

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
TRABAJO FIN DE GRADO

***DISEÑO DE UN MOLDE DE INYECCIÓN
PARA TAPACUBOS DE UNA RUEDA DE
AUTOMÓVIL***

DOCUMENTO 5 - PLIEGO DE CONDICIONES

Alumno/Alumna: Enríquez, Contreras, Jon

Director/Directora: Lobato, González, Roberto

Curso: 2018-2019

Fecha: lunes, 10, junio, 2019

5. PLIEGO DE CONDICIONES

5.1. OBJETO DEL PLIEGO.....	4
5.2. MATERIALES.....	5
5.2.1. Acrilonitrilo butadieno estireno (ABS).....	5
5.2.2. Acero	6
5.3. MANIPULACIÓN DEL MOLDE	9
5.3.1. Alzado	9
5.3.2. Montaje del molde.....	12
5.3.3. Transporte	15
5.4. CONEXIONES.....	17
5.4.1. Elementos hidráulicos	17
5.5. REFRIGERACIÓN	19
5.5.1. Normas generales.....	19
5.5.2. Elementos del sistema de refrigeración	19
5.5.3. Puenteado entre circuitos de refrigeración	22
5.5.4. Salida de gases.....	22
5.6. CARROS Y DESPLAZABLES.....	23
5.6.1. Accionamiento en la apertura del molde.....	23
5.6.2. Accionamiento en la expulsión.....	23
5.6.3. Accionamiento mediante cilindros hidráulicos.....	23
5.7. RETENCIONES Y GUIADO DE CANALES.....	24
5.8. SISTEMA DE EXPULSIÓN.....	24
5.8.1. Tipos de expulsión	25
5.9. BIBLIOGRAFÍA	27

5.1. OBJETO DEL PLIEGO

El objeto de éste proyecto es el de diseñar un molde de inyección. Éste molde será construido con el objetivo de producir un tapacubos de una rueda de automóvil.

Este documento tiene como objetivo definir las condiciones de realización del proyecto en sus aspectos generales, económicos, legales y, sobretodo, técnicos, definiendo todos los elementos estandarizados del molde; así como sus características. El pliego proporciona información de éstas características, asegurándose de que son adecuadas para su utilización en las condiciones en las que trabaja el molde.

En este pliego de condiciones se especificarán los temas necesarios para el diseño de un molde de inyección que no están explicados en los demás apartados del proyecto.

Además de lo especificado en éste pliego, se deberán tener en consideración las normas aplicables al diseño de producto.

5.2. MATERIALES

Como se ha anunciado en apartados anteriores, se utilizarán dos tipos de material en el molde de inyección: acrilonitrilo butadieno estireno (ABS) y acero.

5.2.1. Acrilonitrilo butadieno estireno (ABS)

5.2.1.1. Descripción técnica

El ABS es un termoplástico duro, resistente al calor y a los impactos. Es un copolímero que se obtiene de la polimerización del estireno y acrilonitrilo en la presencia del polibutadieno. Es el resultado de la combinación de los tres monómeros que, tras ésta, se origina un plástico que se presenta en una gran variedad de grados dependiendo de las proporciones utilizadas en cada uno.

Básicamente, el estireno contribuye a la facilidad de las características del proceso, el acrilonitrilo incrementa la dureza superficial e imparte la resistencia química y el butadieno contribuye a la dureza total y a la fuerza de impacto.

El resultado es una larga cadena de polibutadieno entrecruzada por cadenas cortas de estireno-co-acrilonitrilo. Los grupos nitrilo de las cadenas vecinas, siendo polares, atacan cada una de las bandas de las cadenas juntas haciendo el ABS más fuerte que el poliestireno puro.

5.2.1.2. Propiedades generales

La composición de los diferentes materiales da diferentes características al ABS:

- Acrilonitrilo: resistencia a la fatiga, resistencia a la fusión, resistencia química, dureza y rigidez.
- Butadieno: resistencia al impacto, resistencia a la fusión, y ductilidad a baja temperatura.
- Estireno: brillo, rigidez, dureza y facilidad de procesado (fluidez).

5.2.1.3. Propiedades

A continuación, se muestran las propiedades mecánicas del ABS:

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 / mm ²	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						
Coefficiente de expansión térmica	D696	X 10 ⁵ cm / cm* °C	9,5-11,0	7,0-8,8	7,0-8,2	6,5-9,3
Distorsión por calor	D648	°C a 18,4 Kg /cm ²	93-99	96-102	96-104	102-112

Tabla 1. Propiedades mecánicas

5.2.2. Acero

Para la fabricación de piezas plásticas es necesario contar con aceros resistentes al desgaste, buena maquinabilidad, buena pulibilidad, y adecuada resistencia a la corrosión. Estas propiedades se logran utilizando aceros pretratados: aceros de nitruración, aceros tratados térmicamente y aceros resistentes a la corrosión.

A parte de esto, hay que tener en cuenta si dichos aceros son orientativos, y el proveedor del utillaje siempre que lo considere necesario deberá proponer cambios de los materiales a utilizar. Éstos cambios deben ser aprobados por el Departamento Técnico y reflejados en la hoja de especificaciones.

Casi todos los aceros que se van a utilizar deben sufrir o han sufrido algún tratamiento térmico. Éste tratamiento y su correcta realización es de una importancia vital para obtener las mejores propiedades del material, evitando problemas de diversos tipos como: grietas, roturas, desgastes prematuros,... Por tanto, realizar los tratamientos térmicos los tienen que realizar técnicos cualificados.

A continuación, se muestra una lista de aceros utilizados en la fabricación de moldes.

Propiedad	IMPAX SUPREME	CALMAX	GRANE	ORVAR SUPREME	STAVAX ESR	POLMAX	CORRAX	ELMAX	RIGOR	VANADIS 4	VANADIS 6	HOLDAX	RAMAX S
Dureza normal(HB)	310	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	310	340
HRC	-	58	56	52	52	52	46	58	60	58	62	-	-
Resistencia al desgaste	3	8	7	7	7	7	5	9	9	9	10	3	4
Tenacidad	9	5	5	6	5	5	7	4	3	5	4	7	7
Resistencia a la compresión	4	8	7	7	7	7	6	9	9	9	10	4	5
Resistencia a la corrosión	2	3	3	3	9	9	10	7	2	2	2	2	8
Mecanibilidad	5	8	8	9	8	8	3	3	4	3	4	7	6
Pulibilidad	8	8	8	8	9	10	8	8	7	8	8	4	4
Soldabilidad	6	4	4	4	4	4	6	2	2	2	2	6	5
Capacidad de nitrurado	6	8	6	10	-	-	-	8	8	8	5	-	-
Capacidad de fotograbado	9	8	8	8	8	8	8	8	5	8	5	3	4

Tabla 2. Aceros empleados en fabricación de moldes

5.2.2.1. Recomendaciones generales

Como norma general se seguirán las recomendaciones del fabricante en cuanto a la aplicación de las calidades exigidas al acero según su posición de trabajo. Aun así, en casos que se requiera, el jefe de proyecto adoptará las soluciones necesarias garantizando en todo momento la calidad del molde de inyección.

Proceso/Material	Calidad	DurezaHRC(HB)	
Moldeado por inyección	Termoplásticos		
	Aceros pretemplados para moldes	ALUMEC	HB 160
	Aceros de temple para moldes	IMPAX SUPREME	33-HB 310
	Aceros de temple para moldes	CALMAX	45-58
		GRANE	45-56
		ORVAR SUPREME	45-54
		STAVAX ESR, POLMAX	45-54
		CORRAX	34-48
		ELMAX, VANADIS 4	58-60
		VANADIS 6	60-64
	Plásticos termoestables	CALMAX	52-58
		GRANE	52-56
		RIGOR, ELMAX, VANADIS4 VANADIS 6	58-60 60-64

Tabla 3. Recomendación de materiales

5.2.2.2. Propiedades de utilización

Se deberá considerar la tabla de aceros empleados en la fabricación de moldes para la elección de cada uno de los materiales. Éstos se elegirán teniendo en cuenta su posición de trabajo y si serán realizados mecanizados o tratamientos superficiales, además de si serán realizadas soldaduras entre componentes,...

5.2.2.3. Acabados superficiales

5.2.2.3.1. Grados de pulido según rugosidad

	RA(ISO)	RZ(DIN)
INDUSTRIAL	0,03 μ	3,85 μ
INDUSTRIAL FINO	0,07 μ	1,8 μ
INDUSTRIAL BRILLANTE	0,1 μ	1,15 μ
BRILLO	0,18 μ	0,64 μ
ESPEJO	0,24 μ	0,56 μ
ÓPTICO	0,03 μ	0,23 μ

Tabla 4. Grados de pulido según rugosidad

5.2.2.3.2. Texturizado

Existen múltiples tipos de texturizado que requieren diferentes grados de salida. Hay que tener el grado de salida presente a la hora del diseño de la pieza, debido a que ésta debe salir sin ningún problema para su agilidad. Es posible suavizar los ángulos para minimizar el agarre de la pieza en la cavidad del molde.

5.3. MANIPULACIÓN DEL MOLDE

Tanto para reparar cualquier desperfecto como en el momento de montarlo, el molde debe ser manipulado. A continuación se explica cómo debe ser su correcta manipulación.

5.3.1. Alzado

En el momento de mover el molde, alzarlo, girarlo, posicionarlo en planta... Se debe tener en cuenta los siguientes elementos, y cómo se utilizan.

5.3.1.1. Anillas de elevación de alta resistencia

Las anillas de elevación son elementos de seguridad para la manutención del molde que forman parte éstos.

Las anillas sirven para poder alzar el molde y como elemento de seguridad cuando se requiera girar y/o guiar el molde. Esto requiere una adecuada ubicación para garantizar el correcto manejo por parte de los operarios.

5.3.1.2. Cáncamos

Como norma general, todos los moldes deben llevar alojamiento para cáncamos en las placas que excedan los 20 kg. Se debe tener especial cuidado en que éstos cáncamos no se utilicen para alzar la totalidad del molde.

Éste elemento es un aro de metal que se utiliza para transportar el molde con una grúa. Es un elemento de seguridad que sirve para poder alzar y manejar el molde. Son elementos que van roscados al molde.

5.3.1.2.1. Situación de los cáncamos

La forma en que estos elementos deben estar situados tiene que ser tal que, al ser levantado el molde quede paralelo al suelo. En caso de que no pudiese ser, la entrada de inyección debe estar a mayor altura que su centro de gravedad.

Se debe tener en cuenta a la hora de realizar cualquier operación que no deben existir elementos que impidan su movimiento.

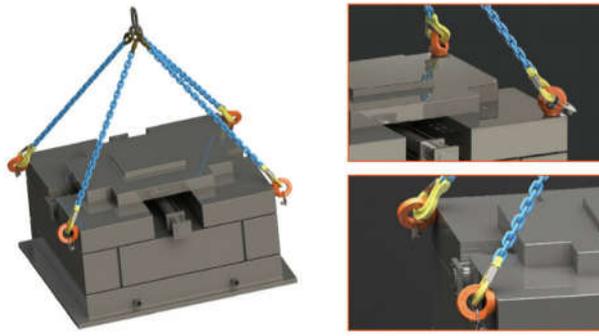


Figura 1. Manipulación molde

Hay que tener en cuenta los siguientes aspectos:

- El cáncamo y/o su soporte no se deben desmontar para que el molde entre en funcionamiento.
- El cáncamo y/o su soporte no deben unir las partes centrales del molde: núcleo y cavidad.
- El cáncamo no puede quedar atrapado al cerrar el molde entre la cavidad y el núcleo.
- No se deben utilizar puentes, se deben usar dos cáncamos en vez de eso. Esto es importante sobre todo cuando se utilicen manipuladores o robots, debido a que los puentes podrían interferir en las operaciones de manipulación.

Para poder realizar correctamente el montaje del molde se deben colocar en él las roscas necesarias para la instalación de los cáncamos. Su tamaño dependerá según la norma explicada con anterioridad.

Se debe colocar por lo menos un cáncamo en la cavidad y dos cáncamos en forma diagonal, con el objetivo de que no se produzcan giros en la operación de montaje que puedan poner en peligro tanto a ambas partes del molde como a los operarios.

Para manipular el molde de inyección de una sola vez, se debe colocar un cáncamo adicional a fin de realizar la extracción del molde.



Figura 2. Molde con cáncamos

5.3.1.2.2. Tamaño de cáncamos

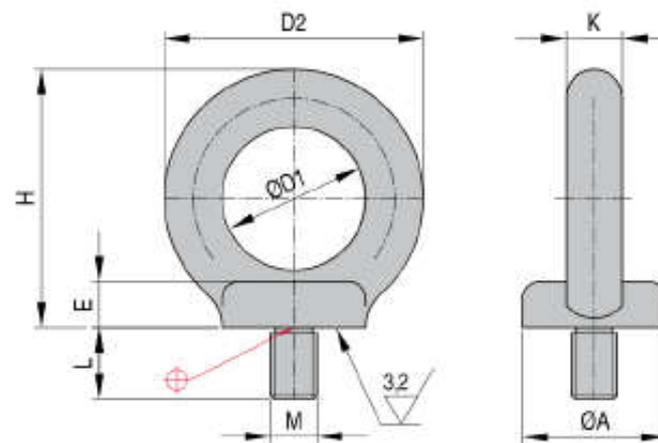
El tamaño de los cáncamos que se acoplan al molde estará definido por la siguiente tabla según la carga que se necesita elevar.

Es importante saber el peso total que tiene el molde para la selección del elemento. El fabricante debe especificar la capacidad máxima de carga del molde, así como los datos referentes a su geometría.

	Capacidad	Profundidad de rosca(H)
M 16	1250	27
M 20	2000	30
M 24	3200	36
M30	5000	45
M 36	10000	65
M 42	13000	consultar

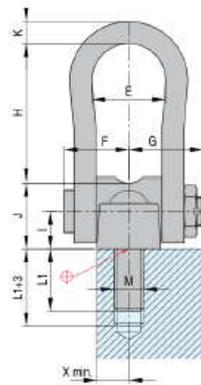
Tabla 5. Capacidad de carga de cáncamos según métrica

A continuación, se muestran dos tipos de cáncamos de catálogo.



REF	A	D1	D2	L	H	(N)	K	M
RM 20	40	40	72	30,0	71	12000	16	M20 x 2,50
RM 22	45	45	92	34,0	90	15000	18	M22 x 2,50
RM 24	50	50	90	36,0	90	18000	20	M24 x 3,00
RM 27	50	50	90	36,0	90	18000	20	M27 x 3,00
RM 30	65	60	108	45,0	109	36000	24	M30 x 3,50
RM 36	75	70	126	54,0	128	51000	28	M36 x 4,00

Figura 3. Cáncamo



Head mm	Ø mm	Height mm	* mm	WLL Max. daN	N.m.
M 36	54	36	54	9600	600
M 30	45	30	45	6600	420
M 24	36	24	36	4100	200
M 20	30	20	30	2800	150

Figura 4. Grillete central de seguridad

5.3.2. Montaje del molde

Las dos partes del molde de inyección deben alinearse de forma que todos los elementos, así como la pieza, queden geoméricamente en condiciones exactas de diseño. Se debe verificar que exista una autentica alineación con la máquina, así como entre las dos partes del molde.

En la operación de montaje se deben ejecutar los procedimientos que se van a detallar a continuación.

5.3.2.1. Alineación con el eje de la máquina

Se necesita una alineación precisa, debido a que de otra manera no existirá un sellado entre la nariz y el molde, y el material se podría escapar. La alineación se consigue con ayuda de un anillo guía que se maquina en el plato soporte del molde, o bien se instala en el molde.

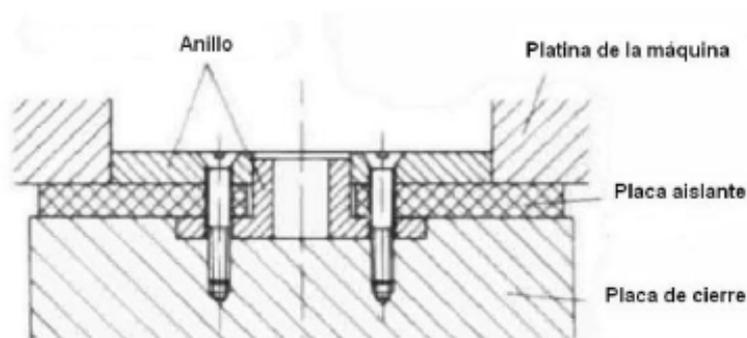


Figura 5. Plano detalle alineación placas

5.3.2.2. Alineación interna del molde

Las dos partes del molde deben alinearse internamente para obtener una buena precisión global en molde, esto se logra por medio de columnas guía. Éstas están sujetas a una mitad del molde, y cuando este se cierra se deslizan por unas camisas de localización insertadas en la otra mitad.

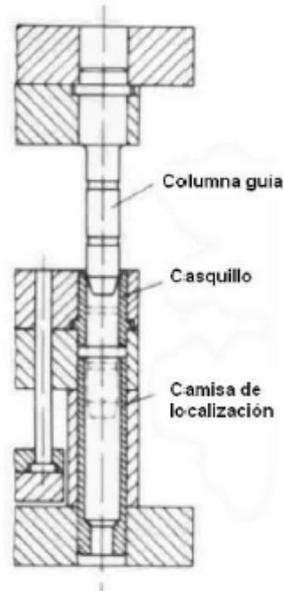


Figura 6. Plano detalle columna guía, casquillo y camisa de localización.

Se necesitan cuatro juegos de columnas y camisas de localización para lograr una alineación adecuada del molde. Para asegurar que las dos mitades corresponden, se instala una columna más gruesa que las demás. Para un ensamblaje más fácil, cada dos columnas diagonalmente opuestas, una de ellas se instalará más largas que la otra. Su instalación se realizará lo más cerca posible de los vértices del molde.

Esto proporciona mayor superficie libre para facilitar la instalación o maquinado de canales de enfriamiento.

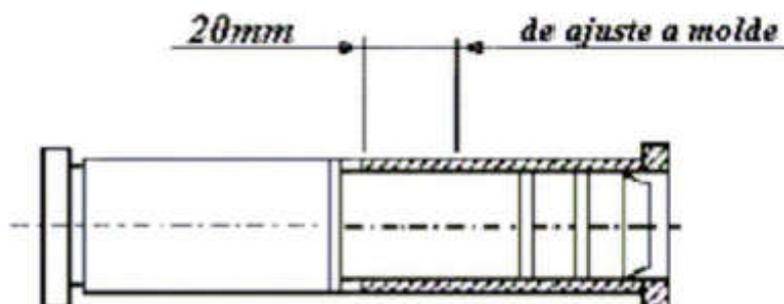


Figura 7. Columna guía

La efectividad de la alineación varía dependiendo de las tolerancias usadas entre las columnas guía y sus respectivas camisas de localización. Las tolerancias deberán ser

cerradas. Éste tipo de tolerancias en columnas guía crean desgaste y, por tanto, se emplean materiales tratados térmicamente. Los juegos y las camisas de localización están disponibles en catálogos de distribuidores especializados.

Es importante remarcar que no se deben aplicar ningún esfuerzo cortante a los pernos, por ese motivo hay que tener especial cuidado al diseñar otros dispositivos en el molde. Si la aplicación de fuerzas laterales es inevitable se deben diseñar correctamente las columnas guía, es decir, se debe calcular correctamente el área de la sección transversal de la éstas.

Se deben emplear casquillos centradores y camisas de localización que faciliten el alineamiento del molde. Se deben utilizar tornillos de métrica superior a 8. No se debe, de ninguna manera, soldar las placas que componen el molde de inyección entre ellas.

Si la longitud de las placas excede los 500 mm se debe proceder a instalar columnas guía adicionales, en el caso de disponer de espacio suficiente, con intención de conseguir un mejor reparto de esfuerzos a lo largo del molde. Éstas deben estar colocadas cada 300 mm, y deben ser empotradas en el núcleo. En los casos de utilización de dobles placas, se recomienda este sistema para que las guías se apoyen en el otro extremo, lo que resulta que se reparte el esfuerzo que ha sido provocado por el peso extra de las placas.

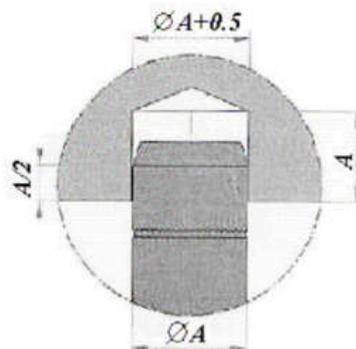


Figura 8. Tolerancias de columnas

Se deben colocar anillas de centraje en la zona de inyección de los moldes, así como en la parte opuesta si la máquina de inyección a utilizar excede las 125 Tn.

5.3.2.3. Amarre del molde a la máquina

Los moldes necesitan para su amarre en la máquina unas solapas de amarre. A la hora de amarrar el molde, cuando las solapas queden en posición horizontal, se realizarán cajas en los cuatro bordes del molde para facilitar su amarre. En el momento de amarre del molde a la máquina de inyección se deben utilizar tanto bridas de anclaje como bulones de amarre.

Los bulones de amarre se colocan en cada mitad del molde. El amarre se logra con ayuda de un cilindro hidráulico, que introduce la cuña de amarre en el bulón. El ángulo de la cuña debe ser tan grande que haga el sistema autoblocante. En moldes de inyección pequeños solo son necesarios dos cilindros de amarre.

En máquinas de inyección mayores (de hasta 2500 Tn), se precisan 4 puntos de amarre por cada plato (según normas Euromap 11 y VDMA). En máquinas mayores a éstas últimas, se

usan ocho puntos de amarre para el aseguramiento de los moldes. Tanto la posición de los puntos de amarre como la de los bulones es estándar.

Los moldes que se inyectan en máquinas Engel de más de 1500 Tn, a parte de las solapas de amarre, deben tener amarres rápidos (con un espesor mínimo de cavidad y núcleo de 100 mm) incluyendo los 4 bulones en cada placa.

Los moldes de inyección que deben ir en las máquinas que tienen amarre magnético no pueden llevar la placa aislante en la zona de amarre, sino que debe estar intercalada entre las placas del molde, y con una placa de metal de espesor mayor de 15 mm.

5.3.2.4. Chaflanes

Con el objetivo de llevar a cabo una buena manipulación, todas las placas del molde deben tener las aristas laterales achaflanadas. Además, con éste recurso se evita la aparición de concentraciones de tensiones.

Las dimensiones de los chaflanes deben ser 2x2 en el caso de que el peso global no exceda 1 Tn y de 5x5 en el caso de exceder ese peso.

5.3.3. Transporte

Las operaciones de transporte se diferencian dependiendo de la masa total del molde de inyección.

Moldes de hasta 2 toneladas:

Los moldes que no superen las 2 toneladas deberán ir apoyados horizontalmente sobre su cara más plana, y colocados sobre un pallet de madera.

Para evitar que el molde se mueva durante el trayecto, se le deben colocar 4 cantoneras de madera clavadas sobre sus cuatro lados. La mejor manera de transportar el molde será introducirlo dentro de un encajonado de madera, garantizando su la estabilidad.

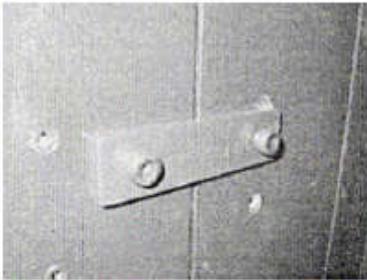
Moldes que excedan las 2 toneladas:

Los moldes que excedan las 2 toneladas, deben ir apoyados horizontalmente sobre su cara más plana. Se debe colocar en la base del camión un separador de cartón o una alfombra de goma con el objetivo de que el molde sea estable, y además se debe amarrar mediante cinchas garantizando su inmovilización. En complemento con esto, se puede usar un encajonado de madera.

5.3.3.1. Bridaje de seguridad

Para un correcto transporte se debe permitir el amarre de la cavidad con el núcleo del molde, de modo que exista una distancia mínima de seguridad la cual permita que la estructura del molde no sea dañada durante el transporte.

En función del tamaño y el peso del molde, las bridas tendrán las siguientes medidas.



MOLDES	PLETINA TORNILLOS	
0>1000 KG	10 mm	M10
1001<5000 KG	15 mm	M12
5001<10000 KG	25 mm	M12<M16

Figura 9. Brida de seguridad

5.4. CONEXIONES

En el molde de inyección deberán ir colocados los accionadores neumáticos e hidráulicos que se necesiten. A continuación se van a detallar sus principales métodos de conexión.

Los conectores y los demás elementos no pueden sobrepasar el volumen total del molde de inyección, es decir, se deben quedar alojados por debajo de las placas de mayor tamaño del molde.

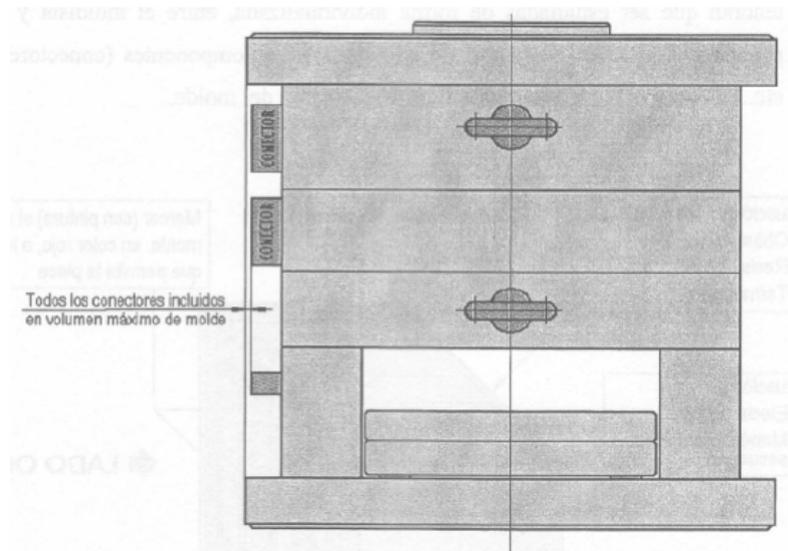


Figura 10. Molde tres placas

5.4.1. Elementos hidráulicos

Los cilindros de servicio deben ser hidráulicos, y deben trabajar bajo una presión mínima de 140 bar. Los movimientos hidráulicos deben ser frenados mediante topes mecánicos en su posición de moldeo.

Los cilindros que dispongan de movimientos simultáneos deben ser alimentados por medio de un mismo circuito equilibrado y, a ser posible, que estén colocados en el interior del portamoldes.

Las entradas y las salidas de los circuitos deben ser colocadas en el molde sobre la cara opuesta al operario, y deben ser grabadas sobre las caras del molde de inyección. Los circuitos hidráulicos deben estar colocados en la medida de lo posible en el circuito eléctrico.

Los circuitos de alimentación deben de estar incluidos dentro de las placas del molde de inyección. En el caso de no ser ello posible y se realice por medio de tubos, deben estar enrasados con las caras del molde con el objetivo de montar un número mínimo de racores y que no interfieran ni con el embridaje del molde ni con las conexiones de los periféricos.

5.4.1.1. Conectores hidráulicos para conexionado individual

Este tipo de conectores hidráulicos deben ser utilizados cuando el molde este equipado con un único circuito hidráulico. La separación entre las boquillas y el montaje sobre el molde debe seguir las especificaciones de la siguiente figura.

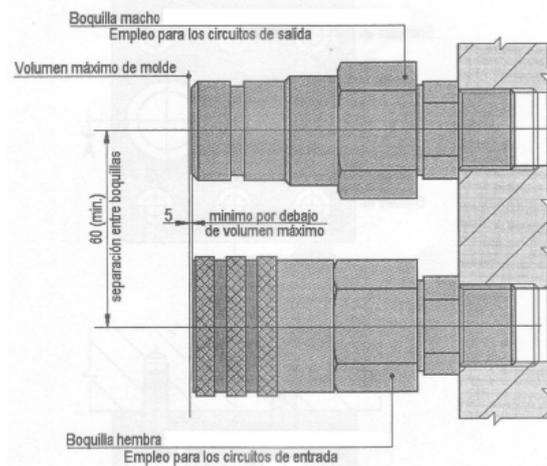


Figura 11. Conectores hidráulicos

5.4.1.2. Conectores hidráulicos con bloque multi-racor

Este es otro tipo de conexión que debe ser empleada en aquellos moldes que dispongan de más de un circuito hidráulico en cada parte y que, de la forma en la que se aprecia en la siguiente figura, permitan un conexionado en el mismo.

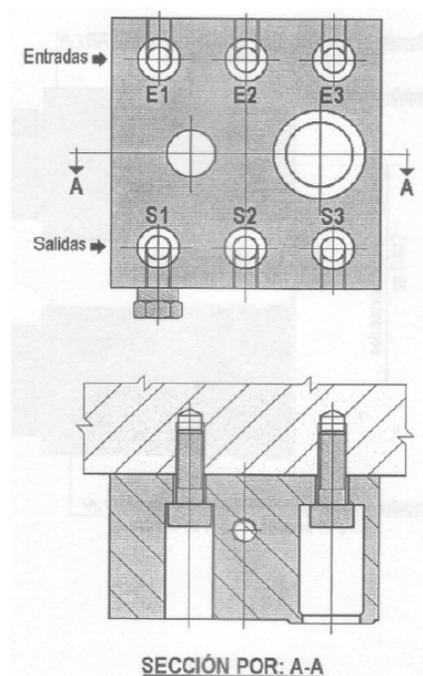


Figura 12. Conectores racor

5.5. REFRIGERACIÓN

Se debe realizar un estudio en particular para el análisis de la refrigeración del molde. La disposición de los canales de refrigeración debe realizarse de manera que la absorción de calor sea uniforme, con intención de elevar el número de circuitos independientes. Hay que asegurar que la temperatura alrededor de la pieza sea homogénea.

5.5.1. Normas generales

Las normas generales que hay que seguir a la hora de colocar los circuitos de refrigeración en un molde de inyección son las siguientes:

- La diferencia de temperatura entre la salida y la entrada del refrigerante debe estar entre 2 y 5 °C.
- La distancia entre los canales debe ser mayor de 1,5 veces su diámetro, siendo recomendable 40 mm entre ejes.

5.5.2. Elementos del sistema de refrigeración

El sistema de refrigeración debe tener diferentes elementos como puentes y conectores. Estos elementos no deben sobresalir de la placa donde estén situados. En el caso contrario se perjudicaría notablemente en el montaje del molde, en la máquina de inyección.

5.5.2.1. Enchufes rápidos, situación de entradas y salidas

Las entradas y salidas de los canales se situarán en el lado opuesto al que se coloca el operario en la máquina inyectora. En los moldes de menos de 80 Tn se colocarán, siempre que la geometría la permita, por la parte inferior del molde para no dificultar la zona de amarre.

Los enchufes deben quedar colocados al ras en alojamientos interiores de la placa portacavidad y de la placa portanúcleo siempre que su conexión sea posible, de modo que éstos queden protegidos ante posibles vuelcos del molde.

5.5.2.2. Tapones

Los tapones que se utilizan para cerrar los orificios de refrigeración deben ser roscados. Las roscas deben ser de 1/4 GAS o 1/8 GAS. No se admiten tapones de acero o cobre introducidos a presión. Cuando se deba taponar un agujero en alguna de las cavidades, ya sea cavidad o núcleo, se situará con un tapón de rosca, como los especificados con anterioridad, y se rematará la superficie con un trozo de acero o cobre.

5.5.2.3. Mangueras

Las mangueras tienen que cumplir las siguientes características:

- En condiciones de trabajo habituales la temperatura debe estar entre 10 y 90 °C.
- Al doblarse no se deben obstruir.
- Deben ser flexibles y que no pierdan ésta con el uso.
- Se deben utilizar dos tamaños de manguera, siendo su diámetro interior de 12 mm.

5.5.2.4. Boquillas de refrigeración

Existen diferentes tipos de tomas. Éstas se recogen en catálogos. Se pueden separar en diferentes grupos:

- Toma y extensión con válvula:

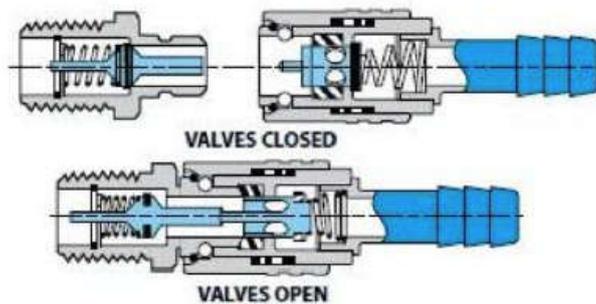


Figura 13. Boquillas de refrigeración con válvula

- Toma simple y extensión con válvula:

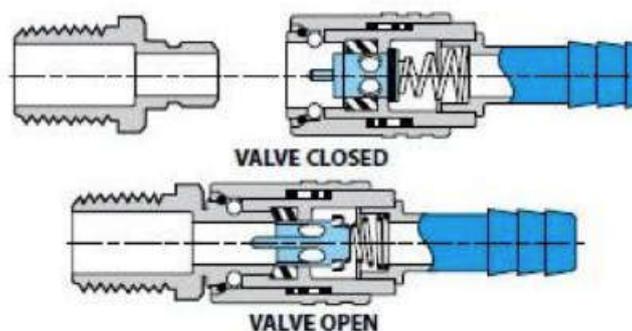


Figura 14. Boquillas de refrigeración

5.5.2.5. Boquillas de regulación

Se pueden distinguir dos tipos:

- Para montar sobre moldes sin bloque multi-racor: Este tipo de boquillas se montan sobre los moldes de inyección que no utilicen conexión por bloque multi-racor. El acoplamiento se efectúa colocando la boquilla sobre la placa del molde.

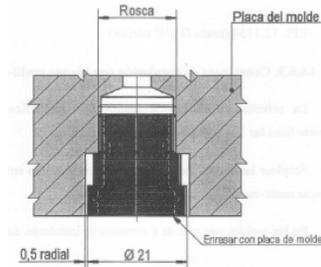


Figura 15. Boquilla regulación simple

- Para circuito en bloque caliente: Cuando el molde esté equipado con cámara caliente secuencial, éste incorporará un circuito para la refrigeración de la cámara.
- Con bloque multi-racor: En el caso de optar por este método se debe utilizar el esquema de la figura que se aprecia a continuación. Se tiene que tener en cuenta, que se debe emplear latiguillos flexibles para las conexiones entre los circuitos del molde y el bloque multi-racor.

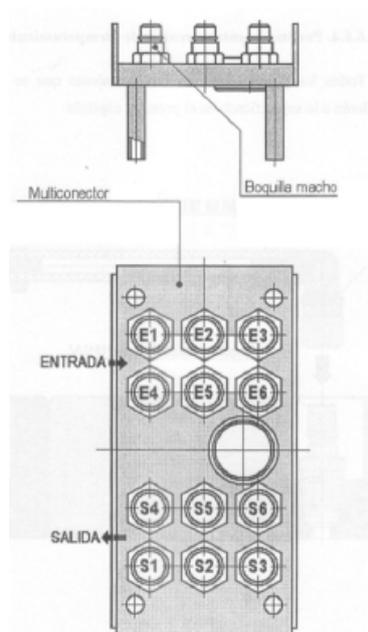


Figura 16. Boquilla regulación multi-racor

5.5.3. Puenteado entre circuitos de refrigeración

Los puentes entre circuitos deben estar compuestos por las extensiones expuestas con anterioridad y unidos por medio de una manguera. Si el molde lleva circuitos de refrigeración, los puentes que se monten sobre los moldes seguirán el esquema que se aprecia en la siguiente figura.

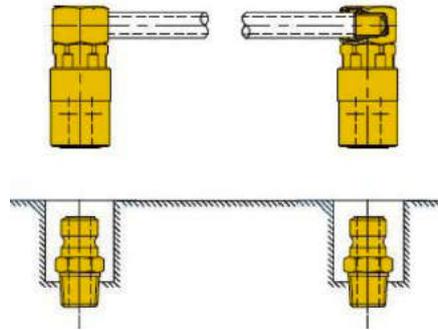


Figura 17. Puenteado de circuitos

5.5.4. Salida de gases

Se deben tener en cuenta la salida de gases aprisionados dentro de éste en la fabricación del molde. Para la salida adecuada de éstos gases se deben realizar rebajes en el molde.

Estos rebajes deben ser realizados por medio de mecanizado fino o por medio de rectificado; debido a que mediante un mecanizado grueso podrán aparecer suciedades que impidan la salida de gases. Se deben realizar en la placa portanúcleo y portacavidad, en desplazables, laminares y también en expulsores, quitando los que se colocan en los canales de alimentación. También se den realizar en aquellos que estén en el plano de partición del molde, de manera que se garantice una correcta evacuación de los gases.

El proceso resulta de la siguiente forma: a medida que el ABS avanza desde la entrada, va minimizando el tamaño de sus gránulos por medios mecánicos (compresión, fricción y arrastre) y térmicos (aumento de la temperatura interna), alcanzando el estado gomoso o fusión, dependiendo si el material es amorfo o semicristalino. Conforme este material avanza, la presión del aire aumenta y escapa en dirección contraria al avance del plástico. En caso de que esto no ocurra, es necesario abrir una compuerta de ventilación en el molde de inyección para igualar la presión dentro de éste a la presión atmosférica. Debido a las propiedades de arrastre y viscosidad del ABS, mediante la ventilación solo se escapa una parte mínima del plástico.

5.6. CARROS Y DESPLAZABLES

5.6.1. Accionamiento en la apertura del molde

Cuando sea necesario colocar un carro o desplazable en un molde, éste debe contar con los diversos elementos auxiliares. Las bases y regletas deben ir colocadas en el semimolde mediante tornillos y pasadores, y deben tener roscas auxiliares para su extracción por si ésta se prevé difícil en algún momento.

Cuando haya carros en la parte superior del molde, puede que se caigan en el accionamiento de los mismos debido a su propio peso; por tanto, estos deben llevar un sistema de sujeción que garantice la seguridad del molde: resortes a gas, pinzas muelles,...

Cuando haya expulsores no móviles bajo los carros es necesario disponer de una seguridad eléctrica (microrruptor estanco Crouzet) en la placa expulsora para evitar averías en el molde.

5.6.2. Accionamiento en la expulsión

En el momento en el que las zonas en contrasalida se resuelvan mediante desplazables inclinados, estos deben disponer de sistemas anti giro en la parte superior y en la inferior del molde para evitar daños graves en el molde. Se deben utilizar las sujeciones mencionadas cuando se trate de un molde giratorio con carros de grandes dimensiones y que puedan desplazarse de manera peligrosa al realizar el giro de 180°.

5.6.3. Accionamiento mediante cilindros hidráulicos

Estos accionamientos son aquellos donde el movimiento del carro es independiente a la expulsión. Se debe tener en cuenta lo fácil que se desmonta el desplazable y las conexiones hidráulicas, a ser posible internas en el molde, sin la necesidad de tuberías.

En caso de que se deban soportar grandes presiones de inyección debido a que el desplazable disponga de una gran superficie, se debe disponer de ciertos sistemas auxiliares para evitar movimientos del desplazable: antiretorno, mecánico, multiplicadores de presión,...

5.7. RETENCIONES Y GUIADO DE CANALES

Con la intención de que al realizar la expulsión la inyectada se quede en el núcleo, en caso de ser necesario, deben realizarse retenciones.

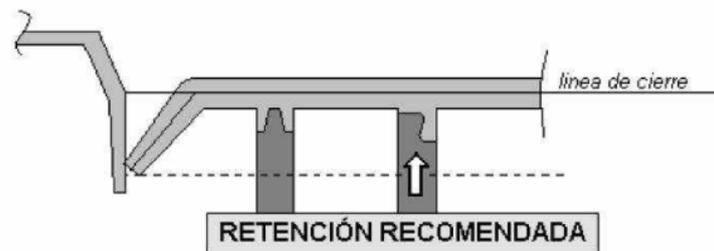


Figura 18. Retención de canal

5.8. SISTEMA DE EXPULSIÓN

El sistema de expulsión de un molde de inyección es el que se encarga de extraer la pieza moldeada una vez se ha solidificado.

El sistema descrito es de tipo mecánico (expulsión por bulón), usando la carrera de apertura de la máquina de inyección. En los casos en los que esto no es posible se utilizan sistemas adicionales de tipo neumático o hidráulico.

Las partes comunes de un sistema de expulsión se muestran en la siguiente figura:

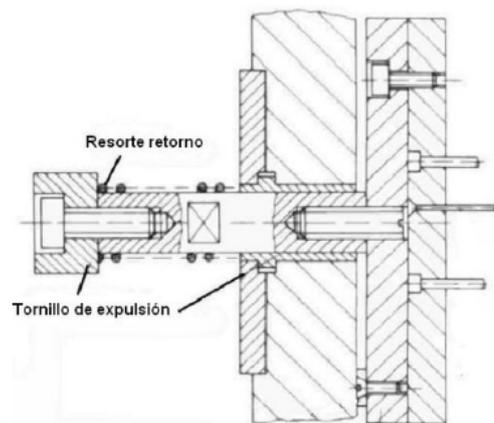


Figura 19. Sistema de expulsión

El sistema de expulsión se sitúa en la parte móvil del molde. La apertura del molde permite a los pernos expulsores empujar la pieza en dirección perpendicular a la línea de partición, liberando de esta manera la pieza del molde de inyección. Para la correcta utilización de este sistema, se necesita que la pieza permanezca en la parte móvil del molde.

5.8.1. Tipos de expulsión

5.8.1.1. Expulsión por bulones

Este método de expulsión se usa en máquinas con peso inferior a 200 Tn. Se realiza por medio de la unidad de cierre de la máquina y con ayuda de un bulón central que, atornillado a la máquina de inyección y a la placa expulsora, acciona la expulsión.

Para el caso de que el plato móvil sea giratorio, la sujeción de la placa de expulsión al cilindro hidráulico no se logrará amarrar al bulón de retroceso mediante su rosca, por tanto, se deberá utilizar un bulón de retroceso con muelle de retorno.

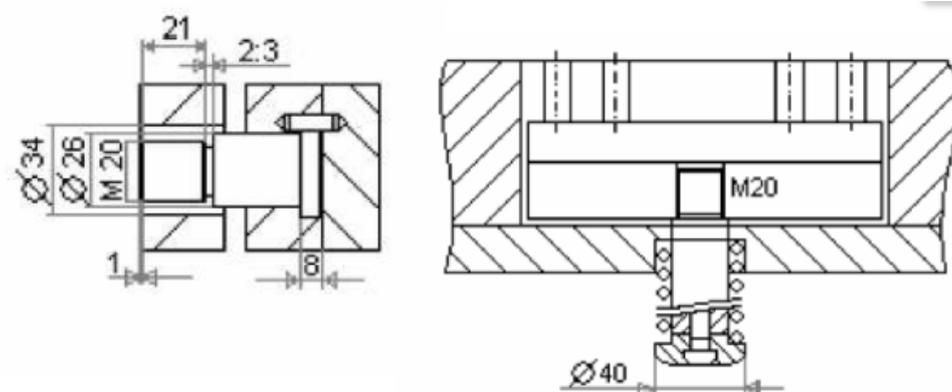


Figura 20. Bulón retroceso con muelle

5.8.1.2. Expulsión mediante cilindros hidráulicos

Éste tipo de expulsión se utiliza en máquinas de fuerza de cierre con peso mayor a 200 Tn. Cuando se utilice este sistema, se deben tener en cuenta las siguientes indicaciones:

- Para accionar la expulsión se debe disponer de dos cilindros o más por cada placa con motivo de lograr un mejor equilibrado de las placas de expulsión.
- Los cilindros deben tener la placa expulsora amarrada mediante una pieza en forma de cruz, y el bulón del cilindro debe quedar sujeto a la placa portanúcleo.
- La placa expulsora debe tener en cada lado una pestaña, con la finalidad de hacer contacto con los interruptores de posición en los finales de carrera de placa.

Los cilindros hidráulicos que se usen para el accionamiento de la expulsión deben estar conectados al mismo circuito hidráulico. Junto a esto, el sistema accionador de los desplazables debe acoplarse a un circuito hidráulico diferente.

Los cilindros expulsores deben tener las siguientes medidas:

PESO MOLDE	DIMENSIONES	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	N
<1000 KG	Modelo 40	20	13	10	0,2	1	30	60	40	48	40	58	58
>1000 KG	Modelo 50												
<3000 KG		25	16	13	0,2	1	36	75	44	54	50	70	85
>3000 KG	Modelo 63												
<8000 KG		33	22	16	0,2	1	44	90	60	70	60	80	83
>8000 KG	Modelo 80	42	30	20	0,3	1	54	110	70	80	70	90	76

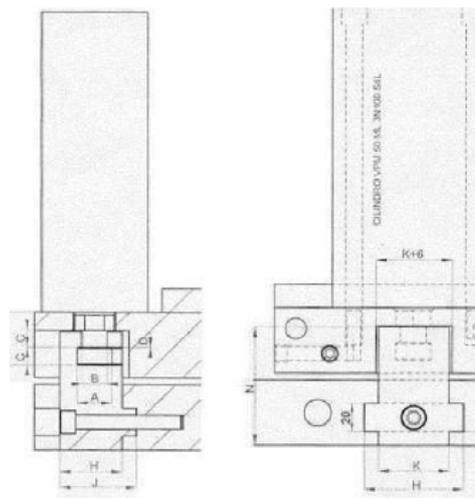


Figura 21. Medidas cilindro expulsor

5.9. BIBLIOGRAFÍA

- Gastrow, H. (1992). “Moldes de inyección para plásticos”. Hanser-Gardner Publication.
- Dubois, J y Pribble, W. (1972). “Ingeniería de moldes para plásticos”. Urno.
- Bodini, G y Cacchi Pessani, F. (1992). “Moldes y máquinas de inyección para la transformación de plástico”. Negri Bossi.
- Espinosa Escudero, M. (2000). “Introducción a los procesos de fabricación”. UNED
- Interempresas.net/feria virtual. En: *Cáncamos giratorios* [en línea]. Disponible en: www.interempresas.net.
- Privarsa catálogos. En: *Ventajas de utilizar cáncamos* [en línea]. Disponible en: www.privarsa.com.mx.
- Dicomol industrial solutions. En: *Productos. Nuestros moldes* [en línea]. Disponible en: www.dicomol.com.
- Blog dedicado a los materiales plásticos. En: *Inyección de materiales plásticos I* [en línea]. Disponible en: tecnologiadelosplasticos.blogspot.com