuadro **Selecciones de relaciones de posición** indique dos **Caras planas** (paralelas o no) en la ventana **Selecciones de ancho**. En la ventana de **Selecciones de pestaña** marque, desde la **Zona de Gráficos**, dos **Caras planas** (paralelas o no), un **Eje** o una **Cara cilíndrica**.

4. Pulse **Aceptar**.

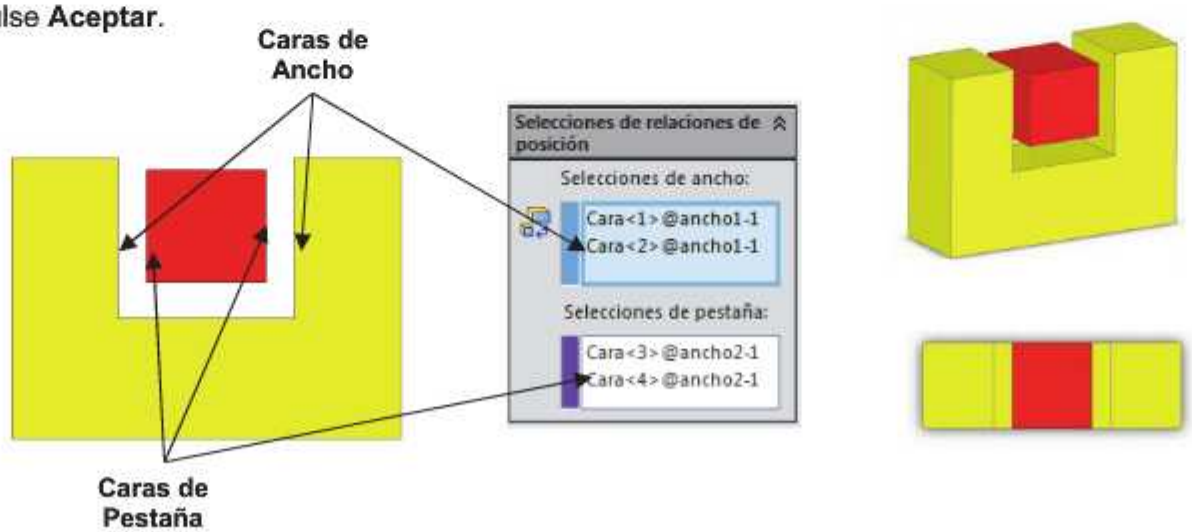


Figura 8.30. **Caras** seleccionadas para la **Relación Anchura**.

8.8.4 Engranaje

Inserta una **Relación entre dos engranajes** para forzar el giro de los mismos sobre sus propios **Ejes**.



Diseñado por Leonor Mª Díaz Fernández

Figura 8.31. Conjunto de engranajes de un reloj.

Para agregar una **Relación de posición de Engranaje** las etapas que debe seguir son:

1. Pulse **Agregar Relaciones de posición** de la Barra de Herramientas **Ensamblaje** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Relación de Posición**.

2. Seleccione **Engranaje** desde la ventana de **Relaciones de posición Avanzadas**.

3. En el cuadro **Selecciones de relaciones de posición** seleccione los ejes de rotación de los dos engranajes. Puede pulsar sobre las **Aristas circulares** que define el diámetro interior de los engranajes.

4. En **Relación** aparece una relación de transmisión calculada según los tamaños (diámetros) de los engranajes. Puede definir una relación de transmisión diferente a la indicada.

5. Pulse **Aceptar**.



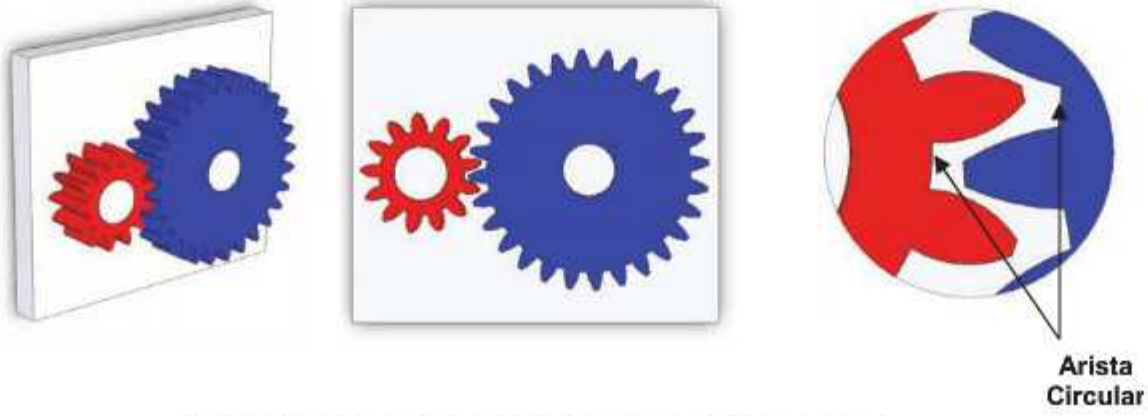


Figura 8.32. **Relación de posición avanzada** de **Engranaje**.

8.8.5 Piñón y cremallera

Fuerza la traslación lineal de una **Cremallera** al engranar con un **Piñón** y viceversa. El movimiento de los dos componentes se produce de forma solidaria en función de la relación de transmisión definida.

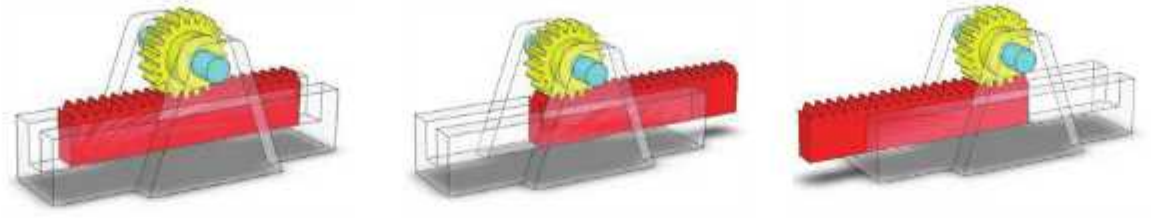
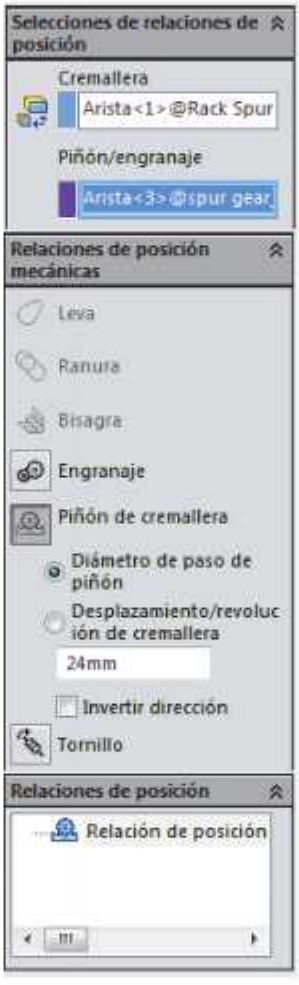


Figura 8.33. **Piñón y cremallera**.

Para agregar una **Relación de posición de Piñón y Cremallera** las etapas que debe seguir son:



1. Pulse **Agregar Relaciones de posición** de la Barra de Herramientas **Ensamblaje** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Relación de Posición**.

2. Seleccione **Piñón y Cremallera** desde la ventana de **Relaciones de posición Avanzadas**.

3. En la ventana de **Cremallera** seleccione una **Arista Lineal**, **Eje**, **Cilindro**, **Línea de croquis** o una **Línea Constructiva** de la **Cremallera**.

4. En la ventana **Piñón/Engranaje** seleccione una **Arista circular**, **Cara cilíndrica**, una **Arista de arco**, un **Círculo o un Eje**.

5. Por cada vuelta completa del **Piñón**, la **Cremallera** se traslada una distancia equivalente al producto entre el diámetro primitivo del **Piñón** y π (3,14). En **Diámetro de paso del piñón** puede definir su diámetro y en **Desplazamiento/Revolución de la Cremallera** aparece el producto del diámetro por π. Modifique los valores. Pulse **Invertir** para cambiar la dirección de traslación de la **Cremallera** y de rotación del **Piñón** entre sí.

6. Pulse **Aceptar**.

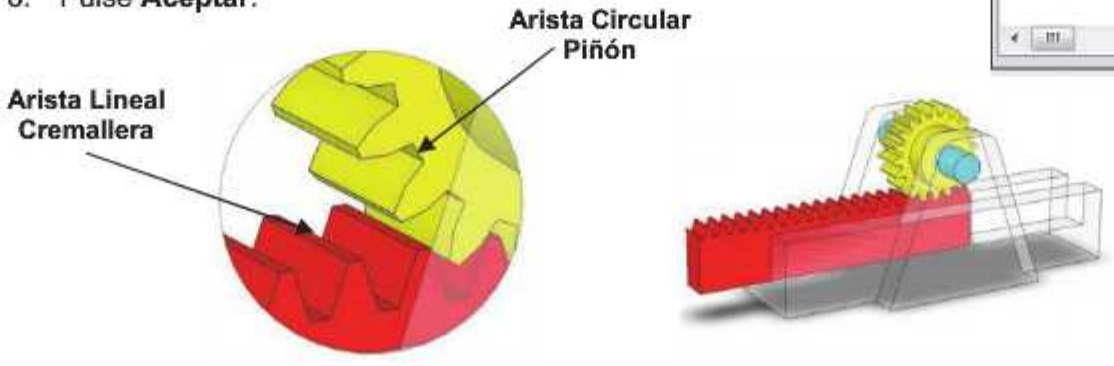


Figura 8.34. **Aristas** del **Piñón** y **Cremallera**.

8.8.6 Límite

Fuerza una **Relación de posición** de forma que los componentes solo puedan desplazarse en **Distancias** y **Ángulos límites** predefinidos.

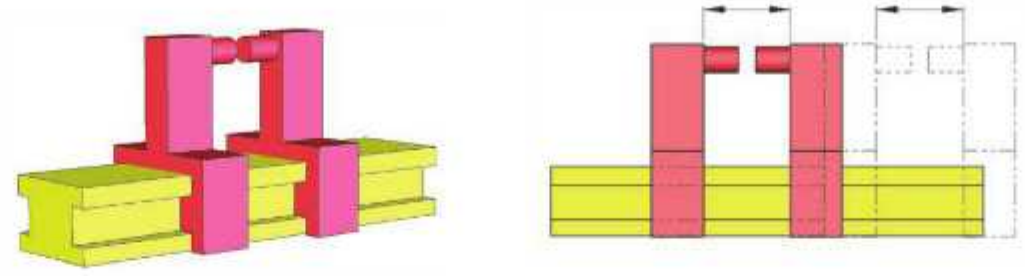


Figura 8.35. **Relación Límite** de **Distancia**.

Para agregar una **Relación Límite** entre dos componentes las etapas que debe seguir son:



1. Pulse **Agregar Relaciones de posición** de la Barra de Herramientas **Ensamblaje** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Relación de Posición**.

2. Seleccione **Distancia o Ángulo** desde el cuadro de **Relaciones de posición avanzadas**.

3. En **Selecciones de relaciones de posición** seleccione los dos componentes a relacionar desde la **Zona de Gráficos**. Puede seleccionar dos **Caras**, dos **Aristas** o dos **Vértices**, cada uno de un componente distinto.

4. Indique la **Distancia** o el **Ángulo** entre los elementos seleccionados. Pulse **Invertir cota** si desea mover los componentes a los lados opuestos a la cota.

5. Puede agregar una **Distancia** o **Ángulo Límite** indicando sus valores **Máximo** y **Mínimo**. Las opciones **Alineada** y **Alineación inversa** orientan los componentes en dos direcciones opuestas.

6. Pulse **Aceptar**.

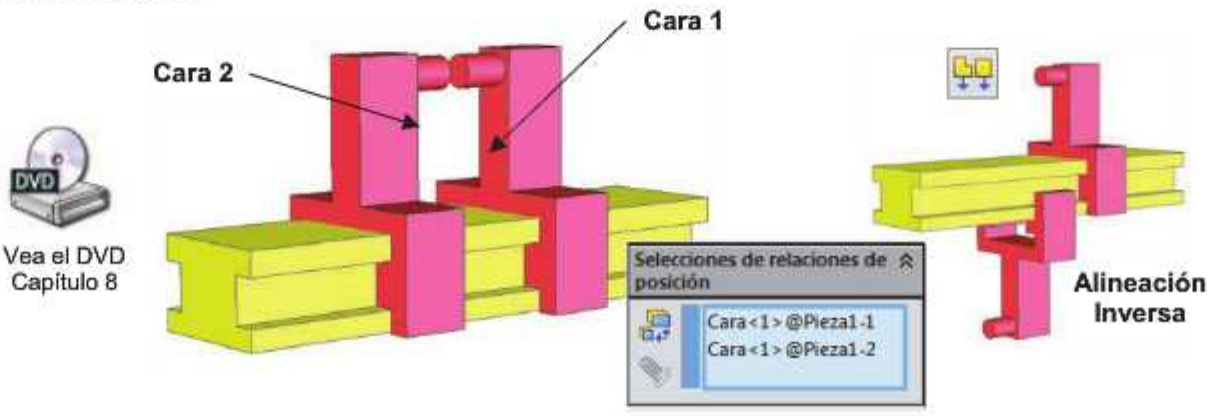


Figura 8.36. **Relación Límite** de **Distancia**.

8.9 Detección de colisiones

Al mover los componentes de un ensamblaje pueden producirse colisiones entre ellos. Las operaciones **Mover** y **Girar** incluyen herramientas de **Detección de colisiones** en ensamblajes completos o en un grupo de componentes del mismo. De esta forma puede localizar colisiones en el mecanismo seleccionado y modificar su diseño para evitarlo.



Figura 8.37. Colisiones entre componentes.

Para **Detectar colisiones** entre los componentes de su ensamblaje las etapas que debe seguir son:



1. Pulse **Mover o Girar** componente desde **Barra de Herramientas de Ensamblaje** o desde el Menú de Persiana **Herramientas, Componente, Mover**.

2. Active la casilla de **Detección de colisión** desde el **PropertyManager**.

3. Especifique el **Alcance de la detección** (**Todos los componentes** o **Estos componentes**).

   Todos los componentes. Cuando el componente que se mueve colisiona con cualquier otro la colisión es detectada **Resaltando las caras** colisionadas o por la emisión de un **Sonido**.

   Estos componentes. Debe seleccionar los componentes que desee evaluar y reanudar el movimiento. Si el componente arrastrado toca con alguno de los componentes seleccionados, la colisión se detecta **Resaltando las caras** que colisionan y/o emitiendo un **Sonido**.

4. Active o desactive la casilla **Detener al colisionar** si desea que los componentes se detengan antes de producirse la colisión. La opción **Resaltar caras** cambia el color de las caras que colisionan mientras se produce el movimiento. Active la casilla **Sonido** para escuchar un *bip* en el momento de producirse la colisión.

8.10 Cinemática de colisiones físicas

Cinemática de colisiones físicas es una herramienta de **Detección de colisión** que permite visualizar el movimiento de los componentes de forma real. Al arrastrar un componente, este aplica una fuerza sobre los componentes vecinos y los desplaza en función de las **Relaciones de posición** establecidas entre ellos y los grados de libertad.

Para **Mover componentes** empleando **Cinemática de colisiones físicas** las etapas que debe seguir son:

1. Pulse **Mover o Girar** componente desde **Barra de Herramientas de Ensamblaje** o desde el Menú de Persiana **Herramientas, Componente, Mover**.

2. Active la casilla de **Cinemática de colisiones físicas** desde el **PropertyManager**.

3. Especifique los componentes en el cuadro **Estos componentes**. Pulse **Reanudar arrastre** y active la casilla **Solo pieza arrastrada**. De esta forma desplaza únicamente los componentes deseados.

4. Defina la **Sensibilidad** mediante el **Control deslizante** para comprobar la frecuencia de colisiones entre componentes. La máxima sensibilidad comprueba colisiones cada 0,02 mm mientras que la mínima lo hace cada 20 mm.



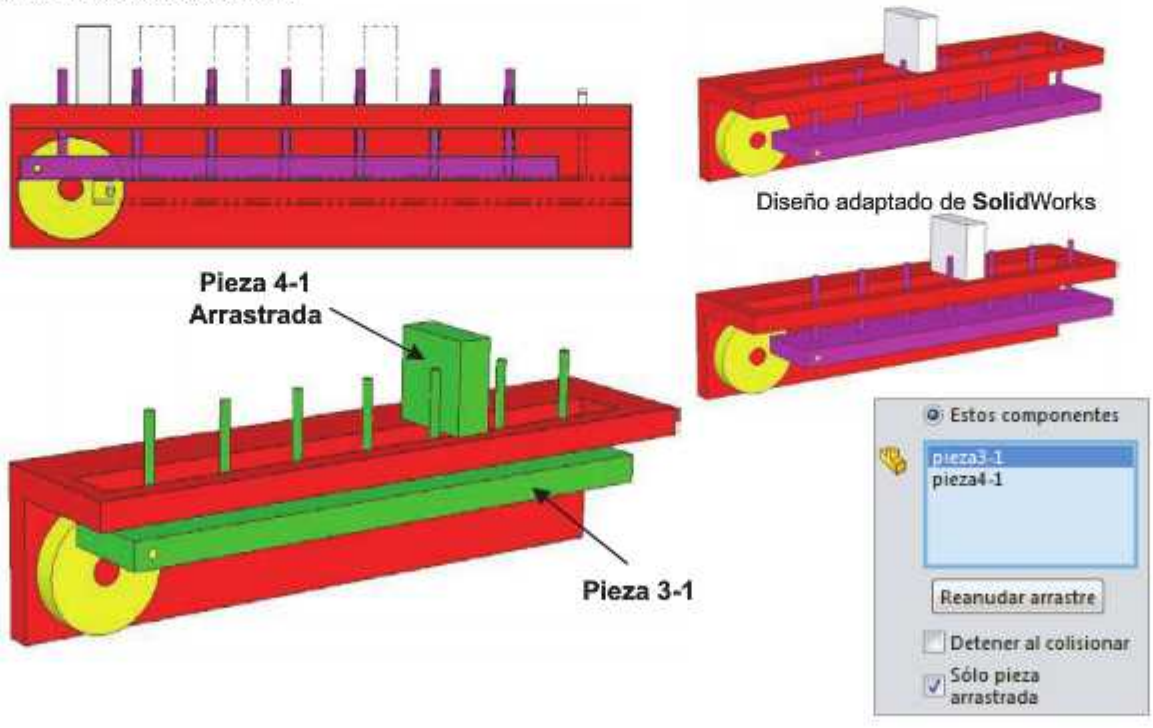


Figura 8.38. **Movimiento de componentes** por **Cinemática de colisiones físicas**.

La función **Cinemática de colisiones físicas** es incompatible con **Distancia Dinámica**. No puede usar las dos herramientas al mismo tiempo.

8.11 Detección de interferencias



Permite determinar las **interferencias** existentes entre los componentes de un ensamblaje y calcular el volumen real de la misma. Entre otras funcionalidades puede diferenciar interferencias estándar de las interferencias de coincidencia y visualizar el modelo como transparente.



Figura 8.39. **Detección de interferencias** en un ensamblaje.

Para **Detectar interferencias** en un ensamblaje las etapas que debe seguir son:

1. Pulse **Interferencia** desde **Barra de Herramientas de Ensamblaje** o desde el Menú de Persiana **Herramientas, Interferencia**.

2. Seleccione el componente y active las casillas requeridas en **Opciones** y **Componentes que no interfieren**.

   Active la casilla **Vista de componentes** si desea visualizar las interferencias indicando el nombre del componente.

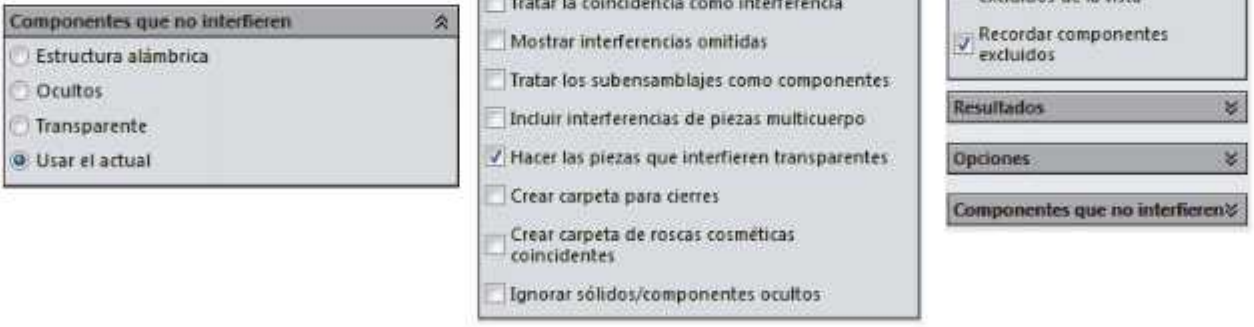


Figura 8.40. **Opciones** y **Componentes que no interfieren**.

3. Puse **Calcular** para detectar las interferencias en su modelo.

4. En la ventana **Resultados** observe las interferencias detectadas en su modelo.

8.12 Operaciones para ensamblajes

Como operaciones para ensamblajes puede realizar: **Corte Extrusión** y **Corte Revolución**, **Taladro sencillo**, **Asistente de Taladro** y **Series de Taladro**. Además de **Matrices lineales, circulares, conducidas por tabla** y por **croquis**. Dos funcionalidades novedosas para ensamblajes lo constituye la creación de **Correas/Cadenas** y los **Cordones de soldadura**.

Las Operaciones para ensamblaje son accesibles desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Operaciones para ensamblajes** o desde la Barra de Herramientas **Ensamblajes**.

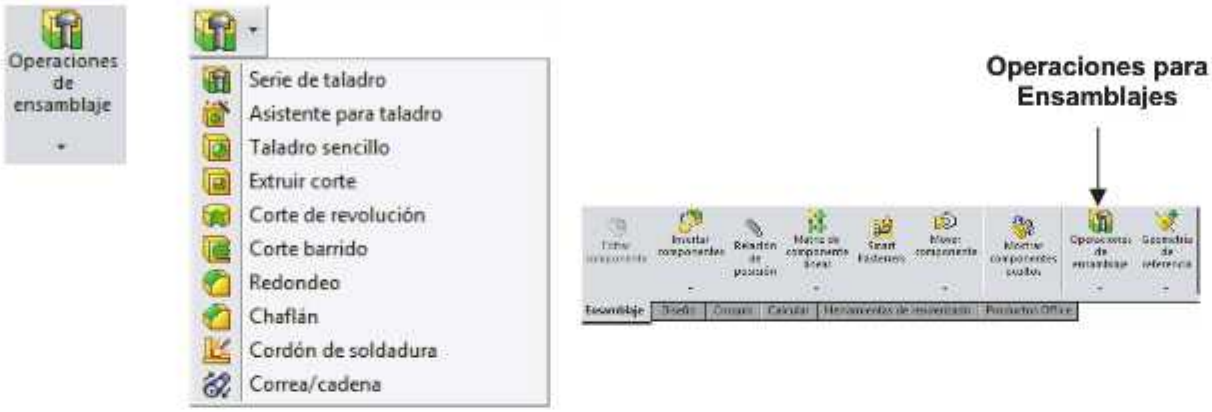


Figura 8.41. Acceso a **Operaciones para ensamblajes**.

Las Operaciones descritas se realizan como se describe el los capítulos de Operaciones I y Operaciones II. Las operaciones **Serie de Taladro**, **Correas/Cadenas** y **Cordones de soldadura** se describen a continuación:

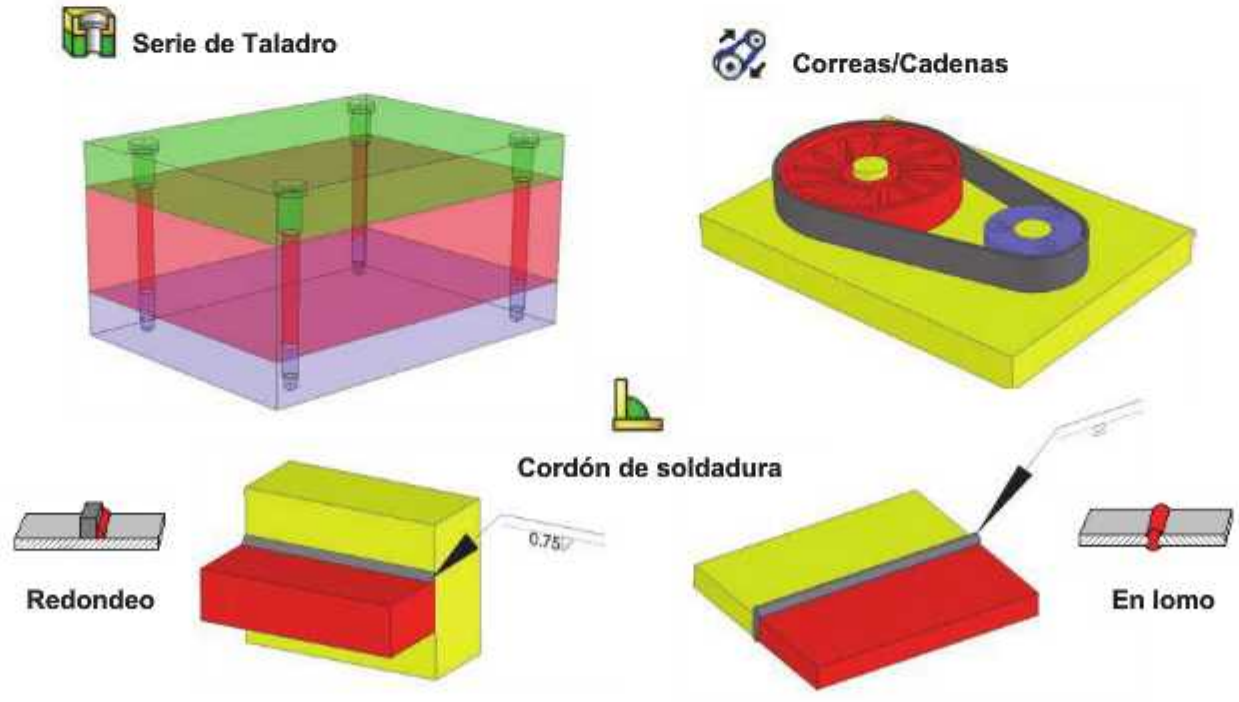


Figura 8.42. Operaciones de **Serie de Taladro**, **Correa/Cadena** y **Cordones de soldadura**.

8.12.1 Serie de Taladro

La operación **Serie de Taladro** crea taladros en un ensamblaje aplicando la operación a todas las piezas en él incluidas. Si guarda el ensamblaje cada una de las piezas del mismo se actualizan con los taladros realizados.

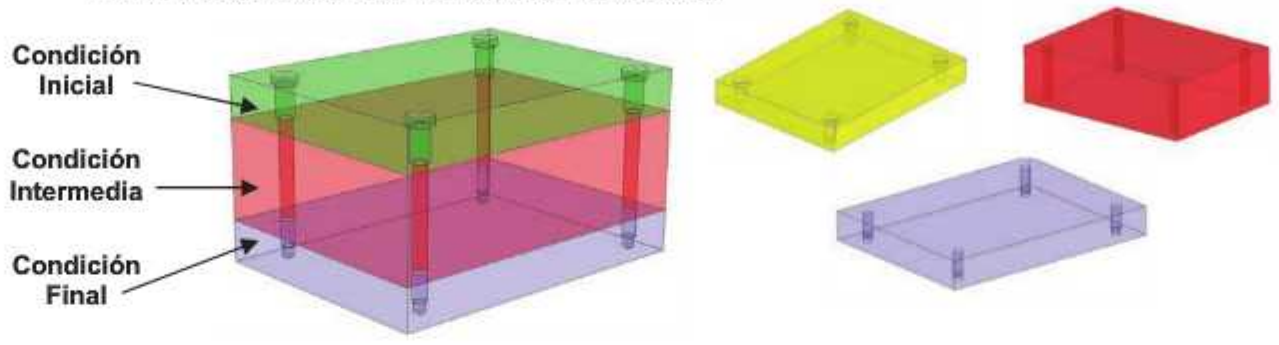
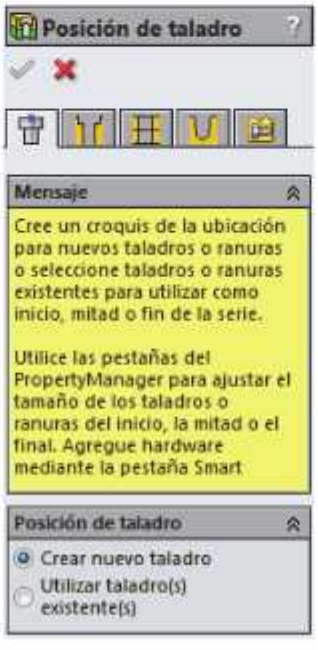


Figura 8.43. **Serie de Taladro**.

La operación de **Serie de taladro** emplea un asistente de cuatro pasos en los que puede ir definiendo la ubicación del taladro y las características de la cabeza, del taladro intermedio y del taladro final (Condiciones **Inicial**, **Intermedia** y **Final**). Puede visualizar el resultado a medida que lo define sobre su modelo de ensamblaje.

La operación **Serie de Taladro** permite utilizar un taladro ya existente y creado desde el Módulo de pieza o crear un nuevo taladro sobre el ensamblaje.

Para crear un **Nuevo Taladro** mediante **Serie de taladros** en su modelo de ensamblaje las etapas que debe seguir son:



1. Pulse **Serie de Taladro** desde el Menú de Persiana **Insertar, Serie de Taladro.**

2. Seleccione **Crear Nuevo taladro** e indique la posición de los taladros pulsando con el botón izquierdo sobre alguna **Cara** de su ensamblaje desde la **Zona de Gráficos**. Acote el centro de los taladros con **Cota inteligente**. Pulse **Siguiente** para continuar.

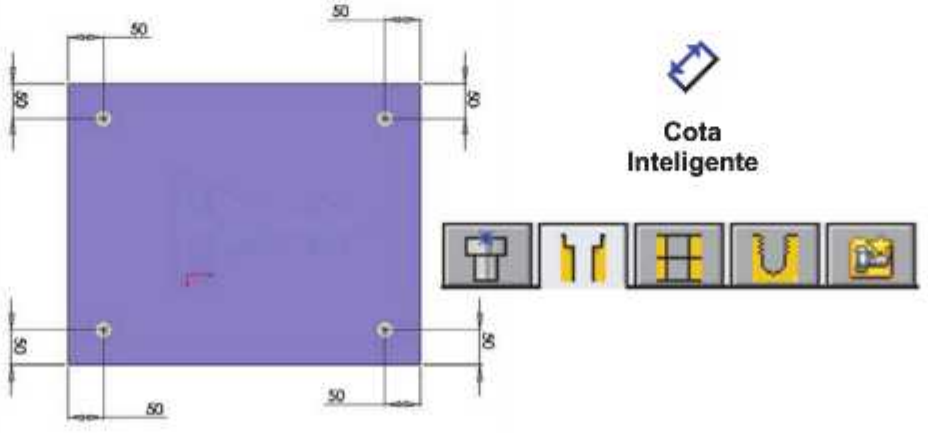
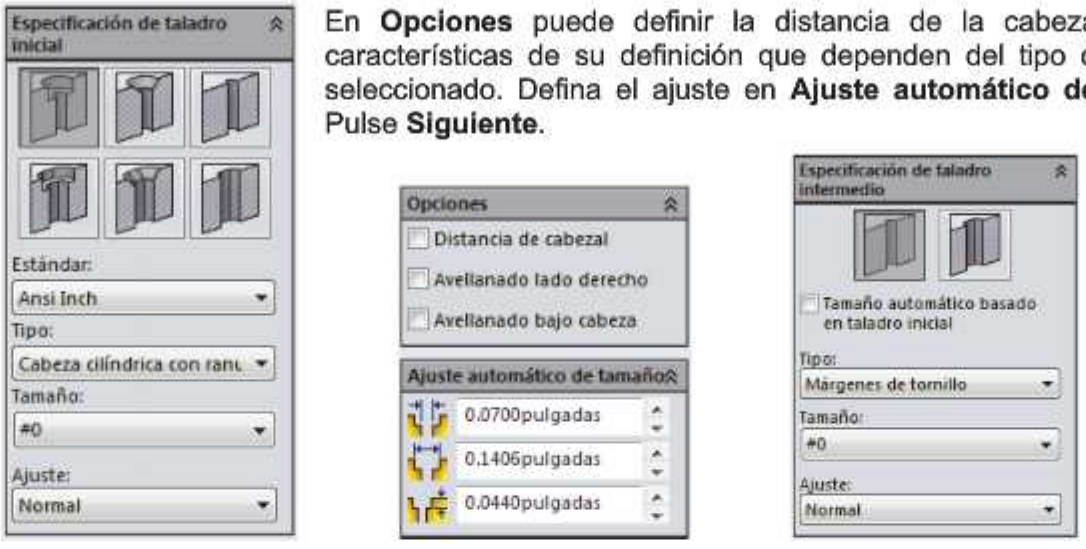


Figura 8.44. Primer paso. Definición de la **Posición del Taladro**.

3. Especifique el **Tipo de taladro** para la **Condición inicial** (primera pieza). Seleccione la **Norma** (**ANSI**, **ISO**, **BSI**, etc.), el **Tipo** (**Tornillo hexagonal**, **Cabeza Chata ranurada**, etc.), su **Tamaño** y **Ajuste** (**Cerrar**, **Normal** o **Suelto**).



En **Opciones** puede definir la distancia de la cabeza y otras características de su definición que dependen del tipo de taladro seleccionado. Defina el ajuste en **Ajuste automático de taladro**. Pulse **Siguiente**.

Figura 8.45. Definición del **Tipo de taladro** para la **Primera pieza** del ensamblaje e **Intermedia**.

4. Especifique las características del **Taladro Intermedio** (**Tipo**, **Tamaño**, **Ajuste**) y pulse **Siguiente**.

5. Especifique las características del **Taladro Final** (**Tipo** y **Tamaño**). Seleccione el componente final desde la **Zona de gráficos** y defina las características de la **Condición Final**.

6. Pulse **Aceptar**.



Figura 8.46. Definición del **Tipo de taladro** para la **Condición final**.

Compruebe que al **Guardar** su modelo de ensamblaje guarda las operaciones de **Taladro** realizadas en cada una de las piezas del ensamblaje de forma automática. Así, al abrir una de las piezas de su ensamble puede ver el taladro realizado.

8.12.2 Correa/Cadena



Correa/Cadena es una funcionalidad de SolidWorks® que permite crear una correa o cadena en un ensamblaje. De esta forma puede diseñar ensamblajes con poleas y ruedas dentadas y evaluar el movimiento del mismo mediante la simulación de la relación de transmisión entre sus componentes.

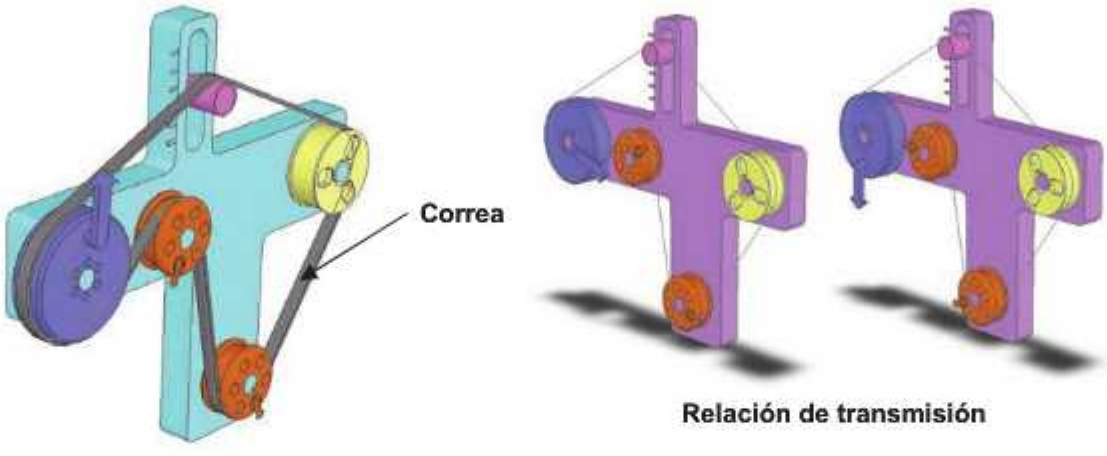


Figura 8.47. Inserción de **Cadena**.

Para **insertar una Correa/Cadena en su ensamblaje** las etapas que debe seguir son:

1. Cree un ensamblaje que incluya poleas para la transmisión de movimiento de un eje a otro.

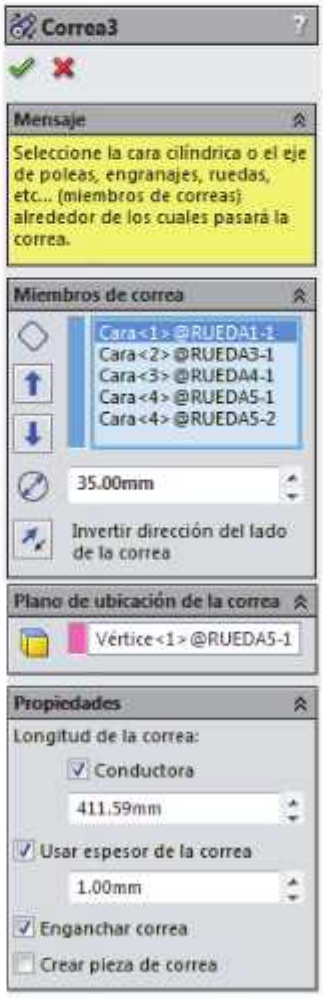
2. Pulse **Correa/Cadena** desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Operación de ensamblaje**, **Correa/Cadena** o desde la Barra de Herramientas de **Ensamblaje**.

   Si no aparece el icono puede incluirlo pulsando el **Correa/Cadena** desde el Menú de persiana **Herramientas**, **Personalizar**, **Comandos**, **Ensamblajes**. Arrastre el icono hasta la Barra de Herramientas de **Ensamblaje** para tenerlo activo.

3. Seleccione desde el **PropertyManager** de **Correa/Cadena** las **Caras cilíndricas**, **Ejes**, **Engranajes** o **Ruedas** por donde desee hacer pasar la correa.

   Al seleccionar las entidades aparece el diámetro de cada una de ellas. Observe como a medida que va seleccionando entidades aparece la previsualización de la correa.

4. Pulse **Invertir dirección** si desea invertir la dirección de la correa y hacer que se cruce.



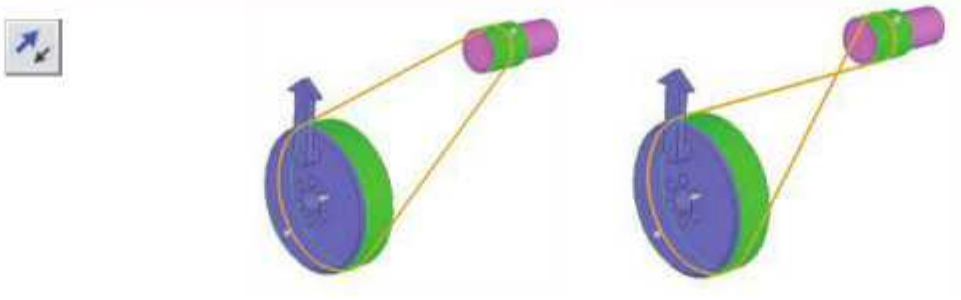


Figura 8.48. **Invertir dirección**.

5. En propiedades marque la casilla **Conductora** y defina la **Longitud de la Correa**. Cuando la casilla está desactivada la aplicación calcula la longitud de la misma.

6. Active **Usar espesor** de la correa para darle un espesor.

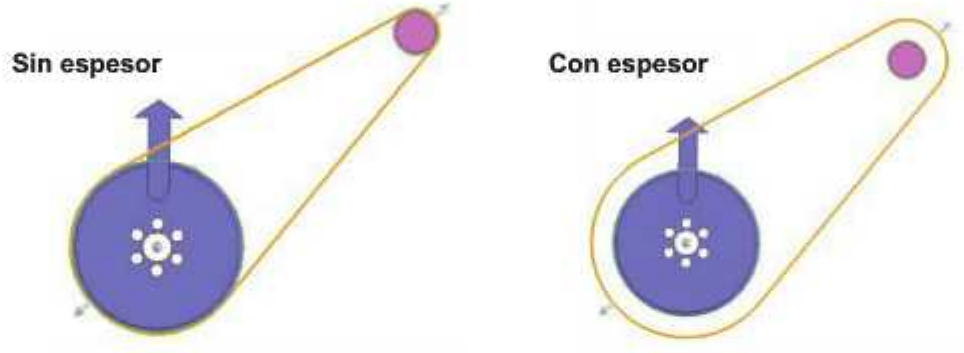


Figura 8.49. **Usar espesor**.

7. La opción **Enganchar correa** permite unir la correa con el ensamblaje. Desactive la casilla para desligar la cadena del ensamblaje.

8. La última opción, **Crear pieza de correa** permite crear una pieza a partir del croquis de la cadena definido en los pasos anteriores. Si marca la casilla se abre la orden de **Guardar como**.

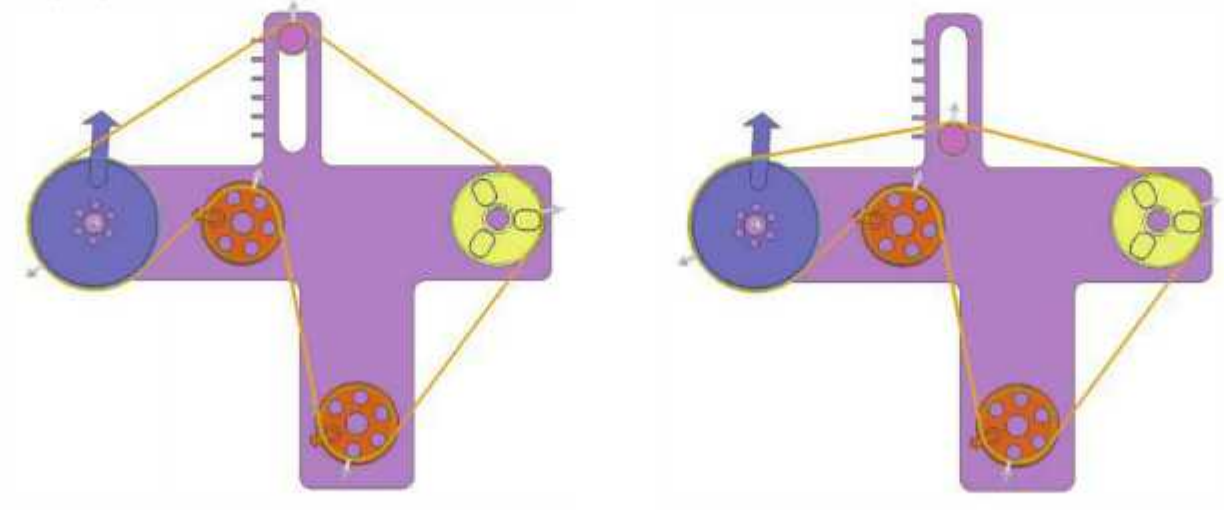
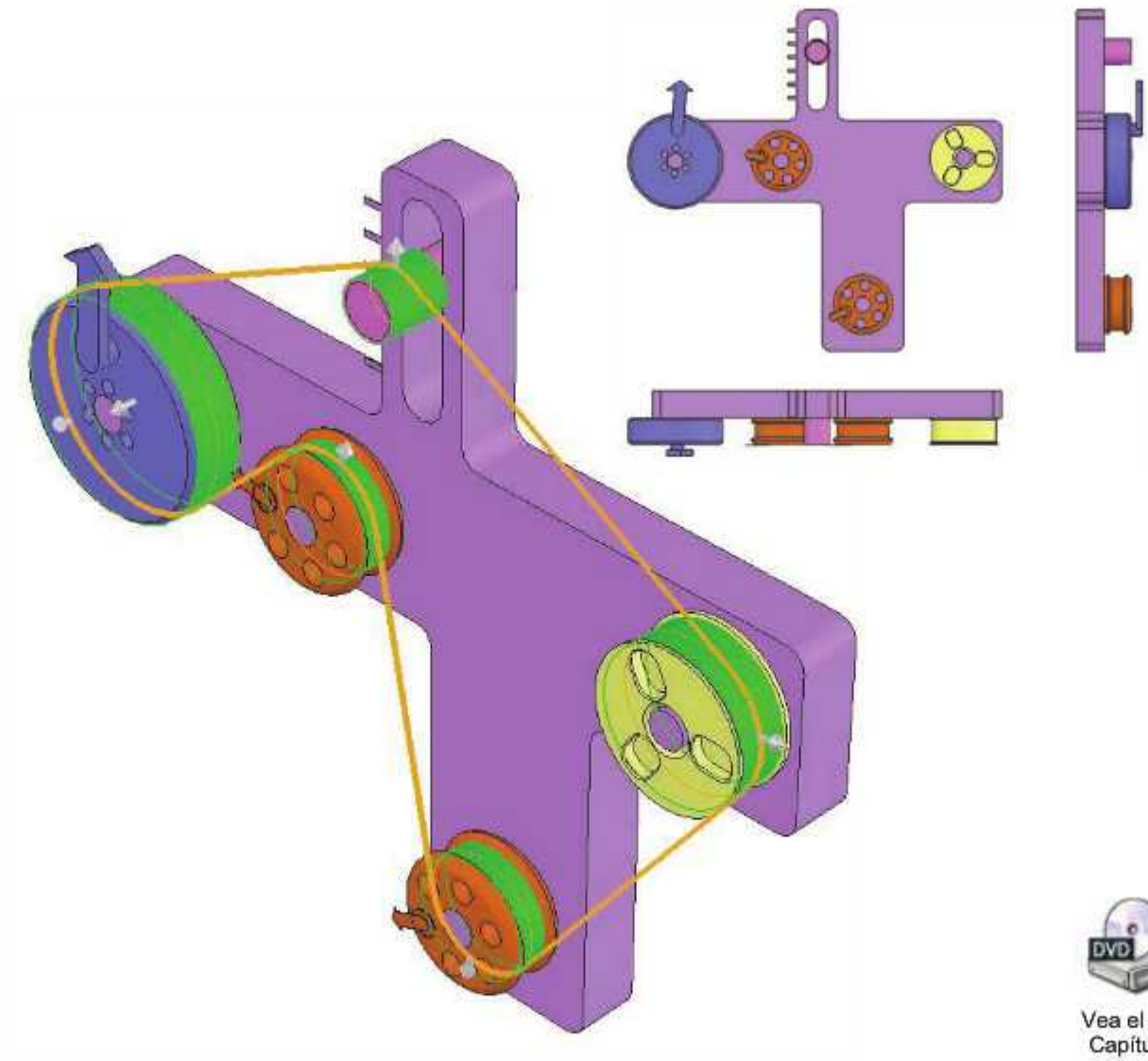


Figura 8.50. **Tensado en función de la longitud de la correa**.

Práctica 8-4

Monte el ensamblaje indicado en la figura y agregue una correa para ver la relación de transmisión del conjunto. Utilice los componentes contenidos en el DVD que acompaña el libro. Práctica 8-4.

15 minutos



Vea el DVD
Capítulo 8

Objetivos del tutorial

- **Crear Nuevo documento de Ensamblaje e Insertar los componentes.**
- **Girar y Trasladar componentes.**
- **Agregar relaciones de posición.**
- **Insertar Correa.**

Práctica guiada 8-4

1. Cree el ensamblaje mostrado en la figura mediante la inserción de cada uno de los componentes contenidos en el DVD que acompaña el libro.

2. Pulse **Correa/Cadena** desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Operación de ensamblaje**, **Correa/Cadena** o desde la Barra de Herramientas de **Ensamblaje**.

3. Seleccione las **Caras cilíndricas** de cada uno de las de las piezas por el lugar por donde se desplaza la **Correa**. Seleccione las **Caras** siguiendo el orden: **Rueda 1-1**, **Rueda 3-1**, **Rueda 4-1**, **Rueda 5-1** y **Rueda 5-2** (Pulse **Invertir dirección**). A medida que va seleccionando las caras observe como aparece indicado el diámetro de cada una de ellas y se previsualiza la **Correa**.

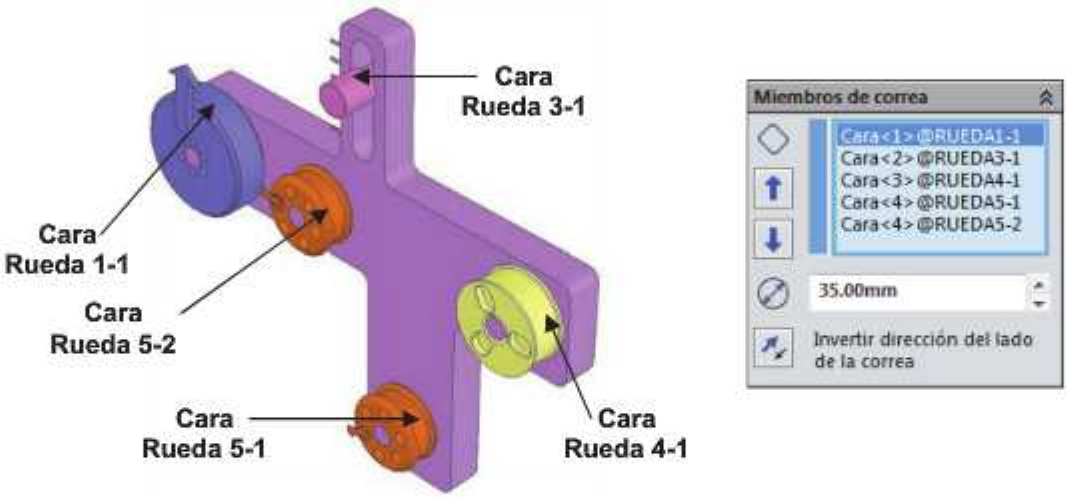


Figura 8.51. Selección de las **Caras cilíndricas** por donde pasa la **Correa**.

4. En **Propiedades** visualice la **Longitud total de la Correa** (413,54 mm). Defina un **Espesor** de 5 mm.

5. Pulse **Aceptar** para crear la **Polea**.

Evaluación de la relación de transmisión

6. Pulse **Mover componente** desde la **Barra de Herramientas de Ensamblaje** o desde el Menú de Persiana **Herramientas, Componente**, **Mover** y mueva la Rueda 1-1. Observe como el resto de ruedas se mueven manteniendo la relación de transmisión.

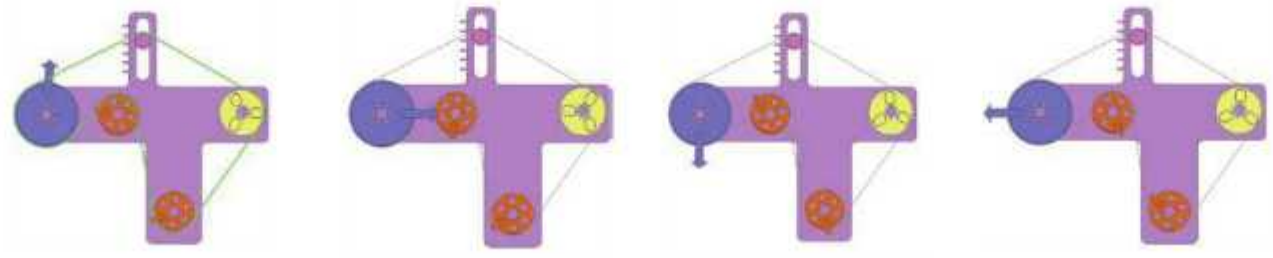


Figura 8.52. Movimiento de la **Cadena**.

8.12.4 Cordón de soldadura



Inserta un **Cordón de soldadura** entre los componentes de un ensamblaje. El cordón de soldadura creado aparece en el **Gestor de Diseño** como una pieza más del conjunto. Puede tratar el **Cordón** creado de la misma forma que a las piezas (**Eliminar**, **Suprimir**, **Ocultar**, etc.).

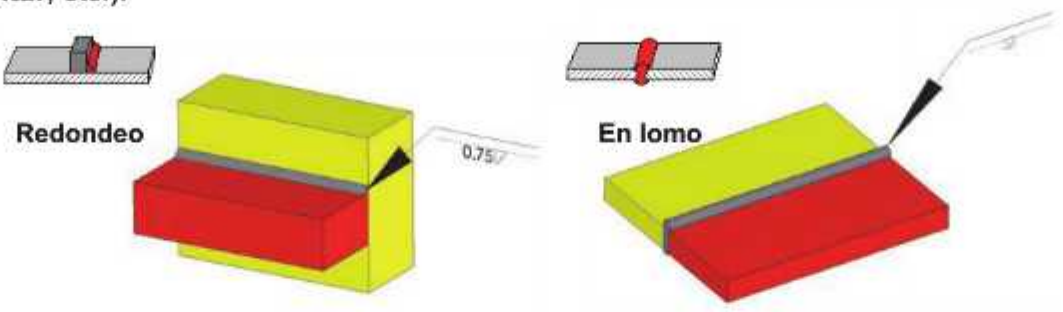
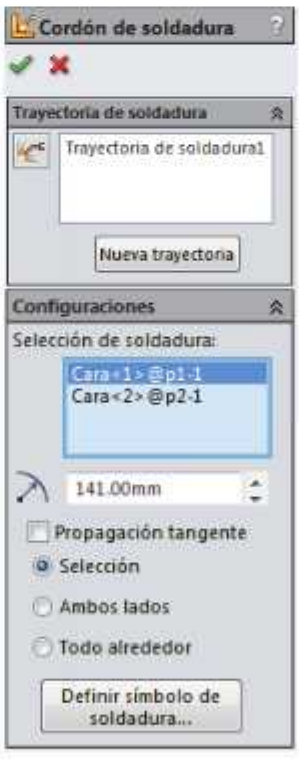


Figura 8.53. Creación de **Cordones de soldadura** entre dos componentes de un ensamblaje.

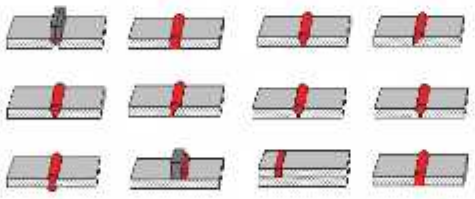
El proceso de creación de **Cordones de soldadura** se realiza siguiendo el PropertyManager e indicando la **Trayectoria a seguir** por la soldadura, el **Tipo de soldadura**, la **Forma del cordón** y, por último, su **Localización** dentro del ensamblaje.

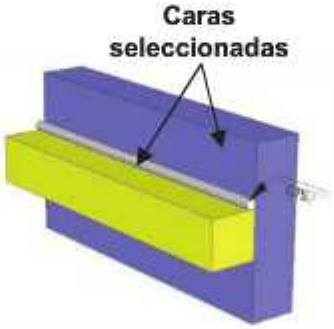
Para crear un **Cordón de soldadura** en su ensamblaje las etapas que debe seguir son:

1. Pulse **Cordón de soldadura** desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Operación de ensamblaje**, **Cordón de soldadura**.



2. Seleccione la **Trayectoria de la soldadura** desde el cuadro de diálogo emergente. Puede seleccionar una arista o caras del ensamblaje desde la Zona de Gráficos.





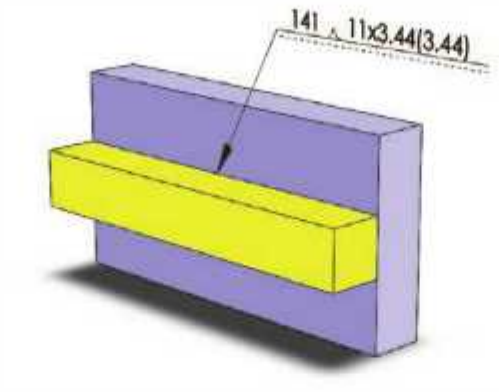
3. Una vez seleccionadas las caras o la trayectoria de soldadura defina la el **Radio del cordón de soldadura**, el **tipo de propagación** (a **ambos lados** o **alrededor**) y defina el **símbolo de la soldadura**.



Figura 8.54. Definición del símbolo de soldadura.

4. En **Longitud desde/hasta** indique el punto inicial y la longitud total de la soldadura.

5. Para definir un cordón de **Soldadura intermitente** active la casilla correspondiente. Defina la intermitencia indicando la **Separación y la longitud** o el **Paso y la longitud**. Puede activar la casilla *En zig zag* cuando la soldadura se realiza a ambos lados.





En el capítulo de **Estructuras y piezas soldadas** se describe cómo diseñar estructuras metálicas y piezas soldadas mediante el empleo de **Miembro Estructural** y **Cordón de soldadura**. Puede ampliar conocimientos de piezas soldadas en ese capítulo.

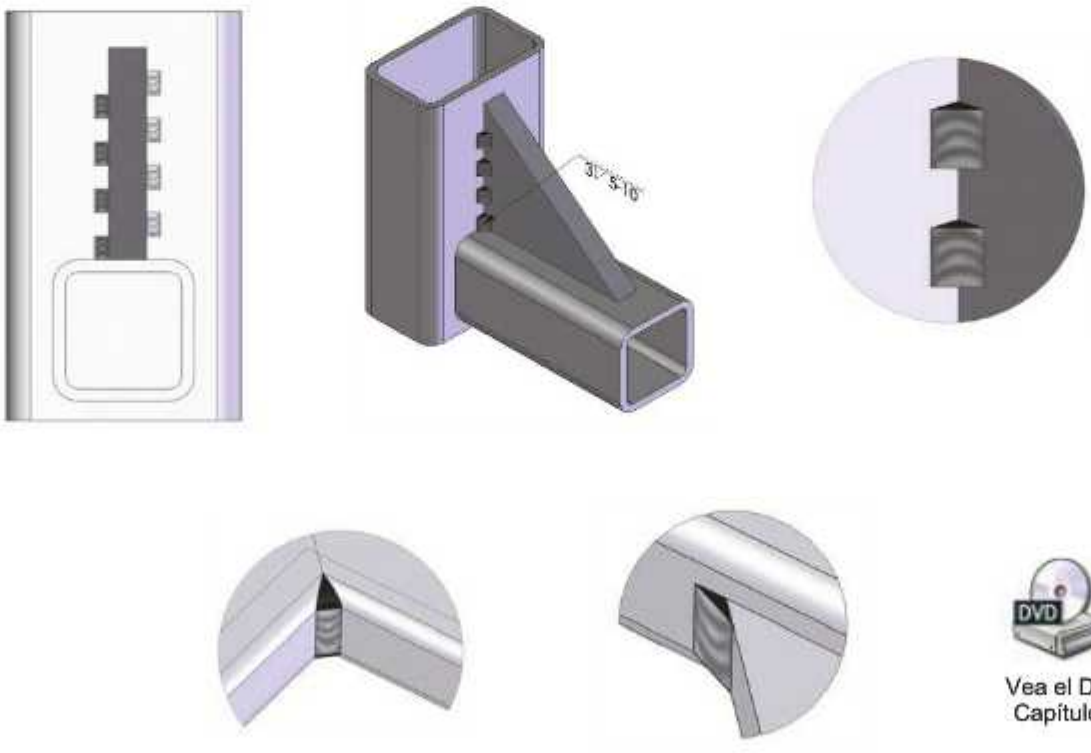


Figura 8.55. Soldadura intermitente y miembros estructurales soldados.

8.13 Vista explosionada

Permite crear una **Vista Explosionada** de un ensamblaje por la separación de cada una de las piezas que lo forman.



Figura 8.56. **Vista Explosionada** y **Colapsada**.

Para crear la **Vista Explosionada** tan solo debe seleccionar los componentes a explosionar y arrastrar el **Asa del manipulador** a la **Distancia** y **Dirección** deseada. Cada vez que arrastre un componente puede crear un **Paso de explosión**, de forma que un mismo componente puede tener diferentes pasos de explosión y por lo tanto diferentes direcciones de movimiento. Una vez creada la **Vista de Explosión** puede volver a obtener su modelo colapsado desde el **ConfigurationManager** pulsando en **VistaExp**.

Un ensamblaje requiere de varios **Pasos de Explosión** para su correcta definición. Normalmente, se define un paso para cada componente. Sin embargo, en algunos casos, un mismo **Paso de Explosión** puede ser aplicado a más de un componente. Es el caso de la tornillería que es explosionada toda en una dirección y al mismo tiempo

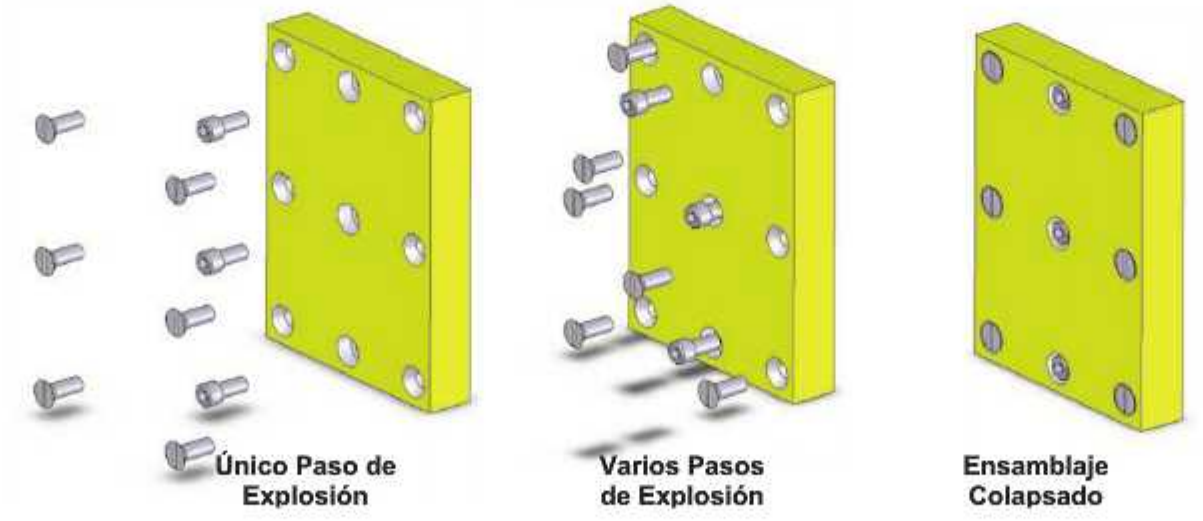


Figura 8.57. **Pasos de Explosión**.

La creación de **Vista Explosionada** es muy útil para crear **Dibujos** con **Vistas explosionadas** o crear animaciones en formato **AVI** de explosionados o colapsados (montaje) con SolidWorks® (**Estudio de movimiento**).

Para crear una **Vista Explosionada** las etapas que debe seguir son:

1. Abra un ensamblaje.

2. Pulse **Vista Explosionada** desde la Barra de Herramientas de **Ensamblaje** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Vista Explosionada**.

3. Seleccione, desde la **Zona de Gráficos**, el primer componente a explosionar. Arrastre el **Asa del manipulador** en la **Dirección** (X,Y,Z) y hasta la **Distancia** deseada.

   Puede indicar la **Distancia** de forma numérica desde el **PropertyManager** e **Invertir** su dirección.



Figura 8.58. **Vista Explosionada**.

   Cuando ninguno de los tres ejes del **Asa del manipulador** (XYZ) sean los adecuados para dirigir la explosión de alguno de sus componentes seleccione una **Arista**, una **Línea de croquis** o un **Eje** para indicar la dirección del explosionado. Pulse **Aplicar** para ver una previsualización del resultado.

4. Después de explosionar el primer componente pulse **Listo** desde la ventana **Configuración** del **PropertyManager**. De esta forma se ha creado el primer **Paso de Explosión** y queda registrado en **Pasos de Explosión**.

5. Seleccione un segundo componente y repita los pasos 3 y 4. Pulse **Listo** para crear el segundo paso de Explosión.

6. Pulse **Aceptar** para crear el **Explosionado** definido.

Puede seleccionar más de un componente para cada **Paso de Explosión**. Además, puede volver a seleccionar los componentes y volverlos a explosionar en una dirección diferente a la primera.

En opciones puede **Espaciar componentes automáticamente** después de arrastrar. Además puede seleccionar piezas de **subensamblajes**.



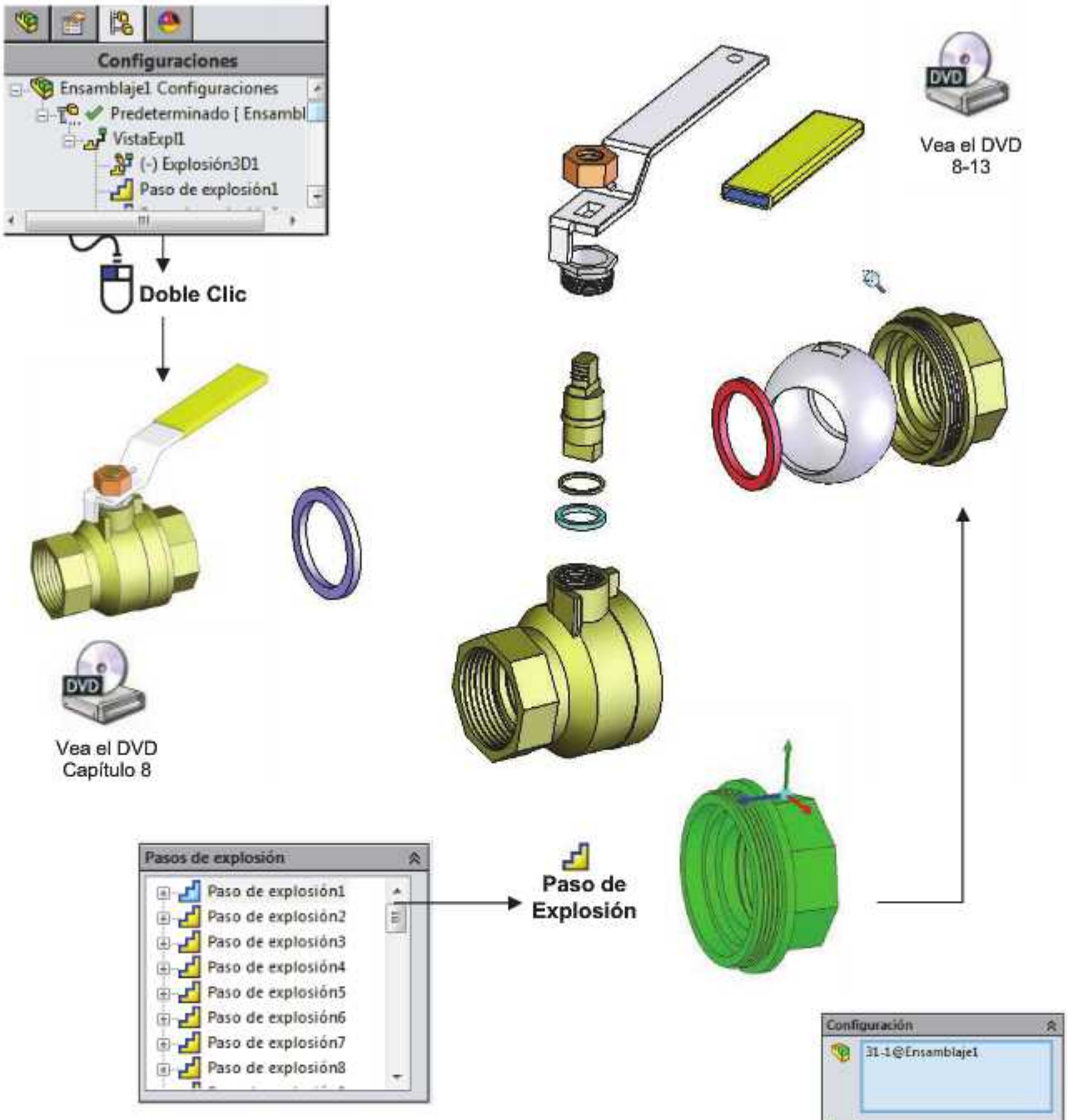


Figura 8.59. **Vista Explosionada**.

Croquis con líneas de explosión



La operación permite crear líneas entre los componentes de un ensamblaje para enseñar las relaciones entre los componentes de la vista explosionada. Para su creación pulse **Croquis con líneas de explosión** desde la Barra de Herramientas de **Ensamblaje** o desde el Menú **Insertar**.

8.14 Smart Fasteners

Smart Fasteners es una aplicación del **Módulo de Ensamblajes** que permite insertar, de forma automática, **Tornillos** y **Pernos** en los lugares donde haya realizado un **Taladro**. Antes de emplearla debe activar **SolidWorks Toolbox** desde el Menú **Herramientas, Complementos**.

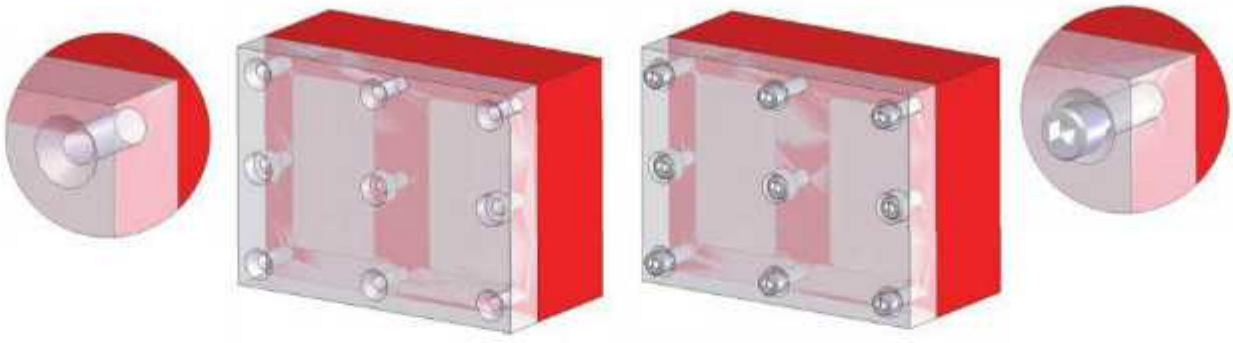


Figura 8.60. **Inserción de Tornillos mediante Smart Fastners**.

Smart Fasteners detecta los lugares del ensamblaje donde se han realizado **Taladros**, inserta los **Tornillos** o **Pernos** adecuados en cada uno de ellos y agrega las **Relaciones de posición necesarias en cada caso**. Además, puede configurar la aplicación para insertar **Tornillos** o **Pernos** distintos a los preseleccionados. Los **Tornillos** y **Pernos** insertados son los contenidos en la **Biblioteca de Toolboox** (Vea el Capítulo 14).



La aplicación reconoce todos los **Taladros** realizados mediante el **Asistente de taladro**, **Taladro sencillo** o por **Extrusión-corte**. No puede emplear **Smart Fasteners** cuando los **Taladros** pertenecen a una geometría importada o han sido obtenidos por simetría.

Para **Insertar de forma automática Pernos y Tornillo con Smart Fasteners** las etapas que debe seguir son:

1. Abra un **Ensamblaje** en el que se contengan **Taladros** realizados con el **Asistente de taladro**, **Taladro sencillo** o por **Extrusión-corte**.

2. Pulse **Smart Fasteners** desde la Barra de Herramientas de **Ensamblaje** o desde el Menú de Persiana **Insertar, Smart Fasteners.**

3. Seleccione los **Taladros**, pulsando con el botón izquierdo del ratón y desde la **Zona de Gráficos**, contenidos en su ensamblaje. Pulse la pestaña **Agregar** para que sean reconocidos de forma automática.

4. En la ventana **Cierre** aparecen los **Tornillos** y **Pernos** insertados en su ensamble. Para cada uno de ellos puede definir el **Tipo de cierre** (**Arandelas** y **Tuercas**) para la **Pila superior** y la **Inferior** (Cabeza y Extremo de cierre, respectivamente). Pulse con el botón derecho del ratón sobre los elementos contenidos en la ventana de **Cierre**.

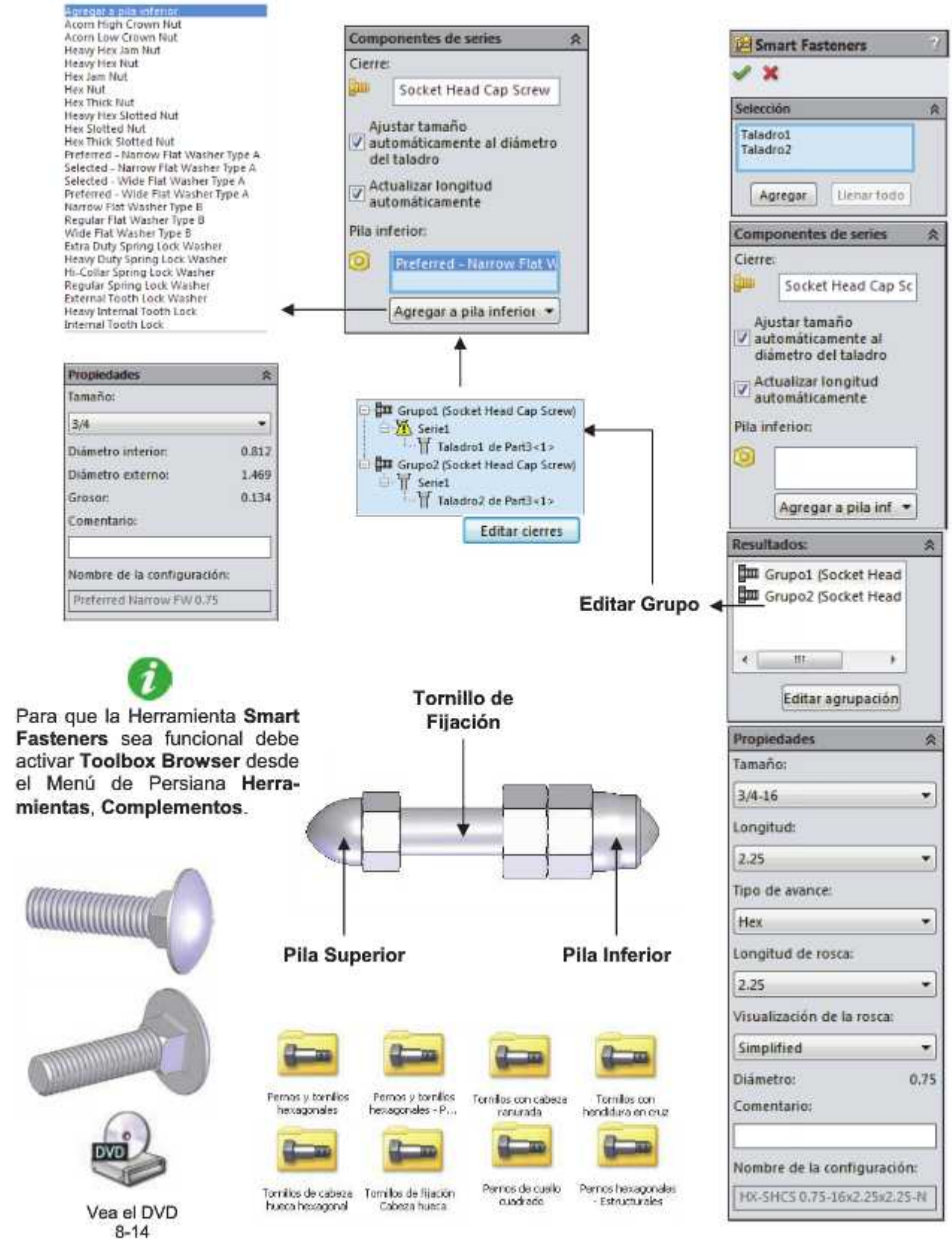


Figura 8.61. **Tipos de Tornillos** y **Pernos** de la **Biblioteca de Toolboox**.

8.15 Diseño descendente

Cuando no disponga de la información de detalle de conjunto a diseñar ni de sus componentes puede comenzar diseñar cada una de las piezas que conforma el ensamblaje directamente desde propio **Modulo de ensamblaje**. En él puede definir la geometría de cada pieza, su tamaño, las relaciones geométricas con el resto de piezas y su levantamiento en 3D. A esta forma de diseñar se denomina **Diseño descendente**.

El **Diseño descendente** en SolidWorks® permite definir un croquis y crear su geometría tridimensional directamente desde un ensamblaje. O crear un ensamblaje a partir de un croquis de diseño. De esta forma puede tomar distancias y puntos de referencia. El **Diseño descendente** facilita la toma de decisiones al ver el ensamblaje en su conjunto mientras croquiza alguno de sus componentes en el mismo lugar donde tiene el ensamblaje.

Algunas de las características del **Diseño descendente** son:

- Posibilidad de diseñar ensamblajes completos croquizando cada uno de sus componente directamente desde el módulo de ensamblaje agregando relaciones de posición entre ellos.

- Puede crear nuevas piezas directamente desde el módulo de ensamblajes adaptandola a las restricciones y formas geométricas del ensamblaje.

- Permite editar piezas desde el módulo de ensamblaje sin necesidad de abrir el módulo de pieza.

8.15.1 Creación y edición piezas desde el módulo de ensamblaje

El **Diseño descendente** en SolidWorks® permite crear una pieza desde el módulo de ensamblaje y aprovechar la presencia del conjunto a construir para tomar referencias geométricas y dimensionales. Las piezas creadas se almacenan con la extensión de pieza (sldprt) y puede editarlas desde el módulo de pieza o desde el propio módulo de ensamblaje.

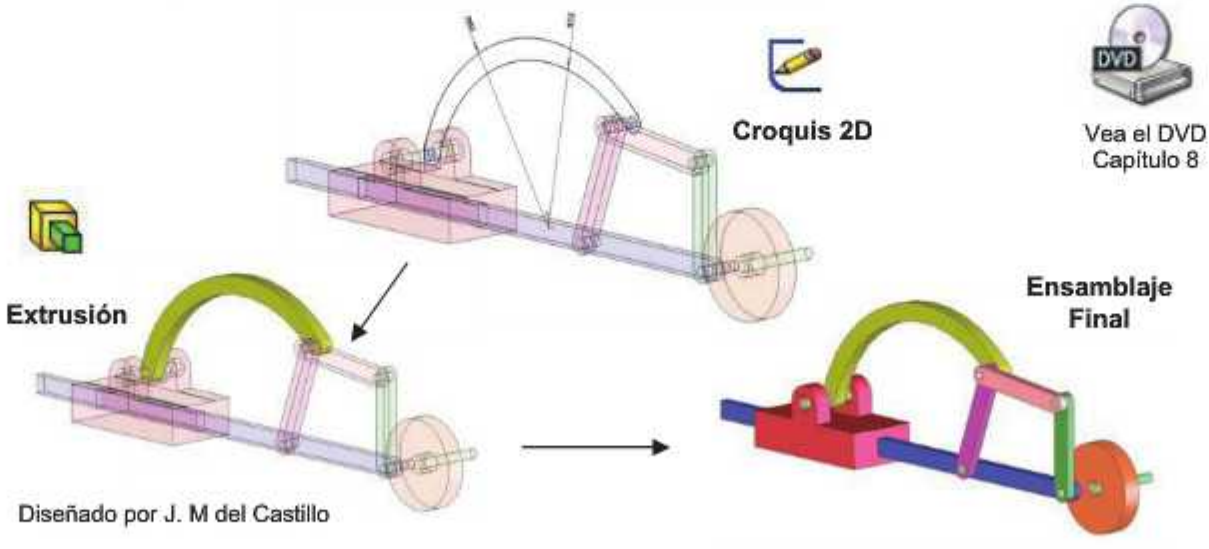


Figura 8.62. **Creación de una pieza desde el módulo de ensamblaje.**

Para **crear una pieza desde el módulo de ensamblaje** las etapas que debe seguir son:

1. Abra un **Ensamblaje** que contenga varios componentes o que esté vacío.

2. Pulse **Nueva pieza** desde la Barra de Herramientas de **Ensamblaje** o desde el Menú de Persiana **Insertar, Componente, Nueva pieza**.

3. Indique un **Nombre** para la **Nueva pieza** en la ventana emergente **Guardar como**. Pulse **Guardar**. La pieza se guarda de forma independiente del ensamblaje de forma que puede abrirla y editarla desde el módulo de pieza.

4. Observe como cambia el cursor. Si su ensamblaje todavía no contiene ninguna pieza seleccione un **Plano de trabajo** desde el **Gestor de Diseño** y croquice la geometría 2D. En caso de tener algún componente puede seleccionar cualquier **Plano de trabajo** desde el **Gestor de Diseño** o alguna de las **Caras** de los componentes.

5. Puede croquizar la geometría 2D del nuevo componente tomando como referencias geométricas los componentes del ensamblaje. Emplee las operaciones 3D para levantar la geometría y observe como aparece en el **Gestor de Diseño** el **Nuevo** componente diseñado.

Las piezas contenidas en el ensamblaje pueden ser editadas para modificar el croquis 2D o la operación 3D. Para **editar una pieza desde el módulo de ensamblaje** las etapas que debe seguir son:

1. Pulse con el botón derecho del ratón sobre el nombre del componente a editar desde el **Gestor de Diseño**. Seleccione la operación **Editar Pieza**. El ensamblaje pasa a ser transparente.

2. Pulse sobre el símbolo **+** contenido delante del **Nombre** del componente a modificar en el **Gestor de Diseño**. Aparece el árbol de operaciones extendido. Seleccione la operación a modificar pulsando sobre el botón derecho del ratón y edite el **Croquis** o la **Operación**.

3. Pulse el icono **Editar componente** para terminar con la modificación del componente.

4. Observe como se actualizan los cambios del componente en el ensamblaje. Los cambios también se actualizan en el documento pieza.

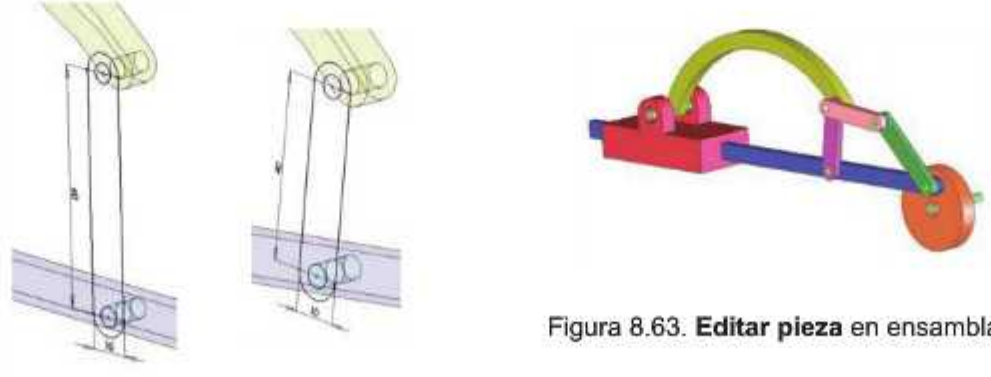


Figura 8.63. **Editar pieza** en ensamblaje.

Igual que puede crear una nueva pieza desde el módulo de ensamblaje también puede crear un nuevo ensamblaje que actuará como un subensamblaje. Para ello pulse **Nuevo ensamblaje** desde la Barra de Herramientas de **Ensamblaje** o desde el Menú de Persiana **Insertar, Componente, Nuevo ensamblaje**.

8.16 Diseño de grandes ensamblajes

Trabajar con ensamblajes con elevado número de componentes reduce el rendimiento del sistema y requiere de mayor tiempo para realizar las reconstrucciones cada vez que modifica relaciones geométricas, operaciones o croquis. **Solid**Works® dispone de herramientas específicas para trabajar con grandes ensamblajes y que permite mejorar el rendimiento. De entre ellas se destacan: **Modo de ensamblaje grande**, **Componentes aligerados** y **Supresión de componentes**.

8.16.1 Modo de ensamblaje grande



Permite desactivar algunas funciones que relantizan el rendimiento de su equipo como el **Resaltado dinámico**, la **Transparencia** y otras.

Para activar el modo de ensamblajes grandes pulse sobre el icono correspondiente o acceda a la orden desde el Menú de Persiana **Herramientas**, **Modo de ensamblaje grande**.

8.16.2 Componentes aligerados



La opción **Componentes aligerados** permite cargar en memoria solo los datos necesarios de los modelos. De forma que las reconstrucciones se realizan de forma más rápida y se mejora el rendimiento del sistema.

Para activar un componente como aligerado pulse con el botón derecho sobre su nombre desde el **Gestor de diseño** y pulse **Establecer como aligerado**. Puede configurar **Solid**Woks® para que abra los ensamblajes directamente como aligerados pulsando en **Cargar componentes aligerados** automáticamente desde el Menú de Persiana **Herramientas**, **Opciones**, **Ensamblaje**.

8.16.3 Supresión de componentes



La **Supresión de un componente** provoca la desaparición temporal del mismo de la **Zona de Gráficos**. El componente sigue formando parte del ensamblaje pero no puede visualizarse.

Para suprimir un componente pulse con el botón derecho del ratón sobre su nombre desde el **Gestor de diseño** y seleccione **Suprimir**. También puede suprimir un componente pulsando sobre su icono desde la Barra de Herramientas de **Ensamblaje**. Para volver al estado inicial repita el proceso y seleccione **Desactivar supresión**.



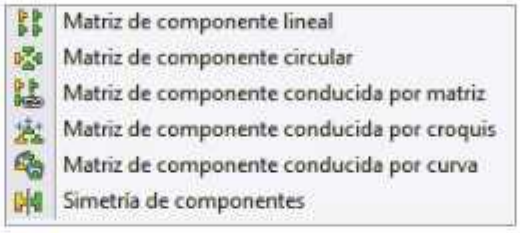
Compruebe que los ensamblajes ocupan mucha menos memoria en su disco duro cuando son guardados con todos los componentes en estado de supresión. Lo mismo sucede con los documentos de pieza. Puede guardar una pieza con todas las operaciones suprimidas y ocupa un 30% menos que el documento en estado de visualización normal. Cuando abra el documento observará que la Zona de Gráficos esta vacía y que las operaciones aparecen en el Gestor de Diseño como suprimidas. Desactive la supresión de todas las operaciones y tendrá la pieza o el ensamblaje en condiciones normales. Emplee el consejo cuando tenga que enviar ficheros via e-mail.

8.17 Otras funcionalidades del módulo de ensmblaje

La Barra de **Ensamblajes** contiene algunas funcionalidades muy útiles en la creación y gestión de ensamblajesm como son las **Matrices de componente** y la creación de **Lista de materiales.**

8.17.1 Matriz de componente

Permite crear matrices de los componentes de un ensamblaje. Puede emplear matriz lineal, circular, conducida por matriz, croquis o curva y simetría de componentes.



Matriz de componente lineal. Crea una matriz lineal de componentes en un emsablaje en una o dos direcciones previamente indicadas. Debe seleccionar una arista lineal o una cota lineal para indicar las **Direcciones 1 y 2** de la matriz, indicar la **Separación** y el **Número de instancias** a repetir. En la casilla **Componentes para la matriz** seleccione los componentes o piezas a repetir.

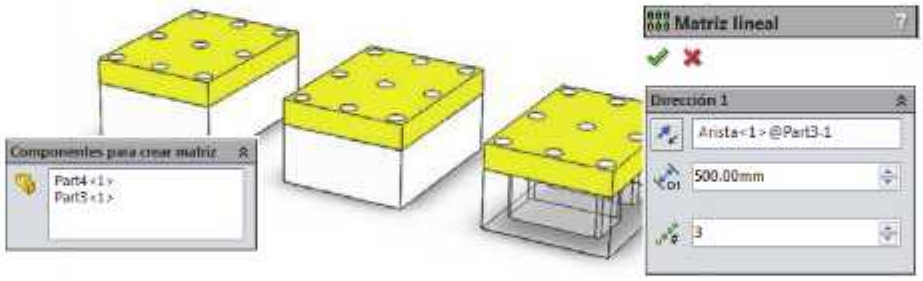


Figura 8.64. **Matriz lineal de ensamblaje**.

Matriz de componente circular. Crea una matriz circular de componentes en un ensamblaje. Debe seleccionar un **Eje de matriz** que puede ser una arista de croquis (circular o lineal) o una cara cilíndrica o de revolución. Indique la **Dirección** y la **Separación** entre componentes de la matriz. Finalmente, seleccione los componentes de la matriz.

Matriz de componente conducida por matriz. Permite crear una matriz de componentes a partir de una matriz ya existente en el ensamblaje. Debe seleccionar los componentes a repetir (Matriz ya creada) y definir la **Posición a repetir** (seleccione una instancia distinta de matriz como la operación a repetir desde la Zona de Gráficos).

Matriz de componente conducida por croquis. Define una matriz a partir de puntos de un croquis 2D o 3D. En **Punto de referencia** seleccione (**Centro del cuadro delimitador**, **Origen del componente** o **Punto seleccionado**) como punto base de copiado de la matriz. Seleccione **Componentes de la matriz** y las **Instancias a eliminar**.

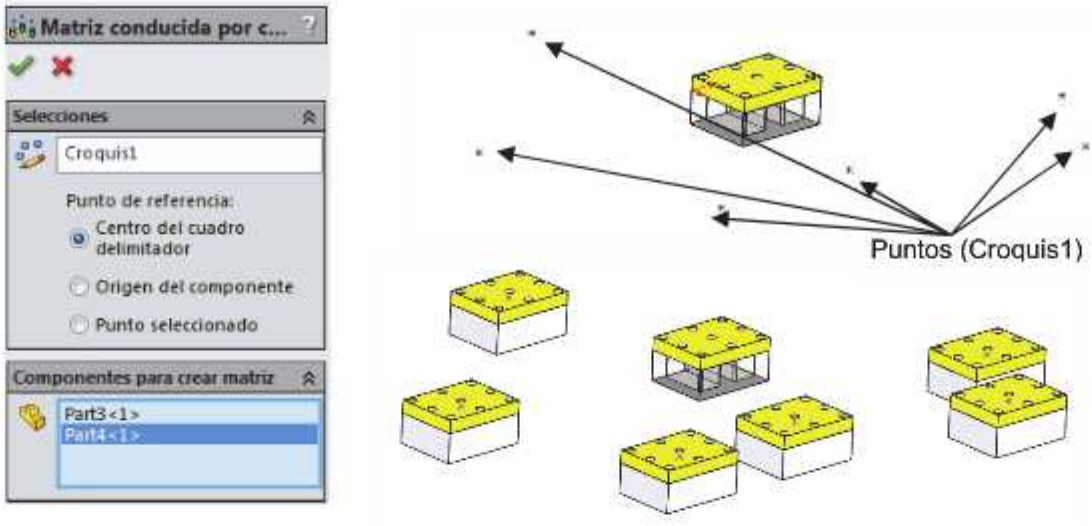


Figura 8.65. **Matriz conducida por croquis**.

Matriz de componente conducida por curva. Define una matriz a partir de una curva de croquis 2D o 3D. Seleccione la curva, indique la **Dirección**, el **Número de instancias** a repetir y la **Separación** entre ellas. Puede emplear las mismas opciones que en el caso de la matriz de operación conducida por curva (**Tangente a la curva**, **Alinear con curva a repetir**, **Instancias para ignorar**, etc.).

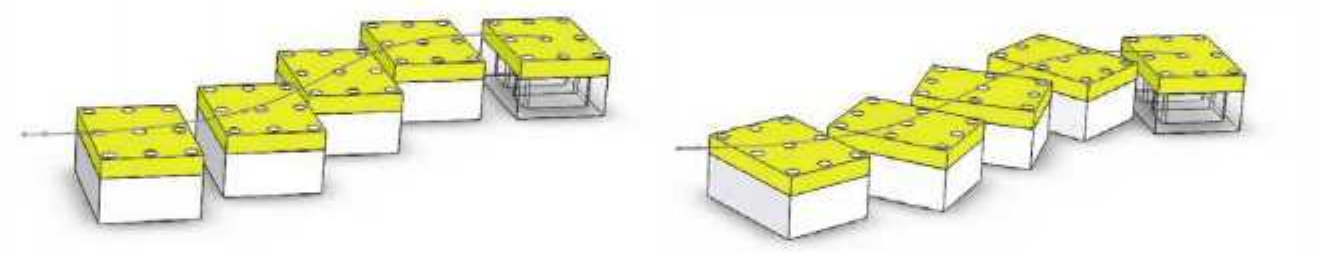


Figura 8.66. **Matriz de componente conducida por curva (Alineada y tangente a la curva)**.

Simetría de componentes. Crea una simetría a partir de la selección de los componentes de un ensamblaje y el plano de simetría.

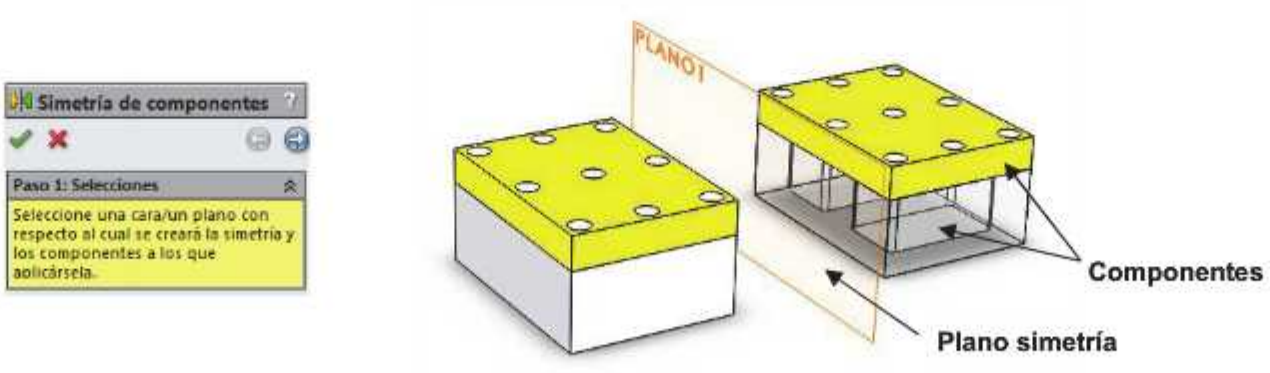
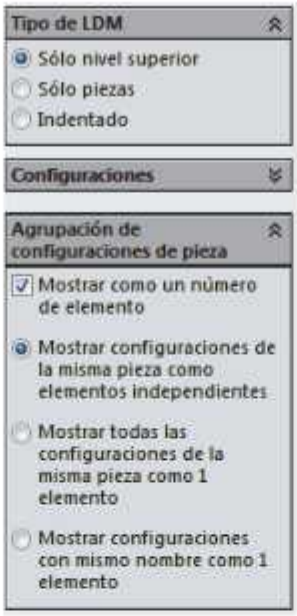


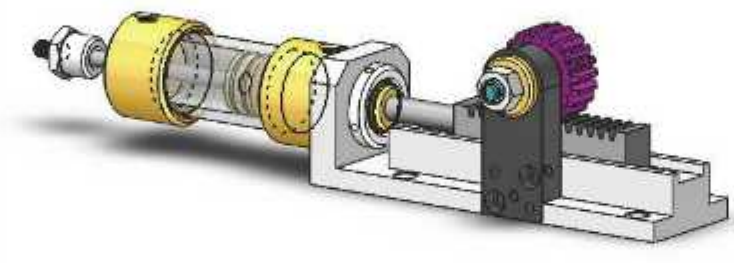
Figura 8.67. **Simetría de componentes**.



8.17.2 Lista de materiales

Crea una lista de materiales (**LDM**) en el mismo módulo de ensamblaje para mostrarla desde la Zona de Gráficos. La lista de materiales suele contener una enumeración con los componentes de un ensamblaje (N.º de elemento), su nombre y el número de piezas iguales (**Cantidad**), además de una columna en la que se suelen describir sus características (**Descripción**).

En su definición puede escoger el tipo de **LDM** a realizar: **Solo nivel superior** (incluye piezas y subensamblajes, pero no componentes de subensamblaje), **Solo piezas** (no incluye subensamblajes) **Sangrado** (Incluye subensamblajes y aplica una sangría en la tabla). En el PropertyManager de **Tipo de LDM** puede definir la **Posición** y la **Escala**, **Configuraciones**, **Borde** la de tabla y la **Capa**.



ELEMENTO	NÚM. DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	900007		1
2	900005		1
3	900004		1
4	900009		1
5	900001		1
6	900006		1
7	900008		1
8	900010		1
9	900002		1
10	900003		1
11	900011		1
12	900012		1
13	90100-11012		1
14	90100-10012		8
15	90100-40M2		8
16	91800-M10		1

Figura 8.68. **Lista de materiales (LDM)**.



Tomar instantánea



Tomar instantánea

Crea una instantánea a la que puede asignarle un nombre y guardarla para poder visualizarla cuando desee. Esta opción es muy útil cuando se define un nuevo producto y desea guardar imágenes con el aspecto de las distintas evoluciones o versiones. Para obtener una instantánea pulse **Tomar instantánea** desde el Menú **Ver**, **Luces y cámaras** o pulse la combinación de teclas **Alt+Barra espaciadora**.

Para visualizar las instantáneas pulse sobre el **DisplayManager**, **Escena, luces y cámaras**. En **Instantáneas** aparecen las capturas realizadas.







Vea el DVD
Capítulo 8

Práctica propuesta 8-5

Monte la bicicleta plegable y realice el explosionado a partir de los componentes contenidos en el DVD que acompaña el Libro.

⧖3 horas



Autores: E. Micó, O. Lisicic, P. Martinez, N. Roc e I. Camprubí. Profesor: O. Farrerons.



Vea el DVD
Capítulo 8

Objetivos del tutorial

- **Crear Nuevo documento de Ensamblaje e Insertar los componentes.**
- **Girar y Trasladar componentes.**
- **Agregar relaciones de posición.**
- **Creación de explosionado.**

Práctica Propuesta 8-6

Consulte los planos de explosionado y montaje contenidos en el DVD que acompaña el libro y realice el montaje del helicóptero teledirigido de la figura.

⧗ 4 horas







Autor: José A. Ramos Torrico



Vea el DVD
Capítulo 8

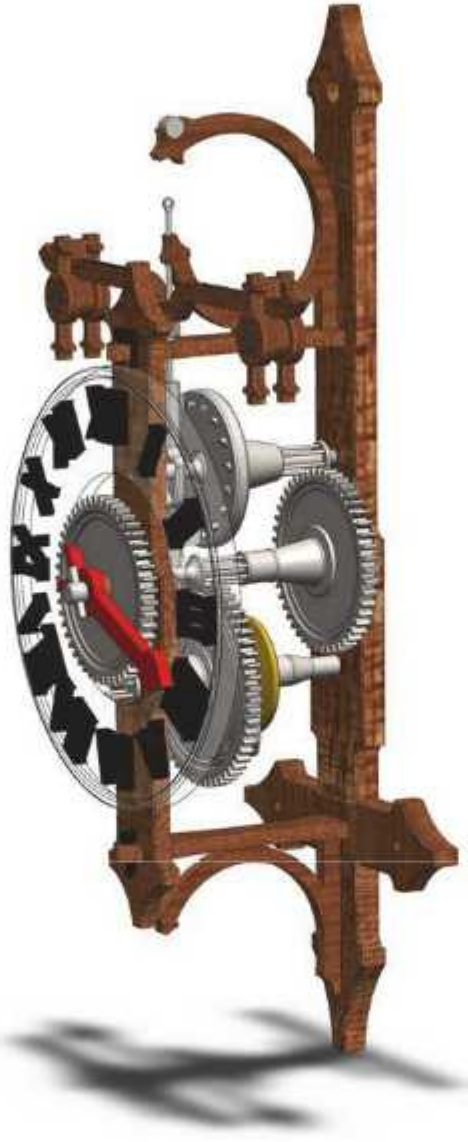
Objetivos del tutorial

- **Crear Nuevo documento de Ensamblaje e Insertar los componentes.**
- **Girar y Trasladar componentes.**
- **Agregar relaciones de posición.**
- **Agregar relaciones de posición avanzadas.**

Práctica Propuesta 8-7

Monte el mecanismo del reloj Follot y realice el explosionado a partir de los componentes contenidos en el DVD que acompaña el Libro.

⧖ 2,5 horas





Vea el DVD
Capítulo 8

Autores: Y. Fernández, A. Oliu, J. Pavón, C. Oliva, M. Puighermanal. Profesor: O. Farrerons.

Objetivos del tutorial

- **Crear Nuevo documento de Ensamblaje e Insertar los componentes.**
- **Girar y Trasladar componentes.**
- **Agregar relaciones de posición.**
- **Agregar relaciones de posición avanzadas.**

Capítulo 9
Estudio de movimiento

Introducción

La aplicación **Estudio de movimiento** es un conjunto de herramientas útiles para agregar movimiento a los componentes de un ensamblaje y evaluar el correcto funcionamiento del mecanismo. Permite simular efectos con **Motores rotativos** y **Lineales**, **Contactos**, **Gravedad** y **Resortes**, así como **Grabar** la animación para poderla visionar en formato de vídeo AVI.

Las simulaciones físicas realizadas con **Estudio de movimiento** dependen no solo del tipo de efecto agregado al ensamblaje sino también de las **Relaciones Geométricas de posición** y de la **Cinemática de colisiones físicas**. Los resultados de las simulaciones son muy útiles no solo para validar el comportamiento del mecanismo sino también como información para definir las cargas y las condiciones de contorno en los ensayos del comportamiento mecánico con **Simulation®**.

En el capítulo se incluyen ejemplos y cinco prácticas guiadas y una propuesta para practicar los conceptos descritos.

Contenido

- Barra de Herramientas de **Estudio de movimiento**.
- **Motores Lineales**, **Rotativos**, **Contactos**, **Resorte** y **Gravedad**.
- **Calcular simulación** y **Reproductor de animación**.
- Animación del movimiento de componentes, propiedades visuales, luces y cámaras
- **Asistente para la animación** (**Girar** modelo, **Explosionar/Colapsar**, **Simulaciones físicas**). Guardar animaciones en formato de vídeo **AVI**.

Objetivos

- Conocer el funcionamiento de los **Motores**, **Rotativos**, **Contactos**, **Resorte** y **Gravedad**.
- Calcular **Simulaciones Físicas** y conocer el funcionamiento del **Reproductor de Animación.**
- Emplear el **Asistente para animación** y crear animaciones complejas mediante la combinación de animaciones del asistente: **Girar**, **Simulación Física**, **Explosionados/colapsados**, etc. Aprender a **Guardar y comprimir** las animaciones creadas y obtener vídeos en formato **AVI** de las simulaciones físicas efectuadas.

9.1 Introducción

La aplicación de **Estudio de movimiento** forma un conjunto de herramientas que permiten agregar movimiento a los componentes de un ensamblaje y visualizar, mediante animación, su movimiento. Es una Herramienta de fácil uso y útil no solo para conocer si su ensamblaje sufrirá colisiones físicas sino también para conocer las condiciones de contorno de las piezas, ensayarlas con **SolidWorks Simulation** y evaluar su comportamiento mecánico. El icono principal aparece la Barra de **Ensamblaje** con el nombre de **Nuevo estudio de movimiento**. Además, puede acceder desde el Menú **Insertar**, **Nuevo estudio de movimiento** o desplegando la pestaña de **Estudio de movimiento**.



Figura 9.1. **Nuevo estudio de movimiento**.

Mediante **Estudio de movimiento** se pueden agregar efectos con **Motores rotativos** y **Lineales**, **Contactos**, **Gravedad** y **Muelles**. Además, es posible **Guardar** y **Reproducir** una animación realizada. En los estudios de movimiento es posible incorporar propiedades visuales como la iluminación y la perspectiva de cámara.



Figura 9.2. **Nuevo estudio de movimiento**.

Animación. El movimiento creado es conducido por puntos clave o motores y depende de las relaciones de posición del ensamblaje.
Movimiento básico. Genera una simulación realística a partir de las relaciones de posición, resortes, gravedad y motores.
Análisis de movimiento. Es la simulación más realista porque tiene en cuenta todos los tipos de movimiento y ofrece resultados numéricos precisos.

Todos los parámetros definidos en **SolidWorks®** son susceptibles de ser animados. Así pues, puede animar el movimiento de las piezas de su ensamblaje siguiendo los parámetros establecidos en las **Relaciones Geométricas** y las **Simulaciones Físicas**, cambiar la **Textura**, **Color** y/o **Propiedades ópticas** de sus modelos en un intervalo de tiempo, **Explosionar** o **colapsar** sus diseños a medida de gira en pantalla, animar el movimiento de los **Focos de luz** direccional o ambiental que iluminan la escena, entre otras muchas posibilidades.

La aplicación **Estudio de Movimiento** se basa en el empleo de **Imágenes** y **Puntos clave** en una **Escala de tiempos**. Usted solo debe indicar la posición o propiedades de su modelo en un momento determinado y la posición o propiedades en otro momento distinto. **SolidWorks®** calcula la secuencia entre los tiempos y las posiciones definidas y crea una transición de imágenes de posición que puede animar mediante el reproductor de vídeo.

El interfaz empleado en los estudios de movimiento se denomina **MotionManager** y aparece en pantalla al pulsar sobre la pestaña **Estudio de movimiento**. Los elementos que lo definen son: **Escala de tiempo**, **Barra de tiempo**, **Barra de cambio**, **Imágenes clave-marcas** y **Gestor de diseño**.

Escala de tiempo

Es la interfaz que define el tiempo de la animación. Se encuentra en la derecha del Gestor de diseño del **MotionManager** y muestra la escala de tiempos y los eventos definidos en el estudio de movimiento.

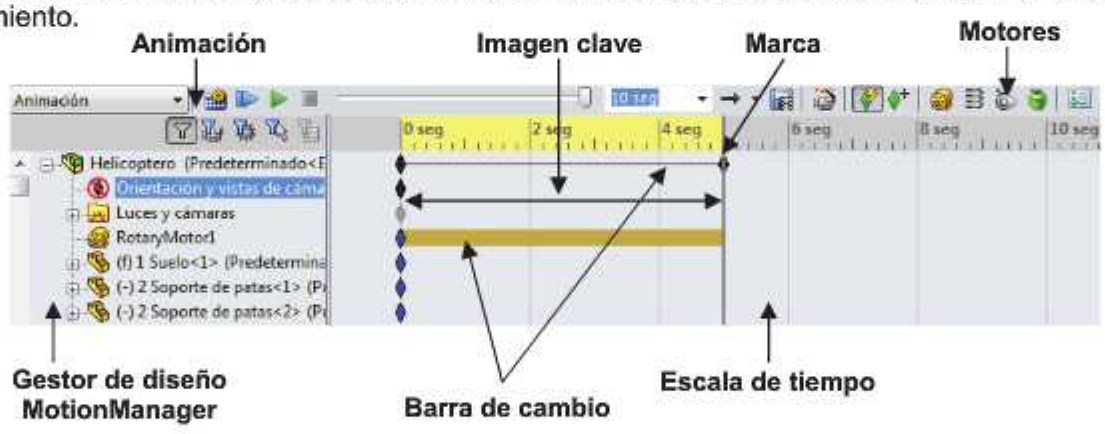


Figura 9.3. **MotionManager** de **Estudio de movimiento**.

Barra de cambio

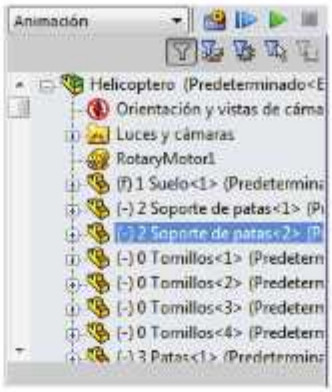
Son las barras horizontales que conectan las marcas y describen el cambio entre ellas. Los cambios incluyen la duración del movimiento, el movimiento de componentes, el cambio en las propiedades del elemento de simulación, la orientación de vista y las propiedades visuales como el color o la transparencia.



Imágenes clave y marcas

Definen el comienzo o el final de un cambio en una posición de la animación u otros atributos en un momento determinado. Una **Marca** se representa a partir de rombos y se corresponde con las distintas posiciones definidas para los componentes del ensamblaje. La **Imagen clave** es el área localizada entre las marcas con duración variable.

Gestor de diseño



Se encuentra en la parte izquierda y contiene, además de cada uno de los componentes del ensamblaje, la **Orientación y vistas de cámara**, la carpeta **Luces, cámaras y escena** y cualquier elemento de simulación que se haya añadido como **Motores**, **Fuerzas** o **Resortes**.

Para realizar análisis de movimiento y simular de forma más precisa un ensamblaje teniendo en cuenta fuerzas, resortes, amortiguados, fricción, etc., puede utilizar **SolidWorks Motion**, incluido **en SolidWorks Premium**.

Reproducir desde el inicio. Reproduce la animación desde el inicio.

Reproducir. Reproduce la animación desde el lugar donde se encuentre la Barra de tiempo.

Detener. Detiene la animación.

Bucle. Permite ver la animación de forma **Normal**, en **Bucle** o de **Forma alternativa.**

Guardar. Guarda la animación en formato **AVI** para poder ser visualizada en un reproductor de vídeo.

Asistente para animación. Da acceso al **Asistente de animación** que le guía en el proceso de creación de una animación.

Zoom acercar. Acerca el modelo. **Zoom alejar**. Aleja el modelo.

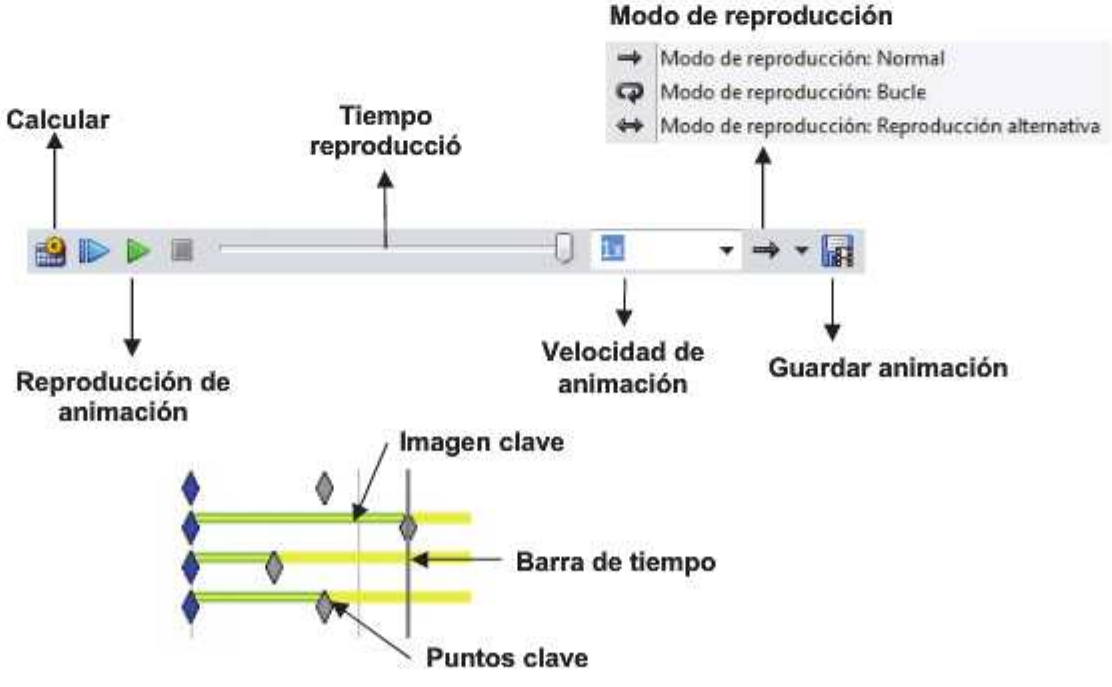
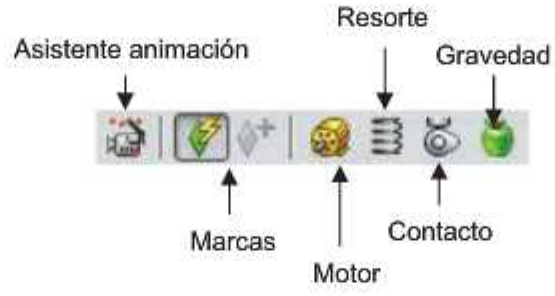


Figura 9.4. **MotionManager** de **Estudio de movimiento**.

9.2 Estudios de movimiento básicos

La creación de un estudio de movimiento básico consiste en la definición de motores y su animación. Se pueden simular efectos de motores, resortes, contacto y gravedad. Los movimientos básicos tienen en cuenta la masa y el cálculo necesario para su animación es relativamente rápido.



Para crear una **Simulación de Movimiento** básico las etapas que debe seguir son:

1. Cree o abra un ensamblaje con **Relaciones Geométricas de posición** y sin colisiones entre sus elementos. Utilice para ello las relaciones de **Concentricidad**, **Tangencia**, etc.

2. Abra la Barra de Herramientas de **Estudio de movimiento** y agregue las relaciones necesarias: **Motores Lineales** o **Rotatorios**, **Resortes** y/o **Gravedad**.

3. Pulse **Calcular Simulación**.

4. Visualice los resultados de la simulación seleccionando la opción **Reproducir simulación**. Puede **Guardar y Reproducir** la simulación creada.

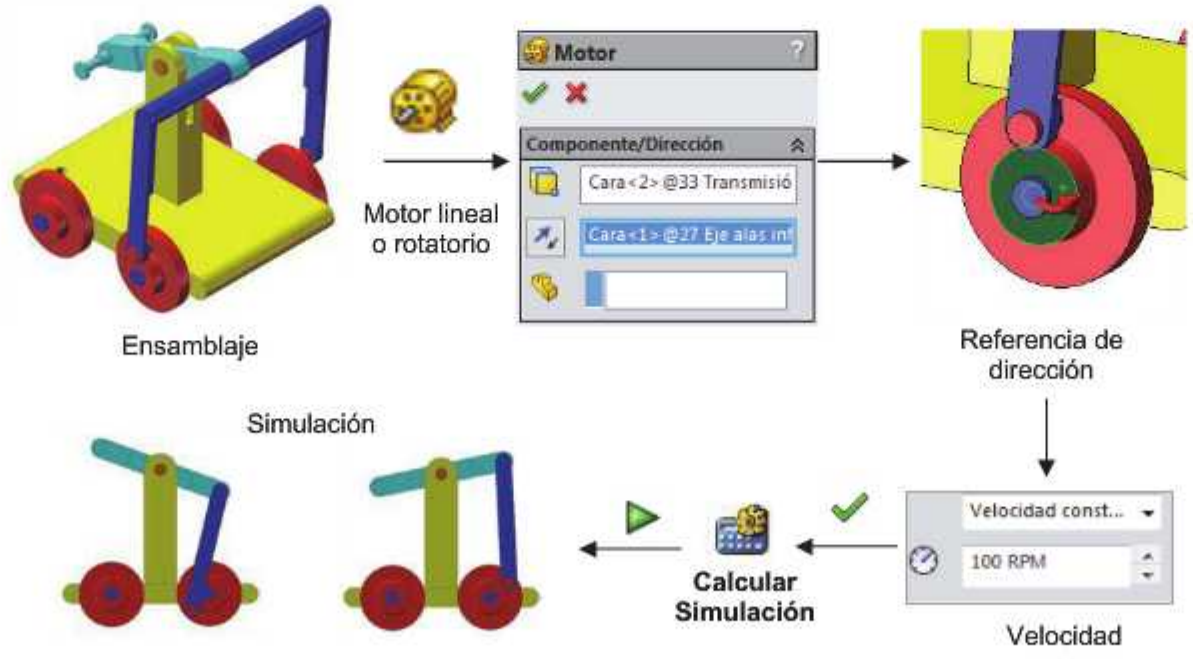


Figura 9.5. Etapas en la creación de un **Estudio de Movimiento** básico.

9.2.1 Motor

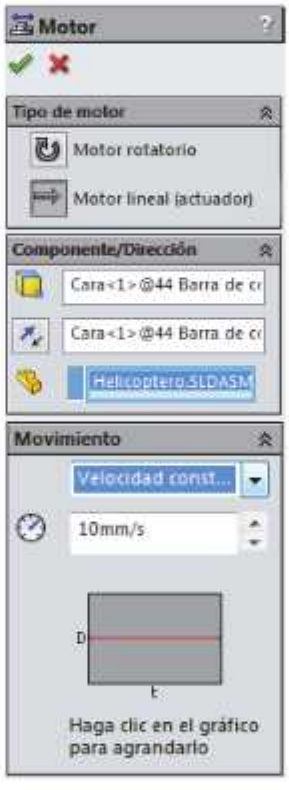


Los **Motores Lineales** y **Rotatorios** permiten simular físicamente el ensamblaje haciendo deslizar o rotar unos componentes respecto a otros según los grados de libertad establecidos en las **Relaciones Geométricas de posición** y la **Cinemática de colisiones físicas**. Su aplicación permite visualizar, mediante animación, como cada una de las piezas de su ensamblaje se mueven unas respecto a otras. Debe definir la **Dirección** de deslizamiento o rotación y la **Velocidad** del componente antes de pulsar **Aceptar**.

Motor Lineal

Permite simular el ensamblaje mediante deslizamiento de un componente respecto del otro según los grados de libertad definidos con las **Relaciones Geométricas de posición** del ensamblaje.

Para crear un **Motor Lineal** las etapas que debe seguir son:



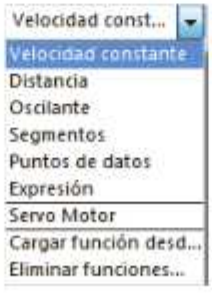
1. **Abra** un **ensamblaje** que tenga perfectamente definidas las relaciones de posición entre sus componentes.

2. Pulse la opción **Motor** y seleccione **Motor Lineal (Actuador)** desde la Barra de Herramientas **Estudio de simulación** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Simulación**, **Motor**.

   En el **PropertyManager** de **Motor** defina la **Referencia de dirección** seleccionando una **arista** (lineal o circular), una **cara** (plana, cilíndrica o cónica), un **Eje** o un **Plano** de uno de los componentes del ensamblaje. Si selecciona un **Plano** o una **Cara plana** la **referencia de dirección** es perpendicular a la entidad. Cuando selecciona una **Arista circular** o una **Cara cónica** la referencia de dirección es paralela al eje del cilindro.

3. Defina el **Tipo de movimiento** y la **Velocidad** (Velocidad constante, distancia, oscilante, etc.) y pulse **Aceptar**. Observe la creación de la barra de cambio. Pulse **Aceptar** para agregar el **Motor Lineal**.

4. Pulse **Calcular Simulación** para procesar los movimientos y visualizar la animación resultante. No detenga la simulación hasta asegurarse de que han terminado los cálculos.







Vea el DVD
Capítulo 9

Figura 9.6. Agregar **Motor Lineal**.

El **Motor Lineal** agregado aparece en el **Gestor de Diseño** dentro de la carpeta **Simulación**. Puede editarlo cuando lo desee modificando de esta forma los parámetros de **Dirección** y **Velocidad**.



Los parámetros de definición de la **Estudio de movimiento** aparecen en el **Gestor de Diseño**. Puede **Modificar**, **Eliminar** y **Reestablecer** la animación creada.

La simulación es válida siempre y cuando no modifique el ensamblaje. Se entiende por modificar el ensamblaje la **Supresión**, **Eliminación** o la **Edición** del mismo por cambio de las características (**Flotación**, **Fijación** o **Movimiento de algunas de sus piezas**).

Motor Rotativo

Permite simular el **Movimiento Rotativo** de uno de los componentes del ensamblaje y su transmisión al resto según las relaciones geométricas establecidas.

Para crear un **Motor Rotativo** las etapas que debe seguir son:

1. **Abra** un **ensamblaje** que tenga perfectamente definidas las **Relaciones Geométricas de posición** entre sus componentes.

2. Pulse la opción **Motor** y seleccione **Motor Rotativo** desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Simulación**, **Motor, Motor Rotativo**.

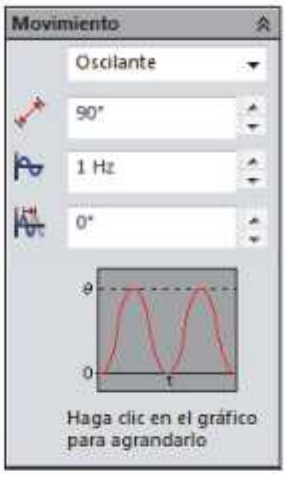
3. En el **PropertyManager** defina la **Referencia de dirección** seleccionando una **arista circular** o una **cara cilíndrica/cónica** de uno de los componentes del ensamblaje. Pulse **Invertir Dirección** si lo cree conveniente después de visualizar la dirección de rotación desde la **Zona de Gráficos**.





Vea el DVD Capítulo 9

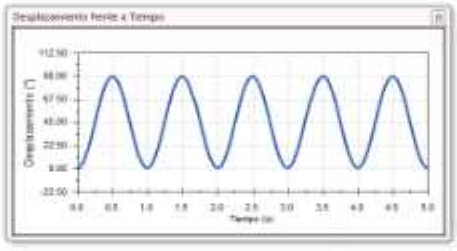
Figura 9.7. Agregar **Motor Rotativo**.



La **Referencia de Dirección** del **Motor Rotativo** es una dirección de rotación que es paralela al eje de rotación. El componente se mueve respecto a su centro de masas teniendo en cuenta el resto de **Relaciones Geométricas de posición** establecidas en el ensamblaje.

4. Defina las características del movimiento rotativo. Puede seleccionar diferentes tipos. En la figura se indica el **Oscilante** (Especifica un perfil de motor oscilante y variable con el tiempo de forma sinusoidal. Pulse **Aceptar** para agregar el **Motor Rotativo**.

5. Pulse **Calcular Simulación** para procesar los movimientos y visualizar la animación resultante.







El **Motor Rotativo** agregado aparece en el **Gestor de Diseño** dentro de la carpeta **Simulación**. Puede editarlo cuando lo desee modificando de esta forma los parámetros de **dirección** y **velocidad**.

9.2.2 Muelle

El **Muelle** permite aplicar una fuerza de recuperación a un componente del ensamblaje respecto de un punto de forma que se moverá durante el transcurso de la simulación hasta la nueva posición.

La inserción de un resorte lineal exige definir la constante del resorte. Esta, al igual que en los muelles, y según la *Ley de Hook*, cuando es grande, mueve el componente de forma más rápida. A igualdad de condiciones, un mismo resorte mueve de forma más rápida una pieza con menos masa. El fin del movimiento se produce cuando el resorte alcanza su longitud libre o de reposo.





Figura 9.8. **Resorte Lineal/torsional**.

Para crear un **Muelle** las etapas que debe seguir son:



1. **Abra** un **ensamblaje** que tenga perfectamente definidas las relaciones de posición entre sus componentes. Pulse la opción **Muelle** desde la Barra de Herramientas o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Simulación**, **Muelle.**

2. En el **PropertyManager** de **Resorte seleccione Lineal** o **Torsional** seleccione dos **Puntos** para indicar los extremos del resorte. Puede seleccionar **Aristas**, **Vértices** o **Puntos de croquis**. Al seleccionar una **Arista** se toma el punto medio de la misma.

   Seleccione Resorte lineal solo para movimiento básico y análisis de movimiento. Representa las fuerzas que actúan entre los dos componentes conectados por el resorte (distancia y dirección). La opción **Resorte torsional** representa fuerzas torsionales que actúa entre dos componentes (calcula los momentos de resorte en función del ángulo entre dos piezas con respecto al eje especificado). Solo debe emplearlo en Análisis de movimiento (Según expresiones funcionales para fuerzas de resorte)

3. En **Parámetros de resorte seleccione los puntos extremos dónde localizar el muelle**. Defina el **exponente de la fuerza** del resorte, la **constante** y la **longitud libre** (resorte lineal) o ángulo libre (para resorte torsional). La longitud libre representa la distancia entre piezas mientras que el ángulo libre especifica el ángulo entre los puntos del resorte cuando están sometidos a carga.

4. En **Amortiguador** indique el valor del exponente de expresión de fuerza del amortiguador solo para análisis en **Motion**.

5. En **Visualización** indique el diámetro de la espira del muelle, el número de espiras y el diámetro del alambre. Pulse **Aceptar** para **Agregar** el **Muelle**.

6. Pulse **Calcular Simulación** para procesar los movimientos y visualizar la animación resultante.

Resorte lineal: `- K* (X - Xo)**n + Fo`

Resorte torsional: `- KT* (Theta - Thetao)**n + To`

En estas expresiones:

K es la **constante de resorte lineal**. KT es la **constante de resorte torsional**. X es la distancia actual entre las piezas en los puntos de asociación. Theta es el ángulo actual entre las piezas, con respecto al eje de resorte definido por el usuario. Xo define la longitud de referencia para el resorte. Si la fuerza de referencia del resorte es cero, Xo es la longitud libre. Thetao define el ángulo de referencia para el resorte torsional. Si la torsión de referencia del resorte es cero, Thetao es el ángulo libre. Fo especifica la fuerza de referencia en Xo. To especifica la torsión de referencia del resorte torsional en Thetao. n es el **exponente**. Por ejemplo, si la fuerza del resorte = $-kx^2$, entonces n = 2. Las opciones válidas son <-4,-3,-2,-1,1,2,3,4>.

9.2.3 Contacto

La Herramienta **Contacto** establece relaciones entre los componentes de un ensamblaje de forma que se evite la penetración de unos sobre otros durante el movimiento. Los contactos pueden establecerse con **Movimiento Básico** y **Análisis de movimiento**.

Para crear un **Contacto** las etapas que debe seguir son:

1. **Abra** un **ensamblaje** con las relaciones de posición entre sus componentes previamente definidas. Pulse sobre **Estudio de movimiento** y **Contacto** desde la Barra de Herramientas o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Simulación**, **Contacto.**

2. En el **PropertyManager** de **Contacto** aparece el mensaje inicial que le recuerda la importancia de agregar únicamente los contactos que sean necesarios. La creación de un elevado número de contactos puede reducir la calidad de la simulación y aumentar excesivamente el tiempo de cálculo.

3. En **Tipo de contacto** seleccione **Sólidos** o **Curvas**. La primera opción es válida para el estudio de movimiento entre componentes en 3D mientras que la opción **Curvas** agrega un estudio entre curvas que se tocan en 2D.

4. Seleccione los componentes que deban mantener en contacto. La opción **Usar grupos de contactos** activa la selección de grupos de contactos para el estudio de Análisis de movimiento e ignora el contacto entre piezas del propio grupo.

5. En la pestaña de **Material** seleccione los materiales para cada par de contacto. El orden de selección no importa. Puede seleccionar caucho-acero o acero-caucho.

6. El **Fricción** puede definir las propiedades estáticas y dinámicas de la fricción durante el contacto de los componentes. V_k es la velocidad de fricción dinámica, μ_K es el coeficiente de fricción dinámico, v_s es la velocidad de fricción estática y μ_s es el coeficiente de fricción estático.

7. En **Propiedades elásticas** seleccione **Impacto** o **Coeficiente de restitución**. El impacto se calcula a partir de la expresión indicada dónde k es la rigidez, el exponente e (fuerza exponencial),c_{max}. Amortiguamiento máximo y d_{max} la penetración de contorno.

$$F_n = k * (g^e) + \text{Paso}\,(g, 0, 0, d_{max}, c_{max}) * dg/dt$$

La opción **Coeficiente de restitución** configura el cociente de velocidades relativas de dos esferas elásticas antes y después del impacto.



9.2.4 Gravedad

La Herramienta de Simulación **Gravedad** desplaza los componentes de un ensamblaje por la fuerza de la gravedad. Puede definir una simulación de gravedad por cada ensamblaje y todos los componentes se mueven solidariamente y a la misma velocidad en función de las **Relaciones Geométricas de posición** establecidas. La inserción de los **Motores de Simulación** (**Lineales** y **Rotatorios**) prevalece sobre la **Gravedad**.

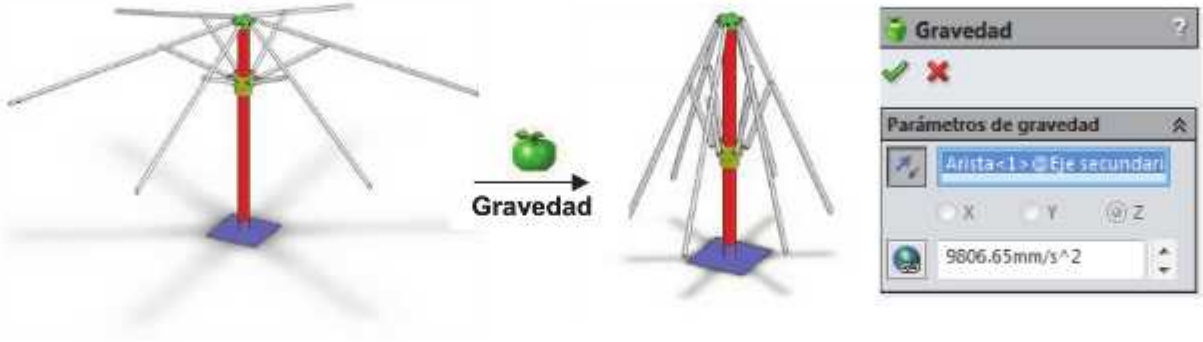


Figura 9.9. Efecto de **Gravedad** sobre una sombrilla.

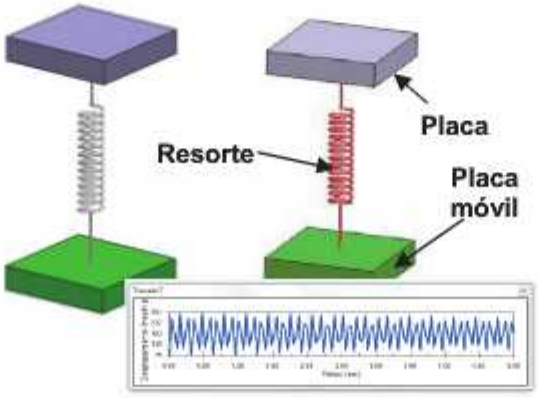
Para crear una **Simulación de Gravedad** las etapas que debe seguir son:

1. **Abra** un **Ensamblaje** que tenga perfectamente definidas las **Relaciones Geométricas de posición** entre sus componentes.

2. Pulse la opción **Gravedad** desde la Barra de Herramientas o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Simulación**, **Gravedad.**

3. En el **PropertyManager** de **Gravedad** seleccione una **Arista lineal**, **Cara plana**, **Plano** o un **Eje** de **Referencia de Dirección**. Puede seleccionar **un plano de referencia** para indicar una dirección normal al mismo. Lo habitual es seleccionar una arista normal al **Plano Alzado** para indicar la dirección de la **Gravedad**.

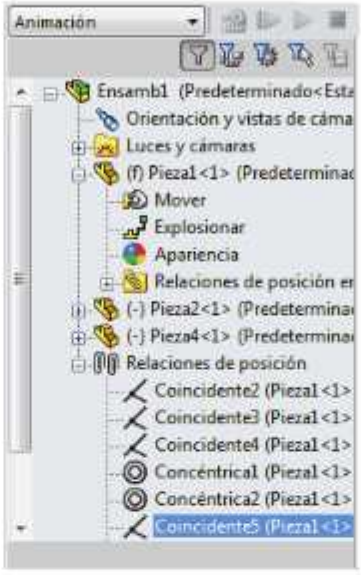
4. Indique la **Intensidad de la Gravedad** desplazando el control deslizante o mediante un valor numérico (mm/s^2). Pulse **Aceptar** para crear el efecto de **Gravedad**. Pulse **Calcular Simulación** para procesar los movimientos y visualizar la animación resultante. En el modelo de la figura se tiene una placa móvil sujeta a una placa fija a través de un muelle. La actuación de la gravedad provoca la caída de la placa móvil y un movimiento oscilatorio.



Solo es posible definir la gravedad una única vez por simulación y un elemento de gravedad por cada ensamblaje. Debe saber que todos los componentes del ensamblaje son acelerados con la misma intensidad bajo el efecto de la gravedad sin tener en cuenta su masa. Además, el movimiento debido a los otros motores son prioritarios al motor de gravedad.

9.3 Creación de una animación sencilla

Para crear una animación sencilla debe mover la **Barra de tiempo** vertical hasta hacerla coincidir con el tiempo deseado de la animación a realizar. Por ejemplo 10 segundos. A continuación seleccione uno o varios de los componentes que conforman el ensamblaje y defina el tipo de variación que desee animar. Las variaciones pueden ser:



- **Cambios en la posición**. Desplace el componente hasta una nueva posición. Se calculan las posiciones intermedias hasta alcanzar la nueva posición.

- **Cambios en las propiedades visuales**. Cambio de color, de textura, transparencia, etc. Genera una transición de la propiedad visual desde el estado inicial al estado final.

- **Cambios en el punto de vista**. Modifique el punto de vista de la pieza o del ensamblaje. Se calculan las posiciones intermedias desde la posición inicial hasta la final.

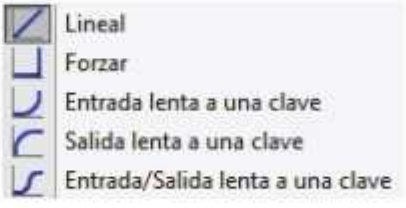
- **Cambios en el sistema de iluminación**. Defina las características finales de la iluminación. La posición del foco de luz o sus propiedades (intensidad, color, etc.).

Además puede animar un modelo empleando el **Asistente de Animación** que permite crear una animación a partir de su **Rotación** alrededor del eje X, Y o Z, **Explosionado**, **Colapsado**, y siguiendo las **Simulaciones Físicas**. Estos tres últimos modos de animación deben ser definidos previamente en el ensamblaje.

9.4 Modo de interpolación

Las transiciones entre las condiciones o posiciones iniciales y finales pueden ser reguladas mediante el **Modo de interpolación**.

El **Modo de interpolación** regula la velocidad del cambio de la variación entre la situación inicial y la final. Para definir un **Modo de interpolación** pulse el botón secundario del ratón sobre un **Punto Clave**. Seleccione uno de los **Modos de interpolación**: **Lineal**, **Forzar**, **Entrada lenta en una clave**, **Salida lenta de una clave**, **Entrada/salida lenta a una clave**, en función del tipo de transición a insertar.



Después de crear una animación aparece la pestaña **Estudio de movimiento1** en la parte inferior del **Gestor de Animaciones**. Si desea agregar una nueva animación a la ya existente defina las secuencias en la misma pestaña. Si, por el contrario desea crear una animación nueva pulse sobre el botón secundario del ratón en la pestaña **Estudio de movimiento** y seleccione **Nueva**.

9.5 Animación del movimiento de algunos de los componentes del ensamblaje

Para crear una animación donde se muestre el **movimiento de alguno de sus componentes** los pasos que debe seguir son:

1. Abra un documento de ensamblaje. Asegúrese que el ensamblaje tiene definidas las **Relaciones Geométricas** entre cada uno de los componentes.

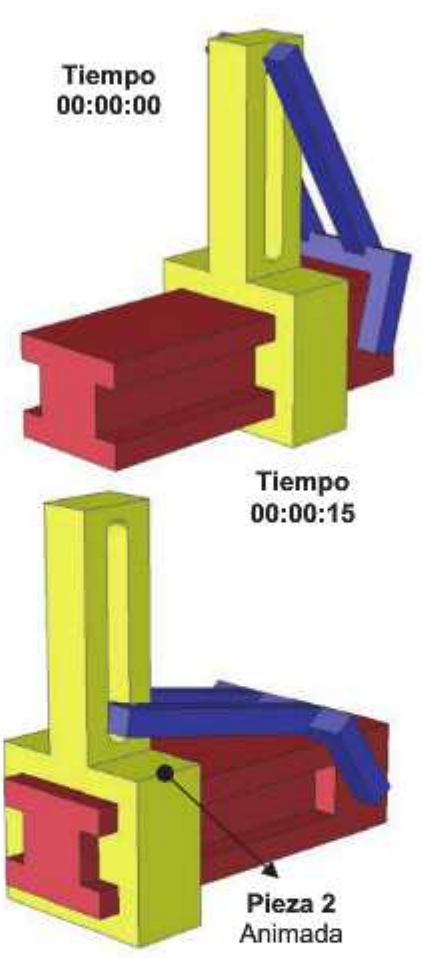
2. Pulse sobre **Estudio de movimiento.**

3. Desplace la **Barra de tiempo** hasta el tiempo final de la animación a realizar (15 segundos en la figura 9.10).

4. Arrastre cada una de las piezas desde su posición inicial hasta la posición final. Puede desplazarlas desde la **Zona de Gráficos**. Después de arrastrar la pieza observe como aparece una **Barra de cambios** de longitud igual al tiempo definido en el paso 3. Repita la operación para el resto de piezas que desee mover en su ensamblaje.

5. Para visualizar la animación seleccione la **Línea de tiempos** (línea vertical) y arrástrela con el botón izquierdo pulsado o pulsando la Barra espaciadora. Observe como cada una de las piezas se desplazan conservando las relaciones geométricas del ensamblaje desde la posición inicial hasta la posición final.

6. Para visualizar la animación pulse **Reproducir** desde el **Gestor de Diseño**. Observe como las piezas adquieren movimiento al mismo tiempo que se desplaza la **Línea de tiempos**.



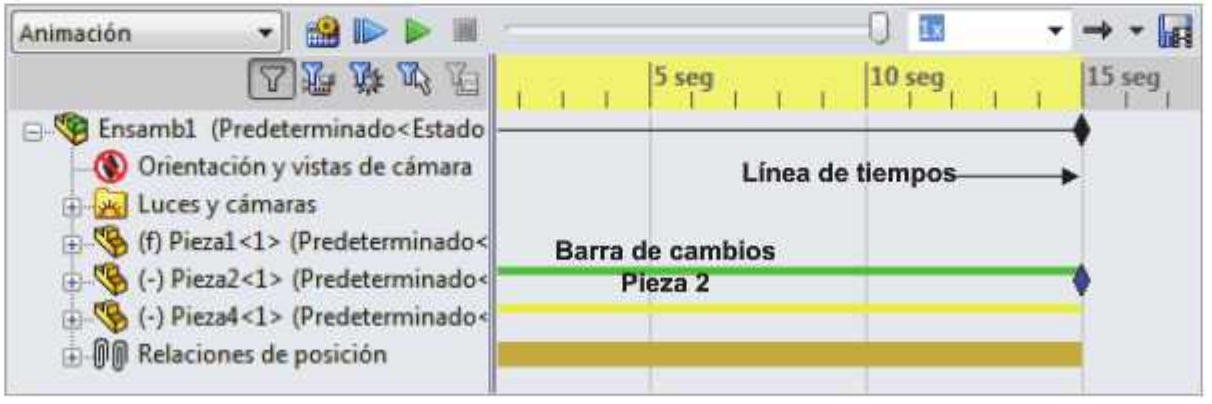


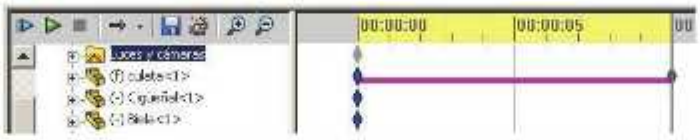
Figura 9.10. Animación sencilla de un solo componente.

9.6 Animación de las propiedades visuales

Para crear una animación dónde se muestre una **transición de las propiedades visuales** de algunos de los componentes los pasos que debe seguir son:

1. Abra un documento de pieza o ensamblaje y seleccione **Estudio de movimiento**.

2. Desplace la **Barra de tiempo** hasta el tiempo final de la animación a realizar.



3. Pulse con el botón secundario del ratón sobre el modelo al que desee modificar sus propiedades visuales desde el **Gestor de Diseño**. Seleccione **Apariencia**.



4. Seleccione **Cambiar transparencia**, **Color** o **Textura**, desde **Apariencia**.



Vea el DVD
Capítulo 9



5. Pulse **Reproducir** desde el **Gestor de Diseño** para ver la animación. Observe como se produce una transición de las propiedades visuales desde el inicio hasta el final de la animación.







9.7 Animación del punto de vista de una pieza o ensamblaje

Para crear una animación dónde se muestre una **transición entre distintos puntos de vista** de una pieza o ensamblaje pasos que debe seguir son:

1. Abra un documento de pieza o ensamblaje.
2. Pulse sobre **Estudio de movimiento**.
3. Desplace la **Barra de tiempo** hasta el tiempo final de la animación a realizar.
4. Pulse con el botón secundario del ratón sobre **Orientación y vistas de cámara** desde el **Gestor de Diseño**. Seleccione **Orientación de vista** (**Frontal**, **Posterior**, **Izquierda**, etc.).
5. Repita el proceso 3-4 indicando un nuevo tiempo y otra orientación de su modelo para crear una segunda transición en la animación.
6. Pulse con el botón secundario del ratón sobre los **Puntos Clave** y defina el **Modo de interpolación** (**Lineal**, **Forzar**, **Entrada lenta en una clave**, **Salida lenta de una clave**, **Entrada/salida lenta a una clave**), en función del tipo de transición a insertar.
7. Para visualizar la animación pulse **Reproducir** desde el **Gestor de Diseño**. Observe como se produce un movimiento entre las transiciones de las orientaciones definidas para cada punto clave.



8. Para **Grabar** la animación pulse sobre **Guardar** desde el **Gestor de Diseño** y defina el compresor de vídeo adecuado a sus necesidades.





Vea el DVD
Capítulo 9

Figura 9.11. Animación sencilla del punto de vista de una pieza o ensamblaje.

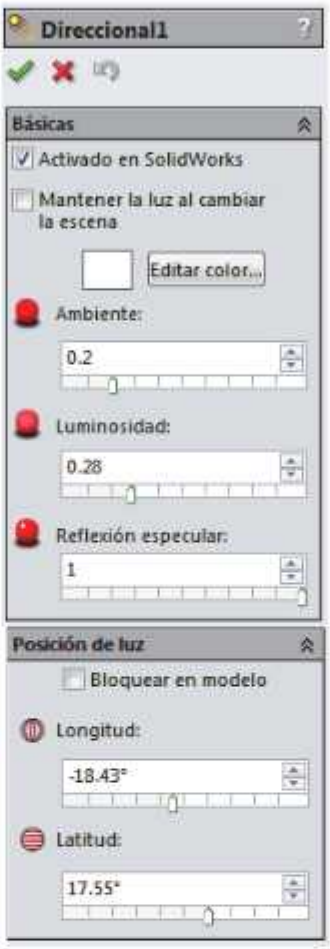
9.8 Animación del movimiento del sistema de iluminación

Para crear una animación donde se muestren **variaciones en el sistema de iluminación** los pasos que debe seguir son:

1. Abra un documento de pieza o ensamblaje. Pulse sobre **Estudio de movimiento**. Desplace la **Barra de tiempo** hasta el tiempo final de la animación a realizar.

2. Desde el **Gestor de Diseño** maximice la pestaña **Luces y cámaras** pulsando sobre **+** con el botón izquierdo de su ratón. Seleccione la iluminación a modificar **Ambient** o **Direccional**. En **Ambient** puede modificar el **Color** de la iluminación ambiental mientras que el **Directional** puede modificar el **Color ambiental**, la **Luminosidad** y la **Reflexión especular** además de la posición del foco de iluminación a través de la **Longitud** y la **Latitud**.





3. Para visualizar la animación seleccione la **Línea de tiempos** (línea vertical) y arrástrela con el botón izquierdo pulsado o pulsando la Barra espaciadora. O pulse sobre **Reproducir**. Observe cómo varía la iluminación.

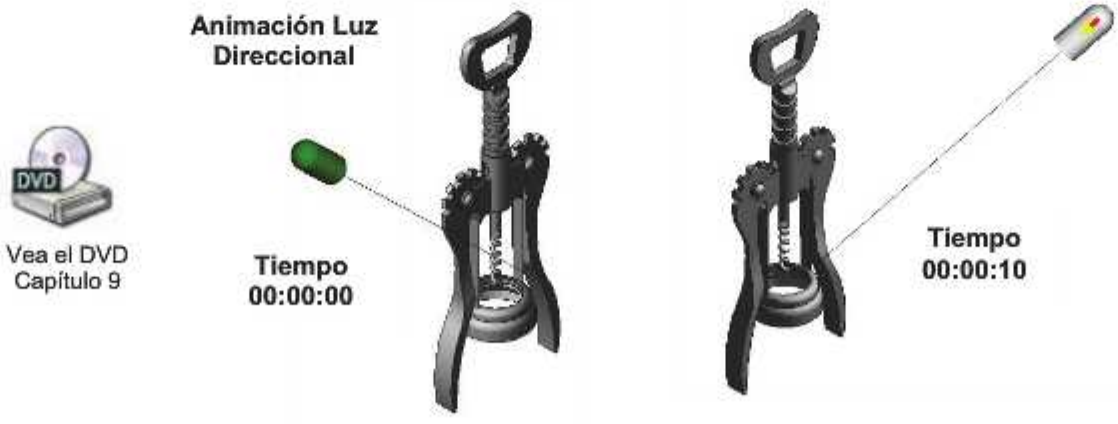


Figura 9.12. Animación sencilla del sistema de iluminación.

Prácticas 9-1, 9-2, 9-3 y 9-4

A partir de los ensamblajes contenidos en el DVD que acompañan el libro emplee el Estudio de movimientos para crear animaciones y vídeos en formato AVI.

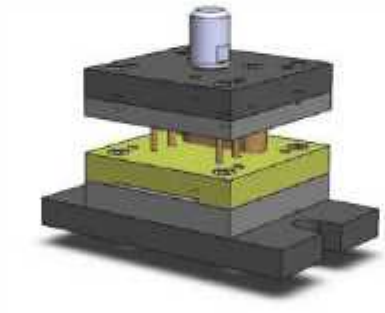
⧗ 15 minutos



Práctica 9-1
Realice un vídeo en formato AVI en el que se observe el funcionamiento del **reloj Foliot** de la figura mediante el uso de motores de animación.
Y. Fernández, A. Oliu, J. Pavón, C. Oliva, M. Puighermanal.
Profesor: O. Farrerons.

Práctica 9-2
A partir de la **Grúa de Da Vinci** cree un Estudio de movimiento para la realización de un levantamiento y giro de la carga. Guarde la animación en formato AVI.
R. Busqué, A. Moreno, P. Cervelló, N. Bes. Profesor: O. Farrerons.





Práctica 9-3
A partir de la **matriz de corte** cree un explosionado y un vídeo en formato AVI con el colapsado o montado del mismo.
Antonio Gil

Práctica 9-4
A partir del modelo de ensamblaje del helicóptero de radiocontrol realice un estudio de movimiento para mover los motores principales y de cola.
José A. Ramos Torrico

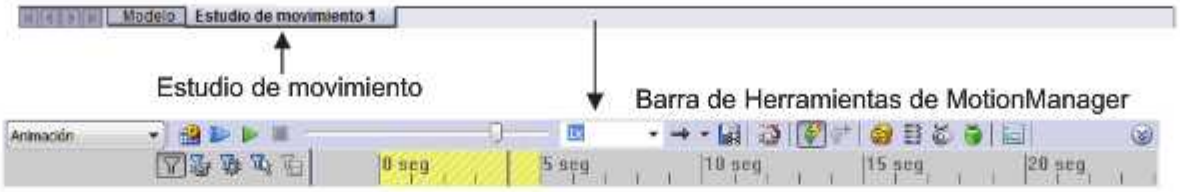


Objetivos del tutorial

- Creación de **Estudios de movimiento.**
- Gestor de diseño **(MotionManager).**
- Aplicación de motores y asistente para la animación.
- Post-procesado de animaciones en formato AVI.

Reloj de Foliot

1. Pulse la opción **Abrir** del Menú persiana **Archivo** (P9-1) o sobre el icono **Abrir**. Localice el ensamblaje en el DVD que acompaña el libro. Pulse sobre la pestaña **Estudio de movimiento 1** desde la parte inferior de la Zona de Gráficos.



2. Pulse la opción **Motor** y seleccione **Motor Rotatorio** desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Simulación**, **Motor, Motor Rotatorio**. En el **PropertyManager** seleccione la arista indicada en la figura como **Dirección del giro** y la cara como **Ubicación del motor**. Establezca 50 rpm y pulse **Aceptar**.

3. Seleccione **Análisis de movimiento** para hacer la animación más realista. Recuerde que si la opción no aparece en la lista de tipo de animación debe cargar el complemento SolidWorks **Motion** desde el Menú de persiana **Herramientas**, **Complementos**.

4. Pulse **Calcular**. Después de un tiempo pulse sobre **Reproducir** para ver la animación creada.

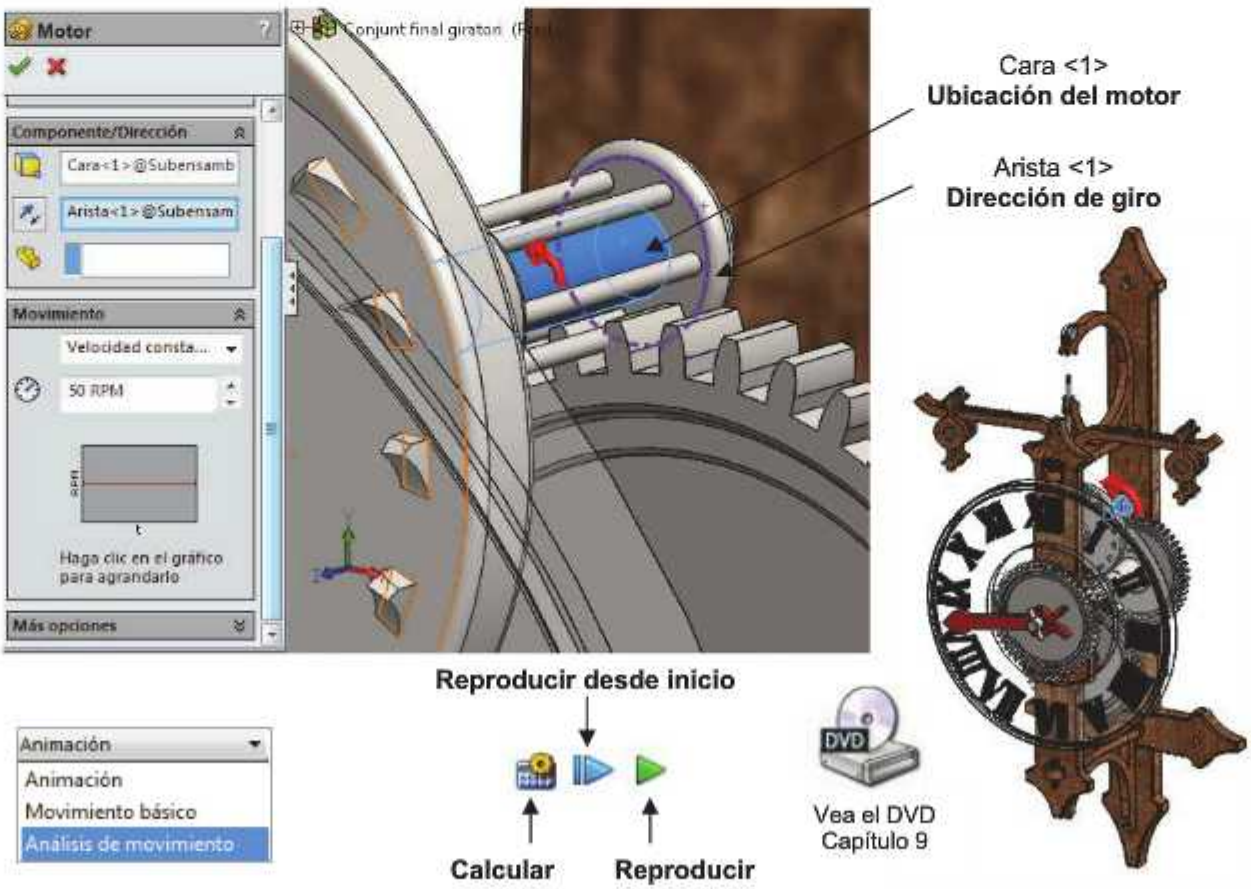


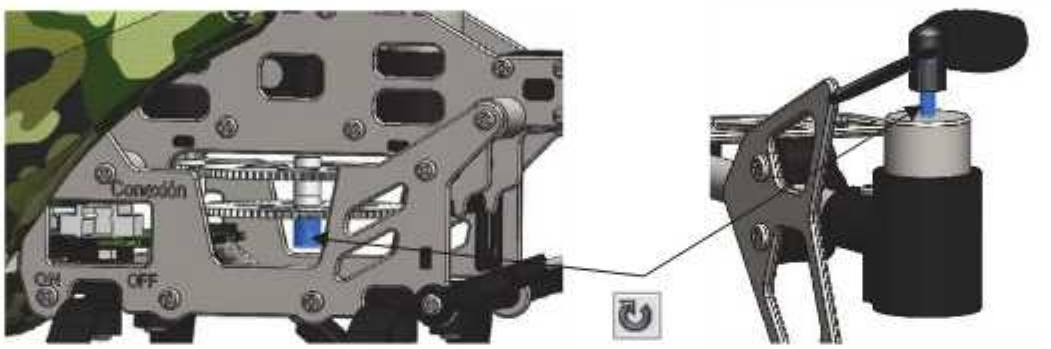
Figura 9.13. Animación del reloj de Foliot con Motor rotatorio.

Helicóptero

1. Pulse la opción **Abrir** del Menú persiana **Archivo** (P9-4) o sobre el icono **Abrir**. Localice el ensamblaje en el DVD que acompaña el libro. Pulse sobre la pestaña **Estudio de movimiento 1** desde la parte inferior de la Zona de Gráficos.

2. Pulse la opción **Motor** y seleccione **Motor Rotatorio** desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Simulación**, **Motor**, **Motor Rotatorio**. En el **PropertyManager** defina el eje de rotación indicado en la figura como **Dirección del giro** y la cara como **Ubicación del motor**. Establezca 100 rpm y pulse **Aceptar**.

3. Pulse **Calcular**. Después de un tiempo pulse sobre **Reproducir** para ver la animación creada.



Matriz de corte

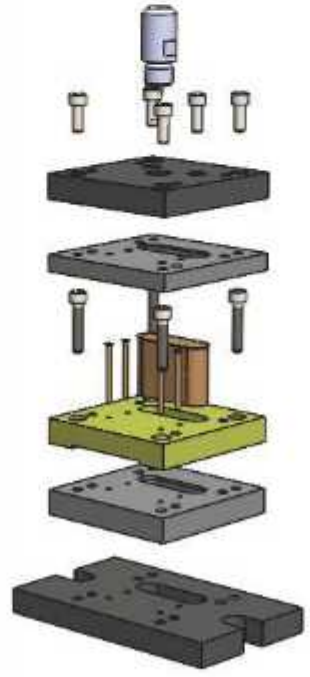
1. Localice el ensamblaje de la matriz de corte en el DVD que acompaña el libro (P9-3).

2. Seleccione **Vista Explosionada** y realice un explosionado de la matriz teniendo en cuenta las etapas de montaje/desmontaje. Para más información sobre la creación de vistas explosionadas consulte el capítulo 8 de ensamblajes.

3. Pulse sobre **Estudio de Movimiento** y **Asistente para la animación**. Seleccione **Explosionar o Colapsar.** Pulse sobre **Eliminar todos los trayectos existentes** para eliminar las anteriores secuencias de animación. Pulse **Siguiente**.

4. Indique 20 segundos como la **Duración** de la animación y 3 segundos como el **Tiempo en inicio** antes de empezar con el explosionado del ensamblaje. Pulse **Finalizar**.

5. Para visualizar la animación creada seleccione la **Línea de tiempos** (línea vertical) y arrástrela con el botón izquierdo pulsado o pulsando la **Barra espaciadora**. O pulse sobre **Reproducir** y observe cómo se produce el explosionado o colapsado del modelo.



9.10 Asistente para la animación



Es un asistente en tres pasos que permite definir una animación a partir de la rotación o giro del ensamblaje, el explosionado/colapsado o la importación de un movimiento básico creado con **Estudio de Movimiento**. Las animaciones creadas pueden ser posteriormente guardadas en formato AVI para su reproducción.

Para crear una animación con el **Asistente para animación** las etapas que debe seguir son:

1. **Abra** un **Ensamblaje** que tenga perfectamente definidas las **Relaciones Geométricas de posición** entre sus componentes. En caso que desee realizar una animación del montaje/desmontaje (Colapsado/Explosionado) debe crear un explosionado del conjunto antes de iniciar este proceso.





Girar el modelo



Colapsar



Explosionar



Simulación Física

2. Pulse sobre la pestaña **Estudio de movimiento**. Aparece un asistente en tres etapas. En la primera debe seleccionar el tipo de animación a realizar: **Girar el modelo**, **Explosionar**, **Colapsar**, **Importar movimiento de movimiento básico** o **Importar movimiento de Análisis de movimiento**. La casilla **Eliminar todos los trayectos existentes** permite borrar las animaciones previas definidas. Recuerde que la casilla **Explosionar/Colapsar** solo se activa cuando previamente ha realizado un explosionado en el ensamblaje. En caso contrario no es posible crear la animación por explosionado o colapsado. Pulse **Siguiente**.

3. En el caso de **Girar componente** debe definir el eje de giro, el número de rotaciones a realizar y su sentido. En caso de **Explosionado/Contraer** indique la duración en segundos que requiere el proceso y el tiempo de espera antes de iniciar el proceso de colapsado o explosionado. Si selecciona **Importar movimiento de movimiento básico** o **Importar movimiento de Análisis de movimiento** debe seleccionar un estudio. Pulse **Siguiente** para finalizar con el proceso.

4. Pulse **Calcular**. Después de un tiempo de procesado puede pulsar sobre **Reproducir** para ver la animación realizada.

5. Guarde la animación en formato AVI pulsando sobre **Guardar animación**. Defina el tamaño de la imagen, el número de fotogramas por segundo y el tipo de códec de compresión empleado para crear el vídeo AVI.

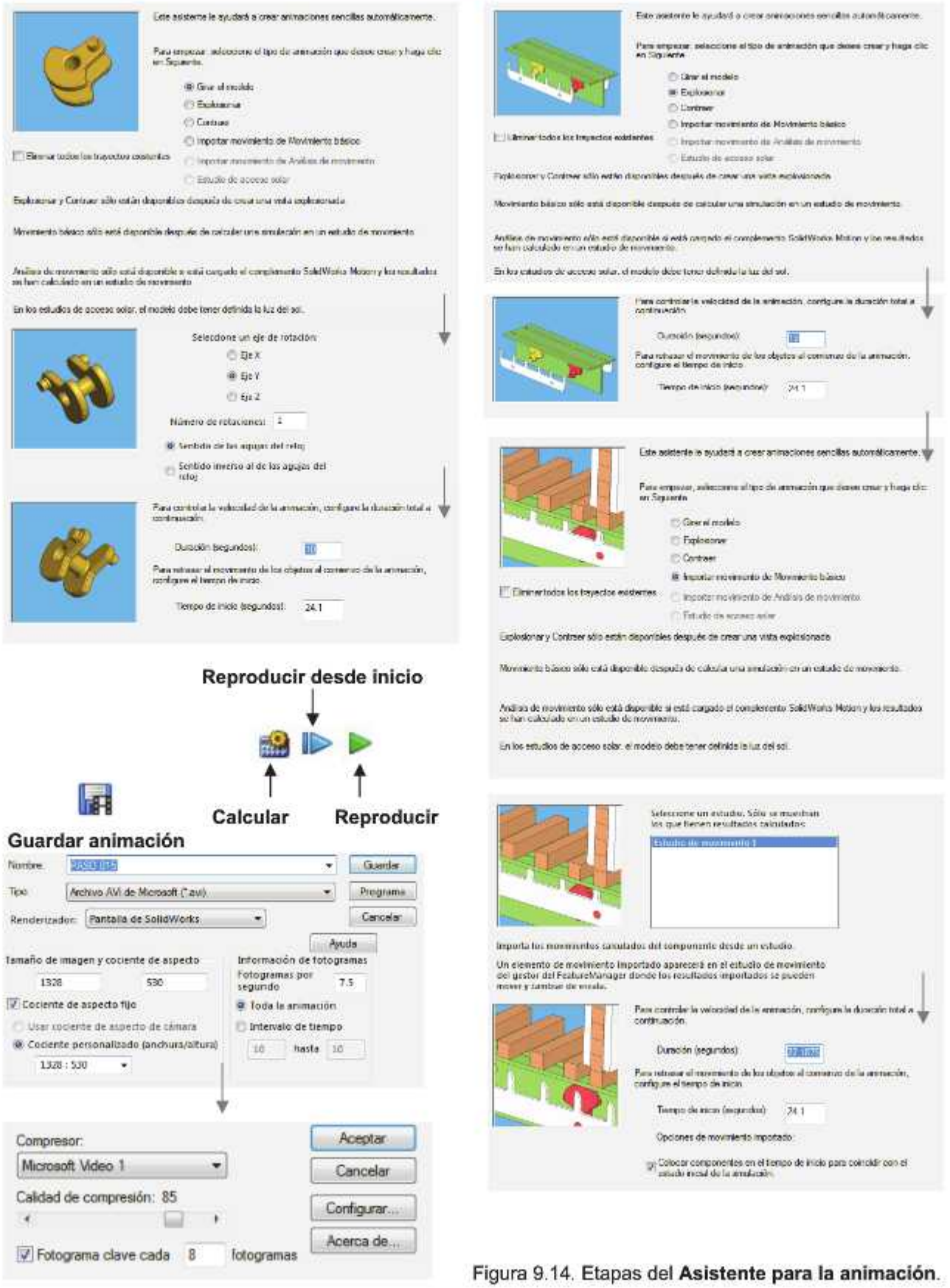


Figura 9.14. Etapas del **Asistente para la animación**.

9.10.1 Girar modelo

Permite crear una animación de rotación de un modelo o ensamblaje sobre cualquiera de los tres ejes X, Y o Z y forzando el número de vueltas en un tiempo determinado.

Para crear una animación de **rotación del modelo o ensamblaje** con el **Asistente para animación** los pasos que debe seguir son:

1. Abra un documento de pieza o ensamblaje. Seleccione la pestaña **Estudio de movimiento** desde la parte inferior izquierda de la **Zona de Gráficos**.

2. Pulse **Asistente para animación** desde el **Gestor de diseño** y seleccione **Girar modelo** desde el cuadro de diálogo **Seleccione un tipo de animación**. Pulse **Siguiente**.

3. Defina el **Eje de rotación** (Eje X, Y o Z), el **Número de rotaciones** o vueltas y el **Sentido** de las mismas (sentido agujas del reloj o sentido inverso al de las agujas del reloj). Pulse **Siguiente**.

4. Indique la **Duración** en segundos de la animación y el **Tiempo de inicio** del modelo antes de empezar el movimiento de rotación. Si en la pestaña **Tiempo de inicio** se indica un tiempo es debido a que en su modelo ya existe una animación previa y ésta se crea después de finalizar la existente. Pulse **Finalizar**.

5. Para visualizar la animación creada seleccione la **Línea de tiempos** (línea vertical) y arrástrela con el botón izquierdo pulsado o pulsando la **Barra espaciadora**. O pulse sobre **Reproducir**. Observe como el modelo gira en torno del eje definido y da las vueltas indicadas en el tiempo establecido.

6. A continuación, puede agregar cualquier otro tipo de animación.

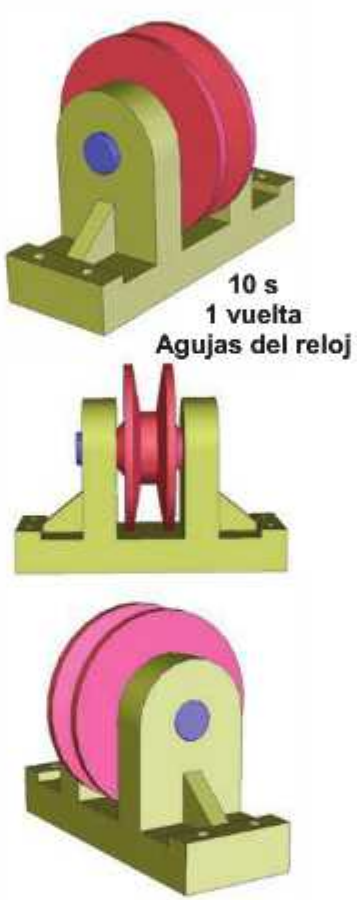




Figura 9.15. **Girar el modelo**.

9.10.2 Explosionar/Colapsar

Permite crear una animación en la que las piezas que componen un ensamblaje se explosionan o colapsan durante un tiempo definido. Para emplear la animación de **Explosionar/colapsar** debe haber creado una **Vista Explosionada** antes de pulsar sobre el **Asistente de animación**.

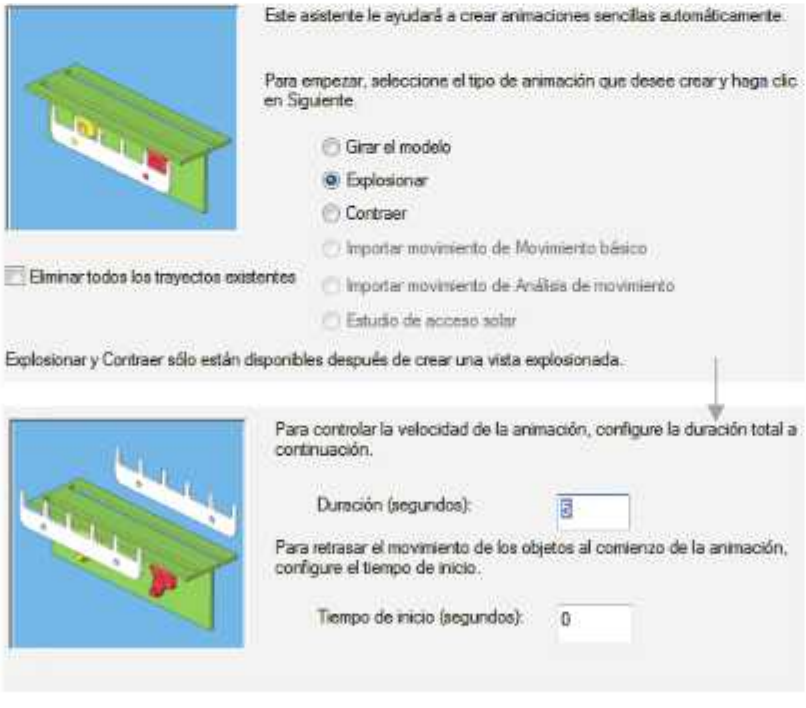
Para crear una animación de **Explosionado/Colapsado** en el **Estudio de movimiento** los pasos que debe seguir son:

1. Abra un documento de ensamblaje. Asegúrese que el ensamblaje abierto está explosionado. En caso contrario realice un explosionado.

2. Pulse sobre **Estudio de Movimiento** y seleccione **Explosionar o Colapsar.** Pulse sobre **Eliminar todos los trayectos existentes** para eliminar las anteriores secuencias de animación. Pulse **Siguiente**.

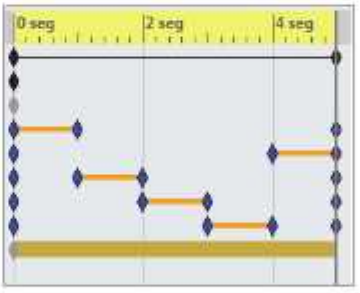
3. Indique la **Duración** en segundos de la animación y el **Tiempo en inicio** del modelo antes de empezar con el explosionado o colapsado de ensamblaje. Pulse **Finalizar**.

4. Para visualizar la animación creada seleccione la **Línea de tiempos** (línea vertical) y arrástrela con el botón izquierdo pulsado o pulsando la **Barra espaciadora**. O pulse sobre **Reproducir** y observe como se produce el explosionado o colapsado del modelo. A continuación, puede agregar cualquier otro tipo de animación.





Vea el DVD
Capítulo 9



Barras de cambio en las que se indica el movimiento de cada una de las piezas durante un explosionado.

Figura 9.16. **Explosionar/colapsar**.

Observe la **Barra de Tiempos** de la figura anterior El modelo empieza a colapsarse con la **pieza 1** al cabo de dos segundos y termina a los 11 segundos.

Inmediatamente inicia el movimiento la **pieza 2**. La **pieza 3** es la siguiente en colapsarse y finalmente la **pieza 4** que es la carcasa del modelo. La animación finaliza a los 20 segundos.

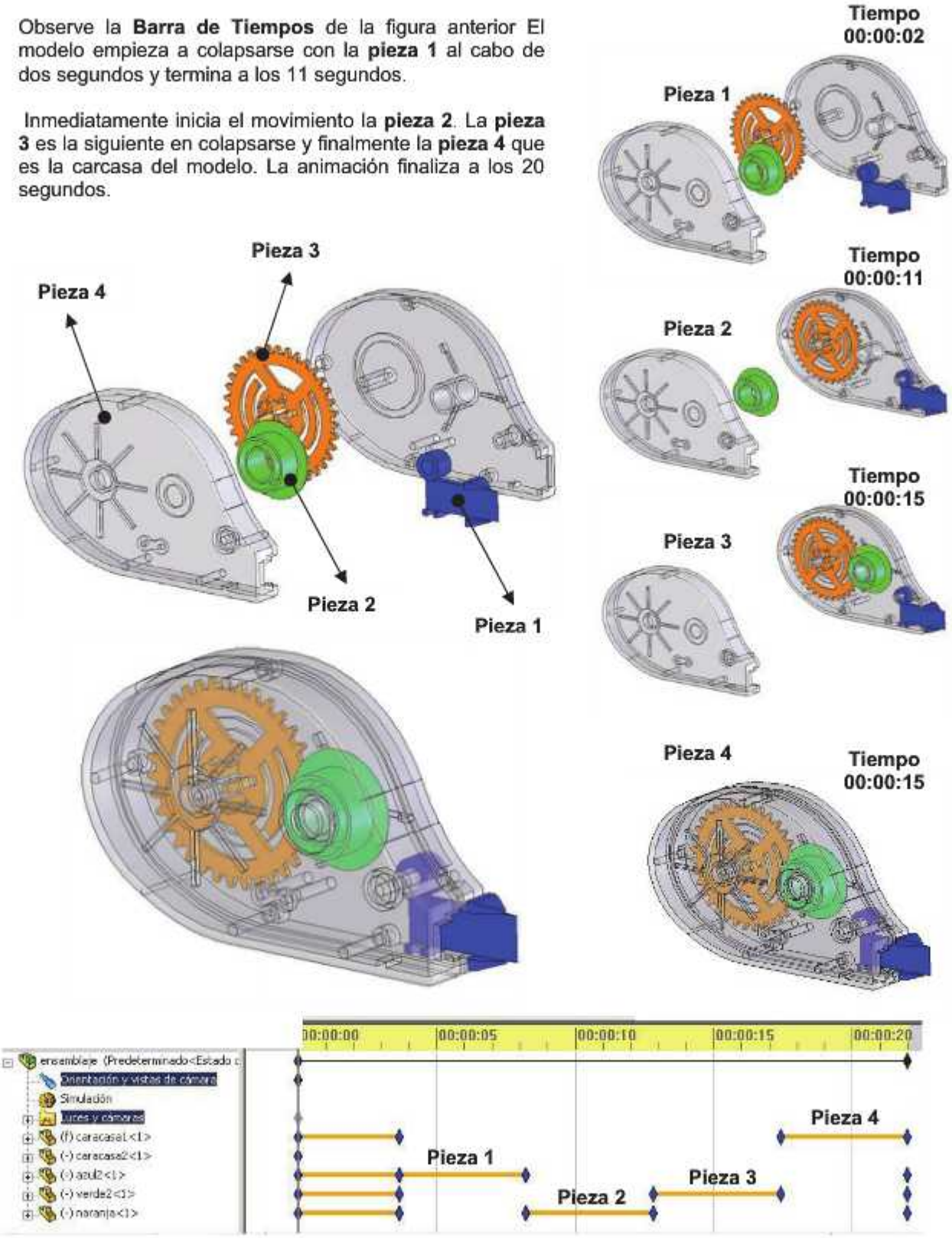


Figura 9.17. **Gestor de diseño** en la operación de **Colapsado**.

9.10.3 Animación a partir de Análisis de movimiento

Permite crear una animación en la que las piezas que componen un ensamblaje se mueven en función de las **Relaciones Geométricas** establecidas y el tipo de **Simulación física** creado (**Motor lineal o Rotatorio**, **Muelle** o **Gravedad**). Para emplear la animación de **Estudio de movimiento** debe haber creado una **Simulación física** antes, en caso contrario la opción Importar **movimiento básico** o **Análisis de movimiento** aparece desactivada.

Para crear una animación basada en una **Simulación física** con el **Estudio de movimiento** los pasos que debe seguir son:

1. Abra un documento de ensamblaje. Asegúrese que en el ensamblaje abierto se ha creado una **Simulación física**. En caso contrario inserte un **Motor Lineal**, **Rotatorio**, **Resorte** o **Gravedad** en el ensamblaje.

2. Seleccione la pestaña **Estudio de movimiento** desde la parte inferior izquierda de la **Zona de Gráficos**. Pulse **Asistente para animación** desde el **Gestor de animaciones** y seleccione **Simulación Física.** Pulse sobre **Eliminar todos los trayectos existentes** para eliminar las anteriores secuencias de animación. Pulse **Siguiente**.

3. Indique la **Duración** en segundos de la animación y el **Tiempo de inicio** del modelo antes de empezar con la **Simulación física** definida en el ensamblaje. Pulse **Finalizar**.

4. Para visualizar la animación creada seleccione la **Línea de tiempos** (línea vertical) y arrástrela con el botón izquierdo pulsado o pulsando la **Barra espaciadora.** O pulse sobre **Reproducir**. Observe como el movimiento del modelo sigue las especificaciones establecidas en la **Simulación Física**. En el caso de la figura se ha definido la gravedad como acción provocadora del movimiento.

5. A continuación, puede agregar cualquier otro tipo de animación.

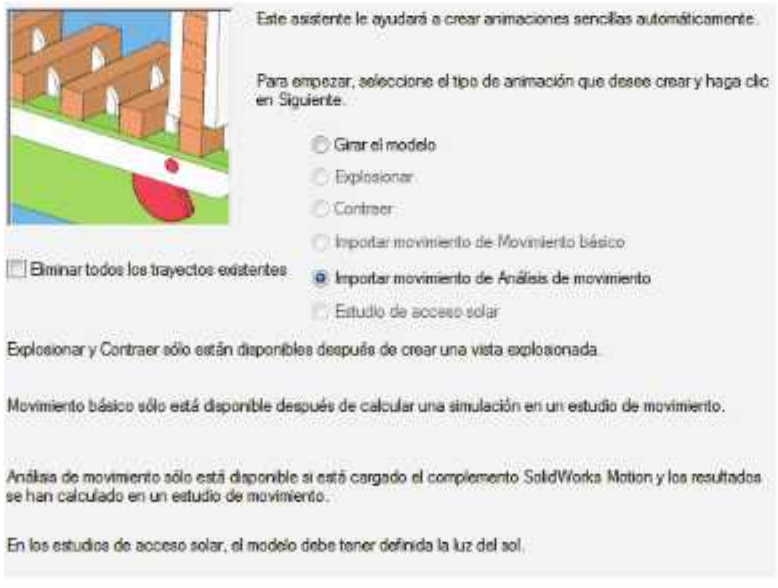






Figura 9.18. **Asistente para animación** con **Simulación física**.

9.10.4 Guardar animación

Las animaciones creadas de forma manual, mediante el **Asistente de animación** o por la combinación de los dos procedimientos pueden ser guardadas en un archivo de vídeo **AVI** para su posterior reproducción en cualquier visualizador de **Windows**.

Para crear **Guardar** una animación en un archivo de vídeo **AVI** los pasos que debe seguir son:

1. Pulse **Guardar** desde la Barra de Herramientas del **Gestor de animaciones**. En la ventana de diálogo **Guardar animación en archivo** escriba el **Nombre del archivo**, seleccione el **Formato** (tga, bmp o AVI), active **Renderizar** o **Pantalla de SolidWorks®**.

   Los formatos **tga** y **bmp** son formatos de imagen mientras que el formato **AVI** es de vídeo. La Opción **Renderizar** permite crear el vídeo empleando fotogramas renderizados con **PhotoView**. Para su uso debe tener el complemento **PhotoView** activo y haber definido la **Escena**, **Materiales** y la **Iluminación**.

   En **Información de cuadros** indique el **Número de cuadros** o fotogramas por segundo para su animación. A modo de ejemplo recuerde que un sistema de vídeo **PAL** emplea 25 fotogramas/segundos mientras que uno **NTSC** 30 fotogramas/segundos. Seleccione **Toda la animación** o el **Intervalo de tiempo** de la animación que desee guardar.

2. Pulse **Guardar**. En la ventana de **Compresión de vídeo** seleccione el compresor y mueva la Barra de **Calidad de compresión** para definir la calidad de la compresión del fichero **AVI** creado.

3. Pulse **Aceptar**.

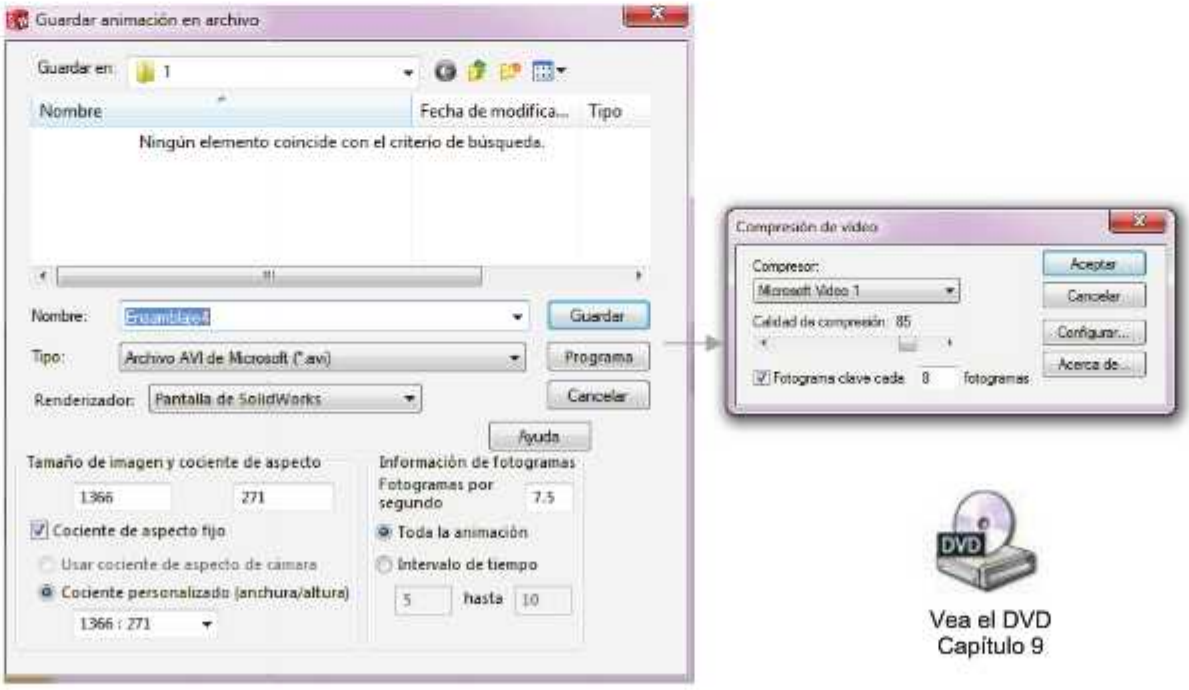
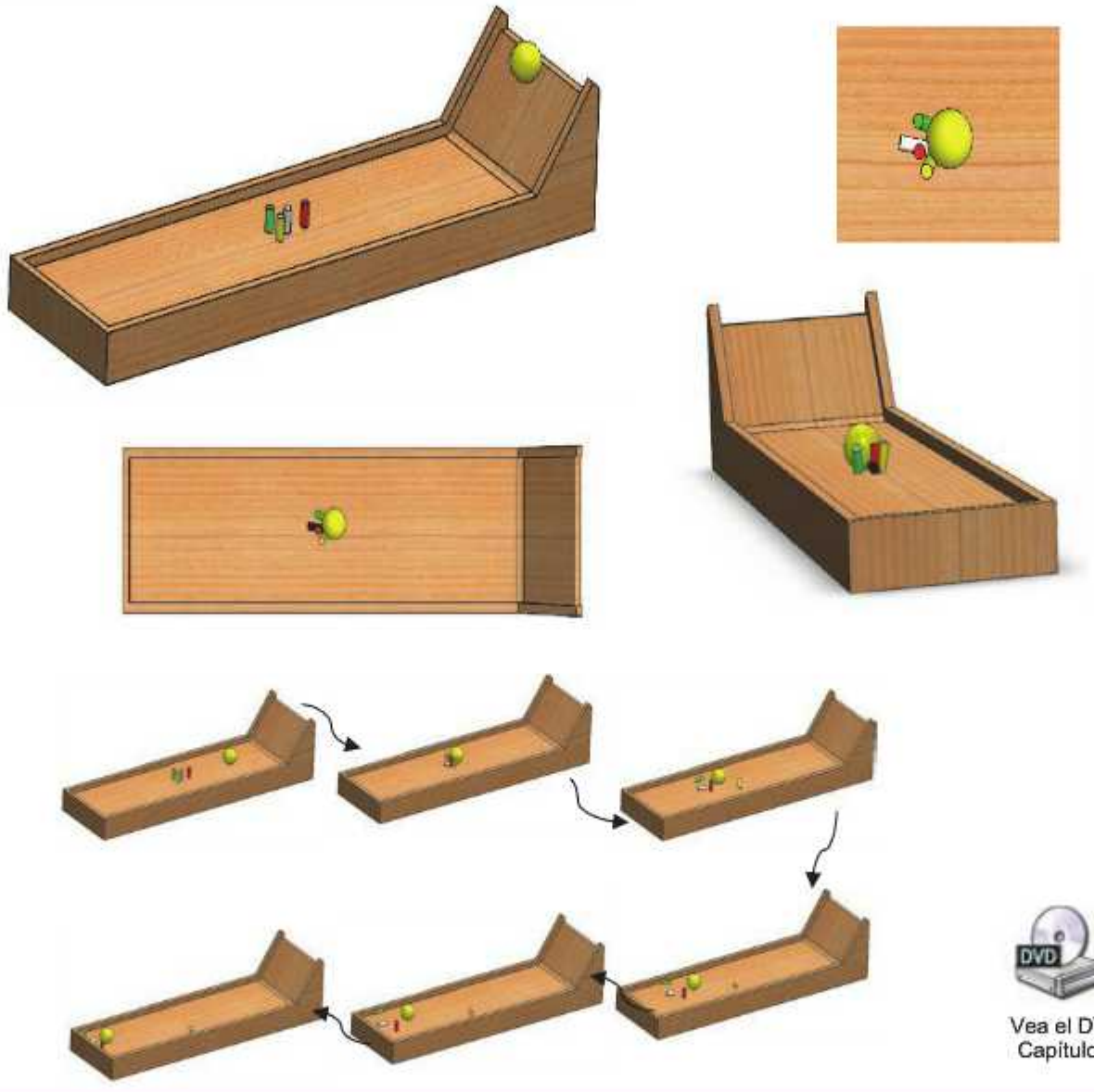


Figura 9.19. **Guardar animación en archivo**.

Práctica 9-5

A partir del ensamblaje contenido en el DVD que acompañan el libro emplee el Estudio de movimientos para crear una animación en la que la bola descienda por la rampa y colisione con los bolos.

15 minutos



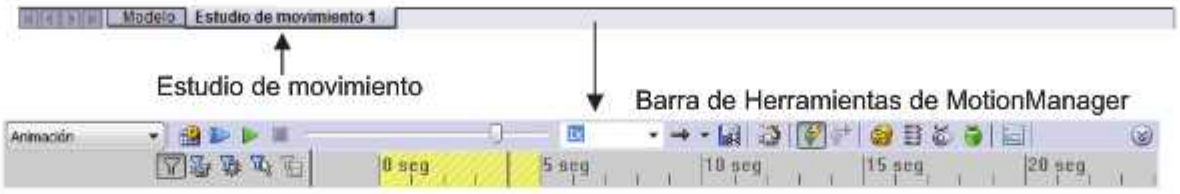
Vea el DVD
Capítulo 9

Objetivos del tutorial

- Creación de **Estudios de movimiento**.
- Gestor de diseño (**MotionManager**).
- Aplicación de motores y asistente para la animación.
- Post-procesado de animaciones en formato AVI.

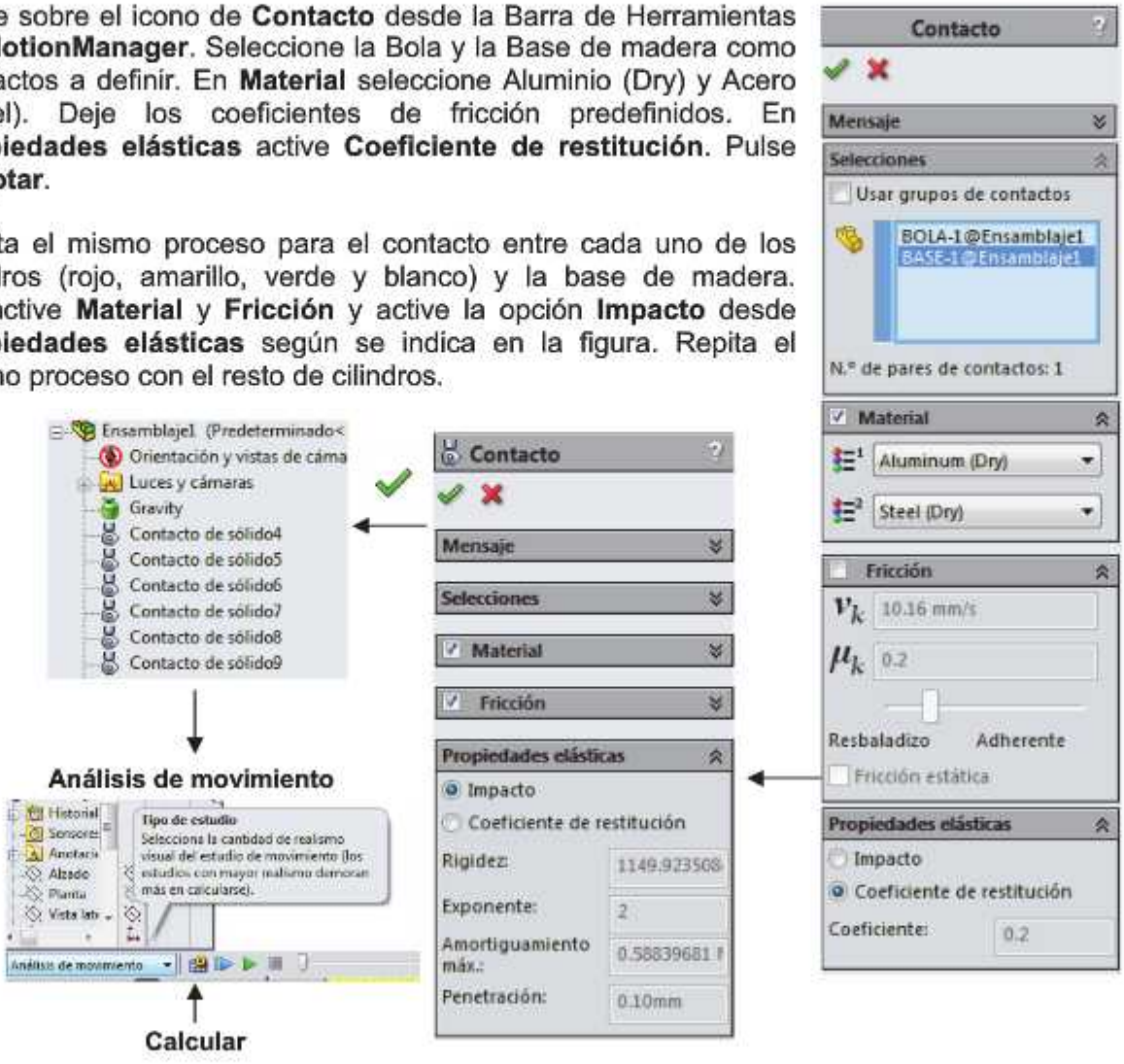
Práctica guiada 9-5

1. Pulse la opción **Abrir** del Menú persiana **Archivo (P9-5)** o sobre el icono **Abrir**. Localice el ensamblaje en el DVD que acompaña el libro. Pulse sobre la pestaña **Estudio de movimiento 1** desde la parte inferior de la Zona de Gráficos.



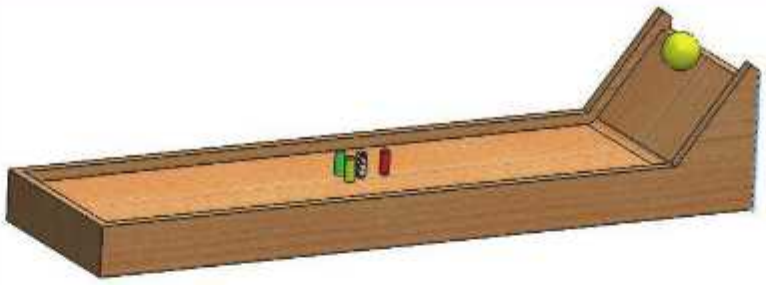
2. Pulse sobre el icono de **Contacto** desde la Barra de Herramientas de **MotionManager**. Seleccione la Bola y la Base de madera como contactos a definir. En **Material** seleccione Aluminio (Dry) y Acero (Steel). Deje los coeficientes de fricción predefinidos. En **Propiedades elásticas** active **Coeficiente de restitución**. Pulse **Aceptar**.

3. Repita el mismo proceso para el contacto entre cada uno de los cilindros (rojo, amarillo, verde y blanco) y la base de madera. Desactive **Material** y **Fricción** y active la opción **Impacto** desde **Propiedades elásticas** según se indica en la figura. Repita el mismo proceso con el resto de cilindros.



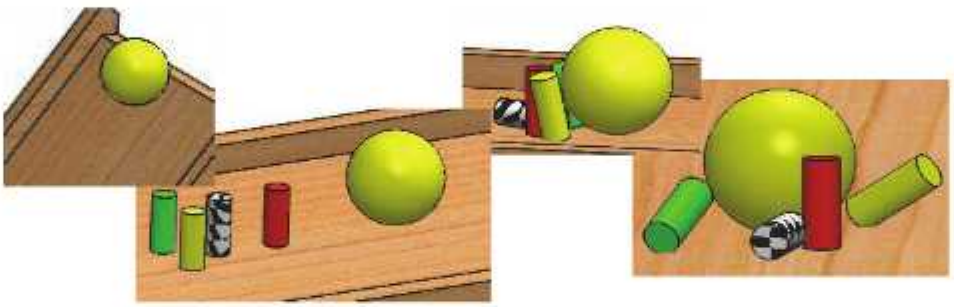
4. El siguiente paso consiste en definir la gravedad a la que está sometida la bola y el resto de cilindros (bolos). Pulse sobre **Gravedad** y seleccione una de las aristas verticales de la base de madera. Observe la dirección de la gravedad y su valor (9,81 m/s^2). Pulse **Aceptar**.





5. Asegúrese que el **Tipo de Estudio** sea **Análisis de movimiento**. Para su activación es necesario activar **SolidWorks Motion** desde el Menú Herramientas, **Complementos**. Pulse **Calcular** y después **Reproducir** para visualizar la animación creada.

6. Observe como la bola se desliza por la rampa hasta colisionar con los cilindros. Para ver la animación con más realismo puede disminuir la velocidad (x0,25).



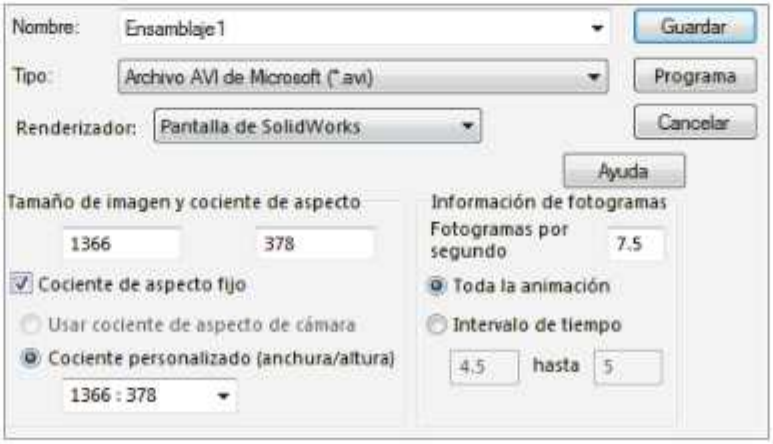
Guarda vídeo AVI con la animación

7. Para guardar un vídeo con la animación creada pulse sobre **Guardar animación como** desde la Barra de Herramientas de **MotionManager**. Indique el nombre del archivo (AVI), el número de **fotogramas por segundo** (para mayor realismo indique entre 20 y 30 fotogramas/segundo), y el **Tamaño de la imagen**. Pulse **Guardar**. Puede reproducir el fichero creado con el reproductor predeterminado de Windows.





Vea el DVD
Capítulo 9



9.12 Resultados y gráficos



La opción de **Análisis de movimiento** (**Motion Analysis**) permite introducir propiedades inerciales, fuerzas externas, contactos, fricción en las relaciones de posición, etc. Es la herramienta de análisis de movimiento más completa y solo puede usarse después de cargar el módulo de **SolidWorks Motion** desde el Menú de persiana **Herramientas**, **Complementos**. Una de las funciones más interesantes es **Resultados y gráficos** que permite calcular y trazar resultados de fuerzas, desplazamientos, momentos, energías, etc. del análisis de movimiento.

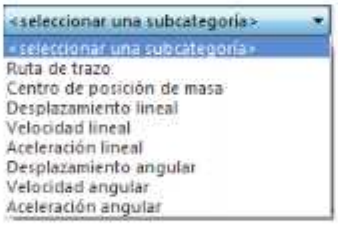
Para calcular y trazar los **Resultados y gráficos** obtenidos en un **Estudio de movimiento** los pasos que debe seguir son:

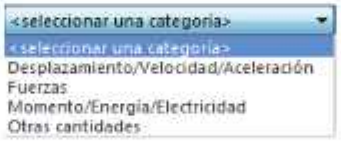
1. Abra un documento de ensamblaje donde las relaciones geométricas de posición estén definidas.

2. Seleccione la pestaña **Estudio de movimiento** desde la parte inferior izquierda de la **Zona de Gráficos**. Cree los motores necesarios, calcule y ejecute la animación de la forma descrita en los apartados anteriores.

3. Pulse **Resultados y gráficos** desde la Barra de Herramientas de **MotionManager**. En **Resultados** seleccione una categoría: **Desplazamiento / Velocidad / Aceleración**, **Fuerzas**, **Momento / Energía / Electricidad** u **Otras cantidades**. En función de la categoría seleccionada seleccione la subcategoría: **Ruta de traza**, **Centro de posición de masa**, etc.







4. En **Operación** puede seleccionar una cara, arista, vértice o una relación de posición. Después de su selección aparece un sistema de referencia en el componente para distinguir las direcciones X, Y y Z. En **Pieza de Referencia** puede especificar de forma opcional una pieza de referencia que traza los resultados con respecto a sus coordenadas.

5. En la pestaña **Resultados de trazado** puede definir la duración, crear un nuevo sensor de datos de movimiento, definir alertas, etc.

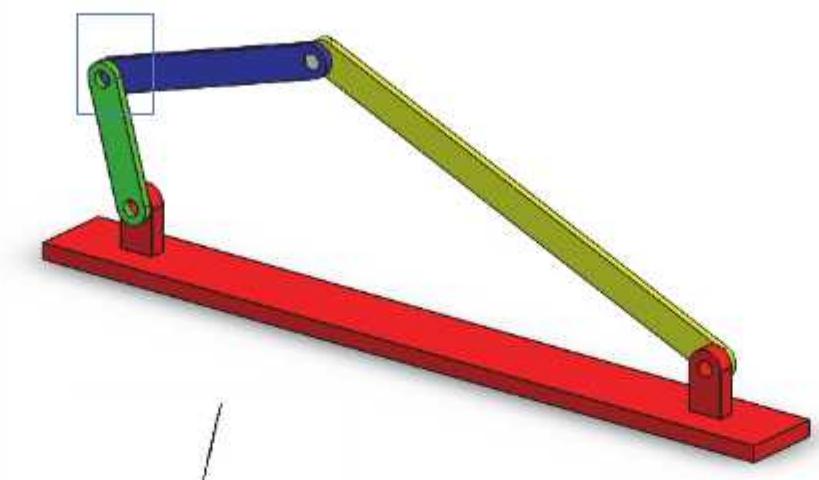
6. Para finalizar el proceso pulse **Aceptar y visualice el trazado obtenido**.

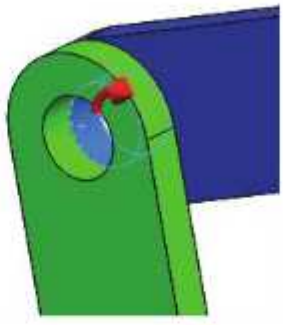
Los trazados más empleados en los estudios de movimiento son: Trazados de tipo Desplazamiento, Velocidad y Aceleración, Trazados de fuerza y torsión, Trazados de tipo Energía y Momento, Trazados de orientación, carga aparente y de otro tipo e Inclusión de resultados de movimiento en sensores.

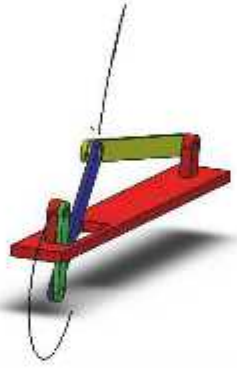
Práctica 9-6

A partir del conjunto mecánico incluido en el DVD que acompañan el libro anime su movimiento a partir de la función desplazamiento.

15 minutos

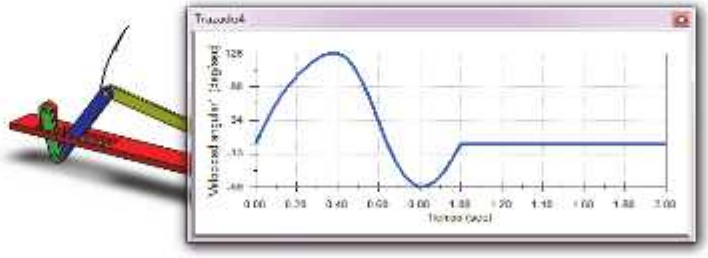














Vea el DVD
Capítulo 9

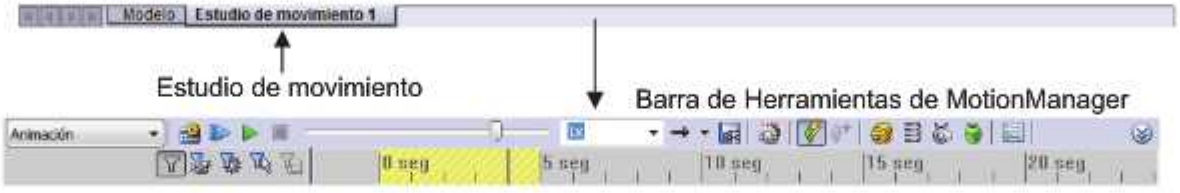
Objetivos del tutorial

- Creación de **Estudios de movimiento.**
- Gestor de diseño (**MotionManager**).
- Aplicación de motores, asistente para la animación y definición de funciones.
- Post-procesado de animaciones en formato AVI.

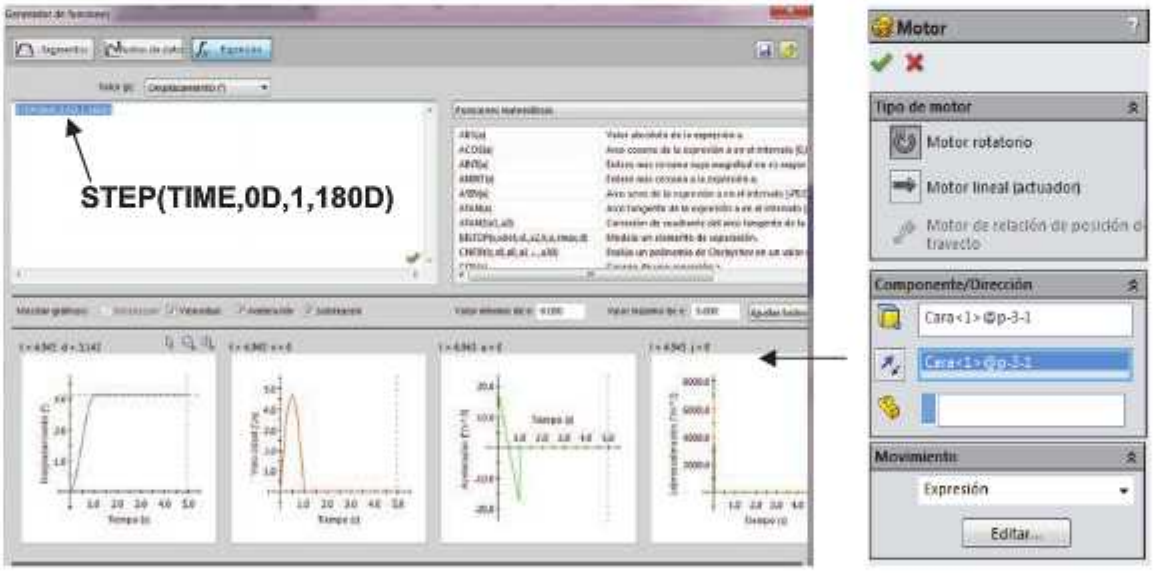
Práctica guiada 9-6

1. Pulse la opción **Abrir** del Menú persiana **Archivo** (P9-6) o sobre el icono **Abrir**. Localice el ensamblaje en el DVD que acompaña el libro. Se trata de un mecanismo formado por tres barras o eslabones articulados relacionados con una cuarta que se encuentra fija. Puede observar las relaciones de posición definidas en el ensamblaje.

2. Pulse sobre la pestaña **Estudio de movimiento 1** desde la parte inferior de la Zona de Gráficos.



3. Para definir la rotación de una de los eslabones definida en el enunciado del problema pulse sobre **Motor** y seleccione **Motor rotatorio**. En **Componente/Dirección** seleccione la cara interior del componente verde. Observe la dirección de rotación (sentido agujas del reloj). En **Movimiento** seleccione la opción **Expresión**: **STEP(TIME,0D,1,180D)** y defina la función desplazamiento de forma que se produzca un giro de 180º. Observe las variaciones de los desplazamientos, las velocidades, las aceleraciones y la sobreaceleración en la parte inferior de la ventana. Pulse **Aceptar** para crear el motor.

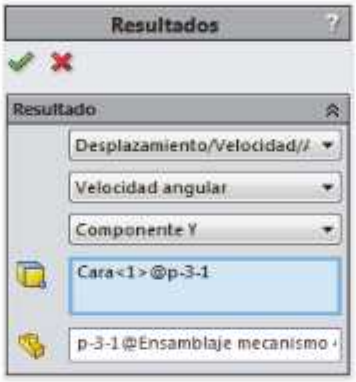


4. Para estudiar el movimiento seleccione **Análisis de movimiento** que es la herramienta más completa y permite evaluar de forma más real el movimiento y las fuerzas generadas.

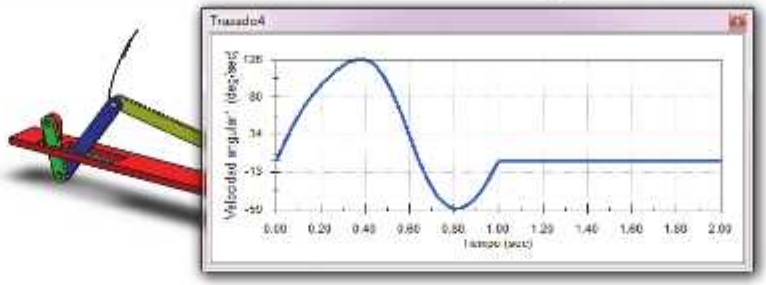
5. Mueva la barra de tiempos hasta los 2 segundos y pulse **Calcular** desde el Gestor de **MotionManager**. Después de la creación del movimiento pulse **Ejecutar** para su visualización en pantalla.

6. Para comprobar los resultados del movimiento a partir del trazado de la velocidad angular y la aceleración del componente pulse sobre **Resultados y gráficos**.

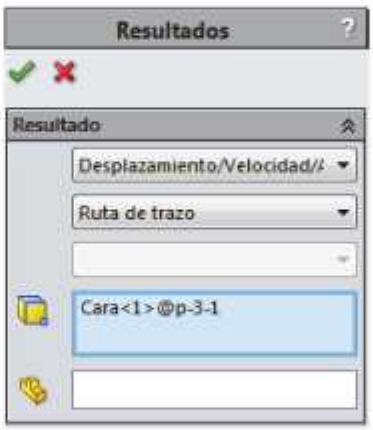
7. En la pestaña **Resultados** seleccione **Desplazamiento/Velocidad**. En subcategoría **Velocidad angular**. Seleccione el componente azul y un punto sobre su cara. Pulse **Aceptar**. Observe el trazado de la velocidad angula del centro de masa del componente azul en función del tiempo. Puede repetir el mismo estudio pero con la **Aceleración angular**.

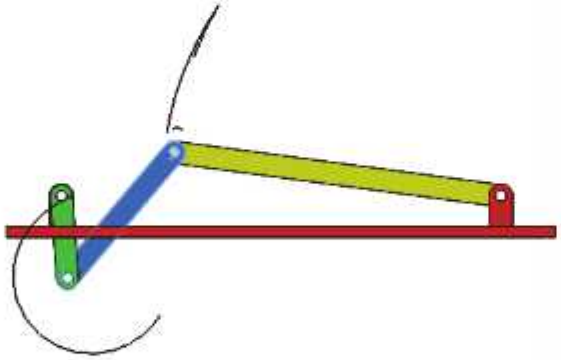


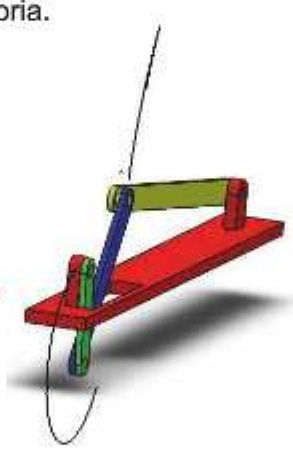
Velocidad angular

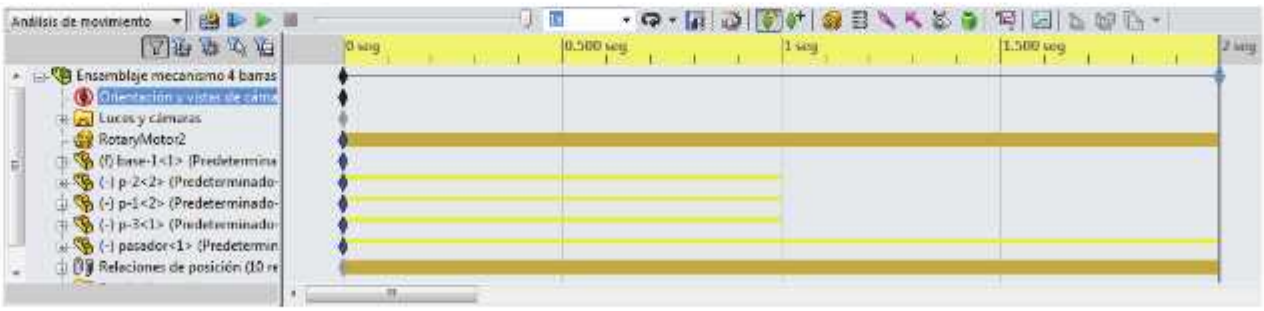


8. Para definir la trayectoria del recorrido que sigue un punto del componente azul durante el movimiento pulse sobre **Resultado**, seleccione **Desplazamiento/Velocidad** y como subcategoría **Ruta de trazo**. Desde la Zona de Gráficos seleccione un punto para seguir su trayectoria.









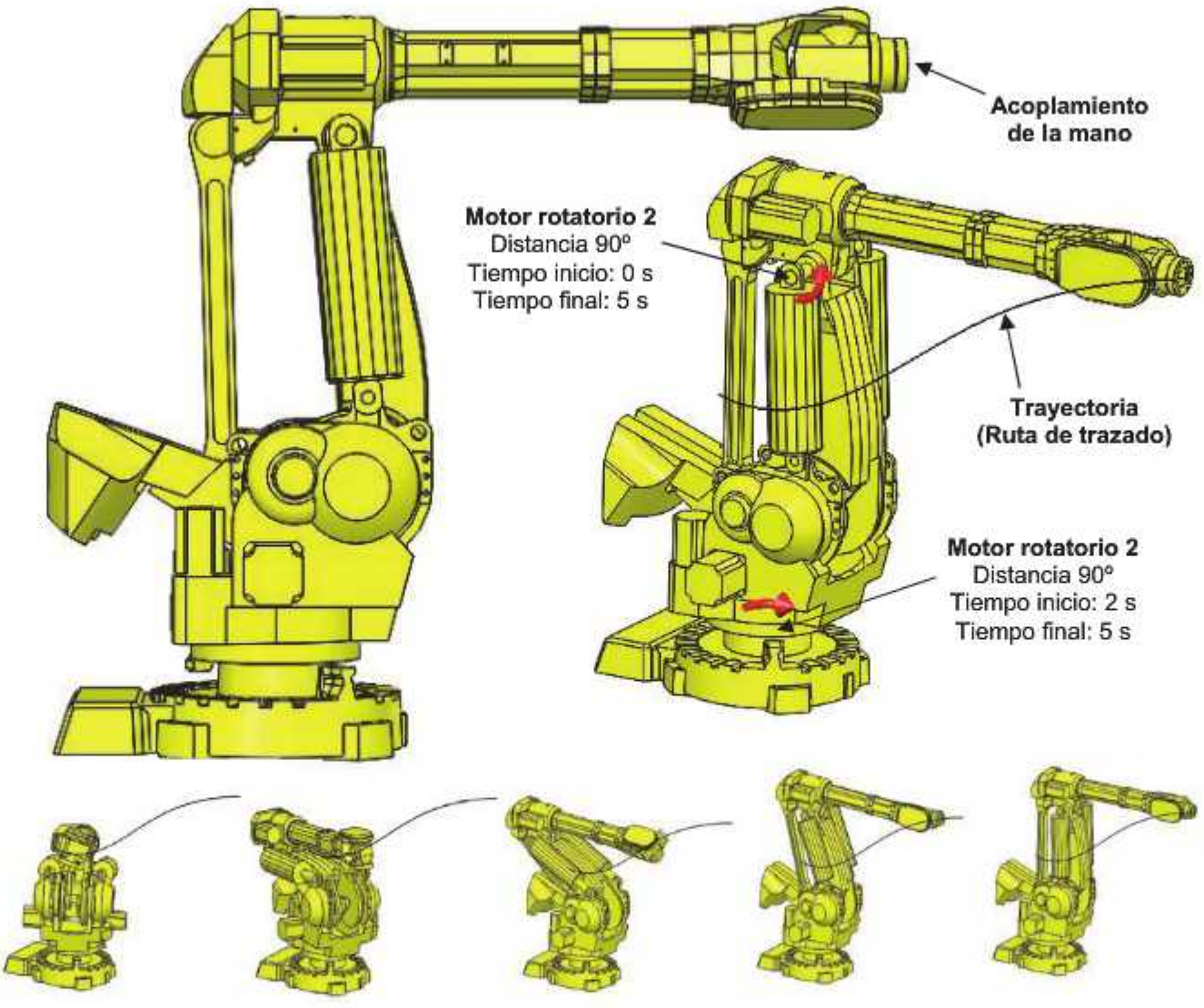


En la figura se representan las trayectorias del componente azul y verde respecto del suelo (fijo). Si desea mostrar la trayectoria de cualquier componente respecto de otro de los componentes (sea fijo o móvil), debe seleccionar el componente de referencia como un segundo elemento en el mismo campo de selección.

Práctica Propuesta 9-7

Descargue un modelo de robot poliarticulado industrial de la web 3DContrentcentral. Cree dos motores rotatorios en los ejes de giro indicados en la figura con el tiempo de actuación y el ángulo de giro definidos. Realice un análisis de movimiento y obtenga la ruta de trazado para el acoplamiento de la mano.

⧖ 15 minutos



3D CONTENTCENTRAL

Modelo: irb6400r. ABB Robotics. 3D ContentCentral.com

Objetivos del tutorial

- Creación de **Estudios de movimiento.**
- Gestor de diseño (**MotionManager**).
- Aplicación de motores y asistente para la animación.
- Post-procesado y creación de Ruta de trazado.

Capítulo 10
Dibujo

Introducción

El **Módulo de Dibujo** permite crear los planos de sus modelos de piezas y ensamblajes de forma automática y en cuestión de minutos.

Con solo arrastrar su modelo a la **Zona de Gráficos** del **Módulo de Dibujo** consigue las **Vistas Estándar** (alzado, planta y perfil). La creación del resto de vistas, **Vistas auxiliares**, **Proyectadas**, **Secciones y cortes**, **Vistas de detalle**, **Explosionados**, etc., se realizan en pocos pasos y de forma muy intuitiva.

Su asociatividad con el **Módulo de Pieza** y **Ensamblajes** es total y bidireccional. Un cambio en una **Cota** en el **Módulo de Dibujo** actualiza el modelo 3D tanto en el **Módulo de Pieza** como en el de **Ensamblaje**, y viceversa.

En el presente capítulo se describen los procedimientos para obtener los diferentes tipos de **Vistas**, la **Acotación** y las **Anotaciones**, entre otros.

Contenido

- Configuración de los **Formatos de dibujo**.
- Obtención de **Vistas**.
- **Formato de línea**.
- **Acotación** de dibujos.
- **Anotación** en los dibujos.

Objetivos

- Conocer el procedimiento para configurar sus **Formatos de dibujo** y crear **Plantillas**.
- Estudiar los diferentes tipos de **Vistas** que pueden crearse.
- Conocer los diferentes tipos de **Anotaciones** que pueden incluirse en los planos de dibujo.
- Aprender a configurar los **tipos de línea**.

10.1 Introducción

El **Módulo de Dibujo** de SolidWorks® permite obtener planos 2D de las piezas y ensamblajes previamente diseñados. Puede representar las vistas o proyecciones ortogonales (alzado, planta y perfil), **Vistas de detalle**, **Vistas de corte**, **Auxiliares** y otros tipos de vistas y **Anotaciones** que facilitan la comunicación entre la oficina de diseño y la fabricación de los productos.

Las vistas creadas a partir de una pieza o ensamblaje se caracterizan por su asociatividad con los ficheros de partida. Cualquier plano obtenido a partir de un documento de pieza o de ensamblaje cambia de aspecto cuando son modificados estos últimos de forma que el usuario no tiene que volver a crear los planos ni actualizarlos.

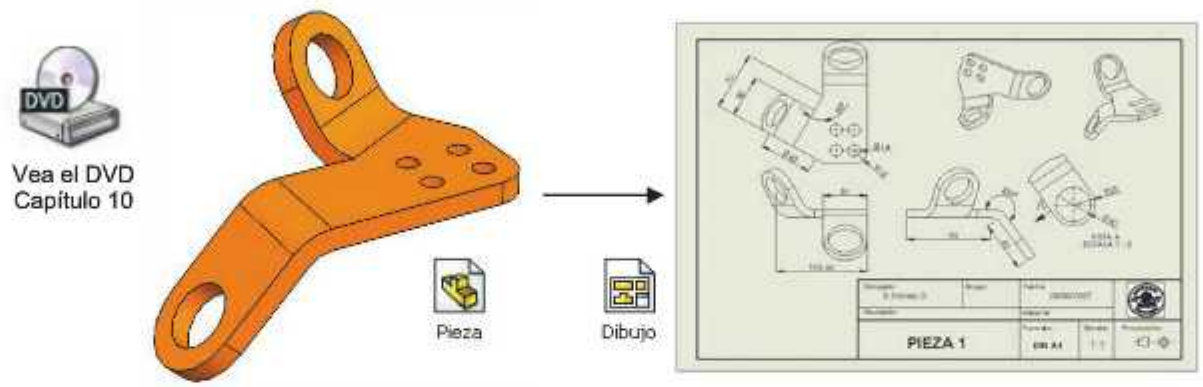


Figura 10.1. Obtención de vistas desde el **Módulo de Dibujo**.

Además de permitir obtener las proyecciones y vistas indicadas puede acotar el modelo empleando la herramienta inteligente de **DimXpert** que inserta las cotas de definición de su pieza o ensamblaje de partida. Puede acompañar las cotas dimensionales y angulares con **Tolerancias de forma**, **Rugosidad**, **Simbología de soldadura**, etc. La gestión de **Capas**, empleo de **Formatos de dibujo**, **Tipos de línea**, la fácil impresión de los planos junto con la excelente comunicación con otras aplicaciones CAD como AutoCAD® hacen del **Módulo de Dibujo** una herramienta rápida y eficiente.

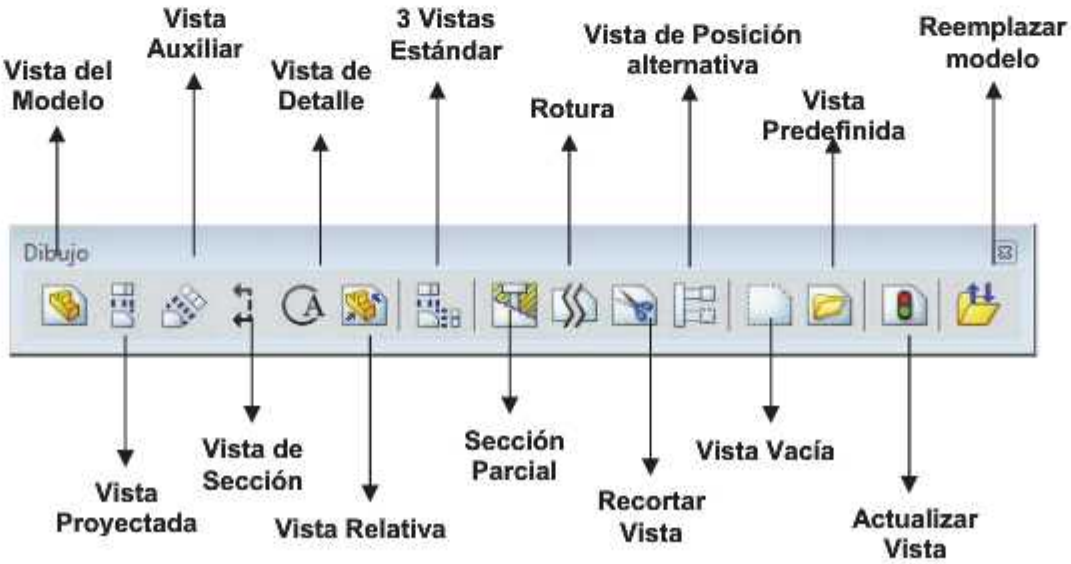
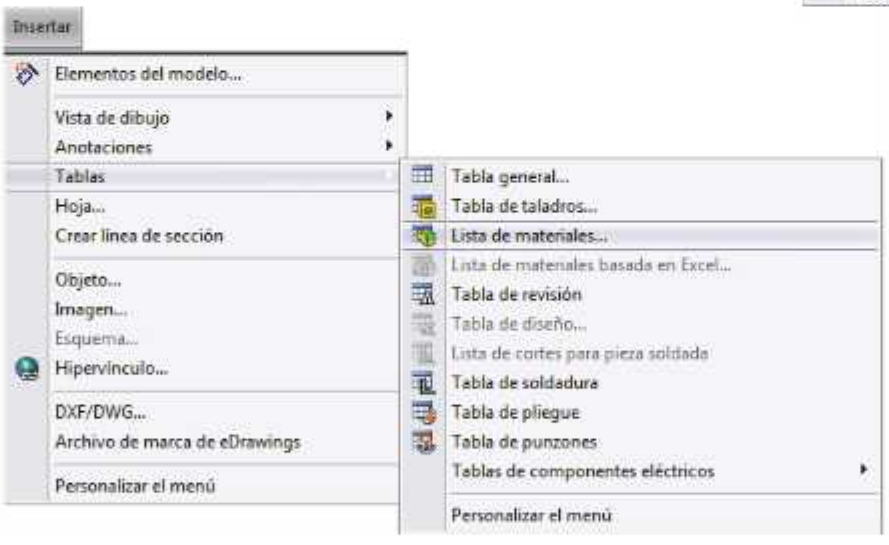


Figura 10.2. Barra de Herramienta de **Dibujo**.







Vea el DVD
Capítulo 10



Figura 10.3. Barra de Herramienta de **Dibujo**.

10.2 Creación de dibujos

Los dibujos (.slddrw) que puede crear con SolidWorks® están formados por una o más proyecciones ortogonales obtenidas de una **Pieza** (.sldprt) o **Ensamblaje** (.sldasm), previamente guardados.

Para crear un **documento Nuevo de Dibujo** las etapas que debe seguir son:

1. Pulse sobre **Nuevo** desde la Barra de Herramientas **Estándar** o desde el Menú de Persiana **Archivo** o mediante la combinación de **Teclas Ctrl+N**.

2. Seleccione un **Nuevo documento de Dibujo** y pulse **Aceptar**. Defina el **Tamaño de hoja estándar** o personalice uno propio indicando **Anchura** y **Altura**. Seleccione la pestaña **Examinar** si desea buscar un formato y observe la ventana de **Vista preliminar** para ver los formatos existentes. Pulse **Aceptar** para confirmar el **Formato/Tamaño** de hoja definido.

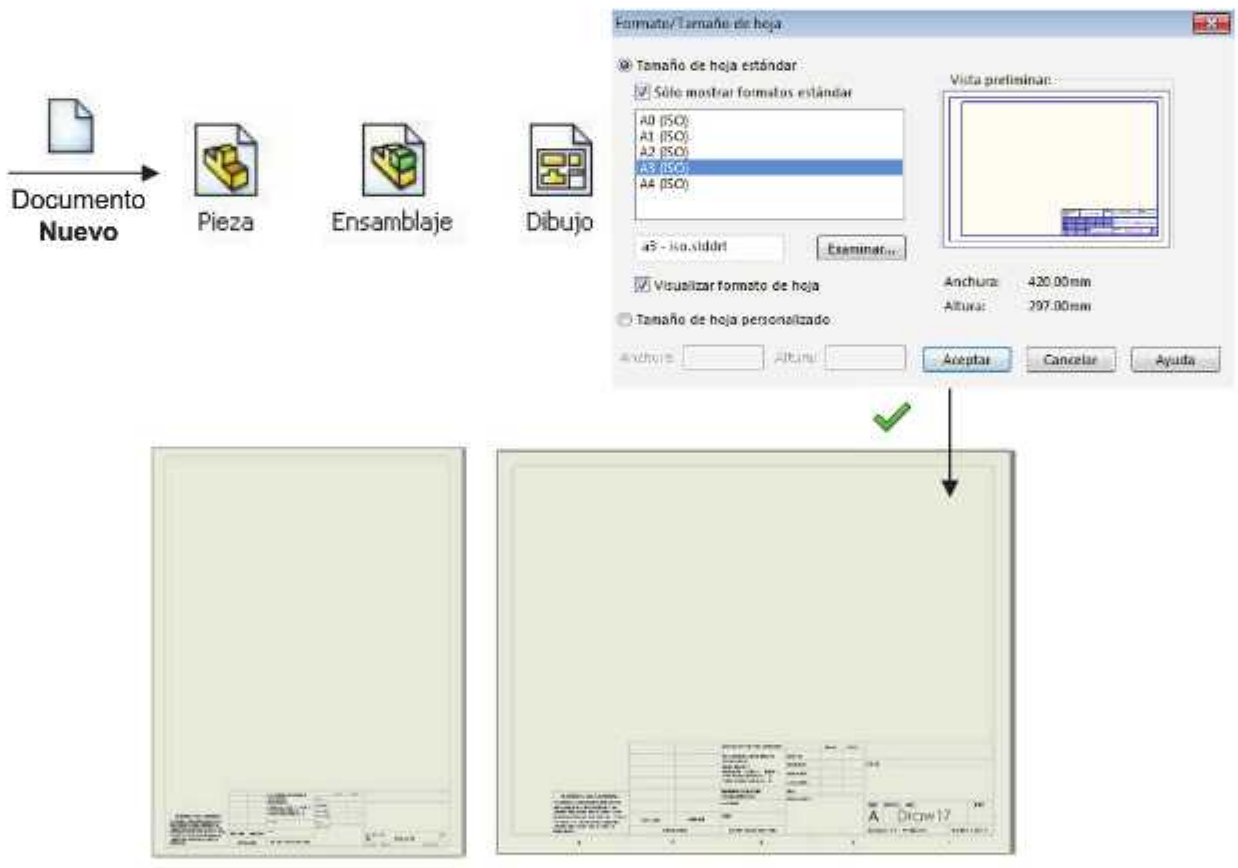


Figura 10.4. Definición del **Formato/Tamaño** de un **Nuevo Dibujo**.

Los archivos de **Dibujo** creados adoptan el nombre del primer modelo insertado con la extensión **slddrw**. Si desea cambiar el nombre pulse en **Guardar como** y escriba un nombre diferente.

10.3 Configuración de formatos de dibujo

Después de seleccionar un **Formato/Tamaño de papel** puede definir el **Tamaño de la hoja**, el **Tipo de proyección** (Europea o Americana), los **Tipos de línea**, la **Fuente de texto**, la información contenida en el **Cuadro de rotulación** o cajetín, etc.

Para **Configurar** el **Formato de papel** pulse con el botón secundario del ratón sobre la pestaña **Hoja1** desde la parte inferior de la **Zona de Gráficos**. Seleccione, configure o ejecute cualquiera de las operaciones contenidas.



Visualizar Rejilla

Permite visualizar una **Rejilla** sobre el plano seleccionado.

Editar formato de hoja

Modifique la configuración predefinida del formato seleccionado definiendo el **Nombre de la lámina** de dibujo, el **Tamaño del papel** (anchura y altura), la **Escala general del plano**, la Plantilla o el **Tipo de Proyección** (Europea o Americana).

Agregar y eliminar hoja...

Agregar hoja permite insertar una segunda pestaña que contiene una nueva **Hoja** o Dibujo. Puede tener más de un Dibujo en un único archivo. Así, por ejemplo, en un mismo documento puede tener pestañas que contengas las vistas de cada una de las piezas que conforman un conjunto, el conjunto, el conjunto explosionado, vistas de detalle, etc.

Eliminar hoja permite borrar una hoja previamente seleccionada. La eliminación de una hoja eliminar las vistas allí contenidas.







Figura 10.5. **Visualizar rejilla** y **Agregar hoja**.



Figura10.6. **Propiedades de hoja**.

Cambiar nombre

Puede **Cambiar** el **nombre** asignado por SolidWorks® a cada una de las hojas o pestañas creadas. El cambio de nombre es adecuado para saber qué información contiene cada una de las hojas.

Propiedades

Permite conocer la definición del formato de dibujo contenido en la pestaña seleccionada. Así, por ejemplo, puede tener diversas pestañas con diferentes **Formatos**, diferente **Escala** y diferente **Sistema de proyección** (Europeo-Americano).

Personalizar plantillas de dibujo

Las plantillas predefinidas por SolidWorks® pueden ser modificadas en función de sus necesidades. Pulse sobre la opción **Edición, Plantilla** o de la misma forma que en los casos anteriores, pulse el botón secundario del ratón sobre la lámina de dibujo y seleccione la opción **Editar Plantilla**.

La opción **Editar plantilla** permite modificar el **Texto**, el **Formato del cajetín** de dibujo, insertar objetos de otras aplicaciones y almacenar todos estos cambios en un documento como **Plantilla estándar**.

Guardar plantillas

Una vez definido el cajetín de rotulación puede guardarlo y de esta forma podrá usarlo en otros dibujos. Para guardar un dibujo como plantilla pulse la opción **Guardar plantilla** desde el Menú **Archivo**.

Para configurar los principales aspectos relacionados con la creación de Dibujos pulse en **Herramientas**, **Opciones**, **Opciones del sistema**, **Dibujo**. Configure las **Opciones** principales según sus necesidades.

10.4 Obtención de vistas

SolidWorks® permite obtener **Tres vistas estándar** (alzado, planta y perfil), **Vista única del modelo, Vistas isométrica, Dimétrica y Trimétrica** y **Vistas actuales** partiendo de un modelo de pieza o de ensamblaje. Una vez definidas alguna de las vistas indicadas puede obtener además, **Vistas de proyección, Vistas auxiliares, Vista de detalle, Vistas de sección** o **Vistas rotas**, entre otras.

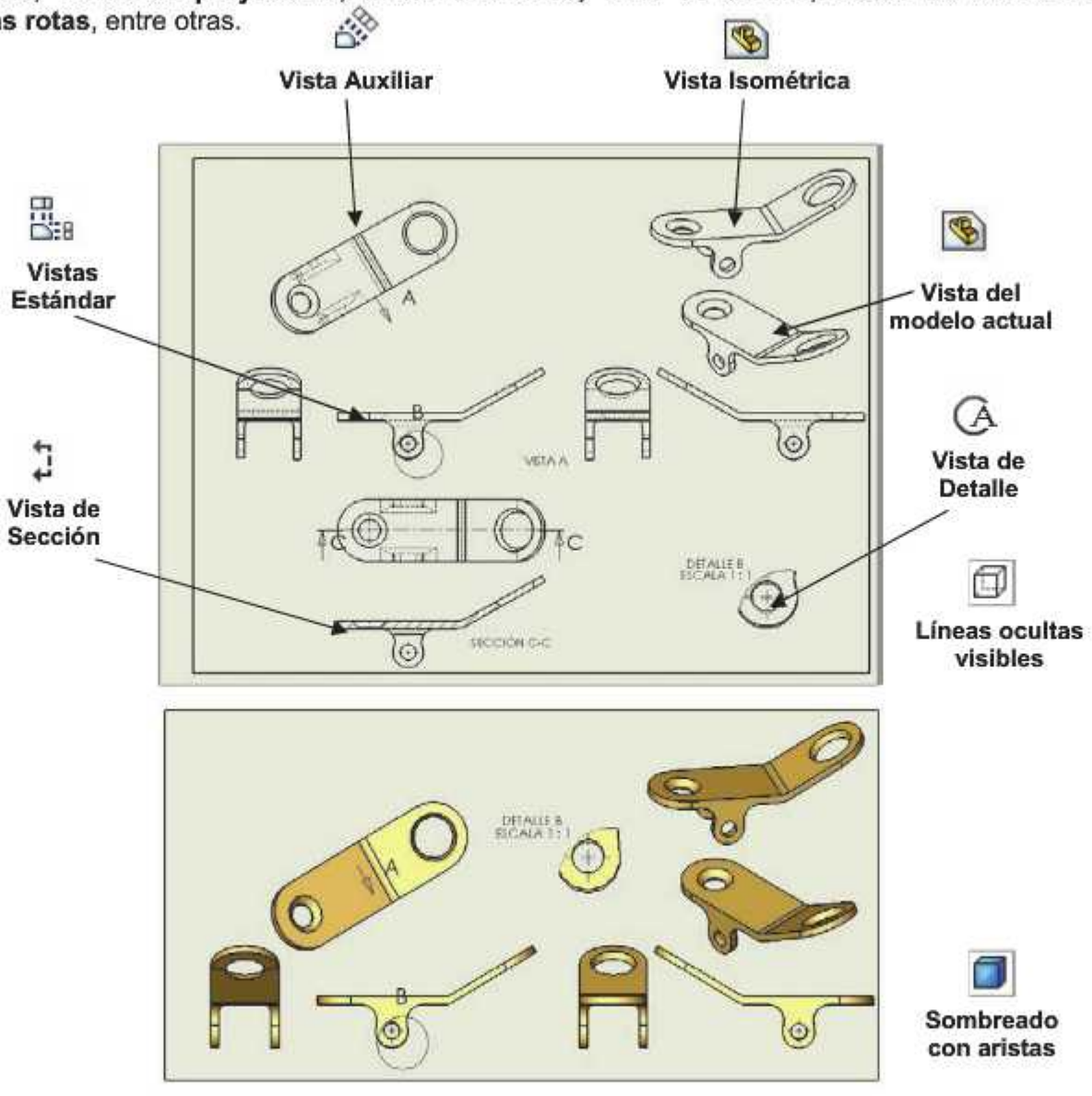


Figura 10.7. **Tipos de vistas. Líneas ocultas visibles** y **sombreado con aristas**.

La opción **Insertar cotas** (**Insertar**, **Elementos al modelo**, **Cotas**) permite acotar las vistas obtenidas con las dimensiones definidas en el módulo de pieza. Si cambia el valor de una cota en el módulo de dibujo, cambia el aspecto geométrico de la misma y los cambios se actualizan en todos los ficheros asociados.

10.4.1 Vista del modelo. Primeros pasos.

Después de seleccionar crear dibujo **Nuevo** desde el Menú de Persiana **Archivo** o desde el icono **Nuevo (Ctrl+N)** y definir las **Propiedades de la Hoja** en el **Gestor de diseño** aparece el **PropertyManager** de **Vista del modelo**.



Figura10.8. **Vista del modelo**.

El **PropertyManager** de **Vista del modelo** le guía en el proceso de obtención de las primeras vistas de su dibujo.



Para crear las **primeras vistas de su modelo de pieza o ensamblaje** las etapas que debe seguir son:

1. Seleccione un modelo o ensamblaje desde **Examinar...** Observe la **Vista previa de miniatura** y seleccione la **Calidad de visualización de roscas cosméticas**. Pulse **Siguiente** para continuar.

2. Indique el **Número de vistas** (**Vista única** o **Vista múltiple**). Seleccione la **Orientación** deseada para la **Vista única** o las orientaciones para **Vista múltiple**. Puede incluir vistas **Trimétricas** y **Dimétricas**.

3. Defina el estilo de visualización **Alámbrica**, **Líneas ocultas visibles**, **Sin líneas ocultas**, **Sombreado de aristas** o **Sombreado**.

4. En **Escala** emplee la **Escala de la hoja** o defina una **personalizada**.

5. Indique **Tipo de cota Proyectada** o **Real** y defina la **Calidad de visualización de las roscas cosméticas**.

6. Pulse **Aceptar** para crear la **Vista única** o las **Vistas múltiples** en el formato de hoja.

Número de vistas

Seleccione **Vista única** para insertar una única vista o **Vistas múltiples** si desea insertar más de una vista.

Orientación

Defina la **Orientación** de la **Vista única** o las orientaciones deseadas para **Múltiples vistas**. Puede incluir, en ambos casos, **Vistas Dimétricas** y **Trimétricas**.

Si en **Número de vista** ha seleccionado **Vistas Múltiples** pulse con el botón izquierdo del ratón sobre las orientaciones deseadas. Observe como quedan marcadas y listas para ser insertadas en la lámina de dibujo.



Figura 10.9. **Vistas Estándar**.

Opciones

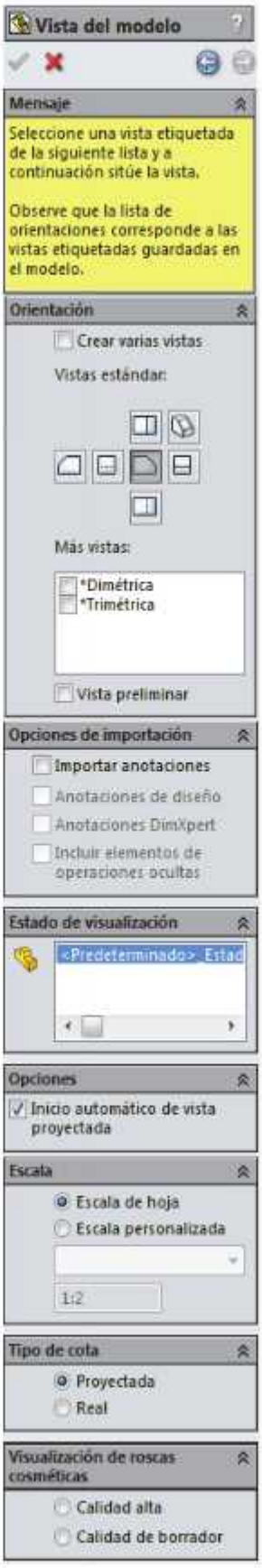
Active o desactive **Inicio automático de vista proyectada**. Si activa la función puede generar el resto de vistas a partir de la proyección creada con tan solo mover el ratón en la **Zona de Gráficos**.

Escala

Seleccione **Escala de Hoja** o **Escala personalizada**. La primera opción crea las vistas según la escala general definida en las **Propiedades del documento**. Escala personalizada permite definir una escala de ampliación o reducción diferente a la general establecida.

Visualización de rosca

Seleccione la **Calidad de visualización** (**Alta** o **Borrador**) para visualizar las roscas con todo tipo de detalles o simplificadas.



Si desea trabajar con un elevado rendimiento en su equipo durante el proceso de creación de planos defina todas las vistas y anotaciones y al final del proceso seleccione **Calidad Alta** en la **Visualización de roscas cosméticas**.

10.4.2 Tres vistas estándar.

Crea tres vistas o proyecciones ortogonales predeterminadas (**Frontal**, **Superior** e **Izquierda**) a partir de un modelo de pieza o ensamblaje.

Las vistas creadas dependen de la configuración del tipo de proyección definido en la **Configuración de la lámina** de dibujo (**Primer ángulo** o **Tercer ángulo de proyección**). Además, recuerde que las **Tres vistas estándar** creadas dependen de los planos empleados en la creación del croquis del modelo 3D.

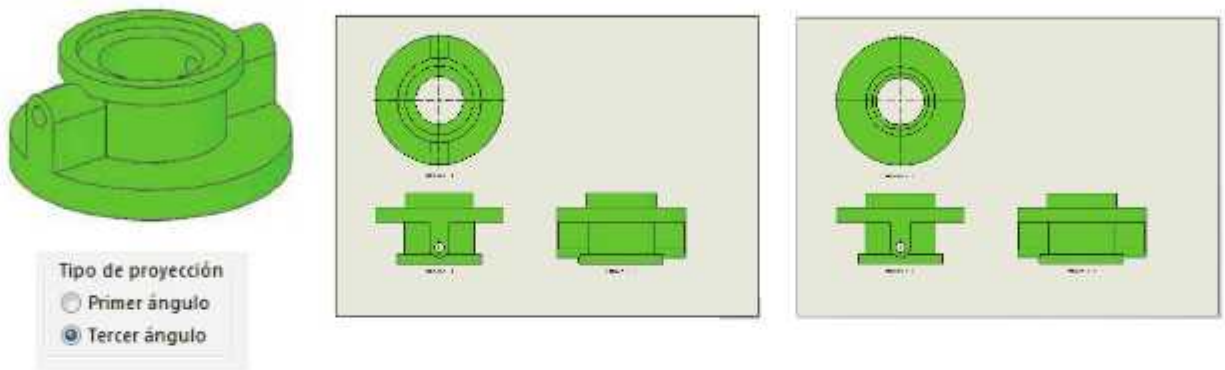


Figura 10.10. **Primer ángulo (Europeo) y Tercer ángulo (Americano)**.

Para crear **Tres vistas estándar** en su documento de **Dibujo** puede seguir tres procedimientos distintos: al iniciar un documento Nuevo de dibujo, por el procedimiento de **Arrastre y colocación** de un modelo 3D o mediante el empleo de la orden **Tres vistas estándar**.

Documento Nuevo

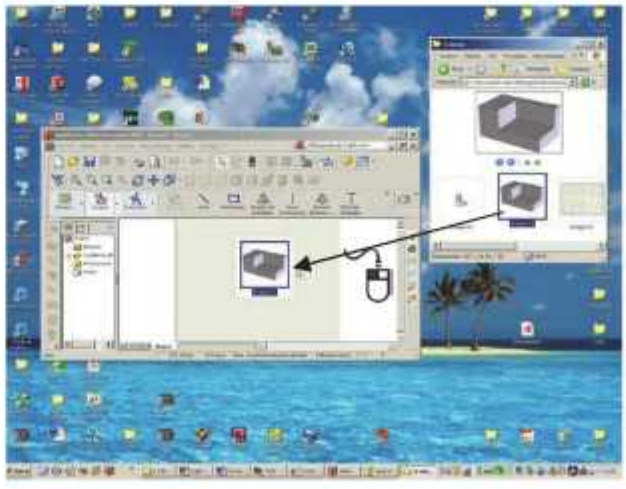
Al crear un documento nuevo de dibujo aparece el **PropertyManager** de **Vistas del modelo**. Seleccione **Múltiples Vistas** y en **Orientación** indique **Frontal**, **Superior** y **Derecha**. A continuación pulse **Aceptar**. De esta forma puede crear las tres vistas estándar de su modelo.

Arrastre y colocación

Cree un **Nuevo** documento de **Dibujo** y minimice SolidWorks® de forma que pueda visualizar el escritorio de su ordenador.

Localice el fichero de su modelo y arrástrelo manteniendo el botón izquierdo pulsado hasta la **Zona de Gráficos**.

Al soltar el botón izquierdo crea las tres vistas estándar de forma automática.



Puede crear **Tres vistas estándar** de la misma forma pero arrastrando un Hipervínculo desde **Internet Explorer** versión 4.0 o superior.

Tres vistas estándar es el procedimiento más habitual para crear las tres vistas. Pulse sobre **3 Vistas estándar** desde la Barra de Herramientas de **Dibujo** o desde el Menú **Insertar**, **Vistas de dibujo**, **3 vistas estándar**.

En el **PropertyManager** de **3 Vistas estándar** seleccione el archivo que contenga el modelo deseado. Pulse **Aceptar**.



Figura 10.11. **Tres vistas estándar**.

10.4.3 Vista Proyectada

Permite obtener una **Vista proyectada** ortogonal a partir de otra ya existente. Para crear una vista proyectada pulse sobre en **Insertar**, **Vista de dibujo**, **Proyectada** o sobre el icono **Vista proyectada** desde la Barra de Herramientas de **Dibujo**.

Desde la **Zona de Gráficos** seleccione la vista a partir de la cual desea obtener una **Vista proyectada**. Desplace el ratón por la pantalla y observe como aparece una previsualización de la vista en función de la zona por dónde se mueva. Pulse con el botón izquierdo en la **Zona de Gráficos** dónde desee ubicar la nueva vista.

En el **PropertyManager** de **Vista de proyección** puede indicar el **Estilo de visualización** y la **Escala** de la nueva vista. Si selecciona **Utilizar escala del padre** cuando cambie la escala de la vista seleccionada cambiará la escala de la nueva vista proyectada.

Flecha permite crear una flecha de indicación de la dirección de la Vista de proyección



Si desea cambiar la alineación de la proyección obtenida pulse la **Tecla Ctrl** antes de ubicar la nueva vista en el dibujo.

10.4.4 Vista auxiliar



Cuando disponga de un modelo dónde algunas de sus **Caras** sean oblicuas (no paralelas) respecto de planos de proyección, estos se proyectan de forma deformada, sin estar en verdadera magnitud.

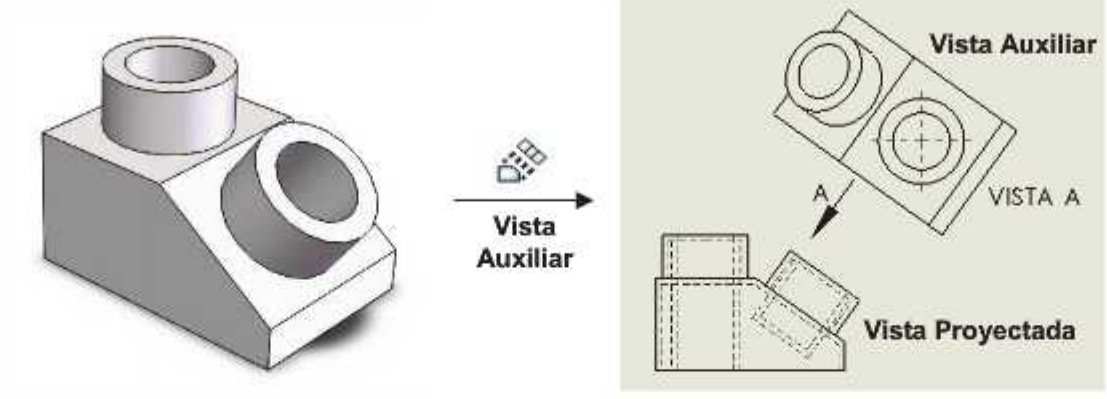


Figura 10.12. **Vista Proyectada y Vista Auxiliar**.

Una **Vista auxiliar** permite mostrar la verdadera magnitud y forma de las partes de su modelo que no sean proyectantes con los planos definidos por el diedro (alzado, planta y perfil).

Para crear una **Vista Auxiliar** de su modelo de pieza o ensamblaje las etapas que debe seguir son:

1. Pulse sobre **Vista Auxiliar** de la Barra de Herramientas de **Dibujo** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Vista de dibujo**, **Auxiliar**.

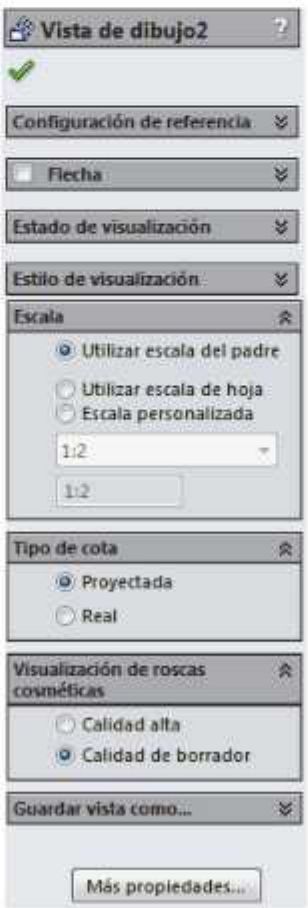
2. Seleccione una **Arista** del modelo desde a **Zona de Gráficos** y desplace el cursor hasta localizar la posición dónde desee crear la nueva vista.



Cursor para la selección de aristas oblicuas

3. **Invierta la dirección** de visualización de la **Vista Auxiliar**, defina el **Estilo de visualización** y la **Escala** si lo cree necesario. Pulse con el botón izquierdo el lugar del dibujo dónde desee crear la vista.

4. Pulse **Aceptar**.





Si desea cambiar la alineación de la **Vista auxiliar** pulse la **Tecla Ctrl** antes de indicar su posición final. No es posible obtener **Vistas Auxiliares** a partir de **Vistas de detalle**.

10.4.5 Vista de detalle

La **Vista de Detalle** permite mostrar, mediante una nueva vista, una parte del modelo a mayor **Escala**, para mostrar detalles de importancia. Puede obtener **Vistas de detalle** a partir de **Vistas ortogonales**, de **Perspectivas** (**Isométrica**, **Dimétrica** y **Trimétrica**), de **Vistas explosionadas**, etc.

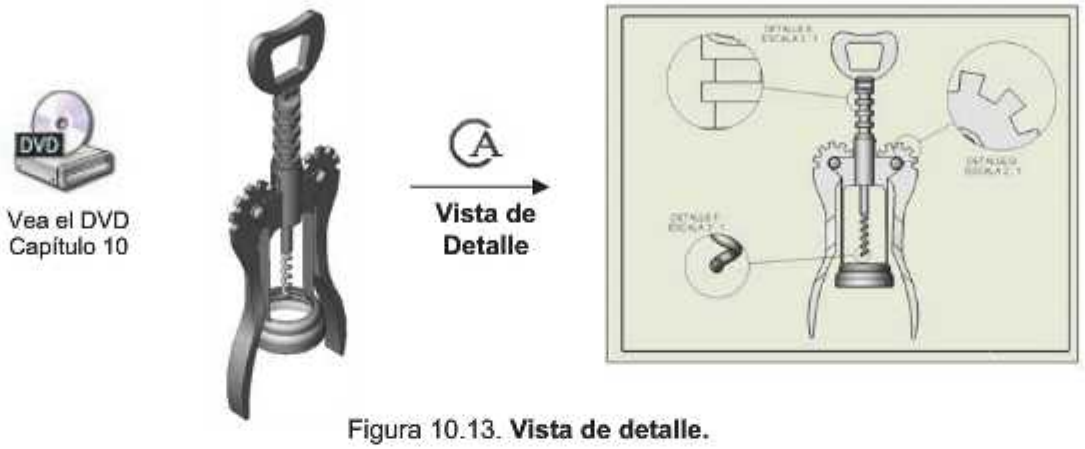


Figura 10.13. **Vista de detalle.**

Para crear una **Vista de detalle** de su modelo de pieza o ensamblaje las etapas que debe seguir son:

1. Pulse sobre **Vista de detalle** de la Barra de Herramientas de **Dibujo** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Vista de dibujo**, **Vista de detalle**.

2. En el **PropertyManager** de **Vista de detalle** aparece un mensaje que le indica que debe croquizar un círculo para poder crear la vista. Pulse con el botón izquierdo en la **Zona de Gráficos** para indicar el centro del **Círculo** y mueva el ratón hacia el exterior para incrementar su diámetro.

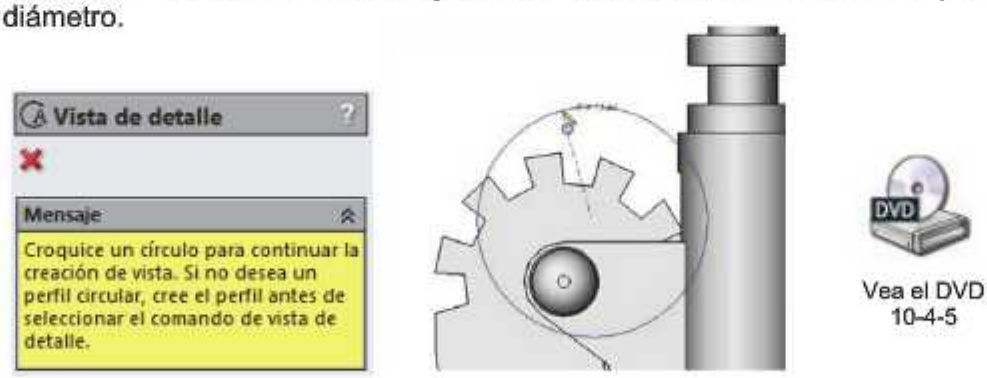


Figura 10.14. **Mensaje inicial desde el PropertyManager de Vista de detalle.**

3. Configure la nueva ventana del **PropertyManager** para definir el **Círculo de detalle**, la **Vista de detalle**, el **Estado** y **Estilo** de visualización y la **Escala**, entre otros aspectos.

4. Pulse **Aceptar** para crear la **Vista de Detalle**.

Si desea hacer una **Vista de detalle** con un croquis diferente a un **Círculo** dibuje un contorno cerrado con cualquiera de las Herramientas de croquizar antes de pulsar **Vista de detalle**.

Circulo de detalle

Permite definir el **Estilo** del **Círculo** o **Perfil** empleado en la obtención de la **Vista de detalle**. Seleccione: **Estándar**, **Círculo roto**, **Con línea indicativa**, **Sin línea indicativa** o **Conectado**.

Además, puede definir la **Letra** y la **Fuente de texto** de la **Etiqueta** que asocia la **Vista de detalle** con el **Círculo indicativo**.

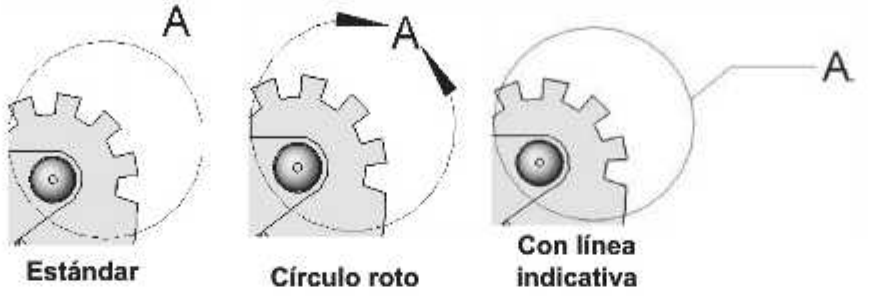


Figura 10.15. **Estilo del círculo de detalle**.



Vista de detalle

Marque la casilla **Esquema completo** si desea visualizar toda la circunferencia en la **Vista de detalle**. La opción **Fijar posición** evita que cambie la posición de la vista cuando es modificada la escala de la vista. **Ajustar escala de patrón de rayado** permite ajustar la equidistancia del rayado si efectúa una **Vista de detalle** de un **Corte** o una **Sección**.



Figura 10.16. **Vista de detalle**.

Estilo de visualización

Permite visualizar la vista de detalle como el padre, **Alámbrica**, **Líneas ocultas visibles**, **Sin líneas ocultas**, **Sombreado de aristas** o **Sombreado**.

Escala

Seleccione **Escala de padre**, de **hoja** o **personalizada**. La primera opción crea las vistas a la misma escala que la vista padre. **Escala de hoja**, según la escala general definida en las propiedades del documento. **Escala personalizada** permite definir una escala de ampliación o reducción diferente a la general establecida.

Visualización de rosca

Seleccione la **Calidad de visualización** (**Alta** o **Borrador**) para visualizar las roscas.

10.4.6 Vista de sección

Mediante una **Vista de sección** puede realizar un corte de su modelo para eliminar parte del mismo y poder visualizar los elementos internos. Los cortes pueden ser verticales, horizontales, auxiliares y alineados.

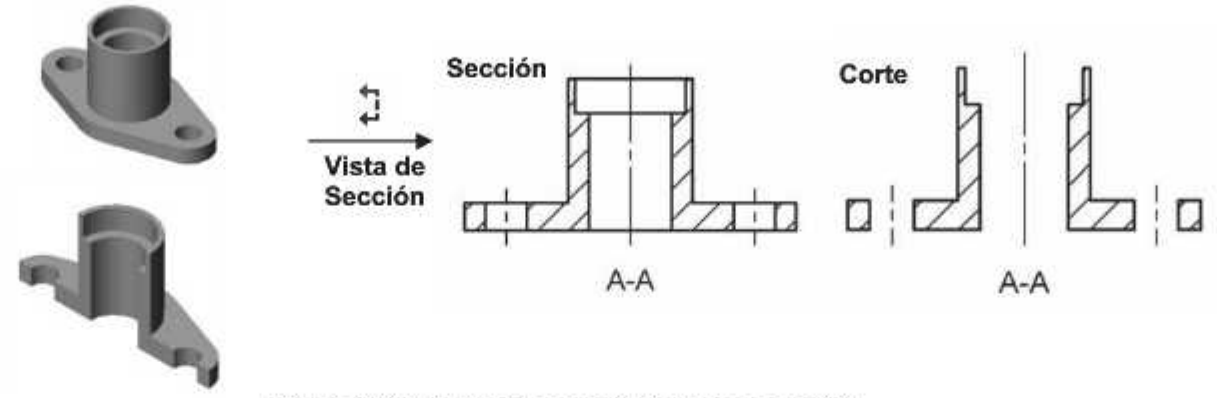
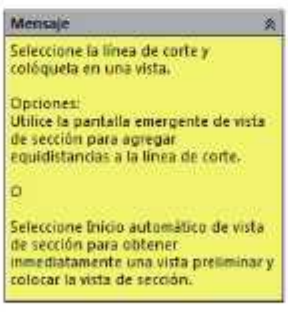


Figura 10.17. **Vista de sección (corte y sección).**

Para crear una **Vista de sección** en su modelo de pieza o ensamblaje las etapas que debe seguir son:

1. Pulse sobre **Vista de sección** de la Barra de Herramientas de **Dibujo** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Vista de dibujo**, **Vista de sección**.

2. Se activa el **PropertyManager** de **Vista de sección**. Active la pestaña **Sección** o **Media sección**. El mensaje de bienvenida indica que es necesario croquizar una línea por el lugar dónde desee cortar la pieza o que seleccione el tipo de corte: **Vertical**, **Horizontal**, **Alineado** o **Auxiliar**.



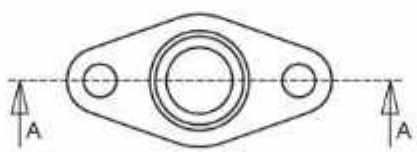
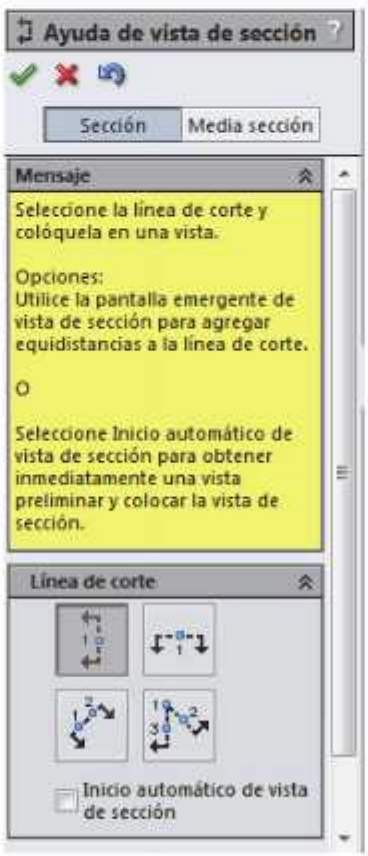


Figura 10.18. **Mensaje del PropertyManager de Vista de sección.**



3. Posicione la línea en la zona dónde desee practicar el corte. El caso más sencillo es la realización de un corte total. En este caso tan solo debe posicionar la línea. En el caso que desee hacer un corte con planos paralelos seleccione de la ventana emergente el tipo de corte a practicar (**Equidistancia de arco**, **única** o **muesca**). Defina el camino desde la Zona de Gráficos y pulse **Aceptar**.



4. Configure las características de la **Vista de Sección** desde el **PropertyManager**. Defina la **Línea** y **Vista de sección**, el **Estilo** y la **Escala de visualización**, el **Tipo de cota** y la calidad de **Visualización de roscas cosméticas.** La opción visualizar superficie solamente crea una sección de su modelo. Pulse **Aceptar**.

5. En **Línea de sección** puede indicar la letra que define la etiqueta y la dirección del corte. También puede seleccionar la fuente del texto.

6. Desde **Vista de sección** seleccione el tipo de corte o sección a realizar. Desde **Profundidad de sección** puede configurar la profundidad de la vista de sección solo en el caso de vistas en las que la línea de corte tenga un único segmento de línea. En este caso debe indicar la profundidad de la vista. **Importar anotación desde** permite importar anotaciones realizadas en el diseño, **DimXpert** o incluso incluir elementos de operaciones ocultas.

7. Finalmente puede definir el **Tipo de visualización**, la **Escala**, el **Tipo de cota** y la opción de visualizar las **Roscas cosméticas** con calidad de borrador o alta calidad.

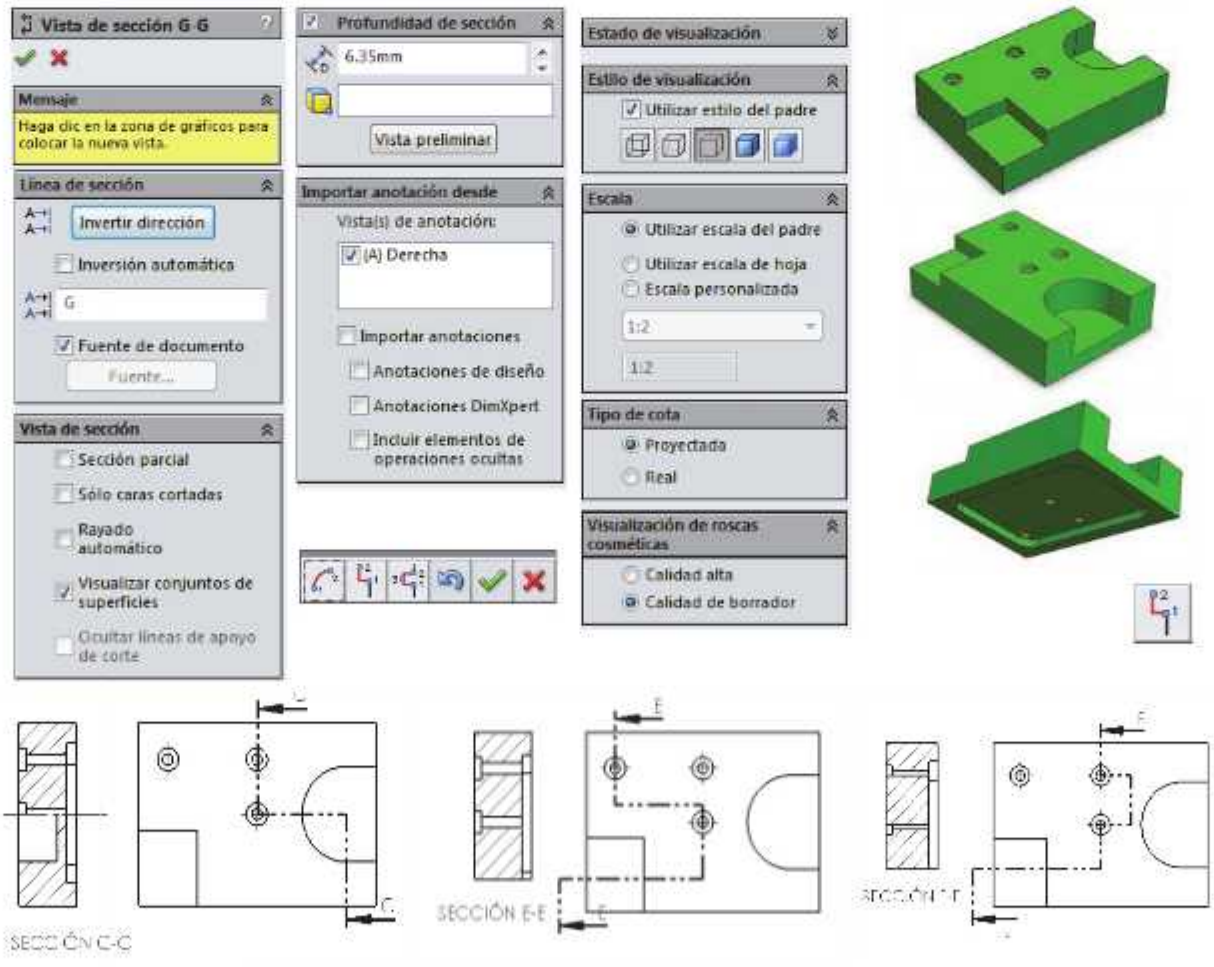


Figura 10.18. PropertyManager de **Vista de sección**.

En el corte de ensamblajes puede controlar el **Rayado** de forma automática y excluir del corte los componentes que desee. Además, puede ver las **Aristas ocultas** en una **Vista de sección**.



Media sección

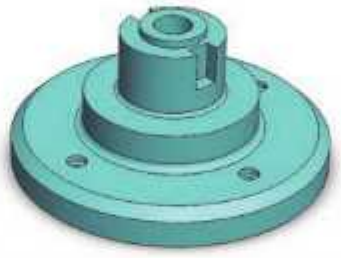
Para crear una **Vista de sección en Media sección** en su modelo de pieza o ensamblaje las etapas que debe seguir son:

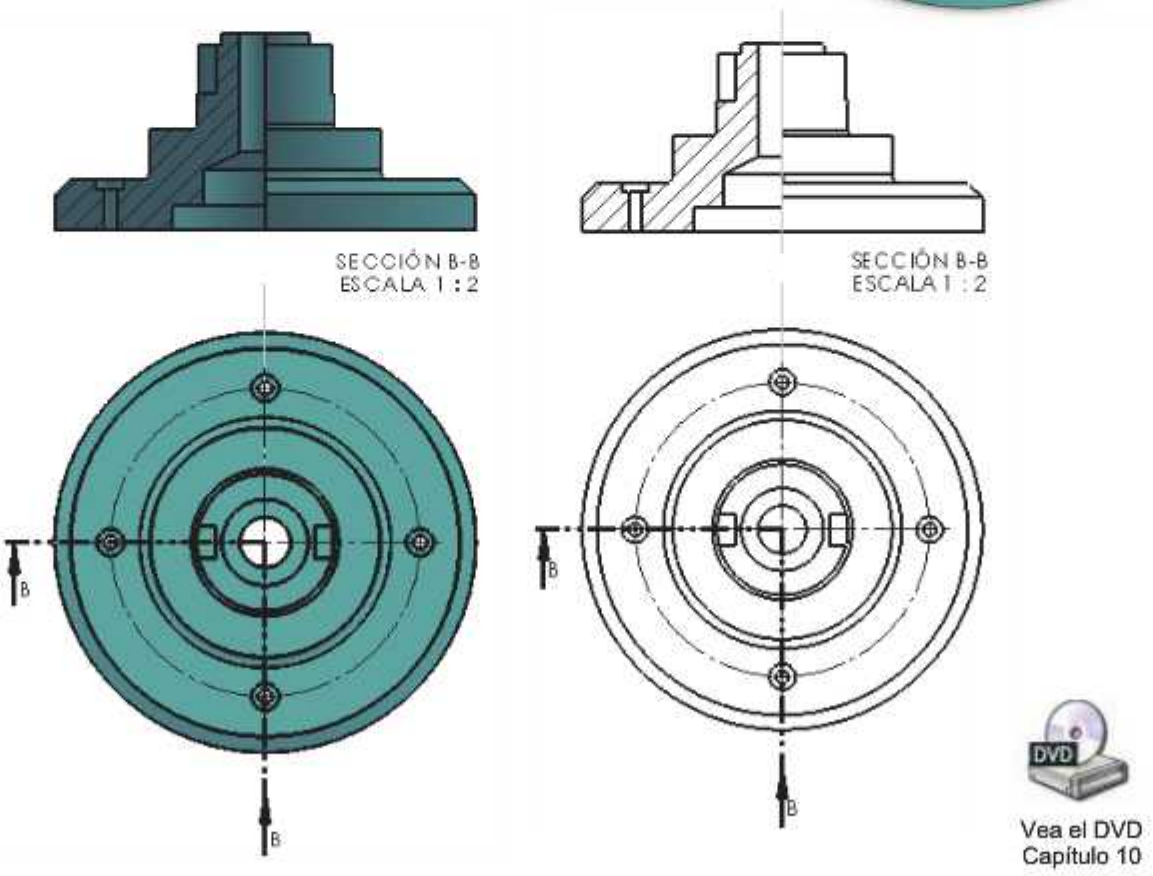
1. Pulse sobre **Vista de sección** de la Barra de Herramientas de **Dibujo** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Vista de dibujo**, **Vista de sección**.

2. Active la pestaña **Media sección** y seleccione una de las ocho diferentes formas de realizar el corte semicuadrante.

3. Observe que automáticamente se activa la herramienta de croquizar. Dibuje el camino de corte (generalmente en un plano de planta).

4. Pulse **Aceptar**.





Vea el DVD
Capítulo 10

Figura 10.19. **Media sección**. Vista de semi-corte.

10.4.7 Vista de sección parcial

La **Vista de sección parcial** permite visualizar los detalles internos de un modelo por la eliminación parcial de material hasta una profundidad especificada. Para su creación debe croquizar un perfil cerrado, generalmente con una *spline*, para indicar la zona del modelo donde desea substraer el material.

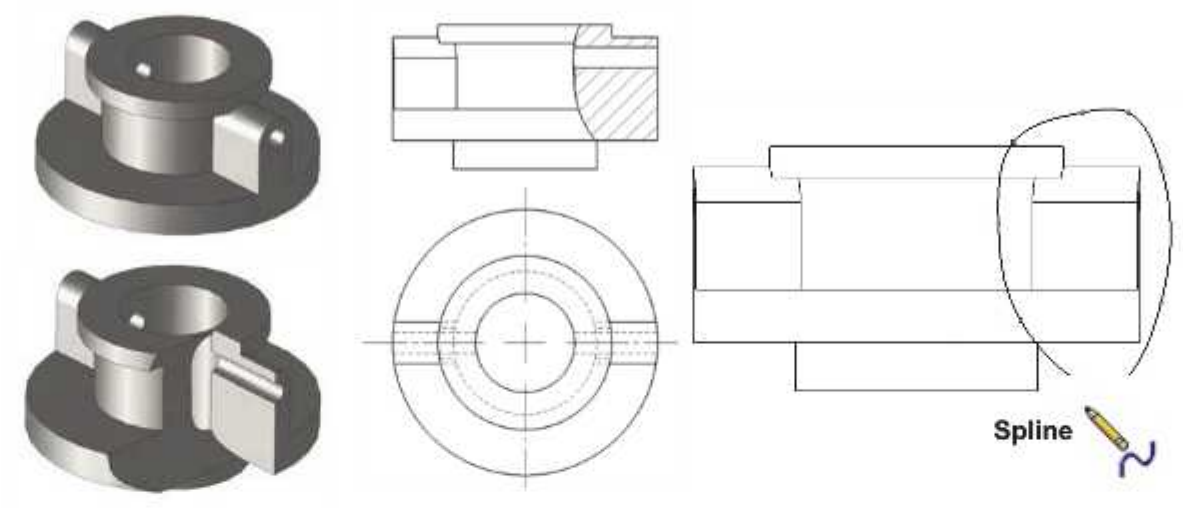


Figura 10.20. **Vista de sección parcial**.

Para crear una **Vista de sección parcial** de su modelo de pieza o ensamblaje las etapas que debe seguir son:



1. Pulse sobre **Vista de sección parcial** de la Barra de Herramientas de **Dibujo** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Vista de dibujo**, **Vista de sección parcial**.

2. El cursor cambia y adopta la forma indicada en la figura. Croquice un perfil de corte con la **Spline** en la vista en la que desee realizar la **Sección parcial**.

3. En el **PropertyManager** de **Vista de sección parcial active** la casilla **Vista preliminar** para visualizar el plano de corte en el resto de las vistas de dibujo e indique la **Profundidad** de la sección.

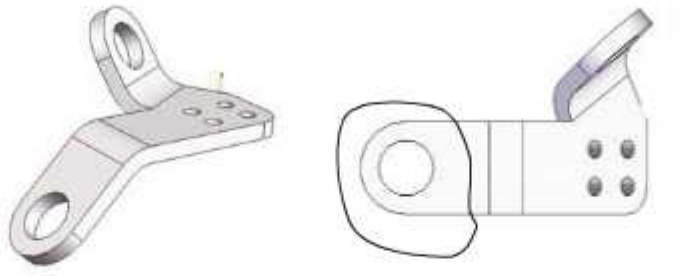
4. Observe que al cambiar la distancia D1 del plano de corte puede ver una sección distinta. Es recomendable ver en otra vista la forma en la que se desplaza el plano de corte.

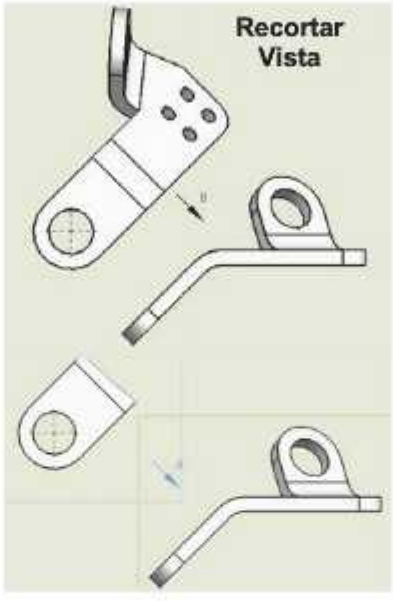
5. Pulse **Aceptar** para efectuar la sección parcial.

Si desea efectuar una **Vista de sección parcial** con un croquis distinto a una **Spline** croquice un contorno cerrado con cualquiera de las Herramientas de croquis y a continuación pulse sobre **Vista de sección parcial**. El **PropertyManager** selecciona el contorno cerrado de forma automática y no le pedirá que lo croquice. Recuerde que la operación de **Vista de sección parcial** no puede efectuarse en **Vistas de detalle**, **Vistas de sección** o en **Vistas de posición alternativa**.

10.4.8 Recortar vista

Permite recortar vistas para eliminar aquella parte no deseada de la misma. Se realiza a partir de un croquis cerrado que puede ser una circunferencia, un polígono o una *spline*. La parte recortada es la que queda fuera del perfil de croquis dibujado.





Para **Recortar una Vista** de su modelo de pieza o ensamblaje las etapas que debe seguir son:

1- Croquice un perfil cerrado con las herramientas de croquis sobre la vista a recortar. Lo más habitual es emplear un círculo.

2- Pulse sobre **Recortar Vista** de la Barra de Herramientas de **Dibujo** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Vista de dibujo**, **Recortar Vista**. Todos los elementos exteriores al perfil cerrado se eliminan.

Recuerde que puede recortar cualquier tipo de **Vista** excepto las **Vistas de detalle**.

Puede utilizar la Operación **Recortar vista** para eliminar parte de las **Vistas Auxiliares** que no son proyectantes y no se encuentran en verdadera magnitud. De esta forma mostrará únicamente las partes del modelo que le interesa.

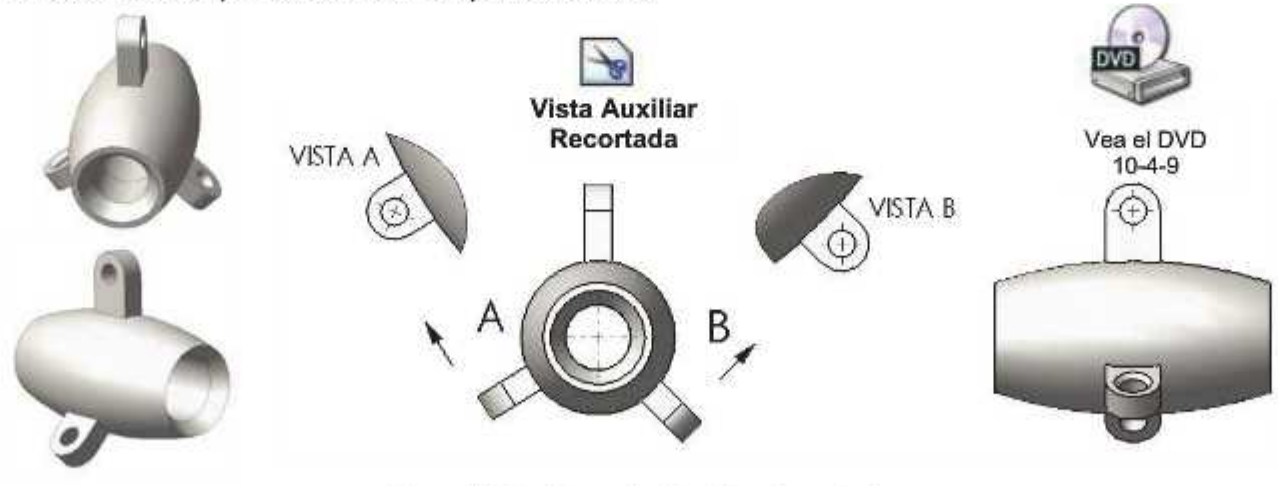


Figura 10.21. **Recortar Auxiliar Recortada**.

Para **Editar** cualquier tipo de **Vista** pulse con el botón secundario del ratón sobre la Vista en la **Zona de Gráficos** o sobre el **Gestor de Diseño**. Seleccione la Opción **Editar Vista**. Se activa el **PropertyManager** de la **Vista** y puede modificar los parámetros de su definición.

10.4.9 Vista de rota

La **Vista de rota** se emplea para cortar o interrumpir los modelos largos de sección uniforme que por sus dimensiones solo permitiría representarse con escalas pequeñas y grandes formatos de dibujo.

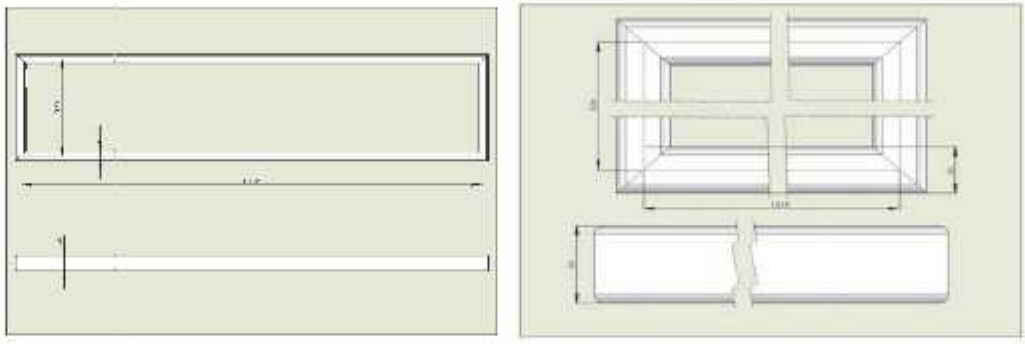


Figura 10.22. **Vista normal y Rota de un Miembro Estructural**.

Para crear una **Vista rota** en su modelo las etapas que debe seguir son:

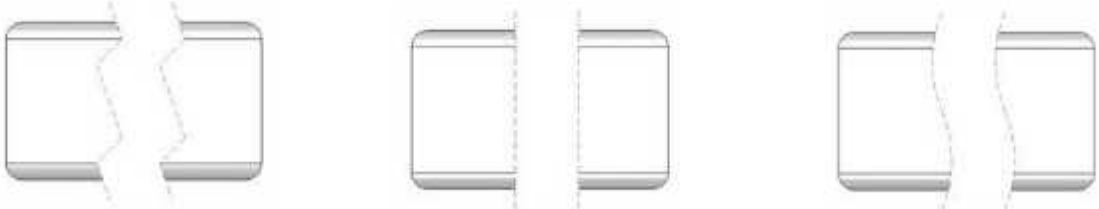
1- Pulse sobre **Vista rota** de la Barra de Herramientas de **Dibujo** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Vista de dibujo**, **Vista rota**. Seleccione la vista que desea romper desde la **Zona de Gráficos**.

2- Agregue las dos **Líneas de rotura vertical** pulsando con el botón izquierdo del ratón sobre el lugar dónde desee cortar su modelo. Previsualice el resultado. Indique la separación de las dos líneas de rotura en la casilla **Separación rota** y defina el tipo de línea para la rotura (**corte Lineal**, **Curvado**, **Zig Zag** y **Zig Zag menor**).

3- Para agregar líneas de rotura horizontal pulse sobre el icono **Agregar Líneas de rotura horizontal** y repita el proceso indicado en el punto 2. Pulse **Aceptar** para finalizar.

4- Si desea **Editar** la posición de las **Líneas de rotura** seleccione una de ellas y arrástrela hasta la nueva posición o pulse con el botón secundario sobre la **Vista** o desde el **Gestor de diseño** y edite la **Separación rota** y el **Tipo de Línea para la rotura**.





Corte en Zig Zag **Corte Lineal** **Corte Curvado**

Puede definir la **Separación** y la **Extensión** así como el **Tipo de línea** y el **Formato de Texto** desde el Menú de Persiana **Herramientas**, **Opciones**, **Propiedades de documento**, (**Documentación** y **Fuente de Línea**).

10.4.10 Vista relativa

Permite definir una **Vista ortográfica** en el dibujo por la selección de dos caras ortogonales del modelo desde el módulo de pieza. Para cada una de las caras o planos seleccionados debe indicar una orientación.

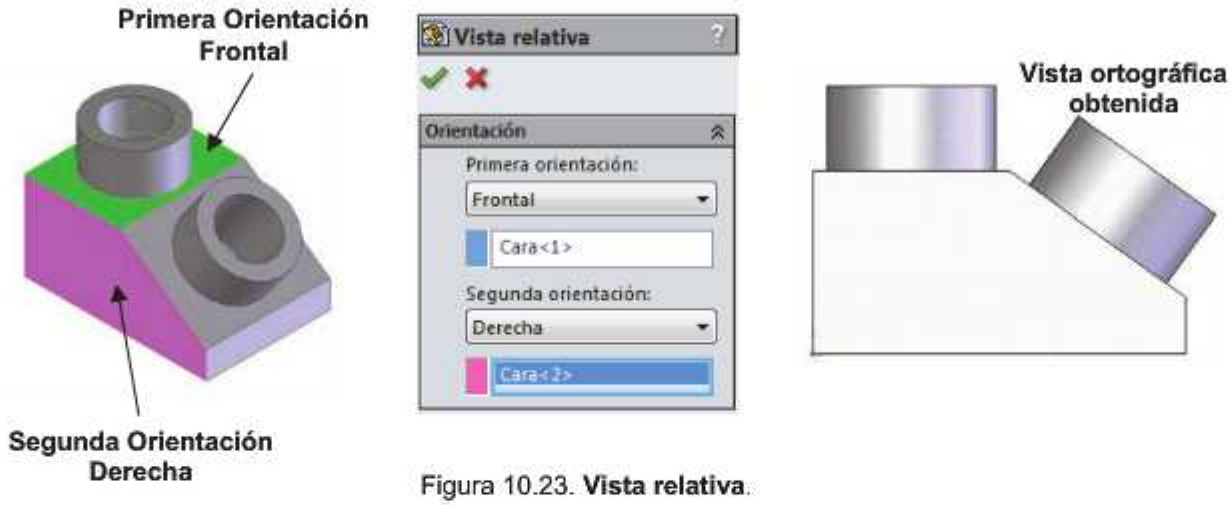


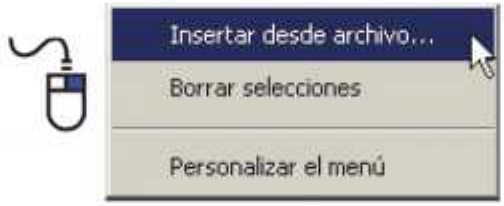
Figura 10.23. **Vista relativa**.

Para crear una **Vista relativa** en su modelo las etapas que debe seguir son:

1- Pulse sobre **Vista relativa** de la Barra de Herramientas de **Dibujo** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Vista de dibujo**, **Vista relativa**.



2- Pulse con el botón izquierdo del ratón sobre la **Zona de Gráficos** y observe como se abre el módulo de pieza con el modelo. También puede pulsar con el botón derecho del ratón sobre la zona de gráficos y seleccionar la opción **Insertar desde archivo**.



3- Localice el modelo desde el navegador de Windows® y, una vez localizado, pulse **Abrir**.

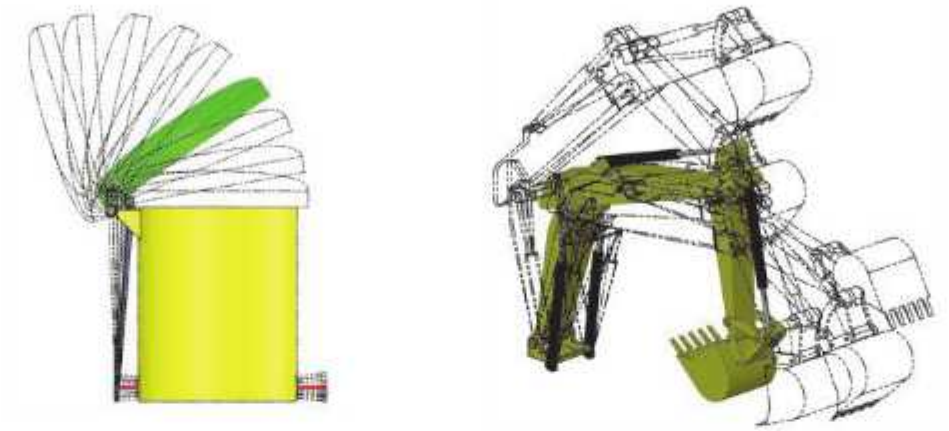
4- Seleccione una **Cara/Plano** y una primera **Orientación** (**Frontal**, **Derecha**, etc.). Repita con un segunda **Cara/Plano** y su **Orientación**. Observe como las caras seleccionadas desde la **Zona de Gráficos** adquieren un color verde (Primera selección) y rosado (segunda selección).



5- Pulse **Aceptar**. Aparece la **Zona de Gráficos** del módulo de **Dibujo**. Pulse con el botón izquierdo sobre la **Zona de Gráficos** deseada para insertar la **Vista relativa**.

10.4.11 Vista de posición alternativa

La operación **Vista de posición alternativa** permite insertar una o varias vistas con la posición alternativa de los elementos que conforman un ensamblaje. Es una herramienta útil para indicar, en una única vista, los rangos máximos y mínimos de movimiento de su ensamblaje y dar a conocer sus grados de libertad.



Vea el DVD Capítulo 10

Figura 10.25. **Vista de posición alternativa.**

Las posiciones alternativas se representan mediante una línea fina de trazo y dos puntos aunque puede modificar el **Estilo** y **Espesor** de la **Línea** desde el Menú de Persiana **Herramientas**, **Opciones**, **Propiedad del documento**, **Fuentes de línea**.

Para **Insertar una Vista de posición alternativa** de su ensamblaje las etapas que debe seguir son:

1- Abra un Dibujo que contenga las vistas de un ensamblaje.

2- Pulse sobre **Vista de posición alternativa** de la Barra de Herramientas de **Dibujo** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Vista de dibujo**, **Vista de posición alternativa**.

3- En el **PropertyManager** de **Vista de posición alternativa** aparece un mensaje indicando que debe seleccionar una vista de dibujo en la que se creará la posición alternativa de los componentes de su ensamblaje. Seleccione cualquier **Vista**.

4- De forma automática se abre el módulo de ensamblaje y el PropertyManager de **Mover componente**.

Emplee **Mover componente** y **Arrastre libre** para mover su **ensamblaje** hasta la posición deseada. También puede emplear las opciones de Girar y distancia dinámica para mover las piezas de un ensamblaje.

Pulse **Aceptar** desde el **PropertyManager** de **Mover Componente**. En el módulo de dibujo aparece la posición alternativa de su ensamblaje representado por una línea fina de trazo y dos puntos.



10.4.12 Vista vacía



Inserta una **Vista vacía** en su lámina de dibujo.

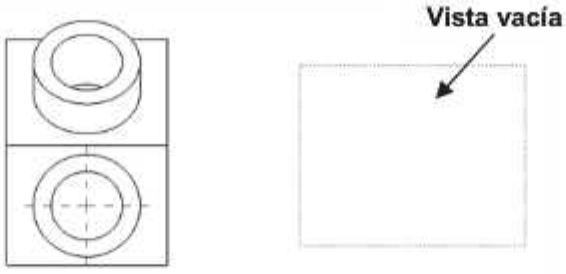


Figura 10.26. **Vista vacía**.



Para **crear una Vista vacía** en su lámina de **Dibujo** las etapas que debe seguir son:

1- Pulse sobre **Vista vacía** de la Barra de Herramientas de **Dibujo** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Vista de dibujo**, **Vista vacía**.

2- Pulse con el botón izquierdo del ratón en la **Zona de Gráficos** donde desee insertar la **Vista vacía**.

3- Configure las características de la **Vista vacía** desde el **PropertyManager**: **Escala**, **Tipo de cota** y **Visualización de roscas cosméticas**.

4- Pulse **Aceptar**.

10.4.13 Vista predefinida



Permite insertar **Vistas** desde un modelo con cualquier tipo de **Orientación predefinida**. Cuando seleccione la orden **Vista predefinida** se activa el **PropertyManager** de **Vista de modelo** con una opción que le permite localizar su archivo para selecciona la vista a insertar. Seleccione el modelo y siga las instrucciones definidas en **Vista de modelo**.

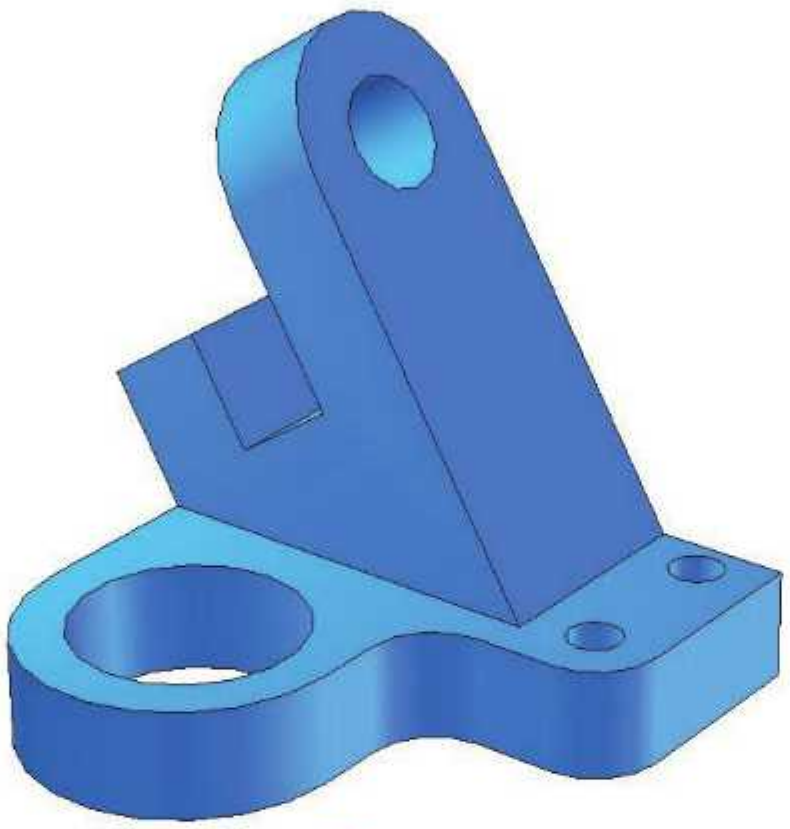


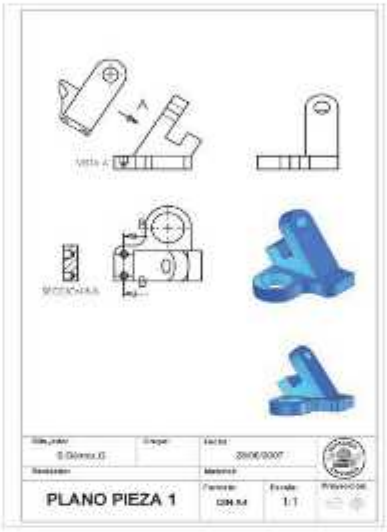
Figura 10.27. **Vista predefinida**.

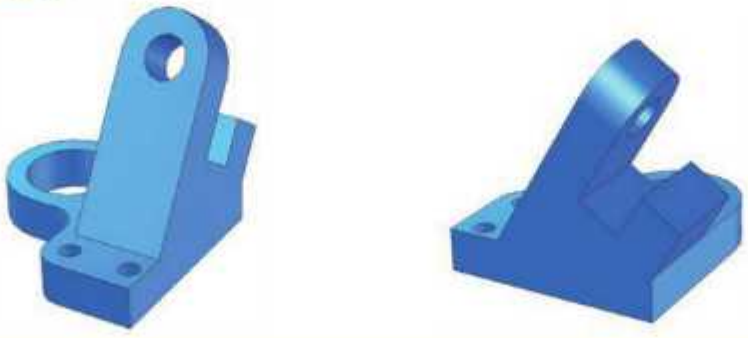
Practica 10-1

Obtenga las vistas adecuadas del modelo indicado en la figura. El modelo está contenido en el DVD que acompaña el libro.

15 minutos









Vea el DVD
Capítulo 10

Objetivos del tutorial

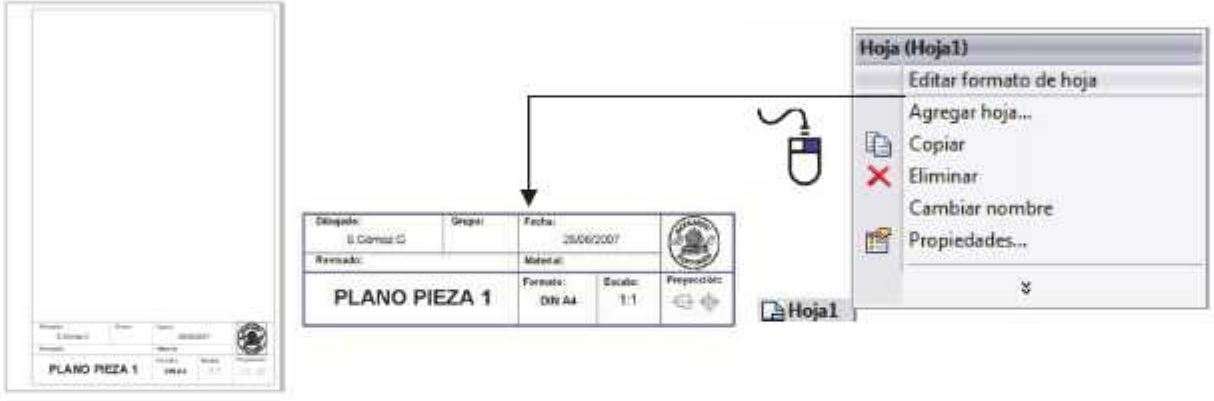
- Insertar vistas **Estándar, Proyectada, Auxiliar, Recortar vista.**
- Insertar vistas en **Perspectiva** y vista **Actual.**
- Guardar como fichero **PDF 3D. Adobe Reader®.**

Práctica Guiada 10-1

1- Pulse la opción **Abrir** del Menú Persiana **Archivo** o sobre el icono **Abrir**.

2- Localice el fichero *Formato A4 Vertical.slddrw* incluido en el DVD que acompaña el libro. Pulse **Abrir**.

3- Pulse con el botón secundario del ratón sobre la pestaña **Hoja1** desde la parte inferior de la **Zona de Gráficos** y seleccione **Editar formato de Hoja**. Modifique el cuadro de rotulación con sus datos e inserte el logotipo de su empresa. Puede seleccionar la imagen desde cualquier aplicación de **Windows®** y copiarla en el documento de dibujo (**Ctrl+C**, **Ctrl+V**). Vuelva a pulsar con el botón secundario del ratón sobre la pestaña Hoja1 y seleccione **Editar Hoja**. Observe como todas las entidades adquieren un color grisáceo que le indica que a partir de este momento dejan de ser editables.



4- Pulse **Guardar como** desde el Menú de Persiana **Archivo** o desde la Barra de Herramientas **Estándar**. Indique un nombre para su formato de dibujo y en **Tipo** seleccione **Plantilla de dibujo (*.drwdot)**. Observe que su documento se guarda en una carpeta denominada *Templates* (Plantillas).

Obtención de las Primeras Vistas

5- Pulse **Nuevo** desde el Menú Persiana **Archivo** o sobre el icono **Nuevo**. Seleccione **Dibujo** y pulse sobre **Avanzado**. Observe que aparece la **plantilla de dibujo** que acaba de crear en el apartado anterior. Seleccione su plantilla de dibujo y pulse **Abrir**.

6- En el **PropertyManager** del **Gestor de Diseño** aparece la orden **Vista del modelo**. Pulse en **Examinar** y localice el fichero **Práctica 10-1** contenido en el DVD que acompaña el libro. Pulse **Siguiente**. En **Número de vistas** indique **Vistas Múltiples** y en **Orientación** seleccione **Frontal** y **Superior**. Pulse **Aceptar**. Observe como se generan las dos vistas automáticamente en su documento de dibujo.



Incremento de Escala, obtención de la Vista auxiliar y Recortar vista

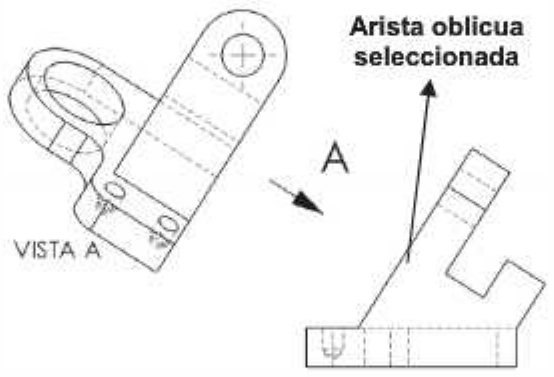
7- Seleccione la **Vista Frontal** con el botón izquierdo de ratón desplácela por la lámina de dibujo. Observe que en su movimiento también se desplaza la **Vista Superior** que depende de esta. El desplazamiento de la **Vista Superior** solo puede realizarlo de forma ortogonal a la **Vista Frontal** que actúa como vista padre.

8- Al selecciona la **Vista Frontal** se activa el **PropertyManager** de la **Vista**. Puede modificar su **Orientación**, su **Estilo de visualización** y su **Escala**. Seleccione **Escala personalizada** e indique 2:1. Pulse **Aceptar**.

9- Pulse sobre **Vista Auxiliar** de la Barra de Herramientas de **Dibujo** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Vista de dibujo**, **Auxiliar**.

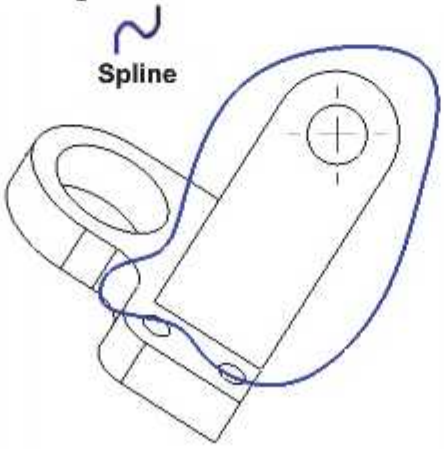
10- Seleccione una **Arista oblicua** de la **Vista Frontal** desde la **Zona de Gráficos** y desplace el cursor hasta localizar la posición dónde desee crear la nueva vista. Pulse **Aceptar**.







11- Seleccione la orden **Spline** desde la Barra de Herramientas de **Croquis** y dibuje una entidad cerrada sobre la **Vista Auxiliar** excluyendo las partes de la vista que no desee conservar. Seleccione **Recortar Vista** desde la Barra de Herramientas **Dibujo** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Vistas de dibujo**, de esta forma solo muestra la Vista en verdadera magnitud.



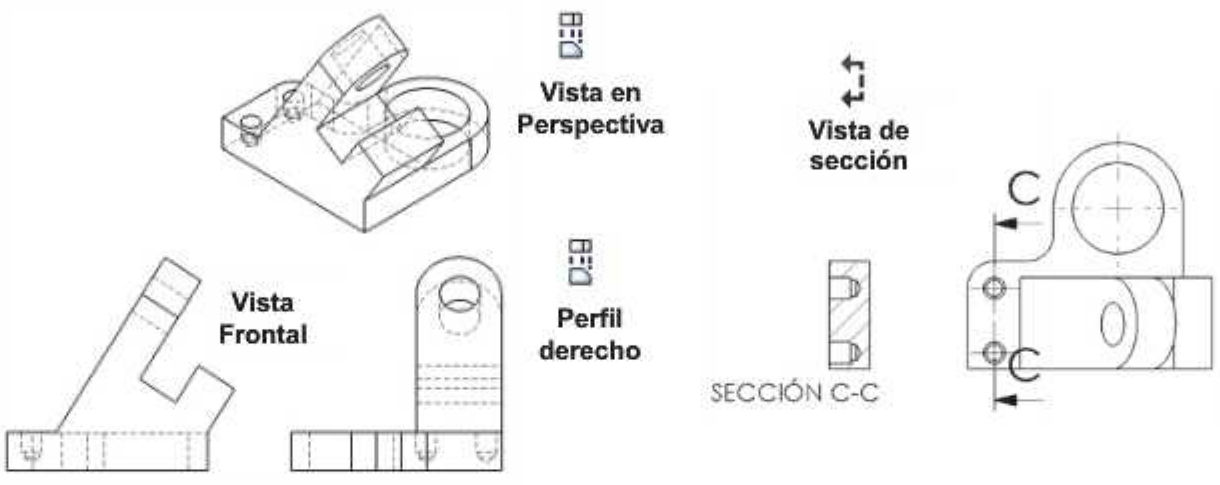




Vea el DVD
Capítulo 10

Vista de proyección lateral, Vista de sección y perspectiva

12- Pulse sobre **Vista de proyección** de la Barra de Herramientas de **Dibujo** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Vista de dibujo**, **Auxiliar**. Seleccione la **Vista frontal**. Observe como al mover el cursor SolidWorks® previsualiza distintas vistas de proyección en función del lugar por donde lo mueva. Mueva el cursor hacia la parte derecha de la **Vista Frontal** y pulse el botón izquierdo para confirmar su ubicación. Repita el proceso pero cree una vista en perspectiva confirmando su localización en la parte superior derecha de la **Vista Frontal**.



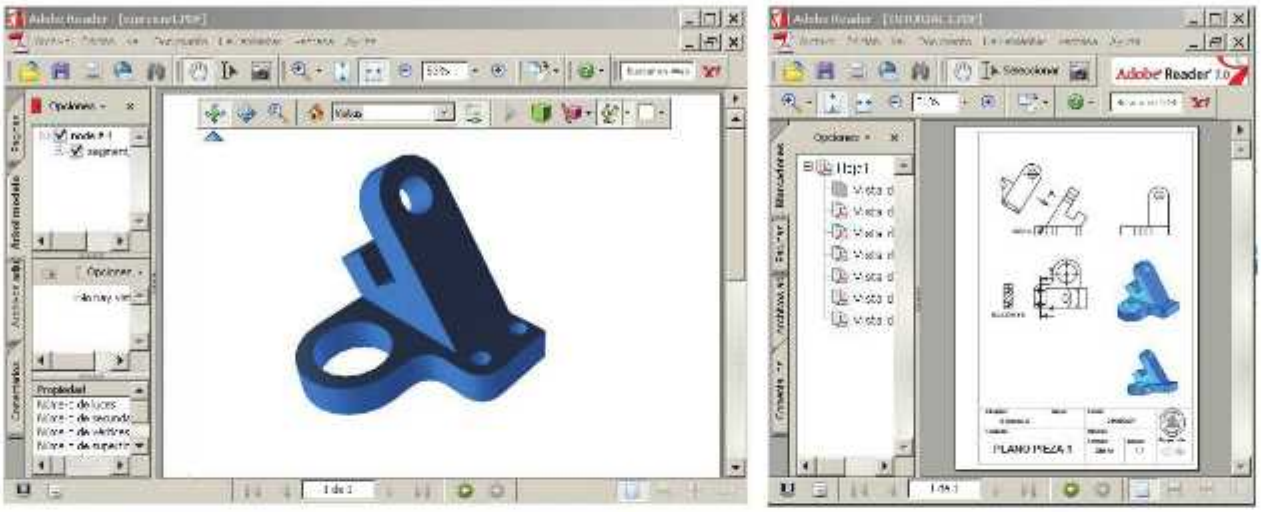
13- Para crear una **Vista de sección** que muestre el detalle de los dos taladros de la base pulse sobre **Vista de sección** de la Barra de Herramientas de **Dibujo** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Vista de dibujo**, **Vista de sección**. Se activa el **PropertyManager** de **Vista de sección** y la Herramienta **Línea**. Croquice una línea por el lugar por donde desee cortar la pieza y pulse **Aceptar**.

14- Por último, creará una **Vista en Perspectiva** con la orientación de actual de su modelo. Abra el modelo de pieza 3D y oriéntelo de la forma deseada. Pulse sobre el icono **Perspectiva** desde la Barra de Herramientas **Ver** o desde el Menú de Persiana **Ver, visualizar**, **Perspectiva**. A continuación pulse sobre **Orientación de Vista** (misma barra de Herramientas) y seleccione **Nueva Vista**. Ponga un nombre a la vista en perspectiva creada. Vuelva al documento de dibujo y seleccione la orden **Vista del modelo**. Observe como en orientación aparece el nombre de la vista creada. Pulse **Aceptar** para insertar la vista en perspectiva.

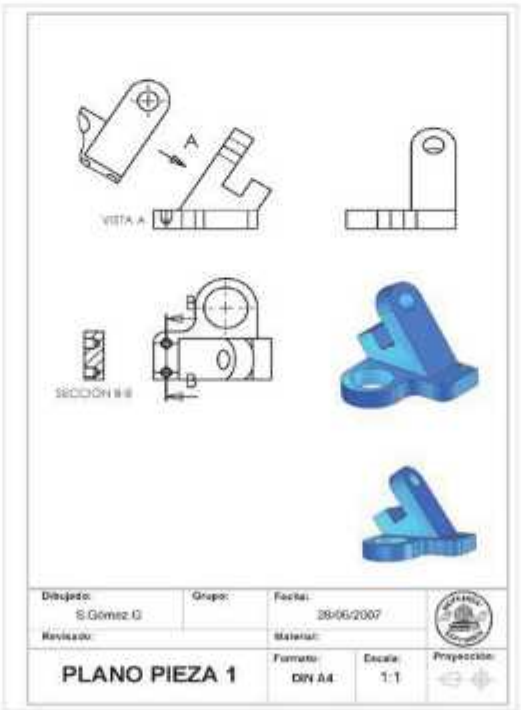


Guardar como PDF 3D

Puede guardar el modelo de dibujo y el modelo de pieza en formato **PDF 3D** y utilizar el visualizador de **Adobe Reader®** como un visualizador de piezas. Pulse **Guardar Como** y seleccione el **formato PDF**. Para el modelo de pieza tiene la opción de **Guardar como PDF 3D**. Una vez guardado el documento de pieza abra el fichero PDF y emplee las herramientas de **Visualización (Zoom**, **Desplazar** y **Girar)**, **Iluminación** y **Vista**.



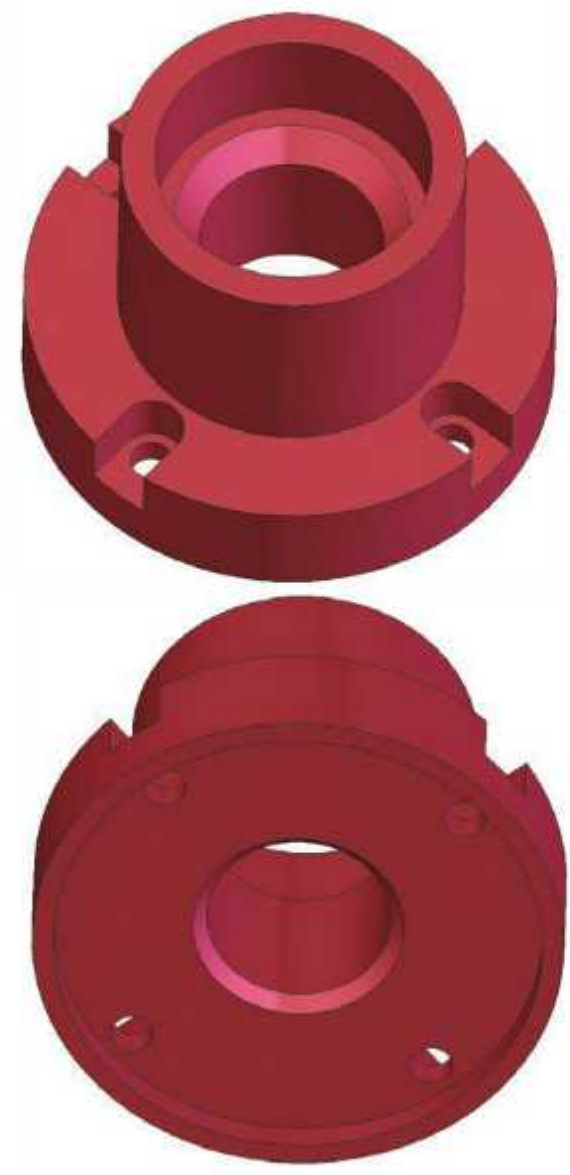


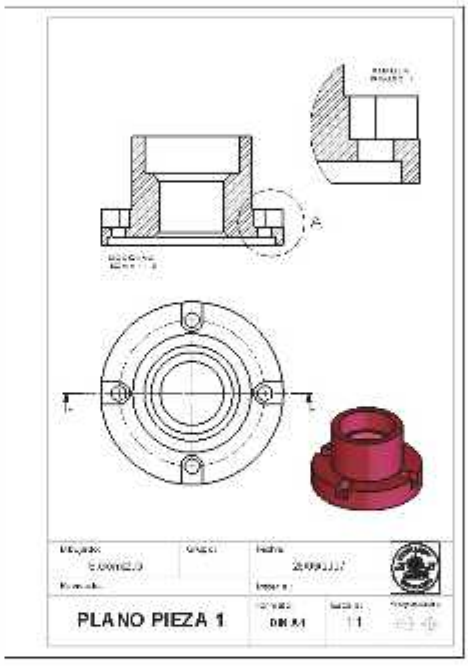


Práctica Guiada 10-2

Obtenga las vistas adecuadas del modelo indicado en la figura. El modelo está contenido en el DVD que acompaña el libro. Práctica Guiada 10-2.

15 minutos





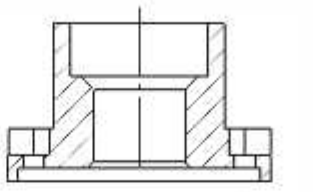
Objetivos del tutorial

- Insertar **Vistas Estándar, Vista de Sección, Vista de Detalle y Vista Trimétrica.**

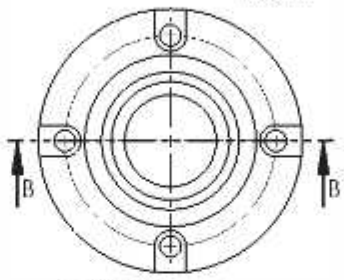
Práctica guiada 10-2

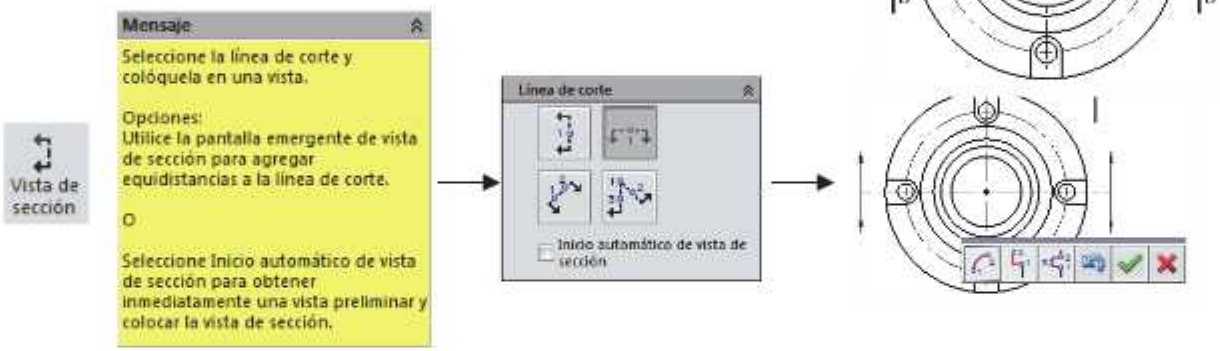
1- Pulse **Nuevo** desde el Menú Persiana **Archivo** o sobre el icono **Nuevo**. Seleccione **Dibujo** y pulse sobre **Avanzado**. Seleccione la plantilla A4 de SolidWorks. Pulse **Abrir**.

2- En el **PropertyManager** del **Gestor de Diseño** aparece la orden **Vista del modelo**. Pulse en **Examinar** y localice el fichero **Práctica 10-2**, contenido en el DVD que acompaña el libro. Pulse **Siguiente**. En Número de vistas indique **Vistas Única** y en **Orientación** seleccione **Superior**. Pulse **Aceptar**.



3- Pulse **Vista de sección** de la Barra de Herramientas de **Dibujo** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Vista de dibujo**, **Vista de sección**. Se activa el **PropertyManager** de **Vista de sección** y la Herramienta **Línea**. Croquice una línea por el lugar donde desee cortar la pieza que coincide con la parte media de la misma.





Configure la **Línea** y **Vista de sección**, el **Estilo** y la **Escala de visualización**, el **Tipo de cota** y la calidad de **Visualización de roscas cosméticas** desde el **PropertyManager** de **Vista de sección**.

Obtención de una Vista de Detalle

4- Pulse **Vista de detalle** de la Barra de Herramientas de **Dibujo** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Vista de dibujo**, **Vista de detalle**. Pulse con el botón izquierdo en la zona de Gráficos para indicar el centro del **Círculo de detalle** y mueva el ratón hacia el exterior para incrementar su diámetro.



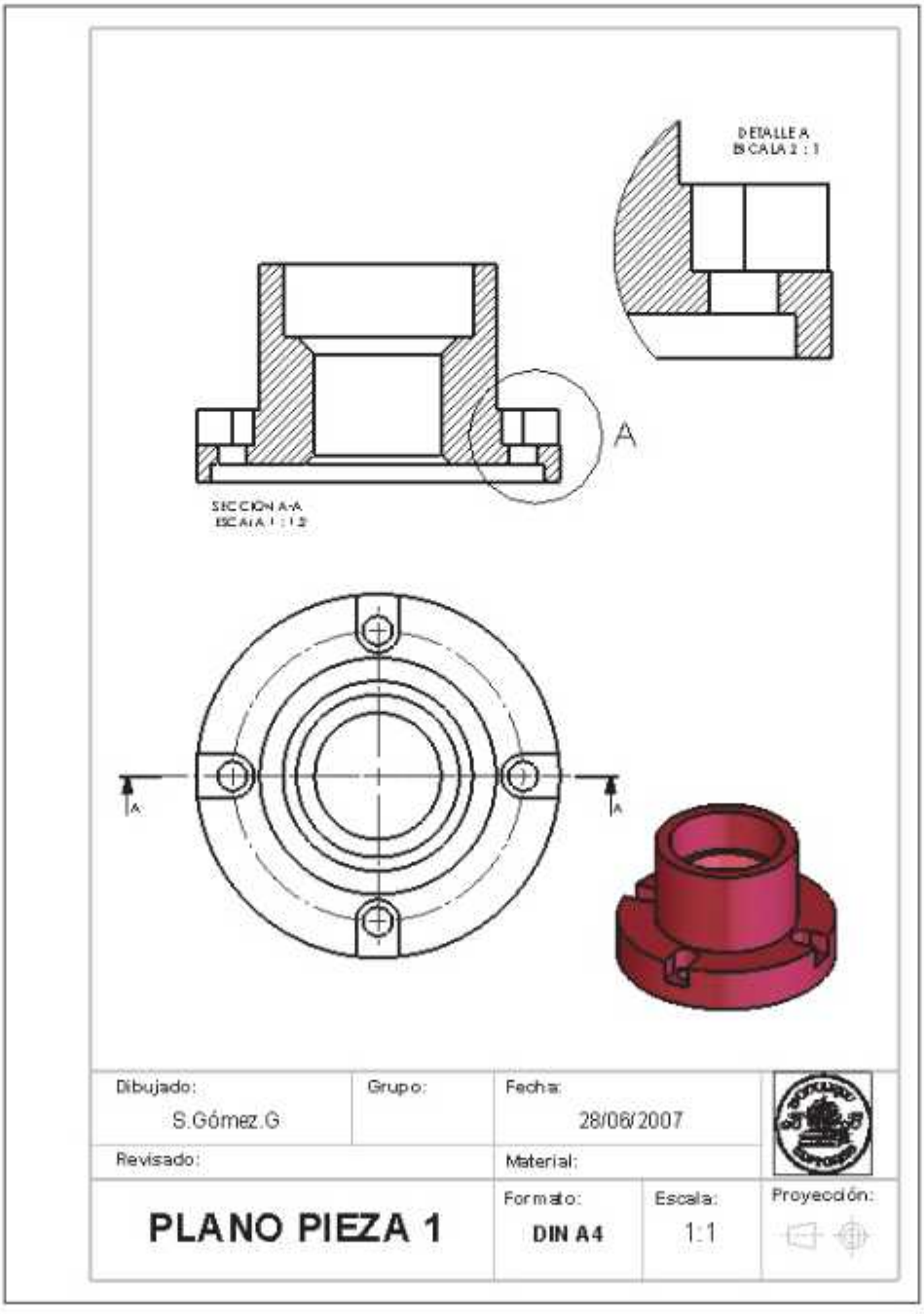


5. En el **PropertyManager** defina un **Estilo Estándar** y una **Escala** 2:1. Pulse **Aceptar** para crear la **Vista de Detalle**.

Obtención de una Vista Isométrica

6- Pulse **Vistas del modelo** de la Barra de Herramientas de **Dibujo** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Vista de dibujo**, **Vista del modelo**. Seleccione un modelo o ensamblaje desde **Examinar...** y pulse **Siguiente** para continuar. En **Número de vistas** seleccione **Vista única** y en **Orientación** active la opción **Trimétrica**. Defina el estilo de visualización **Sombreado de aristas** y pulse **Aceptar**.

7- Mueva el cursor por la **Zona de Gráficos** y coloque la **Vista Trimétrica** en la parte inferior derecha de su formato de dibujo.

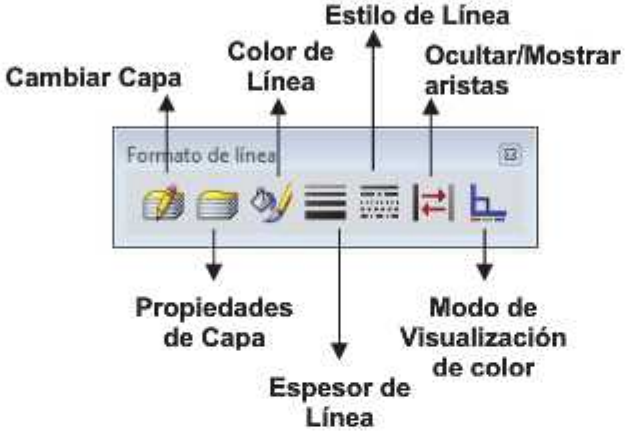


10.7 Formato de línea

La Barra de Herramientas de **Formato de línea** está formada por 5 iconos que permiten definir el **Espesor**, **Estilo** y **Color de línea** además de **Crear y Editar Capas** en los dibujos.

Tipos de línea

Puede modificar la **Fuente** de línea, el **Color**, el **Espesor** de las aristas de un componente de un dibujo. Pulse con el botón secundario del ratón sobre una de las vistas de su dibujo y seleccione **Fuente de línea del componente**. Defina el **Estilo de las líneas**, su **Espesor** y las **Capas** en función del tipo de **Arista**.





Color. Desde el icono **Color de línea** puede seleccionar el color adecuado dentro de una gran gama.

Espesor de línea. Defina el espesor de línea con solo acceder al icono. Los espesores definidos se tienen en cuenta en las operaciones de impresión de documentos.

Estilo de línea. Defina líneas **Continuas**, **Discontinuas**, **Trazo y punto**, etc. pulsando sobre la misma desde el icono **Estilo de línea**.

Estilo por defecto. Para volver al estilo predefinido (**tipo de Línea**, **Espesor** y **Color**) pulse sobre **Fuente de línea** desde el Menú de Persiana **Herramientas**, **Opciones**, **Propiedades de documento**.

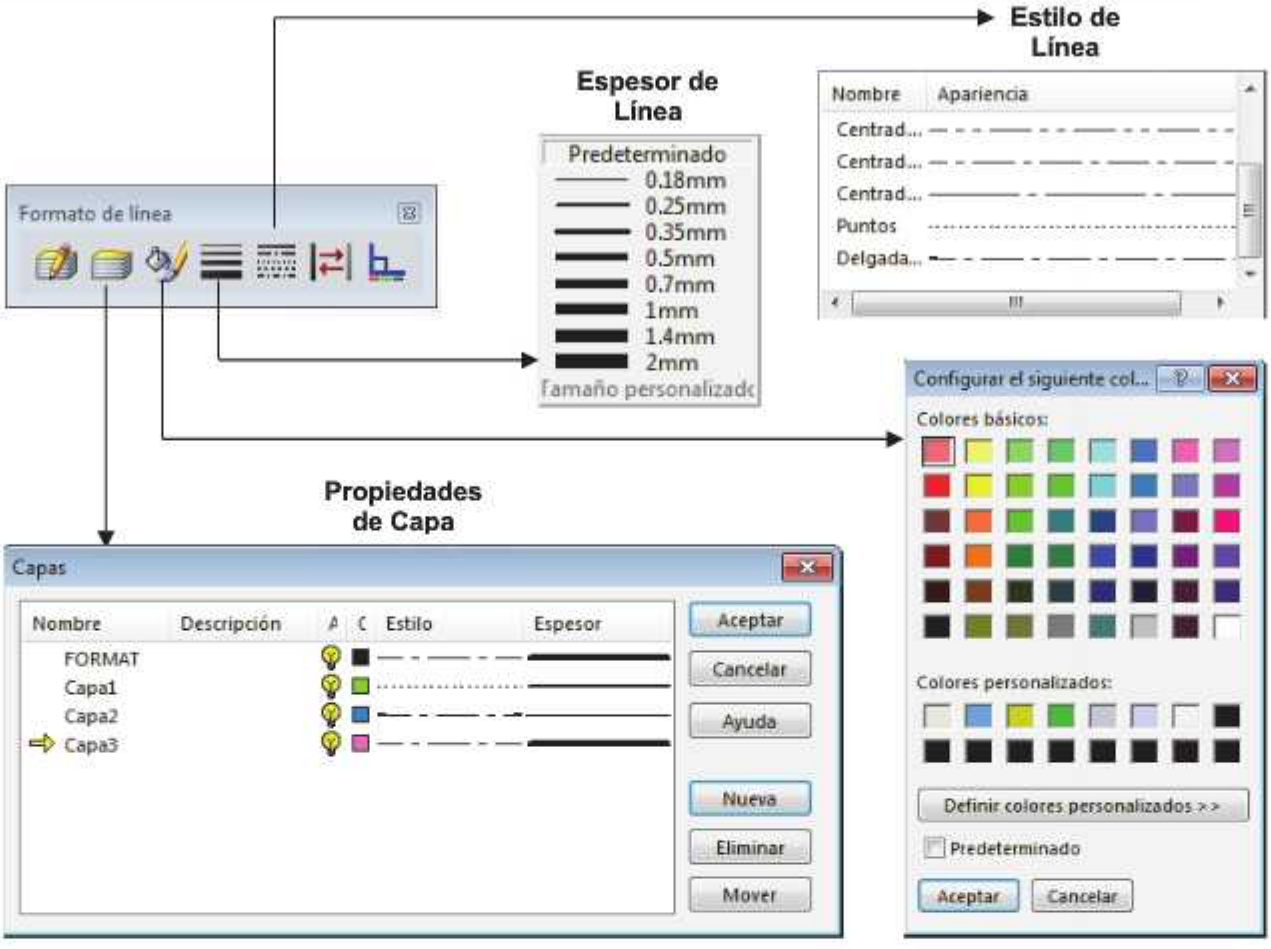
Gestión de capas

El icono **Capas** permite definir y gestionar las capas de su dibujo. Asigne un nombre y establezca el **Color**, **Estilo** y **Espesor de línea** para cada una de las capas.

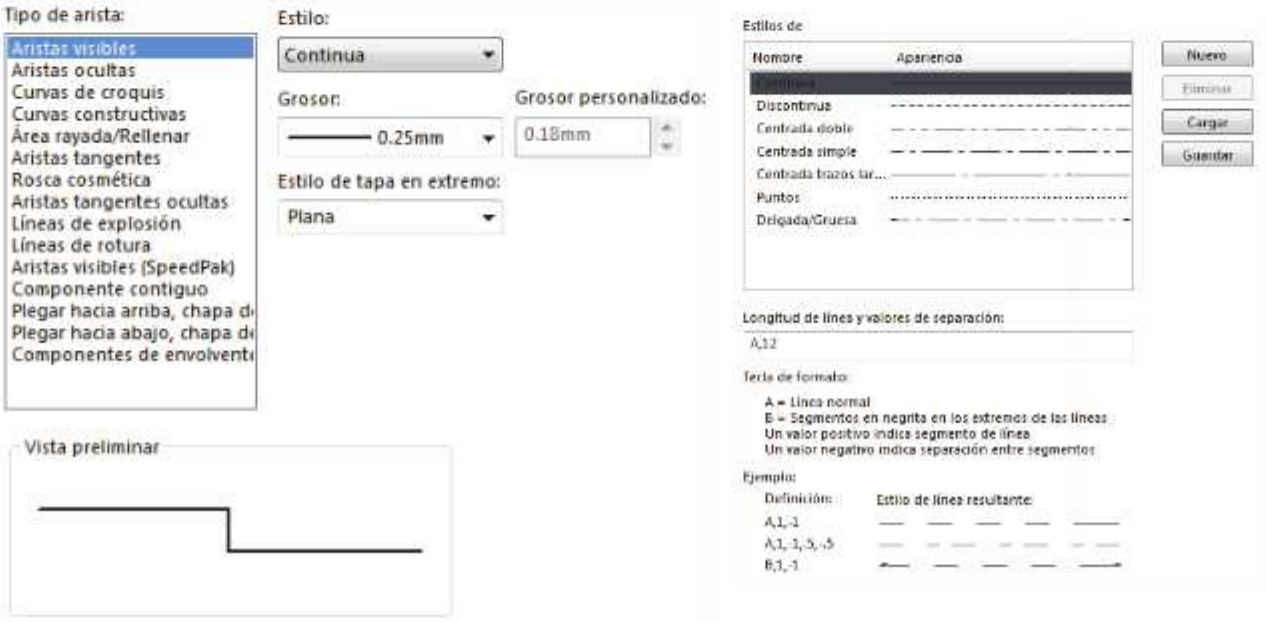
Para crear una capa nueva pulse sobre **Nueva** y defina el **Nombre** y el **Estilo de línea**. La flecha situada junto al nombre de capa indica que la **Capa** es **Activa**.

Para suprimir una **Capa** debe seleccionarla y pulsar **Eliminar**. Para **Mover** entidades a una capa Activa seleccione la Vista del Dibujo y pulse **Mover**.

Los dibujos importados desde **AutoCAD®** mantienen las capas ya definidas sin que sea necesario volverlas a definir en **Solid**Works®.



Configure la **Fuente** y el **Estilo de línea por defecto** desde el Menú de Persiana **Herramientas**, **Opciones**, **Propiedades de documento**.



10.8 Acotación de dibujos

Después de crear las vistas adecuadas de su modelo debe acotar cada una de las dimensiones lineales y angulares que lo van a definir. Con SolidWorks® puede insertar cotas de forma automática o manual.

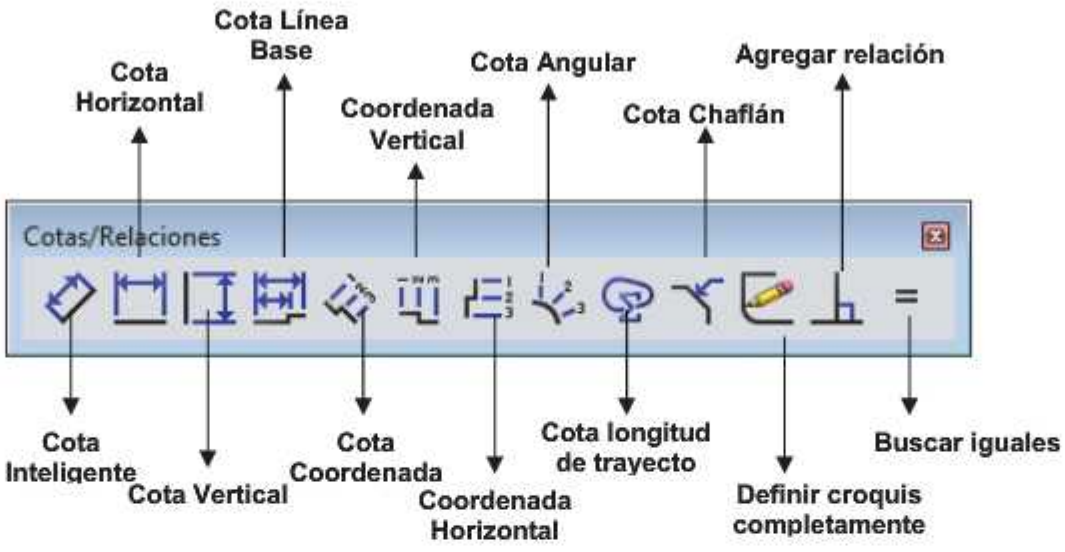


Figura 10.28. Barra de Herramientas **Cotas/Relaciones**.

La acotación automática (**Cotas Conductoras o del modelo**) se realiza con las dimensiones importadas desde el módulo de **Pieza** o **Ensamblaje** mientras que la acotación manual (**Cotas Conducidas o de Referencia**) debe insertarlas de forma manual empleando la Barra de Herramientas de **Cotas/Relaciones**. En la mayoría de los casos es recomendable emplear ambos tipos de acotación.

Cuando crea un modelo de pieza 3D acota cada uno de los **Croquis** y **Operaciones** necesarias para su definición. Cada una de esas cotas es importada al módulo de **Dibujo** y reciben el nombre de ***Cotas Conductoras*** o ***Cotas del modelo***. Estas guardan una relación bidireccional con el modelo 3D de forma que si modifica una cota en el **Dibujo** es actualizada de forma automática en el módulo de **Pieza** y viceversa. Las ***Cotas Conducidas o Cotas de Referencia*** son las cotas que inserta de forma manual en el módulo de Dibujo empleando la Barra de Herramientas **Cotas/Relaciones**. La modificación de estas cotas no altera la geometría del modelo tridimensional.

10.8.1 Cotas importadas o Conductoras

Para insertar de forma automática las **Cotas Conductoras o del Modelo** active **Cotas** desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Elementos al modelo**, **Cotas**.

Para insertar las cotas automáticamente asegúrese que el croquis que define su modelo 3D ha sido acotado con las **Cotas marcadas** para el dibujo. Las **Cotas marcadas** permiten ser insertadas de forma automática en el **Dibujo** mientras que las Cotas sin marcar no lo permiten.

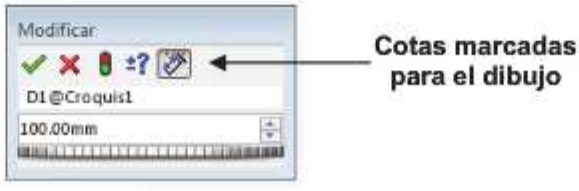


Figura 10.29. **Cotas Marcadas para el dibujo**.

Las **Cotas marcadas**, empleadas en la definición del modelo 3D (cotas de croquis y cotas de operación), son insertadas de forma automática en las vistas más adecuadas de su Dibujo. Las vistas de sección y de detalle son las primeras que se acotan. Sin embargo, puede insertar las cotas únicamente en una vista, acotar una operación o solo un elemento para ello seleccione la vista o entidad antes de efectuar el acotado automático (**Origen/Destino**).

Puede desplazar y copiar cotas de una vista a otra. Para **Copiar una cota** pulse sobre la misma con el botón izquierdo del ratón y pulse la **Tecla Ctrl**. A continuación arrastre la cota hasta una nueva vista. Suelte el botón izquierdo para copiar la cota. Para **Mover una cota** repita la misma operación pero pulsando la **Tecla Mayús**. Para **Ocultar o visualizar una cota** pulse sobre la cota con el botón secundario del ratón y seleccione **Ocultar/Visualizar**. Para **Eliminar una cota** selecciónela y pulse la **Tecla Supr**.



El **PropertyManager** de **Elementos del modelo** además de insertar **Cotas** de forma automática permite insertar otro tipo de **Cotas** (**Marcado para el dibujo**, **Número de instancias y revoluciones**, **Perfiles y ubicación del Asistente de Taladro superficial**, **Tolerancia geométrica**, **Referencias**, **Datos indicativos** y **Soldaduras**) y **Geometría de referencia** (**Planos**, **Ejes**, **Orígenes**, **Puntos**, **Superficies**, **Curvas** y **Puntos de recorrido**), siempre y cuando se hayan insertado en el modelo de pieza o ensamblaje.



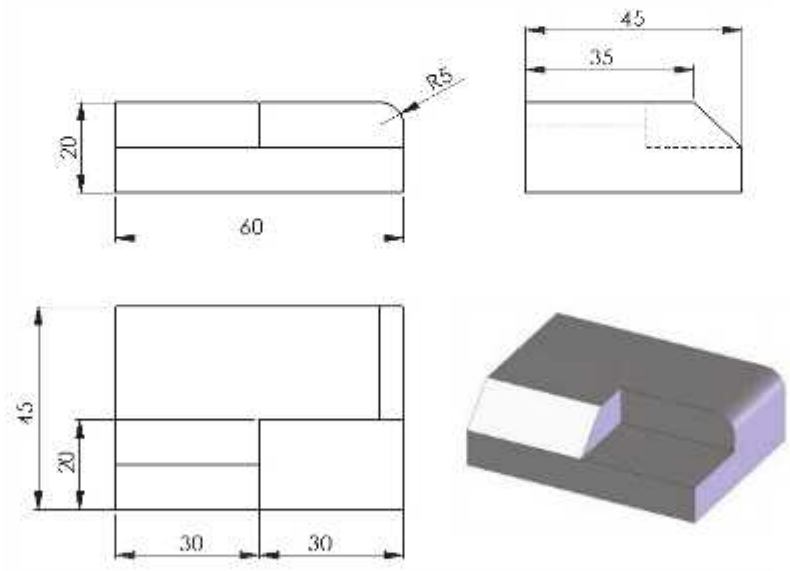
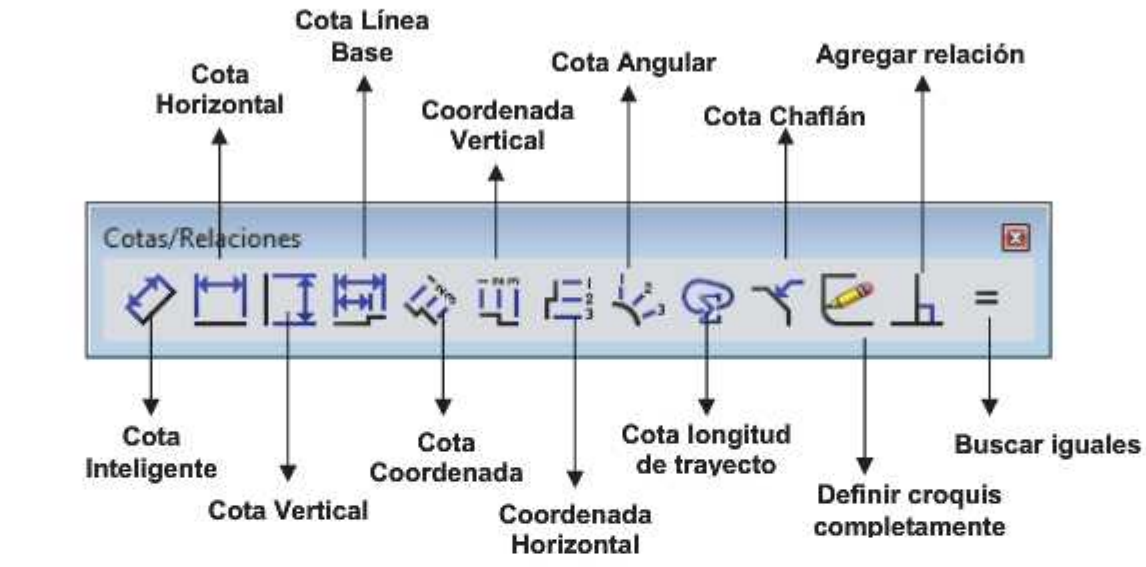


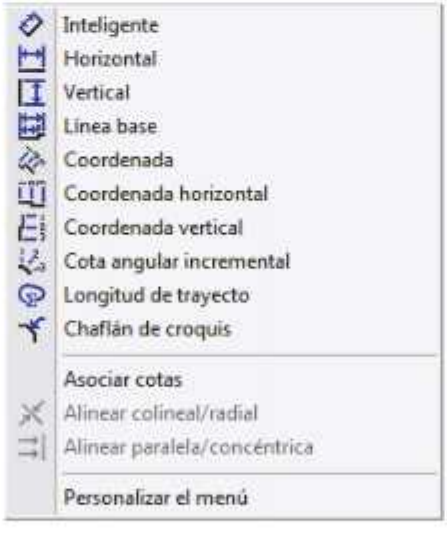


Figura 10.30. **Cotas insertadas automáticamente**.

10.8.2 Cotas de referencia o conducida

Son aquellas cotas que inserta de forma personal para indicar medidas dimensionales o angulares de los elementos contenidos en las vistas. Puede emplear los iconos de acotación contenidos en la Barra de Herramientas **Cotas/Relaciones**, acceder al Menú de Persiana **Herramientas**, **Cotas** o pulsar el botón secundario del ratón y seleccionar **Cota**. De esta forma puede acotar mediante una **Cota inteligente**, **Horizontal**, **Chaflán**, **Coordenada**, etc.









Vea el DVD
Capítulo 10

Figura 10.31. **Cotas insertadas automáticamente**.

Puede indicar que SolidWorks® inserte las cotas de forma automatizada pulsando sobre **Acotar Automáticamente** de la Barra de Herramientas **Cotas/Relaciones**.

10.8.3 Cota Inteligente

Permite acotar su modelo empleando **Cota Inteligente** o **DimXpert**. La primera permite acotar entidades del dibujo de la misma forma que lo hace con un croquis. **DimXpert** permite acotar de forma completa las operaciones como **Matrices**, **Ranuras**, **Redondeos** o **Chaflanes**.



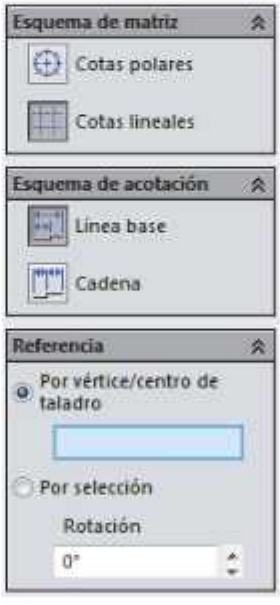
Figura 10.32. **PropertyManager** de **Cota inteligente**.

Cota inteligente

Pulse **Smart dimensioning** desde el **PropertyManager** de **Cota Inteligente** y seleccione un círculo, una arista o cualquier otra entidad para acotar radios, dimensiones o ángulos.

DimXpert

Pulse **DimXpert** desde el **PropertyManager** de **Cota Inteligente**. En **Esquema de matriz** seleccione el tipo de acotación **Polar** o **Lineal**. Puede acotar su modelo siguiendo una acotación en **Línea Base** o en **Horizontal**. En **Referencia** indique el **Vértice** de referencia para acotar y las entidades a acotar.



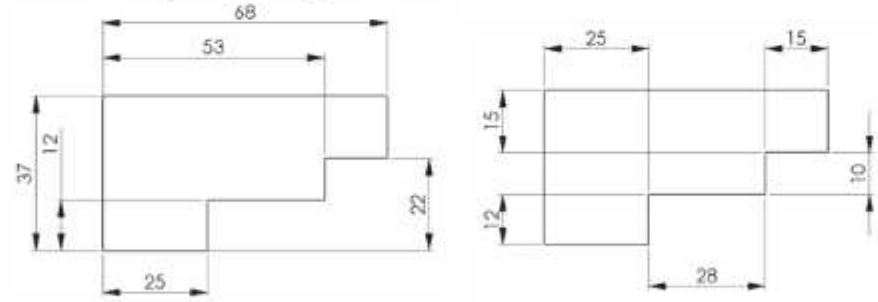
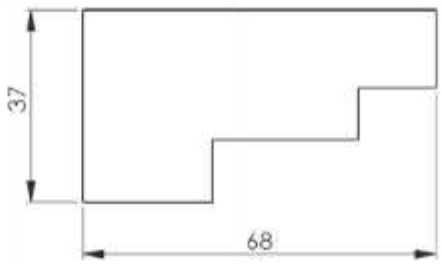


Figura 10.33. **Acotación Línea Base** y **Horizontal**.

10.8.4 Cota Horizontal y Vertical

Permite acotar la distancia entre dos puntos o una arista de forma que la línea de cota se mantiene horizontal o vertical.

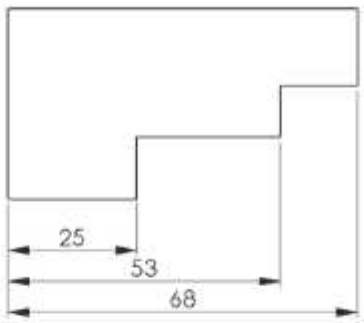
Seleccione la orden **Cota Horizontal** o **Vertical** desde la Barra de herramientas **Cotas/Relaciones** o desde el Menú de Persiana **Herramientas**, **Cotas**. Pulse sobre las entidades que desee acotar con el botón izquierdo de la misma forma que se acotan los croquis.



10.8.5 Cota de Línea Base



Permite acotar las dimensiones de un modelo haciendo que las cotas se inicien en una **Arista** o **Cara** que actúa como **Línea Base**.



Para acotar seleccione **Cota de Línea Base** desde la Barra de herramientas **Cotas/Relaciones** o desde el Menú de Persiana **Herramientas**, **Cotas**. Pulse con el botón izquierdo sobre la primera **Arista** o **Vértice** que desee acotar y que actúa como **Línea Base**. A continuación seleccione el resto de vértices o aristas a acotar.

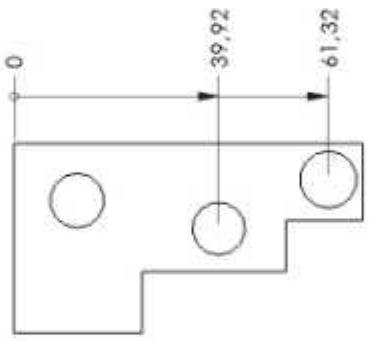


La separación de la primera cota con respecto de la cara de la pieza y las distancias entre el resto de cotas paralelas están predefinidas por **Solid**Works®. Si desea editarlas pulse sobre el Menú de Persiana **Herramientas**, **Opciones**, **Propiedades de documento**, **Cotas bajo equidistancia**.

10.8.6 Cotas de coordenada



Bajo en nombre de **Cotas de coordenada** se tienen tres herramientas (**Coordenada**, **Coordenada Horizontal** y **Coordenada Vertical**) que permiten acotar distancias de elementos respecto de un origen o coordenada cero previamente definido.

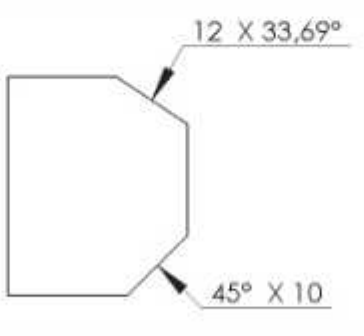


Para acotar seleccione una de las tres variantes de **Cota de Coordenada** desde la Barra de Herramientas **Cotas/Relaciones** o desde el Menú de Persiana **Herramientas**, **Cotas**. Pulse una Arista o Vértice para indicar el origen (cota 0,0) y pulse sobre las aristas, arcos, vértices o puntos que desee acotar.

10.8.7 Cota de Chaflán



Permite acotar un **Chaflán** de forma rápida y sencilla con solo pulsar sobre la **Arista achaflanada** y otra colindante. Las cotas se indican mediante una línea indicativa y pueden adoptar las anotaciones **Longitud-Ángulo**, **Ángulo-Longitud** o **Longitud-Longitud**.



Para su acotación pulse **Chaflán** desde la Barra de Herramientas **Cotas/Relaciones** o desde el Menú de Persiana **Herramientas**, **Cotas** y seleccione la **Arista achaflanada** y otra colindante a la primera. Mueva el cursor por la **Zona de Gráficos** y pulse el botón izquierdo del ratón para colocar la cota en el lugar deseado.

En el **PropertyManager** de **Cota de chaflán** puede definir el **Tipo de anotación** y las características de la **Línea indicativa**, entre otras.



Figura 10.34. **Tipo de anotación** y formas de la **Línea Indicativa**.

10.8.8 Acotar automáticamente

La **Acotación Automática** permite acotar una vista del modelo de forma automática mediante el empleo cotas horizontales y verticales del tipo: **Línea base**, **Cadena** o **Acotación por coordenada**. Para ello, tan solo debe indicar qué tipo de acotación desea para la vertical y la horizontal y pulsar sobre un vértice que define el origen de las cotas.

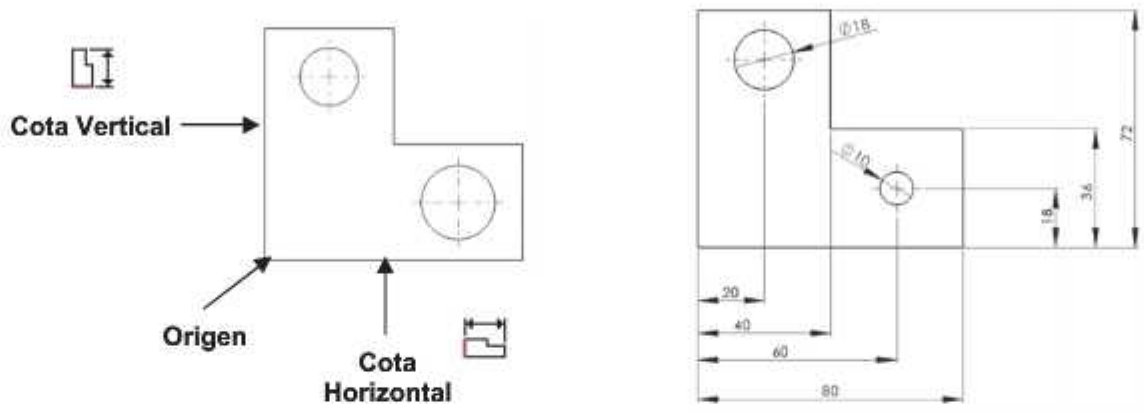


Figura 10.35. **Acotación Automática**.



Para **Acotar automáticamente** su modelo las etapas que debe seguir son:

1- Seleccione **Acotar Automáticamente** desde la Barra de Herramientas **Cotas/Relaciones** o desde el Menú de Persiana **Herramientas**, **Cotas**.

2- En **Entidades para acotar** marque **Todas las entidades de la Vista** o **Entidades seleccionadas**.

3- En **Cotas Horizontales** seleccione el tipo de acotación a realizar (**Cadena**, **Línea Base** o **Coordenada**) y seleccione la **Arista** de su modelo. Indique si desea la acotación **Encima** o **Debajo de la vista**.

4- Repita la misma operación para las **Cotas verticales**.

5- Seleccione el **Origen** de su modelo y pulse **Aplicar**. Visualice las cotas creadas en la vista seleccionada.

6- Pulse **Aceptar**.



Vea el DVD
Capítulo 10

10.8.9 Opciones de visualización de cotas

Dispone de varias herramientas de visualización de cota como **Centrar cota**, **Visualizar con paréntesis** o **Visualizar como cota de inspección**, entre otras muchas, que puede variar pulsando con el botón secundario del ratón y seleccionando **Opciones de visualización**. En función del tipo de cota las opciones de visualización cambian.



Figura 10.36. **Opciones de visualización**.

Configuración de cotas

Las cotas pueden configurarse en un documento activo para que cada vez que se cree una nueva mantenga todas las propiedades deseadas. Para configurar las opciones de cota pulse en **Cotas** desde el Menú de Persiana **Herramientas**, **Opciones**, **Propiedades del documento**, **Documentación**, **Cotas**.

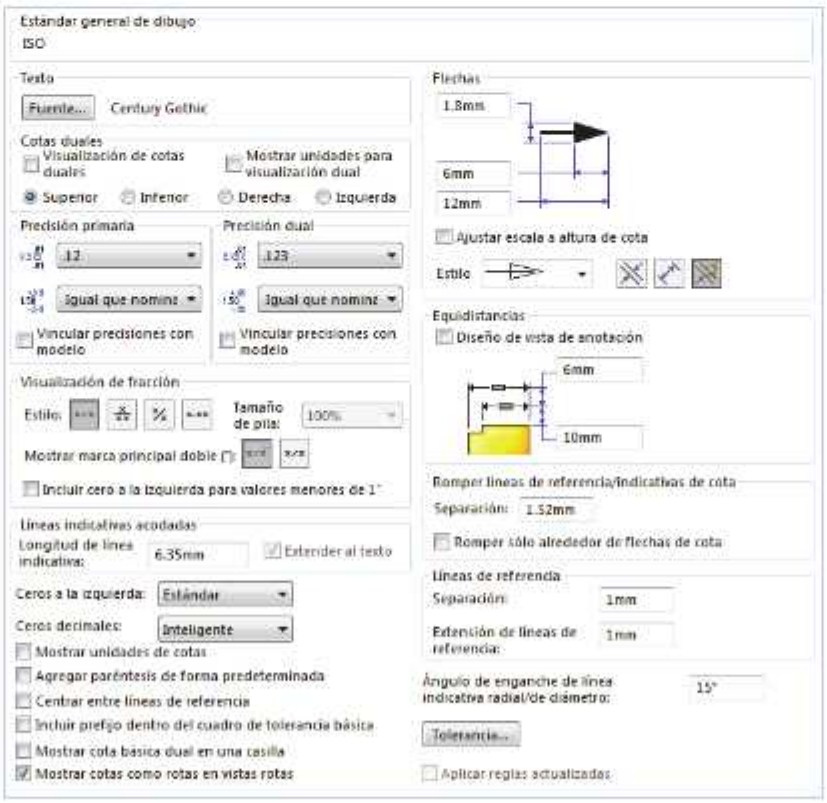


Figura 10.37. **Configuración de cotas.**

Además puede configurar otros parámetros como **DimXpert**, **Notas**, **Globos**, **Flechas**, **Intersecciones virtuales**, **Visualización de anotaciones**, **Tablas** y **etiquetas de vista**. Recuerde que tiene acceso a la configuración de las **Unidades**, **Fuente** y **Estilo de línea**, entre otras.

10.9 Anotación de dibujos

Las **Anotaciones** son símbolos que se emplean en los planos de dibujo con el fin de facilitar la compresión y ofrecer una información adicional. SolidWorks® dispone de una gran variedad de herramientas que permiten insertar anotaciones, de entre ellas se destacan las **Notas**, los **Símbolos de soldadura**, **Anotación de taladro**, **Tolerancia superficial** y **geométricas**, **Globos**, entre otras.

La mayoría de las **Anotaciones** tienen en común las **Líneas indicativas** o de referencia que conectan la anotación con la **Arista**, **Vértice** o **Cara** de la vista.

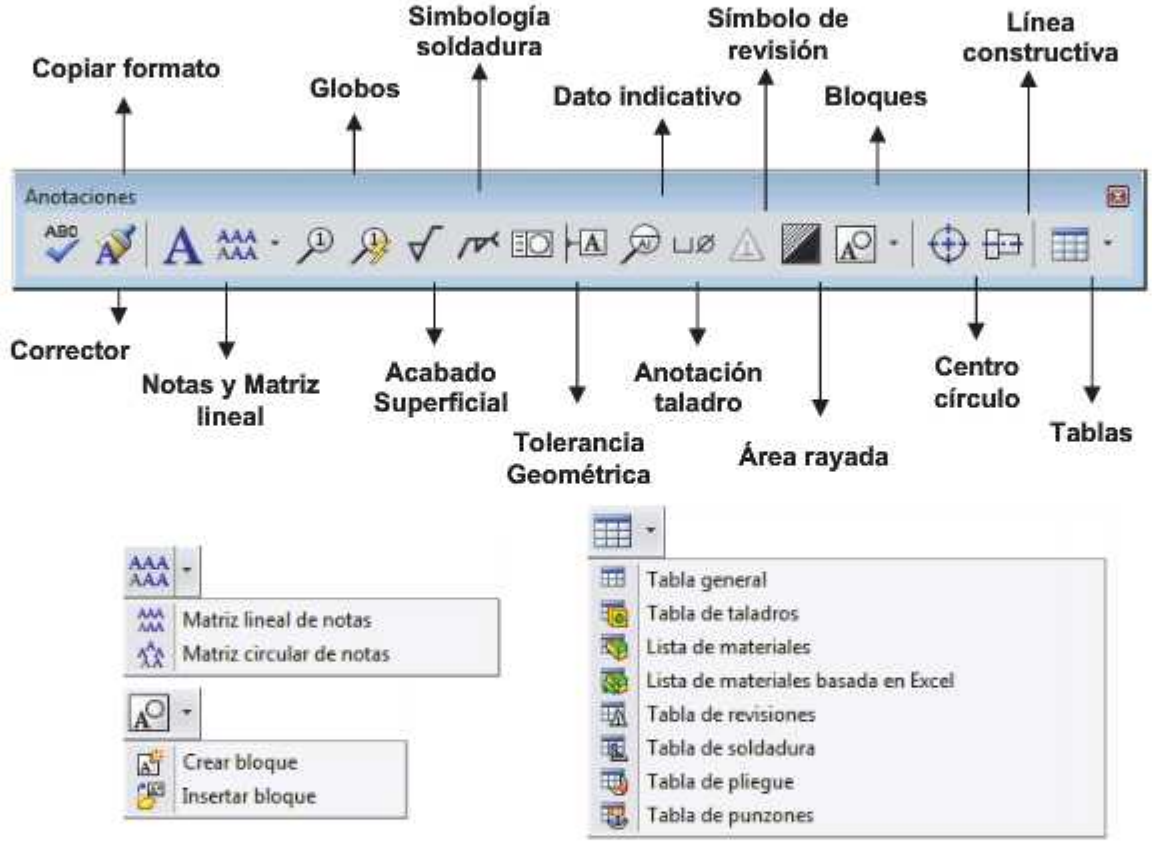


Figura 10.38. Barra de Herramientas **Anotaciones**.

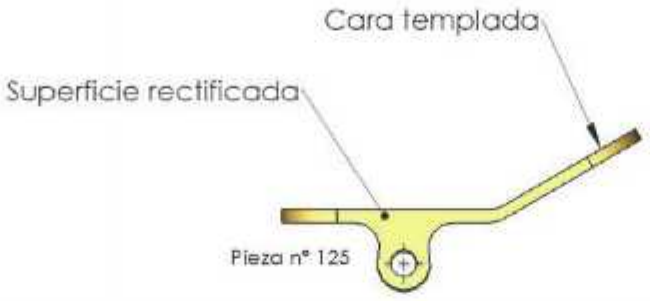
La Barra de Herramientas **Anotaciones** permite insertar **Notas**, **Símbolos de Soldadura**, **Tolerancias Geométricas**, **Anotación de rayado**, **Lista de materiales**, etc. en su modelo de **Dibujo**. Para activa la Barra de Herramientas seleccione **Anotaciones** desde el Menú de Persiana **Herramientas**, **Personalizar**, **Barras de Herramientas**.

La mayoría de las funcionalidades presentes solo puede usarlas en un documento de **Dibujo**, sin embargo, otras como los **Símbolos de Soldadura** y **Notas** puede emplearlas también en los modelos de **Pieza** y **Ensamblaje**.

Para configurar las características generales de las **Anotaciones** configure sus valores desde el Menú de Persiana **Herramientas**, **Opciones**, **Propiedades del documento**. El cuadro de diálogo permite establecer valores de definición para las **Notas**, **globos**, **Flechas**, **Fuente de texto** y de **Línea**, **Unidades**, **Estilo de línea**, etc.

10.9.1 Nota

Permite incluir notas de texto en los documentos de dibujo. Las notas pueden contener un texto sencillo, símbolos, hipervínculos y texto paramétrico además de una línea de referencia que señale algún elemento del documento.





Hipervínculos y simbología

Figura 10.39. Inserción de **Notas** en un documento de **Dibujo**. Formato de texto.

Para insertar una **Nota** en su Documento de Dibujo las etapas que debe seguir son:

1. Seleccione **Nota** desde la Barra de Herramientas **Anotaciones** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Anotaciones**, **Nota**.

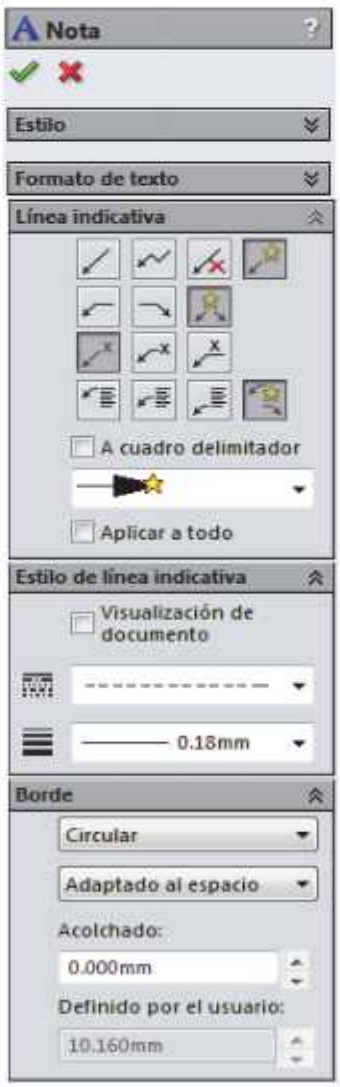
2. Si únicamente desea insertar una **Nota** de texto pulse con el botón izquierdo en la **Zona de Gráficos** y escriba el texto. Puede editar la Nota pulsando sobre la misma y modificar su contenido o formato.

   Si pulsa sobre una **Arista**, **Cara** o **Vértice** la **Nota** tendrá una **Línea indicativa** o línea de referencia.

3. Configure el **PropertyManager** de **Nota** para definir el **Formato de Texto**, Insertar **Tolerancias geométricas**, **símbolo de acabado superficial**, **Indicaciones de referencia**, crear **Hipervínculos** o definir las características de las **Líneas indicativas** empleadas.

4. Pulse **Aceptar**.

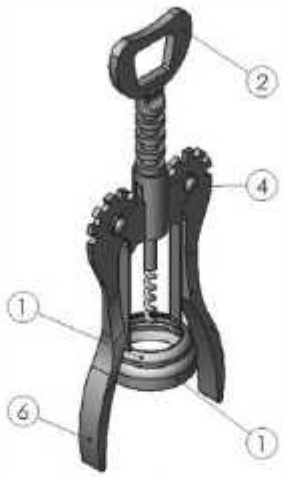
   Si desea agregar más de una línea de referencia a una nota mantenga pulsado el botón izquierdo y la **Tecla Ctrl**.



Para definir **la Fuente de texto**, el **Estilo de la flecha**, las características de la **Línea indicativa**, etc. debe configurarse en el Menú de **Herramientas**, **Opciones**, **Propiedades del documento**, **Notas**.

10.9.2 Globos

Puede crear **anotaciones de Globo** en un documento de dibujo para etiquetar cada una de las piezas que conforman un conjunto y relacionarlas con una lista de materiales. La creación de **Globos** puede realizarla de forma manual (**Globo**) o de forma automática (**Globo automático**). Esta última opción inserta globos de forma automática en la vista seleccionada identificando cada una de las piezas con un número.



Globo

Globo Automático

Para definir las características de **Globo** pulse sobre **Herramientas**, **Opciones**, **Propiedades del documento**, **Globo** y configure sus parámetros de definición.



Figura 10.40. **Globo** y **Globo automático**.

Para insertar un **Globo** en su dibujo las etapas que debe seguir son:

1. Seleccione **Globo** desde la Barra de Herramientas **Anotaciones** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Anotaciones**, **Globo**.

2. Pulse sobre una **Cara**, **Arista** o **Vértice** para crear la **Línea de referencia** que una el **Globo** con la pieza seleccionada del ensamblaje.

3. Pulse con el botón izquierdo en la **Zona de Gráficos** donde desee ubicar el **Globo**.

Para insertar un **Globo automático** en su **Dibujo** las etapas que debe seguir son:

4. Seleccione **Globo automático** desde la Barra de Herramientas **Anotaciones** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Anotaciones**, **Globo automático**.

5. Pulse sobre la **Vista** del ensamblaje dónde desee insertar los **Globos** de forma automática.

6. Pulse con el botón izquierdo en la **Zona de Gráficos** dónde desee ubicar el **Globo**. Defina el **Diseño** y la **Configuración** de los Globos. Pulse **Aceptar**.

10.9.3 Acabado Superficial

La anotación del **Acabado superficial** se realiza mediante la inserción de dos trazos desiguales que forman 60º sobre la cara a evaluar y rellenando los campos que definen las características de la superficie (Rugosidad media aritmética, procedimiento de mecanizado, orientación de la rugosidad, sobremedida de mecanizado, etc.). Además puede insertar diferente simbología de acabado superficial, múltiples líneas indicativas y editar el contenido de cada símbolo desde el **PropertyManager**.

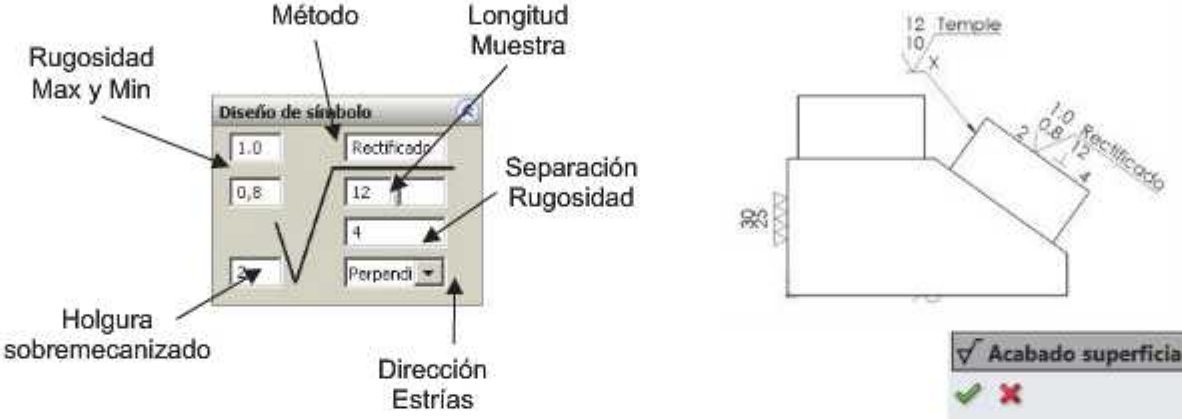


Figura 10.41. **Acabado superficial**.

Para insertar la simbología de **Acabado Superficial** en su Dibujo las etapas que debe seguir son:

1. Seleccione **Acabado superficial** desde la Barra de Herramientas **Anotaciones** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Anotaciones**, **Acabado superficial**. O pulse con el botón secundario del ratón sobre la **Zona de Gráficos** y seleccione **Acabado superficial**.

2. Pulse sobre una **Arista** o **Vértice** para insertar el símbolo de **Acabado superficial**. En el **PropertyManager** defina el Símbolo, agregue la información contenida en el mismo (**Diseño de símbolo**) y defina el **Formato**.

   En el cuadro de diálogo de **Ángulo** defina el ángulo del símbolo respecto de la horizontal o seleccione la orientación del mismo desde cualquiera de los cuatro iconos contenidos. En línea indicativa defina el aspecto de la misma. Pulse **Aceptar** para crear la simbología.



Ángulo de orientación

El símbolo definido puede insertarlo en múltiples ubicaciones pulsando con el botón izquierdo sobre nuevas aristas. Para crear varias líneas indicativas seleccione una de ellas desde la **Zona de Gráficos** y pulse la **Tecla Ctrl** mientras arrastra la copia a otra ubicación. Pulse sobre cualquier símbolo de **Acabado superficial** para editarlo desde el **PropertyManager**.



10.9.4 Símbolos de soldadura

Permite insertar **Símbolos de soldadura** en los **Vértices**, **Aristas** o **Caras** de su modelo de pieza o ensamblaje mediante el empleo de la **Biblioteca de simbología** de soldadura basada en las Normas **ANSI**, **ISO**, **BSI**, **DIN**, **JIS** o **GOST**.

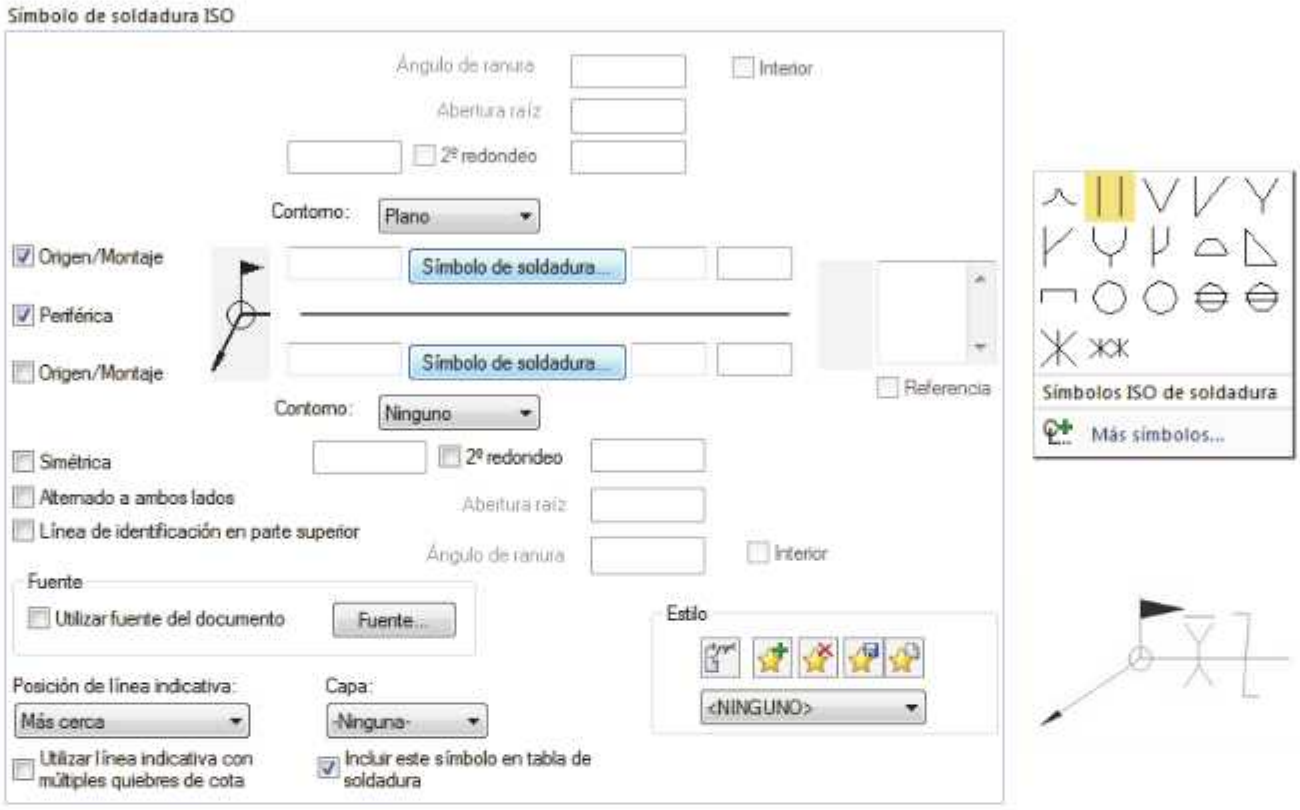


Figura 10.42. **Símbolo de soldadura**.

Para insertar la simbología de **Soldadura** en su Dibujo las etapas que debe seguir son:

1. Seleccione **Símbolo de soldadura** desde la Barra de Herramientas **Anotaciones** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Anotaciones**, **Símbolo de soldadura**. O pulse con el botón secundario del ratón sobre la **Zona de Gráficos** y seleccione **Símbolo de soldadura**.

2. Defina los parámetros para el **Símbolo de soldadura** a insertar. **Símbolo**, **Paso de rosca**, **Abertura de raíz**, **Método de acabado**, etc.

3. Pulse **Aceptar** para crear el **Símbolo de soldadura**. Puede arrastrar el símbolo creado pulsando con el botón izquierdo sobre la directriz o sobre el propio símbolo y ubicarlo en cualquier parte de su documento.





Para definir la **Norma de Soldadura (ANSI**, **ISO**, **BSI**, **DIN**, **JIS** o **GOST)** a aplicar en sus documentos modifique el Estándar de acotación desde el Menú de Persiana **Herramientas**, **Opciones**, **Propiedades del documento**.

10.9.5 Oruga para cordones de soldadura

Permite insertar la representación simbólica de un cordón de soldadura en un dibujo mediante la orden **Oruga**.

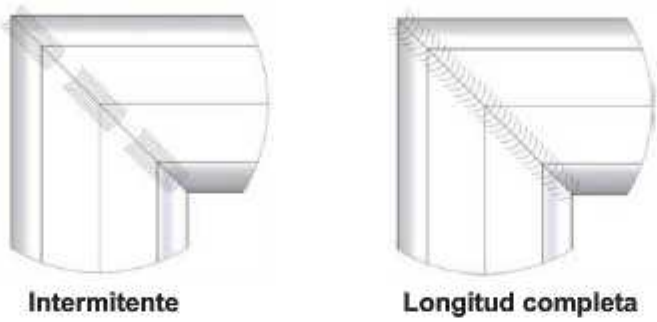


Figura 10.43. Símbolo de cordón de soldadura mediante **Oruga**.



Para insertar la simbología de **Oruga** en su dibujo las etapas que debe seguir son:

1. Seleccione **Oruga** desde la Barra de Herramientas **Anotaciones** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Anotaciones**, **Oruga**. O pulse con el botón secundario del ratón sobre la **Zona de Gráficos** y seleccione **Oruga.**

2. Seleccione una **Arista** de cualquier vista de su dibujo y defina el **Tipo de cordón** (**Longitud completa** o **intermitente**), su **Tamaño**, **Forma** (**Circular** o **Lineal**) y su **Posición** (**Intermedia**, **Superior** o **Inferior**).

3. Pulse **Aceptar** para crear el símbolo del cordón.

Inserción de cordones añadidos en 3D

Puede insertar la **Simbología de los cordones** de soldadura creados en el módulo de pieza o ensamblaje mediante la Herramienta **Piezas soldadas** (Vea el Capítulo 12). Para insertar de forma automática la simbología pulse **Soldadura** desde el Cuadro de Diálogo **Anotaciones** del Menú de Persiana **Insertar**, **Elementos al modelo**, **Soldadura**.

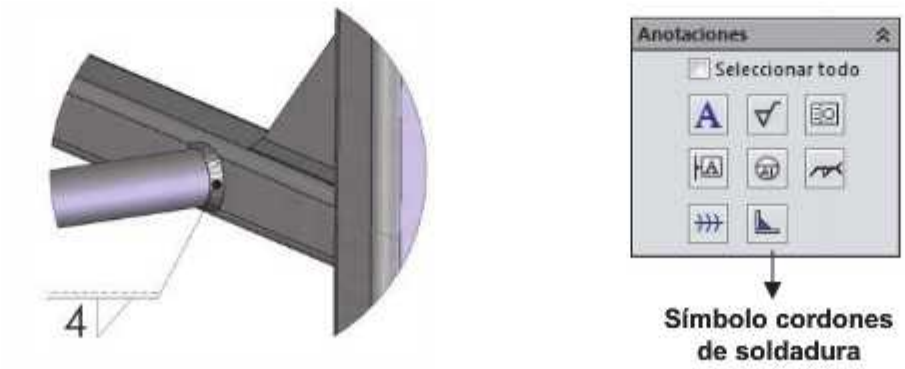


Figura 10.44. Inserción automática de **Símbolo de soldadura**.

10.9.6 Símbolos de Tolerancia geométrica

La inserción de **Símbolos de Tolerancia Geométrica** en los planos de dibujo permite definir límites en relación a la forma y posición de los elementos contenidos. De esta forma, las tolerancias de forma, de situación, orientación o de oscilación de un elemento geométrico (punto, línea, superficie o plano) define la zona teórica dentro de la que debe estar contenido el elemento en cuestión.

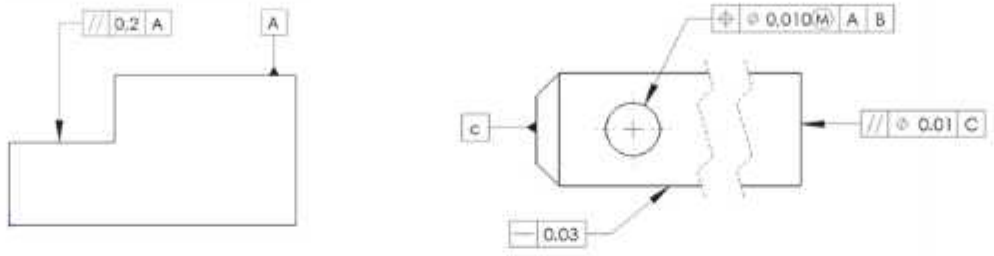


Figura 10.45. **Tolerancias Geométricas**.

Para insertar **Símbolos de Tolerancia Geométrica** en su Dibujo las etapas que debe seguir son:

1. Seleccione **Tolerancia Geométrica** desde la Barra de Herramientas **Anotaciones** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Anotaciones**, **Tolerancia Geométrica**. O pulse con el botón secundario del ratón sobre la **Zona de Gráficos** y seleccione **Tolerancia Geométrica**.

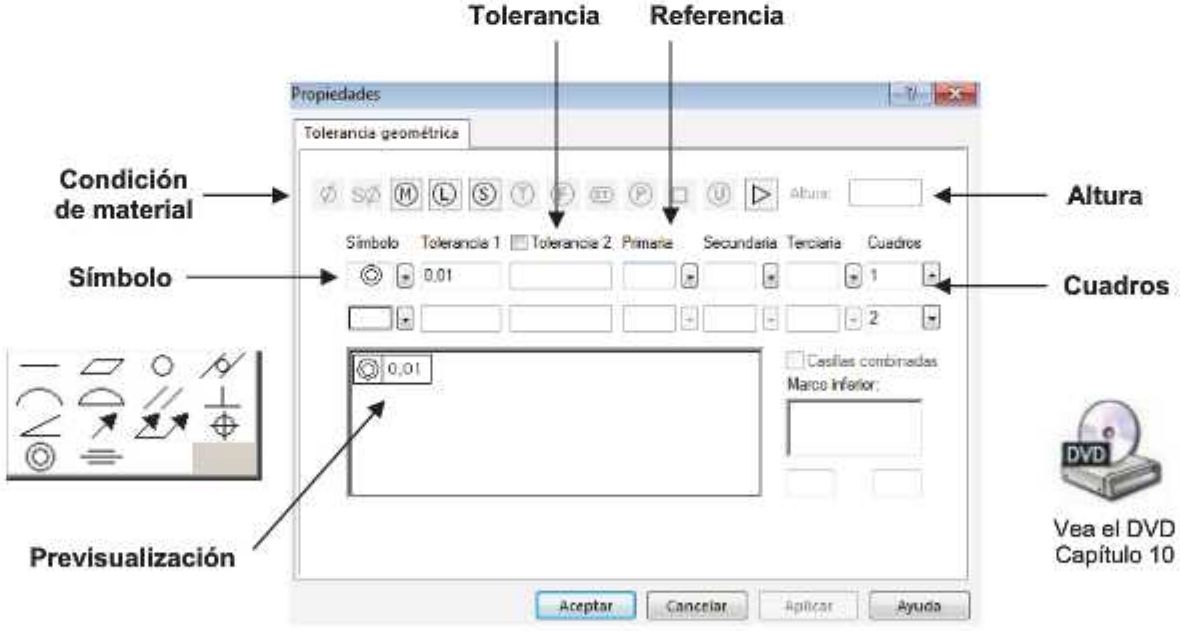


Figura 10.46. **Propiedades** de **Tolerancia Geométrica**.

2. Seleccione el **Símbolo** (**Rectitud**, **Concentricidad**, etc.), la **Condición de material** (**Diámetro**, **Condición de material máximo**, etc.) y los valores de **Tolerancia 1 y 2**. Visualice el aspecto del símbolo definido en el cuadro de previsualización. Pude crear cuadros adicionales y combinar los símbolos de dos o más marcos desde **Casillas combinadas**.

3. Pulse **Aceptar** para crear el Símbolo de **Tolerancia Geométrica**.

10.9.7 Símbolos de indicación de referencia

Se emplean para identificar **Planos de referencia** y constan de una línea de referencia terminada, generalmente, en un triángulo relleno y conectada a una **Etiqueta**.

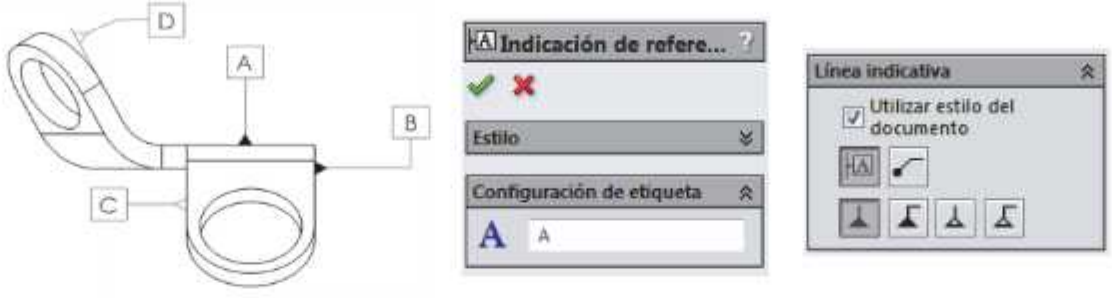


Figura 10.47. **Indicación de referencia**.

Para insertar **Indicaciones de referencia** en su dibujo las etapas que debe seguir son:

1. Seleccione **Indicación de referencia** desde la Barra de Herramientas **Anotaciones** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Anotaciones**, **Indicación de referencia**. O pulse con el botón secundario del ratón sobre la **Zona de Gráficos** y seleccione **Anotaciones**.

2. Indique un nombre para la **Etiqueta** y seleccione **Triángulo relleno**, **Triángulo relleno con línea de apoyo**, **Triángulo vacío** o **Triángulo vacío con línea de apoyo**.

3. Pulse **Aceptar**.

10.9.8 Anotación de taladro

Puede usar **Anotación de taladro** para insertar cotas conducidas en los **Taladros** efectuados con el **Asistente de taladros** o con **Taladro sencillo**.

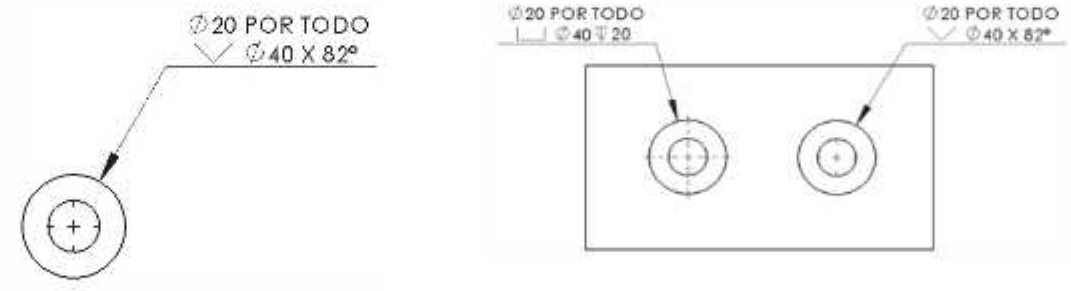


Figura 10.48. **Anotación de taladro**.

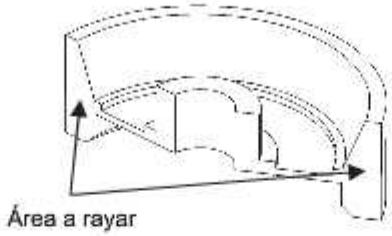
Para insertar **Anotaciones de taladro** en su dibujo las etapas que debe seguir son:

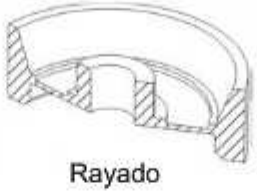
1. Seleccione **Anotación de taladro** desde la Barra de Herramientas **Anotaciones** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Anotaciones**, **Anotación de taladro**. O pulse con el botón secundario del ratón sobre la **Zona de Gráficos** y seleccione **Anotaciones**.

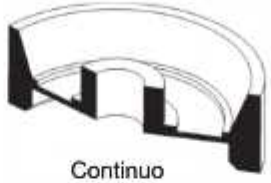
2. Pulse sobre una **Arista** del **Taladro** y desplace el cursor hasta el lugar deseado. Pulse botón izquierdo para dejar la cota.

Área rayada/rellenar

Permite insertar un **Área rayada** en las caras de aquellos modelos que no pueden ser rayados de forma automática con Cortes o Secciones.



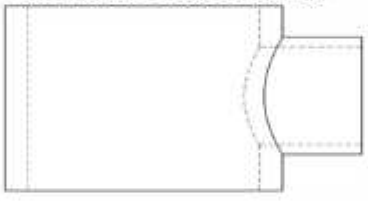




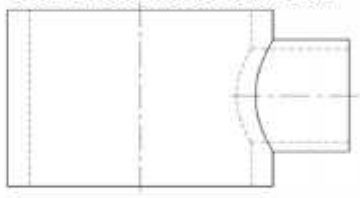
Línea constructiva

Inserta **Líneas constructivas** de forma automática o manual mediante la selección de **Caras**, **Aristas** o **Vistas** de su modelo. Si desea insertar **Líneas constructivas** de forma automática cada vez que cree una vista active **Línea Constructiva** desde el Menú de Persiana **Herramientas**, **Opciones**, **Propiedades del documento**, **Documentación**.

Sin Líneas constructivas

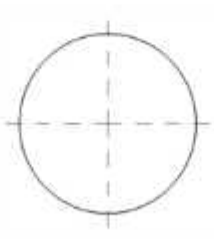


Con Líneas constructivas

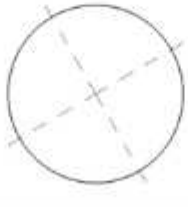


Centro de círculo

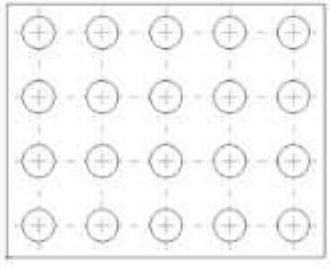
Permite insertar un **Punto** o un **Centro de círculo** sobre las **Aristas circulares** seleccionadas de una vista. Si desea insertar los **Centros de los círculos** automáticamente al crear una vista active **Inserción automática al crear las vistas** desde el Menú de Persiana **Herramientas**, **Opciones**, **Propiedades del documento**, **Documentación**.



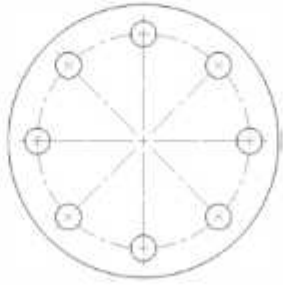
Sencillo



Sencillo con ángulo



Matriz lineal con líneas de conexión



Matriz circular con líneas radiales y circulares

10.9.9 Símbolos de espiga

Agrega un **Símbolo de espiga** al seleccionar una **Arista circular**.

Para crear un símbolo de **Espiga** seleccione **Símbolos de espiga** desde la Barra de Herramientas **Anotaciones** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Anotaciones**, **Símbolos de espiga.** O pulse con el botón secundario del ratón sobre la **Zona de Gráficos** y seleccione **Anotaciones**. A continuación pulse sobre una **Arista circular**. Invierta dirección si lo cree conveniente.

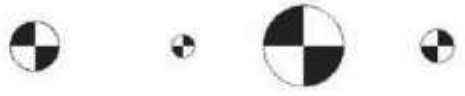


Figura 10.49. **Símbolo de Espiga.**

10.9.10 Línea magnética

Es una nueva herramienta muy útil porque permite alinear globos de manera rápida y sencilla a lo largo de una línea con cualquier ángulo de inclinación. Los globos creados en conjunto a partir de una distribución automática o manual pueden ser asociados a una línea (magnética) y ser movidos.

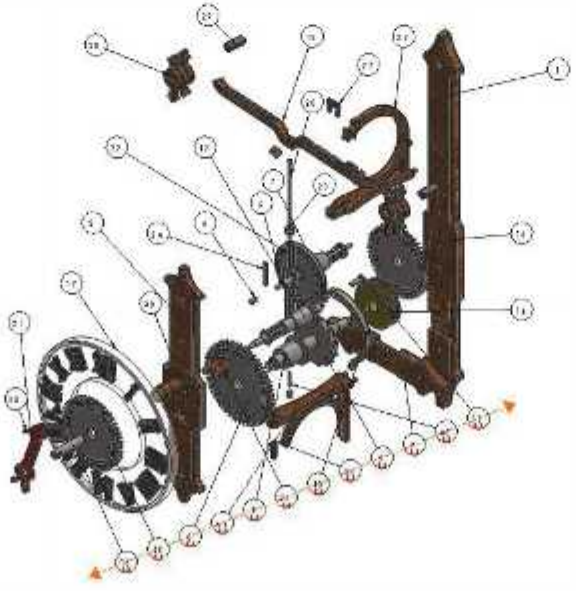
Para crear una **línea magnética** en su dibujo las etapas que debe seguir son:

1. Seleccione **Línea magnética** desde la Barra de Herramientas **Anotaciones** o desde el Menú **Insertar**, **Anotaciones**.

2. Indique dos puntos en la Zona de gráficos para definir el primer y el segundo extremo de la línea magnética.

3. Configure las opciones de **Longitud** y **Ángulo** de la línea magnética desde el **PropertyManager** y pulse **Aceptar** para finalizar. En Separación puede definir la distribución de los globos a lo largo de la línea.



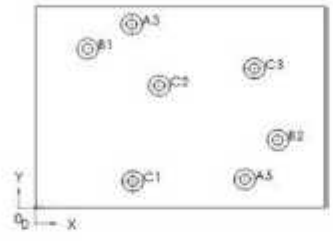


El arrastre libre permite mover y colocar los globos en cualquier parte de la línea.

Recuerde que puede acceder a la **Barra de Anotaciones** pulsando con el botón secundario del ratón en la **Zona de Gráficos** y pulsando sobre **Anotaciones**.

10.9.11 Tablas de Taladros

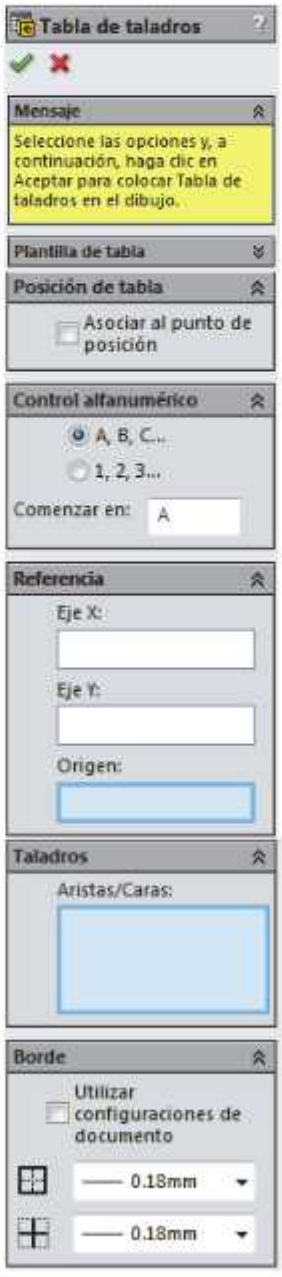
Permite insertar **Tablas de taladros** de forma automática en sus planos de dibujo cuando los taladros realizados en su modelo hayan sido creados con el **Asistente de Taladros** o con **Taladro sencillo**. En la tabla se indica el **Rótulo**, las **Coordenadas** y el **Tamaño** de cada uno de los **Taladros**.



RÓTULO	UBIC X	UBIC Y	TAMAÑO
A3	183.25	364.52	Ø20 ↧100 ⌴ Ø40 ↧20
A5	398.26	56.56	Ø20 ↧100 ⌴ Ø40 ↧20
B1	99.32	315.70	Ø20 ↧100 ⌵ Ø40 X 82°
B2	460.79	134.87	Ø20 ↧100 ⌵ Ø40 X 82°
C1	185.43	53.01	Ø20 ↧100 Ø40 ↧20
C2	235.84	242.74	Ø20 ↧100 Ø40 ↧20
C3	416.25	276.77	Ø20 ↧100 Ø40 ↧20



Figura 10.50. **Creación automática de una Tabla de Taladros**.



Para insertar una **Tabla de Taladros** en su dibujo las etapas que debe seguir son:

1. Seleccione **Tablas de Taladros** desde la Barra de Herramientas **Anotaciones** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Tablas**, **Tablas de Taladros**. O pulse con el botón secundario del ratón sobre la **Zona de Gráficos** y seleccione **Tabla de taladros**.

2. Defina la posición de la esquina de la tabla en **Posición de Tabla** e indique los **Ejes X** e **Y** de **Referencia de Tabla** pulsando sus **Aristas** desde la **Zona de Gráficos**.

3. En la ventana **Taladros** seleccione las **Aristas** o **Caras** de cada uno de ellos.

4. Pulse **Aceptar** y coloque la tabla en el lugar adecuado dentro de su lámina de dibujo.

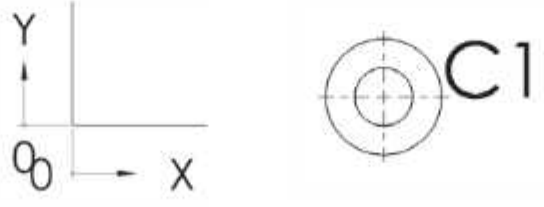


Figura 10.51. **Indicador de origen y de Taladro**.

Defina las características de la **Anotación** de las **Tablas de Taladro** desde el Menú de Persiana **Herramientas**, **Opciones**, **Propiedades de documento**, **Tablas**, **Tablas de Taladro**.

10.9.12 Lista de materiales



Permite insertar una tabla con la **Lista de Materiales** o piezas empleadas en la creación de un ensamblaje. En las tablas creadas se indica el **Número del elemento**, su **Nombre** y la **Cantidad** contenida en el ensamblaje. Además, y de forma predeterminada, se incluye una columna con el nombre de **Descripción**.

La orden **Lista de Materiales** puede completarse con una distribución de **Globos** de forma que las indicaciones de cada uno de ellos se corresponden con los nombres asignados a las piezas en la tabla.

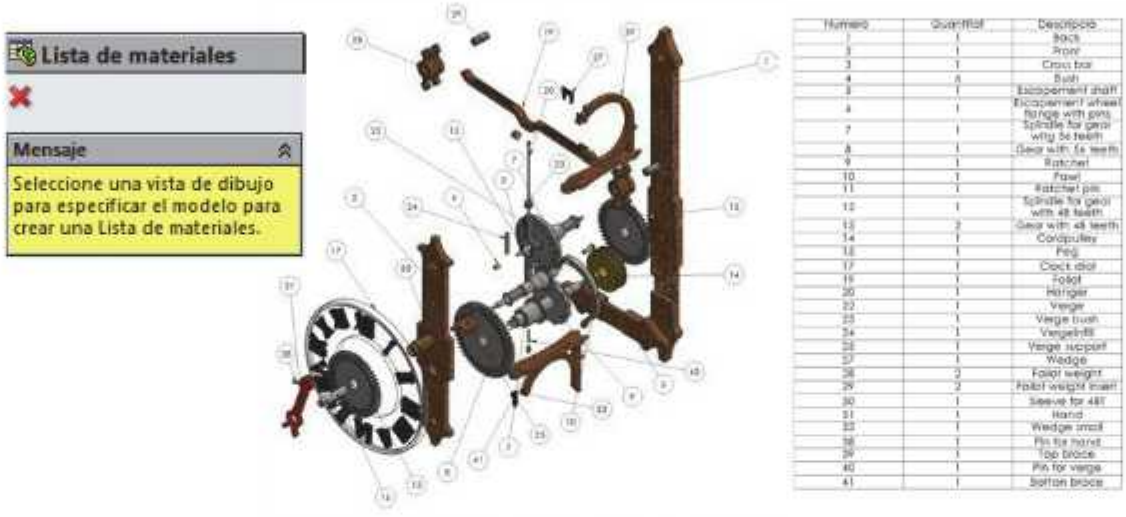


Figura 10.52. **Tabla con la Lista de Materiales y Globos**.

Para insertar una **Lista de materiales** en su dibujo las etapas que debe seguir son:

1. Seleccione **Lista de materiales** desde la Barra de Herramientas **Anotaciones** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Tablas**, **Lista de materiales**. O pulse con el botón secundario del ratón sobre la **Zona de Gráficos** y seleccione **Tablas**.

2. Seleccione una vista del dibujo desde la **Zona de Gráficos** para referenciar el modelo del que desea extraer la **Lista de materiales**.

3. Configure los parámetros del **PropertyMaganer** de **Lista de Materiales**.

4. Pulse **Aceptar**.

5. Pulse con el botón izquierdo del ratón sobre la **Zona de Gráficos** dónde desee insertar la tabla.

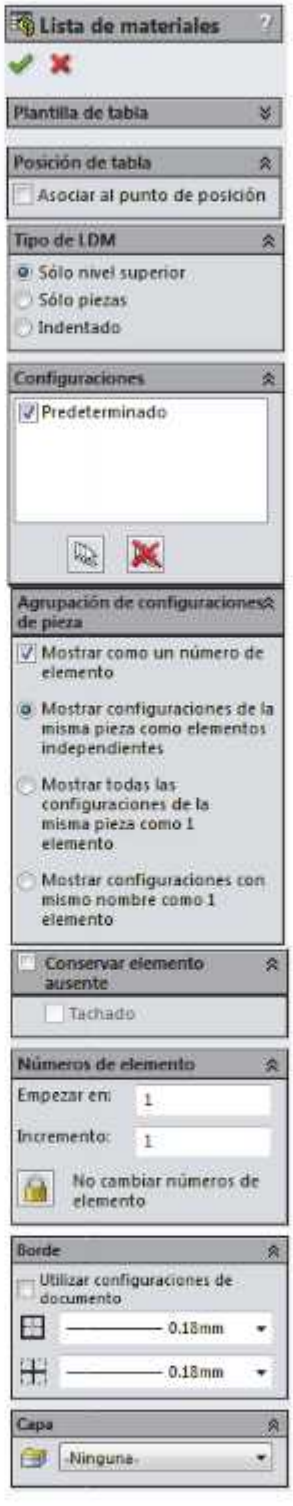
PropertyManager de Lista de Materiales

Posición de la tabla

Indique su ubicación en función de la esquina de la tabla. Active o desactive **Asociar posición** para permitir insertar la tabla en un lugar concreto de su lámina de dibujo.

Tipo de LDM

Seleccione una de las tres opciones: **Sólo nivel superior**, **Sólo piezas** o **Ensamblajes con sangría**.



Sólo nivel superior. Muestra el listado de las piezas y de los subensamblajes. No indica las piezas contenidas en los subensamblajes.

Sólo piezas. Lista las piezas individuales y las contenidas en los posibles subensamblajes sin mostrar estos últimos.

Ensamblajes con sangría. Lista los subensamblajes y, en una sangría y justo debajo de ellos, las piezas de las que están formados.

La opción **Mostrar números** permite ver números para cada uno de los componentes del subensamblaje.

Agrupación de configuraciones de pieza

Permite definir cómo las piezas que tienen configuraciones múltiples en un ensamblaje son indicadas en una **Lista de Materiales**. Puede visualizar las configuraciones de la misma pieza como elementos independientes, como un elemento o con el mismo nombre que un elemento.

Conservar elementos que faltan

Active **Tachado** para que los componentes del ensamblaje eliminados aparezcan tachados en la lista de materiales.

Visualización de cantidad cero

Seleccione para indicar cómo desea que aparezcan los componentes ausentes en una configuración. Visualiza la cantidad cero con un guion (-), un cero (0) o una celda en blanco.

Números de elemento

En **Iniciar en** indique un valor para el inicio de la secuencia de los números de elemento para su enumeración en la tabla de la **Lista de materiales**. En **Incremento** seleccione la cantidad incremental para los números mostrados en la **Lista de materiales**.

Contenido

Visualiza el contenido de la **Lista de Materiales**. Puede mostrar u ocultar columnas, expandir ensamblajes, mover y agrupar filas de la **Lista de Materiales**.

Propiedades de tabla

Puede definir el encabezado, borde, alineación y fuente del texto de la tabla.

10.9.13 Lista de revisiones

Permite crear una tabla con las **Revisiones** de un dibujo y facilitar el seguimiento de las modificaciones de un proyecto.

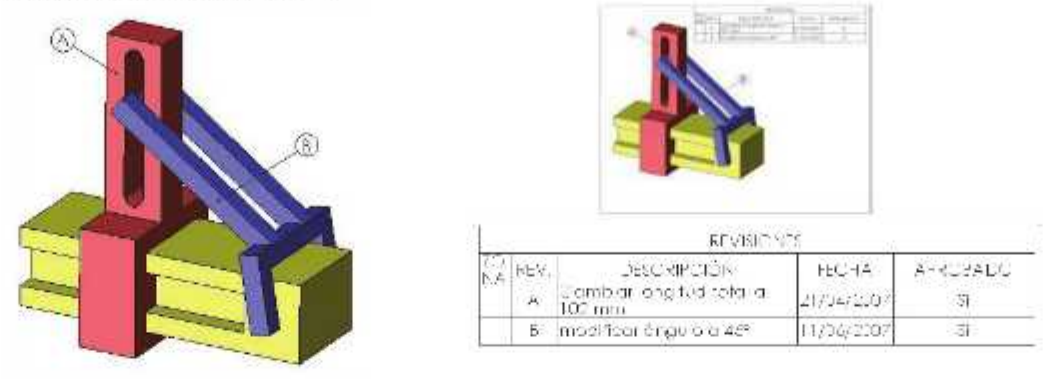


Figura 10.53. **Tabla de revisiones**.

Para insertar una **Lista de revisiones** en su dibujo las etapas que debe seguir son:

1. Seleccione **Lista de revisiones** desde la Barra de Herramientas **Anotaciones** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Tablas**, **Lista de revisiones**. O pulse con el botón secundario del ratón sobre la **Zona de Gráficos** y seleccione **Tablas**.

2. En **Posición de tabla** seleccione una de las cuatro opciones para indicar el punto de inserción de la tabla en la lámina de dibujo. Active o desactive **Asociar posición** para permitir insertar la tabla en un lugar concreto de su lámina de dibujo.

3. En **Formas de símbolos de revisión** seleccione una de las formas para indicar la revisión (Círculo, Triángulo, Cuadrado o Hexágono).

4. **Activar símbolo al agregar una nueva revisión** permite insertar el símbolo mediante una directriz en su lámina de dibujo de forma que se corresponde con el número de revisión de la tabla.

5. Pulse **Aceptar** para crear la **Lista de revisiones**.

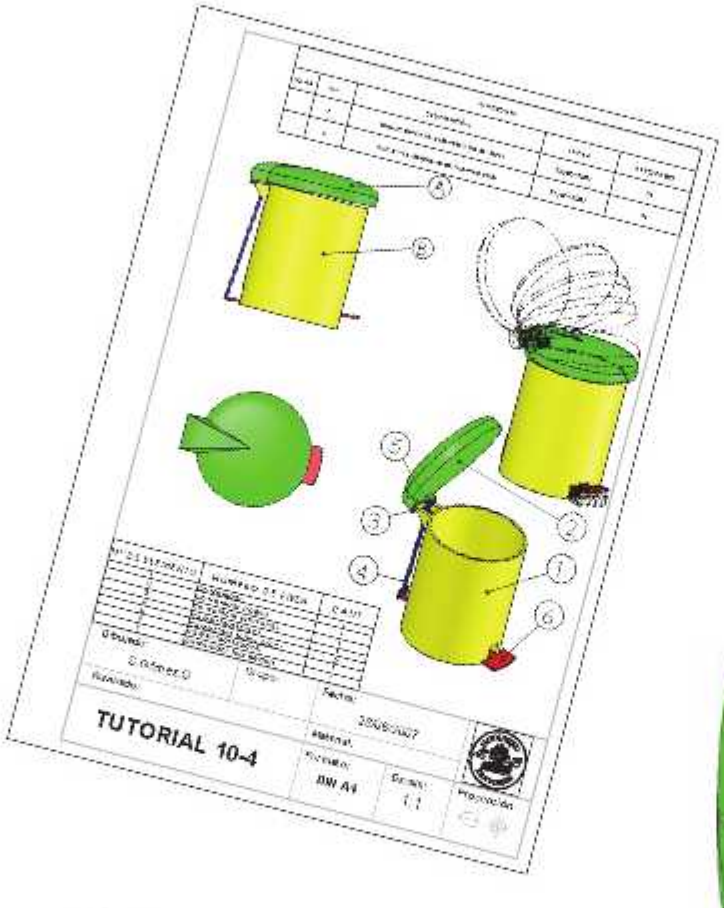


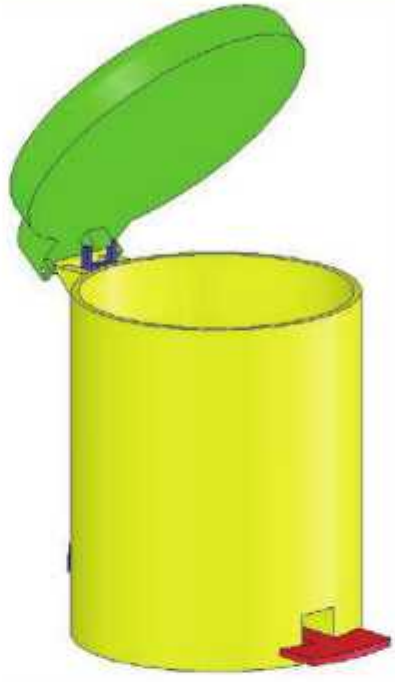
Inicialmente se crea la tabla en blanco. Pulse sobre la misma con el botón secundario del ratón y seleccione **Revisiones, Agregar Revisión**. En la Tabla aparece una nueva fila con la indicación de Revisión **A** y una directriz en la **Zona de Gráficos** para indicar la pieza u operación modificada. Pulse con el botón izquierdo la sobre su modelo desde la **Zona de Gráficos** e indique el **Texto**, **Fecha** y su **Aprobación** en la Tabla.

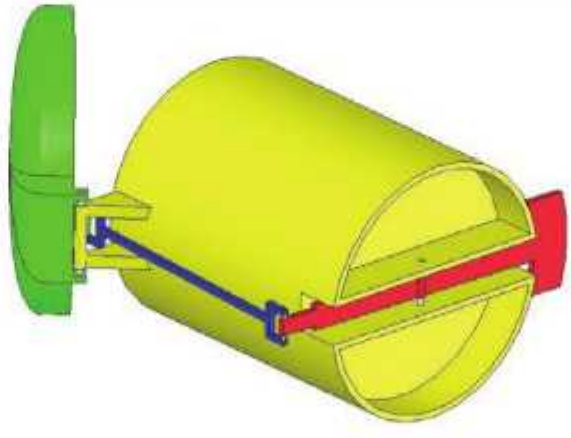
Práctica 10-3

Obtenga las vistas del ensamblaje indicado en la figura con la indicación de Globos, la Lista de materiales y Revisiones. Represente la Posición alternativa de la tapa. El modelo está contenido en el DVD que acompaña el libro con el nombre Práctica 10-3.

25 minutos







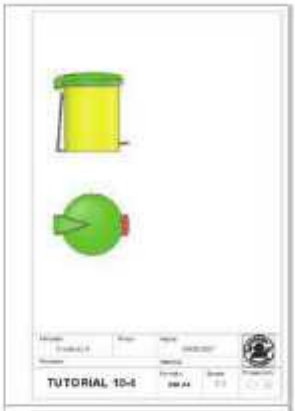


Vea el DVD
Capítulo 10

Objetivos del tutorial

- **Vista de ensamblaje** y **posición alternativa** de piezas móviles.
- Distribución de **Globos, Lista de materiales** y **Lista de revisiones.**

Práctica guiada 10-3



1- Pulse **Nuevo** desde el Menú Persiana **Archivo** o sobre el icono **Nuevo**. Seleccione **Dibujo** y pulse sobre **Avanzado**. Seleccione la plantilla de dibujo A4 de SolidWorks. Pulse **Abrir**.

2- En el **PropertyManager** del **Gestor de Diseño** aparece la orden **Vista del modelo**. Pulse en **Examinar** y localice el ensamblaje de la **Practica 10-3** contenido en el DVD que acompaña el libro. Pulse **Siguiente**. En Número de vistas indique **Vistas Múltiples** y en **Orientación** seleccione **Frontal y Superior**. Active **Sombreado con aristas** e indique una **Escala** de 1:1. Pulse **Aceptar**.



3- Las dos vistas se insertan en su documento de dibujo. Seleccione la **Vista Frontal** y con el botón izquierdo pulsado desplácela hasta la parte izquierda de su formato de dibujo.

4- Para crear la **Vista Dimétrica** vuelva a acceder a **Vista del modelo**. En **Orientación** seleccione Vista **Dimétrica**, **Sombreado con aristas** y **Escala** 1:1. Pulse con el botón izquierdo en la **Zona de Gráficos** dónde desee ubicar la nueva vista. Seleccione las marcas discontinuas exteriores que definen la vista y desplácela manteniendo el botón izquierdo pulsado hasta el lugar adecuado.



5- Pulse sobre **Vista de posición alternativa** de la Barra de Herramientas de **Dibujo** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Vista de dibujo**, **Vista de posición alternativa**. Seleccione la **Vista Dimétrica** y pulse **Nueva configuración** pulse **Aceptar**. Observe que se abre el módulo de ensamblaje con la papelera. Seleccione **Mover componente** y **Arrastre libre** para mover la tapa del ensamblaje hasta la posición deseada. Pulse **Aceptar** desde el **PropertyManager** de **Mover Componente**. Sobre la **Vista Dimétrica** se genera una **Vista de posición alternativa** representándose la tapa con líneas de trazo y punto. Repita el proceso para incluir varias posiciones.

Obtención de Vista Trimétrica y distribución de Globos



6- Para crear la **Vista Trimétrica** repita el paso 4 pero defina **Vista Trimétrica** desde el cuadro de **Orientación**. Localice la nueva vista en la parte inferior derecha de la lámina de dibujo. Para obtener la vista con la tapa abierta debe mover el componente desde el módulo de ensamblajes antes de crear la vista.

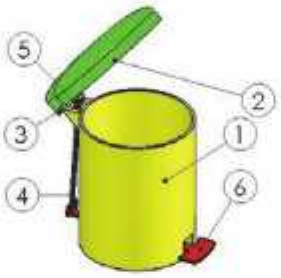
7- Seleccione **Globo automático** desde la Barra de Herramientas **Anotaciones** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Anotaciones**, **Globo automático**. Pulse sobre la **Vista Trimétrica** y **Aceptar**. Seleccione cada uno de los **Globos** y desplácelos hasta la posición deseada.

Lista de Materiales

8- Seleccione **Lista de materiales** desde la Barra de Herramientas **Anotaciones** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Tablas**, **Lista de materiales**. O pulse con el botón secundario del ratón sobre la **Zona de Gráficos** y seleccione **Tablas**.

9- Seleccione la **Vista Trimétrica** desde la **Zona de Gráficos** para referenciar el modelo del que desea extraer la **Lista de materiales**. Configure los parámetros del **PropertyMaganer** de **Lista de Materiales** y pulse **Aceptar**.

10- Pulse con el botón izquierdo del ratón sobre la **Zona de Gráficos** donde desee insertar la tabla.



Nº DE ELEMENTO	NÚMERO DE PIEZA	CANT.
1	contenidor	1
2	contenidor (tapa)	1
3	contenidor (eix-tapa)	1
4	contenidor(braç)	1
5	contenidor (eixos braç)	2
6	contenidor(pedal)	1
7	contenidor (eix-pedal)	1





Lista de revisiones

11- Seleccione **Lista de revisiones** desde la Barra de Herramientas **Anotaciones** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Tablas**, **Lista de revisiones**. O pulse con el botón secundario del ratón sobre la **Zona de Gráficos** y seleccione **Tablas**. En **Formas de símbolos de revisión** seleccione **Círculo**. Active **Símbolo al agregar una nueva revisión** para insertar el símbolo mediante una directriz en su lámina de dibujo. Pulse **Aceptar** para crear **una tabla con la Lista de Revisiones** en blanco.

12- Pulse sobre tabla con el botón secundario del ratón y seleccione **Revisiones, Agregar Revisión**. Aparece una nueva fila con la indicación de Revisión **A** y una directriz en la **Zona de Gráficos** para indicar la pieza u operación modificada. Pulse con el botón izquierdo la sobre la tapa del modelos desde la **Zona de Gráficos** e indique el **Texto (Incrementar el redondeo de la tapa)**, defina la **Fecha** y su **Aprobación**. Repita el proceso para la revisión 2.

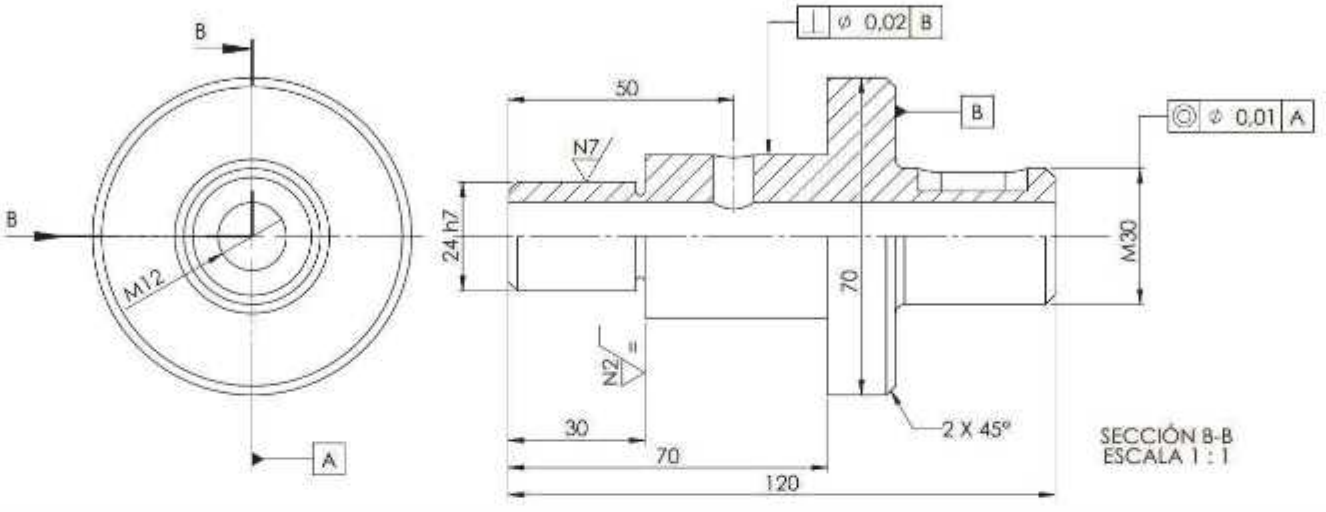


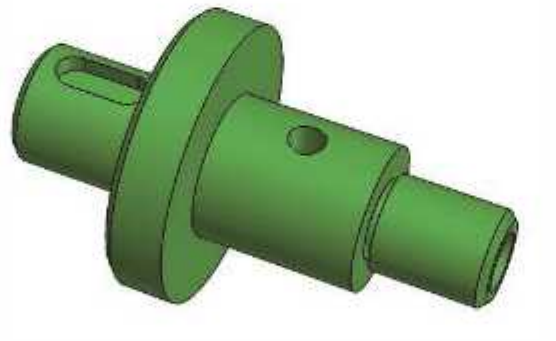
ZON A	REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	APROBADO
	A	Incrementar el redondeo de la tapa	20/05/2007	S
	B	Aumentar diámetro del contenedor	21/05/2007	S

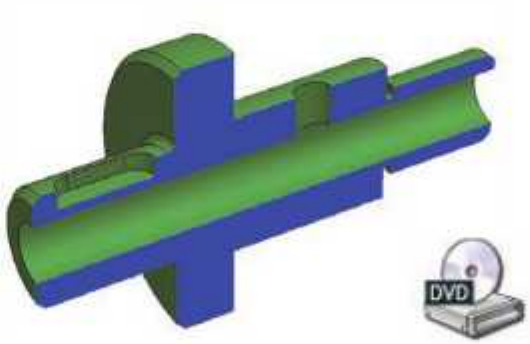
Práctica 10-4

Obtenga las vistas de planta y el alzado cortado (semi-corte o corte cuadrante) y acote dimensionalmente y geométricamente la pieza adjunta en el DVD que acompaña el libro.

20 minutos







Vea el DVD
Capítulo 10

Objetivos del tutorial

- Vista de semi-corte o corte cuadrante.
- Acotación dimensional y geométrica.
- Inserción de símbolos de acabado superficial.
- Guardar el documento como **PDF** y para **eDrawings**.

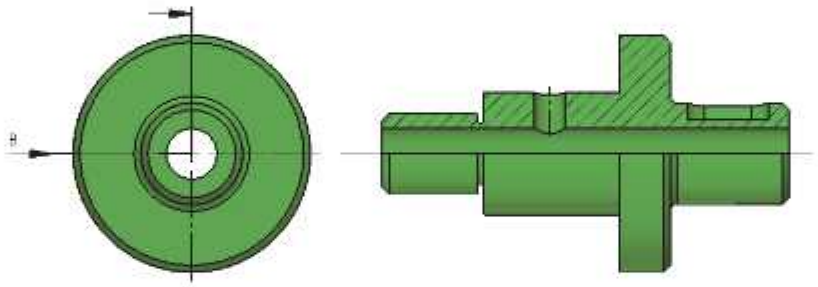
Obtención de la planta y el alzado cortado

1- Pulse **Nuevo** desde el Menú Persiana **Archivo** o sobre el icono **Nuevo**. Seleccione **Dibujo** y pulse sobre **Avanzado**. Seleccione la plantilla de dibujo A4 de SolidWorks y pulse **Abrir**.

2- En el **PropertyManager** del **Gestor de Diseño** aparece la orden **Vista del modelo**. Pulse en **Examinar** y localice el ensamblaje de la **Practica 10-4** contenido en el DVD que acompaña el libro. Pulse **Siguiente**. En Número de vistas indique **Vistas Única** y en **Orientación** seleccione **Planta**. Active **Sombreado con aristas** e indique una **Escala** de 1:1. Pulse **Aceptar**.

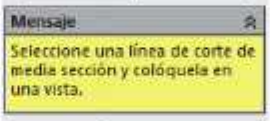
3- Seleccione el icono **Vista de sección** desde el Menú **Ver Diseño**. Pulse sobre la pestaña **Media sección** y **Extremo inferior derecho**.

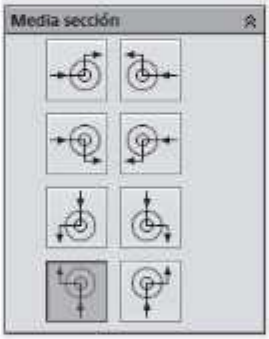
Pulse con el botón izquierdo en el centro del diámetro de la figura y mueva el ratón hacia el exterior para definir el camino de corte cuadrante o semicorte.











Acotación dimensional

4- Desde el Menú **Anotación** seleccione **Cota Inteligente**. Acote las medidas longitudinales de 50 y los diámetros de 24, M12 y M30. En estos dos últimos casos pulse mediante un doble clic sobre el texto de cota. Observe que entre corchetes aparece <DIM> que representa la dimensión real de la cota. Escriba delante la letra M (Métrica) y pulse **Aceptar**.

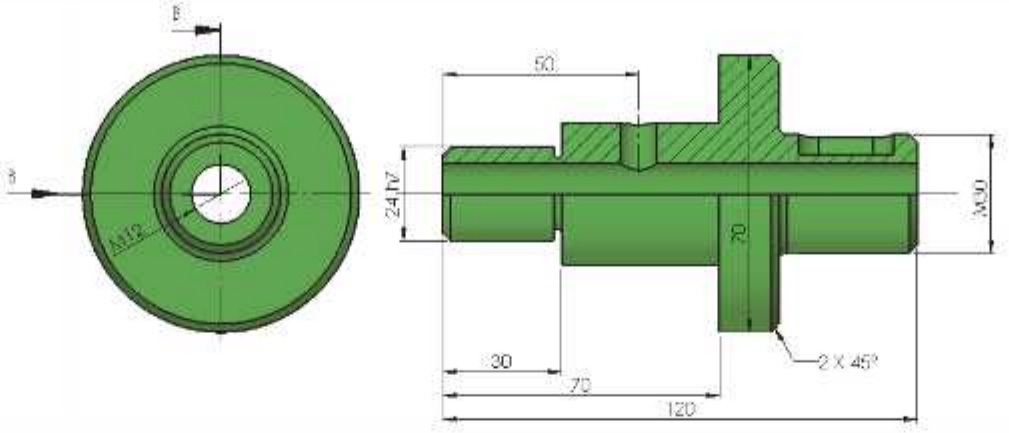


5- Para acotar la tolerancia del diámetro del eje pulse un doble clic sobre el texto de cota y, desde **Tolerancia/Presión** del PropertyManager de **Cota**, seleccione el ajuste **h7** del eje y pulse **Aceptar**.

6- Acote el chaflán (2 × 45º) con la orden **Cota de Chaflán** contenida en **Cota Inteligente** (**Anotaciones**).

7- Para acotar las dimensiones 30, 70 y 120 utilice la **Cota de línea base**. Pulse con el botón izquierdo del ratón la arista que va a definir la línea base de la acotación y a continuación seleccione el resto de aristas.











Acotación estado superficial y tolerancias geométricas

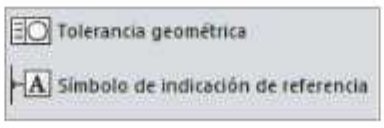
8- Para acotar el acabado superficial seleccione la orden con el mismo nombre desde la barra de **Anotaciones**. Desde **Símbolo** indique que el acabado requiere mecanización e indique el acabado de **N7** (equivale a una rugosidad de 1,7 µm). A continuación pulse con el botón izquierdo sobre la arista del modelo donde desee insertarlo. Repita el mismo procedimiento para la segunda anotación. En este caso apoye el símbolo sobre la línea auxiliar de la cota de 30 e indique que las estrías de mecanizado son **Paralelas** (**Dirección de ubicación**).

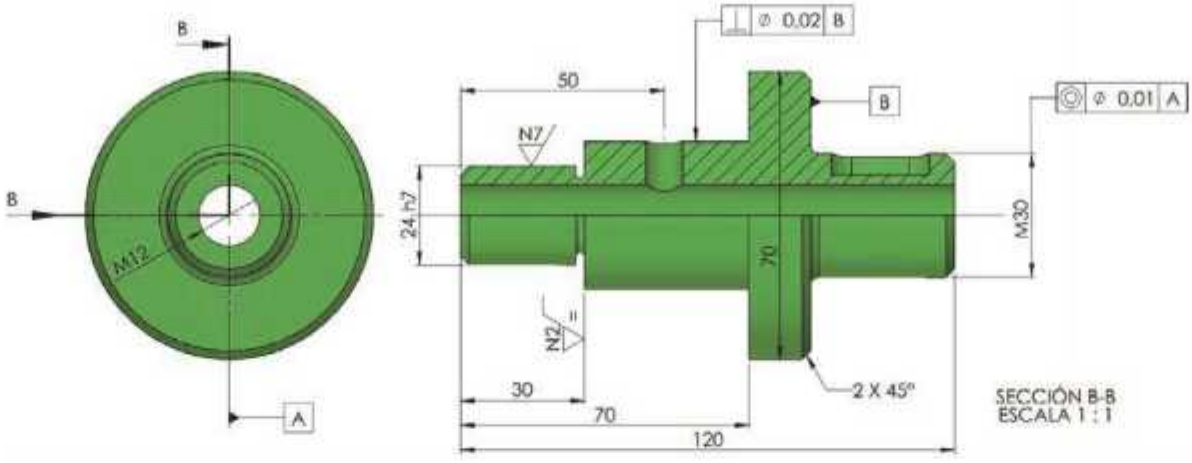
9- Desde el Menú Anotación seleccione **Tolerancia Geométrica**. Desde el cuadro de Propiedades defina el **Símbolo** de concentricidad y la tolerancia Ø 0,01. Como referencia escriba A en la casilla **Primaria**. Observe la previsualización de la tolerancia geométrica. Pulse **Aceptar**.



10- En el PropertyManager de **Tolerancia Geométrica** defina la **Línea indicativa** (Con **múltiples pliegues**, línea indicativa acotada y **línea indicativa a la izquierda**). Antes de **Aceptar** pulse con el botón izquierdo del ratón sobre la línea auxiliar de cota (M30). Repita el proceso (9-10) para acotar la tolerancia geométrica de perpendicularidad.

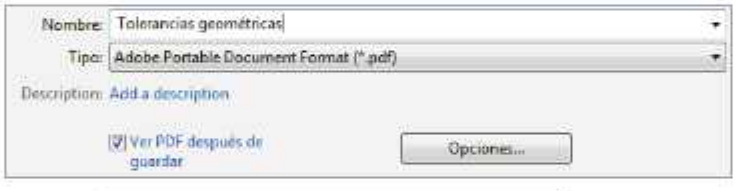
11- Para insertar las referencias pulse sobre **Símbolo de indicación de referencia** desde el Menú **Anotaciones**. Pulse son el botón izquierdo sobre cada una de las aristas de referencia y asegúrese de que la letra seleccionada coincida con la indicada en la tolerancia.

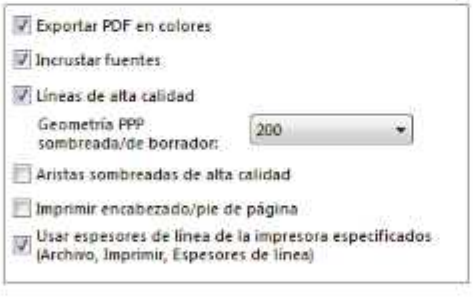


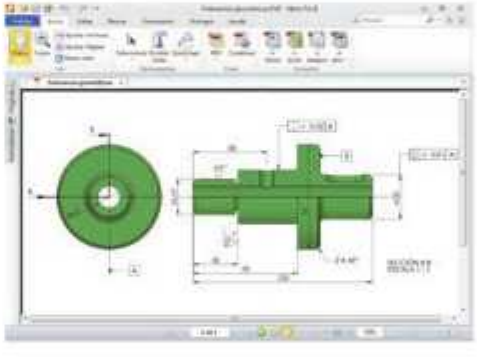


Guardar fichero como PDF y eDrawings

12- Para guardar el fichero en formato **PDF** pulse sobre **Guardar como** desde el Menú de persiana **Archivo** y, en **Tipo**, seleccione **Adobe Portable Document Format (*.pdf)**. Active la casilla **Ver PDF después de guardar** y pulse en **Opciones**. Active las casillas necesarias: **Exportar PDF en colores**, **Líneas de alta calidad** (200 ppp) y **Usar espesores de línea de la impresora**. Pulse sobre **Guardar**.

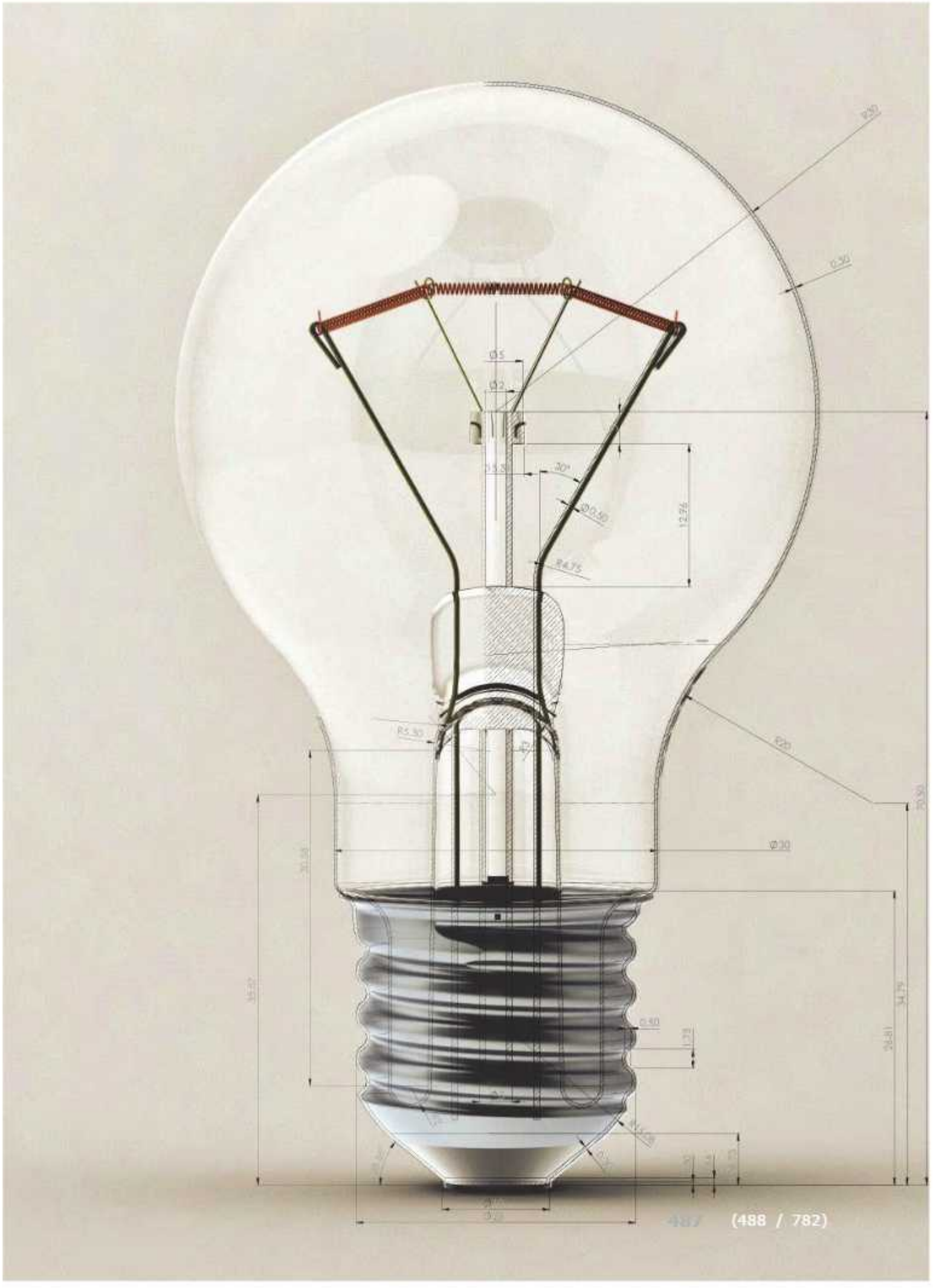






13- Para guardar el fichero con el formato **eDrawings** pulse sobre **Guardar como** desde el Menú de persiana **Archivo** y, en **Tipo**, eDrawings. Puede incluir una contraseña para la seguridad de sus ficheros.




Ø5
Ø2
30°
Ø0.80
12.26
R4.75
R5.30
Ø20
Ø30
0.40
1.23

Capítulo 11
Chapa metálica

Introducción

SolidWorks® permite diseñar piezas de **Chapa Metálica** de diferentes formas. Puede partir de un sólido y convertirlo en Chapa o diseñar la Chapa directamente desde su estado desplegado o en 3D.

Se dispone de más de 20 funciones que permiten crear modelos de **Chapa Metálica**, de entre ellas, **Base lámina**, **Agregar paredes a base lámina**, **Brida Base/Pestaña**, **Caras a inglete**, **Insertar pliegues** y **Dobladillos**, **Doble pliegue**, **Desdoblar/Doblar**, **Rasgaduras**, creación de **Respiraderos**, etc. Además, puede visualizar el modelo diseñado directamente en 3D o en el estado desarrollado para determinar las dimensiones del mismo.

A continuación se describen todas las herramientas de diseño de chapa metálica y se proponen prácticas guiadas para ensayar los principales comandos.

Contenido

- **Métodos de diseño** de **Chapa Metálica**.
- **Operaciones** para obtener **Chapa Metálica**.
- **Prácticas Guiadas**.

Objetivos

- Conocer los tres **procedimientos de diseño** en **Chapa Metálica**.
- Aprender el uso de las operaciones disponibles para la creación de **Chapa metálica**.
- Poner en práctica los conceptos aprendidos mediante tres **Prácticas Guiadas**.

11.1 Introducción

Uno de los principales retos en el desarrollo de elementos de **Chapa Metálica** es la obtención del contorno bidimensional desarrollado del modelo 3D, indispensable para la creación de las matrices de corte, doblado y embutición. El diseño de piezas de Chapa, hasta hace unos años, se ha realizado obteniendo la verdadera magnitud de los elementos que constituyen la pieza mediante el desarrollo de sus partes sobre el fleje de Chapa. Estas operaciones exigen la realización de complejos abatimientos y cambios de planos que requieren mucho tiempo y conocimientos de geometría avanzados.

La integración de los sistemas CAD en el sector del desarrollo de **Chapa Metálica** ha permitido realizar diseños complejos de forma rápida, segura y eficiente gracias a la posibilidad de trabajar de forma paramétrica y de poder modelar en estados conformados y no conformados.

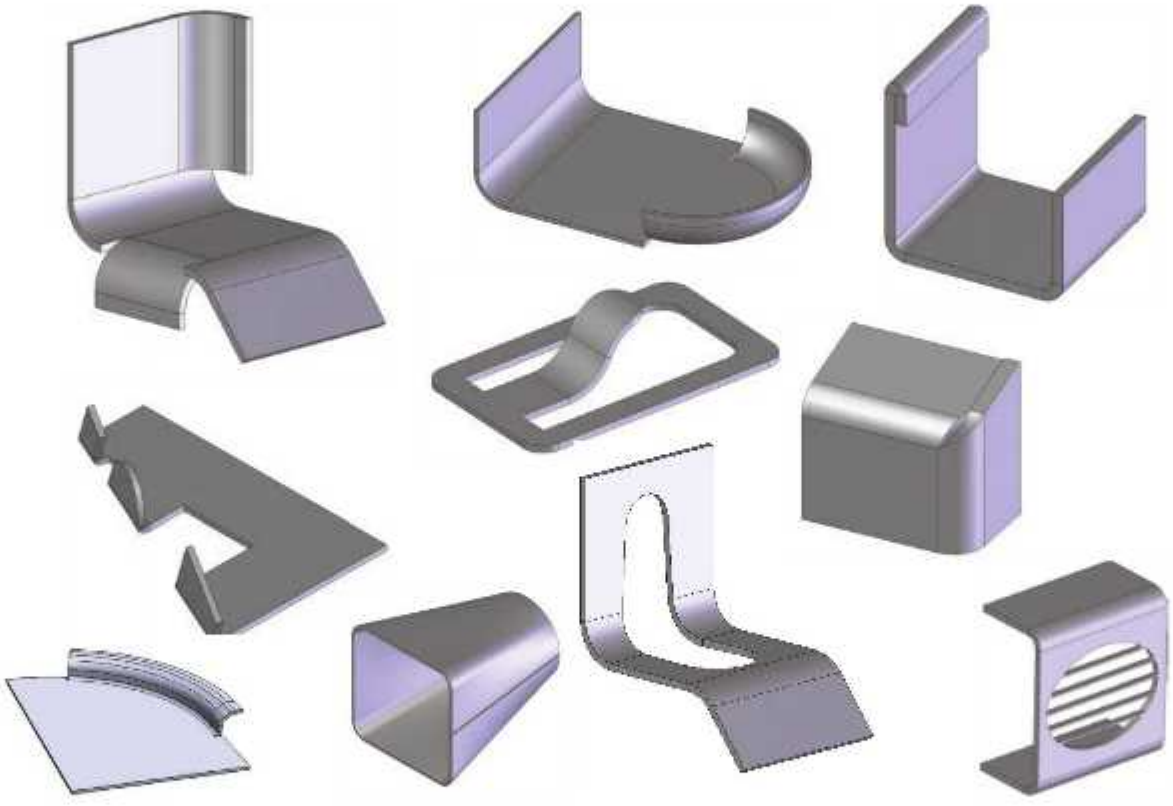


Figura 11.1. Aplicaciones de **Chapa Metálica**.

Con SolidWorks® puede diseñar piezas de **Chapa Metálica** de diferentes formas. Puede partir de un sólido 3D y convertirlo en Chapa o diseñar la Chapa directamente desde su estado desplegado o en 3D a través de **Extrusión lámina** o **Brida Base**.

Dispone de más de 20 funciones que permiten crear **Caras a inglete**, **Insertar pliegues**, **Redondear y Chaflanar esquinas**, definir **Desahogos**, realizar **Rasgaduras**, crear **Pliegues recubiertos** y realizar **Respiraderos**, entre otras funcionalidades.

Además, puede ver en cualquier momento el modelo de **Chapa Metálica** en 3D o en su estado desplegado.

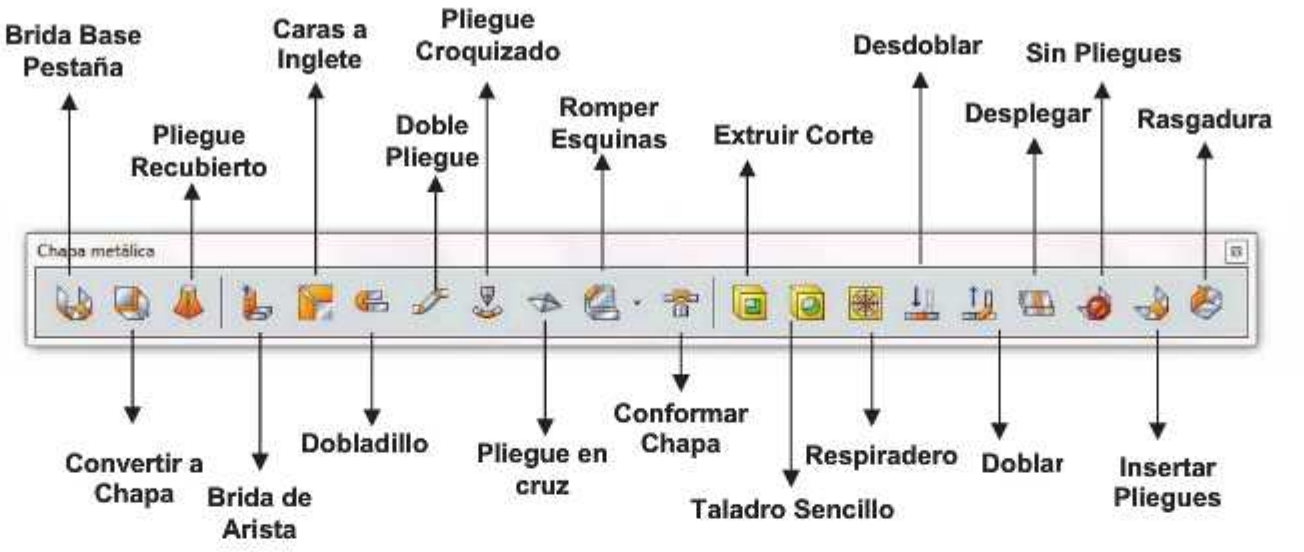


Figura 11.2. Barra de Herramientas de **Chapa Metálica**.

11.2 Métodos de diseño

SolidWorks® permite emplear distintas estrategias de diseño para obtener modelos de **Chapa Metálica** en 3D y crear matrices de corte, doblado y embutición. Los principales procedimientos son:

- Diseñar piezas desde en estado desplegado y convertirlas en **Chapa Metálica**.
- Diseñar piezas de **Chapa Metálica** desde el estado desplegado.
- Diseñar piezas a partir de un sólido y convertirla a **Chapa Metálica**.
- Crear **Chapa Metálica** partiendo de una operación de **Extrusión de lámina**.
- Combinar los distintos procedimientos de diseño de **Chapa Metálica**.

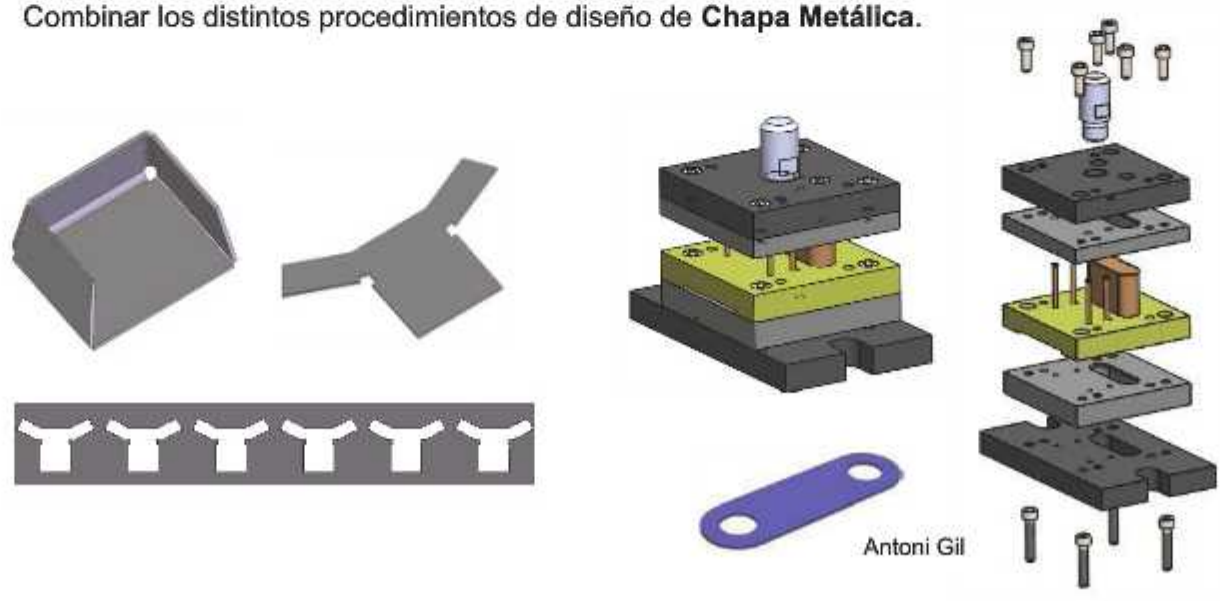


Figura 11.3. Modelo de **Chapa Metálica** en 3D y aplanado. Matriz de corte.

11.2.1 Diseñar piezas desde en estado desarrollado y convertirlas en Chapa Metálica

Puede diseñar una pieza de **Chapa Metálica** partiendo de su estado desplegado o desarrollado y convertirla posteriormente agregando pliegues y otras operaciones de **Chapa Metálica** como **Bridas de arista**, **Rasgaduras**, **Dobladillos**, **Respiraderos**, etc.

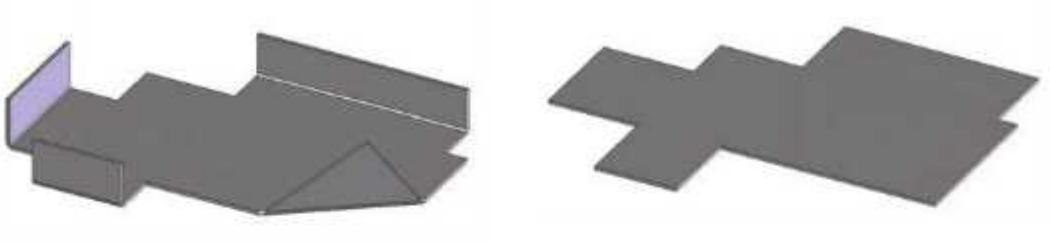


Figura 11.4. Modelo de **Chapa Metálica** en 3D y desplegado.

Para diseñar piezas de **Chapa Metálica** desde su **estado desarrollado** y su conversión posterior las etapas que debe seguir son:

1- Cree el **croquis 2D** que contenga el **estado desarrollado** de su modelo de Chapa.

2- Pulse **Extruir** y seleccione el **Espesor** de la **Chapa Metálica** en **Profundidad**. Pulse **Aceptar**.

3- Pulse **Insertar pliegues** desde la Barra de Herramientas de **Chapa Metálica** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Chapa Metálica**, **Pliegues**. Defina las propiedades de los pliegues de su modelo configurando el **PropertyManager** de **Pliegues**. La **Inserción de pliegues** en su modelo desplegado lo convierte en **Chapa Metálica** de forma automática. Para más información sobre el **PropertyManager de Pliegues** consulte la página 524.

4- Croquice las **Líneas de pliegue** en su modelo desplegado para indicar a **SolidWorks®** por dónde desea doblar el modelo. Al cerrar el croquis el modelo adopta las propiedades de pliegue definidas en el **PropertyManager** y conducidas por las líneas de croquis recién dibujadas.

   Observe que el **Gestor de diseño** contiene cuatro nuevas operaciones: **Chapa Metálica**, **Desplegar pliegues**, **Procesar Pliegues** y **Chapa desplegada**. Abra la tercera operación, **Procesar Pliegues** pulsando sobre **+** y pulse con el botón secundario del ratón sobre **Croquis Desplegado**. Seleccione **Editar Croquis**. Croquice las líneas de que definen el doblado de cada una de las alas de su modelo. Pulse **Reconstruir** para ver el modelo con las nuevas líneas de pliegues.

5- Para visualizar el modelo desplegado pulse **Desplegar** desde la Barra de Herramientas de **Chapa Metálica** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Chapa Metálica**, **Desplegar**.



Figura 11.5. **Gestor de Diseño** con **Chapa Metálica**.

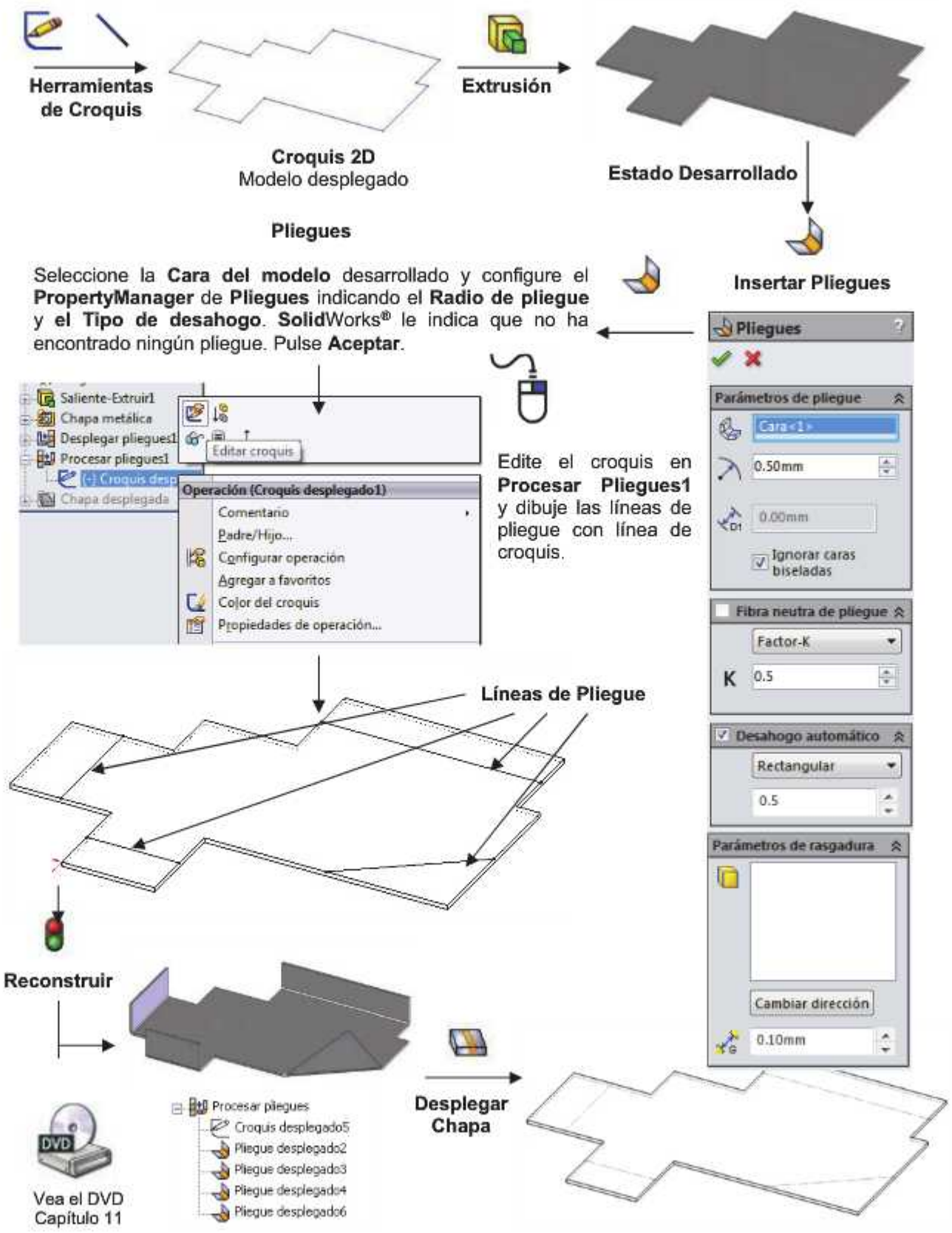


Figura 11.6. **Gestor de Diseño** con **Chapa Metálica**.

11.2.2 Diseñar piezas de Chapa Metálica desde el estado desplegado

Este segundo procedimiento permite diseñar un modelo de **Chapa Metálica** partiendo del croquis desplegado y agregando los pliegues posteriormente.



Figura 11.7. Creación de pliegues desde el estado desplegado.

Para diseñar piezas de **Chapa Metálica** desde su **estado desplegado** las etapas que debe seguir son:

1- Cree el **croquis** que contenga el **estado desarrollado** de su modelo de Chapa.

2- Pulse **Brida Base** desde la Barra de Herramientas de **Chapa Metálica** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Chapa Metálica**, **Brida Base**. Defina las propiedades de su modelo configurando el **PropertyManager** de **Chapa Base** (**Espesor de Chapa**, **Dirección**, **Fibra neutra** y **Tipo de desahogo**). Para más información sobre el **PropertyManager** de **Brida Base** consulte la página 504. Pulse **Aceptar**.

3- Croquice las **Líneas de plegado** mediante líneas de croquis sobre una de las caras del modelo desarrollado. Pulse **Reconstruir**.

4- Seleccione la operación **Pliegue Croquizado** el Menú de Persiana **Insertar**, **Chapa Metálica**, **Pliegue croquizado**. Seleccione la **Cara** desde la **Zona de Gráficos** y las **líneas de croquis** desde el **Gestor de Diseño**. Defina las propiedades de su modelo configurando el **PropertyManager** de **Chapa Base** (**Espesor de Chapa**, **Posición del pliegue**, **Dirección**, **Fibra neutra** y **Tipo de desahogo**). Pulse **Aceptar**.

5- Para visualizar el modelo desplegado pulse **Desplegar** desde la Barra de Herramientas de **Chapa Metálica** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Chapa Metálica**, **Desplegar**.





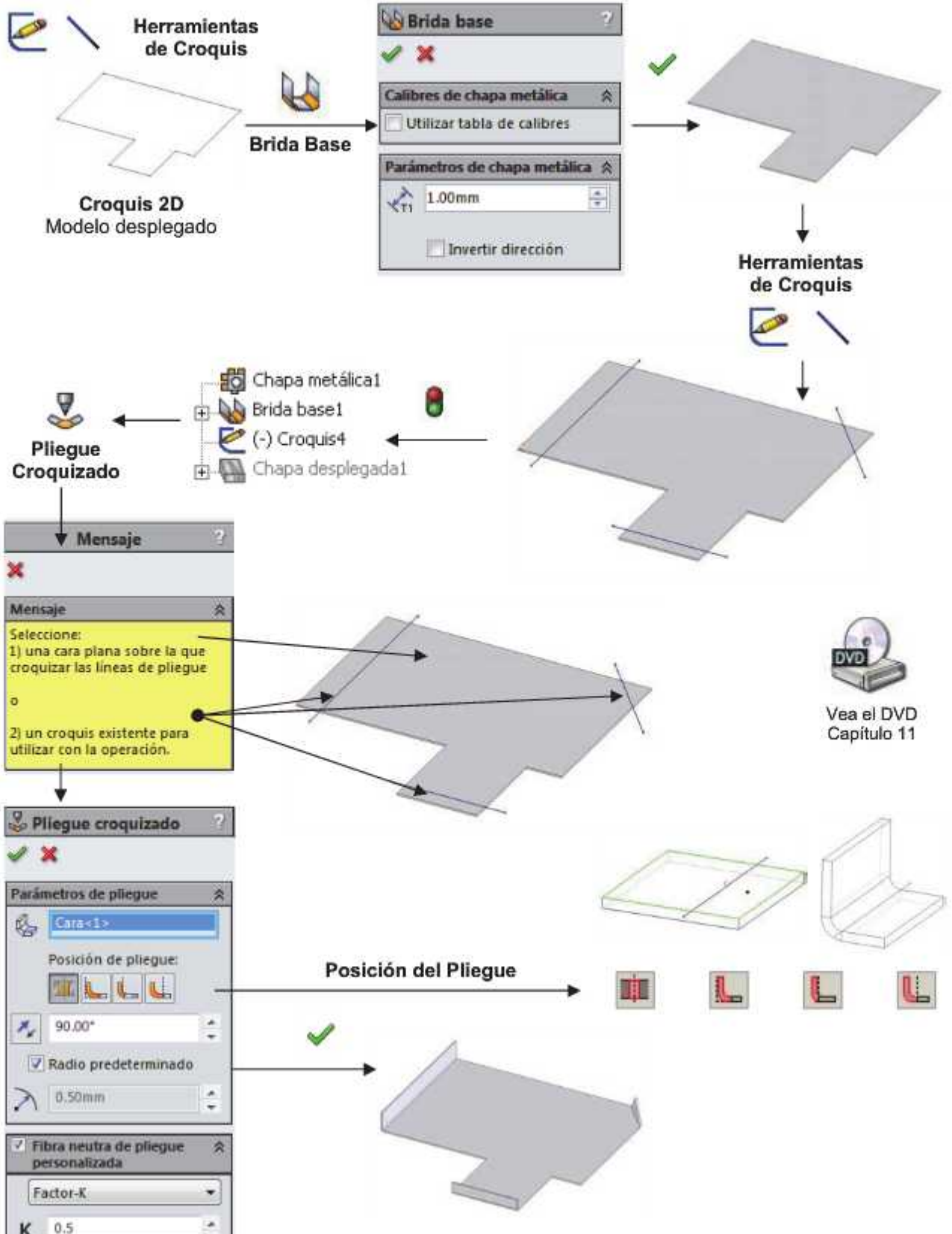


Figura 11.8. Diseño de piezas de **Chapa Metálica** desde el estado desplegado.

11.2.3 Diseñar piezas a partir de un sólido y convertirla a Chapa Metálica

Además de los procedimientos anteriores también puede crear modelos de **Chapa Metálica** por conversión de modelos sólidos. Los modelos sólidos deben vaciarse y posteriormente aplicar rasgaduras y pliegues.



Figura 11.9. Diseño de **Chapa Metálica** a partir de un sólido.

Para diseñar piezas de **Chapa Metálica** partiendo de una pieza sólida las etapas que debe seguir son:

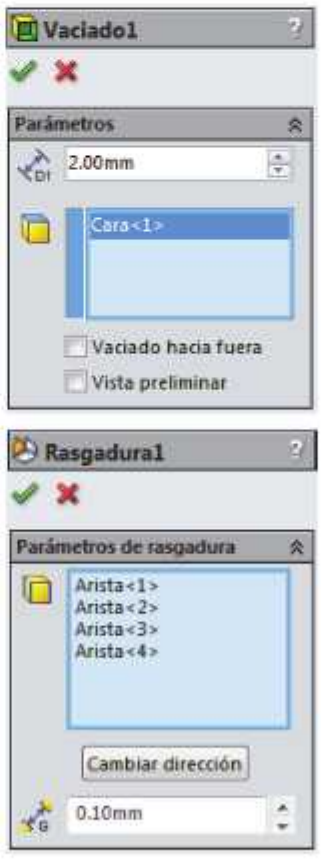
1- Cree el modelo sólido 3D con la forma de la pieza de **Chapa Metálica** a obtener y **Vacíe** el sólido dejando un **Espesor uniforme** en sus caras no eliminadas.

2- Pulse sobre la operación **Rasgadura** desde la Barra de Herramientas de **Chapa Metálica** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Chapa Metálica**, **Rasgadura**.

3- Seleccione la/s **arista/s** que desee rasgar así como su **Dirección** y **Separación**.

4- Para transformar el sólido a **Chapa Metálica** pulse sobre la operación **Insertar Pliegues** de la Barra de Herramientas de **Chapa Metálica** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Chapa Metálica**, **Pliegues**. Defina las propiedades de los pliegues de su modelo configurando el **PropertyManager** de **Pliegues**.

5- Para realizar un **Corte** en la Chapa creada, de forma que este afecte al pliegue dibujado, arrastre la **Barra de retroceder** hasta quedar entre **Procesar Pliegues** y **Desplegar Pliegues**. Croquice la forma a cortar sobre el modelo desplegado y efectúe una **extrusión corte**. Arrastre la **Barra de retroceder** hasta la posición final y visualice cómo el corte afecta al pliegue.



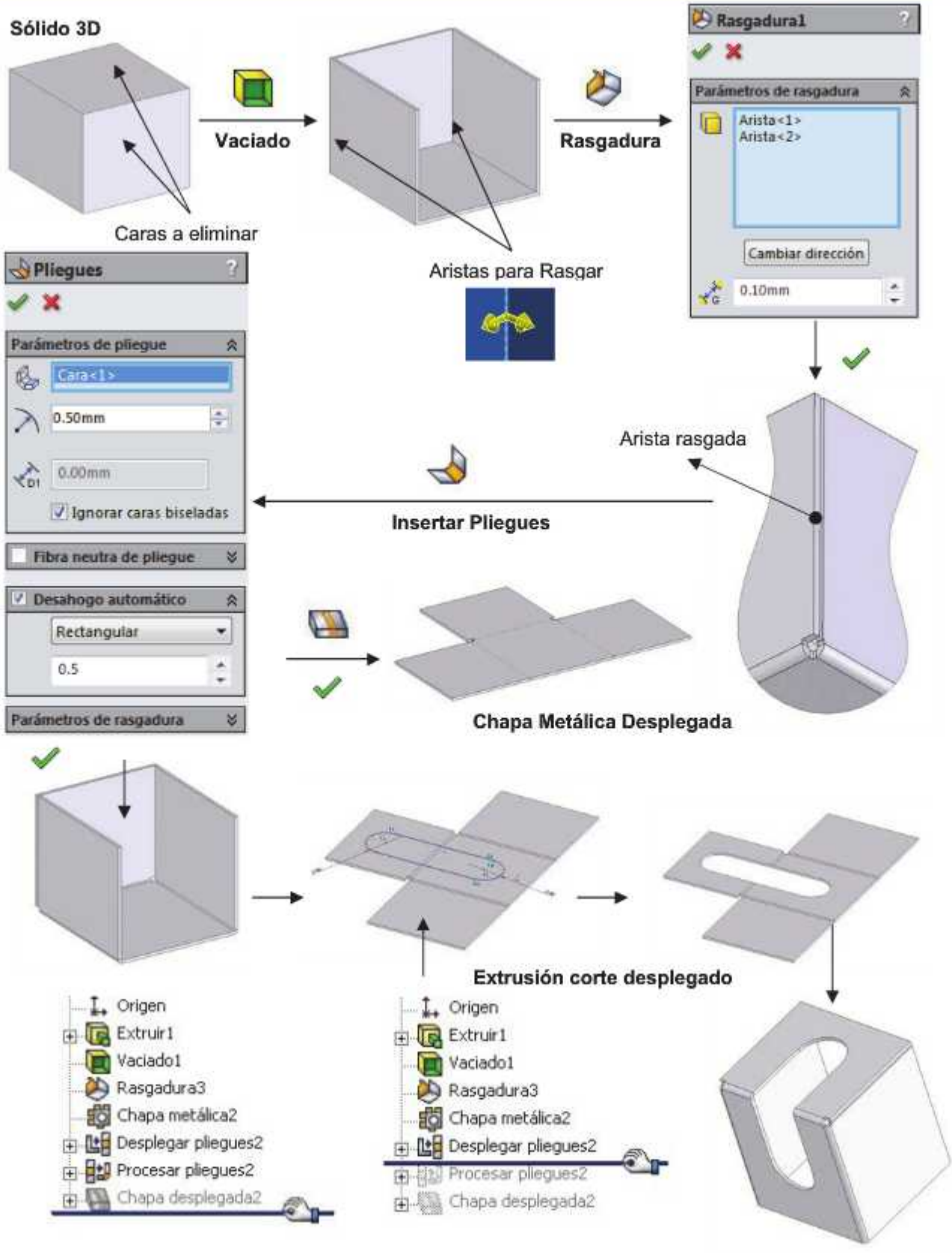
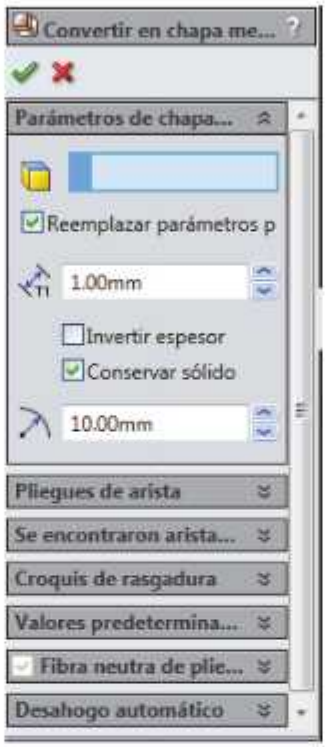


Figura 11.10. Etapas en el diseño de **Chapa Metálica** a partir de un sólido.

11.2.4 Convertir chapa metálica



Además de los tres procedimientos descritos también puede crear modelos de **Chapa Metálica** a partir de la herramienta Convertir a chapa metálica. Esta opción permite crear un modelo de chapa a partir de un sólido o una superficie a partir de la selección de pliegues.



Para **Convertir a chapa metálica** las etapas que debe seguir son:

1- Cree un modelo de sólido o superficie inicial de partida.

2- Pulse sobre **Convertir en chapa metálica** desde la Barra de Herramientas de Chapa metálica o desde el Menú de persiana **Insertar**, **Chapa Metálica**, **Convertir en chapa metálica**.

3- En **Calibres de chapa metálica** puede seleccionar una tabla de calibres como base de la operación. Los parámetros contenidos (espesor del material, radio de pliegue y el método empleado para calcular el pliegue) utilizan valores predefinidos por SolidWorks. También pueden ser editados por el usuario.



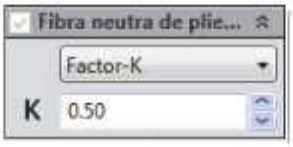


4- En **Parámetros de Chapa metálica** seleccione una única cara que va a permanecer fija o plana. Además, indique el **Espesor de chapa** y su dirección. Active la casilla **Conservar sólido** si desea que la operación que define el elemento a convertir se mantenga. Finalmente, defina el **Radio de pliegue**.

5- En **Pliegues de arista**, seleccione una arista para agregarla a la lista de aristas de pliegue o active la opción **Incluir todos los pliegues** para buscar los pliegues ya realizados.

6- En **Croquis de rasgadura** seleccione un croquis desde la Zona de Gráficos para agregar una rasgadura. Defina la **Separación entre las rasgaduras** y el **Cociente de superposición** y el tipo de forma de las esquinas rasgadas en **Valores predeterminados**.

7- Finalmente, defina las características de la **Fibra neutra** y el tipo de **Desahogo automático** a realizar. Pulse **Aceptar** para convertir el modelo de sólido o superficie a chapa metálica.





11.3 Operación de Chapa Metálica

11.3.1 Operación Base Lámina



Además de los procedimientos descritos también puede crear modelos de **Chapa Metálica** con el uso de la Operación **Extrusión Base lámina**. La operación **Base Lámina** pertenece a la Operación **Extrusión/saliente** y puede usarla cuando se dibuje un croquis abierto o perfil de Chapa.



Figura 11.11. Operación **Base Lámina.**

Para crear una operación **Base Lámina** las etapas que debe seguir son:

1- Croquice un **perfil abierto** con el contorno de la **Chapa Metálica**.

2- Pulse la operación **Extrusión/Saliente** desde la Barra de **Operaciones** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Operaciones**, **Extrusión/Saliente**. Indique la **Profundidad de extrusión** y el **Tipo de extrusión**. Igual que en la operación **Extrusión/saliente** defina la segunda **dirección de extrusión** y un **Ángulo de salida**, si es necesario.

3- Defina las características de la **Chapa Metálica** en **Operación Lámina**. Indique el **Espesor de la pared**, su **Dirección** y el **Radio de redondeo automático**.

4- Pulse **Aceptar**.



Tipo de Extrusión

- **Una dirección.** Permite definir la extrusión desde el perfil de croquis en una dirección, hacia dentro o fuera del croquis.
- **Plano medio.** El **Espesor** de la extrusión se realiza en las dos direcciones desde el perfil del croquis.
- **Dos direcciones.** Permite establecer el **Espesor** de la extrusión en la dirección 1 y la dirección 2 (hacia dentro y hacia fuera del croquis de forma independiente).

Redondeo automático de esquinas. Genera un redondeo en cada una de las Aristas en ángulo del croquis cuando estos son abiertos.

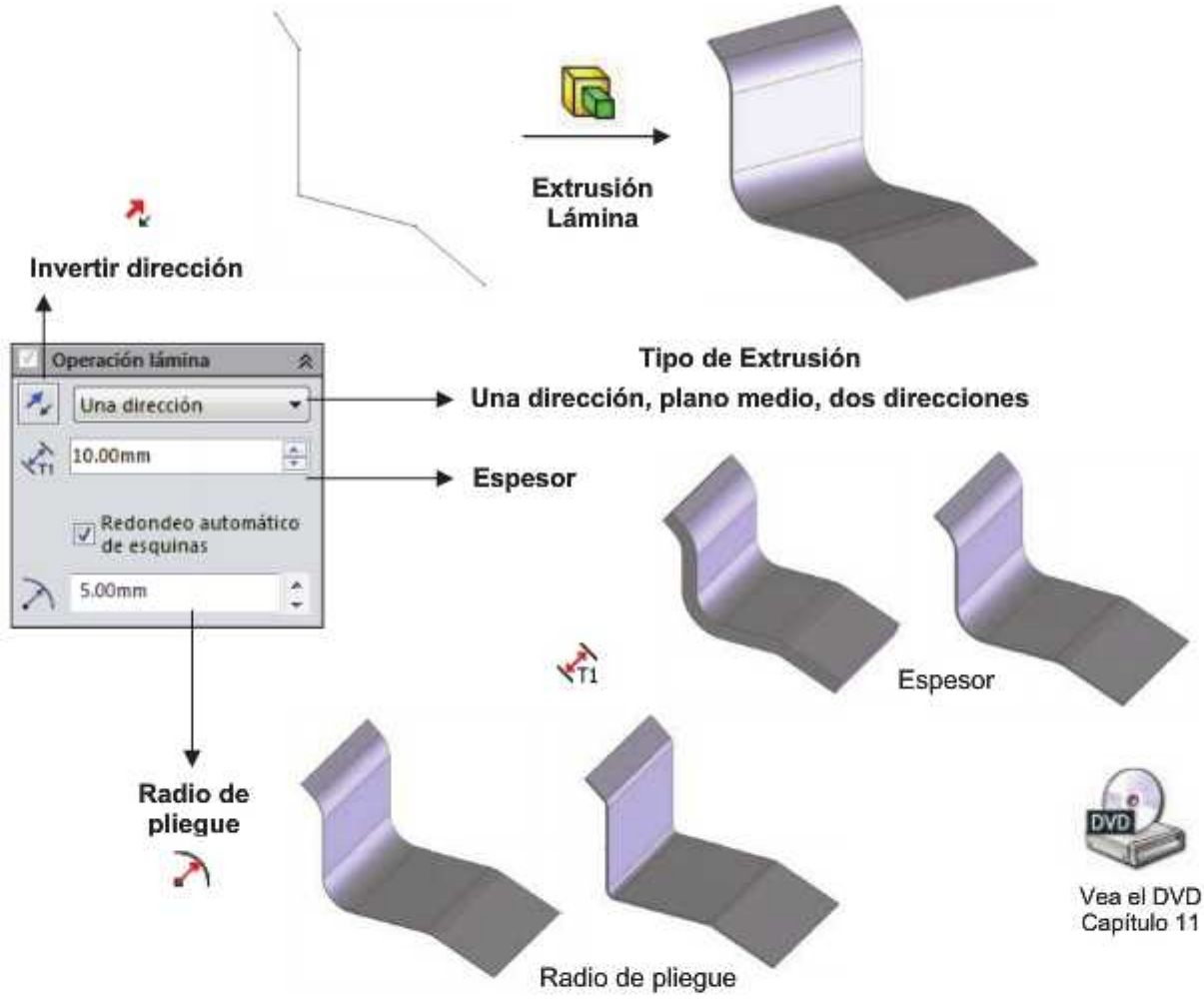


Figura 11.12. Operación **Base Lámina**.

11.3.2 Agregar paredes a una operación Base Lámina



Para **Agregar paredes** en una cara del modelo de **Chapa Metálica** debe croquizar el perfil de la misma y extruir la lámina de la misma forma que se ha indicado en el apartado anterior, indicando la **Dirección** y el **Espesor** de la lámina.



El diseño de modelos de Chapa complejos debe realizarlos croquizando inicialmente el perfil principal y posteriormente **Agregar las paredes** sobre las caras correspondientes.

Cada una de las paredes debe ser creada a partir de una **línea de croquis** en la **Cara** deseada. Debe asegurar que el **Espesor** de la **Extrusión lámina** creada se encuentra sobre la base del modelo principal.

Para **Agregar paredes** a una operación **Base Lámina** las etapas que debe seguir son:

1- Croquice el perfil abierto mediante las Herramientas de croquis que desee agregar sobre la cara del modelo.

2- Pulse la operación **Extrusión/Saliente** desde la Barra de **Operaciones** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Operaciones**, **Extrusión/Saliente.** Aparece un cuadro de diálogo, responda **No** a la pregunta **¿Cerrar el croquis con Aristas del modelo?**

3- En el **PropertyManager de Extrusión** indique la **Profundidad de extrusión** y el **Tipo de extrusión**. Igual que en la operación **Extrusión/saliente** defina la segunda **Dirección de extrusión** y un **Ángulo de salida**.

4- Repita las mismas operaciones si desea agregar más paredes al modelo.

5- Pulse **Aceptar**.

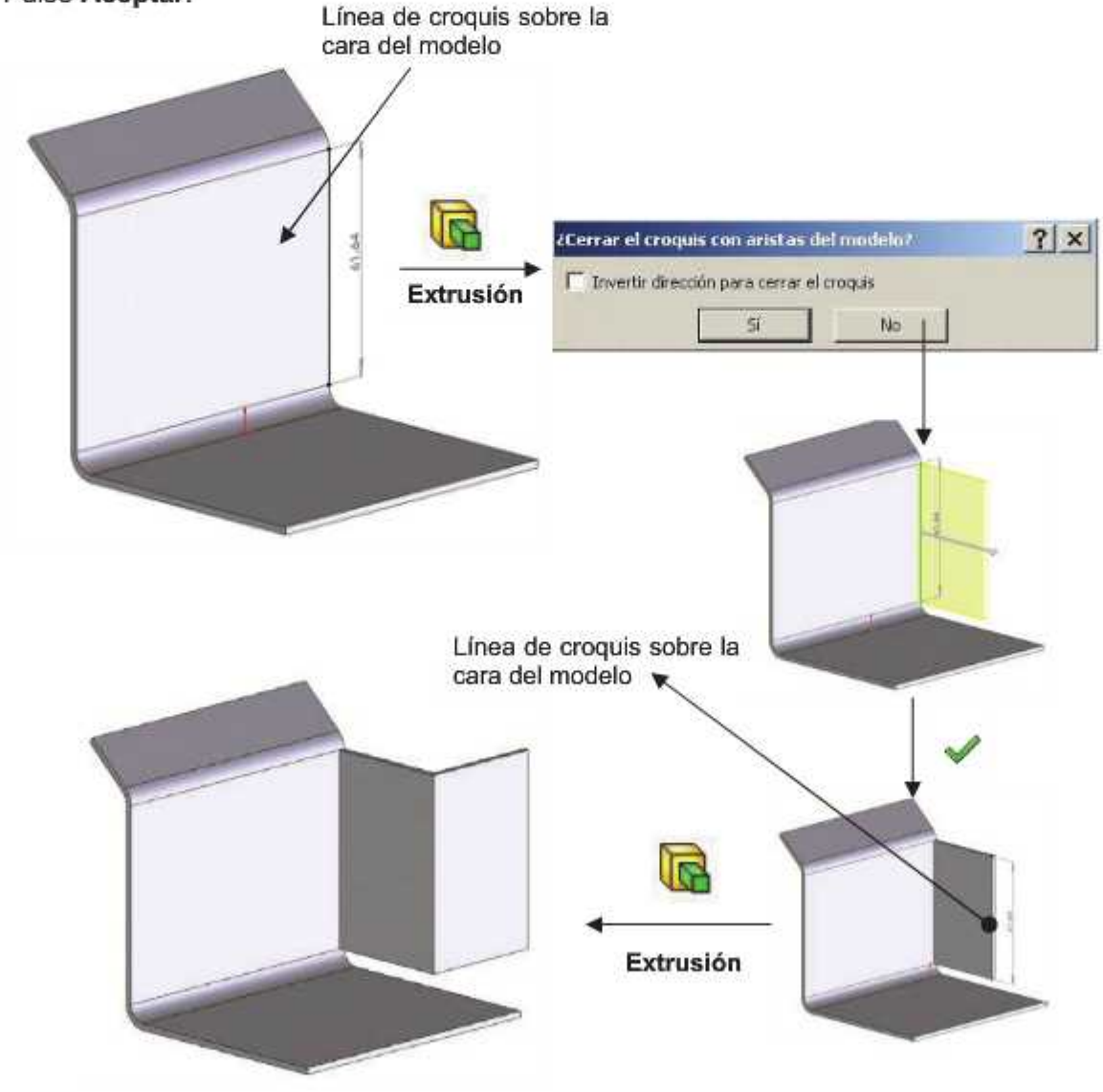


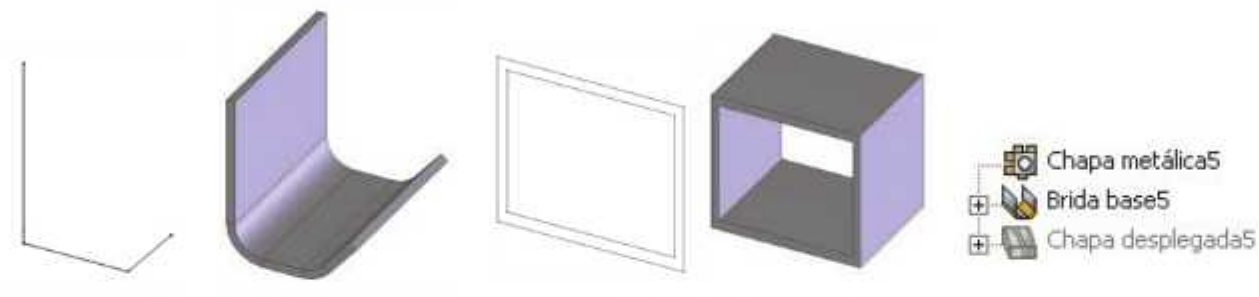
Figura 11.13. **Agregar paredes** a una operación **Base Lámina**.

11.3.3 Brida Base/Pestaña



Es una de las primeras operaciones que puede utilizar para crear una pieza de **Chapa Metálica**, además de las opciones ya comentadas. Consiste en crear el modelo de Chapa partiendo de un **croquis Abierto**, **Cerrado** o **Múltiples encerrados** y dar un **Espesor** y un **Radio de pliegue** de la misma forma que se ha realizado en la **Extrusión de lámina**.

La diferencia entre las operaciones de **Extrusión lámina** y **Brida Base** es que, esta última, genera los **Pliegues** de forma automática en las zonas requeridas y añade las **Operaciones específicas** en el **Gestor de Diseño**. Además, el resto de operaciones realizadas a partir de la operación de **Brida Base** adquieren el mismo **Espesor** y **Radio de pliegue** definido.



Croquis Abierto **Múltiples Encerrados**

Figura 11.14. **Brida Base**.

Para crear una **Operación de Brida Base** las etapas que debe seguir son:

1- Croquice un **Perfil abierto**, **Cerrado** o **Múltiples encerrados** y seleccione la Operación **Brida Base** desde la Barra de Herramientas de **Chapa Metálica** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Chapa Metálica**, **Brida Base**.

2- Defina las propiedades de su modelo configurando el **PropertyManager** de **Brida Base** (**Espesor de Chapa**, **Dirección**, **Fibra neutra** y **Tipo de desahogo**).

Dirección 1 y dirección 2

Defina la **Condición final** y la **Profundidad de la operación** de extrusión del perfil en la **Dirección 1** y/o **2**. **Invierta la dirección** si lo cree conveniente.

Parámetros de Chapa Metálica

Permite definir **Espesor** de la **Chapa Metálica**, **Invertir la dirección** del **Espesor** y definir el **Radio de Pliegue**.

Fibra Neutra de pliegue

Puede seleccionar un **Tipo de fibra neutra de Pliegue**: **Factor-K**, **Fibra neutra de pliegue** o **Deducción de pliegue** o seleccionarla desde una **Tabla de pliegues de la lista**.

Desahogo automático

Permite indicar el **Tipo de desahogo Rectangular** o **Semicilíndrico**. Puede configurar la relación de desahogo o configurar el ancho del desahogo y su profundidad.

3- Pulse **Aceptar**.

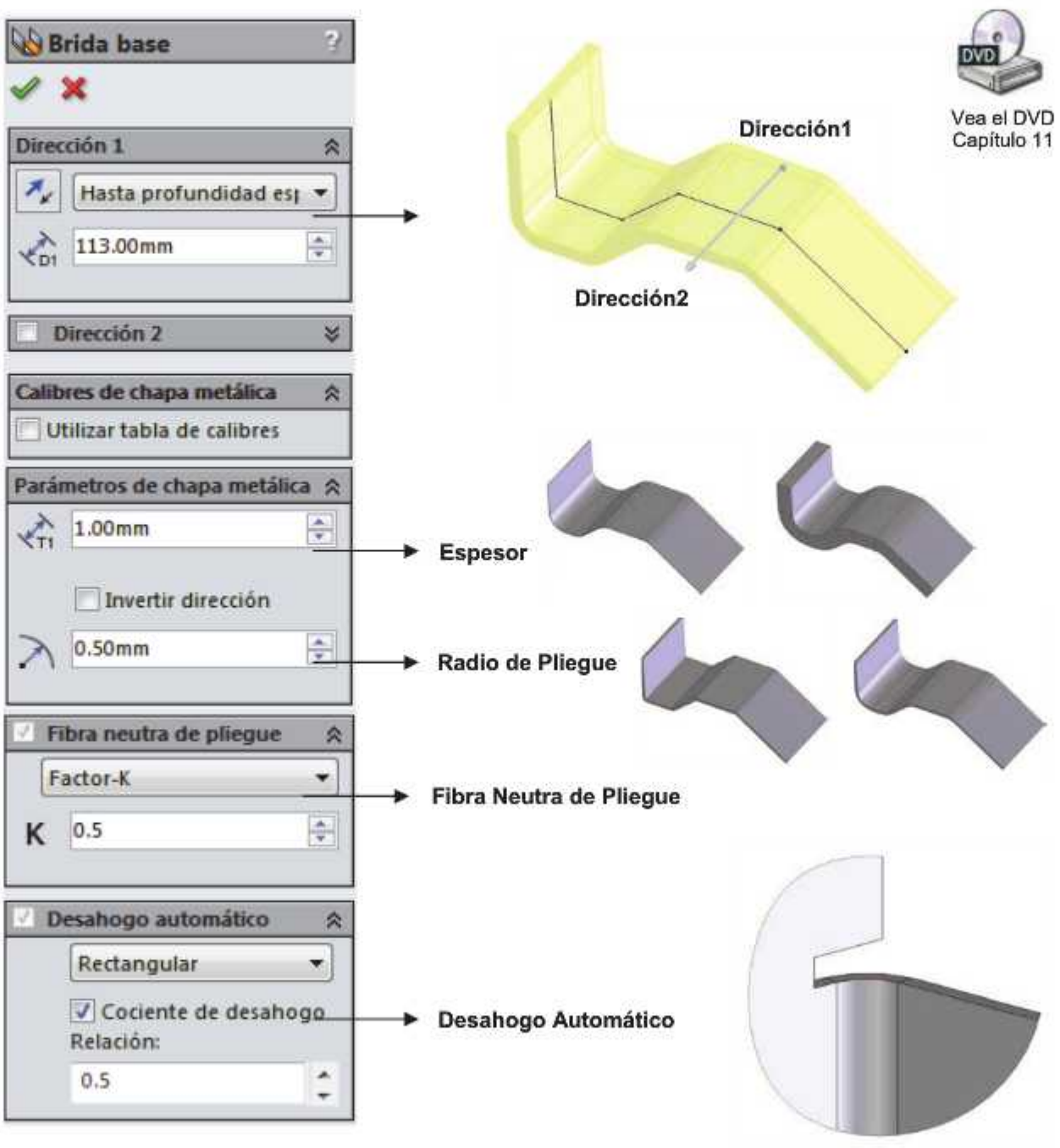


Figura 11.15. **PropertyManager** de **Brida Base**.

11.3.4 Pestaña con Brida Base

La operación **Pestaña** permite añadir una pestaña a su modelo de **Chapa Metálica** conservando el **Espesor** inicial de la misma. La pestaña añadida debe estar contenida en un plano perpendicular a la dirección del **Espesor** del modelo además de ser **Cerrado**, **Múltiple** o **Múltiples perfiles encerrados**.



Figura 11.16. **Pestaña** con **Brida Base**.

Cuando cree una **Pestaña** con la Operación **Brida Base** no puede editar posteriormente ni la **Profundidad**, ni la **Dirección** y ningún otro parámetro de definición de la operación puesto que **Solid**Works® adopta las características del modelo existente.

Para crear una **Pestaña con la** Operación de **Brida Base** las etapas que debe seguir son:

1- Croquice un **Perfil cerrado, Múltiple** o **Múltiples encerrados** en una **Cara** de su modelo de **Chapa Metálica**.

2- Pulse **Brida Base** desde la Barra de Herramientas de **Chapa Metálica** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Chapa Metálica**, **Brida Base**. El **Espesor** y la **Dirección** se configuran de forma automática siguiendo las características del modelo de Chapa base.

3- Una vez creada la pestaña únicamente puede modificar, desde el **Gestor de Diseño**, el croquis que define su contorno. Los parámetros como **Espesor** o **Dirección** no pueden ser modificados.



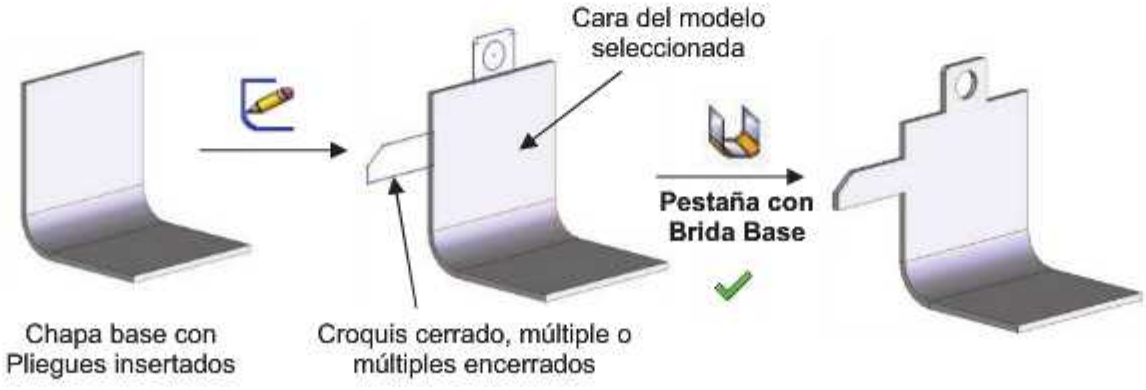


Figura 11.17. Creación de una **Pestaña** con **Brida Base**.

11.3.5 Brida de arista

Permite crear una **Brida lineal** o **curva** en una arista seleccionada de un modelo de **Chapa Metálica**. La brida creada mantiene las características de **Espesor** y de **Radio de pliegue** definida en el modelo base.



Figura 11.18. **Brida de arista**.

La operación **Brida de arista** la puede aplicar a una o varias **Aristas lineales** o **Aristas curvas** delimitadas por una cara plana del modelo. Además puede aplicarla a **Aristas múltiples** formadas por segmentos lineales y curvos entre ellos.

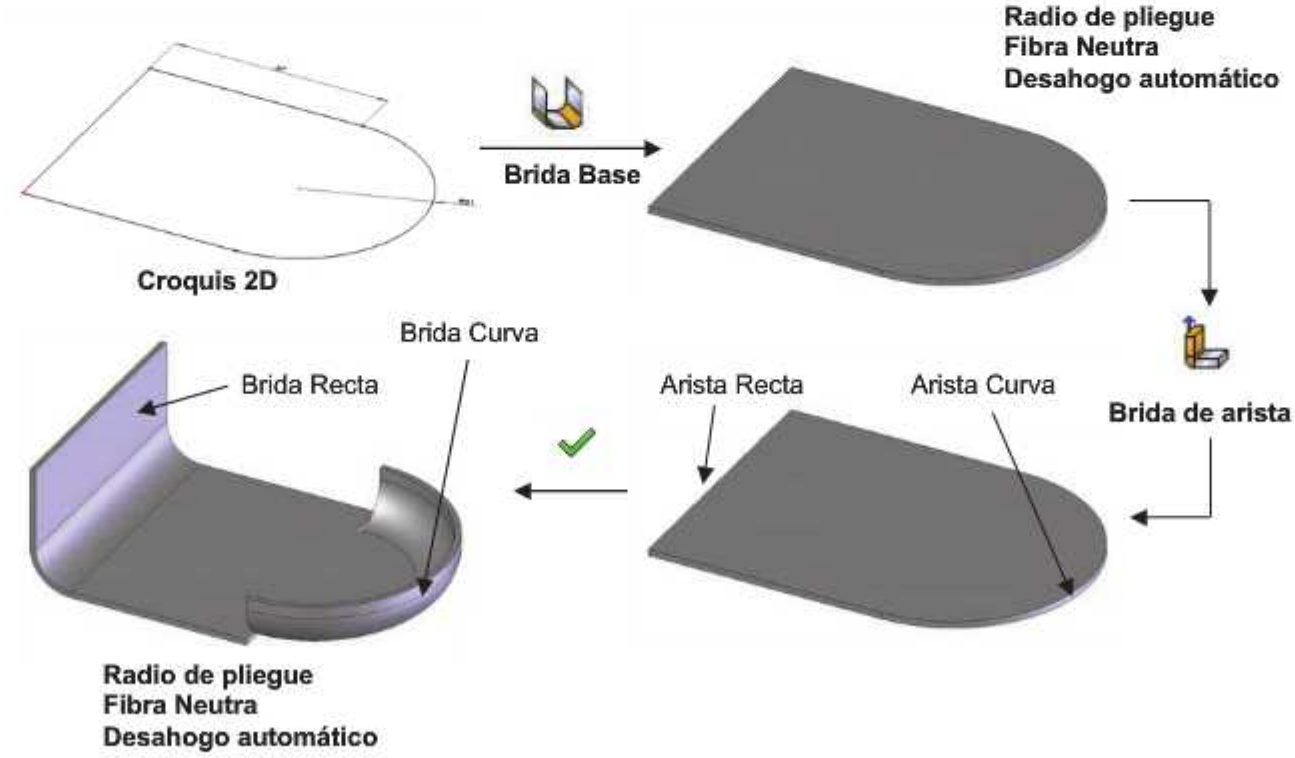


Figura 11.19. Creación de **Brida de arista** recta y curva.

Para crear una **Brida de Arista** las etapas que debe seguir son:

1- Asegúrese que en su modelo se han **Insertado pliegues** o lo haya creado mediante la operación **Brida Base**.

2- Seleccione la **Arista** o **Aristas** (rectas o curvas) de su modelo desde la **Zona de Gráficos**.

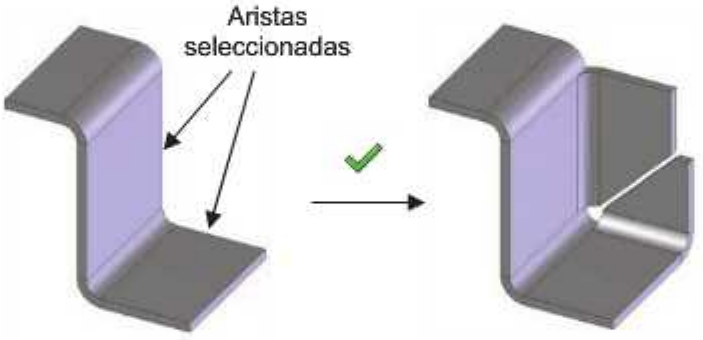
3- Defina las características de la **Brida** estableciendo los parámetros, **Ángulo**, **Longitud** y **Posición de la Brida**. Además, puede configurar aspectos referentes a la **Fibra Neutra** y al **Tipo de desahogo**.

4- Pulse **Aceptar**.

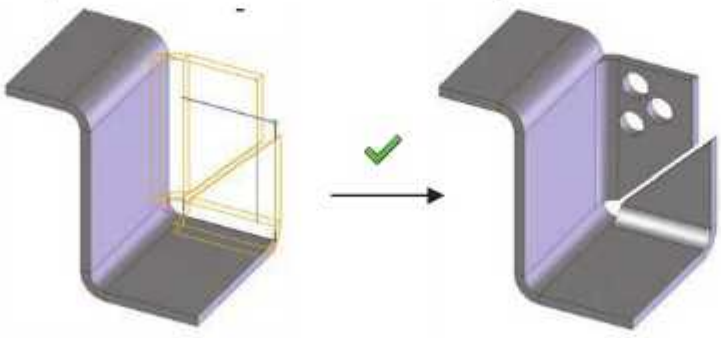


Parámetros de Brida

- **Selección de Aristas.** Seleccione las **Aristas** desde la **Zona de gráficos**. Puede seleccionar **Aristas rectas** o **curvas**.

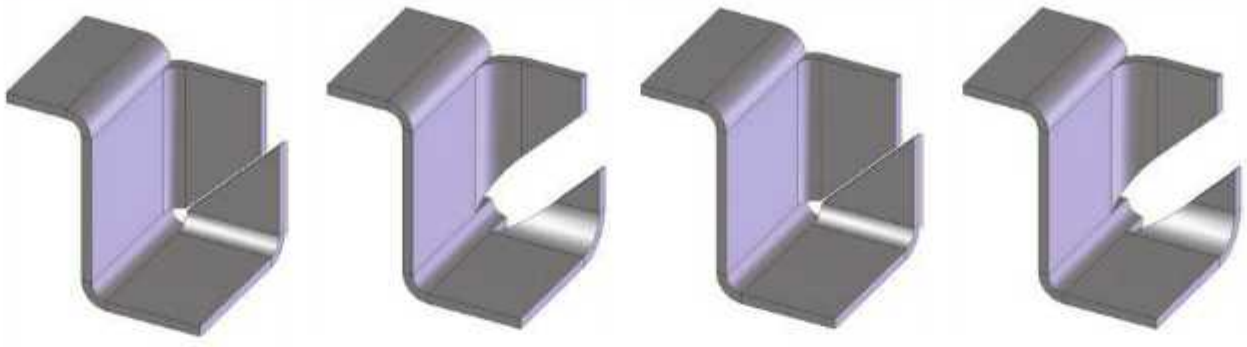


- **Editar perfil de cara.** Permite modificar el perfil del croquis mediante el arrastre de las líneas que definen la brida o utilizando cualquiera de las Herramientas de croquizar.



- **Radio de pliegue.** Desactive **Radio Predeterminado** para poder definir un **Radio de Pliegue** distinto al establecido.

- **Distancia de separación.** Puede determinar la distancia de separación entre dos bridas seleccionadas.

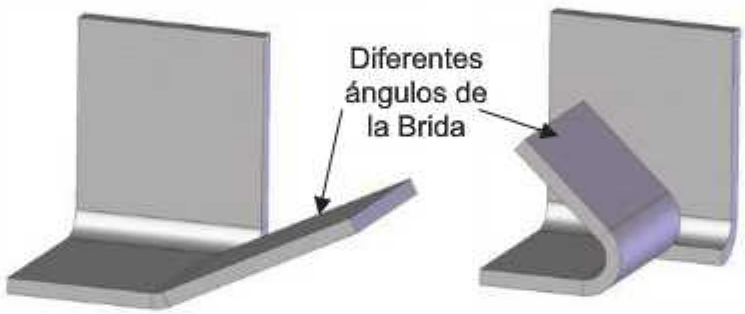


Distancia de separación **Radio de Pliegue**



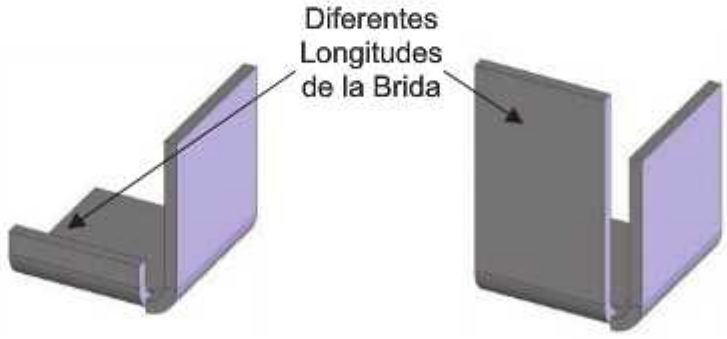
Ángulo

Permite definir el **Ángulo de la Brida de arista**.



Longitud de la Brida

Puede establecer la **Longitud** y **Dirección de la Brida**.



Posición de la Brida

Puede definir la posición del pliegue de la Brida según **Material interior**, **exterior**, **Pliegue exterior** o **Pliegue a partir de intersección virtual**.



Recortar Pliegues de lados. Su selección permite eliminar el material en exceso generado cuando los pliegues llegan a tocarse.

Equidistanciar. Permite equidistanciar la **Brida**. Para activar la opción debe estar activada la **Posición de Brida Material Interior**.

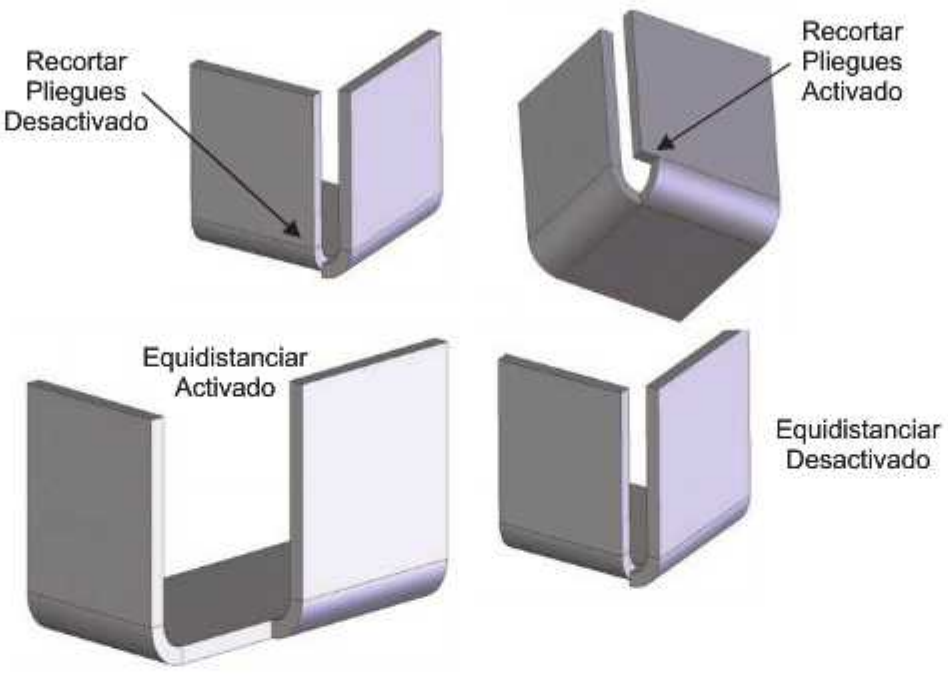


Figura 11.20. **Recortar Pliegues** y **Equidistanciar Brida**.

Fibra Neutra de Pliegue. Incluye **Factor-K**, **Fibra Neutra de Pliegue** y **Deducción de Pliegue**.

Tipo de desahogo. Su selección permite agregar un corte de desahogo en las regiones que han sido plegadas. Puede seleccionar el tipo de desahogo **Rectangular**, **Rasgado** o **Semicilíndrico**.

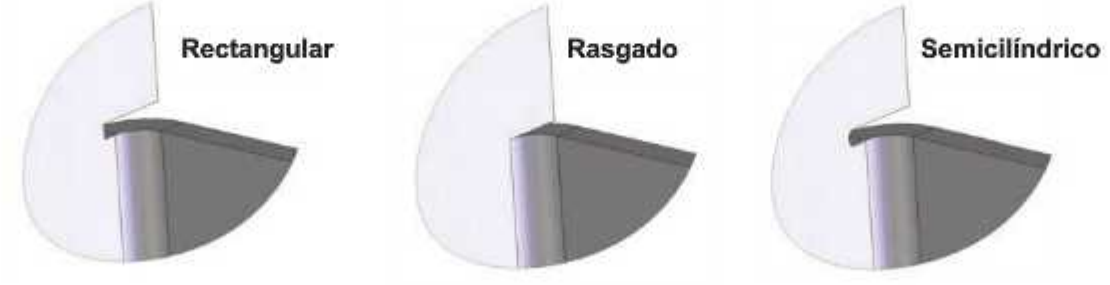


Figura 11.21. Tipos de **desahogos**.

11.3.6 Caras a inglete

Permite añadir **Caras** a una o más **Aristas** mediante el croquizado de su perfil en un plano perpendicular a la primera de las Aristas. El croquis que define la **Cara a inglete** puede estar formado por **Líneas** y/o **Arcos** y adopta el espesor de la pieza de **Chapa Metálica** base.



Figura 11.22. **Caras a Inglete**.

Para crear **Caras a Inglete** las etapas que debe seguir son:

1- Asegúrese que en su modelo se han **Insertado pliegues** o lo haya creado mediante la operación **Brida Base**.

2- Croquice el perfil que define la **Cara a inglete** en una de las caras de su modelo que sea perpendicular al camino definido por la arista del mismo.

3- Pulse **Caras a Inglete** desde la Barra de Herramientas de **Chapa Metálica** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Chapa Metálica**, **Caras a Inglete**.

4- Seleccione el **croquis del perfil** y la **Arista**, **Plano** o **Cara** dónde desee crear la **Cara a Inglete**.

5- Configure el **PropertyManager** de **Caras a Inglete**. Pulse **Aceptar**.



Parámetros de inglete

Seleccione el **Perfil del croquis** y la **Arista**, **Plano** o **Cara** donde se creará la **Cara a Inglete**.

Desactive **Radio predeterminado** y defina uno diferente.

Defina la **Posición de la Brida** (**material interior** o **exterior** o **pliegue exterior**). Indique la **Distancia de Separación** (G) en función de la posición de la Brida.

Equidistancia inicial/final

Permite definir la **Equidistancia** del perfil de Brida respecto de las caras normales iniciales (**D1**) y finales (**D2**).

Defina las **Características de la Fibra Neutra** y el **Tipo de desahogo** (**Rectangular**, **Rasgado** o **semicilíndrico**).

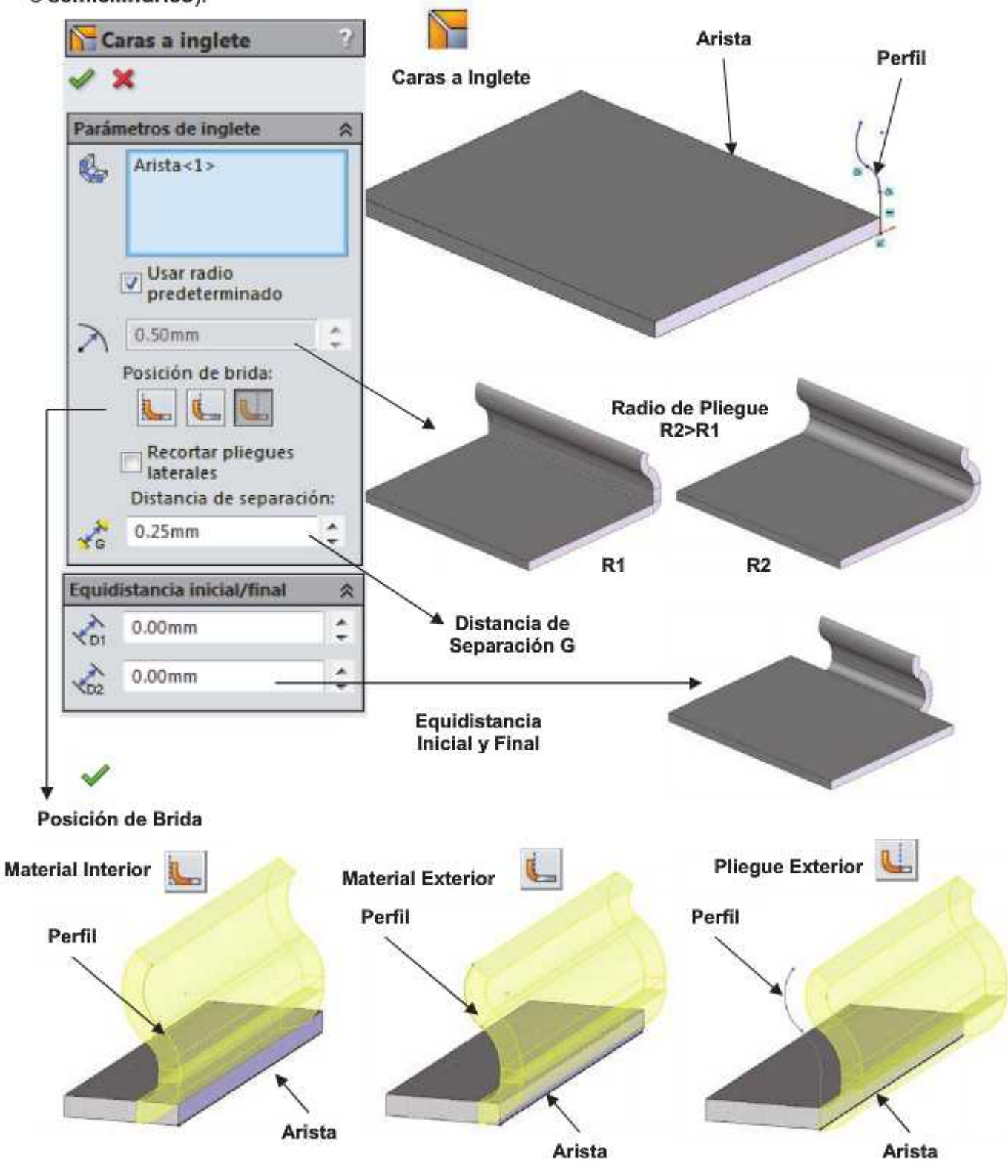


Figura 11.23. **PropertyManager** de **Caras a Inglete**.

11.3.7 Dobladillo

Permite insertar un **Dobladillo** (**Cerrado**, **Abierto**, **Rasgadura** o **Arrollado**) en una **Arista lineal** o sobre **Aristas** múltiples de una misma **Cara** seleccionada.

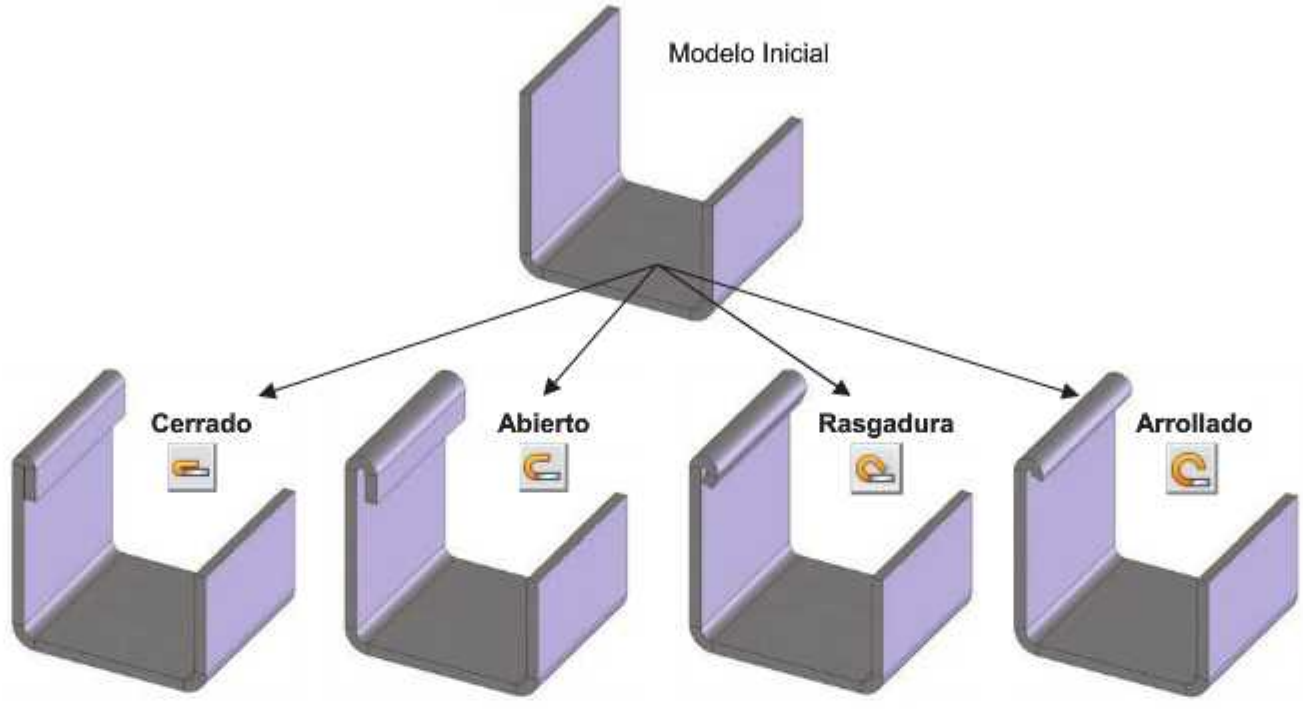


Figura 11.24. Clases de dobladillo.

Para **crear un Dobladillo** las etapas que debe seguir son:



1- Seleccione una **Arista** o **varias Aristas** de una misma **Cara** desde la **Zona de Gráficos** dónde desee crear un **Dobladillo**. El modelo seleccionado debe tener creados los **Pliegues** antes de la creación del **Dobladillo**.

2- Defina la **Dirección** del dobladillo y si desea el **Material interior** o **Pliegue Exterior**.

3- Seleccione el **Tipo y Tamaño del Dobladillo** (**Cerrado**, **Abierto**, **Rasgadura** o **Arrollado**) y establezca la **Longitud**, **Ángulo** o **Distancia** en función del **Dobladillo** seleccionado.

4- Defina el **Tipo de Fibra** (**Tabla de Pliegue**, **Factor-K**, **Holgura de Pliegue** o **Deducción de Pliegue**)

5- Defina el **Tipo de desahogo**.

6- Pulse **Aceptar** para crear el **Dobladillo** en la arista seleccionada.

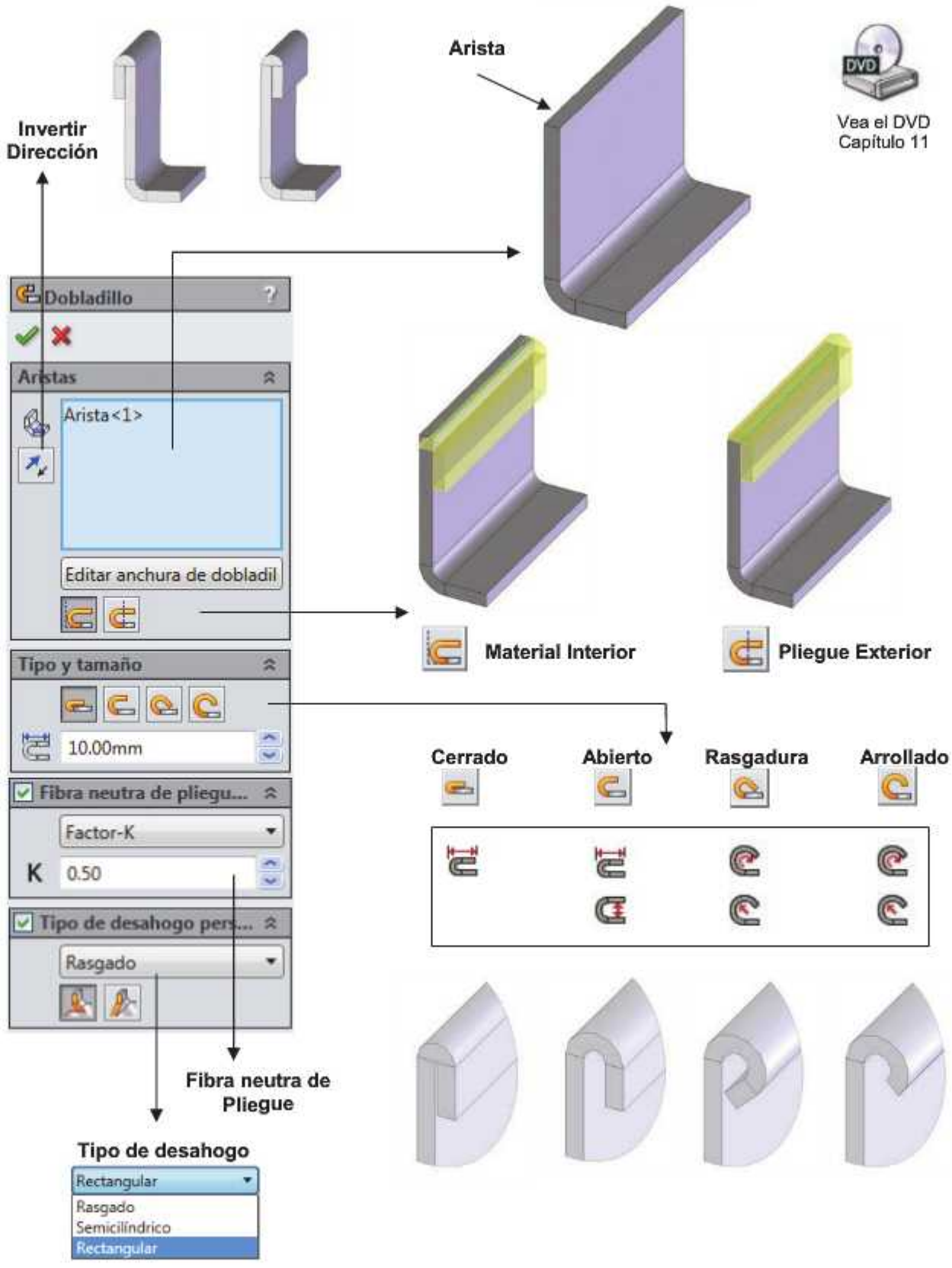


Figura 11.25. **PropertyManager** de **Dobladillo**.

11.3.8 Pliegue croquizado



Permite crear **Pliegues** en un modelo de **Chapa Metálica** por el croquizado de líneas de plegado en el estado **desdoblado** (aplanado). Las **Líneas de pliegue** croquizadas debe realizarlas con una o más líneas de croquis simultáneas y pueden coincidir con el ancho de la cara a doblar, ser mayores o menores que estas.



Figura 11.26. **Pliegue Croquizado**.

Para **crear un Pliegue croquizado** las etapas que debe seguir son:



1- Asegúrese que su modelo sea realmente una **Chapa Metálica**. Puede partir de un modelo creado con **Brida/Base** o mediante **Extrusión Lámina**. Si el modelo ha sido creado con **Extrusión lámina** agregue **Pliegues** al modelo para transformarlo en **Chapa Metálica**.

   El modelo puede ser sometido al **Pliegue croquizado** solo si es una **Chapa Metálica**. Observe las indicaciones de **Chapa Metálica**, **Desplegar Pliegues** y **Procesar Pliegues** en el **Gestor de Diseño**.

2- Croquice una o más **líneas de croquis** sobre la cara del modelo que desea doblar. Pulse **Reconstruir** para hacer ascender el **Croquis** dibujado en el **Gestor de Diseño**.

3- Pulse **Pliegue Croquizado** desde la Barra de Herramientas de **Chapa Metálica** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Chapa Metálica**, **Pliegue croquizado**. Seleccione la **Cara** y las **líneas de croquis**.

4- Defina las propiedades del **Pliegue croquizado** desde el **PropertyManager**. Defina los parámetros de **Pliegue (Cara, Posición de pliegue, Ángulo de pliegue y Radio de pliegue)** y las características de la **Fibra Neutra**.

5- Pulse **Aceptar**. El modelo aparece con las dobleces definidas por las líneas de croquis.

Parámetros de Pliegue

Cara Fija. Seleccione la **Cara fija** de su modelo desde la **Zona de Gráficos**.

Posición de pliegue. Puede definir la posición del pliegue según **Material interior**, **exterior**, **Pliegue exterior** o **Pliegue a partir de intersección virtual**.



Radio de pliegue. Puede desactivar la opción **Radio predeterminado** y definir un nuevo **Radio de pliegue** para la operación.

Fibra neutra de pliegue

Puede definir el tipo de **fibra neutra** a aplicar en el modelo así como el factor que lo define. Admite la realización de una **Tabla de Pliegue**, **Factor-K**, **Fibra neutra de pliegue** o **contracción de pliegue**.

La Operación **Pliegue Croquizado** puede modificarse desde el **Gestor de Diseño** del **FeatureManager** pulsando sobre la operación con el botón secundario del ratón.

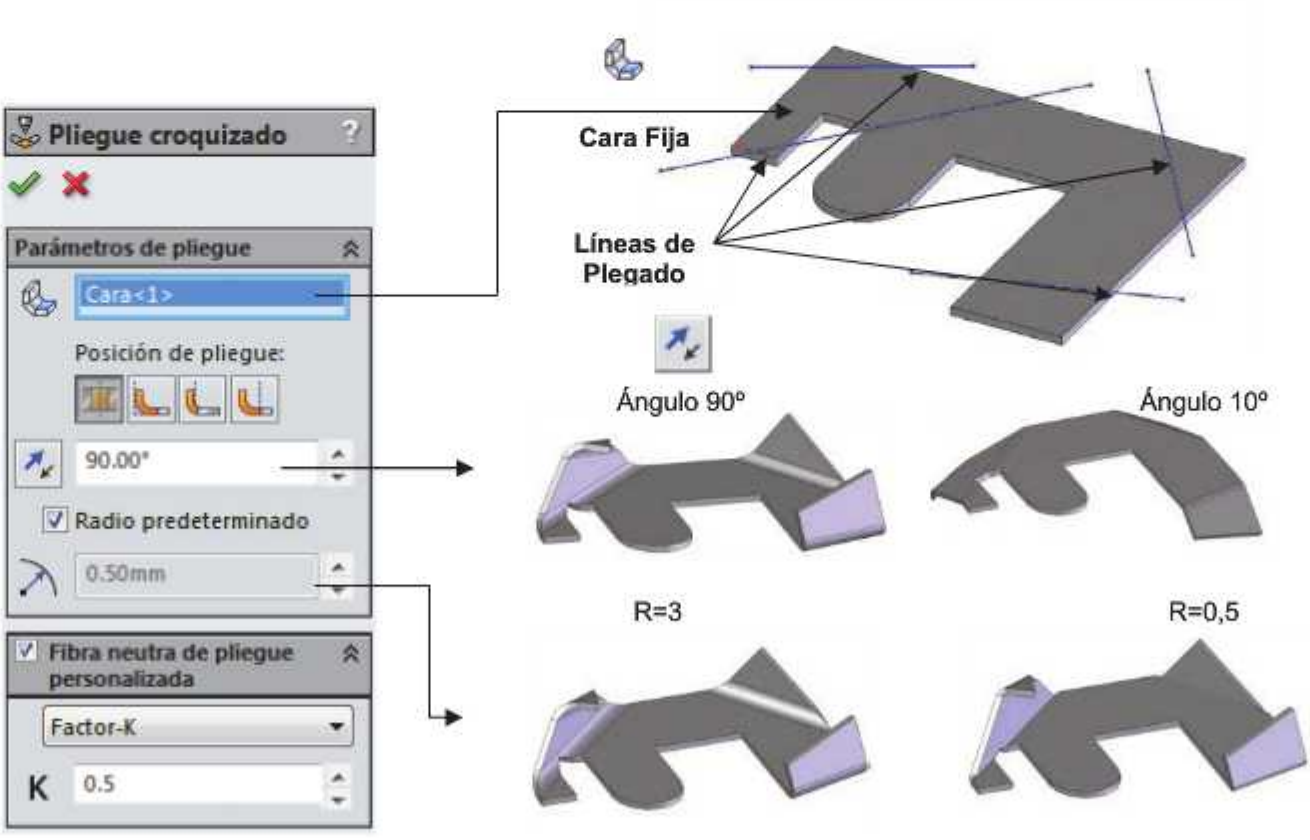
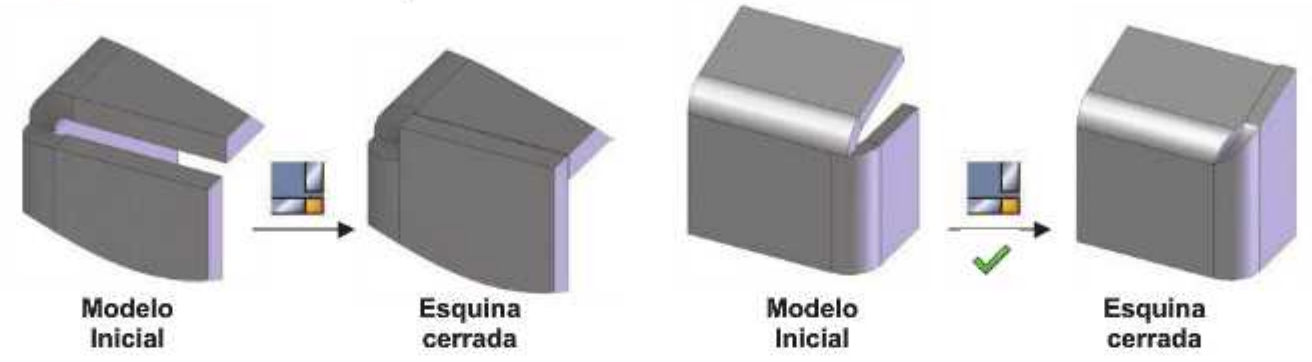


Figura 11.27. **PropertyManager** de **Pliegue Croquizado**.

11.3.9 Esquina cerrada

La Operación **Esquina cerrada** añade material entre operaciones de **Chapa Metálica** con el fin de cerrar esquinas.



La operación **Esquina cerrada** permite cerrar esquinas no perpendiculares, más de una esquina de forma simultánea, regular la distancia de separación entre las dos secciones y seleccionar el tipo de cierre (**a tope**, **superponer** o **subyacente**).



Para **crear una Esquina cerrada** las etapas que debe seguir son:

1- Asegúrese que su modelo sea realmente una **Chapa Metálica** y que tenga una esquina para cerrar.

2- Pulse **Esquina cerrada** desde la Barra de Herramientas de **Chapa Metálica** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Chapa Metálica**, **Esquina cerrada**.

3- Seleccione las **Caras** planas que desee **Extender** (**Caras a extender**).

4- Seleccione el **Tipo de esquina** a crear: **A tope**, **Superponer** o **Subyacente**.

5- Indique la **Distancia de separación** y el **Cociente de superponer/Subyacente**.

6- Active o desactive la opción **Abrir región de pliegue**.

7- Pulse **Aceptar**.

Aristas a Extender

Seleccione desde la **Zona de Gráficos** las caras que deben cerrarse y extenderse para cerrar la esquina. Pueden cerrarse esquinas múltiples y caras no perpendiculares.

Tipo de Esquina. Seleccione **A tope**, **Superponer** o **Subyacentes**.

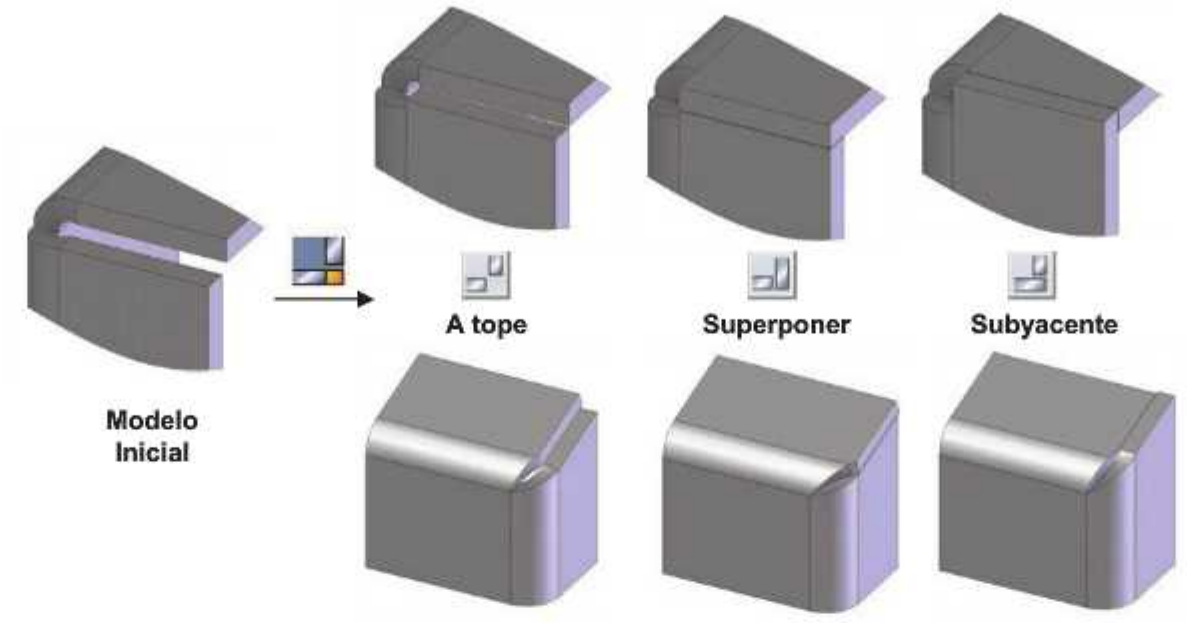


Figura 11.28. **Tipo de esquina**.

Distancia de separación. Representa la separación de los lados extendidos en la formación de la esquina cerrada. Indique un valor comprendido entre 0,001 y 10.

Cociente de superponer/Subyacente. Válido para el tipo de esquina **Superponer** y **Subyacente**. Representa la relación de extensión de uno de los lados para cerrar la esquina. Indique un valor comprendido entre 0 y 1.

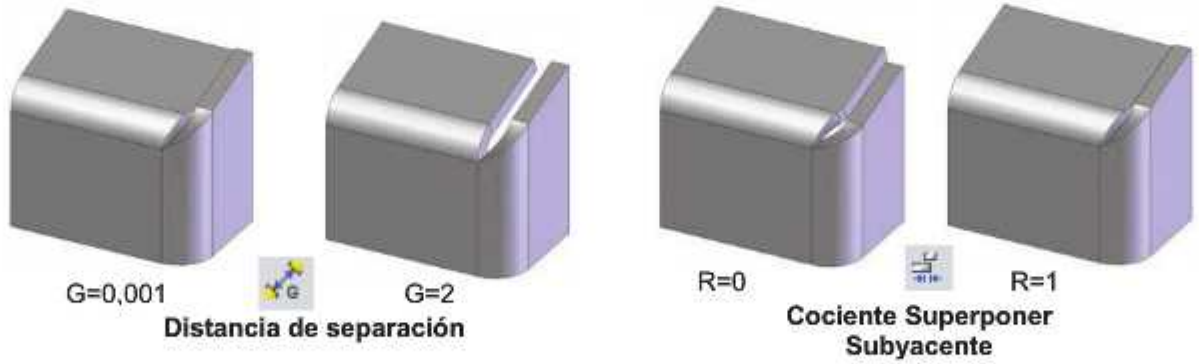


Figura 11.29. **Distancia de separación (G) y Cociente de Superponer/Subyacente (R)**.

Abrir región de pliegue. Su selección abre la zona de pliegue para permitir el desdoblado de la esquina cerrada.



Figura 11.30. **Abrir región de pliegue**.

11.3.10 Doble pliegue

La Operación **Doble Pliegue** permite crear un doble pliegue en un modelo aplanado a partir del croquis de una línea horizontal, vertical o inclinada.

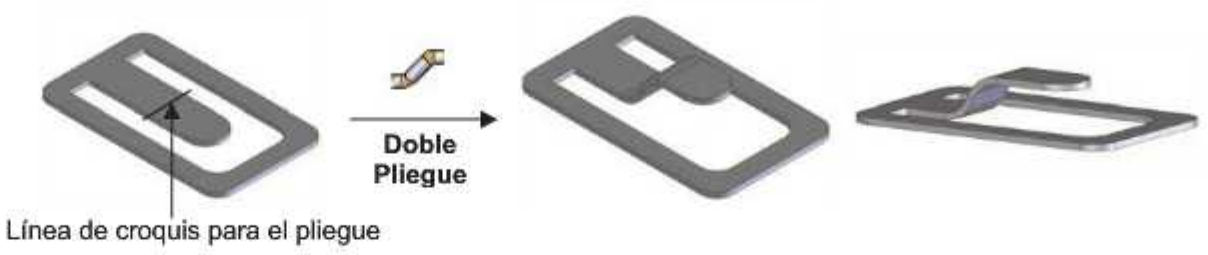


Figura 11.31. **Doble Pliegue**.

Para crear un **Doble Pliegue** las etapas que debe seguir son:



1- Cree un modelo de **Chapa Metálica** mediante **Brida Base** o cualquier otro procedimiento anteriormente descrito.

2- Croquice una **Línea de croquis** en la cara del modelo donde desee crear el **Doble Pliegue**. La línea de croquis debe ser una única línea que no tiene por qué coincidir con el ancho de la cara a doblar. Puede emplear líneas de croquis inclinadas, horizontales y verticales. Pulse **Reconstruir** y **seleccione** la línea croquizada desde el **Gestor de Diseño**.

3- Con la línea seleccionada pulse la operación **Doble Pliegue** desde la Barra de Herramientas de **Chapa Metálica** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Chapa Metálica**, **Doble Pliegue**.

4- Seleccione la **Cara fija** de su modelo desde la **Zona de Gráficos**. Visualice la operación de **Doble Pliegue** con las características de definición predefinidas por SolidWorks®. Modifique los parámetros de definición desde el **PropertyManager** según sus necesidades (**Radio de pliegue**, **Equidistancia**, **Posición** y **ángulo del doble Pliegue** además del **Tipo de Fibra Neutra**).

5- Pulse **Aceptar**.





Vea el DVD
Capítulo 11

El **Propertymanager** de **Doble Pliegue** permite definir las **selecciones**, la **Equidistancia** y **Posición** además del **Ángulo** y del **Tipo de Fibra** del **Doble Pliegue**.



Selecciones

- **Cara fija.** Seleccione la **Cara** del modelo que desee fijar para que quede totalmente plana.
- **Radio de pliegue.** Puede desactivar la opción de **Radio Predeterminada** e indicar un nuevo **Radio** de pliegue de forma numérica.

Equidistancia de Pliegue

- **Condición final**. Indique la condición final de la operación (**hasta profundidad especificada**, **hasta vértice**, **hasta superficie** o **equidistante a superficie**). Indique la distancia, el vértice o el elemento adecuado en función de la condición seleccionada.
- **Posición de cota.** Permite seleccionar la posición de cota del **Doble Pliegue** (**Equidistancia hacia fuera**, **Equidistancia hacia dentro** o **Cota Total**).
- **Fijar longitud proyectada.** Su selección permite que la cara del doble pliegue quede con la misma longitud que en el estado aplanado.

Posición del Doble Pliegue

Permite definir la posición del **Doble pliegue** partiendo del modelo aplanado.

- **Línea constructiva de pliegue**
- **Material Interior**
- **Material Exterior**
- **Pliegue Exterior**

Ángulo del Doble Pliegue. Permite definir el ángulo del **Doble pliegue** respecto de la **Cara Fija**.

Fibra Neutra de Pliegue. Incluye Factor-K, Fibra Neutra de Pliegue y Deducción de Pliegue.



Figura 11.32. **Selecciones** del **Propertymanager** de **Doble Pliegue**.



Figura 11.33. **Posición de cota**.



Figura 11.34. **Fijar longitud proyectada**.

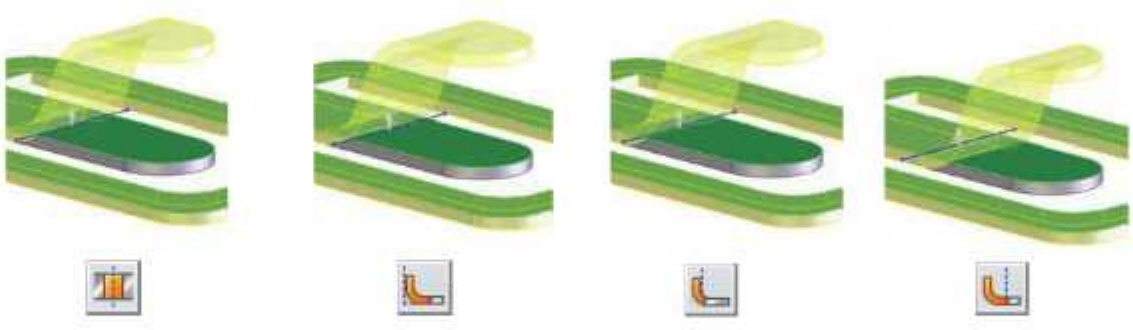


Figura 11.35. **Posición de doble Pliegue**.



Figura 11.36. **Ángulo de doble pliegue**.

11.3.11 Romper Esquinas/Recortar Esquinas

La Operación **Romper/Recortar Esquinas** permite cortar o añadir material desde una **Cara** o **Arista** para crear chaflanes o redondeos en un modelo de **Chapa Metálica**.

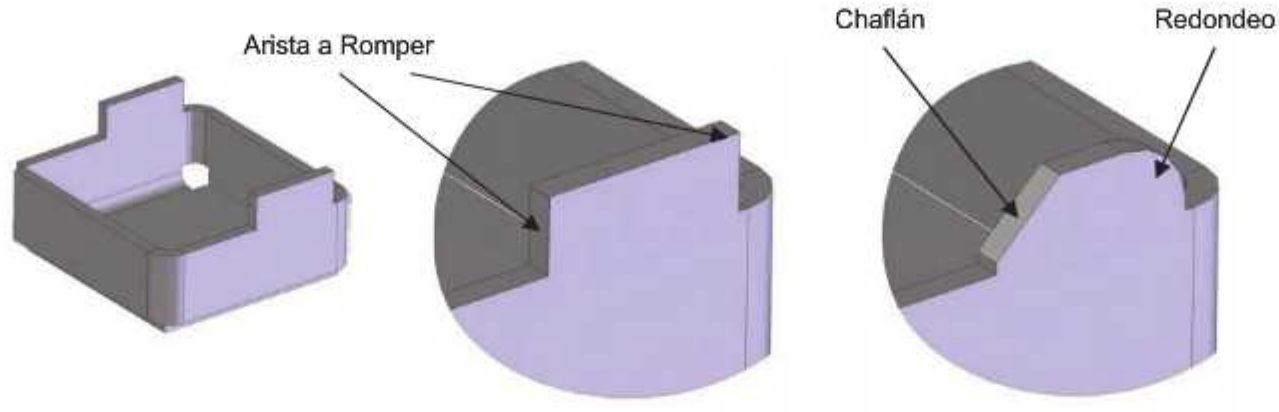


Figura 11.37. **Romper Esquinas/Recortar Esquinas**.

Para **Romper/Recortar Esquinas** las etapas que debe seguir son:

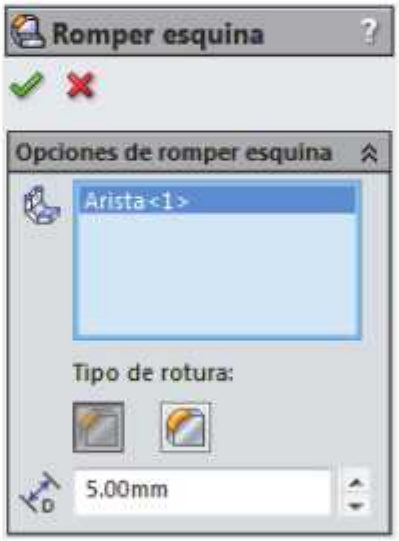
1- Cree un modelo de **Chapa Metálica** mediante **Brida Base** o cualquier otro procedimiento anteriormente descrito.

2- Seleccione **Romper Esquinas/Recortar Esquinas** desde la Barra de Herramientas de **Chapa Metálica** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Chapa Metálica**, **Romper Esquinas**.

3- Seleccione la/s **Arista/s** y/o **Cara/s** desde la **Zona de Gráficos**.

4- Seleccione el **Tipo de rotura**: **Chaflán** o **Redondeo**. Indique el **Radio** de redondeo o la **Distancia** del Chaflán, en función de su selección.

5- Pulse **Aceptar**.



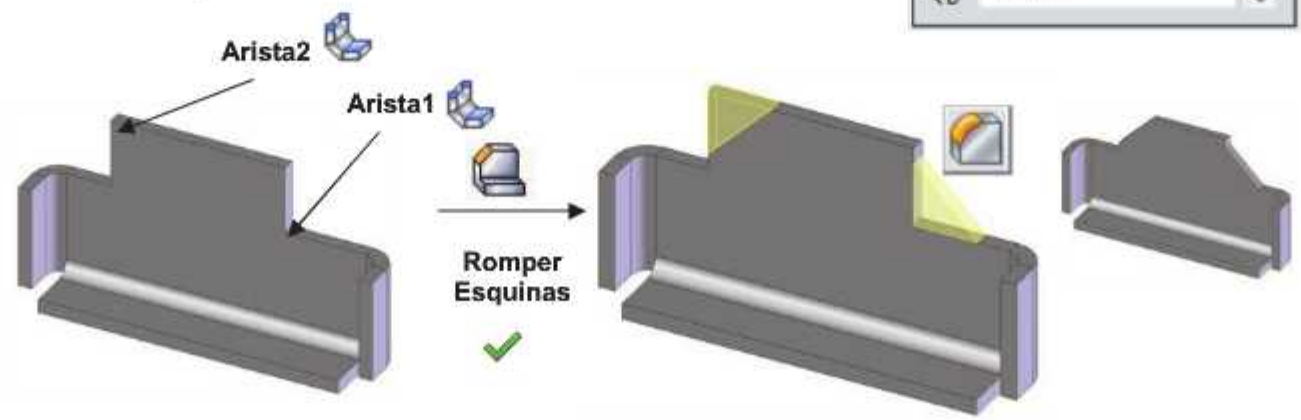


Figura 11.38. **Romper Esquinas/Recortar Esquinas**.

11.3.12 Desdoblar/Doblar



Las operaciones **Desdoblar** y **Doblar** permiten desplegar y plegar, respectivamente, uno, más de uno o todos los pliegues insertados en un modelo de **Chapa Metálica**. Son operaciones muy útiles para conocer el aspecto de un pliegue cuando el modelo es aplanado o para crear cortes en el modelo aplanado y obtener el modelo doblado con el corte efectuado.

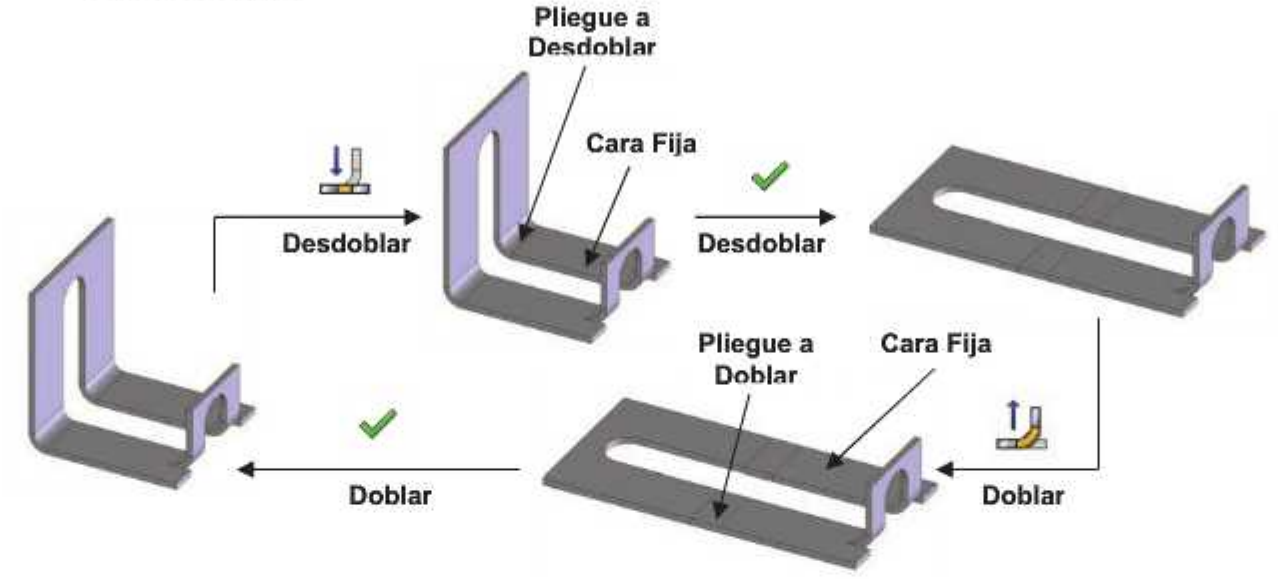


Figura 11.39. **Desdoblar** y **doblar pliegues**.



Para **Desdoblar** un modelo de **Chapa Metálica** las etapas que debe seguir son:

1- Pulse **Desdoblar** desde la Barra de Herramientas de **Chapa Metálica** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Chapa Metálica**, **Desdoblar.**

2- Seleccione desde la **Zona de Gráficos** la **Cara fija** y el **pliegue** o **pliegues** que desee desplegar. La opción **Incluir todos los pliegues** permite desplegar todas las caras de su modelo.

3- Pulse **Aceptar** para visualizar el modelo desplegado.

Para **Doblar** un modelo de **Chapa Metálica** las etapas que debe seguir son:

1- Pulse **Doblar** desde la Barra de Herramientas de **Chapa Metálica** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Chapa Metálica**, **Doblar.**

2- Seleccione desde la **Zona de Gráficos** la **Cara fija** y el **pliegue** o **pliegues** que desee doblar. La opción **Incluir todos los pliegues** permite doblar todas las caras de su modelo.

3- Pulse **Aceptar** para visualizar el modelo doblado.

11.3.13 Insertar cortes en el modelo desdoblado

En los modelos de **Chapa Metálica desdoblados** puede efectuar operaciones de **Extrusión/corte** y conservarlas cuando los devuelva a su estado tridimensional inicial por **doblado**.

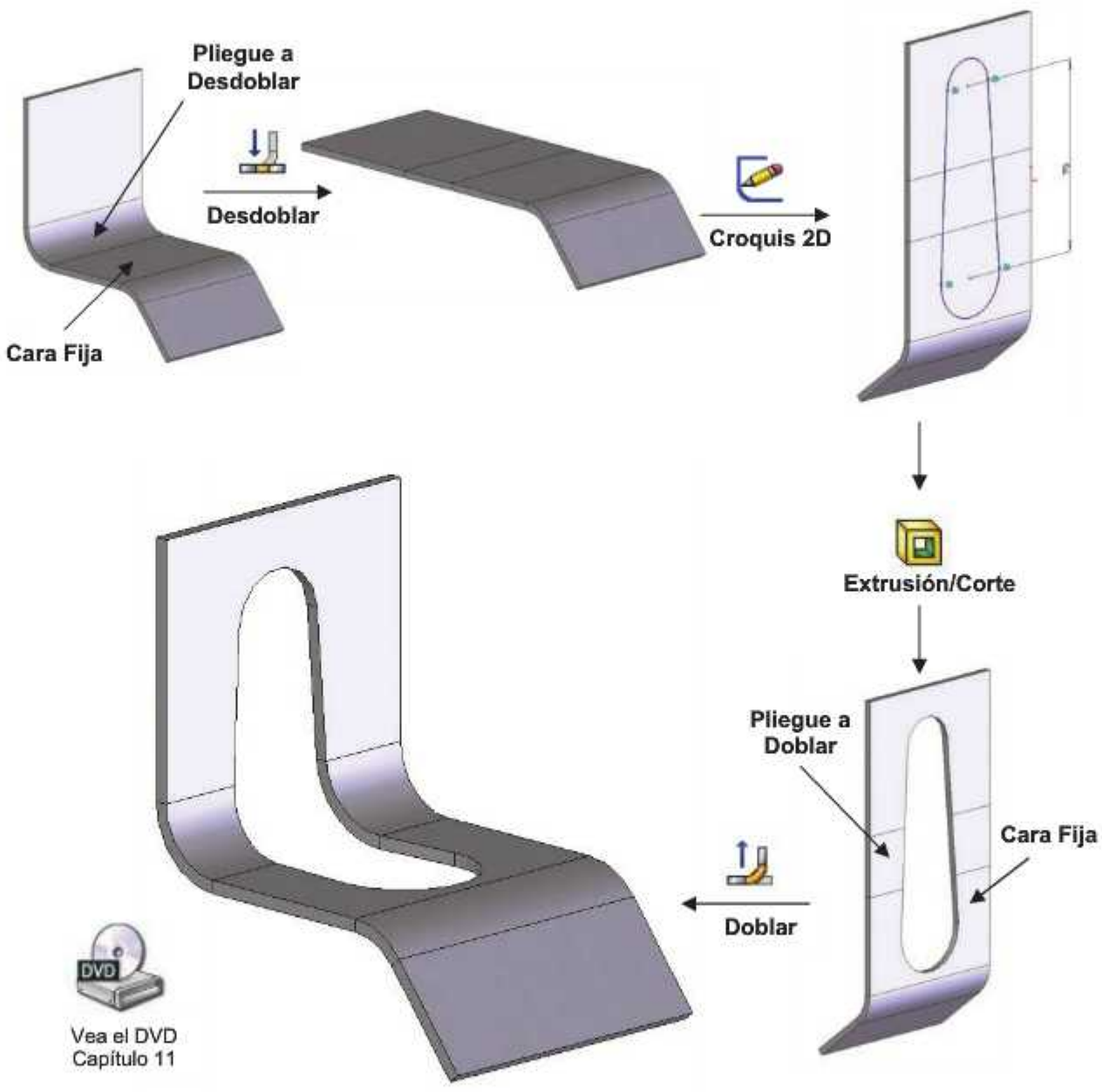


Figura 11.40. **Insertar cortes en el modelo desdoblado**.

Es recomendable que solo **doble** y **desdoble** aquellos pliegues que sean necesarios en cada momento y evite **Incluir todos los pliegues** para mejorar el rendimiento de su equipo.

11.3.14 Desplegar

La Operación **Desplegar** permite mostrar el modelo de **Chapa Metálica** aplanado en la **Zona de Gráficos**. El aplanado de su modelo permite conocer las dimensiones del ancho de fleje necesario para definir la matriz de corte.

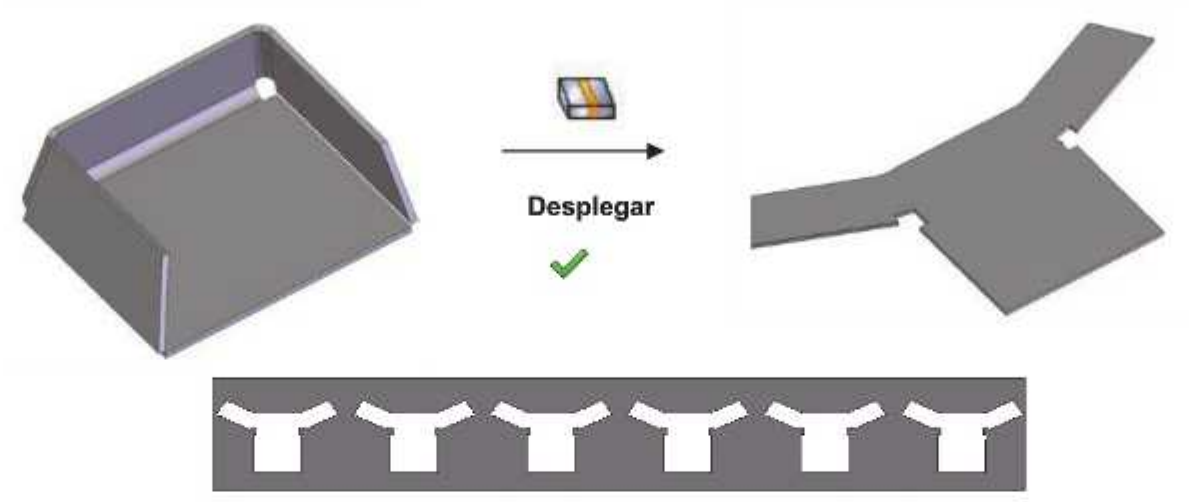


Figura 11.41. **Desplegar** modelo.

Para **Desplegar** el modelo de **Chapa Metálica** puede pulsar el icono desde la Barra de Herramientas de **Chapa Metálica** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Chapa Metálica**, **Deplegar.**

También puede aplanar su modelo de **Chapa Metálica** por la activación de la Operación **Chapa Desplegada** presente en el **Gestor de Diseño** del **FeatureManager**. Inicialmente la operación se encuentra desactivada (gris). Pulse sobre la operación con el botón secundario del ratón y seleccione la opción **Desactivar supresión**. El modelo aparece aplanado en la **Zona de Gráficos** pudiendo visualizar las líneas de pliegue.



Figura 11.42. **Desplegar** modelo desde el **Gestor de diseño**.

11.3.15 Inserción de pliegues

El diseño de modelos de **Chapa Metálica** con la **Operación lámina** y **Agregar paredes** solo permite obtener diseños con Aristas vivas que no puede ser desarrollado para ver el modelo en estado aplanado. Para **Insertar pliegues** en el modelo y crear empalmes con desahogo automático debe emplear la operación de **Inserción de pliegues**.

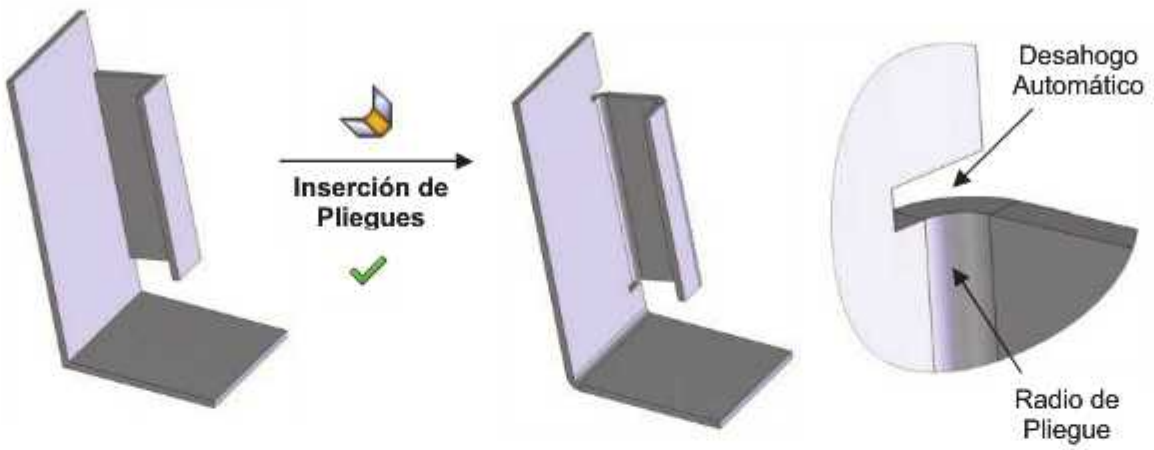


Figura 11.43. **Inserción de pliegues**.

Para **Insertar un Pliegue** a una operación **Base Lámina** las etapas que debe seguir son:

1- Pulse la operación **Insertar pliegues** desde la Barra de Herramientas de **Chapa Metálica** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Chapa Metálica**, **Pliegues**.

2- Seleccione la **Cara fija** de su modelo. La cara seleccionada queda fija cuando emplee la operación **Aplanar pliegues** y ver el modelo desarrollado.

3- Defina las propiedades de los pliegues de su modelo configurando el **PropertyManager** de **Pliegues**. Pulse **Aceptar**.

Para configurar el pliegue indique sus características en el **PropertyManager**:

Parámetros de pliegue



Cara. Es la cara que queda fija cuando aplique la operación **Desplegar** (aplanar geometría de **Chapa Metálica**) para obtener el desarrollo de la misma. No puede desplegar un modelo sin antes insertar pliegues.

Radio de pliegue. Define el Radio de pliegue de la operación.

Fibra neutra de pliegue

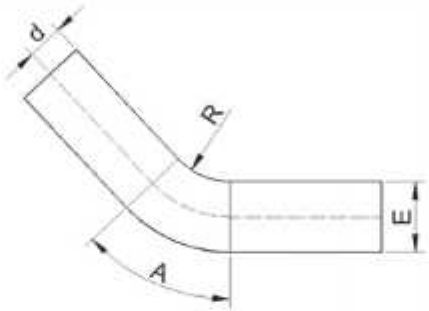
Puede definir el tipo de fibra neutra a aplicar en el modelo así como el factor que lo define. Admite la realización de una **Tabla de Pliegue**, **Factor-K**, **Fibra neutra de pliegue** o **contracción de pliegue**.



Tabla de Pliegues. Permite copiar y editar un archivo de texto para crear su propia **Tabla de pliegue** mediante el uso de una **Tabla de Pliegues de ejemplo** (<directorio_de_instalación> \ lang \ spanish \ Sheetmetal Bend Tables \ sample.btl.). La tabla creada es compatible con todos los tipos de pliegues y todas las unidades de medida.

Factor-K. Valor que define la posición de la fibra neutra en función del Espesor de la pieza. Puede expresar la **Holgura** (HP) mediante la siguiente expresión:

$$HP = \frac{\pi(R + K \times E) \times A}{180}$$



HP. Holgura de pliegue.

R. Radio de pliegue interior.

K. Factor K que es igual a d/E.

d. Distancia desde la cara interior de la Chapa a la fibra neutra.

A. Ángulo de pliegue en grados.

Fibra neutra de pliegue. Longitud del arco de pliegue medido a lo largo del eje neutro del material. Permite especificar la fibra neutra de pliegue escribiendo su valor al crear el pliegue.

Contracción de pliegue. Diferencia entre la fibra neutra del pliegue y el doble de deformación interior. Puede indicar una contracción para especificar una deducción del pliegue.

Desahogo automático

Los **cortes de desahogo** se generan en las regiones que han sufrido un pliegue cuando es estrictamente necesario. Puede definir el tipo de desahogo (**Rectangular**, **Rasgado** o **Semicilíndrico**) así como definir las dimensiones del mismo.

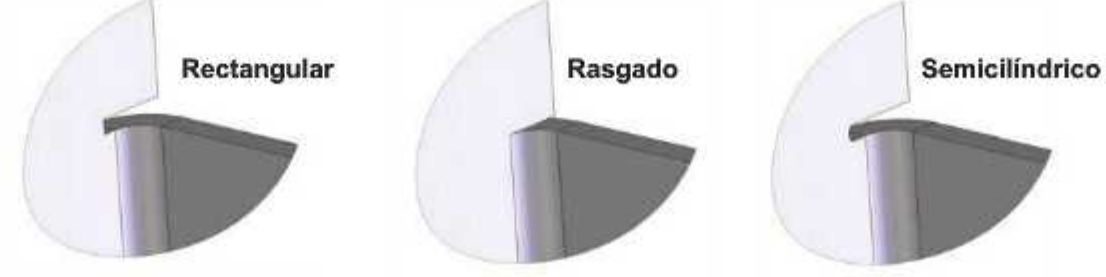


Figura 11.44. **Desahogo automático**.

11.3.16 Inserción de desahogo automático

Puede crear o modificar los **Desahogos** en su modelo de Chapa después de haber insertado los **Pliegues**. En el **Gestor de Diseño** seleccione **Chapa Metálica** y pulse **Editar definición** para modificar el tipo de **Desahogo** o las dimensiones del mismo.

Para **Insertar un Desahogo o modificar uno existente** las etapas que debe seguir son:

1- Verifique que en su modelo de Chapa se han insertado **Pliegues**.

2- Pulse con el botón secundario del ratón sobre la operación **Chapa Metálica** del árbol de operaciones y seleccione la opción **Editar definición**.

3- En la sección **Desahogo Automático** del **FeatureManager** de **Chapa Metálica** defina el tipo de **Desahogo** (**Rectangular**, **Rasgado** y **Semicilíndrico**).

   La **Distancia d** representa la anchura del corte del desahogo. Puede determinarse como el producto de la **relación de desahogo** y el **Espesor de la pieza**. La **Relación de desahogo** va desde 0.05 a 2.0. Los valores más grandes ofrecen mayores cortes en el desahogo.

4- Pulse **Aceptar**.

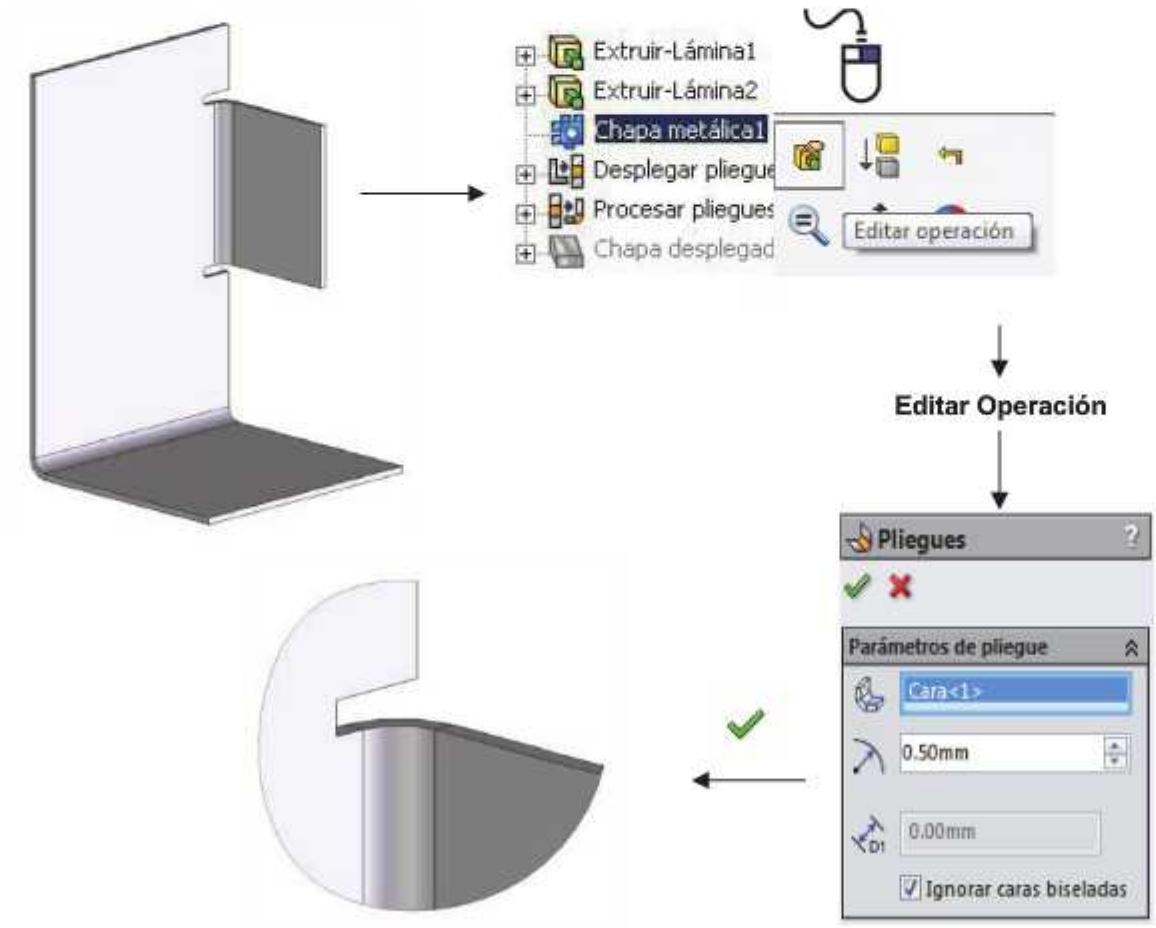


Figura 11.45. **Desahogo automático**.

11.3.17 FeatureManager en la gestión de operaciones de Chapa Metálica

Después de realizar una Operación de **Inserción de Pliegues** en el **Árbol de Operaciones** del **Gestor de diseño** aparecen cuatro nuevas operaciones específicas de **Chapa Metálica** que representan el plan de proceso. Las operaciones son: **Chapa Metálica**, **Desplegar Pliegues**, **Procesar Pliegues** y **Chapa desplegada**.



Chapa Metálica Chapa metálica

Representa la definición del modelo de **Chapa Metálica** y recoge todos los parámetros de construcción y definición (**Espesor**, **Radio de pliegue**, **Fibra neutra de pliegue**, **Holgura** y **Relación de desahogo**). Puede modificar cualquiera de los parámetros descritos pulsando con el botón secundario del ratón sobre **Chapa Metálica** y seleccionando la opción **Editar definición**.

Desplegar Pliegues Desplegar pliegues

Representa la pieza en posición aplanada o desplegada y contiene la información relativa a la conversión de esquinas vivas y redondeadas en pliegues.

Cada uno de los pliegues generados aparece como una operación independiente en **Desplegar Pliegues**. Los **Pliegues de Aristas vivas** se generan partiendo de esquinas vivas mientras que los **Pliegues Redondos** son obtenidos a partir de caras cilíndricas o cónicas.

Cada uno de los croquis que aparecen en **Desplegar Pliegues** contiene las líneas de pliegue del modelo. Los pliegues no pueden ser editados pero sí puede ocultarse o visualizarse.

Procesar Pliegues Procesar pliegues

Representa la transformación de la pieza aplanada en la pieza acabada con forma. Dobla o procesa la pieza aplanada y la devuelve a su estado plegado.

En el **Croquis Desplegado** se tienen las líneas de pliegue. Pulse con el botón secundario del ratón para editarlas, ocultarlas o visualizarlas.



Figura 11.46. **Gestor de Diseño**.

11.3.18 Desplegar Chapas Metálicas



Permite obtener el modelo de **Chapa Metálica** aplanando o desarrollado, con su longitud real y teniendo en cuenta los **Radios de pliegues** efectuados.

Para obtener la pieza aplanada tan solo debe pulsar sobre el icono **Desplegar** desde la Barra de Herramientas de **Chapa Metálica** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Chapa Metálica**, **Desplegar.** Para volver a la situación inicial vuelva a pulsar el mismo icono.

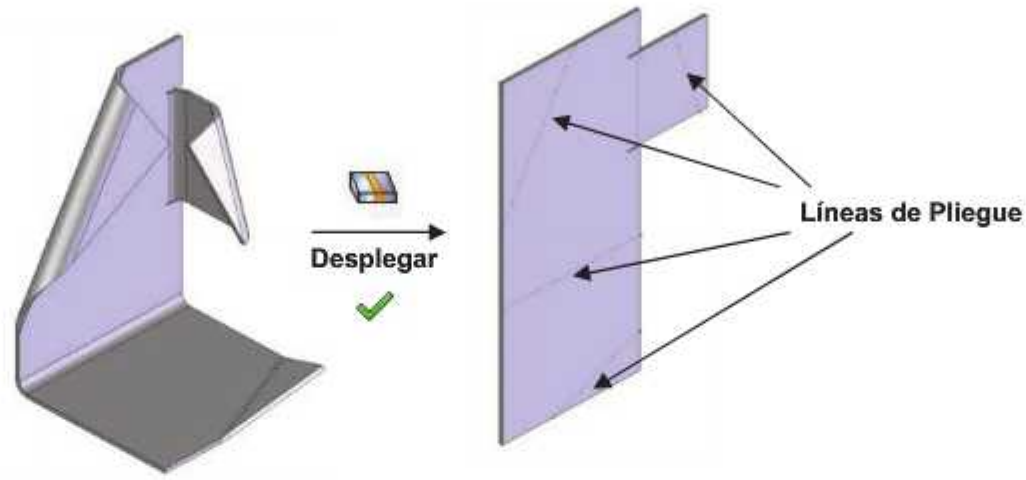


Figura 11.47. **Desplegar Chapa Metálica**.

Agregar operaciones de corte

En el caso que tenga que agregar una **Operación de Corte** el modelo de **Chapa Metálica** diseñado debe situarse en la cara adecuada, croquizar la geometría y extrusionar con corte. Sin embargo, cuando la operación de corte afecta a zonas del modelo que contengan pliegues es necesario **desdoblar** la pieza, croquizar y posteriormente cortar mediante una extrusión corte.

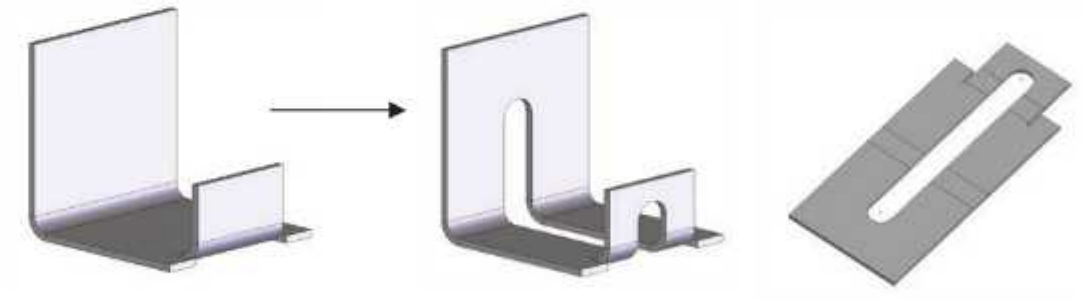


Figura 11.48. Agregar operaciones de corte afectadas por pliegues.

Para agregar una **Operación de Corte** a una zona de la pieza afectada por un pliegue las etapas que debe seguir son:

1- Pulse sobre la operación **Desdoblar** desde la Barra de Herramientas de **Chapa Metálica** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Chapa Metálica**, **Desdoblar**.

2- Seleccione la **Cara** que debe quedar **Fija** después de desdoblar el modelo.

3- Seleccione los **Pliegues** que debe desdoblar o pulse sobre **Incluir todos los pliegues**. Pulse **Aceptar**.

4- Seleccione la **Cara** del modelo dónde desee realizar el croquis de la geometría a extraer. Croquice la forma y extrusione con corte.

5- Pulse la Operación **Doblar** desde la Barra de Herramientas **Chapa Metálica** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Chapa Metálica**, **Doblar**. Seleccione la **Cara fija** y los **Pliegues a doblar**. Pulse **Incluir todos los pliegues** cuando desee incluirlos todos en el doblado. Pulse **Aceptar**.

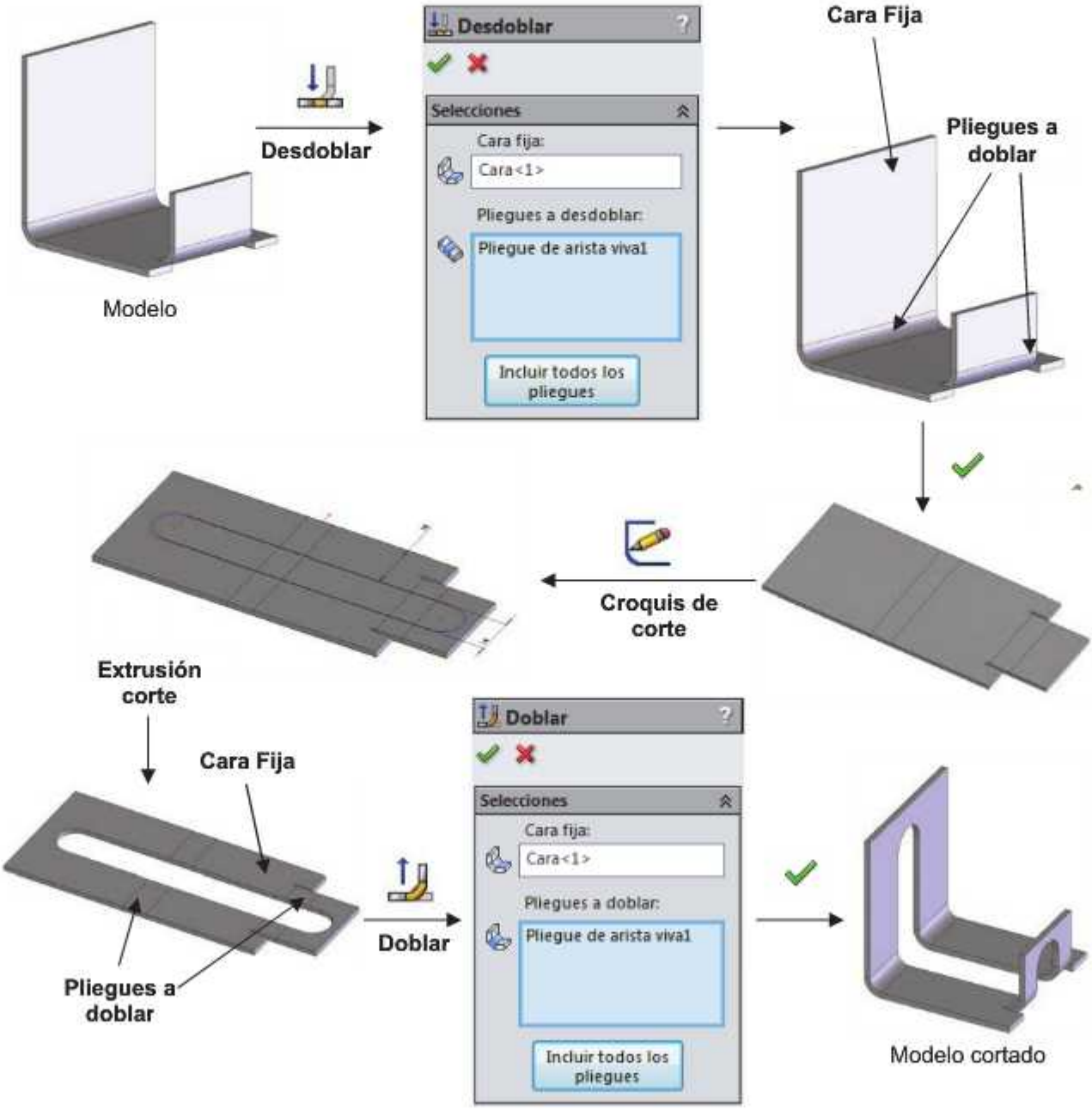


Figura 11.49. Agregar operaciones de corte afectadas por pliegues.

11.3.19 Agregar pliegues a un modelo aplanado

Puede crear **Pliegues** y **Labios** en un **modelo aplanado** con solo croquizar una línea en el lugar dónde desee incluir el doblado. Para su realización es necesario **Procesar Pliegues** y croquizar la línea de doblado en su modelo.

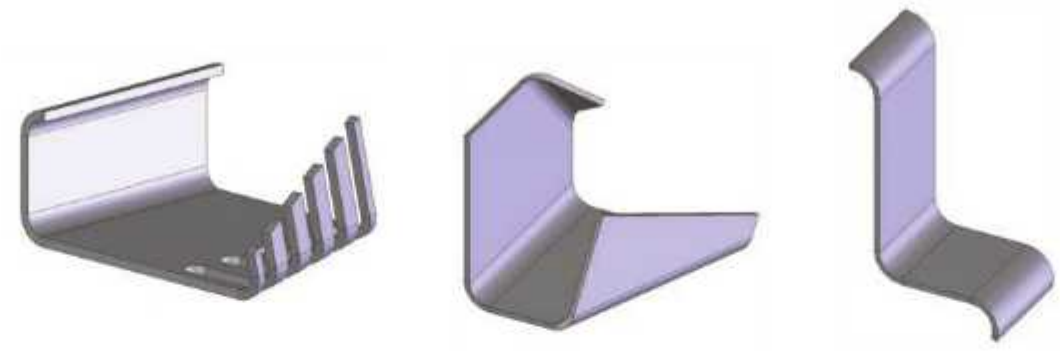


Figura 11.50. **Agregar pliegues** a un modelo aplanado.

Para **Agregar Pliegues a un modelo aplanado** a las etapas que debe seguir son:

1- Asegúrese de que en su modelo se han **Insertado Pliegues**.

2- Haga un *doble clic* con el botón izquierdo del ratón sobre **Procesar Pliegues** en el **Gestor de Diseño.** Aparece una etiqueta de **Croquis Desplegado**. Pulse sobre ella con el botón secundario del ratón y seleccione **Editar Croquis**. En la **Zona de Gráficos** puede observar el modelo aplanado.

3- Seleccione la **Cara** del modelo y pulse **Normal a**. Croquice las **líneas de doblado** necesarias para su modelo. Pulse **Reconstruir**.

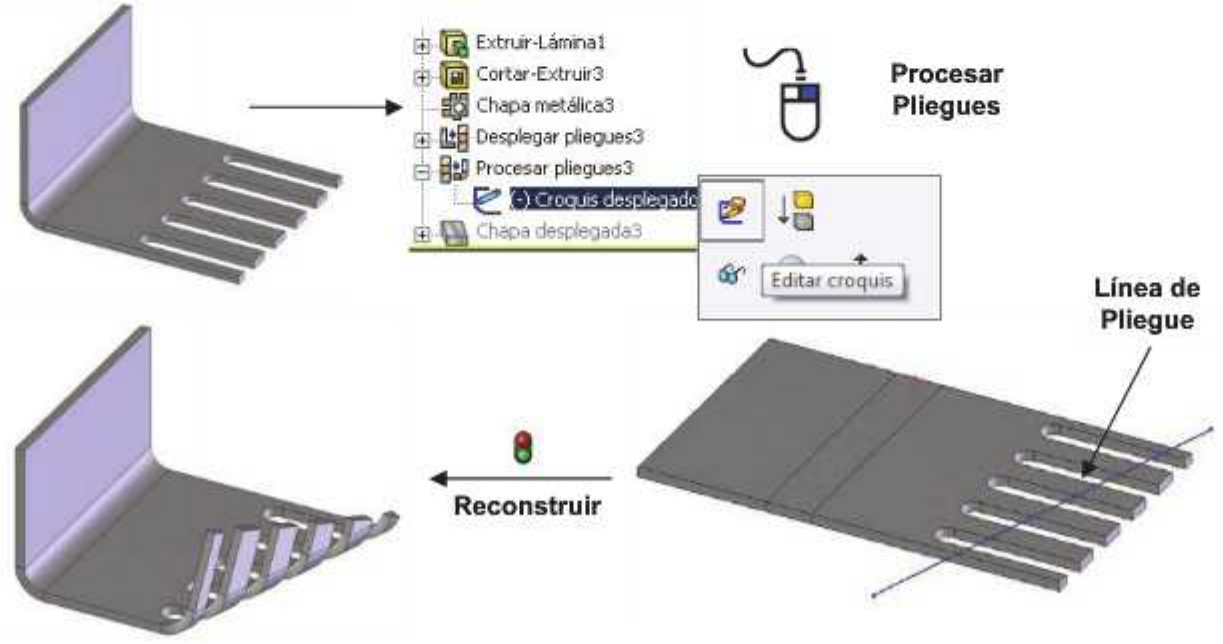


Figura 11.51. **Agregar pliegues** a un modelo aplanado.

Para **Agregar Labios a un modelo aplanado** a las etapas que debe seguir son:

1- Asegúrese de que en su modelo se han **insertado pliegues**.

2- Haga un *doble clic* con el botón izquierdo del ratón sobre **Procesar Pliegues** en el **Gestor de Diseño.** Aparece una etiqueta de **Croquis Desplegado**. Pulse sobre ella con el botón secundario del ratón y seleccione **Editar Croquis**. En la **Zona de Gráficos** puede observar el modelo aplanado.

3- Cree una línea de croquis en su modelo. La línea de croquis es la que define el lugar por donde se dobla la **Chapa Metálica** generando el labio.

4- Pulse sobre **Reconstruir** para actualizar los cambios efectuados. La pieza de Chapa adopta la forma según el doblado creado por la línea de croquis. **SolidWorks®** establece un **Radio** y un **Ángulo de doblado** predeterminado que puede editar para que se ajuste a sus necesidades.



5- Pulse **Editar Operación** pulsando con el botón secundario del ratón sobre **Pliegue Desplegado** perteneciente a **Procesar Pliegues** del **Gestor de Diseño**. Modifique el valor del **Radio, la Dirección** y/o el **Ángulo de pliegue**.

6- Pulse **Aceptar** para visualizar el pliegue obtenido.

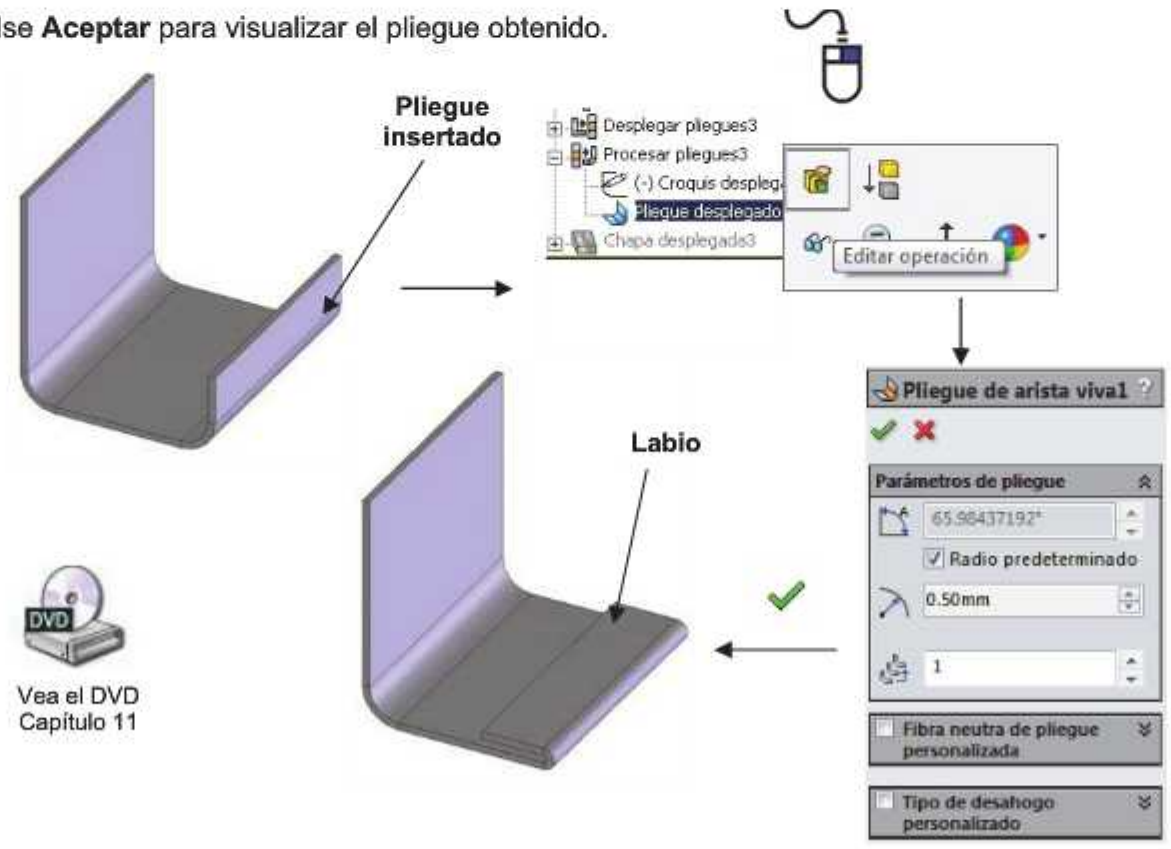


Figura 11.52. **Agregar labio** a un modelo aplanado.

11.3.20 Sin Pliegues



La Operación **Sin Pliegues** desactiva y activa todos los pliegues de su modelo de **Chapa Metálica** haciendo que las operaciones **Desplegar Pliegues**, **Procesar Pliegues** y **Chapa Desplegada** se sitúen por debajo de la línea del **Gestor de diseño**.



Figura 11.53. Operación **Sin Pliegues**.

Para **Desactivar o Activar los Pliegues de un modelo de Chapa Metálica** las etapas que debe seguir son:

1- Pulse la operación **Sin Pliegues** desde la Barra de Herramientas de **Chapa Metálica** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Chapa Metálica**, **Sin Pliegues.**

2- Las operaciones **Desplegar Pliegues**, **Procesar Pliegues** y **Chapa Desplegada** se sitúen por debajo de la línea del **Gestor de diseño** y el modelo aparece sin pliegues.

3- Para volver a visualizar el modelo con los pliegues vuelva a pulsar la operación **Sin Pliegues**.

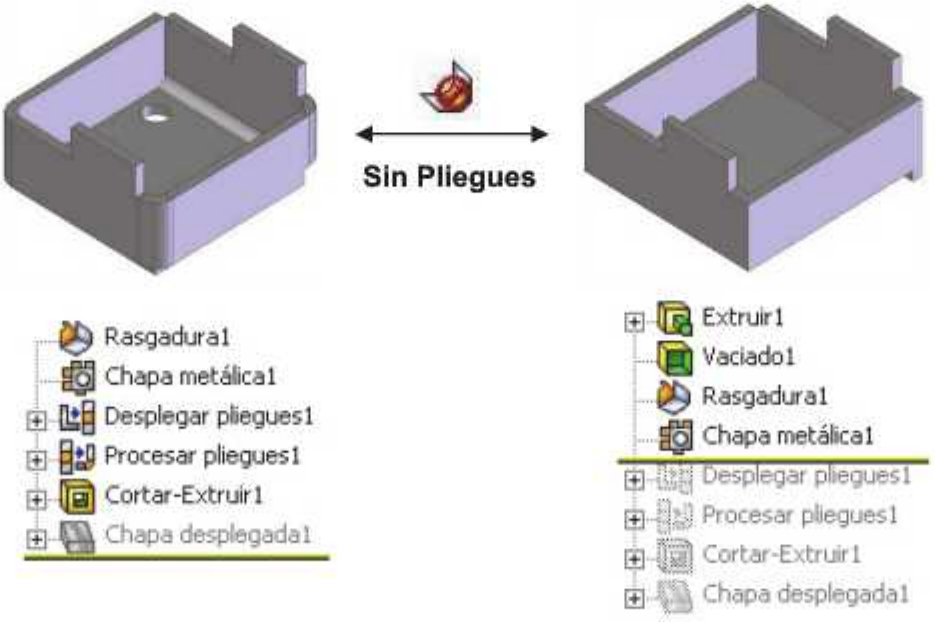


Figura 11.54. Operación **Sin Pliegues** y **Gestor de Diseño**.

11.3.21 Rasgadura

Permite crear una **Rasgadura** o rotura en **Aristas** de un modelo de **Espesor** uniforme con caras planas adyacentes. La operación de **Rasgadura** le ayuda a romper la unión entre caras adyacentes para poder desplegar el modelo.

Cuando desee crear un modelo de **Chapa Metálica** que sea desarrollable y utilice la operación de **Rasgadura** en un modelo de **Espesor uniforme** debe emplear la operación **Insertar Pliegues** después de rasgar las Aristas. La inserción de pliegues posterior permite poder aplanar el modelo.

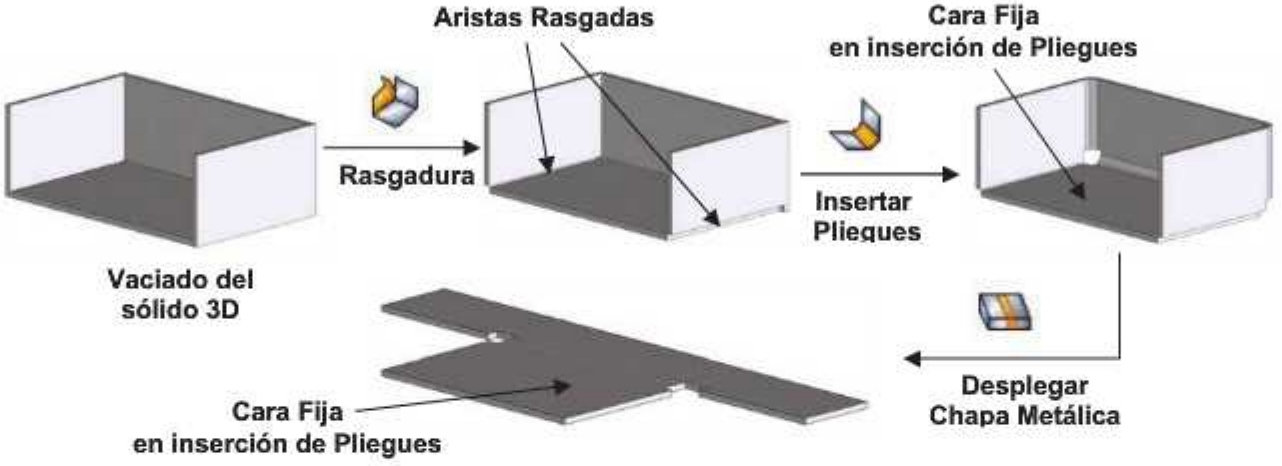


Figura 11.55. Proceso de **rasgadura**, **inserción de pliegues** y **desplegado**.

En la Figura 11.55 el modelo de partida se ha generado partiendo de un modelo sólido 3D al que se le ha practicado un vaciado de **Espesor constante** en dos de sus caras. A continuación se han rasgado dos de sus Aristas y se han insertado pliegues para permitir su desplegado posterior.

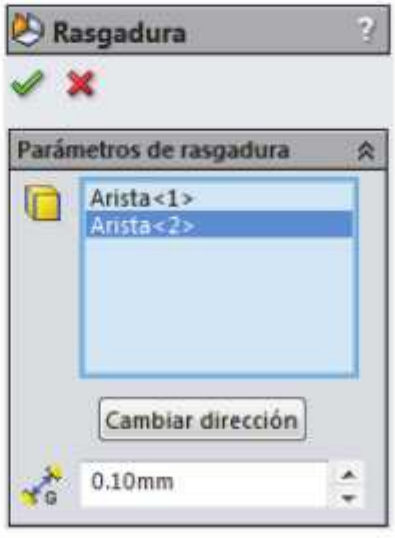
Para **Crear Aristas Rasgadas** en su modelo las etapas que debe seguir son:

1- Pulse la Operación **Rasgadura** desde la Barra de Herramientas **Chapa Metálica** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Chapa Metálica**, **Rasgadura** y seleccione las **Aristas** que desee rasgar en un modelo con **Espesor uniforme** obtenido por vaciado o por cualquier otro procedimiento.

2- Defina la **Dirección** de **Rasgado** en **Cambiar dirección** y defina la **Separación de la rasgadura** (**G**).

3- Pulse **Aceptar** para terminar la operación de **Rasgado**.

Si a continuación desea desplegar el modelo **Rasgado** emplee la operación **Insertar Pliegues**. Seleccione una **Cara fija** y defina las características del **Pliegue** en el **PropertyManager**. Finalmente pulse sobre **Desplegar** para aplanar su modelo de **Chapa Metálica**.



11.3.22 Respiradero

Permite diseñar cualquier tipo de **Respiradero de ventilación** para extraer el flujo de aire de modelos como carcasas de Chapa de ordenadores o piezas de plástico. La creación de respiraderos se realiza partiendo de un croquis 2D que define los **Nervios**, **Largueros** y el **Límite de soporte** dónde debe insertar el **Respiradero**. El **Área de flujo** es calculada automáticamente y la geometría tridimensional se crea en la cara del modelo de **Chapa Metálica**.

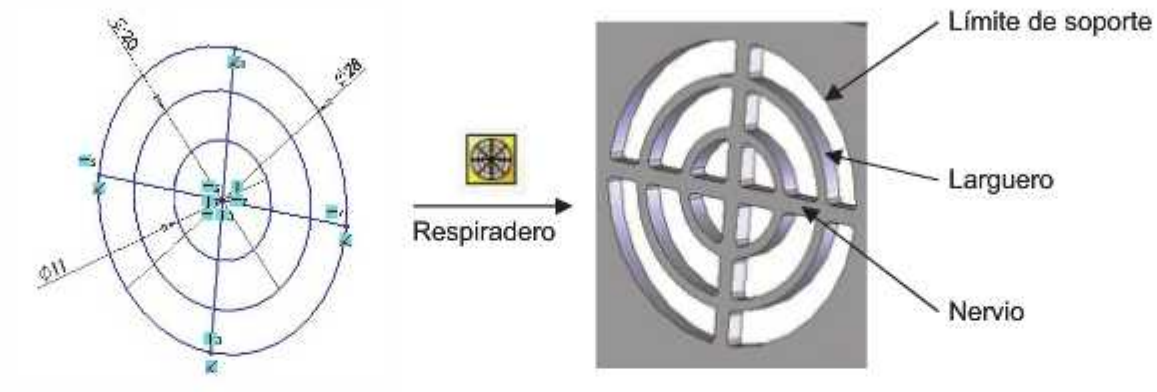


Figura 11.56. **Respiraderos**.

Para **Crear Respiraderos** en su modelo de **Chapa Metálica** a las etapas que debe seguir son:

1- Seleccione una cara en su modelo que **Chapa Metálica** y pulse sobre croquis 2D. Croquice los elementos que configuran el sistema de ventilación de su modelo. Debe dibujar el **Límite de soporte**, los **Nervios** y los **Largueros**.

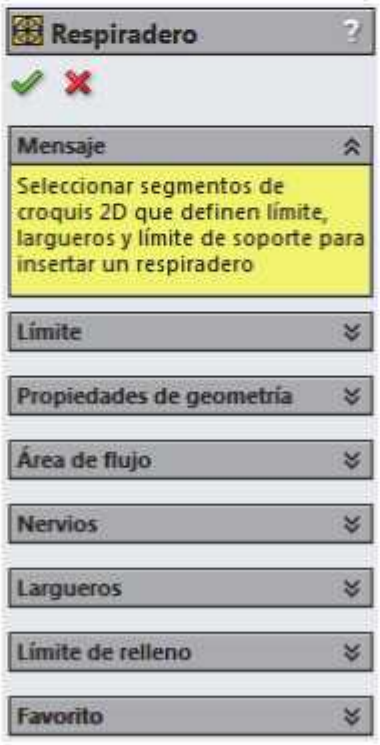
2- Pulse **Respiradero** desde la Barra de Herramientas **Chapa Metálica** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Chapa Metálica**, **Respiradero**.

3- En el **PropertyManager** de **Respiradero** seleccione una **cara plana o no plana** para situar el respiradero croquizado.

4- Seleccione las entidades de croquis que definen el **Límite externo del respiradero**. El croquis que define el **Límite** debe ser un perfil cerrado. A continuación seleccione los **Nervios** y **Largueros** desde la **Zona de Gráficos** y seleccionando las entidades de croquis adecuadas. Vea la Figura 11.56.

5- Defina en el **PropertyManager de Respiradero** el **Espesor** y el **Radio de redondeo** para cada uno de los elementos seleccionados.

6- Pulse **Aceptar**.





Mensaje

Indica que debe seleccionar segmentos de croquis 2D que definen el **Límite**, **Largueros** y **Límite de soporte** para insertar un respiradero en su modelo de **Chapa Metálica**.

Límite

Seleccione las entidades de croquis que conforman el **Límite exterior** del **Respiradero**. El respiradero puede tener cualquier geometría siempre y cuando esta sea cerrada.

Propiedades de geometría

Cara. Seleccione la **Cara del modelo** en la que se insertará el respiradero. La cara del modelo debe contener completamente el croquis que lo define. La cara seleccionada puede ser plana o no plana.

Ángulo de salida. Active o desactive para crear un ángulo de salida en los **Nervios** y **Largueros**.

Radio para los redondeos. Defina el **Radio de los redondeos** para la intersección entre los **Nervios**, **Largueros** y el **Límite exterior** del respiradero.

Vista preliminar. Seleccione **Vista Preliminar** para previsualizar el aspecto del respiradero a medida que sea definido.

Área de flujo

Informa sobre el área total definida por el **Límite del respiradero** y el **Área efectiva** o abierta para el flujo de aire.

Nervios

Seleccione, desde la **Zona de Gráficos**, las entidades de croquis que actúan como **Nervios** en el diseño del respiradero.

Establezca el valor de la **Profundidad del nervio (D1)**, el **Ancho (D2)** o la **Equidistancia del nervio respecto de la cara del modelo**.

Largueros

Seleccione, desde la **Zona de Gráficos**, las entidades de croquis que actúan como **Largueros** en el diseño del respiradero.

Establezca el valor de la **Profundidad del larguero (D1)**, el **Ancho (D2)** o la **Equidistancia del larguero respecto de la cara del modelo**.

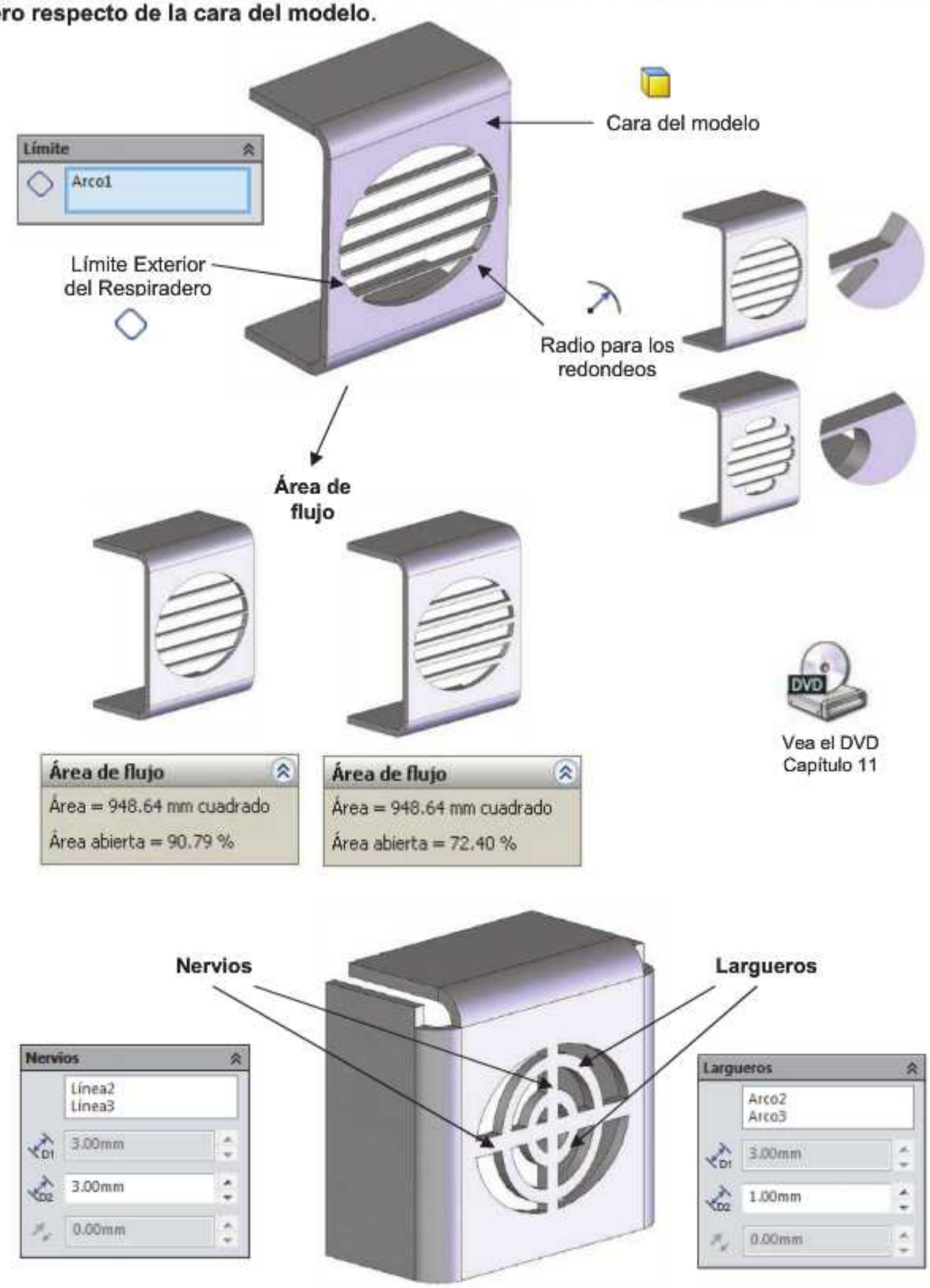


Figura 11.57. **PropertyManager** de **Respiradero**.

11.3.23 Pliegue recubierto

La operación de **Pliegue Recubierto** permite obtener modelos en **Chapa Metálica** por recubrimiento de dos **secciones abiertas** contenidas en planos diferentes, paralelos y equidistantes. Emplea **Factor-K** o **Fibra Neutra** en los pliegues realizados y no permite realizar simetría de los pliegues efectuados.



Figura 11.58. **Pliegue Recubierto**.

Para **Crear un Pliegue recubierto** las etapas que debe seguir son:

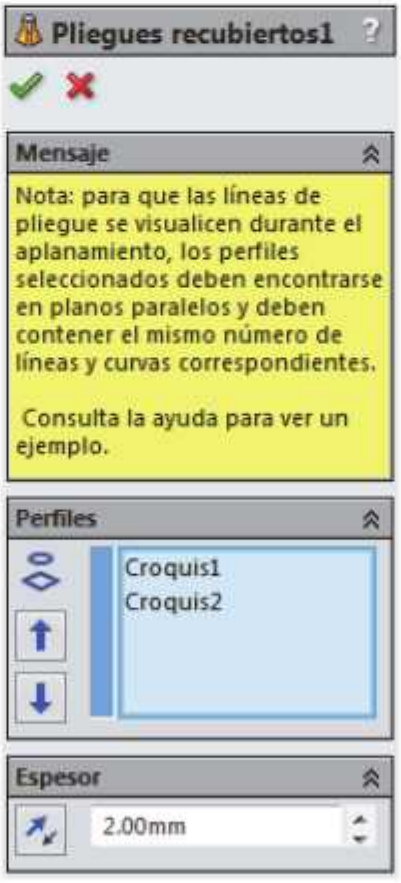
1- Croquice una geometría plana con el **perfil inicial** del recubrimiento. El croquis dibujado debe ser un contorno abierto. Pulse **Aceptar** para que el croquis ascienda en el **Gestor de Diseño**.

2- Croquice el **segundo perfil** del recubrimiento en un plano equidistante y paralelo al primero. Asegúrese de que el perfil dibujado es una geometría abierta. Pulse **Aceptar**.

3- Pulse la operación **Pliegue Recubierto** desde la Barra de Herramientas de **Chapa Metálica** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Chapa Metálica**, **Pliegues Recubiertos**.

4- Seleccione los dos croquis desde la **Zona de Gráficos**, defina la **dirección** y el **Espesor** del **Pliegue Recubierto**.

5- Pulse **Aceptar**.



Si desea que las líneas de pliegue se visualicen durante el aplanado, los perfiles seleccionados deben encontrarse en planos paralelos y deben contener el mismo número de líneas y curvas correspondientes.



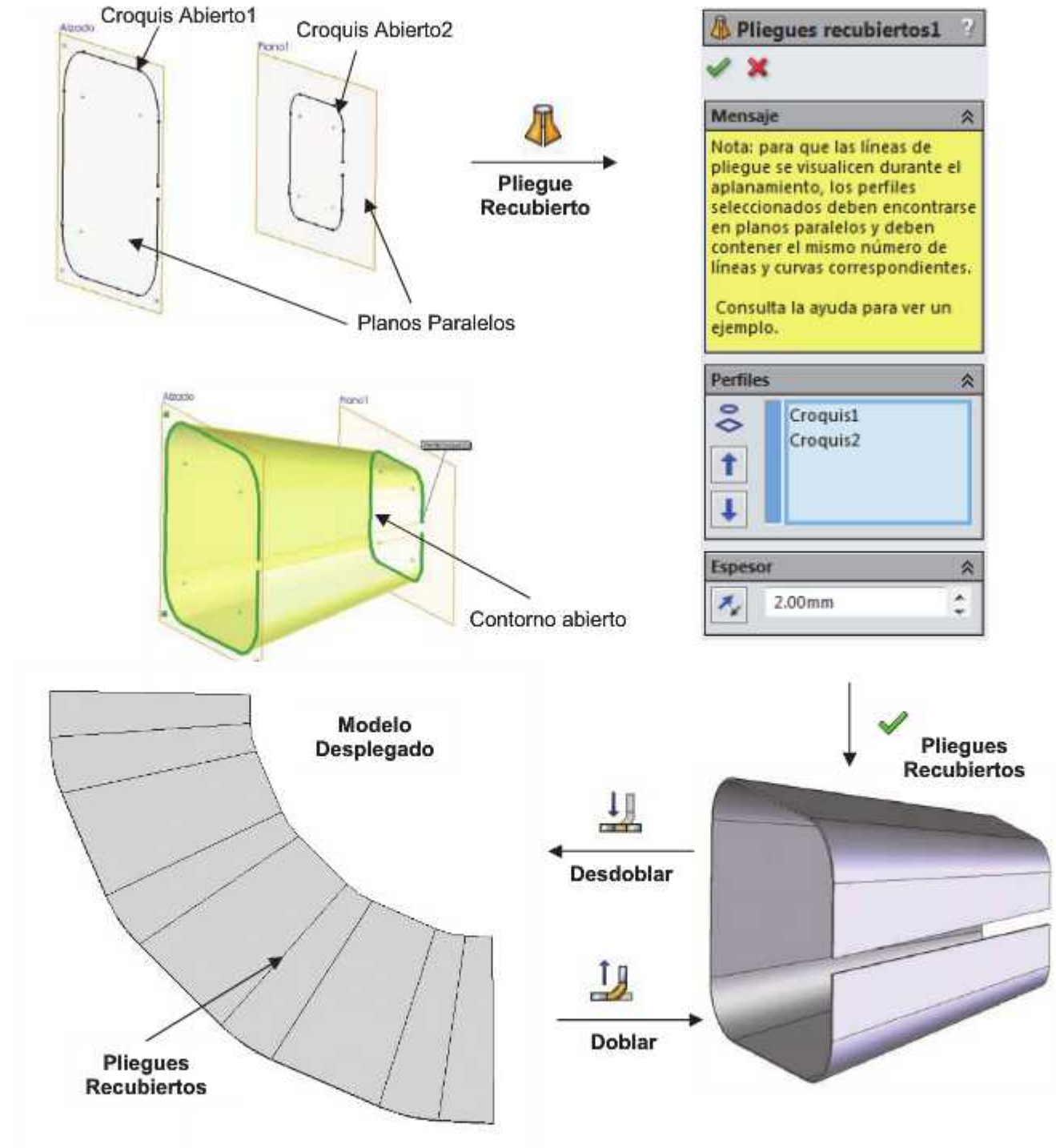


Figura 11.59. Pliegue Recubierto.

Si disminuye la **Desviación máxima** aumenta el número de líneas de pliegue en su modelo ofreciendo mayor definición para el posterior doblado.

11.3.24 Recortar Esquinas

La Operación **Recortar Esquinas** permite **recortar** o **agregar material** a una esquina de un modelo de **Chapa Metálica** previamente **aplanado**.

El primer paso para **agregar o recortar material** consiste en **aplanar** su modelo de Chapa. Una vez aplanado puede aplicar la operación y posteriormente **desdoblar** su modelo. El modelo en 3D adopta las modificaciones realizadas en el modelo aplanado.

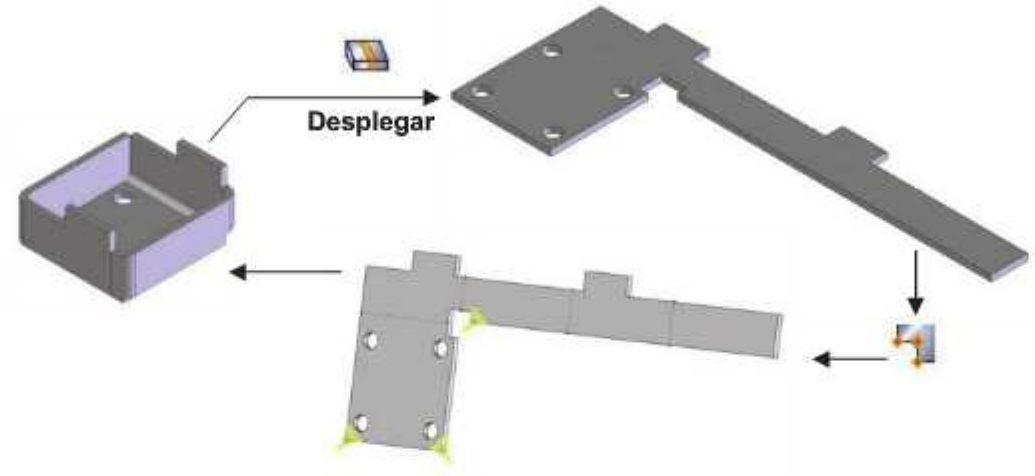


Figura 11.60. **Recortar esquinas**.

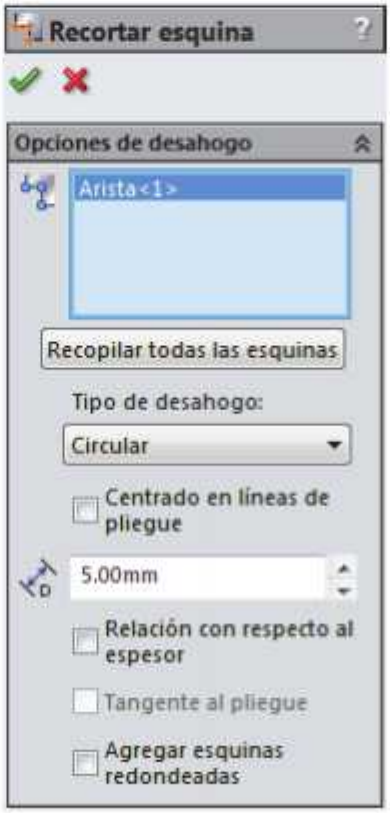
Para **Recortar esquinas** en un modelo de Chapa las etapas que debe seguir son:

1- Asegúrese que en su modelo se han **insertado pliegues** y se trata de un modelo de **Chapa Metálica**.

2- Pulse sobre **Desplegar** desde la Barra de Herramientas de **Chapa Metálica** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Chapa Metálica**, **Desplegar**.

3- Pulse **Recortar Esquinas** y configure el **PropertyManager** con las opciones de **Desahogo** adecuadas para su modelo.

4- Pulse **Aceptar**.



Opciones de desahogo

Seleccione las **Aristas** y el **tipo de desahogo** (**Cintura de pliegue**, **Circular** o **Cuadrado**).

Active la opción **Centrado en líneas de pliegue** para centrar en tipo de desahogo seleccionado.

Defina el valor del **Radio** o **Longitud del lado** de la geometría a desahogar. Active las opciones **Relación con respecto al Espesor**, **tangente al pliegue** o **Agregar esquinas redondeadas**.

11.3.25 Cartela de chapa metálica



La operación **Cartela de chapa metálica** permite crear una cartela en una pieza de chapa respetando su espesor.

El primer paso para una **Cartela** es partir de una pieza de chapa metálica como la indicada en la figura. Posteriormente debe definirse la posición de la cartela y la geometría de su perfil.

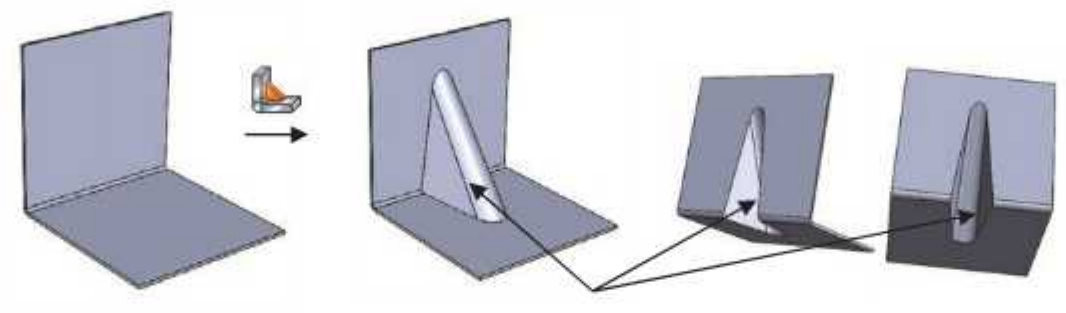


Figura 11.61. Inserción de cartelas en chapa metálica.

Para crear una **Cartela de chapa metálica** las etapas que debe seguir son:

1- Partir de un modelo de chapa metálica previo sobre que se desea insertar una cartela.

2- Pulsar sobre **Cartela de chapa metálica**, desde la Barra de Herramientas de Chapa metálica o desde el Menú de persiana **Chapa metálica**, **Cartela de chapa metálica**.



3- En **Posición** defina las dos caras sobre las que desee localizar la cartela. Pulse sobre las mismas desde la Zona de Gráficos. Observe como en aparecen una arista y un punto seleccionados de forma predefinida y en función de las caras indicadas. En **Equidistancia** puede indicar la distancia en la que se localiza la cartela respecto del punto indicado.

4- En **Perfil** puede definir las características geométricas de la cartela indicando la profundidad de la sangría (d) y las cotas del perfil (d1, d2 y a1). La activación de la casilla Invertir lados de cotas permite crear cartelas redondeadas o planas.

5- Finalmente, desde la pestaña **Cotas**, defina las citas: **Ancho y grosor de sangría, ángulo de salida de cara lateral, redondeo de esquina interna y externa**. Puede desactivar los botones para eliminar los redondeos.

6- Pulse sobre **Vista preliminar completa** si desea visualizar en pantalla la cartela antes de crearla.

7- Pulse **Aceptar** para crear la **Cartela**.



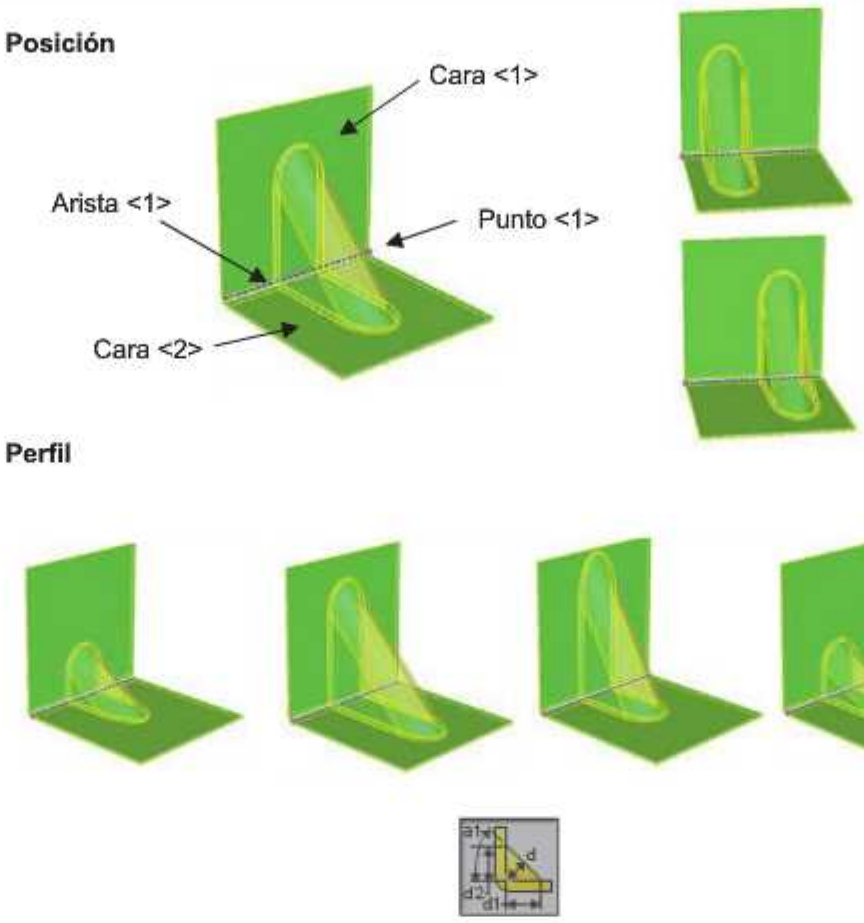


Figura 11.62. Definición de **Cartelas** en chapa metálica.

11.3.26 Esquina de soldadura

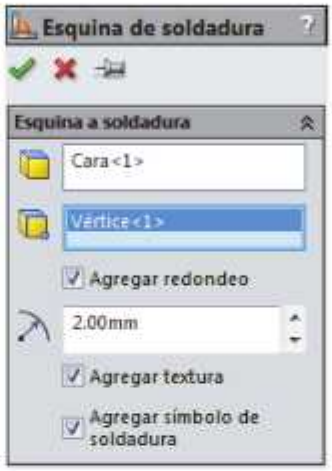
La Operación **Esquina de soldadura** permite agregar un cordón de soldadura en las esquinas que definen una pieza de chapa metálica doblada, con caras a inglete, bridas de arista o esquinas cerradas.

Para crear una **Esquina de soldadura** las etapas que debe seguir son:

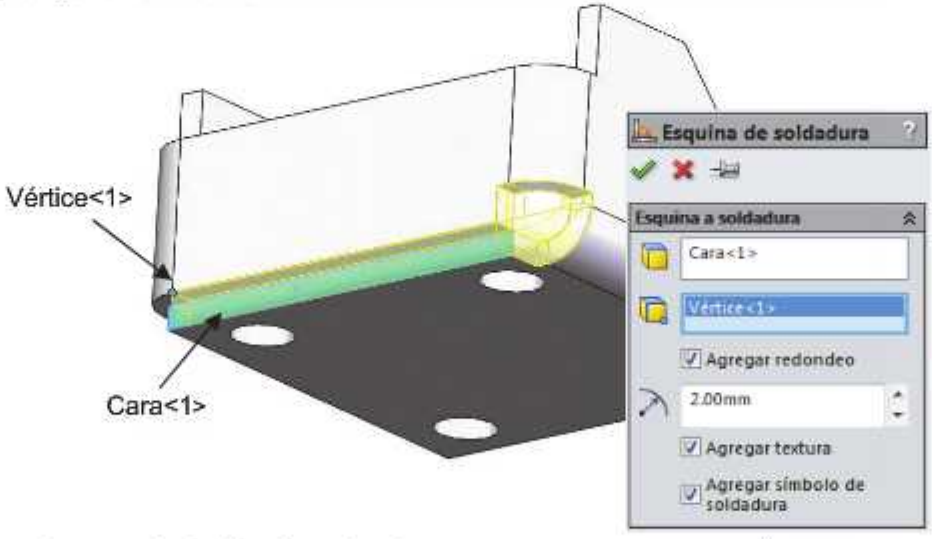
1- Partir de un modelo de chapa metálica previo sobre que se desea crear un cordón de soldadura para unir dos equinas de chapa.

2- Pulsar sobre **Esquinas de soldadura**, desde la Barra de Herramientas de Chapa metálica o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Chapa metálica**.

3- Desde la Zona de gráficos seleccione una cara dónde aplicar el cordón de soldadura (**Seleccionar una cara lateral de una esquina de una chapa metálica para soldar**) y seleccione un vértice, arista o cara donde finaliza el cordón (**Punto de detención**). Defina el **Radio de redondeo** del cordón de soldadura y active las casillas de **Agregar textura** o **Agregar símbolo de soldadura** según sus preferencias.



4- Pulse **Aceptar** para crear el cordón.



Recuerde que el **Radio de redondeo** no puede ser mayor que un arco tangente que conecte las aristas externas.

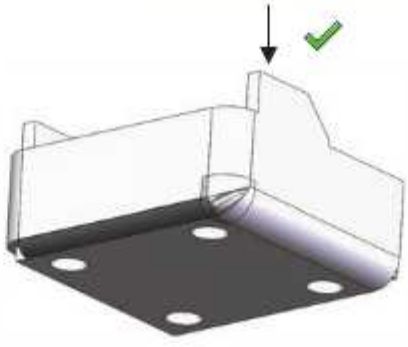


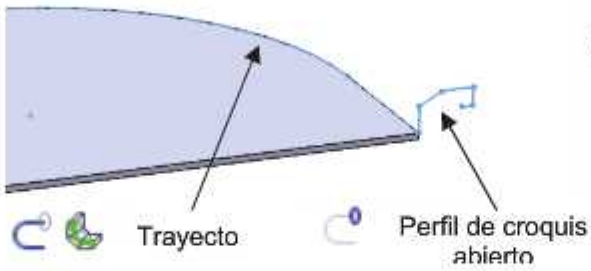
Figura 11.63. Definición de **Esquina de soldadura**.

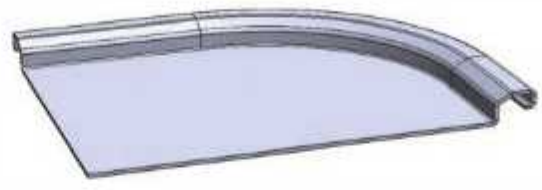
11.3.27 Brida barrida



La Operación **Brida barrida** permite crear pliegues compuestos a partir del barrido de un croquis con la forma del pliegue.

En la definición de una **Brida barrida** es necesario definir un perfil de croquis abierto y un trayecto que puede ser o una arista de la propia pieza de chapa u otro croquis. Las operaciones realizadas con **Brida barrida** no aparecen en la chapa desplegada.





Para crear una **Brida barrida** las etapas que debe seguir son:



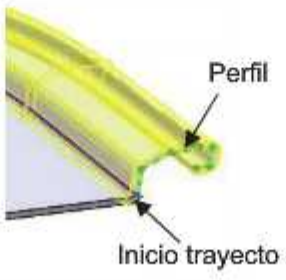
1- Partir de un modelo de chapa metálica previo sobre el que se desea insertar la brida barrida. Dibujar el perfil de croquis abierto con las herramientas de croquizar. Después pulsar **Reconstruir** para conservar el croquis en el Gestor de diseño. Croquizar el camino o trayecto de barrido. Volver a reconstruir. En el Gestor de diseño deben aparecer las dos operaciones de croquis.

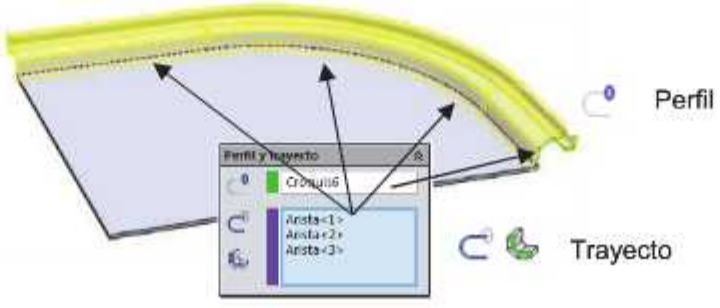
2- Pulsar sobre **Brida Barrida**, desde la Barra de Herramientas de Chapa metálica o desde el Menú de persiana **Chapa metálica**, **Brida barrida**. Seleccionar el **Perfil** abierto desde la Zona de Gráficos o desde el Gestor de diseño y a continuación seleccionar el **Trayecto**. Este último también puede ser seleccionado a partir de una arista del modelo de chapa metálica.

3- Definir los **Parámetros de la brida**, **Equidistancia inicial/final**, **Fibra neutra** y el **Tipo de desahogo personalizado** de la Brida barrida. Pulsar **Aceptar** para su creación.

Perfil y trayecto

El perfil debe ser un croquis abierto que no entrecruzado y el trayecto puede ser una arista de la propia chapa metálica o un croquis previamente definido. El trayecto puede ser abierto o cerrado y estar formado por una o más aristas. El punto de inicio del trayecto debe coincidir con el mismo plano del perfil.





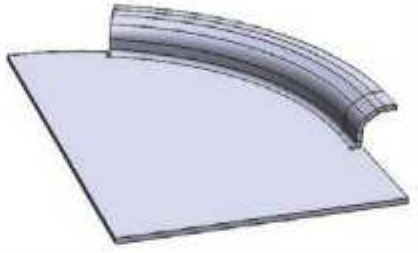
Parámetros de brida

Defina el **Radio de pliegue** o marque la casilla **Usar radio predeterminado** (selecciona el radio del pliegue ya definido en la pieza de chapa metálica). La posición de la brida puede ser de **Material interior**, **Material exterior** o **Pliegue exterior**.



Equidistancia inicial/final

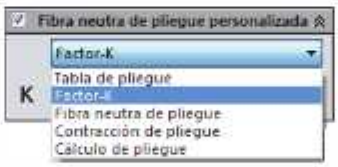
Se define la **Equidistancia inicial** (D1) y **final** (D2) de perfil barrido respecto al croquis del perfil.





Fibra neutra de pliegue personalizado

Permite definir los valores de ubicación de la fibra neutra respecto al espesor de la pieza de chapa metálica según diversos métodos: **Tabla de pliegues**, **Factor-K**, **Fibra neutra de pliegue**, **Contracción de pliegue** o **Cálculo de pliegue**. Recuerde la importancia de su definición porque su valor es esencial en el cálculo del desarrollo de las geometrías de chapa metálica.



Tipo de desahogo personalizado

Permite definir el tipo de corte que se va a emplear como desahogo: **Rectangular**, **Rasgado** o **Semicilíndrico** y sus dimensiones a partir del **Cociente de desahogo** o a partir de la definición de los valores **W** y **D**, **Ancho de desahogo** y **Profundidad de desahogo**, respectivamente.

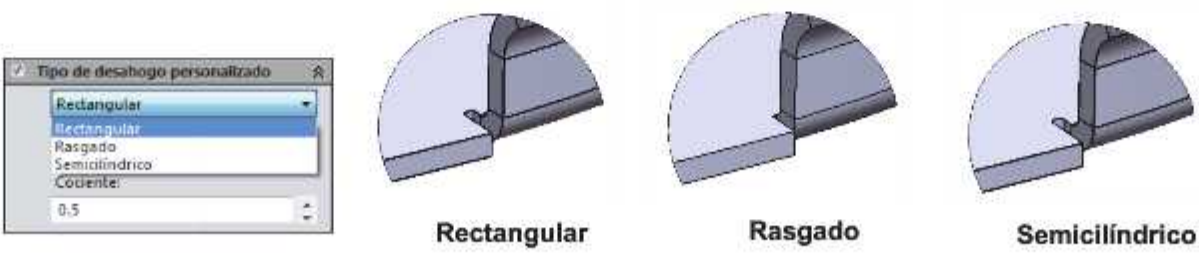


Figura 11.64. Tipo de desahogo personalizado.

11.4 Biblioteca de diseño

La **Biblioteca de diseño**, localizada en el Panel de tareas, contiene un conjunto de croquis, piezas, operaciones, bloques y ensamblajes que puede utilizar en el diseño de sus piezas de chapa metálica.

La mayoría de los elementos contenidos en la biblioteca facilitan el proceso de diseño de piezas de chapa metálica por contener modelos de curvas barridas desarrollables, operaciones de deformación, bloques de troquelado, etc.

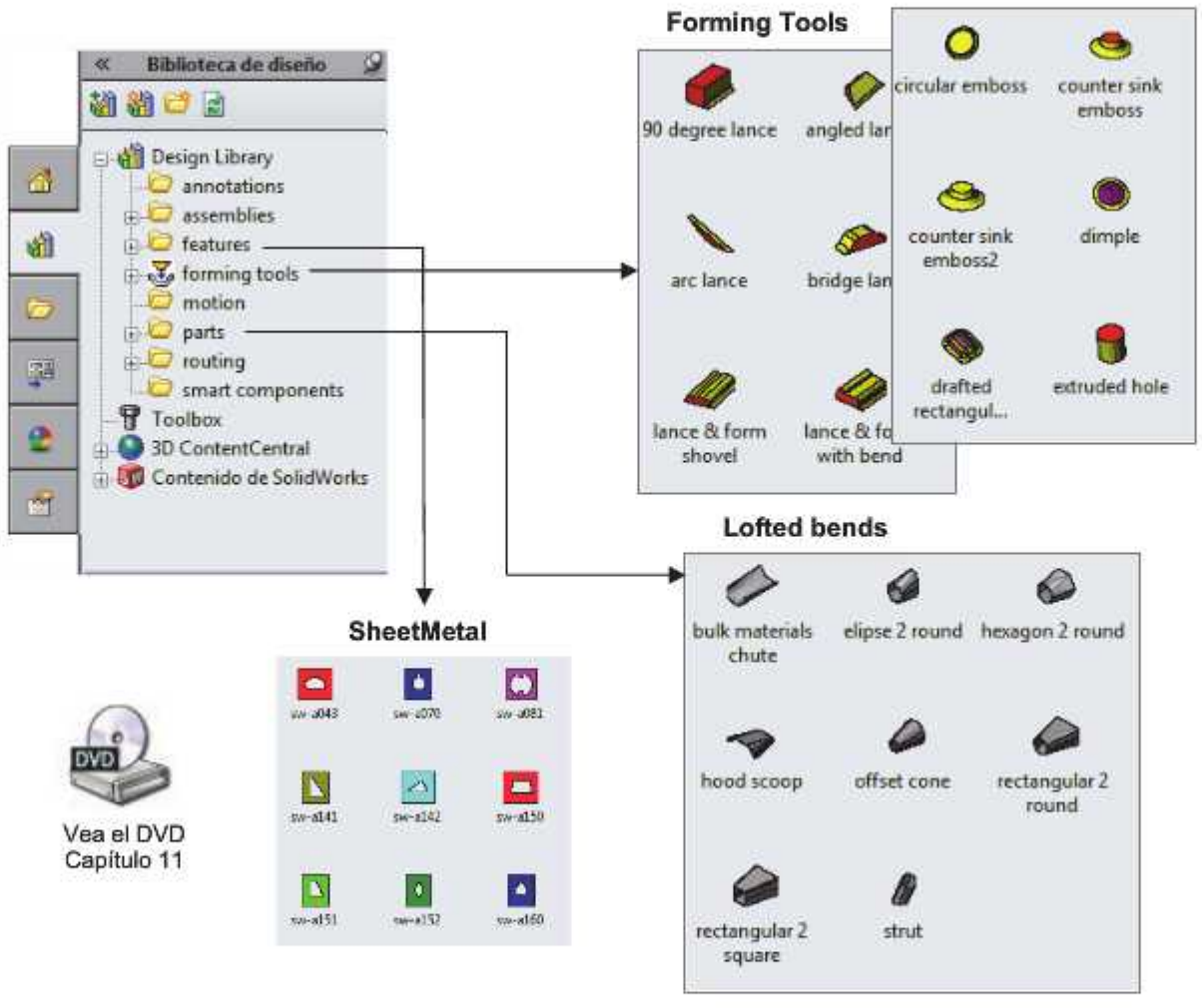


Figura 11.65. Elementos normalizados de la **Biblioteca de diseño**.

Para insertar elementos desde la **Biblioteca de diseño** las etapas que debe seguir son:

1- Partir de un modelo de chapa metálica previo sobre el que se desea insertar algunos de los elementos contenidos en la biblioteca. También puede empezar directamente insertando alguna de las curvas barridas desarrollables (*Lofted bends*).

2- Pulsar sobre **Biblioteca de Diseño** desde el panel de tareas y localizar la carpeta dónde se encuentre el bloque, operación o elemento a insertar. Arrastre el componente hasta la Zona de Gráficos. Suelte el botón izquierdo para finalizar la inserción del elemento.

3- Observe el Gestor de diseño de **Insertar Pieza**. Pulse **Aceptar** para insertar la pieza en el origen de coordenadas como pieza derivada.

4- En el caso de insertar un bloque o una operación arrastre la operación hasta la zona en la que desee ubicarla y suelte el botón izquierdo del ratón. Defina la posición mediante acotación y pulse **Aceptar** para finalizar.

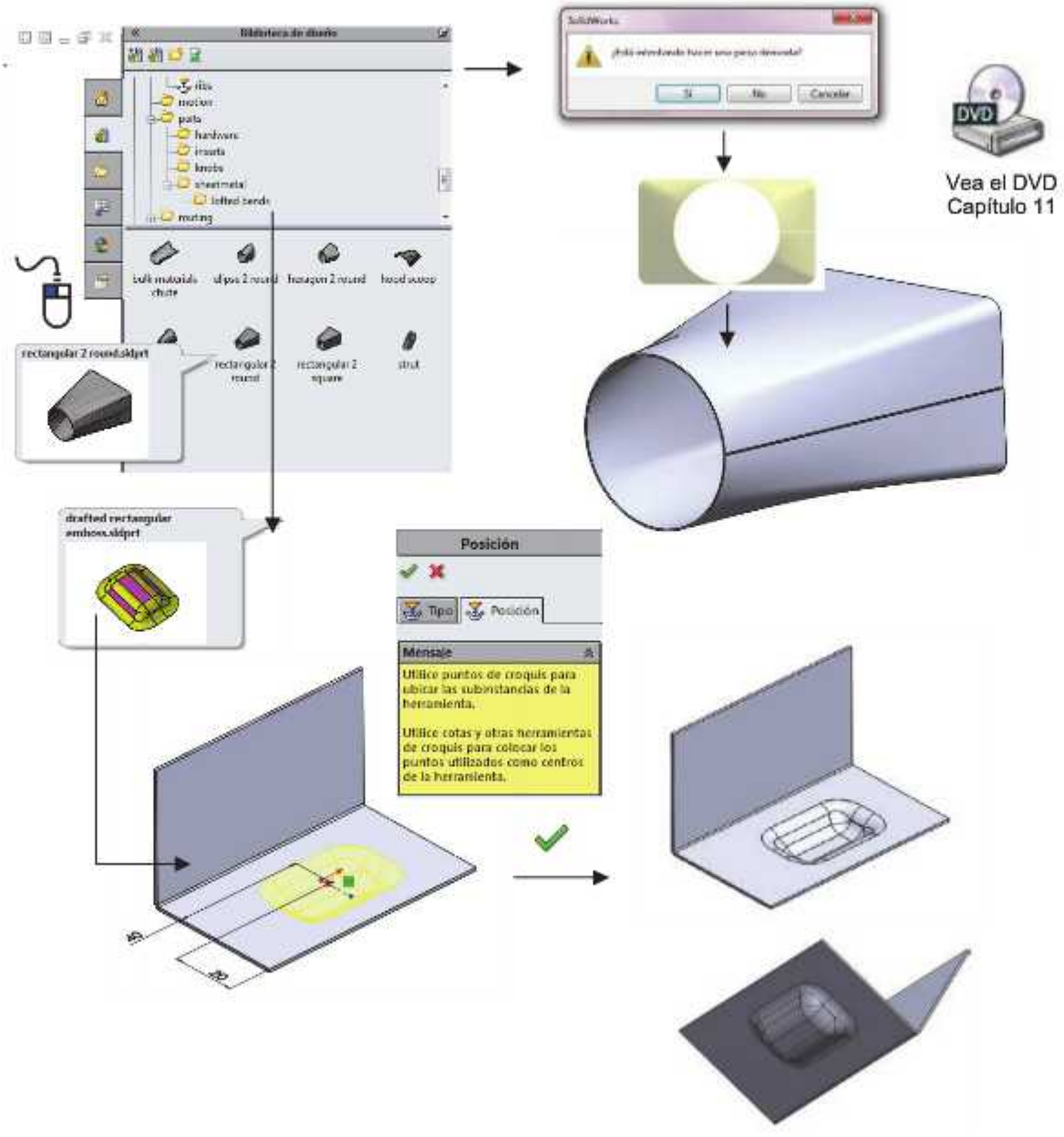


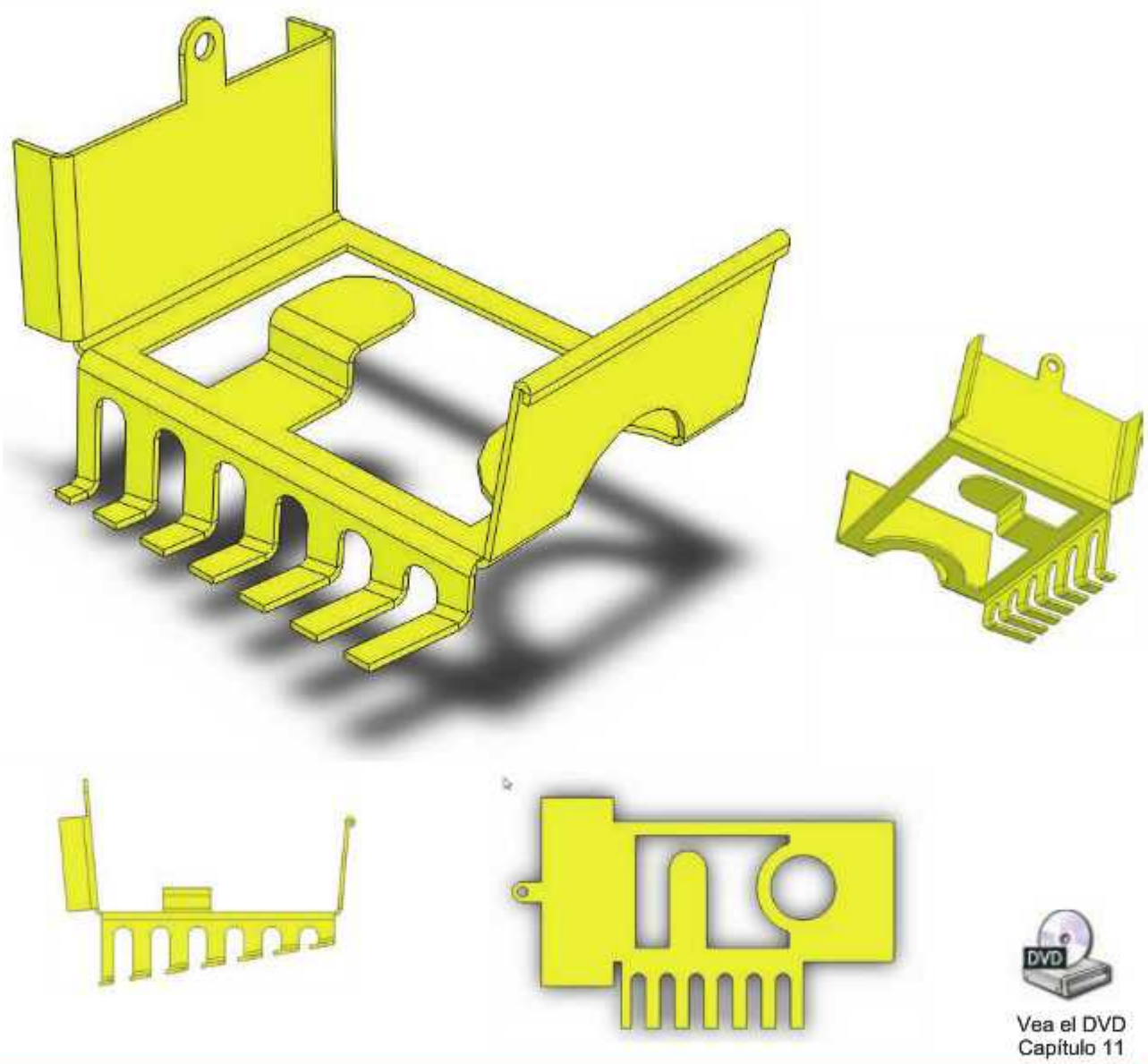
Figura 11.66. Inserción de bloques de chapa metálica desde de la **Biblioteca de diseño**.

La modificación de los elementos insertados modifican las características de los elementos en la Biblioteca.

Práctica 11-1

Cree el modelo de chapa metálica indicado en la figura a partir de órdenes como Brida base, brida de arista y pliegue croquizado, entre otras.

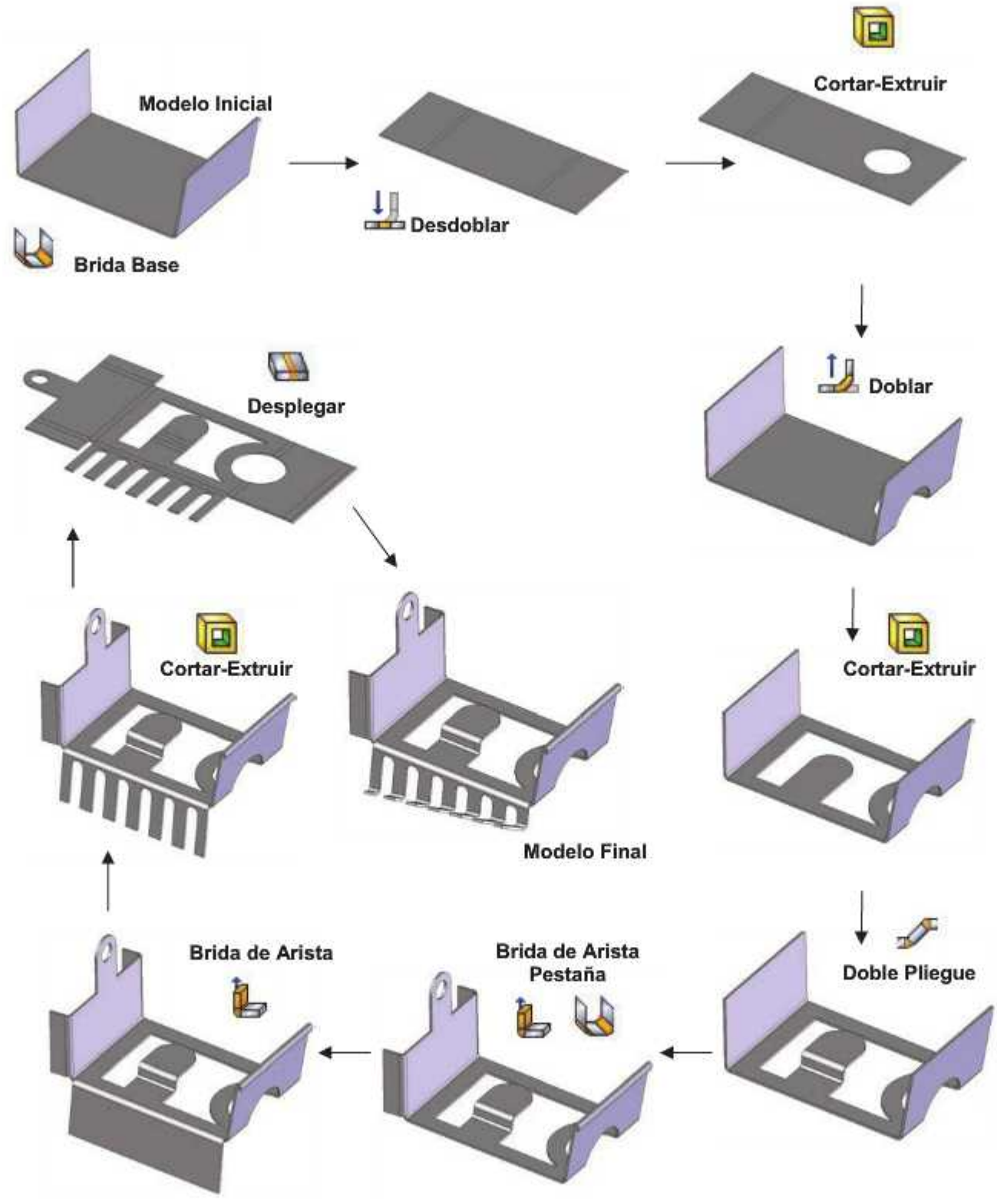
30 minutos

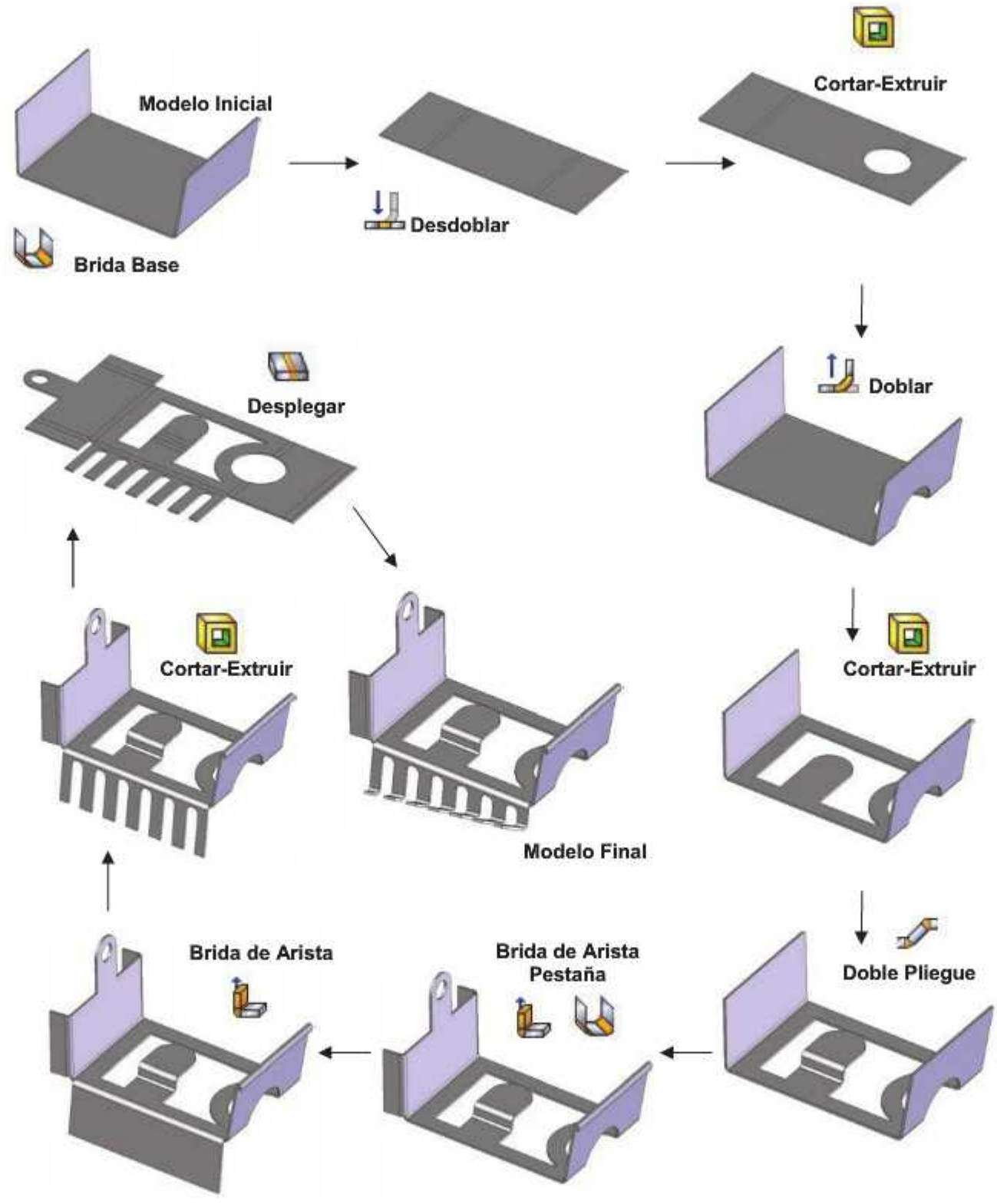


Vea el DVD
Capítulo 11

Objetivos del tutorial

- Crear una **Brida base** y **Desdoblar** la chapa metálica.
- Emplear **Doble pliegue, Dobladillo y Brida de arista.**
- Crear **Pliegue croquizado** y **Desplegar** chapa metálica.


Modelo Inicial
Brida Base
Desdoblar
Cortar-Extruir
Doblar
Desplegar
Cortar-Extruir
Cortar-Extruir
Modelo Final
Doble Pliegue
Brida de Arista Pestaña
Brida de Arista


Modelo Inicial
Brida Base
Desdoblar
Cortar-Extruir
Doblar
Desplegar
Cortar-Extruir
Cortar-Extruir
Modelo Final
Doble Pliegue
Brida de Arista Pestaña
Brida de Arista

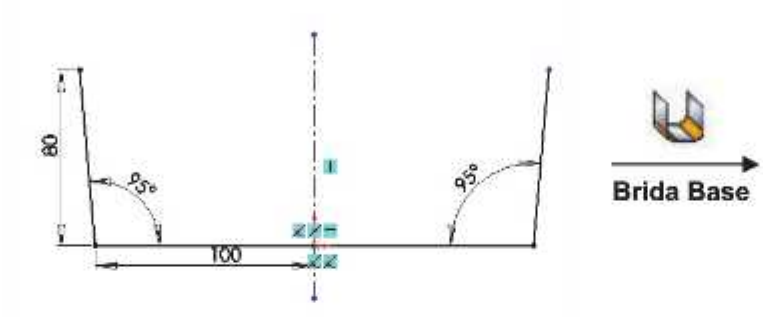
Práctica Guiada 11-1

1. Pulse la opción **Nuevo** del Menú Persiana **Archivo** o sobre el icono **Nuevo**. Seleccione **Pieza** y pulse **Aceptar**.

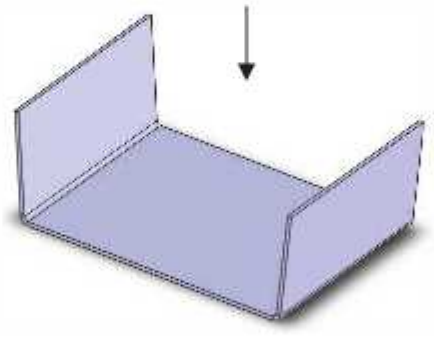
2. Seleccione el **Plano de trabajo Alzado** del **Gestor de diseño** y pulse sobre **Normal a** para visualizarlo en verdadera magnitud.

3. Croquice el perfil de la **Brida base** del modelo de **Chapa Metálica** según las medidas indicadas en la figura.





4. Pulse **Brida Base** desde la Barra de Herramientas de **Chapa Metálica** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Chapa Metálica**, **Brida Base**. Defina la **Profundidad** (150 mm), el **Espesor** (3 mm) y el **Radio de pliegue** (3 mm). Pulse **Aceptar**.



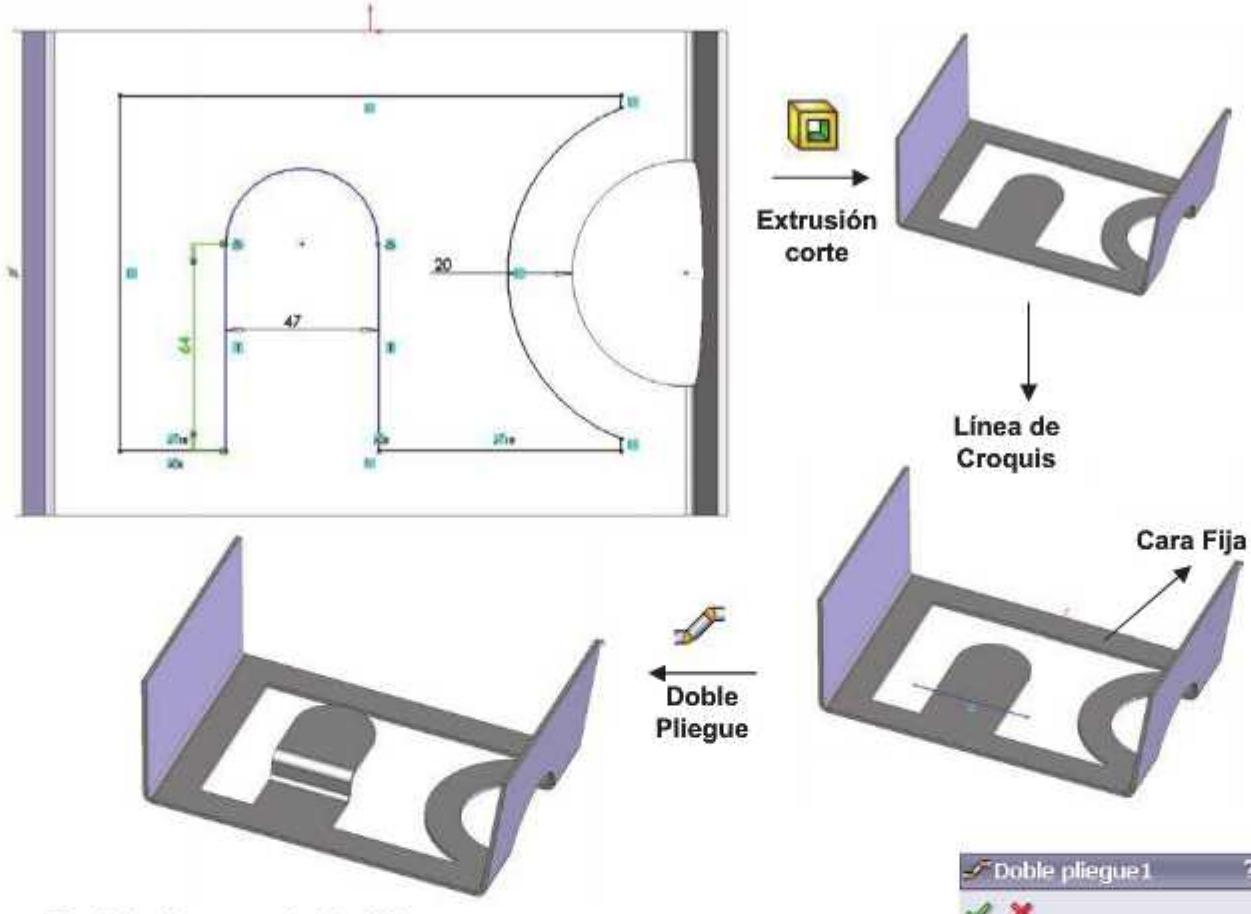
5. Acceda a la operación **Desdoblar** desde la Barra de Herramientas de **Chapa Metálica** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Chapa Metálica**, **Desdoblar.**

   Seleccione la **Cara fija** e **Incluir todos los pliegues**. Una vez desdoblado croquice un círculo de diámetro 70 mm en el punto medio del pliegue. Corte la Chapa con **extrusión-corte** y pulse **doblar** para volver al estado 3D. Observe como el corte efectuado se adapta al pliegue cortado.



6. Croquice la forma interior de la Chapa con las medidas indicadas en la figura y realice una extrusión corte.

7. Croquice una línea para la operación **Doble Pliegue** y pulse **Reconstruir**.



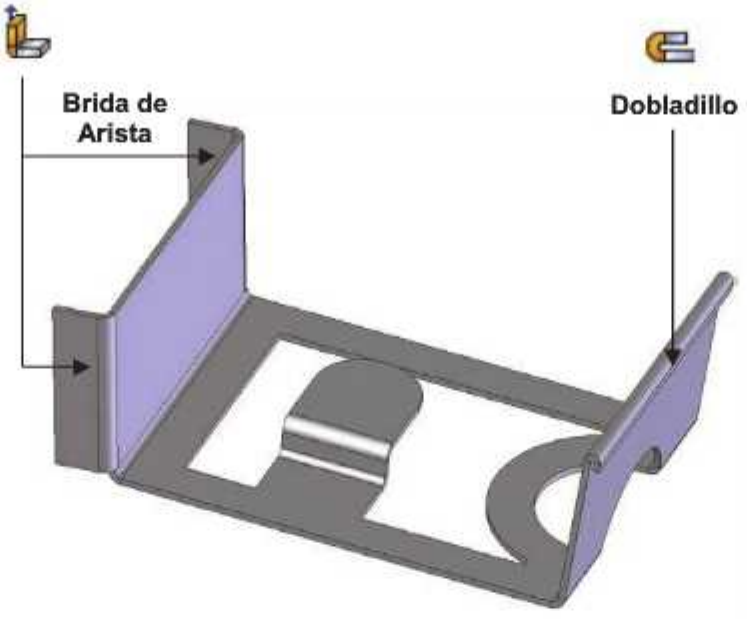
Creación del pliegue y dobladillo

8. Pulse **Doble Pliegue** desde la Barra de Herramientas de **Chapa Metálica** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Chapa Metálica**, **Doble Pliegue.** Seleccione la cara base como **Cara Fija**, una **cota total con Equidistancia** de 20 mm y fije la **longitud proyectada**. Seleccione **Pliegue Exterior** para definir la **Posición del doble Pliegue** e indique un **ángulo** de 90º. Pulse **Aceptar** para crear el **Doble Pliegue**.

9. Pulse **Dobladillo** desde la Barra de Herramientas de **Chapa Metálica** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Chapa Metálica**, **Dobladillo** y seleccione la arista superior derecha del modelo. Seleccione **Material interior, dobladillo abierto** de **longitud** 8 mm y **distancia de separación** 1,30 mm. Pulse **Aceptar**.

10. Pulse **Brida de Arista** desde la Barra de Herramientas de **Chapa Metálica** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Chapa Metálica**, **Brida de Arista** y seleccione las aristas superiores del ala izquierda. Seleccione **Radio Predeterminado** 3 mm y **Distancia de Separación** 1 mm. **Ángulo** 90º. **Longitud de Brida** 23 mm e **Intersección Virtual Interna**. Seleccione **Material Exterior** en la **Posición de la Brida** y **Fibra Neutra Factor-K**.

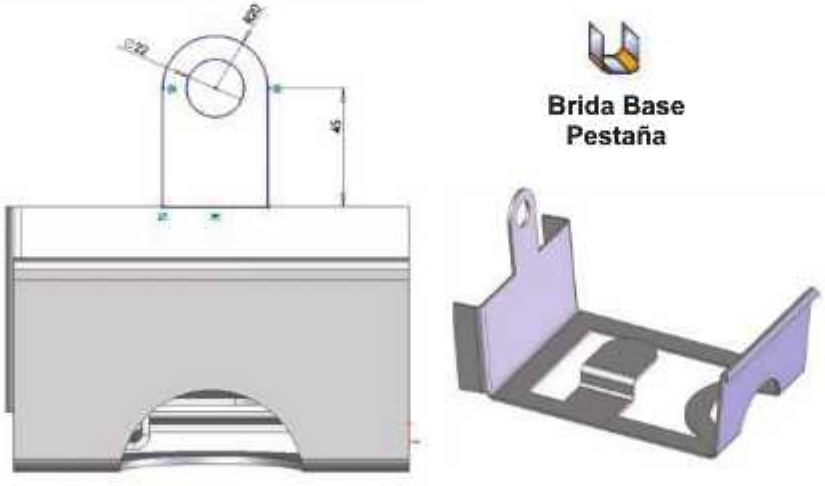






Creación de la Brida Base/Pestaña, Arista y Pliegue croquizado

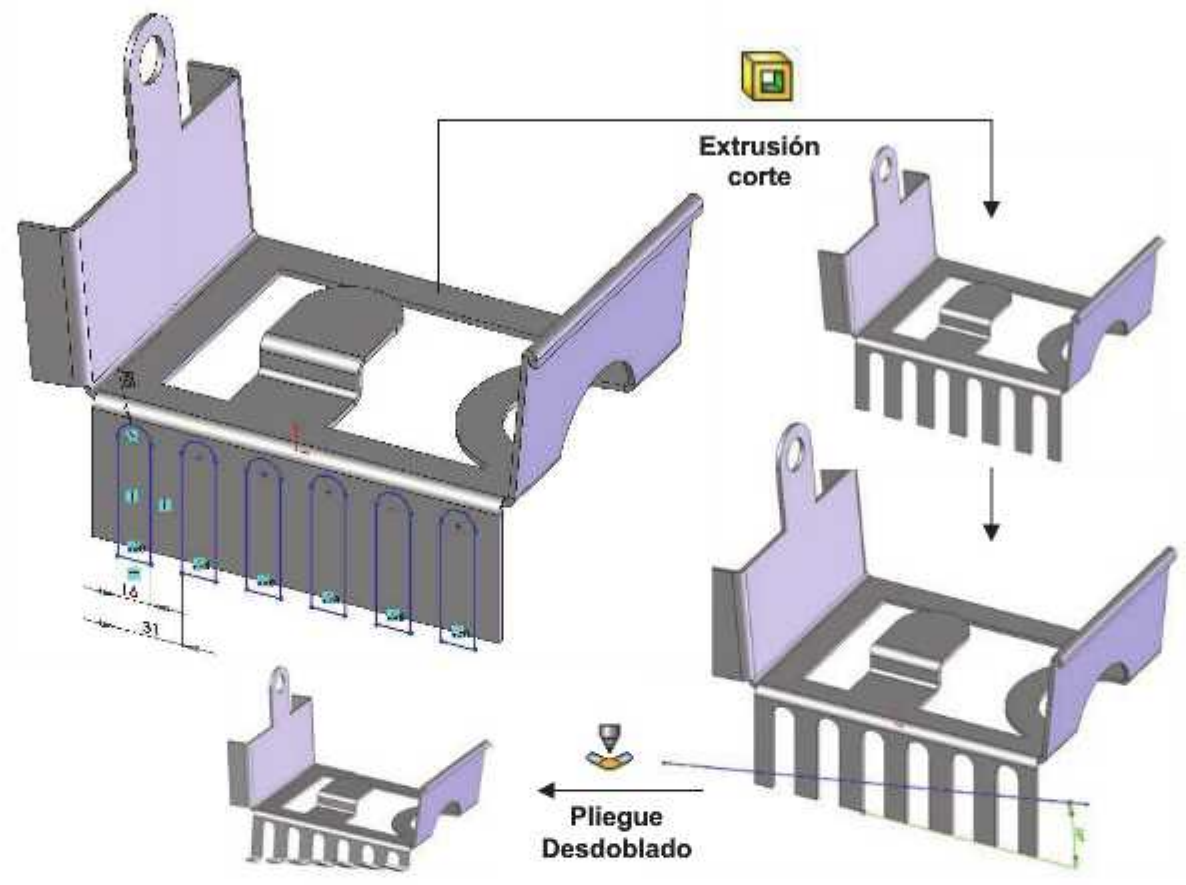
11. Pulse **Brida Base/Pestaña** desde la Barra de Herramientas de **Chapa Metálica** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Chapa Metálica**, **Brida Base/Pestaña** para dibujar la **Pestaña** en el punto medio del ala izquierda del modelo. Croquice la forma de la **Pestaña** y pulse **Aceptar**. La pestaña dibujada toma el **Espesor** de la Chapa base.



12. Pulse **Brida de Arista** desde la Barra de Herramientas de **Chapa Metálica** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Chapa Metálica**, **Brida de Arista** y seleccione las arista del ala horizontal. Seleccione **Radio Predeterminado** 3 mm y **Distancia de Separación** 1 mm. **Ángulo** 90º. **Longitud de Brida** 68 mm e **Intersección Virtual Interna**. Seleccione **Material Exterior** en la **Posición de la Brida** y **Fibra Neutra Factor-K**.



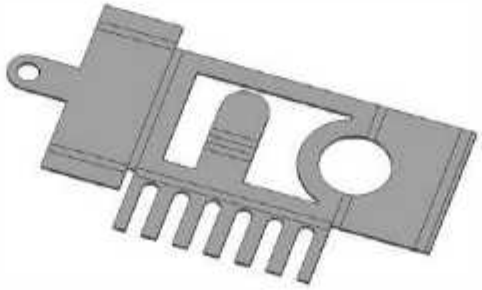
13. Croquice la forma a cortar indicada en la figura y pulse **Extrusión corte** para eliminar el material croquizado. Pulse **Desdoblar** y croquice la **recta** con inclinación de 10º indica en la figura para crear el **Pliegue Croquizado**.

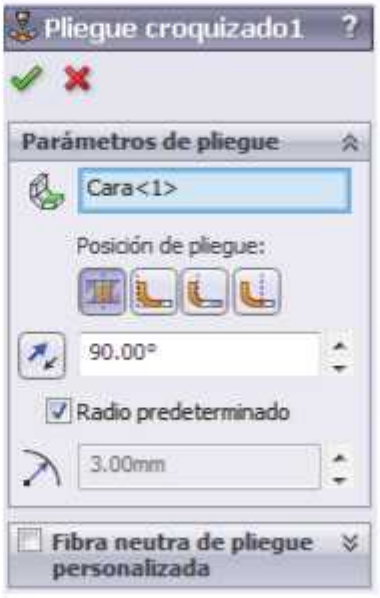


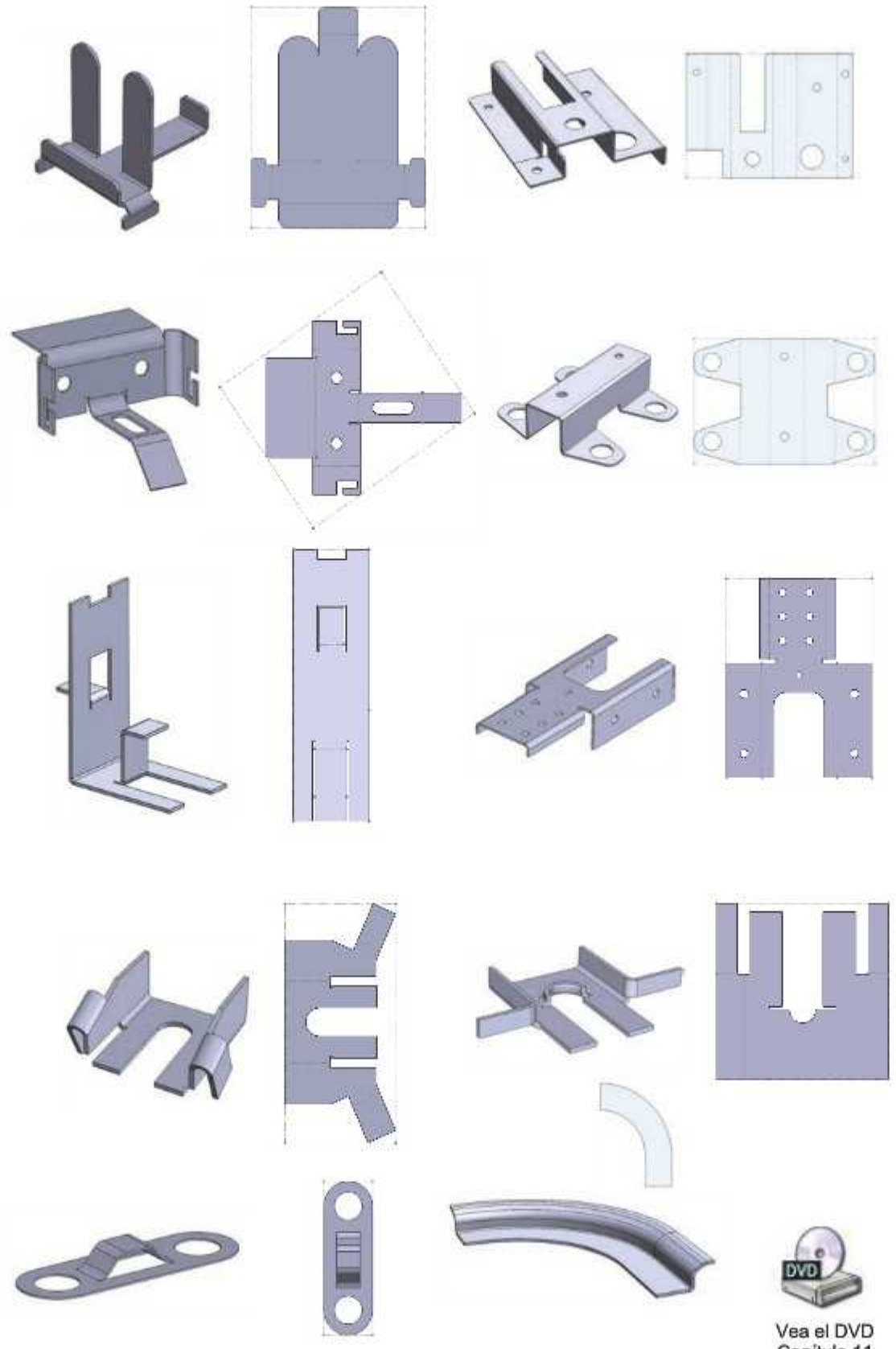
14. Seleccione la línea de croquis y pulse **Pliegue Croquizado** desde la Barra de Herramientas de **Chapa Metálica** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Chapa Metálica**, **Pliegue Croquizado**. Seleccione **Línea constructiva de pliegue** para definir la **Posición del Pliegue** y un **Ángulo** de 120º.

15. Seleccione la opción **Radio predeterminado**. Pulse **Aceptar**. Pulse **Desplegar** para visualizar el modelo aplanado y ver las líneas de pliegue creadas.


Desplegar







Vea el DVD
Capítulo 11

Figura 11.67. Ejemplos de ejercicios propuestos.

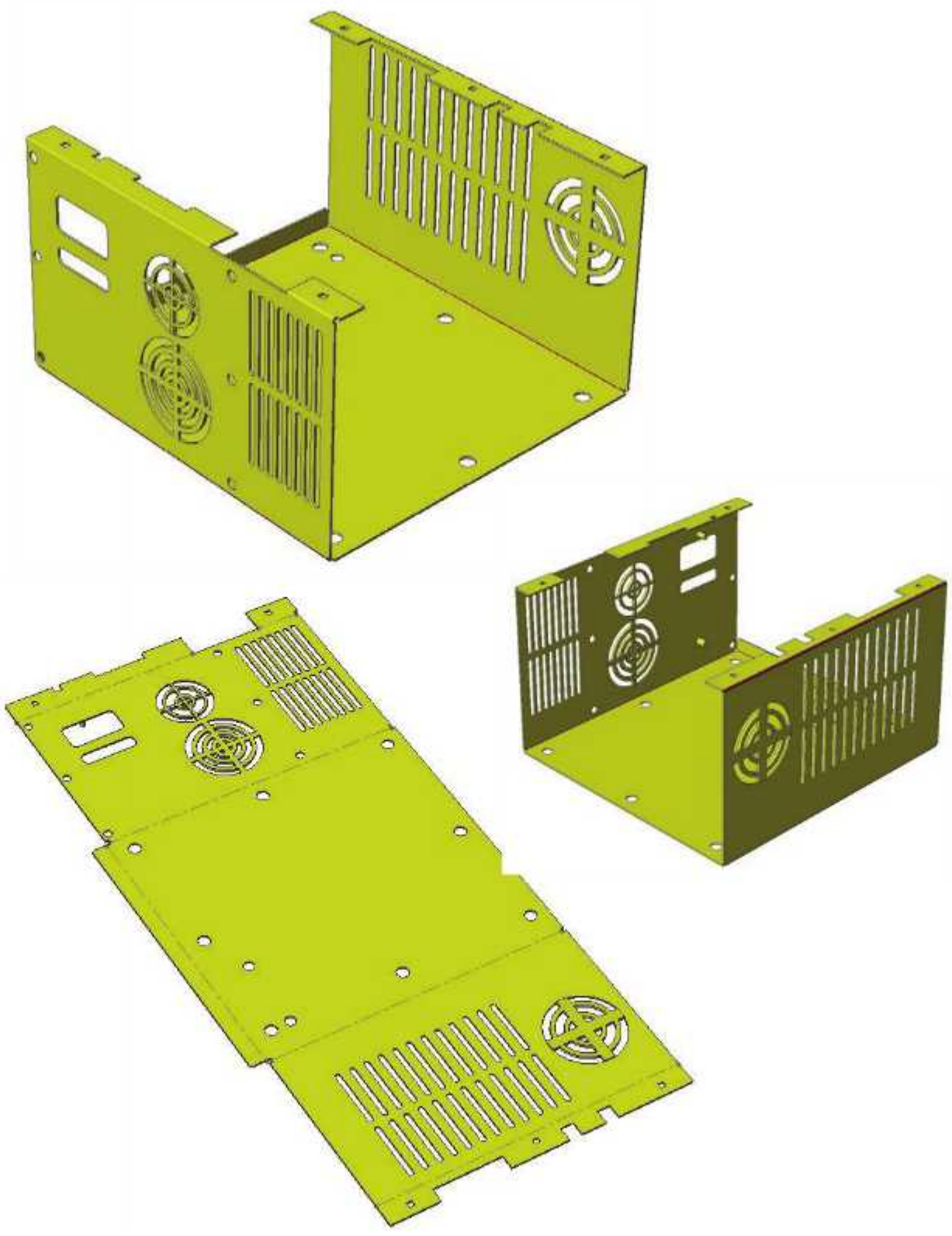


Figura 11.68. Carcasa Metálica de un ordenador.

Capítulo 12
Estructuras y piezas soldadas

Introducción

SolidWorks® incluye una Barra de Herramientas de **Piezas soldadas** que permite diseñar **Miembros estructurales** partir de un croquis y diferentes **Perfiles normalizados** (**Canal C**, **Hierro angular**, **Tubería**, **Tubo cuadrado**, **Viga SB**, etc.).

En las estructuras creadas puede definir el **Tratamiento de sus esquinas** (esquinas a **Inglete** o a **Tope**), incluir **Cartelas triangulares** o **poligonales**, como elementos de Refuerzo y, **Tapar los extremos**. Además, se incluye la función **Cordones de Soldadura** con la que puede crear cordones de soldadura en la unión de los diferentes **Miembros Estructurales**.

El presente capítulo describe los comandos para crear estructuras y piezas soldadas e incluye dos prácticas guiadas paso a paso.

Contenido

- Creación de **Miembros Estructurales** con perfiles Normalizados.
- **Recortar y Extender**.
- **Agregar Cartelas** y **Tapar Extremos**.
- Creación de **Cordones de soldadura**.
- Definición de **Perfiles normalizados**.

Objetivos

- Conocer el procedimiento de definición de croquis en la creación de **Miembros Estructurales**.
- Aplicar las operaciones de **Recortar y Extender** en la edición de los **Miembros Estructurales** creados.
- Agregar **Cartelas** y **Tapar los extremos** de los **Miembros Estructurales**.
- Agregar **Cordones de soldadura** entre las **Aristas** y **Caras** de diferentes estructuras

12.1 Introducción

La aplicación de **Piezas Soldadas** de SolidWorks® permite diseñar estructuras metálicas y piezas soldadas mediante el empleo de croquis intuitivo y otras Herramientas como **Croquis 3D**, **Miembro Estructural** o **Cordón de soldadura**. La aplicación no solo ayuda a diseñar piezas soldadas sino que además, permite evaluarlas con **SolidWorks Simulation®**.

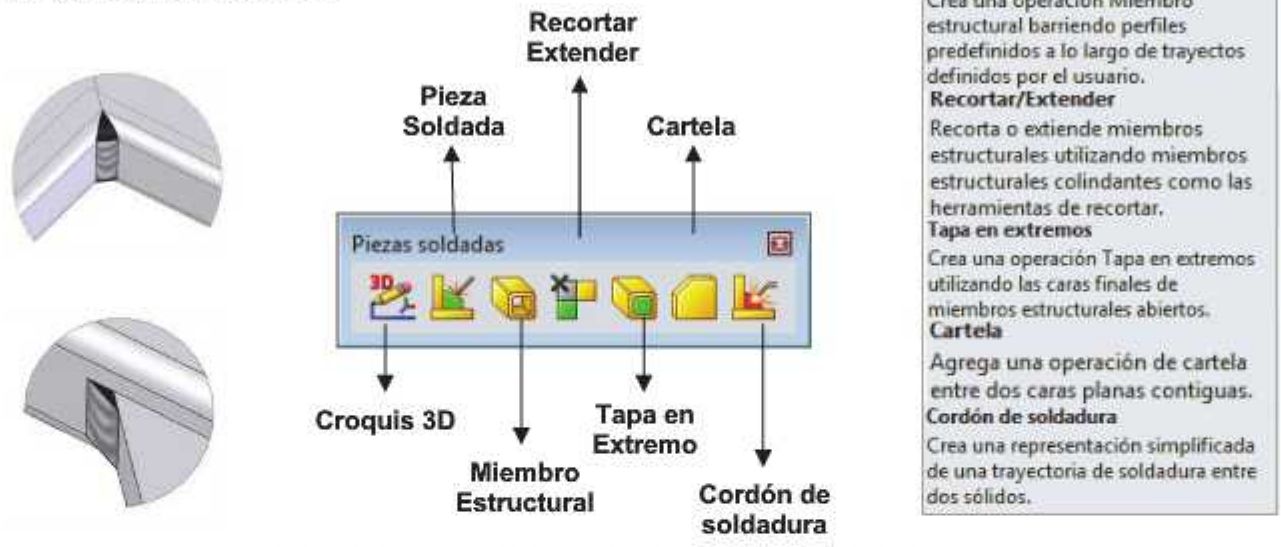


Figura 12.1. Barra de Herramientas de **Piezas Soldadas**.

El proceso de diseño de una estructura metálica se inicia con el croquizado en 2D o 3D del contorno de la misma y el empleo posterior de la Herramienta **Miembro Estructural**. Esta herramienta utiliza perfiles normalizados como: **Canal en forma de C**, **Tubería**, **Tubo cuadrado** o **Rectangular**, entre otros. La selección de un perfil normalizado y del croquis que define su recorrido permite realizar, de forma automática, un barrido del **Miembro Estructural**.

La creación de una estructura mediante **Miembro Estructural** activa las Herramientas de **Soldadura** creando una etiqueta de **Operación de pieza soldada** en el **Gestor de Diseño** y dos configuraciones en **ConfigurationManager**: una **configuración Padre Predeterminada <Como mecanizada>** y otra, **hija** o **derivada, Predeterminada <Como soldada>**.



Figura 12.2. Proceso de creación de un **Miembro estructural** soldado.

12.2 Miembro Estructural

Crea un **Miembro Estructural** de perfil normalizado siguiendo un croquis 2D o 3D previamente definido. Los perfiles normalizados empleados son: **Canal en C**, **Hierro angular**, **Tubo cuadrado**, **Tubo rectangular** y **Viga sb**.

Para crear un **Miembro Estructural** las etapas que debe seguir son:

1. Cree un **croquis 2D** o **3D** indicando el recorrido de la sección normalizada del perfil. El croquis creado en un **Plano de Trabajo** solo puede asignarle un único perfil. Es recomendable emplear más de un croquis para seleccionar diferentes perfiles para cada uno de ellos.

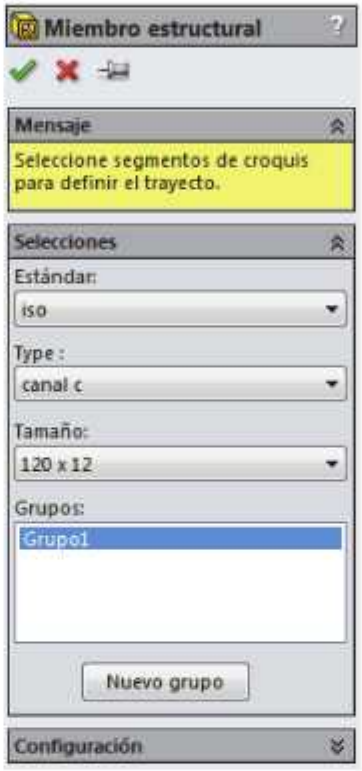
2. Después de terminar el croquis pulse **Reconstruir**.

3. Pulse **Miembro Estructural** desde la Barra de Herramientas **Piezas Soldadas** o desde el Menú de Persiana **Insertar, Piezas soldadas, Miembro Estructural**.

4. Seleccione el croquis y configure las características de su perfil en el **PropertyManager** de **Miembro Estructural**. El perfil normalizado definido será exclusivo para el croquis seleccionado.

5. Pulse **Aceptar** para crear el **Miembro Estructural**.

6. Repita las operaciones 3-5 con el resto de croquis si desea crearlos con secciones diferentes.



Estándar

Seleccione la Norma **ISO**, **ANSI pulgadas** o un modelo estándar personalizado previamente definido. Puede crear perfiles normalizados e insertarlos como un perfil estándar. Vea la sección de **Creación de perfiles normalizados**.

Tipo

Permite seleccionar el **Tipo de perfil** según la Norma anteriormente definida. Los perfiles incluidos en la **Norma ISO** son: **Canal C**, **Hierro Angular**, **Tubo cuadrado**, **Tubo Rectangular** y **Viga SB**.

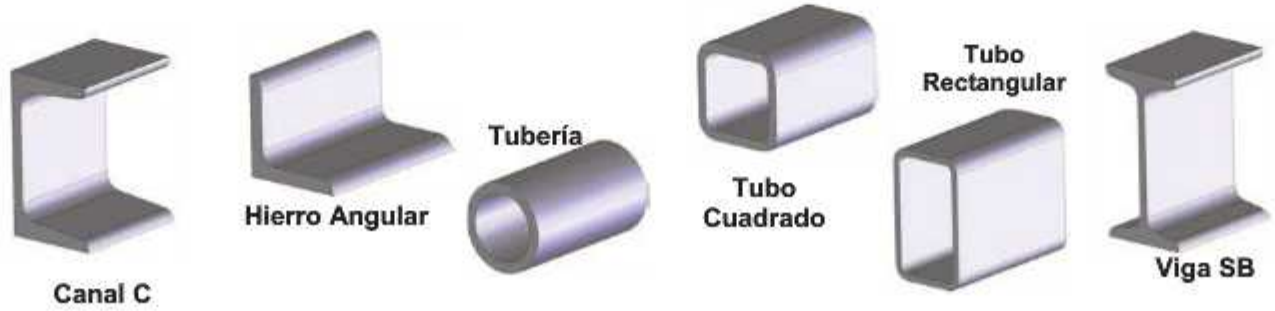


Figura 12.3. Tipo de perfil **ISO**.

Tamaño

Define el **Tamaño** normalizado del perfil seleccionado.

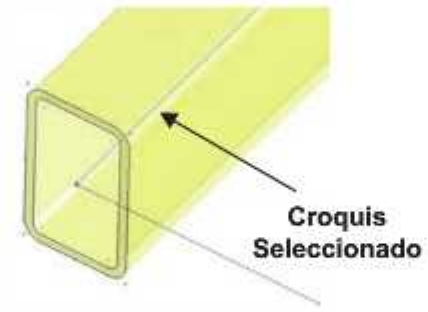
Canal C	Hierro Angular	Tubería	Tubo cuadrado	Tubo Rectangular	Viga SB
100x100	20x20x3	21.3x2.2	20x20x2.0	120x80x8.0	100x8
120x10	25x25x4	26.9x3.2	30x30x2.6	50x30x2.6	120x12
80x8	35x35x5	33.7x4.0	40x40x4.0	60x40x3.2	80x6.0
-	-	-	80x80x5.0	70x40x5.0	-

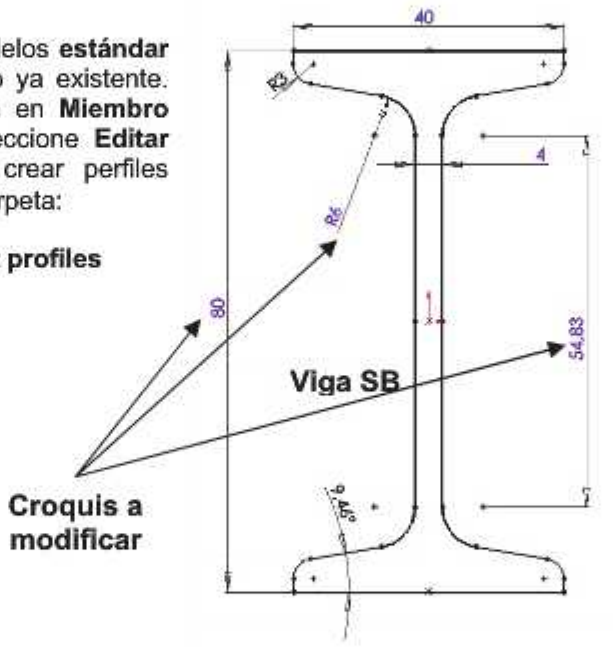
Figura 12.4. Tamaños Normalizados de los **Perfiles ISO**.

Si desea un tamaño diferente puede crear modelos **estándar personalizados** o modificar el croquis de uno ya existente. Pulse con el botón secundario sobre **Sketch** en **Miembro Estructural** desde **Gestor de Diseño** y seleccione **Editar Croquis**. Modifique las dimensiones. Para crear perfiles personalizados cree el perfil y guárdelo en la carpeta:

<directorio_instalación>\data\weldment profiles

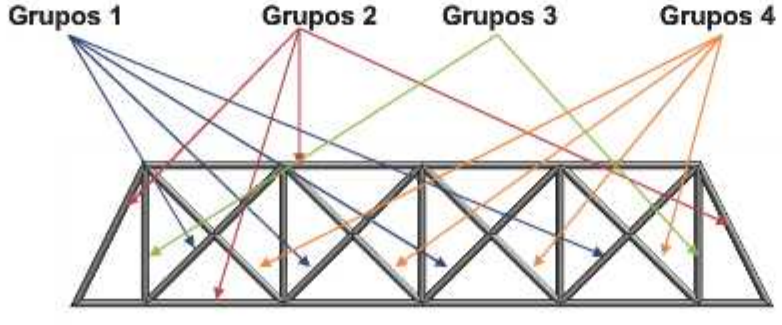
Vea el DVD Capítulo 12





Grupos

En **Grupos** puede definir perfiles distintos e independientes entre grupos de trayecto distintos. Así, a partir de un único croquis, puede crear en una única operación todos los perfiles que necesite.



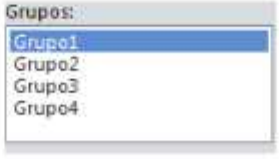
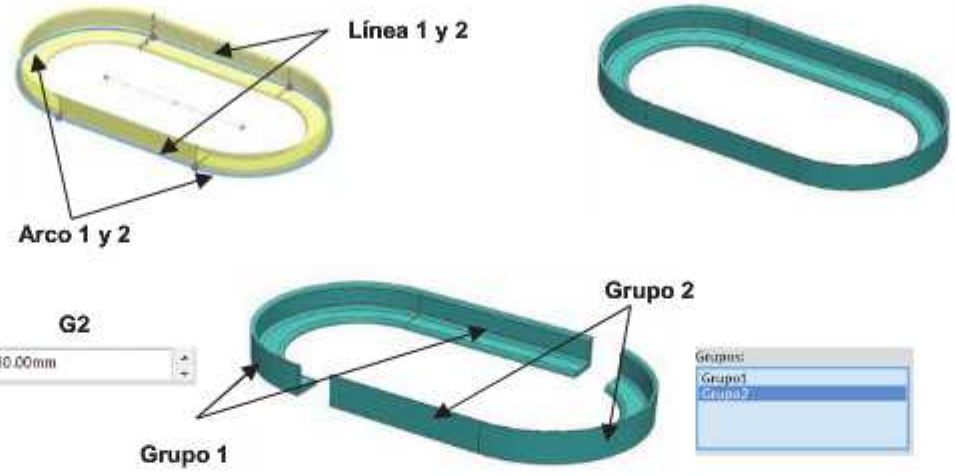


Figura 12.5. Selección del segmento del trayecto.



Fusionar sólidos creados con segmento de arco

Cuando el croquis seleccionado como segmento del trayecto está formado por varias entidades curvas debe activar esta opción para **Fusionar los segmentos de arco** con los sólidos adyacentes.



Los arcos seleccionados deben ser tangentes a los sólidos adyacentes para crear la fusión entre ellos.

Separación entre segmentos

El valor G1 y G2 modifica la separación entre los segmentos que conforman el perfil metálico para el mismo grupo (G1) o distinto grupo (G2).



Ubicar perfil

Puede cambiar el **Punto de perforación** entre los distintos **Miembros Estructurales** adyacentes. El **Punto de perforación** predeterminado es el origen de coordenadas.

Aplicar tratamiento de esquinas

Define las características de las esquinas. Puede seleccionar **Extremo a inglete** o **Extremo a tope1** o **Extremo a tope2**.

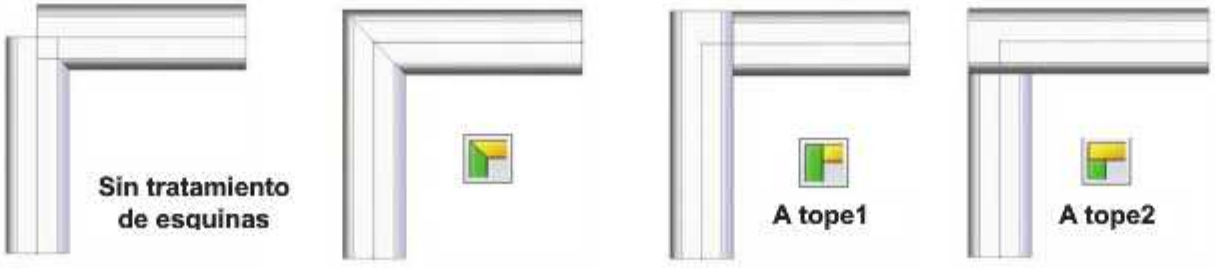
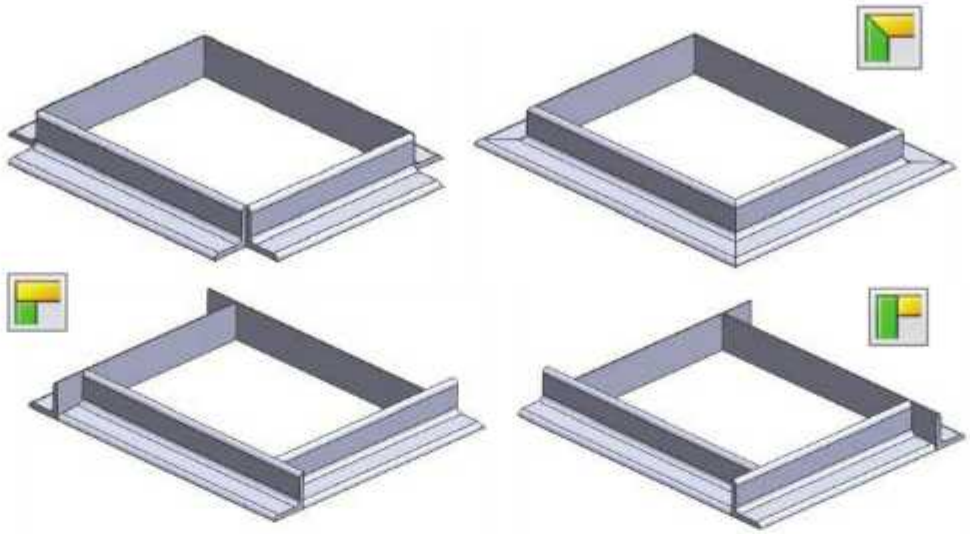
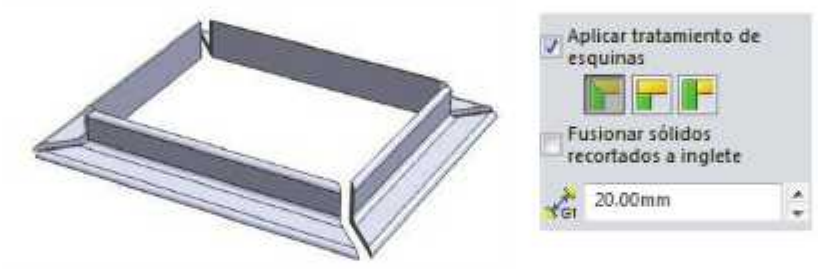


Figura 12.6. **Tratamiento de esquinas**.

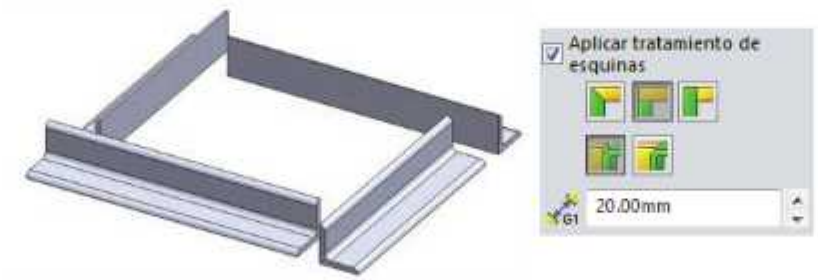
Tratamiento de esquinas



Separación entre segmentos



Extremos a Inglete y Separación entre segmentos conectados del mismo grupo de 20 mm.



Extremos a Tope1 y Separación entre segmentos conectados del mismo grupo de 20 mm.



Figura 12.7. Opciones de **Miembro estructural** (Tratamiento de esquinas).

En versiones inferiores a SolidWorks 2014 durante la creación de un **Miembro Estructural** solo pueden intersecar dos sólidos, como máximo, en un mismo punto. Si desea intersecar un tercer sólido en una esquina debe crear otro segmento Estructural. Con las nuevas versiones puede emplear la opción de creación de Grupos.

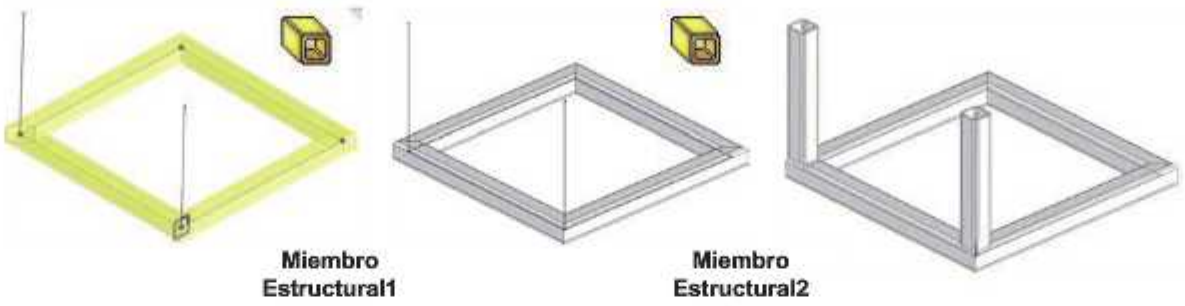


Figura 12.8. Creación de **Miembros Estructurales**.

Punto de perforación

El **Punto de Perforación** permite definir la localización del perfil en relación con el segmento de croquis que define el camino del **Miembro Estructural**. El **Punto de perforación** coincide con el origen de coordenadas para cada uno de los perfiles de la biblioteca aunque debe saber que cualquier **Vértice** o **Punto** del mismo croquis pueden emplearse como **Puntos de perforación**.

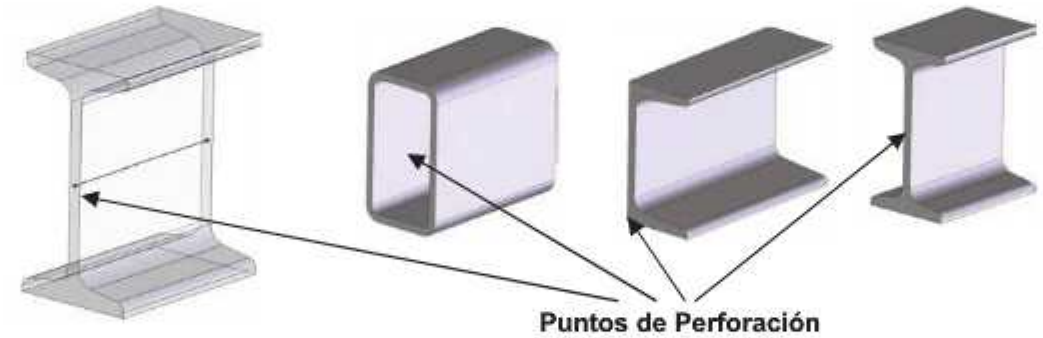


Figura 12.9. **Puntos de perforación** para varios perfiles.

Para modificar un **punto de perforación** las etapas que debe seguir son:

1. Seleccione con el botón secundario del ratón sobre le **Miembro Estructural** deseado y pulse sobre **Editar Operación.** Pulse sobre **Ubicar Perfil** desde la pestaña **Configuración.**

2. Seleccione en la **Zona de Gráficos** el nuevo **Punto de perforación**. Puede seleccionar cualquier **Vértice** o **Punto** del mismo croquis.

3. Pulse **Aceptar**.

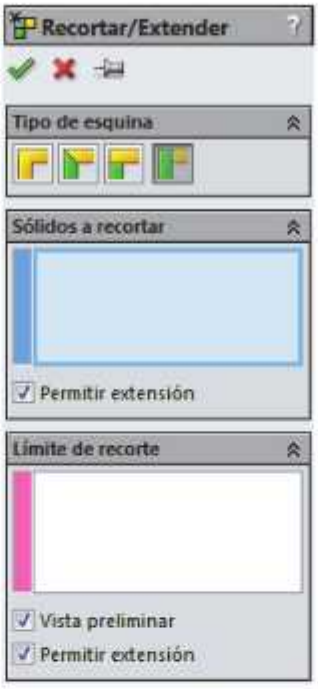


Figura 12.10. Edición del **Punto de Perforación**.

12.3 Recortar y extender



Los **Miembros Estructurales** creados pueden recortarse o alargarse para que se adapten correctamente a la estructura proyectada. La Herramienta **Recortar** y **Extender** puede aplicarla a la esquina de intersección de dos **Miembros Estructurales** o la intersección de uno o más **Miembros Estructurales** con un sólido.



Para **Recortar** o **Extender** las etapas que debe seguir son:

1. Pulse **Recortar/Extender** desde la Barra de Herramientas de **Pieza soldada**, o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Piezas soldadas**, **Recortar/Extender**. Indique el **Miembro Estructural** a recortar y el **Límite de recorte**.

2. Defina el Tipo de esquina a obtener desde el **PropertyManager** de **Recortar/Extender**.

3. Pulse **Aceptar** para terminar la operación. Antes puede visualizar el resultado activando **Vista preliminar**.

Tipo de Esquina

Defina el **Tipo de esquina** a obtener en la Operación. **Extremos recortados**, **a Inglete**, **a Tope1** o a **Tope 2**.

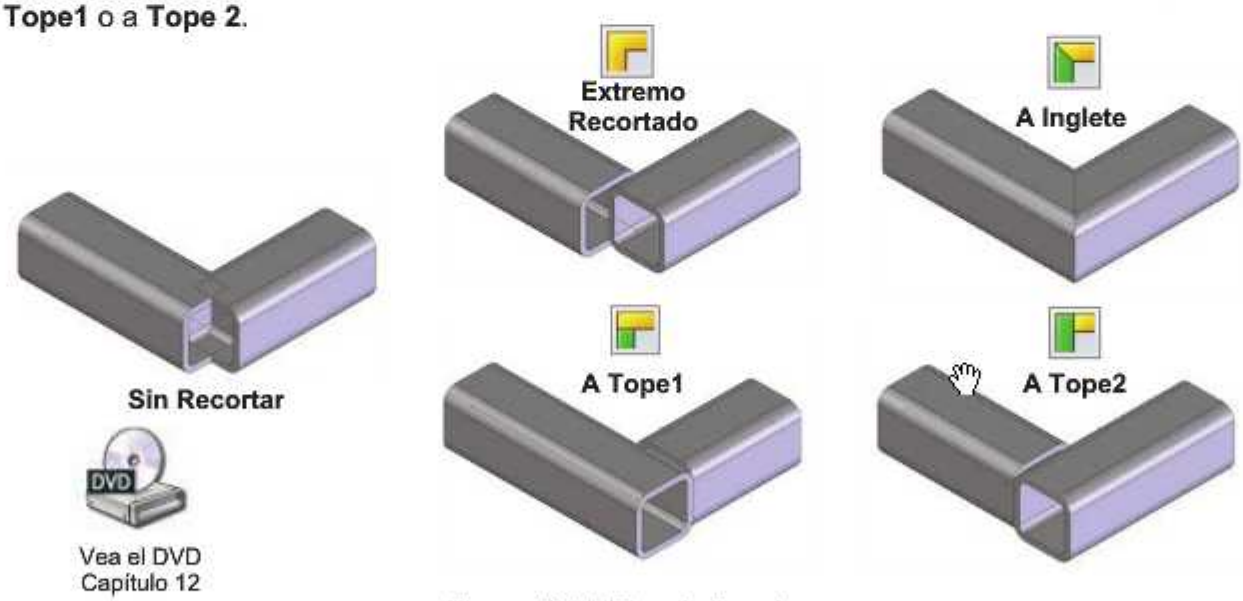


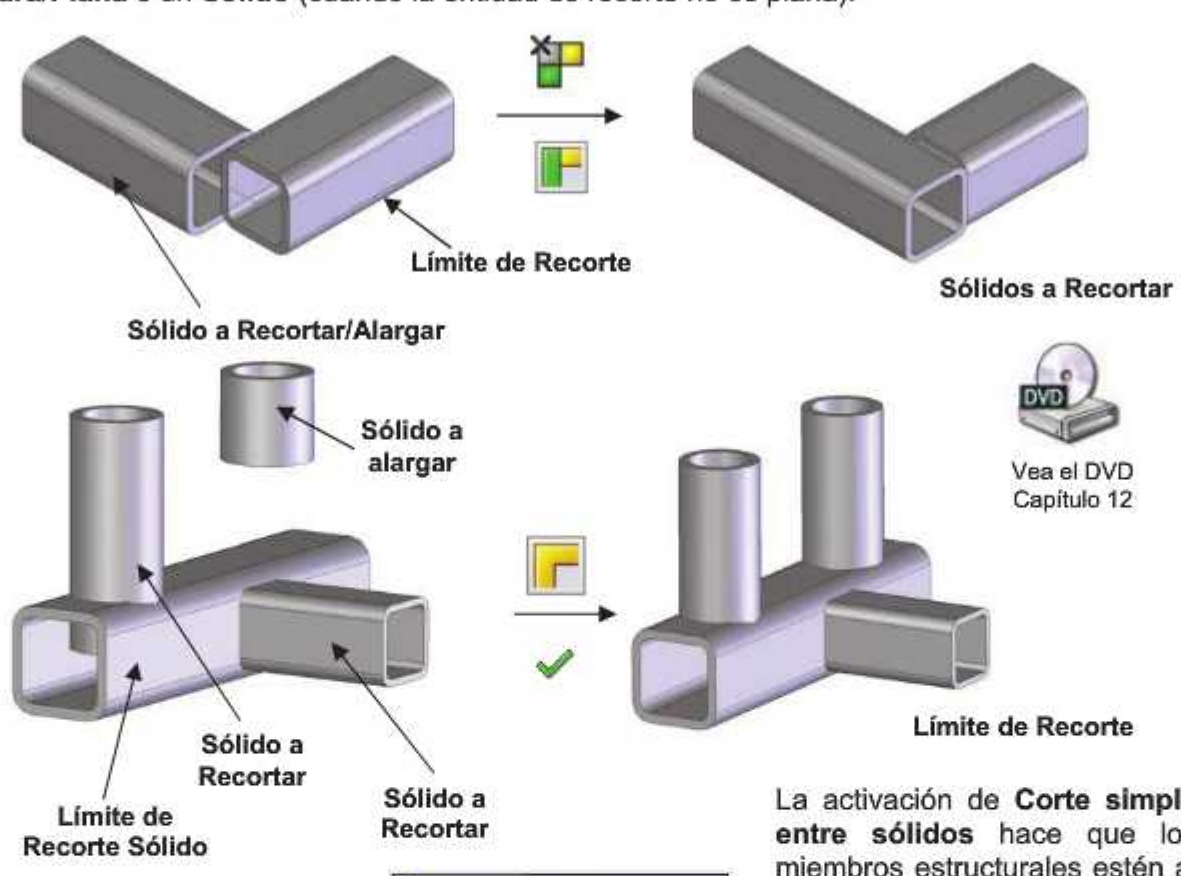
Figura 12.11. **Tipo de Esquina**.

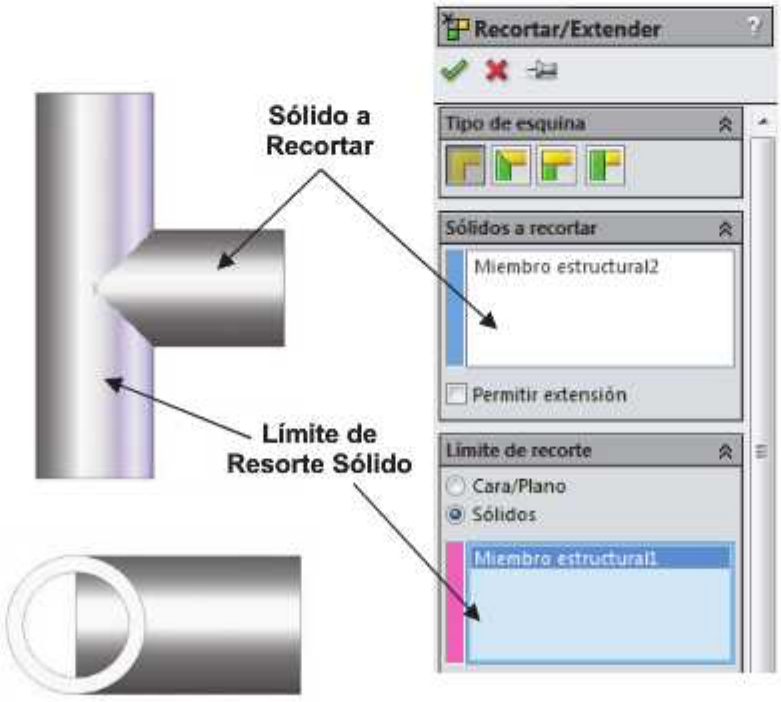
Sólidos a recortar

Seleccione el sólido que desea recortar en función del **Tipo de esquina**. La activación de la casilla **Permitir extensión** alarga el segmento del miembro estructural cuando no toca con el límite de recorte. Es recomendable que emplee la **Vista preliminar** para asegurarse de que los resultados que va a obtener son los deseados.

Límite de recorte

Para el **Tipo de esquina Extremo Recortado** puede seleccionar el **Límite de recorte** mediante una **Cara/Plana** o un **Sólido** (cuando la entidad de recorte no es plana).





La activación de **Corte simple entre sólidos** hace que los miembros estructurales estén al mismo nivel que las caras de contacto planas.

La opción **Corte adaptado entre sólidos** recorta por completo el miembro estructural adaptándolo al miembro de contacto.



Active **Separación de soldadura** e indique el valor **G** o separación de resorte de soldadura.

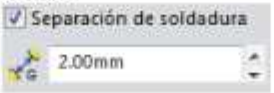
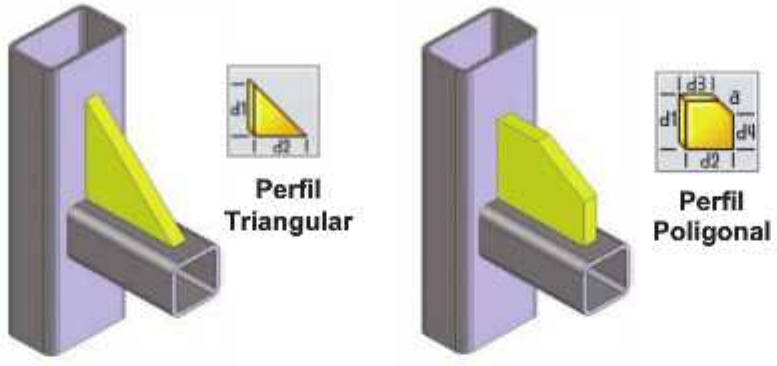
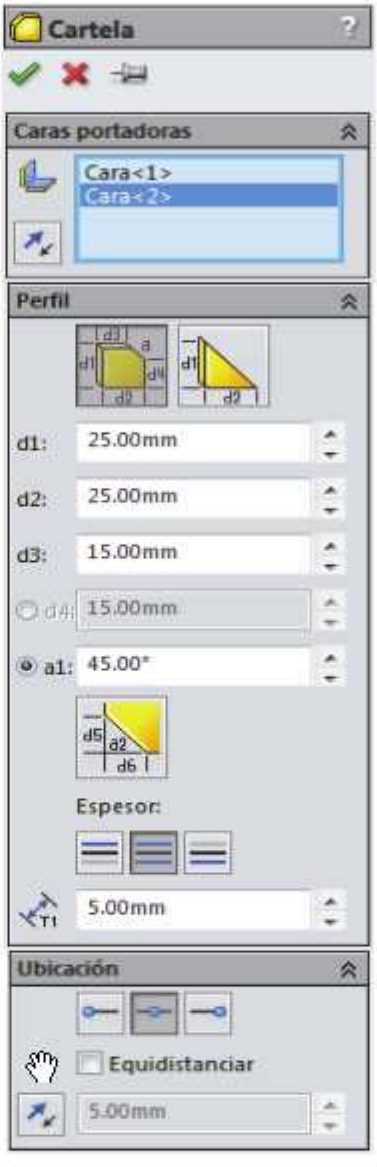


Figura 12.12. Operación **Recortar/Extender**.

12.4 Agregar Cartelas

Las **Cartelas** son perfiles triangulares o poligonales utilizados para reforzar dos **Miembros Estructurales**.





Para **Agregar Cartelas** las etapas que debe seguir son:

1- Pulse **Agregar Cartela** desde la Barra de Herramientas de **Pieza soldada**, o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Piezas soldadas**, **Cartela**.

2- Seleccione las **Caras planas** en los **Miembros Estructurales**. Si desea agregar múltiples **Cartelas** pulse en **Mantener Visible**. La opción **Invertir los parámetros de los perfiles D1 y D2** cambia las distancias **D1** y **D2** definidas en **Perfil**.

3- Seleccione el **Tipo de Perfil** (**Triangular o Poligonal**), sus **Dimensiones**, el **Espesor y su Dirección** (**lado Interior, Ambos lados** o **lado Exterior**). Pulse sobre el icono **Chaflán** para dejar un espacio para ubicar el cordón de soldadura entre la cartela y el miembro estructural.

4- En **Parámetros** puede definir el lugar donde se ubica el perfil de la **Cartela**. En el **Punto Inicial**, en el **Punto Medio** o en el **Punto Final**. La opción **Equidistanciar** permite establecer la equidistancia de forma numérica respecto de su ubicación.

5- Pulse **Aceptar** para crear la **Cartela**.

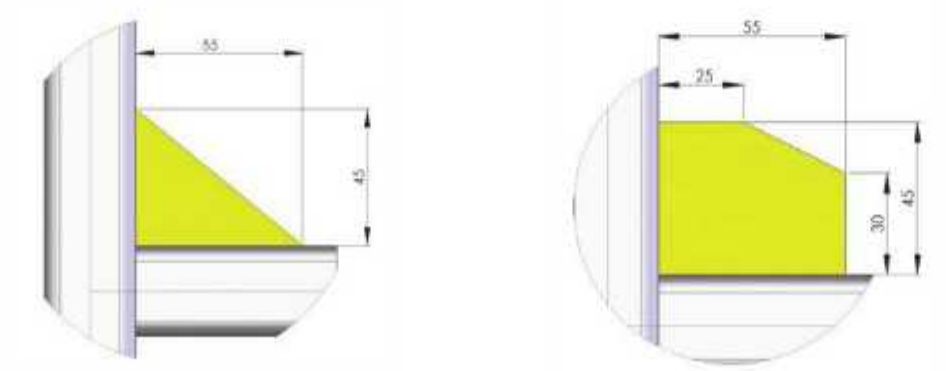


Figura 12.13. **Cartelas Triangulares** y **Poligonales**.

12.5 Tapas en extremos

La Herramienta **Tapas en extremos** cierra los perfiles o **Miembros Estructurales** con una **Tapa**.

Para **Agregar Tapas en los extremos** las etapas que debe seguir son:

1- Pulse **Tapa en extremos** desde la Barra de Herramientas de **Pieza soldada**, o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Piezas soldadas**, **Tapas en extremos**.

2- Seleccione la **Cara del perfil** donde desee agregar la **Tapa** y defina su **Espesor**.

3- En **Equidistancia** puede definir la **Relación de espesor** para indicar la distancia de la tapa respecto del exterior del perfil. El valor máximo admitido es 1. Para un máximo de 1 en la relación de espesor la tapa creada ocupa en área mínima necesaria para tapar el perfil. Cuando es menor a 1 utiliza mayor espacio o área.

4- La opción **Esquinas del chaflán** permite definir una **Tapa** con chaflán.

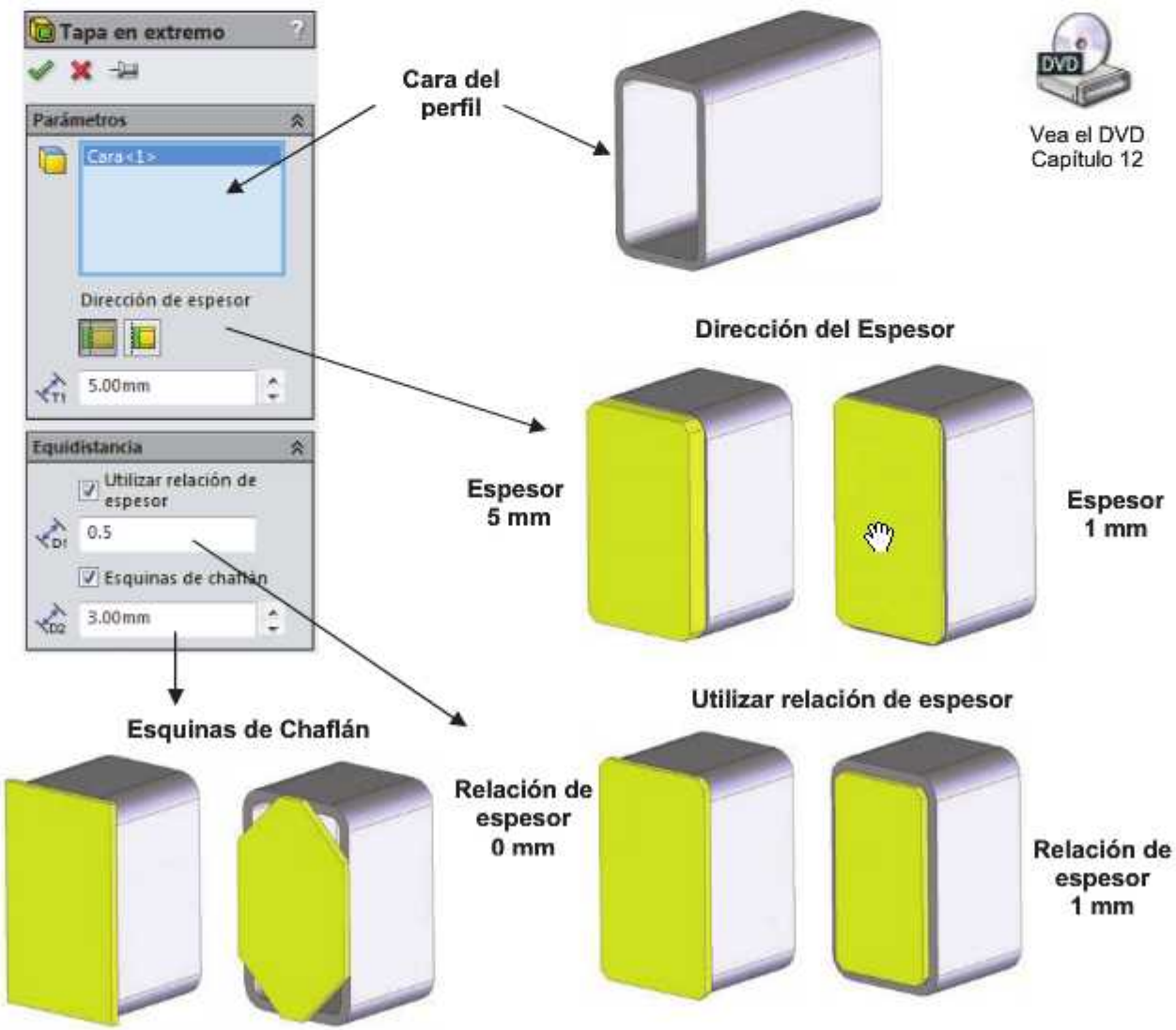


Figura 12.14. **Tapa en extremo**.

12.6 Cordón de redondeo

Permite insertar **Cordones de soldadura de redondeo** del tipo **Continuo**, **Intermitente** o **Alternado** a dos lados entre las entidades intersecantes de una **Soldadura**, **Miembros Estructurales**, **Cartelas** o **Soldadura de chapas**.



Para agregar **Cordones de soldadura de redondeo** las etapas que debe seguir son:

1- Pulse **Cordones de soldadura de redondeo** desde la Barra de Herramientas de **Pieza soldada**, o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Piezas soldadas**, **Cordón de redondeo**.

2- Seleccione el **Tipo de cordón** (**Longitud Completa**, **Intermitente** o **Alternado a dos lados**).

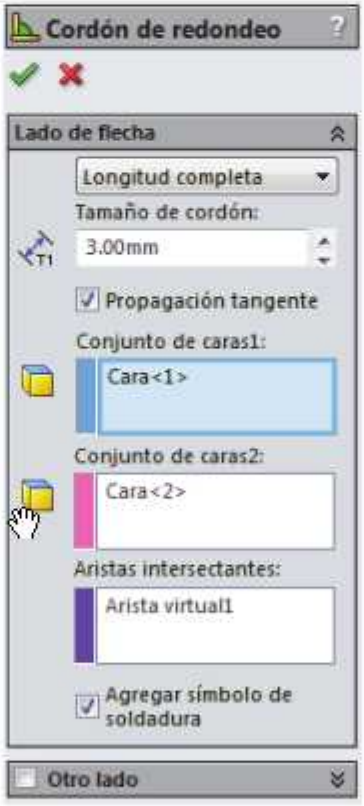
3- Defina el **Tamaño del cordón**. Para el tipo **Intermitente** o **alternado a dos lados** defina una **Longitud** y un **Paso de rosca** del cordón.

4- Active o desactive **Propagación tangente**.

5- Seleccione un **Conjunto de caras1** y un **Conjunto de caras2** que estén enfrentadas. Se crean **Aristas virtuales** en la zona de intersección de las caras seleccionadas. La vista preliminar del cordón de soldadura indica el aspecto final.

6- Para la soldadura tipo **Longitud completa** e **Intermitente**, seleccione **Otro lado** y repita los pasos 3-6.

7- Pulse **Aceptar**.



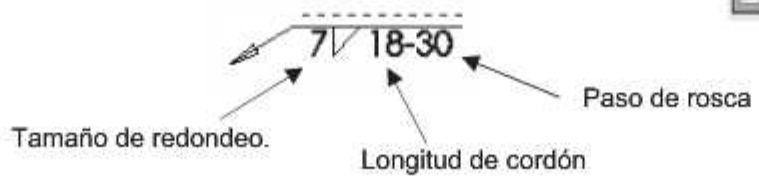


Figura 12.15. Ejemplos de **Cordones de soldadura** de redondeo.

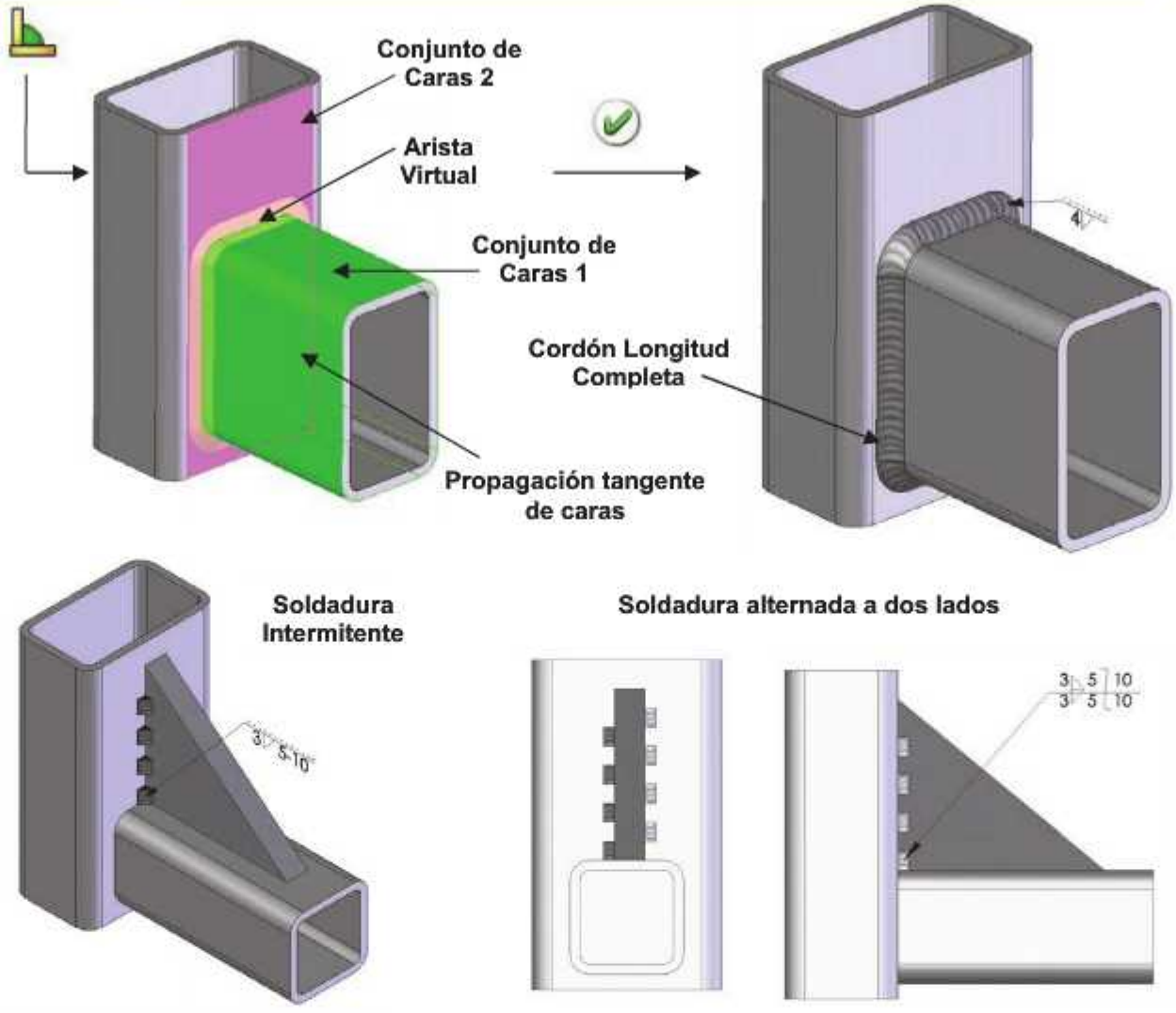


Figura 12.16. Ejemplos de **Cordones de soldadura** de redondeo.

Pulse con un doble clic con el botón izquierdo del ratón sobre la simbología de la soldadura indicada para configurar las propiedades según la Norma ISO. Recuerde que muchas de las propiedades que definen un cordón de soldadura están disponibles por encima y por debajo de la línea de símbolo.

Gestor de Diseño en operaciones de soldadura

Todas las operaciones de **Miembro Estructural** y de **Soldadura** realizadas en una pieza aparecen en el **Gestor de Diseño** del **FeatureManager**.

La creación del primer **Miembro Estructural** crea la operación de **Pieza soldada** (icono) y es agregada al **Gestor de Diseño**. Además, crea dos configuraciones en el **ConfigurationManager**. La primera configuración es la denominada **Predeterminada <Como mecanizada>** y la segunda, derivada de la primera, **Predeterminado <Como soldadura>**.

La Operación **Pieza soldada** no es ninguna función de diseño pero su activación en el **Gestor de Diseño** activa las funcionalidades de **Pieza soldada**.

Los **Miembros Estructurales** creados aparecen en el **Gestor de diseño** como **Miembro Estructural1**, **Miembro Estructural2**, etc. Los sólidos creados por los Miembros se indican como **Sólidos**.

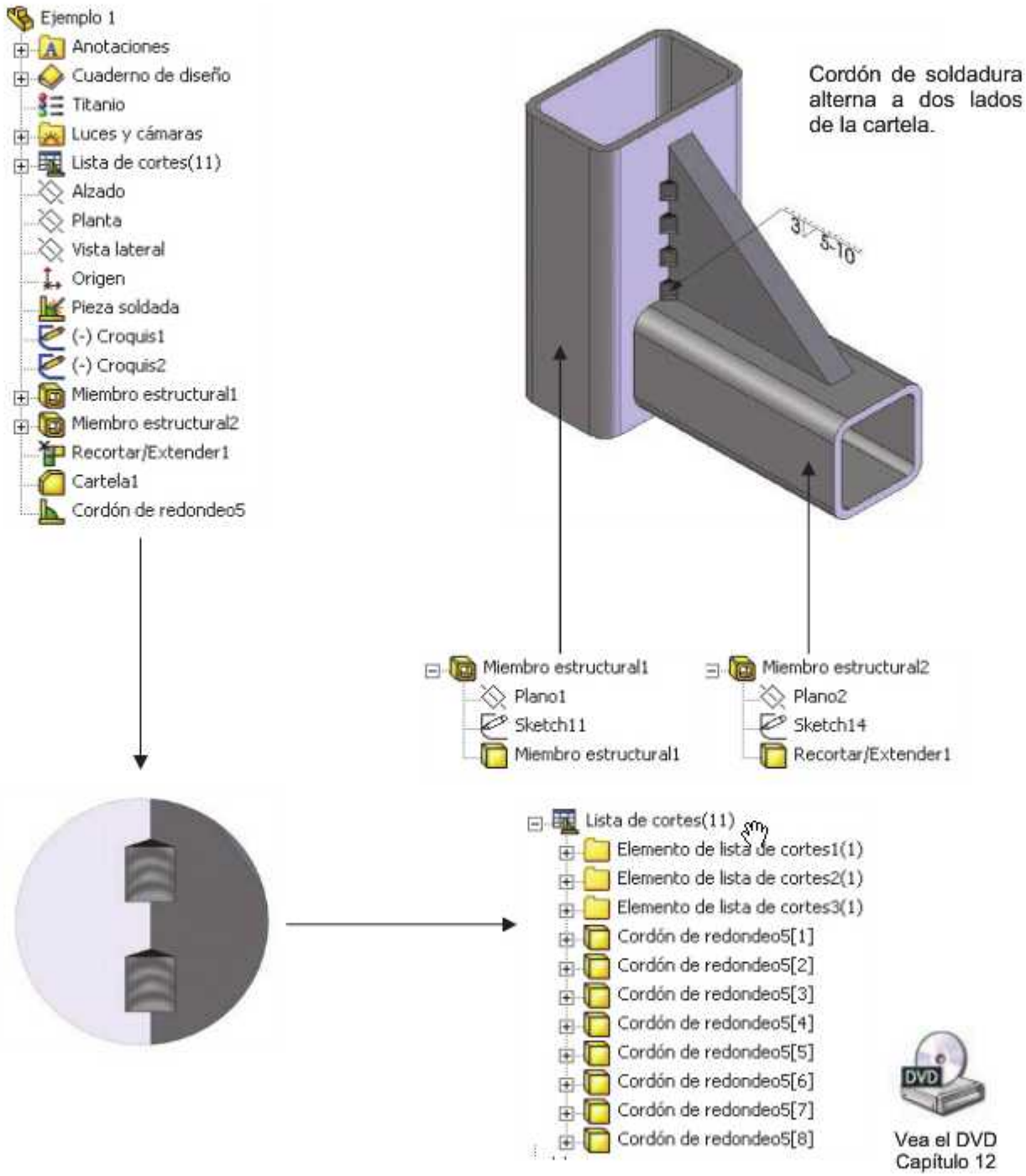


Figura 12.17. **Gestor de Diseño** en operaciones de **Piezas Soldadas**.

12.7 Creación de perfiles normalizados

SolidWorks® permite crear perfiles normalizados personales para usarlos como **Miembros Estructurales** diferentes a los ya contenidos en la biblioteca como predefinidos. Para su creación debe dibujar el perfil como un croquis y guardarlo en la carpeta **weldment profiles**.

Para **Crear un perfil de pieza** soldada las etapas que debe seguir son:

1- Pulse sobre documento **Nuevo** y croquice el perfil deseado. Es importante empezar el croquis en el origen que es el **Punto de perforación** utilizado cuando se crea el **Miembro Estructural**.

2- Cierre el croquis pulsando sobre **Reconstruir**.

3- Seleccione el croquis dibujado desde el **Gestor de Diseño** y pulse sobre él con el botón secundario del ratón. Pulse la opción **Archivo, Guardar Como**.

4- Seleccione la carpeta (**directorio de instalación de SolidWorks) \data\weldment profiles** y la extensión **Lib Feat Part (*.sldlfp)**. Defina el croquis con un **Nombre** y pulse **Guardar**. El nombre asignado a la pieza es el que aparece cuando abre la operación de **Miembro Estructural**.



Croquis del nuevo perfil

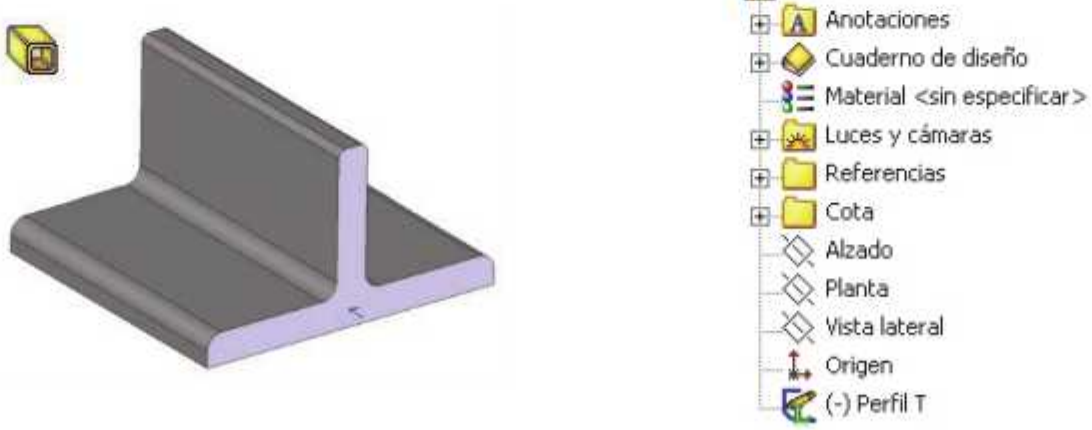


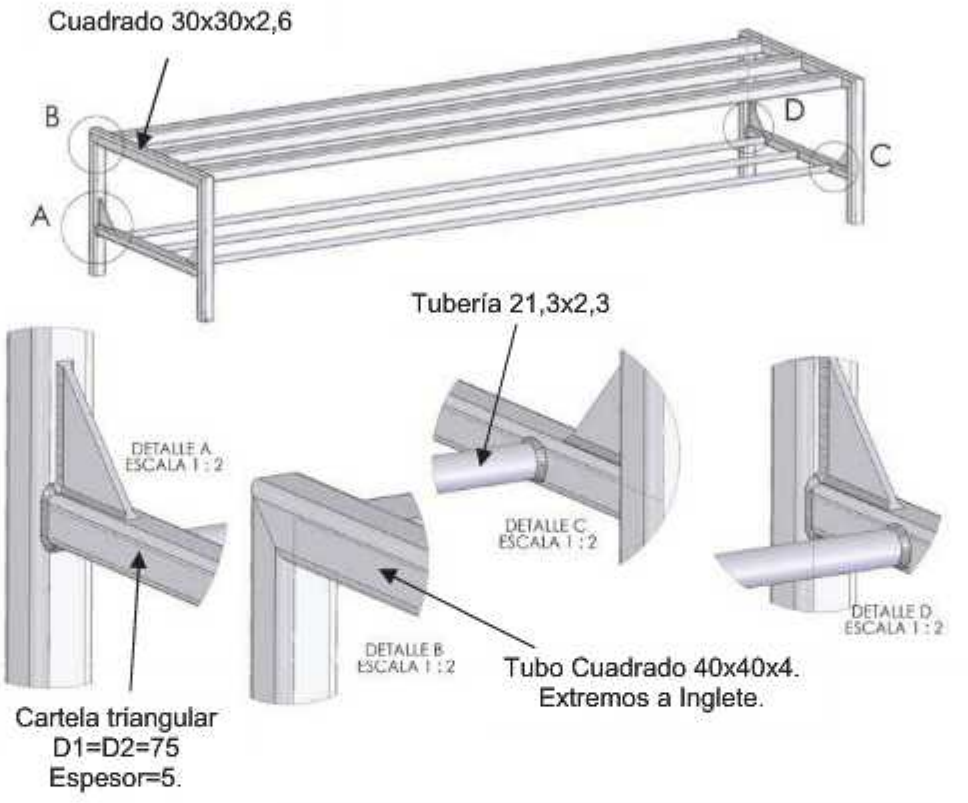
Figura 12.18. Creación de **Perfiles Normalizados**.

Práctica 12-1

Diseñe el banco y la silla de la figura a partir del miembro estructural y empleando cartelas y soldadura.

25 minutos

1



2





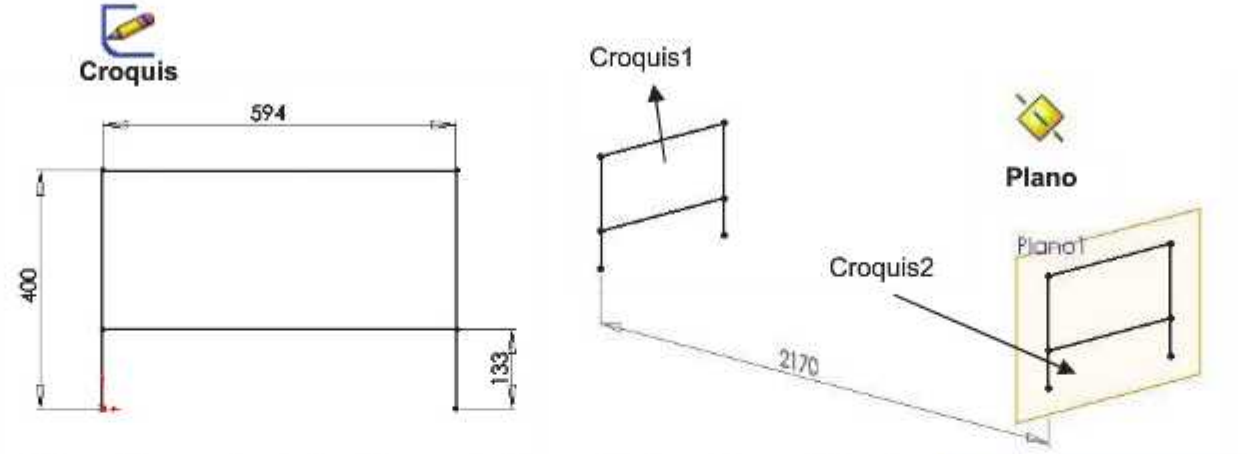
Vea el DVD
Capítulo 12

Objetivos del tutorial

- Crear la estructura del banco y la silla a partir de **Miembro estructural.**
- Emplear **Recortar/Extender, Cordón de redondeo** y **Cartela.**

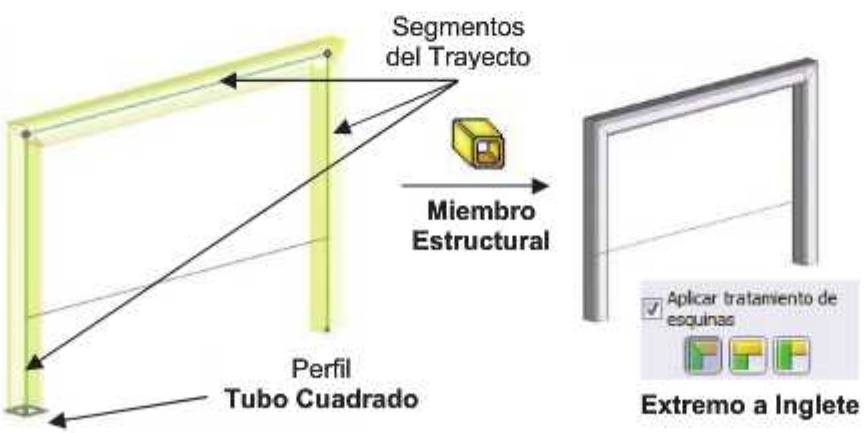
Práctica Guiada 12-1

1. Pulse la opción **Nuevo** del Menú Persiana **Archivo** o sobre el icono **Nuevo**. Seleccione **Pieza** y pulse **Aceptar**. Seleccione el plano de trabajo **Vista Lateral** del **Gestor de diseño** y pulse sobre **Normal a** para visualizarlo en verdadera magnitud. Croquice el contorno de una de las alas del banco según las medidas indicadas en la figura. Pulse **Reconstruir** para ascender el croquis realizado en el **Gestor de diseño**.



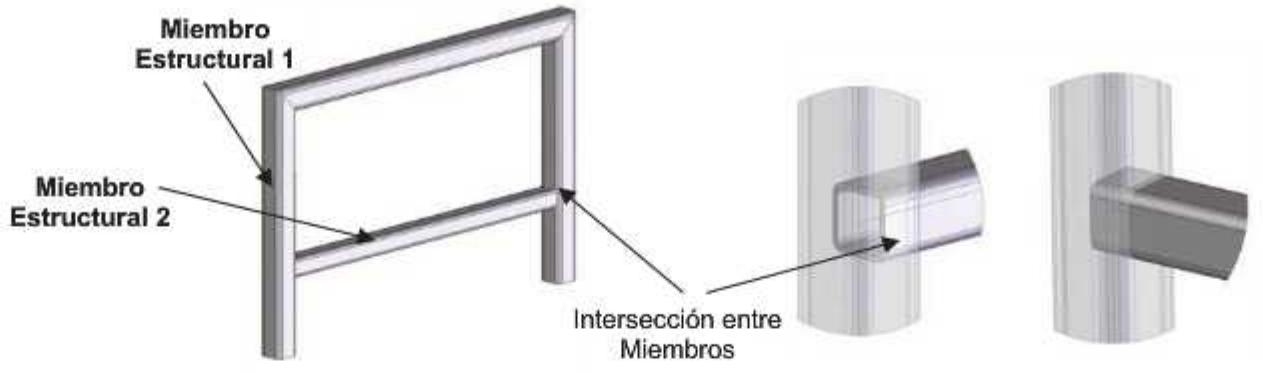
2. Pulse **Plano** desde la Barra de Herramientas **Geometría de Referencia** para crear un **Plano Nuevo equidistante**. Seleccione el **Plano** definido por la **Vista Lateral** desde el **Gestor de Diseño** e indique una equidistancia de 2170 mm. Croquice el mismo perfil y pulse **Reconstruir**. Observe que en el **Gestor de Diseño** aparecen los dos croquis creados (croquis1 y croquis2).

3. Pulse **Miembro Estructural** desde la Barra de Herramientas **Piezas soldadas** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Piezas soldadas**, **Miembro Estructural** y seleccione las líneas que conforman los **Segmentos del Trayecto** (parte exterior del perfil definido por el croquis1). A continuación indique **Iso**, **Tubo cuadrado** de **Tamaño 40 × 40 × 4** y defina los **Extremos a inglete**. Pulse **Aceptar**.



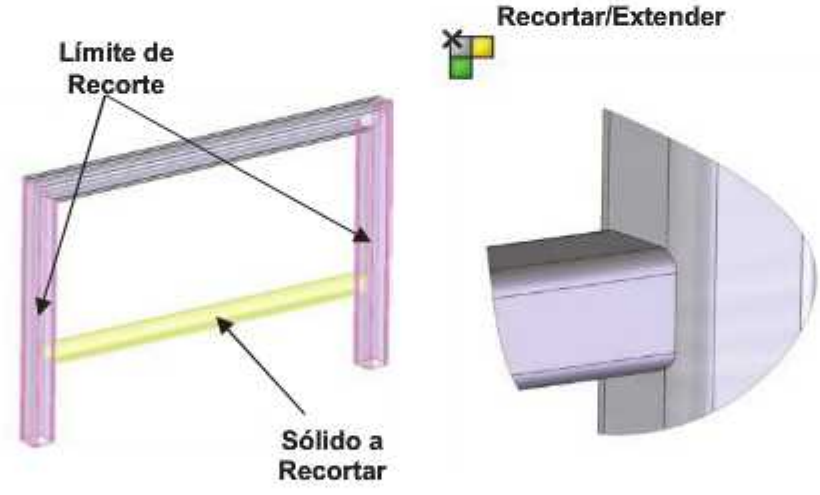


4. Vuelva a seleccionar la operación **Miembro Estructural** y repita el proceso para el segmento intermedio pero con un perfil de **Tubo cuadrado Iso** de **Tamaño** 30 × 30 × 2,6. Pulse **Aceptar**.



5. Observe como el **Miembro Estructural** creado penetra dentro del primer Miembro produciendo una intersección entre ambos. Para eliminar la intersección pulse **Recortar/Extender** desde la Barra de Herramientas **Piezas soldadas** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Piezas soldadas**, **Miembro Estructural**. Seleccione el **Miembro Estructural2** como **Sólido a Recortar** y el **Miembro Estructural1** como **Límite de Recorte**. Active **Vista Preliminar** para visualizar el corte. Pulse **Aceptar**.



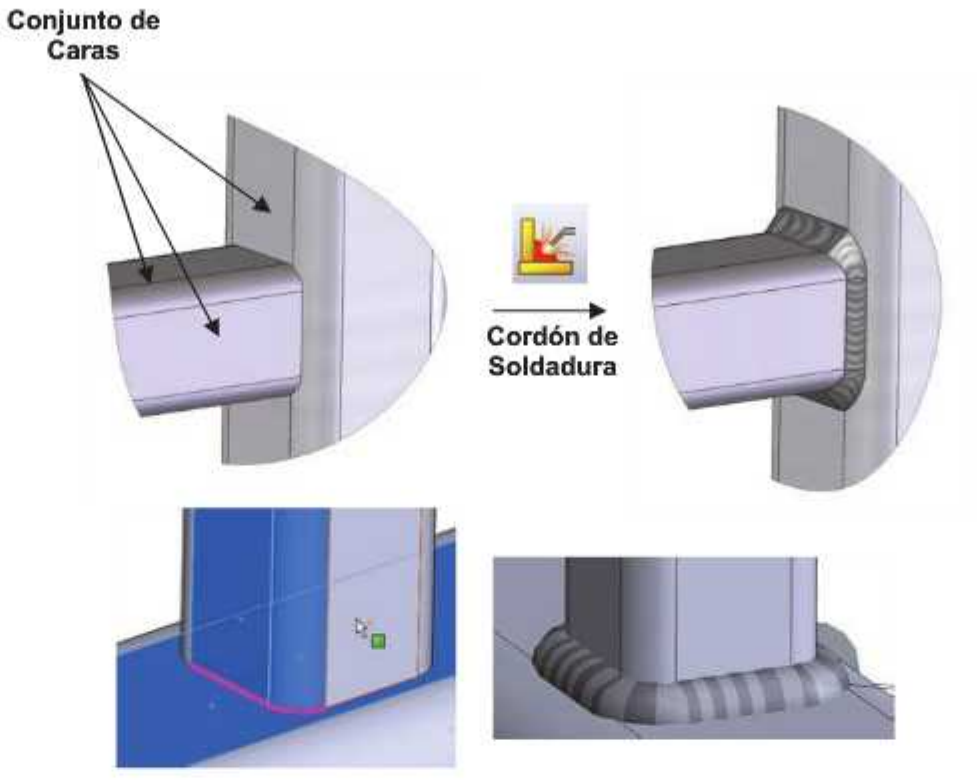


Creación del Cordón de soldadura y las Cartelas

6. Para insertar los cordones pulse **Cordón de soldadura** desde la Barra de Herramientas **Piezas soldadas** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Piezas soldadas**, **Cordón de Redondeo**.

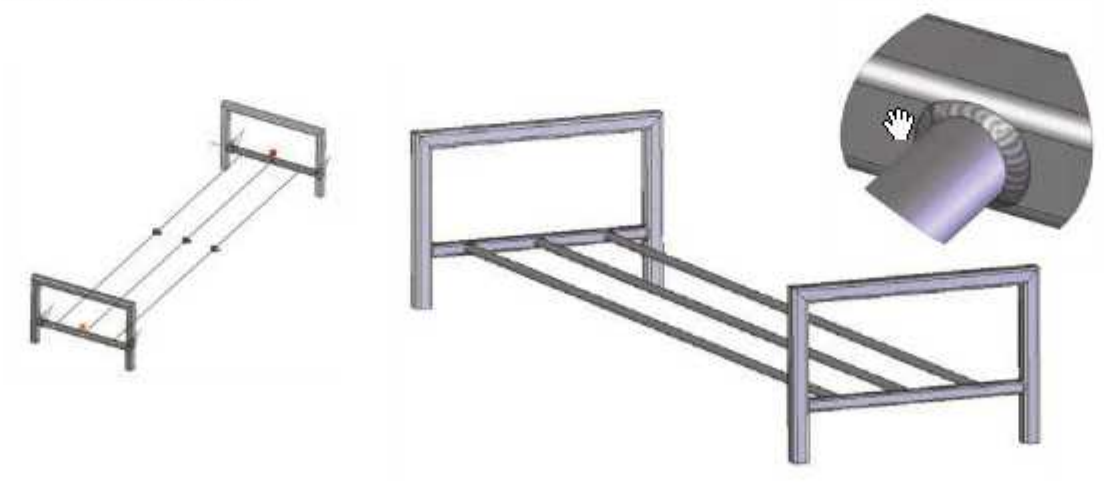
   Seleccione el **Conjunto de Caras** que deban compartir las aristas dónde desee ubicar el **Cordón de soldadura**. Defina un cordón del **Tipo Longitud Completa** y **Tamaño** 5 mm. Active **Propagación tangente** para propagar la creación del cordón entre las caras tangentes seleccionadas. Pulse **Aceptar** para crear el cordón. Repita la operación en el extremo opuesto del **Miembro Estructural**. El cordón de soldadura también puede definirse a partir de la definición del cordón mediante su croquizado en **Trayectoria de soldadura**.





7. Repita el proceso desde el paso 5 al 8 para el **croquis2** creado en el plano equidistante.

8. Pulse **Plano** desde la Barra de Herramientas **Geometría de Referencia** y cree un **Plano** paralelo al **Plano Planta** que pase por el punto medio del Miembro Estructural2. Croquice tres líneas equidistantes a 180 mm situando la primera de ellas en el centro tal y como se muestra en la figura.

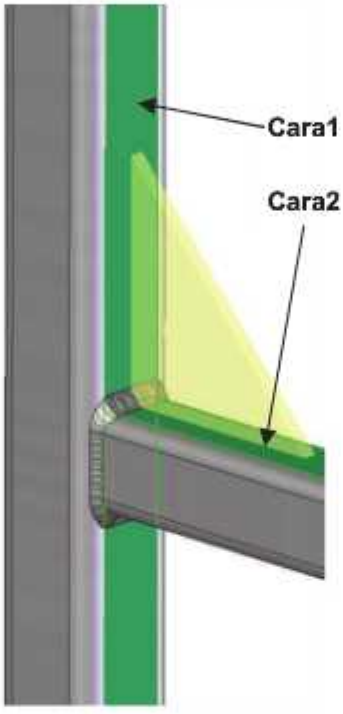


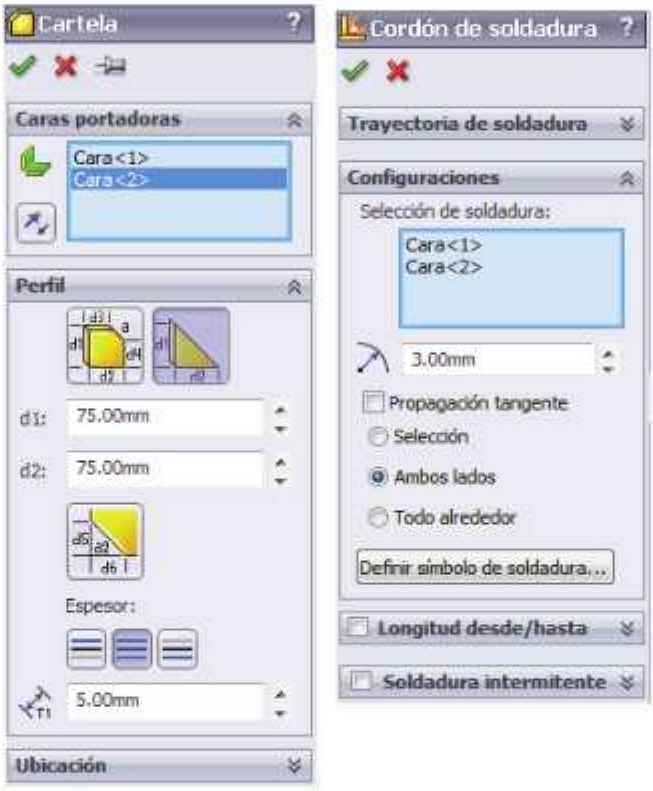
9. Pulse **Miembro Estructural** y seleccione **Tubería de Tamaño 21,3x2,3**. Pulse **Aceptar**. **Recorte** los extremos y cree un **Cordón de soldadura** de 3 mm de espesor. Pulse **Aceptar**.

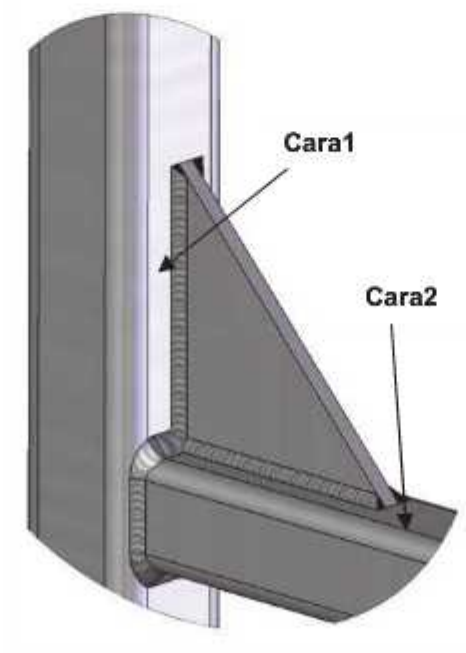
10. Para crear los nervios pulse **Cartela** desde la Barra de Herramientas **Piezas soldadas** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Piezas soldadas**, **Cartela**. Seleccione el **Perfil Triangular** y las **Distancias D1** y **D2** de 75 mm. **Espesor** 5 mm. Pulse **Aceptar**.

11. Seleccione **Cordón de Redondeo** de **Longitud Completa** y **Tamaño** 3 mm e indique el conjunto de **Caras** a uno y otro lado de la **Cartela**. Pulse **Aceptar**.

12. Repita el proceso de creación y de **Soldadura** de cada una de las **Cartelas** del modelo.







La Barra de herramientas de **Piezas Soldadas** incluye 7 iconos: **Pieza soldada**, **Miembro estructural**, **Cartela**, **Tapa en extremo**, **Cordón de soldadura**, **Cordón de redondeo** y **Recortar/Extender**.



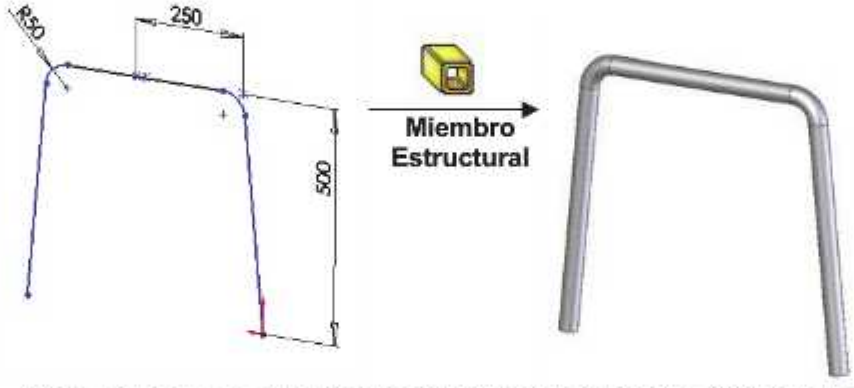
Practica guiada 12-1 (Silla)



1. Pulse **Nuevo** del Menú Persiana **Archivo** o sobre el icono **Nuevo**. Seleccione **Pieza** y pulse **Aceptar**. Seleccione **el Plano de Trabajo Planta** desde el **Gestor de diseño** y pulse sobre **Normal a** para visualizarlo en verdadera magnitud.

2. Pulse sobre el icono de **Croquis** y seleccione la Herramienta de croquizar **Línea**. Croquice el perfil de la pata de la silla tal y como se indica en la figura adjunta.

3. Pulse **Miembro Estructural** desde la Barra de Herramientas **Piezas soldadas** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Piezas soldadas**, **Miembro Estructural**. Seleccione **Tubería Iso** de **sección 33.7 × 4.0 mm** y pulse **Aceptar**.



4. Cree un **Plano equidistante** al primero y que diste 600 mm y repita la misma operación con la segunda pata.

5. Cree un segundo **Plano** que diste 600 mm del plano **Planta** para dibujar los largueros horizontales de la estructura de la silla. Empiece la línea de croquis justo en la línea que define las patas de la silla. Una vez croquizados pulse **Miembro Estructural** y seleccione una **Tubería Iso** de **26.9 × 3.2** mm de sección.

6. Pulse **Recortar/Extender** y seleccione las estructuras de las patas como **Sólidos a recortar** y las dos tuberías horizontales como **Límite de recorte**. Pulse **Aceptar** para **Recortar/Extender**.

7. Pulse **Croquis 3D** desde la Barra de Herramientas de **Piezas soldadas** y croquice la forma exterior de la base y el respaldo de la silla siguiendo las dimensiones aproximadas indicadas en la figura. Una vez croquizados pulse **Miembro Estructural** y seleccione una **Tubería Iso** de **33.7 × 4.0 mm** de sección.

8. Repita la misma operación para crear la estructura del respaldo empleando una **Tubería** ISO de **26.9 × 3.2 mm** de sección circular.

9. **Recorte/alargue** el resto de **Miembros Estructurales** de la misma forma que lo hizo en la etapa 8 del tutorial.



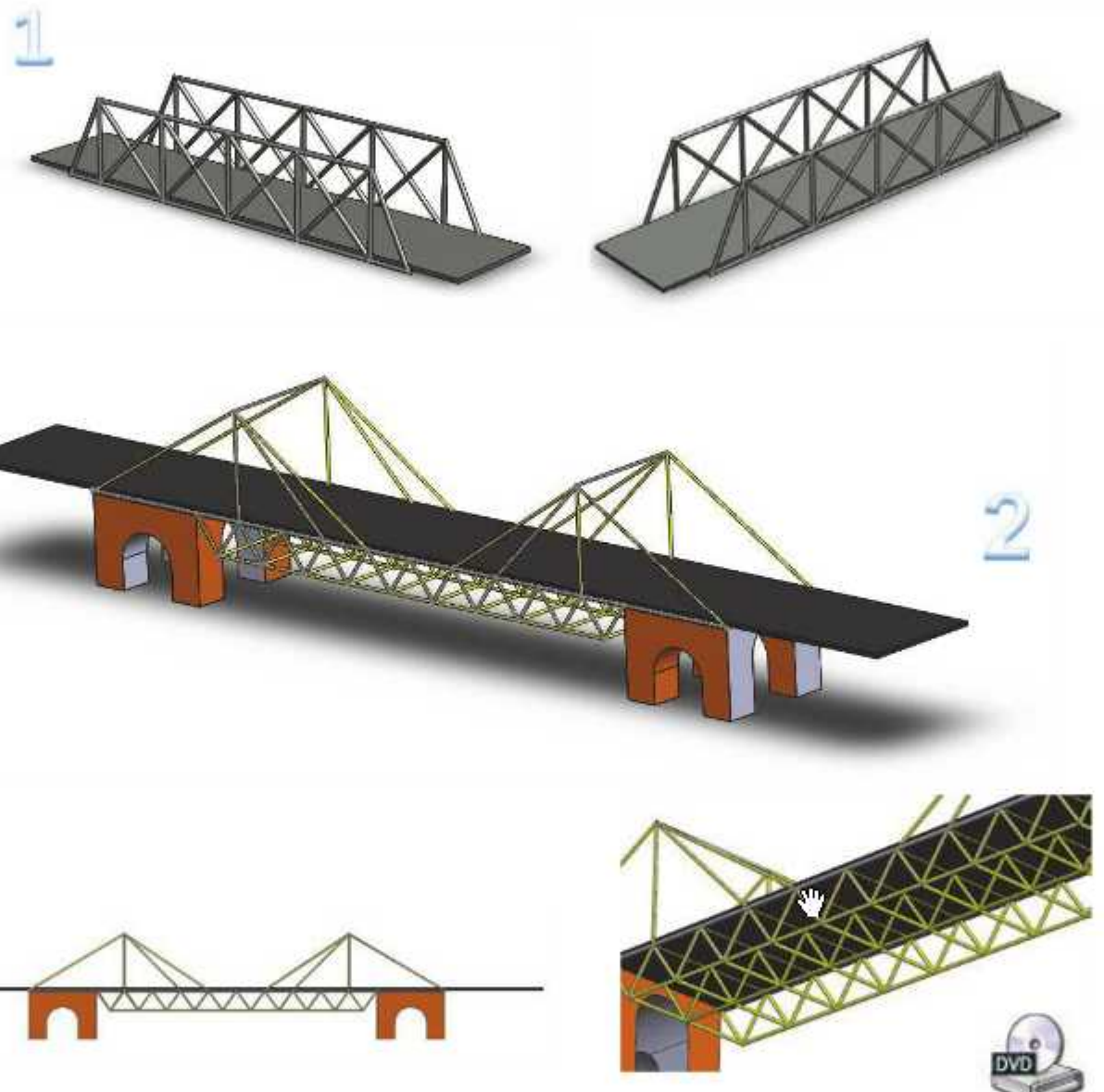


La opción **Selección inteligente de soldadura** permite arrastrar el cursor sobre las caras por dónde desee crear el cordón de soldadura. Recuerde que para crear cordones de soldadura debe seleccionar **Insertar > Piezas soldadas > Cordón de soldadura** para el caso de una pieza e **Insertar > Operación de ensamblaje > Cordón de soldadura**, para un ensamblaje.

Práctica 12-2

Diseñe la estructura de las maquetas de los puentes indicados en la figura empleando Miembro estructural.

40 minutos



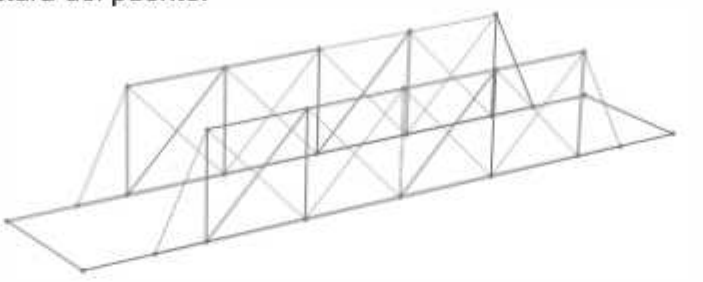
Vea el DVD
Capítulo 12

Objetivos del tutorial

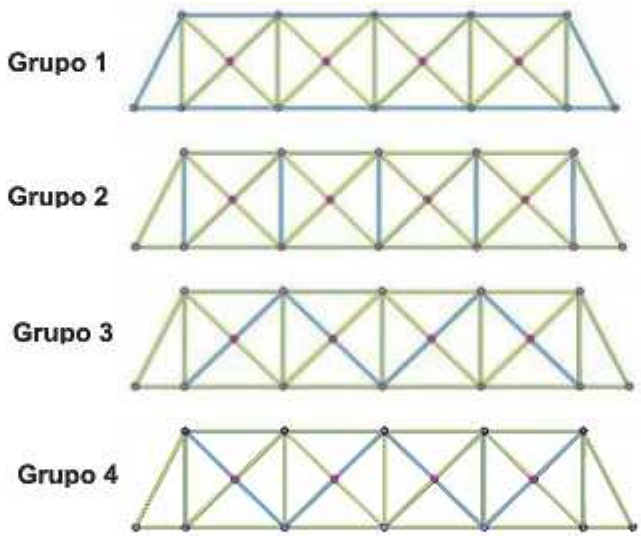
- Crear la estructura de los puentes a partir de **Miembro estructural.**
- Emplear **Recortar/Extender, Cordón de redondeo** y **Cartela.**

Práctica Guiada 12-2

1. Pulse **Abrir** del Menú Persiana **Archivo** o sobre el icono **Abrir** y localice el fichero de la práctica 12-2 (P12-2) contenido en el DVD que acompaña el libro. El fichero contiene los croquis que conforman la estructura del puente.



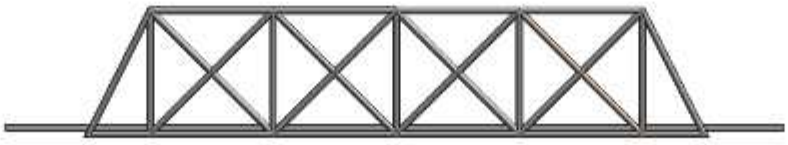
2. Pulse **Miembro Estructural** desde la Barra de Herramientas **Piezas soldadas** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Piezas soldadas**, **Miembro Estructural**. Seleccione **Tubería Iso** de **sección 21.3 × 2.3 mm**. Pulse sobre **Nuevo grupo** y seleccione el contorno exterior de la estructura (Grupo 1). Pulse **Aceptar**.





3. Puede repetir el mismo proceso o crear una simetría de la estructura creada. Para terminar realice una extrusión de la base del puente desde el Menú **Operaciones Extruir/saliente**. Realice una extrusión de 20 mm.

4. Repita el mismo procedimiento pero con la maqueta del segundo puente.



Capítulo 13
Biblioteca de diseño y Toolbox

Introducción

En el presente capítulo se estudia la **Biblioteca de Diseño** y las aplicaciones de **Toolbox** y **3DContentCentral**.

SolidWorks® **Toolbox** es una biblioteca de piezas estándar paramétricas formadas por componentes mecánicos como **Rodamientos**, **Tornillos**, **Tuercas**, **Engranajes**, **Levas**, **Pernos**, entre otros. La biblioteca permite seleccionar el componente mecánico adecuado, definir sus parámetros y dimensiones normalizadas e insertarlo en el ensamblaje. Los componentes contenidos en la biblioteca admiten **Normas Internacionales** como **ANSI**, **BSI**, **CISC**, **DIN**, **ISO** y **JIS**.

Además, SolidWorks® **Toolbox** incluye otras herramientas como una **Calculadora de vigas** capaz de determinar el esfuerzo y la deflexión o una **Calculadora de rodamientos**, útil en la determinación de la capacidad y vida de un rodamiento, entre otras aplicaciones.

Junto a **Toolbox** SolidWorks dispone de otros recursos: el **Explorador de archivos** o el **3D ContentCentral**, servicio gratuito *online* que pone a su servicio más de 100 catálogos de proveedores y más de un millón de modelos 3D y 2D certificados por los fabricantes.

Contenido

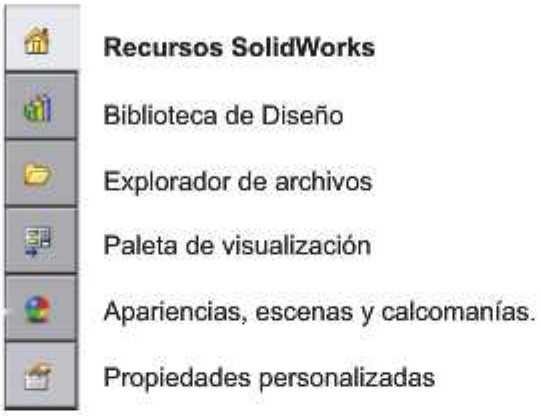
- Recursos de SolidWorks.
- **Elementos normalizados** y **Normas Internacionales** de aplicación contenidas en la **Biblioteca de Diseño** (**Toolbox**).
- Etapas básicas en la inserción de los elementos Normalizados.
- **Calculadora de vigas**, de **Rodamientos** y **Creación de Ranuras**.
- **3DContentCentral**.
- Otras aplicaciones de **Toolbox**.

Objetivos

- Justificar el uso de **Toolbox**.
- Estudiar la parametrización de los elementos Normalizados desde el **Toolbox**.
- Conocer otras aplicaciones de **Toolbox** y **3D ContentCentral**.

13.1 Recursos de SolidWorks®

La pestaña **Recursos de** SolidWorks® contiene un conjunto de vínculos e información muy útil para los nuevos usuarios de SolidWorks®. El panel de tareas está dividido en cuatro partes: **Empezar a trabajar**, **Comunidad**, **Recursos en línea** y **Sugerencias del día**.





Empezar a trabajar

Nuevo documento. Abre el cuadro de diálogo de **Nuevo documento**.

Abrir documento. Abre el cuadro de diálogo de **Abrir un documento**.

Tutoriales en línea. Accede a una página con tutoriales para el autoaprendizaje. Se incluyen tutoriales muy variados: desde tutoriales básicos de iniciación, técnicas avanzadas, herramientas de productividad, simulación, etc.

Novedades. Incluye un fichero en formato PDF o HTML donde se indican las principales novedades de las nuevas versiones.

Introducción a SolidWorks. Abre un fichero en formato PDF con tutoriales básicos de pieza, ensamblaje y dibujo. Es un material didáctico muy recomendable para iniciarse en SolidWorks.

Información general. Conecta con la web de SolidWorks. Puede obtener información sobre las nuevas versiones, aplicaciones, tutoriales, ayudas *on line*, etc.

Herramientas de SolidWorks

Formado por varias herramientas útiles para gestionar usuarios, probar el rendimiento del equipo o copiar configuraciones.



Figura 13.1. Herramientas de SolidWorks. **Diagnóstico** y **Mantenimiento del sistema**.

Generador de la pestaña de propiedades. Es una herramienta empleada en la definición de un interfaz personalizado para introducir propiedades en los archivos de SolidWorks. Es muy útil cuando varias personas utilizan SolidWorks y se crean diversos usuarios, siendo el administrador el encargado de gestionar las propiedades de cada uno de ellos.

SolidWorks Rx. Es una aplicación que puede ayudarle a detectar problemas en su equipo, realizar tareas de mantenimiento del sistema de SolidWorks y revisar problemas de funcionamiento. Desde **Diagnóstico** revisa problemas comunes de rendimiento y estabilidad del equipo. En **Captura de problema** se genera un informe con toda la información sobre el funcionamiento y los problemas observados. Otras de las funcionalidades a destacar es la iniciación de SolidWorks en el modelo **OpenGL**, muy útil cuando se tienen problemas con la tarjeta gráfica.

Prueba comparativa de rendimiento. Permite analizar el rendimiento del sistema de su equipo y compararlo con el rendimiento obtenido por otros usuarios.

Comparar My Score. Compara el resultado del rendimiento del sistema obtenido con los obtenidos por otros usuarios. Para su empleo es necesario suscripción.

Asistente para copiar configuraciones. Guarda, restaura y propaga configuraciones de sistema a usuarios, equipos o perfiles predefinidos. Puede ejecutar este mismo asistente desde el Menú de persiana **Herramientas**, **Guardar/restaura configuración**.

Comunidad

Portal del cliente. Accede al portal del cliente.

Foro de discusión. Enlaza con un foro de discusión que se divide en temas y dónde los usuarios exponen dudas e inquietudes a cerca de las herramientas de SolidWorks.

Grupos de usuarios. Enlaza con la red o comunidad de grupos de usuarios de SolidWorks.

Novedades más actuales. Muestra las noticias y eventos más recientes.

Sugerencias del día. Muestra sugerencias diferentes cada vez que inicia una nueva sesión. Pulsando **Siguiente** se accede a una nueva sugerencia. Con ellas podrá aprender algunos trucos de visualización, restricción de croquis, levantamiento de geometría tridimensional, ensamblajes, entre otros.



Figura 13.2. Portal de clientes, Foro de discusión y sugerencias del día.

13.2 Biblioteca de diseño y Toolbox

SolidWorks® **Toolbox** es una biblioteca de piezas estándar paramétricas formadas por componentes mecánicos normalizados como **Rodamientos**, **Tornillos**, **Tuercas**, **Engranajes**, **Levas**, **Pernos**, entre otros. La biblioteca permite seleccionar el componente mecánico deseado, definir sus parámetros y dimensiones normalizadas e insertarlo en el ensamblaje. Los elementos normalizados contenidos en la biblioteca admiten Normas Internacionales como **ANSI**, **BSI**, **CISC**, **DIN**, **ISO** y **JIS**.

La **Biblioteca de diseño** contiene elementos normalizados listos para ser insertados en los ensamblajes previa definición de sus características. El Menú de Persiana **Toolbox** contiene diversas herramientas de ingeniería de entre las que se destacan la **Calculadora de vigas** y de **Rodamientos**, el **Generador de Ranuras** y el **Generador de perfiles transversales de acero estructural**.



Figura 13.3. **Biblioteca de diseño** y **Toolbox**.

13.3 Toolbox Browser

Toolbox es un complemento de SolidWorks® que no es accesible si no se activa previamente. Para poder usarlo active SolidWorks® **Toolbox** y SolidWorks® **Toolbox Browser** del Menú de Persiana **Herramientas, Complementos**. Su activación genera una nueva pestaña en el Menú de Persiana y activa la **Biblioteca de Diseño**.

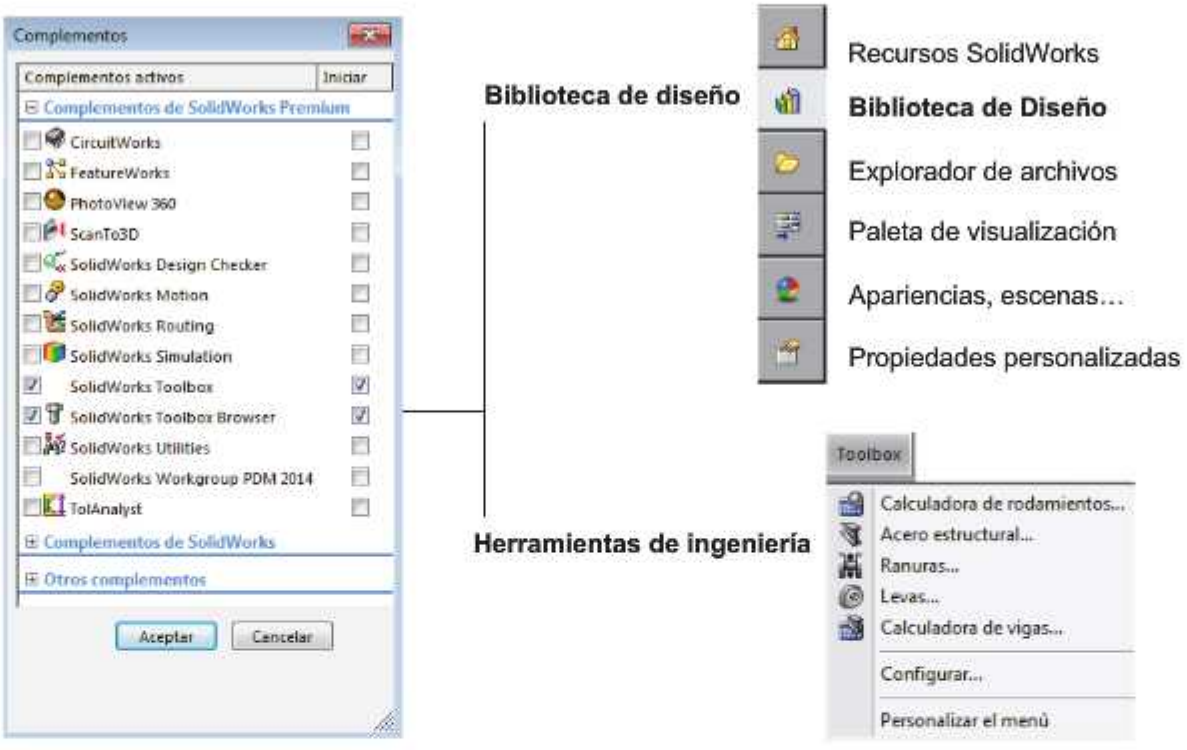


Figura 13.4. Activación de **Toolbox** y **Toolbox Browser**.

13.3.1 Insertar elemento normalizado del Toolbox Browser en un ensamblaje

Toolbox Browser inserta un elemento normalizado desde la biblioteca de diseño como pieza de un ensamblaje.

1. Pulse sobre el icono de **Biblioteca de Diseño** y seleccione **Toolbox**.
2. Seleccione la **Norma** deseada para aplicarla a su elemento normalizado (**ANSI**, **BSI**, **CISC**, **DIN**, **ISO** y **JIS**).
3. Seleccione el **Elemento Normalizado** y arrástrelo hasta la ventana de gráficos de **Solid**Works®.
4. Configure sus propiedades en el **Gestor de Diseño**. Pulse **Aceptar**.

El primer elemento normalizado insertado en un ensamblaje aparece como Fijo (f). El resto de elementos insertados adquieren la configuración de Flotantes (-). Si en el ensamblaje ya tenía algunas piezas insertadas, los elementos normalizados adoptarán la configuración de Flotantes (-).

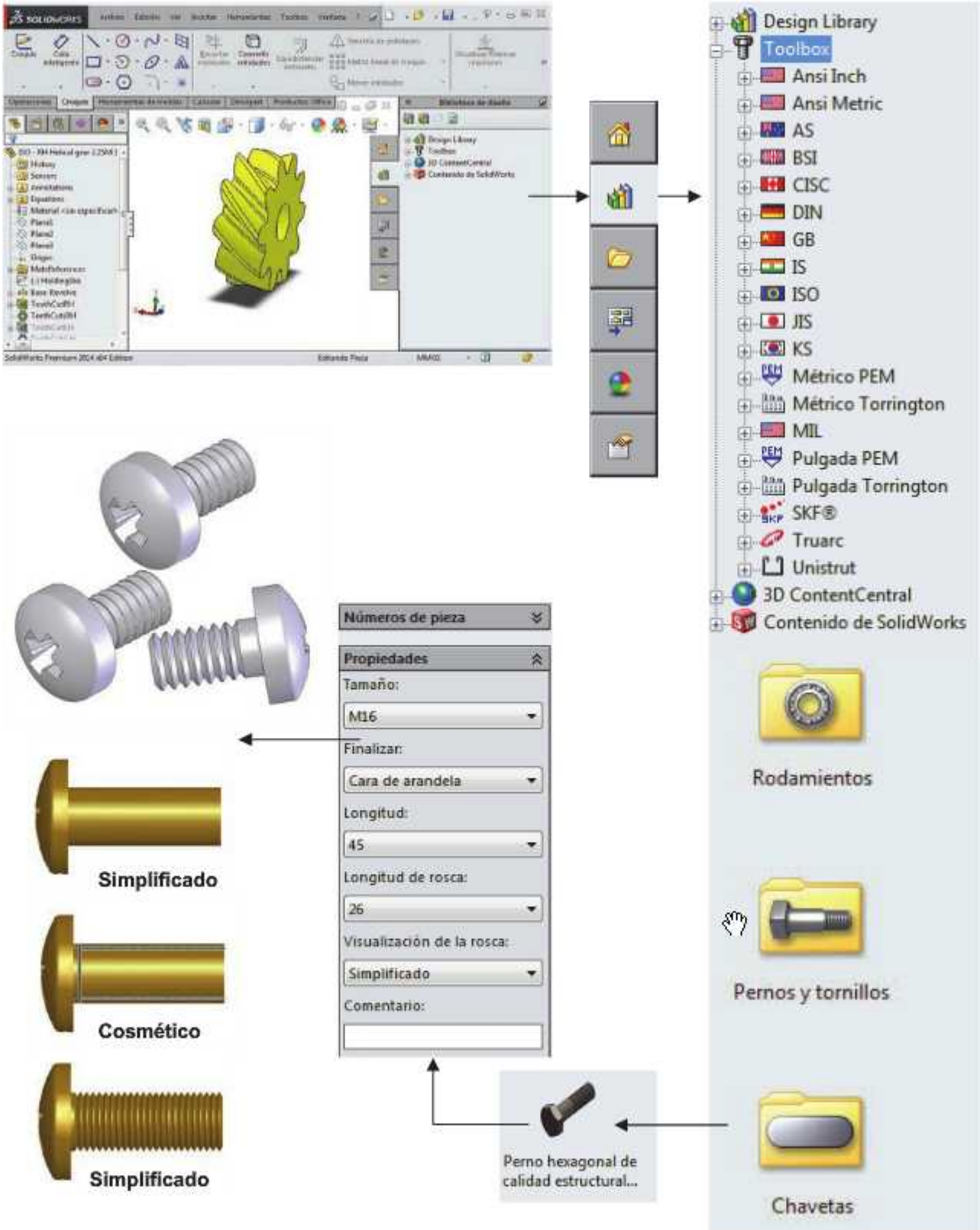
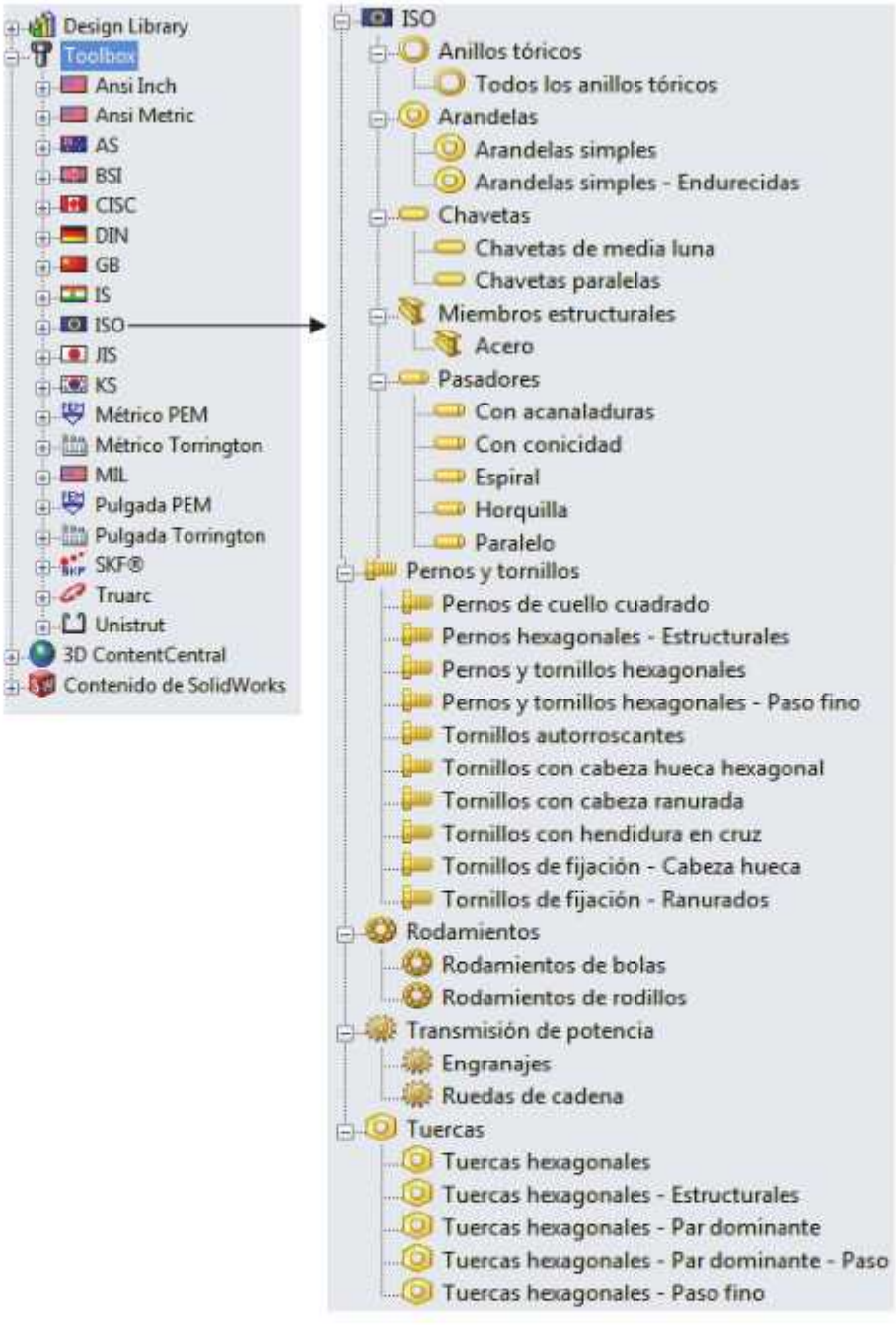


Figura 13.5. Inserción de un **Elemento Normalizado** a un documento de pieza.





Engranaje Helicoidal



Perfil de acero





Rodamiento de rodillos



Tuerca Hexagonal

Figura 13.6.A. Elementos **ISO** Normalizados.

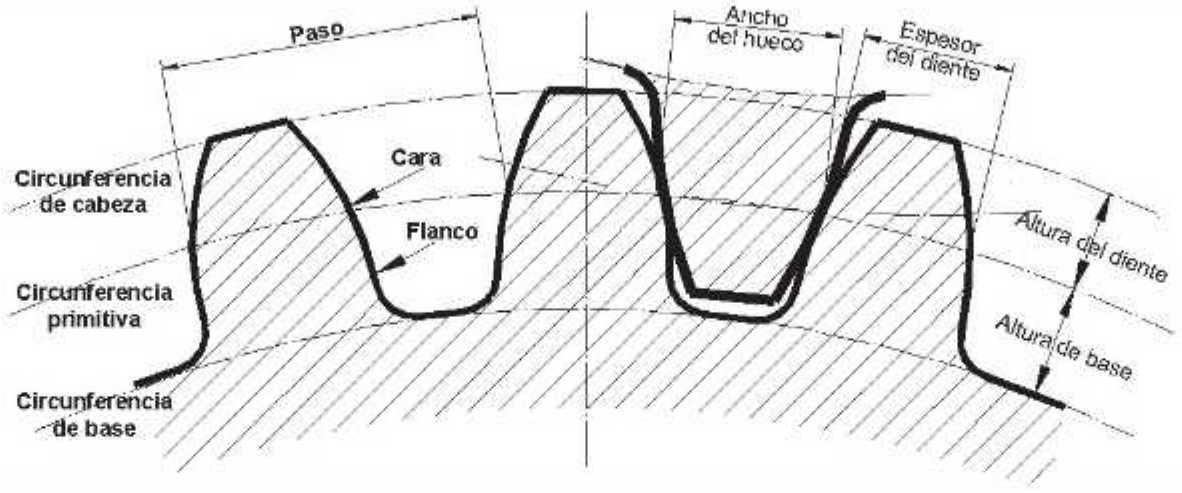


Figura 13.6.B. Elementos **ISO** Normalizados.

Práctica 13-1

Dibuje una Rueda de z_2=38 y un Piñón z_1=20 de módulo m=3, anchura de cara 20 mm y diámetro del eje nominal 10 mm. Comprobar que las principales dimensiones que definen las medidas de la rueda y el piñón coinciden con los cálculos teóricos (altura del diente, altura de la base, paso circular, diámetro primitivo, ancho del hueco, circunferencia de cabeza y circunferencia de base).

15 minutos





Piñón

h_1=m	Altura de la cabeza de diente
h_2=1,25m	Altura del pie de diente
h=2,25m	Altura total del diente
p_c=πm	Paso circular
d_1=mz_1	Diámetro primitivo
d_{e1}=d_1+2m	Diámetro exterior
d_{i1}=d_1-2,5m	Diámetro interior
b=10m	Longitud del diente

Rueda

h_1=m	Altura de la cabeza de diente
h_2=1,25m	Altura del pie de diente
h=2,25m	Altura total del diente
p_c=πm	Paso circular
d_2=mz_2	Diámetro primitivo

Objetivos del tutorial

- **Insertar Elementos Normalizados desde Toolbox Browser.**
- **Repasar Relaciones Geométricas de posición en el ensamblaje.**

Práctica Guiada 13-1

Para dibujar la pieza que une la Rueda y el Piñón es necesario conocer la distancia entre los centros de los engranajes. La distancia entre los centros es la mitad de la suma de los diámetros primitivos del Piñón y de la Rueda. Con el módulo (m) y el número de dientes (z) puede calcular los diámetros primitivos según:

Cálculo de los elementos que definen al Piñón:

$$d_1 = m \times z_1 = 3 \times 20 = 60{,}0mm \quad \text{Cálculo del diámetro primitivo.}$$
$$d_{e1} = d_1 + 2 \times m = 60{,}0 + 2 \times 3 = 66{,}0mm \quad \text{Cálculo del diámetro exterior.}$$
$$d_{i2} = d_1 - 2{,}5 \times m = 60{,}0 - 2{,}5 \times 3 = 52{,}5mm \quad \text{Cálculo del diámetro interior.}$$

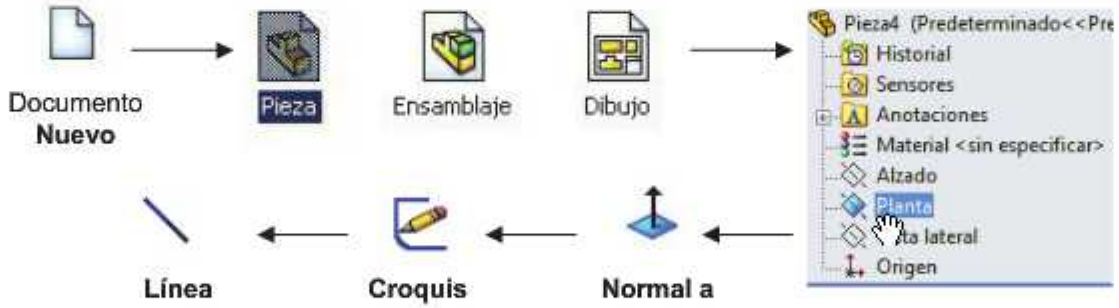
De la misma forma se calcula la Rueda, dónde d_1= 114 mm, d_{e1}= 120 mm y d_{i2}= 106,5 mm. Por último puede calcular la distancia entre centros como:

$$L = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{m \times z_1 + m \times z_2}{2} = \frac{3 \times 38 + 3 \times 20}{2} = 87mm$$

1. Pulse la opción **Nuevo** del Menú Persiana **Archivo** o sobre el icono **Nuevo**.

2. Seleccione **Pieza** y pulse **Aceptar**.

3. Seleccione el **Plano de trabajo Planta** del **Gestor de diseño** y pulse sobre **Normal a** para visualizarlo en verdadera magnitud.



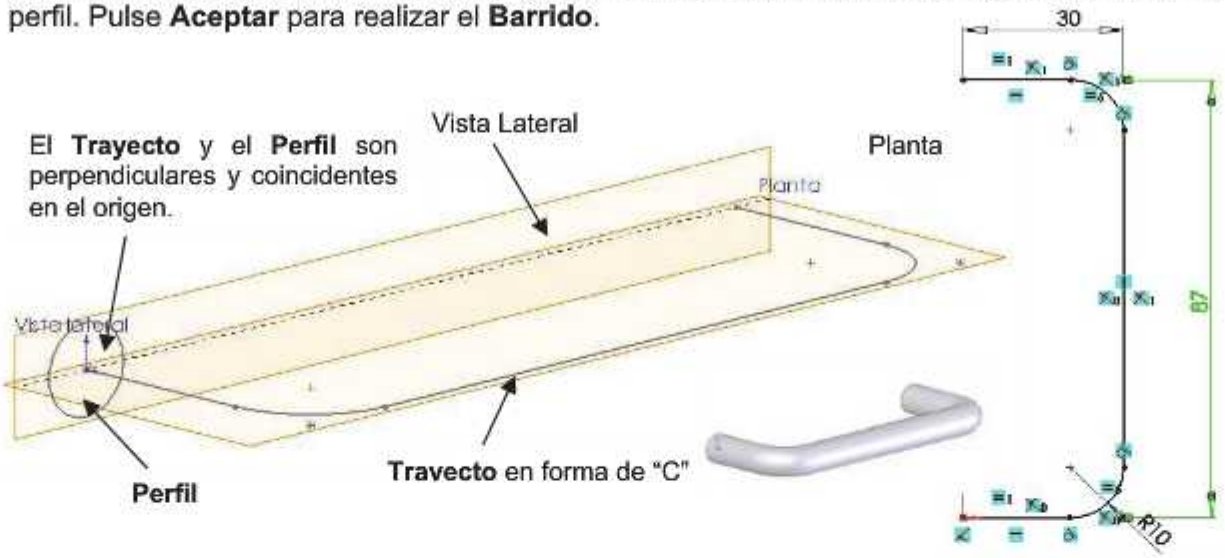
4. Pulse sobre el icono de **Croquis** y seleccione la Herramienta de croquizar **línea**.

5. Croquice en el **Plano Planta** una **línea** en forma de "C" con la distancia entre los extremos de 87 mm y el lado más pequeño de 30 mm. Empezando uno de los extremos por el origen de coordenadas. Haga un **Redondeo** de radio 10 mm en las esquinas. Pulse **Reconstruir** para dejar el croquis listo para la operación de **Barrido**.

6. A continuación dibuje el **Perfil** o sección circular para realizar el **Barrido**. Seleccione el **Plano Vista Lateral**, perpendicular a la **Planta** y croquice en el origen de coordenadas un **Círculo** de radio 10 mm. Pulse **Reconstruir**.

7. Seleccione la operación **Barrido** de la barra de herramientas de **Operaciones** o desde el Menú de Persiana **Insertar**, **Operaciones**, **Barrer**.

8. Seleccione el croquis con forma de "C" para indicar el **trayecto** y el círculo para la **sección** o perfil. Pulse **Aceptar** para realizar el **Barrido**.



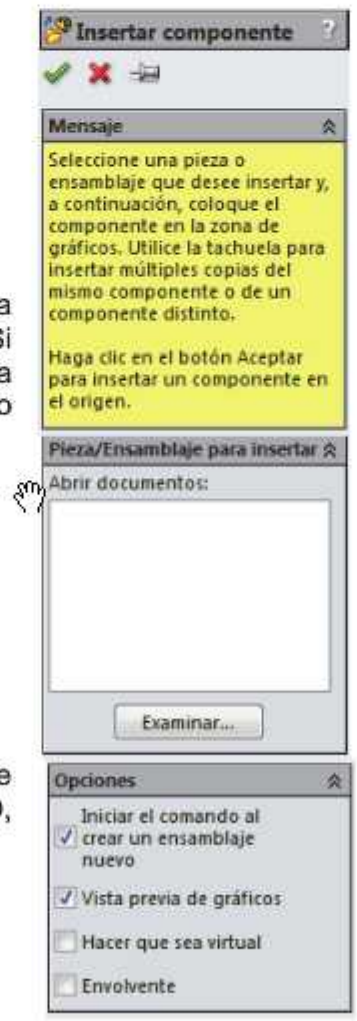
9. Guarde la pieza con el nombre pieza1.

Inserción de la pieza1, de la Rueda y el Piñón

10. Abra un documento **Nuevo** de ensamblaje.

11. **Inserte** la *pieza1* en el ensamblaje. La pieza insertada adquiere la propiedad de **Fija (f)**, por lo que tiene restringido su movimiento. Si tiene el documento de pieza1 abierto aparece su nombre en la ventana de **Pieza/Ensamblaje** a insertar. En caso contrario seleccione **Examinar** para buscar la pieza1.

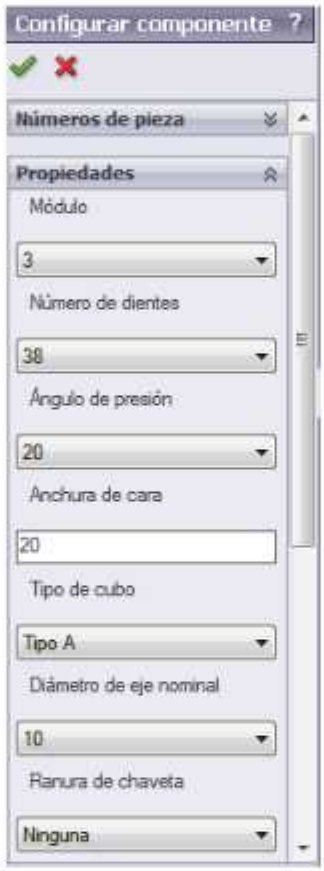




12. Para crear el **Piñón** e insertarlo en el ensamblaje pulse sobre **Biblioteca de Diseño**. Seleccione **Toolbox**, **Normas ISO**, **Elementos de transmisión de fuerza**, **Engranajes**.

Recuerde que el complemento **Toolbox** debe ser activado desde el Menú de persiana **Insertar**, **Complementos**.





13. Pulse con el botón secundario del ratón sobre **Engranaje Recto** y seleccione la opción **Insertar en ensamblaje** o arrastre el icono con el botón izquierdo pulsado sobre la **Zona de Gráficos**. Cualquiera de las dos formas le permite insertar y definir un engranaje recto en el ensamblaje.

14. Aparece una previsualización del engranaje en la **Zona de Gráficos** y un cuadro de diálogo en el **PropertyManager** que le permite definir las características del **Piñón**.

15. Defina el engranaje. **Módulo** (3), **Número de dientes** (20), **Anchura de cara** (20 mm) y **Diámetro del eje nominal** (10 mm). El diámetro del eje nominal coincide con la sección de la operación de **Barrido** de la pieza1.

16. Pulse **Aceptar** para crear el **Piñón**.

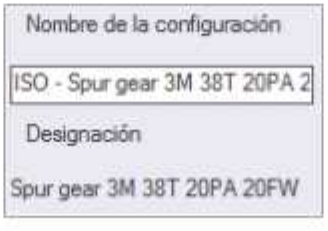
17. Repita los pasos 12-16 para insertar la **Rueda**. **Módulo** (3), **Número de dientes** (38), **Anchura de cara** (20 mm) y **Diámetro del eje nominal** (10 mm). Pulse **Aceptar** para crear la **Rueda**.

Agregar relaciones entre las piezas

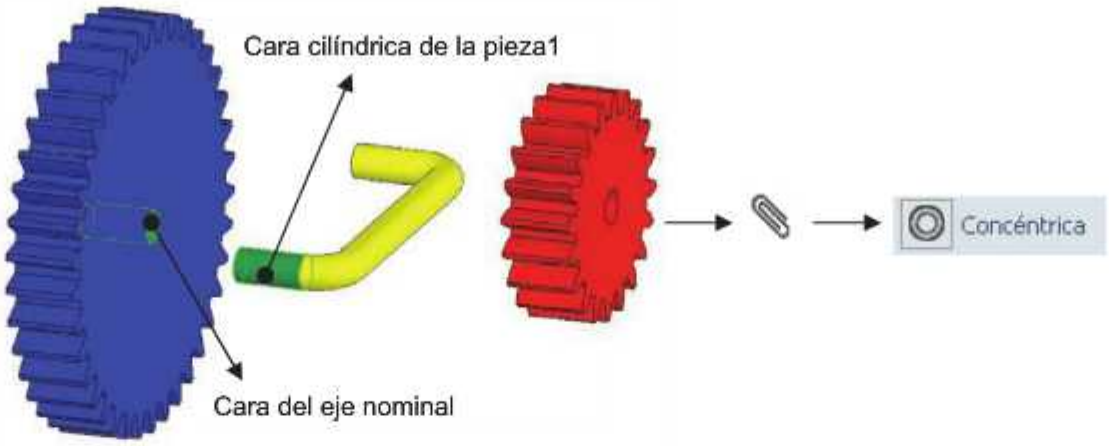
18. Observe que la pieza1 es fija **(f)** y el **Piñón** y la **Rueda** son **flotantes (-)**.

19. Seleccione la **cara** definida por el eje nominal de la Rueda y la **Cara cilíndrica** corta de la **pieza1** manteniendo pulsado la **Tecla Ctrl**. Pulse sobre **Agregar Relaciones** y seleccione **Concéntrica**.

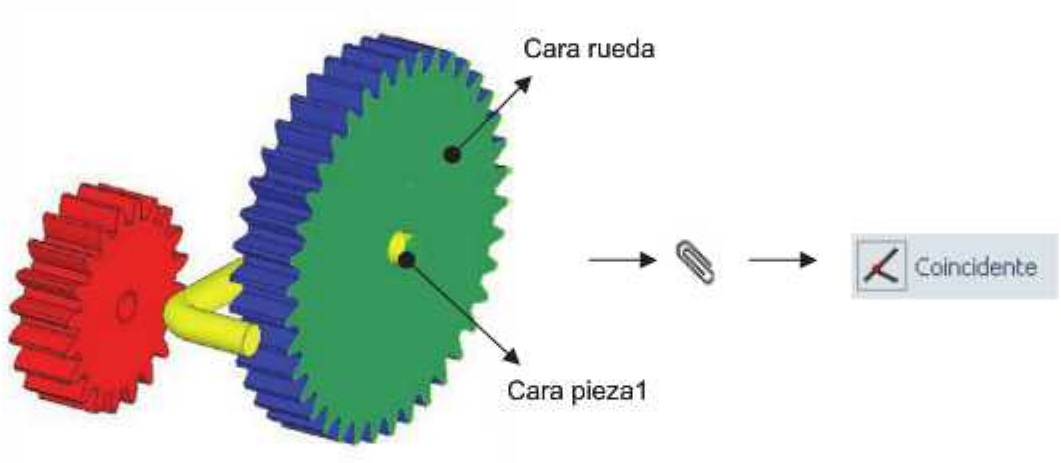








20. Seleccione la **Cara** recta de la **Rueda** y la interna de la pieza1 y agregue la relación de **Coincidencia**. Repita las mismas operaciones para el **Piñón**.



21. Verifique el resto de medidas: **Paso circular**, la **Altura**, **Espesor** y **Longitud del diente** y la **Distancia entre los centros del Piñón** y la **Rueda**. Para ello pulse el icono **Medir** o **Medir** del Menú de Persiana **Herramientas**. Las dimensiones obtenidas deben coincidir con las calculadas.

$P_c = \pi \times m = 3{,}14 \times 3 = 9{,}424mm$ Cálculo del paso circular.

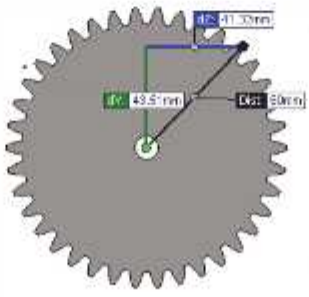
$h = 2{,}25 \times m = 2{,}25 \times 3 = 6{,}75mm$ Cálculo de la altura del diente.

$e = P_c / 2 = 9{,}424 / 2 = 4{,}71mm$ Cálculo del espesor del diente.

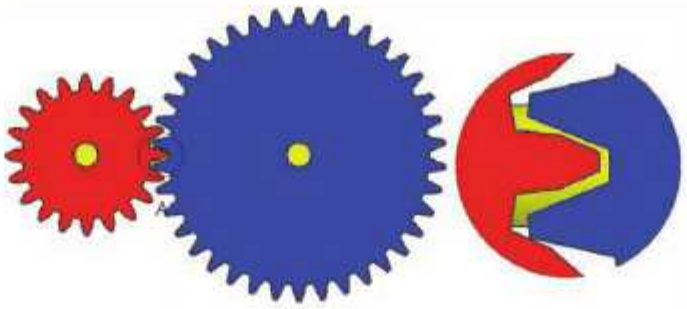
$b = 10 \times m = 10 \times 3 = 30mm$ Longitud del diente.



Medir
Calcula la distancia entre las entidades seleccionadas.









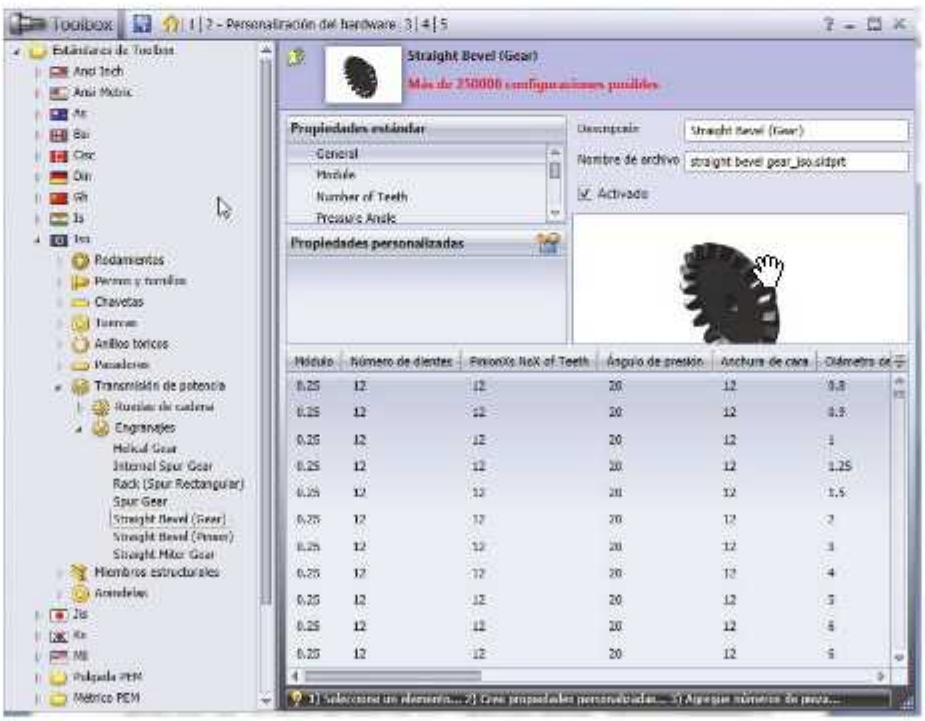
Vea el DVD
Capítulo 13

Toolbox

Toolbox se ordena por carpetas a partir de estándares, categorías y tipos, además de otras carpetas que pueden ser personalizadas por el usuario. Pulse con el botón derecho del ratón en el panel izquierdo para Cortar y Pegar archivos, conservando los nombres de archivo, Eliminar archivos, Insertar nuevas subcarpetas y Agregar nuevos archivos.

Además, mediante un doble clic en los nombres de archivos o carpetas para renombrarlos.





13.3.3 Acero estructural

La aplicación **Acero estructural** permite definir un croquis normalizado de diversos perfiles estándar según Normas **ISO**, **DIN**, **BSI**, entre otras, y obtener modelos en 3D por **Extrusión**.

El croquis creado está perfectamente definido según las medidas estándar contenidas en las Normas. Para cada perfil a crear SolidWorks® indica el **Momento de inercia** (IX), el **Radio de giro**, la **Posición del centro de gravedad** y los **Momentos de inercia** (IY y SY).

Para crear un perfil únicamente debe seleccionar la **Norma a seguir**, el **Tipo de perfil** y sus **Dimensiones principales**. El croquis parece en la **Zona de Gráficos** y puede ser extruido para obtener el modelo tridimensional.

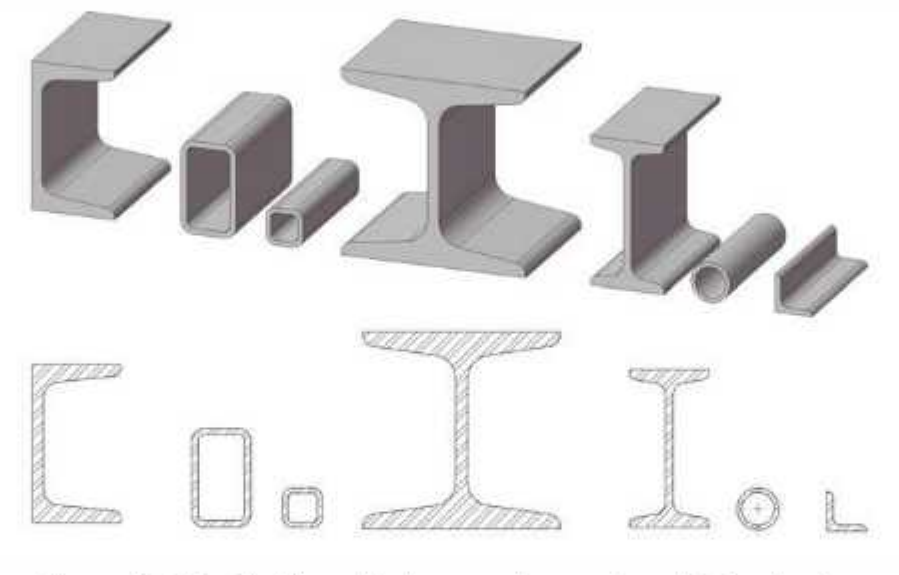


Figura 13.7. Perfiles Normalizados creados con **Acero Estructural**.

Los perfiles pueden crearse como pieza independiente o insertarse como una pieza en el módulo de ensamblajes.

Además, la aplicación permite utilizar la **Calculadora de vigas** y enviar las propiedades del perfil seleccionado para que pueda ser impreso desde un procesador de textos.

Para crear un croquis de un perfil normalizado

1. Seleccione la Opción de **Acero Estructural** del Menú de Persiana **Toolbox** o desde la barra de Herramientas de SolidWorks® **Toolbox**. Debe asegurarse previamente que no está editando ningún croquis y que ha seleccionado el **Plano de trabajo** adecuado. En caso contrario, SolidWorks® crea el perfil junto al croquis iniciado y utiliza el Plano **alzado**, respectivamente.

2. Seleccione la **Norma estándar** a utilizar, el **Tipo de viga** y la **Sección deseada**. Las propiedades de la sección se actualizarán en cada uno de los campos de definición.

3. Pulse **Crear** y **Finalizado**.

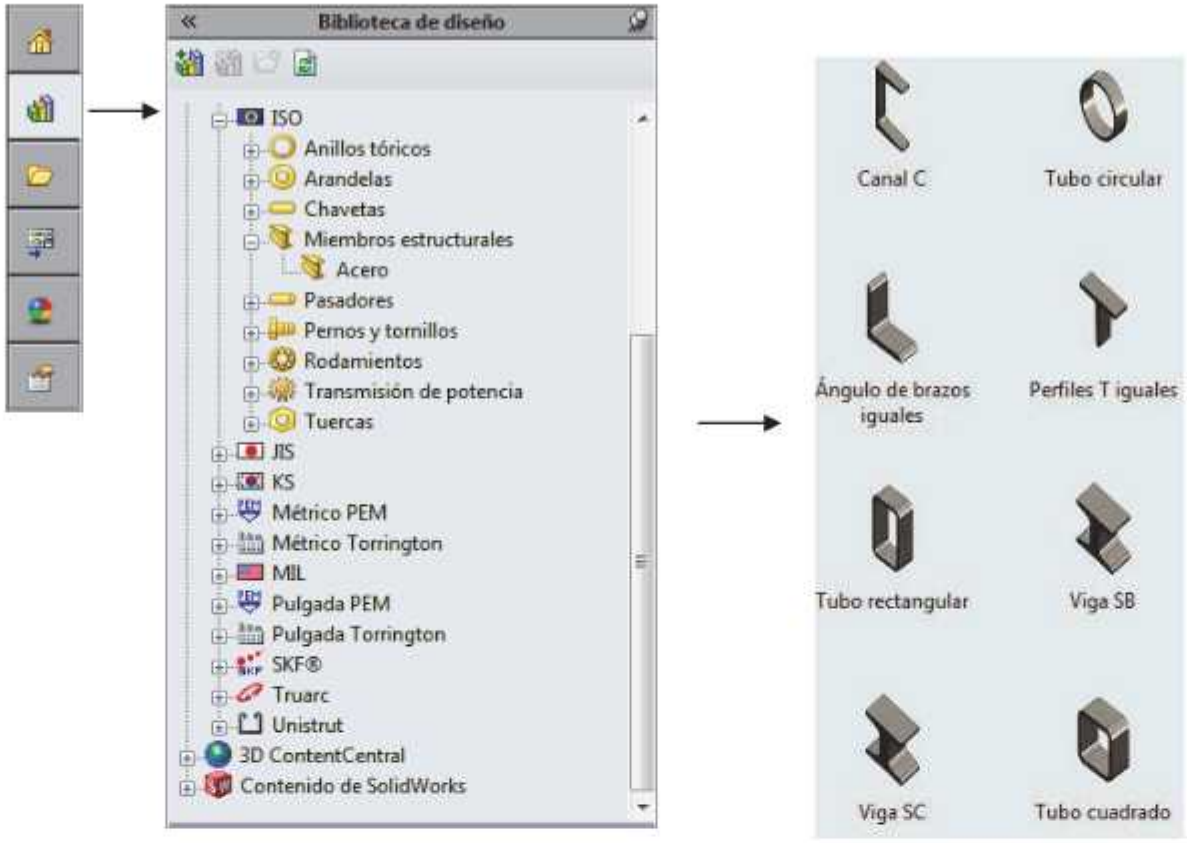


Figura 13.8. Acceso a **Acero Estructural** desde la Barra de Herramientas de **Toolbox**.

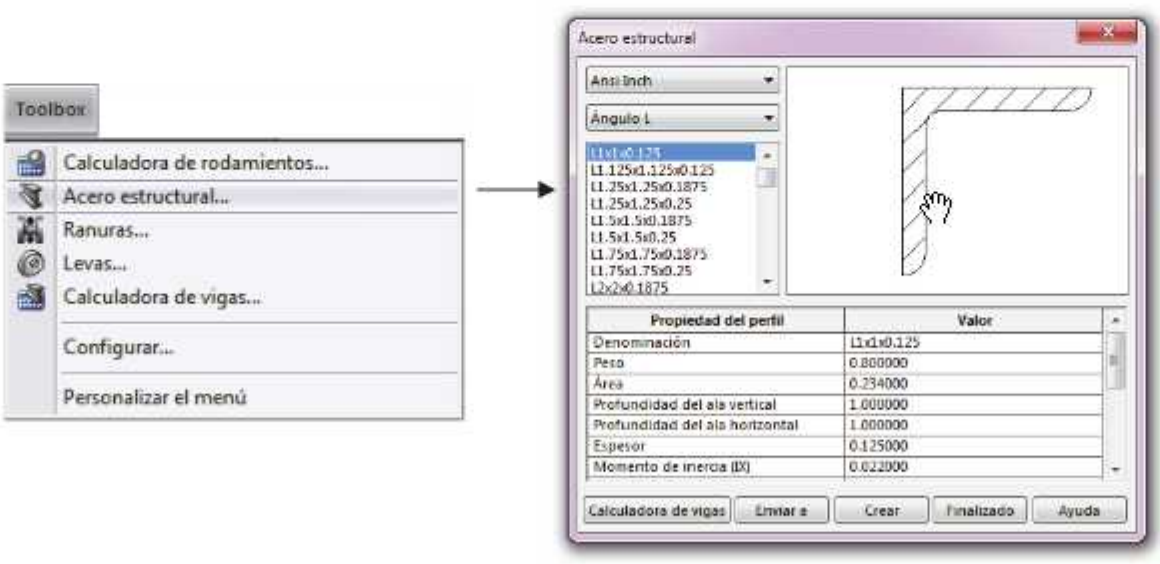


Figura 13.9. Acceso a **Acero Estructural** desde el Menú de Persiana **Toolbox**.

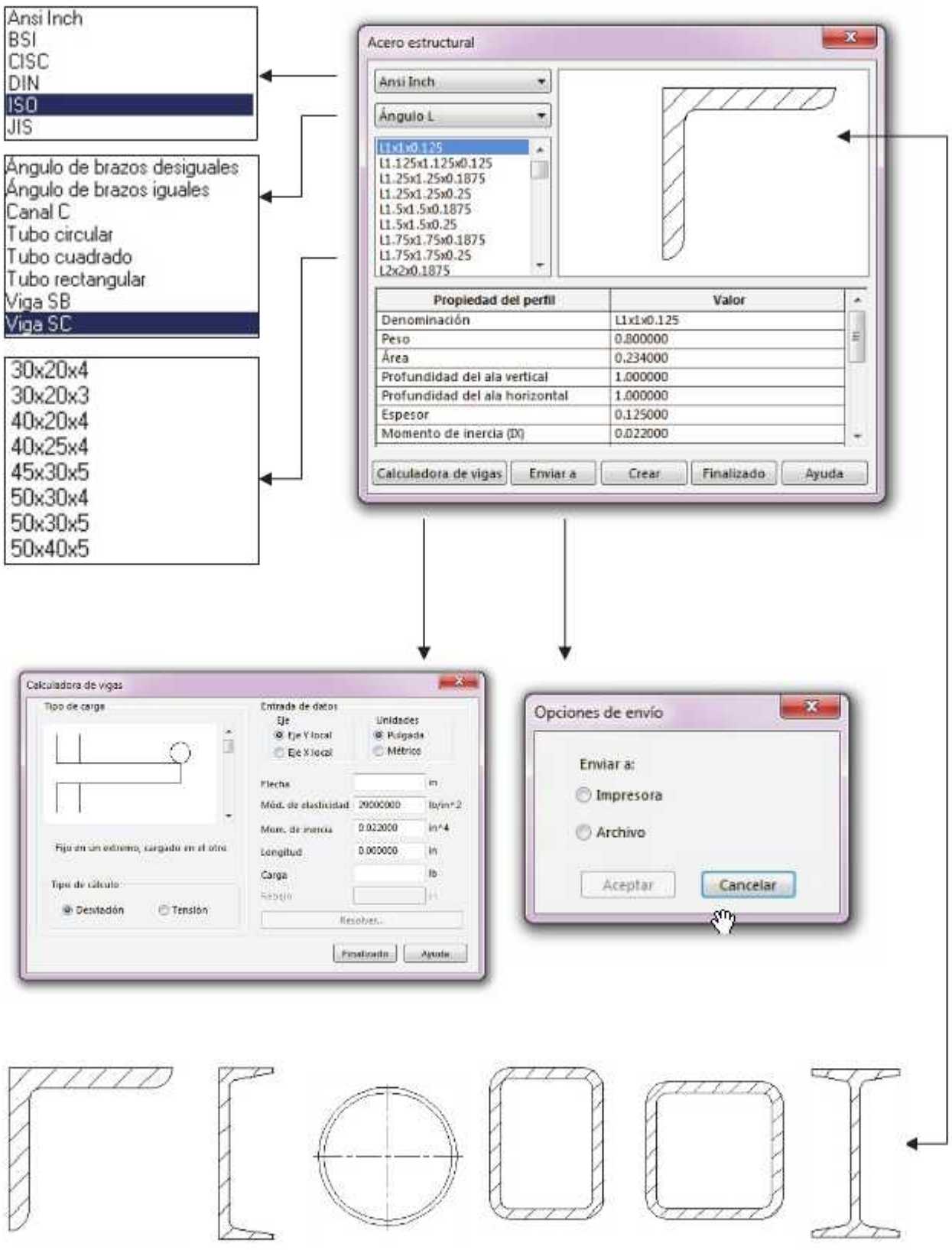
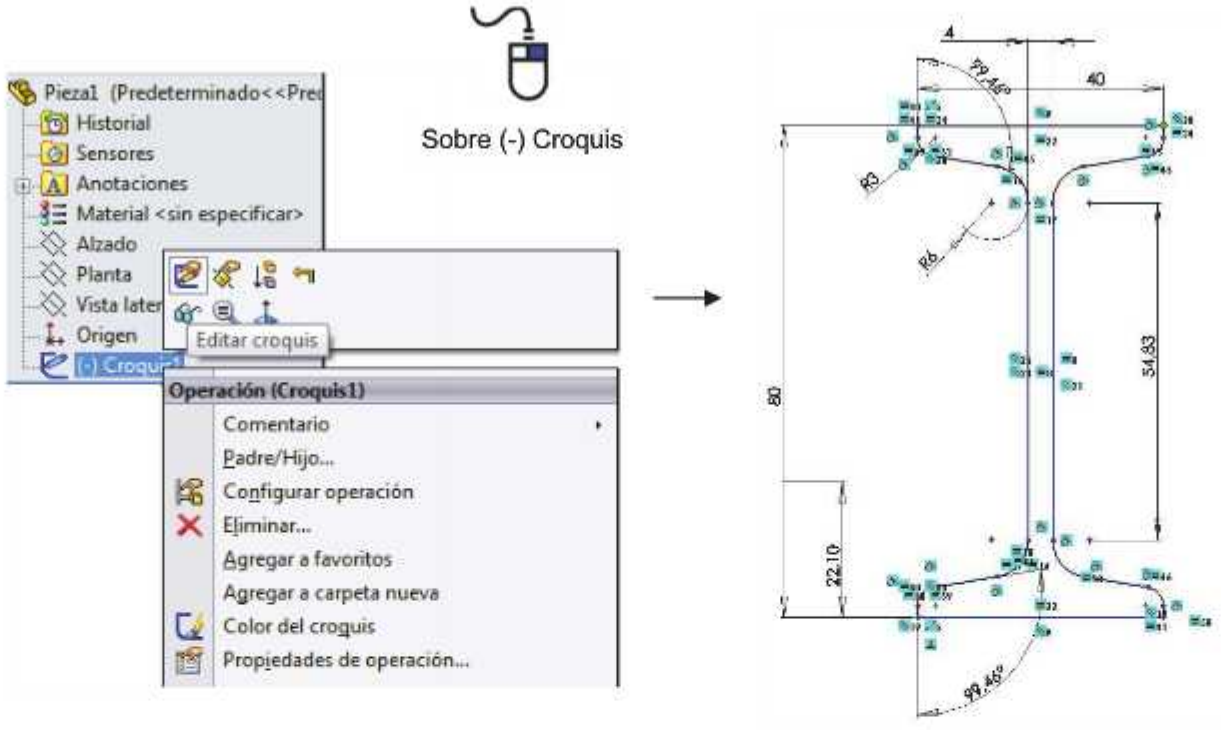


Figura 13.10. **Perfiles Normalizados** creados con **Acero Estructural**.

Después de pulsar **Finalizado** se crea el croquis con la geometría definida. Para modificar alguna de las dimensiones pulse con el botón secundario del ratón sobre el Croquis1 contenido en el **Gestor de Diseño**. Seleccione la opción **Editar Croquis.**



La opción **Calculadora de Vigas** permite conocer los resultados de las **desviaciones** y del **esfuerzo** en las secciones seleccionadas.

Pulse con el botón derecho sobre alguno de los perfiles de **Acero estructural** y seleccione **Configurar** para su edición.

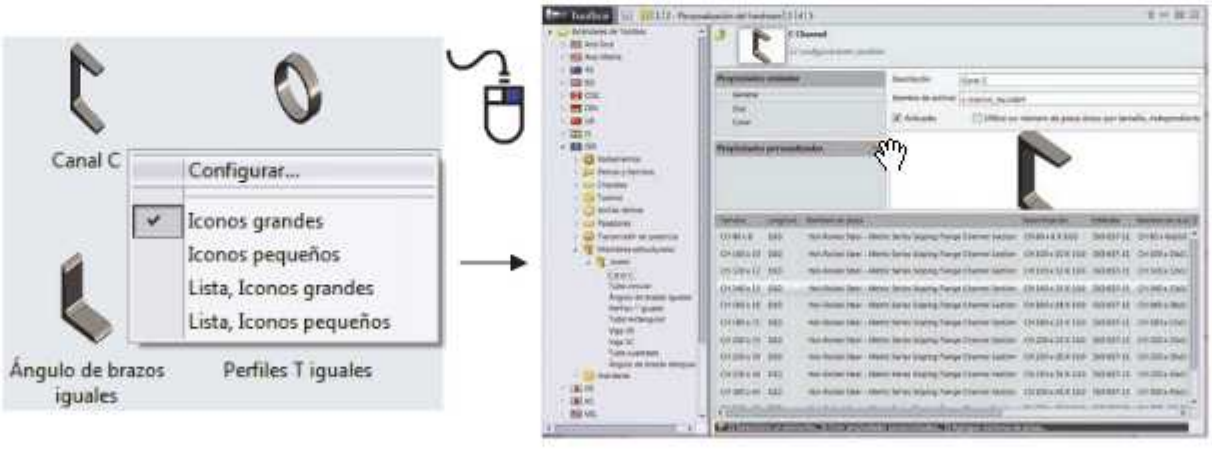


Figura 13.11. Edición de las dimensiones de un perfil de **Acero Estructural**.

Para su uso indique el **Tipo de carga** y el **Eje** (X o Y), para determinar el **Momento de Inercia** o **Módulo de la Sección**. El resto de entradas debe definirlas: **Tensión** (N), **Módulo de sección** (cm^3), **Longitud** (cm), **Carga** (N), entre otros. La opción **Resolver** calcula el parámetro buscado.

Ángulo de brazos desiguales

La sección se define por dos alas de diferente longitud. Las aristas exteriores son vivas y las interiores redondeadas.

Norma UNE 36532.

Designación: Angular L 70 × 50 × 7 UNE 36532.

Las medidas van de 40 × 25 × 4,5 a 150 × 90 × 13.





Ángulo de brazos iguales

La sección se define por dos alas de igual longitud, que forman un ángulo de 90º. Todas las aristas exteriores son vivas y las interiores redondeadas.

Norma UNE 36531.

Designación: Angular L (PN) 70 × 70 × 7 UNE 36531.

Las medidas van de 20 × 20 × 3 a 150 × 150 × 18.





Canal C

La sección se define por dos alas de igual longitud, que forman un ángulo de 90º. Todas las aristas exteriores son vivas y las interiores redondeadas.

Norma UNE 36531.

Designación: Angular L (PN) 70 × 70 × 7 UNE 36531.

Las medidas van de 20 × 20 × 3 a 150 × 150 × 18.





Viga SB

La sección tiene forma de I (denominada doble T). Las uniones de las dos caras del alma con las caras interiores de las alas son redondeadas. Los bordes de las alas terminan en ángulo recto por su parte exterior y están redondeadas en la interior.

Norma UNE 36521.

Designación: Viga I UNE 36521.

Las medidas van de 80 × 42 × 3,9 a 500 × 185 × 18.





Tubo circular, tubo cuadrado y tubo rectangular

La sección se define por un **Tubo**, por un **Tubo cuadrado** y por un **Tubo rectangular**, respectivamente.

Estándar:	ISO
Tipo:	Tubo circular
Denominación:	48.3 x 2.9
Masa:	3.250000
Diámetro externo:	48.300000
Diámetro interno:	42.500000
Espesor:	2.900000
Área:	4.140000
Momento de inercia (IX):	10.700000
Módulo de la sección (SX):	4.430000



Tipo:	Tubo cuadrado
Denominación:	50 x 50 x 4.0
Masa:	5.720000
Área:	7.280000
Profundidad del ala vertical:	50
Profundidad del ala horizontal:	50
Espesor:	4.000000
Momento de inercia (IX):	25.500000
Módulo de la sección (SX):	10.200000
Radio de giro (RX):	1.870000
Momento de inercia (IY):	25.500000
Módulo de la sección (SY):	10.200000
Radio de giro (RY):	1.870000
Módulo plástico (ZX):	12.500000
Módulo plástico (ZY):	12.500000



Tipo:	Tubo cuadrado
Denominación:	50 x 50 x 4.0
Masa:	5.720000
Área:	7.280000
Profundidad del ala vertical:	50
Profundidad del ala horizontal:	50
Espesor:	4.000000
Momento de inercia (IX):	25.500000
Módulo de la sección (SX):	10.200000
Radio de giro (RX):	1.870000
Momento de inercia (IY):	25.500000
Módulo de la sección (SY):	10.200000
Radio de giro (RY):	1.870000
Módulo plástico (ZX):	12.500000
Módulo plástico (ZY):	12.500000



Figura 13.14. **Tubo circular**, **Tubo cuadrado** y **Tubo rectangular**.

13.3.4 Ranuras

La aplicación **Ranuras** permite crear ranuras para **Anillos de retención** o **Anillos tóricos cilíndricos** en los modelos dibujados.



Figura 13.15. **Ranura para anillos de retención** (A) y para **anillos tóricos cilíndricos** (B).

Crear una ranura para anillos tóricos

1. Abra la aplicación **Ranuras** desde el Menú de Persiana **Toolbox** o desde la Barra de Herramientas de **Toolbox**.

2. El cuadro de diálogo de **Ranuras** tiene dos pestañas. La pestaña izquierda permite crear **Ranuras para anillos tóricos** y la pestaña de la derecha, **Ranuras para anillos de retención**. Seleccione una de las dos opciones.

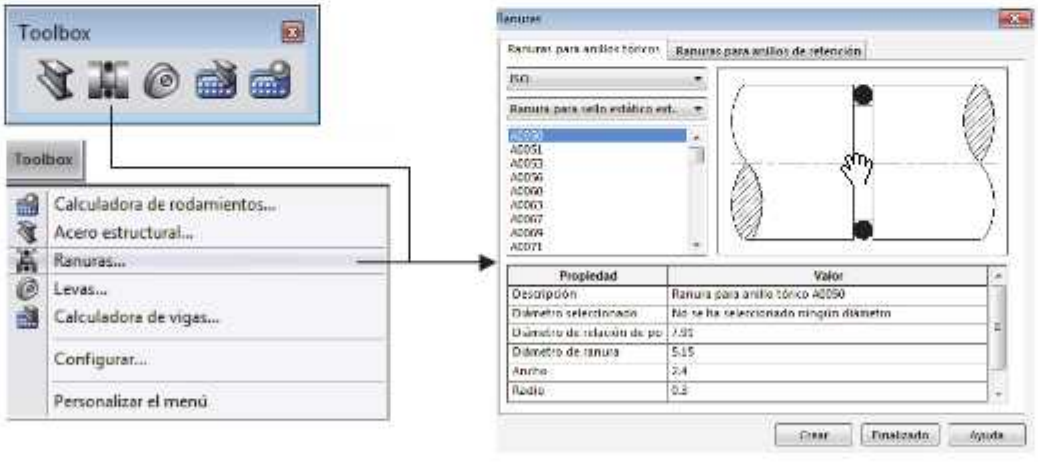


Figura 13.16. Creación de **Ranuras** para **Anillos tóricos cilíndricos**.

3. Seleccione la **Cara cilíndrica** del modelo dónde desee situar la ranura. SolidWorks® determina el **Diámetro de la ranura** y le sugiere los posibles tamaños para su modelo.

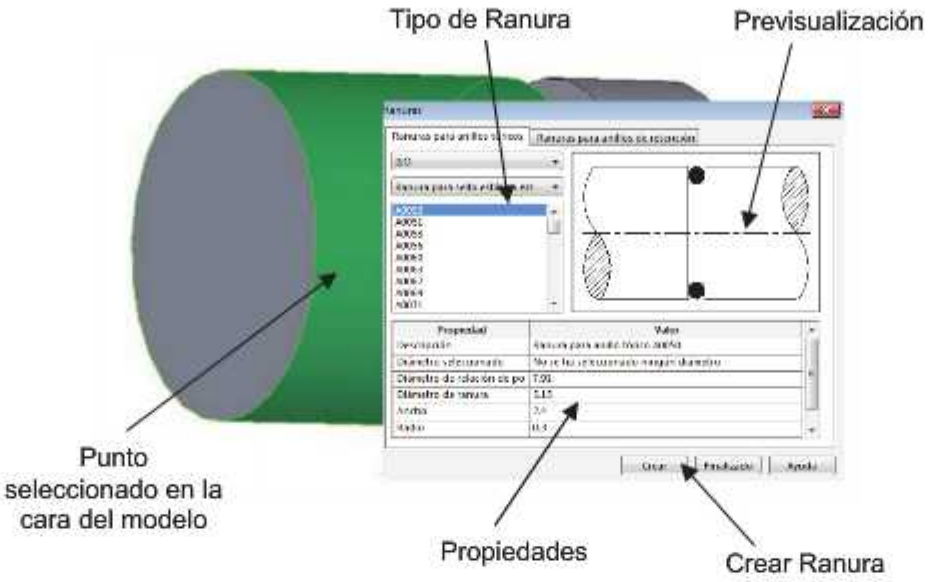


Figura 13.17. Selección de la cara cilíndrica del modelo.

El punto seleccionado sobre la cara cilíndrica del modelo no puede situarse en un lugar concreto en el momento de crearlo. Para su acotación consulte el apartado siguiente (**Localizar Ranura**).

4. Defina un **Estándar** (**ISO**, **BSI**, **DIN**, etc.), una **Clase de ranura** (ranura para sello dinámico exterior, ranura para sello dinámico interior, etc.), y por último, un **Tamaño de ranura** de las indicadas en la tabla (Propiedad-Valor). Además, en la tabla se indica la descripción del **Tipo de ranura** seleccionada, el **Diámetro del modelo 3D**, el **Diámetro de relación de posición**, el **diámetro**, el **Ancho** y el **Radio de la ranura**.

Propiedad	Valor
Descripción	Ranura para anillo tórico D0800
Diámetro seleccionado	89.09108506631
Diámetro de relación de posici	89.65
Diámetro de ranura	80.69
Ancho	7.1
Radio	0.6

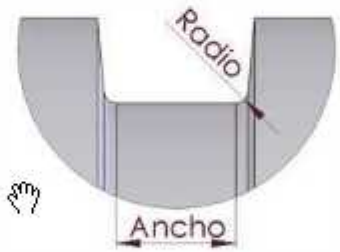


Figura 13.18. Cuadro de diálogo de **Ranura**.

5. Pulse **Crear** para generar la **Ranura** en su modelo. En el **Gestor de Diseño** aparece una revolución-corte con el nombre de la ranura.

6. Pulse **Finalizar** si no desea crear más **Ranuras**.

Localizar la Ranura

Para acotar la posición de la **Ranura** debe **Editar el croquis** de la operación **Extruir-Corte**. Acote le perfil respecto de la cara del modelo para situar la ranura en el lugar preciso.



Figura 13.19. Acotación de la **Ranura**.

7. Seleccione la Operación en el **Gestor de Diseño** y con el botón secundario del ratón active la opción **Editar croquis**.

8. Pulse el icono **Normal a** para visualizar el croquis en verdadera magnitud y acote el perfil de la operación revolución-corte.

9. Pulse **Aceptar** y **Reconstruir**.

La creación de **Ranuras** para anillos de retención se realiza de la misma forma que en los anillos tóricos.

13.3.5 Calculadora de vigas

Aplicación incluida en **Toolbox** que permite calcular **Esfuerzos** y **Desviaciones** en secciones transversales de **Acero Estructural**. Dispone de seis configuraciones para distintos tipos de fijaciones y cargas.

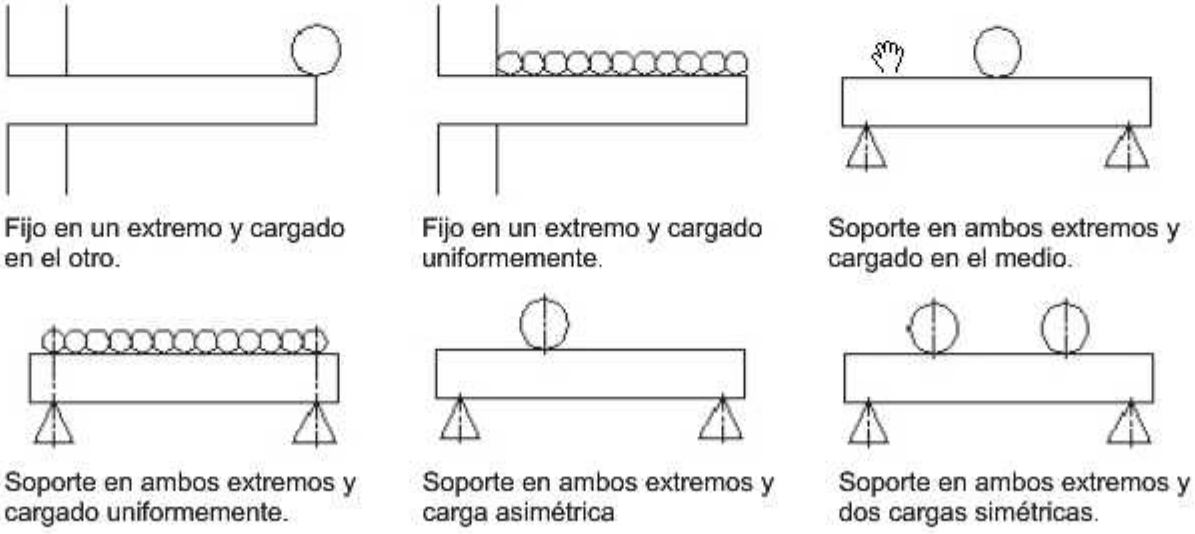


Figura 13.20. Configuraciones de la viga en función de las fijaciones y las cargas.

La **calculadora de vigas** puede determinar **Desviaciones** o **Esfuerzos** después de rellenar las características de la sección de **Acero Estructural** de la **zona de datos**. En función de la viga seleccionada debe introducir un tipo de dato procediendo a calcular el resto de variables de forma automática.

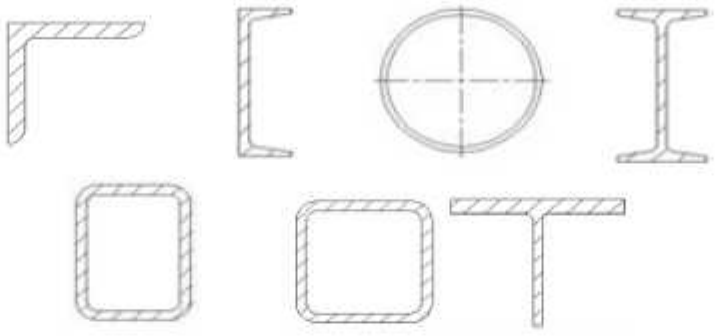


Figura 13.21. Tipos de viga.

Cálculo de viga

1- Seleccione **Calculadora de vigas** del Menú de Persiana **Toolbox** o desde la Barra de Herramientas de **Toolbox**.

2- Aparece un cuadro de diálogo con la configuración de las vigas en función de sus **Fijaciones** y **Cargas**. Seleccione una de ellas.

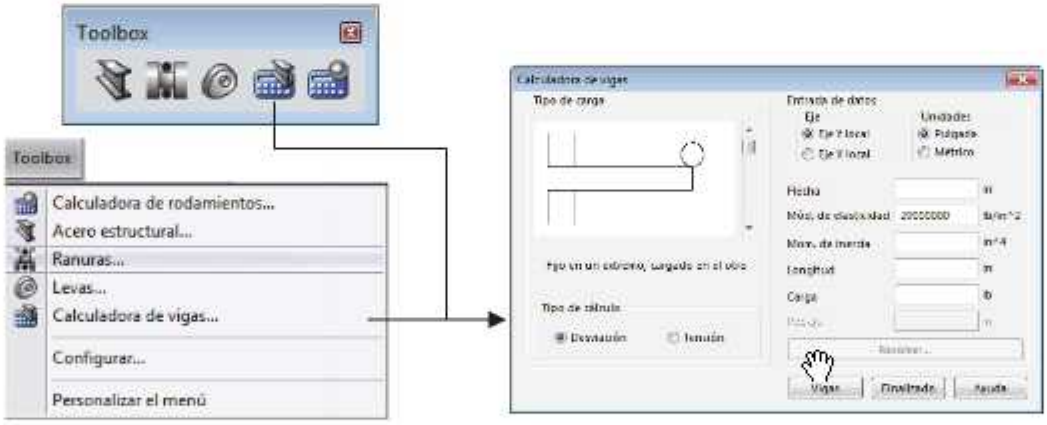


Figura 13.22. Acceso a la **Calculadora de vigas**.

3- Seleccione el tipo de estudio: **Desviación** o **Tensión**.

4- Seleccione el **Tipo de viga** desde el cuadro de diálogo **Acero Estructural**. Pulse **Finalizado** para volver a la **Calculadora de vigas**.

5- Seleccione un **Eje** para calcular el valor del **Módulo de sección** y el **Momento de inercia**.

6- Introduzca todos los datos necesarios excepto los que desea calcular. Pulse **Resolver**. La **Calculadora de vigas** determina el valor del resto de variables de forma automática.

7- Pulse **Finalizado** para abandonar la **Calculadora de vigas**.

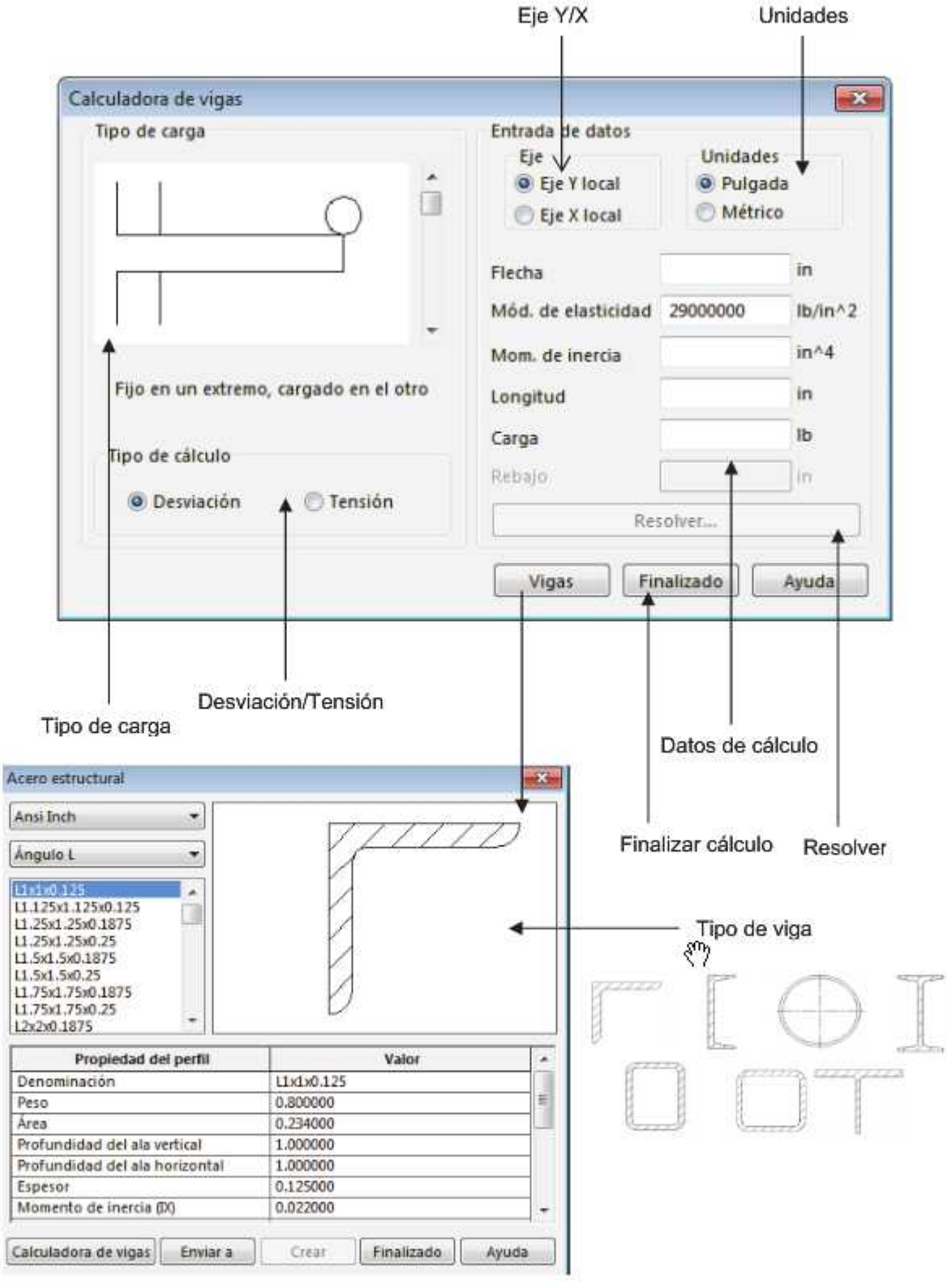


Figura 13.23. **Calculadora de vigas**.

13.3.6 Calculadora de Rodamientos

La **Calculadora de Rodamientos** permite determinar la **Capacidad nominal** y la **Vida útil** de un rodamiento sometido a unas condiciones de carga y servicio determinadas.

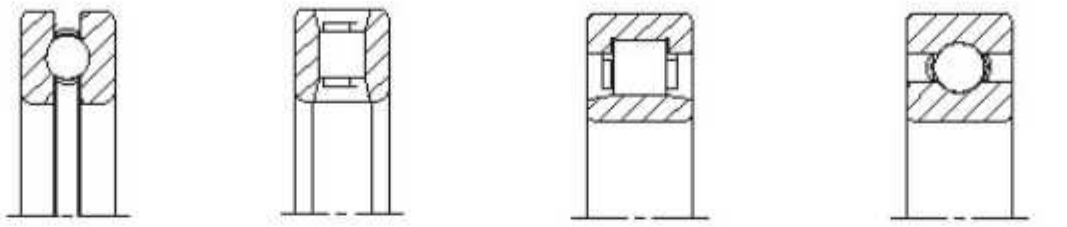


Figura 13.24. **Calculadora de Rodamientos**.

Calculo de la capacidad nominal

1. Seleccione la aplicación **Calculadora de Rodamientos** desde la Barra de Herramientas **Toolbox** o desde el Menú de Persiana con el mismo nombre.

2. Aparece el cuadro de diálogo de la **Calculadora de Rodamientos**. En la parte izquierda seleccione el tipo de **Unidades** (EE.UU o SI), la **Norma aplicable** (**ISO**, **ANSI**, **Inch**, **Métrica**, **DIN**, etc.) y el **Tipo de rodamiento**.

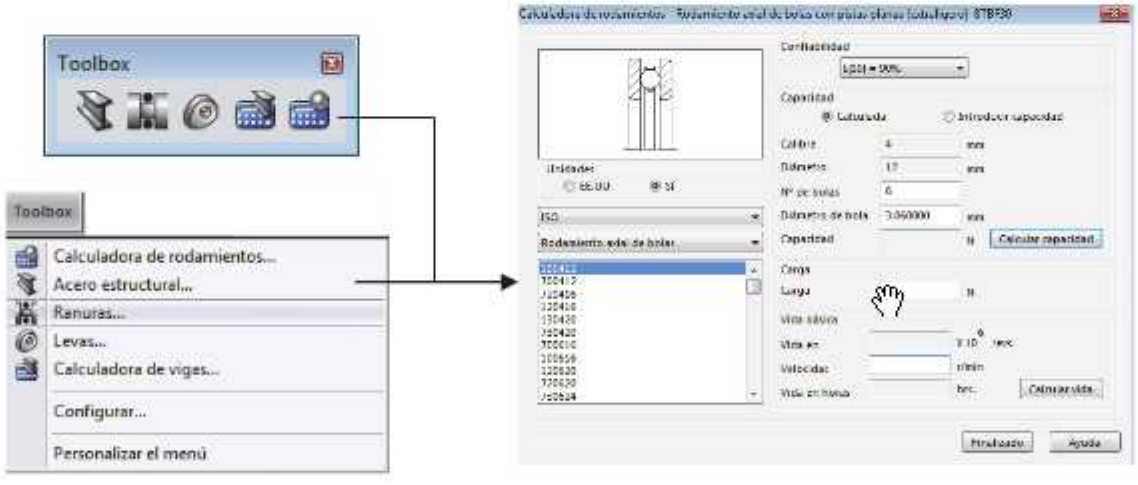


Figura 13.25. Acceso a la **Calculadora de Rodamientos**.

3. Seleccione la Opción **Capacidad Calculada** o **Introducir Capacidad**. Use la primera Opción para determinar la **Capacidad** y la segunda cuando esta sea conocida.

Capacidad calculada. Emplee esta opción cuando desconozca la **Capacidad** de su rodamiento. Siga los siguientes pasos:

a) Defina el **Número de bolas** y el **Diámetro** de las mismas cuando haya seleccionado un rodamiento de bolas o el **Número de rodillos** y su **Diámetro** cuando el rodamiento sea de rodillos.
b) Pulse **calcular capacidad**. Lea el punto 4.

El calibre y el diámetro exterior están predeterminados según el tipo de rodamiento seleccionado.

Introducir capacidad. Emplee esta segunda opción cuando conozca la **Capacidad** de su rodamiento. Introduzca el valor de la **Capacidad** en la casilla correspondiente.

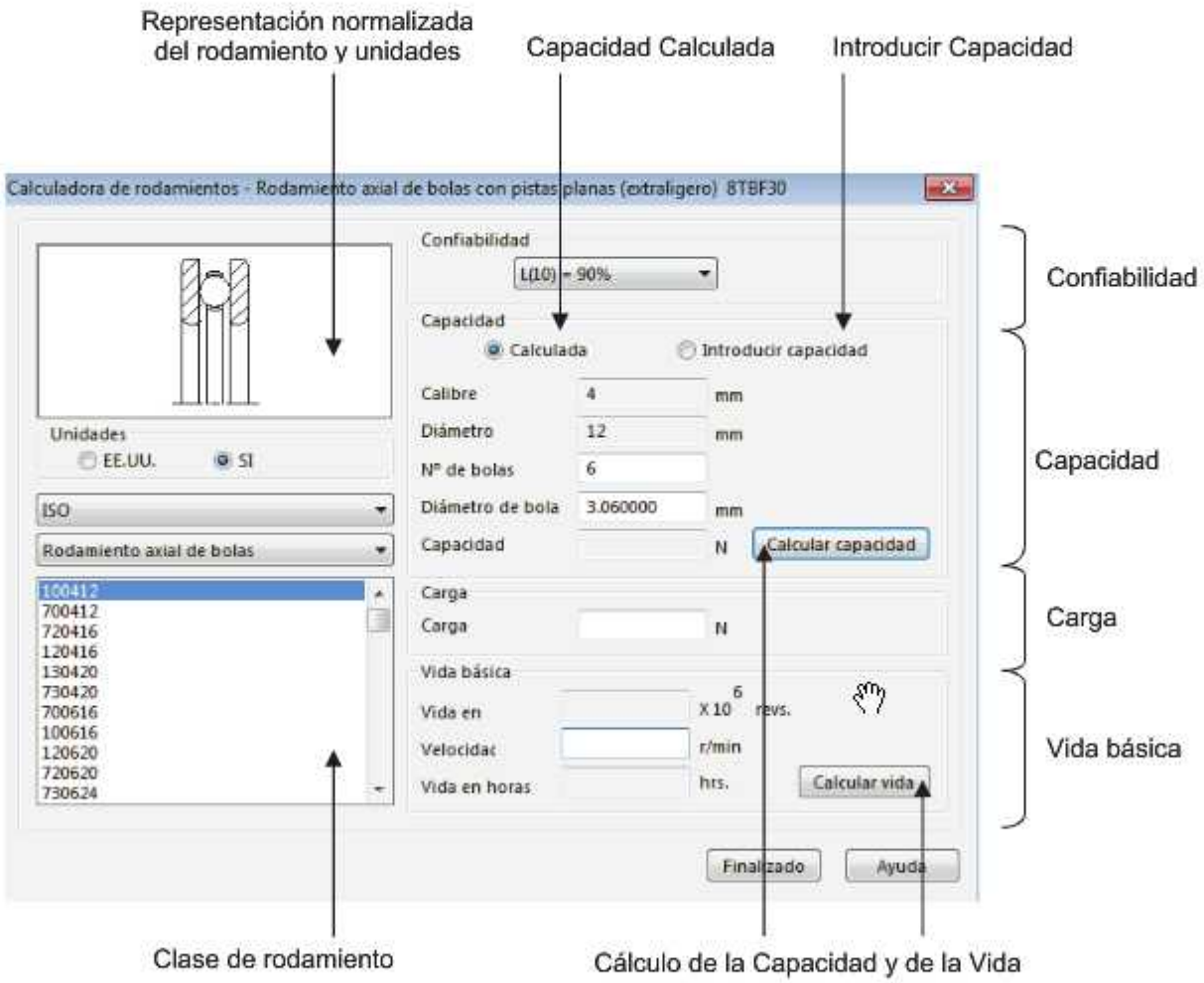


Figura 13.26. Acceso a la **Calculadora de Rodamientos**.

4. Introduzca el valor de la **Carga Equivalente** que representa las cargas residuales y de empuje combinadas.

5. Introduzca el **Número de revoluciones por minuto** (r/min) en el cuadro de **Velocidad**.

6. Pulse **Calcular Vida** para conocer la vida en revoluciones (en millones de revoluciones) y la vida en horas.



Figura 13.27. Resultados obtenidos. **Vida en horas** y **vida en revoluciones**.

7. Pulse **Finalizado** para abandonar la **Calculadora de Rodamientos**.

No es necesario introducir la velocidad del rodamiento cuando únicamente desee conocer la vida en revoluciones.



Los rodamientos están sometidos al desgaste continuo por lo que deben ser reemplazados de forma periódica para evitar su rotura y dañar al mecanismo sobre el que está montado.

Los principales factores que afectan a la vida en servicio de un rodamiento son la magnitud y dirección de las cargas aplicadas, la lubricación y la desalineación del eje sobre el que van montados, además de otros factores.

Figura 13.28. Rodamiento de bolas.

13.4 3D Content Central

Servicio gratuito *online* que permite descargar modelos en 3D y en 2D de componentes, elementos normalizados y conjuntos de los principales proveedores y fabricantes. El servicio permite buscar, configurar, visualizar y descargar en modelo CAD desde una base de datos con más de 100 catálogos de proveedores y más de un millón de modelos certificados por los propios fabricantes.



Figura 13.29. Directorio *online* www.3dcontentcentral.

¿Qué ofrece el servicio 3D Content Central?

- **Búsqueda.** Localización de elementos normalizados, componentes y conjuntos que son comercializados por las principales empresas a nivel mundial. La base de datos se actualiza diariamente lo que permite localizar ficheros CAD de nuevos productos y ver los catálogos actuales.

- **Configuración.** Puede seleccionar el elemento más adecuado para su diseño según las dimensiones y las especificaciones técnicas dentro de una gran gama de productos.

- **Selección de proveedores.** Para un mismo producto puede consultar los catálogos de los distintos fabricantes y seleccionar el proveedor más adecuado a sus necesidades.

- **Visualización.** Los elementos seleccionados pueden visualizarse en 3D y en 2D en tiempo real y *on line* sin la necesidad de descargarlos previamente. Puede usar las herramientas de visualización comunes como el zoom y girar componente.

- **Descarga.** La descarga de los modelos son totalmente gratuitas y permite hacerlo en diferentes formatos CAD evitando conversiones posteriores por parte del usuario. De entre los principales formatos se destacan: **Solid**Works®, AutoCAD, Autodesk Inventor, Pro/Engineer, CATIA, Unigraphics, entre otros.



Figura 13.30. www.3dcontentcentral. Categorías y catálogos (Proveedores y favoritos).



Proveedores de la A a la Z

Saltar a: 1

3	E	L	S
3DPLM Softwares	e.g.o	LA CLUSIENNE - CLUFIX	SADC
3M	E G O Commercial Electronics AG	Lagermetall AB	Saltec Incorporated
8	Eagle Rock Technologies Inc	Laird Technologies	Samtec
80/20 Inc.	Easy Conveyors BV	LANAMATIC	Samtec, Inc
A	Easy Conveyors Sweden AB	LAP Laser	SAPELEM
A&A Manufacturing	ebm-papst AB	LE JOINT FRANCAIS	SAVIGNY
A.C.C.&S.	ECMU CSR	LEDUC	SCHMALZ Vakuumtechnik
AB dostec - Dosiertechnik	eDART Slurry Valves	LEGRAND	SCHMERSAL
ABB AB/Jokab Safety	EFD, Inc	Leister Technologies	SCHMIDT-KUPPLUNG
ABM Greiffenberger	EFDYN - Shocks and Dampers	LEMO	Schneider Electric - Automation and Control
ABP Antriebstechnik	EHS Manufacturing	Leo&Fors Stockholms Fläder AB	Schneider Electric - Electrical Distribution
Accuride Europe	EICHENBERGER GEWINDE	LETOILE	Schneider Electric - Multi-purpose enclosures
Accuride International	FIE Meskin AB	LIMO	SCHOLZ MECHANIK
Ace Pumps	ELMORE	LIN ENGINEERING	SCHUBTER
ACE Stoßdämpfer GmbH	ELAN	LINE TECH AG	SCHWEITZER Federntechnik
Ackurat Industriplast AB	elbi	LinearModul A/S	Scott Rotary Seals
ACMEL Industries	ELCOM	LinTech	Sealcon Hummel
Acumo AB	Elcom FR	Liquip Pty Ltd	SEDIS
ADB Hoist Rings	elektrometal	LMC	Seeger-Orbis
Adept Technology, Inc.	ELESA	LN Systems Limited	SERMAX
Adigo Drives	Encoder Products Company	LÖNNE SCANDINAVIA AB	Setco Sales Co.
ADVANTECH	Endeavour International Ltd	Lorlin Electronics	SFA
Aero Material	Engenuity Inc	Low2High Vacuum AB	SFERO
AERO-LIFT	ENOMAX Groupe Supratec	LTK Lineartechnik Korb GmbH	SharkSkin Design
Aerotech, Inc.	ERGOSWISS	LTN Servotechnik GmbH	Shepherd Caster Corporation
Aerotécnica S.A	ERHARD	LUKAS Hydraulik GmbH	SHEREX
AGI Automation Components	ESZ MAKINA INS SAN VE DIS TIC LTD STI	Luxilo	SI Spanel
Air Filter Engineering SA	ETP	Lyle Industries Inc	
airoil	EUCHNER	M	

3D ContentCentral® es un servicio gratuito para buscar, configurar y descargar **millones de modelos de piezas de proveedores y dibujos CAD** que han sido certificados por fabricantes de componentes comerciales disponibles en el mercado. Los modelos de piezas están disponibles en los formatos CAD en 2D y 3D principales, incluyendo **SolidWorks, Autodesk Inventor y AutoCAD**. Puede buscar en 3D ContentCentral y encontrar modelos gratuitos de piezas de proveedores que incluyen modelos de ensamblajes, dibujos CAD y modelos CAD en 3D completos.

¿Cómo funciona 3D ContentCentral?

En 3D ContentCentral, puede realizar cualquiera de las siguientes tareas, lo que supone un ahorro en su precioso tiempo de diseño que, de otra forma, emplearía diseñando modelos CAD en 3D de componentes de proveedores de catálogos de 2D (archivos PDF o DWG).

- **Buscar** modelos de componentes de proveedores usando números de pieza, nombres de productos, descripciones, parámetros de productos y otros criterios específicos de aplicaciones, o simplemente examinando la biblioteca de piezas de modelos CAD a través de una interfaz de catálogo intuitiva.
- **Configurar** el modelo del componente del proveedor basado en requisitos específicos como dimensiones, operaciones, colores y accesorios.
- **Ver** los modelos CAD en 3D y/o dibujos en 2D de componentes de proveedores. Puede acercar, trasladar y girar los modelos.
- **Descargar** en tan sólo unos segundos modelos en 3D y dibujos en 2D gratuitos en formatos CAD estándares o nativos para los principales sistemas mecánicos CAD, incluyendo AutoCAD®, Autodesk Inventor™ Series, Pro/ENGINEER®, Solid Edge™, CATIA®, software CAD en 3D de SolidWorks®, Unigraphics® y otros.

Solicitar precios para el componente del proveedor enviando una solicitud directamente desde la página de modelos.

Figura 13.31. www.3dcontentcentral. Lista no exhaustiva de Proveedores.

Busque dibujos CAD gratuitos y modelos en 3D en 3D ContentCentral®

3D ContentCentral® es un servicio en línea para buscar, configurar y descargar gratuitamente dibujos CAD en 3D de piezas de proveedores, componentes y subensambles. Al unirse a la comunidad de este servicio, los diseñadores e ingenieros tienen la posibilidad de buscar, configurar y descargar modelos en 3D certificados por proveedores de piezas comunes y componentes preconstruidos para incorporarlos en diseños de productos. El acceso rápido y en tiempo real a modelos de piezas de proveedores ahorra valioso tiempo y esfuerzo, y permite concentrarse más en el diseño del producto.

3D ContentCentral® proporciona acceso a dibujos CAD y modelos en 3D gratuitos que representan millones de números de piezas certificados por proveedores en los principales formatos CAD en 2D y 3D, incluyendo modelos de AutoCAD®, Autodesk Inventor™, Pro/ENGINEER®, Solid Edge™, CATIA®, modelos CAD en 3D de SolidWorks®, Unigraphics® y otros sistemas. Las descargas de modelos son gratuitas e ilimitadas para los usuarios de este servicio que estén registrados. Además, 3D ContentCentral® le pone en contacto con una comunidad de 1.196.038 usuarios registrados que contribuyen con modelos a la biblioteca de usuarios del sitio.

Las funciones de configuración paramétrica en 3D del sitio permiten a los usuarios configurar, ver y descargar una variedad de modelos CAD gratuitos de proveedores de forma rápida y sencilla para que decidan cuál el componente más adecuado a sus necesidades específicas. Todas estas funciones se ponen a disposición completamente gratis.

Si no encuentra una pieza específica en 3D ContentCentral®, envíenos el nombre del fabricante y nos pondremos en contacto con él para que ponga a disposición sus modelos de piezas a través del sitio.

3D ContentCentral® está comprometido a construir una comunidad fuerte de diseñadores, ingenieros y fabricantes para ayudar a los diseñadores de productos de todo el mundo a no sólo ahorrar tiempo, sino también a utilizar los aumentos de productividad en innovar y crear los productos del futuro.

Le animamos a que comparta con sus amigos y compañeros sus experiencias sobre la extensa biblioteca de dibujos CAD gratuitos disponibles en 3D ContentCentral® enviándoles un mensaje por correo electrónico incluyendo un vínculo a nuestro sitio.

Nuestros socios de contenido
TraceParts es un socio de soluciones y contenido de SolidWorks en materia de bibliotecas de piezas 3D. Para obtener más información sobre TraceParts, visite www.traceparts.com.

Cevican AB es un socio de contenido de SolidWorks de bibliotecas de piezas 3D. Para obtener más información sobre Cevican AB, visite www.solidcomponents.com.

¿Por qué 3D ContentCentral?

3D ContentCentral® es una comunidad de usuarios y proveedores donde hay disponibles piezas y ensamblajes gratuitos en los principales formatos CAD en 2D y 3D, incluyendo SolidWorks, DraftSight, Autodesk Inventor y AutoCAD.

Además de **millones de piezas y ensamblajes de proveedores** que han sido certificados por los fabricantes de estos componentes comerciales, ahora puede descargar **bloques 2D, operaciones de biblioteca y macros de SolidWorks**.

3D ContentCentral para iPad
A partir de ahora, podrá disfrutar de esta aplicación en un iPad. El contenido se visualizará mejor con eDrawings o eDrawings Pro para iOS.

Contenido de DraftSight
El contenido 2D se analiza minuciosamente en nuestros servidores para que pueda descargar vistas concretas de modelos 3D con el fin de agregarlas en sus proyectos 2D. Las piezas y los ensamblajes se pueden descargar en el formato de DraftSight™ así como en otros formatos 2D populares.

Publicación de catálogos de proveedores en el sitio Web de su empresa
Servicios de proveedores continúa proporcionando a los proveedores de componentes industriales las herramientas necesarias para que den a conocer modelos CAD de sus productos entre la infinita comunidad de 3D ContentCentral y ahora, además, con la posibilidad de cargarlos en el sitio Web de su empresa. La herramienta Carga de archivos, los servicios Modelos en su sitio Web, así como la previsualización de modelos y las páginas de edición permiten ofrecer soporte a clientes e incrementar su negocio.

Resultados de la búsqueda
Esta sección tiene una nueva apariencia. Además, de acuerdo a comentarios recibidos de usuarios, se ha mejorado tanto la información que se muestra como la forma de presentarla. Esperamos que estas mejoras le agraden y resulten útiles para encontrar contenido de proveedores más fácilmente.



Figura 13.32. www.3dcontentcentral.

3D ContentCentral® por categoría

Permite localizar los modelos de piezas en 3D, modelos de ensamblajes y dibujos 2D certificados por los proveedores y clasificados en diferentes categorías. En cada una de las categorías se indican los modelos disponibles así como sus características y la empresa proveedora. Las categorías disponibles se ordenan por orden alfabético.



Figura 13.33. Componentes descargados de 3dContentCentral.

13.4.1 Acceder a 3D ContentCentral

Para acceder a **3D ContentCentral®** debe tener conexión a Internet y aceptar el contrato de licencia que puede rellenar la primera vez que acceda al espacio de intercambio de modelos.

1- Seleccione **Biblioteca de Diseño** del **Panel de tareas** que se encuentra en la parte derecha de la **Zona de Gráficos**.

2- Pulse sobre la carpeta **3D ContentCentral** y seleccione la **categoría** que desee para abrir la página Web. Puede escoger la **Biblioteca de usuarios** o **Contenido de suministradores**.

3- Navegue por la página web hasta localizar el modelo deseado.

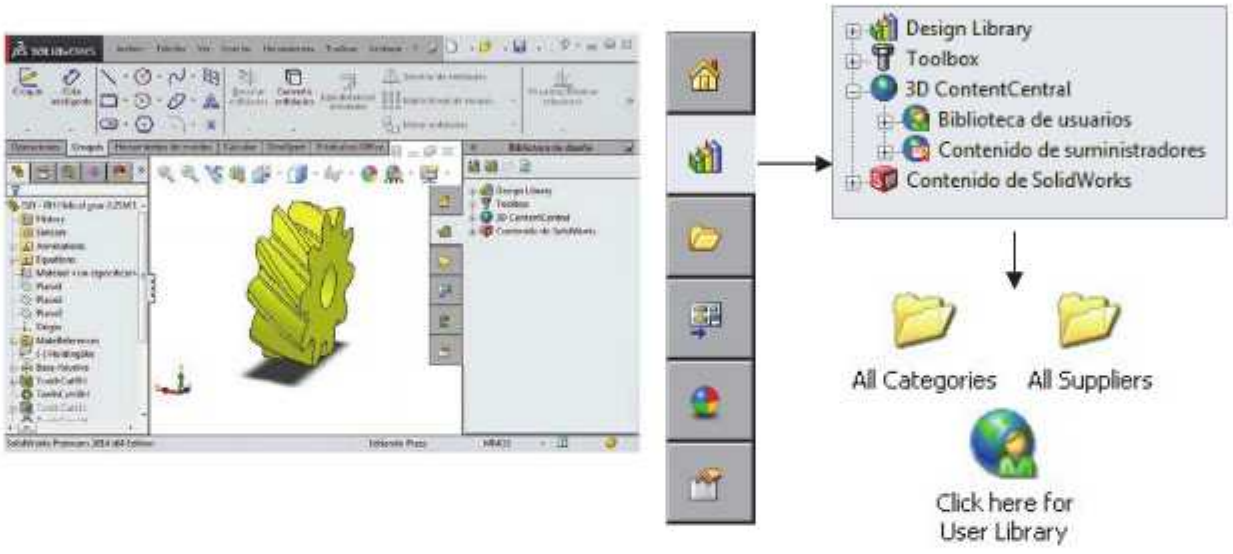


Figura 13.34. **3D ContentCentral®** de la Biblioteca de diseño.

13.4.2 Navegar por 3D ContentCentral

La página web está dividida en tres zonas. El **Menú inicial** y **Buscador de componentes** que se encuentra en la parte superior, el **Buscador por categorías y proveedores** que se encuentra en la parte izquierda y, por último, la **Zona principal** en la que se presentan los modelos. Recuerde que también puede acceder al 3D **ContentCentral** desde cualquier navegador de Internet con solo indicar la dirección **www.3dcontentcentral.es**.

13.4.3 Registro de usuario

Para realizar la descarga de modelos debe registrarse y aceptar las condiciones de uso que se indican. En el Menú **Iniciar sesión** se indica cómo debe hacerlo. En la opción **Registrar** debe rellenar el formulario para crear la cuenta gratuita y tener acceso a la biblioteca de modelos. En el registro debe indicar un **Nombre de usuario** y una **Contraseña** que le servirá para acceder desde cualquier ordenador con conexión a Internet.



Figura 13.35. Ventana de **Registro**.

13.4.4 Búsqueda y descarga de modelos

Para buscar modelos puede seguir dos procedimientos. Búsqueda por **Nombre de la pieza** o por **Proveedores**. Después de localizar el modelo deseado le aparece la ventana indicada en la Figura 13.38.



Vista preliminar en 3D. Puede visualizar el modelo en 3D y emplear las herramientas de **Zoom**, **Girar** y **Trasladar**. Debe tener instalado **HyperView** en su ordenador. Si no lo tiene instalado lo puede descargar e instalar de forma gratuita.

Vista preliminar en 2D. El modelo se visualiza en 2D. Debe tener instalado **eDrawing** en su ordenador. El botón secundario del ratón permite seleccionar las Herramientas de Visualización de **Zoom ajustar**, **Encuadre**, **Acercar/alejar**, **Trasladar**, **Sombreado**, **Crear presentación** y **Animar vistas**.

Nombre de la pieza del proveedor. Informa sobre el nombre que el proveedor asigna al modelo. Además, en algunos casos se incluye el catálogo en formato **PDF** con las características del producto.

Opciones de descarga. Permite seleccionar el **Tipo de fichero** a descargar (2D o 3D), **Formato** del fichero CAD, **Versión** del programa (2006, 2007, etc.), descarga de ficheros comprimidos con formato ZIP.

Herramientas de visualización. Puede visualizar el modelo desde cualquier posición con las herramientas de **Zoom**, **Girar** y **Trasladar**.

Descripción del modelo. Incluye la descripción del modelo, el nombre del autor, el número de descargas realizadas hasta el momento.

Para acceder, registrarse y descargar un modelo siga los siguientes pasos:

1. Acceda mediante su navegador a la web www.3dcontentcentral.es.

2. En la parte superior izquierda de la web pulse sobre **Registrar**. En la ventana emergente rellene los campos obligatorios indicando su **Correo electrónico** y la **Contraseña**. Una vez registrado recibirá un correo electrónico con la confirmación.



3. Para descargar modelos pulse sobre **Inicio de sesión** desde la parte superior izquierda de la web. Introduzca su **Correo electrónico** y la **Contraseña** anteriormente definida.



Búsqueda y descarga de modelos

4. Una vez iniciada la sesión puede buscar y descargar modelos de pieza, ensamblaje y dibujo desde el **Buscador** localizado en la parte superior derecha de la web. La búsqueda puede hacerla simple o avanzada. En esta última puede incluir frases, palabras, definir categoría o proveedor, entre otras. Escriba Star Wars y pulse **Buscar**. Ordene **Mejor coincidencia** y observe los modelos encontrados.

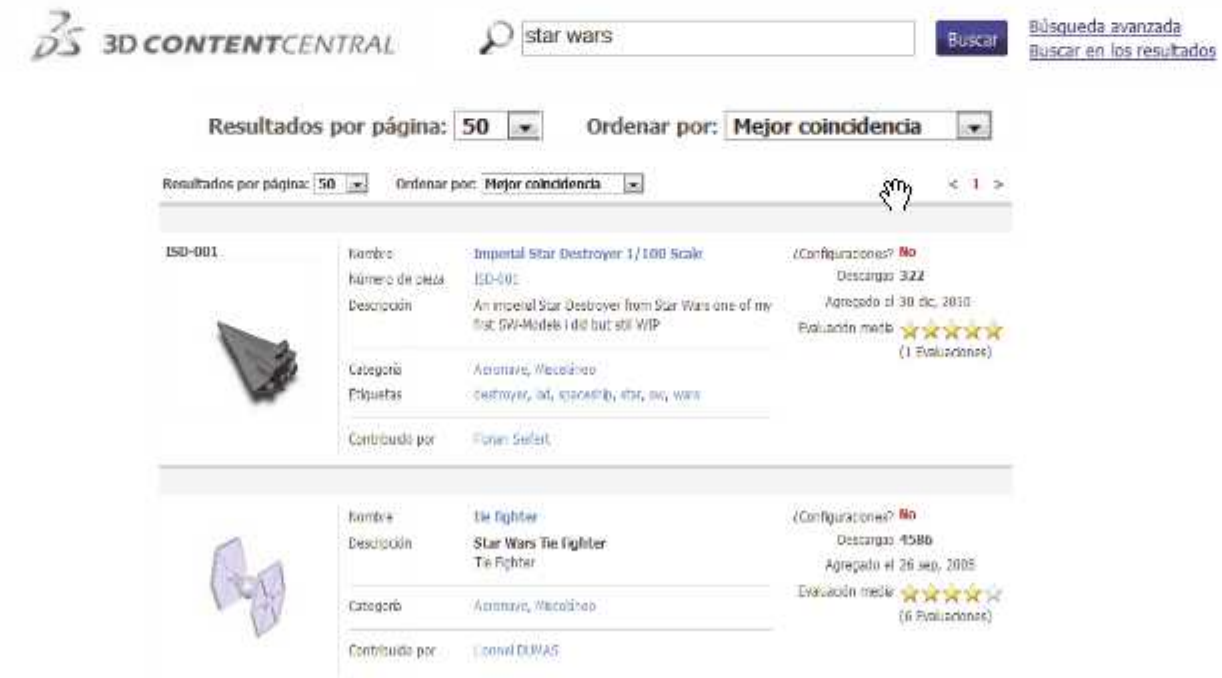


Figura 13.36. Resultados de la búsqueda en 3dContentCentral.



Figura 13.37. Agregar usuario y ponerse en contacto con usuarios.

Para cada uno de los modelos se indica el nombre, número de pieza y una pequeña descripción del mismo. Además, se definen la categoría en la que está incluido y el creador del modelo. En la parte derecha los modelos son puntuados hasta con cinco estrellas. Si desea ponerse en contacto con el autor, agregarlo a sus favoritos o puntuar su modelo puede hacerlo desde esta pestaña.

5. Pulse sobre la figura de **Darth Vader** con el botón izquierdo del ratón. Observe la ventana emergente.

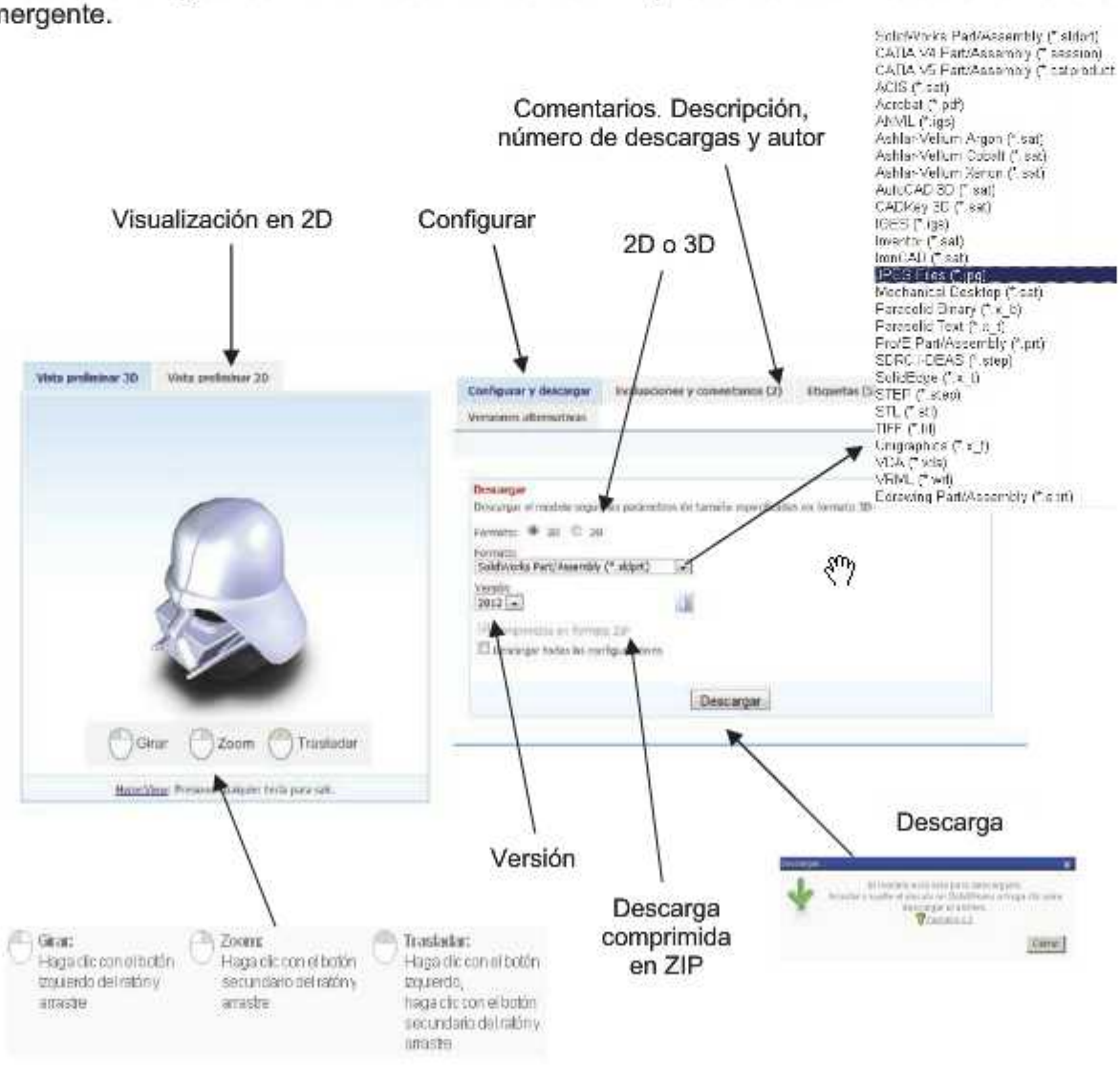


Figura 13.38. Ventana de descarga de 3DContentCentral.es

6. Manteniendo el botón izquierdo del ratón pulsado y moviendo el cursor puede **Girar** el modelo sombreado desde la **Vista preliminar 3D**. Mantenga el botón derecho pulsado y mueva el cursor del ratón arriba y abajo para hacer **Zoom** acercar y alejar, respectivamente. Pulse los dos botones del ratón para **Trasladar** el modelo sombreado. Desde la pestaña **Vista preliminar 2D** puede ver los planos asociados al modelo.

7. En la pestaña **Configurar y descargar** active la casilla 3D o 2D si desea descargar el modelo sólido o sus planos. Además puede seleccionar el formato del modelo y la versión. Active la casilla **Comprimidos en formato ZIP** para descargar el modelo de ensamblaje y todas las piezas comprimidos. Pulse sobre **Descargar** y seleccione la carpeta donde guardar el fichero.

Servicio de proveedores

8. Si tiene una empresa puede usar el servicio de **Proveedores** dónde tiene la posibilidad de publicar sus modelos CAD junto con el catálogo de productos. Para localizar este tipo de modelos pulse sobre **Proveedores** desde la página principal de 3D ContentCentral. En Categorías puede localizar desde Abrazaderas, Diodos, émbolos hasta pasadores o volantes. En **Proveedores** la búsqueda se establece según las marcas comerciales como Norgrem, Festo, Bosh o AMES y los modelos incluidos pueden ser descargados en pieza, ensamblaje o plano y en múltiples formatos. Además, se garantiza que los modelos están disponibles por el proveedor.

9. Para publicar modelos en 3DContentCentral debe seguir cuatro pasos: **Cargar** el modelo, **Revisarlo**, **Publicar** y **Mantener**.



Figura 13.39. Servicio de proveedores de 3DContentCentral.es

Capítulo 14
PhotoView 360

Introducción

PhotoView 360® es un complemento de SolidWorks® con el que puede obtener imágenes renderizadas (Fotorealísticas) de sus modelos de piezas o ensamblajes.

La aplicación consta de una gran gama de materiales, texturas, luces y fondos que permiten insertar sus diseños en entornos casi reales y de esta forma obtener imágenes con el futuro aspecto visual de su producto. La aplicación permite definir el **Tipo de renderizado**, los **Materiales empleados**, **Simular Iluminación**, **definir Escenarios**, **Insertar calcomanía** y **definir el Formato de la Imagen de salida**, entre otros aspectos.

En el capítulo se describen las principales herramientas para asignar materiales y definir apariencias, luces, cámaras, entornos, etc. Se finaliza el capítulo con un ejercicio guiado para poner en práctica los conceptos estudiados.

Contenido

- **PhotoView 360 Studio** y Barra de Herramientas de **Renderizar**.
- **Materiales**.
- **Escenas**.
- **Calcomanía**.
- **Luces, cámaras y paseos animados**.
- **Práctica Guiada**.

Objetivos

- Obtener imágenes fotorrealisticas mediante la definición e inserción de **materiales**, **luces** y **Escena**.
- **Guardar la imagen** renderizada en archivo de imagen.
- Conocer el **DisplayManager** y **PhotoView 360®**.

14.1 Introducción

PhotoView 360® es un herramienta de renderizado completamente integrada en SolidWorks®. Permite obtener escenas fotorealísticas de sus modelos y ensamblajes y guardarlas en formatos de imagen (BMP, JPG, etc.) para su tratamiento posterior en catálogos de productos, presentaciones, publicidad, etc.



Figura 14.1. Modelo renderizado con **PhotoView 360®**.

Al ser un módulo integrado en SolidWorks después de cargarlo aparece en el Menú de Persiana. Para cargar el complemento seleccione **PhotoView 360** desde el Menú de Persiana **Herramientas, Complementos**. Su activación crea un Menú de Persiana y una Barra de Herramientas con lo que podrá definir el **Tipo de renderizado**, los **Materiales empleados**, **Simular Iluminación**, **definir Escenarios**, **insertar Calcomanía** y **definir el Formato de la Imagen de salida**, entre otros aspectos.

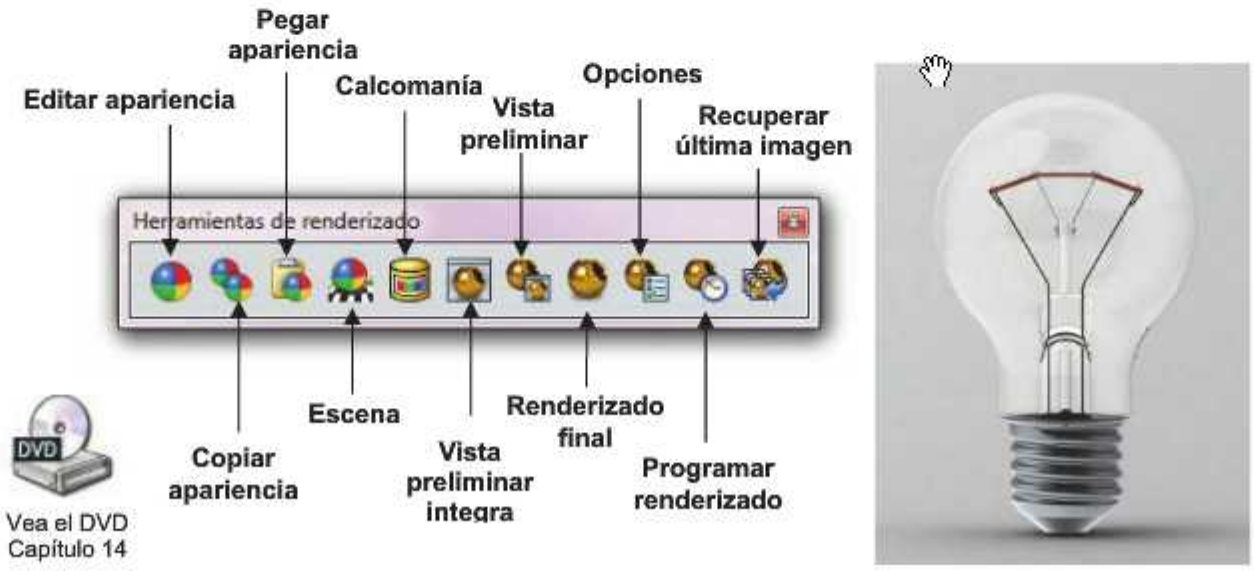


Figura 14.2. Barra de Herramientas de renderizado **PhotoView 360®**.

14.2 Editar apariencias

El **Editor de apariencias** es la primera de las herramientas que debe emplearse en la definición de una escena fotorrealística. Su uso permite aplicar colores, apariencias de materiales, transparencias, acabados superficiales, reflejos, iluminación, etc., tanto a piezas como ensamblajes.

Para su empleo debe pulsar sobre **DisplayManager** desde el Gestor de Diseño o desde el Menú de persiana PhotoView 360. También puede acceder pulsando sobre el icono en la Barra de Herramientas de **renderizado** o desde la Biblioteca **Apariencias**, **escenas** y **calcomanías**.



Figura 14.3. DisplayManager y Barra de Herramientas de renderizado de **PhotoView 360®**.

En el **DisplayManager** aparecen tres iconos (**Apariencia**, **Calcomanías** y **Escenas, luces y cámara**). Inicialmente, en **Apariencias** aparece un mensaje que indica la no presencia de texturas o materiales asignados a la pieza. El mismo mensaje aparece en la etiqueta de **Calcomanías** y en **Escenas, luces y cámara**.

Para **Asignar una apariencia** a un componente o pieza los pasos a seguir son:

1. Pulse sobre el **DisplayManager** desde el Gestor de Diseño. En **Apariencias** pulse **Abrir Biblioteca de apariencias**.

2. Seleccione un material pulsando sobre el nombre de la **apariencia** con el botón izquierdo del ratón. Observe como la pieza adquiere la tonalidad del material seleccionado. En el **DisplayManager** aparece una etiqueta con la apariencia asignada. En la **Biblioteca de materiales** puede encontrar plásticos, metales, pinturas, cauchos, vidrios, telas, etc.

3. Para comprobar la asignación del material puede realizar un Renderizado previo con **Vista preliminar íntegra**.

4. En el caso de tener varias piezas en un ensamblaje pulse sobre **Mostrar panel de visualización** y asigne una apariencia a cada una de las piezas de forma independiente.



Figura 14.4. Edición de apariencias.

Para **Editar una apariencia** ya asignada a un componente o pieza los pasos a seguir son:

1. Desde el Gestor de diseño pulse sobre **Mostrar panel de visualización**. Aparecen cuatro columnas con las opciones: **Ocultar/Mostrar**, **Modo de visualización**, **Apariencias** y **Transparencias**. Pulse mediante un doble clic con el botón izquierdo sobre la apariencia a modificar (Figura 14.4).

2. En el cuadro de diálogo emergente aparecen las opciones: **Apariencia**, **Copiar**, **Pegar** y **Eliminar**. La primera de las opciones abre el PropertyManager de **Apariencia** donde puede modificar el **Color**, **Iluminación**, **Acabado superficial**, etc.

3. Seleccione la opción **Básicas** para editar el color y los estados de visualización. Desde la opción **Avanzado** es posible editar la **Iluminación** (reflexiones, intensidad luminosa, etc.), el **Acabado superficial** (rugosidad y textura), el **Color/imagen** y la **Asignación**.





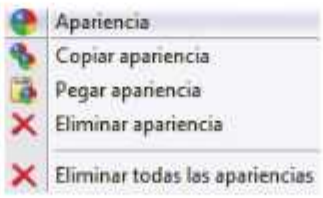


Figura 14.5. Edición de apariencias **Básicas** y **Avanzadas**.



Figura 14.6. Algunas de las **Apariencias** de la Biblioteca de materiales.

14.2.1 Básicas



Geometría seleccionada

Puede utilizar los **Filtros de selección** para elegir entre piezas, ensamblajes, superficies, sólidos u operaciones. La opción **Eliminar apariencia** eliminar la apariencia de la cara, operación, sólido o pieza.

Color

Edita el color de la apariencia seleccionada. Puede escoger uno de la paleta de colores o a partir de **Crear nueva muestra**. La paleta de colores permite definir colores apagados, brillantes o transparentes.





Estados de visualización

Las opciones definen si hay un estado de visualización vinculado a la configuración actual. En la primera de las opciones (**Este estado de visualización**) los cambios efectuados solo se reflejan en el estado de visualización actual. En la segunda opción (**Todos los estados de visualización**) los cambios se reflejan en todas las configuraciones. En la última (**Especificar estado de visualización**) los cambios solo se reflejan en los estados de visualización seleccionados.

14.2.2 Avanzado

Puede definir la **Iluminación**, el **Acabado superficial**, **Color/imagen** y la **Asignación**, además también puede editarse el **Color**.

Color/imagen

En **Color** puede editar los aspectos anteriormente comentados en las opciones **Básicas**. En **Imagen** puede editar la apariencia que se aplica a un componente cuando se emplea un archivo de imagen. Es el caso de las texturas de madera o cualquier otro material donde una imagen previa define el patrón de la apariencia. Pulse sobre **Ruta de acceso al archivo** de imagen para localizar una imagen para emplearla como textura.



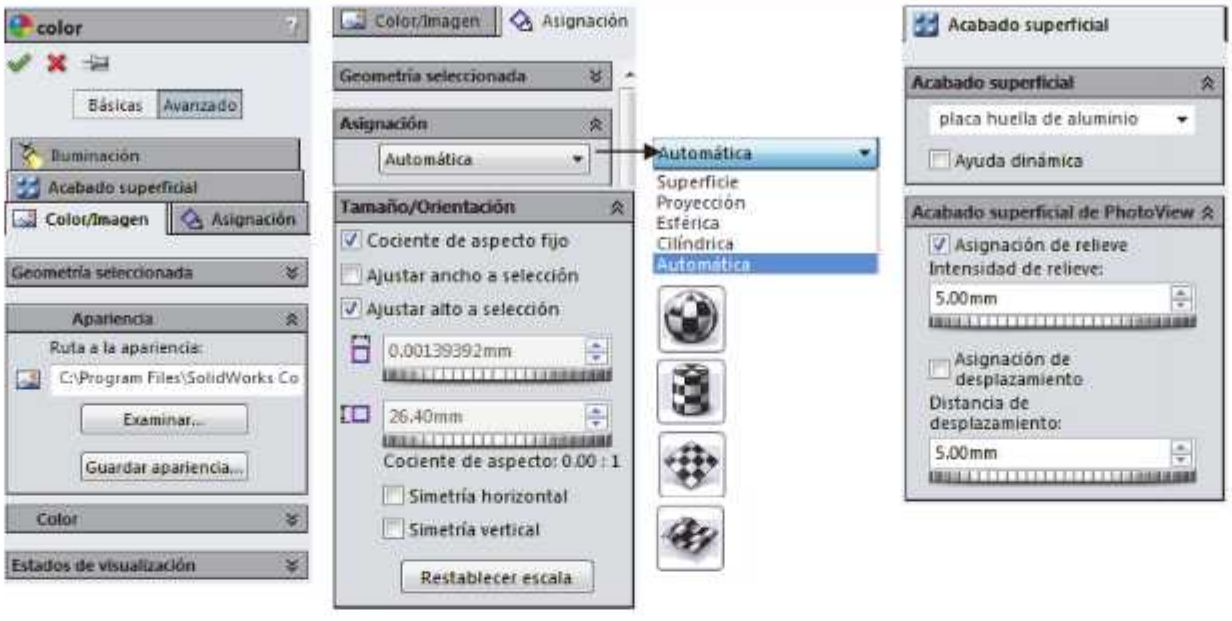


Figura 14.7. **Color/imagen**, **Asignación** y **Acabado superficial**.

Asignación

Permite asignar apariencias texturizadas a las piezas o ensamblajes. A partir de **Tamaño/Orientación** puede definir la ubicación de los materiales así como la forma en la que se adhiere sobre el modelo regulando la simetría o ajustando el alto y ancho de la imagen.

Acabado superficial

Define el tipo de acabado superficial del material a asignar mediante su seleccione desde los ya predefinidos (**Fundición**, **Rugoso**, **Estriado**, etc.) o a partir de su nueva creación. La creación del acabado superficial exige la definición de la **Amplitud**, **Escala**, **Detalle** y **Nitidez de la rugosidad**. Para conocer las características de cada uno de ellos active la casilla **Ayuda Dinámica**.



Figura 14.2. Diferentes acabados superficiales.

Iluminación

Defina la **Luz ambiental**, la **Reflexión** y **Dispersión especular**, el **Índice de refracción**, la **Transparencia** o la **Translucidez**. O seleccione uno de los varios tipos de **Iluminación** predefinidos. Active la casilla de **Ayuda dinámica** para conocer los efectos que produce cada uno de los parámetros que definen la iluminación que incide sobre su modelo.

14.3 Editar escenas

PhotoView® contiene un **Editor de escenas** que proporciona un fondo visual detrás del modelo a renderizar. Además, el editor de escena incluye reflexiones con el entorno, fuentes de luz realista y la proyección de sombras sobre el suelo. Se divide en tres pestañas: **Básica**, **Avanzada** e **Iluminación**.



Puede acceder al **Editor de Escenas** pulsando sobre su icono desde la Barra **de Herramientas de renderizar**, desde el **DisplayManager** o desde el Menú de persiana **PhotoView®**.

Editor de Escena básico

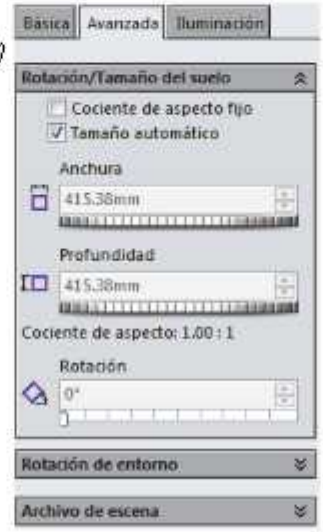
Incluye la definición del **Fondo**, el **Entorno** y el **Suelo**.

En **Fondo** puede seleccionar un color, un color degradado o una imagen.

Desde **Entorno** seleccione una imagen para que sea asignada de forma esférica como un entorno para la escena a renderizar.

Finalmente, en **Suelo** puede seleccionar las opciones que genera reflexiones, sombras o aplanan el suelo del entorno esférico para mejorar el aspecto de los modelos. Además, puede mover el plano en el que se sitúa el suelo y donde se generan sombras.





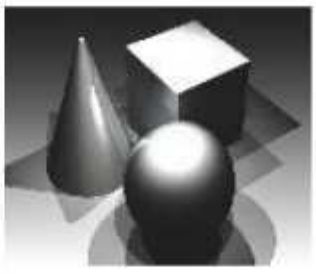
Editor de Escena Avanzada

Desde **Cociente de aspecto fijo** puede ajustar el suelo de manera uniforme cambiando la **Anchura** y/o la **Altura.** La opción **Tamaño automático** ajusta el suelo según el envolvente del modelo.

Rotación de entorno gira el entorno afectando a la iluminación y las reflexiones. El giro del entorno se realiza horizontalmente con relación al modelo a renderizar.

Archivo de escena permite Guardar la escena actual en un archivo o seleccionar una escena anteriormente creada para su visualización.






Iluminación

La pestaña **Iluminación** define las propiedades luminosas de la escena a renderizar. Puede definir la **Luminosidad de fondo** y la de **renderizado**. La **Luminosidad de fondo** solo tiene efecto cuando en la pestaña **Básico** el color del fondo es blanco o no hay ningún fondo seleccionado.

Active o desactive la opción **Iluminación de entorno precisa** si desea realizar el renderizado con luz más o menos preciso. En **Reflectividad de escena** establece la cantidad de reflectividad a renderizar.

14.4 Cortar, Copiar, Pegar

Permiten **Cortar**, **Copiar** y **Pegar Apariencias** desde un elemento a otro de la misma forma que copia una imagen o un texto en cualquier aplicación de Windows®.

14.5 Calcomanía

La operación de **Calcomanía** inserta una imagen a modo de etiqueta sobre una cara del modelo a renderizar. Puede **Mover**, **Ajustar** y **Girar** la imagen insertada en función de las características de la geometría del modelo.



Para insertar una imagen a modo de etiqueta pulse **Calcomanía** desde el Menú de Persiana **PhotoView 360®** o desde el DisplayManager.

Seleccione el fichero de imagen a insertar como **Calcomanía** desde la pestaña **Imagen** y defina su modo de **Asignación** y la **Iluminación**.

Imagen

Pulse sobre **Examinar** y localice el fichero de la imagen a insertar como una calcomanía. En **Vista preliminar de calcomanía** puede visualizar la imagen seleccionada. La opción **Guardar calcomanía...** permite guardar la imagen actual como una **Calcomanía**. En **Imagen de máscara** puede seleccionar una imagen de un archivo para insertarla como **Máscara de imagen** o como **Máscara de color selectiva**.

Marca de imagen. La imagen seleccionada como **Calcomanía** se visualiza en el modelo solo en las zonas blancas, excluyendo las zonas negras. **Máscara de color selectiva.** La calcomanía insertada en el modelo no tiene los colores seleccionados al excluir. Pulse en seleccionar el color y seleccione el color a eliminar.



Figura 14.9. **Calcomanía. Marcas de color selectivo**.

Para crear la **Marca de color selectiva** indicada en la Figura 14.9 pulse sobre **Seleccionar color** y seleccione con el botón izquierdo del ratón un color de su máscara desde la **Zona de Gráficos**. De esta forma elimina el color seleccionado y pasa a tener el color transparente.

Asignación

Permite definir la entidad dónde se ubicar la **Calcomanía** además de definir el **Tamaño**, la **Orientación** y la **Posición** de la misma sobre el modelo.

Geometría seleccionada

Seleccione desde la **Zona de Gráficos** las **Caras**, **Superficies**, **Operaciones** o **Sólidos** dónde desee ubicar la **Calcomanía** o imagen previamente seleccionada.

Asignación

Defina el **Tipo de Asignación** (**Etiqueta**, **Proyección**, **Esférica** o **Cilíndrica**), en función de la geometría base del modelo.

En **Tamaño/Orientación** active o desactive las opciones de **Cociente de aspecto fijo**, **Ajustar ancho o alto** de selección y edite la **Longitud**, **Anchura** y **Ángulo de rotación** de la imagen sobre la cara seleccionada del modelo. Además puede definir la **Simetría** de la imagen como **Horizontal** o **Vertical**.











Vea el DVD
Capítulo 14

Figura 14.10. **Tamaño/orientación de máscaras** en Calcomanías.

La pestaña **Restablecer imagen** vuelve el modelo a su situación inicial, antes de sufrir las posibles modificaciones efectuadas.

Iluminación

En el cuadro de diálogo de **Iluminación** puede definir el comportamiento de la **Calcomanía** frente al sistema de iluminación establecido. De la lista inicial puede seleccionar un tipo de material para la calcomanía.

Así, por ejemplo si selecciona **Mate** puede editar el **Ambiente**, la **Difusión** y la **Transparencia** de la calcomanía tal y como se presenta en la Figura 14.11.

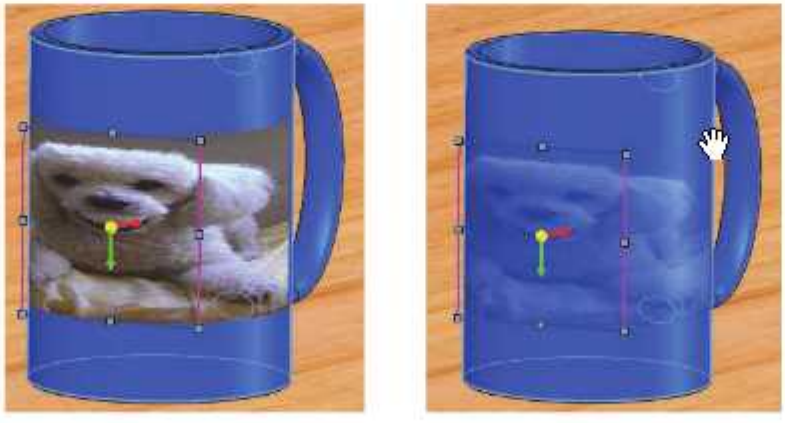


Figura 14.11. **Transparencia de la Calcomanía**.

Pulse **Ayuda dinámica** para obtener información sobre cada una de las opciones de iluminación cuando acerque el cursor a cada una de las mismas. Recuerde que la **Ayuda dinámica** la puede consultar en todas las funciones de **PhotoView 360**.



Difusión



Controla la intensidad de la luz sobre una superficie. Cuanto mayor es el valor, más luminosa es la superficie.

Color de reflexión especular



Controla el color de los resaltos reflejados en el componente especular. Haga doble clic para seleccionar el color.

Limitaciones: Dispersión especular y Reflexión especular deben ser mayor que cero. El modelo debe estar iluminado por al menos una luz direccional, concentrada o puntual y ésta debe estar activada en PhotoView.

Reflectividad



Controla la reflectividad de una superficie de acuerdo con una escala de 0 a 1 (0 significa que no hay reflexiones y 1 que la superficie simula los efectos de un espejo perfecto).

Transparencia



Controla la cantidad de luz que atraviesa una superficie. Los valores más inferiores incrementan la opacidad (0 es completamente opaco). Los valores más altos aumentan la transparencia (100 es completamente transparente).

Índice de refracción



Disponible si Transparencia es mayor que 0. Calcula cuánto se desvía un rayo de luz al atravesar un material. Cuanto mayor es el valor, mayor es la distorsión de los elementos refractados. Seleccione 1.0 para simular la luz atravesando el vacío; los rayos de luz no se desvían. Un valor de 1,333 aproxima la distorsión generada por la luz atravesando el agua, suponiendo que la superficie sea algo transparente.

Reflexión especular



Controla la intensidad de los resaltos, lo cual hace que la superficie se muestre más brillante. Un valor inferior reduce los reflejos.

Limitaciones: Dispersión especular debe ser mayor que cero. El modelo debe estar iluminado por al menos una luz direccional, concentrada o puntual y ésta debe estar activada en PhotoView.

Dispersión especular



Controla el nivel de borrosidad de las reflexiones en una superficie, lo cual hace que se muestre rugosa o lisa. Cuanto mayores son los valores, más grandes y suaves aparecen los resaltos.

Limitaciones: Reflexión especular debe ser mayor que cero y Color especular no puede ser negro. El modelo debe estar iluminado por al menos una luz direccional, concentrada o puntual y ésta debe estar activada en PhotoView.

Si Nitidez de las reflexiones está desactivada, sólo afecta a las reflexiones de luces físicas. Si está activada, incluye reflexiones propias y medioambientales.

Intensidad luminosa



Controla la luminosidad emitida desde la superficie. Cuanto mayor son los valores, más intensa la luminosidad.

Rugosidad de refracción



Disponible si Transparencia es mayor que 0. Determina el nivel de nitidez de los elementos vistos a través de la superficie. Configúrelo en cero para desactivar el efecto. Incremente el valor para simular el efecto de un cristal esmerilado en el que los elementos más cercanos a la superficie se ven claramente y los más alejados muestran sus contornos y detalles con menos nitidez.

Figura 14.12. Iluminación en calcomanías (Ayuda dinámica).

14.6 Renderizar

Con **PhotoView 360** puede crear imágenes renderizadas del elevado realismo incluso con los materiales predefinidos en los modelos de pieza y ensamblaje. Sin embargo, los resultados son más satisfactorios cuando se incorporan apariencias, iluminación y calcomanías. Recuerde activarlo desde el Menú **Herramientas**, **Complementos**.

El renderizado es la operación mediante la cual **Solid**Works® procesa la geometría 3D y obtiene una imagen fotorealística del modelo teniendo en cuenta los **Materiales** asignados, la **Iluminación**, la **Escena** y otros aspectos. **Solid**Works® dispone de varias herramientas de **Renderizado**: **Vista preliminar/integrada Renderizado final**, **Opciones**, **Programar renderizado** y **Recuperar última imagen**.



Figura 14.13. Herramientas de **Renderizar**.

PhotoView permite renderizar los modelos de dos formas distintas. **Vista preliminar integrada** o **Vista preliminar**. La primera genera el renderizado en la misma pantalla de SolidWorks mientras que la segunda abre una nueva ventana dónde se procesa el renderizado y dónde puede gestionarse de forma más eficiente. La vista preliminar se actualiza a medida que cambia la geometría del modelo o selecciona una nueva apariencia. El renderizado en estos casos es dinámico y se adapta a los cambios.

La opción de **Renderizado final** abre una nueva ventana en la que se realiza el renderizado. En **Opciones** puede controlar la configuración de **PhotoView 360**, el tamaño de la imagen a obtener, la calidad del renderizado, el formato de la imagen de salida, etc. **Programar renderizado** es una opción que permite gestionar los renderizados de forma que puede indicar el día y la fecha en la que se inicia el proceso de renderizado además de indicar aspectos de calidad y formato a obtener. Es muy recomendable renderizar en momentos en los que se realiza otra tarea porque el proceso, en algunos casos, exige elevado nivel de cálculo y, a pesar de la multitarea, los recursos van mucho más lentos.



Figura 14.14. **Programación de tarea** en el renderizado.



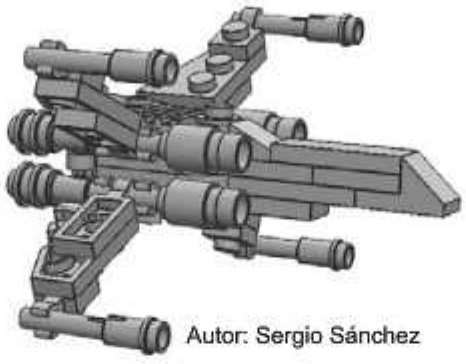
Vea el DVD
Capítulo 14

Modelo diseñado y renderizado con **PhotoView 360** por Toni Canosa.

Práctica 14-1

Inserte apariencias a cada una de las piezas del ensamblaje que conforma el modelo contenido en el DVD. Defina la escena, luces y cámaras.

20 minutos



Autor: Sergio Sánchez







Vea el DVD
Capítulo 14

Objetivos del tutorial

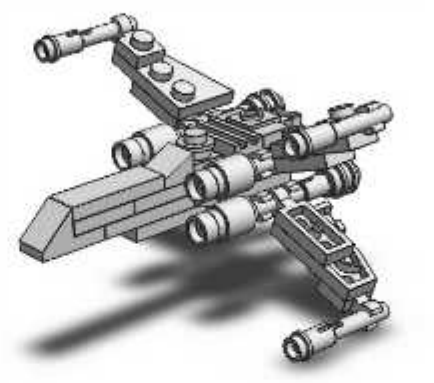
- Abrir documento de ensamblaje e insertar **Apariencias** y **Calcomanías**.
- Definir la **Escena, Luces** y **Cámaras**.
- Agregar un **Paseo animado** y **Renderizar** vídeo e imagen.

Práctica guiada 14-1

1. Pulse la opción **Abrir** del Menú persiana **Archivo** o sobre el icono **Abrir**. Localice el modelo de ensamblaje (P14-1) contenido en el DVD que acompaña el libro. Active **PhotoView 360°** desde el Menú de Persiana **Herramientas**, **Complementos**. Pulse **Aceptar**.

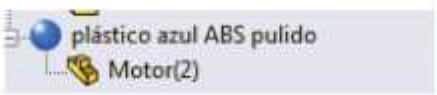
2. Pulse sobre el **DisplayManager** desde el Gestor de Diseño. Observe los tres iconos (**Apariencia**, **Calcomanías** y **Escenas, luces y cámara**). En **Apariencias** aparece un mensaje que indica la no presencia de texturas o materiales asignados a las piezas. El mismo mensaje aparece en la etiqueta de **Calcomanías** y en **Escenas, luces y cámara**.





3. Pulse sobre el **DisplayManager** desde el Gestor de Diseño. En **Apariencias** pulse **Abrir Biblioteca de apariencias**. Seleccione **Plástico azul ABS pulido**. Para asignarlo a la pieza realice un doble clic con el botón izquierdo del ratón sobre la apariencia. Pulse **Aceptar** desde el **DisplayManager**. Observe como la pieza adquiere la tonalidad azul seleccionada. En el **DisplayManager** aparece una etiqueta con la apariencia asignada. Repita la misma operación para el resto de piezas que componen el ensamblaje con las apariencias indicadas en el enunciado.







Recuerde que las apariencias permiten dar un aspecto realista a los modelos de pieza y ensamblaje diseñados pero, a diferencia de los materiales, las apariencias no definen propiedades físicas.

Inserción de calcomanía

4. Para insertar la imagen en la taza seleccione **Calcomanía** desde **PhotoView 360®** o desde su Barra de Herramientas. Localice el fichero de imagen contenido en el DVD que acompaña el libro. Inserte la calcomanía en la superficie cilíndrica de la taza y configure el PropertyManager de **Calcomanía** según se indica en la figura. Repita el mismo proceso e inserte el logo de SolidWorks en la base de la taza. El logo puede obtenerlo desde la **Biblioteca de Diseño** (**Calcomanías**, **Logotipos**).



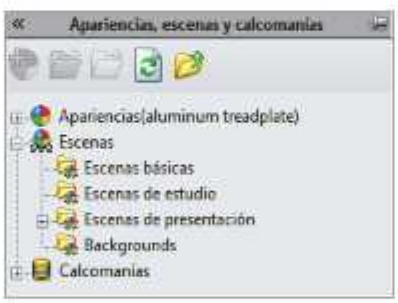






Definición de Escena, Luz y Cámara

5. Pulse con el botón derecho del ratón sobre **Escena** desde Biblioteca **Apariencias, escenas y calcomanías**. En la carpeta **Escenas de estudio** seleccione distintos tipos de suelo (**Suelo reflectante de damas**, **Suelo reflectante negro**). Observe el resultado renderizando la escena.





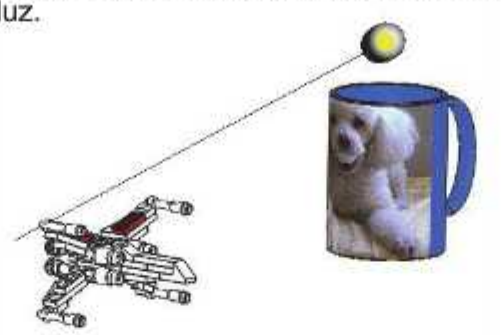


6. Maximice la carpeta **Luces** del **DisplayManager** para ver las luces que iluminan la escena actual. Pulse con el botón derecho del ratón sobre **Luces** y seleccione la opción **Mostrar luces** para conocer su localización. Vuelva a pulsar sobre **Luces** con el botón derecho del ratón y seleccione la opción **Agregar luz puntual**.

7. Seleccione la pestaña **Básico** desde el Gestor de Diseño y defina el **Ambiente** (0,33), la **Luminosidad** (0,3) y la **Reflexión especular** (0,5).



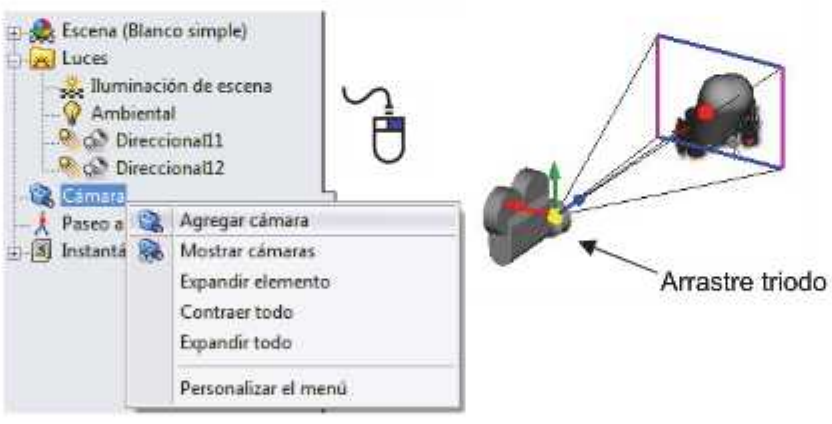
Es recomendable que varíe los valores y renderice la escena para ver cómo cada una de las luces insertadas afecta a la escena. En **Posición de la luz** seleccione el sistema de coordenadas **Cartesiano** e indique los valores de posición (50,80,80) mm. Pulse **Aceptar** para crear la luz.





8. Seleccione la pestaña **PhotoView** de la luz puntual1 y defina los valores de indicados en la figura: **Luminosidad de fondo**, de **renderizado** y **reflectividad de escena**.

9. Para crear una cámara que enfoque a la escena y definir imágenes más reales pulse sobre **Cámara** con el botón derecho del ratón desde **DisplayManager**. Seleccione la opción **Agregar cámara**. Observe como la pantalla de visualización se divide en dos. Mueva la cámara a partir del arrastre del tríodo (punto amarillo) para enfocar el modelo.

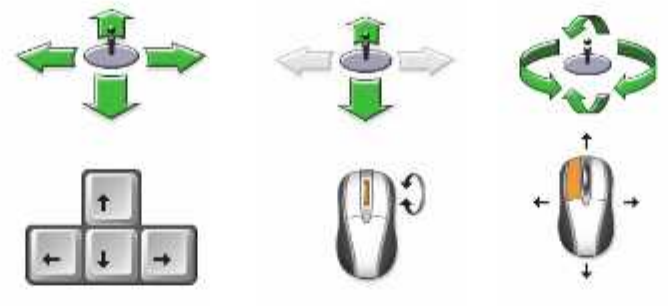


10. Pulse con el botón izquierdo sobre la ventana derecha (punto de vista de la cámara) y, desde el Menú de persiana **Photoview360**, seleccione la opción **Renderizado final**. Observe la creación de sombras como consecuencia de la localización del punto de luz.

Agregar un paseo animado

11. La opción **Paseo animado** permite crear una animación a partir de la definición de una trayectoria por dónde se va a desplazar la cámara creada.

12. Pulse sobre **Iniciar paseo animado**. Observe la pantalla con las instrucciones básicas para crear el paseo animado.
13. Puede utilizar las flechas del teclado, la rueda central del ratón y el botón izquierdo para crear los giros.



14. Pulse sobre **Alternar grabación** y a continuación sobre **Rec** para comenzar la grabación. Emplee los cursores y cree el movimiento animado. Al finalizar pulse **Aceptar**. En **Grabación** puede visualizar el paseo animado y grabarlo en formato de vídeo.





Utilice las **Teclas +** y **-** para aumentar y disminuir la velocidad de desplazamiento de la cámara. La **Tecla R** inicia la grabación del vídeo y la barra espaciadora permite pausarlo. La **Tecla Esc** permite cancelar el proceso de grabación.

15. Para realizar capturas de imagen utilice **Instantáneas** desde el **DisplayManager**. Pulse con el botón derecho sobre **Instantáneas** y seleccione la opción **Tomar instantánea**. Indique un nombre. Puede ver todas las instantáneas tomadas pulsando sobre cada una de ellas desde el **DisplayManager**.



Las instantáneas capturan el zoom y la orientación de la vista activa el estado ocultar/visualizar de los componentes de un ensamblaje, la vistas de sección y las vistas explosionadas. También es posible ver en los modos Revisión de diseños grandes, aligerado y solucionado.

Desde un paseo animado también puede realizar instantáneas. En este caso se registra el ángulo de la cámara, su orientación y el estado de ocultar/visualizar. Al activar una instantánea creada en un paseo animado se abre la aplicación de paseo animado de forma automática.

	Inicia la grabación.
	Hace una pausa la grabación. Haga clic nuevamente para reanudar la grabación.
	Guarda y vuelve al PropertyManager. Los botones **Reproducir paseo animado** y **Crear video** quedan disponibles en el PropertyManager. Utilice el botón **Reproducir paseo animado** para reproducir los vídeos que cree. Haga clic en el botón **Crear video** para especificar una ubicación para guardar vídeos.
	Cancela y vuelve al PropertyManager.
	Apunta la cámara hacia arriba, hacia abajo, a la izquierda o a la derecha. La posición de la cámara no cambia. Haga clic en el centro para restablecer la vista en la dirección del desplazamiento.
	Acerca el zoom.
	Aleja el zoom
	Gira la cámara a la izquierda.
	Gira la cámara a la derecha.
	Mueve la cámara hacia adelante.
	Mueve la cámara hacia atrás.
	Mueve la cámara a la izquierda.
	Mueve la cámara a la derecha.
	Mueve la cámara hacia abajo.
	Mueve la cámara hacia arriba.
	Establece la velocidad del movimiento de la cámara.
	Bloquea o desbloquea la cámara a una restricción. Seleccione una restricción haciendo clic en la flecha abajo o pase por las restricciones utilizando las flechas izquierda y derecha.
	Muestra u oculta la ventana del mapa.

Flechas	Mover hacia adelante o atrás, girar a la izquierda o a la derecha.
Mayús + flechas	Mover hacia arriba, abajo, izquierda o derecha.
Control + flechas	Mover hacia arriba o abajo.
Alt + flechas	Observar arriba, abajo, izquierda o derecha.
Inicio	Restablecer la dirección de la "vista".
Z, Mayús + Z	Aplicar el zoom para acercar o alejar la imagen.
+, -	Aumentar o disminuir la velocidad.
1 - 9	Establecer la velocidad.
Bloq Despl	Bloquear a restricción.
Re Pág	Siguiente restricción.
Av Pág	Restricción anterior.
R	Grabar.
Espacio	Pausa.
Esc	Cancelar.
M	Alternar vista de mapa.

Capítulo 15
eDrawings

Introducción

eDrawings es una aplicación que permite visualizar ficheros CAD 2D y 3D de SolidWorks® y de otros programas de diseño 3D como CATIA®, Pro/ENGINEER®, Inventor® o AutoCAD®, entre otros.

La aplicación **eDrawings Profesional** está incluida en la Versión SolidWorks® **Office Professional** y además de visualizar los modelos permite agregar **Marcas** y **Comentarios**, **Notas**, **Medir** y **Seccionar** sobre el mismo documento sin necesidad de tener SolidWorks® instalado.

Puede guardar sus documentos con formato **eDrawings** y enviarlos vía correo electrónico de forma comprimida, como fichero HTML o como ejecutable para que otro usuario pueda ver, corregir, y medir sin tener conocimientos de CAD.

eDrawings es una herramienta que facilita la comunicación entre cliente y proveedor a partir de la compartición y envío de ficheros.

Contenido

- Entorno de **eDrawings**.
- Creación de archivos **eDrawings** desde SolidWorks®.
- Guardar y enviar ficheros a través de correo electrónico.
- Herramientas de **eDrawings**.

Objetivos

- Conocer las ventajas del visualizador **eDrawings** y su versatilidad a la hora de recibir o enviar ficheros vía correo electrónico.
- Conocer las funciones de **Marcas**, **Gestionar comentarios**, **Mover componente**, **Medir**, **Seccionar**, **Explosionar**, **Sellos** y visualizar **Propiedades físicas**.

15.1 Introducción

eDrawings es un visualizador gratuito de ficheros CAD en 2D y 3D que permite comunicar y compartir sus diseños con clientes y colaboradores sin la necesidad de que estos sean usuarios de SolidWorks® ni expertos conocedores de aplicaciones CAD.

eDrawings está disponible en tres formatos: **eDrawings Viewer**, **eDrawings Publisher** y, el modelo superior, **eDrawings Professional**. La versión **Viewer** permite visualizar ficheros **eDrawings** y dicheros nativos de SolidWorks® y AutoCAD®. La versión **Publisher** es una aplicación disponible para SolidWorks®, AutoCAD®, Pro/ENGINEER® e Inventor® que permite convertir cualquier fichero CAD a **eDrawings**. Por último, la versión **Professional** aumenta las funcionalidades descritas y permite, además, otras funcionalidades avanzadas que facilitan aún más la comunicación entre diseñadores y clientes. Las versiones **Viewer** y **Publisher** son gratuitas mientras que la **Professional** tiene un coste.

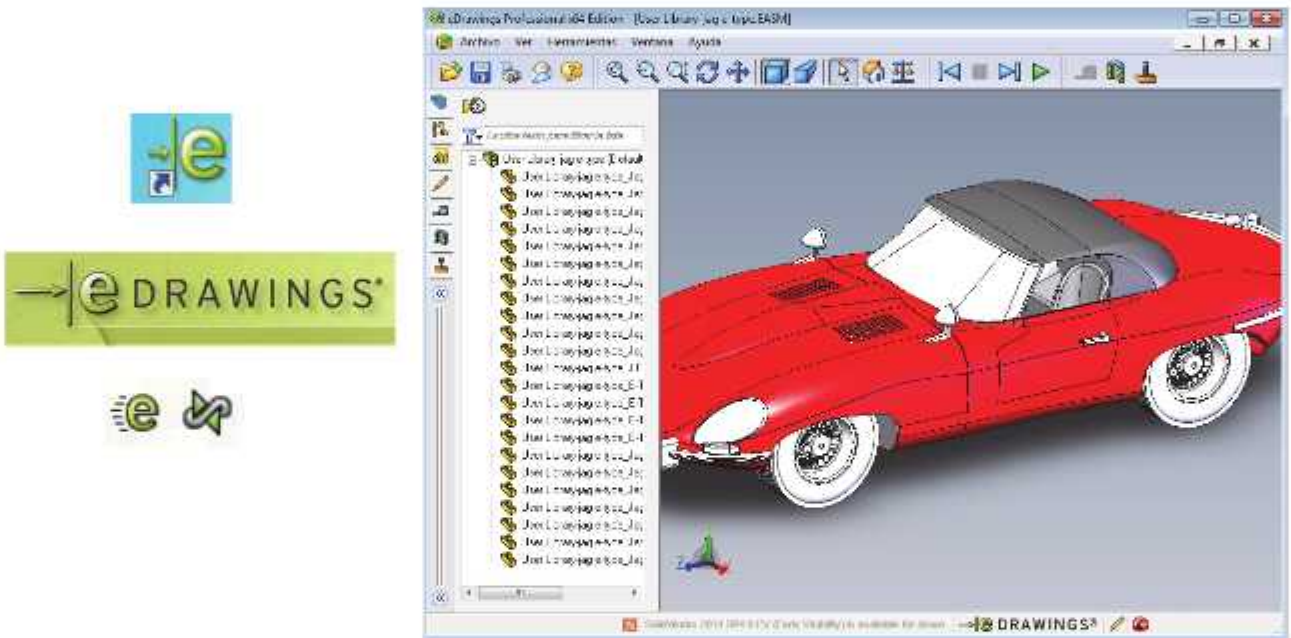


Figura 15.1. Visualizador de ficheros CAD **eDrawings**

Es el primer visualizador de ficheros CAD habilitado para comunicar vía correo electrónico los ficheros gestionados por **eDrawings** permitiendo compartir e interpretar los archivos de diseño y mejorar comunicación entre los equipos de trabajo.

Los ficheros pueden crearse a partir de documentos de **Pieza**, de **Ensamblaje** o de **Dibujo** y ser enviados por correo electrónico al cliente para que pueda visualizarlos, tomar medidas, realizar secciones, etc., sin importar el tamaño del documento ni la experiencia del cliente en el manejo de programas de CAD. **eDrawings** comprime el modelo CAD para reducir su tamaño y adjunta el visualizador para su autoextracción al recibir el correo electrónico. No es necesario que su cliente o colaborador disponga del visualizador.

Los ficheros **eDrawings** se caracterizan por ocupar poca memoria y por su fácil transmisión vía correo electrónico. Al mismo tiempo permite que cualquier usuario pueda visualizar los diseños ya que estos van empaquetados junto con **eDrawings** dentro del mismo documento.

Las **Principales funcionalidades** destacables en **eDrawings Professional**:

- Permite visualizar cualquier fichero **eDrawings** generado por los principales programas de CAD del mercado como CATIA®, Pro/ENGINEER®, Inventor® o AutoCAD® y sistemas MAC.
- Capacidad de **compresión de ficheros** para reducir su tamaño y facilitar su envío vía *e-mail*.
- Posibilidad de adjuntar el visualizador incluido en sus ficheros vía correo electrónico y permitir que un cliente pueda ver su diseño sin necesidad de disponer de SolidWorks®.
- Visualiza ficheros originales de SolidWorks® y AutoCAD® (DWG y DXF) sin la necesidad de convertirlos a ficheros **eDrawings**.
- Permite abrir las **vistas individuales** de un dibujo y organizarlas del modo deseado sin importar cómo se encuentran en el dibujo original.
- Puede compartir modelos al mismo tiempo que mantiene una **conversación electrónica** mediante chat.
- **Seccionar** los modelos mediante una gran variedad de **Planos de corte** y visualizar los detalles internos de piezas o ensamblajes.
- Permite **ocultar o visualizar componentes** de un ensamblaje para facilitar la interpretación de los mismos cuando sean excesivamente complejos.
- Permite **insertar comentarios** dentro del dibujo 2D o 3D.
- Pueden **verificar medidas** del modelo de forma rápida y precisa.
- Permite exportar los ficheros **eDrawings** a formatos STL, BMP, JPEG o TIF.
- Puede visualizar las **vistas en sombreado** y hacer **piezas o ensamblajes transparentes**.
- Permite visualizar ficheros analizados **SolidWorks Simulation®**, o **SolidWorks Flow Simulation®**.
- Puede **ver y personalizar animaciones** en piezas y ensamblajes tratados con **Estudio de movimiento** (Simulaciones Físicas).

Desde la página web http://www.edrawingsviewer.com/ puede descargar eDrawings para Android, Mac y una versión de prueba de 15 del eDrawings profesional.





Figura 15.2. eDrawings para Android.

15.2 Interfaz de eDrawings

El entorno de **eDrawings Viewer** se divide en tres áreas. La superior dispone del **Menú de Persiana** y las **Barras de Herramientas**. La inferior está dividida en dos zonas: el **Gestor eDrawings Manager** en la parte izquierda y la **Zona de Gráficos** con el **Sistema de Referencia** en la derecha. En la parte inferior de la **Zona de Gráficos** se sitúa la **Barra de Estado** que indica si las herramientas de **Marca** y **Medir** están activas en el documento abierto.

eDrawings dispone de dos Barras de Herramientas (**Vistas Estándar** y **Botones grandes**). El resto de Barras de Herramientas que aparecen en el interfaz son fijas y siempre están visibles.

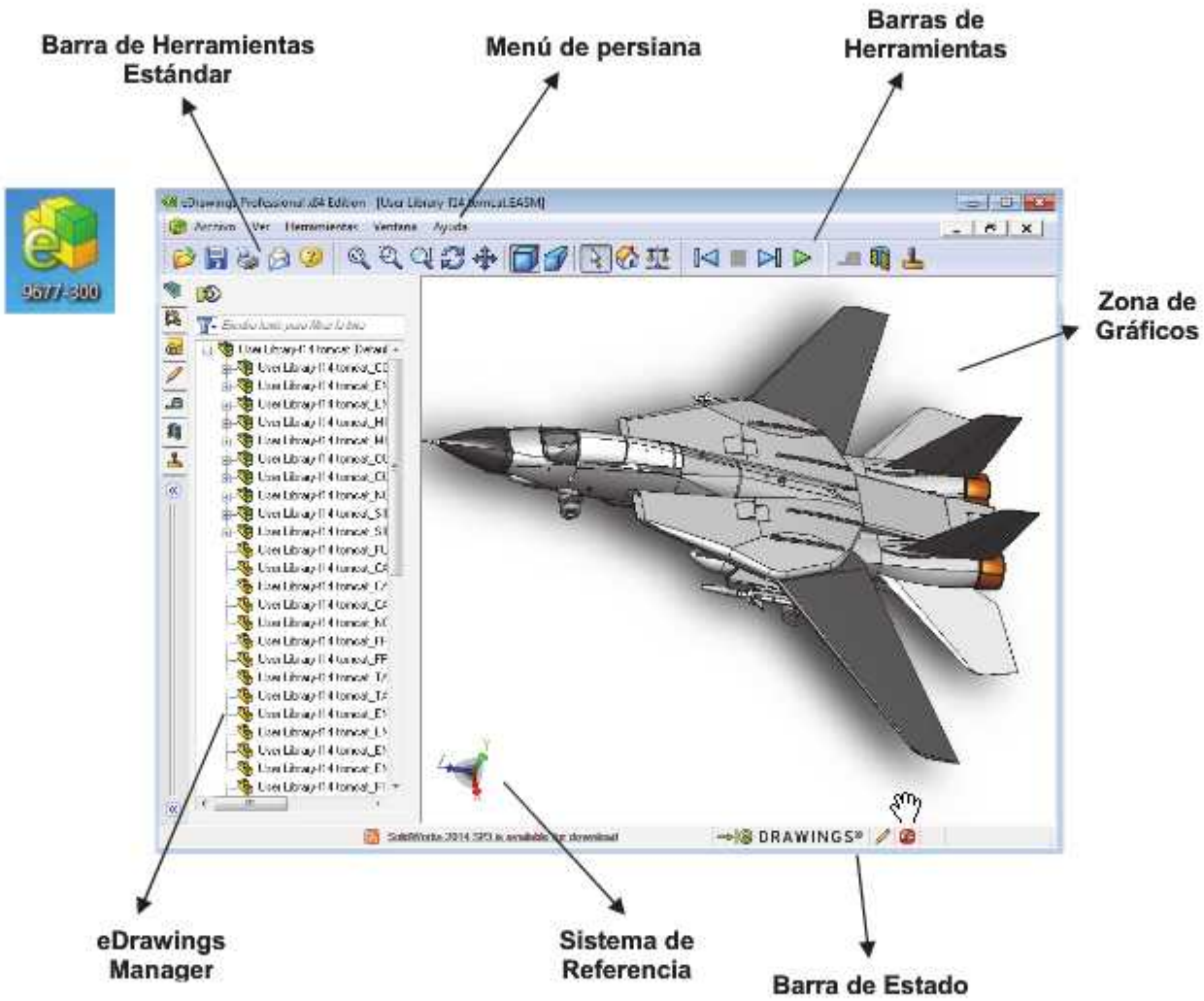


Figura 15.3. Interfaz de **eDrawings Professional**.

Si desea que **eDrawings** reconozca su software de CAD debe instalar su aplicación CAD antes que **eDrawings**. De esta forma existe plena integración entre las aplicaciones. Para más información acerca de **eDrawings** consulte **www.solidworks.com**.

La **Barra de Visualización** dispone de 12 iconos que permite ver el modelo en pantalla de forma **Frontal**, **Posterior**, **Izquierda**, **Derecha**, **Superior**, **Inferior**, **Isométrica** o **Normal a una cara** previamente seleccionada. Además incluye el **Reproductor de animación** con los iconos **Anterior**, **Detener**, **Siguiente** y **Ejecución continua**.

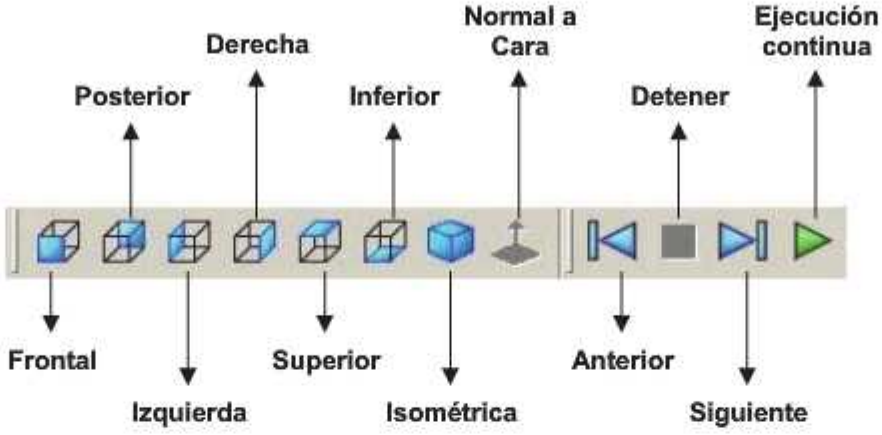


Figura 15.4. **Barra de Visualización**.

La **Barra de Herramientas Estándar** está formada por **Herramientas de Gestión** de ficheros, **Visualización** y **Medición**. Esta última solo es activa para **eDrawings Professional**.

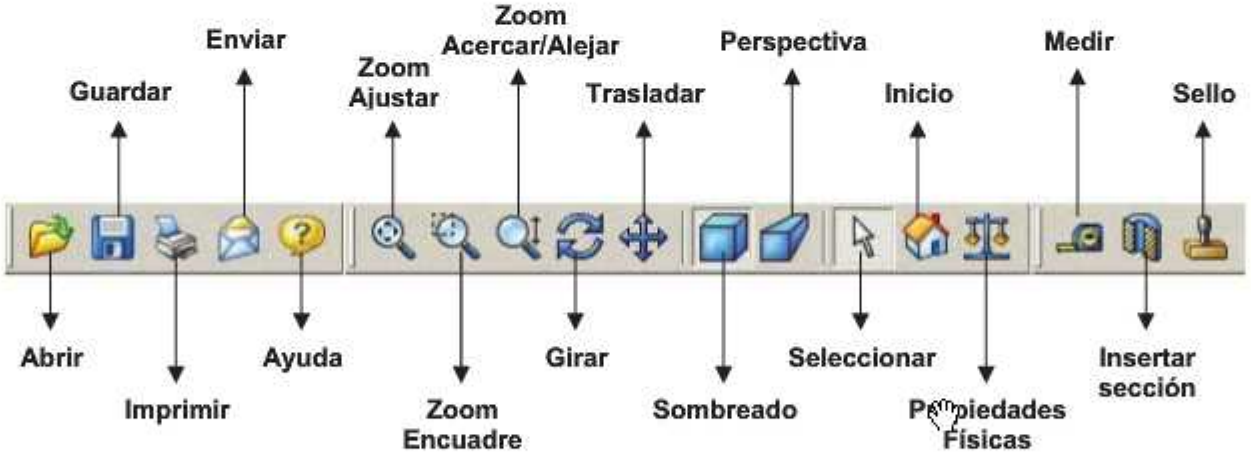


Figura 15.5. **Barra de Herramientas Estándar**.

Medir. Permite medir las dimensiones de una pieza, ensamblaje o dibujo.

Sección transversal. Puede visualizar una sección de una pieza o ensamblaje mediante la selección de un **Plano de corte**.

Propiedades físicas. Permite conocer propiedades del modelo como la densidad, masa, volumen, lista de materiales, o conocer el área de una pieza o ensamblaje.

Sello. Puede insertar una imagen informativa a modo de sello sobre su modelo (**Aprobado**, **Confidencial**, **Borrador**, etc.).

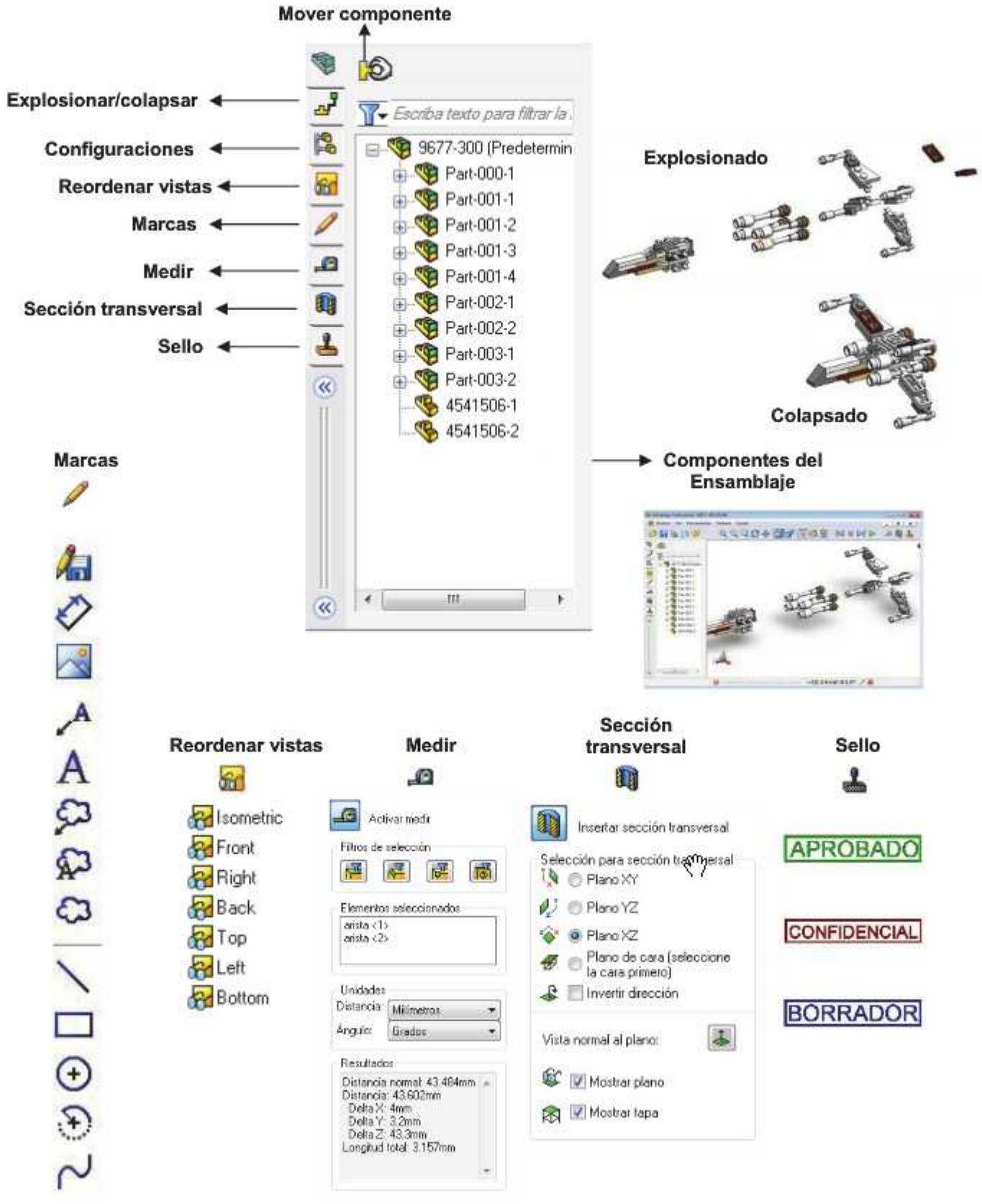
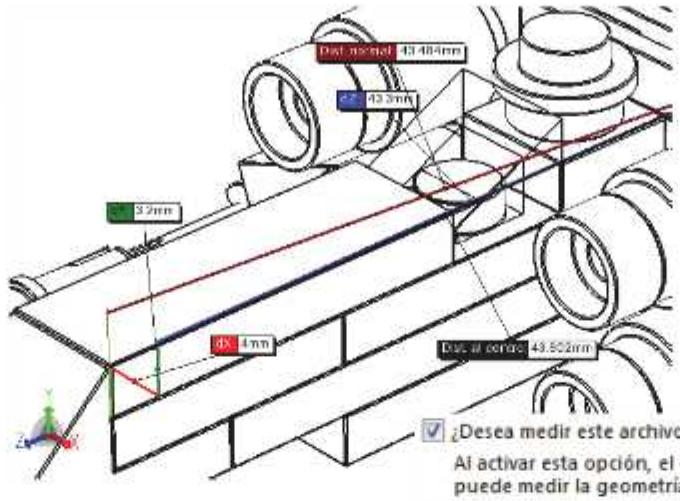


Figura 15.6. **eDrawingsManager**.

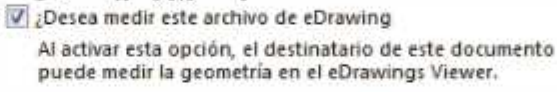
Medir





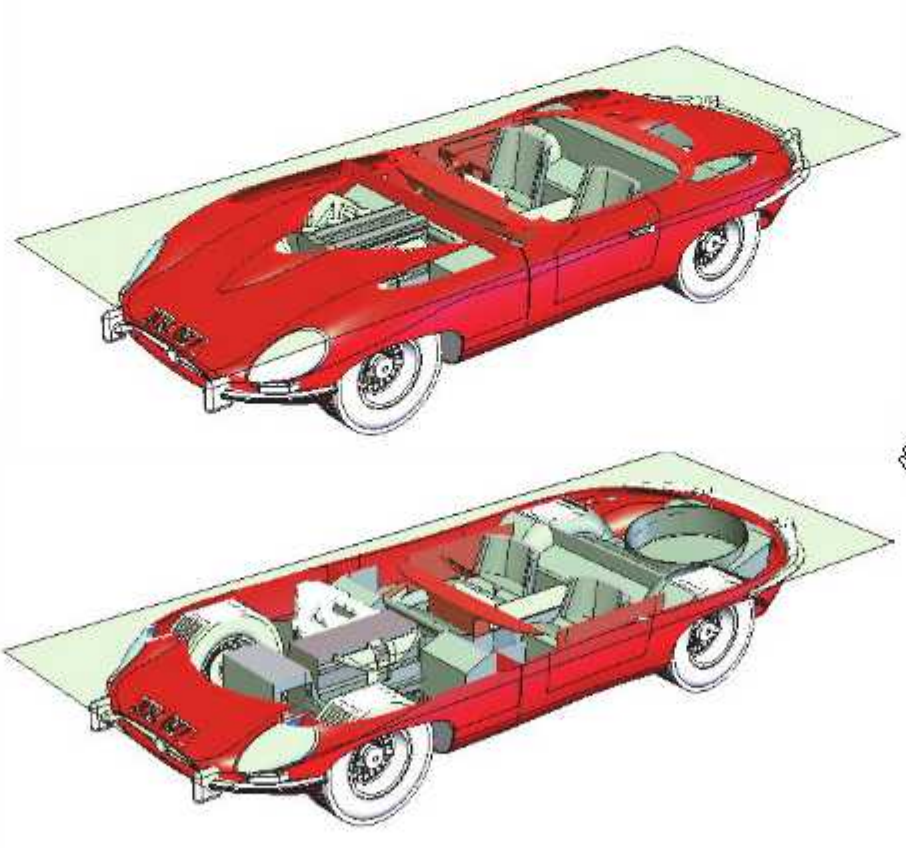
Medición desactivada





Solo es posible medir cuando el modelo se ha guardado desde el propio SolidWorks con los permisos para la medición. Puede medir áreas, distancias, ángulos, etc.

Sección transversal





Es posible seccionar cualquier modelo de pieza o ensamblaje a partir de los planos XY, YZ, XZ. En su definición puede visualizar el plano de corte e invertir la dirección de visualización del corte.

15.3 Crear archivos eDrawings desde SolidWorks®

Puede crear archivos **eDrawings** desde SolidWorks® para poder abrirlos posteriormente desde **eDrawings**.

Para crear un archivo **eDrawings** con SolidWorks® las etapas que debe seguir son:

1. **Abra** cualquier documento de SolidWorks® (**Pieza**, **Ensamblaje** o **Dibujo**).
2. Seleccione la opción **Guardar como** del menú de persiana **Archivo**.
3. Del cuadro de diálogo seleccione la **extension** (**.easm**, **.eprt** o **.edrw**, para **Ensamblajes**, **Piezas** y **Dibujos**, respectivamente) perteneciente a los ficheros de **eDrawings**.

   En **Opciones** puede activar **Medición de archivos de eDrawings** para que el destinatario pueda medir la geometría de su modelo. **Permitir la exportación a STL** ofrece la posibilidad al destinatario de poder guardar el modelo en extensión STL.

   En **Contraseña** puede especificar una contraseña para permitir abrir los archivos con seguridad únicamente a aquellos destinatarios que la conozcan.
4. Pulse **Guardar** para crear el archivo **eDrawings.**

15.4 Guardar y enviar desde eDrawings

Una vez abierto un archivo con **eDrawings** puede guardar o enviar el archivo en distintos formatos: **Zip**, **HTLM**, **ejecutables**, **STL** o en archivos de imagen (**BMP**, **TIFF** o **JPG**).

Cuando pulsa **Guardar** o **Ctrol+S eDrawings** guarda el documento con extensión (**eprt**, **easm** o **edrw**, **Pieza**, **Ensamblaje** o **Dibujo**, respectivamente). Solo si desea guardar el documento con distinta extensión seleccione la función **Guardar Como**.

Para guardar un archivo **eDrawings** con distinta extensión las etapas que debe seguir son:

1. **Abra** cualquier documento de **eDrawings** (**Pieza**, **Ensamblaje** o **Dibujo**).
2. Seleccione la opción **Guardar como** del menú de persiana **Archivo** y seleccione el formato deseado: easm, eDrawings (32 bits), exe, bmp, tif, jpg, png y gif.



Figura 15.7. **Guardar como**. Formatos disponibles.

Si selecciona la opción **Enviar archivo** puede guardarlo en formato: edrw, eprt, easm, Zip 32 bits, HTML y autoejecutable exe para 32 y 64 bits.

Zip. Guarda su documento con extensión **ZIP** (Fichero comprimido). El documento comprimido es un autoejecutable con extensión.exe. Cualquier usuario puede visualizarlo sin necesidad de disponer ni de Solidworks® ni del visualizador **eDrawings**.

HTML. Guarda el documento con extensión **HTML**. Al ejecutarlo se abre el navegador de Internet predefinido en su equipo y permite visualizar el modelo desde una página web que simula el entorno del **eDrawings**.

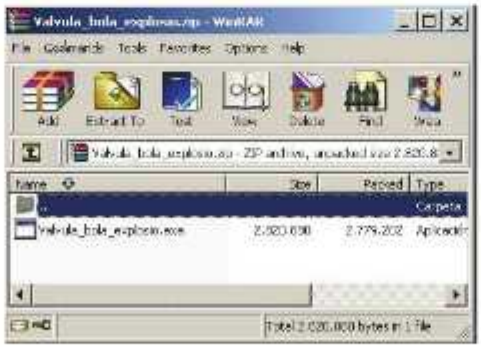
EXE. Permite guardar el modelo con extensión autoejecutable **EXE**. El documento generado contiene el visualizador **eDrawings** y permite ver el modelo en un equipo sin SolidWorks®.

Archivos de imagen. Puede guardar su modelo con extensión de imagen BMP, TIFF y JPG.



Figura 15.8. Archivos guardados en diversas extensiones (**JPG**, **EASM**, **ZIP**, **HTML**, **EXE** y **TIFF**).

3. Pulse **Guardar** para crear el archivo.





Vea el DVD
Capítulo 15

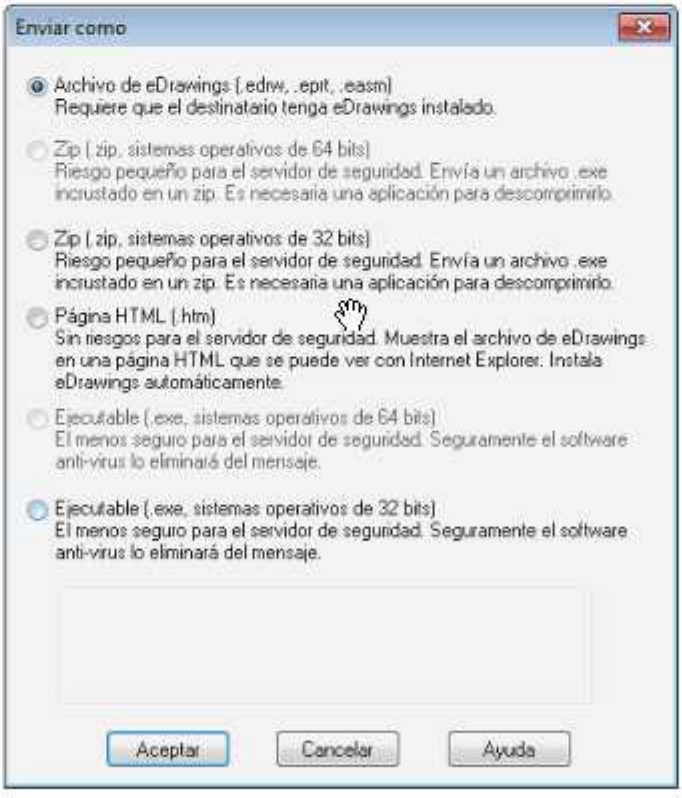


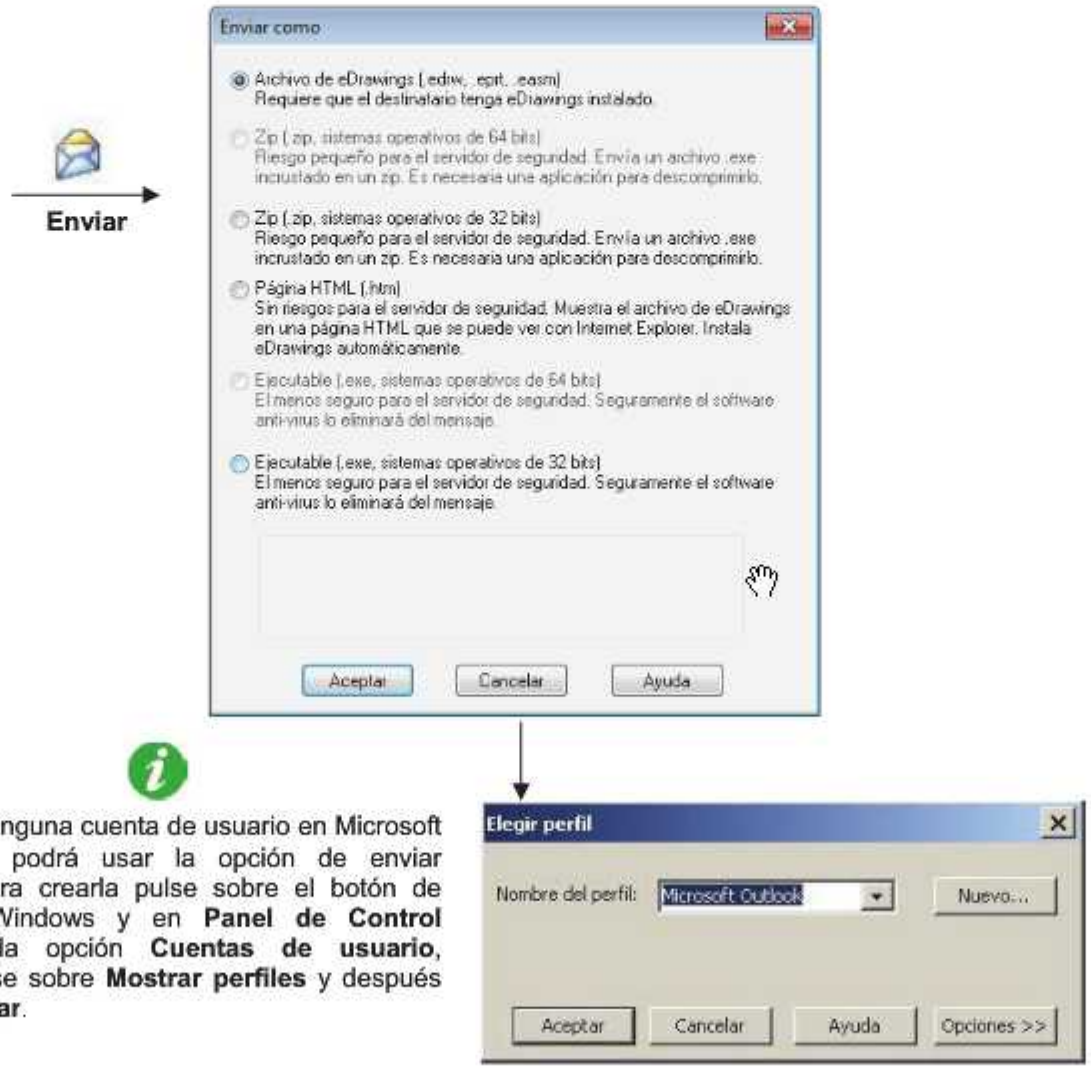
Figura 15.9. Enviar como. Envío de archivos eDrawings por correo electrónico.

15.5 Enviar un archivo por correo electrónico

La aplicación **eDrawings** permite enviar un archivo vía correo electrónico con la función **Enviar**. Junto con el archivo del modelo comprimido adjunto el destinatario recibe información para usar la aplicación **eDrawings**.

Para enviar un archivo **eDrawings** por correo electrónico las etapas que debe seguir son:

1. **Abra** el modelo que desee enviar.
2. Pulse **Enviar** desde la Barra de Herramientas o desde el Menú de Persiana **Archivo**, **Enviar**.
3. Seleccione el formato de envío del archivo. Archivo **eDrawings** (**.edrw**, **.eprt**, **.easm**), **Zip** (archivo autoejecuatable con extensión .exe comprimido en Zip), **HTML** (formato página web con el visualizador incluido), **Ejecutable .exe** (archivo autoejecutable).
4. Pulse **Aceptar** e indique en el **Outlook** el usuario destinatario del correo electrónico. Pulse **Enviar**.



Si no tiene ninguna cuenta de usuario en Microsoft Outlook no podrá usar la opción de enviar archivos. Para crearla pulse sobre el botón de **Inicio** de Windows y en **Panel de Control** seleccione la opción **Cuentas de usuario**, **Correo**. Pulse sobre **Mostrar perfiles** y después sobre **Agregar**.

Figura 15.10. Enviar un archivo por correo electrónico.

15.6 Herramientas de eDrawings Professional

La versión **Professional** contiene un conjunto de herramientas adicionales que facilitan la comunicación y el entendimiento entre los diversos componentes de un proyecto. De entre las principales funcionalidades se destacan: las **Marcas**, **Mover Componente**, **Medir**, **Sección transversal**, **Vistas explosionadas**, **Sellos**, **Hojas de dibujo**, **Configuraciones múltiples**, **Animaciones** y **Protección por contraseña**.

15.6.1 Marcas

La herramienta de **Marcas** está formada por un conjunto de funciones que permiten agregar un comentario en la **Zona de Gráficos** junto al modelo visualizado.

Se emplean como medio de revisión de los diseños cuando se trabaja en colaboración junto con otros diseñadores. Usted puede hacer una anotación sobre el aspecto del modelo y enviarlo a un cliente para su aprobación. Las marcas efectuadas permiten ser respondidas, rechazadas, aceptadas y pueden gestionarse los comentarios efectuados.

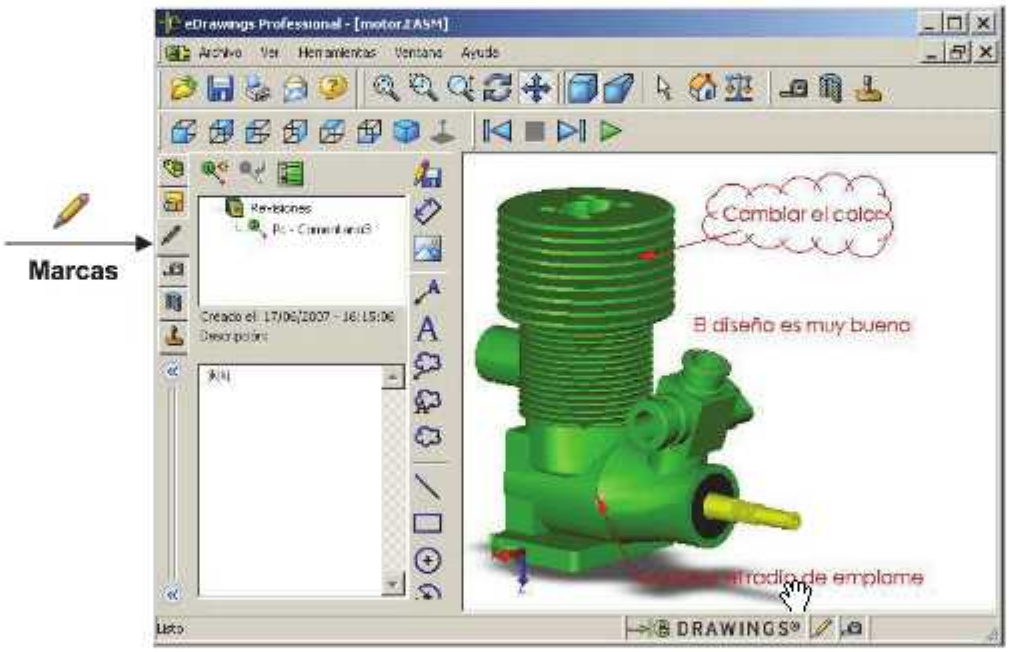


Figura 15.11. Inserción de **Marcas** en la **Zona de Gráficos**.

Para agregar una **Marca** en su modelo las etapas que debe seguir son:

1. **Abra** un archivo de **eDrawings**.
2. Pulse sobre **Marcas**. Seleccione la marca deseada. Redacte el comentario. Pulse **Aceptar** para incrustar la **Marca** en la **Zona de Gráficos**.
3. **Gestione** y **comente** las anotaciones en el **Árbol de Revisiones**.

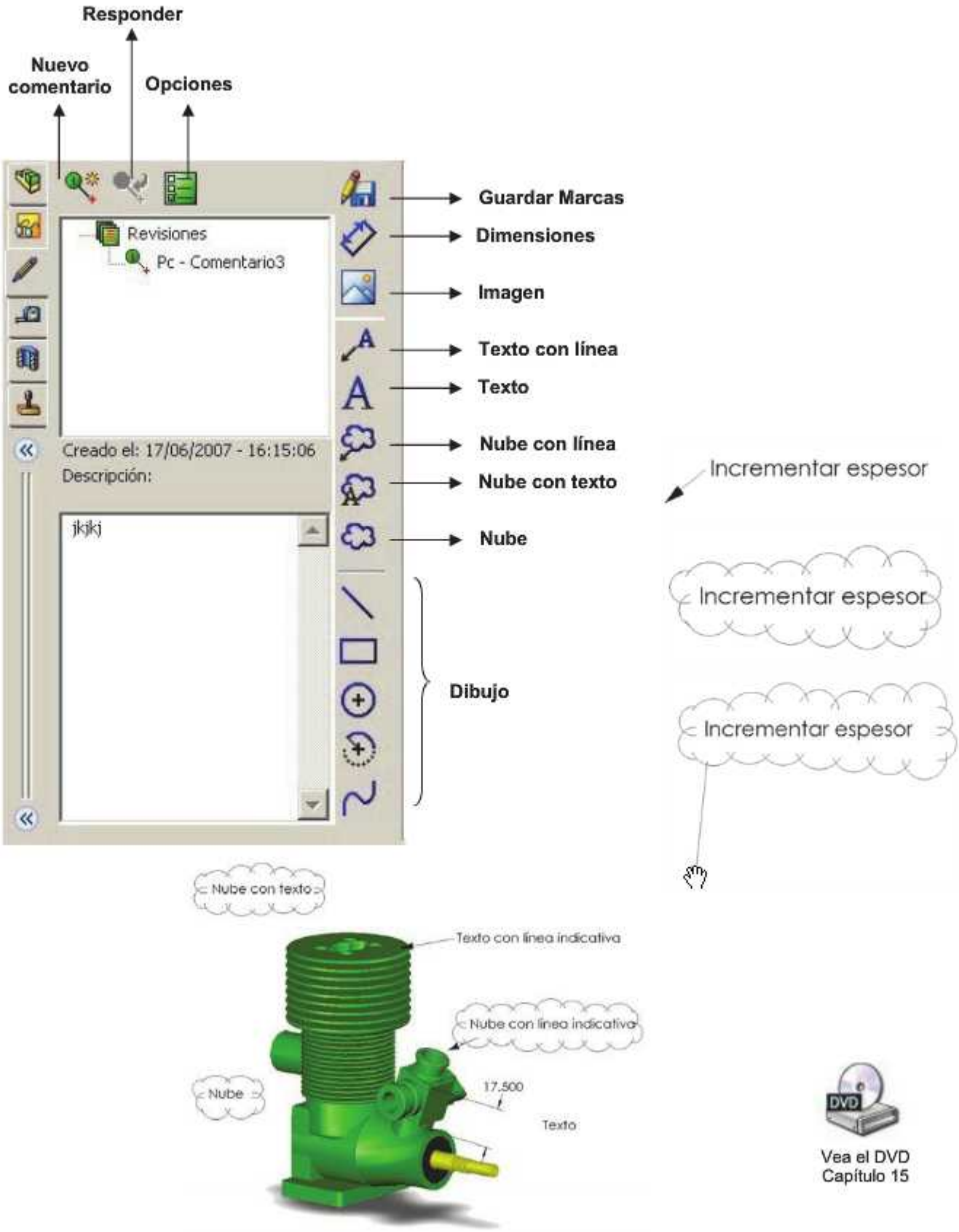


Figura 15.12. Inserción de **Marcas** en la **Zona de Gráficos**.

15.6.2 Gestionar comentarios

Puede crear, leer, editar y responder los comentarios insertados en el cuadro de **Revisiones**. Cada vez que inserta una **Nota** en la **Zona de Gráficos** queda registrada como un comentario.

Para **Agregar comentarios** las etapas que debe seguir son:

1. Abra un archivo de **eDrawings**.
2. Pulse sobre **Marcas** desde el **Administrador de eDrawings**. En la pestaña superior se encuentran las Herramientas **Nuevo comentario**, **Responder** y **Opciones**.

   Si pulsa sobre **Nuevo comentario** en la parte superior del **Administrador** aparece una etiqueta con el **Nombre** del comentario. En la parte inferior, **Descripción**, puede redactar el comentario. Si pulsa con el botón secundario sobre el comentario puede **Responder el comentario**, **Cambiar el nombre**, **Eliminar comentario** o ver sus **Propiedades**.
3. Pulse sobre **Opciones** para indicar su **Nombre**, **Teléfono** y **Correo electrónico**. Además puede establecer el **Color**, el **Tipo de letra** y el **Grosor de las líneas** indicativas y **Nubes** empleadas en sus comentarios.
4. Pulse cualquier Herramienta de **Nube** e inserte un comentario en la **Zona de Gráficos**. Pulse **Aceptar** para crear el comentario.

   Los comentarios agregados aparecen como discusión en el **Administrador eDrawings**. Los comentarios no leídos se indican en negrita.



Para **Contestar un Comentario** las etapas que debe seguir son:

1. Pulse con el botón secundario del ratón sobre el **Comentario** y seleccione la opción **Responder**. Redacte el comentario en **Descripción**.

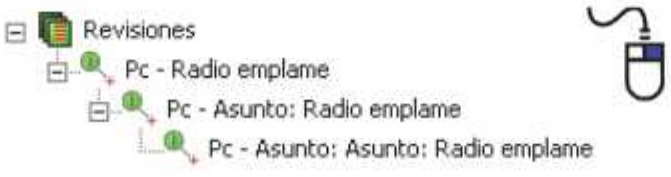


Figura 15.13. Gestión de comentarios.

15.6.3 Mover componente

La Herramienta **Mover Componente** mueve una pieza de un ensamblaje sin tener en cuenta las relaciones de posición o los grados de libertad. También permite mover un subensamblaje como si se tratara de un único componente.

Para **Mover un componente** las etapas que debe seguir son:

1. Abra un archivo de **eDrawings** que contenga un ensamblaje.
2. Pulse sobre **Mover Componente** desde la pestaña **Componente**.
3. Pulse sobre el componente a **Mover** y mantenga el botón izquierdo del ratón pulsado mientras mueve el componente a otra posición. Suelte el botón izquierdo del ratón para ubicar el componente en la posición deseada.

Para situar los componentes en sus posiciones originales realice un doble clic con el botón izquierdo del ratón sobre el componente. También puede devolver cada uno de los componentes desplazados a su posición original pulsando el icono **Inicio**. Observe como las piezas se desplazan lentamente hasta ocupar su posición original en el ensamblaje.

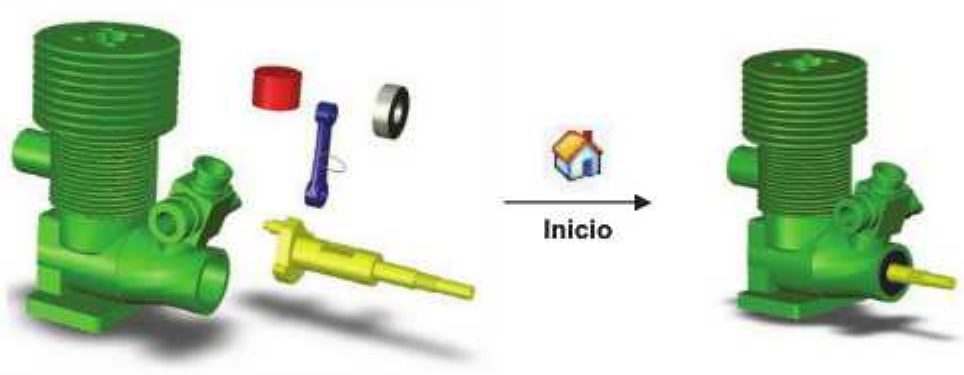


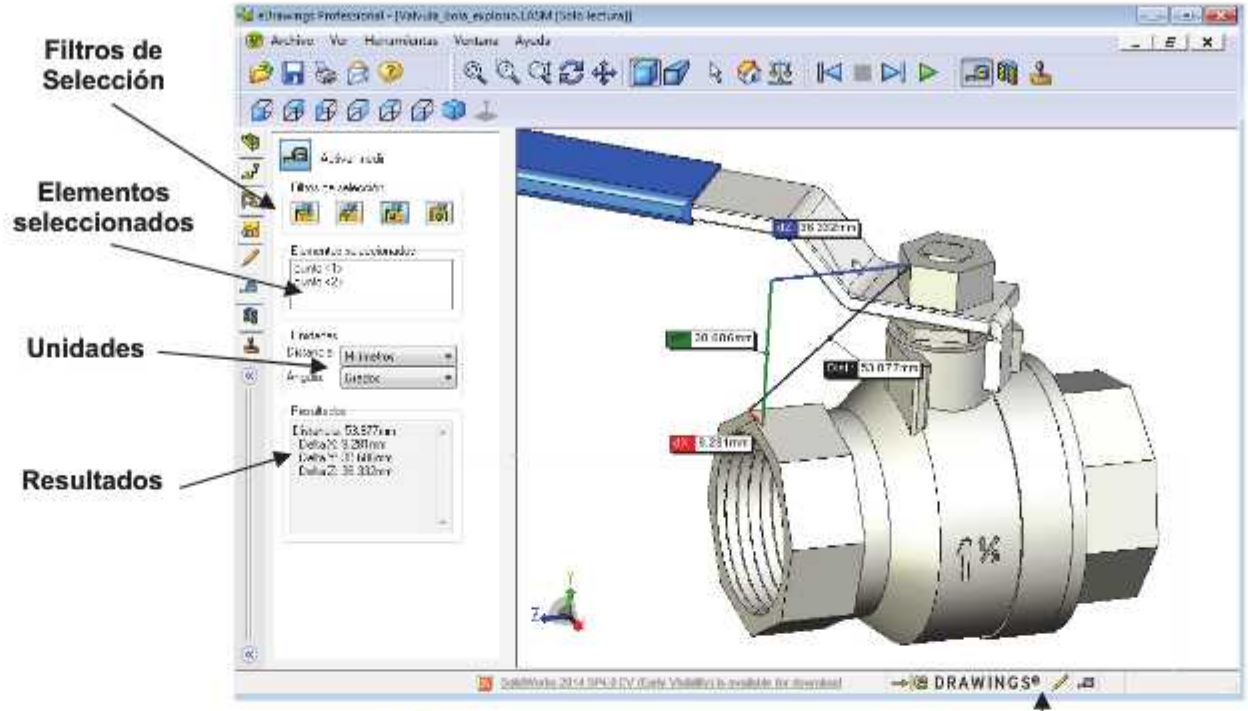
Figura 15.14. **Mover** y **Devolver** componente.

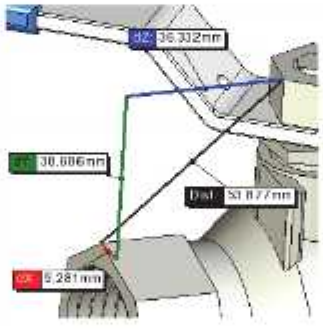
Si guarda un fichero de **eDrawings** después de haber trasladado sus piezas a otras posiciones el fichero mantiene estas nuevas posiciones. Si cierra el fichero sin guardar los componentes seguirán en sus posiciones originales.

15.6.4 Medir

La Herramienta **Medir** permite efectuar mediciones desde la **Zona de Gráficos** de un modelo 3D. Antes de efectuar la medición asegúrese de que la opción medición está activada en la **Barra de Estado**.

Para permitir que un modelo **eDrawings** pueda ser medido seleccione la Opción de **Permitir medición** cuando guarde el fichero desde **Solid**Works®.







Para **Medir** las etapas que debe seguir son:

1. Abra un archivo de **eDrawings**. Asegúrese de que la opción de medición está activa en la **Barra de Estado** del documento.

2. Pulse sobre el icono **Medir** desde la Barra de Herramienta o desde el menú **Herramientas**, **Medir**.

3. Active los **Filtros de Selección** pulsando sobre el icono de **Medir** que aparece en la parte inferior del **Gestor de Medición**. Seleccione los **Filtros** adecuados según medición a realizar y pulse las entidades a medir desde la **Zona de Gráficos**.

4. Defina las **Unidades** de medida para las **Distancias** y los **Ángulos**. Observe los resultados de la medición en la ventana **Resultados**.

15.6.5 Sección transversal

La Herramienta **Sección transversal** permite efectuar una sección en tiempo real en el modelo 3D para visualizar los detalles interiores del mismo.

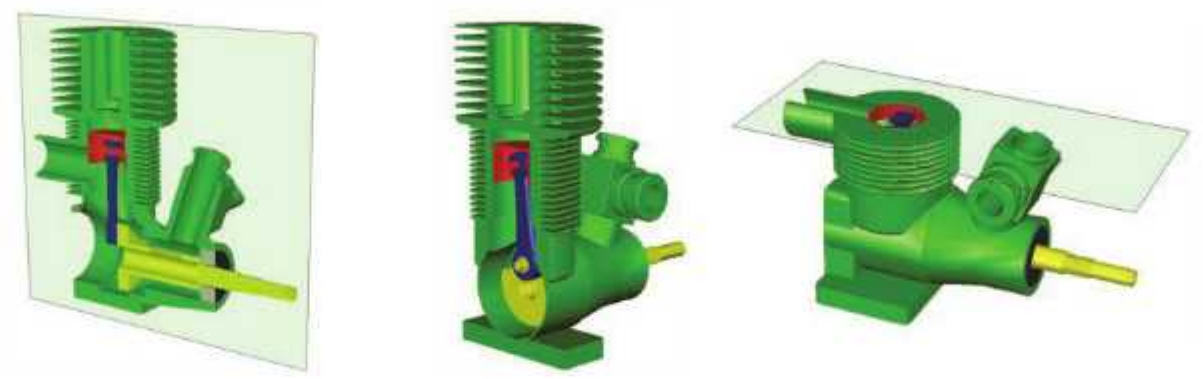


Figura 15.15. **Sección transversal** aplicada en un ensamblaje.

Para crear una **Sección transversal** las etapas que debe seguir son:

1. Abra un archivo de **eDrawings**.
2. Pulse sobre **Insertar Sección transversal** o en **Herramientas, Sección transversal**.
3. Seleccione el **Plano para la sección transversal (Plano XY, YZ, XZ** o **Plano de cara**, esta última requiere la selección de un **Plano** o **Cara** desde la **Zona de Gráficos**). Pulse con el botón izquierdo sobre el **Plano** desde la **Zona de Gráficos** para desplazarlo y visualizar la sección interior del modelo en tiempo real. La opción **Invertir dirección** permite visualizar la sección contraria.
4. Seleccione **Mostrar plano** si desea visualizar el **Plano de corte** en la **Zona de Gráficos**.
5. Seleccione **Mostrar Tapa** para visualizar las **Aristas** como si fueran caras sólidas.
6. Pulse **Escape** para salir de la orden y visualizar el modelo sin la sección transversal.



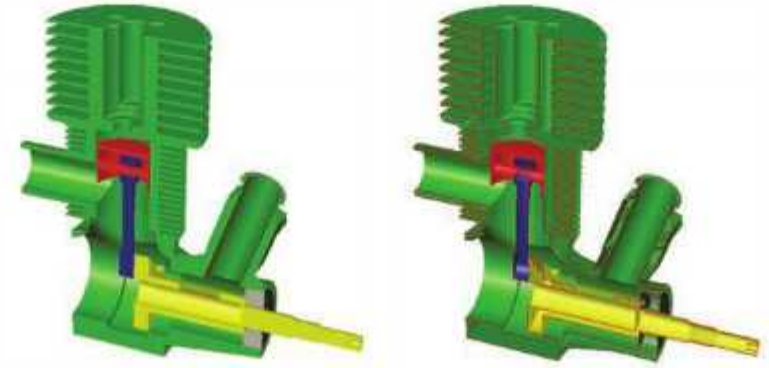


Figura 15.16. **Sección Transversal con Tapa y sin Tapa**.

15.6.6 Vistas explosionadas

La Herramienta **Explosionar/Colapsar** permite alternar el modelo entre un estado explosionado y otro colapsado o montado. Puede usarla en ensamblajes que previamente han sido explosionados en SolidWorks® y que han sido guardados con formato **eDrawings**.



Figura 15.17. Modelo **Colapsado** y **Explosionado**.

En un modelo explosionado puede utilizar las herramientas de **Mover componente**, **Medir** y **Visualizar el modelo en sección**.

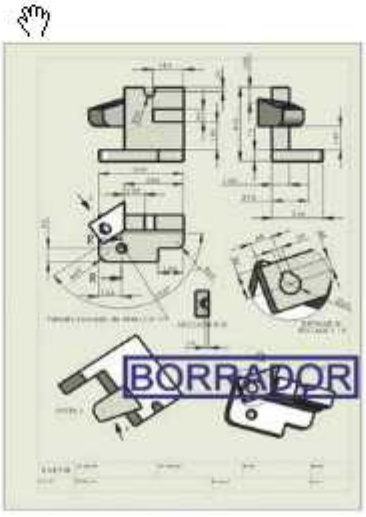
Para visualizar un modelo en estado **Explosionado** las etapas que debe seguir son:

1. Abra un archivo de **eDrawings**. Asegúrese de que el modelo ha sido explosionado en **Solid**Works® antes de guardarse como documento **eDrawings**.
2. Pulse sobre **Explosionar/Colapsar** desde la pestaña de **Componentes** o desde **Herramientas**, **Explosionar/Colapsar**.
3. Visualice el modelo explosionado. Si desea volver a ver el modelo colapsado pulse de nuevo sobre **Explosionar/colapsar**.

15.6.7 Sellos

La Herramienta **Sello** inserta una imagen a modo de sello sobre sus documentos de **eDrawings** con el fin de informar sobre algún aspecto del mismo. Los sellos insertados en documentos 2D emulan sellos de goma mientras que en los documentos 3D quedan fijos en pantalla aun cuando desplace o gire la vista del modelo.





Para insertar una imagen de **Sello** las etapas que debe seguir son:

1. Abra un archivo de **eDrawings 2D o 3D**.
2. Pulse sobre **Sello** desde la pestaña de **Componentes** o desde **Herramientas**, **Sello**.
3. Pulse con el botón izquierdo sobre el **Sello** a insertar y vuelva a pulsar con el botón izquierdo en la **Zona de Gráficos** dónde desee insertar el **Sello**.

15.6.8 Visualizar propiedades físicas

Visualizar propiedades físicas permite calcular las propiedades como **Densidad**, **Masa**, **Volumen** y **Área de superficie** del modelo seleccionado.



Figura 15.17. **Visualizar propiedades físicas**.

Para **Visualizar las propiedades físicas** de un modelo las etapas que debe seguir son:

1. Abra un archivo de **eDrawings 2D o 3D**.
2. Pulse sobre **Visualizar propiedades físicas** desde la pestaña de **Componentes** o desde **Herramientas**, **Propiedades Físicas**.
3. En el cuadro de diálogo seleccione las **Unidades de longitud** y el **Número de cifras decimales**.
4. Visualice los resultados (**Masa**, **Volumen** y **Área de superficie**).
5. Pulse **Aceptar** para abandonar el cuadro de diálogo de **Propiedades Físicas**.

15.6.9 Animaciones

Con **eDrawings** puede crear y visualizar animaciones de vistas de dibujo y vistas estándar para piezas y ensamblajes. Puede reproducir animaciones generadas en **Estudio de movimiento**. Las funciones son: **Anterior**. Muestra la vista anterior de la secuencia de animación. **Siguiente**. Muestra la siguiente vista de la animación. **Detener**. Detiene la animación en la posición actual en pantalla. **Ejecución continua**. Muestra cada una de las secuencias de forma continua.

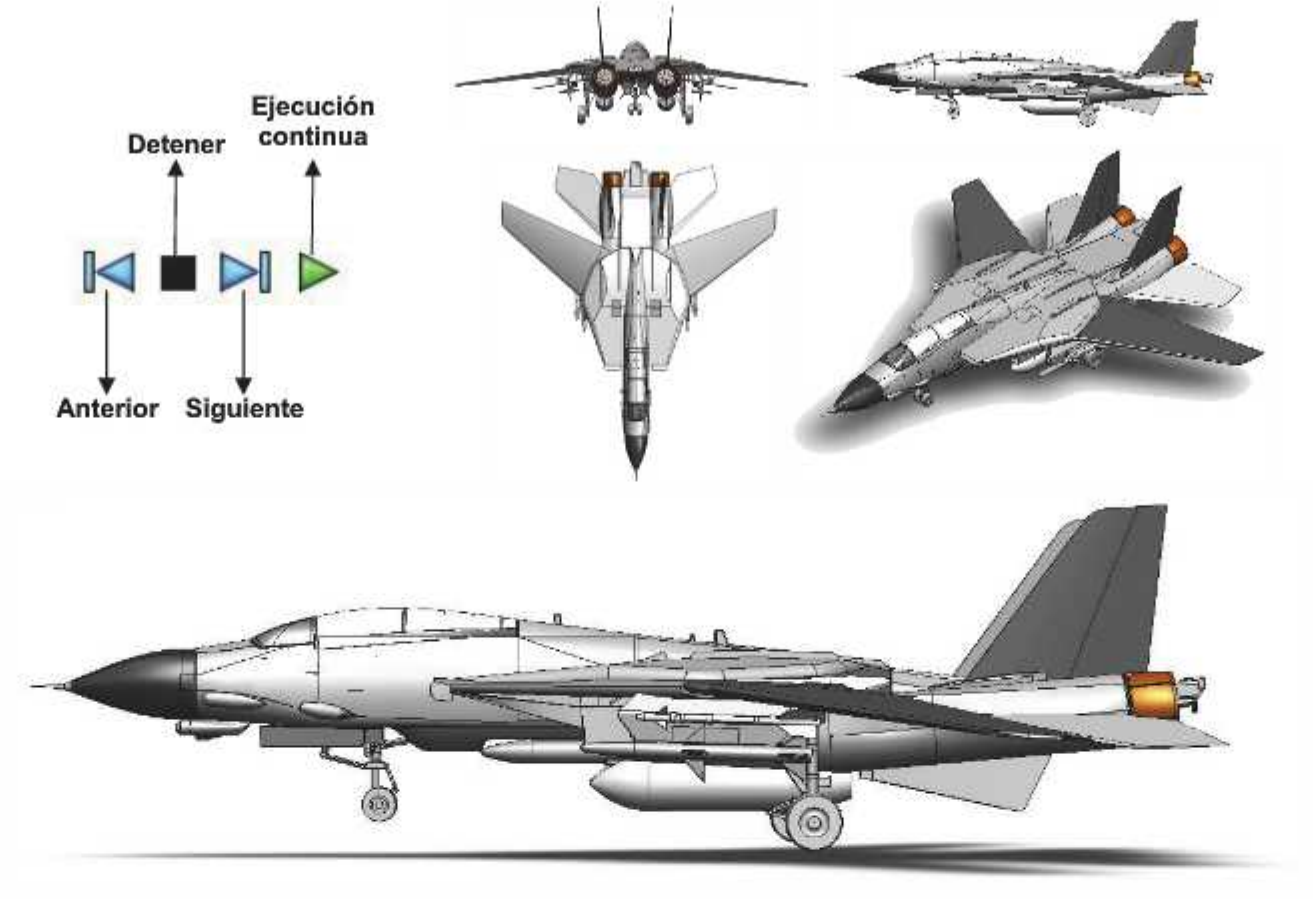


Figura 15.18. Herramientas de Animación.

15.6.10 APP eDrawings

Si tiene un teléfono o tableta **Android** puede descargar la aplicación **eDrawings** desde **Play Store:** busque la aplicación **eDrawing**.

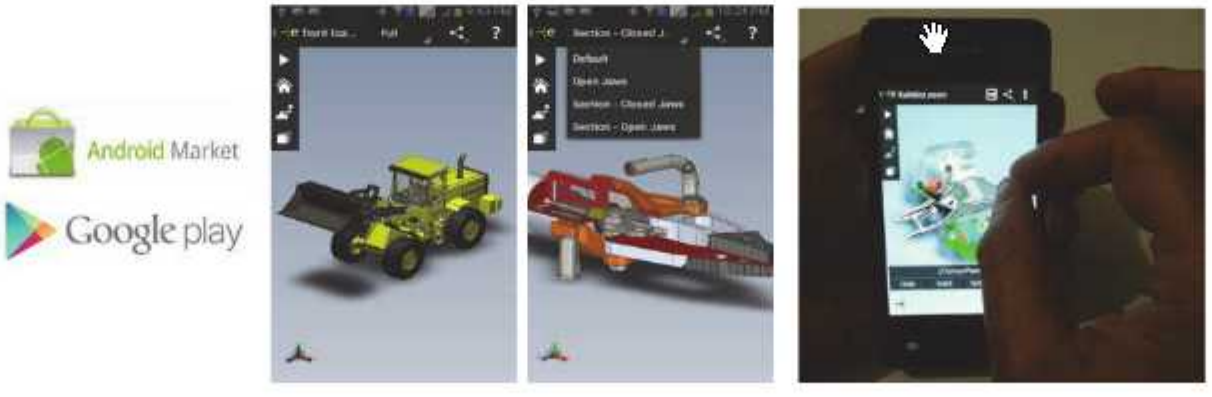
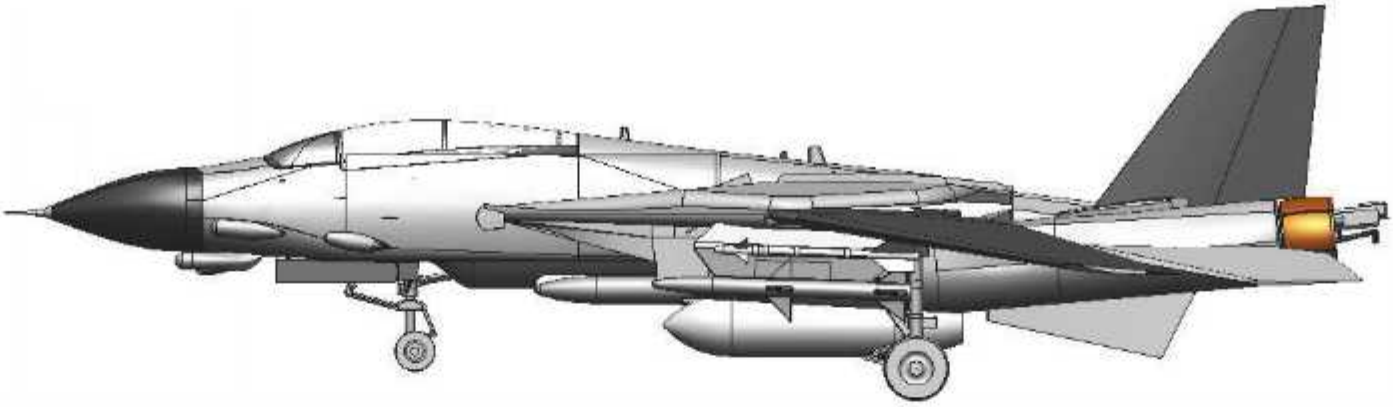
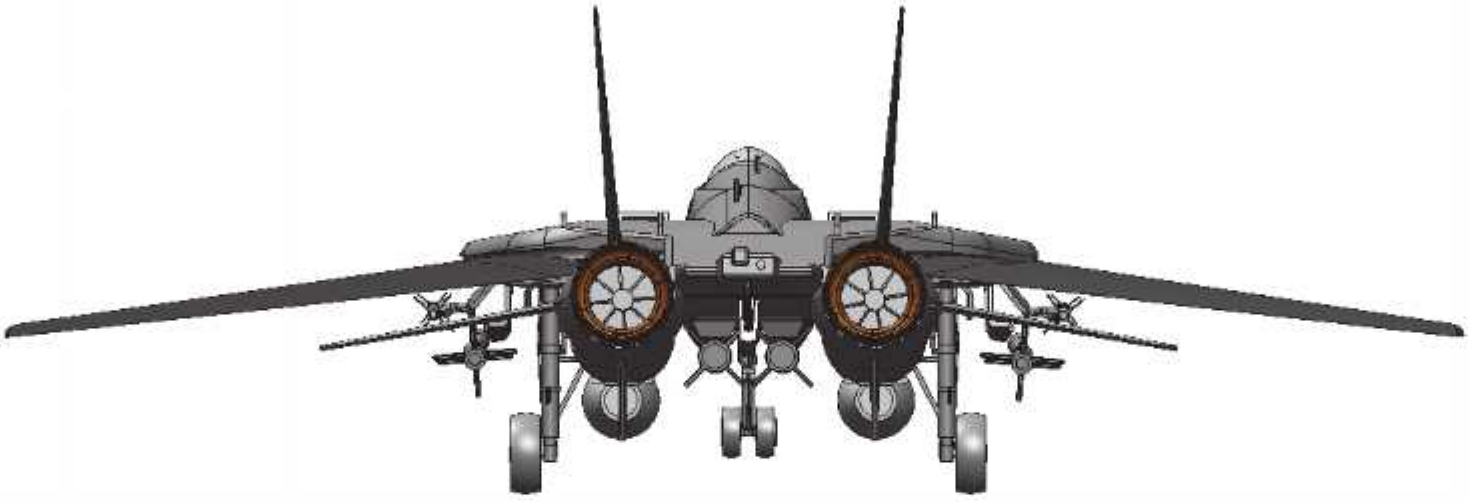
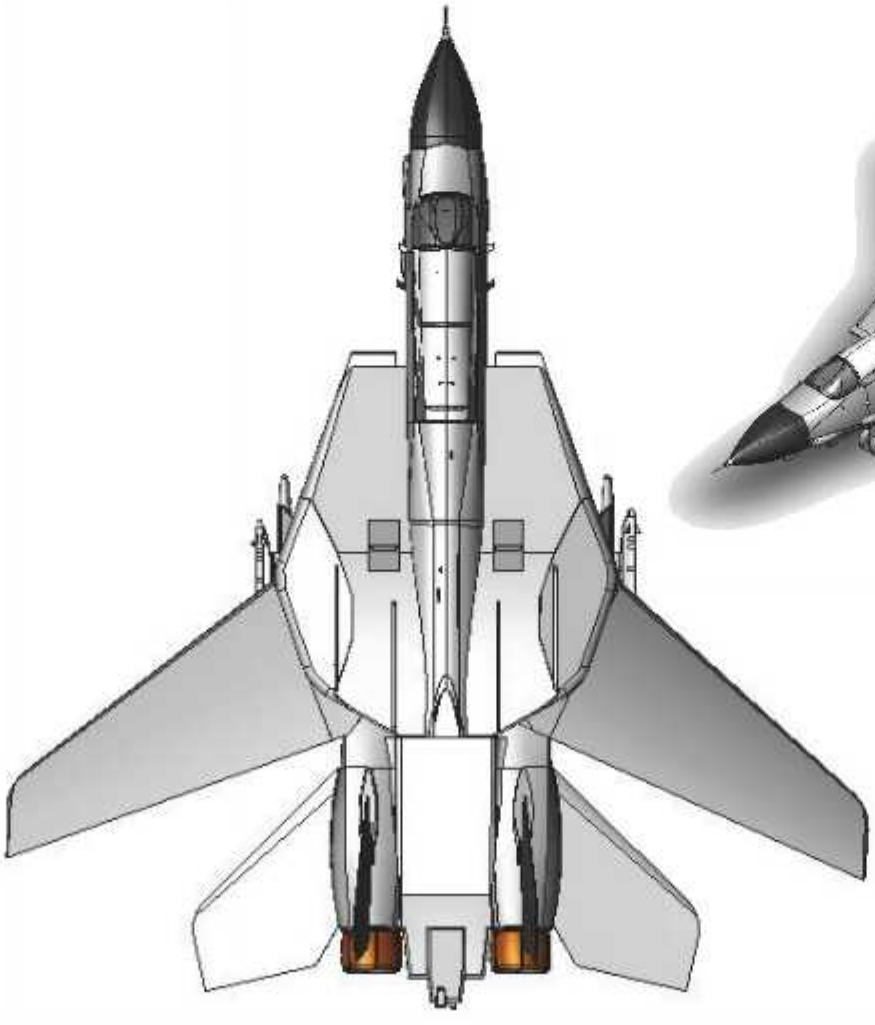
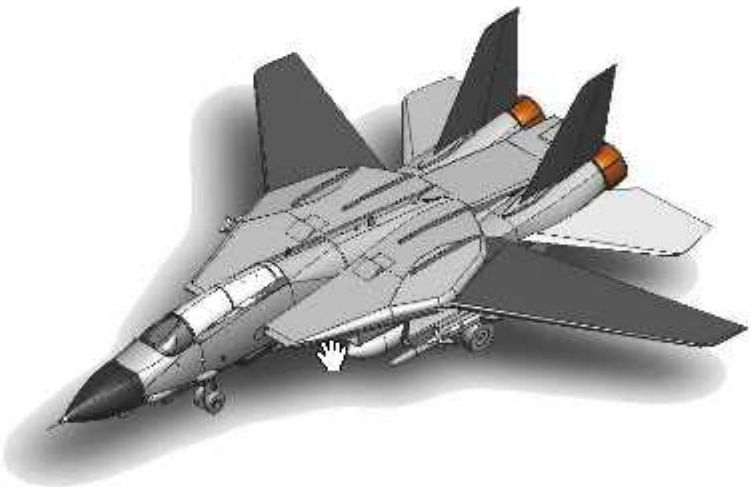


Figura 15.19. eDrawings para Android.









Capítulo 16
FeatureWorks

Introducción

FeatureWorks es una aplicación ya incorporada en SolidWorks que permite importar ficheros CAD 3D, en formato **IGES** o en cualquier otro formato estándar (STL, STEP, etc.) y convertirlo en paramétrico mediante el reconocimiento de sus operaciones.

El reconocimiento de las operaciones y la creación del árbol de diseño es el primer paso para modificar los modelos 3D creados con otros aplicativos CAD del mercado.

En este capítulo se estudia la aplicación **FeatureWorks** y se presenta una práctica en la que se importa una geometría en formato IGES creada con **AutoCAD®**.

Contenido

- Operaciones reconocidas por **FeatureWorks**.
- Configuración de las **Opciones**.
- Etapas en el reconocimiento de las Operaciones y parametrización de un modelo CAD 3D creado con un programa distinto a SolidWorks®.
- Diagnosis de importación de ficheros.

Objetivos

- Conocer las etapas para reconocer las operaciones de un modelo realizado en una aplicación distinta a SolidWorks®.
- Conocer las Operaciones reconocidas.
- Realizar una práctica con un modelo 3D creado en **AutoCAD®**.

16.1 Introducción

FeatureWorks es una aplicación que permite importar modelos CAD 3D desde otros programas de diseño y reconocer las operaciones empleadas en su definición. Las operaciones reconocidas aparecen en el **Gestor de Diseño** donde puede editarlas y cambiar sus parámetros de definición, tanto de croquis como de la operación.

A partir de la versión SolidWorks 2014 la aplicación **FeatureWorks** se encuentra completamente integrada y solo se activa cuando se abre un fichero con formato de creación distinto a los definidos con SolidWorks. En versiones anteriores puede activar la barra de herramientas de **FeatureWorks** desde la opción **Complementos** del Menú de Persiana **Herramientas**. Marque la casilla correspondiente y pulse **Aceptar**. **FeatureWorks** aparece en el Menú de Persiana y como una Barra de Herramientas con dos iconos (**Reconocer Operaciones** y **Opciones**).



Figura 16.1. **Barra de Herramientas** y Menú de Persiana del **FeatureWorks**.

El uso de **FeatureWorks** puede realizarlo de forma manual pulsando el icono **Reconocer Operaciones** o de forma automática al abrir un archivo CAD con extensión diferente a las utilizadas por SolidWorks®. Al abrir un fichero de importación (**IGES**, **Catia® Graphics**, **ProE® Part**, **SolidEdge® Part**, **Parasolid**, entre otros), SolidWorks® muestra una ventana en la que le pregunta si desea proceder con el reconocimiento de operaciones. Además, en la misma ventana, puede definir varias **Opciones** a tener en cuenta durante el reconocimiento de **Operaciones**.

Las **Operaciones Reconocidas** en los sólidos importados permite modificar el croquis y las operaciones como si se tratara de un modelo definido en SolidWorks®.

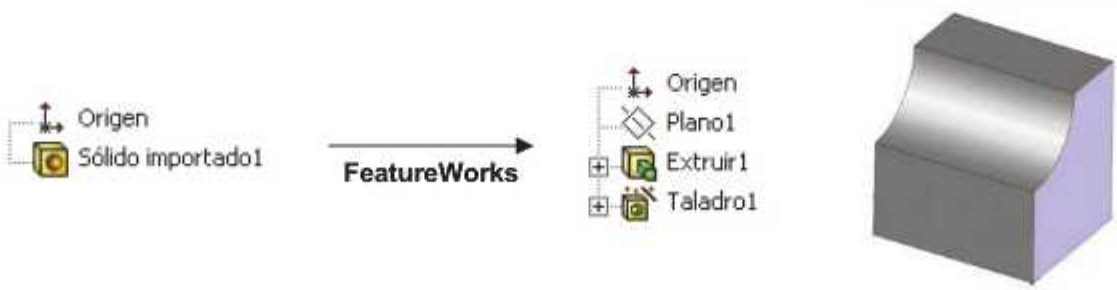
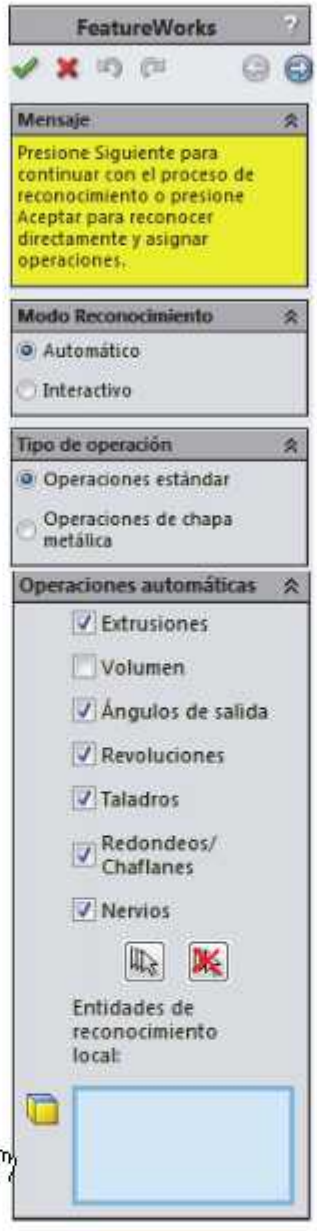


Figura 16.2. Reconocimiento de operaciones de un sólido importado.

Puede reconocer **Operaciones** de aplicaciones paramétricas como **Catia®** o **SolidEdge®** y también de aplicaciones no paramétricas como **Rhinoceros 3D®** o **AutoCAD®**.

16.2 Operaciones reconocidas

FeatureWorks reconoce **Operaciones Estándar** y **Operaciones de Chapa Metálica**. Las **Operaciones Estándar** incluyen las operaciones de extrusión, chaflán, redondeos de radio constante y variable, nervios, ángulos de salida y varios tipos de taladros (sencillo, roscado, avellanado, entre otros). Las **Operaciones de Chapa Metálica** reconocidas son extrusión, nervio, revolución, chapa base, pliegue recubierto, entre otras.



Tipos de reconocimientos

Puede reconocer las operaciones del modelo importado de **Forma Automática** o de **Forma Interactiva**. El primer método reconoce rápidamente el máximo número de operaciones sin su consulta o participación y de forma automática. El segundo método debe seleccionar el tipo de Operación y las entidades que la definen (a partir de su selección desde la Zona de Gráficos).

Para **Reconocer Operaciones de forma automática** las etapas que debe seguir son:

1. Seleccione **Reconocer Operaciones** desde el **Menú de Persiana FeatureWorks** o desde la Barra de Herramientas con el mismo nombre.

2. Seleccione el **Modo de Reconocimiento Automático** y el **Grupo de Operaciones Estándar** o de **Chapa Metálica** en función del tipo de sólido importado.

3. Active las casillas de las **Operaciones** que desea reconocer de forma automática.

4. Pulse sobre **Siguiente** para iniciar el proceso de reconocimiento de **Operaciones**. Aparece una nueva ventana en la que se indican las **Operaciones reconocidas**. Pulse **Buscar matrices** si prevé que en la geometría importada se tienen matrices lineales/polares o simetría. Pulse **Aceptar** para terminar el proceso.



Figura 16.3. Reconocimiento de operaciones automáticas con **FeatureWorks**.

Para **Reconocer Operaciones de forma Interactiva** las etapas que debe seguir son:

1. Seleccione **Reconocer Operaciones** desde el **Menú de Persiana FeatureWorks** o desde la Barra de Herramientas con el mismo nombre.

2. Seleccione el **Modo de Reconocimiento de manera interactiva**. Seleccione el **Grupo de Operaciones Estándar** o de **Chapa Metálica** en función del tipo de sólido importado.

3. En **Operaciones interactivas** seleccione el **Tipo de Operación** que desee reconocer, las entidades involucradas y la cara hasta dónde alcanza la operación. Active la casilla **Reconocer similares** para localizar operaciones semejantes a la definida.

4. Pulse sobre **Reconocer** y a continuación, **Asignar Operaciones**.

5. Observe como las **Operaciones reconocidas** aparecen en el **Gestor de Diseño**. Puede editarlas como si se trataran de operaciones creadas en SolidWorks®.



En función del **Tipo de Operación** seleccionada para reconocer en el sólido importado, SolidWorks® pide que indique algunas entidades para facilitar el reconocimiento.

Eliminar Cara(s) borra una o más caras del modelo importado para facilitar el reconocimiento de las operaciones cuando las geometrías importadas son muy complejas. Piense que la eliminación de alguna de las caras puede dificultar el proceso de reconocimiento posterior de las operaciones.

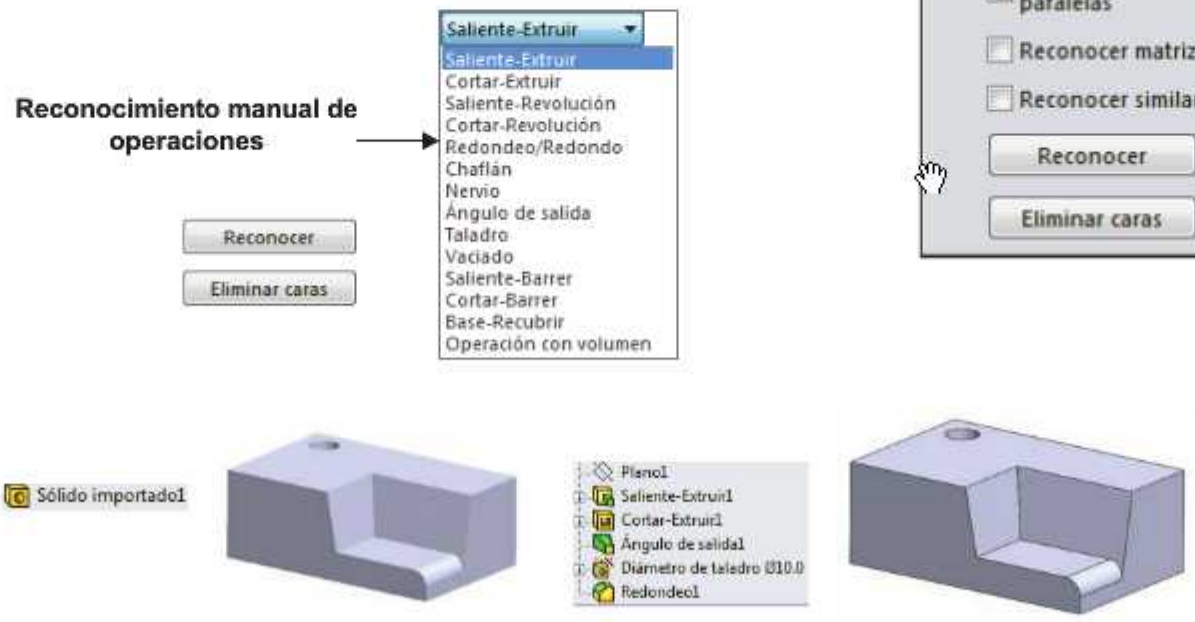


Figura 16.4. Reconocimiento de operaciones automáticas con **FeatureWorks**.

16.3 Opciones

Puede configurar varias **Opciones** de **Archivo**, de **Croquis** y **Operaciones** y de **Rendimiento** para facilitar la tarea en el **Reconocimiento de operaciones**.

Para configurar las **Opciones** pulse sobre **Opciones** de **FeatureWorks** desde el Menú de Persiana o desde la Barra de Herramientas.

Archivo

Active la casilla **Sobrescribir archivo existente** si desea reemplazar el sólido importado por el nuevo modelo con las operaciones reconocidas e incluidas en el **Gestor de Diseño**. Active **Crear nuevo archivo** si lo que desea es crear un nuevo documento en el que se indican las operaciones reconocidas y se incluye el árbol de operaciones en el **Gestor de Diseño**.

Avanzado

Puede definir **Agregar restricciones al croquis**, **Permitir fallo en creación de operación**, **realizar comprobación de diferencia entre sólidos** y **Reconocer taladros como taladros del asistente**.

Rendimiento

Permite activar o desactivar las casillas **No comprobar sólido** y **No comprobar penetración de operación**. Además, puede activar la casilla para el **Reconocimiento de operaciones al abrir la pieza** si desea que se ejecute la aplicación de **FeatureWorks** cuando abra un archivo de pieza creado con una aplicación diferente a SolidWorks®.

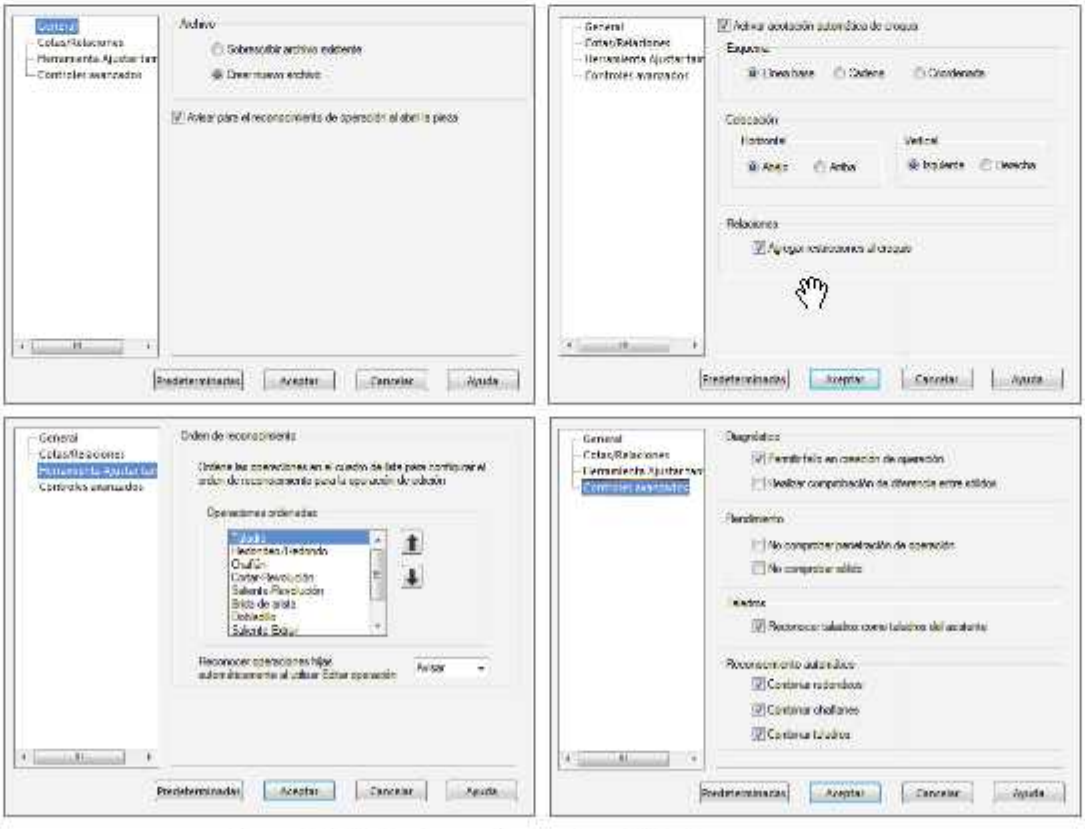


Figura 16.5. Opciones del **FeatureWorks**.

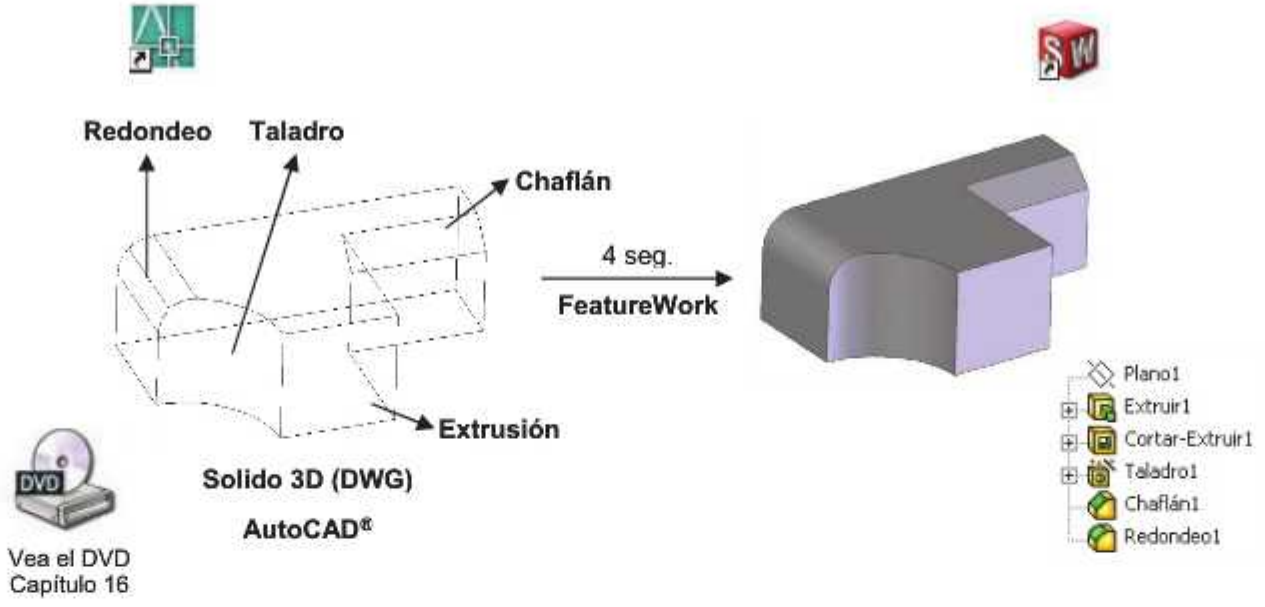


Figura 16.6. Opciones del **FeatureWorks**.

16.4 Diagnóstico de importación

Cuando se abre un modelo de pieza con extensión distinta a la usada por SolidWorks se activa de forma automática el diagnóstico de importación.

Su empleo permite reparar las caras defectuosas de los modelos importados. Es posible reparar caras de forma individual o de forma colectiva. Esta última opción se realiza con **Intentar reparar todas las caras**. Para más información sobre la función consulte el capítulo 5.

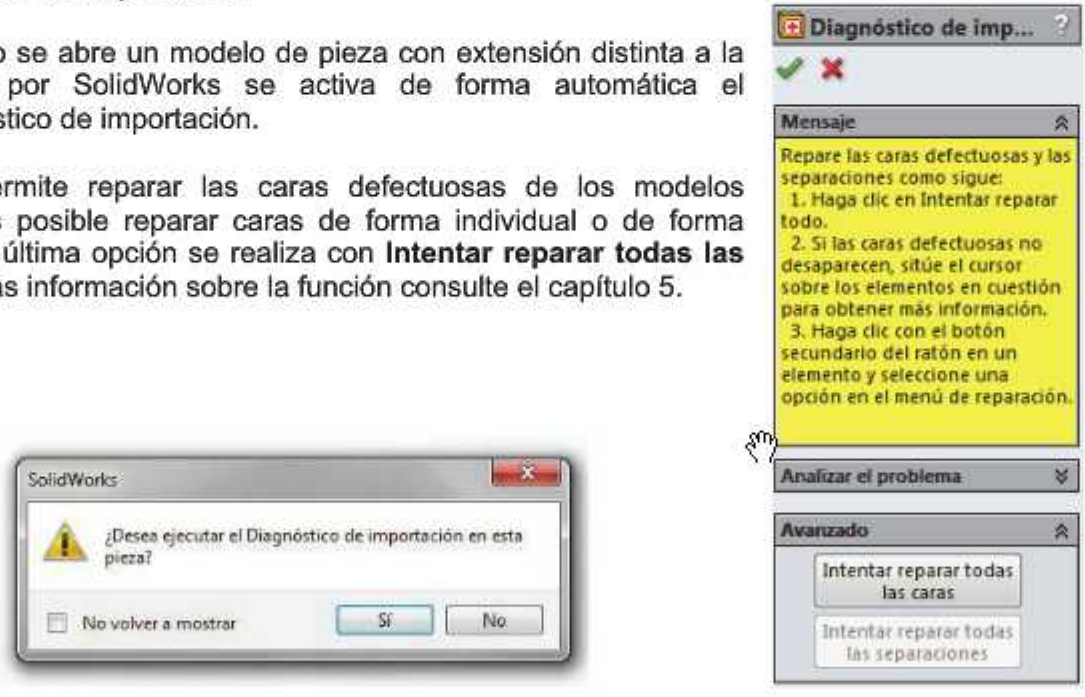
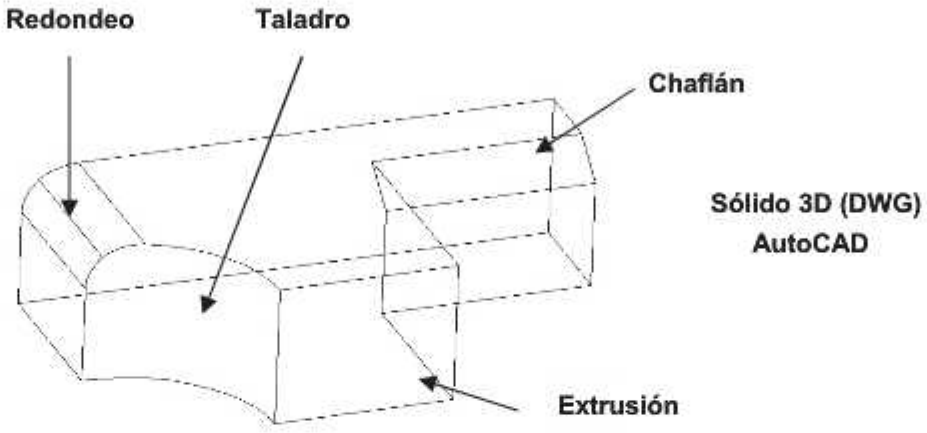


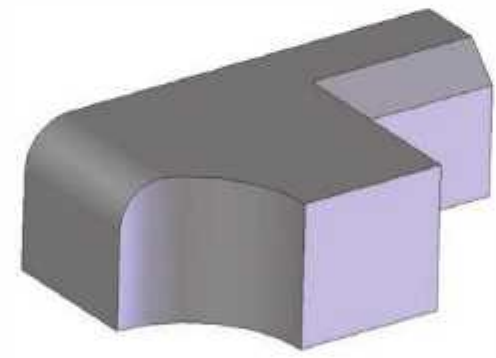
Figura 16.7. Diagnóstico de importación.

Práctica 16-1

Importe el modelo 3D contenido en el DVD (P16-1.dwg), creado en **AutoCAD®**. Obtenga el modelo sólido en **SolidWorks®** con el reconocimiento del árbol de operaciones del **Gestor de Diseño**. Modifique el **Chaflán** 30 × 30 mm e incremente el radio de **Redondeo** a 50 mm.

⧖ 10 minutos









Vea el DVD
Capítulo 16

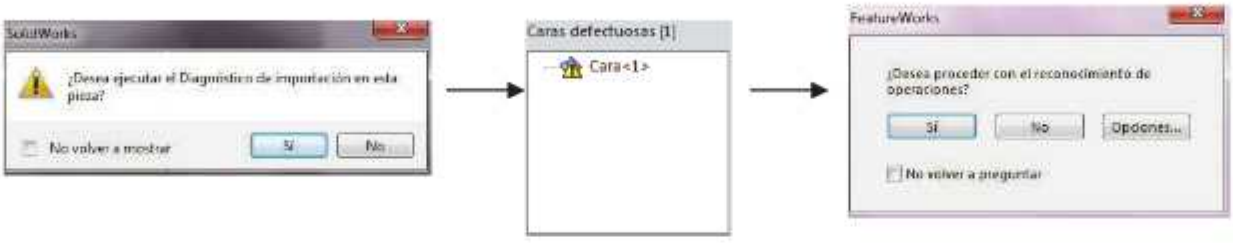
Objetivos del tutorial

- **Importar sólido** con extensión diferente a **sldprt** de **SolidWorks®**.
- **Reconocer operaciones** de forma automática.
- **Editar operaciones** desde el nuevo **Gestor de Diseño** creado.

Práctica guiada 16-1

1- Pulse la opción **Abrir** del Menú Persiana **Archivo** o sobre el icono **Abrir** y seleccione la **Extensión IGES**. Localice el archivo **Práctica 16-1** contenido en el DVD que acompaña el libro.

2- Aparece la ventana de **Diagnóstico de importación**. Pulse en **Sí** para realizar el diagnóstico. Observe que en el modelo hay una cara defectuosa. Seleccione la cara y pulse sobre **Intentar reparar todo**. Pulse **Aceptar** para finalizar.

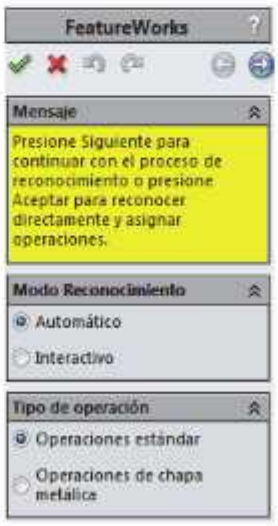


3- Aparece el cuadro de diálogo de **FeatureWorks**. Le pregunta si desea realizar el reconocimiento de operaciones. Pulse sobre **Sí**. El modelo es importado como un sólido en el que no se distinguen las operaciones (Sólido importado1).



Reconocer Operaciones

4- Para reconocer las **Operaciones** del modelo importado pulse **Reconocer Operaciones** desde el **Menú de Persiana FeatureWorks** o desde la Barra de Herramientas con el mismo nombre.

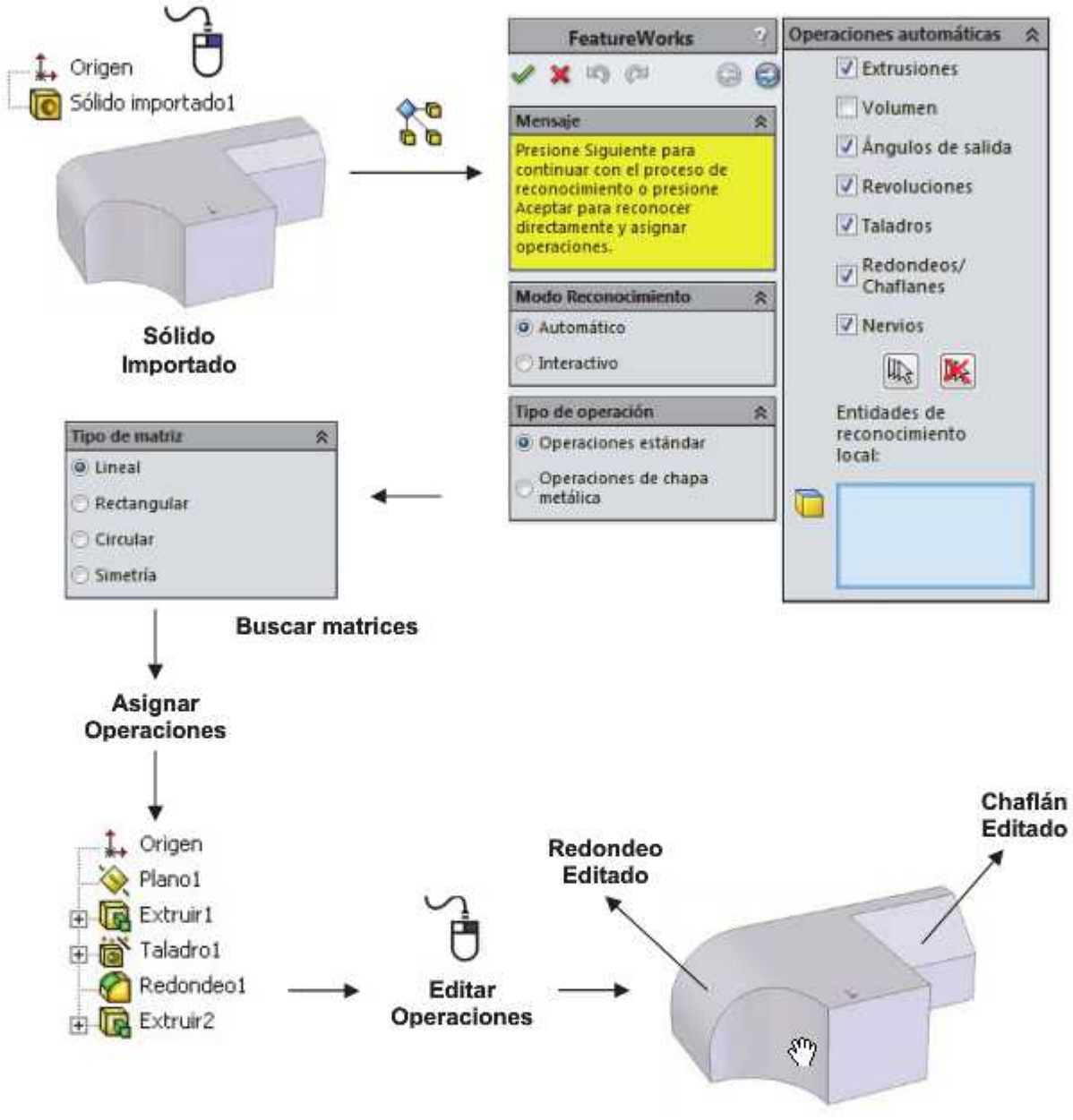


5- Seleccione el **Modo Automático** y no indique ninguna **Cara** en el **modelo**. Marque todas las **Operaciones** a **Reconocer** (**Extrusión**, **Taladros**, **Redondeos/Chaflanes**, etc.). Pulse **Siguiente** para empezar a reconocer operaciones.

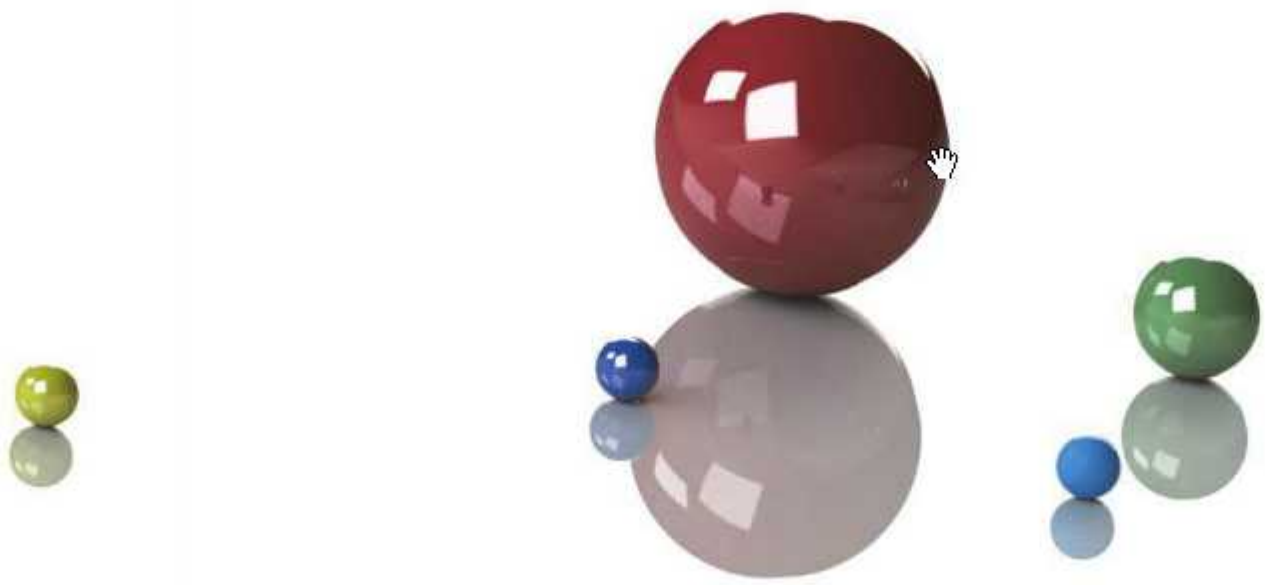
6- En la nueva ventana emergente seleccione las operaciones encontradas. Pulse **Aceptar** para finalizar.

7- En el **Gestor de Diseño** modifique las dimensiones del **Redondeo**. Pulse con el botón secundario de ratón sobre la **Operación Redondeo** y **Edite la Operación**. Asigne un **Radio** de 50 mm. Pulse **Aceptar**.

8- Repita el paso 8 para el **Chaflán**. Asigne un **Chaflán** de 30 × 30 mm.



También puede abrir **FeatureWorks** pulsando sobre la etiqueta de Sólido importado con el botón derecho del ratón y seleccionando la opción **FeatureWorks.**



Capítulo 17
SimulationXpress®

Introducción

La herramienta básica SimulationXpress® es una aplicación de SolidWorks® de validación de diseño que permite predecir, mediante el **Análisis por Elementos Finitos** (FEA), el comportamiento mecánico de una pieza a partir del análisis de esfuerzos.

Su aplicación sirve para conocer los efectos de las fuerzas aplicadas sobre su modelo y descubrir si la pieza llegará a romper o cómo se deformará. De esta forma es posible optimizar diseños rápidamente mediante simulaciones por ordenador sin necesidad de hacer prototipos físicos y pruebas de campo que encarecen el proyecto e incrementan el tiempo de lanzamiento del producto.

La aplicación del análisis de esfuerzos se realiza a partir de un proceso rápido en seis etapas. Debe seleccionar el tipo de **Material**, las **Sujeciones** de movimiento y las **Cargas**, además de **Ejecutar el análisis** y finalmente visualizar los **Resultados**. En la última etapa puede realizar una optimización del diseño para reducir el peso y evitar el diseño de piezas sobredimensionadas que encarecen el producto.

SimulationXpress® emplea análisis estático, basado en el **Método de Elementos Finitos**, con el fin de determinar los **Desplazamientos**, las **Deformaciones unitarias** y las **tensiones** del modelo en función de las **Cargas**, **Sujeciones** y tipo de **Material**.

Contenido

- **Método de Elementos Finitos**.
- Etapas básicas de la validación de diseños.
- Ejecución del análisis.
- Interpretación de los resultados obtenidos.
- Otras aplicaciones avanzadas de SolidWorks Simulation®.

Objetivos

- Justificar el uso de la herramienta de simulación SimulationXpress®.
- Estudiar las etapas en la realización del análisis de tensiones en diferentes aplicaciones.
- Analizar los resultados obtenidos y optimizar modelos.
- Estudiar otros productos avanzados de SolidWorks Simulation®.

17.1 Introducción a SimulationXpress®

SimulationXpress® es una herramienta de validación de diseño que emplea el Método de los Elementos Finitos (FEA) en el **Análisis de tensiones** para calcular los **Desplazamientos**, las **Deformaciones unitarias** y las **Tensiones** en una pieza según el **Material**, las **Sujeciones** y las **Cargas aplicadas**.

Es una herramienta que permite responder a cuestiones como: ¿Se romperá la pieza? ¿Cómo se deformará? ¿Es posible emplear menos material sin perjudicar su seguridad? Todas las respuestas se obtienen en cortos períodos de prueba-ensayo por ordenador sin la necesidad de crear prototipos físicos y ensayos en laboratorio. El objetivo final es reducir el tiempo necesario para definir el producto y ponerlo en el mercado (*Time to market*).

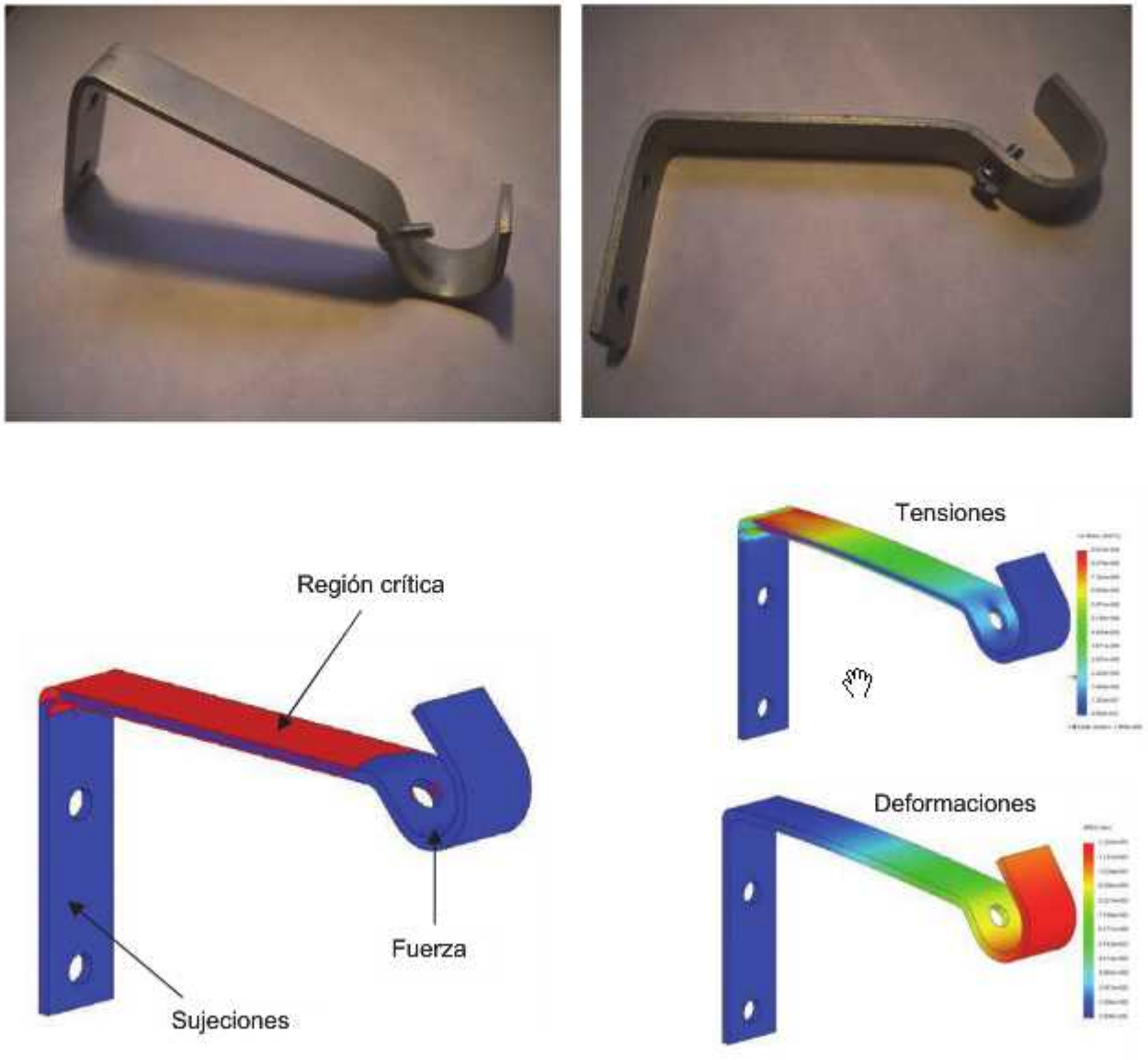


Figura 17.1. **Análisis de Tensiones** realizado con SimulationXpress®.

17.2 Método de los Elementos Finitos

El **Método de los Elementos Finitos** (MEF) es un método numérico empleado en la resolución de ecuaciones diferenciales muy utilizado en diversos problemas de ingeniería como es el análisis de tensiones o análisis estático.

El método se basa en dividir el cuerpo o geometría a validar en múltiples partes de pequeño tamaño denominadas **Elementos**. Los elementos comparten entre ellos puntos comunes de intersección denominados **Nodos**.

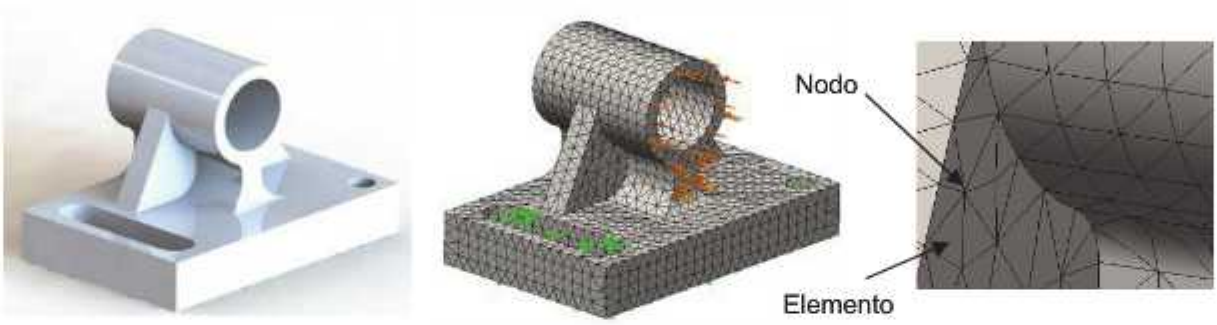


Figura 17.2. Proceso de mallado con SolidWorks **Simulation®**.

Los programas basados en MEF formulan ecuaciones diferenciales que rigen el comportamiento de cada uno de los **Elementos** teniendo en cuenta su conectividad con los demás elementos a través de los **Nodos**. Las ecuaciones empleadas definen los **Desplazamientos** de cada uno de los **Nodos** en las direcciones X, Y y Z en función de la **Carga**, las **Sujeciones** de movimiento y las propiedades mecánicas del **Material** empleado. El desplazamiento de cada uno de los **Nodos** permite calcular las **Deformaciones unitarias** en las diferentes direcciones y las **Tensiones** resultantes. Finalmente, el **Post-procesado** representa el modelo tridimensional con una gama de colores que indican las **Tensiones** y **Deformaciones** sufridas bajo las condiciones de contorno definidas (**Sujeciones**, **Material** y **Cargas**).

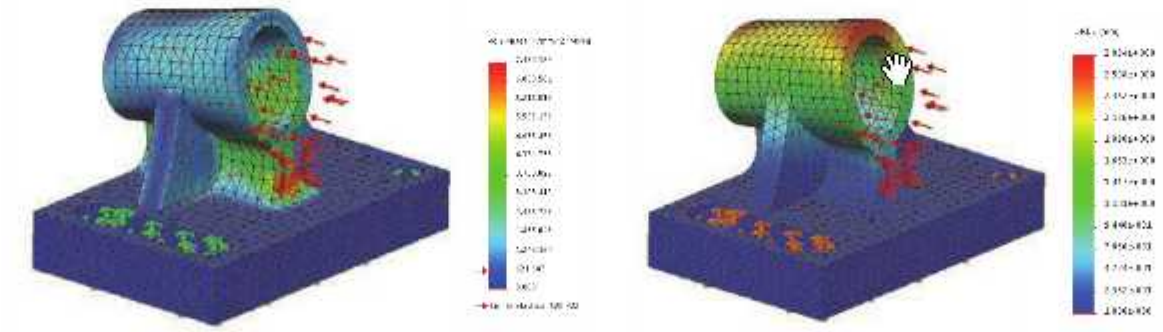


Figura 17.3. **Tensiones** y **Deformaciones** sobre el modelo.

17.3 Suposiciones del Análisis Estático Lineal

El **Análisis Estático Lineal** efectuado por **SimulationXpress®** realiza tres suposiciones que debe conocer y tener en cuenta a la hora de realizar la simulación y validar su modelo: **Linealidad**, **Elasticidad** y **Suposición estática**.

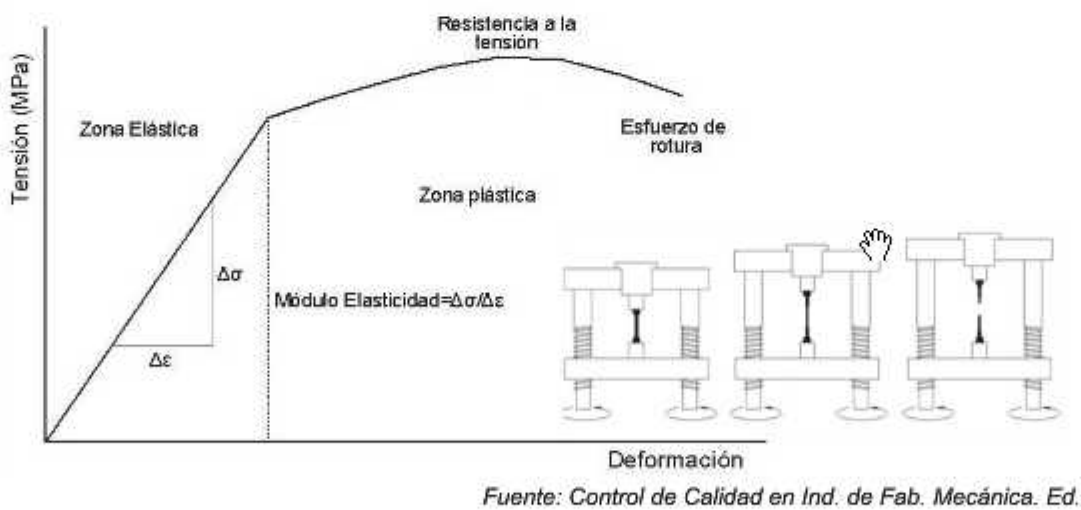
Suposición de linealidad. La respuesta del modelo es proporcional a la carga aplicada. El incremento de la carga incrementa los **Desplazamientos**, **Deformaciones unitarias** y **Tensiones** de forma proporcional.

Esta simplificación no debería importarle cuando ensaye el modelo bajo tensiones que se encuentren en el intervalo lineal de la curva tensión-deformación, es decir, en la zona elástica. En esta zona, las deformaciones son proporcionales a la tensión aplicada según el *Módulo de elasticidad* o *Módulo de Young* del material seleccionado y por lo tanto el comportamiento puede ser representativo. Sin embargo, el empleo de tensiones superiores a la del *Límite elástico* requiere el uso de aplicaciones no lineales que tenga en cuenta las posibles de formaciones plásticas del material.

Suposición de elasticidad. Los cálculos realizados suponen que las **Tensiones** aplicadas se encuentran dentro de la zona de elasticidad del material empleado y que la eliminación o el cese de **Tensiones** provoca la recuperación de las dimensiones iniciales del modelo ensayado. La suposición de elasticidad excluye los comportamientos debidos a deformaciones plásticas permanentes.

En el caso de que su modelo vaya a estar sometido a **Tensiones** superiores a la del *Límite elástico* y prevea que va a sufrir deformaciones plásticas permanentes deberá utilizar aplicaciones de **Análisis No Lineal**. En estos casos no es aplicable SimulationXpress®.

Suposición estática. El modelo ensayado debe soportar las cargas aplicadas de forma lenta y gradual hasta alcanzar la magnitud definida. En los casos en que el modelo deba soportar las cargas de forma repentina las **Deformaciones unitarias** y las **Tensiones** sufridas serán mayores y deberá usar aplicaciones de **Análisis Dinámico**.



Fuente: Control de Calidad en Ind. de Fab. Mecánica. Ed. CEYSA.

Figura 17.4. Suposiciones en el **Análisis por Elementos Finitos** (FEA). Diagrama de tracción.

Suposición Isotrópica del material. Los materiales pueden ser **Isotrópicos**, **Anisotrópicos** o **Ortotrópicos** en función del comportamiento mecánico o respuesta del modelo en las diferentes direcciones del espacio.

Cuando las propiedades mecánicas son las mismas en todas las direcciones del espacio se dice que el comportamiento es **Isotrópico** (acero). Los materiales **Anisotrópicos** tienen diferente comportamiento mecánico en las diferentes direcciones de espacio mientras que los **Ortotrópicos** tienen propiedades mecánicas únicas y diferentes para cada una de las direcciones (madera, muchos cristales y metales laminados).

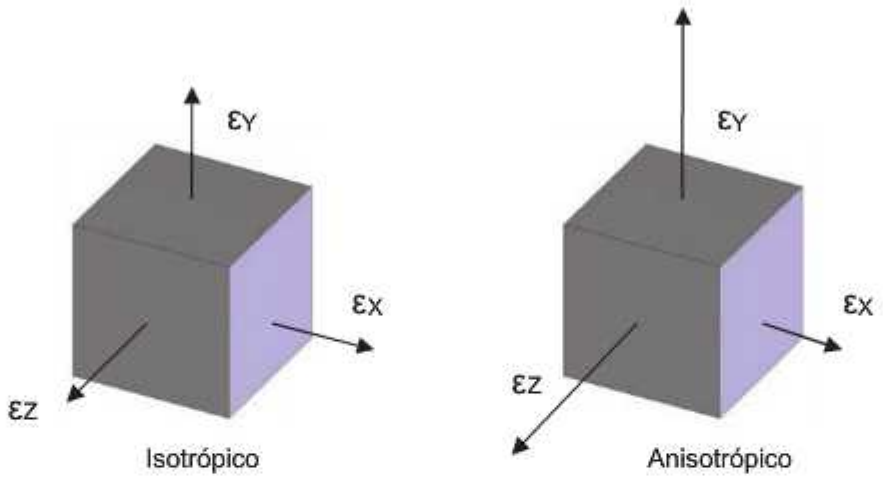


Figura 17.5. Comportamiento **Isotrópico** y **Anisotrópico** de los materiales.

SimulationXpress® emplea el *Módulo elástico*, el *Coeficiente de Poisson* y el *Límite elástico* en la realización del análisis de esfuerzo. Los materiales **Isotrópicos** son definidos con el *Módulo de Elasticidad* (EX) y el *Coeficiente de Poisson* (NUXY).

Módulo elástico (EX)

Es la relación entre el esfuerzo (σ) y la deformación (ε) cuando esta es únicamente elástica. Es una mediada de la rigidez del material. También se conoce como **Módulo de Young (E)**. Para la mayoría de metales está comprendido 4,5 × 10^4 MPa y 40,7 × 10^4 MPa. En las curvas tensión deformación es la pendiente de la zona elástica. La expresión que lo define es:

$$\sigma = E\varepsilon \qquad E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{\frac{P}{S_0}}{\frac{\Delta l}{l_0}}$$

1 MPa. Meganewton/metro cuadrado (MN/m^2)
1 GPa. 1000 Megapascal.

σ es la **Tensión** cuyas unidades son el megapascal (MPa), ε es la **Deformación** (adimensional, cm/cm o m/m) y E es el **Modulo Elástico** o **Módulo de Young** (MPa o GPa).

Coeficiente de Poisson (NUXY)

Es la relación negativa de las deformaciones laterales y axiales que resultan de aplicar un esfuerzo axial en la deformación elástica. Relaciona la **Deformación elástica** longitudinal producida por una **Tensión de tracción o compresión**, con la deformación que se produce en la dirección perpendicular a la aplicación de la carga.

Cuando un sólido está sometido a un esfuerzo en la dirección X el *Coeficiente de Poisson* NUXY definido por **SimulationXpress®** relaciona la división de la tensión lateral en la dirección Y con la tensión longitudinal en la dirección X. Los coeficientes son adimensionales.

Material	E (GPa)	μ (Coeficiente Poisson)
Al (Aluminio)	69,0	0,33
Fe (Hierro)	206,9	0,27
W (Wolframio)	408,3	0,28
Al_2O_3	379,3	0,26

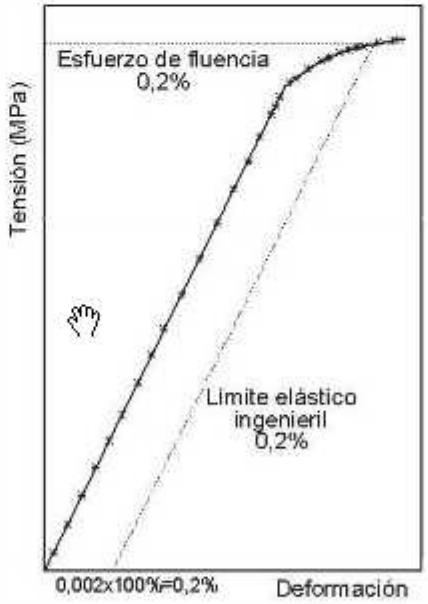
$$\mu = \frac{-\varepsilon_{LATERAL}}{\varepsilon_{LONGITUDINAL}}$$

Figura 17.6. **Módulo Elástico** y **Coeficiente de Poisson** para algunos materiales.

Límite elástico o SIGYLD

Es el esfuerzo requerido para producir deformación plástica muy pequeña del orden de 0,002. En un diagrama de tracción (Tensiones-Deformaciones), el *Límite elástico* divide la gráfica en deformaciones elásticas y deformaciones plásticas o permanentes.

SimulationXpress® emplea el *Límite Elástico* en el cálculo de la distribución del **Factor de seguridad** y supone que el material empieza a ser flexible cuando la tensión equivalente o tensión de *Von Mises* alcanza este valor.



Criterio de máxima tensión de Von Mises

El criterio de máxima tensión de *Von Mises* se basa en la teoría de la energía de distorsión máxima. En términos de las tensiones principales s_1, s_2 y s_3, la tensión de *Von Mises* se expresa:

$$s_{vonMises} = \{[(s_1 - s_2)^2 + (s_2 - s_3)^2 + (s_1 - s_3)^2] / 2\}^{(1/2)}$$

La teoría describe como un material dúctil empieza a ceder cuando la tensión de *Von Mises* supera el *Límite de tensión* (en la mayoría de los casos se emplea el *Límite elástico* como límite de tensión). El *Límite elástico* es una propiedad que depende de la temperatura por lo que es importante que considere la temperatura a la que se encontrará el modelo a ensayar.

$$s_{vonMises} \geq s_{limit}$$

El **Factor de seguridad** se calcula según:

$$\text{Factor de seguridad (FDS)} = \sigma_{limit} / \sigma_{vonMises}$$

17.4 Etapas en el análisis de validación

SimulationXpress® se presenta como un **Asistente** de siete pasos en los que se definen las condiciones de contorno necesarias para realizar el análisis estructural del modelo seleccionado. Las etapas que debe seguir son:

1. Bienvenida a **SimulationXpress®**.
2. Definición de material.
3. Definición y colocación de las sujeciones.
4. Definición y colocación de las cargas.
5. Análisis.
6. Optimización del diseño.
7. Resultados y conclusiones.

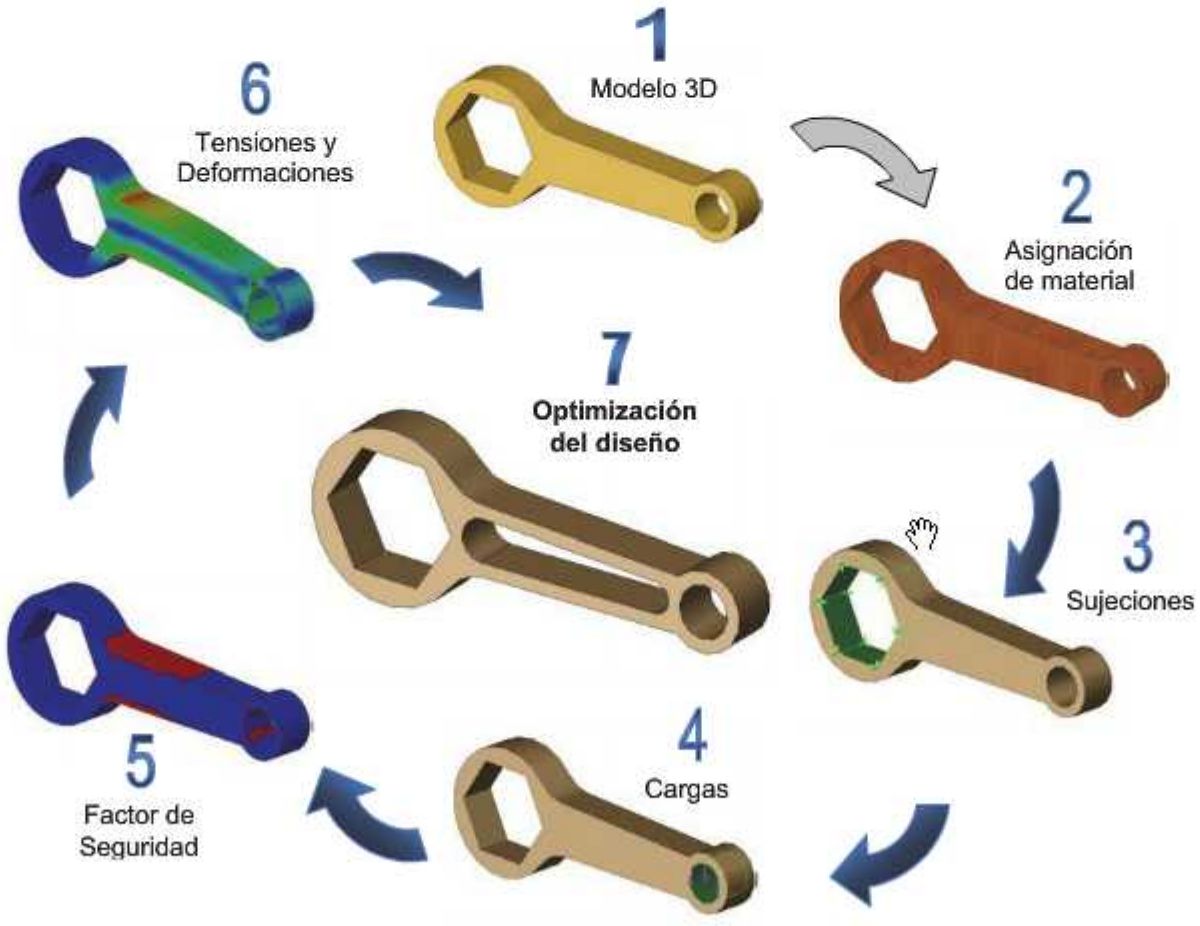


Figura 17.7. Etapas en el **Análisis de Validación** del comportamiento mecánico.

17.4.1 Bienvenida

Proporciona información general sobre la aplicación **SimulationXpress®**. La pestaña **Opciones** permite seleccionar el sistema de unidades empleado en el análisis (**SI** e **Ingles IPS**) y la ubicación de la carpeta donde se guardarán los resultados obtenidos.

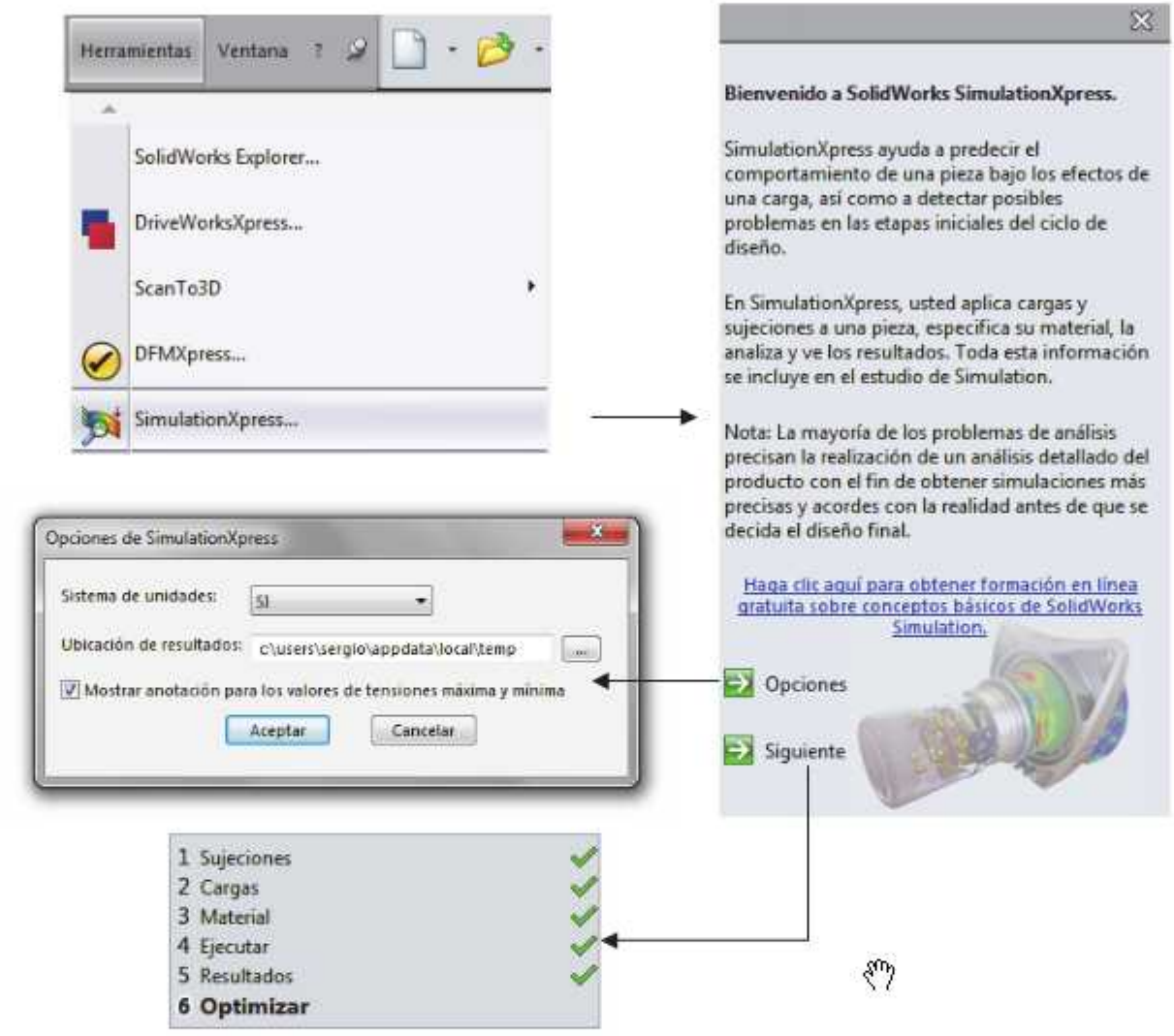


Figura 17.8. **Asistente** de **SimulationXpress®**. Bienvenida.

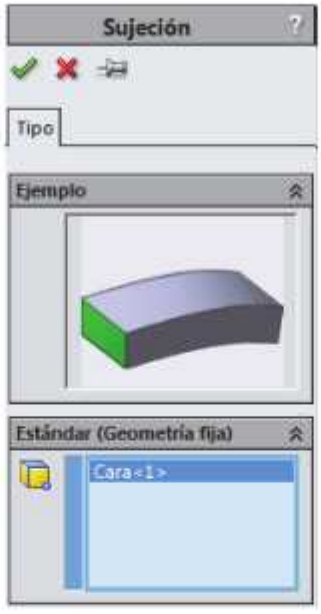
Active la casilla **Mostrar anotación para los valores máximo y mínimo en el trazado de resultados de esfuerzos**, de esta forma aparecerán las **Tensiones** y las **Deformaciones máximas** y **mínimas** en cada una de las gráficas de resultados.

Los resultados del análisis se guardan en la ubicación seleccionada con la extensión CWR y el nombre asignado tiene la forma: **nombre_de_pieza-SimulationXpressStudy.CWR**. El material, las sujeciones y las cargas se guardarán en el documento de pieza.

Si desea guardar los resultados del análisis junto a la pieza para que pueda ser visualizado en el **eDrawings®** seleccione la opción **Archivo, Guardar como, eDrawings**. Se guardará con extensión .eprt.

17.4.2 Sujeciones

Las **Sujeciones** impiden el movimiento de la pieza ensayada al ser sometida a las fuerzas que tienden a deformarla. Como mínimo debe seleccionar una **Cara** de la pieza, aunque se admite la selección de **múltiples Caras**.



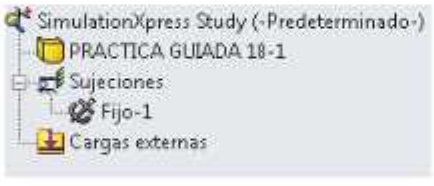
Para crear una **Sujeción** a la pieza:

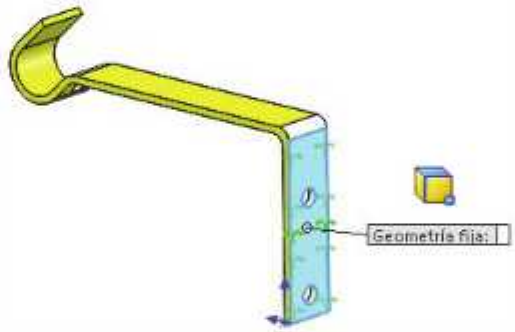
1. Pulse **Siguiente** para continuar.

2. Desde la **Zona de Gráficos** seleccione con el botón izquierdo del ratón, la **Cara** o **Caras** a restringir. Para poder seleccionarlas debe dejar de utilizar cualquier Herramienta de Visualización (zoom, rotar, etc.). Es recomendable girar el modelo con las flechas del cursor del **Teclado**.

3. Escriba un nombre para la sujeción seleccionada o acepte el nombre predeterminado. La casilla **Mostrar símbolo** permite visualizar en pantalla la cara restringida. Observe como en el Gestor de Diseño del SimulationXpress contiene la **Sujeción** recién definida.

4. Pulse **Siguiente** para continuar.





5. La siguiente ventana **Agregar**, **Eliminar** o **Editar** sujeciones. Seleccione la opción deseada. Pulse sobre **Siguiente** para definir la presión o fuerza.

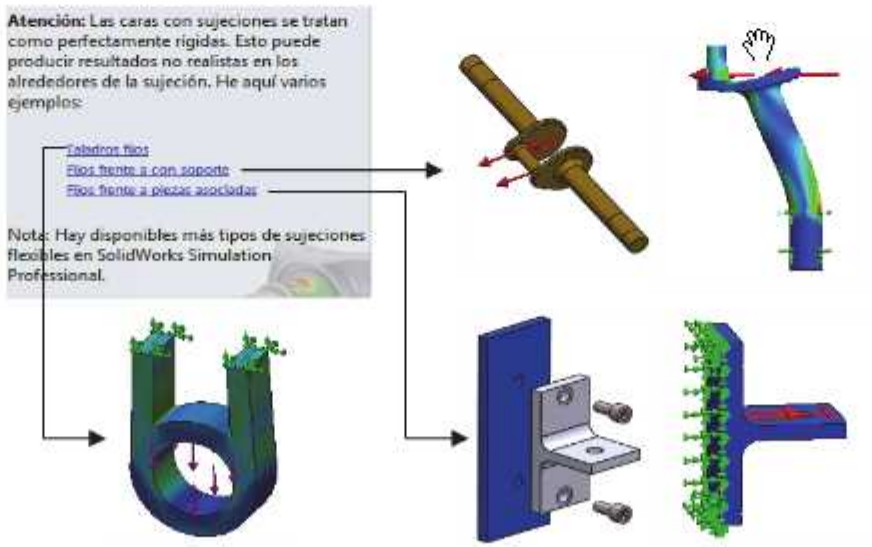


Figura 17.9. Resultados no realistas con las **Sujeciones** en SimulationXpress.

17.4.3 Cargas

En la segunda etapa puede definir **Fuerzas** y **Presiones** sobre la/s **Cara/s** de la pieza a evaluar. SolidWorks indica algunos ejemplos e informa que las cargas aplicadas son uniformes y constantes. Para utilizar otro tipo de carga debe utilizar el complemento **SolidWorks Simulation**.

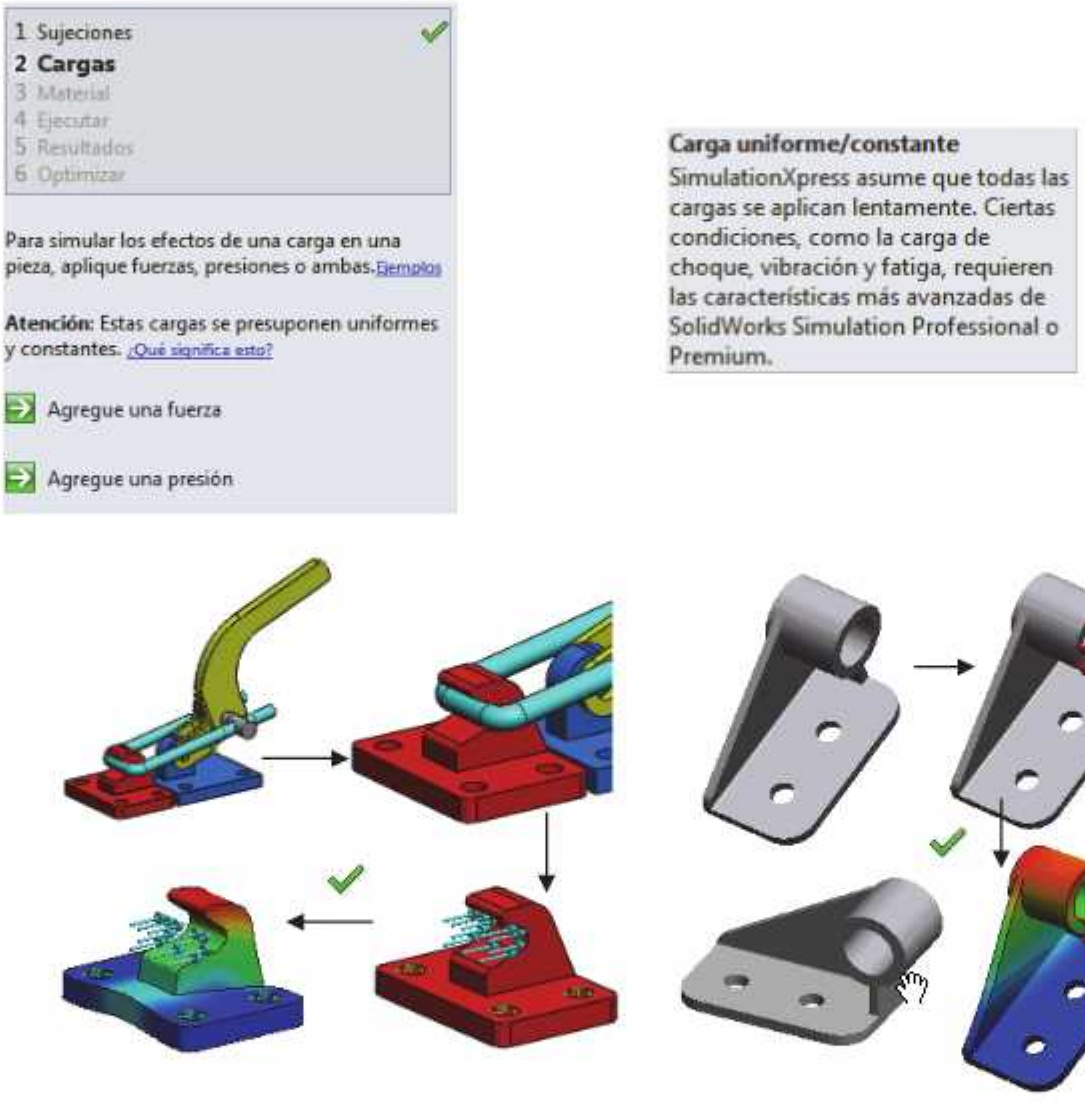


Figura 17.10. Aplicación de **Fuerzas** y **Presiones**.

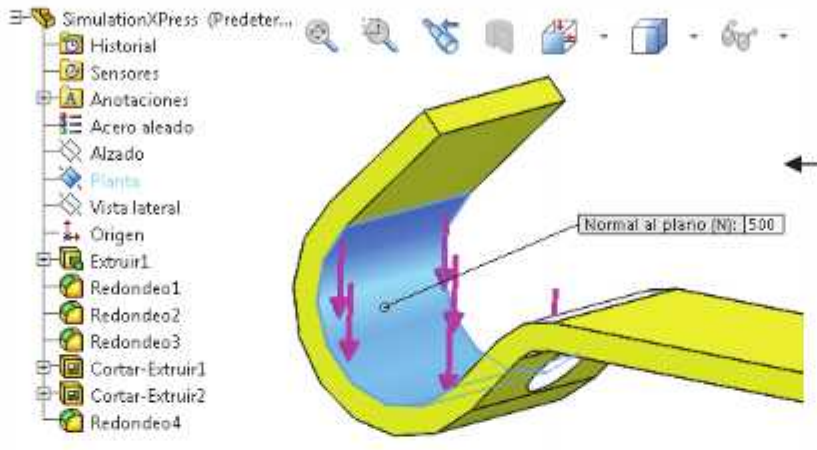
Para crear una **Fuerza** a la pieza:

1. Seleccione **Fuerza** y pulse en **Siguiente**.
2. En la **Zona de Gráficos** selecciones la **Cara** o **Caras** donde desee aplicar la **Fuerza** y pulse **Siguiente**.
3. Seleccione la **Dirección de la carga**, el valor de la **Fuerza** y sus **Unidades** (**N** o **lb**). **Invierta** la dirección si es necesario. La **Dirección** de la carga permite seleccionar la opción **Normal a la carga** o a un **Plano de referencia**.

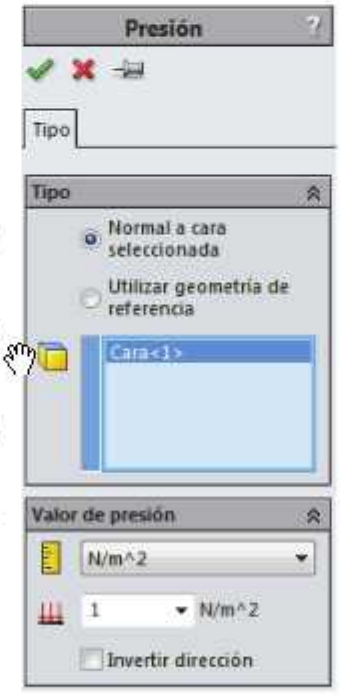
La primera opción permite crear una **Fuerza** perpendicular a la **Cara** seleccionada mientras que la segunda, **Plano de referencia**, permite seleccionar un **Plano** y la **Carga** será perpendicular al mismo. De esta forma, si selecciona un **Plano oblicuo** la dirección de la carga será inclinada respecto de la **Cara** seleccionada.



4. Pulse **Siguiente** para **Agregar**, **Editar** o **Eliminar** una **Fuerza** sobre la pieza.

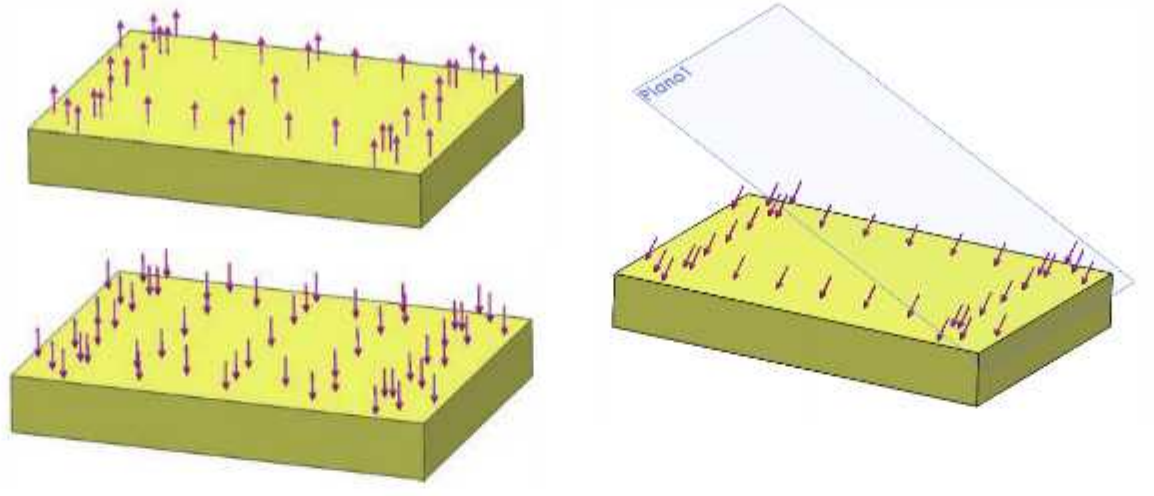


Para crear una **Presión** a la pieza:



1. Pulse en **Siguiente** para continuar.
2. Seleccione **Presión** y pulse en **Siguiente**.
3. En la **Zona de Gráficos** selecciones la **Cara** o **Caras** donde quiera que se aplique la **Presión** y pulse **Siguiente**.
4. Especifique el valor de la **Presión** y sus **Unidades** (**N/m²** o **psi**).
5. Pulse **Siguiente** para **Agregar**, **Editar** o **Eliminar** una Presión sobre la pieza.
6. Observe como las presiones se indican con flechas de color rojo y las fuerzas con flechas rosas.

En el caso de seleccionar más de una cara la fuerza indicada se divide proporcionalmente a cada una de las caras. De esta forma si selecciona una fuerza de 300 N y tres caras, cada una de las caras experimentará una fuerza de 100 N.



Invertir dirección Normal a la cara seleccionada

Normal a un plano de referencia

Figura 17.17. Definición de la carga aplicada.

17.4.4 Material

En la tercera etapa se define el material del modelo a ensayar. El material seleccionado debe tener las propiedades elásticas: *Módulo elástico* (EX), *Coeficiente de Poisson* (NUXY), *Límite elástico* o SIGYLD.

El material puede seleccionarlo directamente de la **Biblioteca de materiales** en la que se incluyen las propiedades elásticas para cada uno de ellos o puede asignar un material a la pieza antes de iniciar **SimulationXpress®**.



Asignar/modificar el material al modelo:

Para **asignar un Material o modificar uno existente** al modelo las etapas que debe seguir son:

1. Seleccione la pestaña **Material** y busque la clase de material deseado pulsando sobre el símbolo **+**.
2. Seleccione el tipo de material.
3. Pulse **Aplicar** para asignar las propiedades elásticas al modelo.
4. Pulse **Siguiente** para **Ejecutar** el análisis.

También puede asignar el material desde **el Gestor de diseño** (**Editor de material**) antes de iniciar **SimulationXpress®**. El modelo adquiere las propiedades mecánicas y las propiedades visuales (color y textura) del material seleccionado de la lista.

Asignar/modificar el material desde el Gestor de Diseño

Para **asignar un Material o modificar uno existente al modelo desde el Gestor de Diseño** las etapas que debe seguir son:

1. Pulse **Material <sin especificar>** con el botón derecho del ratón en el **Gestor de Diseño** o pulse **Material** del Menú de Persiana **Edición, Apariencia, Material**.

2. Seleccione uno de los diez materiales de la lista o pulse sobre **Editar material** para seleccionar otro diferente. Los materiales que aparecen en la lista son los diez más usados recientemente.

3. El **Editor de Materiales** permite seleccionar el **material** para el estudio, las **propiedades visuales** y las **propiedades físicas**.

4. Pulse **Aceptar** después de definir las características del material.

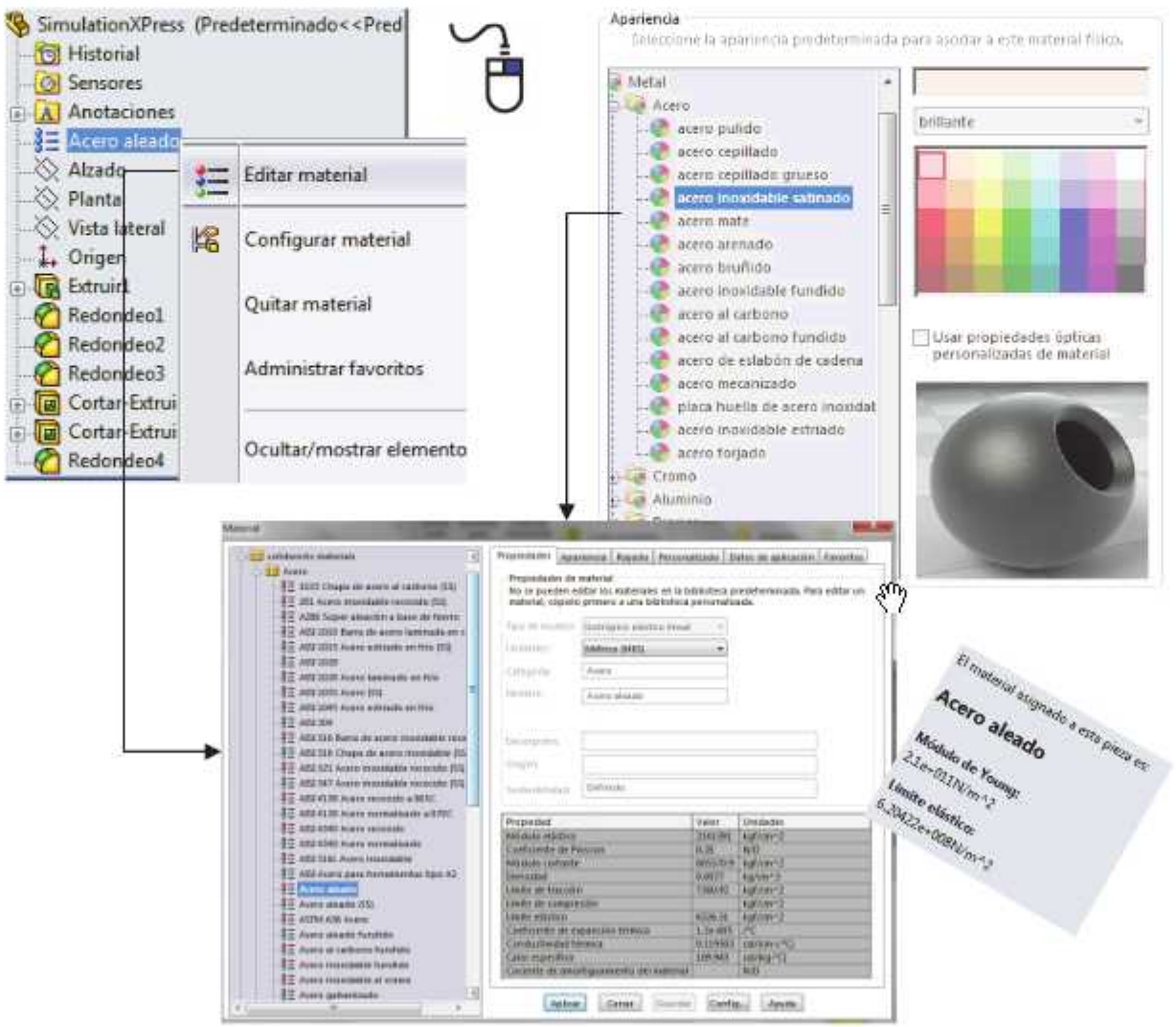


Figura 18.10. Selección del material desde el **Gestor de Diseño**.

Biblioteca de materiales

Permite seleccionar un material de la **Biblioteca de materiales** de **Solid**Works® o de una creada por el usuario (Biblioteca de materiales personalizada). Además se incluye una lista de los últimos 10 materiales empleados.

La opción **Elimina material** permite desvincular el material a la pieza asignada, dejando la pieza sin material especificado mientras que la opción **Crea/Edita material** permite crear o modificar nuevos materiales o editar los existentes. Estas dos últimas opciones solo pueden realizarse sobre la Biblioteca de materiales creada por el usuario.

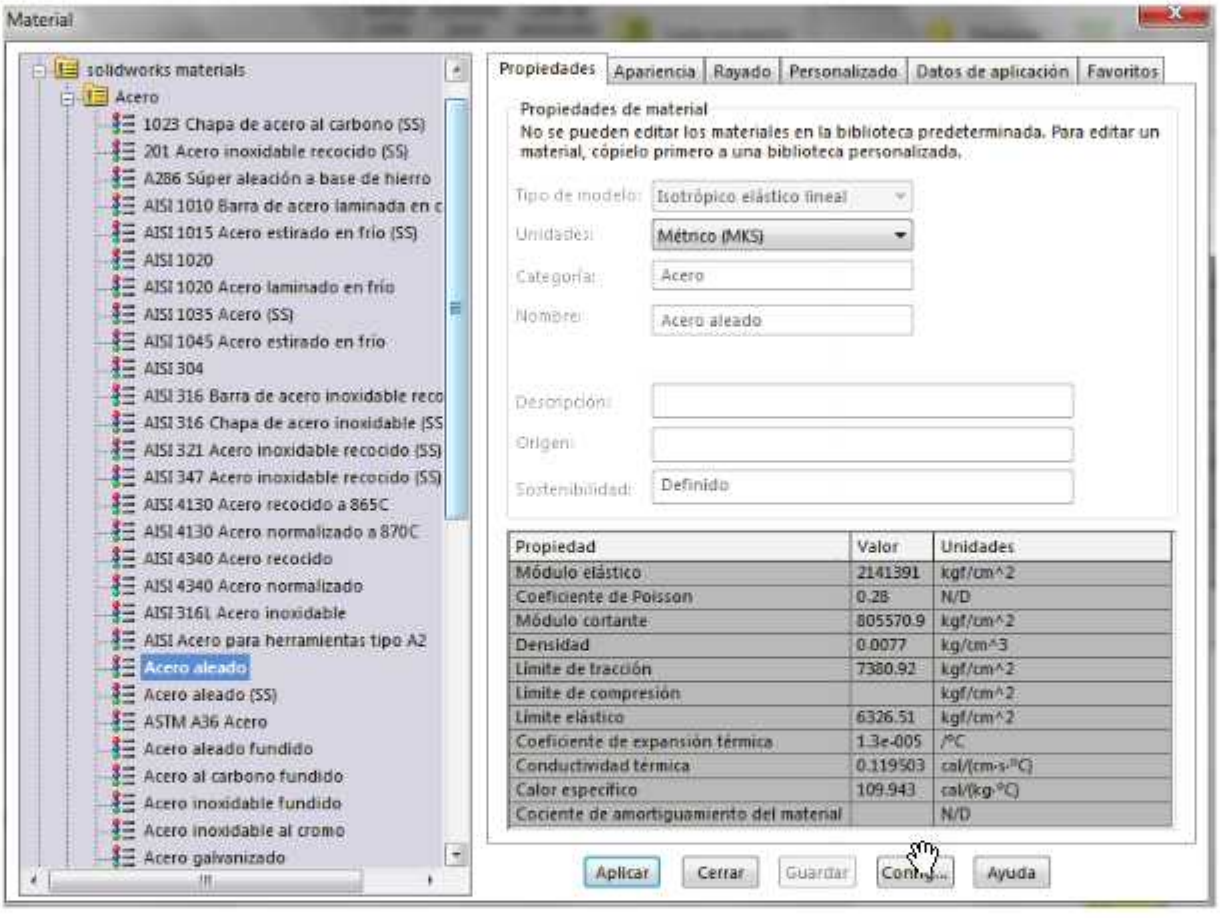


Figura 17.13. **Crear/Editar material** desde la **Biblioteca de Materiales**.

Para crear un **nuevo material** o **editar** uno existente:

1. Pulse con el botón derecho del ratón sobre **Material** en el Gestor de diseño y seleccione **Crear/Editar material**. En el caso que desee modificar uno preexistente seleccione aquel que tenga las propiedades parecidas al material a obtener.

2. En el cuadro de dialogo de **Información General** seleccione **<Nueva Base de Datos>**. Guarde la base de datos con el nombre deseado. SolidWorks® le asigna la extensión **.sldmat**.

3. A continuación indique la **Clasificación** y el **Nombre del material** que le ayudará a reconocerlo cuando desee asignarlo a una pieza. Las siguientes pestañas (**Propiedades Visuales, Propiedades Físicas** y **Patrón de rayado**), permiten definir el material, desde su aspecto en pantalla hasta sus propiedades mecánicas.

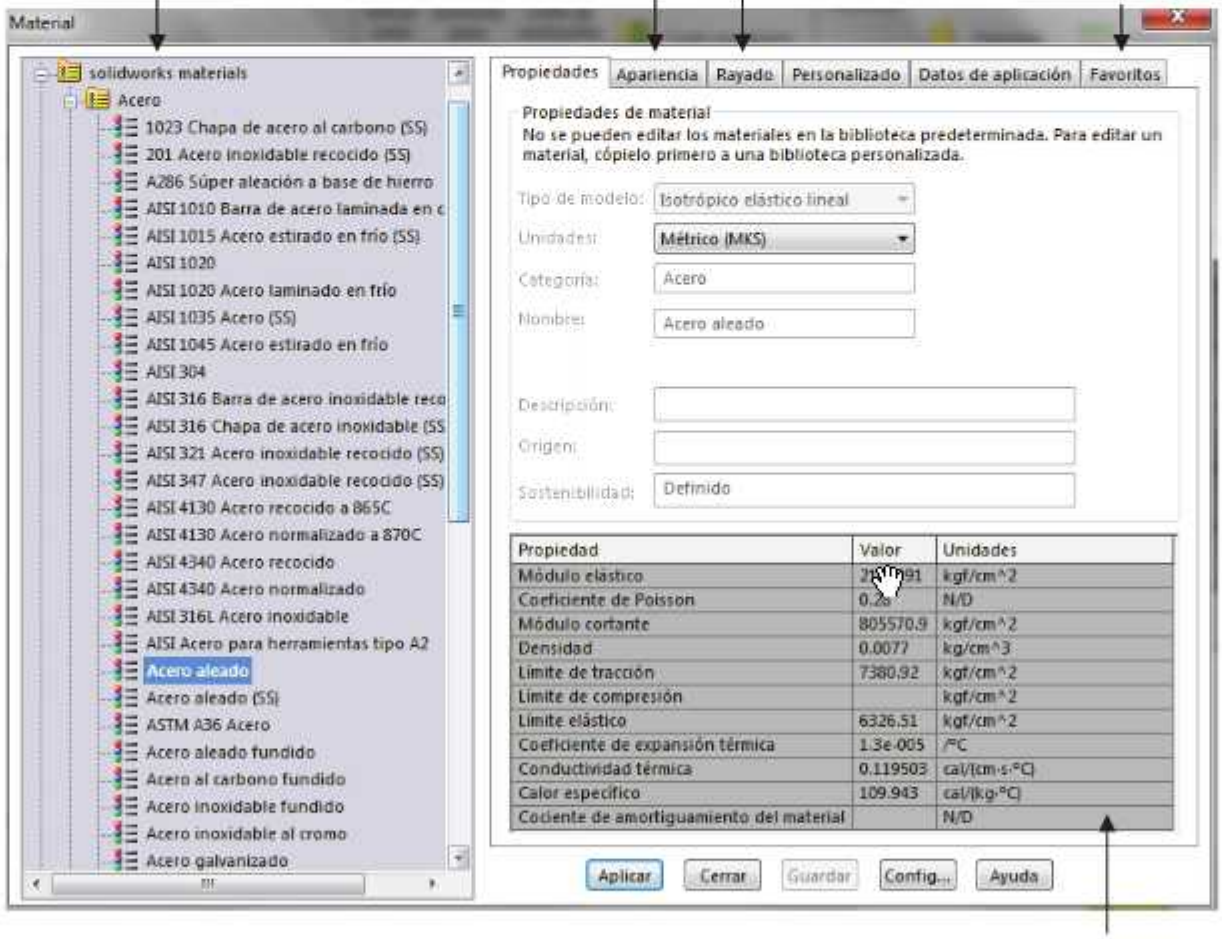
En **Propiedades visuales** puede seleccionar la opción **Gráficos con RealView** para visualizar su modelo renderizado en tiempo real. Visite www.solidworks.com para conocer las tarjetas gráficas compatibles con **RealView**.

Tipo de gráficos empleados en la visualización de la textura empleada. La opción **RealView** visualiza el material sobre la pieza de forma que cambia dinámicamente al rotar el modelo en pantalla. Solo es funcional con tarjetas gráficas compatibles.

Biblioteca de Materiales seleccionada. Definida por **Solid**Woks® o por el usuario

Color y patrón de rayado del material seleccionado.

Favoritos



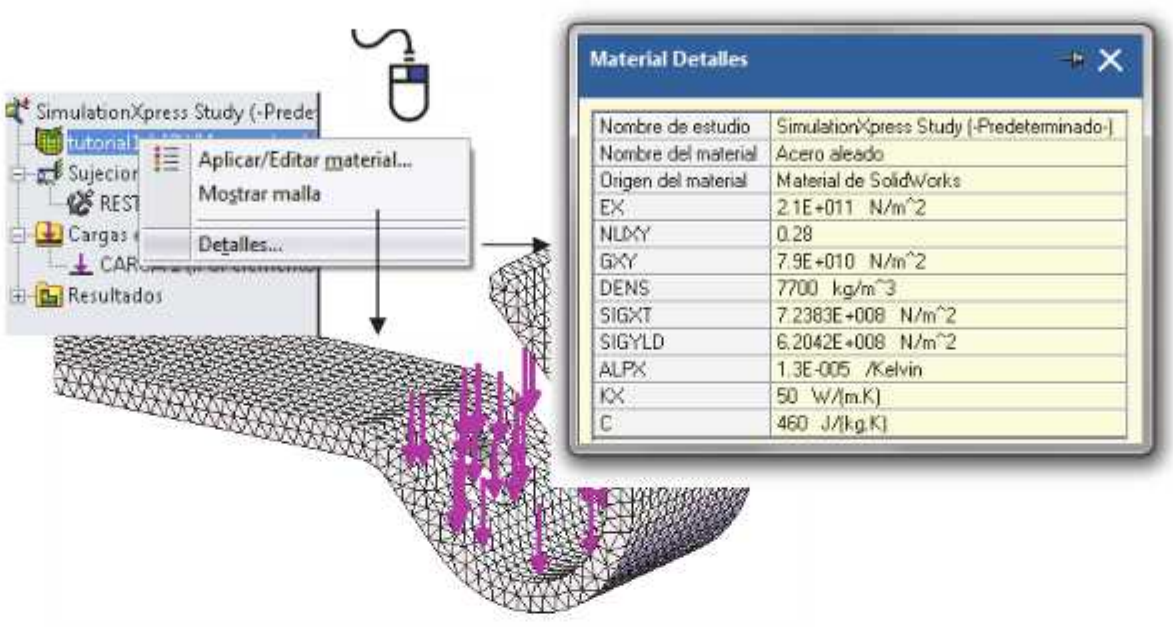
Propiedades del material seleccionado.

Figura 17.14. Crear/Editar material desde la Biblioteca de Materiales.

Material	Tipos
Acero	AISI 305, AISE 1020, Acero aleado fundido, acero al carbono fundido, acero inoxidable fundido, acero inoxidable al cromo, acero galvanizado al carbono no aleado y acero inoxidable forjado.
Hierro	Dúctil, fundición gris y fundición maleable.
Aleaciones de aluminio	Aleación 1060, Aleación 1345, Aleación 1350, Aleación 2014, Aleación 2018, Aleación 2024, Aleación 3003, Aleación 6061 y Aleación 7079.
Otras aleaciones	Duranickel (R) 301, Aleación de magnesio y Monel (R) 400.
Cobre y sus aleaciones	Bronce de aluminio, Latón, Cobre, Bronce comercial al plomo, Bronce al manganeso, Bronce al estaño y Cobre forjado.
Plásticos	ABS, ABS PC, Acrílico (impacto medio-alto), Nylon6/10, PA 6, PBT, PC elevada viscosidad, PE elevada densidad, PE densidad baja/media, POM Acetal Copolímero, PP copolímero, PS flujo medio/alto, PVC plastificado, PVC rígido y PTFE Perspex TM GS Acrílico.
Otros metales	Cobalto, Molibdeno, Níquel, Oro, Plata, Plomo, Titanio, Tungsteno, Vanadio y Zirconio.
Fibras de vidrio	Fibras de vidrio-A, Fibras de vidrio-C, Fibras de vidrio-E y Fibras de vidrio-S.
Fibras de carbono	Zoltek Panex 33, Excel AS4C (3000 filamentos), Thornel Mat VMA y Thornel VCB-20 Carbon Cloth.
Silicios	Silicio y dióxido de silicio.
Otros no metales	Aire, porcelana, vidrio, caucho y agua.
Madera	Haya, cedro, arce, roble, pino, teca y caoba.

Figura 17.15. Materiales existentes en la **Biblioteca de materiales** de **SimulationXpress®**.

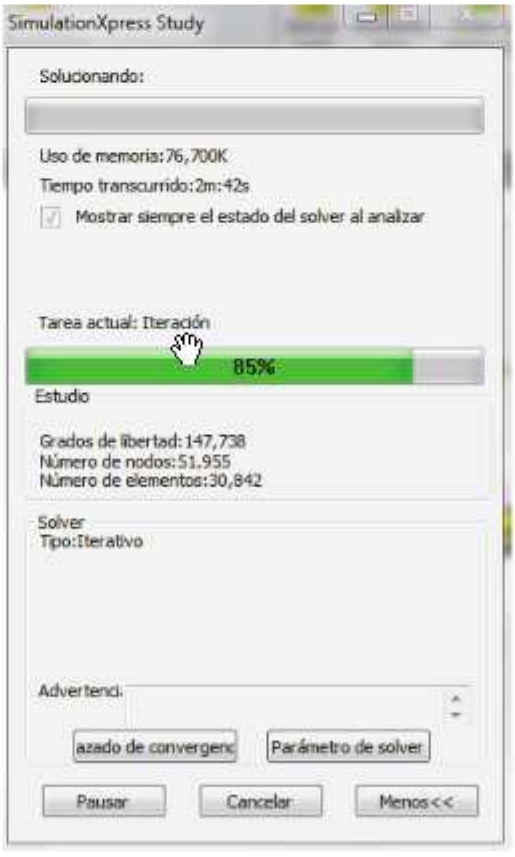
Para ver las propiedades del material seleccionado pulse con el botón derecho del ratón sobre el material del modelo y seleccione la opción **Detalles...** Aparecerá un cuadro de diálogo en el que se indican las principales propiedades mecánicas y eléctricas del material. El mismo menú permite mostrar la malla sobre el modelo CAD (**Mostrar malla**).



Nombre de estudio	SimulationXpress Study (-Predeterminado-)
Nombre del material	Acero aleado
Origen del material	Material de SolidWorks
EX	2.1E+011 N/m^2
NUXY	0.28
GXY	7.9E+010 N/m^2
DENS	7700 kg/m^3
SIGXT	7.2383E+008 N/m^2
SIGYLD	6.2042E+008 N/m^2
ALPX	1.3E-005 /Kelvin
KX	50 W/(m.K)
C	460 J/(kg.K)

17.4.5 Ejecutar

En el paso número 4 puede iniciar o ejecutar el proceso de cálculo de la simulación después de haber definido el **Material**, las **Sujeciones** y las **Cargas**. Pulse sobre **Ejecutar simulación**.



En cuadro de dialogo emergente se indica el uso de la memoria durante el proceso de cálculo, el tiempo transcurrido, el número de nodos, elementos y grados de libertad, además del tipo de **solver** empleado.

En **Trazado de convergencia** puede desplegar una nueva ventana en la que se indica el grado de convergencia para cada una de las iteraciones efectuadas. Además, en **Parámetros solver** puede ver el número de iteraciones realzadas, el número máximo de iteraciones y el umbral de detención. Al finalizar el cálculo aparece el modelo con los resultados.

Antes de **Ejecutar** el análisis puede seleccionar la precisión del mallado modificando el tamaño y la tolerancia de los elementos que definen el modelo. Para ello seleccione **Cambiar la configuración**. Una mayor precisión definirá mejor los resultados obtenidos, sin embargo, incrementa el tiempo de cálculo necesario.

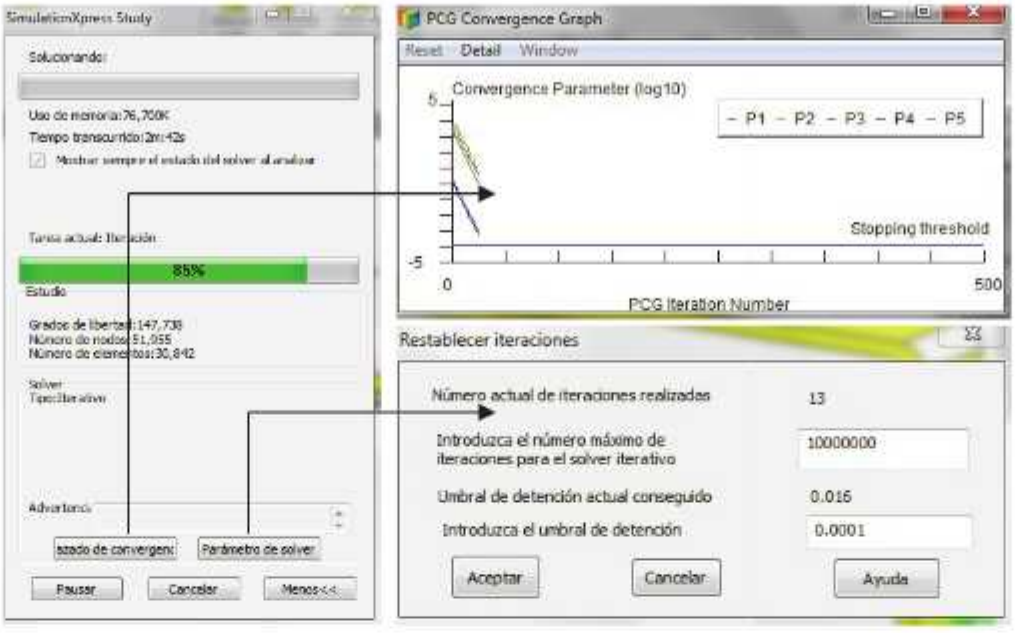


Figura 17.16. Parámetros de convergencia y número de iteraciones.

Es importante que cuando realice una simulación tenga en cuenta los criterios de convergencia y observe como los valores del comportamiento mecánico (por ejemplo: el resultado de una fuerza de reacción en una cara) cambian en función del número de elementos o densidad de malla seleccionados en **Cambiar configuración**. La densidad de malla determina la precisión del estudio. Mayor densidad de malla permite obtener resultados más fiables pero el tiempo de cálculo se ve incrementado de forma notable. Es por ello que se recomienda estudiar cómo varía el resultado en función del número de elementos. En la Figura 17.17 se muestran distintos resultados sobre el mismo modelo para distintos mallados.

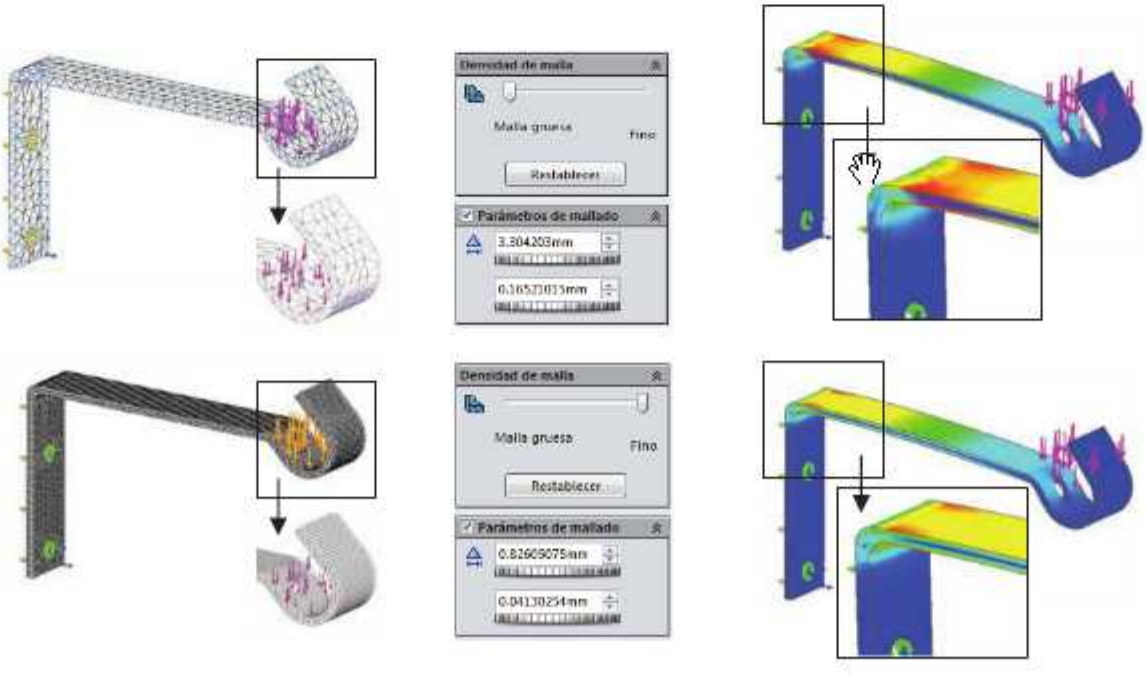


Figura 17.17. Influencia de la densidad de malla en los resultados obtenidos.

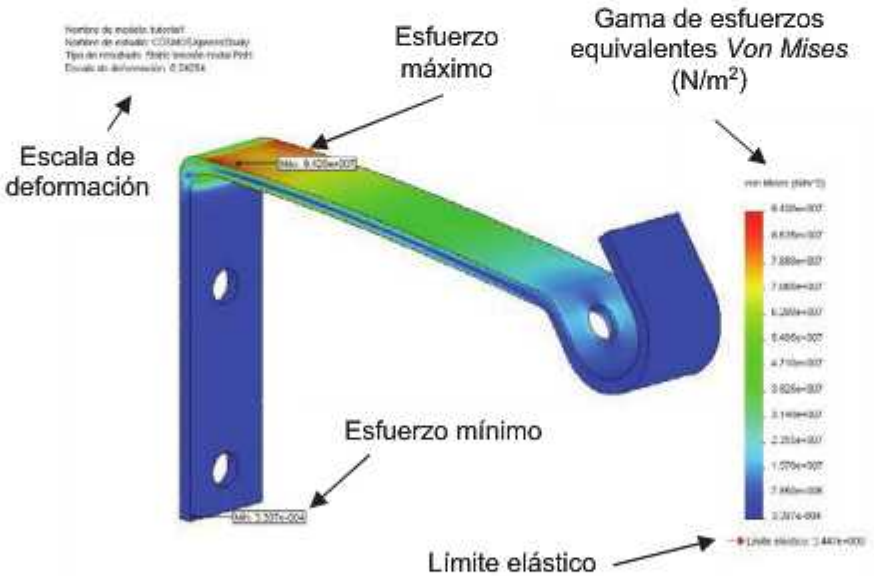
17.4.6 Resultados

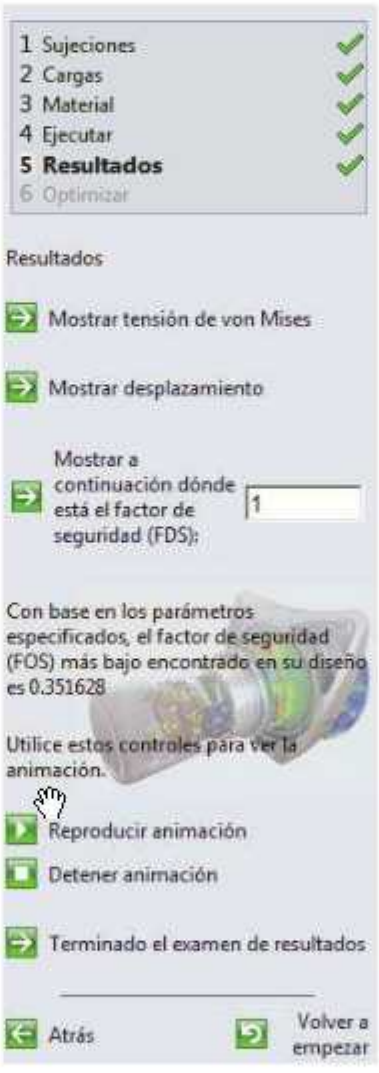
Después de unos segundos o minutos SimulationXpress® calcula los **Desplazamientos**, las **Tensiones de von Mises** y el **Factor de seguridad** para la pieza estudiada en función del **Material**, las **Sujeciones** y las **Cargas** impuestas. Mientras se produce el cálculo puede ver la convergencia del mismo si pulsa sobre **Trazado de convergencia**.

Los **Resultados** se muestran en el mismo menú con las etiquetas de **Mostrar tensión de von Mises**, **Mostrar desplazamiento** o **Mostrar a continuación dónde está el factor de seguridad** (FDS). El **Factor de seguridad** representa las áreas seguras de la pieza en color azul y las no seguras en color rojo.

Mostrar tensión de von Mises

Para **Visualizar** la **Distribución de las Tensiones** en la pieza pulse en **Mostrar tensión de von Mises**. En pantalla visualizará el **Esfuerzo equivalente** o *Von Mises* en el modelo. Los esfuerzos indicados se representan sobre la pieza deformada mediante una gama de colores. Los colores cálidos (rojo y amarillo) indican esfuerzos elevados mientras que los colores más fríos (azul y verde) representan esfuerzos más bajos. Las dos **Etiquetas** indican el máximo y mínimo esfuerzo.





Mostrar desplazamiento

De la misma forma puede obtener el gráfico de desplazamiento. Las unidades son URES (milímetros de desplazamiento respecto de la posición de equilibrio).

La deformación obtenida en los gráficos de desplazamiento y tensión von Mises no se corresponde con la deformación real (SolidWorks® la representa de forma exagerada para comprender mejor cómo se deforma). En la etiqueta mostrada en la parte superior izquierda de la **Zona de Gráficos** se indica la **Escala de deformación** empleada, que siempre es mayor a la unidad.

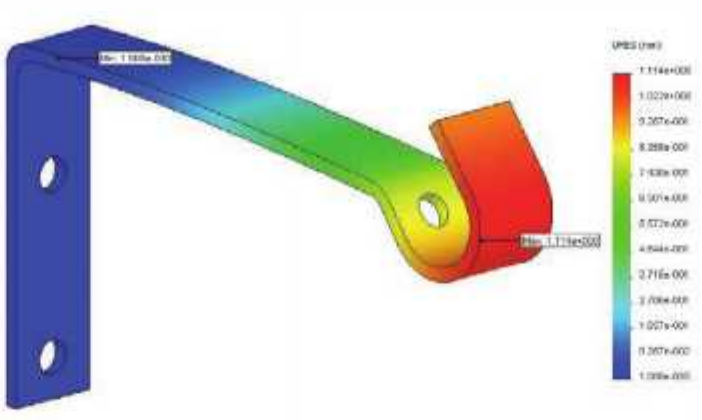


Figura 17.19. **Distribución del desplazamiento** en el modelo en milímetros.

Factor de seguridad

Para obtener el trazado que representa el **Factor de seguridad (FOS)** sobre la pieza a evaluar seleccione **Mostrar a continuación dónde está el factor de seguridad (FOS)** e indique un valor de referencia. En el modelo de la Figura 17.20, las regiones con factores de seguridad inferiores a 4.2 se consideran no seguras y son mostradas en color rojo. El resto de la pieza, en azul, tiene factores de seguridad superiores y no se considera que existan riesgos de rotura.

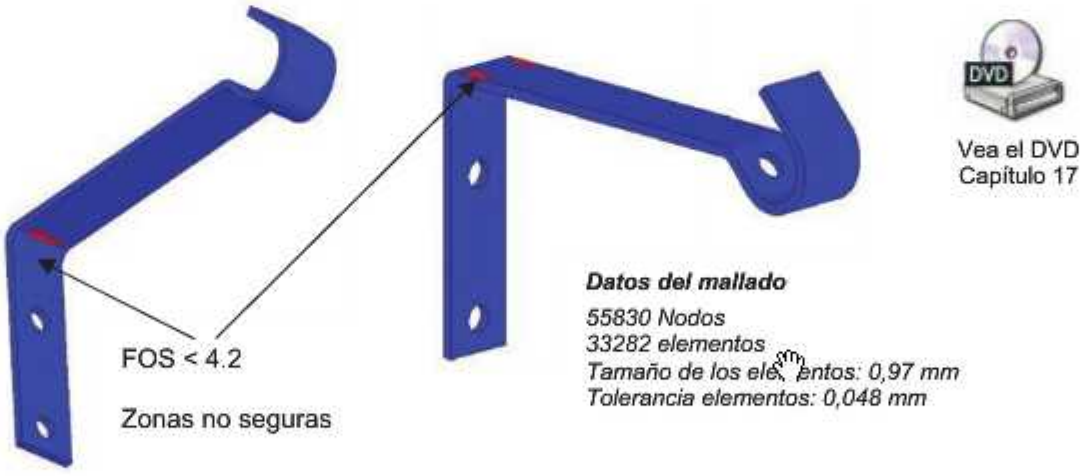


Figura 17.20. Las **Zonas críticas** del modelo se presentan de color rojo.

Para calcular la distribución del **Factor de Seguridad** sobre la pieza **Solid**Works® emplea el *Criterio de tensión máxima de Von Mises*. Cuando la tensión equivalente *(Tensión de Von Mises)* alcanza el *Límite elástico* definido para el material este empieza a ser flexible.

SimulationXpress® determina el **Factor de Seguridad** en un **Nodo** dividiendo el Límite elástico por la Tensión equivalente en ese punto.

Factor de Seguridad	
FOS < 1	El material cede en esa zona y el diseño no es seguro.
FOS = 1	El material empieza a ceder en esa zona.
FOS > 1	El material no ha cedido y es seguro. El material cederá si se aplican cargas iguales a las actuales multiplicadas por el factor de seguridad resultante.

Figura 17.21. Interpretación del Factor de Seguridad.

Reproducción de animación

Para simular los esfuerzos y las deformaciones puede utilizar el **Reproductor de animación** pulsando sobre las etiquetas de **Tensión von Mises**, **Desplazamiento** o **Deformación** con el botón derecho del ratón y pulsando la opción **Animar...**

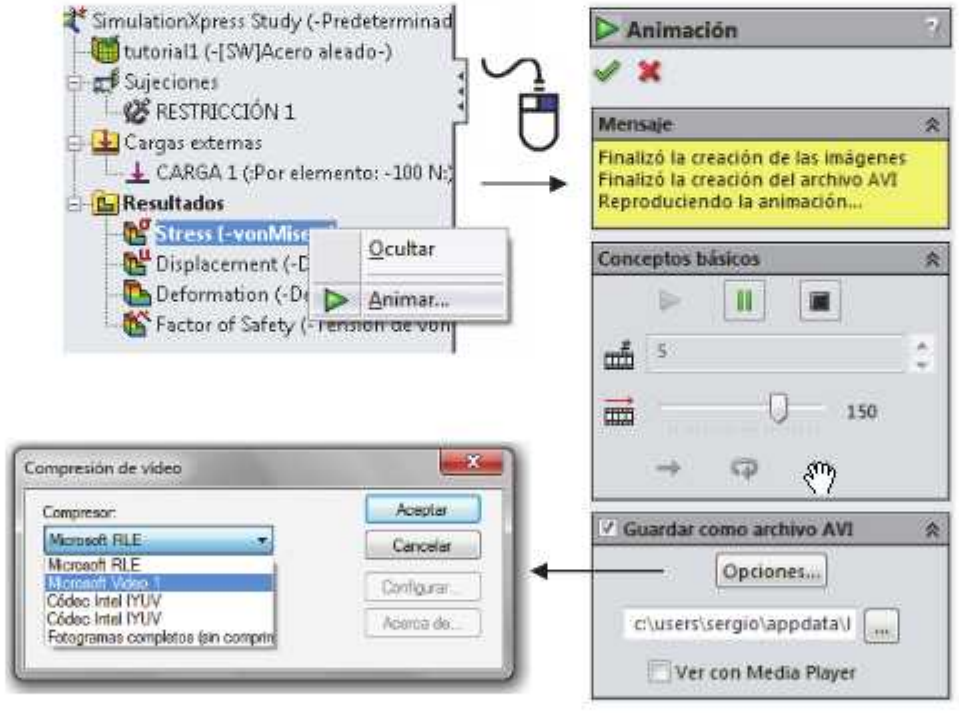


Figura 17.22. Etapas a seguir para crear una animación del modelo simulado.

Para animar pulse sobre el icono de **Play**. Para detener la animación pulse sobre **Stop**. Para guardar la animación con formato **AVI** pulse **Guardar como archivo AVI** y seleccione la carpeta dónde desee guardar la animación. En **Opciones** puede definir el CODEC de compresión del vídeo y la calidad de la compresión.

Creación de un informe del análisis o archivo de eDrawings

Para crear un informe del análisis realizado pulse sobre **Terminado el examen de resultados** y seleccione o **Generar informe** o **Generar archivo de eDrawings**. Rellene las casillas de **Configuración de informe** indicando la **Descripción** del problema tratado y las **Conclusiones** del mismo. Además, en el informe puede indicar el nombre del **Diseñador**, la **Compañía**, **URL**, el **Logotipo**, etc. Toda esta información aparece en el informe generado. Pulse sobre **Generar** para crear el informe en Microsoft Word.

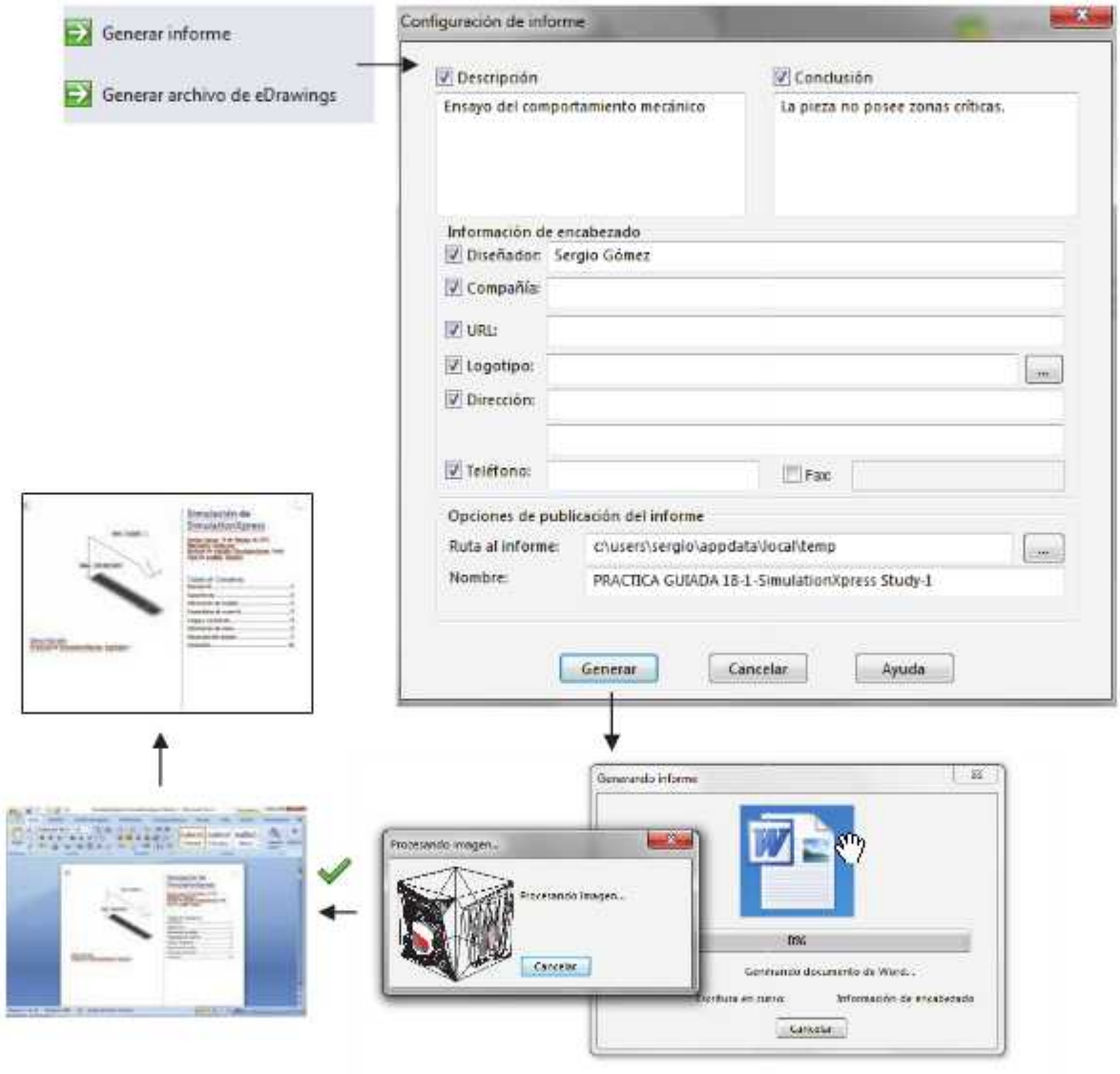


Figura 17.23. Etapas a seguir en la creación de un informe técnico de la simulación.

Al finalizar el proceso se genera un documento con el informe realizado en Microsoft Word. El documento contiene toda la información indicada en la **Configuración del Informe** y los gráficos de tensión von Mises, Desplazamientos, Deformación y Factor de seguridad. Además, se describen las características de la malla empleada en el análisis, las restricciones y el tipo de cargas impuestas.

Para **Generar** un fichero **eDrawings** seleccione la opción **Generar eDrawings con los resultados del análisis** e indique el **Nombre del archivo** y pulse **Guardar como**. SolidWorks® genera un fichero **eDrawings** con el análisis realizado y abre la aplicación para mostrarlo. Es necesario tener **eDrawings** instalado en el sistema.

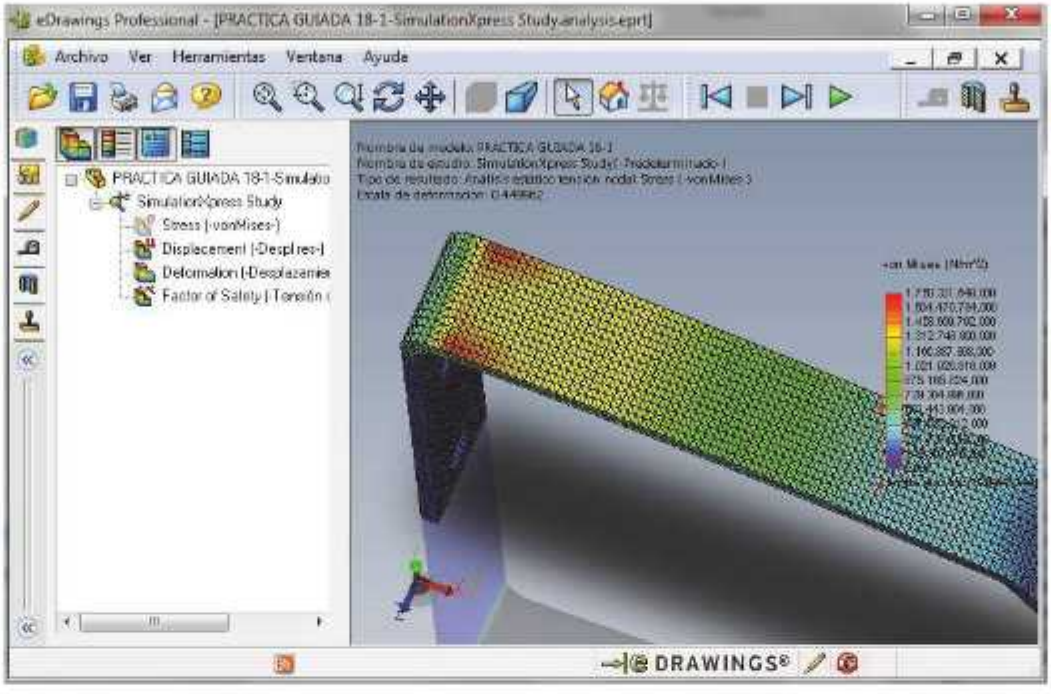


Figura 17.24. Visualización del análisis en **eDrawings**.

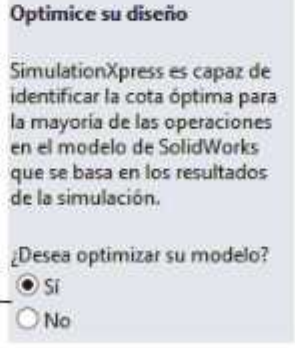
Optimizar diseños

Pulse sobre **Optimizar**, último de los pasos incluidos en SimulationXpress. Esta opción permite optimizar el peso del modelo estudiado a partir de la edición automática de una de sus cotas manteniendo algunas propiedades mecánicas.



Seleccione la cota que desee editar desde la Zona de Gráficos. Una vez seleccionada observe el cuadro de diálogo emergente (D1@Extruir1). En **Categoría** seleccione **Cota de modelo**. Pulse **Aceptar** para continuar.





En el nuevo cuadro emergente aparecen tres etiquetas: **Variables**, **Restricciones** y **Objetivos**. En **Variable** aparece el valor y el nombre de la cota seleccionada. Establezca los límites admisibles para la misma (valor **máximo** y **mínimo** permitido). En **Restricciones** indique la variable que definirá la restricción del modelo: **Desplazamiento máximo**, **Tensión de von Mises máxima** o **Factor de seguridad**. Si selecciona desplazamiento máximo e indica un valor de 2 milímetros SolidWorks SimulationXpress realizará el cálculo de forma que la pieza modifique el valor de la cota comprendida entre los valores máximos y mínimos de forma que el desplazamiento máximo admisible sea el indicado. En la última de las etiquetas puede definir el **objetivo**. En la versión simplificada tan solo puede utilizar la minimización de masa, es decir, la reducción del peso. Pulse sobre la etiqueta **Ejecutar** para iniciar el proceso iterativo de cálculo.

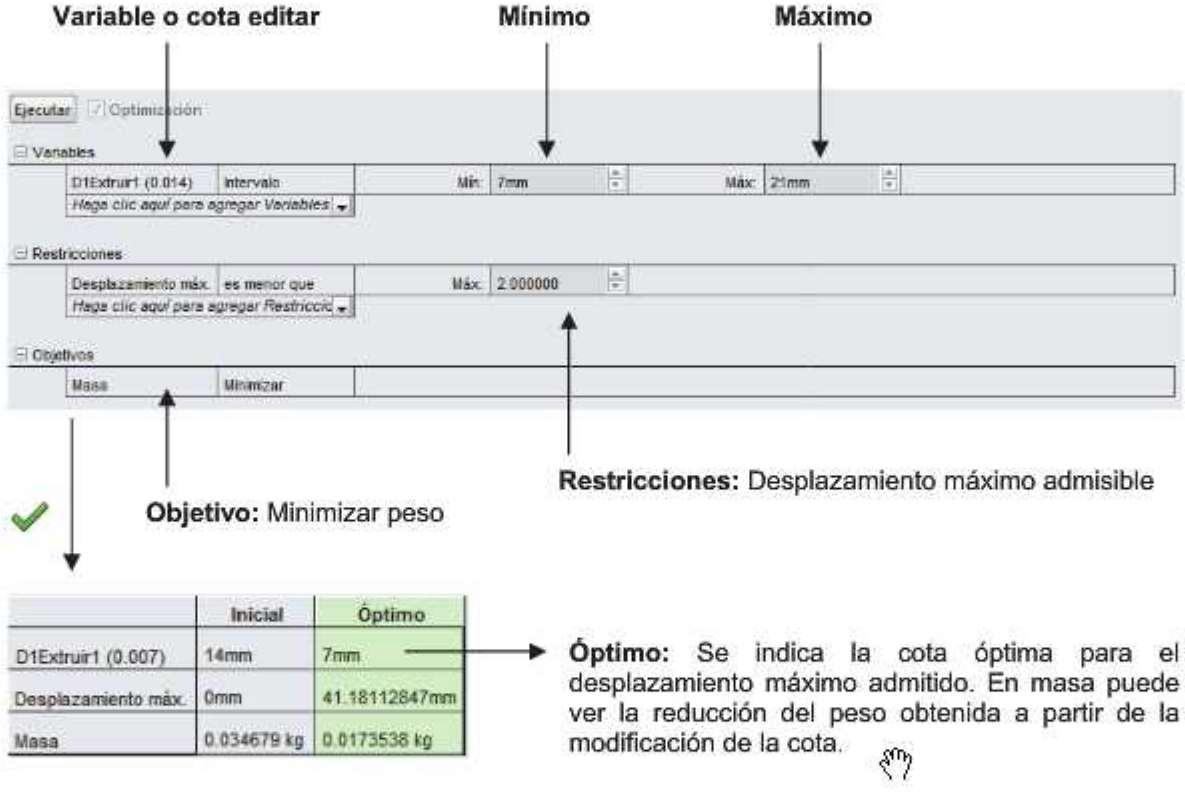


Figura 17.25. Etapas a seguir en la reducción del peso del modelo.

Pulse sobre **Vista de resultados** para ver el modelo en la Zona de Gráficos con la **Variable** modificada según el valor óptimo. SolidWorks Simulation, versión completa, permite definir más de una cota en **Variables**, distintas **Restricciones** y definir varios tipos distintos de **Objetivos**. En casos complejos el proceso iterativo puede llegar a durar hasta horas antes de ofrecer las alternativas más adecuadas a su diseño.

Recuerde que **SolidWorks Simulation Professional** puede realizar análisis no lineales y utilizar materiales compuestos, gomas, espumas, etc.

17.5 Productos avanzados. SolidWorksSimulation®

La herramienta de validación SimulationXpress® es una versión simplificada e introductoria que permite evaluar sus modelos con las simplificaciones y limitaciones ya descritas. SolidWorks Simulation® es la aplicación completa que permite estudiar el comportamiento mecánico de sus productos de forma más precisa. Tiene en cuenta otros aspectos que no son evaluados por SimulationXpress®.

De entre los principales aspectos generales que permiten evaluar el comportamiento mecánico se destacan los siguientes:

- **Análisis de ensamblajes** pudiendo asignar distintos materiales a cada una de las piezas que lo forman.
- **Análisis de esfuerzo en superficies de contacto** teniendo en cuenta la **fricción** y los desplazamientos entre superficies.

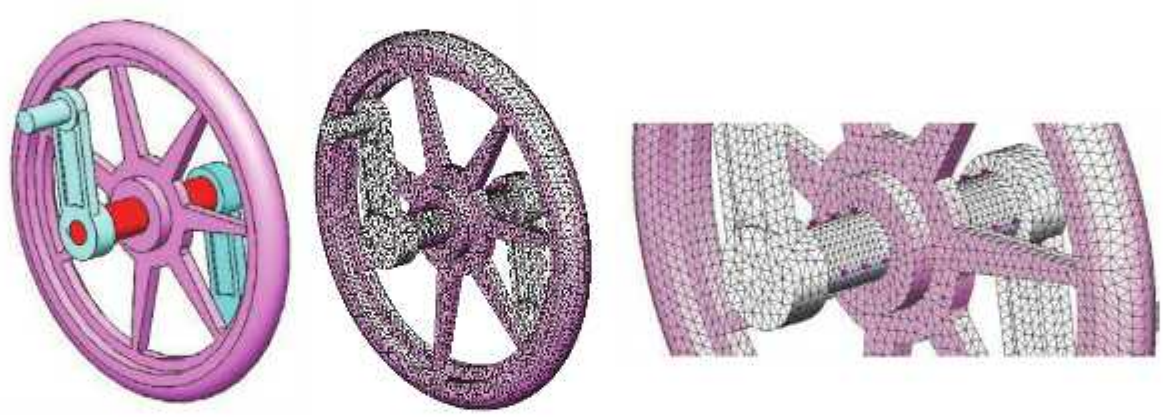


Figura 17.26. **Análisis de ensamblajes** con diferente materiales.

- **Análisis de esfuerzos en piezas de chapa metálica** o de pequeño espesor mediante el empleo de elementos de vaciado en lugar del mallado tetraédrico.
- Empleo del **Gestor de Análisis** o **AnalysisManager** para administrar el estudio de la misma forma con la que el Gestor de Diseño gestiona la geometría. Con la posibilidad de modificar la condiciones de contorno y volver a validar el diseño en diferente situación.
- Empleo de **Tabla de Análisis** (Análisis Paramétrico) que permite definir estudios de la misma forma que se emplean las tablas de diseño en la definición geometrías múltiples.

Además, incorpora avances notables en la **Biblioteca de materiales**, las **Cargas** y **Sujeciones** y en la visualización de los resultados después de concluir el análisis:

- Dispone de una **Biblioteca** con una gran cantidad de materiales disponibles y permiten crear nuevos con propiedades **Ortotrópicas**, **Anisotrópicas** e **Isotrópicas**.
- Permite realizar **Análisis No Lineales** en la simulación de múltiples comportamientos de materiales como gomas o espumas y definir sus propiedades en función de la temperatura.



Figura 17.27. Gestor de Análisis (AnalysisManager) de **Simulation®**.

- Permite aplicar **Presiones uniformes y no uniformes** en cualquier dirección. Además de **Fuerzas con distribución variable** y **Cargas gravitatorias**, **Fuerzas centrífugas**, entre otras.

- Pueden simularse temperaturas en diferentes ubicaciones de la pieza y realizarse **Análisis del Esfuerzo Térmico**.

- Las **Sujeciones** pueden realizarse a **Caras**, **Aristas** y **Vértices**. Además, las sujeciones pueden ser aplicadas en una dirección determinada y especificar un movimiento de cero (ausencia de movimiento) en cualquier dirección.

- Permite **Modificar el tamaño de los elementos de mallado** en áreas concretas del modelo así como importar cargas de **Simulation®**.

- La **Visualización** con **Simulation®** permite al usuario visualizar desplazamientos, fuerzas de reacción, presiones de contacto, deformaciones unitarias y tensiones en distintas direcciones. Además, permite visualizar los resultados en el interior del modelo mediante herramientas de corte avanzadas.

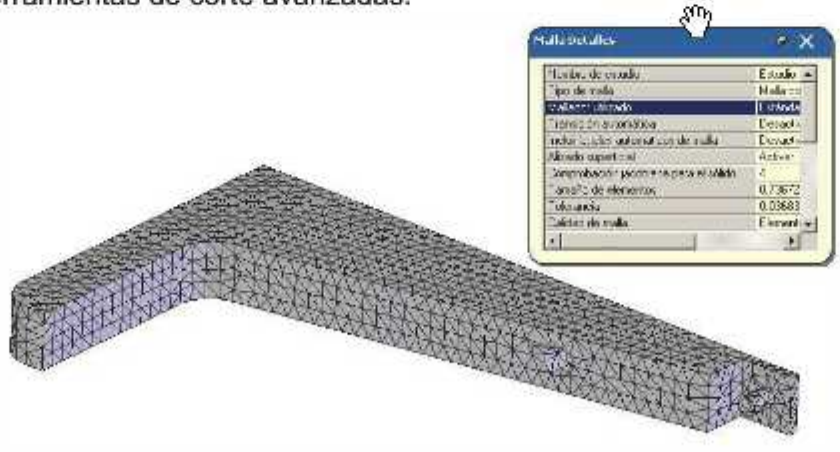


Figura 17.28. Mallado con **SolidWorks Simulation®**.

SolidWorks Simulation Professional

SolidWorks Simulation es una herramienta de validación de diseño perfectamente integrada en SolidWorks que permite simular el comportamiento mecánico y térmico de un modelo de pieza o ensamblaje bajo ciertas condiciones de servicio sin necesidad de crear un prototipo físico real del mismo.

Al estar perfectamente integrada en SolidWorks puede modificar la geometría del modelo 3D y volver a ensayarlo bajo diferentes condiciones de contorno (distintos materiales, cargas, mallado, etc.) tantas veces como crea necesario hasta encontrar el modelo que mejor se ajusta a las necesidades requeridas.

Los estudios disponibles en la versión SolidWorks Professional permiten crear **Análisis Estáticos**, de **Frecuencia**, **Pandeo**, **Térmicos**, de **Fatiga** y de **Recipientes a presión**. Los estudios de **Dinámica lineal** y **No lineal** son exclusivos de SolidWorks Premium. SolidWorks Simulation emplea los mejores *solvers* de Análisis de Elementos Finitos (FEA) creados especialmente para el entorno Microsoft Windows®.

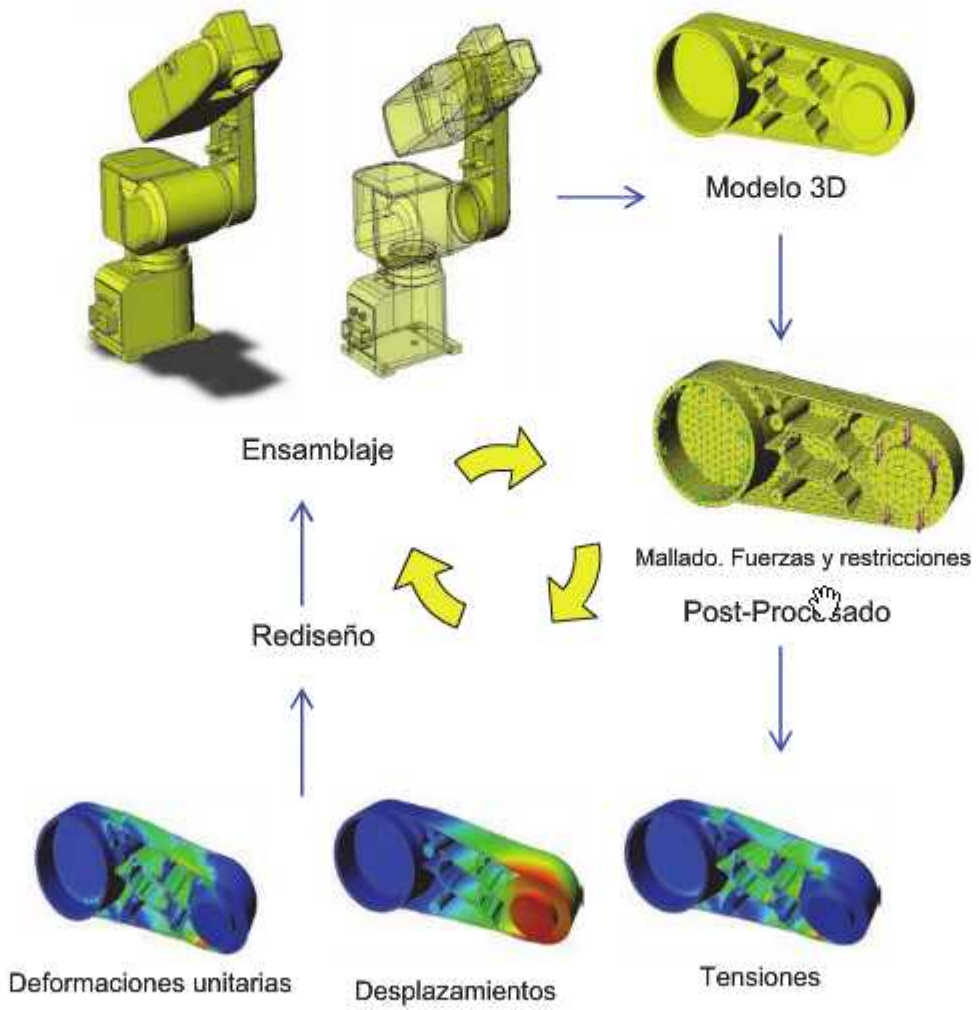


Figura 17.28. Etapas a seguir en la realización de un estudio estático con SolidWorks Simulation.

Análisis estático

El Análisis Estático permite conocer cómo se deforma el modelo ensayado bajo la acción de cargas y cómo éstas se transmiten a través del mismo. El análisis calcula los desplazamientos, las deformaciones unitarias, las tensiones y las fuerzas de reacción que se producen sobre el modelo estudiado cuando se somete a la acción de cargas y a unas restricciones de movimiento o sujeciones.

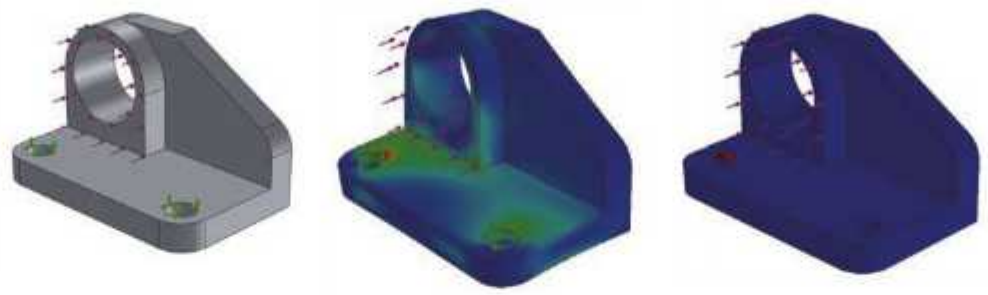


Figura 17.29. Ensayos estáticos con SolidWorks Simulation.

La simulación permite evaluar el Factor de Seguridad (FOS) y rediseñar el modelo para evitar el fallo en las zonas en las que se tienen elevadas tensiones. Un Factor de Seguridad (FOS) inferior a la unidad indica una falla del material. La falla del material se representa con color rojo al post-procesar.

Cuando el Factor de Seguridad es mayor a la unidad el modelo se encuentra sometido a bajas tensiones y tiene la posibilidad de eliminar material y reducir su peso (optimización). El Análisis estático puede aplicarlo tanto a piezas cómo a ensamblajes.

Estudio de pandeo y frecuencia

Un sólido alterado de su posición de descanso tiende a vibrar con ciertas frecuencias denominadas naturales o resonantes. La frecuencia natural más baja se denomina frecuencia fundamental. Para cada frecuencia natural, el sólido adquiere una determinada forma denominada forma modal. El análisis de frecuencia calcula las frecuencias naturales y las formas modales asociadas.

Los modelos de gran longitud y pequeña sección, cuando son sometidos a cargas axiales compresivas, sufren grandes deformaciones laterales antes de que se produzca la rotura. Este comportamiento se conoce con el nombre de pandeo.



Figura 17.30. Ensayos de pandeo y frecuencia.

El análisis de pandeo y de frecuencia evalúa frecuencias naturales o cargas críticas de pandeo, así como los modos de vibración de sus componentes estructurales o sistemas de soporte. El análisis de frecuencias, también conocido como análisis modal o dinámico, calcula las frecuencias resonantes (naturales) y las correspondientes formas modales. El análisis de pandeo calcula los factores de carga (crítica) de pandeo y los modos de pandeo correspondientes.

Térmico

El análisis térmico estudia la transferencia de calor en modelos simples o ensamblajes complejos. Puede evaluar los cambios de temperatura en su modelo tridimensional (gradientes y flujos térmicos) y conocer cómo éstos provocan tensiones, deformaciones y desplazamientos en cada uno de los elementos que definen el modelo evaluado.



Figura 18.11. Ensayos térmicos.

Estudio de caída

El Estudio de Caída simula el comportamiento de un modelo de pieza o ensamblaje bajo las condiciones de choque producidas por un impacto. Se evalúa el efecto del impacto sobre el modelo cuando cae de una altura determinada o es proyectado sobre una superficie fija e inmóvil a una velocidad específica.

Puede obtener gráficos de desplazamiento, velocidades, aceleraciones, deformaciones unitarias y tensiones sobre su modelo además de conocer su interacción con otro modelo vecino cuando se trata de un ensamblaje. SolidWorks Simulation es el único programa de análisis convencional que ofrece la función de prueba de impacto.

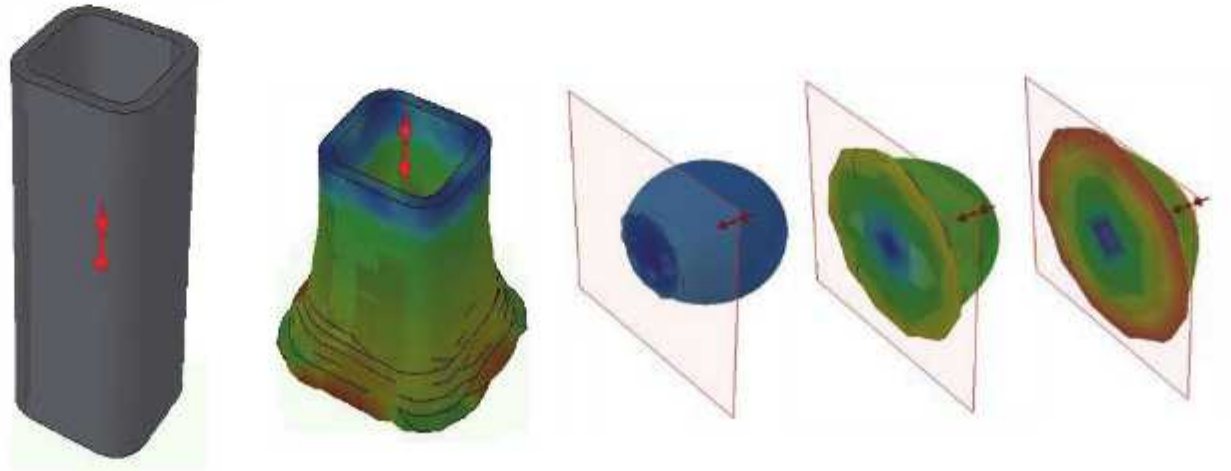


Figura 17.31. Ensayos de caída o impacto con SolidWorks Simulation.

Estudio de Fatiga

El análisis de Fatiga predice el comportamiento del modelo cuando está sometido a cargas mecánicas y/o térmicas cíclicas o fluctuantes en el tiempo. La simulación indica la forma en que la fatiga afectará a la vida total del producto (Número de ciclos) y detecta las áreas del modelo donde empezarán a aparecer los primeros daños.



Es importante conocer antes cuál es el número de ciclos a fatiga para las condiciones de carga establecidas. Recuerde que puede aumentar el número de ciclos de vida a fatiga eliminando cantos vivos y mejorando el acabado superficial.

Figura 17.32. Estudios de fatiga con SolidWorks Simulation.

Creación de modelos optimizados

Permite diseñar productos con el material justo y necesario sin que se rompa durante su funcionamiento normal a lo largo de su ciclo de vida. La optimización permite ahorrar material al mismo tiempo que garantiza el correcto funcionamiento del mismo bajo unas cargas establecidas. A partir de la versión 2014 de SolidWorks el **Estudio de Diseño** se encuentra integrado en el resto de estudios.

Para implementar un **Estudio de Diseño** debe conocer y definir el objeto inicial del estudio, por ejemplo, reducir el material en su modelo. Seleccionar las variables que pueden cambiar (cotas) y sus intervalos permisibles de variación (máximos y mínimos admisibles), además de indicar las restricciones a las que debe estar expuesto el modelo. Procesos iterativos de cálculo permiten encontrar el diseño óptimo para las condiciones de contorno establecidas.

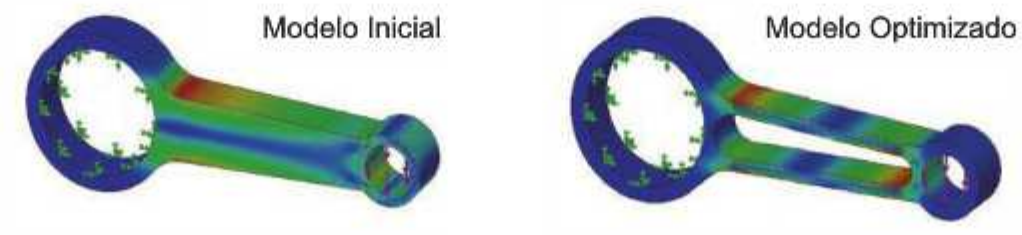
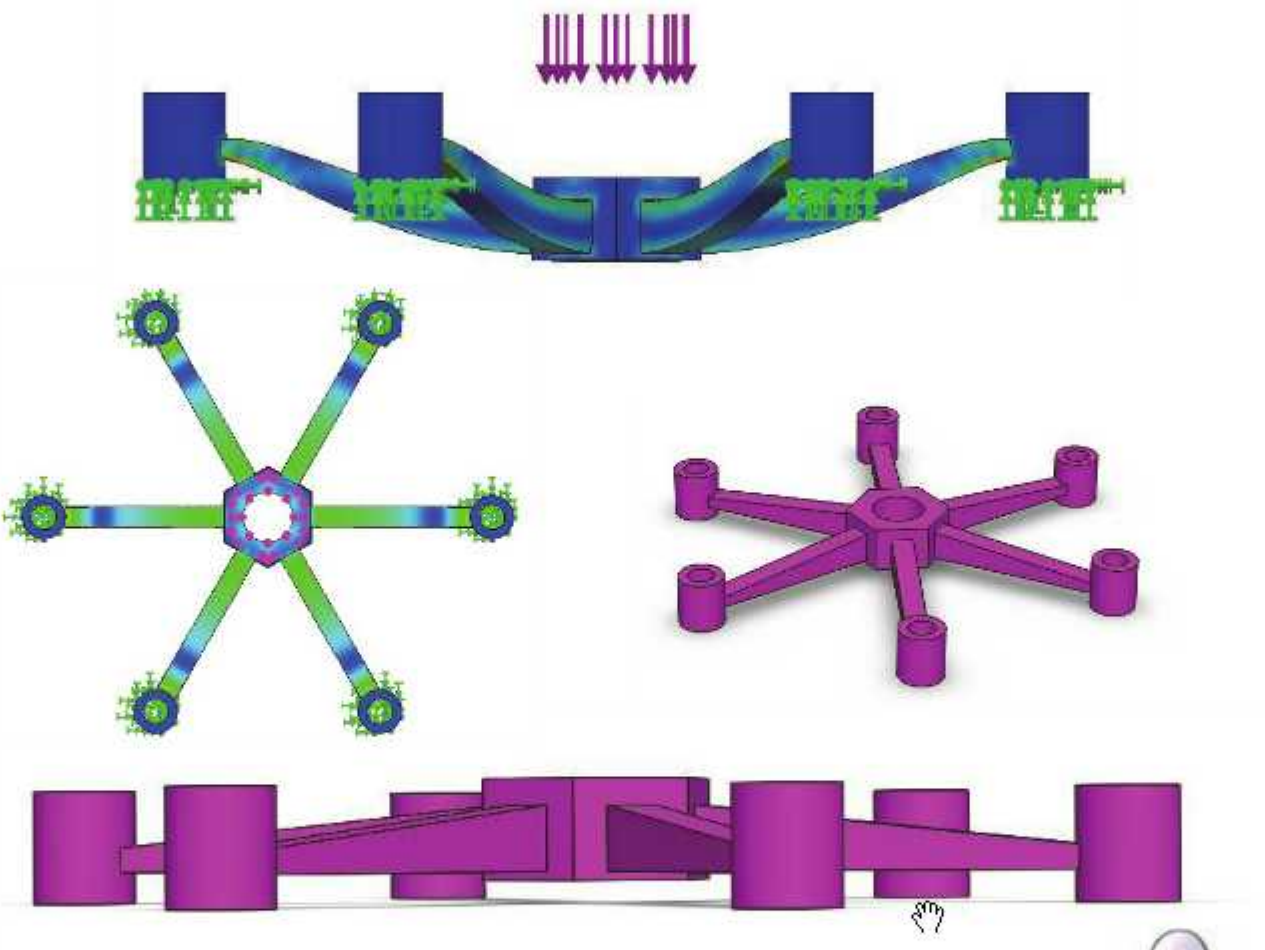


Figura 17.33. Estudios de optimización de diseños con SolidWorks Simulation.

Práctica 17-1

Aplicar Sujeciones y Cargas y analizar el comportamiento mecánico para la pieza indicada en los planos adjuntos y contenida en el DVD que acompaña el libro (P17-1). El material empleado es un Acero aleado y la Fuerza aplicada de 100 N sobre la cara del modelo. Las Sujeciones de movimiento deben estar en los Taladros y en las caras posteriores.

10 minutos



Acero: Acero al carbono aleado. Fuerza: 1000 N.
Sujeción: Caras inferiores cilíndricas.

Vea el DVD
Capítulo 17

Objetivos del tutorial

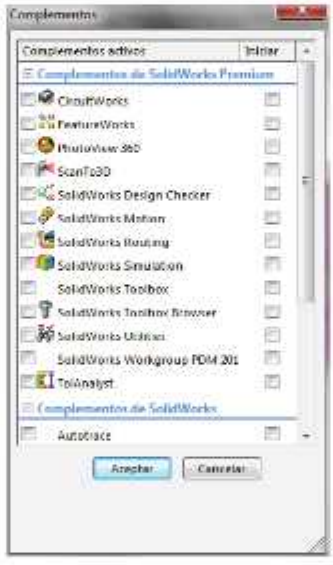
- Conocer las etapas básicas del análisis de esfuerzos con **SimulationXpress®**.
- Conocer si la pieza llegará a romper bajo las solicitaciones indicadas.
- Interpretar los resultados del **Análisis de esfuerzos** (tensiones, deformaciones).

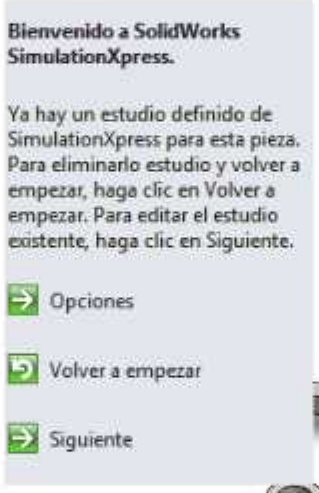
Práctica guiada 17-1

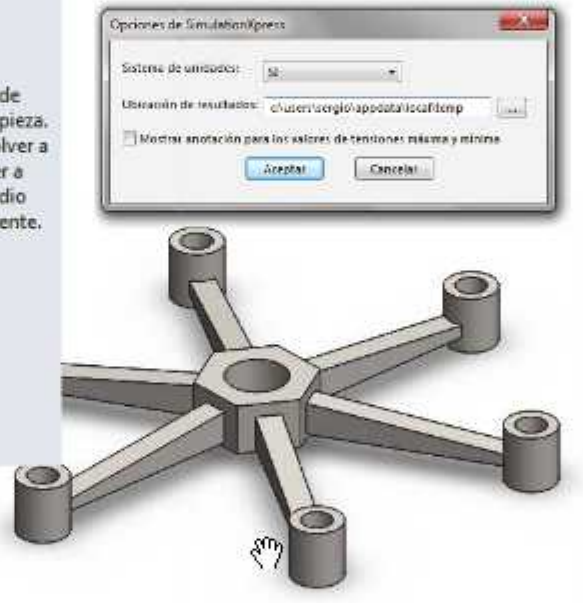
1. Pulse la opción **Abrir** del Menú persiana **Archivo** o sobre el icono **Abrir**. Seleccione el fichero de la práctica (P17-1) contenido en el DVD que acompaña el libro.

2. Pulse sobre el Menú de Persiana **Herramientas**, **Complementos** asegúrese que SolidWorks **Simulation** se encuentra desactivado. La activación de este complemento no permite el uso de la versión simplificada **SimulationXpress**.

3. Pulse sobre el Menú de Persiana **Herramientas**, **SimulationXpress**. Observe la ventana emergente de **Bienvenida** dónde se informa sobre la aplicación. La pestaña **Opciones** permite seleccionar el sistema de unidades empleado en el análisis (**SI** e **Inglés IPS**) y la ubicación de la carpeta donde se guardarán los resultados del análisis. Active la casilla **Mostrar anotación para los valores máximo y mínimo en el trazado de resultados de esfuerzos**, de esta forma aparecerán las **Tensiones** y las **Deformaciones máximas** y **mínimas** en cada una de las gráficas de resultados. Pulse **Siguiente** para definir las **Sujeciones**.



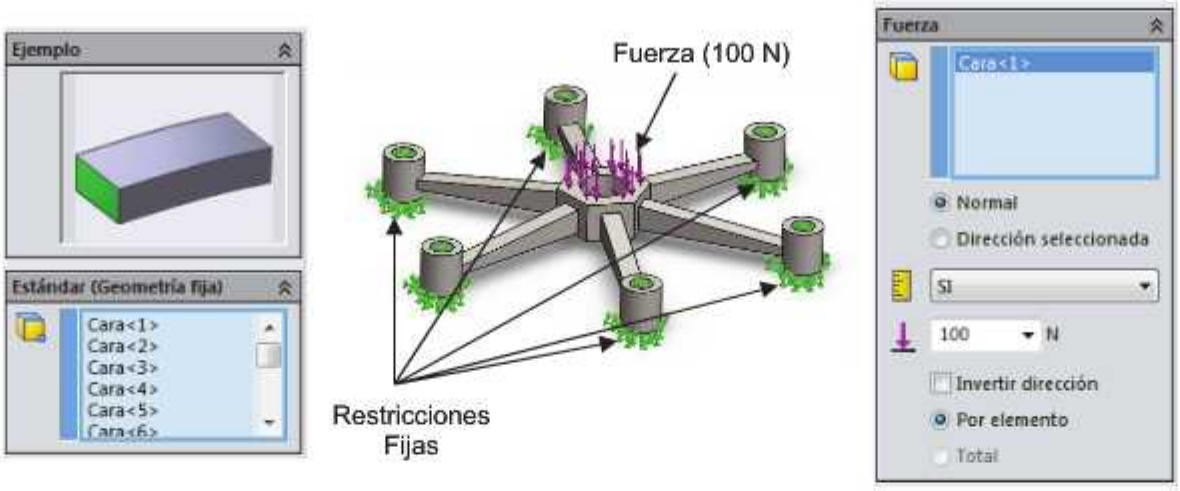




4. Para crear la **Sujeción** seleccione las caras internas de cada uno de los taladros pasantes y la cara inferior de los seis salientes. En el Gestor de diseño puede visualizar el árbol en el que se indican las condiciones de contorno definidas.

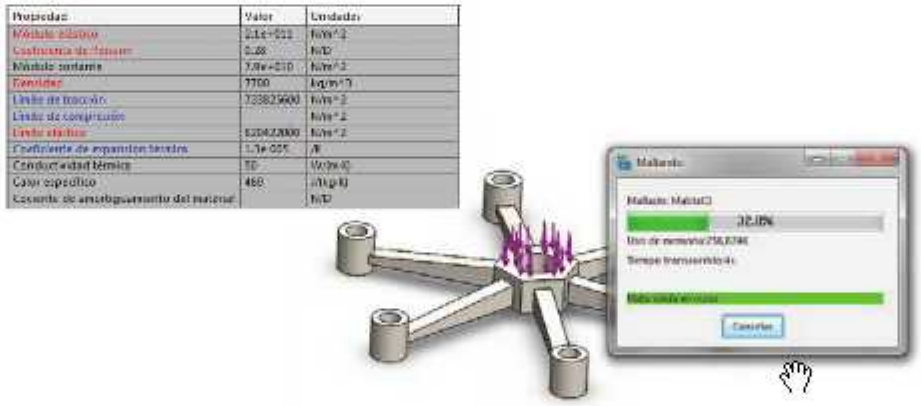
5. Para definir las cargas pulse sobre **Siguiente**. Pulse sobre **Agregue una fuerza**. Aparece en PropertyManager de Fuerza en la parte izquierda de la Zona de Gráficos. Desde la Zona de Gráficos selecciones la Cara superior del hexágono central. Indique una carga de 1000 N.

6. Pulse **Siguiente** para definir el **Material**.



Las cargas aplicadas por **SimulationXpress** son cargas que se aplican lentamente y de forma constante. Si desea aplicar otro tipo de cargas como choque, fatiga o vibración debe usar **SolidWorks Simulation Professional** o **Premium**.

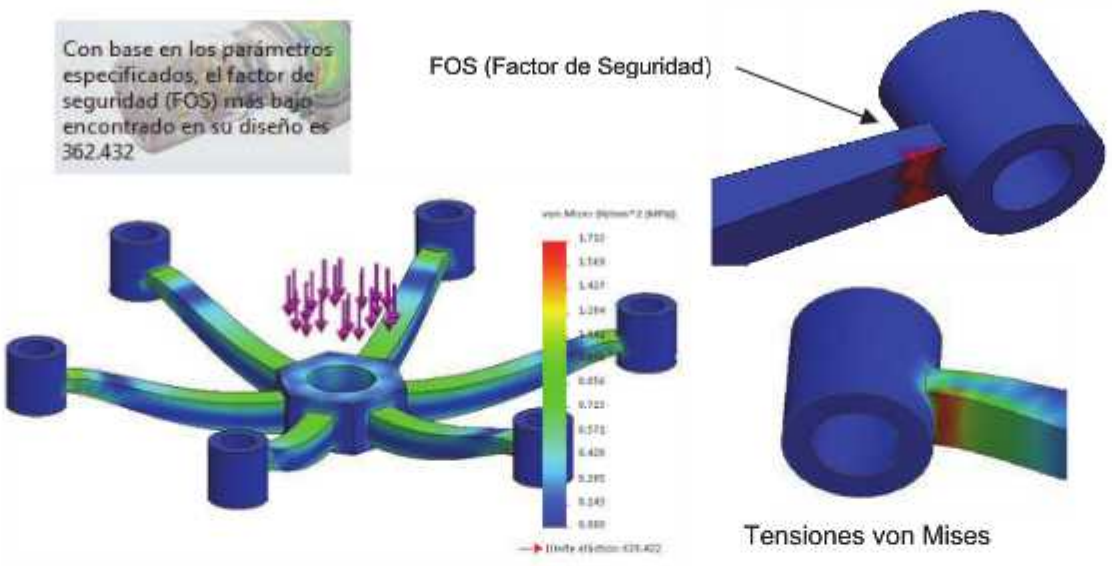
7. Pulse sobre **Elija material**. Seleccione un **Acero al carbono aleado** y pulse **Aplicar**. Observe las propiedades mecánicas asignadas al acero seleccionado. Las propiedades marcadas en color rojo (módulo elástico, coeficiente de Poisson, Densidad y Límite elástico) son imprescindibles para el tipo de ensayo a realizar. Las propiedades marcadas en azul son deseables. Pulse **Siguiente** y **Ejecutar simulación**.



8. Después de unos segundos de mallado y cálculo aparece una animación del modelo en respuesta a las condiciones de contorno definidas. Pulse **Stop** para parar la animación. Si la pieza se deforma como espera pulse **Sí, Continuar**. En caso contrario debería volver a definir las cargas y/o las sujeciones. En la parte superior izquierda de la Zona de Gráficos puede ver la **Escala de deformación**. En la imagen la escala de deformación es de 17150.



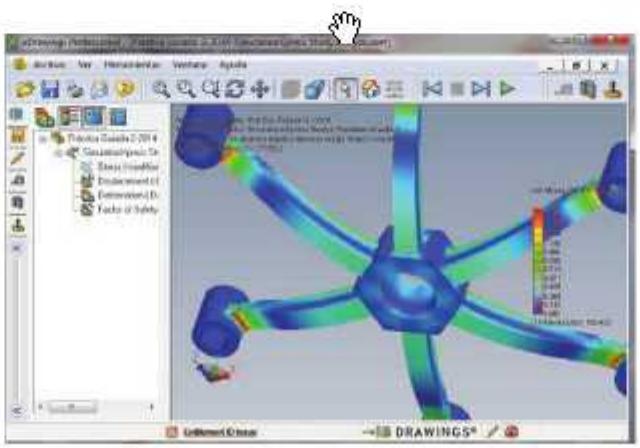
9. El modelo aparece con de color azul sin zonas rojas. Las zonas rojas muestran las zonas dónde se tiene un **factor de seguridad** inferior a 1. Las zonas rojas representan las zonas no seguras del modelo. El **Factor de Seguridad** del diseño es de 362.432. En FOS indique un valor de 500 para marcar las zonas más débiles del modelo.



10. Pulse sobre **Mostrar tensiones von Mises**. Observe como sobre el modelo aparecen distintos colores que representan gradientes de tensión. Cerca de las zonas de sujeción aparecen las mayores tensiones (marcadas en rojo). En ningún caso se sobrepasa el límite elástico del material seleccionado por lo que no debe haber deformación plástica. Pulse **Reproducir animación** para ver cómo el modelo es deformado.

11. Para finalizar pulse sobre **Terminado el examen de resultados** y a continuación sobre **Generar Informe**. Rellene los campos vacíos: **Descripción**, **Conclusión**, **Diseñador**, etc. Establezca la ruta dónde desee ubicar el fichero creado y pulse **Generar**. Observe la creación de un documento Microsoft Word con el informe del estudio. Pulse sobre **Generar archivo eDrawings**. Observe el modelo desde el visualizador **eDrawings**.

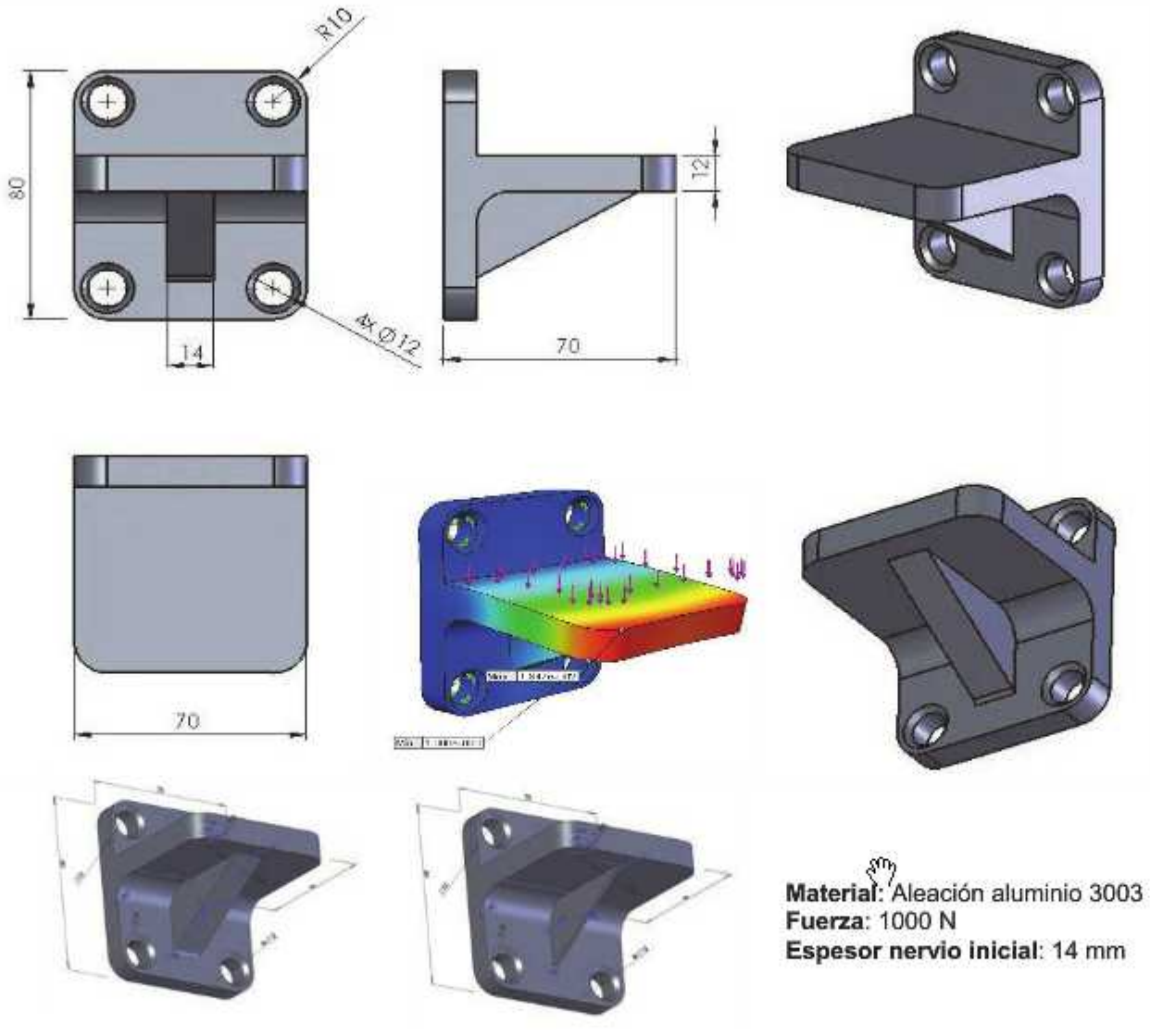




Práctica 17-2

Emplee la aplicación DesignXpress compatible con SimulationXpress con el objetivo de optimizar el espesor del nervio del modelo 3D adjunto para que la pieza tenga un factor de seguridad de 1,5 en las condiciones de contorno definidas.

⧖ 15 minutos



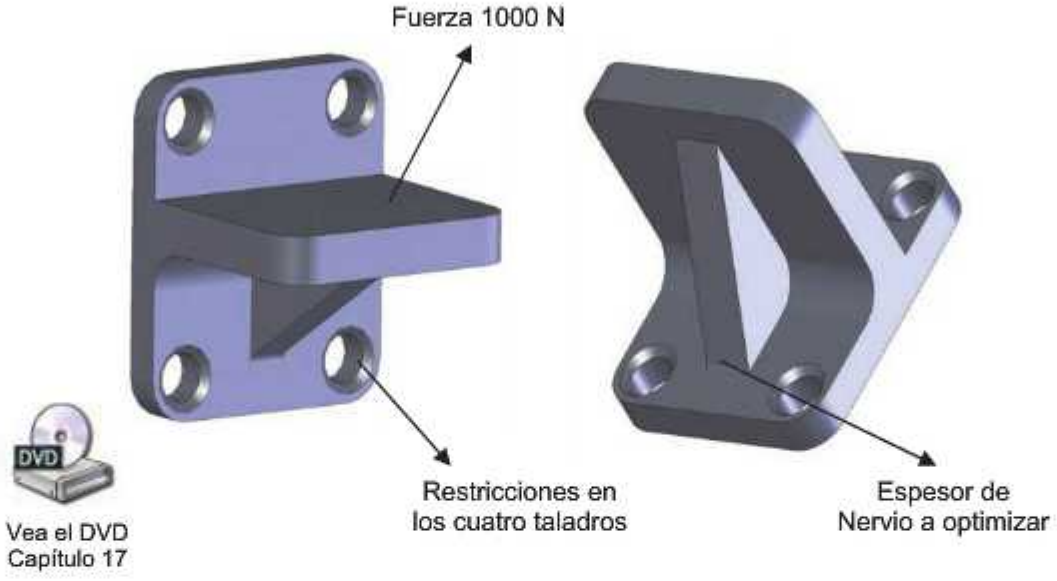
Material: Aleación aluminio 3003
Fuerza: 1000 N
Espesor nervio inicial: 14 mm

Objetivos del tutorial

- Definir las condiciones de contorno y ensayar el modelo con **SimulationXpress.**
- Activar **DesignXpress Study** y optimizar el espesor del nervio.

Práctica guiada 17-2

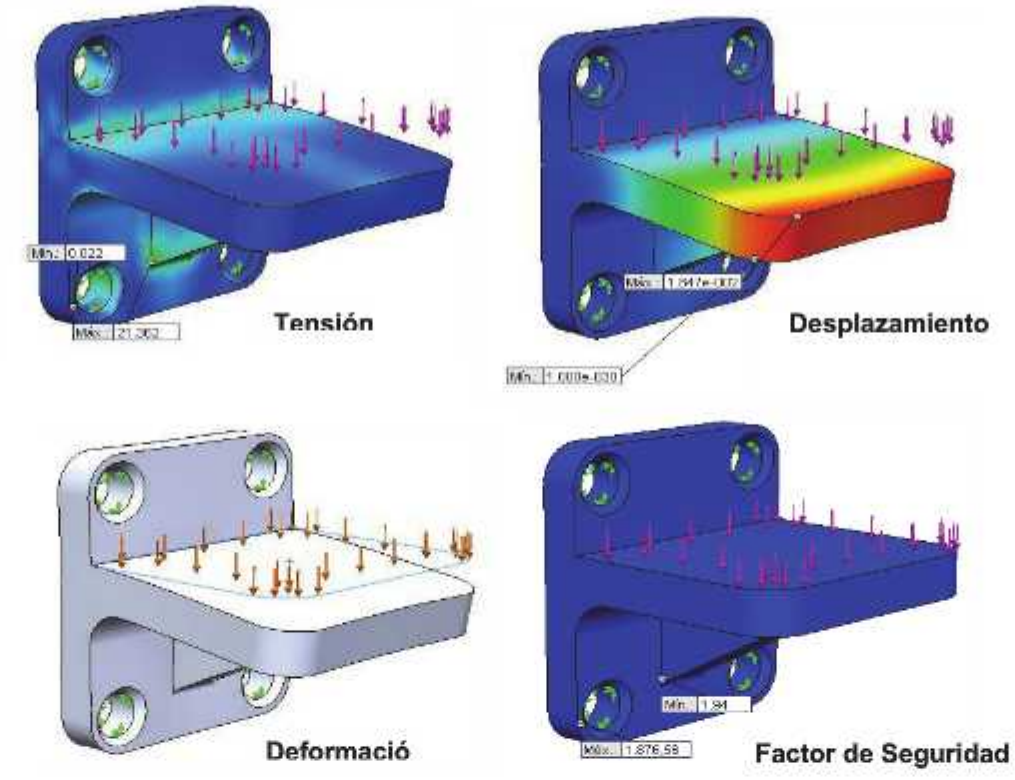
1. Pulse la opción **Abrir** del menú de persiana **Archivo** y localice el modelo 3D (P17-2) incluido en el DVD. Pulse **abrir**. El modelo de pieza ya tiene asignado el **Material (aleación de aluminio 3003)**, las **Restricciones** a los cuatro **Taladros** y la **Fuerza** normal a la **Cara** seleccionada y con un valor de 1000 N.



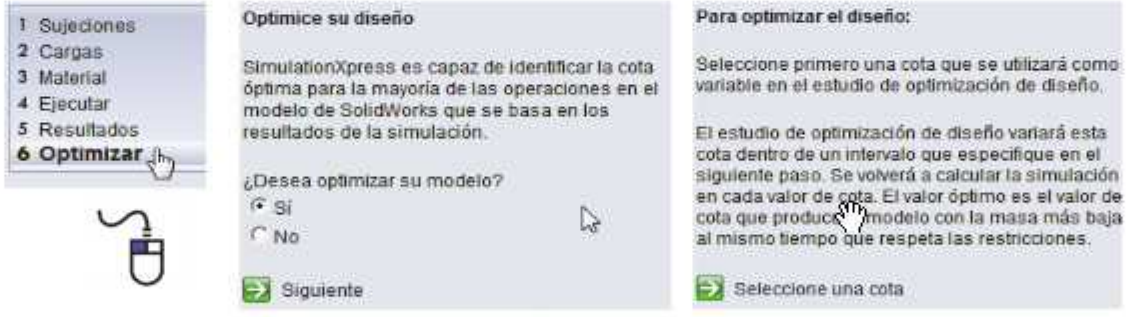
2. Pulse **Ejecutar simulación**. Al finalizar el proceso de cálculo puede ver cómo se deforma el modelo. Recuerde que la deformación observada suele presentarse en una escala mayor a la real. En el caso del modelo evaluado es la parte superior izquierda de la Zona de Gráficos puede ver la escala de deformación (439,801).



3. Desde el Gestor de Diseño puede ver las tensiones en el modelo, los desplazamientos, las deformaciones y el **Factor de Seguridad**. Para su visualización sobre el modelo pulse sobre **Detener animación** y pulse sobre cada una de ellas con una rápida doble pulsación del botón izquierdo del ratón.



4. Detenga la animación en curso pulsando sobre **Detener animación**. Pulse con el botón izquierdo del ratón sobre el punto 6 (**Optimizar**). El asistente le preguntará: **¿Desea optimizar su modelo?** Active la casilla **Sí** y pulse **Siguiente**.



5. Aparece un nuevo mensaje que le indica los pasos para optimizar el diseño. Pulse sobre **Seleccione una cota**. Aparece una nueva ventana denominada **Parámetros**. Desde la Zona de Gráficos pulse con el botón izquierdo del ratón sobre la cota a optimizar. La cota a optimizar es el ancho del nervio que mide 14 mm. Al pulsar sobre el valor de cota aparece el registro del nombre en la columna **Nombre** (D1@nervio1). Pulse **Aceptar**.

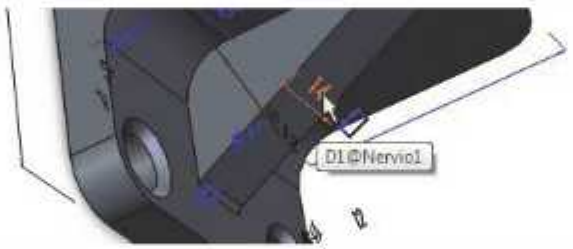
6. En la pestaña **DesignXpress Study** debe definir: **Variables**, **Restricciones** y **Objetivos**. El objetivo es la reducción del peso del modelo por lo que se pretende reducir su masa (**Minimizar masa**). En **Variables** se ha seleccionado el espesor del nervio. Indique el valor máximo y mínimo admisible para el mismo (Mín. = 7 mm y Máx. = 21 mm). En **Restricciones** seleccione **Factor de Seguridad** e indique un valor de 1,5. Pulse **Ejecutar**.



Nombre	Categoría	Valor	Unidades	Comentario	Vinculado
D1Nervio1	Cota del modelo	14	mm		
	Cota del modelo	0	N/A		







	Inicial	Óptimo
D1Nervio1	20mm	13.5mm
Desplazamiento máx.	0.01573mm	0.01879mm
Masa	0.303489 kg	0.291922 kg



7. Después de unos minutos aparece la **Vista de resultados** en la que se incluye una tabla resumen como la indicada en la figura. La cota optimizada del nervio pasa de 20 mm a 13,5 mm reduciéndose el peso de 0,303489 kg hasta 0,291922 kg.

8. A continuación active la pestaña de **Valor óptimo de 13,5 mm** y pulse **Ejecute la optimización** desde la ventana de **Resultados de optimización**. Observe como la cota que define el espesor del nervio se actualiza al nuevo valor.

9. Si desea continuar optimizando alguna otra cota del modelo pulse sobre **Siguiente** y repita los pasos 6 y 7.

10. Pulse **Guardar como** desde el Menú de persiana **Archivo**. Guarde el modelo simulado como archivo SolidWorks **eDrawings** en la misma carpeta en la que tiene la pieza. Abra el modelo desde **eDrawings** y observe los resultados del análisis.

Capítulo 18
SolidWorks Plastics®

Introducción

La herramienta **SolidWorks Plastics®** es un complemento exclusivo de **Solid**Works® de validación de diseño que permite predecir, mediante la **Simulación por Elementos Finitos**, la forma en la que el plástico llenará la cavidad de un molde de inyección.

Su aplicación sirve para conocer si la ubicación del punto de inyección es la correcta en función de la **Geometría de la pieza**, el **Tipo de polímero** seleccionado y las **Condiciones de procesamiento** (**Temperatura de fusión**, **Temperatura de moldeo** y **Tiempo de inyección**).

El estudio de llenado permite optimizar el diseño y el ciclo de inyección antes incluso de dar por finalizado la etapa de definición de la pieza objeto de estudio. Además, puede predecir los problemas de llenado y los defectos en las piezas inyectadas antes de realizar pruebas en máquina.

Contenido

- Tipos de análisis de llenado.
- Etapas básicas en los estudios de inyección con **SolidWorks Plastics®**.
- Definición de malla, polímeros y parámetros de procesado.
- Interpretación de los trazados.
- Llenado en moldes multicavidad, cámaras calientes y balanceo de coladas.

Objetivos

- Justificar el uso de la Herramienta de Simulación **SolidWorks Plastics®**.
- Estudiar las etapas en la realización de un estudio de llenado.
- Analizar los resultados obtenidos.
- Conocer el proceso de balanceo de coladas y cámaras caliente.
- Repasar el modo de obtención de cavidades de un molde a partir de prácticas guiadas.

18.1 Introducción a SolidWorks Plastics®

Las simulaciones reológicas asistidas por ordenador ayudan a conocer el comportamiento del plástico durante el proceso de moldeado por inyección a partir de modelos matemáticos basados en el Método de los Elementos Finitos (FEM). Las ventajas que ofrecen son innumerables. Permite evaluar diferentes geometrías, condiciones de procesado y plásticos sin la necesidad de probarlo físicamente con moldes reales, sino únicamente con simulaciones por ordenador.

Los principales tipos de análisis que pueden realizarse son:

- **Análisis de llenado.** Permite prever el comportamiento del plástico durante el llenado de la cavidad del molde.

- **Análisis del equilibrado de las coladas.** Es útil para conocer las secciones de los canales de alimentación más adecuados en el llenado de moldes con varias cavidades permitiendo que el llenado se realice al mismo tiempo y las compactaciones obtenidas sean las mismas para todas las piezas.

- **Análisis de contracciones y compactaciones.** Estudia las contracciones así como el perfil de la segunda presión para asegurar el dimensionado más preciso en las piezas inyectadas.

- **Análisis de refrigeración.** Simula el comportamiento del proceso de inyección teniendo en cuenta el intercambio de calor producido entre la pieza y los circuitos de refrigeración.

SolidWorks Plastics® es una herramienta de simulación reológica de procesos de inyección incluida en SolidWorks® que permite simular el proceso de llenado de una o más cavidades de un molde de inyección de plásticos.

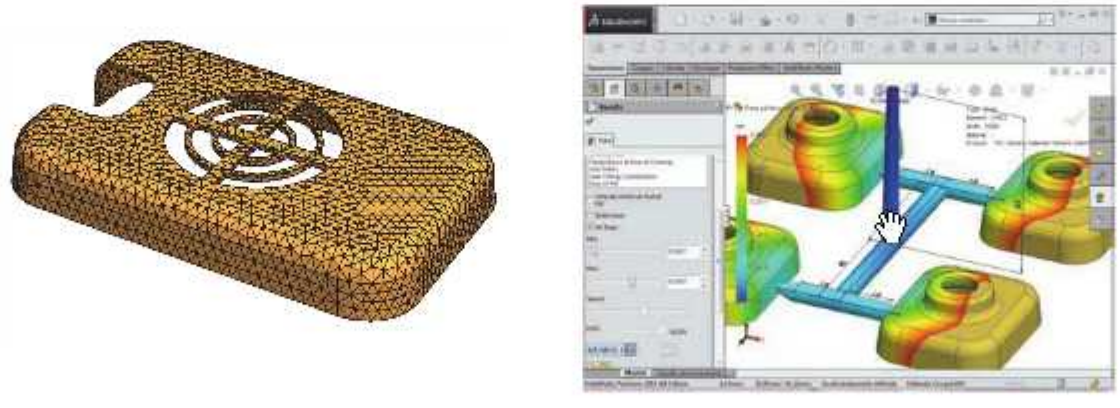


Figura 18.1. Mallado y simulación del proceso de inyección con **SolidWorks Plastics®**.

La utilización de **SolidWorks Plastics®** ayuda a conocer cómo el flujo de plástico avanza durante el llenado de la cavidad según la ubicación del **Punto de inyección** (entrada de material), la **Geometría de la pieza**, el **Polímero empleado** y las **Condiciones de procesado** (**Temperatura de fusión**, **Temperatura de moldeo** y **Tiempo de inyección**). Predice el comportamiento que va a tener el plástico durante el proceso de inyección y ayuda a conocer los posibles defectos.

SolidWorks Plastics® es una herramienta muy intuitiva y se encuentra completamente integrada en SolidWorks por lo que resulta fácil y rápido evaluar el proceso de llenado de una cavidad y rediseñar la propia pieza, los canales de alimentación y el resto de elementos constituyentes. Además, la base de datos de materiales poliméricos permite seleccionar una gama de productos y marcas con distintas propiedades y ver qué material resulta más adecuado.

El funcionamiento es semejante al de otras herramientas existentes en el mercado. Inicialmente se requiere de una geometría que puede haber sido diseñada en cualquier otro aplicativo distinto a SolidWorks. La geometría debe ser mallada con superficie o sólido (**Shell** o **Solid**). El proceso de mallado es un aspecto muy importante y de él depende la precisión de los resultados finales obtenidos. El mallado consiste en dividir el cuerpo o geometría de la pieza en múltiples partes de pequeño tamaño llamados "**Elementos**". Los elementos comparten entre ellos puntos comunes de intersección denominados "**Nodos**". Sobre cada uno de los elementos se aplican las ecuaciones reológicas que finalmente determinan los tiempos de llenado, las presiones, temperaturas o velocidad de cizalla. Sobre cada uno de los nodos se representan después de un post-procesado, a partir de una gama de colores, el gradiente de presiones, temperaturas, etc.

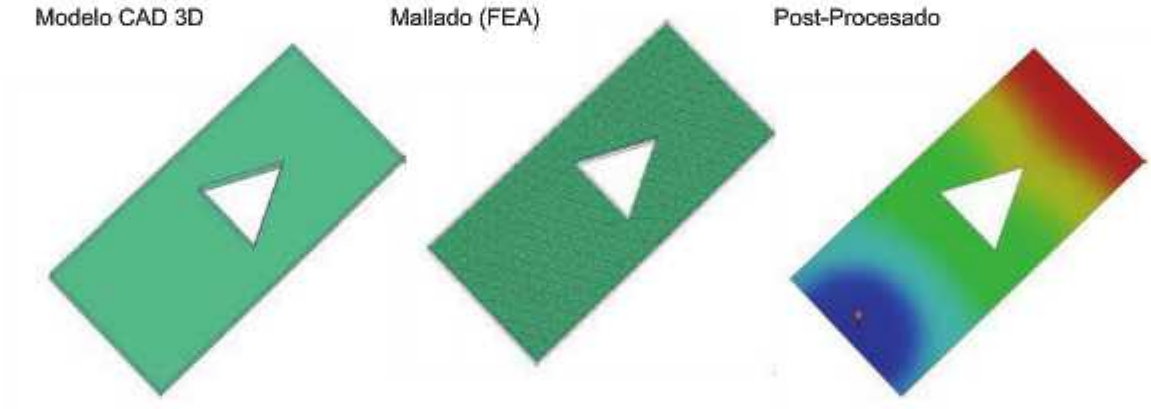


Figura 18.2. Modelo de pieza, mallado y post-procesado.

Una vez mallado se deben definir las condiciones de contorno que describen las características del proceso. Debe indicarse el tipo de polímero a utilizar, especificar los parámetros del proceso (tipo de máquina de inyección, temperatura de fusión, temperatura de moldeo, tiempo de inyección, etc.). Posteriormente, debe definirse el punto de inyección o los ramales de colada y lanzar la simulación. En función de la complejidad y del tipo de mallado el tiempo de proceso es más o menos largo. Los resultados obtenidos permiten conocer si la pieza puede ser llenada con las condiciones definidas y los principales problemas asociados como por ejemplo atrapamientos de aire, líneas de soldadura, llenado insuficiente, etc.

Las etapas que se siguen en la realización del análisis de un proceso de inyección son cinco: diseño CAD de la cavidad del molde en tres dimensiones, mallado, definición de las condiciones de contorno, análisis matemático y presentación de los resultados (post-procesado).

Inicialmente se parte del modelo CAD de la cavidad del molde y, en algunos casos, de los sistemas de entrada de material y de refrigeración. El modelo CAD puede importarse directamente al programa de simulación desde otros programas informáticos de diseño (IGES, STL, STEP, etc.). El modelo importado debe ser mallado para obtener un modelo discretizado de elementos simples que permita ser tratado posteriormente con el método de los elementos finitos (MEF).

Después de ser discretizado deben asignarse las variables o condiciones de contorno que definen el tipo de análisis. El módulo de cálculo es el encargado de realizar la simulación del comportamiento del plástico durante el ciclo de inyección. Los resultados numéricos obtenidos son post-procesados posteriormente y permiten ser visualizados en colores sobre el modelo CAD.



Figura 18.3. Etapas en la simulación reológica.

- **Primera etapa.** Se diseña el **modelo CAD** en tres dimensiones de la cavidad del molde con o sin sistemas de distribución y de entrada de material (colada).

- **Segunda etapa. Mallado de la geometría** a estudiar para dividirlo en pequeños triángulos unidos por sus vértices o nodos que permite ser tratado mediante el método de los elementos finitos (MEF). SolidWorks distingue mallado de superficie y mallado sólido (Shell/solid mesh).

- **Tercera etapa.** Se asignan las **condiciones de contorno** para definir todas las variables necesarias para realizar el análisis. La temperatura de entrada del material en la cavidad, la temperatura de refrigeración, la temperatura del molde, el tipo de material a inyectar, el material del molde, entre otras.

- **Cuarta etapa.** A través de **algoritmos de cálculo** se determinan los resultados para cada uno de los elementos. Estos resultados son almacenados en un fichero para su post-procesado posterior. En estas condiciones es muy difícil obtener conclusiones por la gran cantidad de resultados numéricos obtenidos. Esta etapa pasa inadvertida en SolidWorks.

- **Quita etapa.** Se corresponden con la etapa de **post-procesado**. Consiste en tratar toda la información obtenida y representarla de forma gráfica sobre el modelo CAD. El post-procesado permite ver los resultados sobre la misma cavidad indicando mediante colores cómo varia la presión, la temperatura, las tensiones, deformaciones o los lugares donde se prevé que se den rechupes, etc.

18.2 Etapas en el Análisis reológico con SolidWorks Plastics®

El análisis de validación de la simulación del proceso de inyección consta de 7 etapas:

1. Creación de la cavidad del molde (pieza).
2. Inserción del punto de inyección o entrada del material.
3. Selección el polímero.
4. Definición de las condiciones de procesado.
5. Ejecución del análisis.
6. Evaluación de los resultados obtenidos.
7. Rediseño y nueva validación.

También pueden evaluarse moldes multicavidad a partir de la definición de los ramales de colada y el tipo de entrada. También pueden ser insertadas cámaras calientes.

1. **Creación de la cavidad del molde.** La creación de la cavidad supone el diseño de la pieza que debe validarse teniendo en cuenta el escalado a la que debe someterse para la contracción después del proceso final de llenado. Además, es recomendable estudiar el ángulo de desmoldeo.

2. **Insertar el punto de inyección.** Permite definir el punto de entrada del material polimérico en la cavidad del molde.

3. **Seleccionar el polímero.** Escoger uno de los plásticos contenidos en la base de datos de **SolidWorks Plastics®**.

4. **Especificar las condiciones de procesado.** De entre ellas se permite definir la **Temperatura de fusión**, la **Temperatura de moldeo** o el **Tiempo de inyección**. Esta última puede establecerse como automática para que la aplicación determine el tiempo exacto de llenado o forzar el **Tiempo de inyección** por su parte. En la selección del **Tiempo automático** se determina el tiempo que ofrece la mínima presión de inyección.

5. **Ejecutar el análisis.** Realiza el **Análisis por Elementos Finitos**. El tiempo de cálculo está condicionado a la complejidad de la geometría tridimensional de la pieza a estudiar. La ejecución puede tardar algunos minutos, horas o incluso días.

6. **Evaluar los resultados.** La aplicación indicará si el modelo evaluado llenará con la calidad deseada según los parámetros de contorno y el punto de inyección definido.

7. **Rediseño y nueva validación.** Los resultados obtenidos permiten modificar el **Punto de entrada**, la selección de otro **Material plástico**, las **Temperaturas de fusión** o de **moldeo**, incluso el **Tiempo de inyección**. Además, en función de los resultados obtenidos, puede modificar la geometría tridimensional de la pieza y volver a simular.

SolidWorks Plastics® dispone de un **Asistente** de cinco etapas en las que le irá pidiendo los parámetros de contorno. Después de evaluar los resultados obtenidos puede modificar la geometría de la pieza o las condiciones de inyección y volver a simular.

Para trabajar con **SolidWorks Plastics®** debe activarlo previamente. Seleccione **SolidWorks Plastics®** desde el Menú **Herramientas**, **Complementos**. A partir de su activación aparece una nueva barra de herramientas y el menú de operaciones. Además, en el **DisplayManager** aparecen los elementos que deben definirse: Mallado (**Mesh**), Condiciones de contorno: Material, proceso y localización del punto de inyección (**Input**), Ejecución del análisis (**Run**) y Resultados (**Results**).



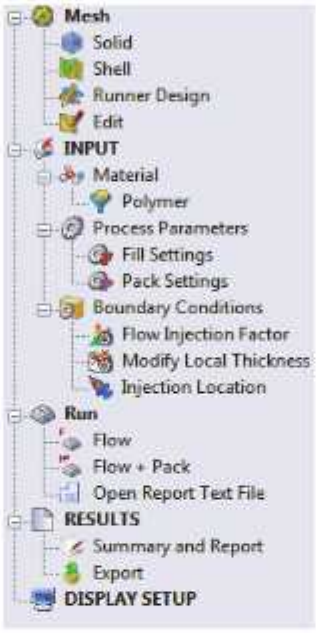




Figura 18.4. DisplayManager de **SolidWorks Plastics®**.

Recuerde que es incompatible trabajar al mismo tiempo con el asistente de simulación y con el Gestor de operaciones.

18.3 Asistente de simulación

Getting Started Wizard es un asistente guiado paso a paso que le ayudará en la definición del mallado y de la definición de las condiciones de contorno. El proceso es muy intuitivo y tan solo requiere seguir los pasos: Generación de la malla, Selección del material a inyectar, Definición de parámetros del proceso, Localización del punto de inyección, Ejecución del análisis y Resultados. Inicialmente el asistente proporciona información general sobre la aplicación **SolidWorks Plastics®**. Además, indica las características de las geometrías tridimensionales admitidas en las piezas a ensayar.

Para trabajar con el asistente de simulación debe ir indicando los parámetros pedidos y pulsar **Next** para definir las siguientes características. Observe que a medida que se definen las condiciones del ensayo estas quedan registradas en el árbol de operación. Todas las condiciones de contorno definidas pueden ser editadas pulsando sobre las mismas desde el gestor del DisplayManager.



Figura 18.5. **Asistente de simulación** del proceso de inyección con **SolidWorks Plastics®**.

18.3.1 Mallado

Para mallar el modelo a ensayar debe escoger entre una malla tipo **Shell** o **sólida**. La primera trabaja con elementos superficiales mientras que en la segunda los elementos forman tetraedros (elementos volumétricos). Para su definición debe seleccionar sobre la etiqueta **Solid** o **Shell** con el botón secundario del ratón y escoger entre mallado **Auto** o **Manual**. En la definición manual puede seleccionar el tamaño de los elementos del mallado (**Triangle Size**). Debe tener en cuenta que los elementos muy pequeños exigen mayor tiempo de cálculo por los que los resultados obtenidos serán más precisos. También puede remallar con más detalle ciertas zonas del modelo (nervios, taladros, etc.) seleccionando superficies, ejes/aristas o puntos (**Surface**, **Edge**, **Point**). En este último caso defina el suavizado (**Smooth/Sharp**) mediante el desplazamiento lateral de la barra. Pulse sobre **Mesh** para mallar el modelo o **Delete** para borrarlo y crear uno nuevo. Para continuar debe pulsar **Next**.

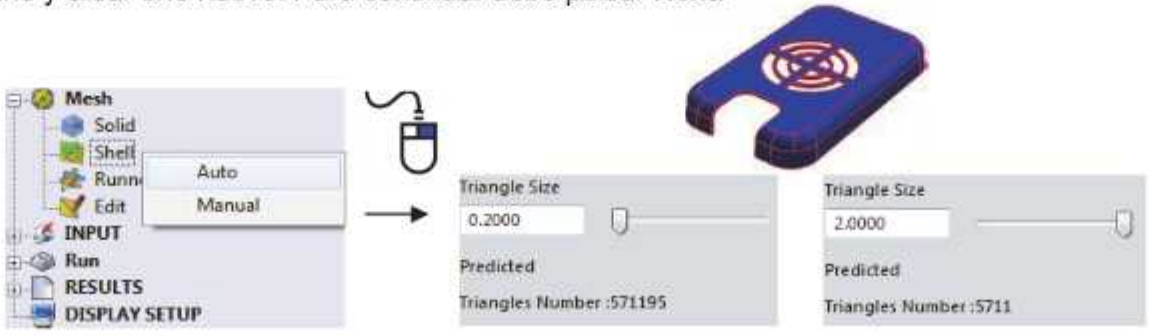


Figura 18.6. Definición del mallado en **SolidWorks Plastics®**.

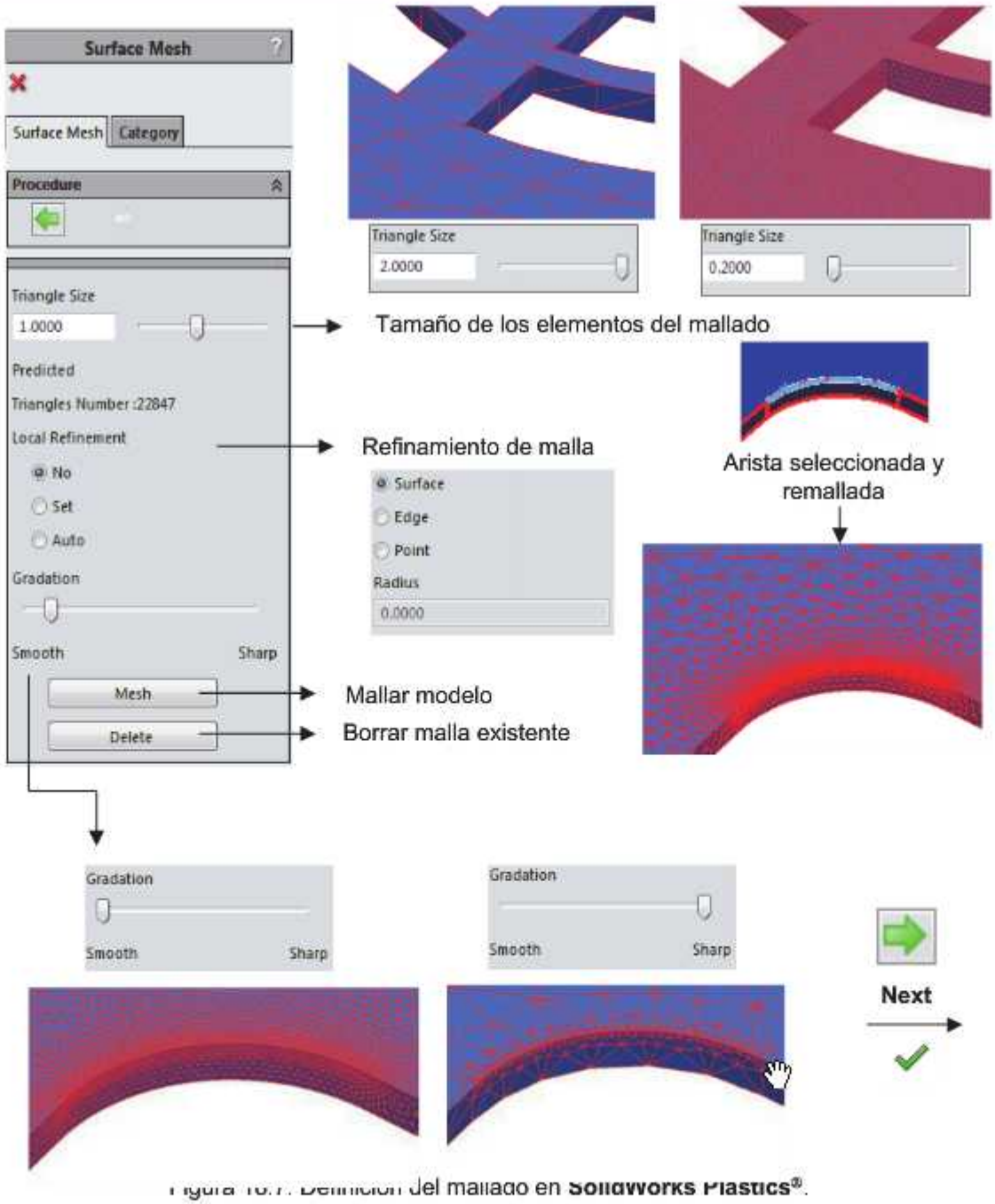


Figura 18.7. Definición del mallado en **SolidWorks Plastics®**.

El desplazamiento lateral de la barra de Gradación (**Gradation**) permite definir el suavizado y la transición de la malla en los elementos remallados localmente. De esta forma es posible conseguir una transición más suave (**Smooth**) o más brusca (**Sharp**). Es recomendable mallar con elementos más pequeños y transiciones suaves aquellas zonas del modelo donde se prevea aumentos en la velocidad de flujo, tensiones de cizalla o líneas de unión de frentes de flujo, para visualizar con mejor definición las posibles complicaciones del llenado.

Para continuar debe pulsar **Next**. Antes de aceptar observe el cuadro resumen con el tipo de malla creado. Es importante ver el valor de la relación **Aspect-Ratio** (deseable que sea cercana a la unidad de esta forma los triángulos son equiláteros) y el número de elementos malos (**bad-elements**).

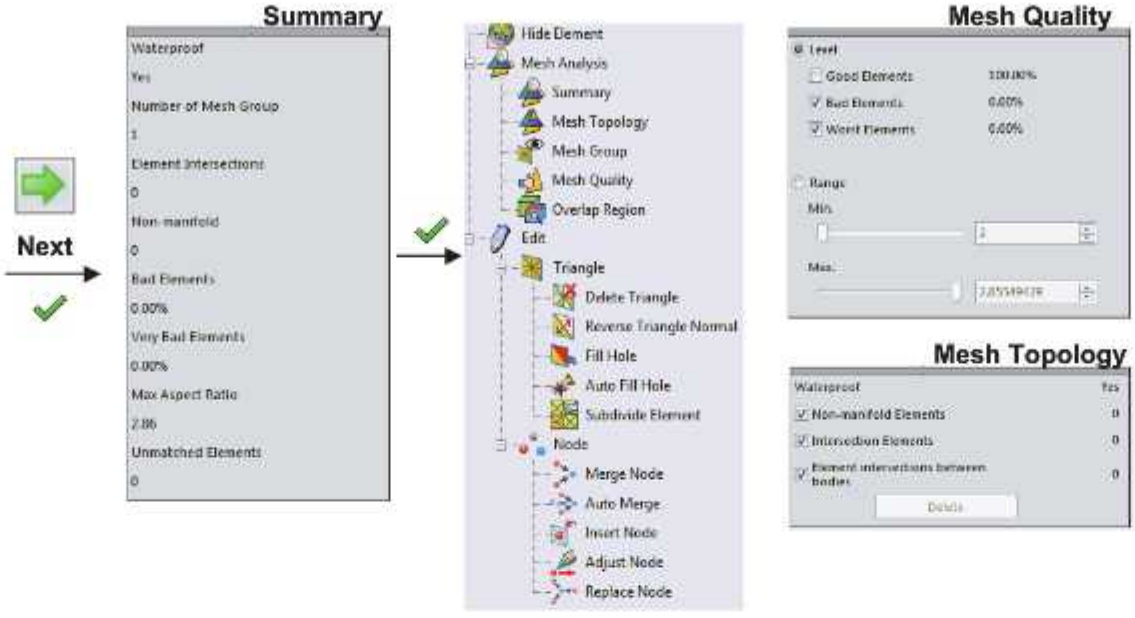
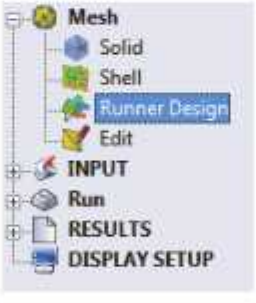


Figura 18.8. Definición del mallado en **SolidWorks Plastics®**.

18.3.2 Definición y creación de coladas (Runner Design)

En los moldes multicavidad es necesario definir el bebedero y los ramales de colada que conectan con cada una de las cavidades. Mediante **SolidWoks Plastic** es posible diseñar los distintos tipos de cavidades, el bebedero y los ramales de colada. Las simulaciones pueden ayudar a conocer los problemas de llenado por tener procesos mal balanceados. En estos casos es posible rediseñar los ramales de colada para garantizar que todas las piezas se llenan al mismo tiempo.



Antes de crear los ramales de colada y el bebedero debe dibujar las distintas piezas que van a conformar las múltiples cavidades del molde. Debe saber que se trabaja siempre en el módulo de pieza (No ensamblaje) por lo que si desea crear piezas distintas debe crear sólidos disjuntos. Cuando cree una nueva operación desactive la opción **Fusionar resultados**, de esta forma el sólido creado pasa a ser un sólido más. En el caso de que las piezas sean las mismas puede realizar una matriz o simetría de sólidos.

Antes de ejecutar la función **Runner Design** debe croquizar, a partir de **Croquis 3D**, las líneas que definen el trayecto del bebedero y de los ramales de colada. Recuerde haber creado las piezas que definen las diversas cavidades previamente. Los trayectos que conectan el bebedero con las piezas deben terminar sobre la cara de las mismas con la relación geométrica de coincidente (el punto final de la línea de croquis 3D debe ser coincidente con la cara del modelo).



Figura 18.9. Creación del punto de inyección.

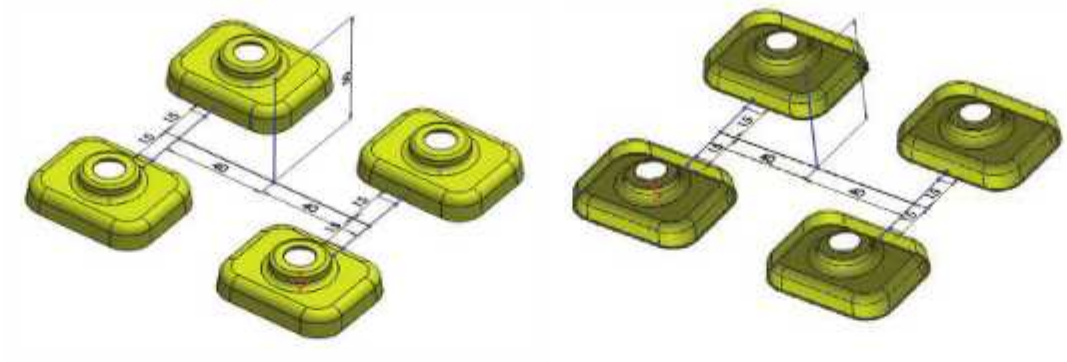


Figura 18.10. Creación de los canales de colada a partir de Croquis 3D.

Una vez dibujadas las líneas que definen el bebedero y los ramales de colada pulse, mediante un doble clic con el botón izquierdo del ratón, sobre **Runner Design**. Desde el Gestor de diseño defina el tipo (**Type**) de colada a efectuar. Con el primer tipo (**Runner**) puede diseñar coladas simples con sección circular, cuadrada, rectangular, medio círculo, entre otras. Con la opción **Runner Wizard** puede diseñar el sistema de coladas a partir del dimensionado de los sistemas de entrada de material (abanico, submarina y cuerno) además de definir ramales de coladas equilibrados en serie/paralelo, etc.

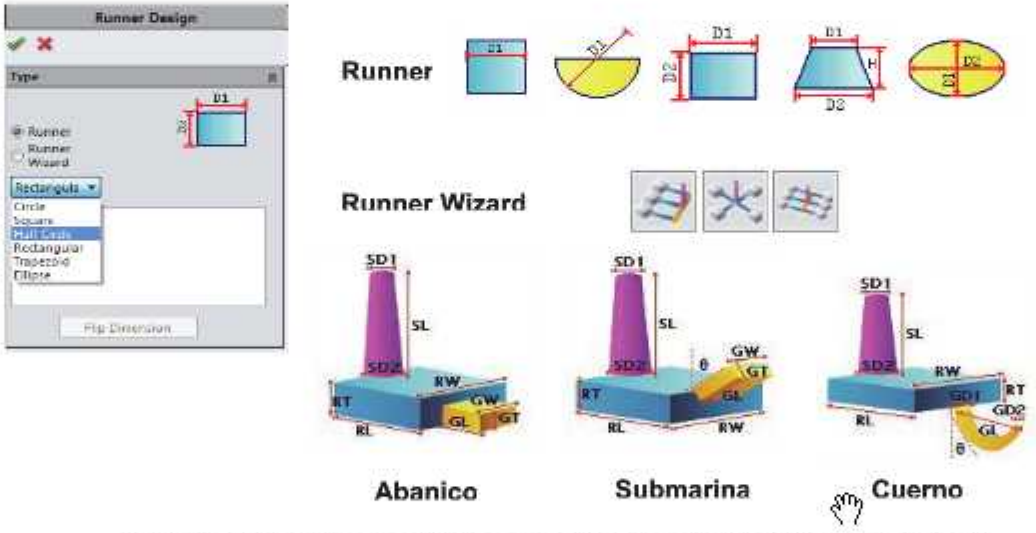
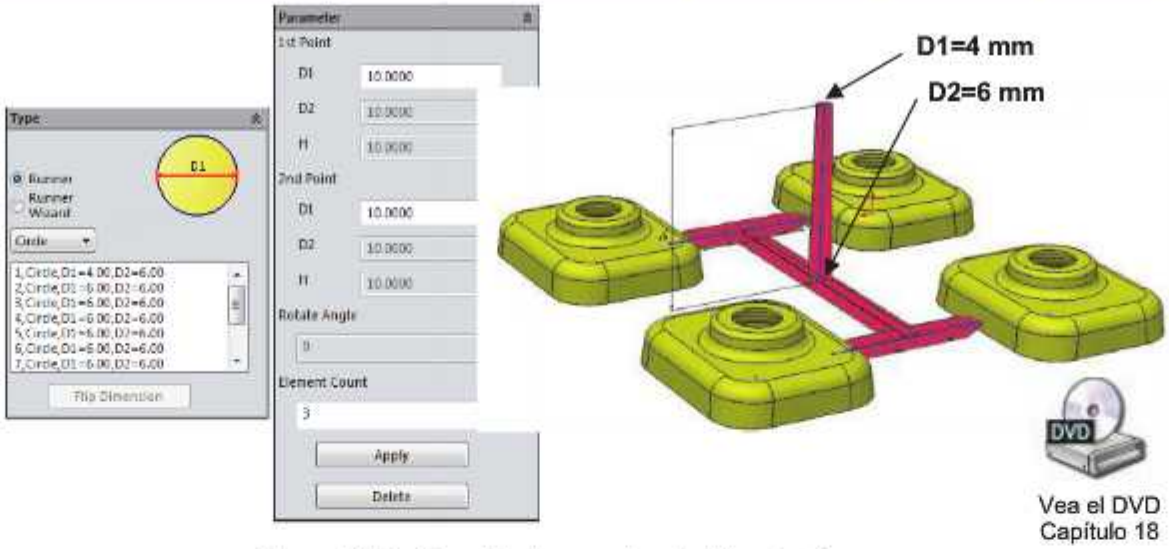


Figura 18.11. Diseño de entradas de material en cavidad (**Runner Design**).

18.3.3 Ramales de colada (Runner)

Después de dibujar con Croquis 3D los ramales de colada seleccione la opción **Runner** desde **Runner Design**. En **Type** defina el tipo de sección deseada (circular, cuadrada, etc.). A continuación y, desde la Zona de Gráficos, seleccione un tramo del ramal de colada pulsando sobre el croquis 3D con el botón izquierdo del ratón. Es preferible empezar por el bebedero. En el cuadro de diálogo **Parameter** indique el valor del diámetro de la sección inicial (**D1**) y el diámetro de la sección final (**D2**) del tramo de segmento seleccionado. Para finalizar con la definición del segmento pulse aplicar (**Apply**). Observe como ese primer tramo ya definido aparece en el listado de ramales creados. Repita el mismo proceso para cada uno del resto de ramales y termine por definir las entradas a las cavidades donde el diámetro final debe ser pequeño para facilitar la separación final del ramal de colada y la pieza en el momento de la extracción. Pulse **Aceptar** para finalizar el proceso.



Vea el DVD
Capítulo 18

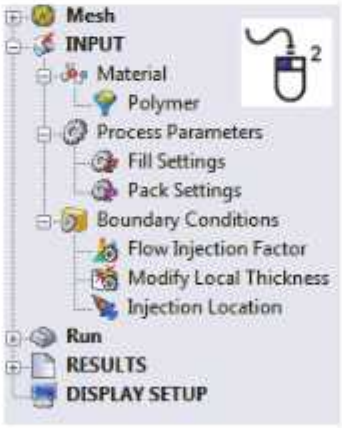
Figura 18.12. Creación de canales de alimentación.

18.3.4 Definición del material, parámetros de proceso y punto de inyección

En la pestaña **INPUT** se define el tipo de polímero, las condiciones del proceso y el punto de inyección.

Selección del polímero

Permite seleccionar un material polimérico entre más de 20 categorías genéricas incluidas en la librería de materiales de **SolidWorks Plastics®**. Su selección es de suma importancia puesto que cada polímero tiene un comportamiento reológico diferente dependiendo de su peso molecular, el índice de fluidez, etc.



De entre los polímeros considerados en la base de datos se tienen: ABS, POM, HDPE, HIPS, PA 6,6, PBT, PP, PC, PC/ABS, PC/PBT, PET, PPE/PA, PPE/PS, PPS, PVC, PS, SAN, PPS, PMMA, entre otros.

Para seleccionar un polímero pulse con un doble clic del ratón sobre **Polymer**. En el menú emergente aparecen más de 100 tipos de polímeros de distintos fabricantes (Solvay, Basf, Dupont, etc.), en la base de datos se tienen más de 200 fabricantes. En el mismo menú aparecen las propiedades de los polímeros, las curvas PVT, gráficos de viscosidad (Pa·s) frente a velocidad de cizalla (1/s), parámetros de material, etc. Para seleccionar uno de ellos active su casilla y pulse **OK**.

El icono **Find polymer** permite buscar polímeros en función de la familia, temperaturas de procesamiento, Tg, etc. Puede indicar valores máximo y mínimos para cada uno de ellos y buscar qué polímero tiene las propiedades deseadas.

También es posible crear materiales propios a partir de la definición de las propiedades reológicas, mecánicas, etc., e incluso importar/exportar materiales de otras bases de datos. En la Figura 18.13 se indica la ventana de modificación de polímeros existente.

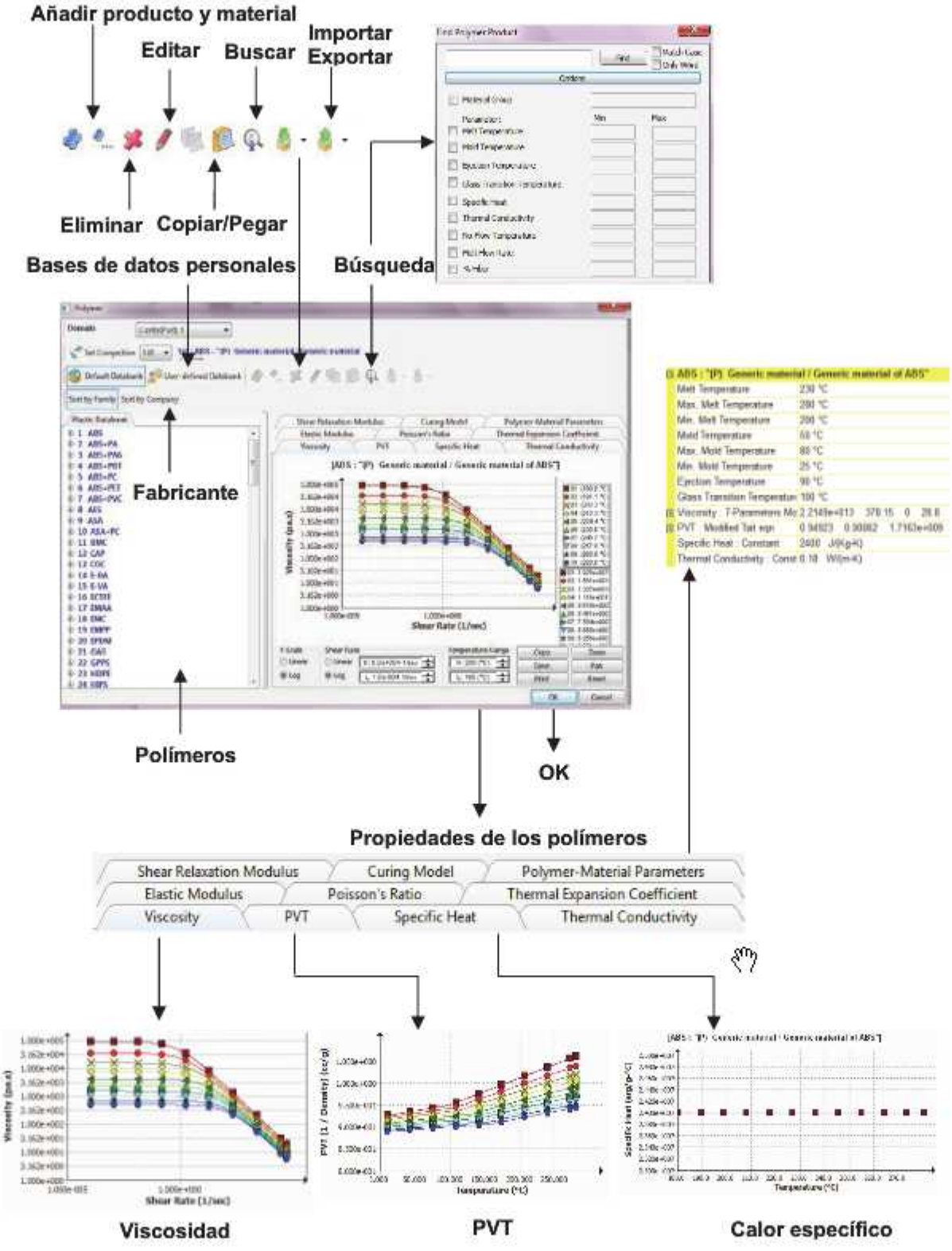


Figura 18.13. Selección de polímeros.

Puede convertir todas las gráficas (PVT, Viscosidad, etc.) en formato GIF para su inserción en documento de texto. Además puede tratar los gráficos en distintos rangos de temperaturas, hacer Zoom y pandeo.

Parámetros de procesado

Pulse con un doble clic con el botón izquierdo del ratón sobre (**Fill setting** y **Pack setting**) para definir las condiciones del proceso durante la etapa de llenado (**Fill**) y la etapa de compactación (**pack**). En **Fill settings** puede activar la casilla (**Auto**) para realizar el llenado de la cavidad de forma automática. En este caso se estima el tiempo de llenado requerido en función de las características geométricas de la pieza y las condiciones de procesado. También puede indicar la temperatura del polímero inyectado, la temperatura del molde y de la presión de inyección límite. La presión de compactación y el tiempo de enfriamiento se definen en **Pack settings**. También se puede definir el perfil de presiones en función del tiempo (**Profile**).

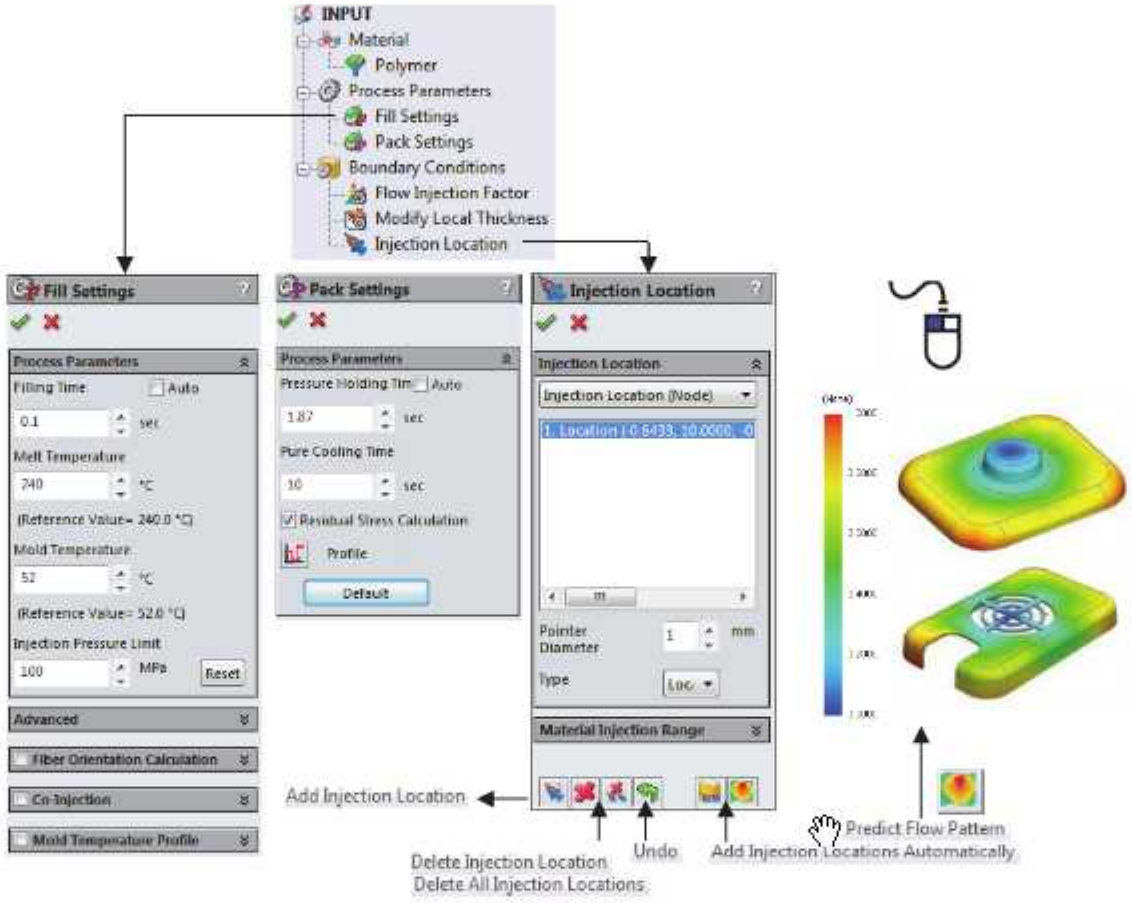
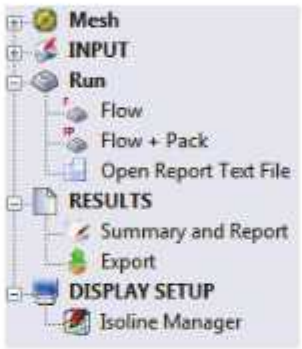


Figura 18.14. Definición de los parámetros de procesado (**Fill, Pack settings** y **Injection Location**).

La definición del punto de inyección se realiza desde **Injection location**. El icono **Predict Flow Pattern** indica la zona de inyección más óptima para definir la entrada de material. Las zonas azules son las más adecuadas mientras que zonas coloreadas con tonos rojizos y amarillos son las más menos favorables. Para crear el punto de inyección pulse con el botón izquierdo del ratón sobre la zona de la pieza donde desee localizarlo. Observe las coordenadas de la localización en el cuadro puntos de inyección. Pulse sobre **Add Injection Location** para terminar de definir el punto de inyección. En la misma función tiene la opción de borrar los puntos de inyección creados, revocar y buscar múltiples localizaciones de inyección en la misma pieza. En **pointer diameter** puede definir el grosor del icono que indica el punto de inyección.

18.3.5 Analizar (Run)

Permite iniciar el análisis de llenado (**Flow**) o iniciar el análisis de llenado y compactación (**Flow+Pack**). El Análisis de llenado es el primer estudio que suele realizarse y permite conocer el comportamiento del plástico durante el proceso de llenado de la cavidad. La información obtenida es extensa siendo la más significativa aquella que informa del tiempo, la presión y la temperatura del frente plástico durante y al final del llenado. También se informa de las líneas de unión, atrapamientos de aire, velocidad de cizalla y el tiempo necesario para expulsar las piezas con garantía, entre otras. Los análisis de llenado permiten optimizar los parámetros de inyección y seleccionar la mejor ubicación del punto de inyección. Además, permite prever los problemas de inyección según las condiciones indicadas pudiéndose modificar el diseño de la pieza, del molde o seleccionar una máquina de inyección más adecuada.



Para lanzar una simulación pulse mediante un doble clic con el botón izquierdo del ratón sobre uno de los análisis para iniciar el proceso de cálculo: **Flow** o **Flow+Pack**. En función del tipo de malla (**Shell** o **Solid**), el número de elementos y las características geométricas de la pieza el proceso de cálculo tardará más o menos tiempo.

A medida que se va resolviendo el análisis puede ver cómo se va llenado la cavidad. En el **AnalisisManager** es posible ver el porcentaje de llenado, el tiempo invertido y la máxima presión de inyección requerida. Al finalizar el llenado en el **AnálisisManager** puede leerse los resultados y los principales consejos para mejorar el proceso.

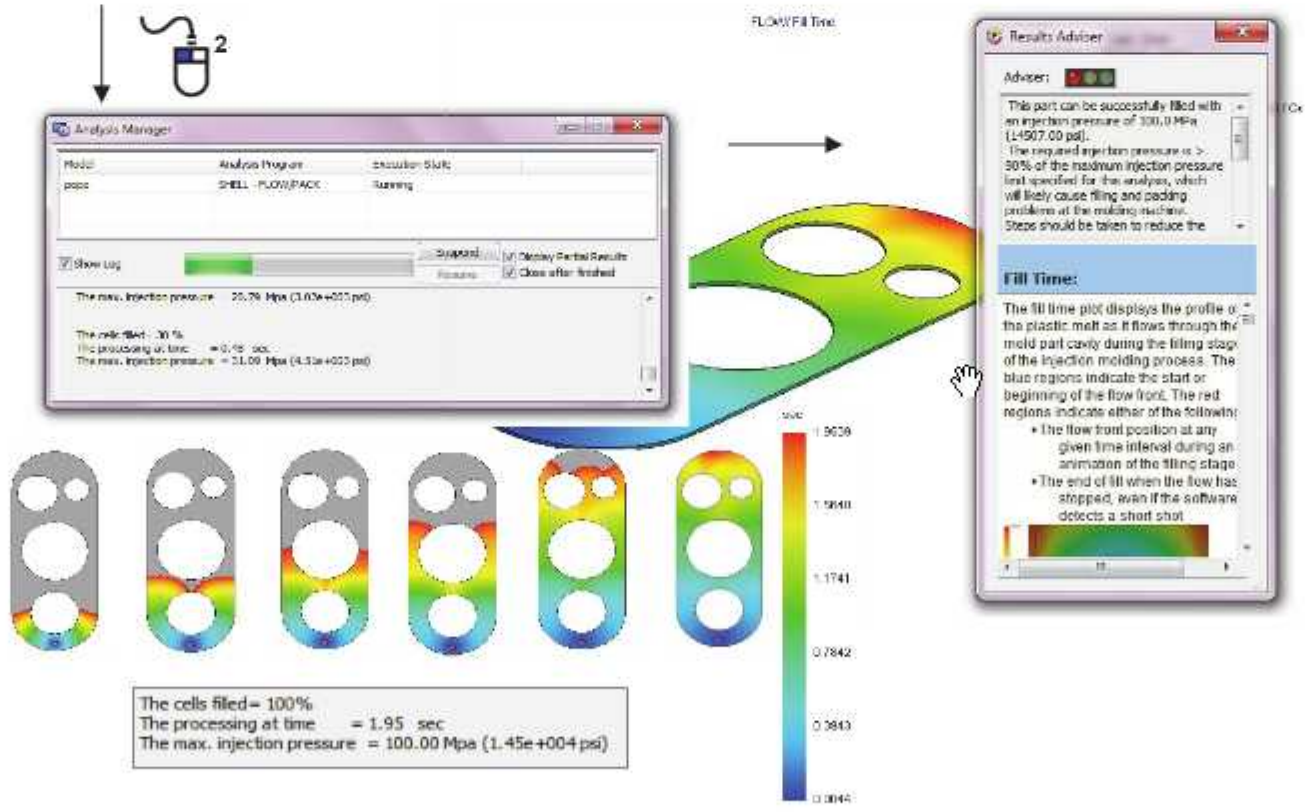
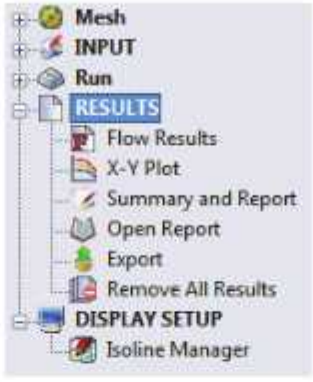


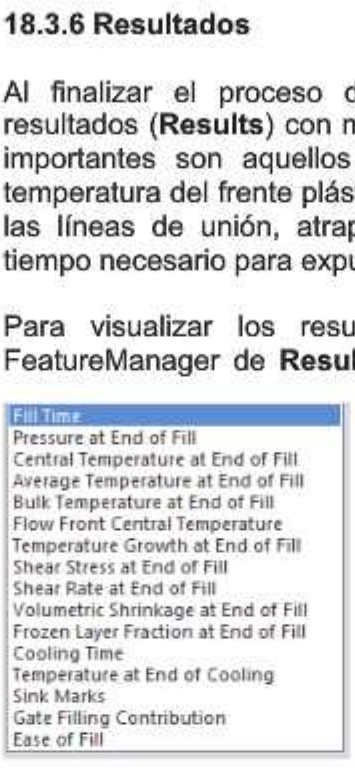
Figura 18.15. Análisis (**Run**) y proceso de llenado.

18.3.6 Resultados



Al finalizar el proceso de análisis aparece el FeatureManager de resultados (**Results**) con más de 15 tipos de gráficos distintos. Los más importantes son aquellos que informan del tiempo, la presión y la temperatura del frente plástico durante el llenado. También se informa de las líneas de unión, atrapamientos de aire, velocidad de cizalla y el tiempo necesario para expulsar las piezas con garantía, entre otras.

Para visualizar los resultados pulse sobre su nombre desde el FeatureManager de **Results**. Para cada uno de los gráficos obtenidos puede establecer valores mínimos y máximos (**Min** y **Max**), grafiar el vector de velocidad al final del llenado, visualizar las líneas de unión de frentes o los atrapamientos de aire. También puede, en algunos casos, visualizar una animación con el proceso evaluado. Por ejemplo, con el gráfico **Tiempo de llenado** (**Fill time**) puede animar el proceso de llenado para grabarlo posteriormente en formato AVI. Finalmente, en la parte inferior del FeatureManager de **Results** se encuentran las funciones: **Gráficos X-Y** (**X-Y Plot**) y **Adviser**. La primera es útil en los casos en los que se desee representar un gráfico X-Y para estudiar la variación de una variable respecto otra. Por ejemplo, la presión con el tiempo de inyección. La función **Adviser** es muy útil porque informa sobre el tipo de gráfico activo y el resultado deseable. Además, incluye información sobre los defectos más comunes y cómo solventarlos. En la Figura 18.16 se representa el gráfico de tiempo de enfriamiento (**Cooling Time**).



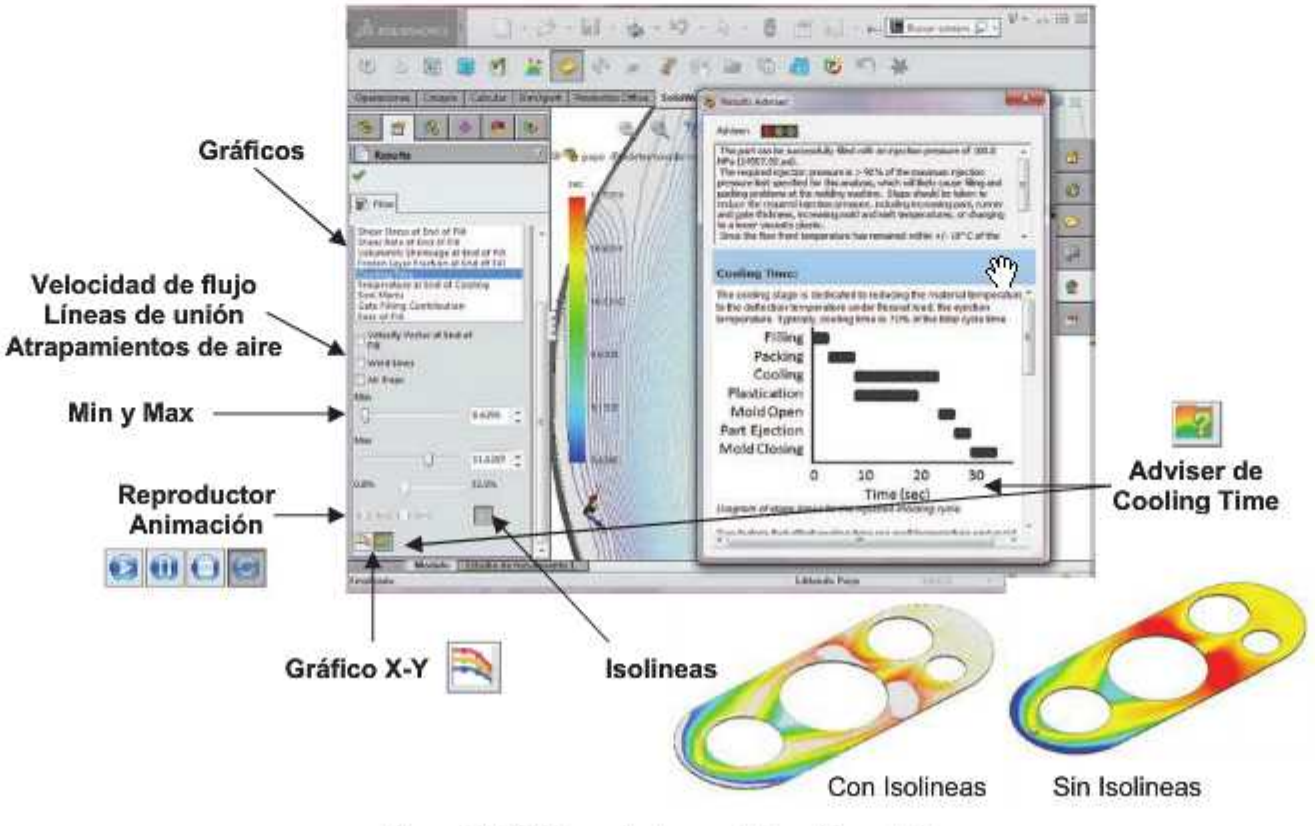
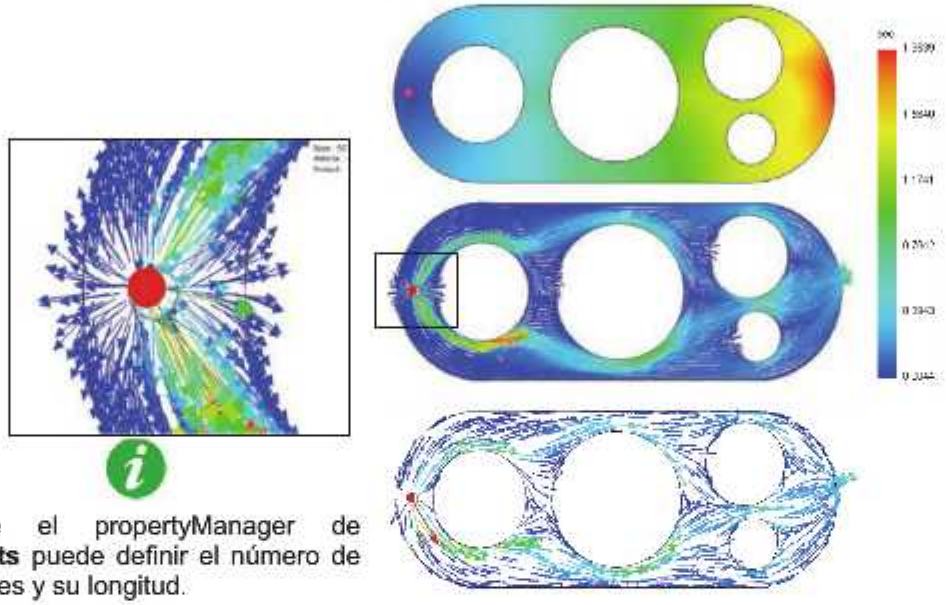


Figura 18.16. Trazado de resultados (**Results**).

Tiempo de llenado (Fill time). El estudio de tiempos determina, sobre cada uno de los nodos de la pieza, el tiempo que tarda en llegar el frente plástico desde el inicio del proceso de inyección hasta el final. Las líneas de contorno que lo definen son las denominadas isócronas. La separación de las mismas indica la velocidad de flujo. Así, contornos muy espaciados representan flujos plásticos rápidos y lo contrario sucede con los contornos muy juntos. Los contornos espaciados causados por elevadas velocidades de flujo se producen en las regiones de gran espesor o en zonas donde la temperatura es más alta de lo normal, facilitando el movimiento del flujo plástico. En la Figura 18.17 se presenta el diagrama de tiempo de llenado y el diagrama de llenado con isolineas. La gama de colores define el tiempo. En la Figura 18.17 el color amarillo y el rojo indican las últimas zonas en llenar con tiempos mayores a 1,5 segundos.



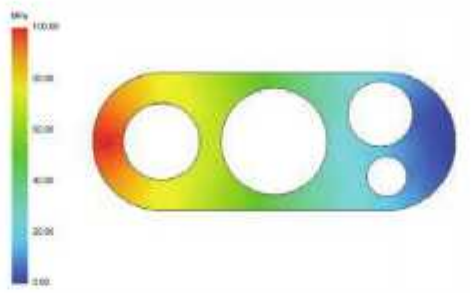
Desde el propertyManager de **Results** puede definir el número de vectores y su longitud.

Figura 18.17. Tiempo de llenado (**Fill time**) e isolineas de dirección de flujo.

Presión al final del llenado (Pressure at end of fill). Indica sobre cada nodo la presión justo después de terminar la fase de inyección. Así, el último punto en acabar de llenar tendrá una presión nula, mientras que la mayor presión se corresponde con la zona de inyección. El estudio de presiones es útil para comprobar, en los casos en los que se tienen varias cavidades, que el llenado se realiza de forma simultánea y balanceada. Las líneas de contorno que definen las presiones se denominan isóbaras e indican las zonas en las que se tiene una misma presión. Cuando las isóbaras están muy juntas se tiene una mayor caída de presión y lo contrario sucede cuando están muy separadas. Las pequeñas caídas de presión indicadas cuando las isóbaras están muy separadas se dan en las regiones de mayor espesor de la pieza que permite un flujo plástico más libre. Lo contrario sucede cuando las líneas que definen las isóbaras están muy cercanas entre sí. La mayor caída de presión se produce cuando el flujo plástico se desplaza por zonas de pequeño espesor dificultando su desplazamiento (Figura 18.18).

Temperatura (Temperature). Es el tercer resultado más importante a evaluar junto con el tiempo y la presión. En él se indica la temperatura de llegada del frente de flujo a cada uno de los nodos de la cavidad durante la fase de llenado. Las líneas de contorno son las isotermas e indica la temperatura del flujo plástico en cada uno de los nodos durante el llenado de la cavidad. Cuando las isotermas se encuentran muy espaciadas se producen cambios lentos de la temperatura y lo contrario sucede cuando están muy juntas, se produce un cambio rápido de la temperatura (Figura 18.18).

Temperatura al final del proceso de llenado (Temperature at end of fill). Representa la temperatura en cada uno de los nodos después de llenarse la cavidad. Su estudio permite determinar posibles problemas de compactación y rechupes. Además, informa sobre puntos débiles de la pieza cuando se produce unión de frentes de flujo (líneas de unión) a baja temperatura.



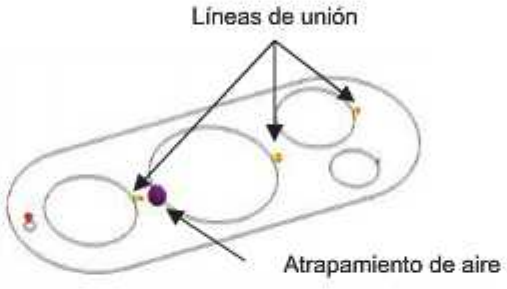
Presión al final del llenado



Temperatura central al final del llenado



Temperatura media al final del llenado



Atrapamientos de aire y líneas de unión

Figura 18.18. Trazados de presión y temperatura al final del llenado.

Líneas de soldadura (Weld Lines). Indican las zonas del modelo donde se unen dos flujos plásticos. En función de su posición y de la temperatura de llegada de los flujos plásticos las uniones son débiles y empeoran las propiedades mecánicas de la pieza inyectada. Debe desplazar el punto de inyección de forma que las líneas de unión aparezcan en zonas menos comprometidas.

Atrapamientos de aire (Air Traps). Se representan las zonas en las que se presume que pueden quedar atrapamientos de aire dentro del molde. Su posición y su cantidad deben ser estudiadas para evitar su formación. La posición de correderas o respiraderos minimiza su gravedad.

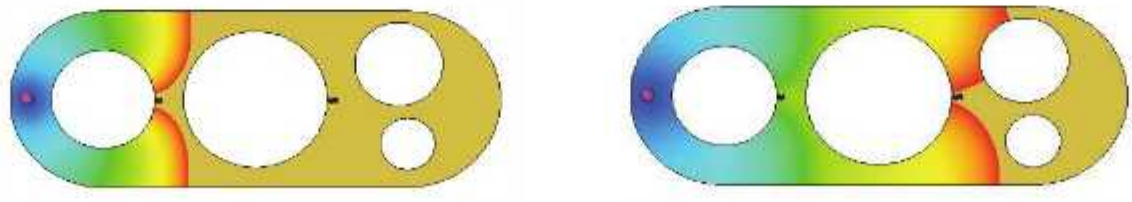


Figura 18.19. Formación de líneas de soldadura y atrapamiento de aire.

Los análisis de llenado permiten optimizar los parámetros de inyección y seleccionar la mejor ubicación del punto de inyección. Además, permite prever los problemas de inyección según las condiciones indicadas pudiéndose modificar el diseño de la pieza, del molde o seleccionar una máquina de inyección más adecuada.

Velocidad máxima de cizalla (Shear Rate) y tensión máxima de cizalla (Shear Stress). La velocidad excesiva de cizalla provoca la rotura de las cadenas poliméricas disminuyendo las propiedades mecánicas finales de la pieza inyectada. Las velocidades de cizalla obtenidas deben compararse con la velocidad máxima de cizalla del polímero utilizado y prever su degradación. Los valores más altos se producen en los puntos de inyección y en las zonas donde se produce cambios bruscos de sección

La tensión máxima de cizalla se produce por el incremento de la viscosidad del polímero durante su enfriamiento. Grandes tensiones generan deformaciones y alabeo en las piezas debido a que las cadenas tienden a recuperar por el cese de la tensión al ser expulsadas.

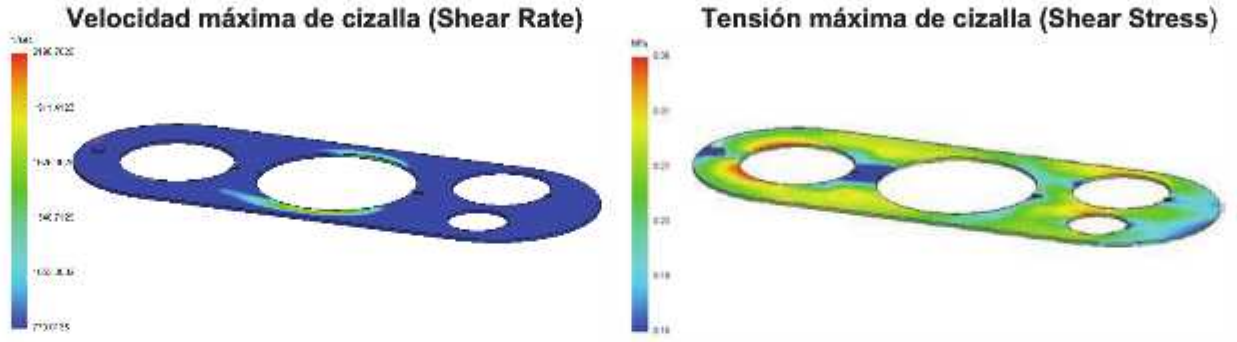
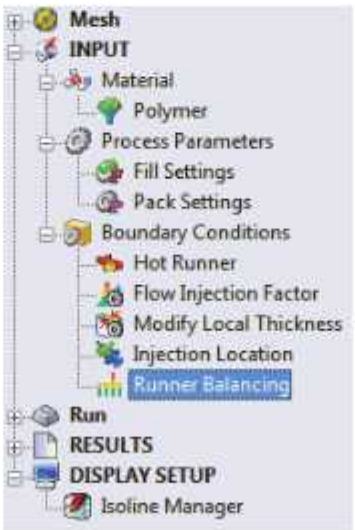


Figura 18.20. Trazados de velocidad y tensión de cizalla.

Tiempo de enfriamiento (Cooling Time). Representa el tiempo requerido en cada una de las zonas de la pieza para alcanzar la temperatura de expulsión establecida para el polímero inyectado. La temperatura de expulsión depende del tipo de polímero empleado. Sin embargo, en muchos casos, y en función de la geometría de la pieza, es recomendable alargar el tiempo de enfriamiento para garantizar la perfecta solidificación sin la aparición de deformaciones ni alabeos.

18.3.7 Balanceo de los ramales de colada (Runner Balancing)

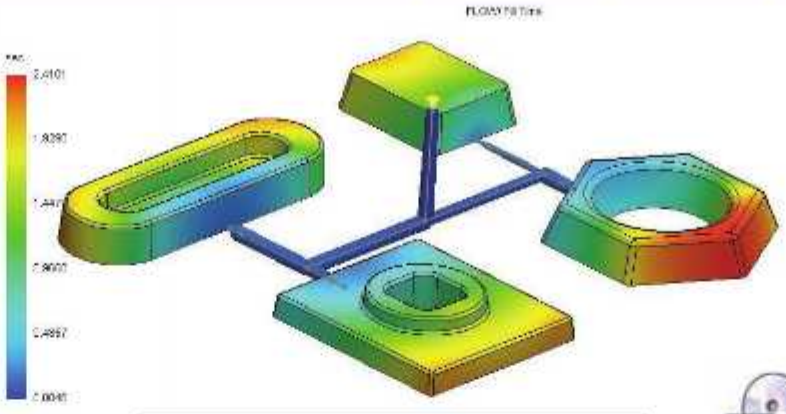


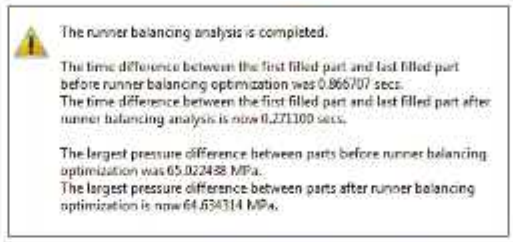
En el caso de tener cavidades con distinta geometría y por lo tanto distinto volumen a inyectar suelen producirse llenados desiguales con presiones descompensadas que producen piezas con distintas propiedades. En estos casos es preciso volver a calcular las secciones de los ramales de colada. Para ello SolidWorks genera un proceso de cálculo iterativo en el que se van probando distintos diámetros para cada una de las secciones con el fin de igualar tiempos de llenado y presiones de inyección.

Para definir la optimización pulse con un doble clic sobre **Runner Balancing**. La activación de **Thickness distribution** permite ver los distintos espesores de los ramales de colada en el modelo estudiado. Defina el número de iteraciones máximo a realizar (**Max Iteration**) y las dimensiones máximas, mínimas de los diámetros permisibles. Pulse **Start** para iniciar el proceso de optimización.

Un mayor número de iteraciones permite obtener resultados más optimizados pero el tiempo de cálculo requerido es mayor.



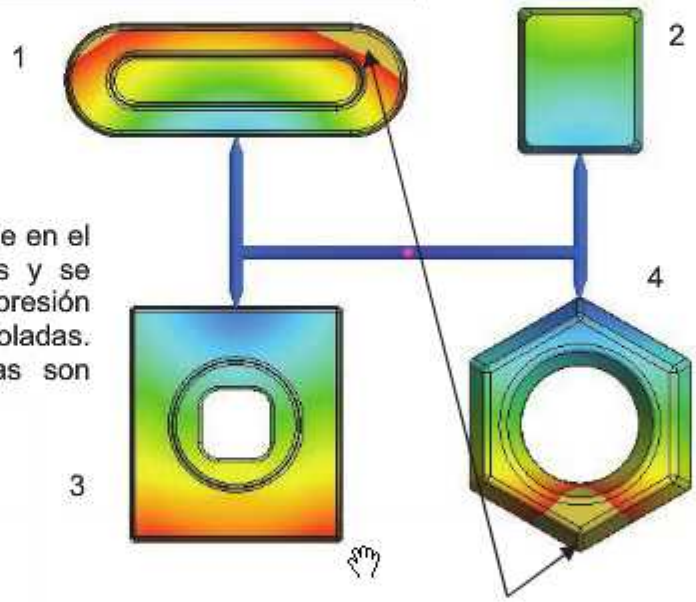


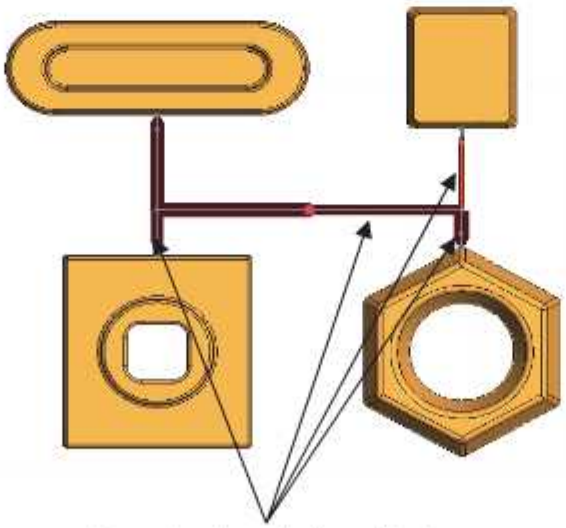




Vea el DVD
Capítulo 18

Después de un tiempo aparece un mensaje en el que se indica la finalización del análisis y se describe la reducción de tiempo y de presión obtenida con el nuevo balanceo de coladas. Además, las geometrías de las coladas son modificadas.





Ramales de colada editados

El sistema de coladas no balanceado llena las cuatro cavidades del molde de forma desigual. Mientras las cavidades 2 y 3 se han llenado las cavidades 1 y 4 todavía requieren de algo más de 0,3 segundos adicionales. Los inconvenientes asociados al llenado no equilibrado de las cavidades son enormes por lo que se justifica el estudio y simulación del balanceo de caladas.

Para descargar elementos normalizados de moldes de inyección de plásticos puede visitar la web www.3dcontencentral o www.traceparts.es.

18.3.8 Canal caliente (Hot Runner)

Los moldes de colada/canal caliente tienen atemperados los canales por los que circula el polímero desde la inyectora hasta la propia cavidad. El material se encuentra en estado fundido en todo momento por lo que puede ser aprovechado para la siguiente inyección. Las ventajas son múltiples: reducción de tiempos de ciclo, material desperdiciado y en costes de energía. Como inconvenientes: se requiere un diseño específico, las cámaras calientes encarecen el producto y el polímero y sus aditivos deben tener mayor resistencia a la temperatura de trabajo.

Para insertar canales calientes en el modelo pulse con el botón derecho del ratón sobre **Hot Runner** o haga un doble clic sobre **Hot Runner**. En **Index** aparecen enumerados los segmentos de los canales. En la Figura 18.21, los cinco primeros índices (1…5) se corresponden con el bebedero. El resto hacen referencia al resto de canales de colada. Active la casilla **Hot Runner** e indique la temperatura a la que debe estar el polímero. Pulse **Apply** para finalizar. Las próximas simulaciones tienen en cuenta.

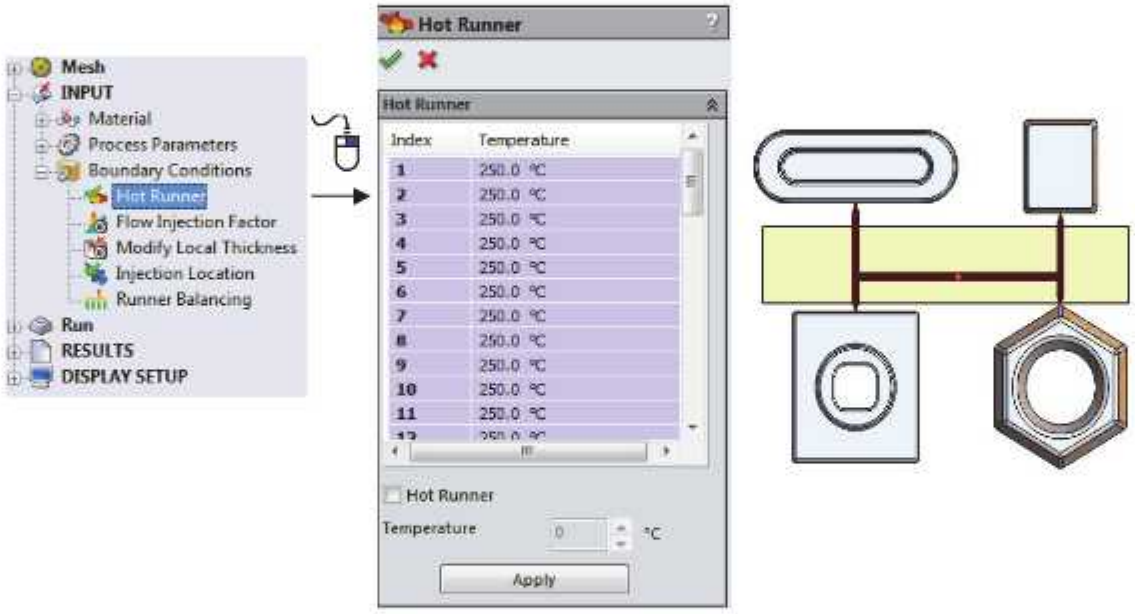


Figura 18.21. Definición de una cámara caliente (**Hot Runner**).

18.3.9 Análisis de compactación

Para obtener los gráficos de compactación pulse sobre **Pack Results** desde el Gestor de Análisis. Dispone 11 gráficos para conocer el comportamiento de la pieza después de la segunda presión o compactación.

La contracción o disminución de volumen sufrida por la pieza después del proceso de inyección cómo consecuencia de las condiciones de contorno definidas durante del proceso de llenado pueden ser determinadas con ayuda de los gráficos de presión, temperatura, tensión residual y al final del proceso de compactación. La disminución de volumen se produce a consecuencia del incremento de la densidad del plástico al enfriarse y depende de la cristalinidad del plástico, la orientación de las moléculas y la geometría de la cavidad.

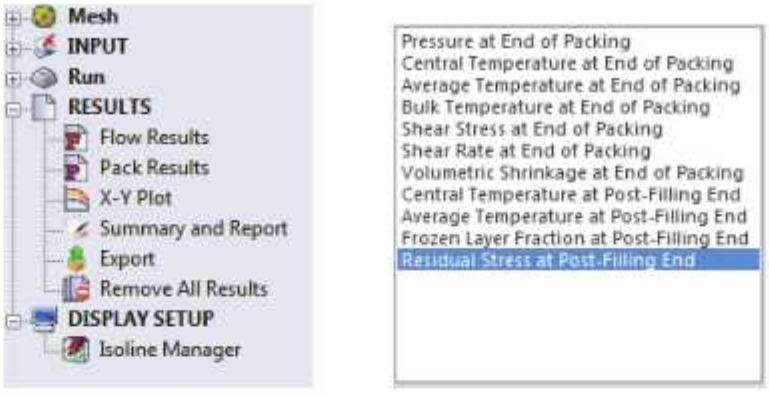


Figura 18.22. Análisis de compactación (**Pack Results**).

La contracción lineal representa la diferencia entre la longitud real y la teórica. La contracción depende del espesor y de la orientación el flujo plástico. También permite conocer la contracción sufrida en direcciones paralelas y perpendiculares al flujo plástico y contracciones en volumen.

La importancia del análisis de contracción radica en la posibilidad de conocer la contracción necesaria efectuar en el diseño del molde para obtener piezas con las medidas precisas (evidencia la contracción que hay que darle al molde).

18.3.10 X-Y Plot

Los gráficos X-Y plot permiten obtener las representaciones de la presión máxima, velocidad de flujo, fuerza de cierre (X, Y y Z) en función del tiempo de llenado. En los gráficos se distinguen las etapas de inyección y compactación a partir de una línea vertical y los nombres de cada una de ellas.

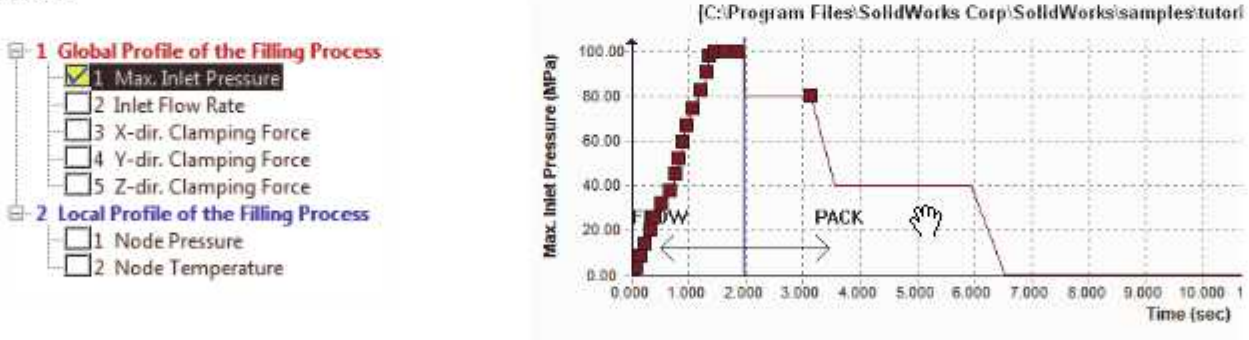


Figura 18.23. Trazado de presión versus tiempo.

En los trazados se define el momento en el que se pasa del proceso de llenado al proceso de compactación. En la Figura 18.23 se produce a los dos segundos. A partir de ese momento actúa la segunda presión o la contrapresión y se inicia el proceso de compactación. Es importante que antes de empezar a actuar la contrapresión todas las cavidades del molde estén completamente llenas.

18.3.11 Summary

Función muy útil para crear un informe del análisis de inyección efectuado a partir de la definición de: Portada, Introducción, Notas y Generación de imágenes. Se trata de ir rellenando cada uno de los campos indicando el título del informe, la fecha, los datos del autor y la descripción del problema o enunciado a resolver. En **Generate Image** puede seleccionar los gráficos que describen las propiedades del polímero empleado y los gráficos de los resultados. Al aceptar se crea una carpeta con un documento de texto en Microsoft Word, una presentación en PowerPoint y un documento con extensión html. Además, se generan dos carpetas en las que se tienen todas las imágenes de los informes.

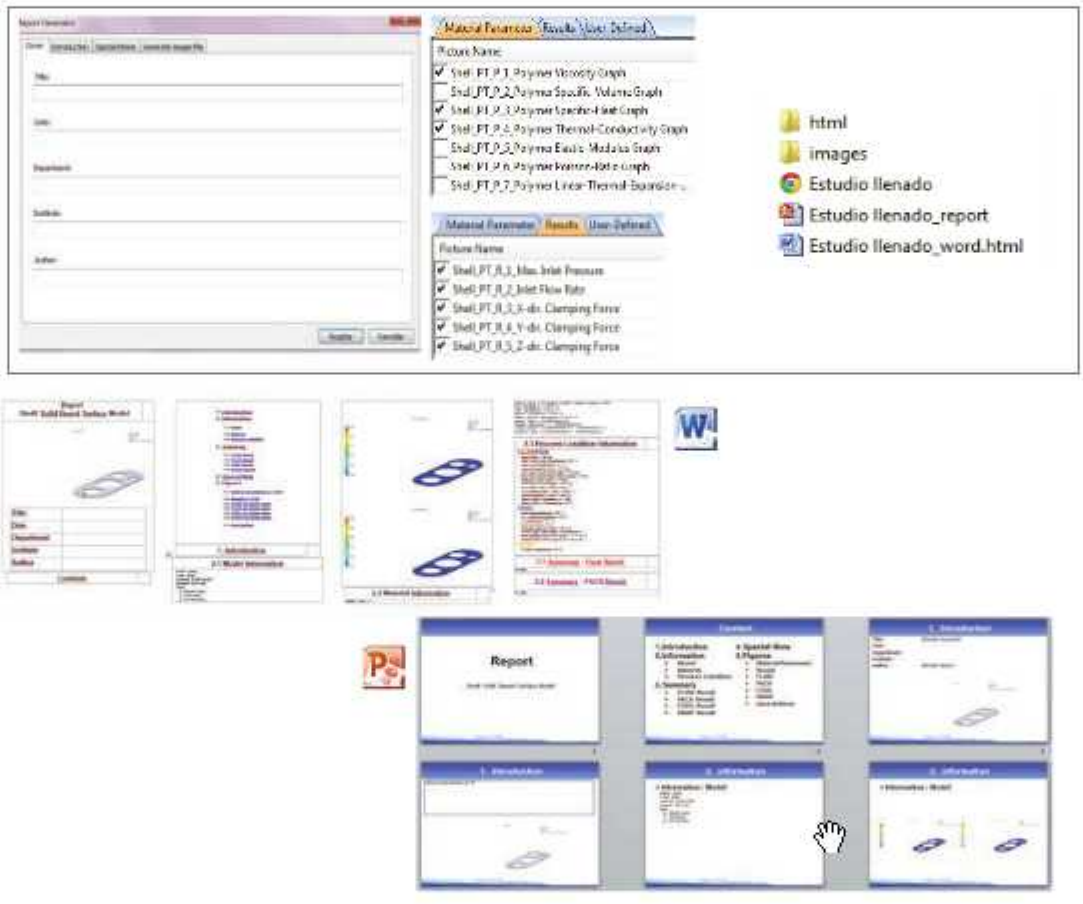


Figura 18.24. Informes en Word y presentaciones de Power Point.

Export

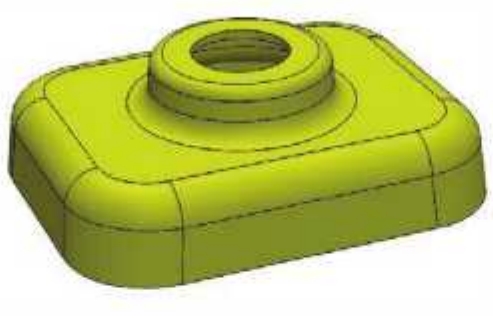
Los modelos estudiados pueden ser exportados en formatos STL, NAS y PGx para su tratamiento posterior con otro tipo de aplicativo CAD/CAM/CAE.

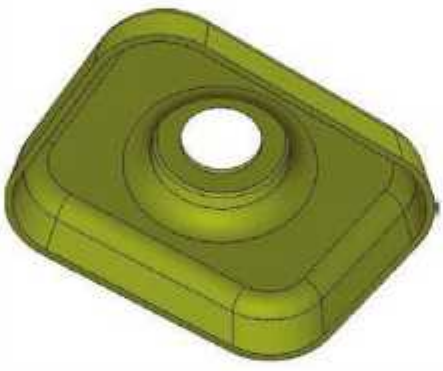


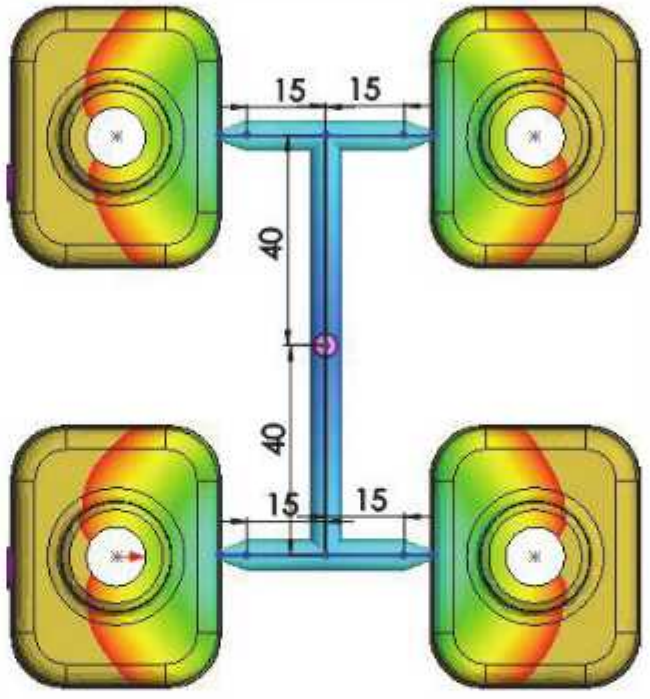
Práctica 18-1

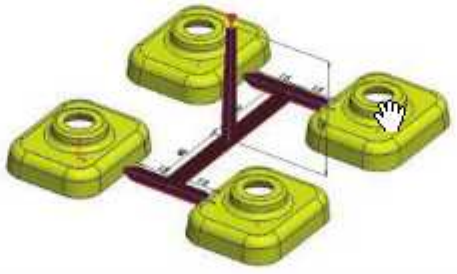
A partir de la pieza contenida en el DVD que acompaña el libro (P18-1) estudie los ángulos de desmoldeo, cree los ramales de colada de sección circular indicados en la figura y realice un estudio de llenado para un molde de cuatro cavidades. Las **Condiciones de procesamiento (Temperatura de fusión, Temperatura de moldeo y Tiempo de inyección)** empleadas en el proceso se indican en la figura adjunta.

35 minutos









Polímero: ABS
Tiempo de llenado: Automático
Temperatura de Fusión 230 °C
Temperatura de Moldeo de 50 °C



Vea el DVD
Capítulo 18

Objetivos del tutorial

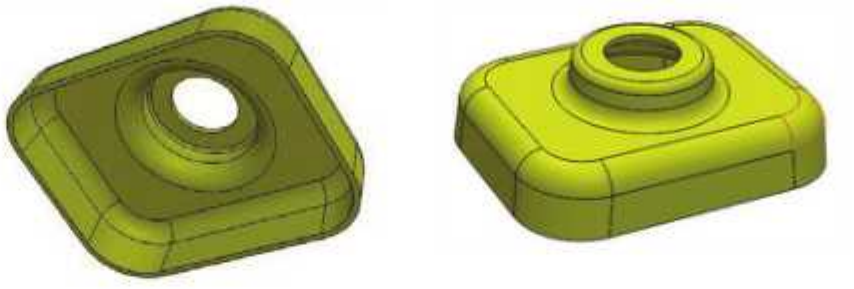
- Conocer las **Etapas básicas en la validación de diseños** de piezas de plástico.
- Evaluar el **ángulo de desmoldeo** de las piezas a inyectar.
- Crear los **ramales de colada.**
- Interpretar los resultados del **Análisis de Llenado.**

Práctica Guiada 18-1

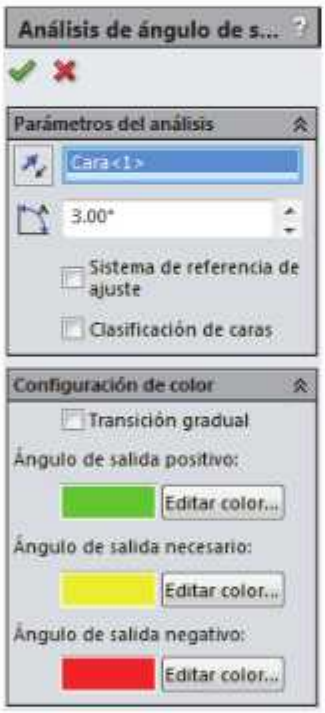
1- Pulse la opción **Abrir** desde el Menú de Persiana **Archivo**. Localice el fichero (P18-1) dentro de la carpeta Capítulo 18 del DVD que acompaña el libro. Pulse **abrir**. Antes de realizar el estudio de inyección es conveniente evaluar la geometría de la pieza. El ángulo de desmoldeo debe ser adecuado para facilitar su extracción.



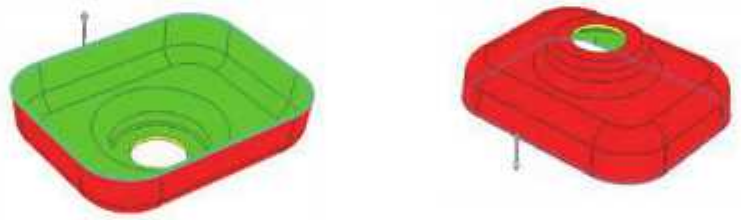
Vea el DVD
Capítulo 18



Evaluación del ángulo de desmoldeo



2- Abra la Barra de Herramientas del Moldes y seleccione **Análisis del ángulo de salida**. En **Parámetros del análisis** debe definir la **Dirección de desmoldeo**. Seleccione la cara superior del modelo y observe la dirección definida. Para la verificación del modelo defina 3º como **Ángulo de salida**. Pulse **Aceptar** para finalizar.

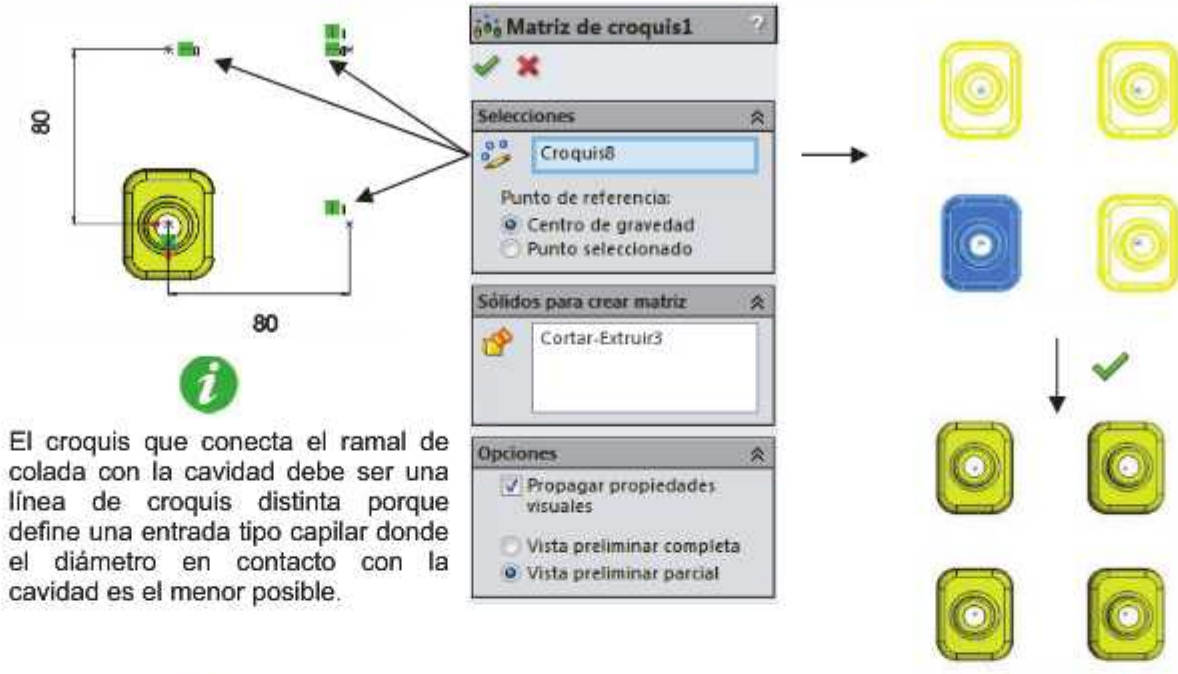


3- Observe los colores pintados sobre el modelo. Las superficies de color verde indican que tienen un ángulo de salida positivo. Las amarillas requieren definir un ángulo de salida por ser inferior al definido (3º). Finalmente, las caras marcadas con el color rojo son las que tienen un ángulo de salida negativo. Para modificar la región con color amarillo edite la operación de extrusión corte y defina un ángulo de salida de 3º.

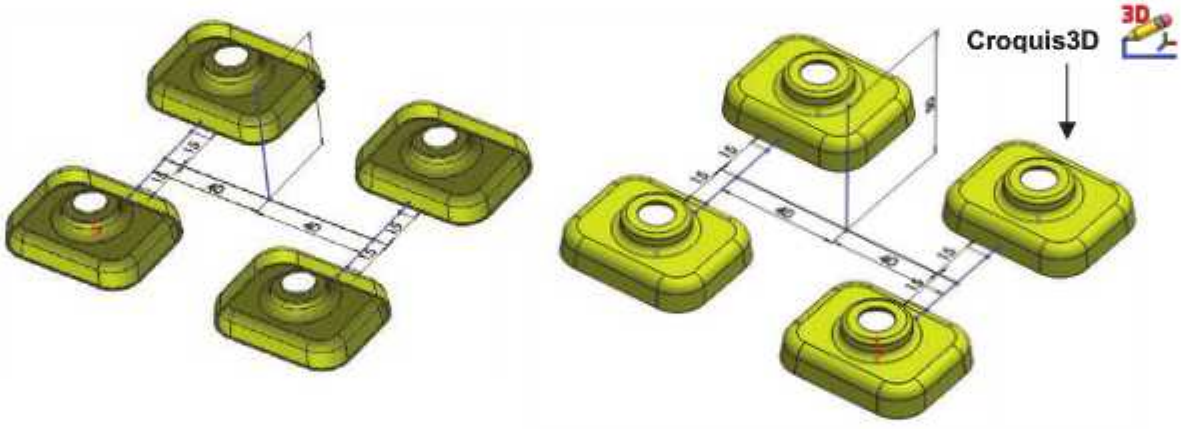
Matriz lineal para la creación de las cuatro cavidades

4- Para crear las cuatro cavidades se puede utilizar la **Matriz conducida por croquis**. Para ello es preciso croquizar los tres puntos que definen el centro de cada una de las cavidades. A partir de los planos adjuntos se deduce que las distancias son de 80 milímetros en X y 80 milímetros en Y, respectivamente.

5- Pulse sobre **Matriz conducida por croquis** desde la Barra de Herramientas de **Operaciones**. En **Croquis de referencia** seleccione el croquis que definen los centros de las cavidades. Active la casilla **Centro de gravedad**. En **Sólidos para crear la matriz** pulse sobre el modelo desde la Zona de Gráficos.



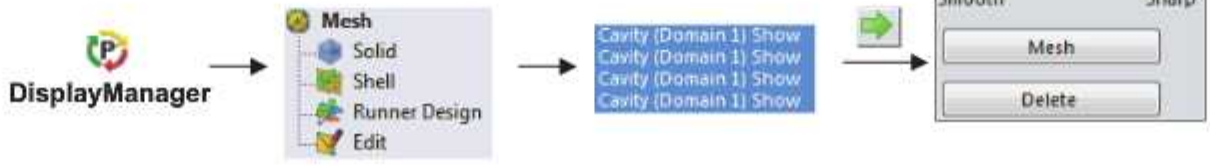
El croquis que conecta el ramal de colada con la cavidad debe ser una línea de croquis distinta porque define una entrada tipo capilar donde el diámetro en contacto con la cavidad es el menor posible.



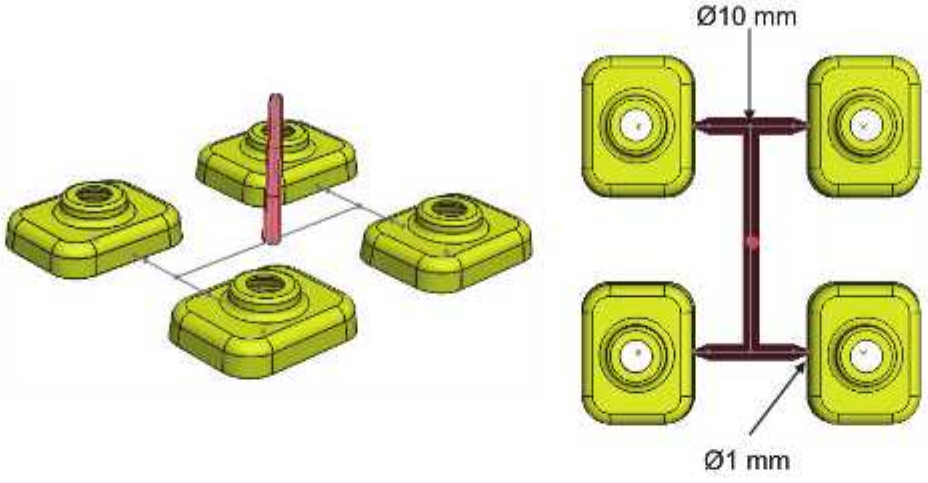
SolidWorks Plastic

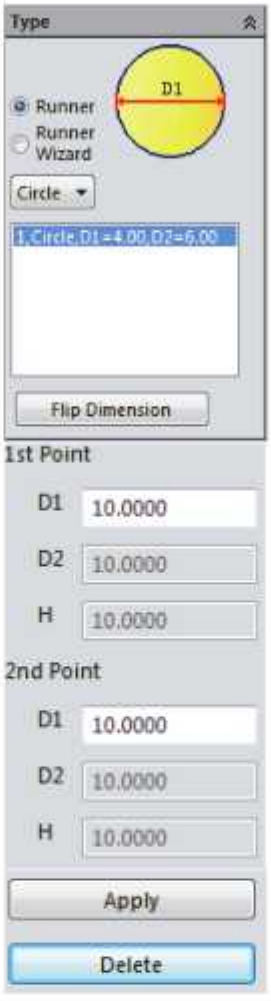
6- Pulse sobre el **DisplayManager** para iniciar el módulo de **SolidWorks Plastic**. Asegúrese que el módulo se ha cargado previamente desde el Menú **Herramientas**, **Complementos**.

7- Empiece mallando el modelo. Pulse con un doble clic del ratón sobre **Shell** y seleccione **Manual**. Solo es posible emplear la opción **Automática** cuando se evalúa una pieza de forma individual. Seleccione todos los dominios y pulse **Siguiente**. En la siguiente ventana defina un triángulo de tamaño 1,2 milímetros. Se crean más de 52000 elementos. Pulse **Mesh** para mallar. Después de unos segundos el modelo aparece mallado.



8- Pulse mediante un doble clic sobre **Runner design**. Active la casilla **Runner** y defina los diámetros **D1** y **D2**. Desde la Zona de gráficos seleccione el segmento de croquis 3D que define el bebedero. Pulse sobre **Apply** para crear esa porción de ramal.





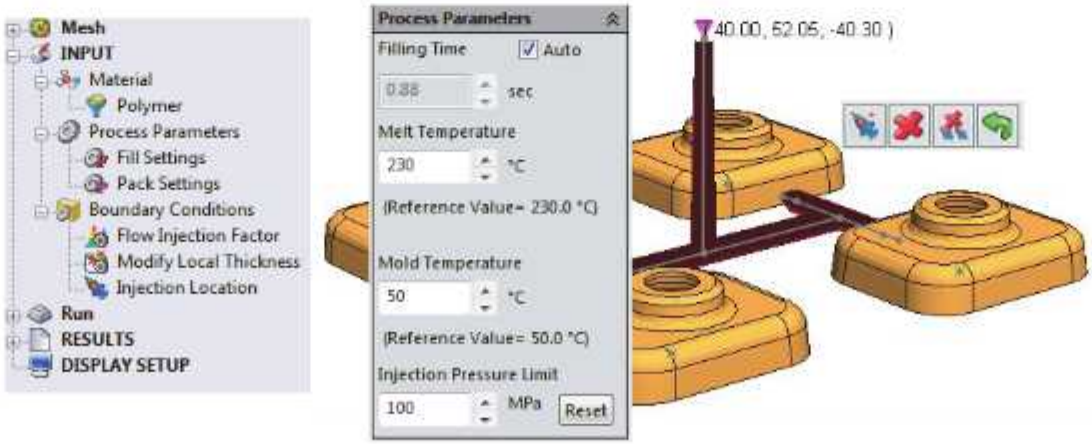
Repita el mismo proceso para el resto de ramales de colada. Recuerde que los ramales que conectan con las cavidades deben pasar de un diámetro 10 milímetros a 1 milímetro (entrada tipo capilar).

Definición del material, punto de inyección y condiciones de proceso

9- Pulse con un doble clic sobre **Material** (**INPUT**). Seleccione de la base de datos un **ABS**.

10- En **Fill Settings** active la casilla de **Filling time** y conserve los valores de temperatura indicados. Pulse **Aceptar**.

11- Para definir el punto de inyección seleccione la opción **Injection Location**. Pulse con el botón izquierdo del ratón, desde la Zona de gráficos, el punto central del bebedero. Para terminar pulse sobre el icono **Add injection location** y **Aceptar**.

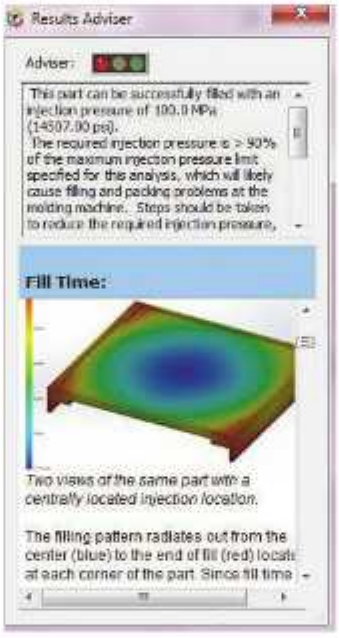


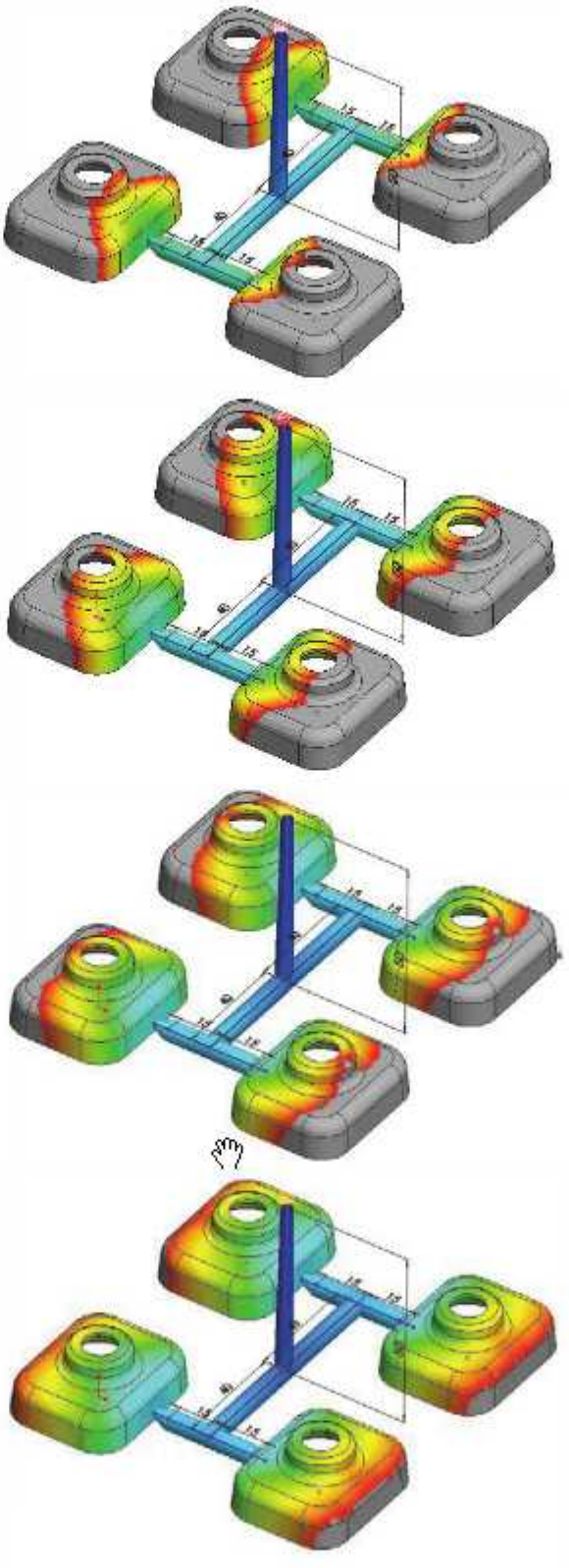
Análisis e interpretación de resultados

12- Pulse con un doble clic sobre **Flow** desde **Run**. En ese momento empieza en proceso de cálculo. Puede ir viendo cómo se va produciendo el llenado de las cavidades.

Después de unos minutos termina el proceso de análisis y se activa la ventana de sugerencias de llenado. Al final del proceso se activa la ventana **Results Adviser** donde puede leer consejos sobre la forma de mejorar sus diseños y procesos.







13- Pulse sobre cada uno de los trazados desde **Results** para visualizarlos en la Zona de gráficos. Active las casillas para determinar las líneas de unión y los atrapamientos de aire.

Observe que el tiempo final requerido es de 0,8 segundos y la presión es inferior a 100 MPa. Por otro lado, se puede observar cómo el llenado de las cavidades está totalmente equilibrado.

Video Recording permite grabar los resultados gráficos obtenidos en un vídeo AVI.

Diseño de piezas de plástico, cavidades y moldes prefabricados

SolidWoks dispone de una barra de herramientas para el diseño de piezas de plástico y obtención de cavidades. Para su activación pulse con el botón derecho del ratón sobre cualquier icono y active la barra **Herramientas de moldes**.



Figura 18.25. Barra de Herramientas de moldes.

Biblioteca de diseño

En la **Biblioteca de diseño** puede acceder a la carpeta **Assemblies**, **Mold base** donde tiene un molde de inyección de plásticos. Recuerde que puede guardar en la librería de diseño otros elementos normalizados.

En **Toolbox** puede encontrar elementos normalizados y **3D ContentCentral** dispone de elementos normalizados de los principales fabricantes de portamoldes. Además, puede encontrar moldes diseñados por usuarios o empresas.

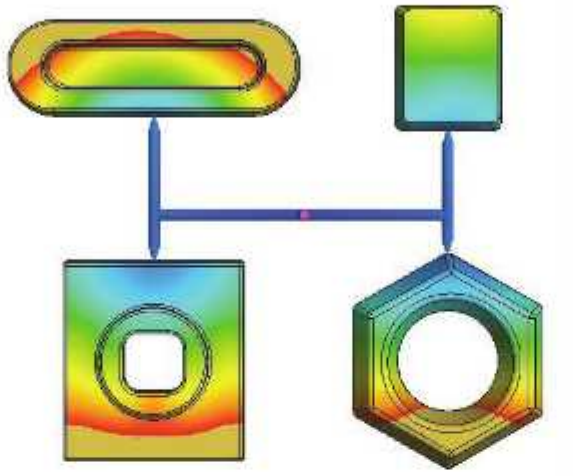


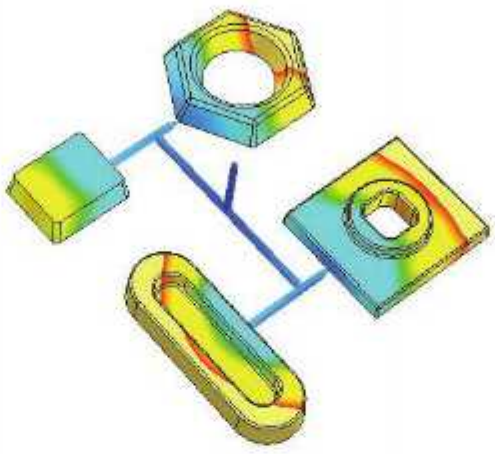
Figura 18.26. Biblioteca de diseño (Elementos normalizados de moldes). Página Web 3DContentCentral.

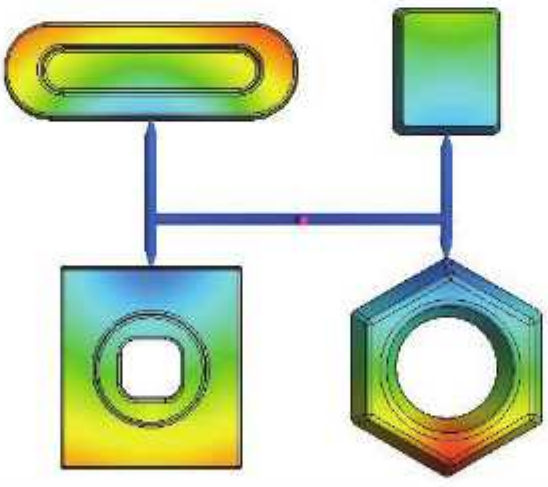
Práctica 18-2

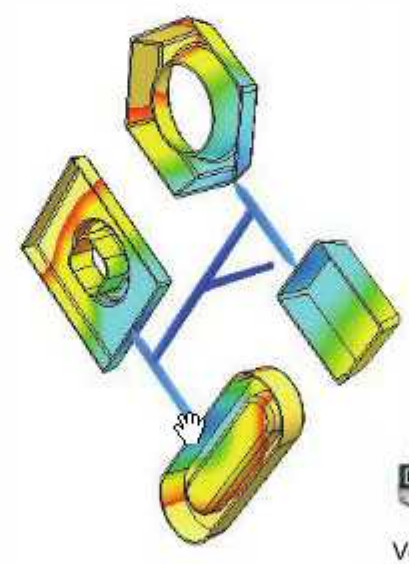
A partir de la geometría contenida en el DVD que acompaña el libro (P18-2) evalúe el proceso de llenado de las cuatro cavidades. Realice un balanceo de los ramales de colada y cree una cámara caliente para atemperar la entrada de material en el bebedero.

10 minutos









Vea el DVD
Capítulo 18

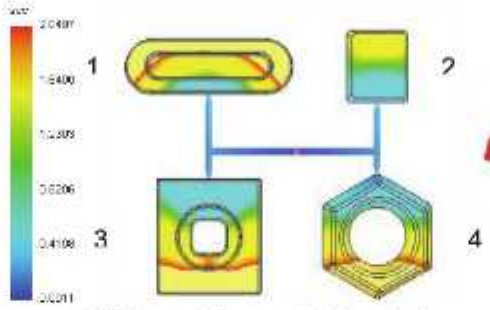
Objetivos del tutorial

- Conocer los problemas de llenado por descompensación del volumen a inyectar.
- Crear cámaras calientes/canal caliente para mejorar el proceso de inyección.
- Conocer el proceso de balanceo de coladas para mejorar la inyección en moldes multicavidad.

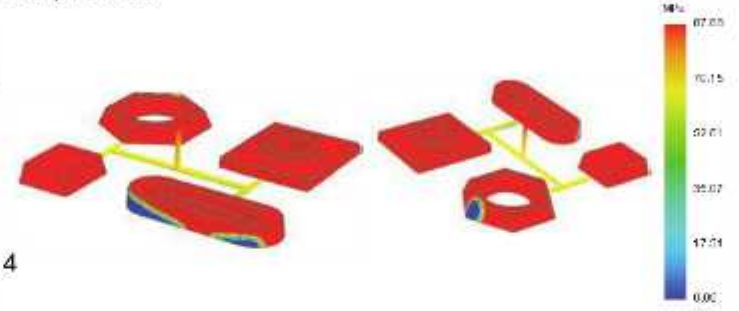
Práctica Guiada 18-2

1- Pulse la opción **Abrir** desde el Menú de Persiana **Archivo**. Localice el fichero **P18-2** dentro de la carpeta Capítulo 18 del DVD que acompaña el libro. Pulse **abrir**. El estudio de llenado y compactación ya se ha realizado por lo que puede ver los resultados desde **Results**.

2- Si abre el trazado de **Fill time** puede ver que el tiempo final de llenado es de 2.18 segundos y cómo las piezas terminan llenándose de forma desigual. Así, por ejemplo, la pieza 2 se llena en 1.4 segundos mientras que las otras (1, 3 y 4) tardan más en llenar. Además, las presiones al final del llenado muestran regiones con bajas presiones que indica que se han llenado al final y que no actúa la segunda presión.



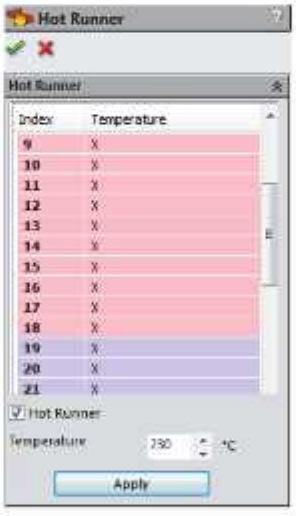
Fill Time (Tiempo de llenado)



Pressure at End of Fill (Presión al final del llenado)

Cámara caliente

3- Para intentar solucionar el problema se puede crear una cámara caliente que mantenga únicamente el bebedero a una temperatura de 250 ºC. Para ello pulse sobre **Hot runner** y seleccione todo el bebedero. Los tramos a seleccionar van del 1 hasta el 18. Recuerde que para seleccionar más de una entidad debe mantener pulsada la **Tecla Ctrl**. Pulse **Apply** y **Aceptar**. Vuelva a simular el proceso de llenado (**Flow**) pulsando sobre su etiqueta con un doble clic. El atemperamiento produce ciertos beneficios pero no consigue solucionar los problemas de desigualdad en el llenado.

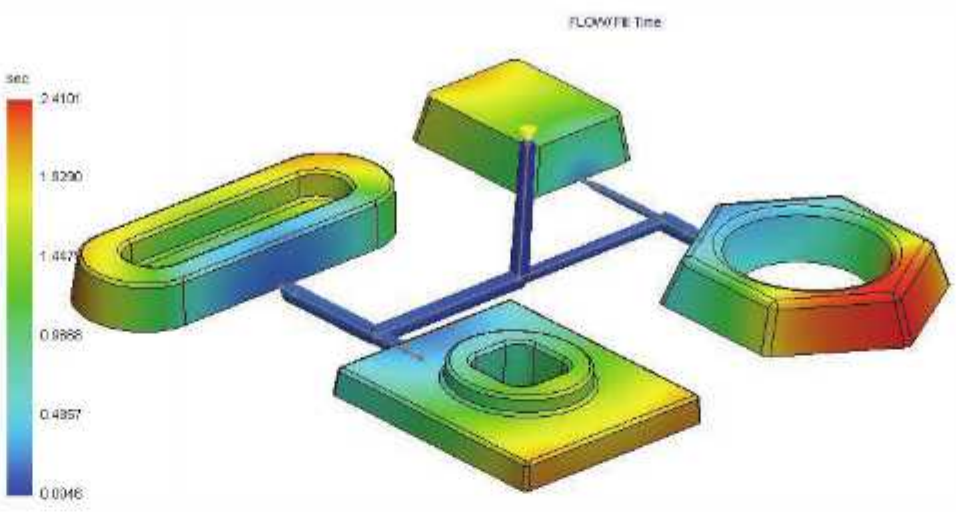


Balanceo de los ramales de colada (Runner Balancing)

4- Pulse con un doble clic sobre **Runner Balancing**. La activación de **Thickness distribution** permite ver los distintos espesores de los ramales de colada en el modelo estudiado. Defina el número de iteraciones máximo a realizar en 10 (**Max Iteration**) y las dimensiones máximas (8 mm), mínimas de los diámetros permisibles (1 mm). Pulse **Start** para iniciar el proceso de optimización.

5- Después de unos 10 minutos el proceso de balanceo finaliza. Observe los resultados de optimización de los ramales de colada. El trazado de **Fill time** (Tiempo de llenado) describe cómo las cuatro cavidades terminan llenando al mismo tiempo y las presiones se encuentran compensadas.

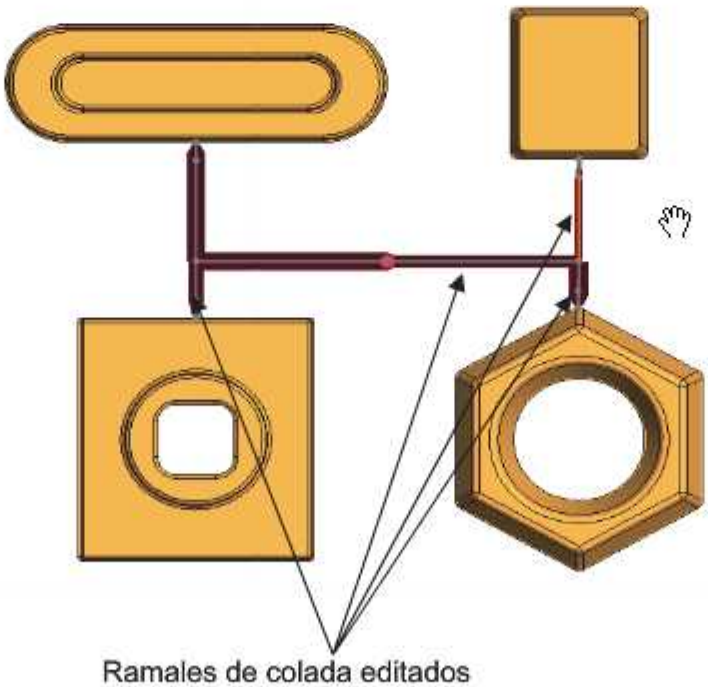




The runner balancing analysis is completed.

The time difference between the first filled part and last filled part before runner balancing optimization was 0.866707 secs.
The time difference between the first filled part and last filled part after runner balancing analysis is now 0.271100 secs.

The largest pressure difference between parts before runner balancing optimization was 65.022438 MPa.
The largest pressure difference between parts after runner balancing optimization is now 64.634314 MPa.

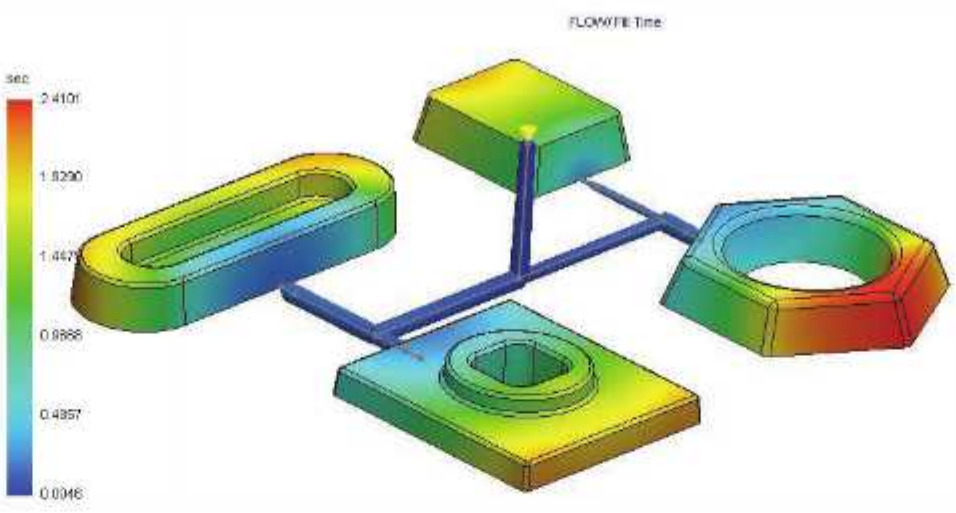


Ramales de colada editados



Vea el DVD
Capítulo 18

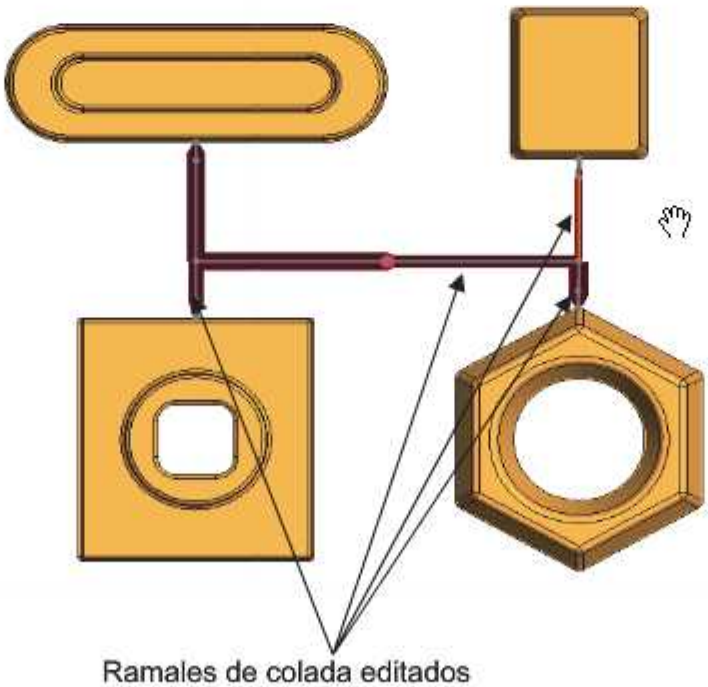




The runner balancing analysis is completed.

The time difference between the first filled part and last filled part before runner balancing optimization was 0.866707 secs.
The time difference between the first filled part and last filled part after runner balancing analysis is now 0.271100 secs.

The largest pressure difference between parts before runner balancing optimization was 65.022438 MPa.
The largest pressure difference between parts after runner balancing optimization is now 64.634314 MPa.



Ramales de colada editados

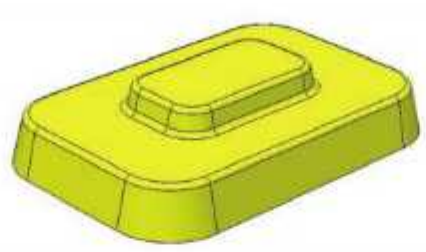


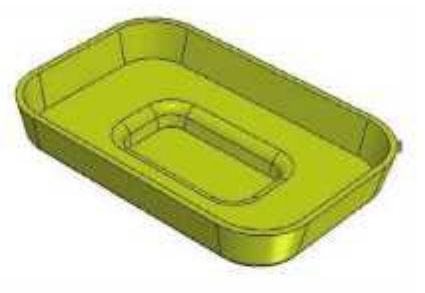
Vea el DVD
Capítulo 18

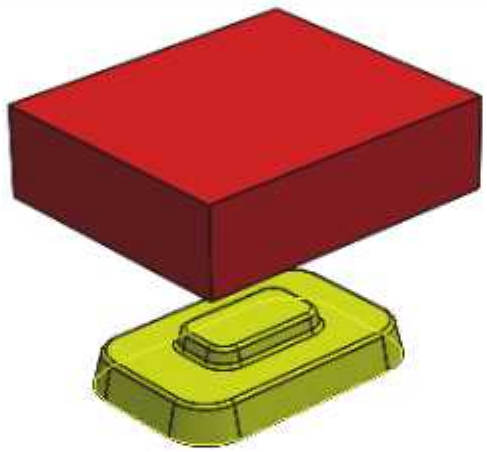
Práctica 18-3

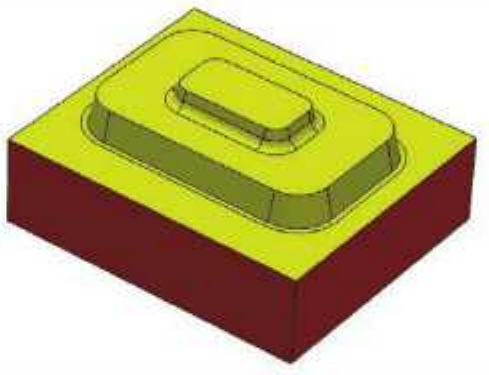
Cree las cavidades del molde a partir del modelo de pieza contenido en el DVD que acompaña el libro.

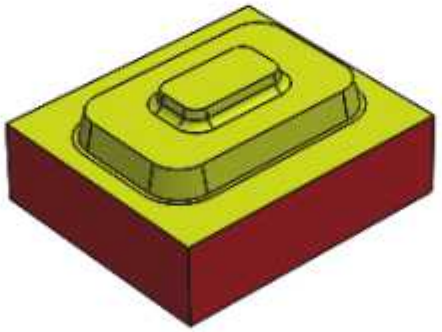
20 minutos

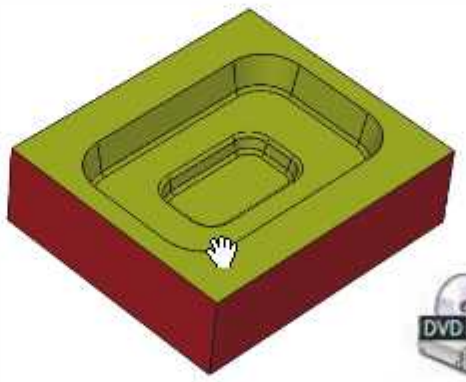














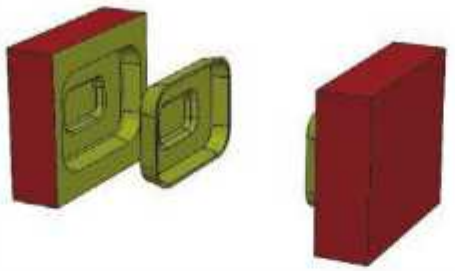
Vea el DVD
Capítulo 18

Objetivos del tutorial

- Evaluar el **Ángulo de salida** del modelo de pieza.
- Aplicar **Factor de escala** y crear **Líneas de separación**.
- Creación y separación del **Núcleo/cavidad**.

Práctica Guiada 18-3

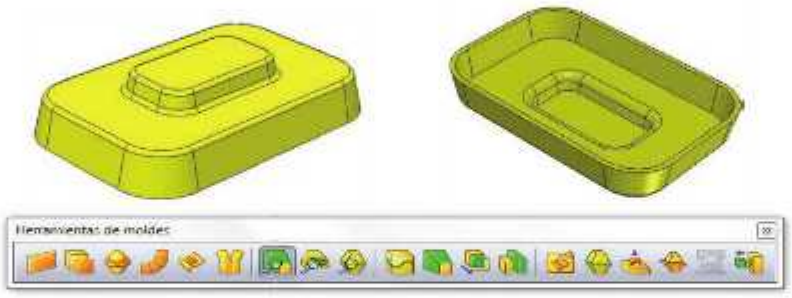
SolidWorks dispone de una barra de Herramientas específica para el diseño de cavidades de moldes. Incluye 19 operaciones con las que puede realizar desde el estudio de los ángulos de salida hasta el diseño del núcleo/cavidad del molde.





Abrir el modelo de pieza de plástico

1. Pulse la opción **Abrir** del Menú persiana **Archivo** o sobre el icono **Abrir**. Localice el modelo de pieza de plástico (P18-3) contenido en el DVD que acompaña el libro.



2. Pulse sobre cualquier icono con el botón derecho del ratón. Seleccione **Herramienta de moldes** para cargar la Barra de **herramientas de moldes**.

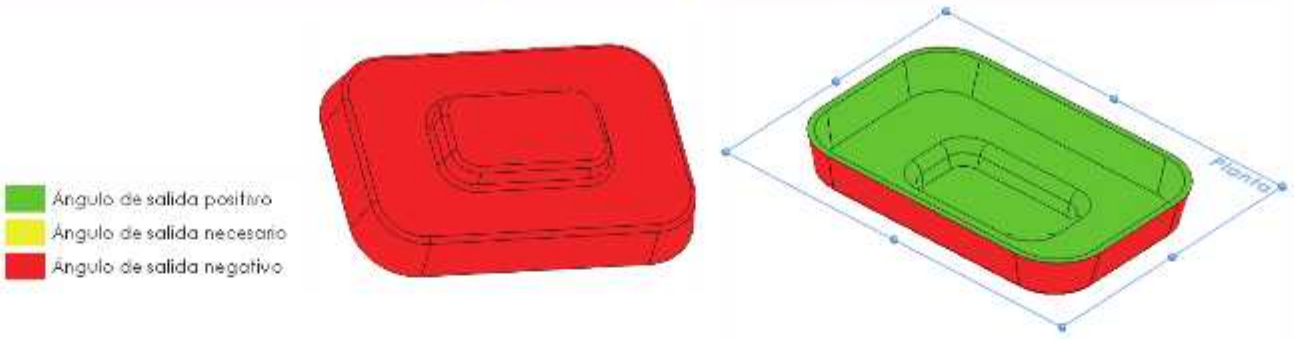
Evaluar el ángulo de salida

El **Análisis de ángulo de salida** es una operación cuyo uso es indispensable para conocer si la conicidad de la pieza es la adecuada o no. Recuerde que las piezas de plástico deben tener un ángulo de salida que permita su expulsión del molde una vez se ha llenado, compactado y enfriado.





3. Pulse sobre el icono **Análisis del ángulo de salida** desde Barra de herramientas de **Moldes**. En **Dirección de desmoldeo** seleccione el plano **Planta** desde el Gestor de Diseño y en **Ángulo de salida** 3,0º. Observe que las caras interiores tienen un ángulo de salida negativo (rojo) y las exteriores uno positivo (verde). No aparecen caras de color amarillo por lo que puede afirmarse que el análisis efectuado es positivo. Pulse **Aceptar**.



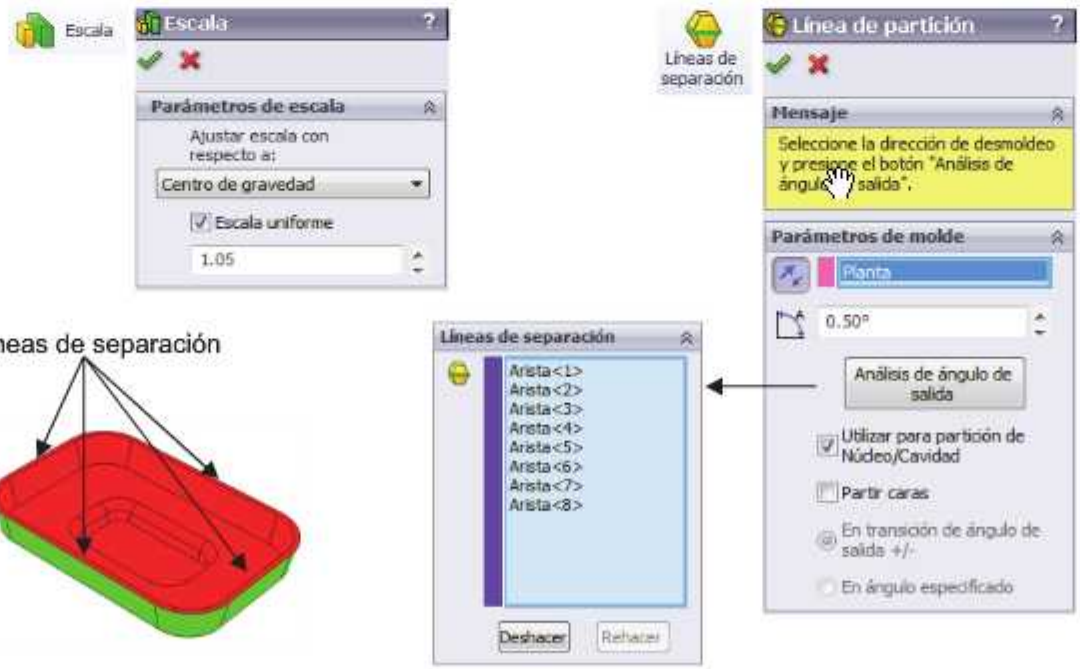
Si activa la opción **Clasificación de caras** desde **Parámetros de salida** SolidWorks calcula y enumera el número de caras con ángulo negativo, positivo y caras con ángulo necesario. Además, puede verlas de forma individual.

Factor de escala y creación de las líneas de separación

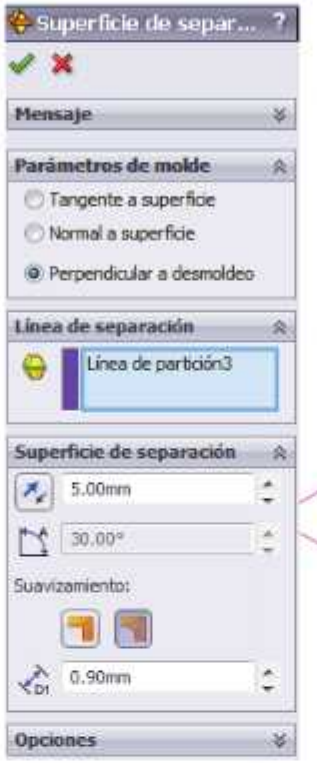
Los plásticos experimentan contracción durante el enfriamiento. Por esta razón la cavidad debe escalarse teniendo en cuenta el plástico empleado. La contracción suele ser de entre un 1 y un 2% en la mayoría de plásticos. Para el caso estudiado se aplica un factor de escala de 1,05 uniforme y en el centro de gravedad.

4. Pulse sobre **Escala** desde la Barra de Herramientas de **Operaciones**. En **Ajustar con respecto a** seleccione **Centro de gravedad**. Active **Escala uniforme** e indique un factor de escala de 1,05. Pulse **Aceptar**.

5. Pulse sobre el icono de **Líneas de separación** contenido en la Barra de Herramientas de **Moldes**. En **Dirección de desmoldeo** seleccione el plano **Planta** desde el Gestor de diseño. Pulse **Invertir dirección** para garantizar que la flecha apunta hacia fuera. En **Ángulo de salida** indique 0,5º y pulse **Análisis de ángulo de salida**. Pulse **Aceptar**.

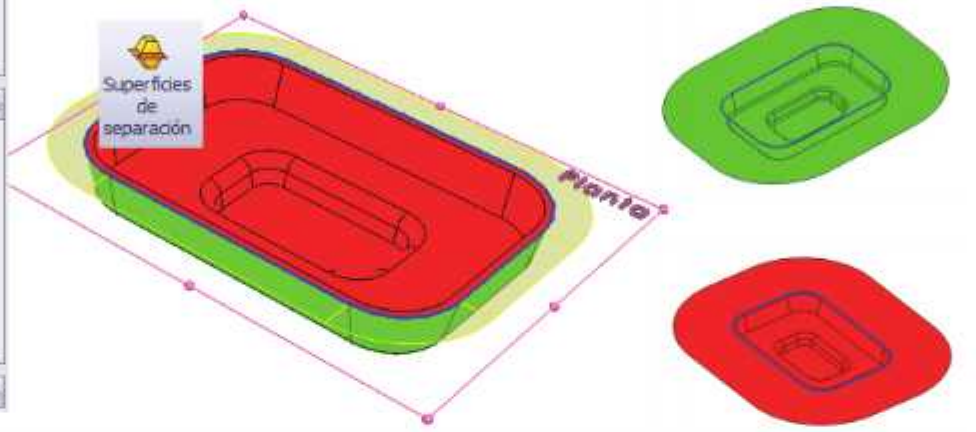


Creación de las líneas de separación y del núcleo/cavidad



La creación de la **Superficie de separación** es necesaria para definir la separación entre la cavidad y el núcleo del molde. La superficie de separación creada debe tener dimensiones superiores al propio molde.

6. Pulse sobre **Superficies de separación** desde la Barra de Herramientas de **Moldes**. En el PropertyManager seleccione **Perpendicular a desmoldeo** en **Parámetros de moldes**. En **Superficie de separación** indique 22 mm. En **Opciones** seleccione **Coser todas las superficies** y **Vista preliminar**. Pulse **Aceptar**. Se crea una superficie exterior 22 mm de ancho.

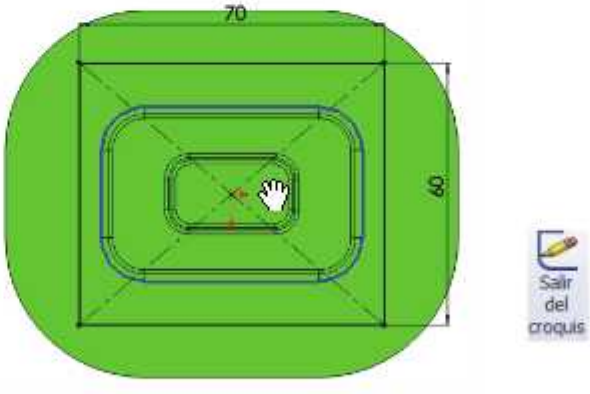


7. Para crear el núcleo y la cavidad pulse sobre el icono **Núcleo/Cavidad** contenido en la Barra de Herramientas de **Moldes**. Observe como se abre un croquis y aparece un mensaje que indica la necesidad de seleccionar un plano o cara para croquizar las placas del núcleo y de la cavidad.





Rectángulo de centro

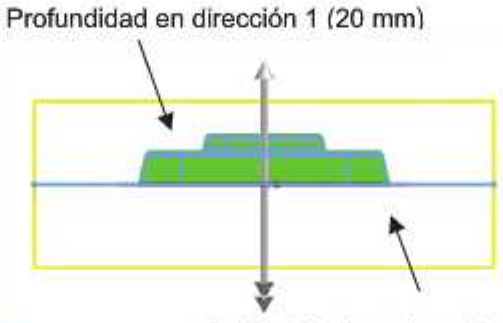


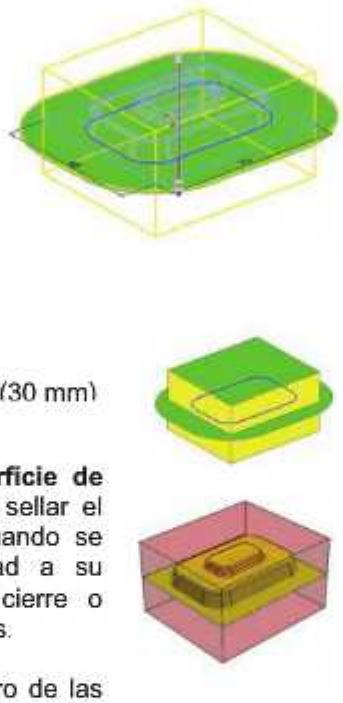
8. Seleccione el plano **Planta** desde el árbol de operaciones y pulse sobre el icono **Rectángulo de centro** contenido en la Barra de Herramientas de **Croquis**. Pulse en el origen de coordenadas y croquice un rectángulo con las dimensiones (70 × 60) mm. Al finalizar el croquis del rectángulo seleccione **Salir del Croquis** desde la Barra de Herramientas de **Croquis** y observe como en el Gestor de diseño aparece el PropertyManager de **Núcleo/Cavidad**.



9. En el PropertyManager de **Núcleo/Cavidad** aparecen definidos el **Núcleo** (Línea de partición 1[2]), la **Cavidad** (Línea de partición 1[3]) y la **Superficie de separación**. Active la casilla de **Superficie de bloqueo**.

10. Defina los valores del **Tamaño del bloque**. En **Profundidad en dirección 1** indique 20 mm y en **Profundidad en dirección 2** indique 20 mm. Pulse **Aceptar**. De esta forma se crean las dos cavidades.



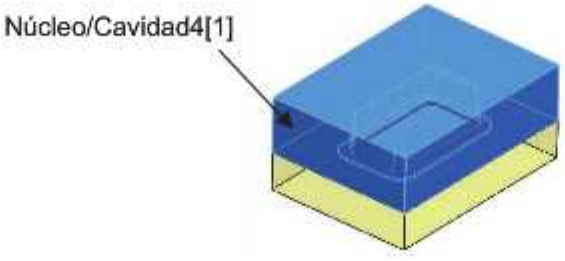


Es recomendable activar la casilla de **Superficie de bloqueo** en los casos en los que se desea sellar el molde para evitar pérdidas de líquidos o cuando se desee guiar con precisión el núcleo/cavidad a su ubicación correcta durante el proceso de cierre o moldura y mantenerlos correctamente alineados.

Las superficies de bloqueo rodean el perímetro de las superficies de separación del modelo de forma casi perpendicular.

Separación del núcleo y de la cavidad

11. Para separar la pieza, el núcleo y la cavidad de forma que actúen como sólidos independientes pulse sobre **Mover/Copiar sólidos** desde la Barra de Herramientas de **Moldes**. En **Sólidos para mover** seleccione, desde la Zona de Gráficos, Núcleo/Cavidad4[1].

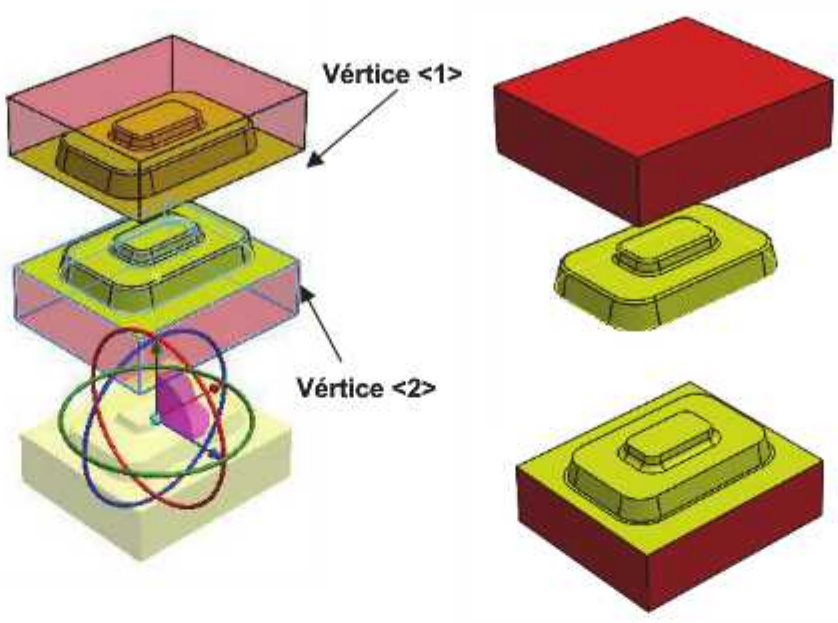




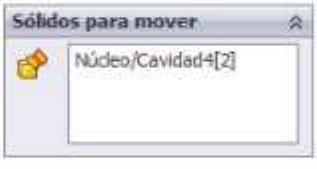


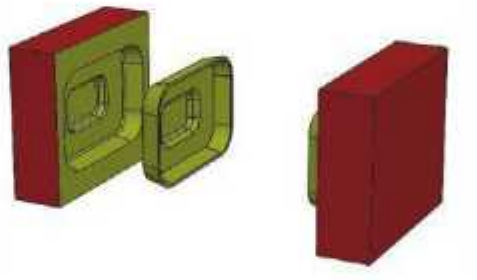
12. En **Configuraciones de relaciones de posición** seleccione los vértices del **Núcleo/Cavidad** (Placa superior e inferior). Defina una distancia paralela de 110 milímetros. Pulse **Aceptar**.





13. Repita la misma operación pero ahora para separar la pieza de plástico de la cavidad inferior del molde (Núcleo/Cavidad 4[2]).



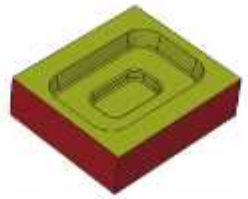


Guardar las placas en ficheros separados

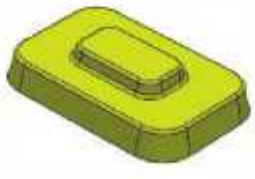


14. Maximice la carpeta **Sólidos** pulsando sobre el **+** desde el Árbol de operaciones del Gestor de diseño. Observe que la carpeta contiene (Línea de partición, Sólido-Mover/Copiar1 y Sólido-Mover/Copiar2). Pulse con el botón derecho del ratón sobre **Sólido-Mover/Copiar1** y seleccione la opción **Insertar en una nueva pieza**. Guarde como Placa superior.

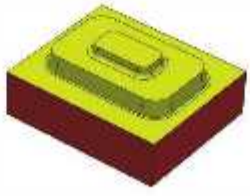
15. Repita la misma operación para Línea de partición y Sólido-Mover/Copiar2.



Sólido-Mover/Copiar1



Línea de partición



Sólido-Mover/Copiar2

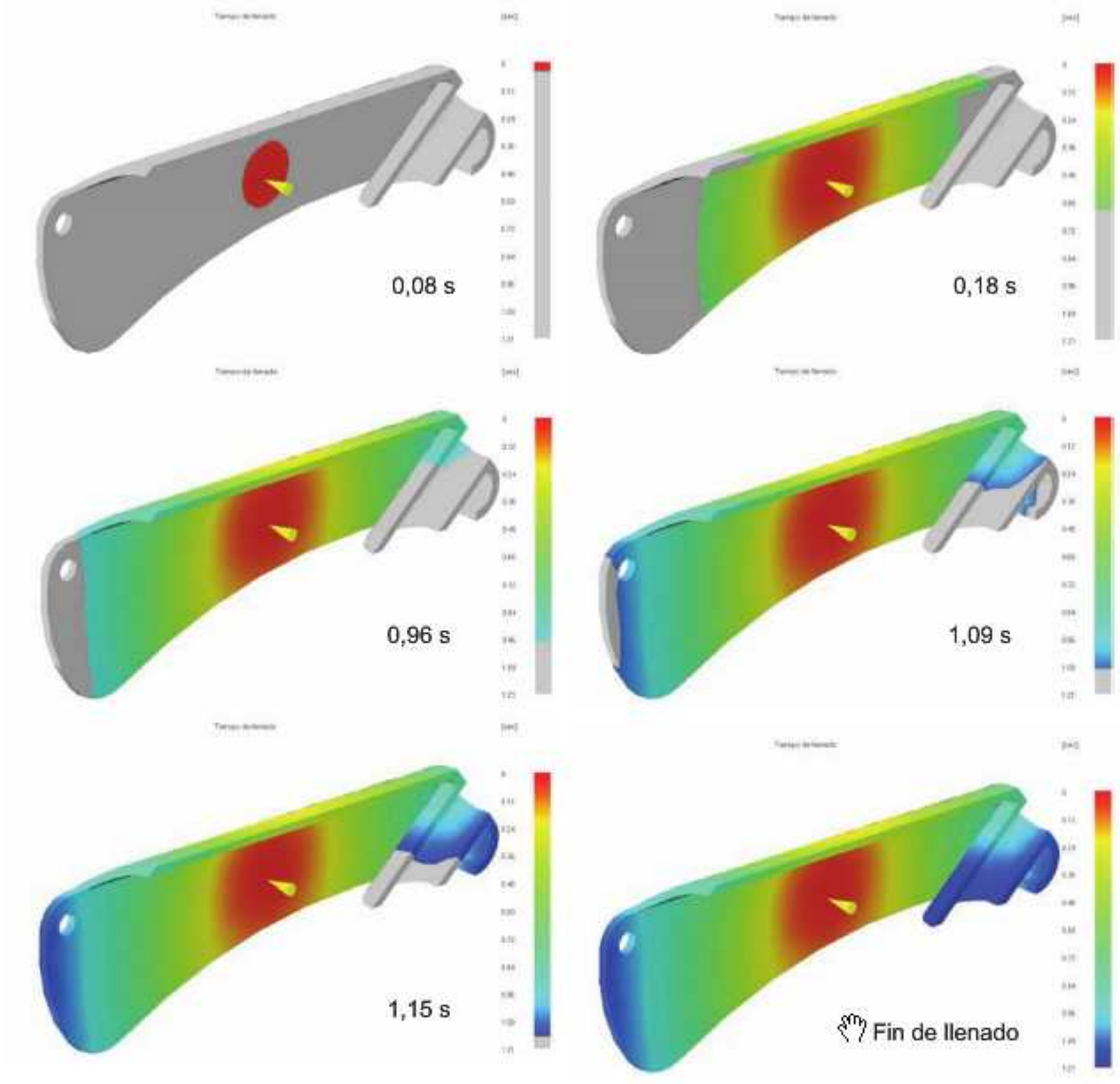


Figura 18.27. Trazados de tiempo de llenado (**Fill Time**).

Capítulo 19
FloXpress® y Flow Simulation®

Introducción

Las herramientas **FloXpress®** y **Flow Simulation®** son aplicaciones exclusivas de SolidWorks® de Dinámica de Fluidos Computacional (CFD) que permiten predecir, mediante la **Simulación por Elementos Finitos**, la forma en la que un fluido se comporta bajo unas condiciones de contorno determinadas.

Mientras que **FloXpress®** es una herramienta básica de validación que informa sobre la trayectoria de flujo y su velocidad en fluidos como el agua o el aire, **SolidWorks Flow Simulation®** es una aplicación más compleja y permite la realización de estudios más específicos. El uso de condiciones de contorno con paredes ideales, móvil, etc., ventiladores, simulaciones de disipador térmico y transferencia de calor, medios poroso, radiación, materiales sólidos, enfriadores termoeléctricos, problemas transitorios, etc.

Es recomendable usar **FloXpress®** en ensayos rápidos para entender la forma en la que se comporta un fluido durante las primeras etapas de diseño. Para diseños más avanzados y evaluaciones más exactas y precisas utilice **SolidWorks Flow Simulation®**.

Contenido

- Diferencias entre **FloXpress®** y **SolidWorks Flow Simulation®**.
- Etapas básicas en la realización de los estudios fluídicos.
- Análisis y visualización de los resultados en los diferentes tipos de trazados.
- Interpretación de los resultados de los trazados.
- Prácticas con las dos aplicaciones de Dinámica de Fluidos Computacional (CFD).

Objetivos

- Justificar el uso de las Herramientas CFD (**FloXpress®** y **Flow Simulation®**).
- Estudiar las etapas en la realización de un estudio con **FloXpress®** y **Flow Simulation®**.
- Analizar los resultados obtenidos de los distintos tipos de trazados.
- Conocer el proceso de creación de animaciones e informes técnicos.

19.1 Introducción a FloXpress®

SolidWorks FloXpress® es una aplicación de dinámica de fluidos computacional (CFD), incluida en SolidWorks, que permite analizar el comportamiento de un flujo en modelos de pieza o ensamblajes.

Es una herramienta útil en las primeras etapas de diseño de un producto donde tan solo interesa conocer el comportamiento de un fluido a partir del campo de velocidad y sus trayectorias. Al estar completamente integrada en SolidWorks puede rediseñar el producto y volver a simular nuevamente tantas veces como sea necesario con el objeto de definir mejores productos.

Se encuentra como un único icono en el Menú **Herramientas** y funciona como un asistente en cinco etapas: Bienvenida, comprobación de la geometría, selección del fluido, definición de las condiciones de contorno y visualización de resultados.

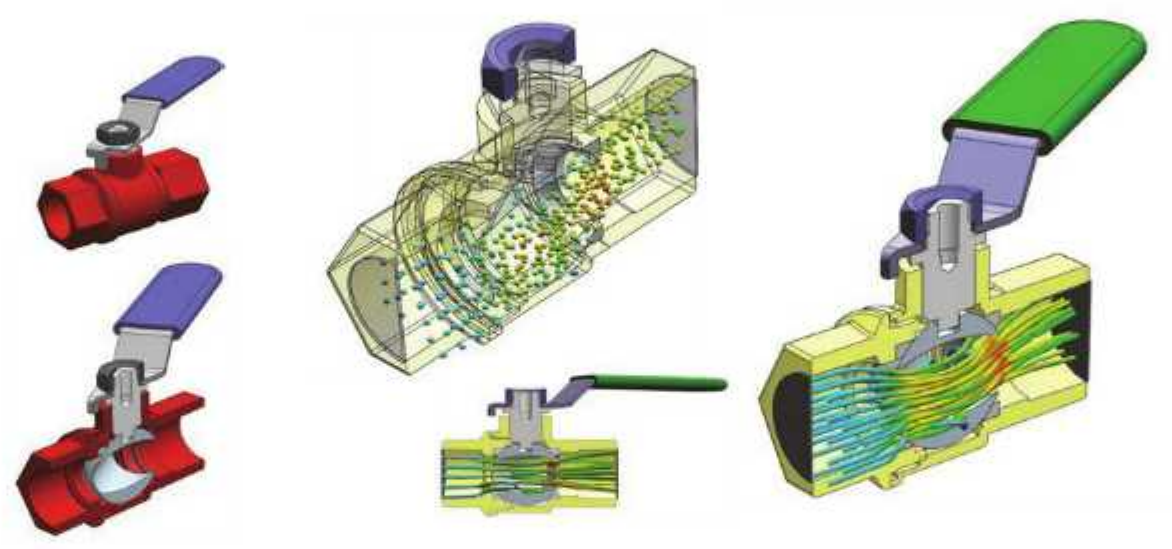


Figura 19.1. Análisis de un fluido en una válvula de bola.

Después de completarse el análisis pueden examinarse las trayectorias del flujo establecidas entre las áreas de entrada y salida. Las trayectorias de flujo se muestran mediante tuberías o bolas indicando sus velocidades a partir de la gama de colores. Los resultados obtenidos pueden capturarse como imagen JPEG o como vídeo AVI. Además, puede generar un informe en Microsoft Word con toda la información generada en el estudio. El empleo de **FloXpress** puede realizarse al mismo tiempo que se diseña el producto (planos, ensamblajes, etc.) pudiendo apreciar cómo los cambios geométricos o modificaciones del producto afectan al flujo evaluado.

Después de definir con suficiente detalle el producto y cuando sea necesario analizar con mayor profundidad el comportamiento fluídico es recomendable emplear **SolidWorks Flow Simulation®**. Dispone de funciones avanzadas de análisis de transferencia de calor (paredes adiabáticas o sólidos), distintos tipos de fluidos (líquidos, gases/vapores, gases reales, líquidos no newtonianos y líquidos compresibles), gran cantidad de condiciones de contorno tanto para la entrada como para la salida y pueden visualizarse los resultados con un gran número de trazados. En la tabla de la Figura 19.2 se describen las capacidades de **FloXpress®** y **Flow Simulation®**.

Capacidad	SolidWorks FloXpress	SolidWorks Flow Simulation
Animaciones	Sí	Sí
Trayectorias de flujo	Sí	Sí
Análisis de ensamblaje y pieza	Sí	Sí
Condiciones de contorno de apertura de fluido	Sí	Sí
Condiciones de contorno de apertura de presión	Sí	Sí
Problemas permanentes e internos	Sí	Sí
Flujo 2D	Sí	Sí
Condiciones de contorno: Pared ideal, Pared móvil, etc.	No	Sí
Resistencias de contacto	No	Sí
Problemas externos	No	Sí
Ventiladores	No	Sí
Subdominios de fluidos	No	Sí
Gravedad	No	Sí
Simulaciones de disipador térmico y transferencia de calor	No	Sí
Superficies Iso	No	Sí
Configuración de malla	No	Sí
Visualización de malla y partículas	No	Sí
Trazados: Perfil 3D, Cortar, Objetivo, Superficie y XY.	No	Sí
Parámetros de punto, superficie y volumen	No	Sí
Medios porosos	No	Sí
Radiación	No	Sí
Rotación	No	Sí
Materiales sólidos	No	Sí
Enfriadores termoeléctricos	No	Sí
Problemas transitorios	No	Sí

Figura 19.2. Comparación entre las funcionalidades de FloXpress y Flow Simulation.

19.2 SoldiWorks FloXpress®

FloXpress® utiliza un asistente en cinco pasos en la realización del análisis básico del flujo. Para empezar pulse sobre **FloXpress®** desde el Menú de persiana **Herramientas**. En el Gestor de Diseño aparece la Bienvenida al asistente de **FloXpress®**. A partir de entonces debe pulsar sobre **Siguiente** para ir definiendo la entrada y salida, el tipo de fluido y el resto de condiciones de contorno. El procedimiento de trabajo es similar al descrito en la aplicación de comportamiento mecánico (**SimulationXpress®**).

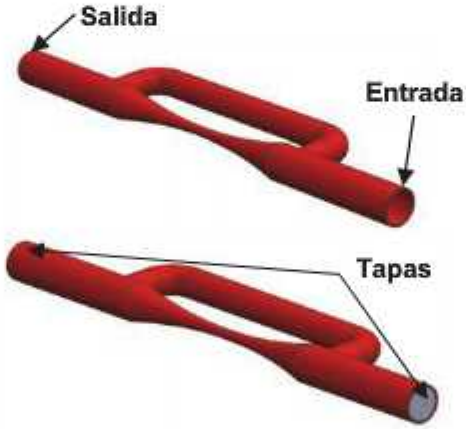
Inicio o bienvenida

La primera etapa del asistente informa sobre el funcionamiento de la aplicación y sobre la necesidad de tapar las aperturas de la cavidad del modelo de pieza o ensamblaje a analizar. En el primer caso debe crear una nueva pieza en el ensamblaje que se corresponda con una operación de extrusión para que tape la entrada y salida del modelo. En los modelos que sean piezas tan solo debe crear operaciones de extrusión que tapen las aperturas. Para crear una pieza en ensamblaje recuerde que debe utilizar la orden **Nueva pieza** desde el Menú de persiana **Insertar**, **Insertar componente**, **Nueva pieza**.



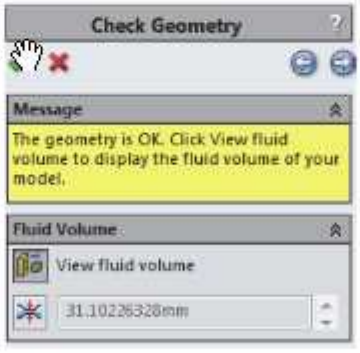


Vea el DVD
Capítulo 19

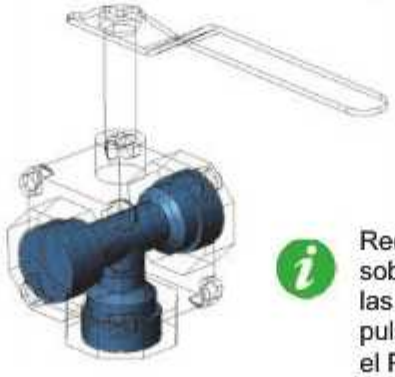


Comprobación de la geometría

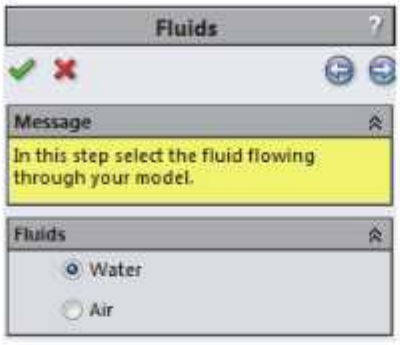
La segunda etapa consiste en la realización del cálculo del volumen contenido y el paso de fluido más pequeño. En esta etapa se asegura que se tiene una única entrada y una única salida. En caso de no cumplir con el requisito SolidWorks impide seguir con el proceso.





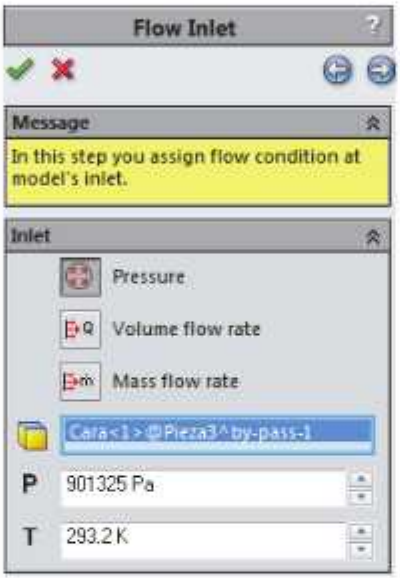


Recuerde que si tiene alguna duda sobre el funcionamiento de alguna de las funciones de SolidWorks puede pulsar sobre la **Ayuda** que aparece en el PropertyManager.



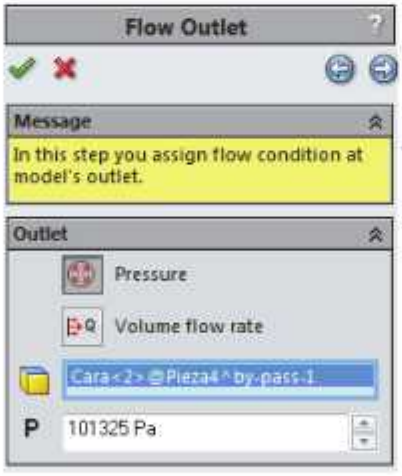
Selección del fluido

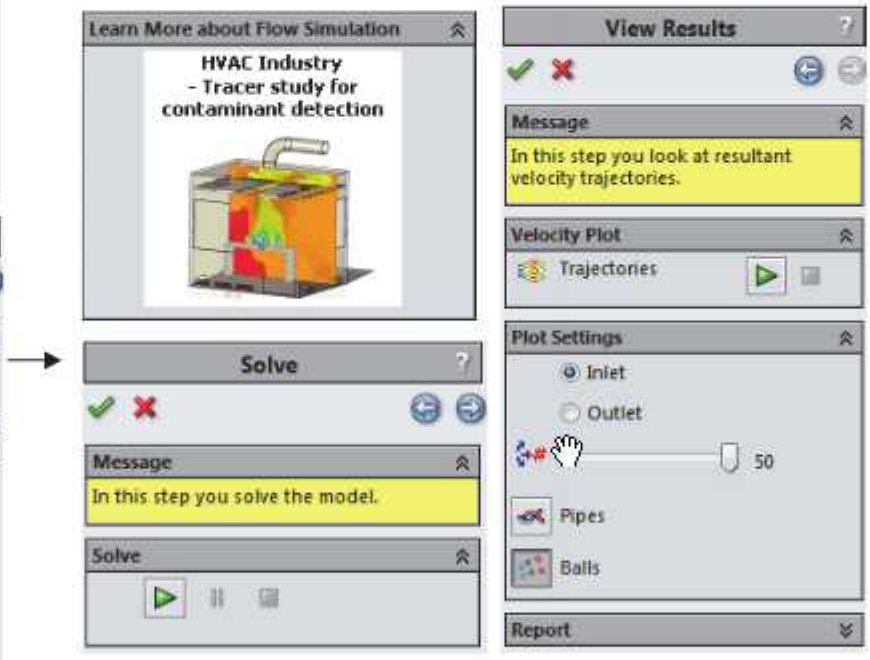
Permite seleccionar dos únicos fluidos: aire y agua. Para utilizar otro tipo de fluidos debe emplearse **SolidWorks Flow Simulation**. Con **SolidWorks Flow Simulation** puede analizar el flujo de hasta diez fluidos de diferentes tipos (líquidos, gases/vapor, gases reales, líquidos no newtonianos y líquidos compresibles). Además, pueden definirse fluidos personalizados a través de la indicación de sus propiedades reológicas.



Definición de las condiciones de contorno

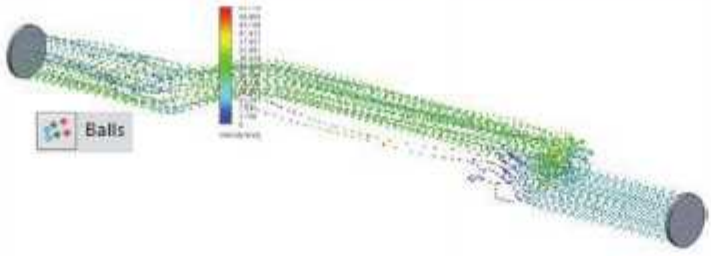
Debe definir la cara de entrada y salida del flujo. En cada una de las selecciones debe especificar la presión, el índice de flujo de volumen o el índice de masa. Además, puede definir la temperatura del mismo aunque **FloXpress®** no considera los efectos de calor en los sólidos. La versión **Flow Simulation** permite definir entradas y salidas con: Volumen de masa, Flujo de volumen, Velocidad, Número Mach, Presión estática, Presión total, Presión del ambiente y/o Presión de la pared.



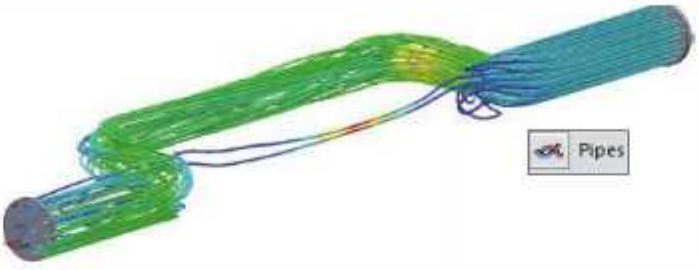


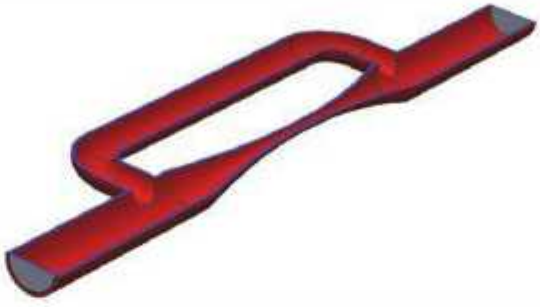
Visualización de resultados

Después de completarse el análisis puede examinar las trayectorias de flujo establecidas entre las áreas de entrada y salida. Las trayectorias se muestran mediante tuberías o bolas indicando las velocidades del fluido en función de los colores indicados. Los resultados obtenidos pueden capturarse como imagen JPEG o como vídeo AVI. Además, puede generar un informe en Microsoft Word con toda la información generada en el estudio.



Los trazados de bolas o tubería adquieren distinto color en función de la velocidad del flujo. Observe como en las regiones dónde se produce una reducción de sección se produce un incremento de la velocidad de flujo (color rojo).



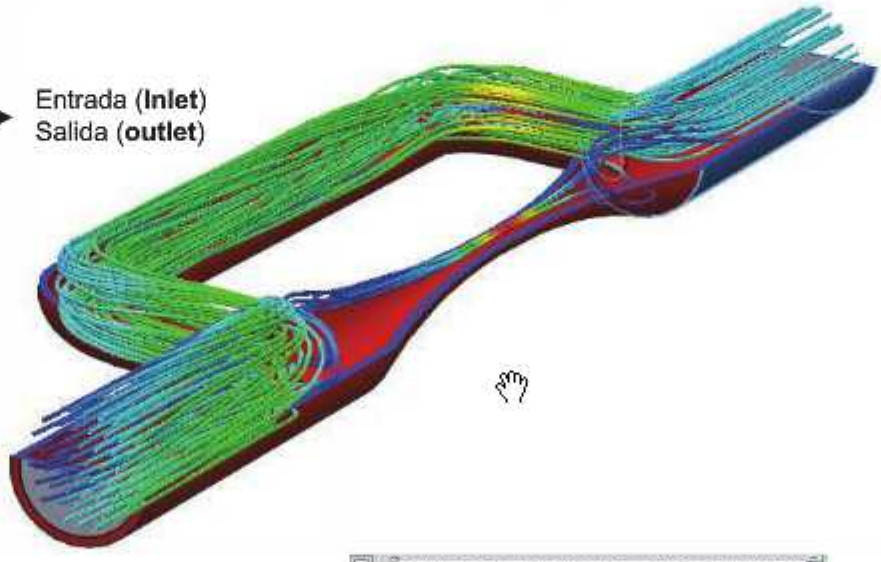




Las animaciones muestran cómo se produce un incremento de la velocidad de las esferas cuando pasan por secciones estrechas.

→ Trazado de velocidades. Play (**Animate**)

→ Entrada (**Inlet**)
Salida (**outlet**)



→ Creación de informe



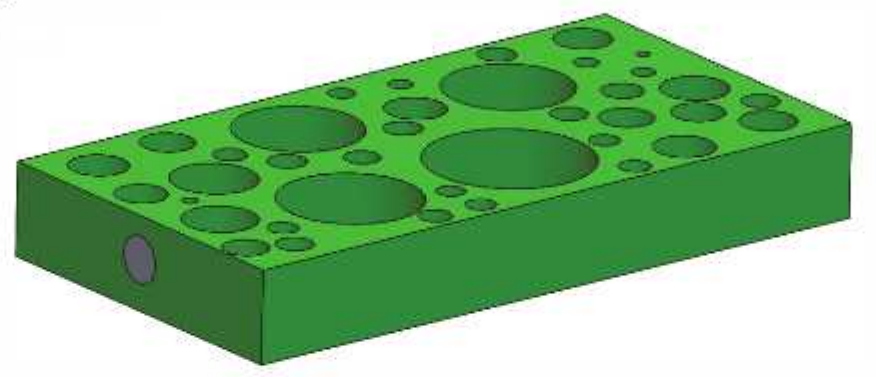
Figura 19.3. Visualización de los resultados y creación de informes.

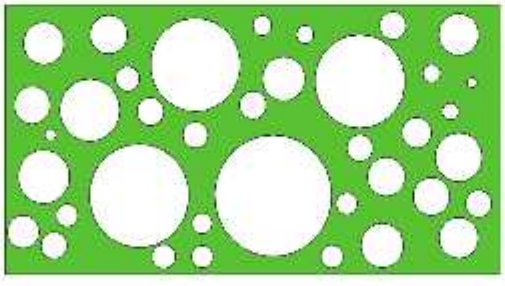
Práctica 19-1

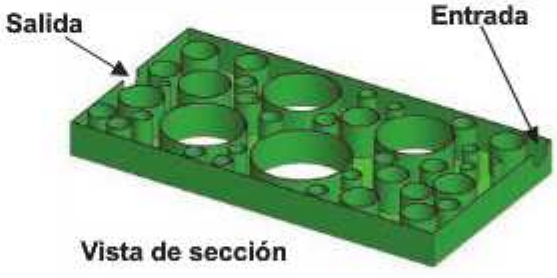
A partir de la pieza contenida en el DVD que acompaña el libro realice un estudio de las trayectorias de flujo y la velocidad del agua cuando es forzada a pasar por el medio poroso definido en la figura.

10 minutos

Caudal y temperatura:
- Agua
- Q=0,02 m^3/s
- T=293.2 K







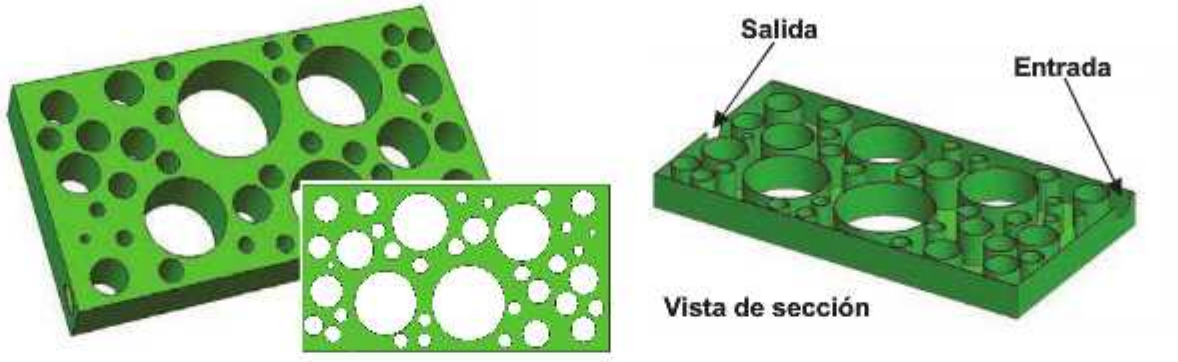
Vea el DVD
Capítulo 19

Objetivos del tutorial

- Conocer las **Etapas básicas** de simulación fluídica con **FloXpress**.
- Crear las tapas de **entrada** y **salida**.
- Definir las **condiciones de contorno** (Fluido, entradas y salidas, paredes, etc.).
- Interpretar los resultados del **Análisis fluídico**.

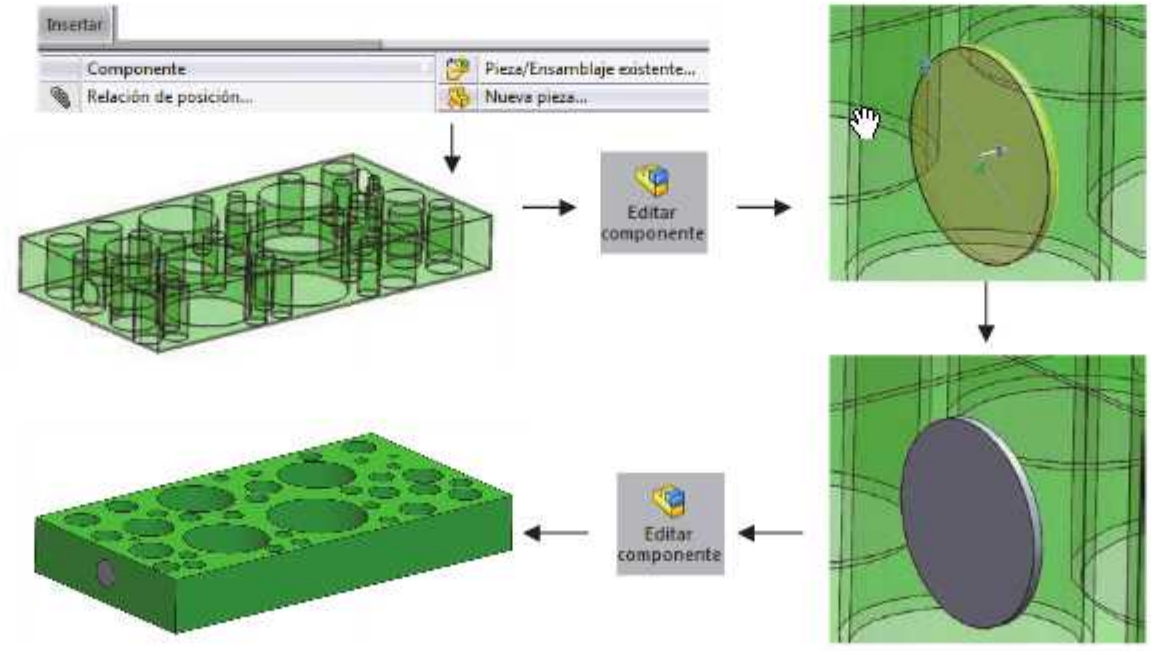
Creación del ensamblaje y de las tapas en los extremos

1- Pulse la opción **Abrir** desde el Menú de Persiana **Archivo**. Localice el fichero **Práctica 19-1** dentro de la carpeta Capítulo 19 del DVD que acompaña el libro. Pulse **abrir**. Observe que se trata de un modelo hueco con una entrada y una salida. Se desea hacer circular agua por su interior.

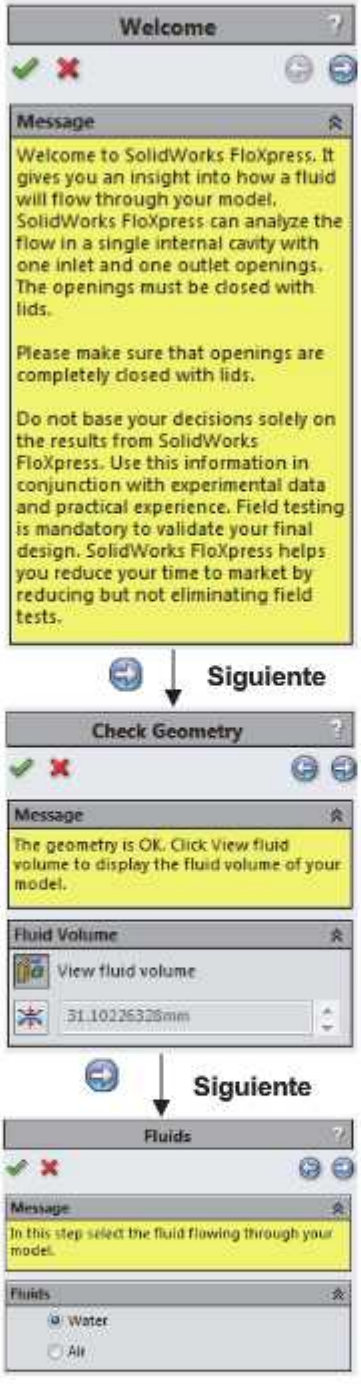


2- Pulse **Nuevo** y cree un nuevo documento de ensamblaje. Para crear las tapas en la entrada y en la salida pulse sobre el **Insertar Componentes** desde la pestaña de **Ensamblaje** o desde el Menú de persiana **Insertar**, **Insertar Componentes**, **Nueva pieza**.

3- Pulse con el botón izquierdo sobre la cara en la que se va a crear la primera de las tapas (entrada). En ese momento el modelo pasa a ser transparente. Observe que el icono **Editar componente** está activado con el croquis abierto. Croquice un círculo en la abertura a tapar. El círculo debe tener el mismo diámetro que la abertura practicada (Ø20). Pulse **Extruir** desde la pestaña **Operaciones** para crear una extrusión de 1 mm. Para finalizar con el proceso pulse sobre **Editar Componente**. Repita el mismo proceso para la segunda tapa (salida).



Estudio fluídico (Definición de las condiciones de contorno)



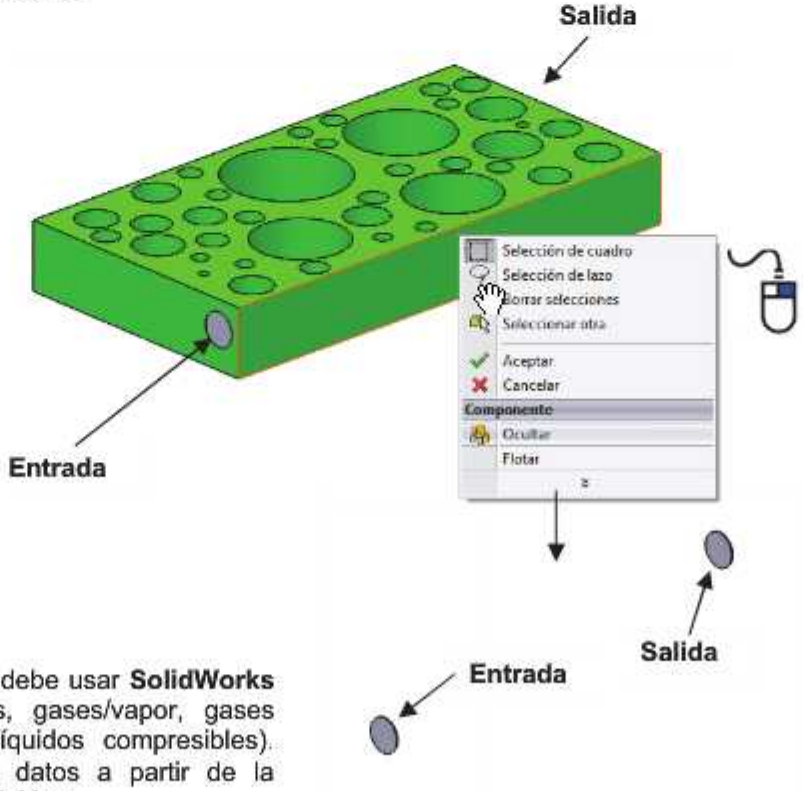
4- Antes de iniciar el proceso recuerde guardar el ensamblaje creado (**Ctrl+S**). A continuación pulse sobre **FloXpress** desde el Menú de persiana **Herramientas**. El **Gestor de Diseño** le da la **Bienvenida** al proceso de definición de las condiciones de contorno e indica que no es recomendable basar únicamente los diseños en los resultados obtenidos en las simulaciones con **FloXpress**. Además, indica las características que debe tener la geometría a estudiar: cavidad simple con una entrada y una única salida cerradas. Pulse la tecla de **Siguiente**.

5- En **Check Geometry** se verifica la aptitud de la geometría para la realización del estudio. Debe aparecer el mensaje indicando que la geometría es correcta (**The geometry is OK**). Puede visualizar el volumen de fluido contenido en la cavidad de estudio y conocer las dimensiones del mayor cuello de botella (**smallest flow passage**). Pulse la tecla de **Siguiente**.

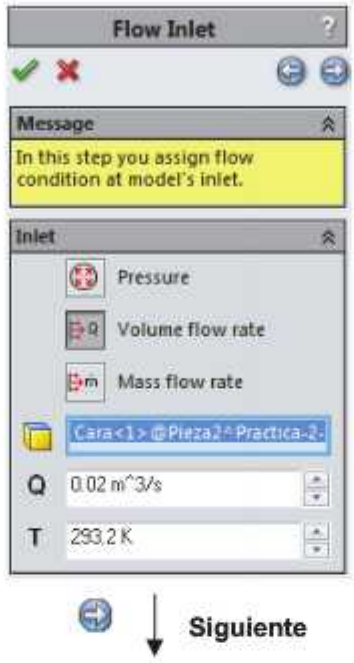
6- Seleccione Agua (**Water**) en la pestaña de **Fluids**. Pulse la tecla de **Siguiente**.

7- Antes de definir las condiciones de entrada y salida del flujo es necesario ocultar el modelo para poder seleccionar las caras interiores de las tapas. Pulse sobre el modelo con el botón derecho del ratón y seleccione **Ocultar**. Pulse la tecla de **Siguiente**.

:



Para el empleo de otro tipo de fluidos debe usar **SolidWorks Flow Simulation**. Contiene: líquidos, gases/vapor, gases reales, líquidos no newtonianos y líquidos compresibles). Además, puede ampliar la base de datos a partir de la definición de las propiedades de otros fluidos.



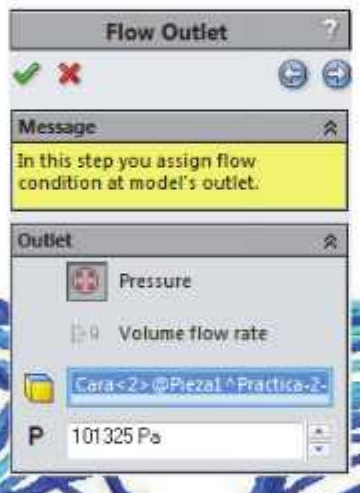
8- Para definir el caudal de la entrada (**Flow Inlet**) active la casilla **Volume Flow rate**. En caudal defina uno de 0,02 m^3/s y 293,2 K. Pulse con el botón izquierdo del ratón sobre la cara interna de la tapa que define la entrada de flujo. Observe los vectores de dirección en color rojo. Pulse la tecla de **Siguiente** para definir la salida.

9- Repita la misma acción pero para la salida (**Flow Outlet**) En este caso debe seleccionar la cara interior de la tapa de salida e indicar una presión atmosférica (10325 Pa). Pulse la tecla de **Siguiente**.

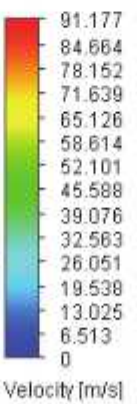


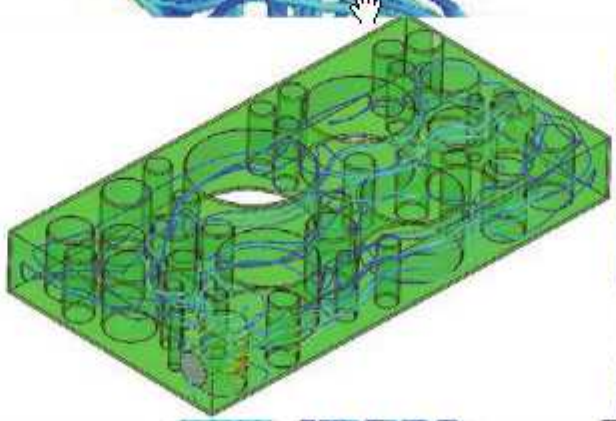
Entrada **Salida**

10- Pulse sobre **Solve** para iniciar el proceso de análisis de flujo. Después de unos minutos aparece la ventana de **Results** con los resultados del análisis. Puede examinar las trayectorias de flujo establecidas entre las áreas de entrada y salida del mismo. Observe que para cada color se asigna una velocidad de flujo.







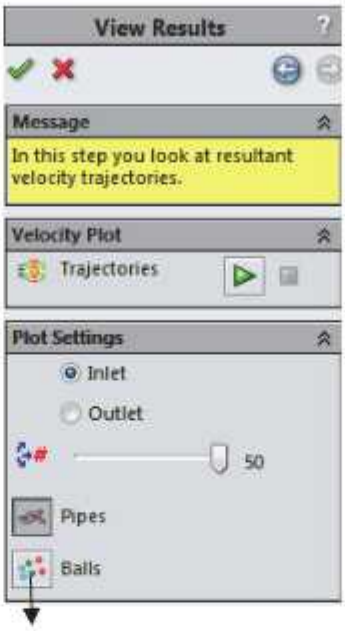


Los efectos térmicos en la transferencia de calor no se tienen en cuenta en **FloXpress**. El cálculo de la distribución de temperatura en el fluido es realizado pero no se muestran los resultados. Debe utilizar **SolidWorks Flow Simulation**.

11- Pulse sobre **Animate** para ver la animación de las líneas de flujo de las trayectorias mediante tuberías (**Pipes**) o bolas (**Balls**).

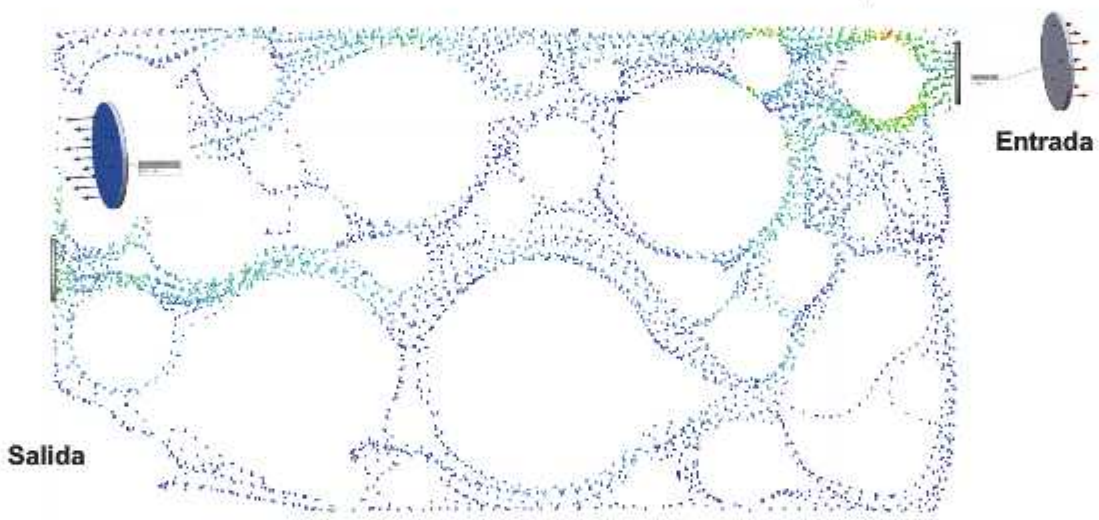
Observe el distinto color en función de la velocidad del flujo. En las regiones en las que se tienen reducción de la sección de paso se produce un incremento de la velocidad de flujo.

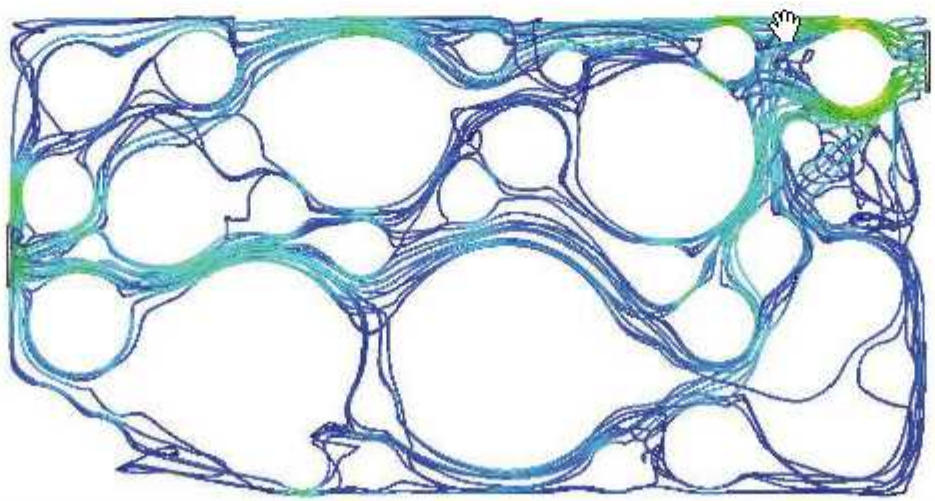
12- Puede **Guardar** una instantánea de las trayectorias del flujo como una imagen JPEG o crear un informe para Microsoft Word con toda la información del proyecto, los valores de velocidad de flujo máximos y las imágenes generadas desde la ventana **Report**.



Capturar imagen

Informe





19.4 SolidWorks Flow Simulation®

FloXpress® es una herramienta básica que únicamente informa sobre la trayectoria y la velocidad de los fluidos (agua o aire). Además, no tiene en cuenta aspectos térmicos, la dependencia del tiempo y otros aspectos que definen las condiciones de contorno.

SolidWorks Flow Simulation® es una herramienta de Dinámica de Fluidos Computacional (CFD) perfectamente integrada en SolidWorks que permite realizar estudios fluídicos con un elevado nivel en los resultados obtenidos. Es una herramienta que cada vez es más usada, no solo por ingenieros y diseñadores en áreas productivas, sino que también se emplea en investigación.

SolidWorks Flow Simulation® posee una gran cantidad de modelos físicos y de funciones de flujos de fluido para facilitar el proceso de simulación entre las principales características se destacan: Flujo de líquido y gas con transferencia de calor, Flujo de fluidos externo e interno, Flujos laminares, turbulentos y de transición, Flujo dependiente del tiempo, Regímenes subsónicos, transónicos y supersónicos, Mezcla de gas, mezcla de líquido, Conjugación de la transferencia de calor, Transferencia de calor en sólidos, Líquido incompresible y compresible, Gas compresible, Gases reales, Vapor de agua, Fluidos no newtonianos (para simular sangre, miel, plásticos fundidos), entre otras.

Además, puede realizar el análisis térmico de fluidos y analizar la transferencia de calor (conducción térmica en sólidos, convección entre fluidos y sólidos, y radiación) con la dinámica de fluidos computacional (CFD) con el fin de: detectar las zonas activas de los diseños, reducir los fenómenos de sobrecalentamiento, mejorar el aislamiento térmico o aprovechar el rendimiento térmico de los productos.

SolidWorks Flow Simulation® calcula los campos de temperatura en estado estable o transitorio debido a: transferencia de calor en sólidos (conducción), convección libre, forzada y mixta, radiación, fuentes de calor (tasa de generación de calor, potencia térmica, temperatura, etc. Los campos de temperatura pueden exportarse a **SolidWorks Simulation** para realizar un análisis de tensión térmica.

Los principales campos de aplicación son en sectores como automoción, aeroespaciales, defensa, ciencias de la vida, maquinaria y alta tecnología. De hecho, casi todos los diseños encuentran dinámicas de fluidos en algún momento de su ciclo de vida, ya sea por calor o líquidos, de forma interna o externa.

Para más información visite la web de SolidWorks: www.solidworks.com.

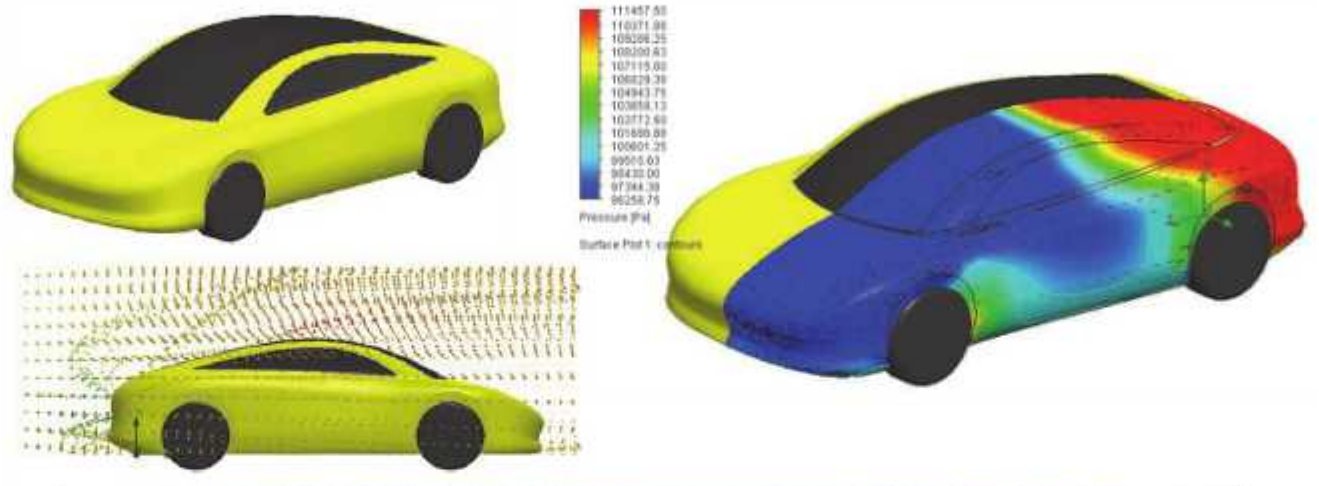


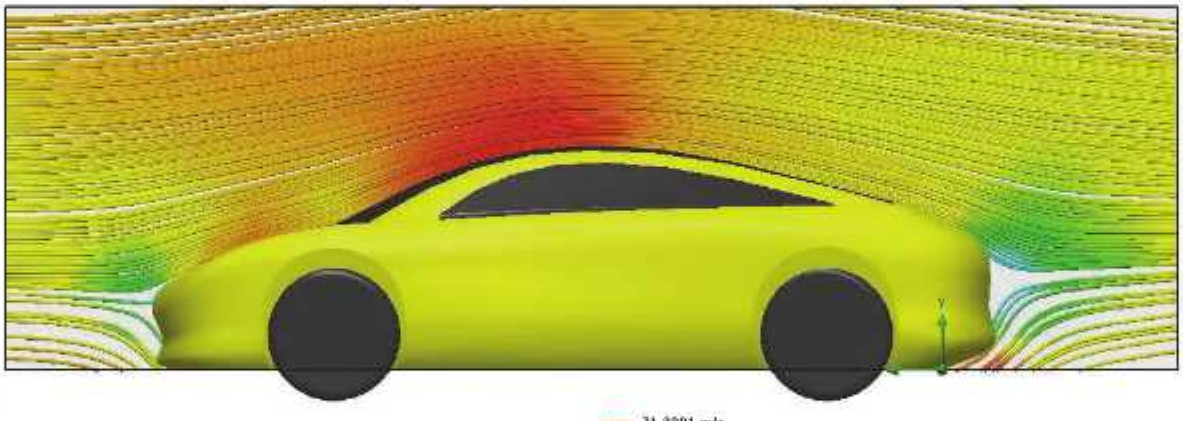
Figura 19.4. SolidWorks Flow Simulation.

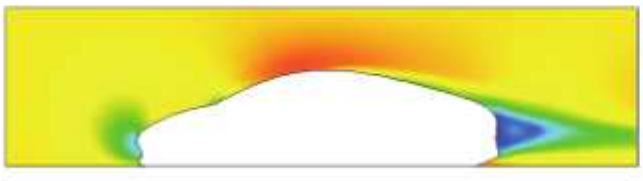
Práctica 19-2

Descargue el modelo de carrocería 3D de 3DContentCentral y realice un estudio fluidico con las condiciones de contorno definidas e flujo laminar y turbulento (velocidad del aire 55,5 m/s).

15 minutos









Unidades S.I (m, Kg, s)
Fluido: aire (Laminar y turbulento)
Velocidad (Z) 55,5 m/s



Vea el DVD
Capítulo 19

Objetivos del tutorial

- Conocer las **Etapas básicas** de un estudio fluídico con **Flow Simulation**.
- Definir fluidos, condiciones de contorno y dominio computacional de ensayo.
- Interpretar los resultados de los trazados de trayecto, isosuperficies y Cut Plots.
- Interpretar los resultados de los trazados obtenidos.

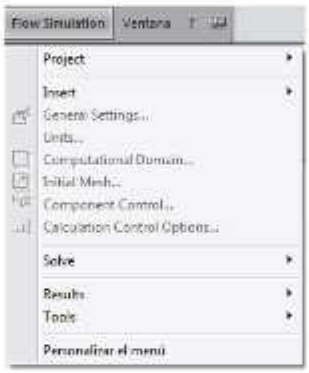
Práctica guiada 9-2

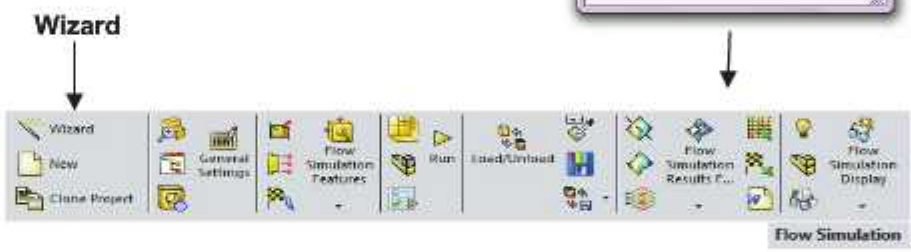
1- Desde Internet acceda a la Web www.3dcontentcentral.es y descargue el modelo indicado en la figura. Puede emplear cualquier otro modelo (aviones, motos, etc.).



2- Abra el modelo 3D descargado y acceda al Menú de persiana **Herramientas**, **Complementos**. Active la aplicación **SolidWorks Flow Simulation**. Pulse **Aceptar**. Observe el nuevo Menú de persiana **Flow Simulation** y la nueva barra de Herramientas.

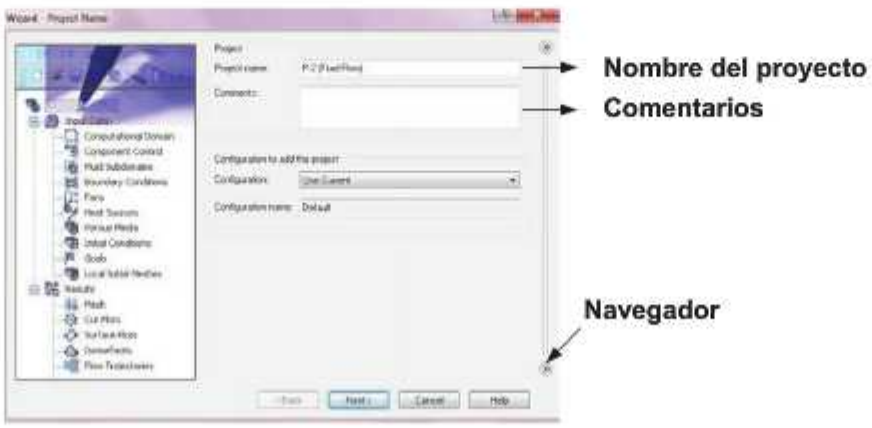






Nombre del proyecto, definición de unidades, tipo de análisis y Fluidos

3- Para iniciar el estudio pulse sobre **Wizard** desde la Barra de **Flow Simulation**. Indique el nombre del proyecto y los comentarios que considere y pulse sobre **Next** para continuar con la definición de las condiciones de contorno. Pulse sobre la flecha inferior (Navegador) para ver las 8 etapas que deben definirse durante el proceso.





4- Defina el sistema de unidades como **S.I** (m-Kg-s). Pulse **Next** para continuar. En **Analysis Type** seleccione **External**. Se considera que las cavidades están cerradas y no tiene ningún interés el estudio fluidico en las partes internas de la geometría. Active las casillas: **Exclude cavities without flow conitions** y **Exclude internal space**. Desactive la casilla para hacer el estudio en función del tiempo. En este caso se realiza un estudio en régimen estacionario. La dependencia con el tiempo exige mayor número de horas de computación. Como eje de referencia seleccione Z (**Reference Axis**: Z). Pulse **Next** para definir el tipo de fluido (**Fluids**).

5- En **Tipo de Fluido** seleccione Aire (**Air**) y Laminar y Turbulento (**Laminar and turbulent**). Pulse sobre **Next**.



Definición de las condiciones de contorno

6- La siguiente ventana (**Wall Conditions**) permite definir las condiciones de las pareced del modelo. En el caso del presente estudio defina las paredes como adiabáticas (**adiabatic Wall**) y sin rugosidad (**Roughness 0 micrometer**). Pulse **Next.**

7- En **Initial conditions** defina las condiciones indicadas en la figura (Parámetros termodinámicos, velocidad y parámetros de turbulencia). Asegúrese de que la velocidad en el eje Z sea de -50,5 m/s (200 km/h) en la dirección frontal del modelo. Pulse **Next.**



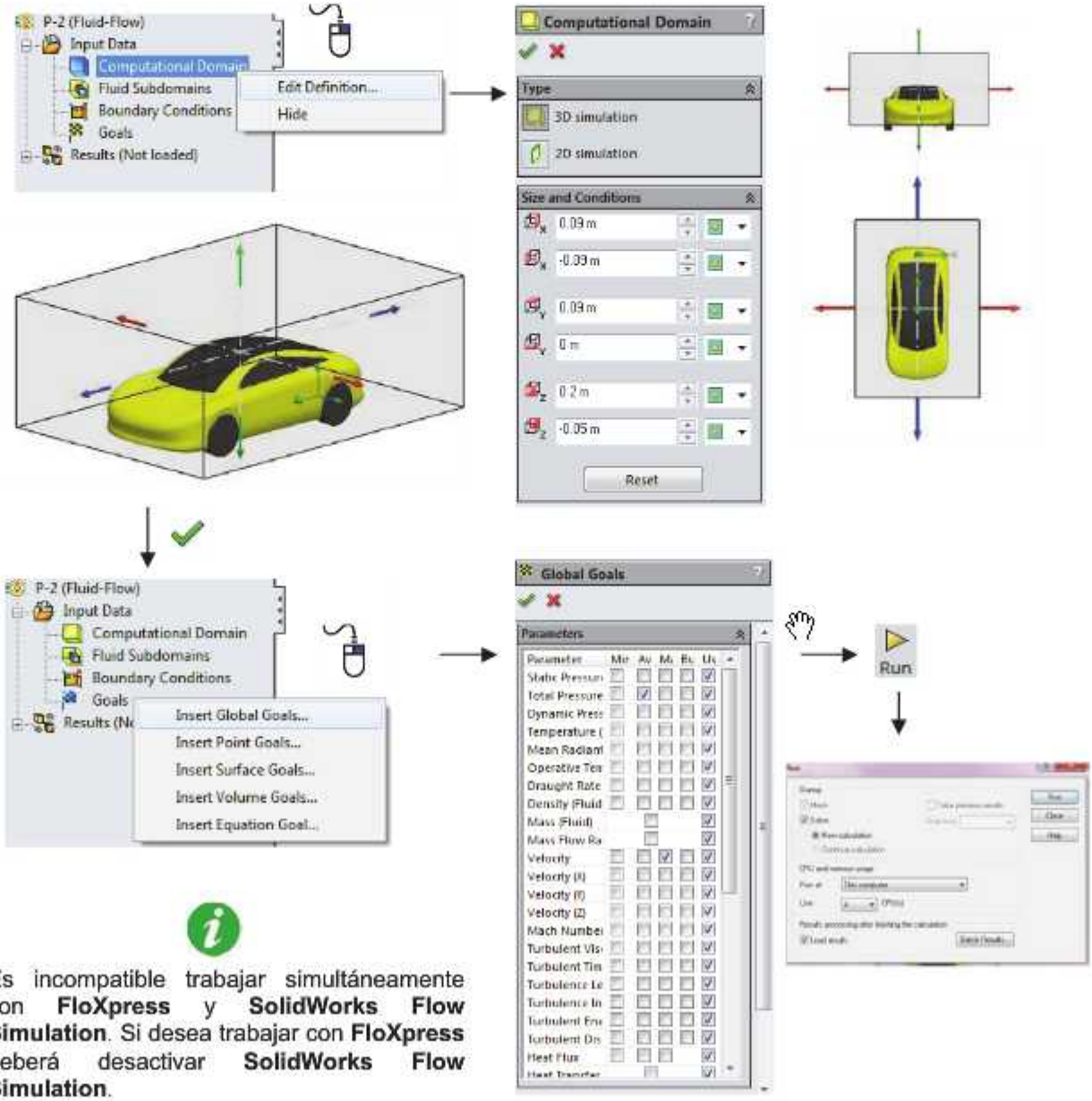
8- En **Results and geometry resolution** se define la densidad del mallado para la realización de los cálculos. Desplace la barra horizontal hasta el valor de 4. La mayor definición de la malla se produce con el valor 8 (resultados más precisos y mayor tiempo de cálculo requerido). Pulse **Finish** para definir el dominio computacional a estudiar.

Definición del dominio computacional, objetivos e iniciar el cálculo

9- Pulse con el botón derecho del ratón sobre **Computational Domain**. Desde la Zona de gráficos puede desplazar los ejes que definen el dominio computacional a estudiar. Pulse **Aceptar**. En la mayoría de los casos es recomendable seleccionar la mitad simétrica del modelo de estudio para agilizar el proceso de cálculo.

10- Para definir los objetivos de la simulación pulse con el botón derecho del ratón sobre **Goals**. Active los parámetros indicados en la figura (presión, velocidad y fuerza media). Pulse **Aceptar**. La selección de un mayor número de objetivos exige mayor tiempo de cálculo.

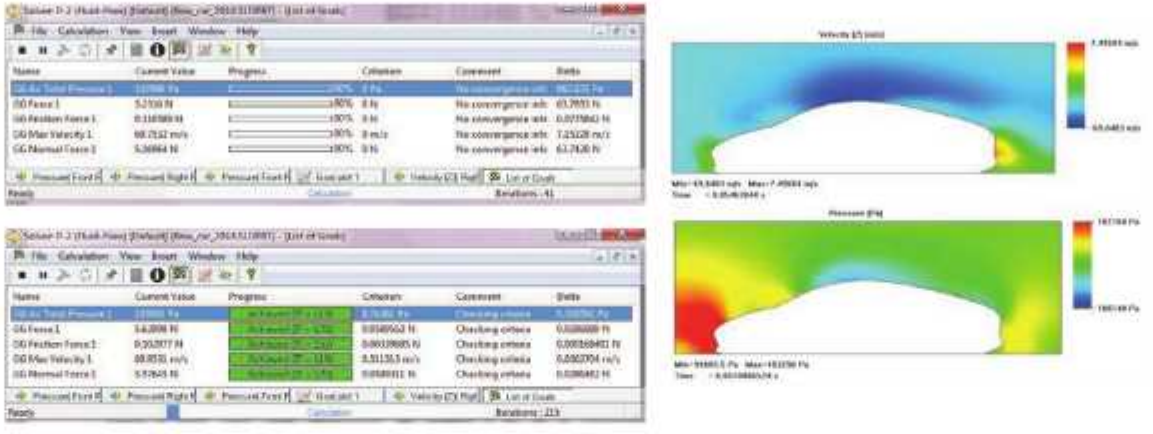
11- Pulse **Run** desde el Menú **SolidWorks Flow Simulation** o pulse con el botón derecho del ratón sobre P-2 (Fluid-Flow) y seleccione **Run**. Puede seleccionar el número de CPU de su ordenador a utilizar en el proceso de cálculo.



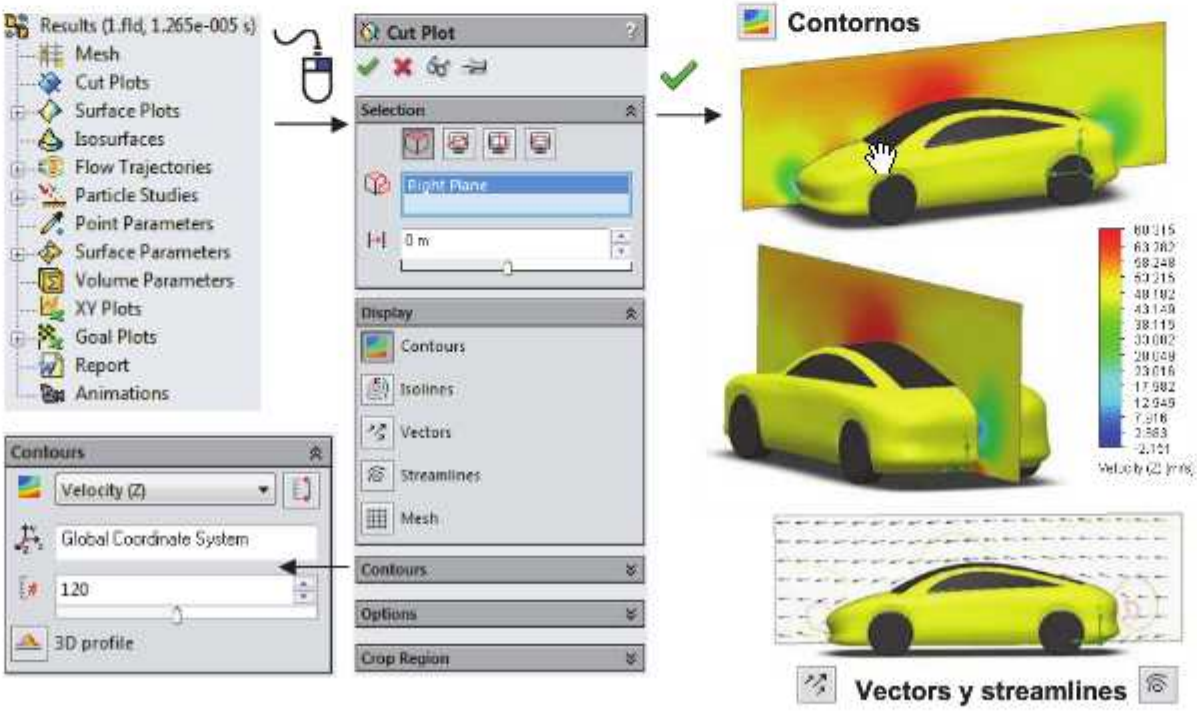
Es incompatible trabajar simultáneamente con **FloXpress** y **SolidWorks Flow Simulation**. Si desea trabajar con **FloXpress** deberá desactivar **SolidWorks Flow Simulation**.

Resultados

12- Después de unos minutos las barras de progreso para cada uno de los objetivos definidos pasan a tener color verde (finalización del análisis y fin de la convergencia). Puede ir viendo los trazados de velocidad y de presión así como los resultados de convergencia durante el proceso de resolución.

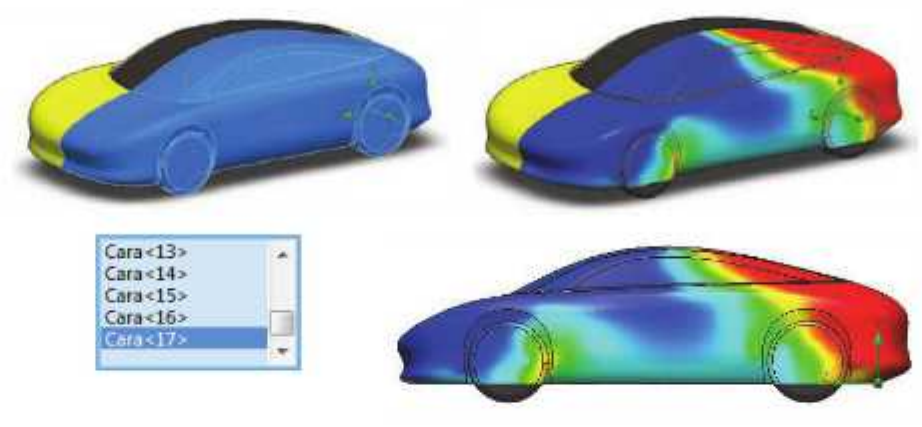


13- Desde la carpeta **Results** pueden trazarse distintos gráficos: **Cut plot**, **Contours**, **Isolines**, **Vectors**, **Streamlines**, **Mesh** y **Crop region**. Para crear un trazado de corte (**Cut plot**) seleccione con el botón derecho del ratón sobre **Cut Plots** y seleccione **Insert**. En **Selection** indique el plano de corte que consigue dividir el coche en dos partes simétricas (**Right Plane**). Desde el cuadro de **Offset** puede mover el plano de corte. En **Display** seleccione **Contours** para marcar sobre el plano seleccionado el trazado de presión o velocidad. Pruebe el resto de trazados (**Isolines**, **Vectors**, **Streamlines** y **Mesh**). Desde **Contours** seleccione el tipo de trazado a representar: Velocidad, Presión, Temperatura, Vorticidad, etc.). Pulse **Aceptar**.

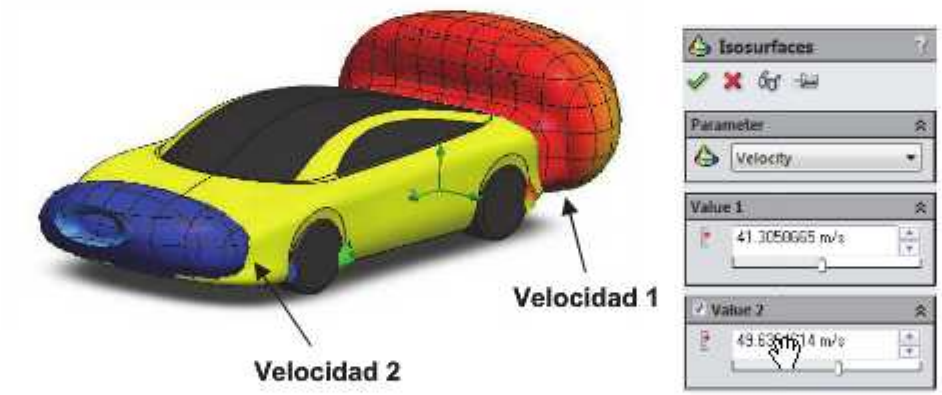




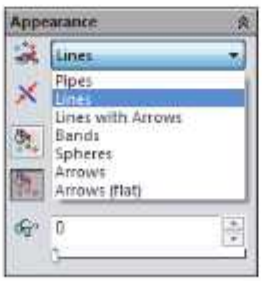
14- Para crear el resto de trazados pulse sobre cada uno de ellos con el botón derecho del ratón y seleccione **Insert**. Repita el mismo proceso que el descrito en el apartado 13. En el caso de **Surface Plot** puede crear un trazado de alguna de las variables de estudio (presión, temperatura, etc.) sobre una o más superficies que definen el modelo de estudio.

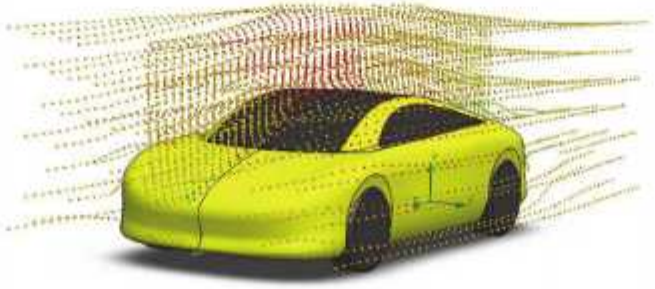


15- El gráfico de isosuperficies (**Isosurface**) representa superficies con el mismo valor de la variable de estudio. Puede seleccionar una variable (presión, temperatura, vorticidad, etc.) e indicar y representarla en intervalos. En la figura se presenta la velocidad de flujo comprendida entre 41 y 49 m/s.



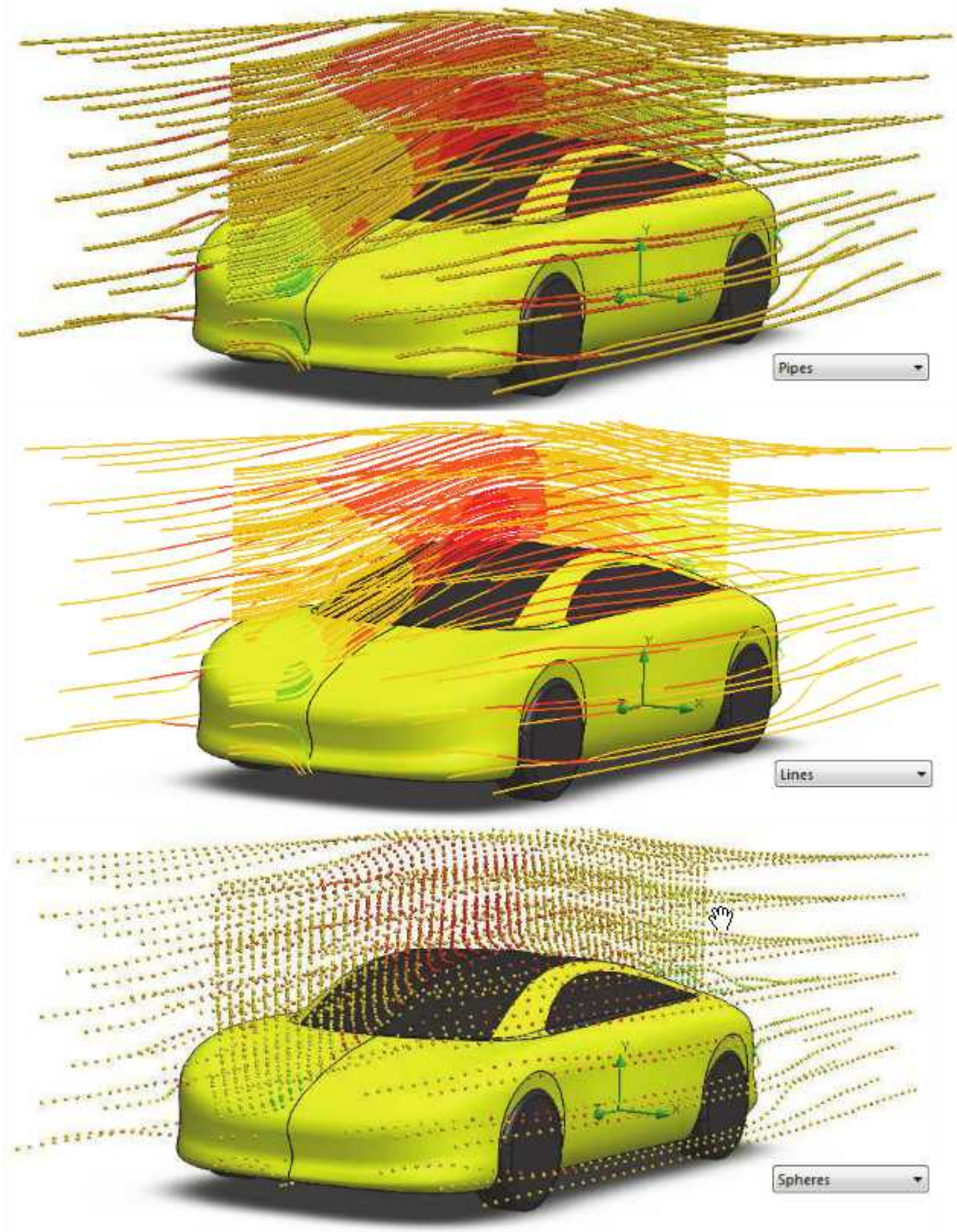
16- Para obtener los trazados de trayectos flujo a partir de esferas o líneas seleccione **Flow Trayectories.** El flujo se calcula en un plano previamente seleccionado. Desde **Apariencia** (**Apparence**) seleccione el tipo de trazado a obtener (**Tuberías**, **líneas**, **esferas**, etc.).







Vea el DVD
Capítulo 19

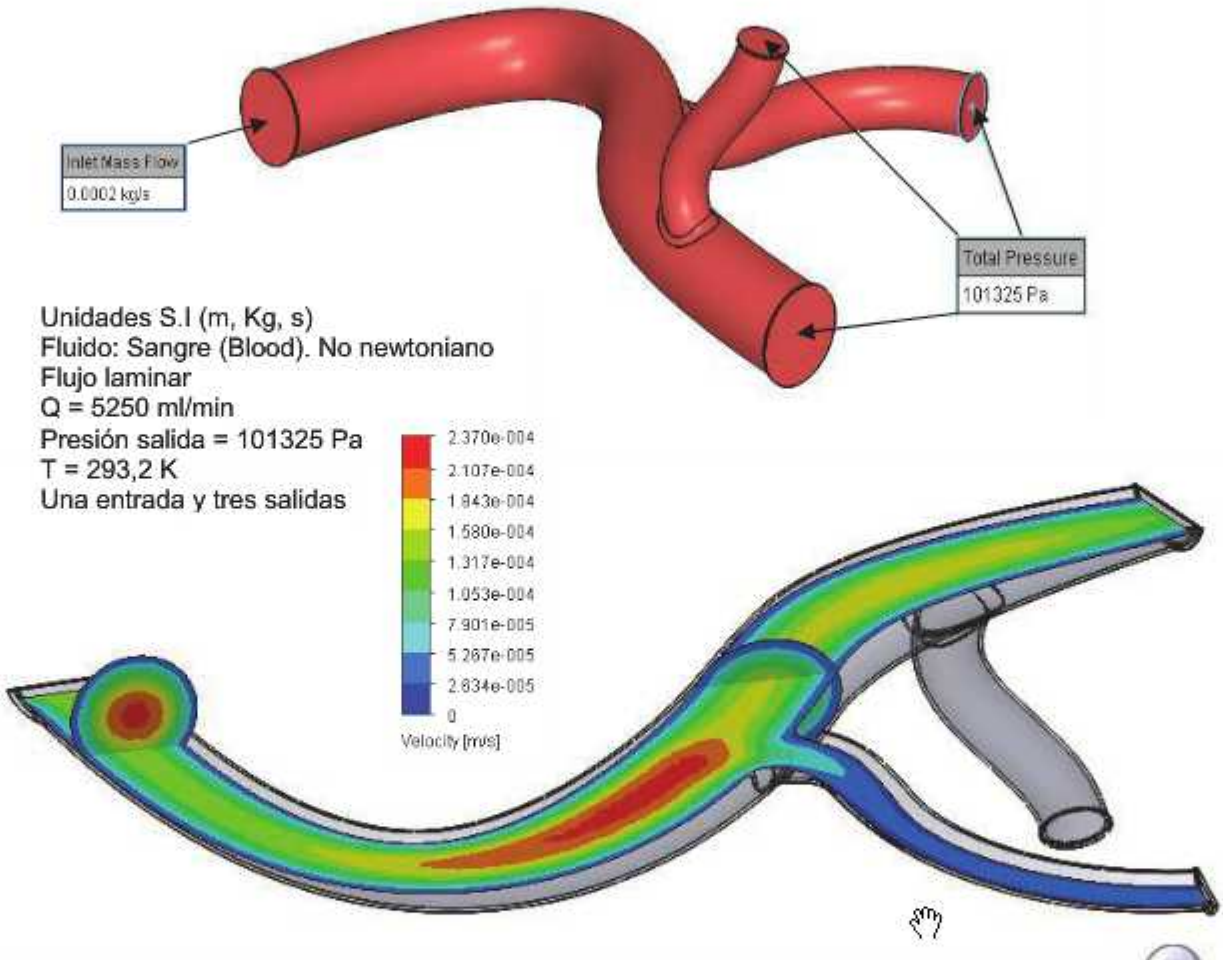


Para desactivar un trazado en pantalla pulse sobre el mismo y seleccione la opción Ocultar (**Hide**).

Práctica 19-3

Descargue el modelo de sistema venoso desde el DVD que acompaña el libro y realice un estudio fluídico con las condiciones de contorno establecidas. Hay una entrada y tres salidas. El fluido es sangre y el caudal de entrada es de 5250 ml/min.

10 minutos



Los actuales avances científicos en Ingeniería Inversa permiten reconstruir cualquier tejido a partir de Microtomografía (µCT) y/o Resonancia Magnética (RMN) mediante el empleo de aplicaciones informáticas de reconstrucción tridimensional.



Vea el DVD
Capítulo 19

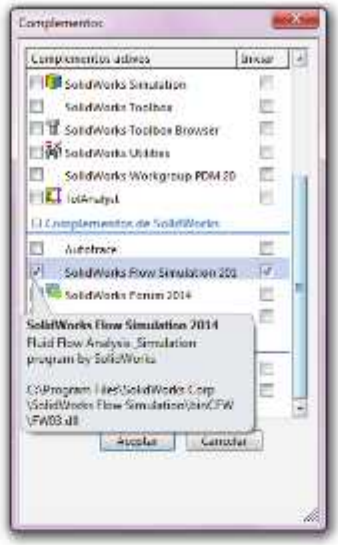
Objetivos del tutorial

- Conocer las **Etapas básicas** de un estudio fluídico en tubería.
- Definir las entradas y salidas de flujo.
- Crear trazados **XYPlots** y **Goal Plots.**
- Crear informes técnicos y gestionar animaciones y vídeos.

Práctica guiada 19-3

1- Localice el ensamblaje de la práctica (Sistema venoso) en el DVD que acompaña el libro. Observe que el modelo de ensamblaje está formado por una pieza que define la vena y por cuatro piezas más que forman las tapas. Las cuatro piezas se han creado desde el módulo de ensamblaje como se ha descrito en la práctica anterior.

2- Active la aplicación **SolidWorks Flow Simulation**. Pulse **Aceptar**. Observe el nuevo Menú de persiana **Flow Simulation** y la nueva barra de Herramientas.





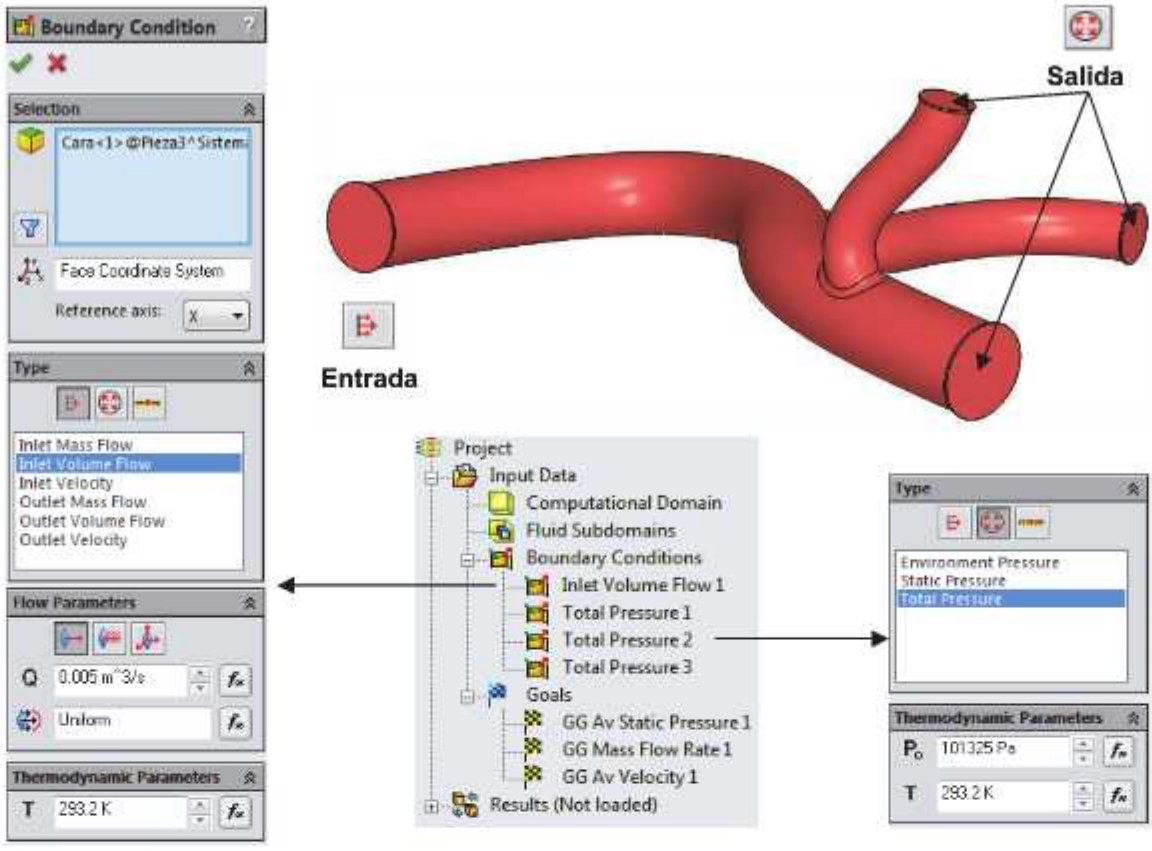
3- Para iniciar el estudio pulse sobre **Wizard** desde la Barra de **Flow Simulation**. Indique el nombre del proyecto (Sistema venoso) pulse sobre **Next** para continuar con la definición de las condiciones de contorno. Defina el sistema de unidades como **S.I** (m-Kg-s). Pulse **Next** para continuar. En **Analysis Type** seleccione **Internal**. Como eje de referencia seleccione X (**Reference Axis**: X). Pulse **Next** para definir el tipo de fluido (**Fluids**).

4- En tipo de Fluido (**Fluid**) seleccione Sangre (**Blood**). Con este tipo de fluido **No Newtoniano** solo puede definir condiciones laminares. Pulse sobre **Next**. La siguiente ventana (**Wall Conditions**) permite definir las condiciones de las paredes del modelo. En el caso del sistema venoso se definen las paredes como adiabáticas (no existe intercambio de calor con su entorno) para simplificar el proceso de cálculo. Active las condiciones de pared típicas para la sangre (**Slip Blood**). Es posible definir el deslizamiento del fluido por las paredes con más detalle. Pulse **Aceptar**.

Definición de las entradas y salidas del flujo sanguíneo

5- El flujo sanguíneo o cantidad de sangre que pasa por una sección en un tiempo dado (ml/min) depende de muchos factores y es realmente complejo definirlo con cierta precisión. Además, la sangre tiene un comportamiento pseudoplástico con propiedades no lineales. En un adulto en reposo (75 latidos/minuto) puede bombear unos 70 ml por latido por lo que genera un flujo de unos 5250 ml/min. Para su definición en **SolidWorks Flow Simulation** pulse con el botón derecho del ratón sobre **Condiciones de contorno** (**Boundary Conditions**) y seleccione la opción **Insertar condiciones de contorno** (**Insert Boundary Conditions**). En **Selección** (**Selection**) indique, desde la Zona de Gráficos, la cara por donde se va a producir la entrada de flujo (recuerde que para seleccionar las caras interiores debe ocultar el modelo Sistema venoso). En **Tipo** (**Type**) active **Inlet Volume Flow**. En parámetros de flujo (**Flow parameters**) defina un flujo normal, uniforme e indique el valor del caudal. En condiciones termodinámicas introduzca una temperatura de 293.2 K. Pulse **Aceptar**.

6- Repita el mismo proceso tres veces más para definir las salidas del flujo sanguíneo en el sistema venoso. En este caso, en **Type** seleccione **Pressure Opening** (P_0 = 101325 Pa). Pulse **Aceptar**.

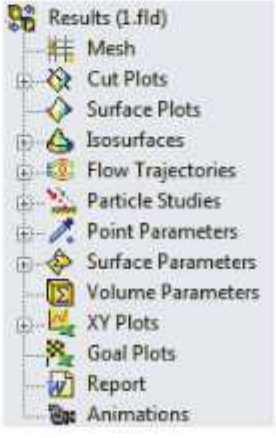


7- Para definir los objetivos del ensayo pulse con el botón derecho del ratón sobre **Goals** y active: **Av.Static**, **pressure**, **Mass Flow Rate** y **Av.Velocity**. Pulse sobre **Run** desde el Menú **SolidWorks Flow Simulation** o pulse con el botón derecho del ratón sobre P-2 (**Fluid-Flow**) y seleccione **Run**.

Resultados

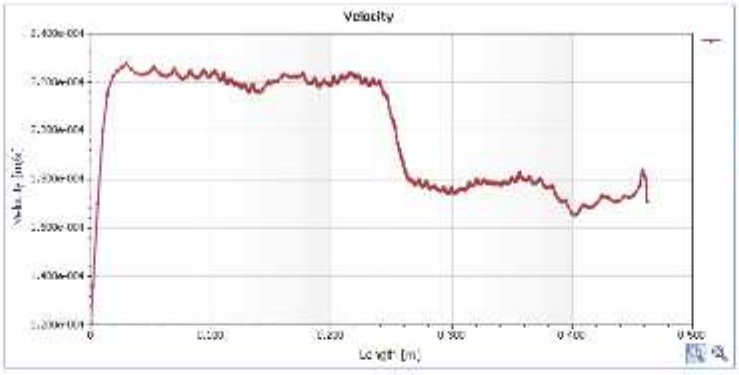
8- Después de unos minutos las barras de progreso para cada uno de los objetivos definidos pasan a tener color verde y finaliza el ensayo. En **Results** se presentan todos los trazados ya descritos en la práctica anterior.

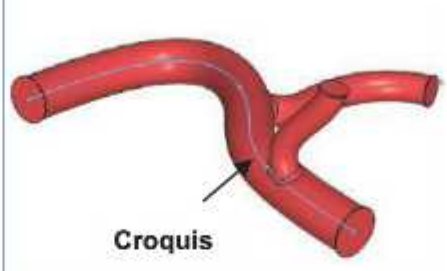
9- Para obtener lecturas de cualquier parámetro (velocidad, temperatura, presión, etc.) en un punto, una superficie o volumen puede utilizar **Point Parameters**, **Surface Parameters** y **Volume Parameters**. Los resultados calculados pueden verse en pantalla (**Show**) o pueden ser exportados a Excel (**Export to Excel**).



10- El trazado **XY plots** permite mostrar, entre otros muchos casos, la velocidad de flujo de la sangre durante su desplazamiento por la vena principal en función del recorrido. Pulse sobre **XY Plots** con el botón derecho del ratón y seleccione **Insert**. En **Selection** seleccione la línea de croquis 3D que define el barrido de la vena principal. Para su selección recuerde que puede desplegar el árbol de operaciones desde la Zona de Gráficos. En **Parameters** seleccione **Velocidad** (Velocity) y pulse **Show**.

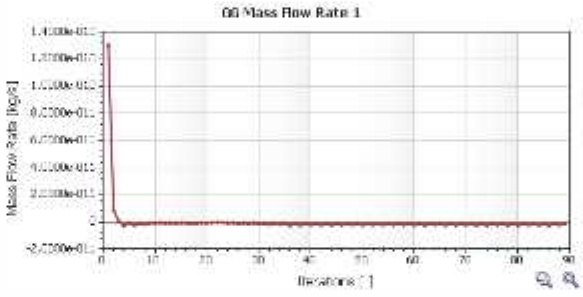
En el gráfico **XY Plots** se observa una caída de velocidad en la primera de las bifurcaciones. Puede grafiar la presión, velocidad de cizalla, vorticidad, etc.





11- El **Goal Plot** puede ver los gráficos de convergencia con cada una de las iteraciones realizadas durante el proceso de cálculo. En el caso del cálculo de la presión, por ejemplo, el número de iteraciones que estabilizan el resultado es de 20.

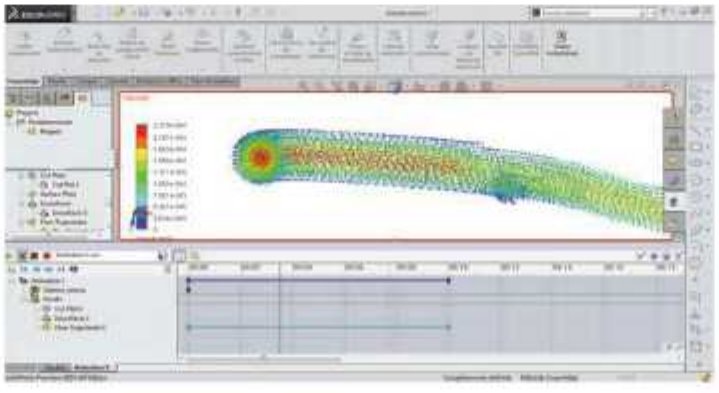




Creación de informe y animaciones

12- Para crear un informe con los resultados de los estudios pulse con el botón derecho del ratón sobre **Report**. El proceso de definición del informe es parecido a la misma aplicación de FloXpress.

13- Las animaciones pueden realizarse con **Animations**. Pulse sobre sobre **Animations** con el botón derecho del ratón y **Insert**. Aparece el TrackView de Animación dónde se presentan todos los resultados del análisis. En los casos en los que se tienen animaciones pueden visualizarse, grabarse, etc.





Vea el DVD
Capítulo 19

Capítulo 20
3D Printing. Impresión en 3D

Introducción

La tecnología actual de Prototipado Rápido (RP) permite imprimir modelos en 3D en materiales muy variados a partir de la reproducción de un fichero .stl. Las técnicas de fabricación aditiva son muy variadas y cada día mejoran en velocidad, acabados y precisión. A pesar del elevado coste de las máquinas muchas son las marcas comerciales que están compitiendo para reducir su coste. En este sentido, la impresión 3D con fuentes libres (*Open Source Hardware, OSH*) es una de las mejores alternativas para los pequeños usuarios, arquitectos o diseñadores freelance que desean invertir una pequeña cantidad económica en una impresora 3D de capacidades aptas para la mayoría de aplicaciones.

El presente capítulo explica brevemente las diversas tecnologías y aplicaciones del prototipado rápido y se indica la forma de imprimir en 3D desde SolidWorks. Además, se describen las principales impresoras basadas en los modelos **CupCake**, **Fab@Home** y **RepRap** como alternativas a los equipos comerciales. El capítulo finaliza con una práctica de impresión 3D con una impresora **RepRap** y el *software* de control **Repetier-Host**.

Contenido

- Tecnologías de fabricación aditiva y aplicaciones del Prototipado Rápido (RP).
- Impresión 3D desde SolidWorks.
- Impresión 3D con impresoras tipo **CupCake**, **Fab@Home** y **RepRap**.
- Software de post-procesado y generación de **G-Code (Repetier-Host)**.
- Práctica de impresión 3D con impresora **RepRap**.

Objetivos

- Conocer las diferentes tecnologías de fabricación aditivas y sus aplicaciones.
- Estudiar las etapas en la impresión de una pieza.
- Conocer la programación **G-Code** y la aplicación libre **Repetier-Host**.
- Practicar con una impresora **RepRap** las estrategias de impresión.

Es importante destacar que el material no fundido se utiliza como elemento de soporte para la sinterización de las capas sucesivas por lo que la técnica no precisa estructuras de soporte.

Fabricación mediante balística de partículas (BPM)

La proyección o pulverización de material de baja temperatura de fusión (termoplásticos y/o aluminio) capa a capa siguiendo las secciones definidas por los ficheros STL permite obtener prototipos frágiles y poco duraderos.

Modelado por deposición fundida (FDM)

El procedimiento consiste en la deposición de un material fundido (ABS y PA) sobre capas enfriadas con el fin de garantizar su rápida solidificación y endurecimiento. La deposición de material fundido se realiza a través de cabezal extrusor que recibe el material de una bobina.

Impresión 3D o 3D Printing (3DP)

La impresión 3D consiste en depositar una capa de polvo (material cerámico o metálico) y compactarla para imprimir un aglutinante líquido sobre la sección que define la capa a endurecer. La repetición del proceso en las siguientes capas permite levantar el modelo 3D.

Otras técnicas son: Solid Ground Curing (SGC), Shape Melting, Inyección Sólida por Impresión (SPI), Polimerización térmica de Líquidos (Thermal Polymerization), Lamined Object Manufacturing (LOM), entre otras.

20.3 Aplicaciones de la impresión 3D

Además de las aplicaciones clásicas como la visualización de diseños, arquitectura, arqueología, educación y entretenimiento hay otras aplicaciones como la reconstrucción de fósiles en paleontología, arte, impresión de alimentos o incluso tejidos.

Paleontología

Es posible ver y reconstruir tridimensionalmente el cráneo de un dinosaurio localizado en el interior de una roca. Para ello se emplea tomografía axial computerizada o micro-tomografía. Son técnicas que utilizan rayos X para crear secciones transversales de pequeños objetos (varias micras a centímetros). A partir de estas secciones transversales, los modelos virtuales pueden crearse sin destruir el organismo original. A partir de *software* de reconstrucción tridimensional de imágenes médicas (*3DDoctor*, *Simpleware*) es posible reconstruir tridimensionalmente el cráneo del dinosaurio. Para fósiles de muy pequeño tamaño (microfósiles) como foraminíferos o radiolarios pueden emplearse las técnicas de Nano-CT para reconstruir la estructura tridimensional.

Impresión de comida

Desde la impresión de pasteles de chocolate con formas imposibles hasta la impresión de postres con fabricados con azúcar y agua. (*The sugar Lab*).

Medicina clínica

Implantaciones dentales, prótesis ortopédicas a medida, fabricación de **stents** biomédicos a medida, etc.

Reconstrucción de órganos y tejidos

Ingeniería de tejidos estudia técnicas aditivas para la creación de tejidos a partir de las impresiones de células vivas sobre un gel que actúa como un andamio o estructura tridimensional. También se estudian procesos de bio-impresión de hueso a partir de materiales biocompatibles como la hidroxiapatita. De esta forma basta con realizar una microtomografía del hueso a replicar, reconstruir el modelo en tres dimensiones, adaptarlo a la zona dañada, imprimirlo en un biomaterial e insertarlo en el cuerpo.

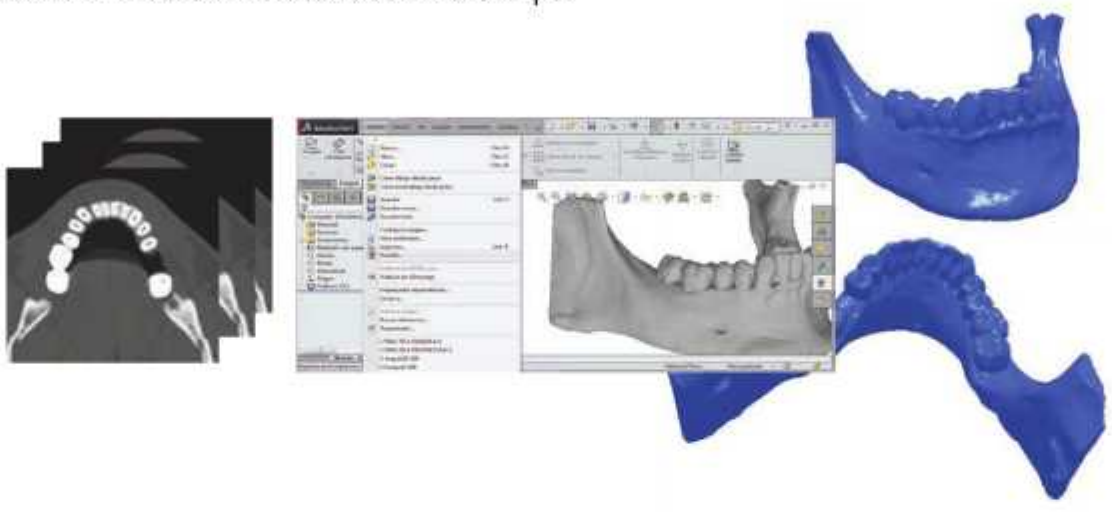


Figura 20.1. Reconstrucción e impresión 3D a partir de Tomografía (TAC) o Micro-Tomografía (µCT).

En el caso de tejidos blandos se investiga emplear células vivas y colágeno como si se tratara de tinta e imprimirlo sobre un andamio. De esta forma se podría «imprimir» una oreja artificial.

Arqueología

La reproducción tridimensional de obras de arte pueden ser realizadas a partir de su escaneo tridimensional (Escáner 3D). Los procedimientos menos invasivos son los basados en el empleo de diodos láser que emiten un pulso de luz sobre el objeto a copiar. El tiempo de retardo o viaje de la señal de ida y vuelta determinar la distancia del objeto respecto del escáner. El volcado de toda esa información puede ser tratado como una nube de puntos para crear el objeto tridimensional. Su exportación como fichero STL permite poder ser imprimido con técnicas aditivas. Obras de arte antiguas como el busto de Nefertiti o una momia de la época de Ramsés II a las que un proceso de moldeo podría causarles un daño irreparables pueden ser escaneadas e impresas.

Biología

Muestras biológicas de madera, plantas o semillas pueden ser reconstruidas con Micro-CT e impresas con RP. Su impresión puede permitir conocer la morfología interna de la muestra.

20.4 Impresión 3D con SolidWorks

A partir de la orden **Print3D** (Menú de persiana **Archivo**) pueden imprimirse en tres dimensiones los modelos de piezas y ensamblajes diseñados con SolidWorks. Es necesario disponer de una impresora 3D y sus controladores compatibles. La conexión de la impresora 3D con el PC se realiza de la misma forma que con una impresora estándar.

Para acceder a un dispositivo pulse sobre el Menú de persiana **Archivo**, **Print3D** y seleccione los parámetros que caracterizan la impresión. Finalmente pulse **Aceptar** para lanzar la impresión.

Impresora 3D

Seleccione el tipo de impresora comercial a emplear en la impresión (**Nombre**), la **Salida** y el tipo de resultados a obtener. Los controladores de la impresora los comercializan las propias marcas comerciales. Observe el logotipo de la impresora en la parte derecha de la ventana.

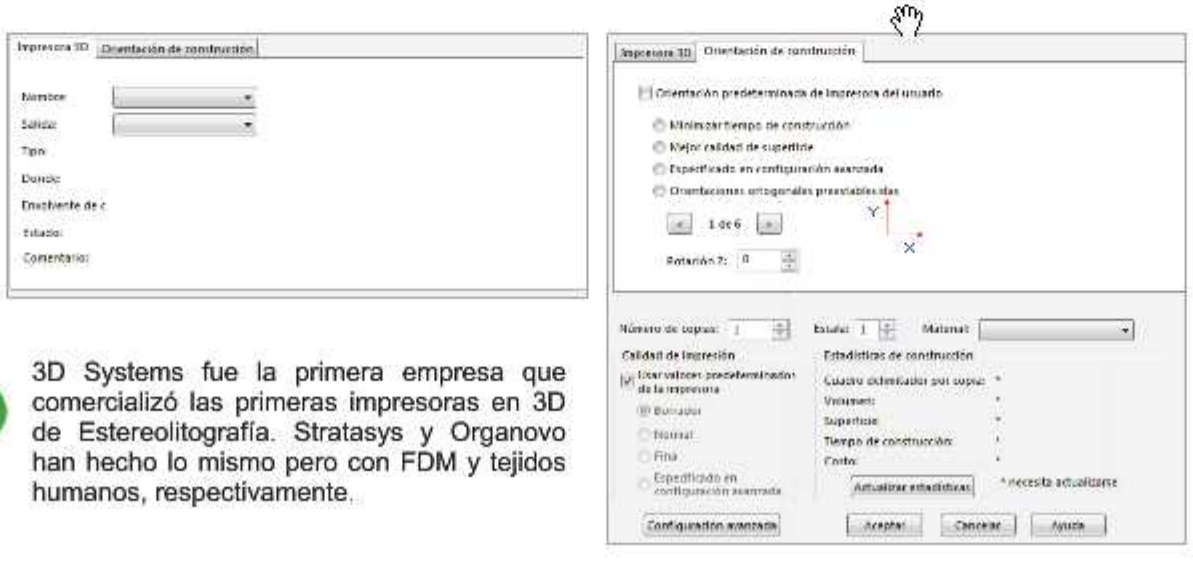
Actualmente hay más de 170 máquinas diferentes, 60 fabricantes y más de 180 materiales disponibles para ser imprimidos.

Cuando es compatible con el controlador aparecen los campos de **Estado**, **Tipo**, **Dónde**, **Comentario** y **Envolvente de construcción** (Volumen máximo de delimitación que soporta la impresora 3D).

Orientación de construcción

Establece la orientación del modelo 3D a la hora de definir la estrategia de construcción capa a capa. Puede activar las opciones **Minimizar el tiempo de construcción, Mejor calidad de superficie** u **Orientaciones ortogonales preestablecidas**. La primera de las opciones indicadas permite reducir el tiempo de fabricación a partir de la definición de pasadas más rápidas, menor número de pasadas y refuerzo interior más poroso. La calidad superficial es controlada a partir de la velocidad de deposición de las capas, entre otros parámetros.

En **Opciones** puede indicar el **Número de copias**, la **Escala**, el tipo de **Material** y la **Calidad de la impresión**. Además, puede ver las **estadísticas** del proceso de fabricación. En algunos casos y en función del proveedor pueden definirse parámetros adicionales en **Configuración avanzada**.



3D Systems fue la primera empresa que comercializó las primeras impresoras en 3D de Estereolitografía. Stratasys y Organovo han hecho lo mismo pero con FDM y tejidos humanos, respectivamente.

Figura 20.2. Impresión 3D (Selección Impresora 3D y Orientación de construcción).

20.5 Impresoras 3D con Fuentes libres

La impresión 3D con fuentes libres (Open Source Hardware, OSH) es una de las mejores alternativas para los pequeños usuarios, arquitectos o diseñadores *freelance* que desean invertir una pequeña cantidad económica en una impresora 3D.

Las impresoras 3D con licencia libre pone a libre disposición todo el conocimiento tecnológico a través de información de los diseños existentes, piezas, pequeños componentes normalizados y electrónicos, instrucciones de montaje de los equipos, firmware, etc. Además, se distribuye de forma gratuita los programas informáticos que permiten preparar las geometrías en formato STL para su conversión a ficheros G-Code que puedan ser interpretados por las impresoras 3D.

El coste final de este tipo de impresoras depende de muchos aspectos: tipo de máquina, prestaciones, tamaño, etc. No es lo mismo comprarla completamente terminada que comprarla por partes y ensamblarla en casa. En estos casos los precios pueden oscilar entre los 600 y los 2000 euros en función del tipo de impresora. Lo más habitual es comprar montada la parte más delicada que hace referencia a la parte electrónica. La mayoría de distribuidores venden componentes pre-ensamblados y asesoran en el proceso de montaje.



Figura 20.3. Impresora 3D (Imagen cedida por Miguel Alfonso).Web www.reprap.org.

Una de las primeras decisiones a tomar es el tipo de impresora a montar. Actualmente hay muchas variedades y cada día evolucionan mejorando las prestaciones: **CupCake**, **Fab@Home** y **RepRap** son algunos de los modelos más conocidos. Cada uno de ellos tiene más de una evolución o versión distinta. Es recomendable que visite la web www.reprap.org para buscar información sobre los modelos existentes, fórums, foros de debate, versiones de las impresoras para imprimir, etc. De esta forma conocerá qué modelo es el más adecuado a sus intereses. A partir de este punto puede descargar las piezas de la impresora deseada e imprimirlas en otra impresora (autoreplicación) o comprar un Kit con todos los componentes y el manual de montaje e instrucciones de uso. El montaje no es complejo y además, junto con el kit, la mayoría de los distribuidores adjuntan planos de montaje de muy fácil interpretación.

El **Firmware** y el **Software** empleado para comunicar la impresora con el ordenador y para crear el G-Code interpretable por la impresora también es libre y accesible desde la web. La mayoría de los distribuidores lo entregan con el kit de montaje. El *software* está disponible para Windows, OS X o Linux. La conexión con el ordenador se suele realizar por puerto serie, USB o por tarjetas de memoria SD.

20.5.1 Construcción de las impresoras 3D

Las impresoras 3D de extrusión termoplástica están formadas por motores paso a paso para mover los ejes X, Y y Z. Motores para mover el extrusor, correas abiertas, poleas metálicas, rodamientos lineales, rodamientos blindados, varillas roscada, varillas lisas, tuercas, tornillos para madera, Endtops o topes para los ejes, plancha de madera o vidrio para la base, HotEnd o boquilla para la fusión del plástico y Tornillos (Figura 20.5).

- **Marco estructural.** Define la estructura externa de la impresora 3D y confiere estabilidad mecánica. Se han fabricado en madera, aluminio o acrílico. En muchos casos todas las piezas que forman la estructura se incluyen en un mismo fichero CAD en formato DXF para ser cortado con chorro de agua, láser o plasma.

- **Plataforma.** La plataforma de construcción es la superficie plana sobre la cual se va imprimiendo capa a capa la pieza a obtener. Se fabrica de madera, vidrio y acrílico. Las más avanzadas están ligeramente calefactadas para mejorar el despegado de la pieza. La plataforma está guiada por varillas roscadas, poleas y por motores.

- **Cabezal extrusor.** Es una de las partes más delicadas de las impresoras 3D. Se encarga de depositar el plástico fundido sobre la plataforma o capas ya depositadas a partir de la transformación de un hilo continuo en plástico fundido. Otros sistemas funcionan con jeringuilla calefactada a modo de extrusión. El complejo funcionamiento se debe a que estos cabezales deben calentar el plástico a temperaturas de unos 230 ºC y depositarlos en forma de hilo fino de unos 2 milímetros. El proceso se complica cuando los programas de G-Code aumentan la velocidad de deposición por imprimir zonas de relleno.

- **Controladores de los Ejes X, Y y Z y extrusor.** Se requieren motores y componentes eléctricos que controlen el posicionamiento del extrusor durante su movimiento en el plano XY y en Z. Generalmente se trabaja con motores paso a paso, poleas y ejes estriados que permiten mover el extrusor y/o la plataforma de construcción.

- **Placa madre.** Se emplean placas de **Arduino** o **Sanguino** con firmware, procesador, conectores y memoria. El objeto de la placa madre es leer el lenguaje **G-Code** y traducirlo en movimiento de los motores paso a paso, movimiento del extrusor, temperatura de calefacción, velocidad de deposición del hilo, etc.

En algunas impresoras como la **RepRap** desarrollada por el Centro CIM de la UPC (Universidad Politécnica de Cataluña) existe la posibilidad de introducir los archivos en formato **G-Code** desde una pequeña tarjeta SD. En otros casos la conexión puede ser por puerto serie o USB.

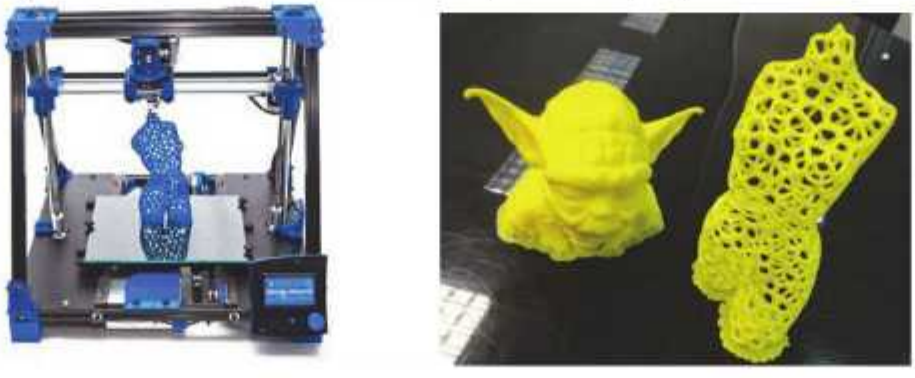


Figura 20.4. Impresora 3D RepRapBCN. Imagen cedida por Fundació Cim.

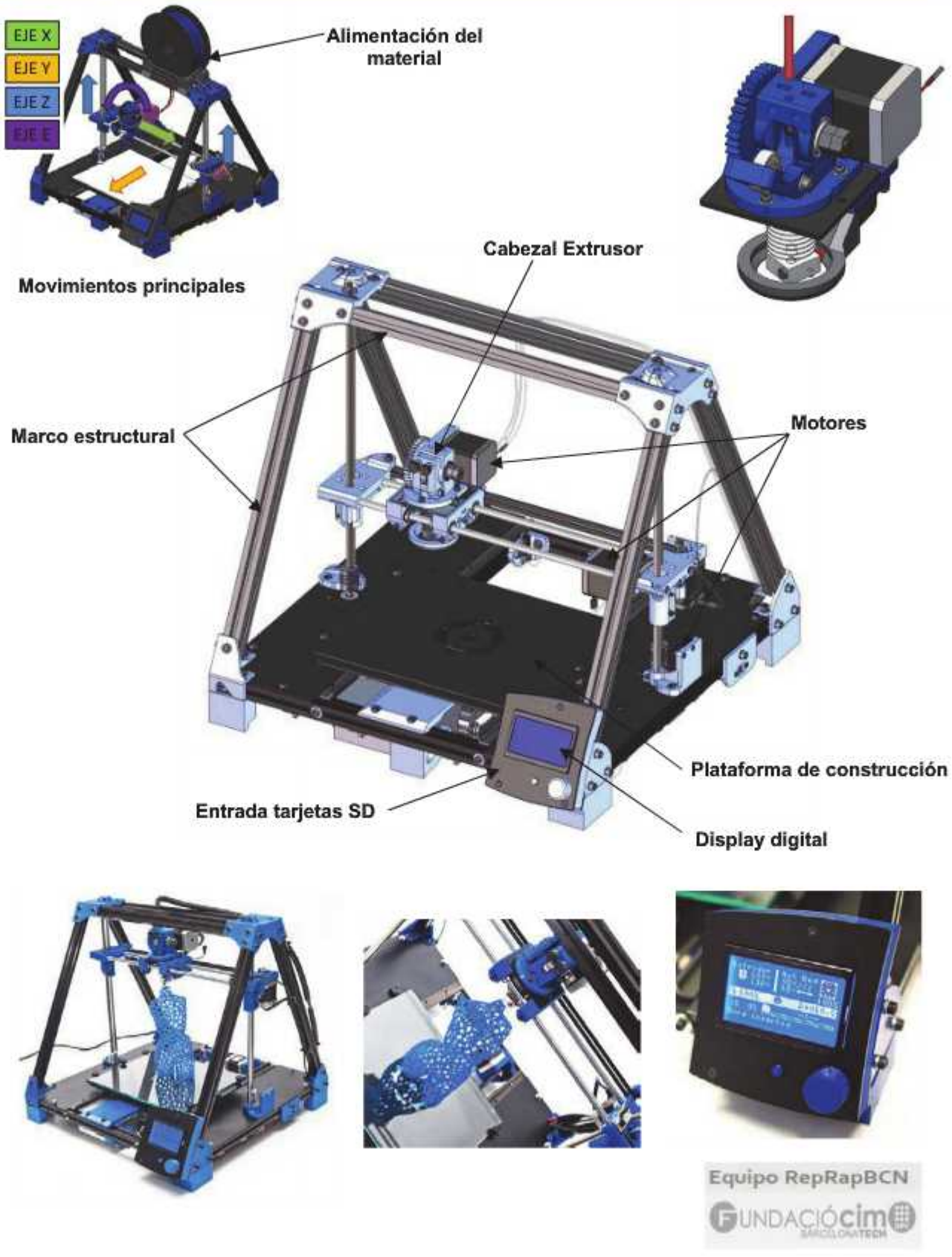


Figura 20.5. Impresora 3D RepRapBCN. Imagen cedida por Fundació Cim. www.reprapbcn.com.

20.5.2 Proceso de impresión 3D

El proceso de impresión 3D desde SolidWorks con impresoras de fuente libre consta de tres etapas: 1- Exportar fichero en formato STL, 2- Creación del fichero G-Code y 3- Impresión 3D a partir del fichero G-Code generado.

Exportar ficheros en formato STL

Después de dibujar el modelo en 3D con SolidWorks debe guardarse en formato STL (Estereolitografía) para su exportación. El formato STL es un tipo de formato creado por 3D System para su aplicación en las máquinas de prototipado rápido (www.3dsystems.com). Los ficheros definen el volumen a imprimir de forma que puede ser seccionado en capas o láminas imprimibles unas sobre otra. El fichero excluye las texturas, propiedades físicas, color, etc. SolidWorks también admite la importación de ficheros realizados en otras aplicaciones como Tomografías, Micro-Tomografía, Resonancia magnética, etc.

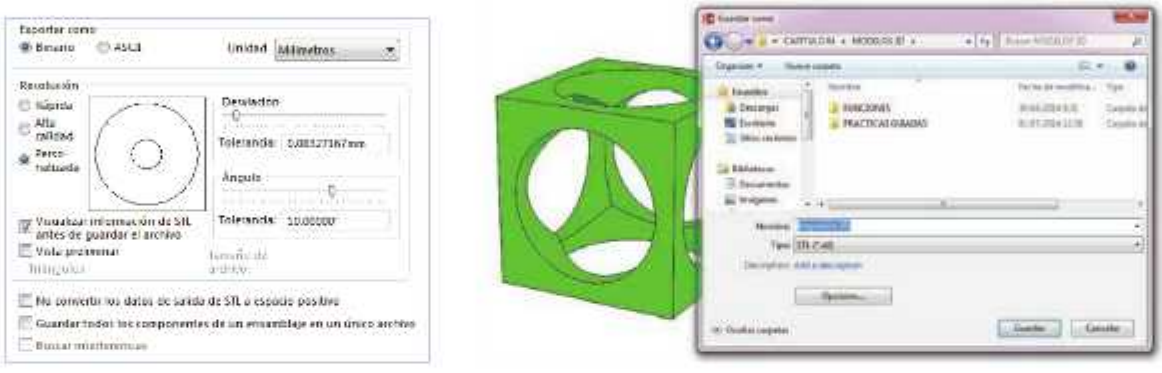


Figura 20.6. Exportación de ficheros en formato STL desde SolidWorks.

Los pasos a seguir para **exportar el fichero con extensión STL** son:

1. Pulse sobre el Menú de persiana **Archivo**, **Guarda como** y seleccione la extensión ***.stl**.

2. Seleccione **Binario** o **ASCII**. Los ficheros **STL binarios** ocupan menos y suelen dar problemas de exportación por lo que se recomienda emplear **ASCII**. En **Unidad de destino** puede seleccionar Milímetros o cualquier otra unidad. En **Resolución** defina la finura en la triangulación (tamaño y precisión) de las superficies no planas. Si selecciona alta calidad se genera un fichero grande y lento pero de mayor definición.

3. Active o desactive las funciones el resto de funciones. **No convertir datos resultantes de STL en espacio positivo** hace que las piezas al ser exportadas mantenga su posición original respecto al origen. **Guardar todos los componentes de un ensamblaje en un único archivo** genera un único modelo STL unido.

4. La opción **Buscar interferencias** realiza una verificación de las posibles interferencias existentes en el modelo CAD. Es muy recomendable activar esta opción para evitar tener problemas en la exportación de ficheros para prototipado rápido. En el caso de coincidencia o interferencia entre las piezas que conforman un ensamblaje la activación de esta función permite crear un único archivo .stl que evitará problemas durante su impresión 3D.

5. Finalmente, en **Sistema de coordenadas de salida** indique un sistema de coordenadas distinto al definido de forma predeterminada. La selección de predeterminado no aplica ninguna matriz de transformación. Pulse sobre **Guardar** para exportar el fichero.

20.5.3 Creación del fichero G-Code

El nombre **G-Code** es la denominación con la que se conocen los lenguajes de programación usados en Control Numérico (CNC) empleados en máquinas herramientas como fresadoras, tornos o máquinas de corte por láser, plasma, etc. Ese mismo lenguaje permite indicar como hacer ciertas operaciones de fabricación con máquinas herramientas gobernadas por ordenador. Es un lenguaje nacido en 1950 en el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) y que es actualmente empleado por Siemens, Fanuc, Fagor, Heidenhain, etc. Su estándar internacional de programación es la programación ISO 6983.

En la impresión 3D de un modelo de pieza o ensamblaje se parte de múltiples secciones o capas del modelo 3D en el eje Z o vertical. Para cada una de las secciones formadas por las capas se deposita un cordón o hilo de polímero fundido ocupando completamente el área. Una vez terminada la primera sección y al mismo tiempo que se va solidificando la boquilla extrusora asciende en altura Z y comienza a imprimir la siguiente sección o capa. El lenguaje G-Code se encarga de indicar las coordenadas por dónde la boquilla debe pasar, su velocidad, la temperatura a la que debe dosificar el plástico, etc. Por suerte todos estos parámetros se pueden automatizar a partir de simulaciones con *software* libre. Es el caso del aplicativo **Repetier-Host** que pueden ser descargados desde internet. Un aspecto a tener en cuenta es que los ficheros STL al ser impresos debe definirse el grosor de la capa exterior o piel del modelo y la forma en la que se rellena el interior. Normalmente, existen patrones lineales o de panal de abeja que permite crear un modelo interior poroso para ahorrar plástico y economizar en el tiempo requerido para la impresión de una pieza. Cada *software* tiene sus propias estrategias aunque la forma de trabajar con ellos sea muy semejante.

Para crear el **Fichero G-Code** los pasos a seguir son:

1. Descargar e instalar **Repetier-Host** (http://www.repetier.com/) u otro *software* libre parecido. En Internet puede encontrar distintos tipos.

2. Pulse **Archivo**, **Abrir**. Seleccione el fichero de la práctica contenido en el DVD. Emplee las herramientas de visualización para ver el modelo en pantalla. Pulse sobre la pestaña **Slicer** y defina los ajustes de impresión (altura de la capa, tipo de relleno interior, velocidad de procesado, definición de la piel de la pieza, diámetro del filamento de plástico extruido, temperatura, tipo de material, etc.). En el Menú **Ayuda** puede encontrar un Manual, el Foro y un enlace a la página web de RepRap.

3. Una vez finalizado el post-procesado puede visualizar y animar el proceso de impresión del modelo. Es importante que distinga el movimiento del extrusor y las sendas extruidas (en azul). En la pestaña **Editor G-Code** puede ver el programa generado y en la parte inferior del mismo (**Visualización**) puede ver el proceso de creación de capas.

4. Para terminar tan solo debe pulsar sobre **Imprimir** en el caso de tener la impresora conectada al ordenador. En caso contrario, algunos modelos de impresoras disponen de pantalla LCD y lector de tarjetas. Si es el caso, pulse sobre **Tarjeta SD** y guarde el fichero G-Code en una memoria SD.

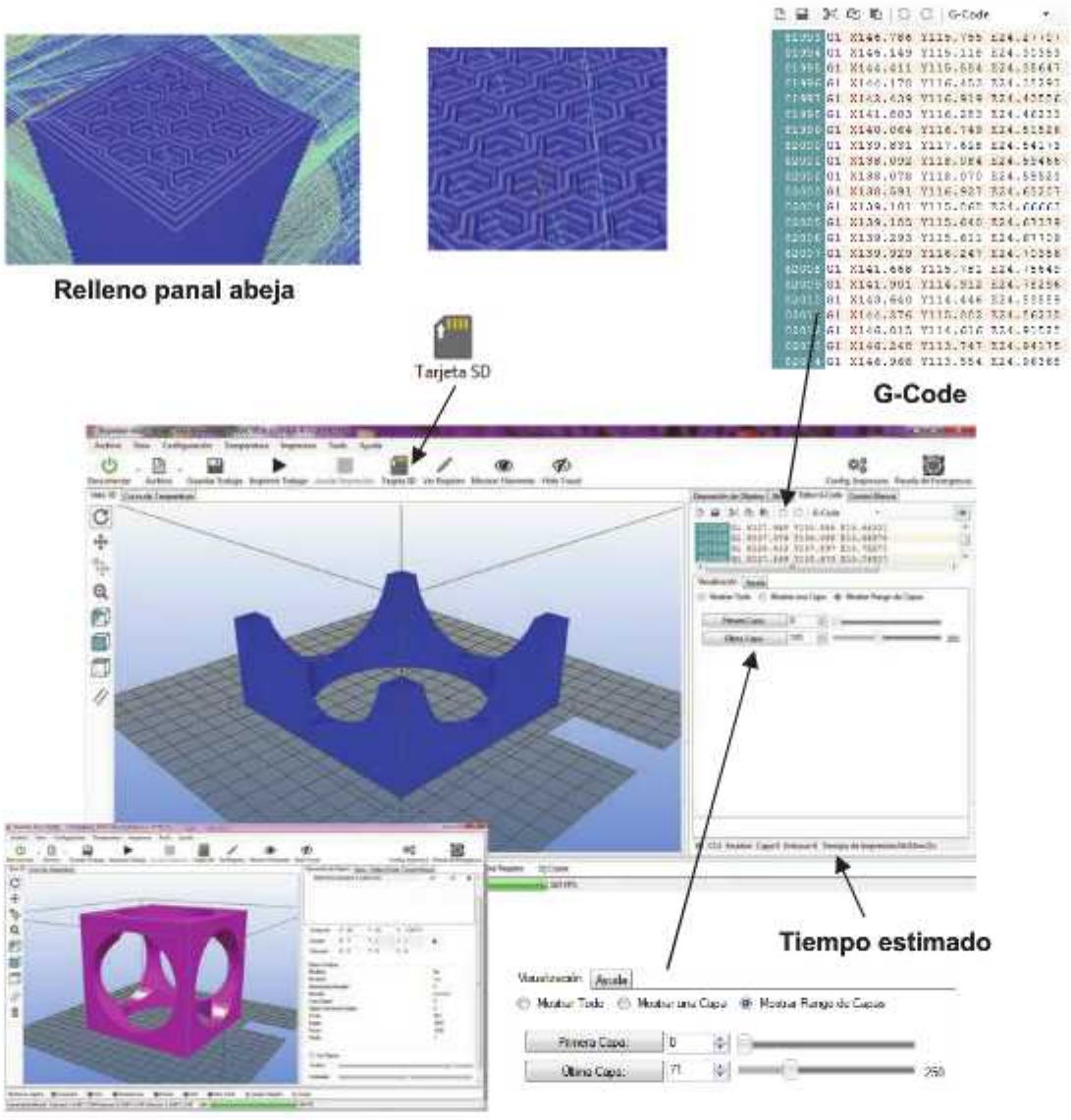


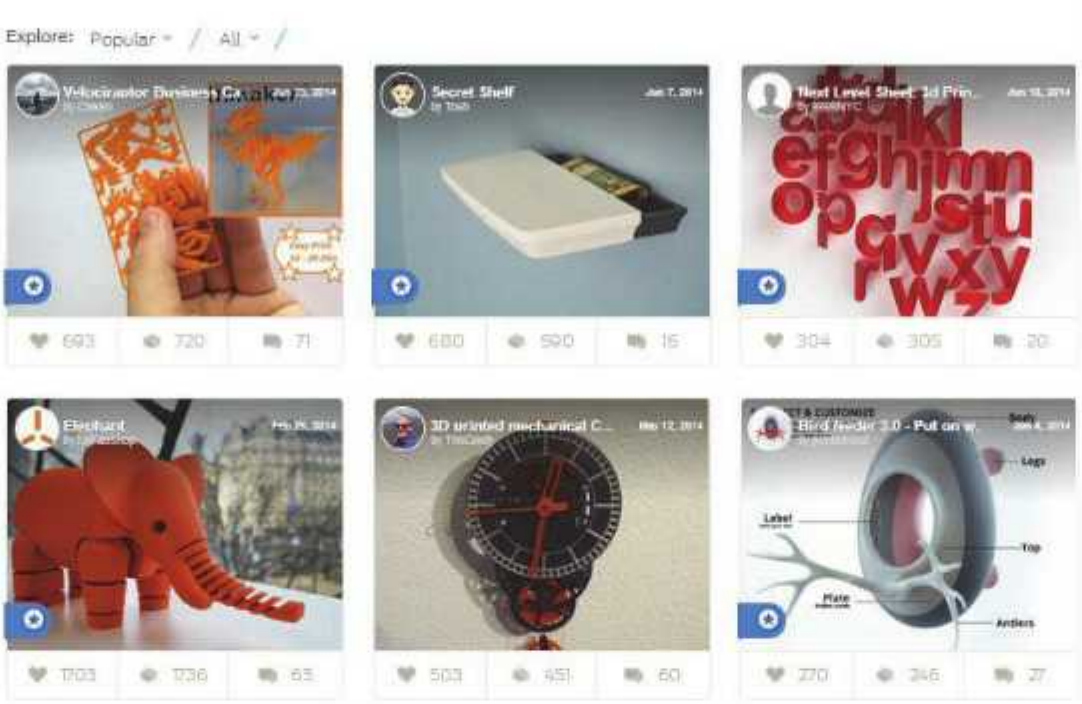
Figura 20.7. Post-procesado con **Repetier-Host**.

20.5.4 Impresión

Para imprimir la pieza post-procesada los pasos a seguir dependerán del tipo de impresora por lo que es recomendable consultar los manuales distribuidos con los equipos. Sin embargo, las siguientes etapas son recomendables antes de lanzar una impresión:

1. Encienda la impresora y compruebe el correcto funcionamiento de termistores (Temperatura ambiente), motores X, Y y Z y finales de carrera.
2. Verifique el correcto funcionamiento de resistencias y calentamiento de la boquilla. Verifique el correcto funcionamiento del extrusor con la máquina caliente y con la temperatura a la que se ha de trabajar (ABS 230-250 ºC y PLA 190-220 ºC).
3. Seleccione la opción imprimir para iniciar el proceso de impresión 3D.

En la Web http://www.thingiverse.com puede encontrar modelos en 3D para descargar e imprimir.



En las páginas Webs indicadas puede encontrar todas las piezas necesarias para fabricar la **impresora 3D RepRap BCN3D**. Además, se incluyen los planos de montaje y toda la información necesaria para su construcción.

Webs de interés
CupCake
http://store.makerbot.com
Fab@Home
http://fabathome.org
RepRap
http://reprap.org
ReplicatorG y Skeinforge
http://replicat.org
Placa madre RepRap
http://repreap.org
Thingiverse
http://thingiserve.com
G-Code en Wikipedia
http://en.wikipedia.org/wiki/G-code
Impresora 3D RepRapBCN
www.reprapbcn.com

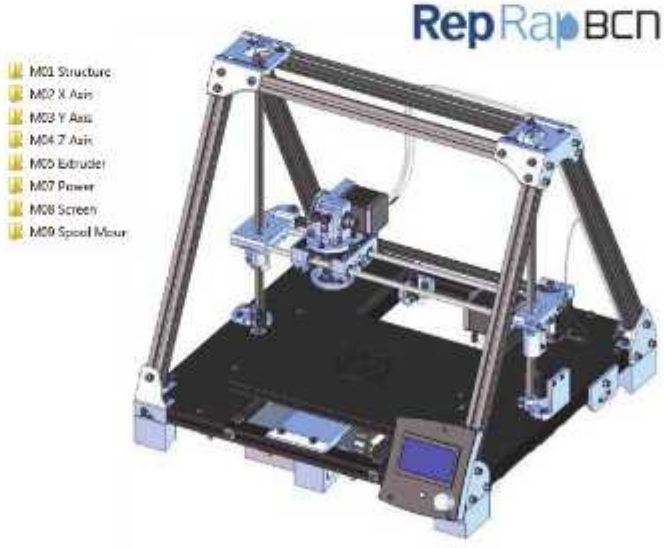
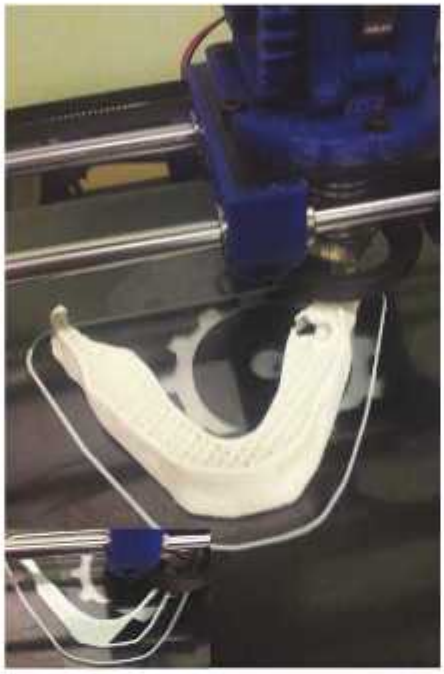


Figura 20.8. Impresora 3D RepRapBCN. Imagen cedida por Fundació Cim. www.reprapbcn.com.

Práctica 20-1

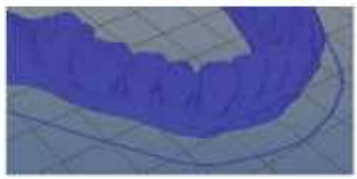
El modelo de la práctica incluido en el DVD que acompaña el libro ha sido obtenido mediante Tomografía (TAC) y ha sido exportado a SolidWorks en formato .stl. A partir su geometría obtenga el G-Code e imprima el modelo 3D en una impresora tipo RepRap con ABS.

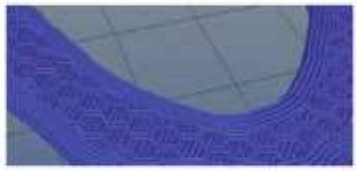
2,5 horas

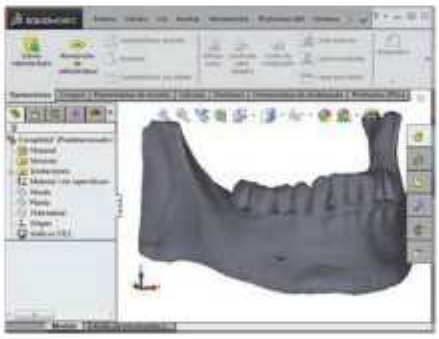


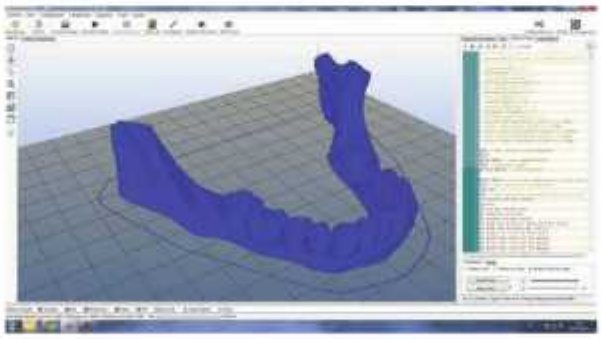














Vea el DVD
Capítulo 20

Objetivos del tutorial

- Definir los pasos para imprimir una pieza en 3D.
- Configurar la impresora en **Repetier-Host** y obtener el **G-Code**.
- Preparar la impresora e imprimir.

Exportar fichero STL y generación de G-Code con Repetier-Host

1. Pulse sobre el Menú de persiana **Archivo**, **Abrir** de SolidWorks. Seleccione el modelo adjunto (P20-1) en el DVD que acompaña el libro con extensión ***.stl**. Guarde el modelo con extensión STL activando la opción **Buscar interferencias**.

2. Descargar e instalar **Repetier-Host** (http://www.repetier.com/). Pulse **Archivo**, **Abrir**. Seleccione el fichero .stl recién creado.

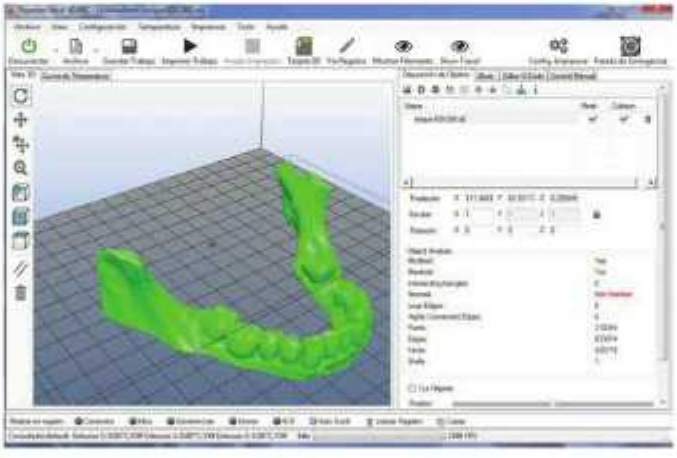
3. Pulse sobre la pestaña **Slicer** y configure los siguientes ajustes de impresión:

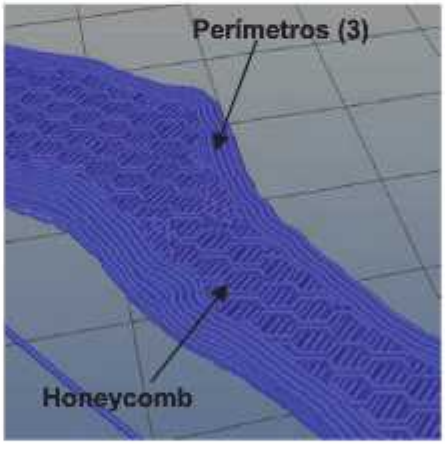
   En configuración de Impresión (**Print settings**):

   Altura de la capa 0,4 mm, **Número de perímetros a crear horizontales (3) y verticales (2)**, **tipo de relleno interior (rectilíneo con densidad de 0,4)**, **velocidad de procesado: Perímetros (30 mm/s), Relleno (60 mm/s), puentes 60 mm/s), desplazamientos rápidos (Travels = 130 mm/s)**, **definición de la piel de la pieza**, **diámetro del filamento de plástico extruido**, **temperatura**, **tipo de material**, etc.). Puede ir cambiando los parámetros de configuración y simular para conocer los efectos.

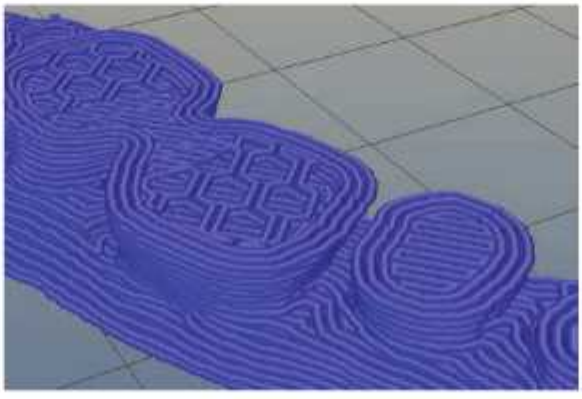
   En Configuración del filamento (**Filament Settings**):

   Diámetro del filamento (3 mm), **temperatura** (200 °C), parámetros de enfriamiento (Automático). El resto de variables puede dejarlas de la forma predefinida.

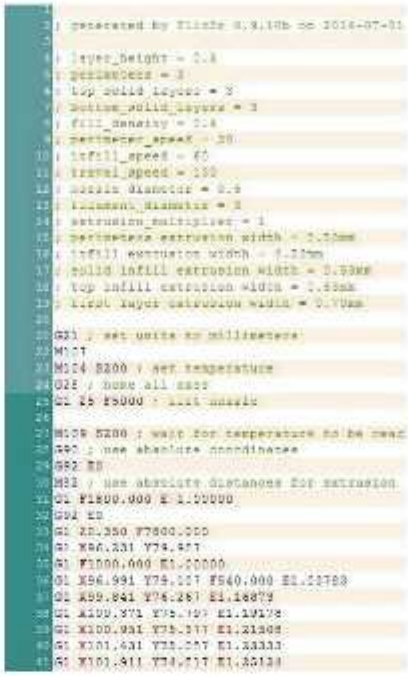








5. Una vez finalizado el post-procesado puede visualizar y animar el proceso de impresión del modelo. Es importante que distinga el movimiento del extrusor y las sendas extruidas (en azul). En la pestaña **Editor G-Code** puede ver el programa generado y en la parte inferior del mismo (**Visualización**) puede ver el proceso de creación de capas.
6. Para terminar tan solo debe pulsar sobre **Imprimir** en el caso de tener la impresora conectada al ordenador. En caso contrario pulse sobre **Tarjeta SD** y guarde el fichero **G-Code** en una memoria SD.
7. Inserte la memoria SD en la ranura del lector de tarjetas de la **RepRap**.
8. Calibre la máquina según las indicaciones del distribuidor y seleccione la temperatura de 215 ºC para el material ABS. Pulse sobre **imprimir** desde el Display digital. Después de 2 h y 35 minutos la pieza estará imprimida.



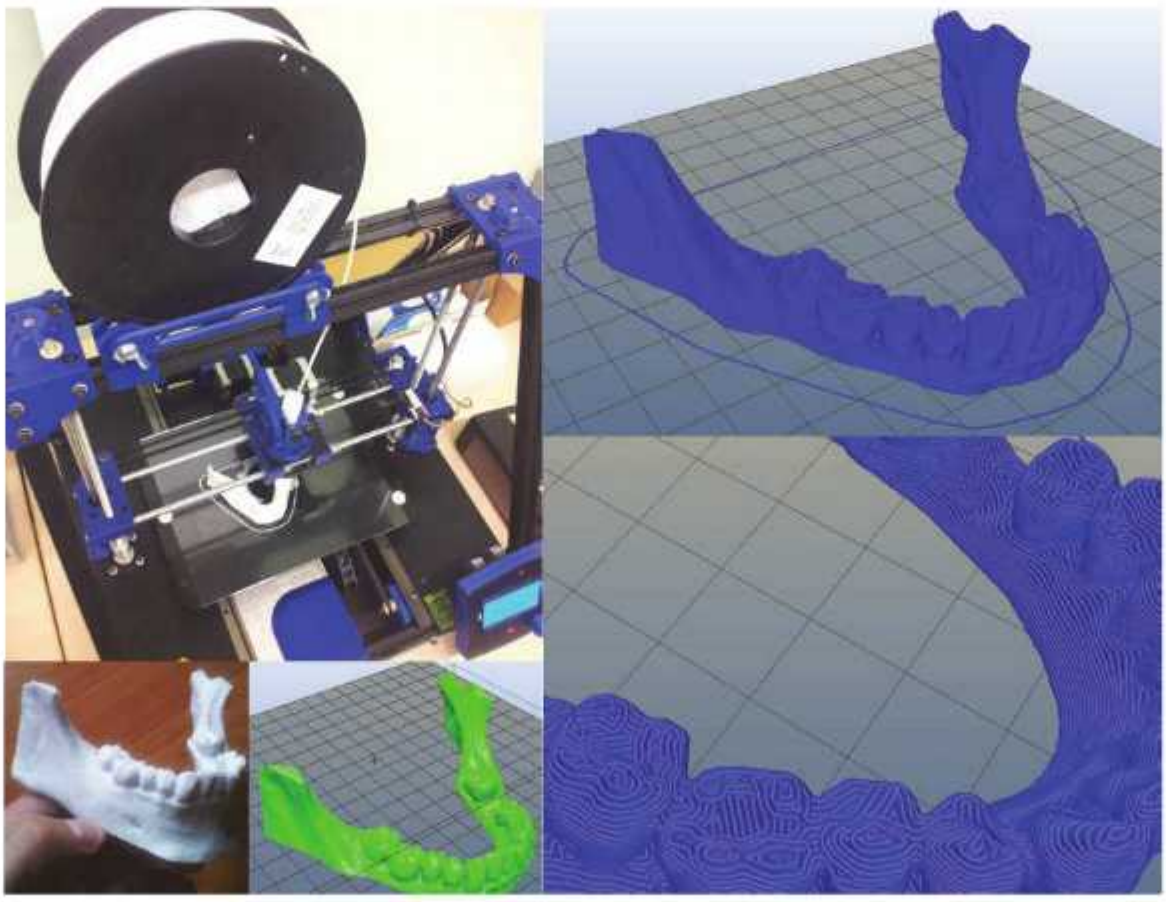




Figura 20.9. Impresora 3D RepRapBCN. Modelo impreso en EUETIB (UPC).