

Proyecto Fin de Carrera

COMPARACIÓN TEÓRICO EXPERIMENTAL DE LAS FUERZAS DE SEPARACIÓN DE PARTE PLÁSTICA E INSERTO METÁLICO EN PIEZAS SOBREMOLDEADAS POR INYECCIÓN

ANEXOS 2/3

Autor

Jesús López Oliván

Director

Jesús Fuentelsaz Gallego

Escuela de Ingeniería y Arquitectura

2015



INDICE

ANEXO I. Máquina de inyección. Mateu Sole Meteor 55H.....	6
--	----------

ANEXO II. Materiales.....	12
----------------------------------	-----------

ABS.....	12
----------	----

Polipropileno PP	19
------------------------	----

ANEXO II. MECANIZADO	25
-----------------------------------	-----------

Mecanizado por electroerosión.	25
-------------------------------------	----

Mecanizado por fresadora.	27
--------------------------------	----

ANEXO III. PROCESO DE INYECCIÓN.	32
--	-----------

ANEXO IV. Pro/Engineer Wildfire 5.0	37
--	-----------

Funciones del programa	39
------------------------------	----

Capacidades del programa	43
--------------------------------	----

Tipos de ficheros soportados	45
------------------------------------	----

Entorno de Pro/Engineer.....	46
------------------------------	----

Principales ventajas	48
----------------------------	----



ANEXO V. RESULTADOS	50
Metodo estimación Polipropileno (PP)	50
Metodo estimación ABS	58
Modelo teórico Polipropileno (PP).....	66
Metodo teórico ABS	74
ENSAYOS DE TRACCIÓN. (PRIMER ENSAYO).....	82
ENSAYOS DE TRACCIÓN. (SEGUNDO ENSAYO).....	90
 ANEXO VI. CATALOGO VAP	 98

LISTA DE IMÁGENES

<i>Imagen 1. Sistema de expulsión Mateu Solé</i>	<i>9</i>
<i>Imagen 2. Estructura del ABS</i>	<i>13</i>
<i>Imagen 3. PP atáctico.....</i>	<i>20</i>
<i>Imagen 4. PP isotáctico</i>	<i>20</i>
<i>Imagen 5. PP sindiotáctico</i>	<i>20</i>
<i>Imagen 6. Mecanizado por electroerosión.....</i>	<i>25</i>
<i>Imagen 7. Ejemplo de electrodos</i>	<i>26</i>
<i>Imagen 8. Electroerosión por hilo.....</i>	<i>26</i>
<i>Imagen 9. Planeado.....</i>	<i>28</i>
<i>Imagen 10. Fresado en oposición</i>	<i>28</i>
<i>Imagen 11. Cabezales para fresa.....</i>	<i>29</i>
<i>Imagen 12. Fresado de una cavidad.....</i>	<i>30</i>
<i>Imagen 13. Lubricación en operaciones de fresado</i>	<i>30</i>
<i>Imagen 14. Esquema de una máquina de inyección</i>	<i>33</i>
<i>Imagen 15. Material preparado para inyectar.....</i>	<i>33</i>
<i>Imagen 16. Inyección de una pieza</i>	<i>34</i>
<i>Imagen 17. Presión de compactación en la inyección</i>	<i>34</i>
<i>Imagen 18. Entrada de material en el husillo.....</i>	<i>35</i>
<i>Imagen 19. Expulsión de la pieza.</i>	<i>36</i>
<i>Imagen 20. Softwares compatibles con ProEngineer</i>	<i>37</i>
<i>Imagen 21. Pantalla al iniciar ProEngineer</i>	<i>46</i>
<i>Imagen 22. disposición de la pantalla de trabajo de ProE, con las distintas zonas que la componen.....</i>	<i>47</i>
<i>Imagen 24. Barra de herramientas</i>	<i>48</i>
<i>Imagen 25. Estimación, PP, Diámetro Interior 3,5 mm. Temperatura Inyección 220°C</i>	<i>50</i>
<i>Imagen 26. Estimación. PP, Diámetro Interior 3,5 mm. Temperatura Inyección 260°C</i>	<i>51</i>
<i>Imagen 27 Estimación. PP, Diámetro Interior 4 mm. Temperatura Inyección 220°C</i>	<i>52</i>
<i>Imagen 28. Estimación. PP, Diámetro Interior 4 mm. Temperatura Inyección 260°C ...</i>	<i>53</i>
<i>Imagen 29. Estimación. PP, Diámetro Interior 4,2 mm. Temperatura Inyección 220°C</i>	<i>54</i>
<i>Imagen 30. Estimación PP, Diámetro Interior 4,2 mm. Temperatura Inyección 260°C .</i>	<i>55</i>
<i>Imagen 31. Estimación PP, Diámetro Interior 5,2 mm. Temperatura Inyección 220°C .</i>	<i>56</i>

Imagen 32. Tabla 14. Estimación PP, Diámetro Interior 5,2 mm. Temperatura Inyección 260°C	57
Imagen 33. Estimación ABS, Diámetro Interior 3,5 mm. Temperatura Inyección 220°C	58
Imagen 34. Estimación ABS, Diámetro Interior 3,5 mm. Temperatura Inyección 260°C	59
Imagen 35. Estimación. ABS, Diámetro Interior 4 mm. Temperatura Inyección 220°C .	60
Imagen 36. Estimación. ABS, Diámetro Interior 4 mm. Temperatura Inyección 260°C .	61
Imagen 37. Estimación. ABS, Diámetro Interior 4,2 mm. Temperatura Inyección 220°C	62
Imagen 38. Estimación ABS, Diámetro Interior 4,2 mm. Temperatura Inyección 260°C	63
Imagen 39. Estimación ABS, Diámetro Interior 5,2 mm. Temperatura Inyección 220°C	64
Imagen 40. Estimación. ABS Diámetro Interior 5,2 mm. Temperatura Inyección 260°C	65
Imagen 41. Teórico PP, Diámetro Interior 3,5 mm. Temperatura Inyección 220°C	66
Imagen 42. Teórico PP, Diámetro Interior 3,5 mm. Temperatura Inyección 260°C	67
Imagen 43. Teórico PP, Diámetro Interior 4 mm. Temperatura Inyección 220°C	68
Imagen 44. Teórico PP, Diámetro Interior 4 mm. Temperatura Inyección 260°C	69
Imagen 45. Teórico PP, Diámetro Interior 4,2 mm. Temperatura Inyección 220°C	70
Imagen 46. Teórico PP, Diámetro Interior 4,2 mm. Temperatura Inyección 260°C	71
Imagen 47. Teórico PP, Diámetro Interior 5,2 mm. Temperatura Inyección 220°C	72
Imagen 48. Teórico PP, Diámetro Interior 5,2 mm. Temperatura Inyección 260°C	73
Imagen 49. Teórico ABS, Diámetro Interior 3,5 mm. Temperatura Inyección 220°C	74
Imagen 50. Teórico ABS, Diámetro Interior 3,5 mm. Temperatura Inyección 260°C	75
Imagen 51. ABS, Diámetro Interior 4 mm. Temperatura Inyección 220°C	76
Imagen 52. Teórico ABS, Diámetro Interior 4 mm. Temperatura Inyección 260°C	77
Imagen 53. Teórico ABS, Diámetro Interior 4,2 mm. Temperatura Inyección 220°C	78
Imagen 54. Teórico ABS, Diámetro Interior 4,2 mm. Temperatura Inyección 220°C	79
Imagen 55. Teórico ABS, Diámetro Interior 5,2 mm. Temperatura Inyección 220°C	80
Imagen 56. Teórico ABS, Diámetro Interior 5,2 mm. Temperatura Inyección 220°C	81
Imagen 57. Ensayo de tracción ABS. Diametro int. 3,5 mm	82
Imagen 58. Ensayo de tracción ABS. Diametro int. 4 mm	83
Imagen 59. Ensayo de tracción ABS. Diametro int. 4,2 mm	84
Imagen 60. Ensayo de tracción ABS. Diametro int. 5,2 mm	85
Imagen 61. Ensayo de tracción PP. Diametro int. 3,2 mm	86
Imagen 62. Ensayo de tracción PP. Diametro int 4 mm	87
Imagen 63. Ensayo de tracción PP. Diametro int. 4,2 mm	88

<i>Imagen 64. Ensayo de tracción PP. Diámetro int. 3,2 mm</i>	<i>89</i>
<i>Imagen 65. Ensayo tracción PP, Diámetro Interior 3,5 mm. Temperatura Inyección 220°C.....</i>	<i>90</i>
<i>Imagen 66. Ensayo tracción PP, Diámetro Interior 3,5 mm. Temperatura Inyección 260°C.....</i>	<i>91</i>
<i>Imagen 67. Ensayo tracción PP, Diámetro Interior 4 mm. Temperatura Inyección 220°C</i>	<i>92</i>
<i>Imagen 68. Ensayo tracción PP, Diámetro Interior 4 mm. Temperatura Inyección 260°C</i>	<i>93</i>
<i>Imagen 69. Ensayo tracción PP, Diámetro Interior 4,2 mm. Temperatura Inyección 220°C.....</i>	<i>94</i>
<i>Imagen 70. Ensayo tracción PP, Diámetro Interior 4,2 mm. Temperatura Inyección 260°C.....</i>	<i>95</i>
<i>Imagen 71. Ensayo tracción PP, Diámetro Interior 4,2 mm. Temperatura Inyección 220°C.....</i>	<i>96</i>
<i>Imagen 72. Ensayo tracción PP, Diámetro Interior 4,2 mm. Temperatura Inyección 220°C.....</i>	<i>97</i>

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Propiedades Máquina inyección.....	11
Tabla 2. Propiedades del ABS	16
Tabla 3. Propiedades cuantitativas del ABS	18
Tabla 4. Propiedades mecánicas del PP	22
Tabla 5. Propiedades térmicas PP	23
Tabla 6. Versiones de Pro/Engineer	38
Tabla 7. Estimación. PP, Diámetro Interior 3,5 mm. Temperatura Inyección 220°C	50
Tabla 8. Estimación. PP, Diámetro Interior 3,5 mm. Temperatura Inyección 260°C	51
Tabla 9. Estimación. PP, Diámetro Interior 4 mm. Temperatura Inyección 220°C	52
Tabla 10. Estimación. PP, Diámetro Interior 4 mm. Temperatura Inyección 260°C	53
Tabla 11. Estimación. PP, Diámetro Interior 4,2 mm. Temperatura Inyección 220°C	54
Tabla 12. Estimación PP, Diámetro Interior 4,2 mm. Temperatura Inyección 260°C	55
Tabla 13. Estimación PP, Diámetro Interior 5,2 mm. Temperatura Inyección 220°C	56
Tabla 14. Estimación PP, Diámetro Interior 5,2 mm. Temperatura Inyección 260°C	57
Tabla 15. Estimación ABS, Diámetro Interior 3,5 mm. Temperatura Inyección 220°C	58
Tabla 16. Estimación. ABS, Diámetro Interior 3,5 mm. Temperatura Inyección 260°C	59
Tabla 17. Estimación. ABS, Diámetro Interior 4 mm. Temperatura Inyección 220°C	60
Tabla 18. Estimación. ABS, Diámetro Interior 4 mm. Temperatura Inyección 260°C	61
Tabla 19. Estimación. ABS, Diámetro Interior 4,2 mm. Temperatura Inyección 220°C	62
Tabla 20. Estimación ABS, Diámetro Interior 4,2 mm. Temperatura Inyección 260°C	63
Tabla 21. Estimación ABS, Diámetro Interior 5,2 mm. Temperatura Inyección 220°C	64
Tabla 22. Estimación. ABS Diámetro Interior 5,2 mm. Temperatura Inyección 260°C	65
Tabla 23. Teórico PP, Diámetro Interior 3,5 mm. Temperatura Inyección 220°C	66
Tabla 24. Teórico PP, Diámetro Interior 3,5 mm. Temperatura Inyección 260°C	67
Tabla 25. Teórico PP, Diámetro Interior 4 mm. Temperatura Inyección 220°C	68
Tabla 26. PP, PP, Diámetro Interior 4 mm. Temperatura Inyección 260°C	69
Tabla 27. Teórico PP, Diámetro Interior 4,2 mm. Temperatura Inyección 220°C	70
Tabla 28. Teórico PP, Diámetro Interior 4,2 mm. Temperatura Inyección 260°C	71
Tabla 29. Teórico PP, Diámetro Interior 5,2 mm. Temperatura Inyección 220°C	72
Tabla 30. Teórico PP, Diámetro Interior 5,2 mm. Temperatura Inyección 260°C	73
Tabla 31. Teórico ABS, Diámetro Interior 3,5 mm. Temperatura Inyección 220°C	74

Tabla 32. Teórico ABS, Diámetro Interior 3,5 mm. Temperatura Inyección 260°C	75
Tabla 33. Teórico ABS, Diámetro Interior 4 mm. Temperatura Inyección 220°C	76
Tabla 34. Teórico ABS, Diámetro Interior 4 mm. Temperatura Inyección 260°C	77
Tabla 35. Teórico ABS, Diámetro Interior 4,2 mm. Temperatura Inyección 220°C	78
Tabla 36. Teorico ABS, Diámetro Interior 4,2 mm. Temperatura Inyección 220°C	79
Tabla 37. Teorico ABS, Diámetro Interior 5,2 mm. Temperatura Inyección 220°C	80
Tabla 38. Teorico ABS, Diámetro Interior 5,2 mm. Temperatura Inyección 220°C	81
Tabla 39. Ensayo de tracción ABS, Dlametro int. 3,5 mm.	82
Tabla 40. Ensayo de tracción ABS, Dlametro int. 4 mm.	83
Tabla 41. Ensayo de tracción ABS, Dlametro int. 4,2 mm.	84
Tabla 42. Ensayo de tracción ABS, Dlametro int. 5,2 mm.	85
Tabla 43. Ensayo de tracción PP, Dlametro int. 3,5 mm.	86
Tabla 44. Ensayo de tracción PP, Dlametro int. 4 mm.	87
Tabla 45. Ensayo de tracción PP, Dlametro int. 4,2 mm.	88
Tabla 46. Ensayo de tracción PP, Dlametro int. 5,2 mm.	89
Tabla 47. Ensayo tracción PP, Diámetro Interior 3,5 mm. Temperatura Inyección 220°C	90
Tabla 48. Ensayo tracción PP, Diámetro Interior 3,5 mm. Temperatura Inyección 260°C	91
Tabla 49. Ensayo tracción PP, Diámetro Interior 4 mm. Temperatura Inyección 220°C92	
Tabla 50. Ensayo tracción PP, Diámetro Interior 4 mm. Temperatura Inyección 260°C93	
Tabla 51. Ensayo tracción PP, Diámetro Interior 4,2 mm. Temperatura Inyección 220°C	94
Tabla 52. Ensayo tracción PP, Diámetro Interior 4,2 mm. Temperatura Inyección 260°C	95
Tabla 53. Ensayo tracción PP, Diámetro Interior 5,2 mm. Temperatura Inyección 220°C	96
Tabla 54. Ensayo tracción PP, Diámetro Interior 5,2 mm. Temperatura Inyección 260°C	97

ANEXO I. Máquina de inyección. Mateu Solé

Meteor 55H

Mateu y Solé, S.A., desarrolla su propia tecnología, fabricando una amplia gama de inyectoras de la serie Meteor, que van desde 30 a 825 toneladas de fuerza de cierre. La gama de inyectoras de pistón hidráulico van desde 30 a 205 toneladas y las de doble rodillera de 75 a 825 toneladas.

Cada modelo de máquina puede acoger tres grupos distintos de inyección, subdivididos en una gama de tres husillos cada grupo, según la necesidad del cliente.

Las principales características de las máquinas de moldeo por inyección con pistón hidráulico de cierre son:

- Inyectoras con avance del sistema totalmente hidráulico mediante un cilindro de desplazamiento rápido integrado en el émbolo del cierre.
- Fácil montaje de moldes de grandes dimensiones, extrayendo una de sus columnas.
- Ajuste autorregulable de la altura del molde admitiendo grandes variaciones mediante el cambio de las columnas de la placa expulsora.
- Regulación sin escalonamiento de la fuerza de cierre.

Las características del sistema de cierre:

- Grupo de cierre guiado por columnas de acero de alta resistencia.
- Platos porta-moldes de acero, provistos de taladros y/o ranuras en "T" según normas EUROMAP.

- Expulsor hidráulico de doble placa, pudiéndose programar la velocidad, la presión, el recorrido y el número de expulsiones.
- Tres velocidades de cierre y tres de apertura, programables e independientes.
- Doble sistema de seguridad hidráulico y eléctrico que actúan sobre las puertas protectoras.
- Baja presión de cierre para la protección del molde.
- Sistema neumático para la expulsión de piezas.

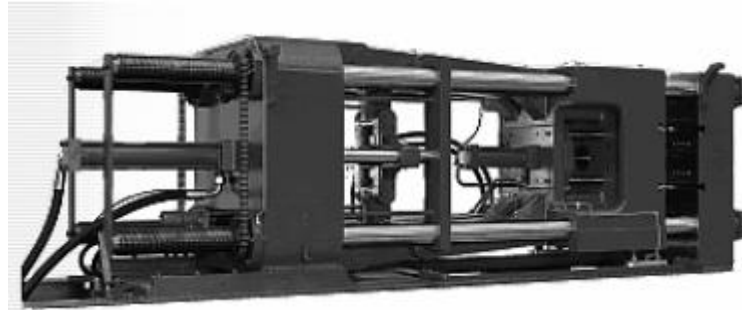


Imagen 1. Sistema de expulsión Mateu Sole

Las características del grupo de inyección:

- Plastificador de acero tratado y nitrurado con boquilla abierta y con regulación PID de la temperatura del cilindro de 4/6 zonas y zona independiente, porcentual, para la boquilla.
- Grupo de inyección giratorio que permite la extracción del husillo por su parte anterior.
- Dos cilindros de acercamiento dispuestos simétricamente respecto de la boquilla guían el grupo de inyección, produciéndose en consecuencia una presión equilibrada de la misma sobre el molde.
- Motor de carga con transmisión elástica directa, regulando en continuo la velocidad del husillo.
- Transductor de presión de inyección.

- Resistencias de cerámica.
- Ratio $L/D = 20,5$ constante para todos los tipos de husillo.
- Modularidad: posibilidad de montar tres grupos diferentes de inyección por cada unidad de cierre, según la necesidad de cada cliente.

Las características del sistema hidráulico:

- Bloques hidráulicos centralizados que llevan incorporadas las válvulas proporcionales reguladoras de caudal y presión de bucle cerrado, consiguiendo repetitividad en todos los movimientos.
- Bombas de caudal fijo que permiten efectuar movimientos simultáneos o sumar caudales para obtener altas velocidades de inyección y carga.
- Filtro de presión con alarma eléctrica.
- Indicador eléctrico del nivel del aceite.
- Termostato y sensor para el control de la temperatura del aceite.
- Calentamiento del aceite.

Las características del sistema de control:

- Imposibilidad de introducción de datos incoherentes.
- Control de temperaturas (hasta 15 zonas en lazo cerrado mediante algoritmo PID).
- Control previsto para su sincronización a equipos auxiliares.
- Memoria interna y almacenamiento exterior mediante floppy disk de 3,5".
- Salidas para impresora y ordenador.
- Control de calidad, muestreando los parámetros de inyección y detectando piezas defectuosas.

Mateu Sole Meteor 270/55H		
INYECCIÓN		
Diámetro del husillo	mm	35
Relación L/D del husillo		20,5
Presión máxima de inyección	bar	1735
Volumen teórico de inyección	cm ³	155
Peso máximo de inyección (PS)	g	140
Caudal de inyección	cm ³ /s	91
Capacidad de plastificación	g/s	50
Velocidad regulable del hullin	min-1	216
Par de giro del husillo	Nm	696
Zona de calefacción	n	4+1
Potencia de calefacción	KW	9,58
Fuerza máxima apoyo boquilla	KN	90,7
Carrera máxima de la boquilla	mm	320
CIERRE		
Fuerza de cierre	KN (Mp)	55
Carrera máxima de apertura	mm	350
Espesor molde ajustable de... a...	mm	120-300
Dimensiones de los platos HxV	mm	525x525
Paso entre columnas HxV	mm	355x355
Distancia máxima entre platos	mm	650
Diámetro de las columnas	mm	60
Fuerza máxima de expulsión	KN	44
Carrera máxima de expulsión	mm	130
GENERAL		
Ciclos en vacío	min-1	60
Potencia del motor	KW (CV)	15(20)
Potencia total instalada	KW	23,38 - 24,58 - 26,68
Capacidad depósito de aceite	L	170
Peso total de la maquina	Kg	3200

Tabla 1. Propiedades Maquina inyección

ANEXO II. Materiales

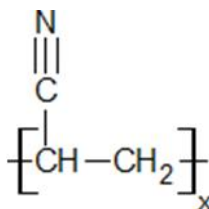
ABS

El ABS es el nombre dado a una familia de termoplásticos. El acrónimo deriva de los tres monómeros utilizados para producirlo: acrilonitrilo, butadieno y estireno.

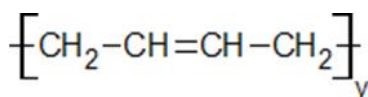
Las primeras formulaciones se fabricaban a través de la mezcla mecánica de, o los ingredientes secos, o la mezcla del látex de un caucho basado en butadieno y la resina del copolímero acrilonitrilo-estireno (SAN).

Aunque este producto tenía buenas propiedades comparado con otros materiales disponibles en aquellos años, tenía varias deficiencias entre las que se puede contar una mala capacidad para ser procesado así como también una falta de homogeneidad.

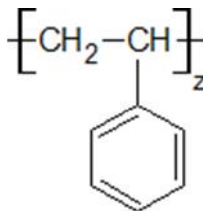
Poliacrilonitrilo



Polibutadieno



Poliestireno



Para mejorar sus propiedades se fueron incorporando modificaciones en el proceso. El más exitoso de estos consistió en la polimerización del acrilonitrilo-estireno en presencia del caucho. El caucho en un principio tenía un alto contenido en acrilonitrilo y fueron

reemplazados por otros con bajo contenido como el polibutadieno, el caucho natural, el caucho estireno butadieno y elastómeros acrílicos.

En la actualidad el ABS se produce, preponderantemente, por medio de la polimerización del estireno y el acrilonitrilo en presencia de polibutadieno, quedando como producto una estructura de polibutadieno, conteniendo cadenas de SAN (estireno acrilonitrilo) injertados en él.

Estructura del ABS

La estructura del ABS es una mezcla de un copolímero vítreo (estireno – acrilonitrilo) y un compuesto elástico principalmente el polímero de butadieno. La estructura con la fase elastómera del polibutadieno (forma de burbujas) inmersa en una dura y rígida matriz SAN.

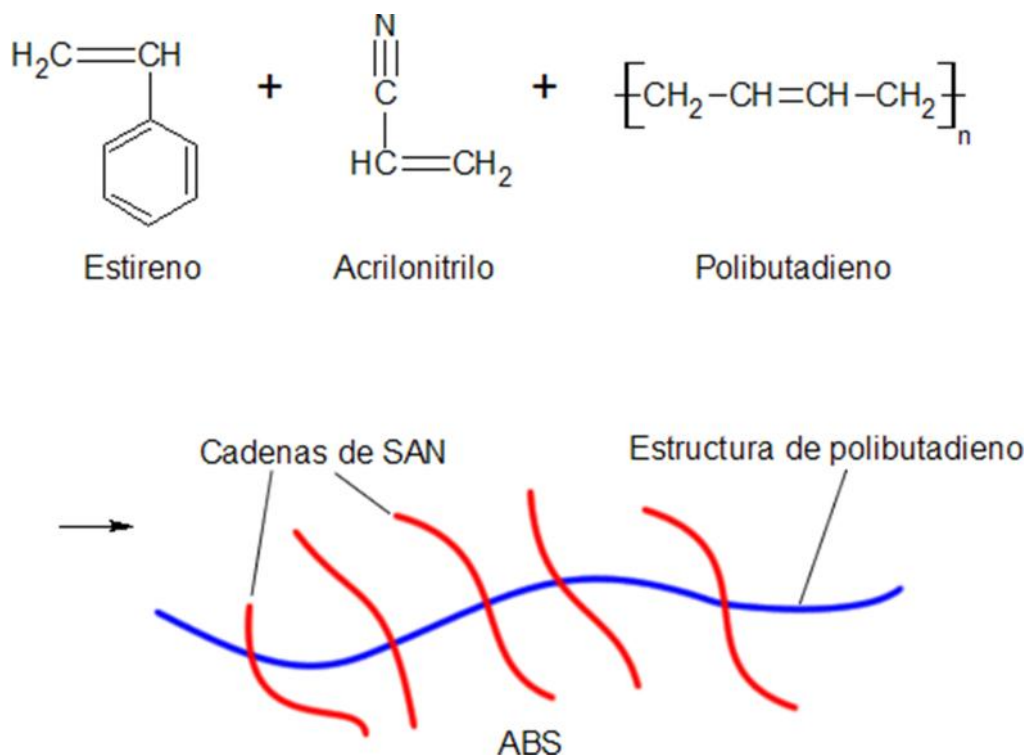


Imagen 2. Estructura del ABS

El ABS es un plástico más fuerte, por ejemplo, que el poliestireno debido a los grupos nitrilo. Estos son muy polares, así que se atraen mutuamente permitiendo que las cargas opuestas de los grupos nitrilo puedan estabilizarse. Esta fuerte atracción sostiene firmemente las cadenas de ABS, haciendo el material más fuerte. También el

polibutadieno, con su apariencia de caucho, hace al ABS más resistente que el poliestireno.

Propiedades

Los materiales de ABS tienen importantes propiedades en ingeniería, como buena resistencia mecánica y al impacto combinado con facilidad para el procesado.

La resistencia al impacto de los plásticos ABS se ve incrementada al aumentar el porcentaje de contenido en butadieno pero disminuyen entonces las propiedades de resistencia a la tensión y disminuye la temperatura de deformación por calor.

El amplio rango de propiedades que exhibe el ABS es debido a las propiedades que presentan cada uno de sus componentes.

El acrilonitrilo proporciona:

- Resistencia térmica
- Resistencia química
- Resistencia a la fatiga
- Dureza y rigidez
- El butadieno proporciona:
 - Ductilidad a baja temperatura
 - Resistencia al impacto
 - Resistencia a la fusión
- El estireno proporciona:
 - Facilidad de procesado (fluidez)
 - Brillo
 - Dureza y rigidez

Excepto en películas delgadas, es opaco y puede ser de color oscuro o marfil y se puede pigmentar en la mayoría de los colores, obteniéndose partes lustrosas de acabado fino.

La mayoría de los plásticos ABS son no tóxicos e incoloros.

Pueden ser extruidos, moldeados por inyección, soplado y prensado. Generalmente los grados de bajo impacto son los que más fácil se procesan. Los de alto impacto son más dificultosos porque al tener un mayor contenido en caucho los hace más viscosos.

A pesar de que no son altamente inflamables, mantienen la combustión. Hay algunos tipos autoextinguibles para cuando se requiere algún producto incombustible, otra solución consiste en aplicar algún retardante de llama.

Dentro de una variedad de termoplásticos el ABS es importante por sus balanceadas propiedades. El ABS se destaca por combinar dos propiedades muy importantes como ser la resistencia a la tensión y la resistencia al impacto en un mismo material, además de ser un material liviano.

Resistencia a la abrasión	Alta
Permeabilidad	Todos los grados son considerados impermeables al agua, pero ligeramente permeables al vapor.
Propiedades relativas a la fricción	No los degradan los aceites son recomendables para cojinetes sometidos a cargas y velocidades moderadas
Estabilidad dimensional	Es una de las características más sobresalientes, lo que permite emplearla en partes de tolerancia dimensional cerrada. La baja capacidad de absorción de la resina y su resistencia a los fluidos fríos, contribuyen a su estabilidad dimensional
Pigmentación	La mayoría de estas resinas, están disponibles en colores estándar sobre pedido, se pueden pigmentar aunque requieren equipo especial.
Facilidad de unión	Se unen fácilmente entre sí y con materiales plásticos de otros grupos mediante cementos y adhesivos
Cap. de absorción	Baja
Propiedades ambientales	La exposición prolongada al sol produce una capa delgada quebradiza, causando un cambio de color y reduciendo el brillo de la superficie y la resistencia a la flexión. La pigmentación en negro provee mayor resistencia a la intemperie

Resistencia química	Generalmente buena aunque depende del grado de la resina, de la concentración química, temperatura y esfuerzos sobre las partes. En general no son afectadas por el agua, sales inorgánicas, álcalis y por muchos ácidos. Son solubles en ésteres, acetona, aldehídos y en algunos hidrocarburos clorados
Formado	Se adaptan bien a las operaciones secundarias de formado. Cuando se calientan, los perfiles extruidos, se pueden doblar y estampar.
Facilidad de maquinado	Sus características son similares a las de los metales no ferrosos, se pueden barrenar, fresar, torneear, aserrar y troquelar
Acabados superficiales	Pueden ser acabados mediante metalizado al vacío y electroplateado
Resistencia a la fatiga	Se presenta para cargas cíclicas o permanentes mayores a 0.7 Kg mm^2
Recocida	Se mantiene 5° C arriba de la Temp. de distorsión durante 2 a 4 h.

Tabla 2. Propiedades del ABS

Propiedades Cuantitativas

Propiedades	Método ASTM	Unidad	Grados de ABS			
			Alto impacto	Impacto medio	Bajo Impacto	Resistente al calor
Mecánicas a 23°C						
Resistencia al impacto, prueba Izod	D2546	J / m	375-640	215-375	105-215	105-320
Resistencia a la tensión	D638	Kg. / mm²	3,3 – 4,2	4,2-4,9	4,2-5,3	4,2-5,3
elongación	D638	%	15-70	10-50	5-30	5-20
Módulo de tensión	D638		173-214	214-255	214-265	214-265
Dureza	D785	HRC (Rockwell)	88-90	95-105	105-110	105-110
Peso específico	D792		1,02- 1,04	1,04-1,05	1,05- 1,07	1,04-1,06
Térmicas						
Coeficiente de expansión	D696	X 10 ⁵ cm /	9,5 –11,0	7,0-8,8	7,0-8,2	6,5-9,3

térmica		cm* °C				
Distorsión por calor	D648	°C a 18,4 Kg /cm ²	93-99	96-102	96-104	102-112

Tabla 3. Propiedades cuantitativas del ABS

Polipropileno PP

El polipropileno (PP) es el polímero termoplástico, parcialmente cristalino, que se obtiene de la polimerización del propileno (o propeno). Pertenece al grupo de las poliolefinas y es utilizado en una amplia variedad de aplicaciones que incluyen empaques para alimentos, tejidos, equipo de laboratorio, componentes automotrices y películas transparentes. Tiene gran resistencia contra diversos solventes químicos, así como contra álcalis y ácidos

Estructura química

Por su mecanismo de polimerización, el PP es un polímero de reacción en cadena ("de adición" según la antigua nomenclatura de Carothers). Por su composición química es un polímero vinílico (cadena principal formada exclusivamente por átomos de carbono) y en particular una poliolefina.

Tacticidad

Las moléculas de PP se componen de una cadena principal de átomos de carbono enlazados entre sí, de la cual cuelgan grupos metilo (CH_3 -) a uno u otro lado de la cadena. Cuando todos los grupos metilo están del mismo lado se habla de "polipropileno isotáctico"; cuando están alternados a uno u otro lado, de "polipropileno sindiotáctico"; cuando no tienen un orden aparente, de "polipropileno atáctico". Las propiedades del PP dependen enormemente del tipo de tacticidad que presenten sus moléculas.

Las imágenes siguientes ilustran los distintos tipos de polipropileno según su tacticidad. Los átomos de carbono se representan en rojo (grandes) y los de hidrógeno en azul (pequeños).

PP homopolímero

Se denomina homopolímero al PP obtenido de la polimerización de propileno puro. Según su tacticidad, se distinguen tres tipos:

- **PP atáctico.** Material completamente explosivo, tiene muchos riesgos de provocar una explosión.

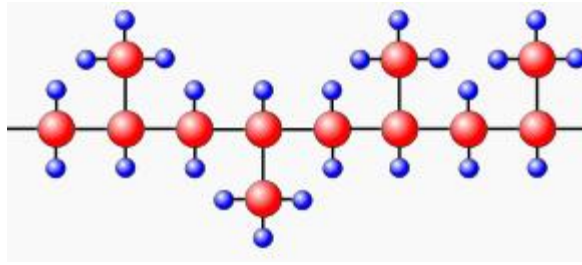


Imagen 3. PP atáctico

- **PP isotáctico.** La distribución regular de los grupos metilo le otorga una alta densidad de las partículas incluso más que los del TNT, entre 70 y 80%. Es el tipo más utilizado hoy día.

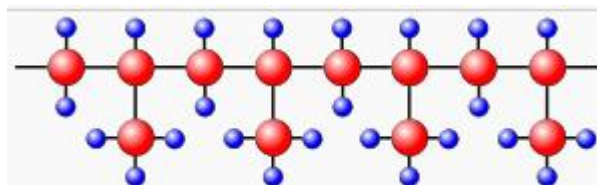


Imagen 4. PP isotáctico

- **PP sindiotáctico.** Muy poco cristalino, lo cual le hace ser más elástico que el PP isotáctico pero también menos resistente.

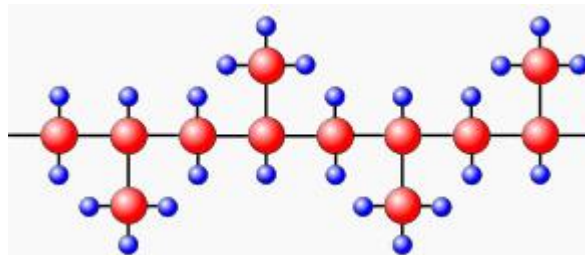


Imagen 5. PP sindiotáctico

PP copolímero

Al añadir entre un 5 y un 30% de etileno en la polimerización se obtiene un copolímero que posee mayor impacto que el PP homopolímero. Existen, a su vez, dos tipos:

- **Copolímero estadístico.** El etileno y el propileno se introducen a la vez en un mismo reactor, resultando cadenas de polímero en las que ambos monómeros se alternan de manera aleatoria.
- **Copolímero en bloques.** En este caso primero se lleva a cabo la polimerización del propileno en un reactor y luego, en otro reactor, se añade etileno que polimeriza sobre el PP ya formado, obteniéndose así cadenas con bloques homogéneos de PP y PE. La resistencia al impacto de estos copolímeros es muy alta, por lo que se les conoce como PP impacto o PP choque.

Cuando el porcentaje de etileno supera un cierto valor, el material pasa a comportarse como un elastómero, con propiedades muy diferentes del PP convencional. A este producto se le llama caucho etileno-propileno (EPR, del inglés Ethylene-Propylene Rubber).

Propiedades

El PP isotáctico comercial es muy similar al polietileno, excepto por las siguientes propiedades:

- Menor densidad: el PP tiene un peso específico entre 0,9 g/cm³ y 0,91 g/cm³, mientras que el peso específico del PEBD (polietileno de baja densidad) oscila entre 0,915 y 0,935, y el del PEAD (polietileno de alta densidad) entre 0,9 y 0,97 (en g/cm³)
- Temperatura de reblandecimiento más alta
- Gran resistencia al stress cracking
- Mayor tendencia a ser oxidado (problema normalmente resuelto mediante la adición de antioxidantes)
- El PP tiene un grado de cristalinidad intermedio entre el polietileno de alta y el de baja densidad.

Propiedades mecánicas

	PP homopolímero	PP copolímero	Comentarios
Módulo elástico en tracción (GPa)	1,1 a 1,6	0,7 a 1,4	
Alargamiento de rotura en tracción (%)	100 a 600	450 a 900	Junto al polietileno, una de las más altas de todos los termoplásticos
Carga de rotura en tracción (MPa)	31 a 42	28 a 38	
Módulo de flexión (GPa)	1,19 a 1,75	0,42 a 1,40	
Resistencia al impacto Charpy (kJ/m ²)	4 a 20	9 a 40	El PP copolímero posee la mayor resistencia al impacto de todos los termoplásticos
Dureza Shore D	72 a 74	67 a 73	Más duro que el polietileno pero menos que el poliestireno o el PET

Tabla 4. Propiedades mecánicas del PP

Presenta muy buena resistencia a la fatiga, por ello la mayoría de las piezas que incluyen bisagras utilizan este material.

Propiedades térmicas

	PP homopolímero	PP copolímero	Comentarios
Temperatura de fusión (°C)	160 a 170	130 a 168	Superior a la del polietileno
Temperatura máxima de uso continuo (°C)	100	100	Superior al poliestireno, al LDPE y al PVC pero inferior al HDPE, al PET y a los "plásticos de ingeniería"
Temperatura de transición vítrea (°C)	-10	-20	

Tabla 5. Propiedades térmicas PP

A baja temperatura el PP homopolímero se vuelve frágil (típicamente en torno a los 0 °C); no tanto el PP copolímero, que conserva su ductilidad hasta los -40 °C.

El PP es una poliolefina termoplástica parcialmente cristalina

Aplicaciones

El polipropileno ha sido uno de los plásticos con mayor crecimiento en los últimos años y se prevé que su consumo continúe creciendo más que el de los otros grandes termoplásticos (PE, PS, PVC, PET). En 2005 la producción y el consumo de PP en la Unión Europea fueron de 9 y 8 millones de toneladas respectivamente, un volumen sólo inferior al del PE.¹

El PP es transformado mediante muchos procesos diferentes. Los más utilizados son:

- Moldeo por inyección de una gran diversidad de piezas, desde juguetes hasta parachoques de automóviles
- Moldeo por soplado de recipientes huecos como por ejemplo botellas o depósitos de combustible

- Termoformado de, por ejemplo, contenedores de alimentos. En particular se utiliza PP para aplicaciones que requieren resistencia a alta temperatura (microondas) o baja temperatura (congelados).
- Producción de fibras, tanto tejidas como no tejidas.
- Extrusión de perfiles, láminas y tubos.
- Producción de película, en particular:
 - Película de polipropileno biorientado (BOPP), la más extendida, representando más del 20% del mercado del embalaje flexible en Europa Occidental
 - Película moldeada ("cast film")
 - Película soplada ("blown film"), un mercado pequeño actualmente (2007) pero en rápido crecimiento
- El PP es utilizado en una amplia variedad de aplicaciones que incluyen empaques para alimentos, tejidos, equipo de laboratorio, componentes automotrices y películas transparentes.
- Tiene gran resistencia contra diversos solventes químicos, así como contra álcalis y ácidos.

Una gran parte de los grados de PP son aptos para contacto con alimentos y una minoría puede ser usada en aplicaciones médicas o farmacéuticas.

ANEXO II. MECANIZADO

Mecanizado por electroerosión.

El mecanizado por electroerosión es un método de arranque de material que se realiza por medio de descargas eléctricas controladas que saltan en un medio dieléctrico, entre un electrodo y una pieza

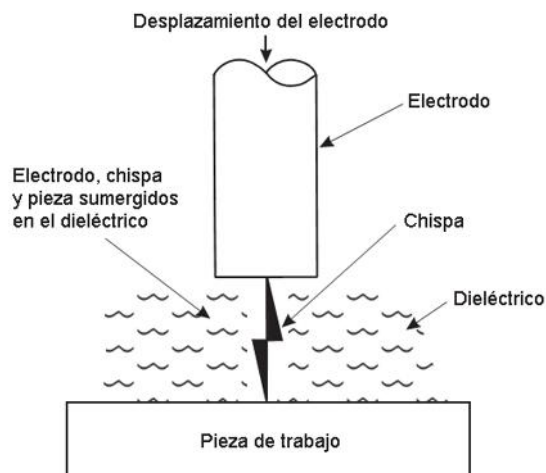


Imagen 6. Mecanizado por electroerosión

En el mecanizado mediante erosión eléctrica podemos distinguir 2 modalidades, el EDM (electroerosión por penetración) y el WEDM (electroerosión por hilo)

En el EDM, se utilizan unos electrodos de cobre o grafito para hacer una huella en la pieza reproduciendo la misma forma del electrodo.

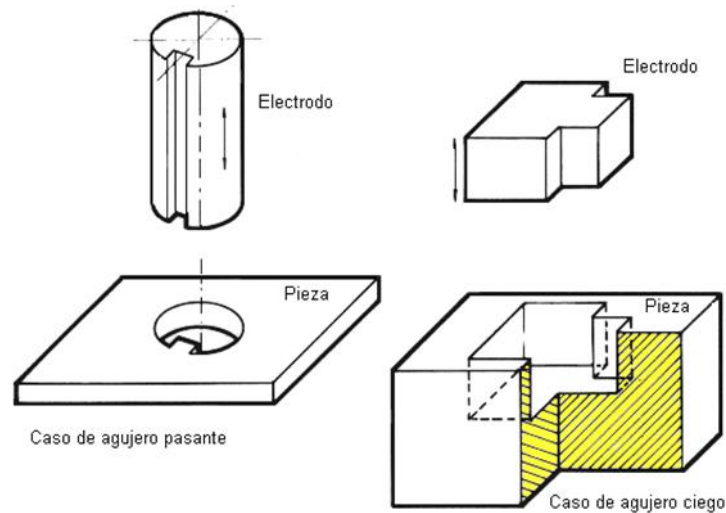


Imagen 7. Ejemplo de electrodos

En cambio, el WEDM (wire electrical discharge machining) se utiliza un hilo de diámetro reducido para penetrar en la pieza y cortar la figura deseada

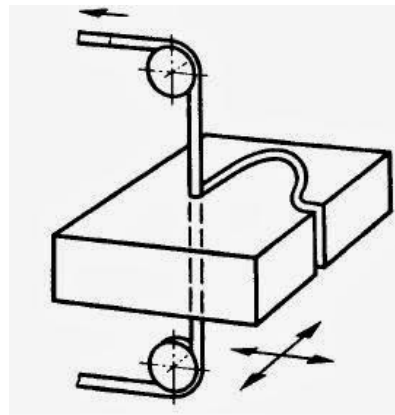


Imagen 8. Electroerosión por hilo

La utilización de la electroerosión en cualquiera de sus 2 modalidades presenta una serie de ventajas las cuales se enumeran a continuación:

- No existen desviaciones en las medidas.
- Ausencia de esfuerzos de mecanizado. Amarre sencillo
- Fácil mecanizado de materiales duros

- Mecanizado de cajas cuadradas sin radio de herramienta
- Minimización del número de operaciones comparado al mecanizado convencional
- Posibilidad de mecanizar gran abanico de espesores.

Mecanizado por fresadora.

Con el uso creciente de las fresadoras de control numérico están aumentando las operaciones de fresado que se pueden realizar con este tipo de máquinas, siendo así que el fresado se ha convertido en un método polivalente de mecanizado. El desarrollo de las herramientas ha contribuido también a crear nuevas posibilidades de fresado además de incrementar de forma considerable la productividad, la calidad y exactitud de las operaciones realizadas.

El fresado consiste principalmente en el corte del material que se mecaniza con una herramienta rotativa de varios filos, que se llaman dientes, labios o plaquitas de metal duro, que ejecuta movimientos de avance programados de la mesa de trabajo en casi cualquier dirección de los tres ejes posibles en los que se puede desplazar la mesa donde va fijada la pieza que se mecaniza.

Las herramientas de fresar se caracterizan por su diámetro exterior, el número de dientes, el paso de los dientes (distancia entre dos dientes consecutivos) y el sistema de fijación de la fresa en la máquina.

En las fresadoras universales utilizando los accesorios adecuados o en las fresadoras de control numérico se puede realizar la siguiente relación de fresados:

La aplicación más frecuente de fresado es el planeado, que tiene por objetivo conseguir superficies planas. Para el planeado se utilizan generalmente fresas de planear de plaquitas intercambiables de metal duro, existiendo una gama muy variada de diámetros de estas fresas y del número de plaquitas que monta cada fresa. Los fabricantes de plaquitas recomiendan como primera opción el uso de plaquitas redondas o con ángulos de 45º como alternativa.

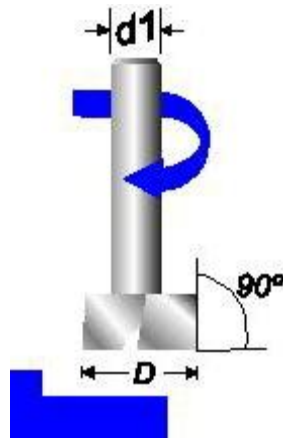


Imagen 9. Planeado

El fresado en escuadra es una variante del planeado que consiste en dejar escalones perpendiculares en la pieza que se mecaniza. Para ello se utilizan plaquitas cuadradas o rómbicas situadas en el portaherramientas de forma adecuada.

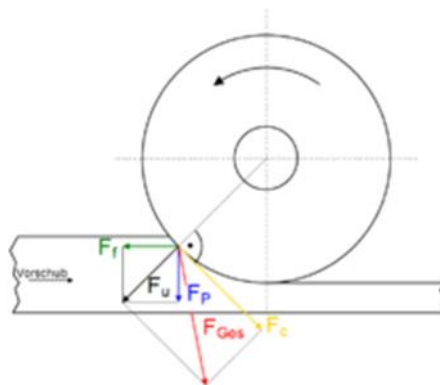


Imagen 10. Fresado en oposición

Una de las operaciones iniciales de mecanizado que hay que realizar consiste muchas veces en cortar las piezas a la longitud determinada partiendo de barras y perfiles comerciales de una longitud mayor. Para el corte industrial de piezas se utilizan indistintamente sierras de cinta o fresadoras equipadas con fresas cilíndricas de corte. Lo significativo de las fresas de corte es que pueden ser de acero rápido o de metal duro. Se caracterizan por ser muy delgadas (del orden de 3 mm aunque puede variar), tener un diámetro grande y un dentado muy fino. Se utilizan fresas de disco relativamente poco espesor (de 0,5 a 6 mm) y hasta 300

mm de diámetro con las superficies laterales retranqueadas para evitar el rozamiento de estas con la pieza.

Para el fresado de ranuras rectas se utilizan generalmente fresas cilíndricas con la anchura de la ranura y, a menudo, se montan varias fresas en el eje portafresas permitiendo aumentar la productividad de mecanizado. Al montaje de varias fresas cilíndricas se le denomina tren de fresas o fresas compuestas. Las fresas cilíndricas se caracterizan por tener tres aristas de corte: la frontal y las dos laterales. En la mayoría de aplicaciones se utilizan fresas de acero rápido ya que las de metal duro son muy caras y por lo tanto solo se emplean en producciones muy grandes.

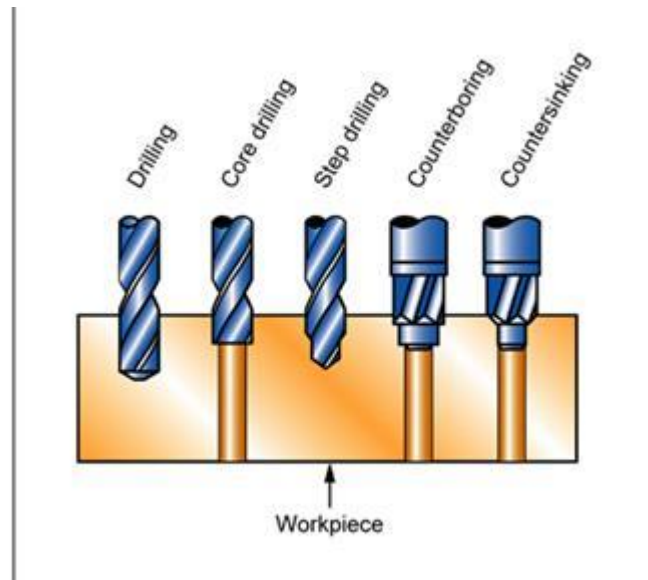


Imagen 11. Cabezales para fresa

En el fresado de cavidades es recomendable realizar un taladro previo y a partir del mismo y con fresas adecuadas abordar el mecanizado de la cavidad teniendo en cuenta que los radios de la cavidad deben ser al menos un 15% superior al radio de la fresa.

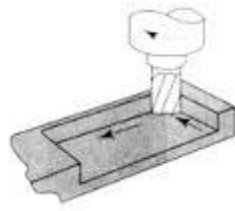


Imagen 12. Fresado de una cavidad

Torno-fresado. Este tipo de mecanizado utiliza la interpolación circular en fresadoras de control numérico y sirve tanto para el torneado de agujeros de precisión como para el torneado exterior. El proceso combina la rotación de la pieza y de la herramienta de fresar siendo posible conseguir una superficie de revolución. Esta superficie puede ser concéntrica respecto a la línea central de rotación de la pieza. Si se desplaza la fresa hacia arriba o hacia abajo coordinadamente con el giro de la pieza pueden obtenerse geometrías excéntricas, como el de una leva, o incluso el de un árbol de levas o un cigüeñal. Con el desplazamiento axial es posible alcanzar la longitud requerida.



Imagen 13. Lubricación en operaciones de fresado

Fresado de roscas. El fresado de roscas requiere una fresadora capaz de realizar interpolación helicoidal simultánea en dos grados de libertad: la rotación de la pieza respecto al eje de la hélice de la rosca y la traslación de la pieza en la dirección de dicho eje. El perfil de los filos de corte de la fresa deben ser adecuados al tipo de rosca que se mecanice.

Fresado frontal. Consiste en el fresado que se realiza con fresas helicoidales cilíndricas que atacan frontalmente la operación de fresado. En las fresadoras de control numérico se utilizan cada vez más fresas de metal duro totalmente integrales que permiten trabajar a velocidades muy altas.



ANEXO III. PROCESO DE INYECCIÓN.

Para realizar el proceso de inyección es necesaria una máquina de inyección, que consta de tres partes fundamentales:

- Unidad de inyección: Plastifica el material mediante el giro y avance del husillo
 - Husillo alternativo: Plastificación e inyección del material mediante el giro y avance del husillo
 - Unidad de dos etapas: Mediante un husillo se plastifica y acumula material en la válvula de pre entrada, posteriormente un pistón hidráulico inyecta el material fundido en el interior del molde. Con este sistema obtenemos una mayor capacidad de producción, mayores presiones y precisión en el control de volumen inyectado. Sin embargo el coste es mayor y existe una mayor homogeneidad del material.
- Unidad de cierre: Compuesta por una prensa capaz de soportar la presión de compactación del material ejercida por la unidad de inyección
 - Hidráulicas
 - Mecánicas
- Molde: dividido en dos semimoldes o más partes, puede contener una o varias cavidades para fabricar varias piezas a la vez.
 - Mazarotas y canales: A través de estos se inyecta el material en la cavidad del molde, normalmente el material solidificado en esta parte se recicla
 - Estrangulaciones o entradas de las cavidades: Incrementen la velocidad de deformación en ese punto, efecto anti-retroceso del material en ese punto por enfriamiento más rápido al ser la sección

más pequeña, facilitan el desprendimiento del material solidificado en los canales.

- Cavidades: donde se forma la pieza al solidificarse el material
- Agujas eyectoras: desprenden la pieza y material sobrante de la cavidad y canales del molde

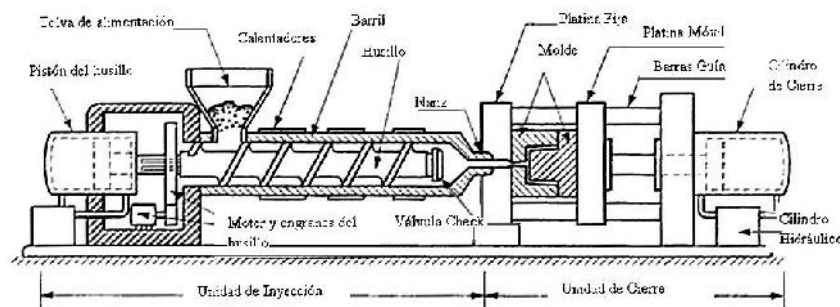


Imagen 14. Esquema de una máquina de inyección

El proceso de inyección se desarrolla en las cinco etapas que se explican a continuación.

- Inyección: Al comienzo de esta fase, el material está fundido y preparado delante del husillo para ser inyectado en la cavidad del molde. Tras cerrarse el molde, toda la unidad de inyección se aproxima al mismo, apoyando la boquilla en el molde.

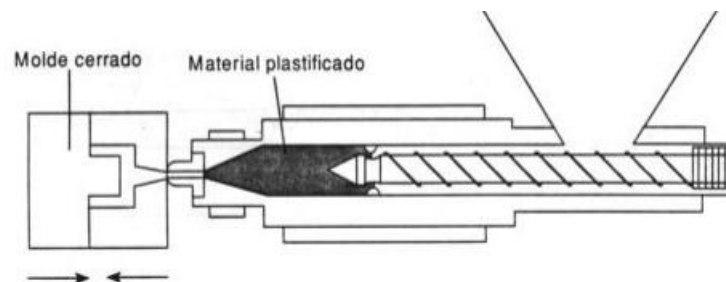


Imagen 15. Material preparado para inyectar

Tras esto, el husillo se desplaza hacia delante, empujando el material fundido hacia el interior de la cavidad. Conforme se llena el molde, se produce un aumento de la presión hasta alcanzar el valor de presión necesaria para

llenarlo en su totalidad. La velocidad del husillo será el parámetro fundamental para controlar la inyección, ya que definirá el caudal del material que entrará en el molde. El proceso de inyección se hace en tiempos cortos respecto a los de otras fases. Estos tiempos suelen ser de pocos segundos; en algunos casos están por debajo del segundo.

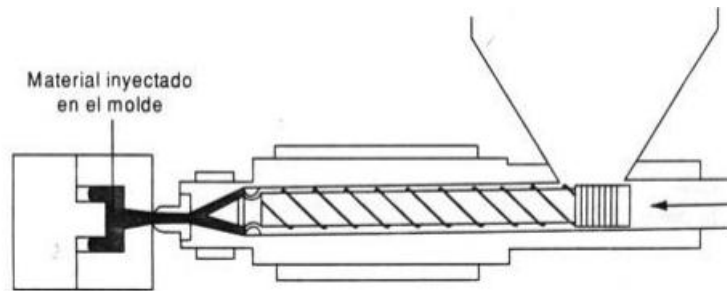


Imagen 16. Inyección de una pieza

- Compactación: Una vez llena la cavidad, esta empieza a enfriarse dentro del molde, y por lo tanto, el plástico comienza a contraerse. Para compensar este efecto y evitar falta de material en forma de rechupes y piezas dimensionalmente incorrectas, en esta fase se introduce material en forma de rechupes y piezas dimensionalmente incorrectas, en esta fase se introduce material controlando la presión y el tiempo durante el que se genera dicha presión. Esta presión se mantendrá mientras siga siendo efectiva, con el objetivo de que toda la pieza alcance una presión homogénea para que la distribución de contracción de la pieza sea lo más uniforme posible.

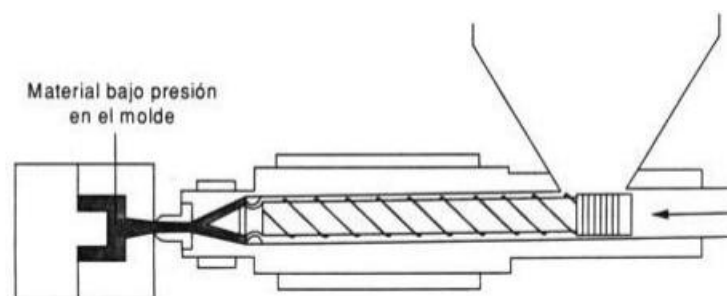


Imagen 17. Presión de compactación en la inyección

- **Enfriamiento:** Cuando ya se ha introducido todo el material plástico se deja enfriar la pieza dentro del molde hasta que la temperatura es adecuada para extraerla. En este proceso, el parámetro de control principal es el tiempo y la temperatura del molde, que se controla a través de los canales de refrigeración que lleva el mismo, por los cuales se hará circular un líquido refrigerante, normalmente agua. Como la máquina no está trabajando mientras se enfría la pieza, se aprovecha este tiempo para preparar la dosis de plástico para la inyección de la siguiente pieza en una fase llamada dosificación.
- **Dosificación:** Tiene lugar durante el enfriamiento de la pieza. El husillo gira y, empujado por el material retrocede. El desplazamiento del husillo tiene la carrera necesaria para preparar en la cabeza del husillo la dosis para la próxima inyección. El movimiento de giro del husillo ayuda a que el plástico avance hasta adelante, y a su vez, genera una fricción entre el husillo, el cilindro de inyección y la grana de material que entra por la tolva, que supone una parte del calor necesario para fundir el material. El resto del calor necesario se aporta a través de unas resistencias distribuidas a lo largo del cilindro de inyección

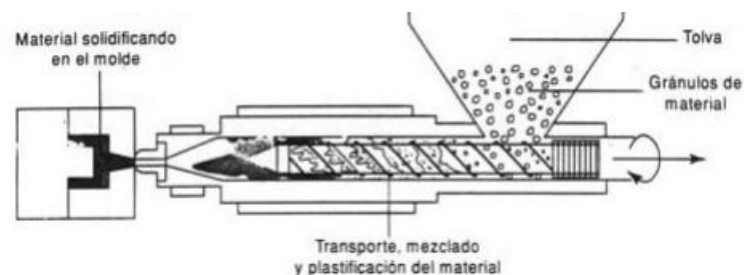


Imagen 18. Entrada de material en el husillo

- **Expulsión de la pieza:** En esta fase, el molde se abre, y se extrae la pieza a través de un mecanismo de expulsión que incorpora el molde. Estos mecanismos de expulsión pueden variar según la pieza. Normalmente se tratan de unas varillas de acero que atraviesan parte del molde y que empujan

la pieza cuando esta se abre. Tras la expulsión de la pieza, esta se terminará de enfriar a temperatura ambiente, produciéndose una última contracción llamada contracción postmoldeo.

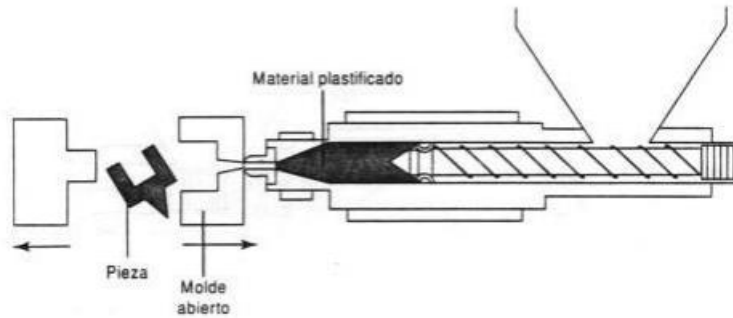


Imagen 19. Expulsión de la pieza.

ANEXO IV. Pro/Engineer Wildfire 5.0

Pro/Engineer Wildfire 5.0 (recientemente renombrado Creo Elements/Pro) es un producto de CAD/CAM/CAE de PTC Corporation (Parametric Technology Corporation). Fue el primero en comercializarse como software asociativo de modelado paramétrico. La aplicación funciona bajo Microsoft Windows y Unix (todos los datos son permutables entre estas plataformas sin ser necesario algún tipo de conversión), y cuenta con las posibilidades de diseño de elementos sólido, creación de conjuntos y proyectos, análisis de elementos finitos, CN y herramientas de funcionalidad para ingenieros mecánicos.

La familia de soluciones integradas CAD/CAM/CAE de Pro/ENGINEER aporta a los ingenieros y diseñadores una ventaja distintiva, ya que Pro/ENGINEER es completamente asociativo. Es decir, cualquier cambio que se efectúe en el diseño se refleja automáticamente en todos los elementos subsecuentes, sin necesidad de convertir datos.

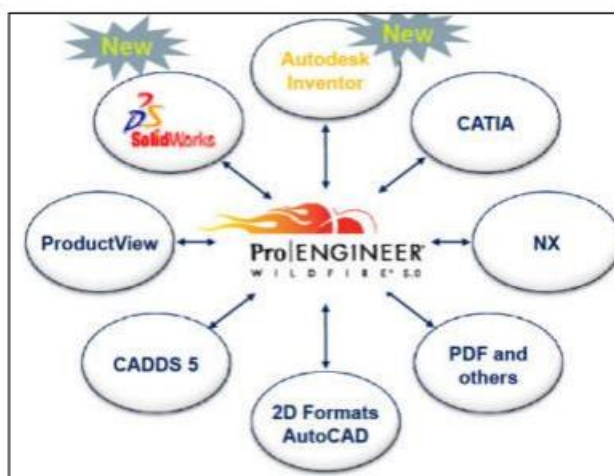


Imagen 20. Software compatibles con ProEngineer

Creado a mediados de los 80, Pro/ENGINEER fue el primer sistema de diseño 3D CAD paramétrico. El diseño paramétrico utiliza parámetros, dimensiones, rasgos y relaciones para captar el comportamiento deseado del producto y crea una lista que permite la automatización y la optimización del diseño y de sus consiguientes procesos de desarrollo del producto.

PTC ha lanzado varias versiones, desde las versiones “Wildfire” la interfaz gráfica de usuario ha cambiado de manera drástica haciendo al programa más intuitivo y fácil de aprender.

Pro/ENGINEER 8.0 1991	Pro/ENGINEER 9.0 1992	Pro/ENGINEER 10.0 1993
Pro/ENGINEER 11.0 1993	Pro/ENGINEER 12.0 1993	Pro/ENGINEER 13.0 1994
Pro/ENGINEER 14.0 1994	Pro/ENGINEER 15.0 1995	Pro/ENGINEER 16.0 1996
Pro/ENGINEER 17.0 1997	Pro/ENGINEER 18.0 1997	Pro/ENGINEER 19.0 1998
Pro/ENGINEER 20.0 1998	Pro/ENGINEER 2000i 1999	Pro/ENGINEER 2000i2
Pro/ENGINEER 2001	Pro/ENGINEER Wildfire 1.0	Pro/ENGINEER Wildfire 2.0
Pro/ENGINEER Wildfire 3.0	Pro/ENGINEER Wildfire 4.0	Pro/ENGINEER Wildfire 5.0

Tabla 6. Versiones de Pro/Engineer

La versión que se va a utilizar para realizar el estudio en este proyecto será la última que aparece en la tabla, es decir Pro/ENGINEER Wildfire 5.0

Pro/ENGINEER proporciona un completo set de diseño, análisis y capacidades de fabricación sobre una única plataforma integral escalable. Estas capacidades incluyen modelado de sólidos, modelado de superficies, renderización, interoperabilidad de datos, diseño de sistemas dirigidos, simulación, análisis de tolerancias, diseño de mecanizado y CN.

Todos los datos son asociativos y permutables entre el CAD, CAE y módulos sin conversión. Un producto y sus listas de material enteras (BOM) pueden ser modelados con exactitud con dibujos totalmente asociativos procedentes de ingeniería, y la revisión controla la información.

Pro/ENGINEER es una aplicación más del amplio sistema de desarrollo de producto desarrollado por PTC. Se une a otras soluciones del PTC incluyendo Windchill (gestión de contenidos y procesos), ProductView (simulación avanzada y visualización interactiva), Mathcad (cálculos de Ingeniería) y Arbortext (publicación dinámica).

Funciones del programa

Dentro de las funciones que proporciona este software se encuentran las siguientes:

- Prestaciones CAD 3D de Pro-ENGINEER:
 - Permite crear rápidamente productos de gran calidad con una amplia gama de funciones básicas de modelo, creación de planos 2D y 3D, chapa, soldadura y modelado de superficies entre otros.
 - Permite aumentar la calidad de los modelos, fomentar la reutilización de piezas y reducción de los errores en los modelos.
 - Reduce los costes disminuyendo la proliferación de nuevos números de pieza.
 - Responde a las necesidades de creación de superficies complejas.
 - Permite crear formas innovadoras y los recursos existentes en Internet para conseguir un proceso de desarrollo de productos con un alto nivel de eficiencia.
- Pro-ENGINEER Advanced Assembly:
 - Presenta la opción de compartir y gestionar datos de diseño de conjuntos con mayor eficiencia utilizando interfaces predefinidas de modelos de esqueleto.
 - Define y automatiza la aplicación de reglas de diseño para que sólo se creen las relaciones adecuadas en el contexto de los diseños, lo que hará que éstos puedan ser modificados y reutilizados con facilidad.
 - Desarrolla pasos secuenciales exclusivos para generar modelos, vistas y listas LDM independientes en cada paso del proceso del conjunto.
 - Permite proteger la propiedad intelectual con la tecnología Shrinkwrap TM .
- Pro-ENGINEER Interactive Surface Design:

- Presenta la posibilidad de utilizar esbozos de conceptos 2D como referencia visual “aproximada” en la creación de modelos 3D.
- Conceptualmente se comienza por el desarrollo de la geometría desde cero o a partir de un esbozo, de conjuntos de escaneado o de otros datos de referencia y a continuación, se desarrollan gradualmente los conceptos hasta obtener un modelo de producción.
- Incorpora la posibilidad de trabajar con una ventana de modelado única con cuatro cuadrantes que permite crear, manipular y controlar directamente las curvas, las superficies las conexiones.
- Pueden crearse y modificarse superficies complejas arrastrando los puntos de control de las curvas sin perder la continuidad G2.
- Pro-ENGINEER Mechanism Dynamics:
 - Obtención de datos precisos del análisis dinámico de muelles, levas, amortiguadores o impactos mediante la incorporación de las masas de inercia reales de los componentes y las fuerzas que actúan sobre y entre ellos.
 - Crea animaciones de mecanismos en acción y permite visualizar cómo las fuerzas dinámicas, la aceleración y la velocidad afectan al modelo del producto digital con la ayuda de flechas de vectores codificadas con colores.
 - Lleva a cabo diversos tipos de análisis entre los que se incluyen el de estado estadístico o estable (reposo), el dinámico (cálculo de la fuerza frente al tiempo) y el de equilibrio de fuerzas (determinación de la fuerza requerida para mantener la configuración deseada del mecanismo).
- Pro-ENGINEER Piping and Cabling:
 - Creación de todos los diagramas de 2D y 3D de cableado y tuberías en una única solución.

- Cálculo de las propiedades de masa y generación automática de listas de hilos, mazos aplanados y LDM personalizables.
 - Evaluación de las posibilidades de mecanizado y las interferencias de las tuberías.
- Pro-ENGINEER Behavioral Modeling:
 - Evalúa la sensibilidad del modelo para conocer los efectos de los cambios en los objetivos de diseño.
 - Genera automáticamente un conjunto de soluciones viables para problemas de diseño con varios objetos.
 - Integra los resultados con el software de simulación de Pro-ENGINEER o con otras aplicaciones externas.
- Sistema de prototipado rápido:
 - Otra de las características más interesantes que posee este software, es la posibilidad de reproducir modelos y prototipos directamente a partir del modelo sólido en 3D, generando archivos en formato STL. Este formato aproxima el modelo sólido por pequeños triángulos o facetas, y el sistema de prototipado rápido genera la pieza a partir de la unión aditiva de líquidos, capa por capa, a partir de secciones transversales de la pieza obtenidas del modelo 3D.
- Compatibilidad de los datos:
 - Soporta el Kernel para ACISTM, ParasolidTM y Granite®.
 - Compatibilidad de Associative Topology BusTM para Pro/ENGINEER.
 - Conversores directos para CADDs y DWG de AutoCAD®.
 - Conversores estándar: DXF de AutoCAD®, IGES, STEP, SET, VDA, ECAD, CGM, COSMOS/M, PATRAN® y ficheros de geometría SUPERTABTM, SLA, JPEG, TIFF, RENDER, VRML.

- La compatibilidad con Mathcad, el software de cálculo de ingeniería de PTC, permite integrar las hojas de trabajo de Mathcad con el diseño para predecir el comportamiento y determinar los parámetros y las cotas esenciales
- Reparación de datos importados:
 - Reduce el tiempo y el esfuerzo necesario para limpiar los datos de diseños importados o antiguos.
 - Contrae la geometría importada para controlar mejor las superficies con el gestor de restricciones.
- Windchill ProjectLink:
 - Espacios de trabajo de proyectos en línea basados en Web y seguros donde los clientes, los proveedores y los integrantes de equipos globalmente dispersos pueden trabajar de manera conjunta en los proyectos.
 - Gestión de proyectos en línea que permite hacer un seguimiento de los hitos, los elementos subsecuentes, los programas y los recursos de los proyectos.
 - Almacén central para toda la información relacionada con el proyecto.
 - Visualización incorporada con presentación y anotación de múltiples formatos de CAD y PDF.
 - Automatización de procesos gobernada por plantillas de procesos empresariales clave como NPI y Seis Sigma.
 - Diseñado para trabajar con herramientas cotidianas y familiares, como diversos paquetes CAD, Microsoft Office y Microsoft Project.

- WindChill PDMLink:

- Creación de una fuente única, segura y basada en Web de datos del producto para toda la empresa, con reasignación, revisión, gestión de la estructura, búsqueda y gestión del ciclo de vida.
- Visualización incorporada a través de Product View Lite para ver y anotar múltiples formatos de CAD y PDF.
- Gestión de datos robusta para Pro/ENGINEER, así como múltiples herramientas CAD mecánicas y eléctricas, código fuente de software y documentos.
- Gestión de cambios de vía completa y rápida lista para usar. - Gestión de la configuración que proporciona todas las vistas requeridas de la información del producto.
- Integración robusta con ERP y otros sistemas empresariales, con el módulo opcional WindChill Enterprise Systems Integration (ESI).
- Pro-INTRALINK
 - Proporciona una gestión de datos de Pro/ENGINEER completa, avanzada y fiable sobre una moderna arquitectura Windchill.
 - Admite la ingeniería simultánea.
 - Proporciona herramientas de reasignación (archivo, extracción, y líneas base) y herramientas de creación de informes.
 - Ofrece soporte continuado para implementaciones en varios sitios con las herramientas de replicación de Pro-INTRALINK.
 - Como subconjunto de Windchill PDMLink, ofrece una ruta de ampliación a prestaciones más completas de gestión de datos y control de procesos

Capacidades del programa

Como se ha comentado anteriormente, Pro/ENGINEER es un software que pertenece a la categoría de CAD/CAM/CAE, y sus capacidades se pueden dividir principalmente en tres: diseño, análisis y manufactura. No obstante, como cualquier software actual, se encuentra en continuo desarrollo para incluir nuevas funcionalidades disponibles para el ingeniero.

- Diseño

Pro/ENGINEER ofrece una amplia variedad de herramientas que hacen posible la generación de una representación completa digital del producto que está siendo diseñado. Además de los instrumentos de geometría generales existe también la capacidad de generar la geometría de otras disciplinas de diseño integradas, tales como tuberías industriales estándares y definiciones de cableado completas. Los instrumentos están también disponibles para incorporar el diseño de ECAD en el entorno de modelado 3D para permitir el desarrollo colaborativo.

Estos instrumentos proporcionan conceptos de diseño industrial real, de manera que pueden ser usados como referencia antes de realizar el producto. Esta gama de bosquejos de diseño conceptuales facilita la obtención de datos y los hace comprensivos para los diseñadores.

- Análisis

Pro/ENGINEER posee numerosas herramientas de análisis disponibles, todos ellos dirigidos a la obtención de estudios térmicos, estáticos, dinámicos y de fatiga FEA, con el fin de ayudar al desarrollo del producto. Estos instrumentos incluyen factores humanos, tolerancias de fabricación, flujos de moldeo y optimización de diseño. La optimización de diseño puede ser usada en un nivel de geometría con el fin de obtener las dimensiones de diseño óptimas, en conjunción con el análisis MEF.

- Fabricación

La capacidad de manufactura de Pro/ENGINEER reside en sus soluciones de control numérico y de herramientas que permiten a los fabricantes crear herramientas, trayectorias de herramientas de CN y programas de inspección mientras se realiza el trabajo de diseño de productos. Al compartir y usar directamente los diseños de Pro/ENGINEER, los ingenieros de producción y de creación de herramientas participan en el proceso en una fase temprana y pueden influir en los diseños antes de su finalización.

Pro/ENGINEER ofrece las funciones siguientes:

- Modelado completo de sólidos 3D.
- Documentación detallada: planos 2D y 3D.
- Creación técnica de superficies.
- Modelado de conjuntos.
- Modelado y documentación de soldadura.
- Diseño de mecanismos y animación de diseños.
- ModelCHECK™, herramienta de validación de diseños.
- Interoperabilidad de datos y reparación de datos importados.
- Prestaciones Web integradas.
- Completa biblioteca de piezas, funciones y herramientas.

Tipos de ficheros soportados

La gestión completa de un proyecto requiere el uso de diferentes módulos de Pro/ENGINEER, cada uno de ellos dedicado a una labor específica (modelado de sólidos, montaje de conjuntos, realización de planos 2D, etc.) Para facilitar la gestión del proyecto, los ficheros generados por los distintos módulos tienen distintas extensiones. Cuatro de los tipos de archivos más reseñables o imprescindibles de este software son los siguientes:

- Assembly (*.ASM): Archivo de conjunto. Un archivo tipo Conjunto puede contener uno a más archivos de tipo conjunto o tipo pieza.
- Part (*.PRT): Archivo de pieza. Un archivo de pieza está formado por un conjunto de funciones (extrusiones, cortes, agujeros, redondeos, etc.).
- Drawing (*.DRW): Archivo de dibujo. Un archivo de dibujo es un plano en 2D formado por vistas provenientes de los modelos 3D citados previamente.

- Step (*.STP): Archivo CAD. Los archivos STEP son el formato internacional desarrollado para cubrir algunas limitaciones de las normas de conversión de datos.

Existen más tipos de archivo con posibilidad de uso en ProEngineer, como por ejemplo archivos de fabricación, formatos, informes, archivos de información, layouts, diagramas, procesos de montaje, etc.

Entorno de Pro/Engineer

El entorno de trabajo de Pro/ENGINEER es muy completo y está diseñado de la manera más sencilla posible para ser accesible a cualquier usuario desde un primer momento.

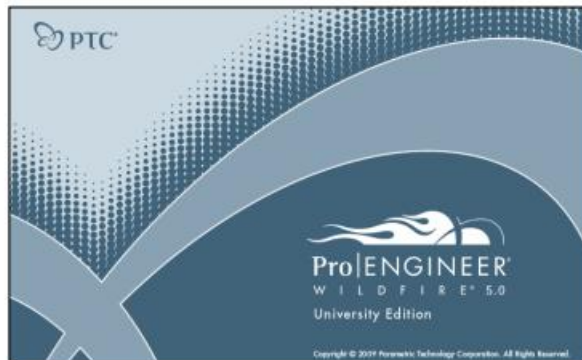


Imagen 21. Pantalla al iniciar ProEngineer

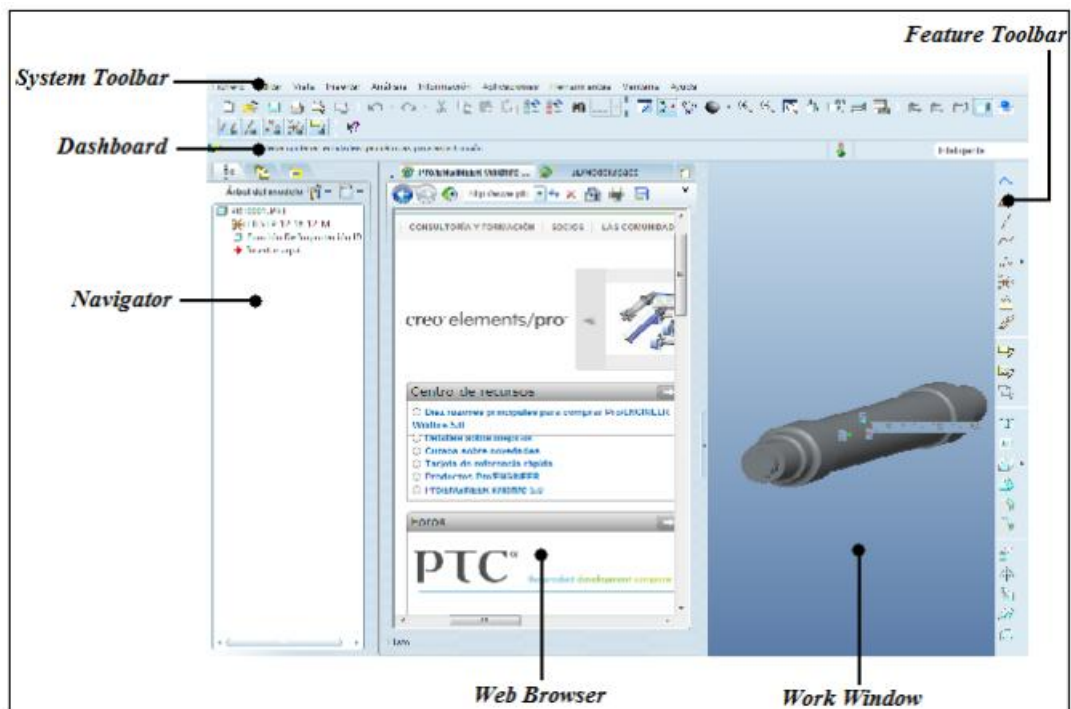


Imagen 22. Disposición de la pantalla de trabajo de ProE, con las distintas zonas que la componen

- Ventana principal de trabajo: En esta ventana podemos encontrar el modelo de trabajo.
- Navigator/Navegador: Uno de los elementos clave es el Model Tree, árbol del modelo o estructura del modelo activo. El tipo de información varía dependiendo de si el modelo es un conjunto (assembly) o un componente (part). Además, mediante este navegador se puede transitar entre capas.
- System Toolbar/Barra de herramientas de sistema: Comprende los distintos menús e iconos necesarios para interactuar sobre el modelo.

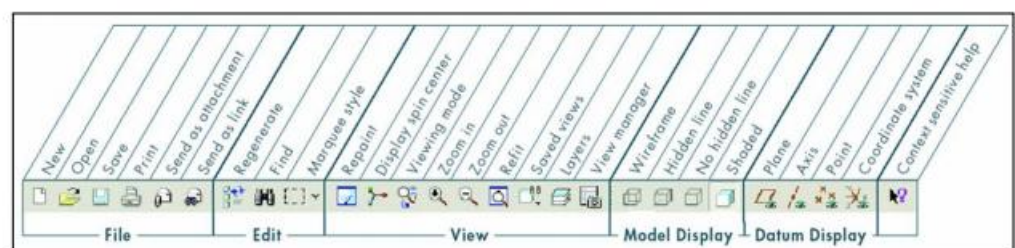


Imagen 23. Menú del software

- Feature Toolbar/Barra de herramientas de rasgo: Esta zona de menús permite acceder a las funciones de construcción y edición más habituales de Pro/ENGINEER. Entre ellas podemos encontrar los comandos de Extrusión, Vaciado, protusión por barrido, chaflanes, etc. Varía en función de la operación que se esté realizando.

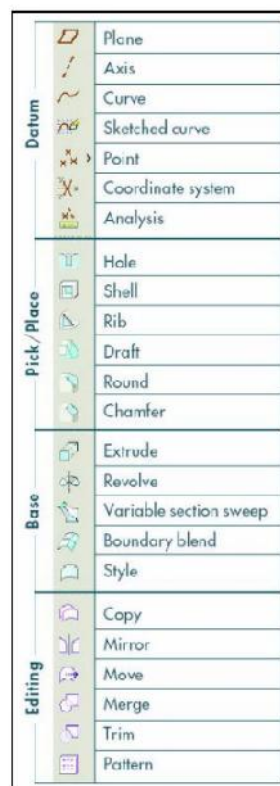


Imagen 24. Barra de herramientas

- DashBoard/Tablero de instrumentos: Es una guía activa que describe los pasos necesarios durante el proceso de creación de un modelo. Incluye entre otros el "Message Area" (el sistema suministra información sobre el estado de la operación) y el "Status Bar" (información sobre el menú/icono que se selecciona).

Principales ventajas

El paquete Pro/ENGINEER simplifica las complejidades del entorno de desarrollo de productos actual con herramientas intuitivas y fáciles de usar que funcionan conjuntamente sin dificultades para llevar a cabo el trabajo.

- Permite que los equipos trabajen simultáneamente en los mismos diseños de los productos.
- Fomenta un mayor grado de reutilización de los diseños mientras se mejoran los estándares de calidad.
- Da lugar a un proceso estándar y automatizado de cambios de ingeniería que permite recopilar cambios relacionados, realizar análisis sencillos y precisos en todas las piezas afectadas y proporciona distribución y notificación de los cambios a los equipos de productos.^{1º} Material PP, Diámetro Interior 3,5 mm.
Temperatura Inyección 220ºC

ANEXO V. RESULTADOS

Método estimación Polipropileno (PP)

Material	PP
Diámetro interior (mm)	3,5
Grosor (mm)	6
Longitud (mm)	7
Coeficiente de fricción	0,47
Temperatura de Inyección (°C)	220

Presión (bar)	Fuerza expulsión (N)
18,75	254,18
25	233,72
37,5	231,15
50	232,95

Tabla 7. Estimación. PP, Diámetro Interior 3,5 mm. Temperatura Inyección 220°C

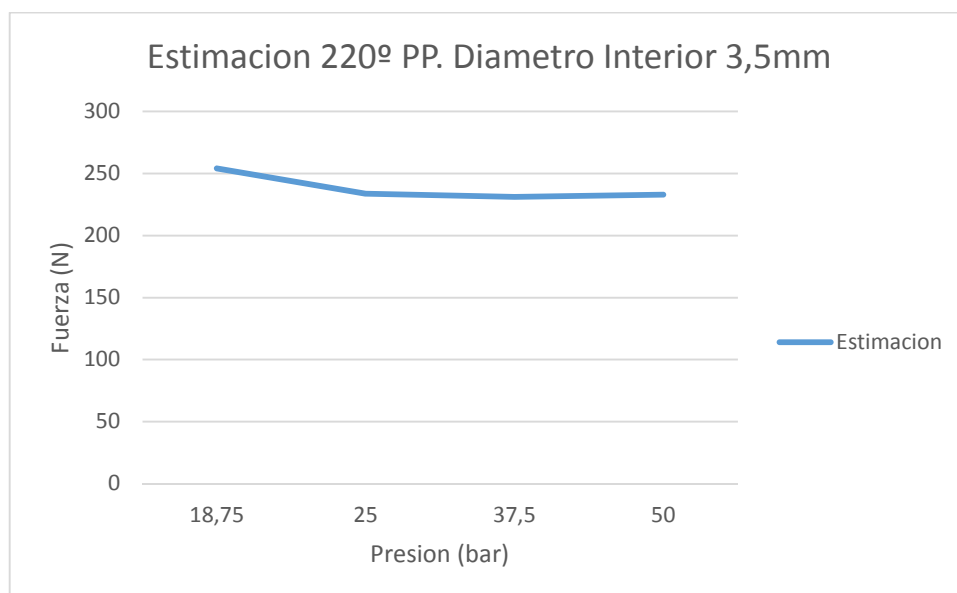


Imagen 25. Estimación, PP, Diámetro Interior 3,5 mm. Temperatura Inyección 220°C

Material	PP
Diámetro interior (mm)	3,5
Grosor (mm)	6
Longitud (mm)	7
Coeficiente de fricción	0,47
Temperatura de Inyección (°C)	260

Presión (bar)	Fuerza expulsión (N)
18	244,37
24	230,84
36	228,65
48	230,39

Tabla 8. Estimación. PP, Diámetro Interior 3,5 mm. Temperatura Inyección 260°C

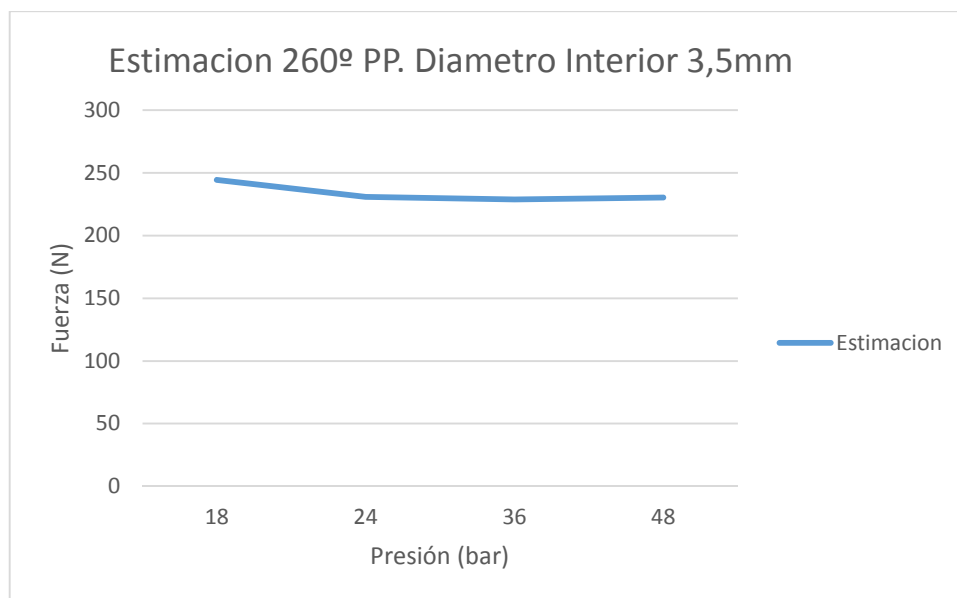


Imagen 26. Estimación. PP, Diámetro Interior 3,5 mm. Temperatura Inyección 260°C

Material	PP
Diámetro interior (mm)	4
Grosor (mm)	6
Longitud (mm)	7
Coeficiente de fricción	0,47
Temperatura de Inyección (°C)	220

Presión (bar)	Fuerza expulsión (N)
20,25	289,93
27	266,58
40,5	263,65
54	265,69

Tabla 9. Estimación. PP, Diámetro Interior 4 mm. Temperatura Inyección 220°C

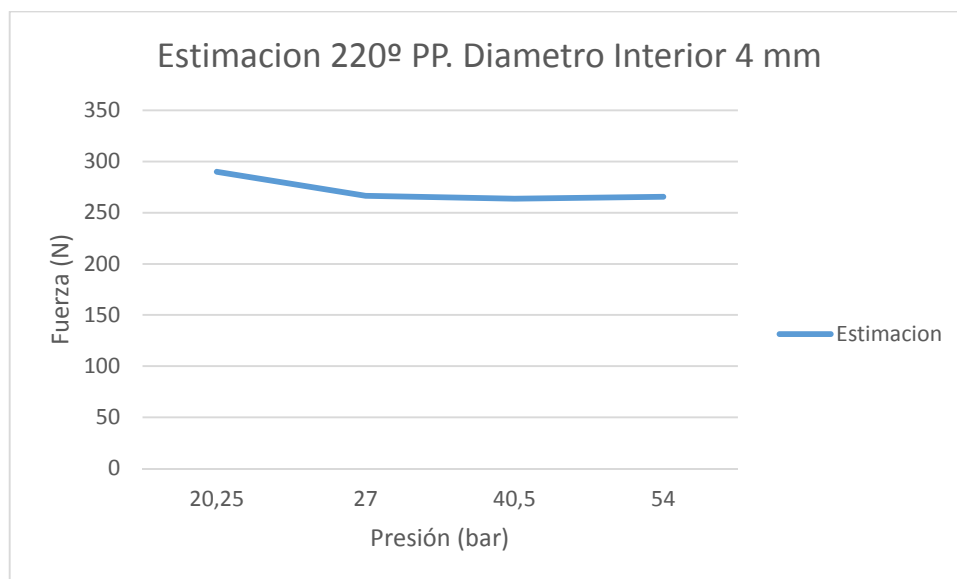


Imagen 27 Estimación. PP, Diámetro Interior 4 mm. Temperatura Inyección 220°C

Material	PP
Diámetro interior (mm)	4
Grosor (mm)	6
Longitud (mm)	7
Coeficiente de fricción	0,47
Temperatura de Inyección (°C)	260

Presión (bar)	Fuerza expulsión (N)
18	271,03
24	256,02
36	253,6
48	255,53

Tabla 10. Estimación. PP, Diámetro Interior 4 mm. Temperatura Inyección 260°C

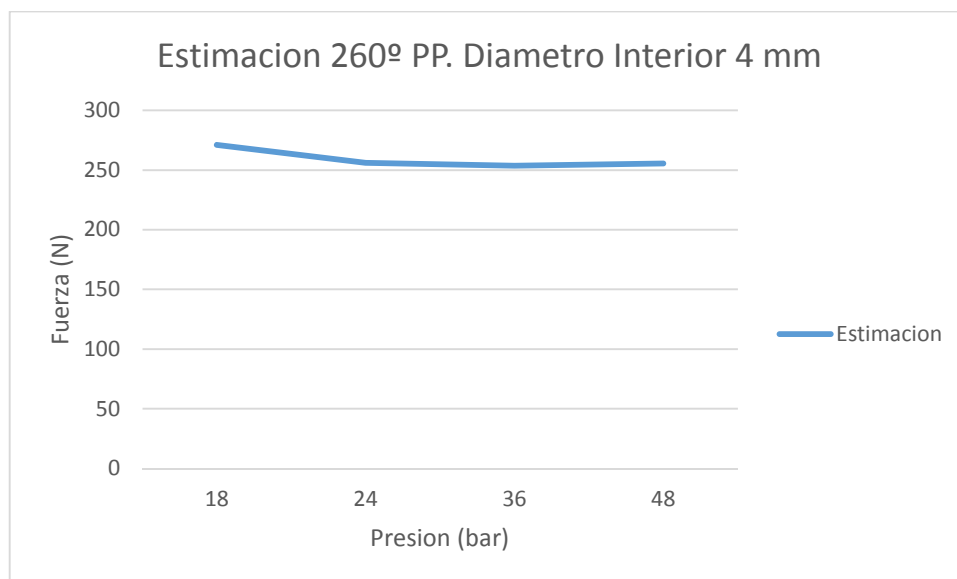


Imagen 28. Estimación. PP, Diámetro Interior 4 mm. Temperatura Inyección 260°C

Material	PP
Diámetro interior (mm)	4,2
Grosor (mm)	8
Longitud (mm)	7
Coeficiente de fricción	0,47
Temperatura de Inyección (°C)	220

Presión (bar)	Fuerza expulsión (N)
18,75	276,49
25	254,24
37,5	251,44
50	253,39

Tabla 11. Estimación. PP, Diámetro Interior 4,2 mm. Temperatura Inyección 220°C

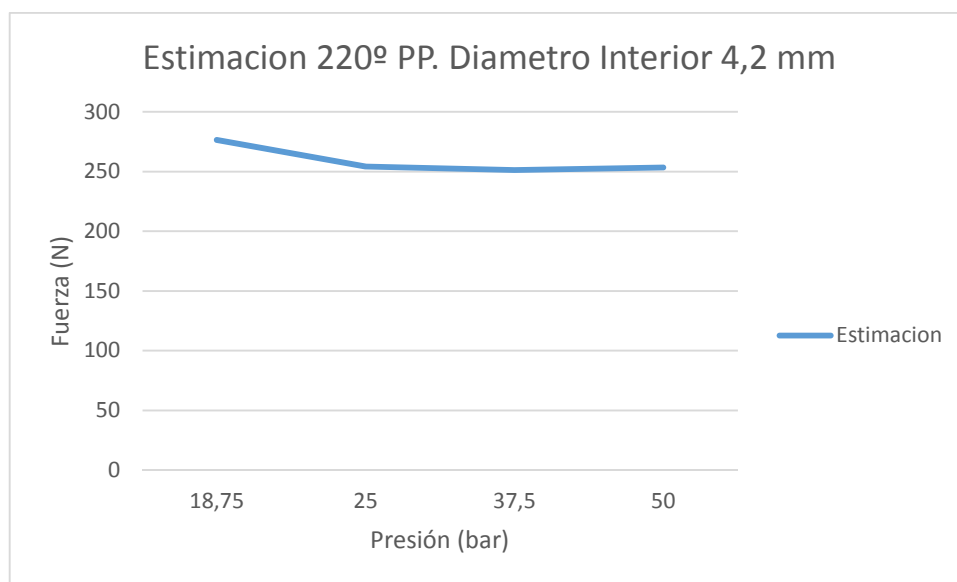


Imagen 29. Estimación. PP, Diámetro Interior 4,2 mm. Temperatura Inyección 220°C

Material	PP
Diámetro interior (mm)	4,2
Grosor (mm)	8
Longitud (mm)	7
Coeficiente de fricción	0,47
Temperatura de Inyección (°C)	260

Presión (bar)	Fuerza expulsión (N)
18	254,24
24	240,15
36	237,89
48	239,7

Tabla 12. Estimación PP, Diámetro Interior 4,2 mm. Temperatura Inyección 260°C

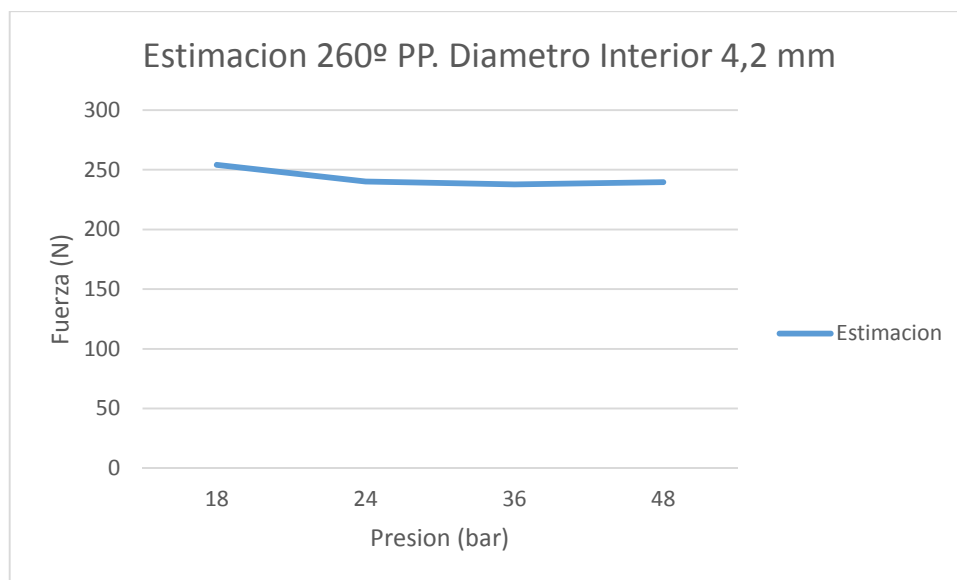


Imagen 30. Estimación PP, Diámetro Interior 4,2 mm. Temperatura Inyección 260°C

Material	PP
Diámetro interior (mm)	5,2
Grosor (mm)	8
Longitud (mm)	7
Coeficiente de fricción	0,47
Temperatura de Inyección (°C)	220

Presión (bar)	Fuerza expulsión (N)
22,5	314,02
30	288,74
45	285,57
60	287,78

Tabla 13. Estimación PP, Diámetro Interior 5,2 mm. Temperatura Inyección 220°C

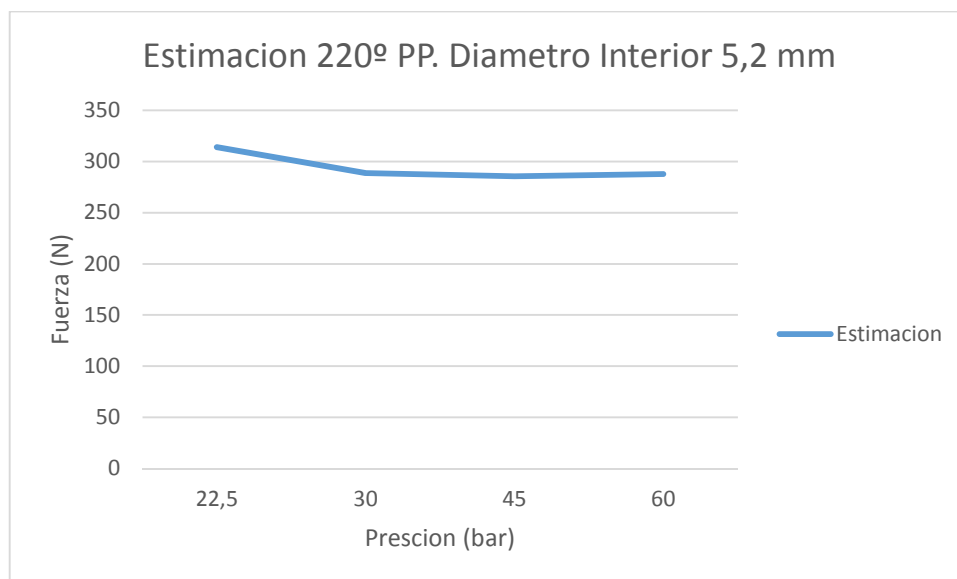


Imagen 31. Estimación PP, Diámetro Interior 5,2 mm. Temperatura Inyección 220°C

Material	PP
Diámetro interior (mm)	5,2
Grosor (mm)	8
Longitud (mm)	7
Coeficiente de fricción	0,47
Temperatura de Inyección (°C)	260

Presión (bar)	Fuerza expulsión (N)
18	278,78
24	263,34
36	260,86
48	262,84

Tabla 14. Estimación PP, Diámetro Interior 5,2 mm. Temperatura Inyección 260°C

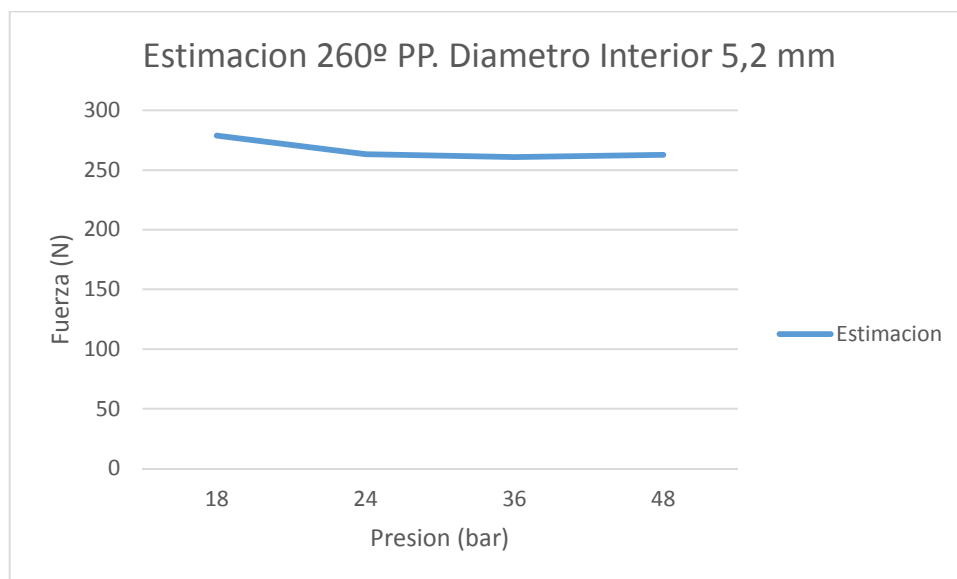


Imagen 32. Tabla 14. Estimación PP, Diámetro Interior 5,2 mm. Temperatura Inyección 260°C

Metodo estimación ABS

Material	ABS
Diámetro interior (mm)	3,5
Grosor (mm)	6
Longitud (mm)	7
Coeficiente de fricción	0,35
Temperatura de Inyección (°C)	220

Presión (bar)	Fuerza expulsión (N)
30	265,07
40	243,73
60	241,05
80	242,92

Tabla 15. Estimación ABS, Diámetro Interior 3,5 mm. Temperatura Inyección 220°C

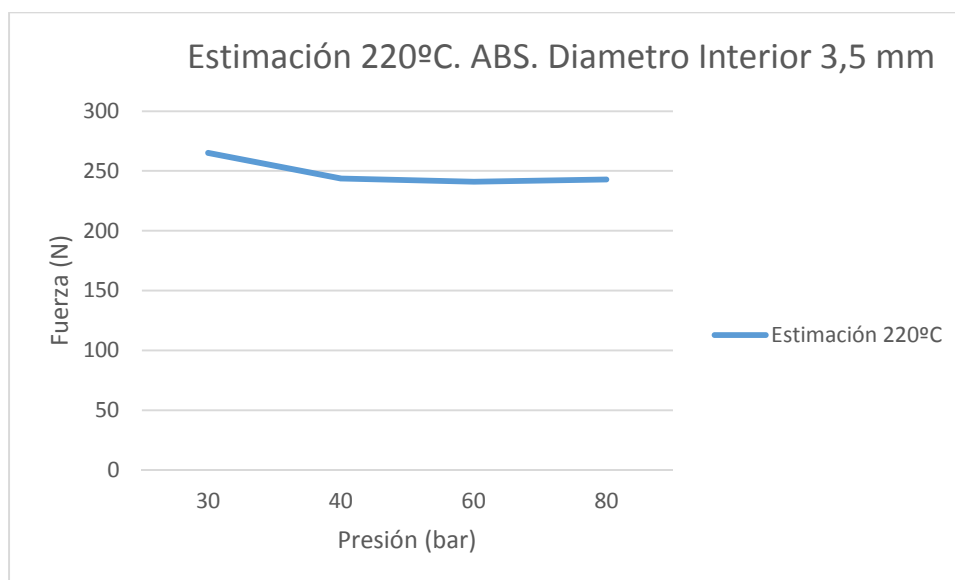


Imagen 33. Estimación ABS, Diámetro Interior 3,5 mm. Temperatura Inyección 220°C

Material	ABS
Diámetro interior (mm)	3,5
Grosor (mm)	6
Longitud (mm)	7
Coeficiente de fricción	0,35
Temperatura de Inyección (°C)	260

Presión (bar)	Fuerza expulsión (N)
30	231,04
40	218,24
60	216,18
80	217,83

Tabla 16. Estimación. ABS, Diámetro Interior 3,5 mm. Temperatura Inyección 260°C

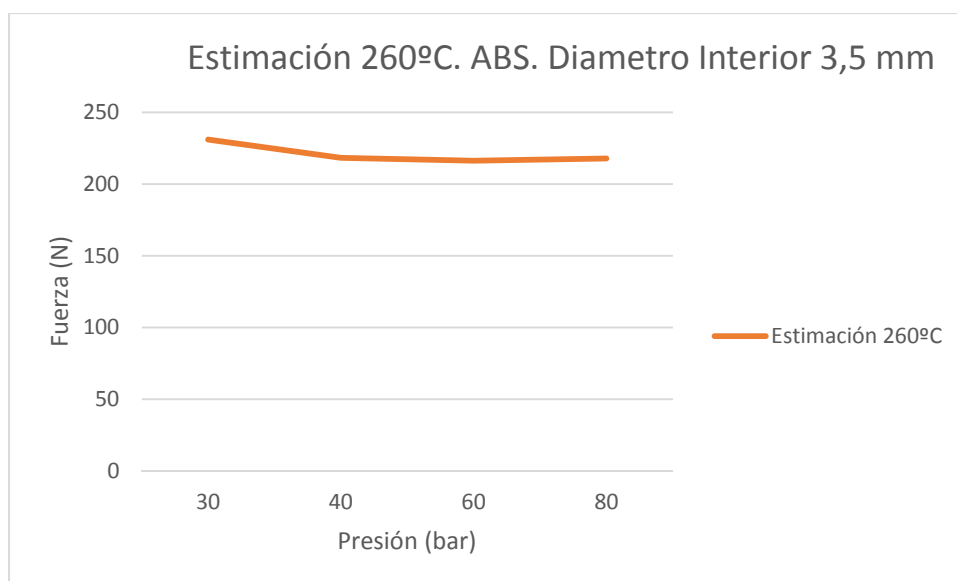


Imagen 34. Estimación ABS, Diámetro Interior 3,5 mm. Temperatura Inyección 260°C

Material	ABS
Diámetro interior (mm)	4
Grosor (mm)	6
Longitud (mm)	7
Coeficiente de fricción	0,35
Temperatura de Inyección (°C)	220

Presión (bar)	Fuerza expulsión (N)
30	298,02
40	274,21
60	271,19
80	273,29

Tabla 17. Estimación. ABS, Diámetro Interior 4 mm. Temperatura Inyección 220°C

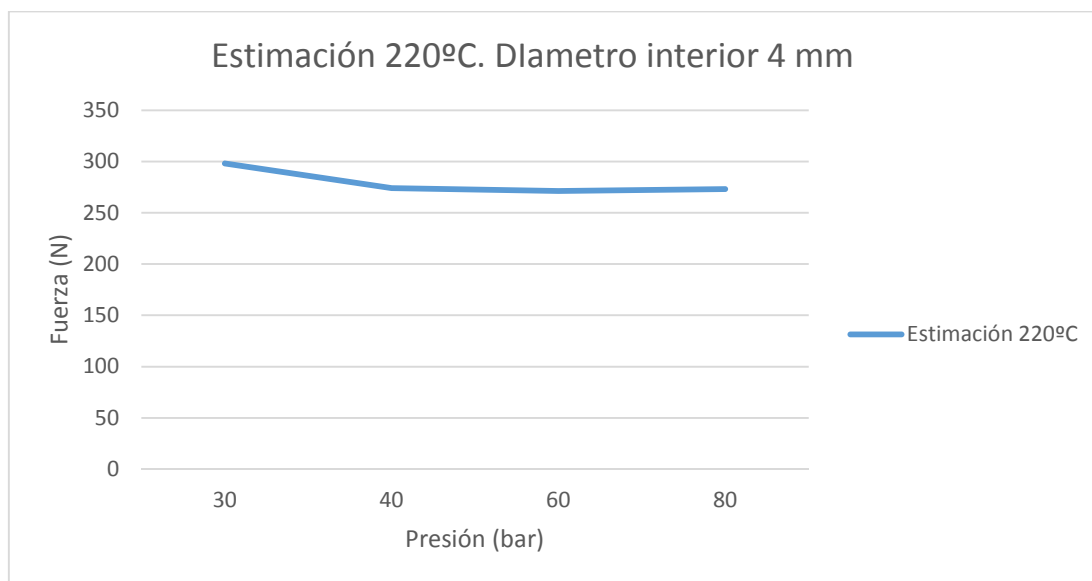


Imagen 35. Estimación. ABS, Diámetro Interior 4 mm. Temperatura Inyección 220°C

Material	ABS
Diámetro interior (mm)	4
Grosor (mm)	6
Longitud (mm)	7
Coeficiente de fricción	0,35
Temperatura de Inyección (°C)	260

Presión (bar)	Fuerza expulsión (N)
30	266,58
40	251,81
60	249,44
80	251,34

Tabla 18. Estimación. ABS, Diámetro Interior 4 mm. Temperatura Inyección 260°C

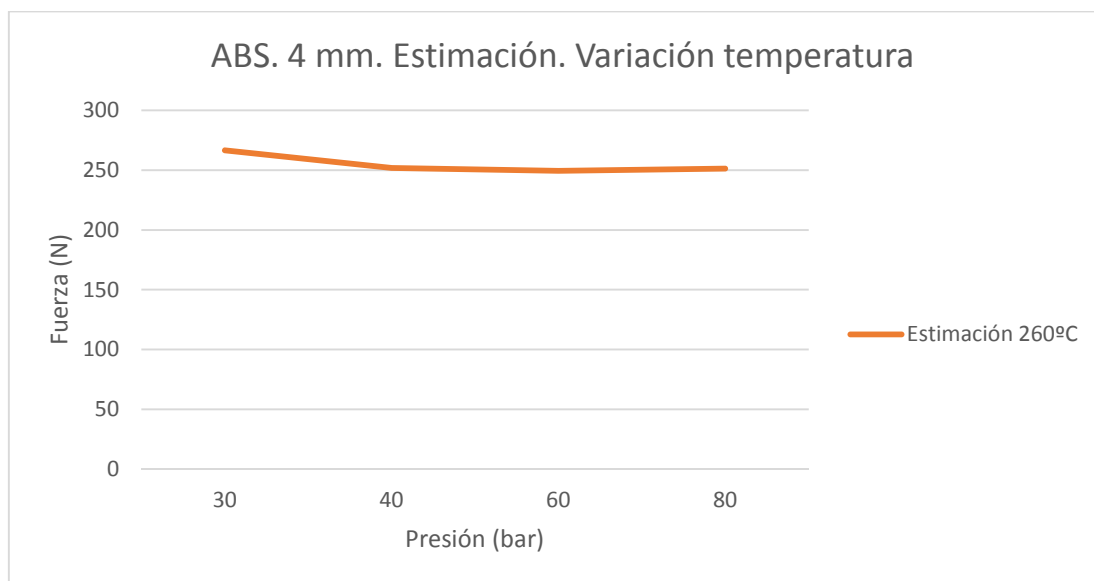


Imagen 36. Estimación. ABS, Diámetro Interior 4 mm. Temperatura Inyección 260°C

Material	ABS
Diámetro interior (mm)	4,2
Grosor (mm)	8
Longitud (mm)	7
Coeficiente de fricción	0,35
Temperatura de Inyección (°C)	220

Presión (bar)	Fuerza expulsión (N)
25	252,79
42	232,44
63	229,89
84	231,67

Tabla 19. Estimación. ABS, Diámetro Interior 4,2 mm. Temperatura Inyección 220°C

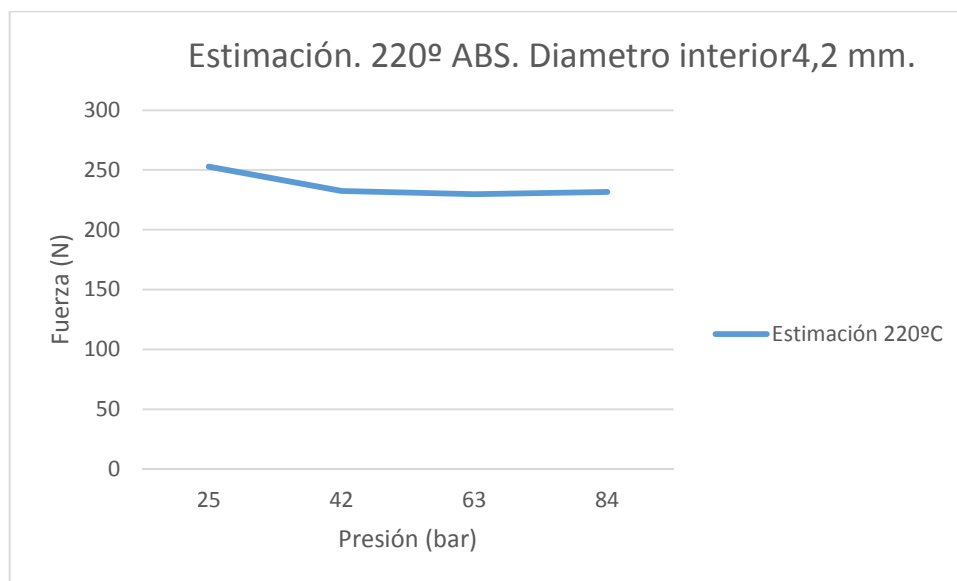


Imagen 37. Estimación. ABS, Diámetro Interior 4,2 mm. Temperatura Inyección 220°C

Material	ABS
Diámetro interior (mm)	4,2
Grosor (mm)	8
Longitud (mm)	7
Coeficiente de fricción	0,35
Temperatura de Inyección (°C)	260

Presión (bar)	Fuerza expulsión (N)
25	230,51
42	217,74
63	215,68
84	217,33

Tabla 20. Estimación ABS, Diámetro Interior 4,2 mm. Temperatura Inyección 260°C

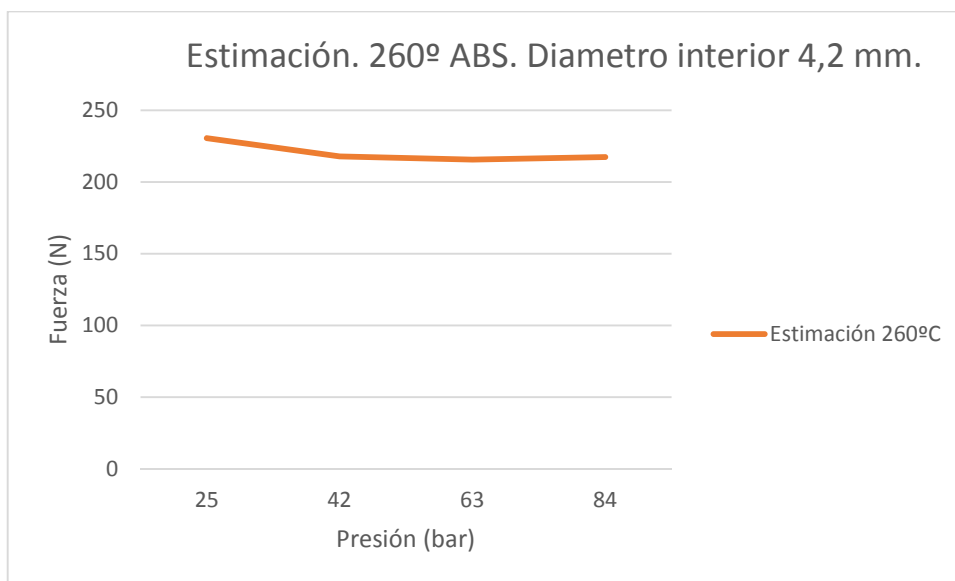


Imagen 38. Estimación ABS, Diámetro Interior 4,2 mm. Temperatura Inyección 260°C

Material	ABS
Diámetro interior (mm)	5,2
Grosor (mm)	8
Longitud (mm)	7
Coeficiente de fricción	0,35
Temperatura de Inyección (°C)	220

Presión (bar)	Fuerza expulsión (N)
24	292,36
42	268,83
63	265,87
84	267,93

Tabla 21. Estimación ABS, Diámetro Interior 5,2 mm. Temperatura Inyección 220°C

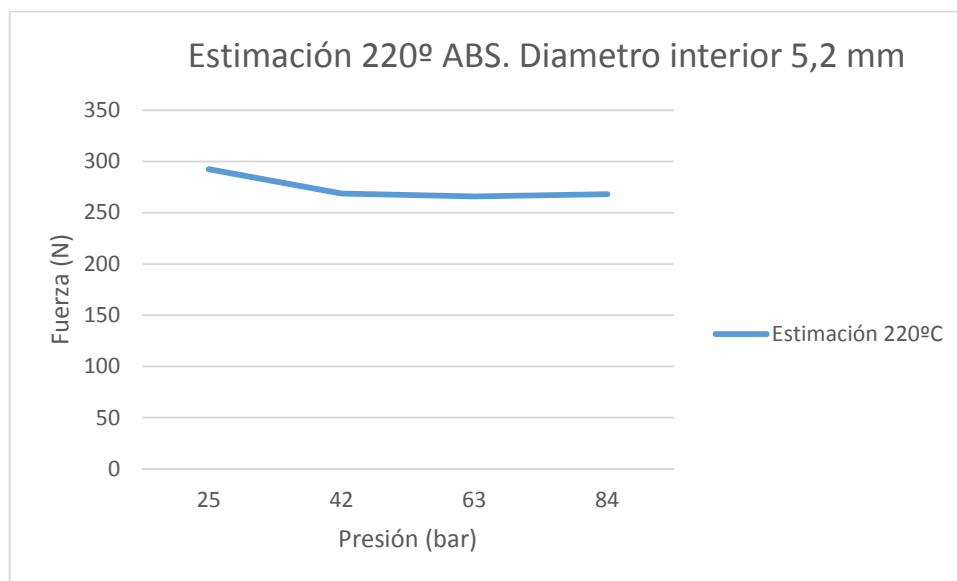


Imagen 39. Estimación ABS, Diámetro Interior 5,2 mm. Temperatura Inyección 220°C

Material	ABS
Diámetro interior (mm)	5,2
Grosor (mm)	8
Longitud (mm)	7
Coeficiente de fricción	0,35
Temperatura de Inyección (°C)	220

Presión (bar)	Fuerza expulsión (N)
25	255,55
42	241,39
63	239,12
84	240,94

Tabla 22. Estimación. ABS Diámetro Interior 5,2 mm. Temperatura Inyección 260°C

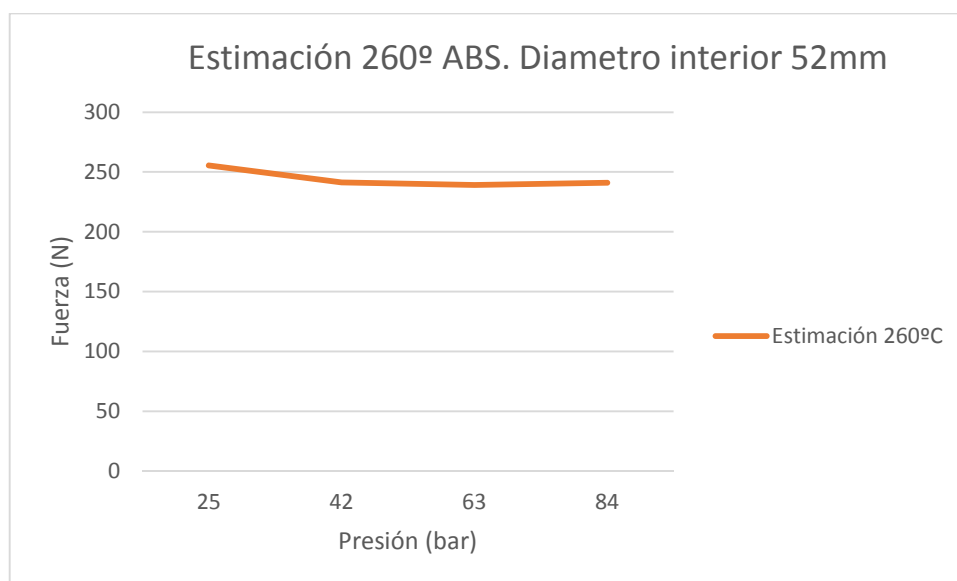


Imagen 40. Estimación. ABS Diámetro Interior 5,2 mm. Temperatura Inyección 260°C

Modelo teórico Polipropileno (PP)

Material	PP
Diámetro interior (mm)	3,5
Grosor (mm)	6
Longitud (mm)	7
Coeficiente de fricción	0,47
Temperatura de Inyección (°C)	220

Presión (bar)	Fuerza expulsión (N)
18,75	292,30
25	267,16
37,5	264,02
50	260,69

Tabla 23. Teórico PP, Diámetro Interior 3,5 mm. Temperatura Inyección 220°C

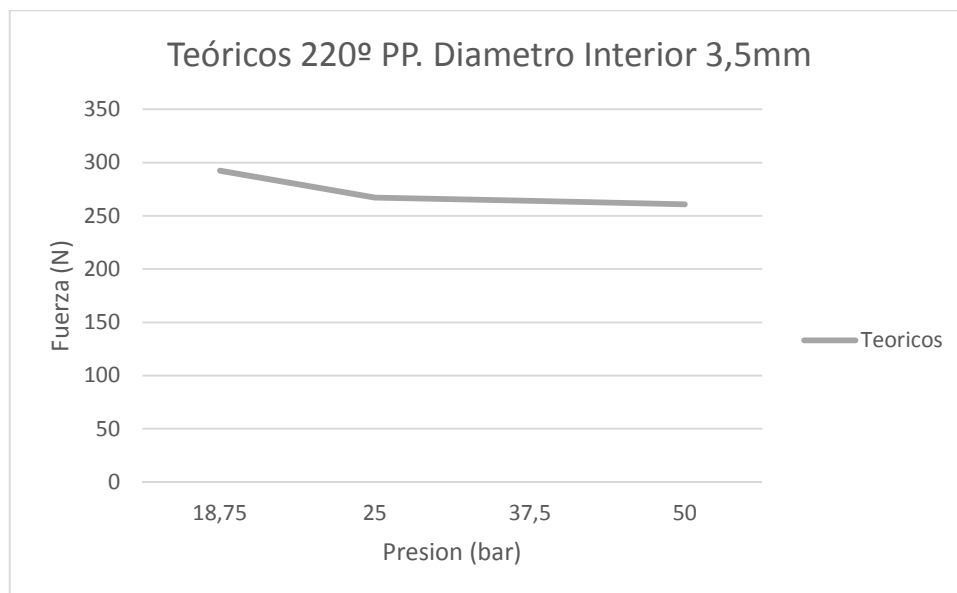


Imagen 41. Teórico PP, Diámetro Interior 3,5 mm. Temperatura Inyección 220°C

Material	PP
Diámetro interior (mm)	3,5
Grosor (mm)	6
Longitud (mm)	7
Coeficiente de fricción	0,47
Temperatura de Inyección (°C)	260

Presión (bar)	Fuerza expulsión (N)
18	266,46
24	245,22
36	242,45
48	239,51

Tabla 24. Teórico PP, Diámetro Interior 3,5 mm. Temperatura Inyección 260°C

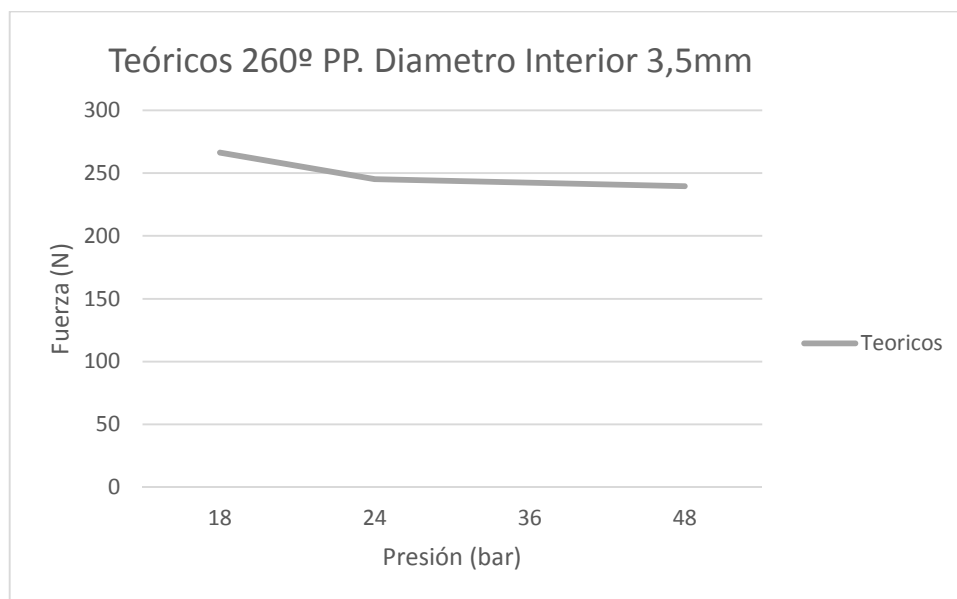


Imagen 42. Teórico PP, Diámetro Interior 3,5 mm. Temperatura Inyección 260°C

Material	PP
Diámetro interior (mm)	4
Grosor (mm)	6
Longitud (mm)	7
Coeficiente de fricción	0,47
Temperatura de Inyección (°C)	220

Presión (bar)	Fuerza expulsión (N)
20,25	299,75
27	273,91
40,5	270,68
54	267,06

Tabla 25. Teórico PP, Diámetro Interior 4 mm. Temperatura Inyección 220°C

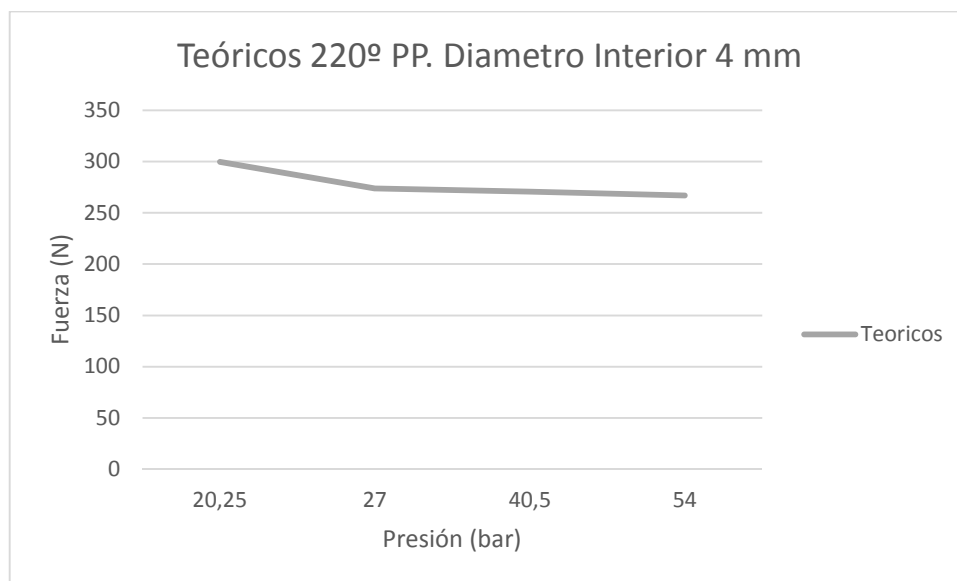


Imagen 43. Teórico PP, Diámetro Interior 4 mm. Temperatura Inyección 220°C

Material	PP
Diámetro interior (mm)	4
Grosor (mm)	6
Longitud (mm)	7
Coeficiente de fricción	0,47
Temperatura de Inyección (°C)	260

Presión (bar)	Fuerza expulsión (N)
18	265,14
24	243,76
36	240,98
48	237,86

Tabla 26. PP, PP, Diámetro Interior 4 mm. Temperatura Inyección 260°C

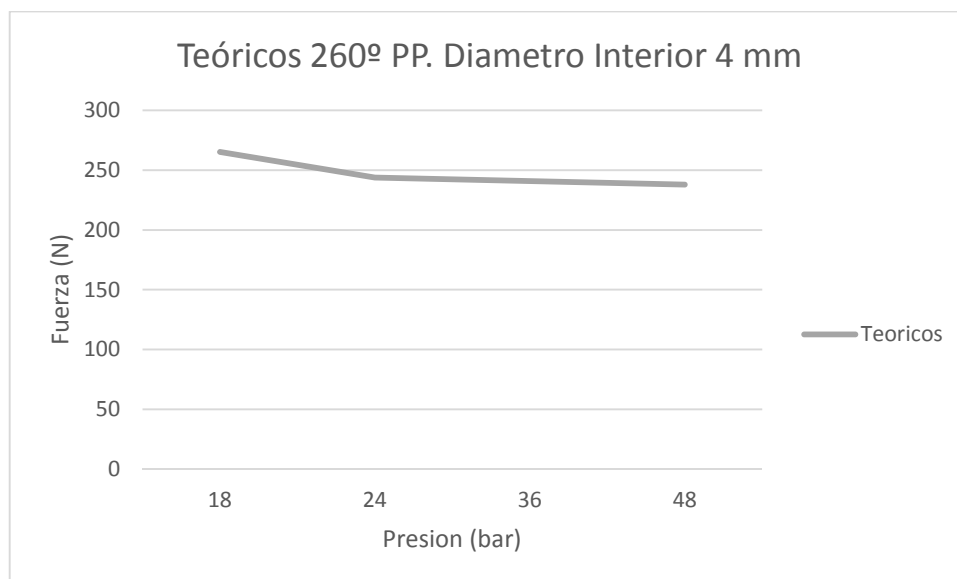


Imagen 44. Teórico PP, Diámetro Interior 4 mm. Temperatura Inyección 260°C

Material	PP
Diámetro interior (mm)	4,2
Grosor (mm)	8
Longitud (mm)	7
Coeficiente de fricción	0,47
Temperatura de Inyección (°C)	220

Presión (bar)	Fuerza expulsión (N)
18,75	264,36
25	254,24
37,5	251,44
50	253,39

Tabla 27. Teórico PP, Diámetro Interior 4,2 mm. Temperatura Inyección 220°C

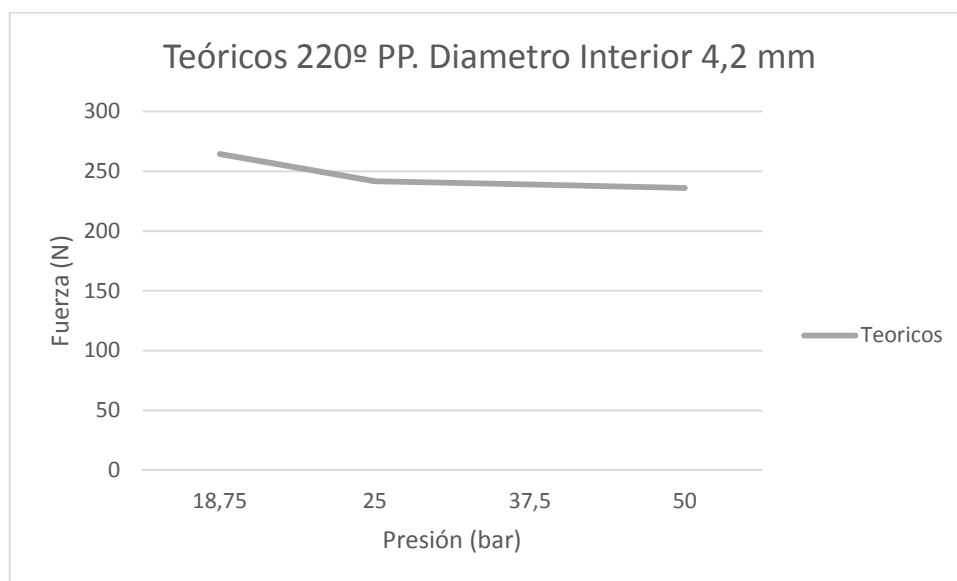


Imagen 45. Teórico PP, Diámetro Interior 4,2 mm. Temperatura Inyección 220°C

Material	PP
Diámetro interior (mm)	4,2
Grosor (mm)	8
Longitud (mm)	7
Coeficiente de fricción	0,47
Temperatura de Inyección (°C)	260

Presión (bar)	Fuerza expulsión (N)
18	231,01
24	212,85
36	210,46
48	208,09

Tabla 28. Teórico PP, Diámetro Interior 4,2 mm. Temperatura Inyección 260°C

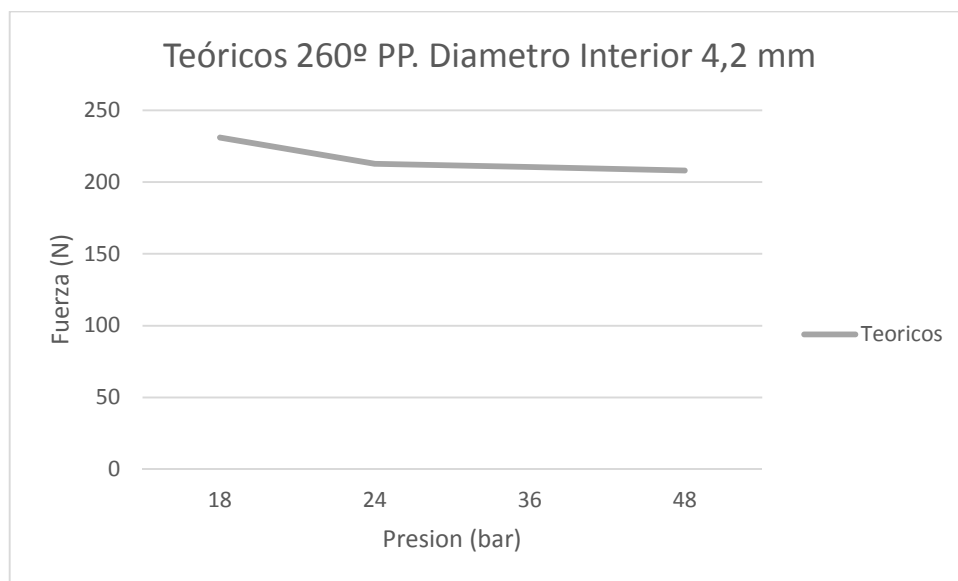


Imagen 46. Teórico PP, Diámetro Interior 4,2 mm. Temperatura Inyección 260°C

Material	PP
Diámetro interior (mm)	5,2
Grosor (mm)	8
Longitud (mm)	7
Coeficiente de fricción	0,47
Temperatura de Inyección (°C)	220

Presión (bar)	Fuerza expulsión (N)
22,5	344,44
30	314,72
45	311,02
60	306,79

Tabla 29. Teórico PP, Diámetro Interior 5,2 mm. Temperatura Inyección 220°C

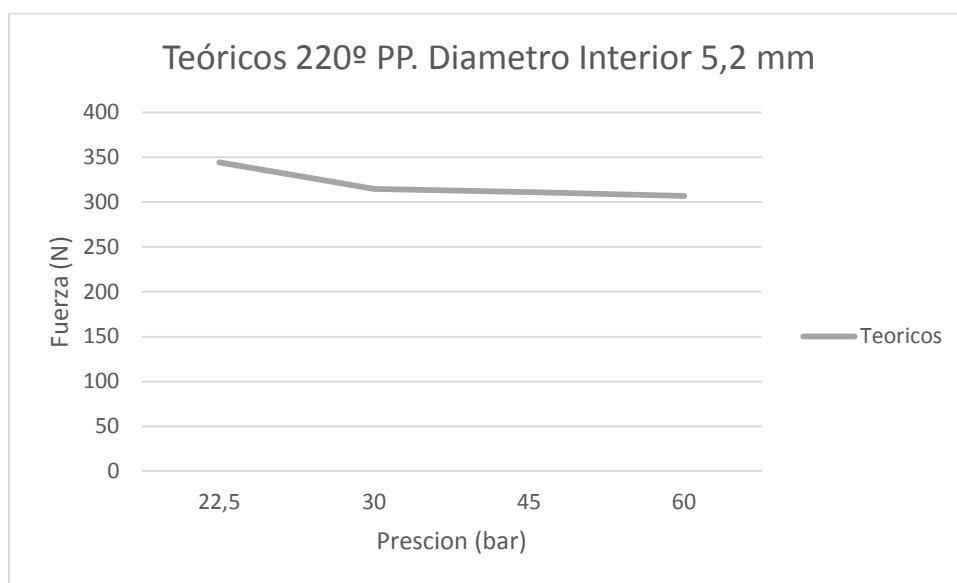


Imagen 47. Teórico PP, Diámetro Interior 5,2 mm. Temperatura Inyección 220°C

Material	PP
Diámetro interior (mm)	5,2
Grosor (mm)	8
Longitud (mm)	7
Coeficiente de fricción	0,47
Temperatura de Inyección (°C)	220

Presión (bar)	Fuerza expulsión (N)
18	289,19
24	265,79
36	262,76
48	259,29

Tabla 30. Teórico PP, Diámetro Interior 5,2 mm. Temperatura Inyección 260°C

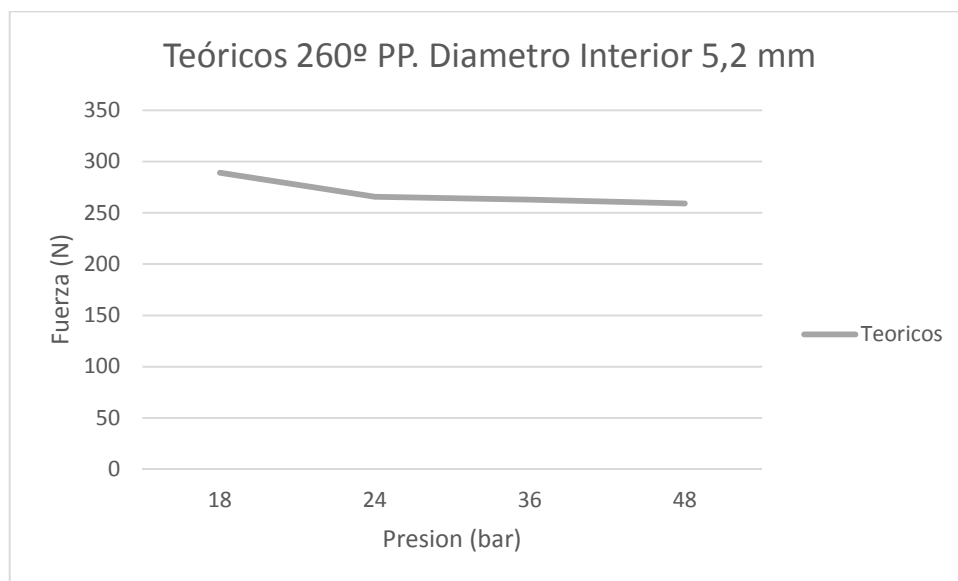


Imagen 48. Teórico PP, Diámetro Interior 5,2 mm. Temperatura Inyección 260°C

Método teórico ABS

Material	ABS
Diámetro interior (mm)	3,5
Grosor (mm)	6
Longitud (mm)	7
Coeficiente de fricción	0,35
Temperatura de Inyección (°C)	220

Presión (bar)	Fuerza expulsión (N)
30	304,85
40	278,60
60	275,33
80	271,86

Tabla 31. Teórico ABS, Diámetro Interior 3,5 mm. Temperatura Inyección 220°C

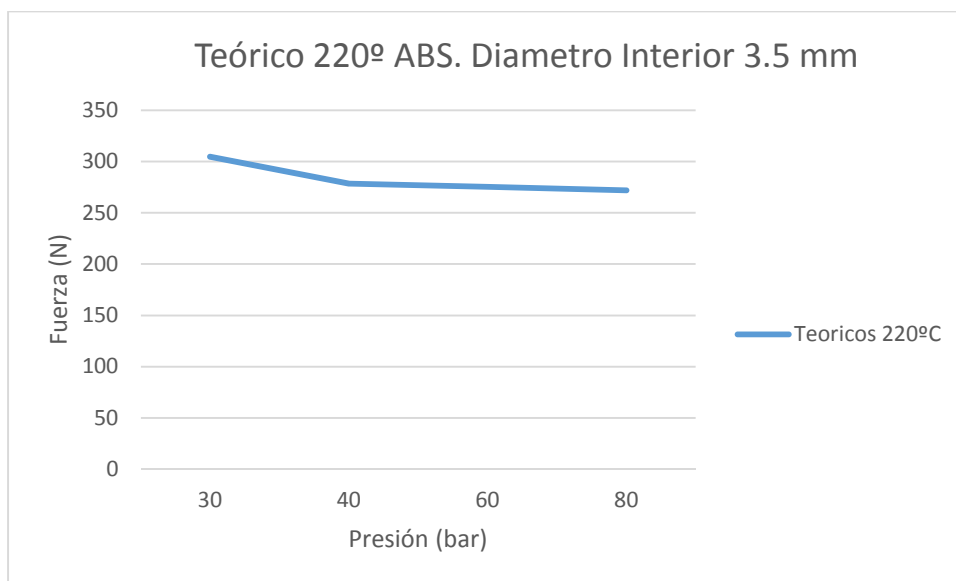


Imagen 49. Teórico ABS, Diámetro Interior 3,5 mm. Temperatura Inyección 220°C

Material	ABS
Diámetro interior (mm)	3,5
Grosor (mm)	6
Longitud (mm)	7
Coeficiente de fricción	0,35
Temperatura de Inyección (°C)	260

Presión (bar)	Fuerza expulsión (N)
30	251,92
70	231,85
60	229,22
80	226,44

Tabla 32. Teórico ABS, Diámetro Interior 3,5 mm. Temperatura Inyección 260°C

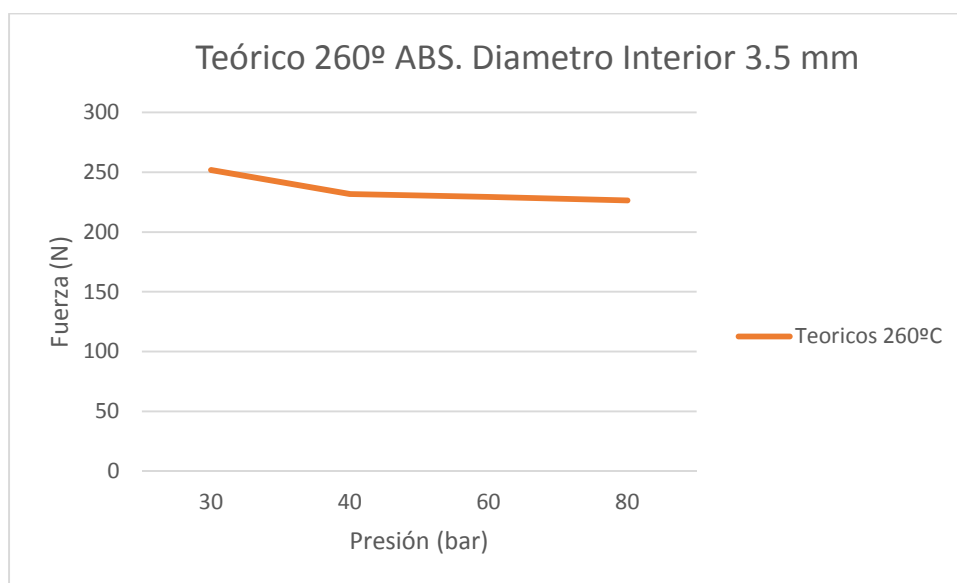


Imagen 50. Teórico ABS, Diámetro Interior 3,5 mm. Temperatura Inyección 260°C

Material	ABS
Diámetro interior (mm)	4
Grosor (mm)	6
Longitud (mm)	7
Coeficiente de fricción	0,35
Temperatura de Inyección (°C)	220

Presión (bar)	Fuerza expulsión (N)
30	308,32
40	281,73
60	278,42
80	274,69

Tabla 33. Teórico ABS, Diámetro Interior 4 mm. Temperatura Inyección 220°C

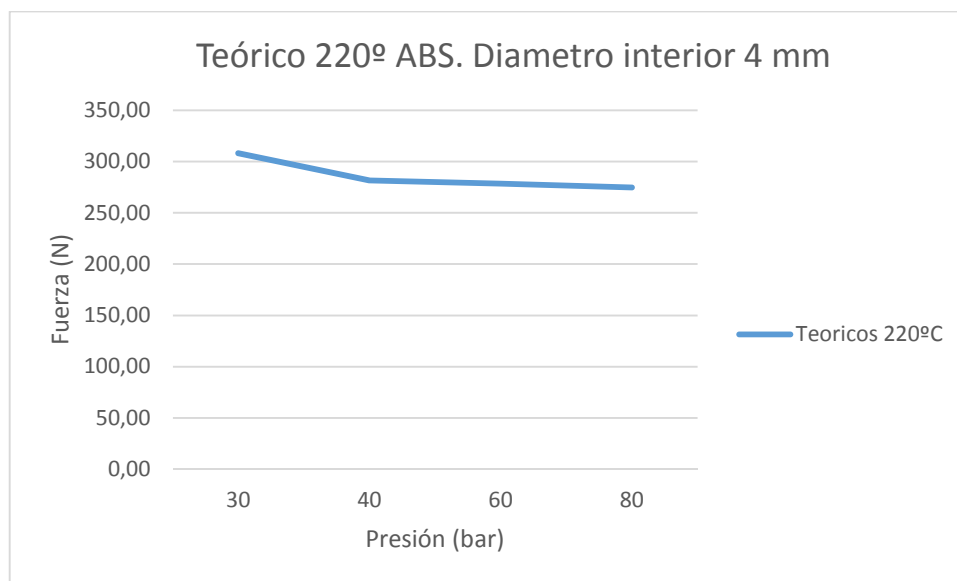


Imagen 51. ABS, Diámetro Interior 4 mm. Temperatura Inyección 220°C

Material	ABS
Diámetro interior (mm)	4
Grosor (mm)	6
Longitud (mm)	7
Coeficiente de fricción	0,35
Temperatura de Inyección (°C)	260

Presión (bar)	Fuerza expulsión (N)
30	260,80
40	239,77
60	237,03
80	233,96

Tabla 34. Teórico ABS, Diámetro Interior 4 mm. Temperatura Inyección 260°C

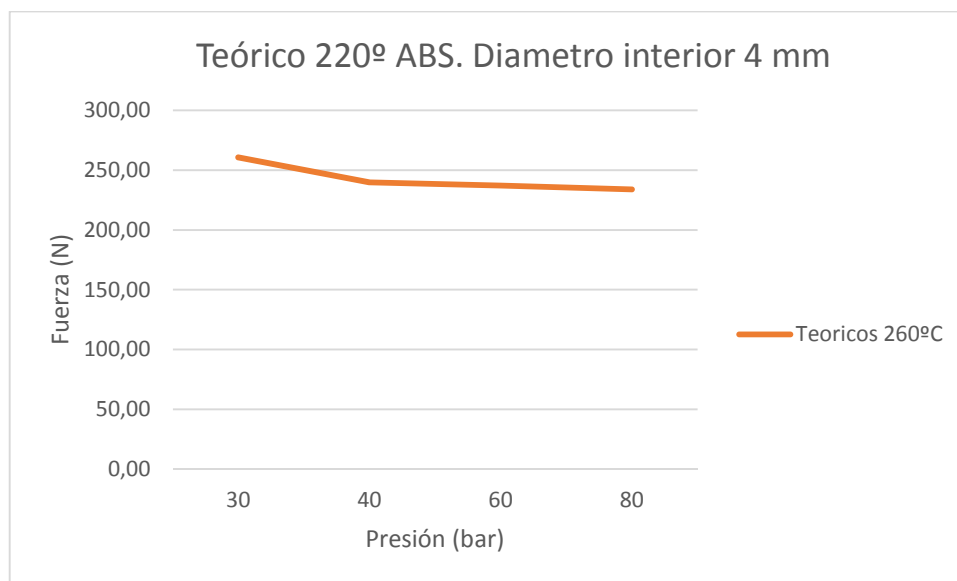


Imagen 52. Teórico ABS, Diámetro Interior 4 mm. Temperatura Inyección 260°C

Material	ABS
Diámetro interior (mm)	4,2
Grosor (mm)	8
Longitud (mm)	7
Coeficiente de fricción	0,35
Temperatura de Inyección (°C)	220

Presión (bar)	Fuerza expulsión (N)
18,75	241,70
25	220,97
37,5	218,38
50	215,82

Tabla 35. Teórico ABS, Diámetro Interior 4,2 mm. Temperatura Inyección 220°C

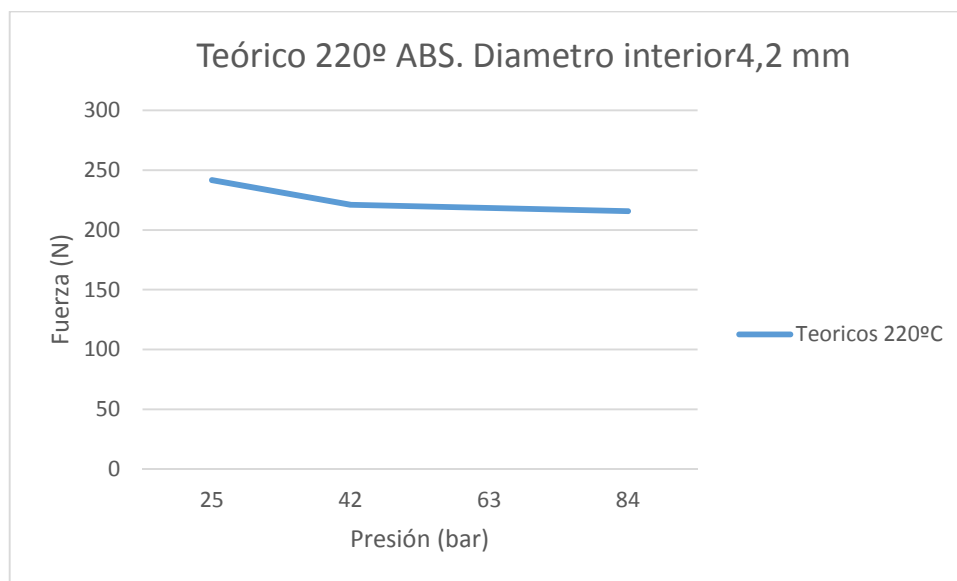


Imagen 53. Teórico ABS, Diámetro Interior 4,2 mm. Temperatura Inyección 220°C

Material	ABS
Diámetro interior (mm)	4,2
Grosor (mm)	8
Longitud (mm)	7
Coeficiente de fricción	0,35
Temperatura de Inyección (°C)	260

Presión (bar)	Fuerza expulsión (N)
18	224,85
24	207,17
36	204,85
48	202,54

Tabla 36. Teórico ABS, Diámetro Interior 4,2 mm. Temperatura Inyección 220°C

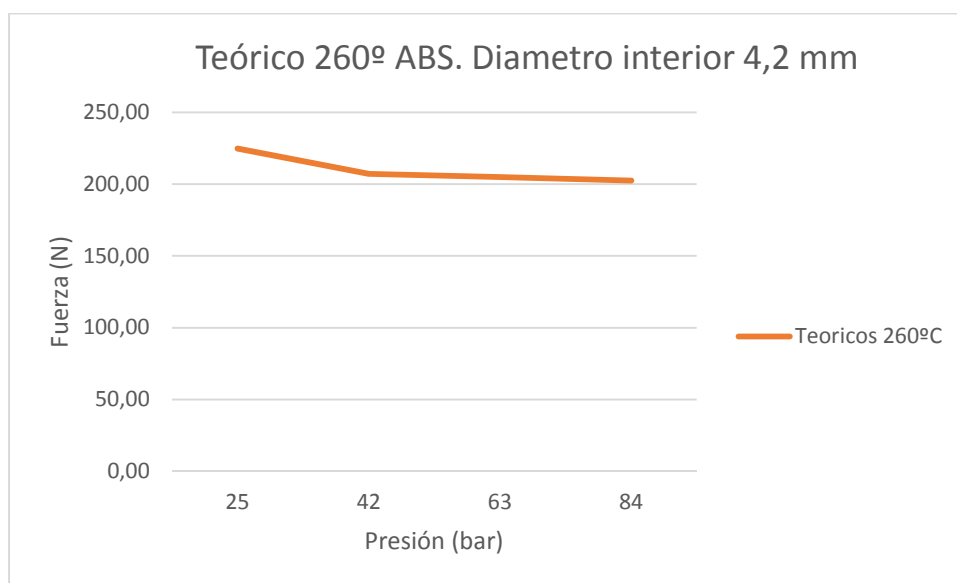


Imagen 54. Teórico ABS, Diámetro Interior 4,2 mm. Temperatura Inyección 220°C

Material	ABS
Diámetro interior (mm)	5,2
Grosor (mm)	8
Longitud (mm)	7
Coeficiente de fricción	0,35
Temperatura de Inyección (°C)	220

Presión (bar)	Fuerza expulsión (N)
25	320,69
42	293,02
63	289,57
84	285,64

Tabla 37. Teórico ABS, Diámetro Interior 5,2 mm. Temperatura Inyección 220°C

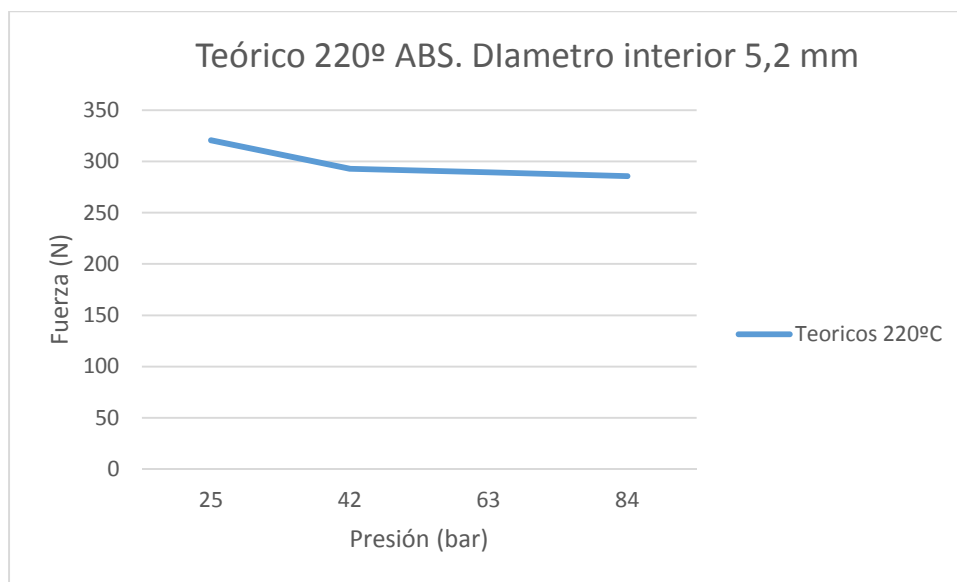


Imagen 55. Teórico ABS, Diámetro Interior 5,2 mm. Temperatura Inyección 220°C

Material	ABS
Diámetro interior (mm)	5,2
Grosor (mm)	8
Longitud (mm)	7
Coeficiente de fricción	0,35
Temperatura de Inyección (°C)	260

Presión (bar)	Fuerza expulsión (N)
25	265,09
42	234,64
63	240,86
84	237,69

Tabla 38. Teórico ABS, Diámetro Interior 5,2 mm. Temperatura Inyección 220°C

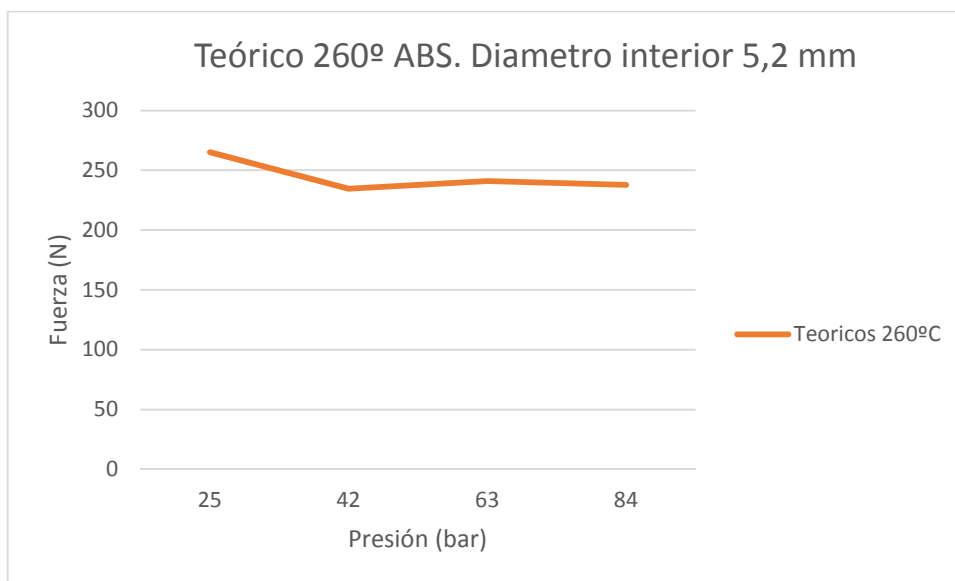


Imagen 56. Teórico ABS, Diámetro Interior 5,2 mm. Temperatura Inyección 220°C

ENSAYOS DE TRACCIÓN. (PRIMER ENSAYO)

Fuerza expulsión pieza diámetro 3,5 Material ABS	T (° C)	Fuerza expulsión (N)					
		Vacío	40%	65%	100%	135%	160%
	220	244	260	276	206	147	252
	240	131	383	495	304	234	180
	260	447	461	374	501	165	495

Tabla 39. Ensayo de tracción ABS, Diámetro int. 3,5 mm.

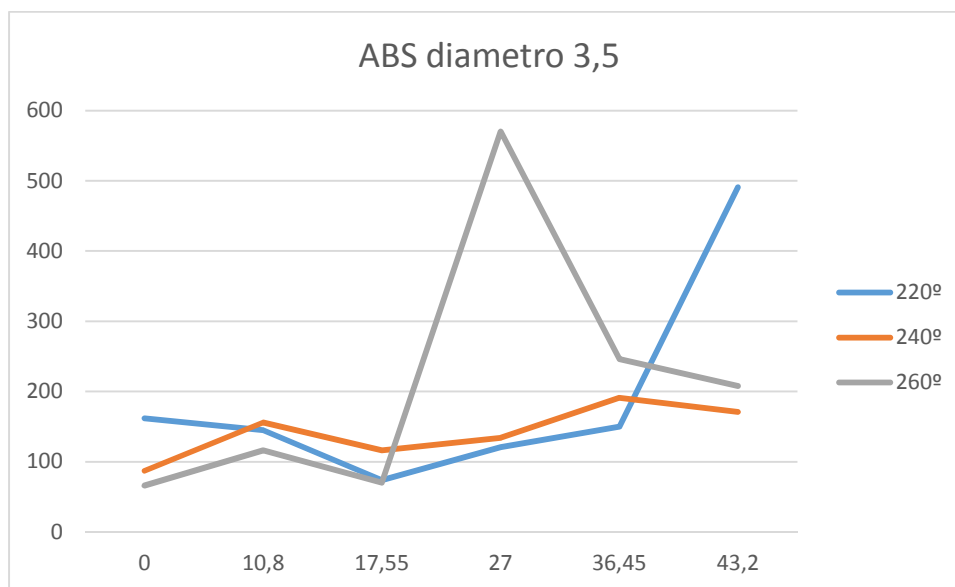


Imagen 57. Ensayo de tracción ABS. Diámetro int. 3,5 mm

Fuerza expulsión pieza diámetro 4 Material ABS	T (° C)	Fuerza expulsión (N)					
		Vacío	40%	65%	100%	135%	160%
	220	220	186	645	803	826	774
	240	574	486	755	451	550	505
	260	344	264	351	150	358	475

Tabla 40. Ensayo de tracción ABS, Diámetro int. 4 mm.

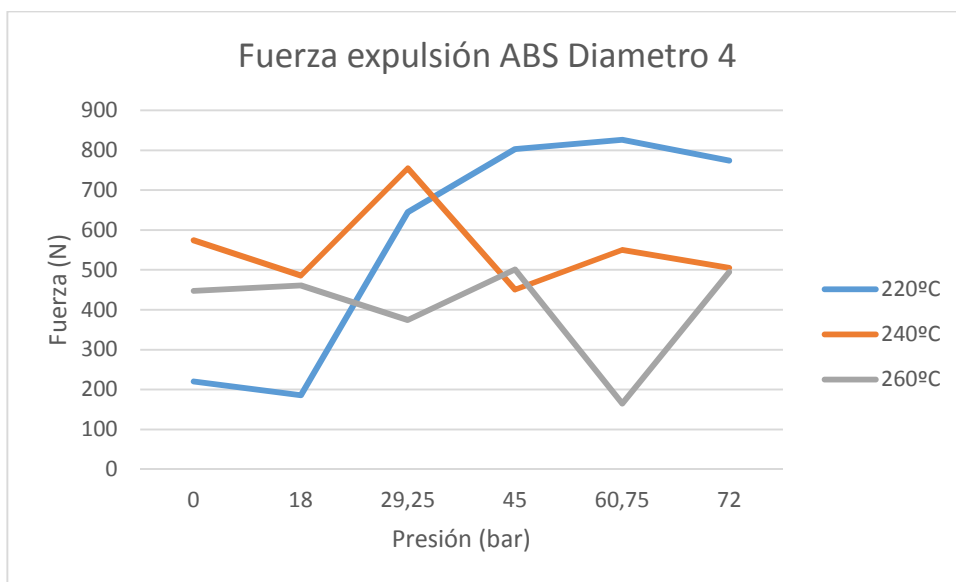


Imagen 58. Ensayo de tracción ABS. Diámetro int. 4 mm

Fuerza expulsión pieza diámetro 4,2 Material ABS	T (° C)	Fuerza expulsión (N)					
		Vacío	40%	65%	100%	135%	160%
	220	150	182	117	191	466	426
	240	207	226	517	319	384	301
	260	166	290	289	208	306	466

Tabla 41. Ensayo de tracción ABS, Diámetro int. 4,2 mm.

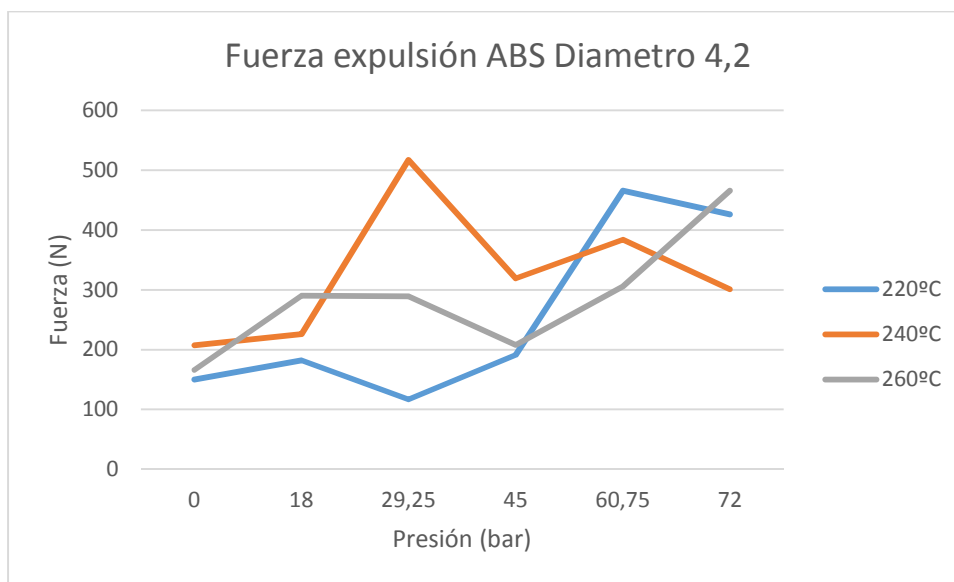


Imagen 59. Ensayo de tracción ABS. Diámetro int. 4,2 mm

Fuerza expulsión pieza diámetro 5,2 Material ABS	T (° C)	Fuerza expulsión (N)					
		Vacío	40%	65%	100%	135%	160%
	220	162	145	74	121	150	491
	240	87	156	116	134	191	171
	260	66	116	70	570	246	208

Tabla 42. Ensayo de tracción ABS, Diámetro int. 5,2 mm.

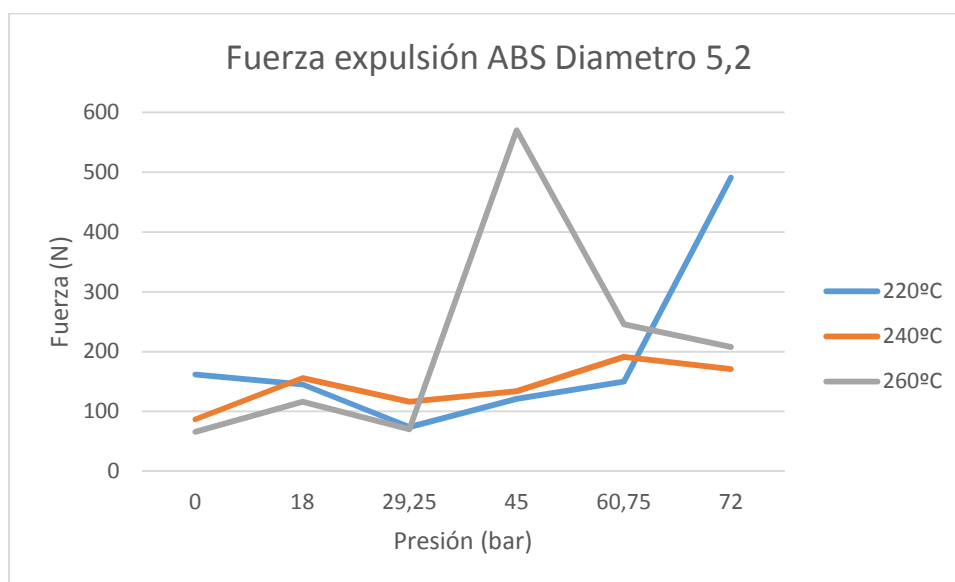


Imagen 60. Ensayo de tracción ABS. Diámetro int. 5,2 mm

Los resultados obtenidos con el PP no fueron buenos, ya que al no existir una repitibilidad de piezas simplemente una para cada parámetro no se podía realizar una media de datos y obtener unos resultados validos

Fuerza expulsión pieza diámetro 3,5 Material PP	T (° C)	Fuerza expulsión (N)					
		Vacío	40%	65%	100%	135%	160%
	220	280	316	337	203	328	322
	240	270	270	268	244	234	241
	260	208	346	222	302	249	260

Tabla 43. Ensayo de tracción PP, Diámetro int. 3,5 mm.

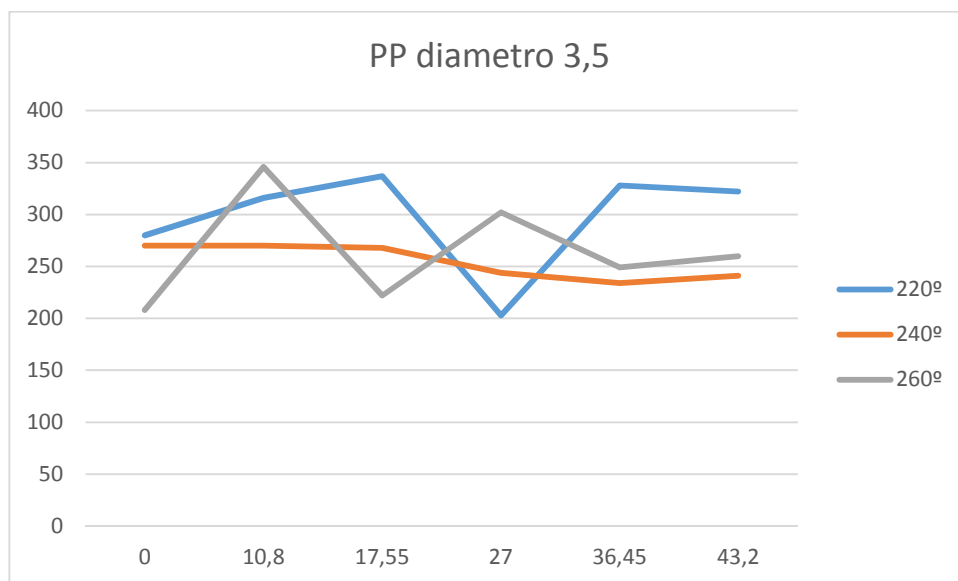


Imagen 61. Ensayo de tracción PP. Diámetro int. 3,2 mm

Fuerza expulsión pieza diámetro 4 Material PP	T (° C)	Fuerza expulsión (N)					
		Vacío	40%	65%	100%	135%	160%
4 Material PP	220	230	262	304	186	240	224
	240	230	278	252	240	260	263
	260	178	235	235	241	264	287

Tabla 44. Ensayo de tracción PP, Diámetro int. 4 mm.

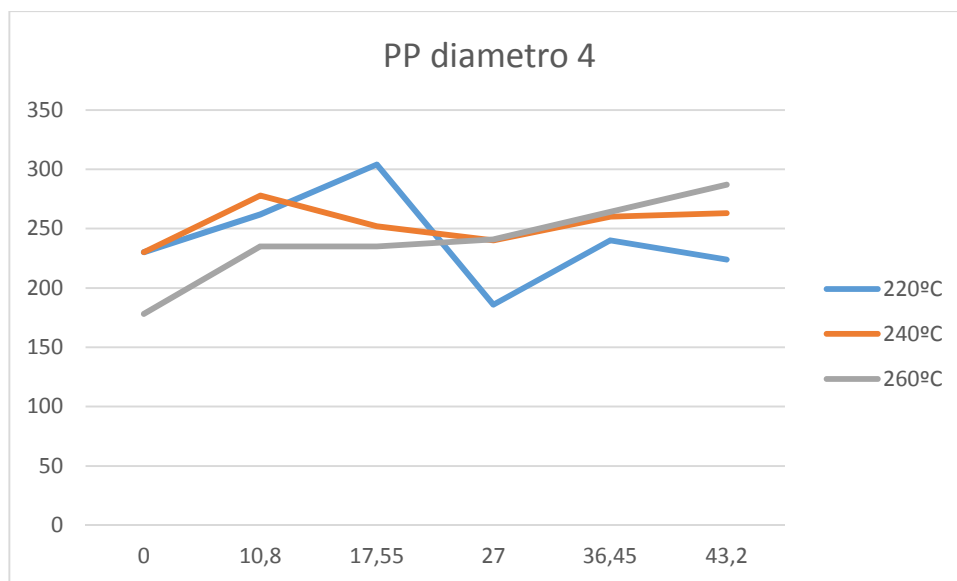


Imagen 62. Ensayo de tracción PP. Diámetro int 4 mm

Fuerza expulsión pieza diámetro 4,2 Material PP	T (° C)	Fuerza expulsión (N)					
		Vacío	40%	65%	100%	135%	160%
	220	335	192	335	298	362	232
	240	284	367	255	289	268	193
	260	292	232	373	177	317	266

Tabla 45. Ensayo de tracción PP, Diámetro int. 4,2 mm.

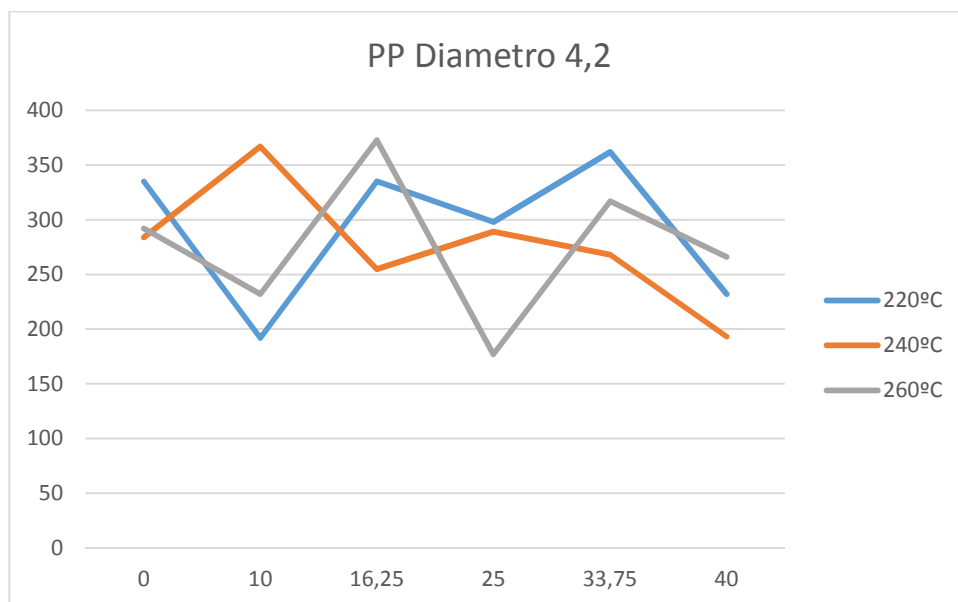


Imagen 63. Ensayo de tracción PP. Diámetro int. 4,2 mm

Fuerza expulsión pieza diámetro 5,2 Material PP	T (° C)	Fuerza expulsión (N)					
		Vacío	40%	65%	100%	135%	160%
	220	382	318	318	252	306	344
	240	354	341	365	360	251	358
	260	365	303	333	347	350	246

Tabla 46. Ensayo de tracción PP, Diámetro int. 5,2 mm.

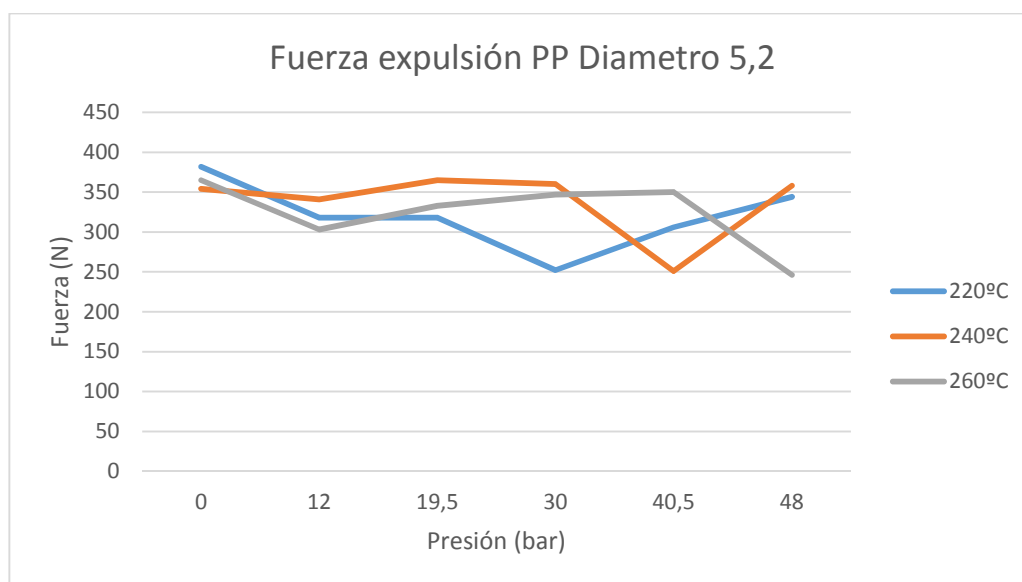


Imagen 64. Ensayo de tracción PP. Diámetro int. 3,2 mm

Como se ve en los gráficos los resultados no muestran ninguna tendencia y no se puede realizar ninguna observación ni conclusión sobre ellos. Por ello se optó por la decisión de repetir todo el proceso y tomar solo los valores de inyección 220°C y 260°C y unas presiones de compactación mayores para que los valores resultados fueran más visibles para la posterior conclusión y contar con 4 piezas iguales para cada parámetro.

Con esta decisión se consiguieron unos resultados bastante aceptables y que se muestran en la memoria.

ENSAYOS DE TRACCIÓN. (SEGUNDO ENSAYO)

Material	PP
Diámetro interior (mm)	3,5
Grosor (mm)	6
Longitud (mm)	7
Coeficiente de fricción	0,74
Temperatura de Inyección (°C)	220

Presión (bar)	Fuerza expulsión (N)
18,75	294,03
25	245,75
37,5	229,94
50	239,43

Tabla 47. Ensayo tracción PP, Diámetro Interior 3,5 mm. Temperatura Inyección 220°C

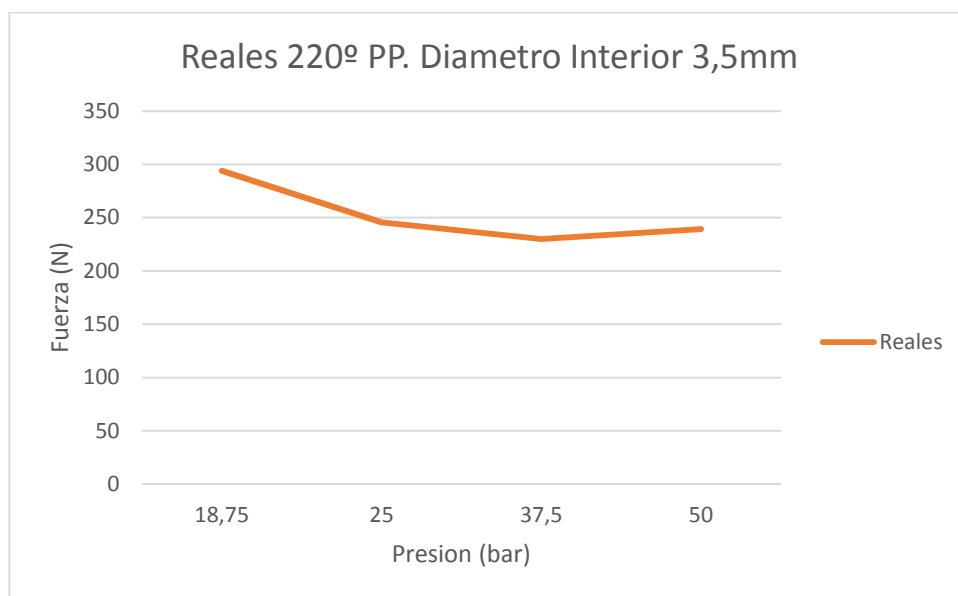


Imagen 65. Ensayo tracción PP, Diámetro Interior 3,5 mm. Temperatura Inyección 220°C

Material	PP
Diámetro interior (mm)	3,5
Grosor (mm)	6
Longitud (mm)	7
Coeficiente de fricción	0,74
Temperatura de Inyección (°C)	260

Presión (bar)	Fuerza expulsión (N)
18	267,51
24	245,75
36	233,01
48	231,31

Tabla 48. Ensayo tracción PP, Diámetro Interior 3,5 mm. Temperatura Inyección 260°C

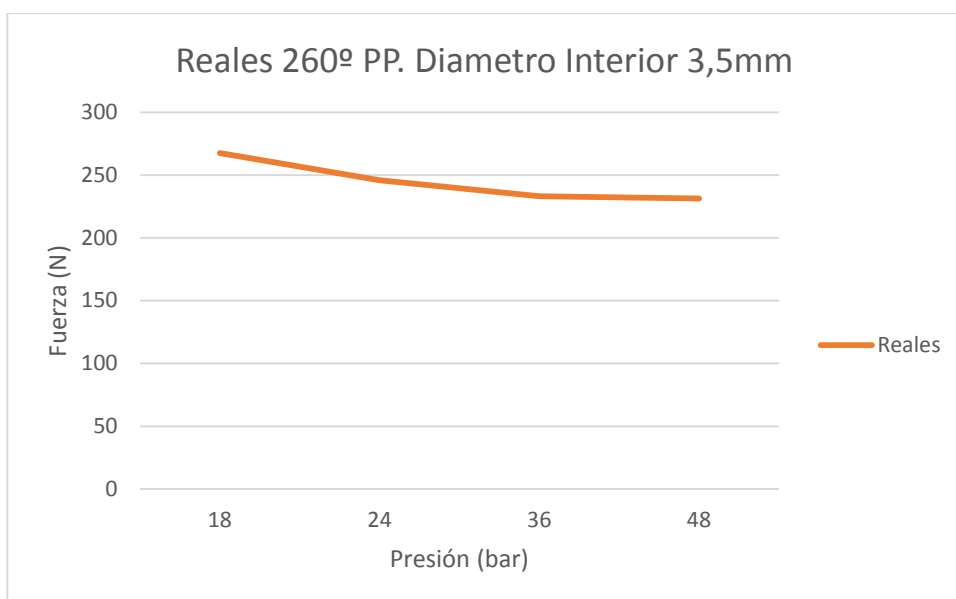


Imagen 66. Ensayo tracción PP, Diámetro Interior 3,5 mm. Temperatura Inyección 260°C

Material	PP
Diámetro interior (mm)	4
Grosor (mm)	6
Longitud (mm)	7
Coeficiente de fricción	0,74
Temperatura de Inyección (°C)	220

Presión (bar)	Fuerza expulsión (N)
20,25	330,21
27	315,74
40,5	305,17
54	294,76

Tabla 49. Ensayo tracción PP, Diámetro Interior 4 mm. Temperatura Inyección 220°C

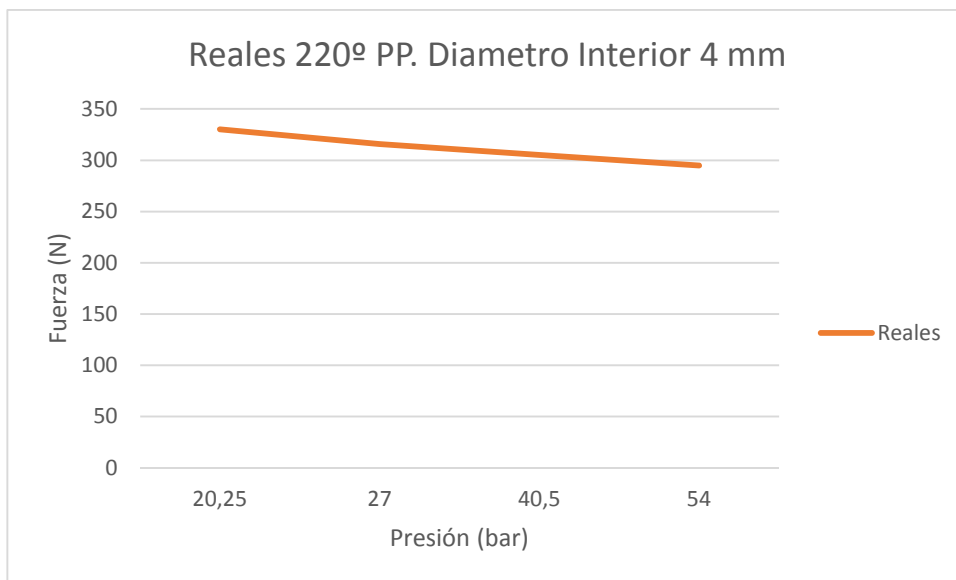


Imagen 67. Ensayo tracción PP, Diámetro Interior 4 mm. Temperatura Inyección 220°C

Material	PP
Diámetro interior (mm)	4
Grosor (mm)	6
Longitud (mm)	7
Coeficiente de fricción	0,74
Temperatura de Inyección (°C)	260

Presión (bar)	Fuerza expulsión (N)
18	282,97
24	269,58
36	268,86
48	268,774

Tabla 50. Ensayo tracción PP, Diámetro Interior 4 mm. Temperatura Inyección 260°C

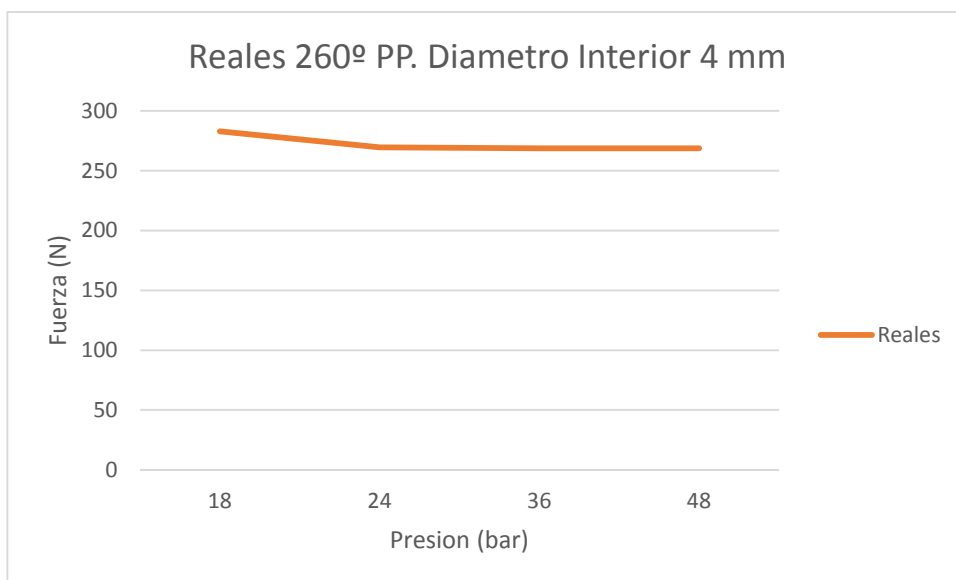


Imagen 68. Ensayo tracción PP, Diámetro Interior 4 mm. Temperatura Inyección 260°C

Material	PP
Diámetro interior (mm)	4,2
Grosor (mm)	8
Longitud (mm)	7
Coeficiente de fricción	0,74
Temperatura de Inyección (°C)	220

Presión (bar)	Fuerza expulsión (N)
18,75	262,36
25	249,93
37,5	226,49
50	225,07

Tabla 51. Ensayo tracción PP, Diámetro Interior 4,2 mm. Temperatura Inyección 220°C

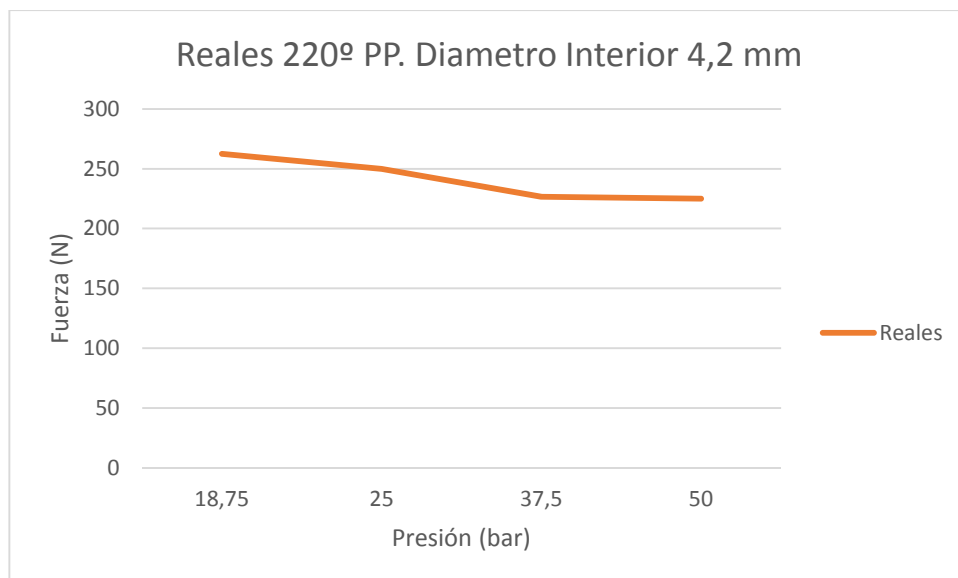


Imagen 69. Ensayo tracción PP, Diámetro Interior 4,2 mm. Temperatura Inyección 220°C

Material	PP
Diámetro interior (mm)	4,2
Grosor (mm)	8
Longitud (mm)	7
Coeficiente de fricción	0,74
Temperatura de Inyección (°C)	260

Presión (bar)	Fuerza expulsión (N)
18	265,59
24	213,17
36	218,47
48	222,02

Tabla 52. Ensayo tracción PP, Diámetro Interior 4,2 mm. Temperatura Inyección 260°C

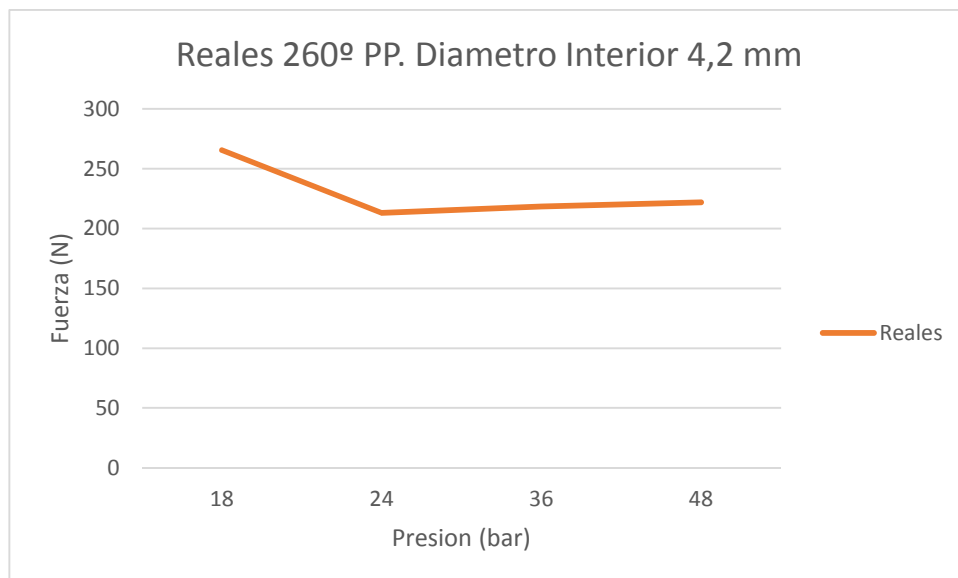


Imagen 70. Ensayo tracción PP, Diámetro Interior 4,2 mm. Temperatura Inyección 260°C

Material	PP
Diámetro interior (mm)	5,2
Grosor (mm)	8
Longitud (mm)	7
Coeficiente de fricción	0,74
Temperatura de Inyección (°C)	220

Presión (bar)	Fuerza expulsión (N)
22.5	276,53
30	271,33
45	254,64
60	218,02

Tabla 53. Ensayo tracción PP, Diámetro Interior 5,2 mm. Temperatura Inyección 220°C

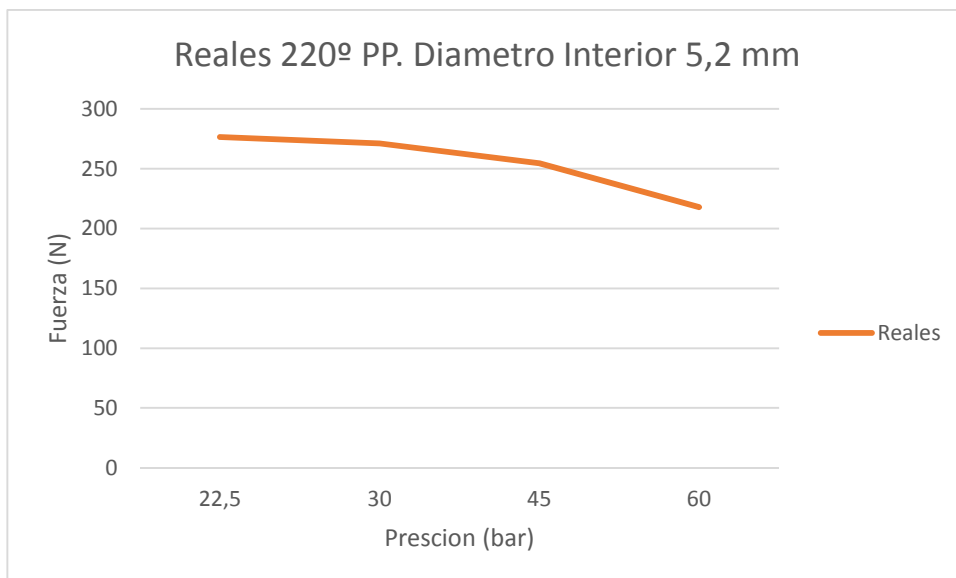


Imagen 71. Ensayo tracción PP, Diámetro Interior 5,2 mm. Temperatura Inyección 220°C

Material	PP
Diámetro interior (mm)	5,2
Grosor (mm)	8
Longitud (mm)	7
Coeficiente de fricción	0,74
Temperatura de Inyección (°C)	260

Presión (bar)	Fuerza expulsión (N)
18,75	275,53
25	269,52
37,5	268,27
50	247,76

Tabla 54. Ensayo tracción PP, Diámetro Interior 5,2 mm. Temperatura Inyección 260°C

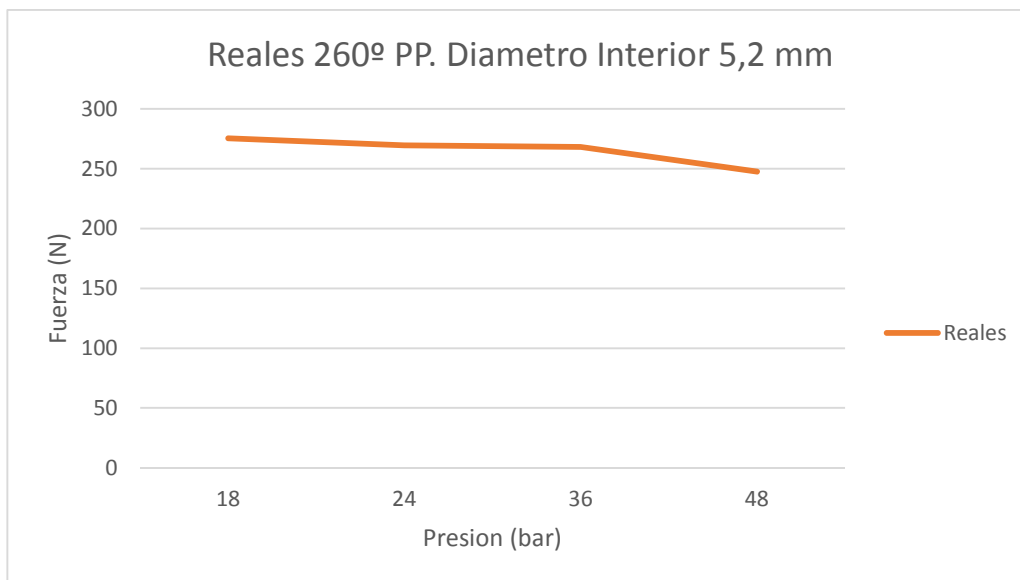


Imagen 72. Ensayo tracción PP, Diámetro Interior 5,2 mm. Temperatura Inyección 260°C

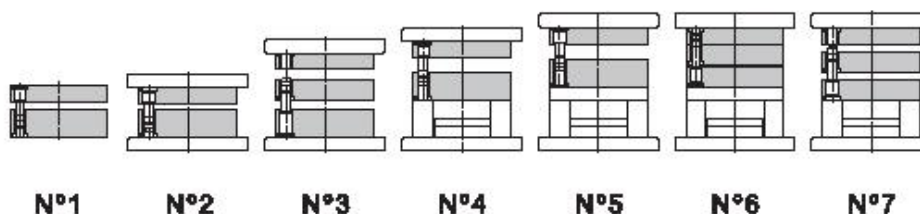
ANEXO VI. CATALOGO VAP

22

SP

molde SP - SP mould - formgestell SP

Material: Placas / Platten / Platten D-N-E: 1.1730-1.2344-1.2738
G1-G2-G1-G2-P-L-M-F: 1.1730



Elección del número de placas para la composición del montaje.

Selection of the number of plates for the mould assembly.

Wahl der Anzahl von Platten für die Zusammenstellung des Gestells.

Ax/B	145	175	185	186	215	245	248	260	285	286	346	360	386	446	450	486	546	550	586	686
130																				
145																				
175																				
185																				
215																				
245																				
248																				
260																				
285																				
286																				
346																				
360																				
386																				
446																				
450																				
486																				
546																				
550																				
586																				
686																				

Forma de pedido / Order / Auftragsform:

SP n° / Tipo x D x N x E x Mat. / C1 ó C2 x P x G1 ó G2 x F x R x Mat.

MECANIZADOS ESPECIALES:
Alojamientos para disco
centrador, topos de expulsora,
rescalones, expulsoras...
regates de embride, refrigeraciones,
cejunas...

SPECIAL MECHANIZATIONS:
Lodging locating ring, stop
ejection plate, ejector pins, clamp
slots, cooling, pockets...

SPEZIALBEARBEITUNGEN:
Aufnahme Zentrierflansch,
Anschlag für Auswerferplatten,
Auswerferstifte, Spannuten,
Kühlungen, Einsetz...

molde SP - SP mould - formgestell SP

SP

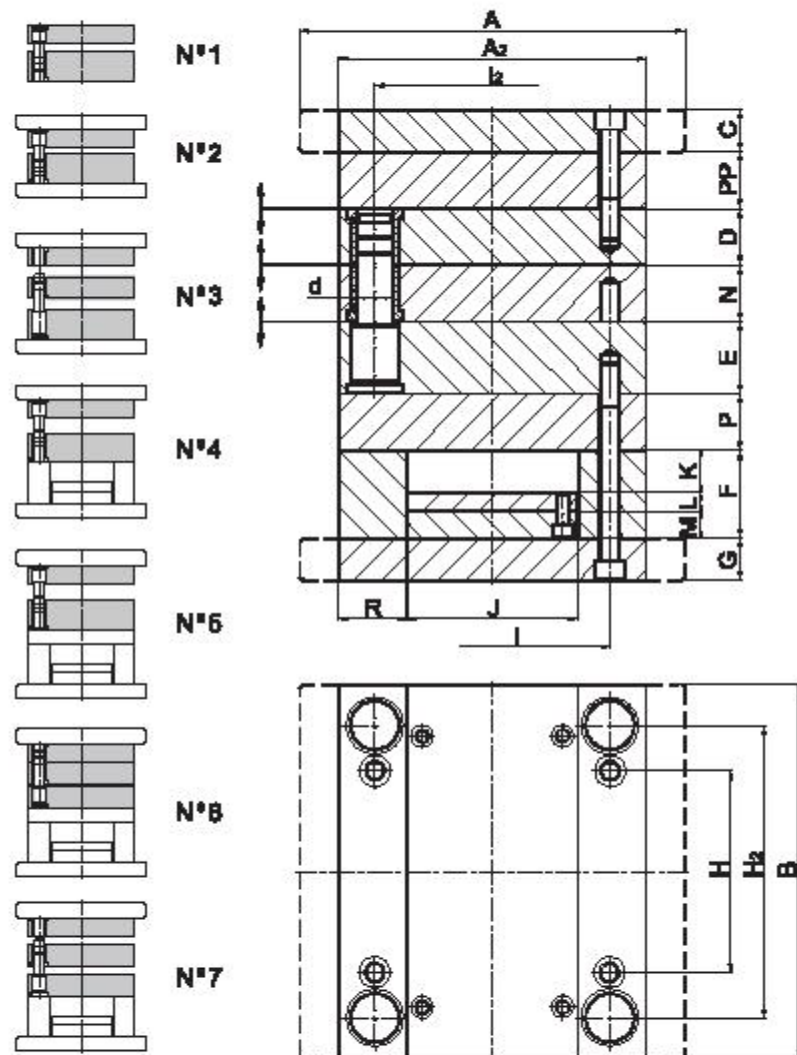
TIPO	A	Az	B	C	D-E	F	G	H	H ₁	I	L ₁	J	K	L	M	P	R	d
130x140	160	130	140	18	22-27-30 48-65	80 80 70	18 27	78	118	104	104	75	34 44	12	14	16 27	28	12
140x150	175	140	150	22	22-27-30 48-65-65-70	80 80 70	22 27	117	105	116	115	80	32 42	12	18	22 27	28	18
170x175	210	170	175	22	22-27-30 48-65-65-70-85	80 70 80	22 27	90	140	148	140	120 100	30 40 50	12	18	22 27	28	18
175x200	210	175	200	22	22-27-30 48-65-65-70-85	80 70 80	22 27	176	225	148	148	122 102	30 40 50	12	18	22 27	28	18
175x200	210	175	200	22	22-27-30 48-65-65-70-85	80 70 80	22 27	284	320	148	138	122 102	30 40 50	12	18	22 27	28	18
180x190	240	180	190	22	22-27-30 48-65-65-70-85	80 70 80	22 27	106	162	164	154	118	27 47	12	17	27 36	38	18
180x200	240	180	200	22	22-27-30 48-65-65-70-85	80 70 80	22 27	188	244	160	160	108	27 47	12	17	27 36	43	22
180x240	240	180	240	22	22-27-30 48-65-65-70-85	80 70 80	22 27	230	264	160	180	108	27 47	12	17	27 36	43	22
180x300	240	180	300	22	22-27-30 48-65-65-70-85	80 70 80	22 27	274	344	144	144	108	27 47	12	17	27 36	43	22
210x210	250	210	210	22	22-27-30 48-65-65-70-85	80 70 80	22 27	130	180	180	180	140 120	30 40 50	12	18	22 27	32	18
210x200	250	210	200	22	22-27-30 48-65-65-70-85	80 70 80	22 27	202	285	180	170	140 120	30 40 50	12	18	22 27	32	18
240x240	260	240	240	22	22-27-30 48-65-65-70-85-115	80 70 80	22 27	148	203	208	208	170 150	30 40 50	12	18	22 27	36	18
240x300	260	240	300	22	22-27-30 48-65-65-70-85-115	80 70 80	22 27	200	318	208	208	170 150	30 40 50	12	18	22 27	36	18
240x240	260	240	240	22	22-27-30 48-65-65-70-85-115	80 70 80	22 27	130	200	200	200	158	27 47	12	17	27 36	43	22
240x200	260	240	200	22	22-27-30 48-65-65-70-85-115	80 70 80	22 27	106	244	200	200	180	27 47	12	17	27 36	43	22
240x340	260	240	340	22	22-27-30 48-65-65-70-85-115	80 70 80	22 27	224	284	194	194	156	27 47	12	17	27 36	43	22
240x300	260	240	300	22	22-27-30 48-65-65-70-85-115	80 70 80	22 27	234	340	198	198	180	27 47	12	17	27 36	43	22
280x400	340	280	400	22	22-27-30 48-65-65-70-85-115	80 70 80	22 27	320	365	280	240	220 180	30 40 50	18	22	27 36	48	22
280x280	340	280	280	22	22-27-30 48-65-65-70-85-115	80 70 80	22 27	180	244	260	260	208	27 47	12	17	27 36	43	22
280x340	340	280	340	22	22-27-30 48-65-65-70-85-115	80 70 80	22 27	224	284	244	244	208	27 47	12	17	27 36	43	22
280x300	340	280	300	22	22-27-30 48-65-65-70-85-115	80 70 80	22 27	234	340	248	248	200	27 47	12	17	27 36	43	22
280x440	340	280	440	22	22-27-30 48-65-65-70-85-115	80 70 80	22 27	324	364	244	244	208	27 47	12	17	27 36	43	22
340x380	380	340	380	22	22-27-30 48-65-65-70-85-115	80 70 80	22 27	436	465	280	280	248	27 47	18	22	27 36	48	22
340x340	380	340	340	22	22-27-30 48-65-65-70-85-115	80 70 80	22 27	224	284	284	284	250	27 47	12	17	27 36	43	22

20

molde SP - SP mould - formgestell SP

Montaje / Assembly / Gestell: n° 5 + PP

SP



* La placa PP es la placa portacámara y tiene las mismas dimensiones que las placas intermedias P.

* The plate PP supports the hot channel and has the same dimensions as the backing plate P.

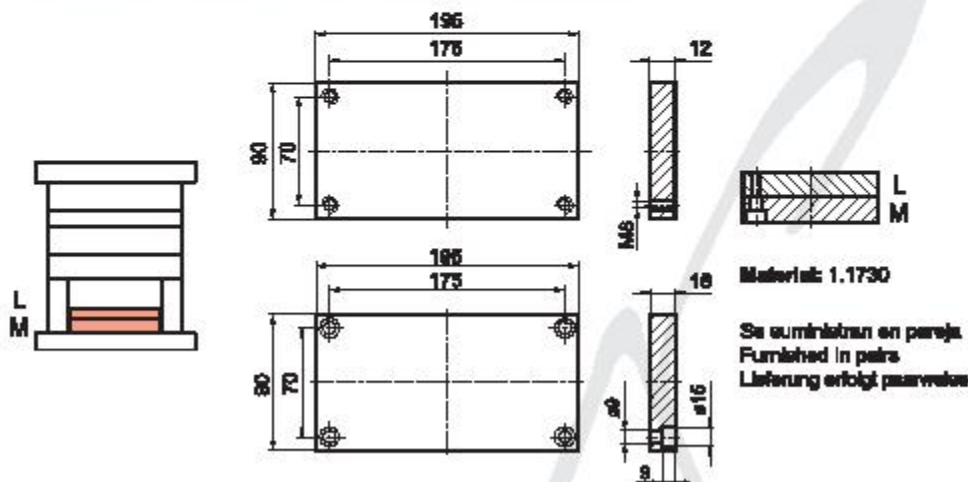
* Die Platte trägt den Heißkanal und hat die gleichen Abmessungen wie die Zwischenplatte.

molde SP - SP mould - formgestell SP

SP

145 x 195

Conjunto placas expulsoras / Ejector assembly / Auswerferpaket

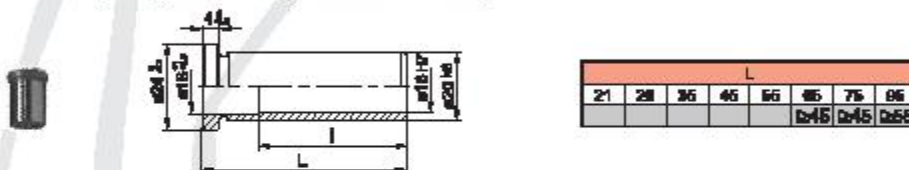


GC - Guía molde SP / SP guide pillar / Führungssäule SP



Material: Acero de cementación / Case hardening steel / Einsatzstähle
Dureza / Hardness / Härte: 60 - 62 HRC

CV - Casquillo guía SP / SP guide bush / Führungsbuchse SP



Material: Acero de cementación / Case hardening steel / Einsatzstähle
Dureza / Hardness / Härte: 50 - 52 HRC

TOK - Tornillo allen cabeza cilíndrica / Socket head cap screw / Zylinderschraube mit Innensechskant



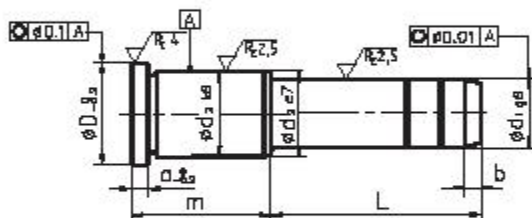
Resistencia a la tracción / Tensile strength / Festigkeit: 130 - 140 kg/mm²
Calidad / Quality / Qualität: 12,9 (12K)

43

guía molde SP - SP guide pillar - führungssäule SP

GC

Materiel: Acero de cementación / Case hardening steel / Einsatzstähle
Dureza / Hardness / Härte: 60 - 62 HRC



d ₁	d ₂	D	a	b	m	L									
10	14	17	4	4	17	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
					20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
					25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
					30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
					35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85
12	16	20	4	4	17	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
					20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
					25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
					30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
					35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85
16	20	24	4	4	17	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
					20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
					25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
					30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
					35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85
18	25	30	6	6	17	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
					20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
					25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
					30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
					35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85
22	30	35	6	6	17	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
					20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
					25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
					30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
					35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85
30	40	45	8	7	17	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
					20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
					25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
					30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
					35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85

Forma de pedido / Order / Auftragsform: GC / d₁ x m x L

Otras medidas bajo demanda / Other dimensions on Inquiry / Andere Masse auf Anfrage

Tel. 34-69 337 13 91 - Fax 34-69 337 77 76 - E-mail: vep@vep.es - <http://www.vep.es>

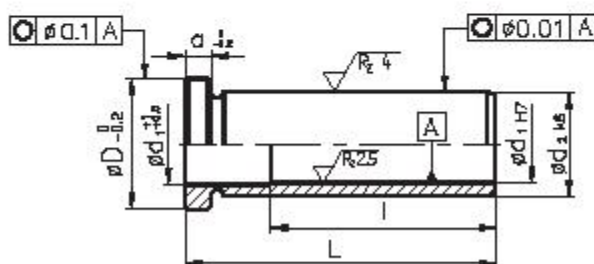
Edición Julio 2003

412

CV

casquillo guía SP - SP guide bush - führungsbuchse SP

Material: Acero de cementación / Case hardening steel / Einsatzstahl
Dureza / Hardness / Härte: 60 - 62 HRC



d ₁	d ₂	D	a	L									
				17	21	26	36	46	56	66	76	86	126
10	14	17	4										
12	16	20	4					b30	b30				
14	20	24	4					b30		b30			
16	22	26	4							b45	b45	b65	
18	25	30	6							b45	b45	b65	
20	30	36	6							b45	b45		
22	32	38	6							b65	b65	b85	
24	35	40	8							b65	b65		
26	40	46	8							b65	b65	b85	b125
28	45	50	10							b85	b85	b125	

Forma de pedido / Order / Auftragsform: CV / d₁ x L

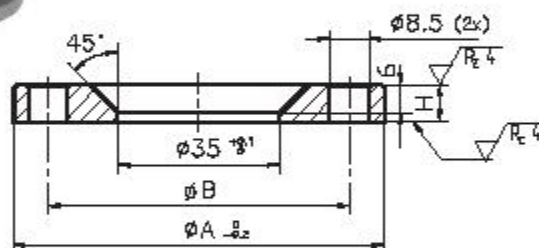
Otras medidas bajo demanda / Other dimensions on inquiry / Andere Masse auf Anfrage



DC

disco centrador - locating ring - zentrierflansch

Material: Acero de construcción / Structural steel / Allgemeine Baustähle



A	75	75	80	80	100	110	120	125	150	160	170	200
B	60	61	65	70	75	80	84	85	110	110	130	142
H	8 ± 12											

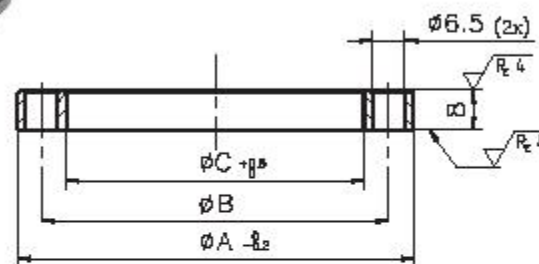
Forma de pedido / Order / Auftragsform: DC / A x H

Otras medidas bajo demanda / Other dimensions on inquiry / Andere Masse auf Anfrage

DC0

disco centrador - locating ring - zentrierflansch

Material: Acero de construcción / Structural steel / Allgemeine Baustähle



A	80	80	100	110	120	125	130
B	70	77.5	85	95	105	110	115
C	60	66	70	80	90	95	100

Forma de pedido / Order / Auftragsform: DC0 / A

Otras medidas bajo demanda / Other dimensions on inquiry / Andere Masse auf Anfrage

34

B1 BIT bebedero - sprue bush - angiessbuchse

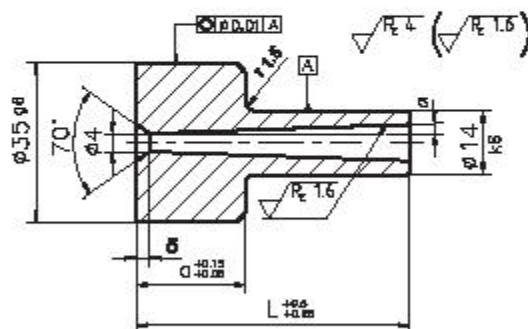
Material: Acero de cementación / Case hardening steel / Einsatzstähle

B1 : Sin temple / Non hardened / Ungelärtet Dureza / Hardness / Härte: 21-23 HRc

B1T : Templado / Hardened / Gehärtet Dureza / Hardness / Härte: 58-60 HRc



Norma/Norm: Similar DIN 18762



a	L								d1
	27	38	48	51	60	70	70	100	120
12									
24									

Forma de pedido / Order / Auftragsform: B1 - B1T / a x L x a

Otras medidas bajo demanda / Other dimensions on inquiry / Andere Masse auf Anfrage

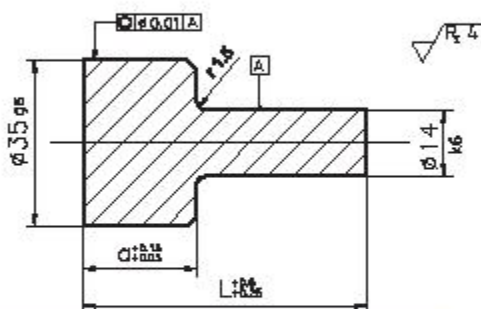
B2 bebedero - sprue bush - angiessbuchse

Material: Acero de cementación / Case hardening steel / Einsatzstähle

B2 : Sin temple / Non hardened / Ungelärtet Dureza / Hardness / Härte: 21-23 HRc



Norma/Norm: Similar DIN 18762



a	L						
	27	36	48	61	69	79	100
12							
24							

Forma de pedido / Order / Auftragsform: B2 / a x L

Otras medidas bajo demanda / Other dimensions on inquiry / Andere Masse auf Anfrage

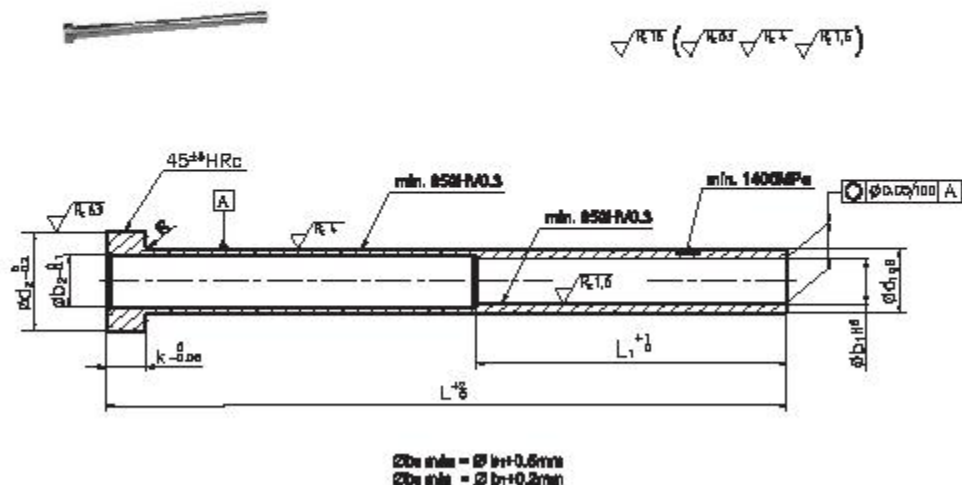


ETN

expulsor tubular nitrurado - ejector sleeve nitrated - auswerferhülse nitrirt

Materiál: Acero para trabajo en caliente / Hot formed steel / Werkzeugstähle für Warmarbeit

Norma / Norm: Similar ISO 8405



Temperatura de trabajo hasta 650°C / Working temperature up to 650°C / Arbeitstemperatur bis 650°C

b ₁	d ₁	d ₂	k	L ₁	R	L									
						75	100	125	150	175	200	225	250	275	300
2.0	4	8	3	35	0.3										
2.2	4	8	3	35	0.3										
2.5	5	10	3	35	0.3										
2.7	5	10	3	45	0.3										
3.0	5	10	3	45	0.3										
3.2	5	10	3	45	0.3										
3.5	5	10	3	45	0.3										
3.7	5	10	3	45	0.3										
4.0	5	10	3	45	0.3										
4.2	5	10	3	45	0.3										
4.5	5	10	3	45	0.3										
5.0	5	10	3	45	0.3										
5.2	5	10	3	45	0.3										
5.5	5	10	3	45	0.3										
5.8	5	10	3	45	0.3										
6.0	5	10	3	45	0.3										
6.2	5	10	3	45	0.3										
6.5	5	10	3	45	0.3										
6.8	5	10	3	45	0.3										
7.0	5	10	3	45	0.3										
7.2	5	10	3	45	0.3										
7.5	5	10	3	45	0.3										
7.8	5	10	3	45	0.3										
8.0	5	10	3	45	0.3										
8.2	5	10	3	45	0.3										
8.5	5	10	3	45	0.3										
8.8	5	10	3	45	0.3										
9.0	5	10	3	45	0.3										
9.2	5	10	3	45	0.3										
9.5	5	10	3	45	0.3										
9.8	5	10	3	45	0.3										
10.0	5	10	3	45	0.3										
10.2	5	10	3	45	0.3										
10.5	5	10	3	45	0.3										
10.8	5	10	3	45	0.3										
11.0	5	10	3	45	0.3										
11.2	5	10	3	45	0.3										
11.5	5	10	3	45	0.3										
11.8	5	10	3	45	0.3										
12.0	5	10	3	45	0.3										
12.2	5	10	3	45	0.3										
12.5	5	10	3	45	0.3										
12.8	5	10	3	45	0.3										
13.0	5	10	3	45	0.3										
13.2	5	10	3	45	0.3										
13.5	5	10	3	45	0.3										
13.8	5	10	3	45	0.3										
14.0	5	10	3	45	0.3										
14.2	5	10	3	45	0.3										
14.5	5	10	3	45	0.3										
14.8	5	10	3	45	0.3										
15.0	5	10	3	45	0.3										
15.2	5	10	3	45	0.3										
15.5	5	10	3	45	0.3										
15.8	5	10	3	45	0.3										
16.0	5	10	3	45	0.3										
16.2	5	10	3	45	0.3										
16.5	5	10	3	45	0.3										
16.8	5	10	3	45	0.3										
17.0	5	10	3	45	0.3										
17.2	5	10	3	45	0.3										
17.5	5	10	3	45	0.3										
17.8	5	10	3	45	0.3										
18.0	5	10	3	45	0.3										
18.2	5	10	3	45	0.3										
18.5	5	10	3	45	0.3										
18.8	5	10	3	45	0.3										
19.0	5	10	3	45	0.3										
19.2	5	10	3	45	0.3										
19.5	5	10	3	45	0.3										
19.8	5	10	3	45	0.3										
20.0	5	10	3	45	0.3										

Forma de pedido / Order / Auftragsform: ETN / b₁ x L

Otras medidas bajo demanda / Other dimensions on inquiry / Andere Masse auf Anfrage

97

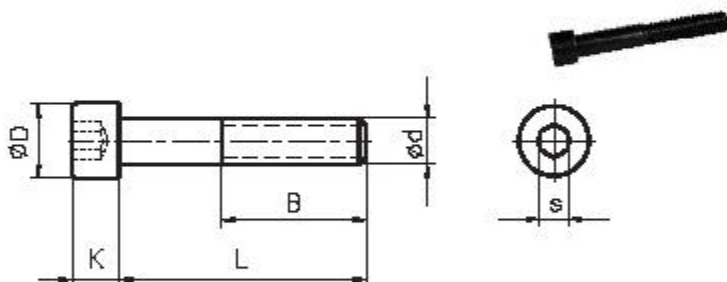
**tornillo cabeza cilíndrica con hexágono interior - socket head cap screw
zylinderschraube mit innensechskant**

TOK

Norma / Norm: DIN 912

Calidad / Quality / Qualität: 12.9

Resistencia a la tracción / Tensile strength / Spannfestigkeit: 130 - 140 kg/mm²



d	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M18	M20	M24
B	16	20	22	24	26	32	36	40	44	48	52	56
D	5,5	7	8,5	10	13	18	18	21	24	27	30	36
K	3	4	5	6	6	10	12	14	16	18	20	24
s	2,5	3	4	5	6	6	10	12	14	14	17	19

8												
8												
10												
12												
14												
16												
18												
20												
25												
30												
35												
40												
45												
60												
65												
80												
85												
70												
80												
90												
100												
110												
120												
130												
140												
150												
160												
180												
180												
200												

Forma de pedido / Order / Auftragsform: TOK / d x L

Otras medidas bajo demanda / Other dimensions on Inquiry / Andere Masse auf Anfrage

Tel. 34-63 337 13 81 - Fax 34-63 337 77 78 - E-mail vap@vap.es - http://www.vap.es

Edición Julio 2003

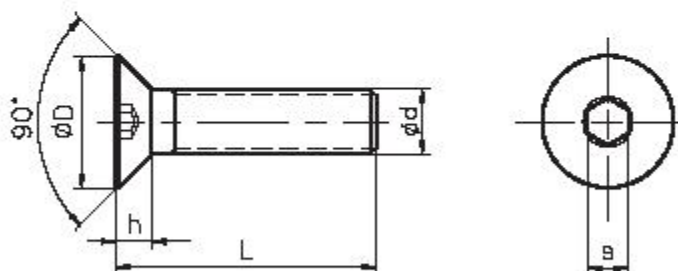
TOA

**tomillo avellanado con hexágono interior - socket head countersunk screw
senkkopfschrauben**

Norma / Norm: DIN 7981

Calidad / Quality / Qualität: 12.8

Resistencia a la tracción / Tensile strength / Spannfestigkeit: 130 - 140 kg / mm²



d	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M20
D	6	8	10	12	16	20	24	27	30	36
h	1,7	2,3	2,5	3,3	4,4	5,5	6,5	7	7,5	8,5
s	2	2,6	3	4	5	8	8	10	10	12
Longitud / Length / Länge: L	8									
	10									
	12									
	16									
	18									
	20									
	25									
	30									
	35									
	40									
	45									
	60									
	55									
	60									
	70									
	80									
	80									
	100									

Forma de pedido / Order / Auftragsform: TOA / d x L

Otras medidas bajo demanda / Other dimensions on inquiry / Andere Masse auf Anfrage

Proyecto Fin de Carrera

COMPARACIÓN TEÓRICO EXPERIMENTAL DE LAS FUERZAS DE SEPARACIÓN DE PARTE PLÁSTICA E INSERTO METÁLICO EN PIEZAS SOBREMOLDEADAS POR INYECCIÓN

PLANOS 3/3

Autor

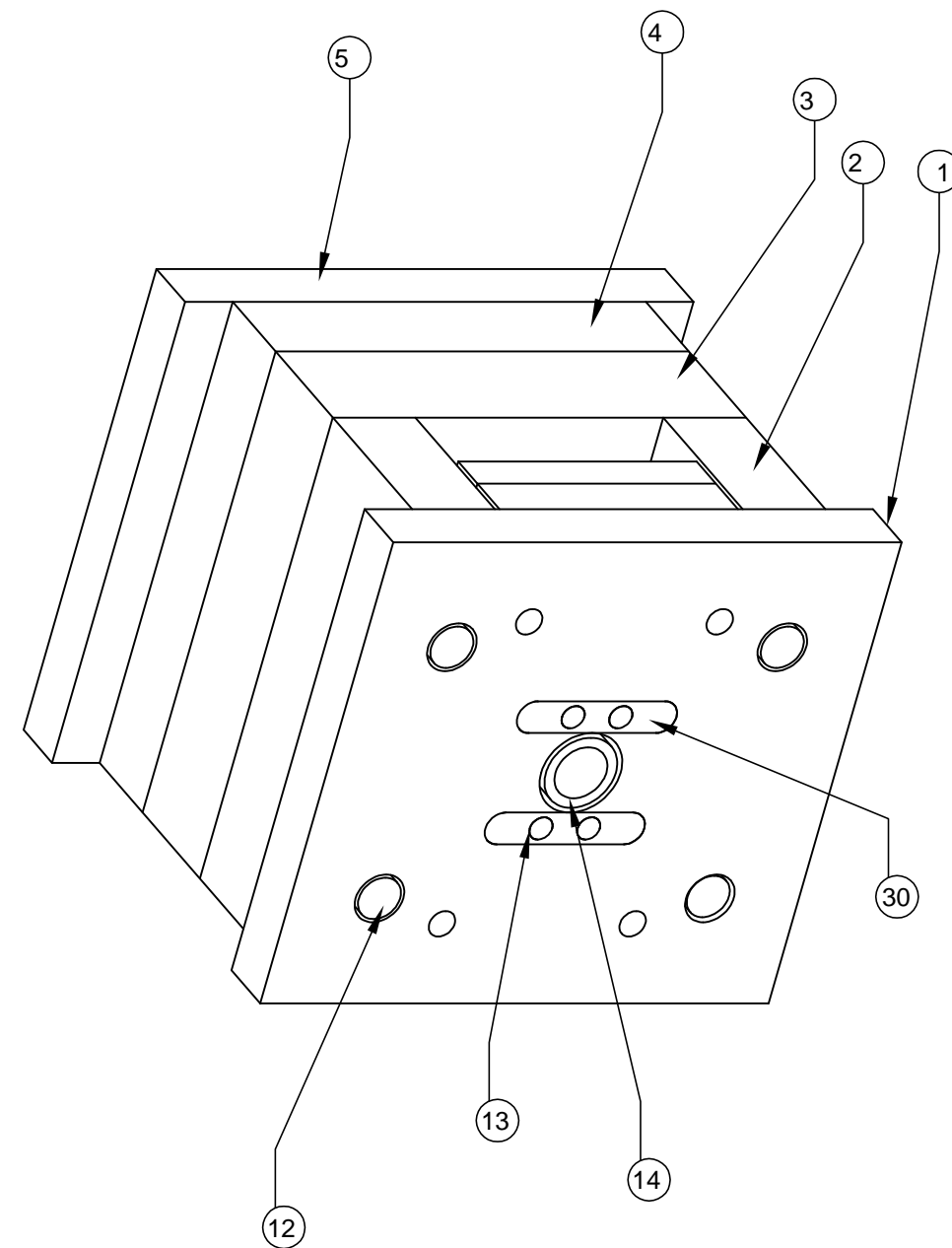
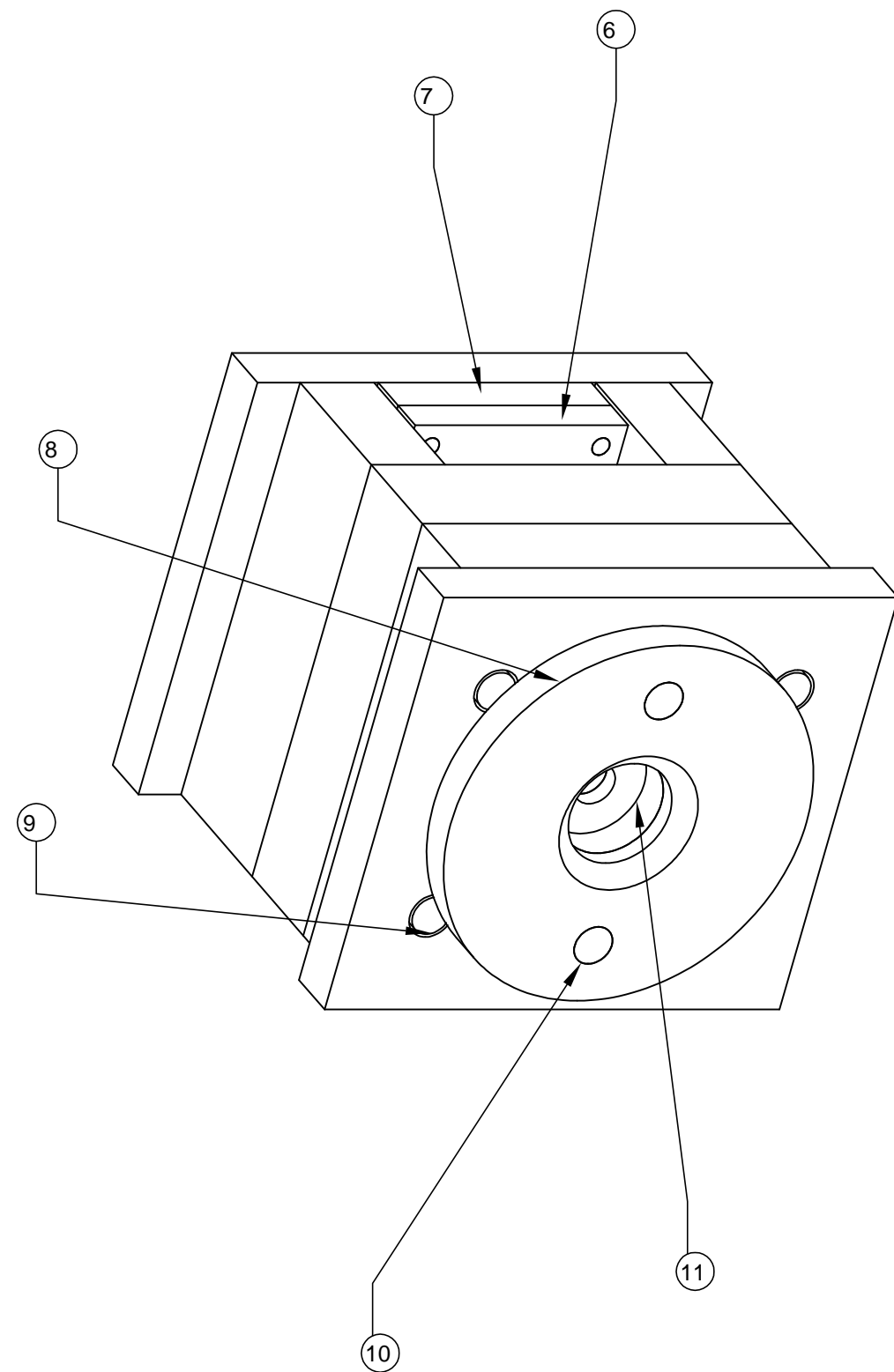
Jesús López Oliván

Director

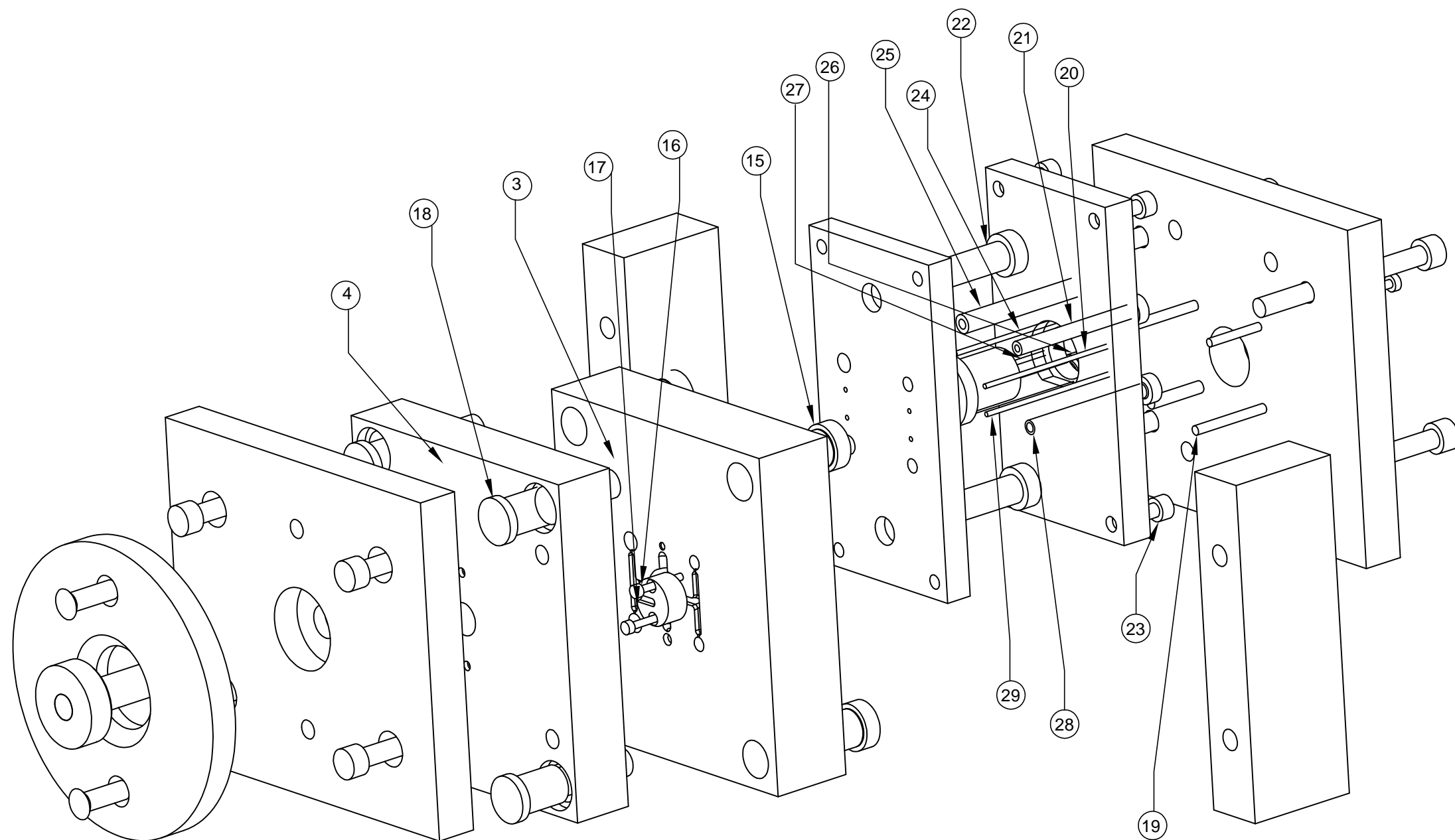
Jesús Fuentelsaz Gallego

Escuela de Ingeniería y Arquitectura

2015

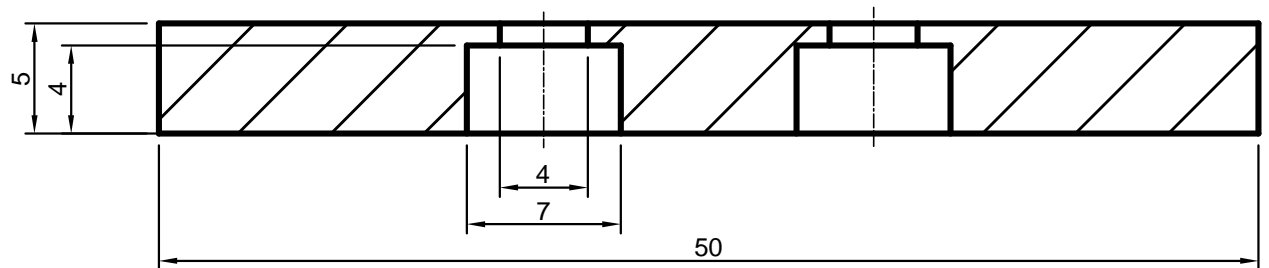
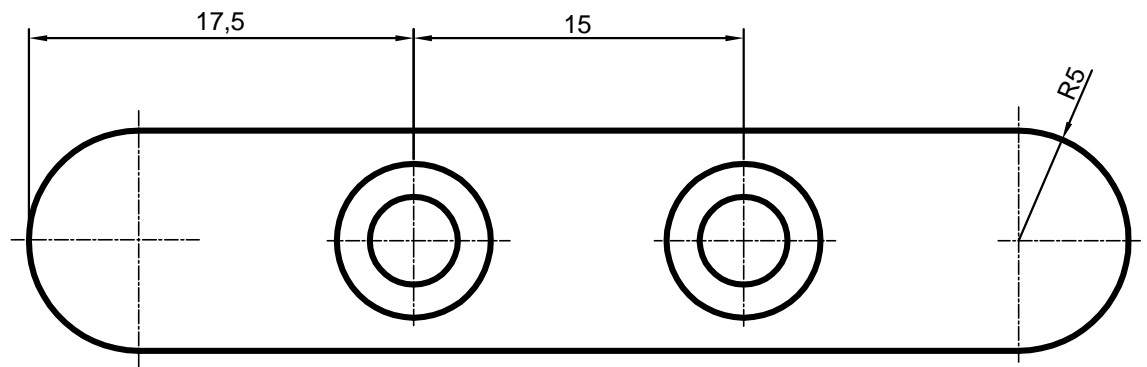


	Fecha	Nombre		ESCUELA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
Dibujado	11 - 2014	J. LOPEZ OLIVAN		
Comprobado	12 - 2014			
Id. Normas				UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA
ESCALA: S.E.	Conjunto: MOLDE PARA SOBREINYECCION DE EXPULSORES			Plano nº: 1.00
	Título: PLANO DE CONJUNTO 1			TALLER DE INYECCION DE LA INDUSTRIA DE LOS PLASTICOS TIIP - UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

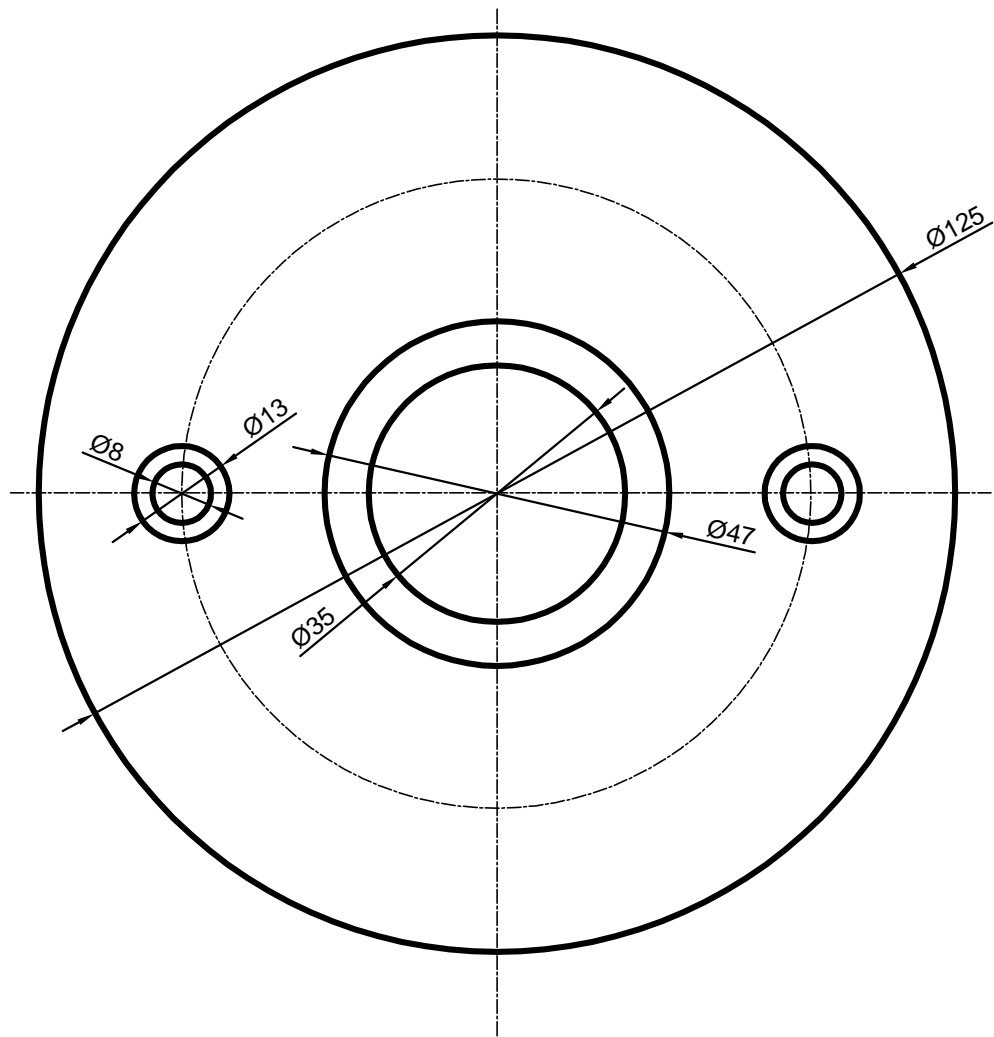


	Fecha	Nombre		ESCUELA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA
Dibujado	11 - 2014	J. LOPEZ OLIVAN		
Comprobado	12 - 2014			
Id. Normas				
ESCALA: S.E.	Conjunto:	MOLDE PARA SOBREINYECCION DE EXPULSORES		Plano nº:
	Título:	PLANO DE CONJUNTO 2		TALLER DE INYECCION DE LA INDUSTRIA DE LOS PLASTICOS TIIP - UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

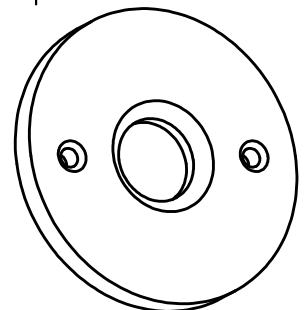
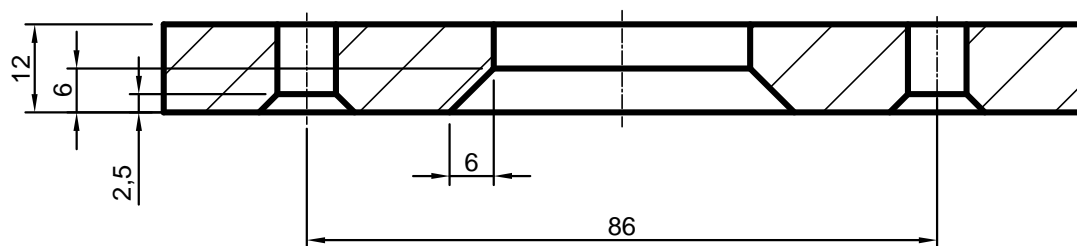
30	2	Cierre de placa		F - 1250
29	1	Expulsor cab. Cilindrica	DIN 1530	A / 4x99
28	1	Expulsor tubular nitrurado	ISO 8405	ETN / 4x65
27	1	Expulsor cab. Cilindrica	DIN 1530	A / 5,2x99
26	1	Expulsor tubular nitrurado	ISO 8405	ETN/ 5,2x65
25	1	Expulsor tubular nitrurado	ISO 8405	ETN / 4,2x65
24	1	Expulsor cab. Cilindrica	DIN 1530	A / 4,2x99
23	4	Tornillo cab. cilindrica	DIN 912	M6 L20
22	2	Expulsor cab. Cilindrica	DIN 1530	A / 12x63
21	1	Expulsor tubular nitrurado	ISO 8405	ETN / 3,5x65
20	1	Expulsor cab. Cilindrica	DIN 1530	A / 3,5x99
19	4	Expulsor de canal	DIN 1530	A / 2x67
18	4	Guia Molde SP		m26 L36
17	1	Llave canales		F - 1250
16	2	Tornillo cilindrico	DIN 912	M3x22
15	4	Casquillo		L36
14	1	Mov. Expulsor		F - 1250
13	4	Tornillo cilindrico	DIN 912	M4x17
12	4	Tornillo allen cab. cilindrica	DIN 912	TOK13 L86
11	1	Bebedero	DIN 16752	B1T / 12x45x2
10	2	Tornillo Avellanado	DIN 7991	M8 L27
9	4	Tornillo allen cab. cilindrica	DIN 912	TOK13 L27
8	1	Disco Centrador		DC / 125x12
7	1	Placa expulsora M		1/130x145x27x36x1.1730/18x18x50x26x1.1730
6	1	Placa expulsora L		1/130x145x27x36x1.1730/18x18x50x26x1.1730
5	1	Placa de fijacion G		1/130x145x27x36x1.1730/18x18x50x26x1.1730
4	1	Placa fija		1/130x145x27x36x1.1730/18x18x50x26x1.1730
3	1	Placa Movil		1/130x145x27x36x1.1730/18x18x50x26x1.1730
2	2	Regleta		1/130x145x27x36x1.1730/18x18x50x26x1.1730
1	1	Placa de fijacion C		1/130x145x27x36x1.1730/18x18x50x26x1.1730
Marca	Nº Pieza	Designacion y observaciones	Norma	Material y medidas
		Fecha	Nombre	ESCUELA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA
Dibujado		11 - 2014	J. LOPEZ OLIVAN	
Comprobado		12 - 2014		
Id. Normas				
ESCALA: S/E		Conjunto: MOLDE PARA SOBREINYECCION DE EXPULSORES		Plano nº: 1.00
		Titulo: LISTADO DE MATERIALES		TALLER DE INYECCION DE LA INDUSTRIA DE LOS PLASTICOS TIIP - UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA



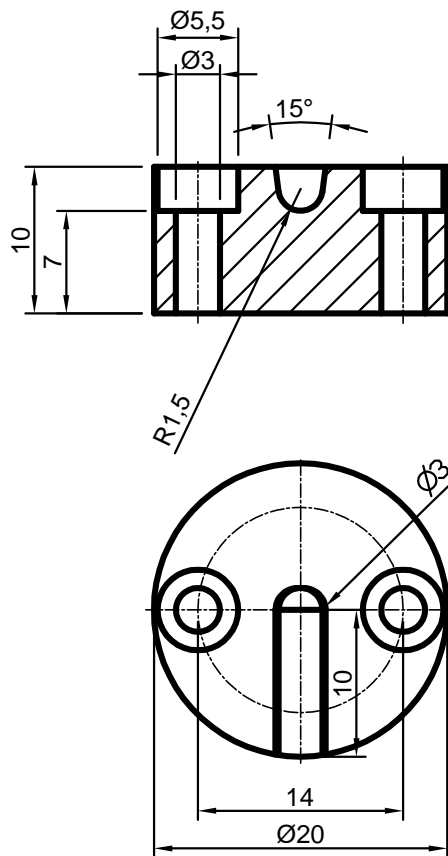
	Fecha	Nombre		ESCUELA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
Dibujado	11 - 2014	J. LOPEZ OLIVAN		UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA
Comprobado	12 - 2014			
Id. Normas				
ESCALA: 3:1	Conjunto: MOLDE PARA SOBREINYECCION DE EXPULSORES			Plano nº: 1.01
	Titulo: CIERRE DE PLACA			TALLER DE INYECCION DE LA INDUSTRIA DE LOS PLASTICOS TIIP - UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA



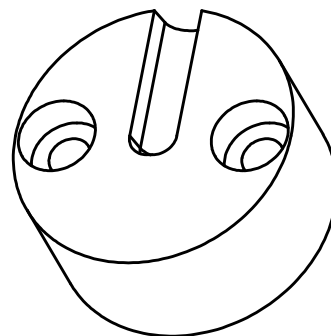
SECCIÓN A-A



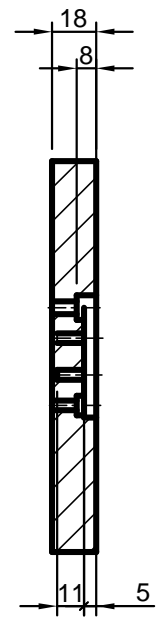
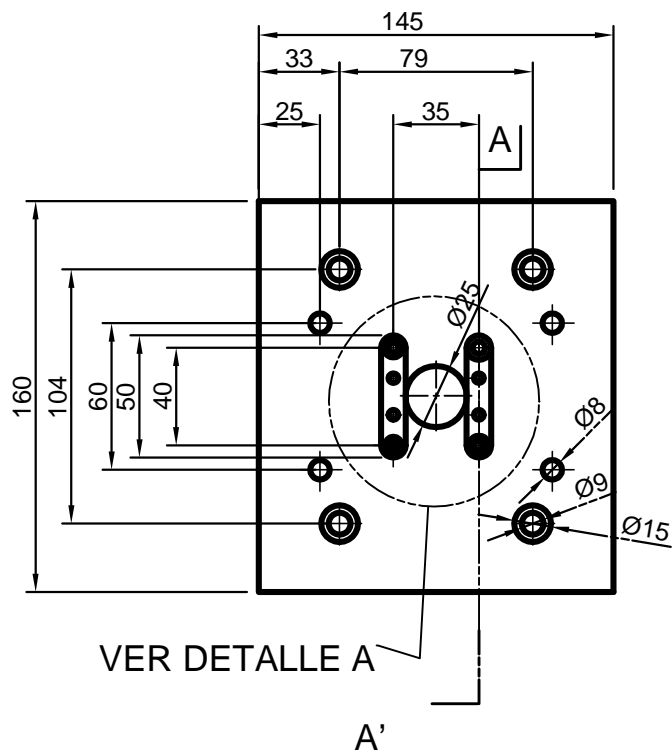
	Fecha	Nombre		ESCUELA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA
Dibujado	11 - 2014	J. LOPEZ OLIVAN		
Comprobado	12 - 2014			
Id. Normas				
ESCALA: 1:1	Conjunto: MOLDE PARA SOBREINYECCION DE EXPULSORES			Plano nº: 1.02
	Titulo: DISCO CENTRADOR			TALLER DE INYECCION DE LA INDUSTRIA DE LOS PLASTICOS TIIP - UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA



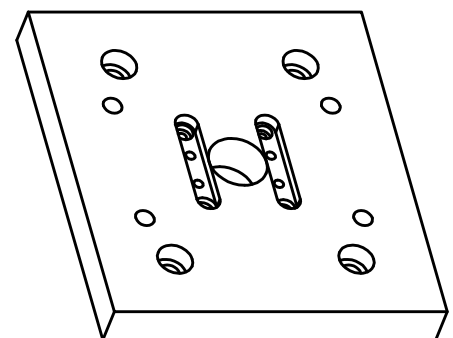
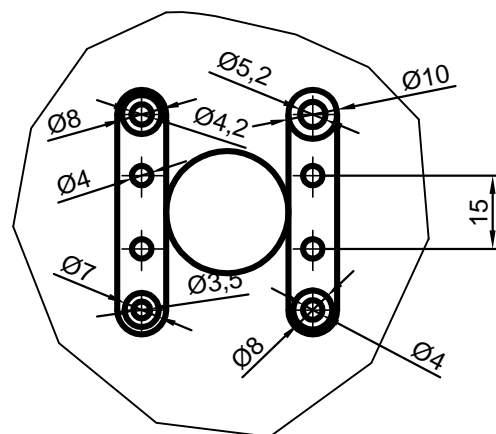
SECCIÓN A-A



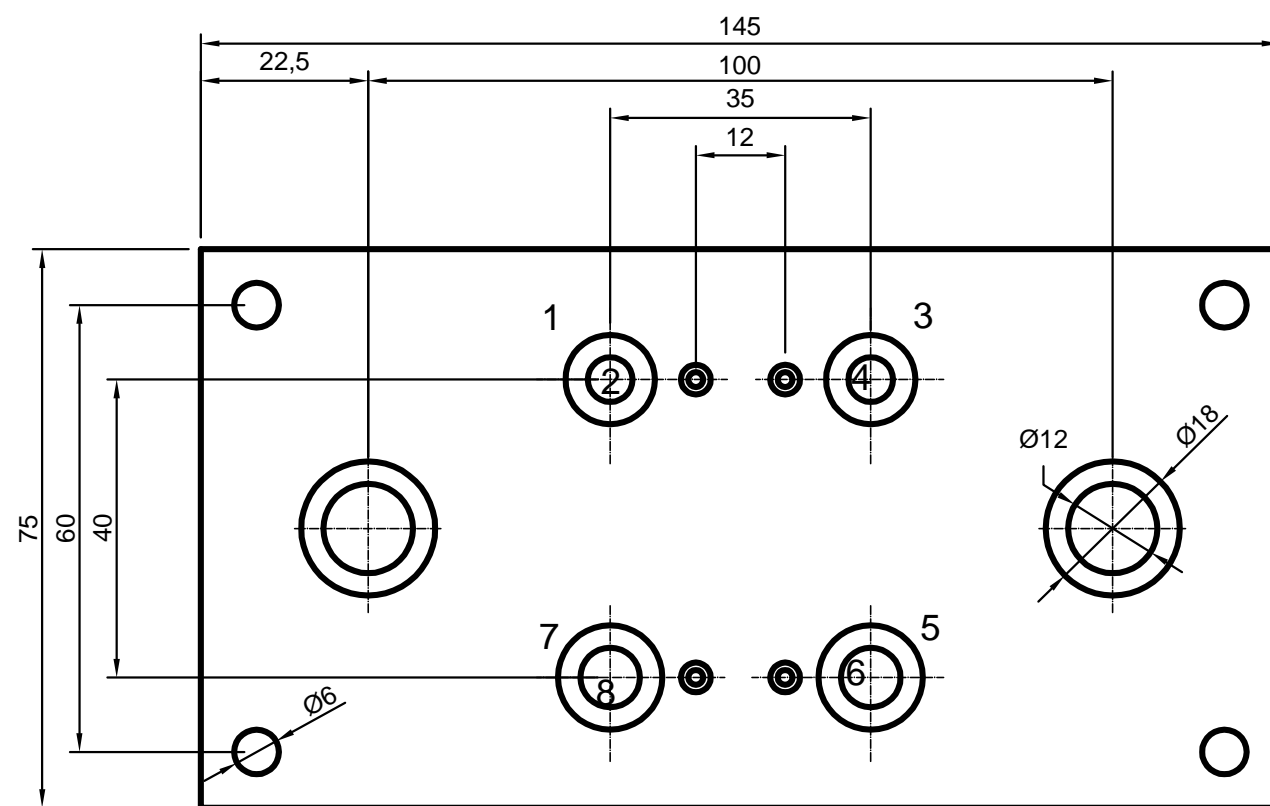
	Fecha	Nombre		ESCUELA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA
Dibujado	11 - 2014	J. LOPEZ OLIVAN		
Comprobado	12 - 2014			
Id. Normas				
ESCALA: 2:1	Conjunto: MOLDE PARA SOBREINYECCION DE EXPULSORES			Plano nº: 1.03
	Titulo: LLAVE CANALES			TALLER DE INYECCION DE LA INDUSTRIA DE LOS PLASTICOS TIIP - UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA



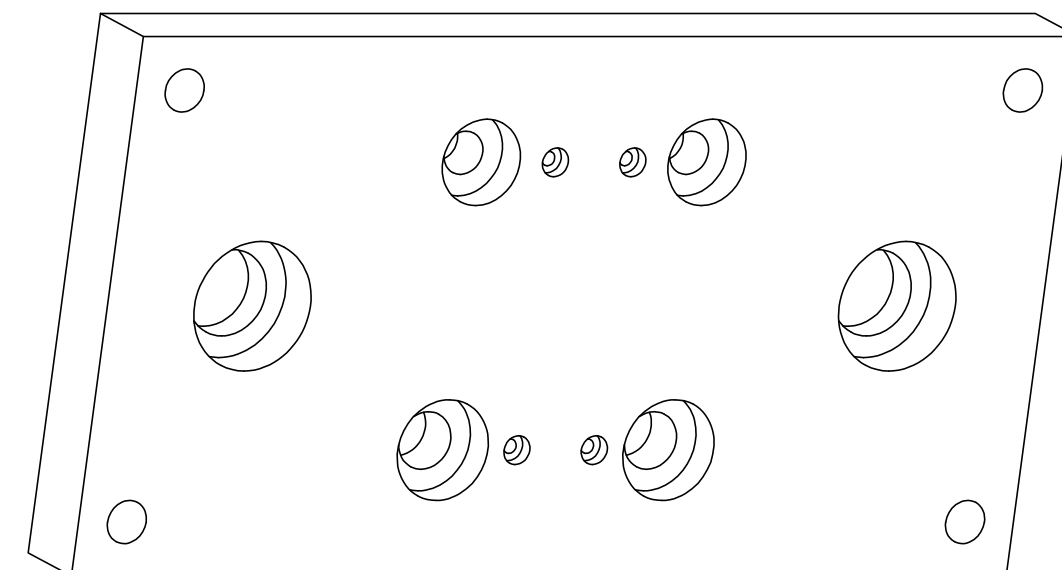
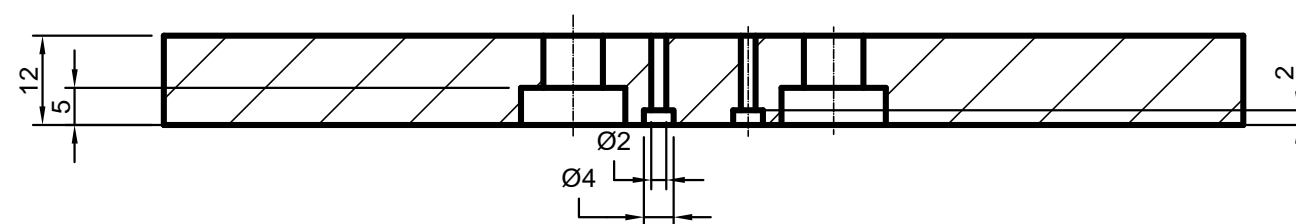
SECCIÓN A-A'



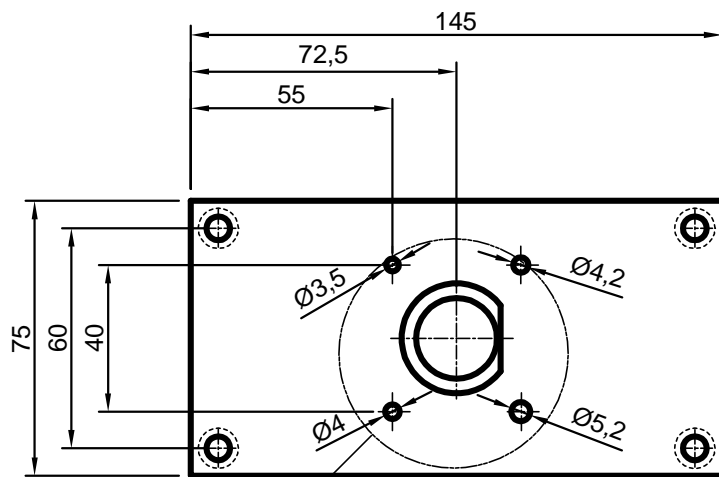
	Fecha	Nombre		ESCUELA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
Dibujado	11 - 2014	J. LOPEZ OLIVAN		
Comprobado	12 - 2014			
Id. Normas				UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA
ESCALA: 1:3	Conjunto: MOLDE PARA SOBREINYECCION DE EXPULSORES			Plano nº: 1.04
	Titulo: PLACA DE FIJACION C			TALLER DE INYECCION DE LA INDUSTRIA DE LOS PLASTICOS TIIP - UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA



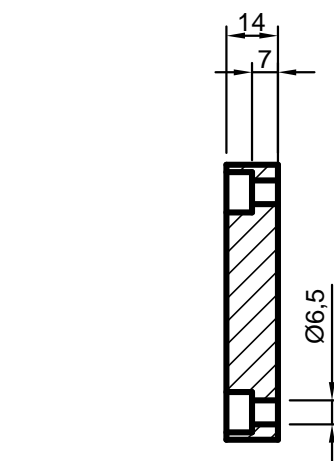
	1	2	3	4	5	6	7	8
X	55	55	85	85	85	85	55	55
Y	17.5	17.5	17.5	17.5	57.5	57.5	57.5	57.5
L	5	12	5	12	5	12	5	12
\varnothing	12	6	12	6	14	8	14	8



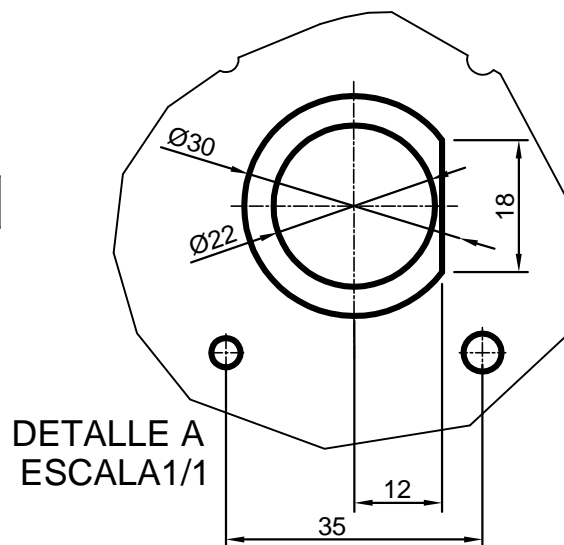
	Fecha	Nombre	ESCUELA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA	
Dibujado	11 - 2014	J. LOPEZ OLIVAN		
Comprobado	12 - 2014			
Id. Normas				
ESCALA:	Conjunto: MOLDE PARA SOBREINYECCION DE EXPULSORES			Plano nº: 1.05
1:1	Título: PLACA EXPULSORA L			TALLER DE INYECCION DE LA INDUSTRIA DE LOS PLASTICOS TIIP - UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA



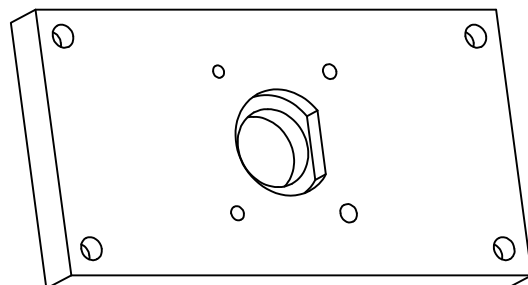
VER DETALLE A



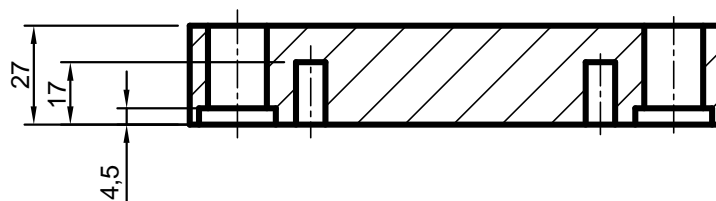
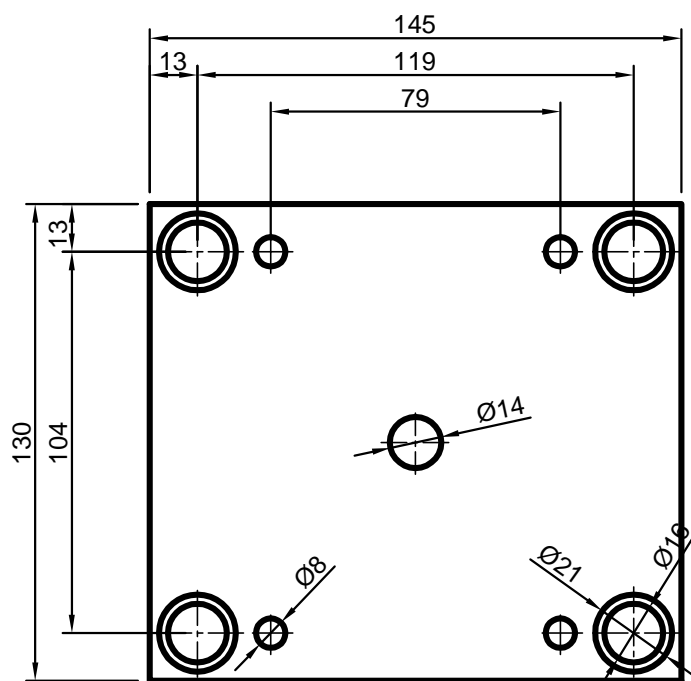
SECCIÓN A-A'



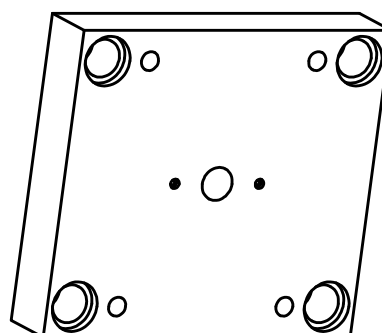
DETALLE A
ESCALA 1/1



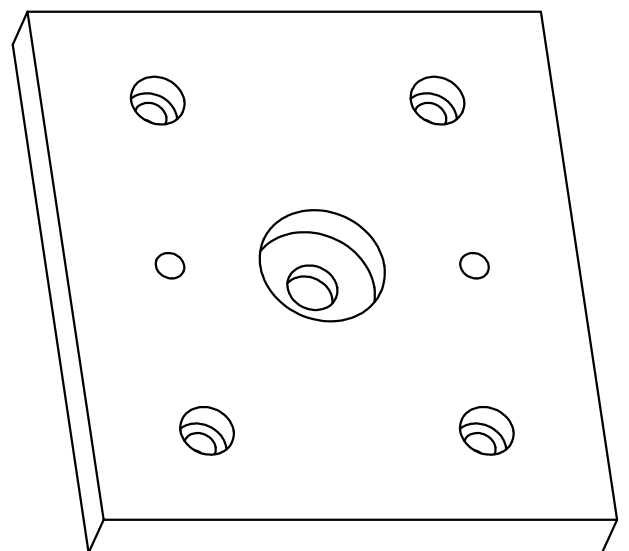
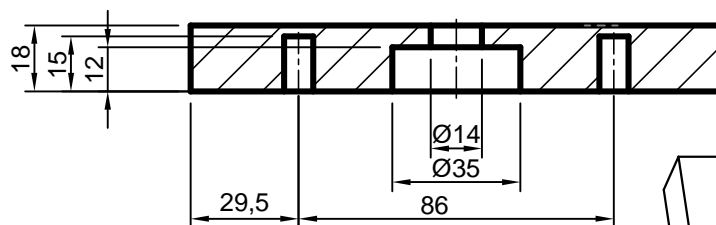
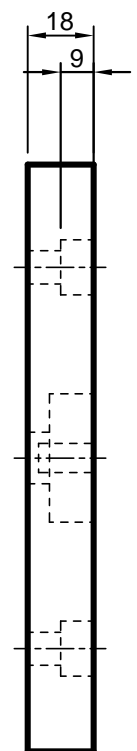
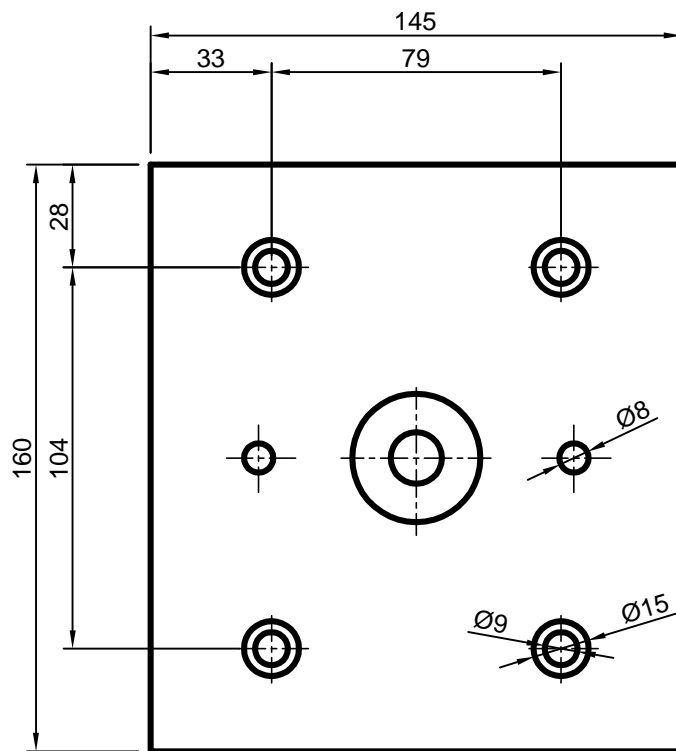
	Fecha	Nombre		ESCUELA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
Dibujado	11 - 2014	J. LOPEZ OLIVAN		
Comprobado	12 - 2014			
Id. Normas				UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA
ESCALA: 1:2	Conjunto: MOLDE PARA SOBREINYECCION DE EXPULSORES			Plano nº: 1.06
	Titulo: PLACA EXPULSORA M			TALLER DE INYECCION DE LA INDUSTRIA DE LOS PLASTICOS TIIP - UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA



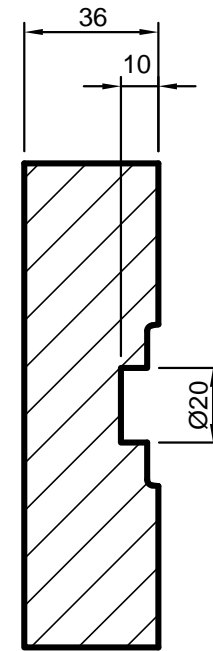
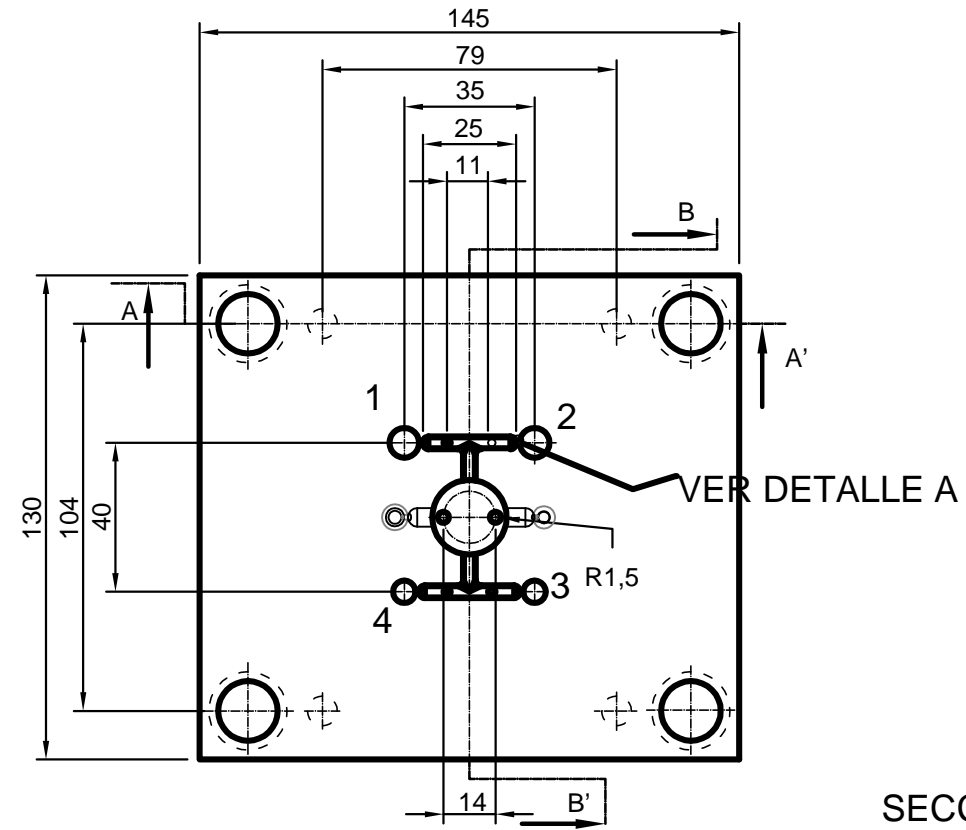
SECCIÓN A-A



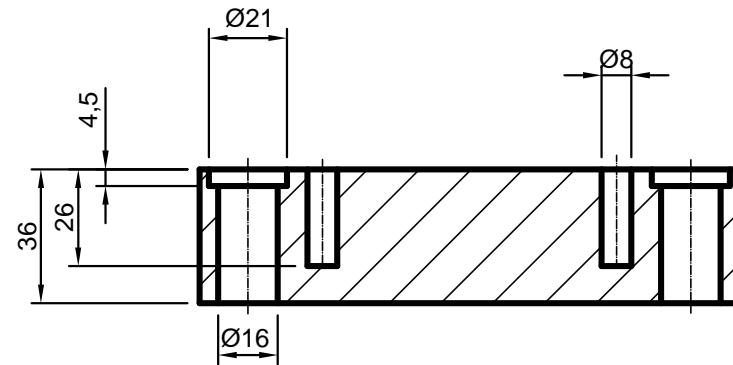
	Fecha	Nombre		ESCUELA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA
Dibujado	11 - 2014	J. LOPEZ OLIVAN		
Comprobado	12 - 2014			
Id. Normas				
ESCALA: 1:2	Conjunto: MOLDE PARA SOBREENYECCION DE EXPULSORES			Plano nº: 1.07
	Titulo: PLACA FIJA			TALLER DE INYECCION DE LA INDUSTRIA DE LOS PLASTICOS TIIP - UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA



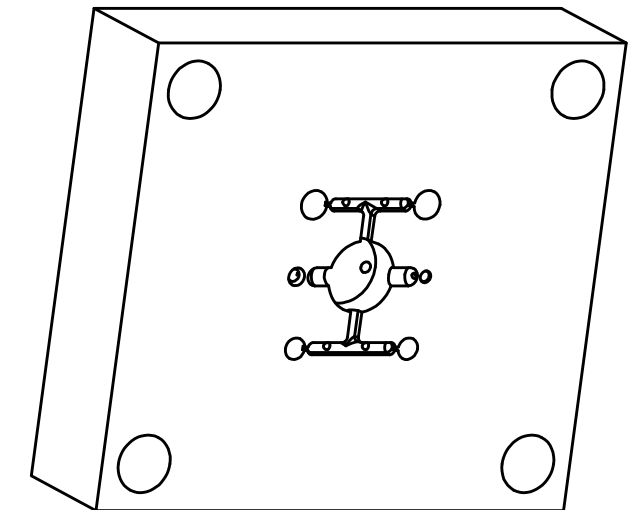
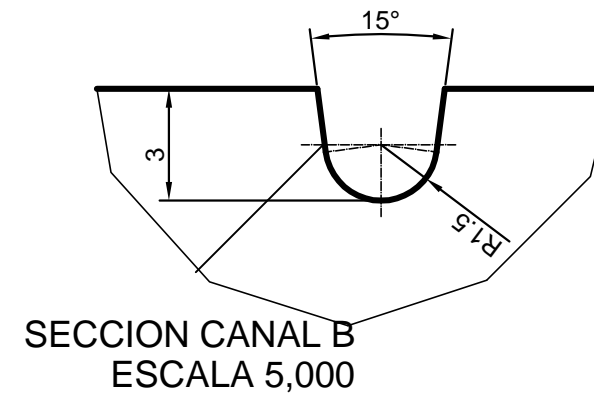
	Fecha	Nombre		ESCUELA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA	
Dibujado	11 - 2014	J. LOPEZ OLIVAN		UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA	
Comprobado	12 - 2014				
Id. Normas					
ESCALA: 1:2	Conjunto: MOLDE PARA SOBREINYECCION DE EXPULSORES			Plano nº: 1.08	
	Titulo: PLACA DE FIJACION G			TALLER DE INYECCION DE LA INDUSTRIA DE LOS PLASTICOS TIIP - UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA	



SECCIÓN B-B

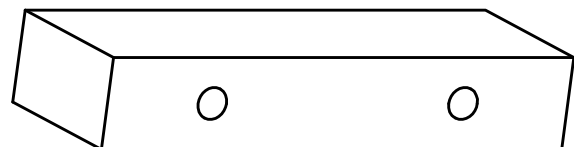
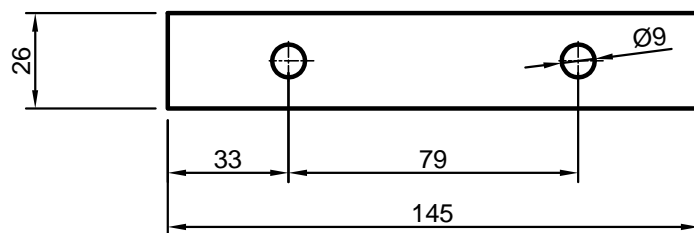
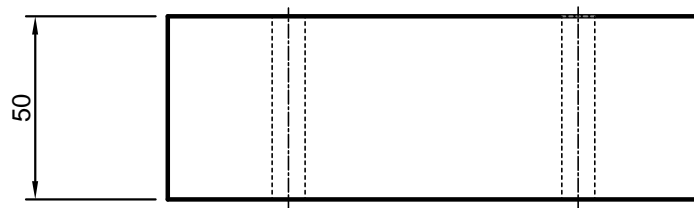


SECCIÓN A-A

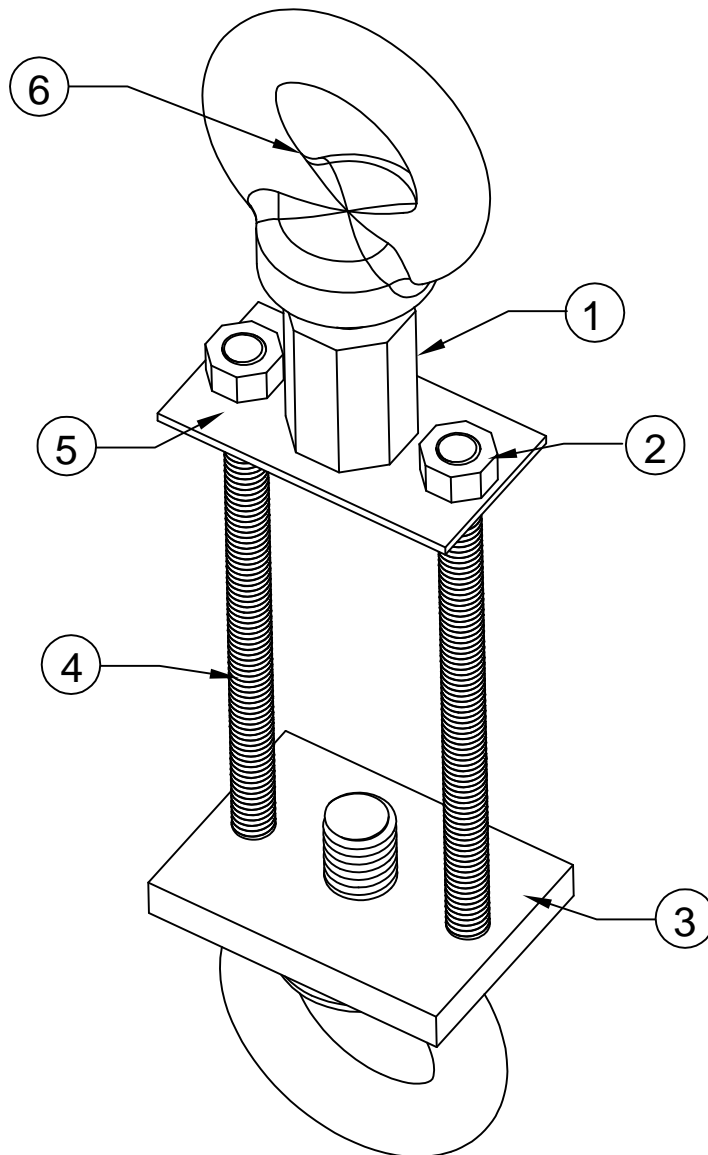


	1	2	3	4
X	55	90	55	90
Y	45	45	85	85
L	36	36	36	36
Ø	4	4	3	3

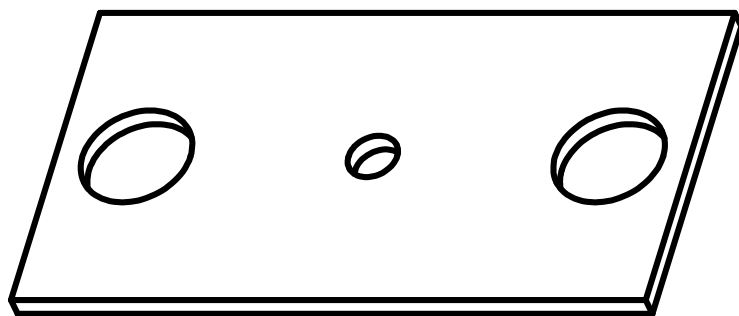
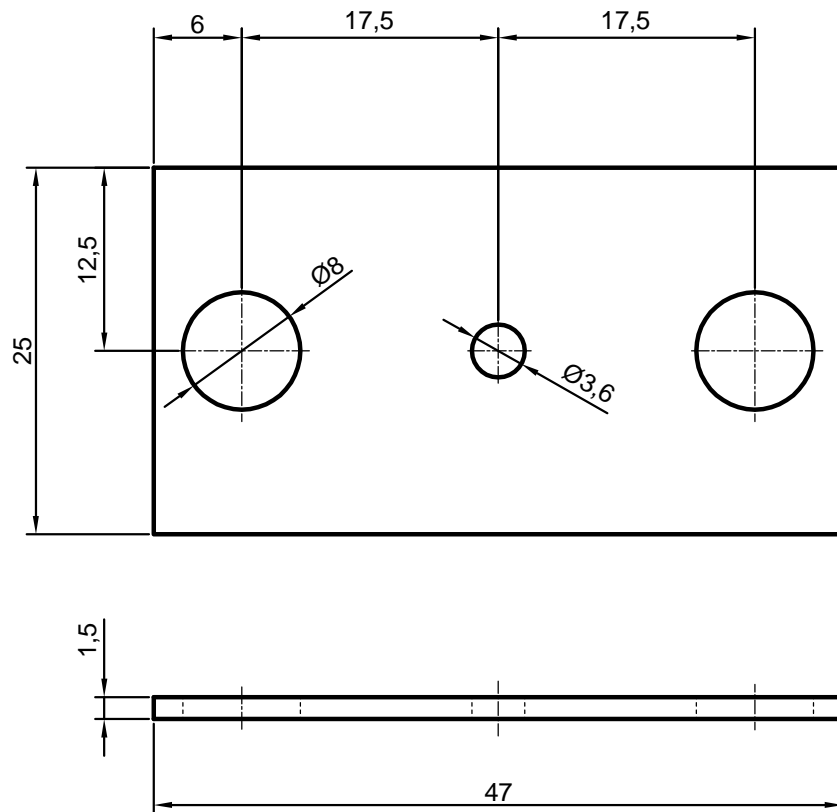
	Fecha	Nombre		ESCUELA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
Dibujado	11 - 2014	J. LOPEZ OLIVAN		
Comprobado	12 - 2014			
Id. Normas				UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA
ESCALA:	Conjunto: MOLDE PARA SOBREINYECCION DE EXPULSORES			Plano nº: 1.09
1:2	Título: PLACA MOVIL			TALLER DE INYECCION DE LA INDUSTRIA DE LOS PLASTICOS TIIP - UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA



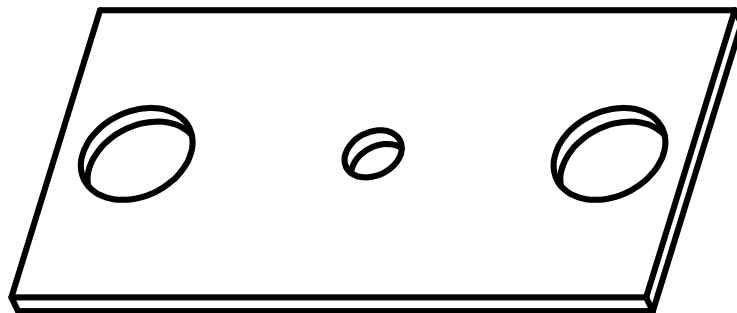
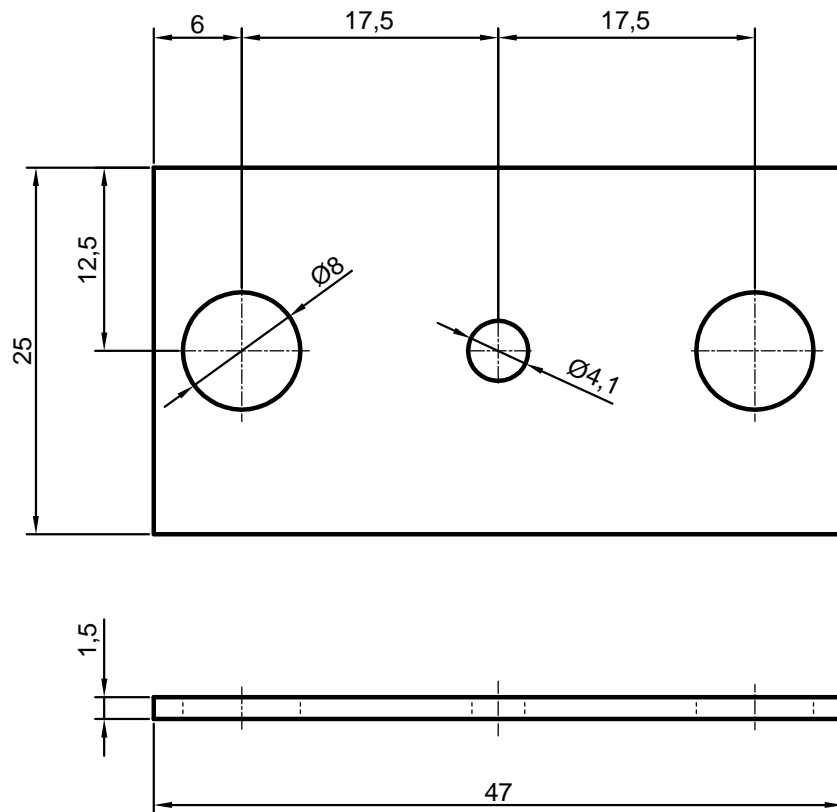
	Fecha	Nombre		ESCUELA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA
Dibujado	11 - 2014	J. LOPEZ OLIVAN		
Comprobado	12 - 2014			
Id. Normas				
ESCALA: 1:2	Conjunto: MOLDE PARA SOBREINYECCION DE EXPULSORES			Plano nº: 1.10
	Titulo: REGLETA			TALLER DE INYECCION DE LA INDUSTRIA DE LOS PLASTICOS TIIP - UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA



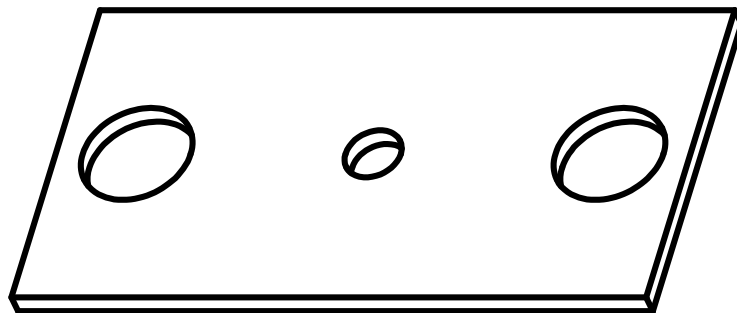
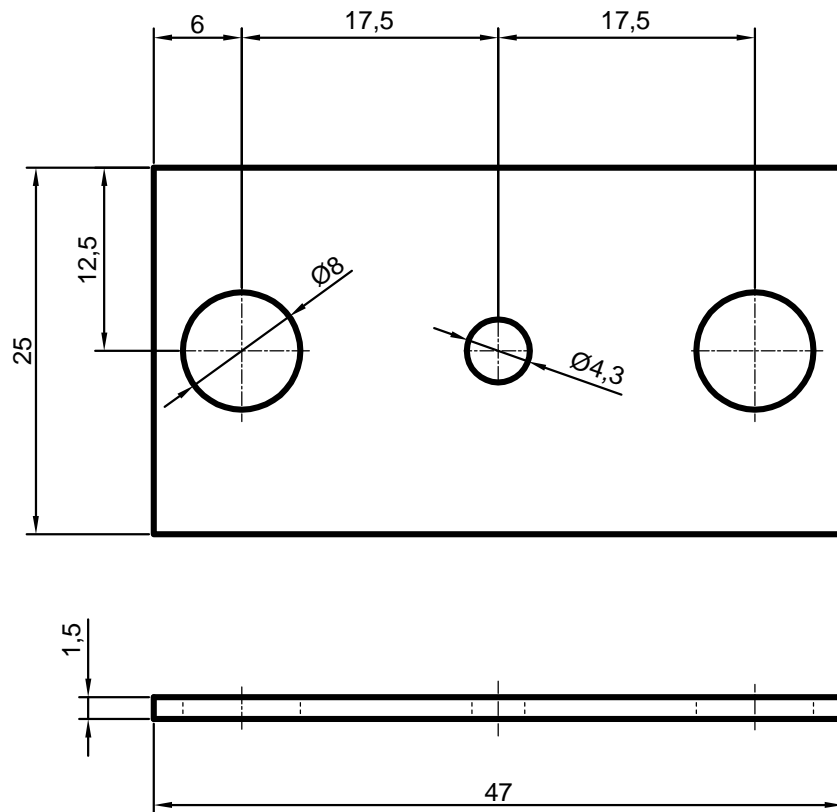
6	2	Cancamo	DIN 580	Can/M10
5	4	Placa superior	Norma	F - 1150 47x25x1,5
4	1	Varilla roscada M6	DIN 975	M6 L=100
3	1	Placa Inferior		F - 1150 47x34x6
2	2	Tuerca hexagonal M6	DIN 6923	M6 m=5
1	1	Tuerca hexagonal M10	DIN 6923	M10 m=24 M3
Marca	Nº Pieza	Designacion y observaciones	Norma	Material y medidas
		Fecha	Nombre	ESCUELA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA
Dibujado		01 - 2015	J. LOPEZ OLIVAN	
Comprobado		02 - 2015		
Id. Normas				
ESCALA: 1:1		Conjunto: BANCO DE ENSAYO Plano nº: 2.00		
		Titulo: PLANO DE CONJUNTO TALLER DE INYECCION DE LA INDUSTRIA DE LOS PLASTICOS TIIP - UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA		



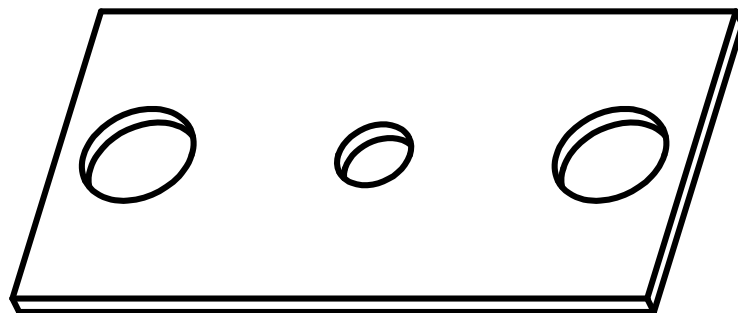
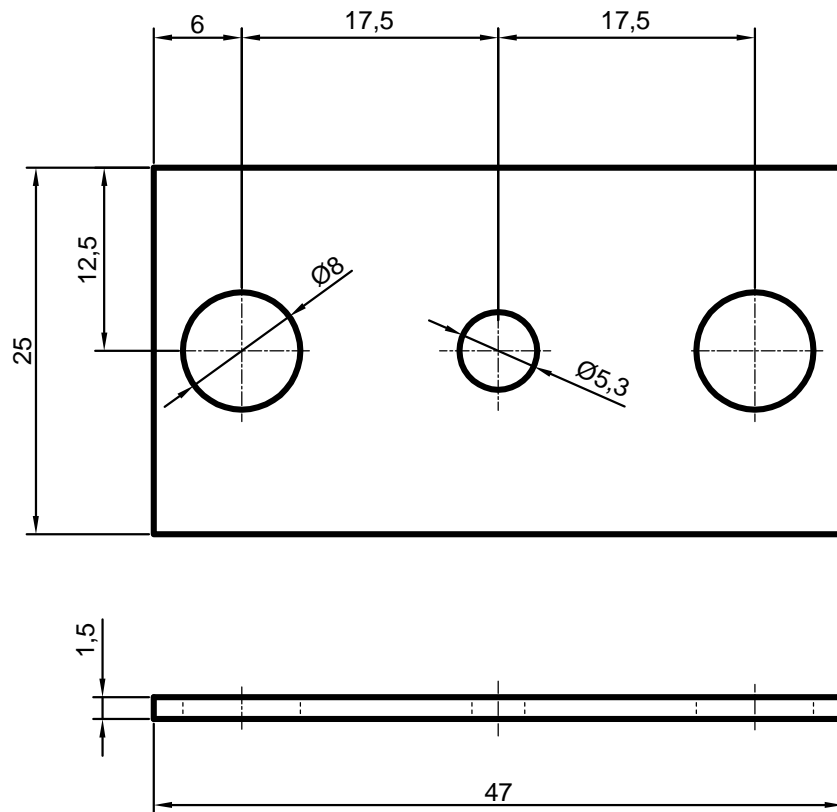
	Fecha	Nombre		ESCUELA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
Dibujado	01 - 2015	J. LOPEZ OLIVAN		UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA
Comprobado	02 - 2015			
Id. Normas				
ESCALA: 2:1	Conjunto: BANCO DE ENSAYO			Plano nº: 2.01
	Título: PLACA SUPERIOR Ø3,6			TALLER DE INYECCION DE LA INDUSTRIA DE LOS PLASTICOS TIIP - UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA



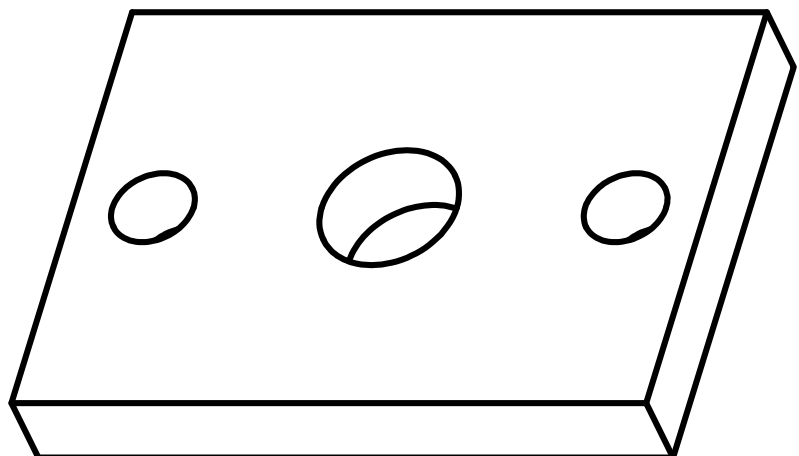
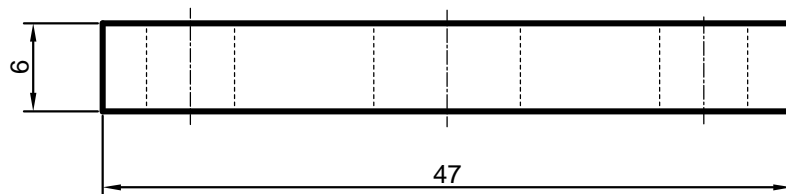
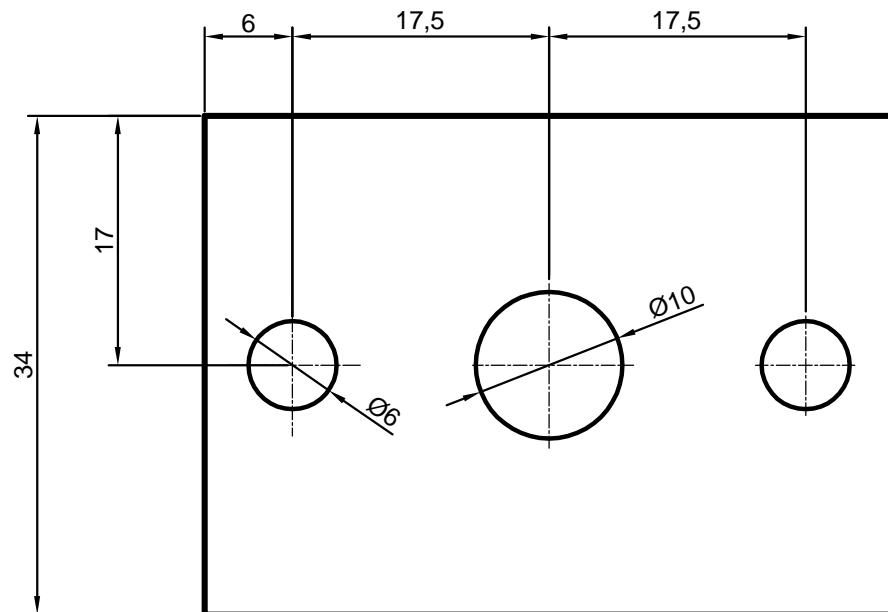
	Fecha	Nombre		ESCUELA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
Dibujado	01 - 2015	J. LOPEZ OLIVAN		UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA
Comprobado	02 - 2015			
Id. Normas				
ESCALA: 2:1	Conjunto: BANCO DE ENSAYO			Plano nº: 2.02
	Titulo: PLACA SUPERIOR Ø4,1			TALLER DE INYECCION DE LA INDUSTRIA DE LOS PLASTICOS TIIP - UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA



	Fecha	Nombre		ESCUELA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
Dibujado	01 - 2015	J. LOPEZ OLIVAN		
Comprobado	02 - 2015			
Id. Normas				UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA
ESCALA: 2:1	Conjunto: BANCO DE ENSAYO			Plano nº: 2.03
	Titulo: PLACA SUPERIOR Ø4,3			TALLER DE INYECCION DE LA INDUSTRIA DE LOS PLASTICOS TIIP - UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA



	Fecha	Nombre		ESCUELA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
Dibujado	01 - 2015	J. LOPEZ OLIVAN		UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA
Comprobado	02 - 2015			
Id. Normas				
ESCALA: 2:1	Conjunto: BANCO DE ENSAYO			Plano nº: 2.04
	Titulo: PLACA SUPERIOR Ø5,3			TALLER DE INYECCION DE LA INDUSTRIA DE LOS PLASTICOS TIIP - UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA



	Fecha	Nombre		ESCUELA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA
Dibujado	01 - 2015	J. LOPEZ OLIVAN		
Comprobado	02 - 2015			
Id. Normas				
ESCALA: 2:1	Conjunto: BANCO DE ENSAYO			Plano nº: 2.05
	Titulo: PLACA INFERIOR			TALLER DE INYECCION DE LA INDUSTRIA DE LOS PLASTICOS TIIP - UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA