



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DEL DISEÑO

Grado en Ingeniería Mecánica

*PROCESO DE INDUSTRIALIZACIÓN
DE UNA PIEZA DE INYECCIÓN DE
PLÁSTICO PARA EL SECTOR DE LA
AUTOMOCIÓN*

Autor: Claudia Beteré Martín

Tutor: M^a Desamparados Meseguer Calas

Valencia, julio 2017

MEMORIA

1.	OBJETO, ALCANCE Y ANTECEDENTES.....	3
1.1.	OBJETO	3
1.2.	ALCANCE.....	3
1.3.	ANTECEDENTES	4
1.4.	OBJETIVOS	5
1.5.	ANÁLISIS DE SOLUCIONES	5
2.	EVOLUCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DE ILUMINACIÓN Y PROCESO DE INYECCIÓN	5
2.1.	EVOLUCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DE ILUMINACIÓN	5
2.2.	CARACTERÍSTICAS DE LOS LED PARA LOS FAROS DE COCHE	9
2.3.	FUNCIONES PRINCIPALES DE LOS FAROS	10
2.4.	FUNCIONAMIENTO ÓPTICO	13
2.5.	ANTES Y DESPUÉS DEL VOLKSWAGEN PASSAT	14
2.6.	PROCESO DE INYECCIÓN PLÁSTICA	15
2.7.	CICLO DE INYECCIÓN	16
2.8.	PARÁMETROS DE MOLDEO	17
2.9.	HUSILLOS	18
2.10.	MECANISMOS DE CIERRE	20
3.	ESTUDIO DE LAS POSIBLES ALTERNATIVAS PARA EL PROYECTO.....	20
3.1.	ESTUDIOS REALIZADOS	20
3.2.	TIPOS DE MÁQUINAS DE INYECCIÓN	21
3.2.1.	MÁQUINA DE INYECCIÓN SIMPLE 1K	21
3.2.2.	MÁQUINA DE INYECCIÓN 2K.....	22
3.3.	TIPOS DE MATERIALES.....	23
3.4.	PROCESOS DE EXTRACCIÓN	24
3.5.	SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN	26
3.5.1.	BEBEDEROS.....	27
3.5.2.	TIPOS DE CANALES	29
3.6.	TIPOS DE CORTE DE COLADA.....	30
3.6.1.	CORTE MANUAL	30
3.6.2.	CORTE AUTOMATIZADO.....	31
4.	SOLUCIÓN ADOPTADA	33
4.1.	REGULACIÓN DE PARÁMETROS	33
4.1.1.	PARÁMETROS DE INYECCIÓN	34
4.1.2.	PARÁMETROS DE POST-PRESIÓN.....	36

4.1.3.	PARÁMETROS DE DOSIFICACIÓN	37
4.2.	INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN.....	39
4.2.1.	CONTROL DE CALIDAD.....	39
4.2.2.	BANCO FOTOMÉTRICO.....	40
4.3.	VIABILIDAD	43
4.4.	SOLUCIÓN FINAL	44
4.4.1.	MATERIAL.....	44
4.4.2.	MOLDE.....	45
4.4.3.	PROCESO DE INYECCIÓN	46
4.4.4.	PROCESO DE EXTRACCIÓN	47
4.4.5.	PROCESO DE CORTE	47
4.4.6.	EMBALAJE.....	53
4.5.	PREVISIÓN DE FABRICACIÓN.....	55
4.6.	DESCRIPCIÓN GENERAL.....	55

1. OBJETO, ALCANCE Y ANTECEDENTES

1.1. OBJETO

El objeto de este proyecto es el desarrollo del proceso de industrialización de una pieza de inyección de plástico para la automoción. Este proyecto será desarrollado en la empresa Novatec Group, empresa española de automoción dedicada al moldeo por inyección de plásticos. Con plantas en Valencia, Alcoy, Tánger (Marruecos) y León (México).

En concreto se trata del colimador (figura 1.1), pieza que forma parte del faro delantero del Volkswagen Passat (figura 1.2). El colimador es la pieza encargada de distribuir la luz del LED a la lente dejando la mínima capa de aire necesaria para que la luz pueda ser transmitida por el medio.

Es de gran interés debido a su complejidad y a su necesidad para que la luz pueda ser transmitida ya que el LED no puede estar directamente en contacto con la lente.



Figura 1.1 Colimador pieza del proyecto



Figura 1.2 Volkswagen Passat vehículo en el que se encuentra el colimador

Este proyecto comienza con la primera prueba de molde en la máquina de inyección desarrollando tras este todos los procesos necesarios para su fabricación. Se estudiarán las alternativas a considerar teniendo en cuenta las normas y especificaciones del cliente, consiguiendo así el resultado final.

1.2. ALCANCE

El proyecto desarrolla el análisis de los procesos para la fabricación de una pieza de inyección de plástico necesarios, comenzando por la primera prueba de molde en la máquina inyectora seleccionada. La figura 1.3.



Figura 1.3 Planta real de Novatec

Dentro del proyecto van a ser estudiadas todas las posibles soluciones alternativas para cada proceso, enumeradas más adelante, consiguiendo la solución final cumpliendo las normas del sector y los requerimientos del cliente.

1.3. ANTECEDENTES

Este proyecto surge debido a la necesidad de mejorar los faros de luz para coches de gama media. Y conseguir una mejor dispersión del haz de luz de los LED a través de la lente del faro con la ayuda del colimador (figura 1.4).

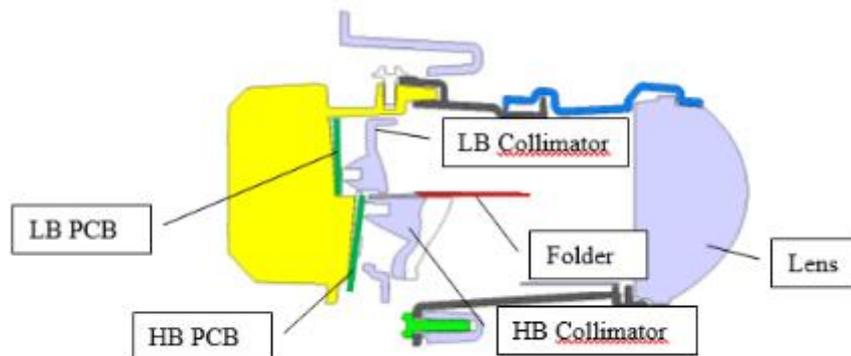


Figura 1.4 Detalle de las partes que forman la parte óptica el faro

Para su realización no solo se desarrolla el proceso de industrialización de la pieza plástica para el sector del automóvil, sino que también pretende ser realizado de forma innovadora y mediante el empleo de nuevas tecnologías.

1.4. OBJETIVOS

Los objetivos para este proyecto quedan determinados en el siguiente listado:

- Empleo de nuevas tecnologías.
- Innovación.
- Mayor automatización.
- Reducción de la carga de inspección visual de piezas realizada por el operario.
- Economizar para conseguir competir con empresas del mismo sector.

1.5. ANÁLISIS DE SOLUCIONES

Se deben estudiar todas las posibles opciones para la definición y desarrollo de todos los procesos de fabricación para el proyecto. Gracias a este estudio se elegirá la opción que mejor se adapte a las necesidades del proyecto cumpliendo todos sus requerimientos.

Tras establecer los objetivos el equipo del proyecto debe reunirse para realizar un *'brain storming'* para enumerar todas las posibles alternativas existentes para cada proceso.

2. EVOLUCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DE ILUMINACIÓN Y PROCESO DE INYECCIÓN

2.1. EVOLUCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DE ILUMINACIÓN.

Los faros del coche, proyectores de luz utilizados para iluminar el recorrido no siempre han sido obligatorios como hoy en día. Otra de las ventajas de los faros es que hacen que el vehículo sea más visible para el resto. A lo largo de la historia tanto el sistema de iluminación como el diseño de estos han evolucionado (figura 2.1) de manera considerable. A continuación, haremos una revisión de dicha evolución para observar su evolución, desde la aparición de los primeros coches hasta la actualidad.

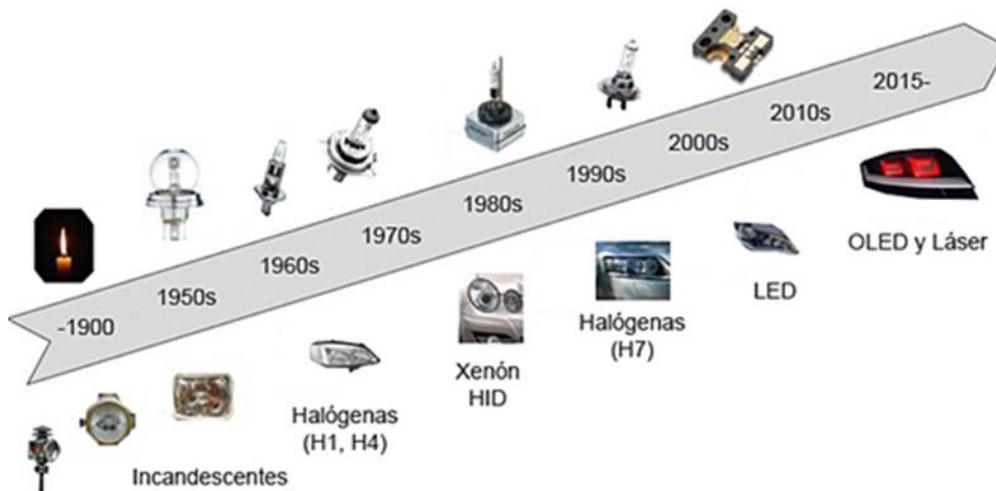


Figura 2.1 Evolución cronológica de las tecnologías de iluminación

En 1885 tras la aparición del automóvil de combustión surgió la necesidad de adoptar nuevos sistemas de iluminación más potentes a los utilizados, candiles para carruajes, lámparas de gas o faroles de aceite. La solución a esta necesidad fueron las bombillas incandescentes, una bombilla con un filamento de tungsteno que produce luz, su funcionamiento es mucho más seguro y cómodo que los anteriores. Desde entonces la evolución de estos sistemas ha mejorado de manera continua hasta la actualidad debido a la alta competitividad que podemos encontrar en el sector de automoción.

La gran revolución en este sector apareció en 1960 con los faros halógenos, el interior de la lámpara contiene un gas halógeno que permite que el filamento alcance una mayor temperatura sin llegar a fundirse. Se convirtieron con rapidez en el nuevo estándar para los automóviles (en la actualidad siguen siendo utilizados en algunos modelos) proporcionando un alcance superior a cien metros y consiguiendo así un gran avance en la seguridad de las carreteras.

En 1991 aparecieron las ópticas de xenón (figura 2.2) aportando mayor potencia a la iluminación. Este tipo de iluminación proporciona una luz de tono blanco y azulado, similar a la luz natural del día, reduciendo la fatiga y el cansancio. Siete años más tarde surgieron los faros bi-xenón que conseguían evitar deslumbrar a los conductores que circularan en sentido contrario mediante la utilización del mismo color de luz tanto para las de carretera como para las de cruce. Esta técnica no se ha extendido como equipamiento de serie.

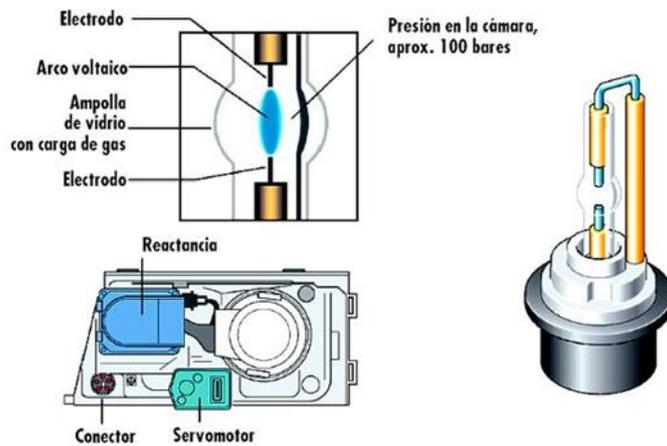


Figura 2.2 Ejemplo de la óptima Xenón

A partir de 2000 aparecieron los faros con luces led, siglas correspondientes a diodos emisores de luz. Esto marcó un antes y un después para el sector automovilístico. Su principal ventaja es el bajo consumo (figura 2.3), una durabilidad muy superior a las anteriores, su eficiencia lumínica y el encendido instantáneo. Al tratarse de una agrupación de puntos luminosos con libertad de distribución otorga una mayor creatividad para los diseñadores permitiendo dibujar diferentes imágenes lumínicas. Desde febrero de 2011 la iluminación con LED es obligatoria para la circulación diurna en todos los vehículos fabricados en Europa.



Figura 2.3 Evolución del consumo y de CO₂

Un nuevo complemento a las ópticas LED es la tecnología de iluminación láser (figura 2.3). Audi ha sido uno de los primeros fabricantes en llevar esta tecnología al mercado, consiguiendo un alcance de hasta 600 metros ampliando a su vez el espacio de proyección lateral gracias a la función de control adaptativo. La desventaja de este sistema es el precio, demasiado elevado para coches de baja y media gama.

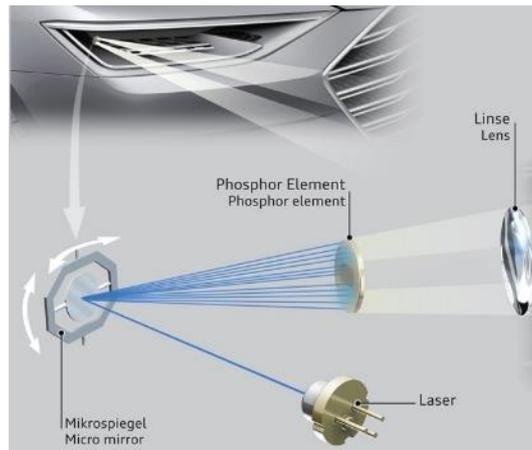


Figura 2.4 Ejemplo de tecnología láser

En la actualidad ha aparecido una nueva tecnología innovadora conocida como Matrix LED (figura 2.4) que combina una distribución adaptativa de la luz con un sistema de cámara con fuentes de luz LED. La función de este sistema es desactivar de manera automática los haces de luz que brillarían de manera directa sobre los vehículos que se acerquen en dirección opuesta, iluminando de forma completa el resto de las zonas. La visibilidad del conductor aumenta de manera considerable gracias a esta tecnología. Estos faros no poseen ningún elemento mecánico ni móvil, está controlado todo a base de software.

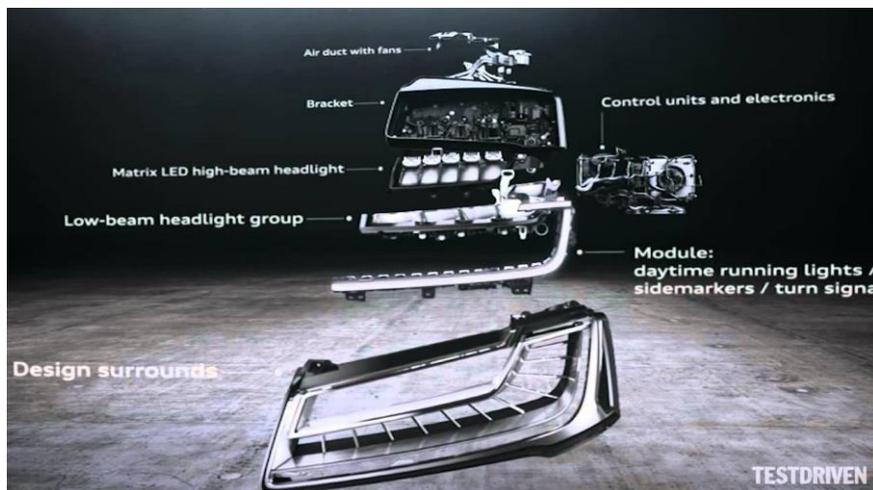


Figura 2.5 Tecnología Matrix LED

Algunas estadísticas muestran que la cuarta parte del tráfico rodado se realiza de noche, el 50% de los accidentes mortales suceden de noche y que la circulación por carretera se considera tres veces más peligrosa de noche. Esto demuestra la importancia que los sistemas de iluminación tienen para la seguridad del conductor y los viajeros en los

automóviles. Por otra parte, los faros también juegan un papel muy importante en el estilo del vehículo.

2.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS LED PARA LOS FAROS DE COCHE

La iluminación necesaria para un coche debe ser potente (figura 2.5) lo que supone un problema para los LED ya que emiten una cantidad de luz pobre, a pesar de su gran eficiencia, por lo que para solucionar este problema en el sector de la automoción se unen varios LED formando así un grupo con mayor potencia. Para evitar golpes y proteger el componente eléctrico se encapsula en una capsula de plástico. El problema de esta capsula es que evita que la luz sea directa, por esta razón se necesita un trabajo de óptica para orientar el haz.

Este conjunto de LED posee unas características que hacen una forma interesante de aplicación para el sector. Por un lado, el LED tiene un consumo muy bajo de energía en comparación con la luz emitida, como no poseen filamentos incandescentes o arcos eléctricos no pierde energía transmitiendo calor, debido a que tiene un calentamiento limitado.

Por otro lado, el tiempo transcurrido entre que el LED comienza a encenderse y emite luz al 100% es muy bajo, prácticamente imposible de apreciar. Esto se conoce como inercia lumínica, en este caso es casi nula.

Por tanto, el LED es el sistema más utilizado en la actualidad debido a su vida útil, por su casi inexistente inercia lumínica, la capacidad de emitir luz blanca y su bajo consumo. El mayor inconveniente de estos faros es su coste aun elevado.



Figura 2.6 Ejemplo de la diferente distancia de iluminación según la tecnología utilizada

2.3. FUNCIONES PRINCIPALES DE LOS FAROS

Las principales funciones de los faros son:

- ❖ Función de cruce (figura 2.7): es una luz que se usa para iluminar la carretera hacia delante sin causar deslumbramiento a los conductores que circulan en sentido contrario o a otros usuarios de la carretera.



Figura 2.7 Detalle de la función de cruce

- ❖ Función de ruta (figura 2.8): es la luz que se usa para iluminar la carretera hasta una larga distancia (alcance).



Figura 2.8 Detalle de la función de ruta

- ❖ Función intermitente (figura 2.9): es la función que se utiliza para indicar a los usuarios de la carretera la intención del conductor de cambiar la dirección hacia la derecha o a la izquierda.



Figura 2.9 Detalle de la función intermitente

- ❖ Función de posición (figura 2.10): es la luz que se emplea para indicar la presencia y la anchura del vehículo visto desde el frente.



Figura 2.10 Detalle de la función de posición

- ❖ Función de día: la luz se dirige hacia delante para que así el vehículo sea fácilmente visible al conducir de día.

El siguiente gráfico (figura 2.11) muestra la relevancia de conducir con luz durante el día. En 2012 en Alemania se registraron 184.805 accidentes de los cuales el 49% fueron durante el día o el crepúsculo, es decir, en situaciones relevantes.

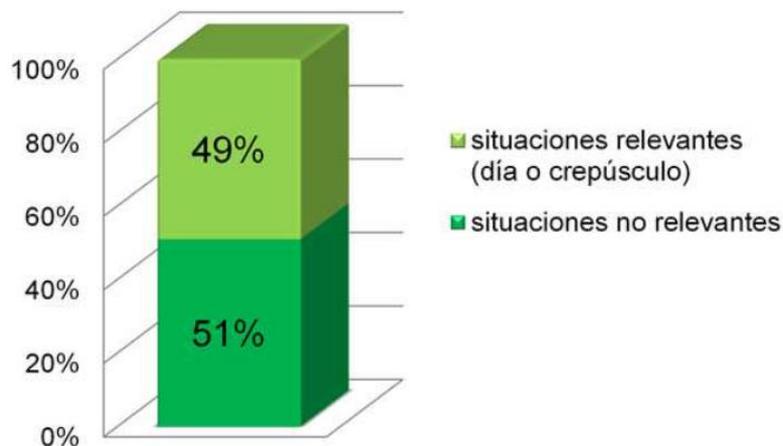


Figura 2.11 Gráfico del porcentaje de accidentes diurnos y nocturnos

Los efectos positivos generales son:

- Aumento de la visibilidad de los vehículos y, por tanto, incremento de la distancia y del ángulo de detección.
- Mejora en la estimación de velocidades y distancias. Los vehículos con luces parecen más cercanos, lo que obliga a los usuarios a extremar la precaución.

A QUÉ DISTANCIA VISUALIZAMOS LOS COCHES QUE SE ACERCAN

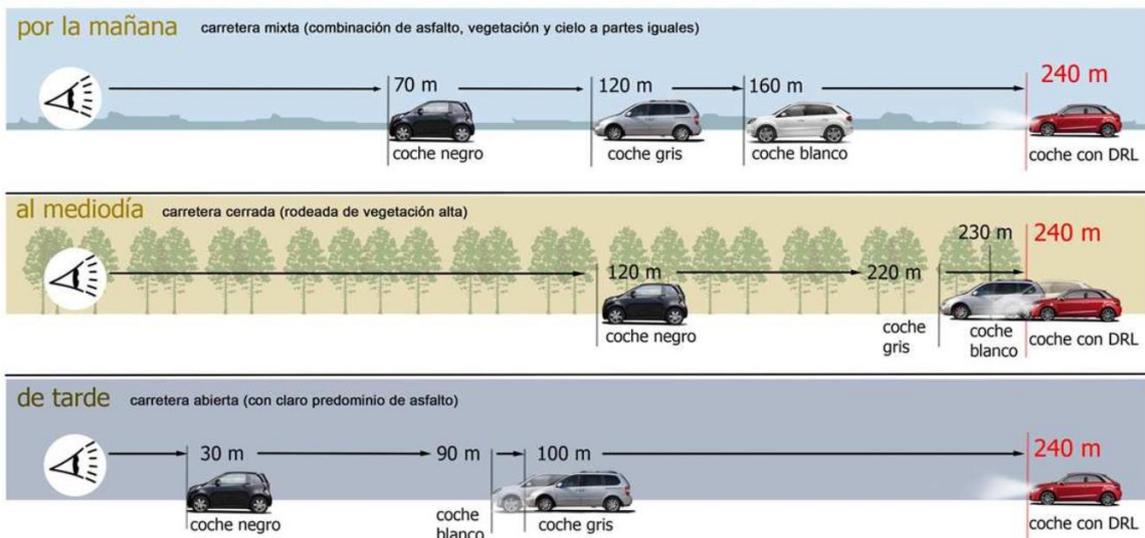


Figura 2.12 Distancia de visualización de los coches durante el día

Se realizaron diversos estudios para calcular la reducción de accidentes que comportará a medio plazo el uso de luces durante el día. Dichos estudios siempre han sido controvertidos, pues es difícil asegurar la fiabilidad. Se extrajo en el año 2012, las siguientes estimaciones en Europa:

- Reducción de las víctimas mortales por accidente entre un 5% y un 8%
- Reducción del número de heridos en accidentes de tráfico 20%
- Reducción de colisiones frontales con víctimas mortales en un 5%
- Reducción del número de atropellos: 12%

También existen una serie de desventajas en la utilización de la luz de día.

- Encarecimiento del precio del vehículo: la cuantía económica de disponer de luces para conducción diurna en un automóvil nuevo no supondría más de 150€, lo que representa un 0,75% del precio medio de un vehículo anual.
- Incremento de emisiones de CO₂: el aumento de consumo de carburante se sitúa en un 1% a 3%. Esto supone menos que el sistema de aire acondicionado o de calefacción.
- Incremento del consumo de energía
- Posible pérdida de visibilidad de las motocicletas: este punto hace que hoy en día no en todas partes este introducida esta tecnología.

2.4. FUNCIONAMIENTO ÓPTICO

El haz luminoso debe conseguir una distancia determinada de iluminación en la carretera, y puede dividirse en tres zonas diferenciadas (figura 2.13).

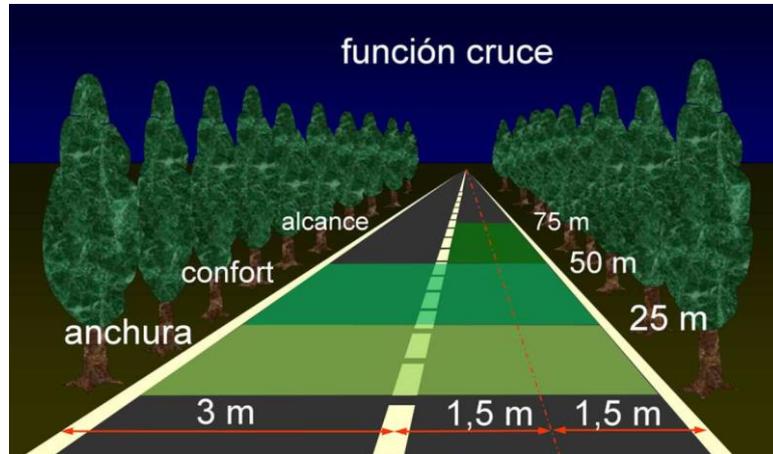


Figura 2.13 Zonas iluminadas por el faro en función cruce

Primera zona conocida como anchura es la amplitud del haz luminoso de determinado valor de lux en carretera entre 15 y 35 metros delante del vehículo para luz de cruce. Permite el buen seguimiento de curvas de la carretera.

La segunda zona, confort & homogeneidad. Términos aplicados a una distribución de cruce entre 25 y 50 metros, determina la inexistencia de sombras, manchas y contrastes molestos en el campo visual que puedan causar distracción, problemas de adaptación o acomodación. Se pueden distinguir dos tipos de homogeneidad: estática (vehículo parado) y dinámica (vehículo en movimiento). Se dice que una distribución tiene confort cuando el reparto luminoso tiene buena homogeneidad y anchura.

Y por último alcance (figura 2.14) o profundidad es la distancia a la cual la intensidad de iluminación en el haz luminoso todavía tiene determinado valor. En luz de cruce se valora más allá de 60 metros, o sea, capacidad del faro cruce para iluminar el lado derecho de la carretera.

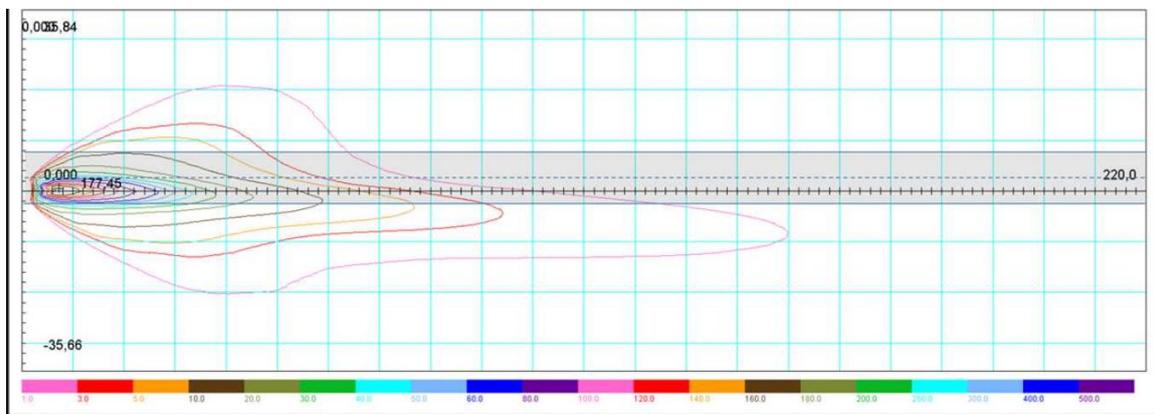


Figura 2.14 Diagrama de la intensidad de iluminación a vista de pájaro

También se debe tener en cuenta la calidad de la iluminación delante del vehículo que debe ser de hasta 20 metros. Un exceso de iluminación en esta zona provoca fatiga y despista al conductor. Y el deslumbramiento que es la cantidad de luz situada por encima de la horizontal entre el 1% y el 2%, y que produce molestias en el conductor contrario.

2.5. ANTES Y DESPUÉS DEL VOLKSWAGEN PASSAT

En los últimos años la tecnología del sector del automóvil ha avanzado de manera vertiginosa lo que ha supuesto que la estética también lo haga. Por esta razón los faros son una de las formas más rápidas de apreciar dicha evolución.

En las siguientes imágenes (figura 2.15, 2.16, 2.17 y 2.18) se mostrará una comparativa del modelo utilizado para este proyecto con el de hace unos años. Del mismo modo se añadirá otro modelo más de la misma marca.



Figura 2.15 Volkswagen Passat 2003



Figura 2.16 Volkswagen Passat 2017



Figura 2.17 Volkswagen Golf 2005



Figura 2.18 Volkswagen Golf GTI 2017

2.6. PROCESO DE INYECCIÓN PLÁSTICA

La inyección para el sector termoplástico es un proceso físico y reversible en el cual una materia prima, material termoplástico en forma de polvo o gránulos, se funde aplicando calor en una máquina inyectora. Una vez fundido el termoplástico la máquina se encarga de inyectarlo en las cavidades huecas del molde (aplicando una presión, temperatura y velocidad especificadas con anterioridad). El calor del plástico fundido va disminuyendo tras un cierto tiempo consiguiendo así el cambio de estado de líquido a sólido, copiando las partes huecas del molde. Tras solidificarse el proceso del ciclo se completa y la pieza se expulsa.

Este tipo de máquinas derivan de las de fundición a presión para metales, desarrolladas por primera vez en Estados Unidos de América sobre el 1970. Aunque la primera máquina en producir piezas de materiales termoplásticos se construyó en Alemania en 1920, esta era manual tanto el cierre del molde como la inyección realizada por el operario con ayuda de levas.

El progreso y evolución de esta técnica fue sorprendente, en la actualidad hay máquinas que no requieren ninguna intervención del operario, es decir, completamente automatizadas.

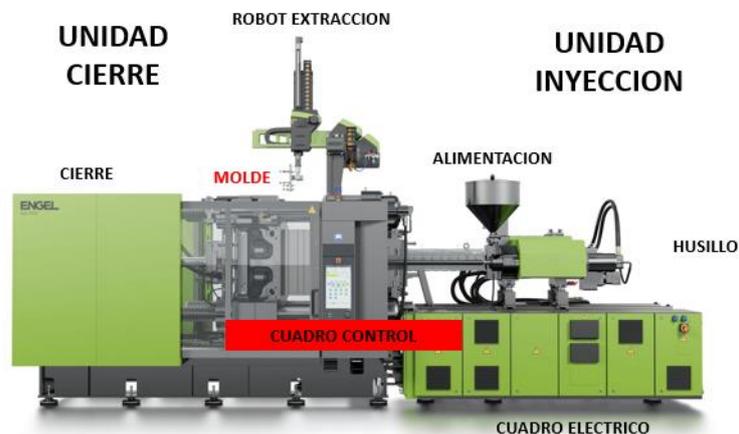


Figura 2.19 Detalle de las partes de la máquina de inyección Engel

Las máquinas utilizadas (figura 2.19) en la actualidad pueden dividirse en dos partes la unidad de inyección, encargada de la introducción del material en la máquina y como su nombre indica de inyectar dicho material en el molde, y la unidad de cierre que ayuda mediante pistones a cerrar el molde para así proceder al llenado.

Las principales ventajas de este método de moldeo son:

- La gran automatización alcanzada con estas máquinas.

- La capacidad de fabricación de productos con tolerancias muy pequeñas.
- Versatilidad tanto de productos, formas o materiales.

2.7. CICLO DE INYECCIÓN

El ciclo de producción o inyección sigue un orden determinado de operaciones (figura 2.23), dividido en cinco etapas:

- ❖ Etapa 1: cierre del molde (figura 2.20). El molde vacío se cierra en tres pasos, primero con baja presión y velocidad alta, después disminuye la velocidad manteniendo su presión y por último se aplica la presión necesaria para conseguir la fuerza requerida. Mientras tiene lugar el cierre la cantidad de material fundido se prepara.

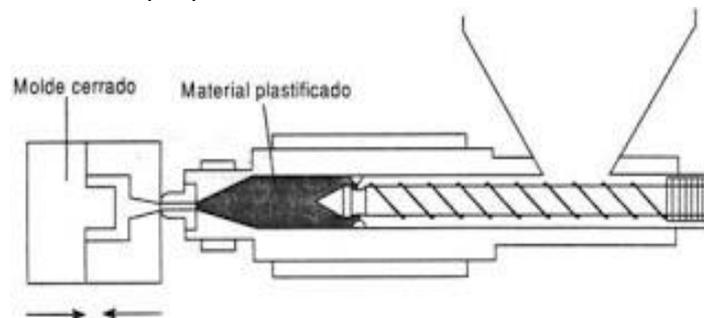


Figura 2.20 Detalle de la primera etapa

- ❖ Etapa 2: inyección del material. El material es inyectado gracias al tornillo que girando consigue la circulación de los gránulos de plástico. Una vez fundido, el material avanza hacia la parte delantera del tornillo donde se aplica la presión necesaria para la inyección.
- ❖ Etapa 3: mantenimiento de la presión. Tras inyectar el material el tornillo se mantiene consiguiendo mantener la presión antes de que se solidifique, contrarrestando la contracción de la pieza. Esta presión es menor que la de inyección.
- ❖ Etapa 4: refrigeración y solidificación del objeto (figura 2.21). El calor es disipado tras un tiempo con la ayuda del líquido refrigerante, todo esto dentro del molde.



Figura 2.21 Detalle de la etapa de solidificación en el molde

- ❖ Etapa 5: apertura del molde (figura 2.22) y extracción de la pieza. Una vez terminado el tiempo de enfriamiento necesario, la parte móvil del molde se abre y la pieza es extraída gracias a un robot.

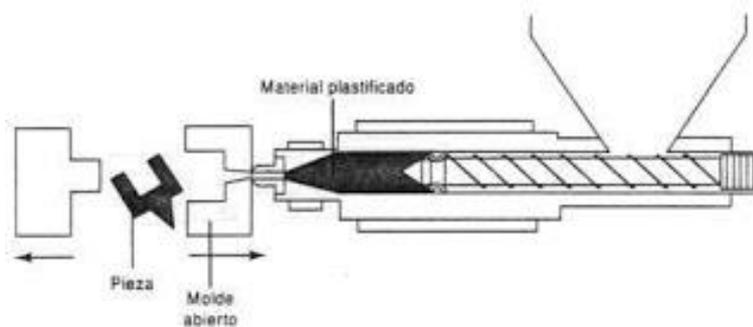


Figura 2.22 Apertura del molde y extracción de la pieza

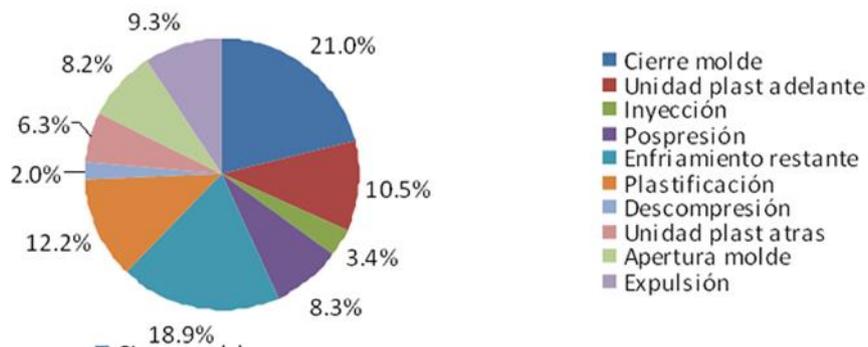


Figura 2.23 Proporción de tiempo empleada en cada paso de inyección

2.8. PARÁMETROS DE MOLDEO

La necesidad de adaptación a las exigencias de calidad, precisión de piezas, características del molde y material crea la necesidad de regulación de los parámetros del ciclo de trabajo, estos deben regularse en la máquina de inyección utilizada para cada proyecto gracias al avance tecnológico. La unidad de control de la máquina puede ser de tipo digital o análogo. Los parámetros más críticos son:

- Carrera de inyección
- Velocidad de inyección
- Tiempo de inyección
- Presión de sostenimiento de inyección
- Velocidad del husillo
- Tiempo de ciclo

Sin olvidar los factores externos que pueden afectar a estos ajustes como son, por ejemplo: la calidad del material, la temperatura o la humedad. Los parámetros son registrados de manera completa en la memoria de la máquina o en su defecto en formatos previamente establecidos por el operador.

Los detalles a tener en cuenta en el proceso de inyección son:

- Fuerza de cierre $\rho = \text{densidad } \text{kg/cm}^3$

$$F = P * Ap$$
- Tiempo de enfriamiento $Cp = \text{calor específico } \frac{J}{\text{Kg}^\circ\text{C}}$

$$Tk = \frac{e^2}{\left(\frac{k}{\rho \cdot Cp}\right) \cdot \pi^2} \cdot LN\left(\frac{8}{\pi^2} \cdot \frac{\sigma_p - \sigma_m}{\sigma_d - \sigma_m}\right)$$
- Post presión $k = \text{conductividad termica}$
 $\sigma_d = \text{temp desmoldeo}$
 $\sigma_p = \text{temp procesado}$
 $\sigma_m = \text{temp. molde}$
 $2P \approx 80\% P \text{ inyección} \quad \text{Tiempo } 2P \approx 2 \text{ seg/mm de espesor}$
- Cojín (figura 2.24): parámetro de seguridad. Indica la cota de material que se queda sin inyectar (5-7mm).

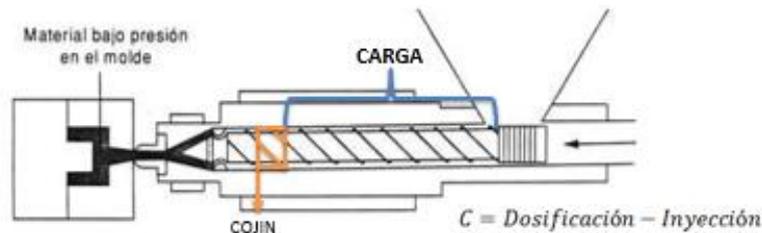


Figura 2.24 Zona que forma el cojín, área naranja

- Contrapresión: el objetivo de este parámetro es mejorar la plastificación sobre todo cuando hay colorantes.

2.9. HUSILLOS

El husillo (figura 2.25) es un enrollamiento helicoidal compuesto por acero de gran importancia ya que su diseño está directamente relacionado con el rendimiento y la calidad de la máquina de inyección en la que sea utilizado, por lo que es un elemento fundamental para las máquinas utilizada en la inyección de plástico.

El plástico es introducido por la tolva hacía el husillo donde es calentado gracias al circuito de refrigeración. A medida que el husillo va girando y avanzando el material es empujado hacia la camisa del cilindro y su temperatura va aumentando de manera progresiva.

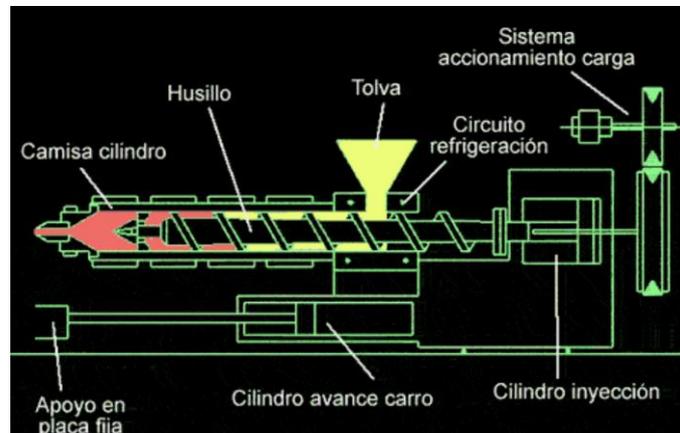


Figura 2.25 Esquema de las diferentes partes del husillo

El diseño del husillo se hace por zonas con diferentes funciones, el número de zonas dependerá del tamaño del cañón, por lo general se dividen en tres (detalladas en la figura 2.26):

- ❖ Zona de alimentación: zona destinada a la alimentación de la unidad de inyección. Hay que tener en cuenta para esta zona el coeficiente de fricción entre el material y el husillo.
- ❖ Zona de compensación: se produce una disminución de volumen debido a la compresión del material y el despeje de aire hacia la zona de alimentación.
- ❖ Zona de dosificación: zona donde se homogeniza el material ya fundido.

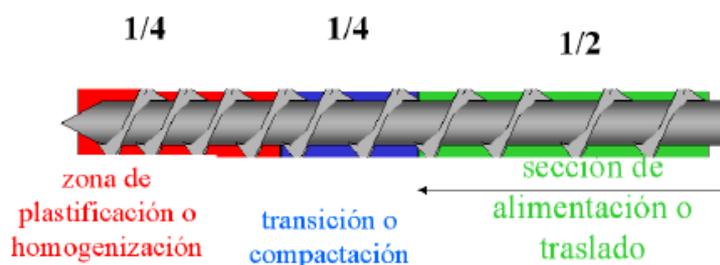


Figura 2.26 Detalle de las tres zonas del husillo

La selección correcta del husillo es de gran importancia no solo su geometría sino también en lo referente a la resistencia al desgaste. Las partes con mayor desgaste son la boquilla, las uniones y el anillo de retención. Un dato a tener en cuenta con los husillos viejos es la posibilidad de aparecer cavidades superficiales, esto puede ocasionar una

corrosión y desgaste del material, por lo que al reparar un husillo siempre debe contemplarse la posibilidad de cambiarlo.

2.10. MECANISMOS DE CIERRE

Los diferentes mecanismos de cierre se clasifican según el elemento motor que los acciona: electromecánico, hidráulico, hidromecánico o neumo-mecánico. Normalmente los mecanismos de desplazamiento y cierre están unidos. Sin embargo, en los conjuntos escalonados y bloqueados, que son principalmente hidráulicos, el molde es desplazado mediante dispositivos auxiliares y cilindros separados del accionamiento de cierre.

3. ESTUDIO DE LAS POSIBLES ALTERNATIVAS PARA EL PROYECTO

3.1. ESTUDIOS REALIZADOS

En los últimos cinco años la demanda de moldes para la fabricación de piezas para los faros del automóvil ha aumentado de manera considerable por lo que este proyecto no es nuevo para la empresa. Gracias a los avances tecnológicos y las lecciones aprendidas en los últimos años la industrialización de este tipo de piezas ha mejorado de manera considerable, llegando más lejos de lo que a día de hoy se había llegado.

Desde el inicio de los vehículos ha habido una gran evolución (figura 3.1) en los sistemas de iluminación tanto tecnológicamente como de forma estética, comentada en el capítulo anterior.



Figura 3.1 Evolución de los vehículos de la marca Mercedes

Una vez estudiadas todas las posibles opciones para la realización del proyecto y definidas cada una de ellas, es elegida la opción más conveniente en cada caso para proceder al desarrollo del proyecto redactando con más detalles y con mayor extensión dicha opción.

3.2. TIPOS DE MÁQUINAS DE INYECCIÓN

Se conocen dos máquinas de inyección (figura 3.2) empleadas para plástico. En las últimas décadas la tecnología para este sector ha avanzado de manera considerable por lo que la inyección por émbolo quedó en desuso frente a la inyección por husillo.

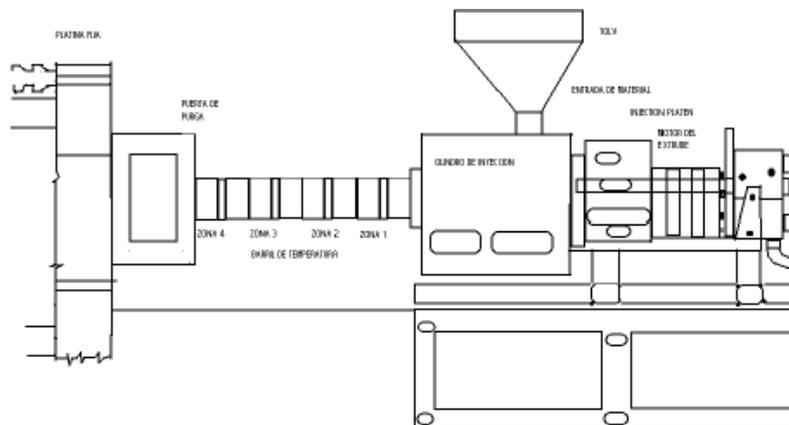


Figura 3.2 Diagrama simplificado de una máquina de inyección



Figura 3.2 Máquina de inyección Engle empleada para este proyecto

3.2.1. MÁQUINA DE INYECCIÓN SIMPLE 1K

Las máquinas utilizadas principalmente son las de inyección de husillo, sustituyendo casi por completo a las de émbolo. Para aumentar la producción y por tanto el volumen de carga se acopla al mecanismo de inyección de émbolo un mecanismo de husillo,

conociendo esta unión como máquinas mixtas. Se utilizan moldes de una o más cavidades y sistemas de expulsión abrochados a la máquina.

Este tipo de máquina es descartada ya que al realizar una sola inyección del material utilizado no cumple los parámetros fotométricos requeridos en la norma/reglamentación.

3.2.2. MÁQUINA DE INYECCIÓN 2K

Esta máquina posee dos husillos, es decir, dos inyecciones. Este tipo de inyección se utiliza cuando los espesores de las piezas que se van a llevar a cabo son muy elevados reduciendo así los defectos generales al máximo. Pueden realizarse con el mismo material o con distintos, bi-material. Para la pieza a realizar serán ambas del mismo material. Gracias a esta técnica de inyección se dividen los espesores obteniendo una mejor calidad fotométrica de la pieza. El molde utilizado en esta máquina puede ser de dos tipos:

- ❖ Molde de translación (figura 3.3): posee múltiples cavidades, el robot extrae las piezas del postizo A y las introduce en el B para así inyectar la segunda fase con otra geometría de pieza.

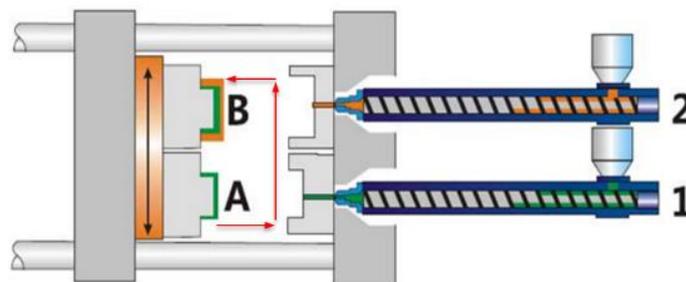


Figura 3.3 Diagrama del moldeo por translación

- ❖ Molde rotativo (figura 3.4): lleva también más de una cavidad. El molde gira 180° mediante el acoplamiento de un plato giratorio al lado móvil. El molde es perfectamente simétrico excepto en la geometría de la pieza que será diferente para que al inyectar la segunda fase se realice otra forma de pieza.

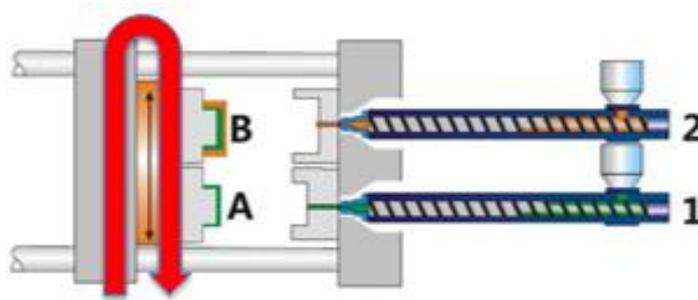


Figura 3.4 Diagrama de moldeo rotativo

3.3. TIPOS DE MATERIALES

La baja necesidad de energía para su fabricación junto a su ligereza caracteriza a los materiales plásticos frente al resto de los materiales principales. Los plásticos pueden dividirse en tres grandes grupos:

- ❖ Plásticos termoplásticos: plásticos que al calentarse se ablandan (pueden llegar a fundirse), pueden ser moldeados y al enfriarse se endurecen. El 80% de los plásticos son así.
- ❖ Plásticos termoestables: este tipo de plásticos una vez formados no pueden volver a moldearse o fundirse ya que se descomponen y carbonizan. Suelen ser más duros y resistentes que el resto, pero a su vez más frágiles, se fracturan si se intenta doblarlos. No puede ser utilizado para nuestro proyecto y que se necesita una alta resistencia a impactos.
- ❖ Elastómeros: plásticos de mucha elasticidad como el caucho (de los neumáticos) o el látex. Descartamos este tipo de material ya que no cumple el requisito de alta transmisión de luz.

Debido a las características y requerimientos del proyecto el material utilizado será termoplástico. Dentro de esta familia existen diferentes tipos, debido a la necesidad de transparencia del proyecto solo podrán ser utilizados el metacrilato o el policarbonato.

Las características principales del metacrilato son:

- Transparencia óptica y ausencia de color.
- Combinación de rigidez, densidad y tenacidad moderada.
- Resistencia a tracción e impacto.
- Buenas propiedades eléctricas, pero no destacables.
- Resistente a ácidos y otros reactivos.
- Caro.

Este material no podrá ser utilizado para este proyecto debido a su fragilidad, se agrieta y no permite cumplir la normativa requerida ya que la pieza a realizar forma parte del faro delantero.

Por tanto, el material utilizado en nuestro proyecto será el policarbonato (figura 3.5), material perteneciente a la familia de los termoplásticos. Cumpliendo así los requisitos del material:

- Alta temperatura
- Alta transmisión de luz
- Resistencia a impactos
- Transparencia

Propiedades físicas	Características
Mecánicas	Maleabilidad
	Ductilidad
	Resistencia mecánica
Acústicas	Aislamiento acústico
Eléctricas	Aislamiento eléctrico
Térmicas	Aislamiento térmico
Otras	Densidad: son ligeros
	Impermeabilidad



Figura 3.5 Características del material utilizado y apariencia

3.4. PROCESOS DE EXTRACCIÓN

Existen varias alternativas a la hora de extraer la pieza, a continuación, se explican dichas alternativas exponiendo sus ventajas e inconvenientes:

La primera opción más básica y sencilla es la extracción manual de las piezas, esta alternativa es empleada únicamente durante la realización de las pruebas de molde, también podría ser utilizada en algún caso puntual. Esta manera de proceder depende en gran medida del operario por lo que el proceso no es estable y el tiempo de ciclo es muy variable. También podría provocar defectos visibles.

La segunda opción es la implementación de robots manipuladores (figura 3.6) método más empleado en el sector de la automoción. Es un método, en comparación con el manual, más seguro, rápido, estable y automatizado. El empleado solo intervendría en la instalación y programación de dicho robot.



Figura 3.6 Robot manipulador

Tras su instalación en la máquina el robot ya estaría preparado para servir cualquier pieza cambiando las mano-presas diseñadas para cada caso dependiendo de la geometría. Una mano-presa es el utillaje colocado en la mano del robot para conseguir así la extracción de la pieza una vez el molde la ha expulsado. Normalmente dichos utillajes están compuestos de pinzas o ventosas. Las mano-presas son exclusivas para cada pieza ya que tiene una geometría diferente ya que se tiene que tener en cuenta las zonas delicadas y accesibles de la pieza.

Estas características suelen ser transferidas por el cliente junto con el molde, si no fuera así hay una cantidad de dinero en el proyecto destinada para la fabricación de los utillajes necesarios. Para la extracción de las piezas pueden ser utilizados dos métodos, explicados a continuación.

En primer lugar, pueden ser utilizadas ventosas. Estos elementos de extracción son comúnmente utilizados en el robot. Para este proyecto no pueden ser empleadas debido a la exigencia visual de la pieza. Al extraer la pieza caliente la ventosa marca la zona visual.

En segundo lugar, se pueden utilizar pinzas (Figura 3.7). Estos elementos pueden extraer las piezas cogiéndolas de dos zonas distintas las coladas o por la zona no vista.

Este método será el empleado para este proyecto ya que se adapta a las exigencias del resultado final.

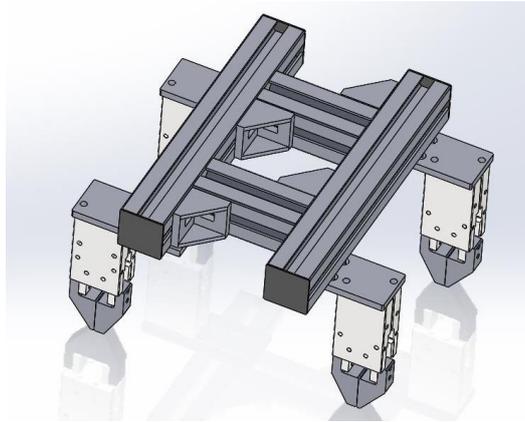


Figura 3.7 Pinzas de extracción empleadas para este proyecto

3.5. SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN

El encargado del traslado de material fundido de la unidad de inyección a la cavidad del molde es el sistema de alimentación. Sistema está formado por (figura 3.8):

- ❖ Bebedero
- ❖ Canales
- ❖ Entradas

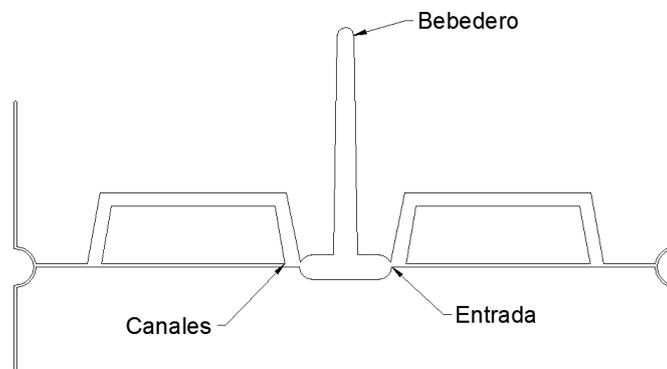


Figura 3.8 Partes del sistema de alimentación

Tras el llenado y solidificación de la pieza el molde se abre quedando la pieza y el sistema de alimentación adheridos a la parte del molde considerada como extractora (lado móvil). El plástico moldeado que no pertenece a la pieza es el sistema de alimentación (figura 3.9), formada por:

1. EXPULSION
2. MAZAROTA
3. CORTE BOQUILLA MÁQUINA
4. BEBERO
5. ENTRADA INYECCION

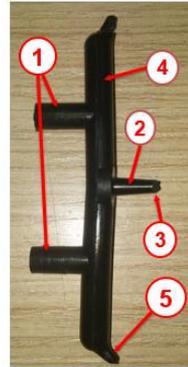


Figura 3.9 Detalle de las partes del sistema de alimentación

El llenado correcto del molde da lugar a buenas líneas de soldadura, una distribución adecuada de presiones y temperaturas, un llenado completo y la obtención de las características correctas.

3.5.1. BEBEDEROS

El bebedero es una parte del sistema de alimentación de la pieza que conecta entre el molde y la boquilla de inyección de la máquina, es generado durante la entrada de material al molde. La función principal de este es la conducción de la masa fluida desde la boquilla hasta el interior del molde donde se encuentran situados los canales.

Los objetivos principales de los bebederos son:

- ❖ Mínimos desechos
- ❖ Mínimo impacto visual superficial
- ❖ Ciclos cortos
- ❖ Llenado correcto de la cavidad

3.5.1.1. TIPOS DE BEBEDERO

Existen cuatro tipos de bebederos en función de su entrada, a continuación, se expondrá cada tipo junto a sus características principales:

- ❖ Bebedero de entrada directa (Figura 3.10) sus principales características son: frente de flujo no estable, enfriamiento rápido del fluido, pliegues que impiden

unión y es necesaria una operación para quitar bebedero. Este tipo de bebedero utilizado para este proyecto.

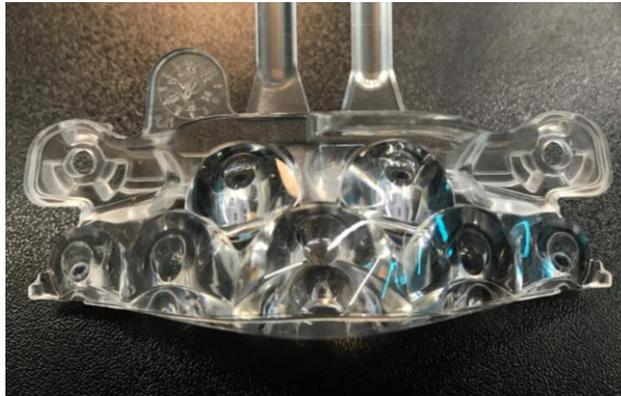


Figura 3.10 Bebedero de entrada directa empleado en el colimador

- ❖ Bebedero de entrada cuernos (figura 3.11): consigue una separación automática de colada y entrada no visible.

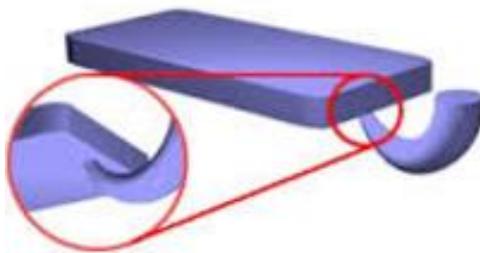


Figura 3.11 Bebedero de entrada de cuernos

- ❖ Bebedero de entrada submarina (figura 3.12): caracterizado por conseguir una separación automática de colada, entrada no visible y necesaria pared vertical para poder inyectar.

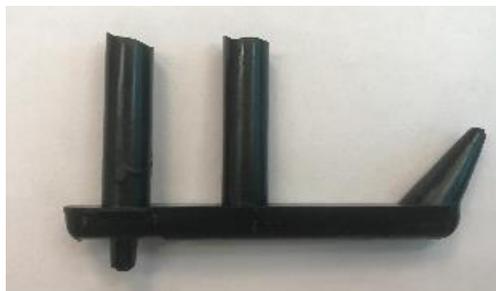


Figura 3.12 Bebedero de entrada submarina

- ❖ Bebedero de obturación (figura 3.13). Con este bebedero no hay desperdicios y no se requieren operaciones posteriores.

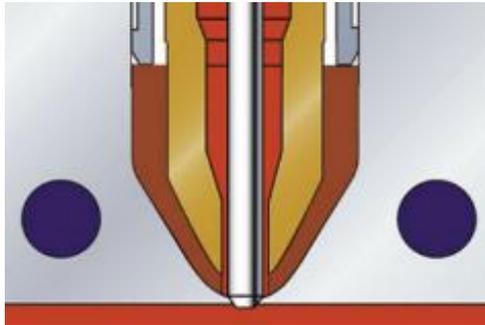


Figura 3.13 Bebedero de entrada obturada

3.5.2. TIPOS DE CANALES

Los canales de alimentación son los encargados de conducir el material desde el bebedero hasta la entrada de la cavidad. Los principales objetivos del diseño de dichos canales son:

- Longitud reducida: consiguiendo gracias a esto un mejor enfriamiento y una menor pérdida de carga.
- Sección adecuada: mejor enfriamiento y además consigue mantener el flujo hasta después de la presión de mantenimiento.
- Formas suaves
- Distribución equilibrada de las entradas: consigue un llenado simultáneo y unas condiciones semejantes para todas las entradas.

3.5.2.1. CANALES CALIENTES

La característica principal de los canales calientes es que se encargan de mantener el material fundido de manera permanente.

Las ventajas que se obtienen empleando este tipo de canales son el menor consumo de material, conseguir controlar las condiciones de entrada de una forma más controlada y los canales no suelen tener que ser retrabajados.

También hay que tener en cuenta que los moldes son más complejos y por esta razón sus costes son más elevados.

3.5.2.2. CANALES FRIOS

Este tipo de canales (Figura 3.14) son expulsados con la pieza tras su solidificación. Los moldes que poseen este tipo de canales no requieren emplear tecnologías complejas por lo que el molde es más sencillo y barato.

Por otra parte, también presentan una serie de desventajas como el consumo de material que para este caso es mayor, la necesidad de expulsión de los canales y su mayor longitud.

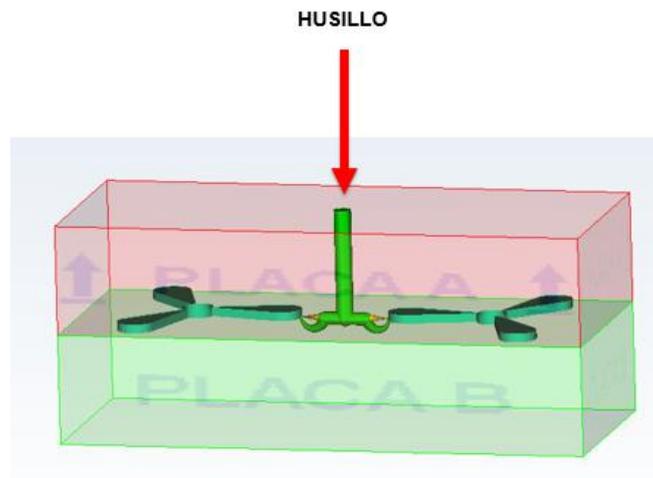


Figura 3.14 Ejemplo de canal frío

3.6. TIPOS DE CORTE DE COLADA

Las coladas son los sistemas de alimentación encargados de trasladar el material desde la unidad de inyección hasta la cavidad del molde consiguiendo un llenado correcto de la cavidad, ciclos cortos y el mínimo impacto visual superficial. Dicho sistema se divide en tres partes: canales, entradas y bebedero.

3.6.1. CORTE MANUAL

El corte manual con herramientas convencionales es la opción más sencilla y económica y por tanto la más utilizada en la mayoría de las empresas. La hora de las herramientas sería creada para cada pieza. El operario sería el encargado de cortar el bebedero, siempre con unas pautas establecidas previamente.

Este proceso de corte depende por completo de la habilidad de cada operario ocupando la mayor parte del tiempo de revisión de la pieza. Este método no podría ser utilizado en este proyecto debido a la gran exigencia de las piezas que forman el faro del automóvil. Al tratarse de una pieza vista y delicada la eliminación de la colada debe

realizarse mediante sistemas automatizados ya que es un método limpio, constante, preciso e independiente al operario.

3.6.2. CORTE AUTOMATIZADO

3.6.2.1. *Corte mecánico:*

La primera opción dentro de los sistemas de corte automatizados es el corte mecánico. Este método tiene tres posibilidades:

El corte con hilo caliente se trata de la utilización de una máquina muy sencilla en la cual el hilo es calentado gracias a una corriente eléctrica, una vez es calentado se efectúa el corte del material sobrante. La temperatura de dicho hilo no será excesiva ya que son materiales inflamables.

El corte con cuchilla caliente, herramienta de corte caliente para plástico. La cuchilla se calienta hacia arriba en cuestión de segundos y permite al operario un control de la temperatura.

Y por último el corte radial. Este proceso de corte se descarta desde el principio ya que no es factible para este proyecto siendo complicado el corte de los bebederos con un útil mecánico.

3.6.2.2. *Corte láser*

En la industria automovilística la opción de corte por láser es la más utilizada debido a su eficiencia y automatización. Esta técnica se emplea para el corte de piezas concentrando la suficiente luz de una fuente de energía. Para su utilización es necesario disponer de matrices de corte y un equipo especializado, realizando una inversión inicial. Una de sus ventajas es la posibilidad de efectuar ajustes a la silueta. Esta alternativa será la empleada debido a las características del proyecto.

Para el proyecto se realiza una cuna de corte (figura 3.16) en la que el robot manipulador deposita las piezas tras extraerlas del molde y ahí con cortadas por el láser.

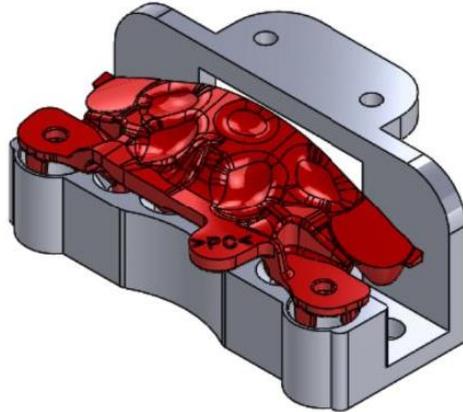


Figura 3.16 Cuna de corte del colimador

3.6.2.3. Corte por ultrasonidos (figura 3.17)

Esta última opción se lleva a cabo removiendo el material de la pieza dejando una forma específica mediante vibraciones. Estas máquinas hacen vibrar la herramienta de corte a una frecuencia aproximada de 20 kHz, vibrando unas 20.000 veces por segundo, acompañado por un líquido abrasivo que sirve también para refrigerar la pieza. La forma de dicha herramienta es de gran importancia ya que no debe recoger energía.

Es utilizada para el corte de materiales como fibra de plástico, laminados, corcho, impregnados, goma, piel, alimentos, fibra de carbono, film y plástico. Dentro de la industria de la automoción este método es empleado para los discos de frenos, toberas de inyección e insertos de moldeo de inyección. Esta tecnología será descartada debido a la geometría de la pieza.



Figura 3.17 Herramienta de corte por ultrasonidos

4. SOLUCIÓN ADOPTADA

4.1. REGULACIÓN DE PARÁMETROS

Para conseguir la perfecta adaptación a las exigencias de calidad, la precisión de la pieza y las características tanto del molde como del material utilizado en la máquina de inyección todos los parámetros pueden ser regulados y modificados. Los parámetros que deben ser modificados para conseguir lo citado anteriormente son:

- Presión de inyección
- Presión de la cámara caliente
- Presión de inyección del husillo
- Temperatura del husillo
- Velocidad de inyección
- Presión de post-presión
- Tiempo de post-presión
- Cojín
- Carga
- Volumen de inyección
- Temperatura de molde

La mayoría de estos parámetros se ajustan de manera sencilla y predeterminada, sin embargo, existen algunos parámetros más críticos que deben ser ajustados confiando en la habilidad del técnico de inyección encargado de efectuar el ajuste de la máquina.

Estos parámetros son:

- Velocidad de inyección
- Carrera de inyección
- Tiempo de inyección
- Presión de sostenimiento
- Velocidad del husillo
- Tiempo de ciclo

Gracias al avance tecnológico de las máquinas todos los dispositivos para la variación de estos parámetros se encuentran en la unidad de control, pueden ser digitales o análogos.

Los datos necesarios para el funcionamiento de la máquina serán registrados en la memoria de esta, si no fuera así, el operador debe establecer el formato requerido. Hay que tener en cuenta factores externos como: calidad del material, temperatura ambiental y humedad que pueden afectar a la regulación.

Para realizar el proceso de inyección de cada proyecto es necesario calcular una serie de parámetros. Otros son definidos directamente por la máquina de inyección empleada.

4.1.1. PARÁMETROS DE INYECCIÓN

En primer lugar, se debe tener en cuenta los tres tipos de presiones que vienen dadas por la máquina en función del tamaño y dimensión del husillo (diámetro 60 mm y boquilla de 8 mm) y de la temperatura de fusión del material, que en este caso es de 280 °C.

- ❖ Presión de inyección: definida por la entrada de material a pieza y geometría de la pieza. $P_{iny} = 109,8$ bar para el primer husillo y $P_{iny} = 197,4$ bar para el segundo husillo.
- ❖ Presión de cámara caliente: definida por la geometría de la pieza $P_{cc} = 55$ bar.
- ❖ Presión del husillo: $P_{HUS} = 29$ bar.

Otro parámetro a tener en cuenta es la temperatura del husillo. Una pieza de gran masa necesita coger el punto de fundición adecuado en el punto de la boquilla debido a que se encuentra poco tiempo en el husillo, por lo tanto, su temperatura asciende mucho, por lo que esta ira decreciendo. Justo al revés que cuando la pieza es de poca masa, no se calienta mucho en la zona alejada de la boquilla, porque las propiedades del material se pueden degradar, se va subiendo la temperatura poco a poco hasta que adquiriera las propiedades necesarias de fusión en la boquilla para inyectar.

En esta gráfica (figura 4.1) se representa la variación de temperatura media que se le añade al material dependiendo del peso de la pieza como ha sido explicado antes.

Las zonas que se encuentran en el eje de las X se pueden considerar como el número de cargas de dosificación por husillo. Si son más de quince cargas para vaciar el husillo se considera de peso bajo, si son menos de peso alto.

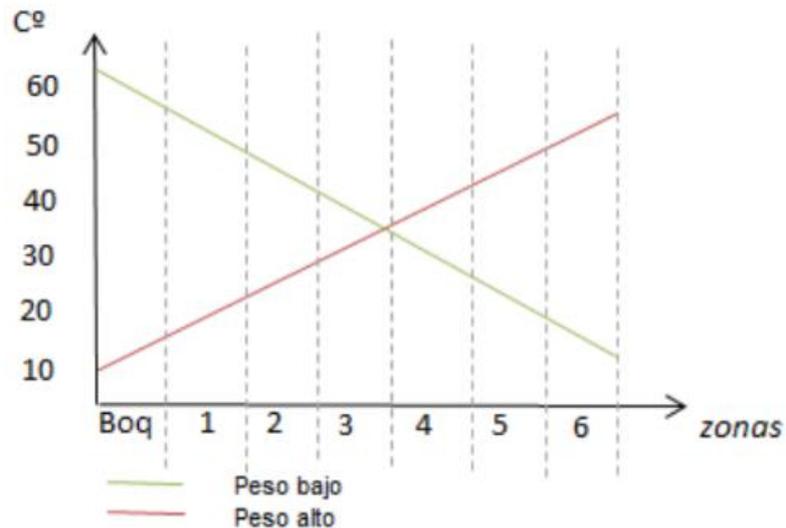


Figura 4.1 Gráfica comparativa de temperaturas y zonas según el tamaño de la pieza

En este caso se trata de una pieza de peso bajo ya que pueden diferenciarse quince cargas diferenciadas en el husillo, tanto en el husillo uno como en el husillo dos. Podemos observar como la temperatura decrece a medida que avanza por las zonas del husillo, que en este caso es de gran tamaño.

El cambio de temperatura para este tipo de piezas no es muy elevado, como puede observarse en la figura 4.2 oscila entre los 265°C a 250°C para el husillo uno, y para el dos varía unos 20 grados más, debido a las características de fotométricas requeridas.

TEMPERATURAS DE HUSILLO 2													
BOQUILLA		ZONA1		ZONA 2		ZONA 3		ZONA 4		ZONA 5		ZONA 6	
270°C	+/-15	270°C	+/-10	265°C	+/-10	260°C	+/-10	255°C	+/-10	245°C	+/-10	240°C	+/-10

Figura 4.2 Temperaturas del husillo 1

TEMPERATURAS DE HUSILLO 1													
BOQUILLA		ZONA1		ZONA 2		ZONA 3		ZONA 4		ZONA 5		ZONA 6	
265°C	+/-15	260°C	+/-10	260°C	+/-10	260°C	+/-10	255°C	+/-10	250°C	+/-10	250°C	+/-10

Figura 4.3 Temperaturas del husillo 2

La velocidad de inyección (figura 4.4 y 4.5) es el parámetro con el que se consigue el aspecto de pieza deseado, por esa razón este debe ser modificado para evitar flujos, marcas y burbujas.

PERFI L INY.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	0	2	3	4	6	7,23	11,2	14,58	18	23,5	mm
	10	10	10	10	10	10	12	19,1	21,2	21,2	mm/s

Figura 4.4 Datos de la velocidad de inyección del husillo 1

PERFI L INY.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	50,8	37,92	34,35	28,51	22,29	15,99	15,81	13,07	5,98	0	mm
	1,9	14,5	37,7	37,7	37,7	37,7	18,9	12,9	5,3	5	mm/s

Figura 4.5 Datos de la velocidad de inyección del husillo 2

Y por último se establece la cota de conmutación (figura 4.6 y 4.7), cota alcanzada tras conseguir el 95% del llenado de la pieza.

El husillo uno tiene una longitud de 23 mm y la cota de conmutación se alcanza a los 8,9 mm. Sin embargo, para el husillo 2 de 16,4 mm de longitud se alcanza a los 15 mm.

INYECCION			
COTA CONMUTACION	8,9		mm
T. INYECCION	0,99	seg.	10,0 % ± 0,10
PRESION INYECCION	109,8		bar

Figura 4.6 Parámetros característicos de inyección del husillo 1

INYECCION			
COTA CONMUTACION	16,4		mm
T. INYECCION	3,41	seg.	5,0 % ± 0,17
PRESION INYECCION	197,4		bar

Figura 4.7 Parámetros característicos de inyección del husillo 2

4.1.2. PARÁMETROS DE POST-PRESIÓN

La presión de post-presión es establecida por norma y se trata de un 80 % de la presión de inyección.

$$Presión_{postpresión} = Presión_{inyección} * 0,8$$

Al tratarse de una pieza cosmética necesita una mayor presión de post-presión. En este caso se determinará con la fotometría ya que la difusión de la luz se necesita una buena compactación.

El tiempo de post-presión es de entre 2 y 3 segundos por milímetro de espesor, este parámetro también varía según la geometría del molde/pieza y la calidad requerida para esta.

$$Tiempo_{post-presion} = 2 * \text{milímetros de espesor}$$

POSTPRESION			
PRESION POSTPRESION	121,9	bar	
TIEMPO POSTPRESION	20,0	seg.	
COTA COJIN	6,8	mm	± 2,0

Figura 4.8 Parámetros característicos de post-presión del husillo 1

POSTPRESION			
PRESION POSTPRESION	193,0	bar	
TIEMPO POSTPRESION	15,0	seg.	
COTA COJIN	15,0	mm	± 2,0

Figura 4.9 Parámetros característicos de post-presión del husillo 2

El último parámetro a considerar de la zona de post-presión (figura 4.8 y 4.9) es la cota cojín. Se trata del parámetro de seguridad establecido por la máquina para evitar así problemas que puedan surgir.

4.1.3. PARÁMETROS DE DOSIFICACIÓN

En la zona de dosificación (figura 4.10 y 4.11) hay que tener en cuenta la cota de dosificación que establece el inicio de la inyección de la pieza.

En segundo lugar, el tiempo de enfriamiento, este parámetro viene dado por el espesor de la pieza también termina de definir el tamaño de la pieza, la temperatura de molde y la temperatura del material.

Por último, se debe tener en cuenta la temperatura del molde. La temperatura teórica para el makrolon, material empleado para el colimador, debe estar por encima de los 80°C habitualmente se utiliza 90 °C.

DOSIFICACION			
COTA DOSIFICACION	23,0	mm	
TIEMPO DOSIFICACION	1,6	seg.	
CONTRAPRESION	6,0	bar	
TIEMPO ENFRIAMIENTO	35,0	seg.	

Figura 4.10 Parámetros característicos de dosificación del husillo 1

DOSIFICACION			
COTA DOSIFICACION	50,3	mm	
TIEMPO DOSIFICACION	4,9	seg.	
CONTRAPRESION	10,1	bar	
TIEMPO ENFRIAMIENTO	35,0	seg.	

Figura 4.11 Parámetros característicos de dosificación del husillo 2

Las primeras pruebas realizadas con el molde se utilizaron temperaturas entre los 90-95 °C, pero no cumplían los valores fotométricos establecidos, por lo que la temperatura se fue aumentando hasta cumplir dichos requerimientos alcanzando así una temperatura de 105 °C.

Para alcanzar temperaturas por encima de los 100 °C se necesita emplear atemperadores presurizados (figura 4.12).



Figura 4.12 Atemperador Wittmann Tempromat Plus D I 160

Este aparato es el encargado de regular la temperatura para modificarla a los niveles requeridos, incluso cuando la temperatura circulante es bastante diferente al rango de las temperaturas-objetivo. En este caso consigue alcanzar y mantener la temperatura óptima de trabajo del molde mediante agua caliente

El atemperador utilizado para este proyecto es el atemperador termorregulador Wittmann Temprom Plus D I 160 cuyas características técnicas son:

- Agua corriente o mezcla con glicol hasta 160 °C
- Conexión eléctrica de 3x400 V
- Capacidad de calefacción 9kW

4.2. INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN

4.2.1. CONTROL DE CALIDAD

Tras la extracción de las piezas y la retirada del bebedero el robot las coloca en la cinta transportadora hasta llegar al operario. La evaluación de cada pieza es realizada por el operario también encargado de decidir cuáles son aceptadas y cuáles no, siguiendo unas pautas de control creadas y los requisitos establecidos.

Para esta revisión se proporcionará a pie de máquina una presentación para que el operario pueda realizar cualquier consulta. En el Anexo I se encuentra la presentación que tendrá el operario junto a la documentación de calidad. Figura 4.13 esquema del layout de la planta y también el real.



Figura 4.13 Esquema del layout de la planta y layout real

4.2.2. BANCO FOTOMÉTRICO

Las mediciones de iluminación deben realizarse cuando se planifique o se instale el alumbrado ya sea en interiores o al aire libre.

Una iluminación demasiado alta o demasiado baja puede afectar a la salud y originar problemas de operatividad, seguridad e incluso psicológicos

Los elementos de medición prácticos cuentan con sensores semiconductores que convierten la luz absorbida en corriente eléctrica. Para obtener unas mediciones precisas, debe utilizarse luxómetros de tipo fotocelular, que incluyan corrección del coseno y color.

4.2.2.1. REQUERIMIENTOS ÓPTICOS

Los requerimientos para los dos modos de conducción, es decir, diurno y nocturno, quedan especificados por cliente y deben de tenerse en cuenta a la hora de realizar los ensayos.

Modo de día:

- Vehículo estacionado
- Temperatura ambiente 40°C
- Temperatura compartimento del motor 70°C
- Radiación solar
- Estado térmico estable

Modo de noche:

- Vehículo estacionado
- Temperatura ambiente 35°C
- Temperatura compartimento del motor 70°C
- No hay radiación solar
- Luz de carretera, luz de corto, largo alcance y luces de posición activadas

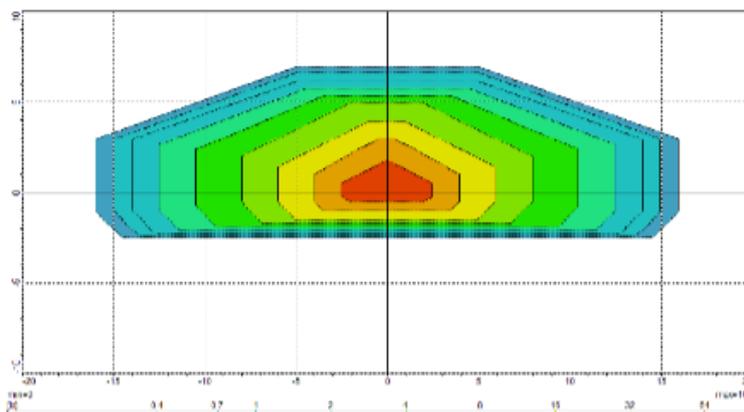


Figura 4.14 Detalle de los patrones de distribución de la luz

Para el proyecto actual del colimador el valor medio de luxes requerido tras el ensayo fotométrico debe ser, como indica la tabla, de 100 lx.

	ECO	BASIS	MID
<i>Luminous flux (lm)</i>	500 (LB) +450 (HB)	640 (LB) +450 (HB)	750 (LB) +400 (HB)
<i>E_{max} (lx)</i>	100	100	120 lx'

Figura 4.15 Requerimientos fotométricos generales para las diferentes aplicaciones

4.2.2.2. ENSAYO FOTOMÉTRICO

El objetivo de estos ensayos es el cumplimiento fotométrico de todas y cada una de las piezas para así cumplir sus funciones de iluminación y señalización para conseguir la seguridad requerida, según las legislaciones aplicables.

Para realizar dichos ensayos es necesario el empleo de un banco fotométrico (o túnel fotométrico), este equipo es el encargado de la medida de la luz, es decir, estudia la capacidad que tiene la radiación electromagnética de estimular el sistema visual.

El cliente realizó unos ensayos en su túnel fotométrico (figura 4.16). Se trata de un túnel de ochenta metros de largo por veinte de ancho, simulando así una inmensa carretera nocturna. Sirve para el control de los sistemas de iluminación de los vehículos antes de su salida al mercado.

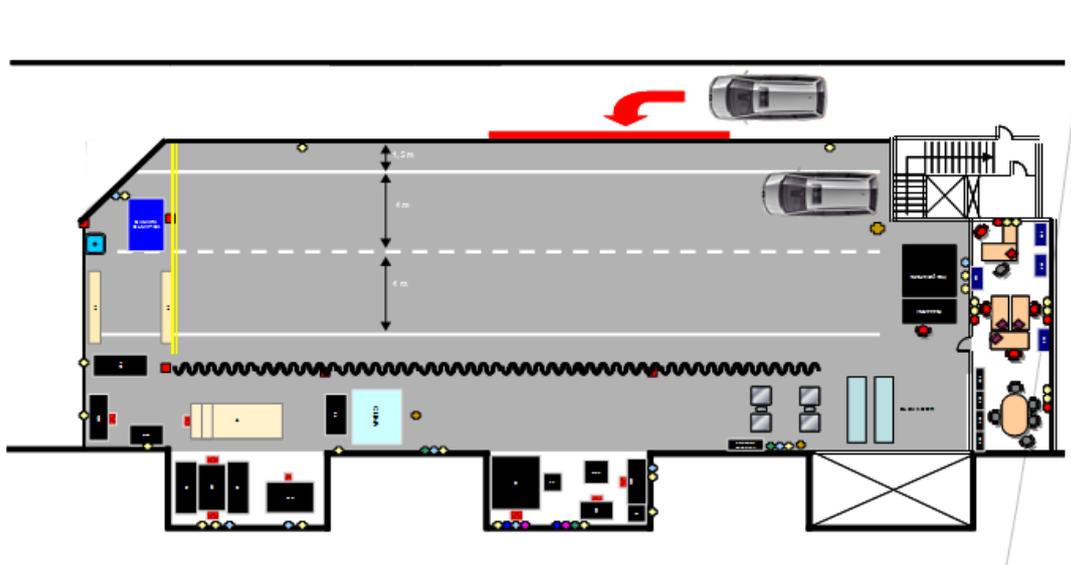


Figura 4.16 Esquema del túnel fotométrico

Tras dicho ensayo se obtienen unos valores que se encuentran en el Anexo 4.

Tras la obtención de un banco fotométrico (figura 4.17), de menor tamaño, se realizan dos pruebas para poder parametrizar de manera correcta la máquina consiguiendo el valor de los luxes requeridos para el proyecto.

Día 20/12/16
Temperatura de molde 100°C inyección y expulsión
Tiempo de refrigeración
Material Makrolon led 2245

Prueba nº	Presión de compactación		Temperatura de cámara	Lux huella
	1ª fase	2ª fase	1ª y 2ª fase	100
K 1	1200/15 s	600/20 s	270°	101
K 2	1200/15 s	700/20 s	270°	102
K 3	1200/15 s	800/20 s	270°	102
K 4	1200/15 s	900/20 s	270°	96
K 5	1200/15 s	1000/20 s	270°	102
K 7	1200/15 s	600/20 s	290°	95.7
K 8	1200/15 s	700/20 s	290°	96.7
K 9	1200/15 s	800/20 s	290°	98
K 10	1200/15 s	900/20 s	290°	99.2
K 11	1400/15 s	900/20 s	290°	97.4



Figura 4.17 Banco fotométrico de Novatec

Tras la realización del primer ensayo se observa que elevando la temperatura de cámara de ambas fases y reduciendo la presión de compactación de la segunda fase los luxes reducen de manera proporcional a estas dos condiciones, dejando de cumplir así los valores requeridos.

4.3. VIABILIDAD

Tras definir el producto se debe analizar la posibilidad de introducirlo en el mercado sin problemas, para llevarlo a cabo hay que tener en cuenta tres cosas:

- ❖ Viabilidad técnica: la maquinaria y herramientas empleadas para poder ejecutar el proceso son existentes en el mercado.
- ❖ Viabilidad legal: el diseño del proyecto cumple con toda la normativa vigente.
- ❖ Viabilidad económica: en este caso que el producto sea económico no es una restricción directa. Por tanto, se mantiene un margen mayor de gastos de producción en comparación con otros proyectos y con la competencia.

4.4. SOLUCIÓN FINAL

4.4.1. MATERIAL

El material utilizado para la fabricación del colimador es el policarbonato, material plástico perteneciente a la familia de los termoplásticos. Este material está compuesto por grupos funcionales de polímeros de polímeros unidos con grupos de carbonato formando así su cadena molecular.

Es un material fácil de moldear, trabajar y formar. Su utilización en la manufactura moderna ha aumentado en las últimas décadas, como también los ámbitos en los que se utiliza: industria, arquitectura u hogar.

Las principales ventajas del policarbonato son:

- Gran transparencia.
- Elevada resistencia a la deformación térmica.
- Elevada resistencia al impacto.
- Resistencia y rigidez elevadas.

El material será suministrado de manera granular cerrado herméticamente en recipiente para así evitar posibles contaminaciones. El policarbonato también puede encontrarse en formulaciones naturales o en color.

Todo tipo de material posee un índice de absorción de agua que se encuentra en el ambiente, para poder llevar a cabo el proyecto este debe ser eliminado. La secadora o deshumidificadora se encargará de eliminar y mantener este material con un bajo índice de humedad.

Al tratarse de un material altamente sensible a la humedad en su transformación como el policarbonato se utilizará una deshumidificadora (Figura 4.18).

Esta máquina utiliza un material denominado sílice que se encarga de absorber la humedad al pasar el aire a través del circuito.



Figura 4.18 Deshumidificadores utilizadas en la planta

4.4.2. MOLDE

4.4.2.1. MOLDFLOW

Antes del diseño del molde se debe realizar un análisis moldflow (figura 4.19), se trata de un programa con el cual el equipo de ingeniería del proyecto puede simular el flujo del material en el molde. Este programa pertenece al tipo de programas de cálculos finitos.

Con la ayuda de este programa se puede determinar cuál es la mejor distribución de los canales de alimentación, y por tanto del punto de inyección. Esto se convierte en un paso determinante para el diseño de un molde con la calidad óptima, consiguiendo un buen balance de los canales, ya que los que se dictarían a primera vista no suelen ser los más lógicos.

Por tanto, como se observa el llenado se realizará por la parte inferior, tanto para la primera fase como para la segunda. El llenado se realizará de la zona azul hasta la zona roja. Esta será la forma óptima para realizarlo.

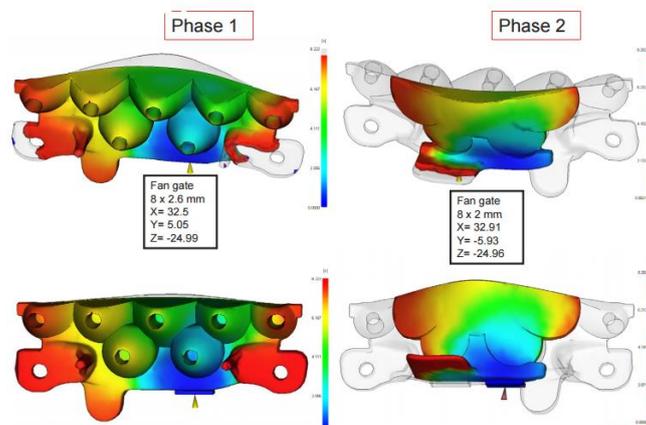


Figura 4.19 Proceso de llenado creado con Moldflow

4.4.2.2. CANALES CALIENTES

Este molde (figura 4.20) utilizará el sistema de inyección de colada caliente, cuya tecnología se caracteriza por conseguir mantener el material fundido. Para conseguir que el sistema se caliente es necesaria la instalación de termopares para controlar la temperatura. Los cables de estos deben conducirse al exterior del molde.

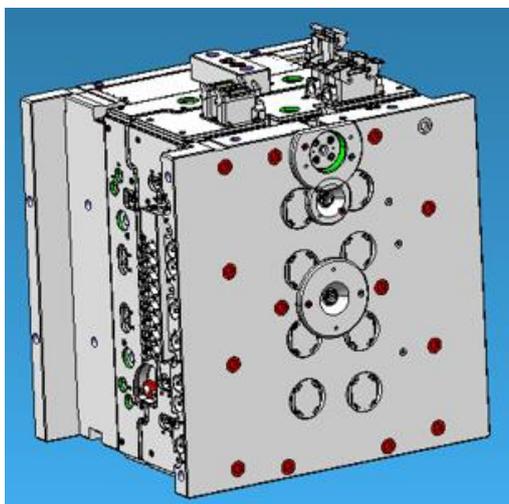


Figura 4.20 Molde utilizado para el proyecto

En este caso se utiliza este tipo de canal debido a que se trata un molde con dos husillos, es decir, bi-material. También debido a los requerimientos fotométricos de la pieza.

4.4.3. PROCESO DE INYECCIÓN

El molde requerido para la inyección de esta pieza es rotativo, esta máquina está equipada con un dispositivo automático para el giro de los moldes, reduciendo la intensidad del trabajo y ahorrando en mano de obra. A su vez este tipo de máquinas permiten una mayor flexibilidad de los moldes en lo referente a su tamaño.

El molde estará colocado en la máquina y fijado mediante bridas. Para llevar a cabo este proyecto será necesaria a su vez una máquina de dos husillos, también conocida como bi-material, aunque en esta pieza se inyectará el mismo material en ambas inyecciones. Los husillos estarán colocados uno en posición horizontal y el otro colado con una inclinación de 45 grados. La primera inyección se realizará cuando el molde se encuentra en la primera posición, será inyectado por el husillo que se encuentra en la posición horizontal. Tras realizarse dicha inyección el molde girará, la pieza inyectada en la primera fase se situará arriba y el husillo inclinado inyectará la segunda fase. Por tanto, cuando la segunda fase ha sido inyectada en las cavidades inferiores ya ha comenzado a inyectarse la primera fase.

Gracias a la utilización de este tipo de molde se inyectarán cuatro cavidades, dos de la mano izquierda y dos de la derecha, el expulsor realiza una marca para su diferenciación.

La rentabilidad de este molde es elevada ya que se consigue un mayor número de piezas con un solo molde.

Esta inyección es utilizada para mejorar el acabado de piezas transparentes reduciendo los defectos visibles o de piezas con un espesor elevado que reducen los defectos generales de la inyección.

4.4.4. PROCESO DE EXTRACCIÓN

Tras analizar ambas opciones de extracción, se implanta un robot manipulador para automatizar así la extracción. Este robot es conocido como, manipulador multifuncional reprogramable con varios grados de libertad, capaz de manipular materias, piezas, herramientas o dispositivos especiales según trayectorias variables programadas para realizar tareas diversas.

Para este proyecto se utilizará el de 6 ejes, gracias a esta configuración el sistema es capaz de recoger o depositar los envases tanto tumbados como de pie, pudiendo efectuar ambas operaciones simultáneamente con una presión muy elevada. Se le añadirá una mano-presa diseñada para este proyecto que posee cuatro pinzas, para conseguir la mejor extracción de las piezas.

4.4.5. PROCESO DE CORTE

Tras analizar todos los sistemas de alimentación posibles para el llenado del colimador se utilizará el bebedero de entrada directa. El policarbonato necesita un paso de material grande para así evitar flujos y conseguir un mejor acabado y mayor transparencia. Una vez definido el bebedero se definirá el tipo de corte necesario para este. El corte del bebedero del colimador se realizará con una máquina de corte por láser.

4.4.5.1. DEFINICIÓN LÁSER

Láser es una fuente de luz generada cuyas propiedades la distinguen de la luz obtenida por las fuentes convencionales.

Gracias a un rayo láser de alta potencia dirigido a la pieza mediante espejos se consigue el mecanizado con la tecnología láser. En la zona alcanzada por el láser se consigue una volatilización del material, el láser erosiona dicho material en capas obteniendo la profundidad requerida.

Esta tecnología (figura 4.21) no es convencional y con ella se obtiene mecanizados complejos y de pequeño tamaño. Algunas de las ventajas del láser son que puede ser utilizado para la mayoría de los materiales independientemente de su composición o dureza otra es que al ser una fuente de energía no produce desgastes, ni colisiones entre la herramienta de corte y la pieza, evitando el arranque de viruta tradicional.



Figura 4.21 Detalle del láser empleado en el proyecto

La luz del láser se caracteriza por ser monocromática y direccional, gracias a estas propiedades la energía generada por esta luz puede concentrarse en áreas de pequeño tamaño cuyo aspecto puede ser decisivo en muchas aplicaciones industriales.

4.4.5.2. TIPOS DE LÁSER

Los tipos de laser se clasifican según la naturaleza de su medio activo, medio donde se consigue situar más átomos en un estado excitado esto se consigue aportando energía al medio con bombeo:

- ❖ Laser solido
- ❖ Laser de gas: utiliza como medio activo una mezcla de helio y neón. Son habituales en laboratorios docentes o en aplicaciones de metrología de alta precisión.
- ❖ Laser semi-conductor: utilizados en punteros láser, impresoras láser, grabadores/reproductores CD, DVD, Blu-Ray, HD-DVD y como energía de bombeo de muchos láseres de estado sólido.

- ❖ Laser CO₂: el medio amplificador es un gas, refrigerado por un circuito de agua en caso de potencias elevadas, en el que se produce una descarga eléctrica.

4.4.5.3. LÁSER DIÓXIDO DE CARBONO

El láser de CO₂ (figura 2.22) trabaja mediante la excitación de moléculas de CO₂ que se encuentran en estado gaseoso. Estas moléculas son excitadas por colisión resonante por moléculas de N₂. Los estados de excitación de este componente son de tipo vibracional.

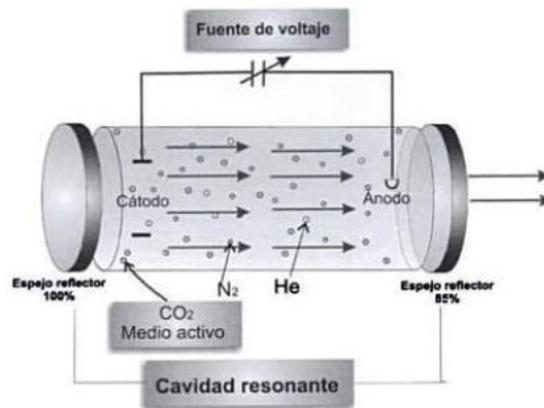


Figura 4.22 Esquema del láser de CO₂

La fuente energética está formada por una fuente de voltaje necesaria para poder producir una descarga eléctrica para excitar las moléculas de N₂. La sustancia activa empleada se compone por la mezcla de gas CO₂ con N₂. La cavidad resonante está formada por dos espejos (total y parcialmente reflectores) colocados en los dos extremos de un tubo de vidrio resistente al calor.

4.4.5.4. CORTE POR LÁSER

El corte por láser no es la única aplicación de esta tecnología ya que también puede utilizarse para soldadura y perforado. Para todas ellas se utiliza láseres de gran potencia para abastecer las intensidades que se debe alcanzar en las zonas de procesado.

Los elementos necesarios para un sistema de procesado láser son:

- Fuente de luz laser
- Mecanismo que permita la interrupción del haz
- Dispositivo de conducción del haz
- Lentes o espejos

- Tobera para proporcionar el flujo de gas
- Sistema de posicionamiento

Para realizar el corte empleando dicha tecnología es necesaria la optimización de una serie de parámetros para cada aplicación:

- Velocidad de avance (velocidad relativa entre el cabeza focalizador del láser y la pieza, este determina el tiempo de interacción entre el láser y el material).
- Espesor del material.
- Potencia del láser.
- Punto de focalización.

Las principales ventajas de esta tecnología frente a otros procesos de fabricación son:

- La alta velocidad de corte, no se produce deterioro de herramienta ya que no hay contacto entre el cabezal del láser (figura 4.23) y la pieza y la flexibilidad del proceso (los únicos cambios a realizar son de programación)
- El tamaño de la zona de corte puede ser muy pequeña esto implica un ahorro de material.
- Se consigue un corte limpio sin rebabas, gracias a este acabado no es necesario ningún tratamiento o limpieza posterior por lo que se puede soldar de manera directa.
- Fácil automatización por esta razón el proceso tiene una relativamente simple implantación en líneas de producción robotizadas.



Figura 4.23 Detalle del cabezal láser

Los principales inconvenientes o restricciones de esta tecnología son el alto coste de los equipos y la limitación en el espesor del material que se puede cortar, este valor varía en función de la potencia asociada al láser.

Las principales industrias en las que es utilizada esta tecnología son la automovilística y la naval. En el sector del automóvil el corte por láser es utilizado no solo para cortar piezas se usa de forma general para todo el proceso, desde el prototipado hasta el proceso de soldadura. Por otra parte, en la industria naval se utiliza para el corte de planchas utilizadas para la construcción de barcos.

4.4.5.5. ESTRUCTURA DE UNA MÁQUINA DE CORTE POR LÁSER

Este tipo de máquinas (figura 4.24) están formadas por tres componentes con elementos ópticos:

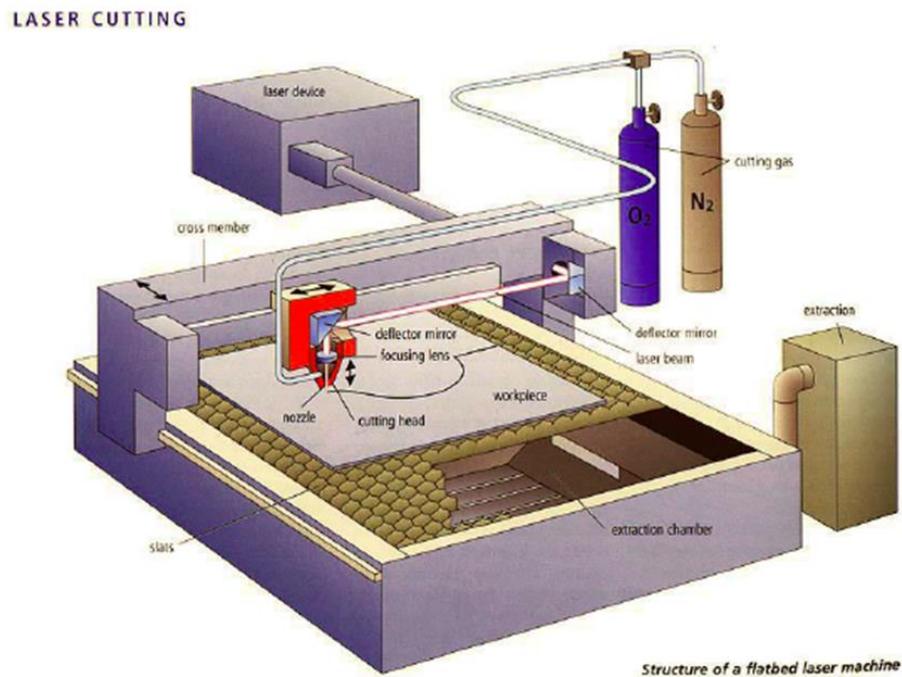


Figura 4.24 Detalle de las partes de la máquina

- ❖ Resonador (figura 4.25): compuesto por dos espejos que crean la luz láser y logran la amplificación. Existen dos tipos el estable que emite un único haz láser y el inestable que emite varios haces. Este elemento posee tres tipos de espejo para conseguir así su óptica: trasero, de desviación y de salida.
- ❖ Trayectoria

❖ Cabezal de enfoque

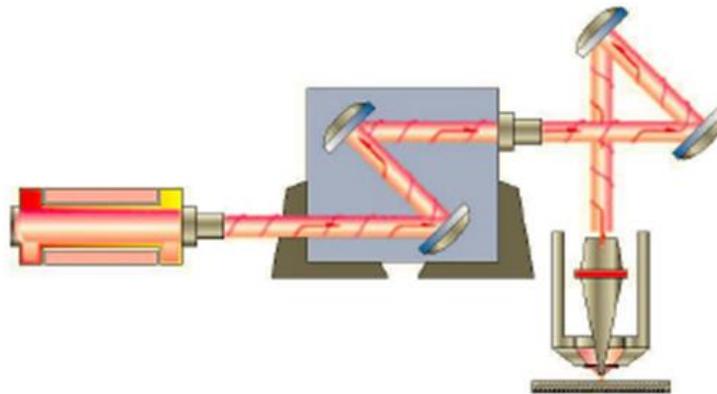


Figura 4.25 Detalle de los espejos que forman el resonador

Esta opción es, hoy en día, la más utilizada en el sector de la automoción debido a su eficacia y su automatización. Por las características del proyecto esta será la tecnología empleada. Este método es utilizado por el cliente para piezas similares consiguiendo buenos resultados.

El corte por láser es la manera más efectiva de cortar piezas cuyos contornos son complicados. Con esta técnica se puede efectuar ajustes a la silueta sin necesidad de disponer de matrices de corte. Es necesaria una inversión inicial ya que se necesita un equipo especializado, para ello se diseña un útil de corte (figura 4.26). La inversión sería menos que para el equipo de ultrasonidos y conseguimos una mayor versatilidad.

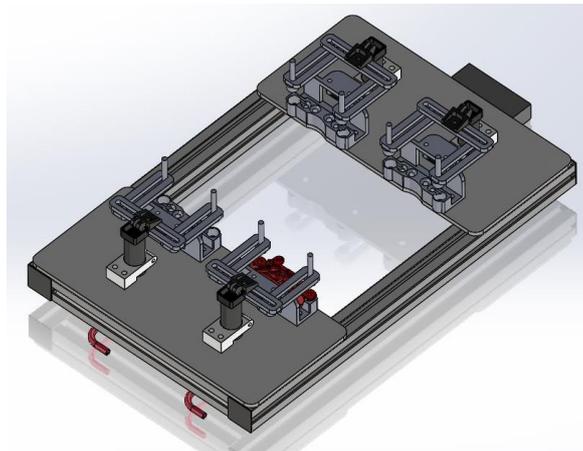


Figura 4.26 Útil de corte para el láser

Antes de tomar la decisión final se envían muestras (figura 2.27) a cliente para que evalúe los resultados y apruebe el sistema. Tras realizar las primeras pruebas se observa que las piezas cortadas no presentan amarilleamiento ni rebabas, cumpliendo las especificaciones requeridas por el cliente, así como los valores fotométricos requeridos.



Figura 4.27 Primeras muestras, a la derecha tras el corte de bebedero e izquierda con bebedero

4.4.6. EMBALAJE

Una vez el operario ha evaluado y aceptado la pieza se realizará el embalado y empaquetado de las piezas. El operario deberá embalarla en el contenedor o caja definido previamente por el departamento de procesos de la empresa.

Tras definir ser definido por el departamento de procesos debe ser aceptado por calidad, generando una hoja de embalaje que estará visible en cada puesto de trabajo y ser cumplida por el operario sin excepción.

El proceso de embalaje seguirá el siguiente procedimiento:

- ❖ Primer paso (figura 4.28): coger el cellair BC y colocar 3 piezas como se observa en la imagen.



Figura 4.28 Detalle del primer paso del embalaje

- ❖ Segundo paso (figura 4.29): se enrolla el cellair BC las 3 piezas. Se colocan otras 3 piezas en el cellair. Figura 4.3 detalle del segundo, tercer y cuarto paso de embalaje.



Figura 2.29 Detalle del segundo, tercer y cuarto paso

- ❖ Último paso (figura 4.30): por último, se enrollan las 3 piezas finales, consiguiendo un total de 12 piezas por cellair.



Figura 4.30 Detalle del último paso

- ❖ Se colocan 12 piezas envueltas en cellair BC (figura 4.31), según el procedimiento anterior.



Figura 4.31 Colocación de las piezas en la caja

- ❖ Cada piso se completará con 3 packs de 12 piezas (figura 4.32). Los pisos serán separados por cellair PE 40.



Figura 4.32 Detalle de la colocación de los pisos

- ❖ El embalaje se completará con 5 pisos (figura 4.33).



Figura 4.33 Embalaje final

4.5. PREVISIÓN DE FABRICACIÓN

El proveedor debe asumir que dispondrá de la capacidad necesaria de la máquina para conseguir la fabricación de la cantidad requerida por el cliente. Para este proyecto los volúmenes estimados (figura 4.34) para la producción de la pieza serán los siguientes:

- Año 2017: 103.906 piezas/año
- Año 2018: 215.712 piezas/año
- Año 2019: 212.262 piezas/año
- Año 2020: 207.312 piezas/año
- Año 2021: 103.006 piezas/año

4 - GLOBAL MARKET FORECAST						
	2017	2018	2019	2020	2021	Life time
Estimated volumes (parts/year)	103.906	215.712	212.262	207.312	103.006	4

Figura 4.34 Volúmenes estimados

4.6. DESCRIPCIÓN GENERAL

El resultado final para la industrialización de la pieza será el siguiente. Como se explica en el capítulo 4 solución final, el molde con el que se inyecta la pieza requiere un plato rotativo que se colocará en la máquina y en él será embridado el molde. Dicho plato deberá girar el molde.

La máquina de inyección en la que se fabricará la pieza será definida para el proceso. En este caso es imprescindible que la máquina sea bi-material, es decir, dispondrá de dos husillos diferentes inyectando por ambos. Estos husillos estarán colocados uno de manera horizontal y el segundo formando 45 grados con el anterior. La inyección se realizará en dos fases.

Con este molde se inyectarán cuatro cavidades diferentes, dos de ellas mano izquierda y otras dos manos derechas, será posible su diferenciación gracias a una marca. Consiguiendo gracias a esto una mayor rentabilidad en el proceso, ya que con un solo ciclo se obtiene un mayor número de piezas.

Tanto las primeras pruebas de molde como la puesta a punto se llevarán a cabo por el mejor equipo de técnicos y más preparado para este tipo de moldes, para así poder realizar los ajustes de parámetros de inyección necesarios para esta máquina.

Se ha diseñado una plantilla específica para la extracción de la pieza del molde. El robot agarrará la pieza del bebedero y la situará la cuna y el útil diseñados para el proceso de separación de los bebederos. Para esto se implantará un proceso de corte por láser.

Las piezas irán por una cinta transportadora hasta llegar al operario, encargado de evaluar cada una de ellas. Siguiendo las pautas de calidad establecidas (Anexo I) y decidirá si la pieza cumple el estándar de calidad marcado por Ingeniería de Calidad o no. Si estas cumplen deberá embalarlas siguiendo la pauta de embalaje definida y firmada con el cliente.

Tras completar el mínimo de piezas de envío se enviarán al alcacer, pendientes de ser revisadas por los auditores de calidad. Estos verificarán las piezas, deben cumplir la pauta de control, el embalaje y el etiquetaje de los contenedores. Una vez finalizado este último paso, las piezas se ubicarán en el almacén de producto terminado para ser enviadas a cliente cuando realice un pedido.

PLIEGO DE CONDICIONES

1.	DEFINICIÓN Y ALCANCE DEL DOCUMENTO.....	2
1.1.	DOCUMENTOS DEL PROYECTO	2
1.2.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	3
1.3.	CONDICIONES PARTICULARES.....	3
1.3.1.	PRONÓSTICO DEL MERCADO GLOBAL	3
1.3.2.	HITOS DE DISTRIBUCIÓN DEL PROYECTO	4
1.3.3.	PRESUPUESTO	4
1.3.4.	REDUCCIÓN DEL PRECIO ANUAL	4
1.3.5.	MOLDE.....	5
1.3.6.	CONDICIONES DE PAGO	5
1.3.7.	GARANTÍAS.....	6
1.3.8.	REQUISITOS TÉCNICOS DEL PRODUCTO Y PROCESO.....	6
1.3.9.	PROCESO DE VIABILIDAD.....	6
1.3.10.	REQUISITOS ENVÍOS LOGÍSTICOS	7
1.3.11.	EMBALAJE.....	7
1.3.12.	ASEGURAMIENTO DE CALIDAD	8
1.3.13.	UTILLAJE DE EXTRACCIÓN	8
1.3.14.	CORTE DE COLADA	9
1.4.	ESPECIFICACIONES DE LOS ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DEL PROYECTO.....	9
1.4.1.	MATERIA PRIMA.....	9
1.4.2.	UTILLAJE DE EXTRACCIÓN	9
1.4.3.	UTILLAJE DE CORTE DE COLADA.....	12

1. DEFINICIÓN Y ALCANCE DEL DOCUMENTO

El presente Pliego General de Condiciones tiene por finalidad regular la ejecución del proyecto fijando los niveles técnicos y de calidad exigibles, precisando las intervenciones que corresponden según contrato y con arreglo de la legislación vigente.

El proyectista se responsabiliza del funcionamiento del sistema propuesto si todas y cada una de las condiciones del presente Pliego de Condiciones son cumplidas. Del mismo modo, el proyectista no hará caso de omisión o incumplimiento de alguna de las condiciones del presente Pliego de Condiciones.

1.1. DOCUMENTOS DEL PROYECTO

El presente documento consta de los siguientes documentos:

- 1^{er} documento: Memoria.
- 2^o documento: Presupuesto
- 3^{er} documento: Planos
- 4^o documento Pliego de condiciones
- 5^o documento: Anexo I (documentación de calidad)

Los documentos contractuales son aquellos que estén incorporados en el contrato y que sean de obligatorio cumplimiento. Las modificaciones de dichos documentos deben ser autorizadas. Estos documentos, en caso de licitación bajo presupuesto son:

- Planos
- Pliego de Condiciones

El resto de documentos o datos del proyecto poseen un carácter informativo y están constituidos por la memoria y sus anexos y los presupuestos tanto parciales como totales.

La base del contrato está constituida solamente por los documentos contractuales, definidos en la parte anterior. El contratista no podrá alegar modificación alguna de las condiciones del contrato en base a los contenidos de los documentos informativos a menos que estos aparezcan en algún documento contractual.

Por tanto, el contratista será el responsable de los errores que puedan derivar de la insuficiencia de información directa que rectifique o ratifique el contenido de los documentos informativos del proyecto.

En caso de contradicción entre los Planos y las Prescripciones Técnicas Particulares contenidas en el presente Pliego de Condiciones, prevalecerá lo prescrito en estas.

Ambos documentos prevalecen sobre las Preinscripciones Técnicas Generales contenidas en el presente Pliego de condiciones.

Lo que haya sido citado en los Planos y omitido en el Pliego de Condiciones, o viceversa, habrá de ser ejecutado como si hubiera estado expuesto en ambos documentos, siempre que, a juicio del Director, queden suficientemente definidas las unidades de obra correspondientes y éstas tengan precio en el Contrato.

1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Este proyecto trata la industrialización de una pieza plástica para el sector del automóvil, en el presente Pliego de Condiciones serán redactadas las especificaciones que debe cumplir. El documento abarcará todos los procesos descritos en la memoria en su totalidad.

Consta de requisitos de proceso, tiempo, embalaje, logística y calidad. Este documento debe ser aplicado por ser requerimiento del cliente final, se asume plena responsabilidad por las partes: procesos de fabricación utilizados para producir las piezas, decisiones técnicas aplicadas para la producción y aptitud para el propósito particular.

1.3. CONDICIONES PARTICULARES

1.3.1. PRONÓSTICO DEL MERCADO GLOBAL

Los volúmenes estimados para la producción anual de esta pieza serán:

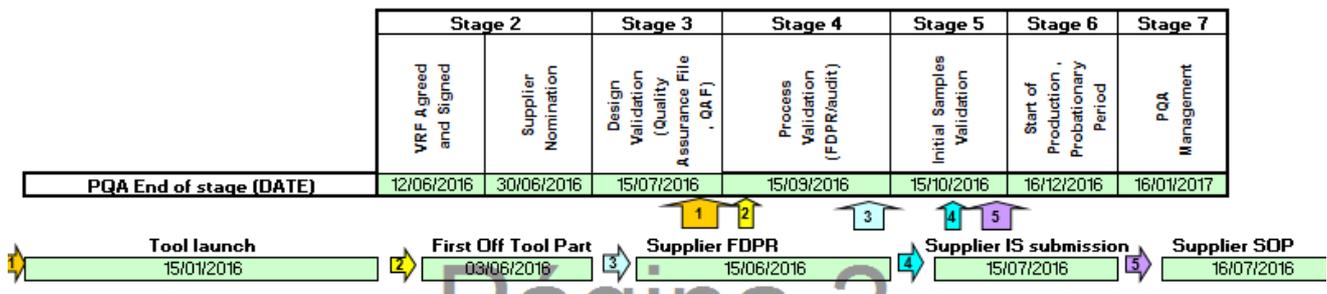
- Año 2017: 103.906
- Año 2018: 215.712
- Año 2019: 212.262
- Año 2020: 207.312
- Año 2021: 103.006

El proveedor fabricante de la pieza, asume según el presente Pliego de Condiciones que dispondrá de la capacidad necesaria de máquina para conseguir la correcta fabricación de la cantidad máquina requerida por el cliente.

Añadiendo, el proveedor debe ser capaz de producir, el mercado postventa, durante diez años después de finalizar la vida serie. Este será capaz a su vez de adaptar su

capacidad de producción y entrega de los volúmenes estimados + 15% de la cantidad requerida.

1.3.2. HITOS DE DISTRICUÓN DEL PROYECTO



1.3.3. PRESUPUESTO

El precio pieza queda definido en el documento de presupuesto.

El envío de muestras iniciales será de 100 unidades. Para el proceso de validación se enviarán 300 unidades. El coste relacionado con las muestras iniciales y el informe debe ser sufragado por el proveedor.

1.3.4. REDUCCIÓN DEL PRECIO ANUAL

La reducción de los precios comerciales será:

- El 1/Enero después del inicio de la producción: 5%
- El 1/Enero después del inicio de la producción + 1 año: 5%
- El 1/Enero después del inicio de la producción + 2 años: 5%

Los requisitos de productividades técnicas serán los mostrados:

- El 1/Enero después del inicio de la producción: 5%
- El 1/Enero después del inicio de la producción + 1 año: 5%
- El 1/Enero después del inicio de la producción + 2 años: 5%

El proveedor presentará al responsable de compras del cliente “hojas de sugerencias” y será invitado a presentarlas a su vez al responsable de materiales.

El proveedor permitirá que el cliente pueda realizar auditorías en la planta del proveedor con el fin de identificar ahorros en costes adicionales.

1.3.5. MOLDE

El cliente será el propietario del molde y su transferencia de propiedad del mismo se producirá de acuerdo con las Condiciones Generales de Compra.

El proveedor deberá firmar durante el Hito 4 un acuerdo de préstamo de herramientas para dicha herramienta.

En caso de que el precio de la herramienta se amortizase en el precio pieza y el cliente decidiese terminar su relación comercial con el proveedor con respecto a dicha pieza fabricada con el molde antes de la amortización total del precio, el cliente y el proveedor deben acordar que el primero deberá pagar al segundo una compensación completa y definitiva de una cantidad igual a la parte no amortizada del precio de dicha herramienta.

1.3.6. CONDICIONES DE PAGO

Las condiciones de pago de molde deben ser adaptadas al país y a las condiciones de pago del cliente, en este caso Valeo.

Las condiciones de pago del molde deben ser las mismas o mejores en comparación a las solicitadas por el cliente.

La primera elección será la de solicitar la amortización del utillaje en el precio pieza. De lo contrario, se utilizarán las siguientes condiciones:

- ❖ 30% con la orden de compra, previa presentación de una factura y una primera demanda de garantía bancaria irrevocable para reembolsar el depósito si el proveedor no cumple plenamente con sus obligaciones en virtud de la orden de compra.
- ❖ 30% al recibir la primera muestra del molde y el informe de inspección sobre las especificaciones críticas. Se requiere una primera demanda de garantía bancaria irrevocable si la herramienta no está físicamente en una fábrica del cliente.
- ❖ 30% cuando las muestras iniciales fabricadas con el molde son aceptadas por el cliente (IP > 80% y sin IRC > 50) con herramientas de dibujos, la confirmación de la etiqueta de propiedad de cliente adjunto al Convenio de Préstamo de herramientas útiles firmado.
- ❖ 10% en el inicio de la producción de piezas fabricadas con el molde y si las muestras iniciales han sido previamente aceptadas por cliente.

1.3.7. GARANTÍAS

Desde el día de primera matriculación del coche, validación del proceso y muestras iniciales la garantía por parte del proveedor de esta pieza es de:

- Tres años
- 300.000 kilómetros

Todos los costes asociados a devoluciones en garantía serán cobrados a los proveedores sobre la base de normas de cliente y fabricantes de automóviles. La responsabilidad del proveedor se puede definir sobre la base de los resultados de los análisis de expertos llevadas a cabo sobre muestras representativas de la pieza.

Se acuerda que sólo las muestras de las piezas defectuosas son proporcionadas por los fabricantes de automóviles. Dichas piezas son muestras representativas de los rendimientos globales de garantía y se utilizan para la definición de la relación entre las partes no conformes. Esta relación será aplicada para la definición de responsabilidad del proveedor con respecto a los rendimientos y/o retirada de garantía, en caso de haberla. El proveedor renuncia a su derecho de solicitar recibir las piezas defectuosas

1.3.8. REQUISITOS TÉCNICOS DEL PRODUCTO Y PROCESO

El cliente sólo proporcionará datos CAD en su formato nativo por los requisitos del programa. La traducción de dichos documentos a cualquier otro formato CAD será responsabilidad única del proveedor.

La solicitud de los documentos necesarios, la forma e información del cliente es responsabilidad del proveedor.

I + D de Software CAD actual y versión CATIA es su versión 21.

Es responsabilidad del proveedor asegurarse de que su software de CAD y su versión son completamente compatibles con las del cliente.

El material utilizado para la fabricación de las piezas es:

Makrolon LED 2245 (Anexo 3)

1.3.9. PROCESO DE VIABILIDAD

El proveedor afirma que todas las lecciones aprendidas se tienen en cuenta para el proyecto.

El proveedor declara que su capacidad diaria es de 24 horas.

Divididas en tres turnos de trabajo de ocho horas.

Se trabajarán cinco días a la semana.

El proveedor se compromete a cumplir con la calidad exigida por el cliente, siendo los siguientes targets los aplicables a la hora de imputar una reclamación del cliente:

PPMs en Cliente: 9 PPMs

Se entiende por PPM como: $(\text{número de piezas defectuosas} / \text{número de piezas entregadas}) \times 1000000$

1.3.10.REQUISITOS ENVÍOS LOGÍSTICOS

El lugar de destino de las piezas del proyecto será Martos (Jaén, España). Estas se enviarán a un almacén regulador que se encuentra próximo a la planta, en el cual las piezas serán almacenadas y suministradas en lotes de menor volumen al cliente.

Deberá tener un stock de seguridad de tres días en su almacén.

La frecuencia con la que se realizarán dichos envíos será de 3 veces por semana. La unidad mínima de envío de piezas a cliente será de un total de 800 piezas.

El proveedor deberá tener un stock máximo de catorce días y mínimo de siete.

El lote mínimo de producción una vez el molde es subido a máquina será de 240 piezas.

El proveedor deberá tener conocimientos básicos en EDI, portal en el que el cliente actualizará semanalmente los pedidos.

El proveedor deberá tener un stock mínimo de 3 días y un máximo 7 días.

Deberá además tener un stock de seguridad de 3 días de stock en un almacén.

1.3.11.EMBALAJE

La responsabilidad de suministrar el embalaje necesario para cada pieza es del cliente.

La caja deberá ser la referencia KLT 43270 y tener las dimensiones siguientes:

L400x W300x H270 mm

La propiedad del embalaje será del cliente y, por tanto, será con el cual el proveedor suministrará las piezas fabricadas.

El embalaje empleado para el transporte será retornable y volverá en el camión que recoja las piezas del envío.

El proveedor debe definir un embalaje alternativo a la caja retornable por si faltase de esta. Las dimensiones del embalaje alternativo deben ser las mismas que las retornables.

El diseño y desarrollo del embalaje será del proveedor, definiendo los componentes que considere necesarios para garantizar el transporte seguro de las piezas embaladas. El proveedor define las pautas de embalaje y las envía a cliente para que estos la firmen.

Las piezas deben ir ordenadas utilizando componentes internos si fuera necesario, no podrán ir a granel.

La caja utilizada para el embalaje debe ir cerrada mediante la tapa correspondiente, todas y cada una de las cajas disponen de tapa.

Por motivos de seguridad el peso máximo de cada caja será de 12.

La limpieza de los contenedores será responsabilidad del cliente, el proveedor podrá devolver el embalaje que no se encuentre en las condiciones requeridas para su limpieza.

El cliente debe validar el embalaje propuesto por el proveedor, para esto, se enviarán dos cajas de muestras a cliente.

Se enviarán 180 unidades por caja y 7200 por pallet.

Las dimensiones del pallet deben ser de 1200 x 1000 mm.

1.3.12.ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

Las piezas deben cumplir los requerimientos exigidos por el cliente. Será responsabilidad del proveedor conseguir cumplir dichas exigencias, de no ser posible cumplirlas, deberá informar al cliente.

El proveedor debe asegurar la cumplimentación del estándar de inspección enviado por el cliente. El aspecto de cada pieza debe tener que ser como el exigido por el cliente.

El proveedor tiene que realizar el control visual de aspecto al 100% de las piezas.

Todas las piezas deben cumplir las especificaciones dimensionales del plano. El proveedor es el encargado de realizar un dimensional del 100% de las cotas para la homologación de cada pieza, después en producción se deberá controlar las cotas exigidas por cliente, o en su defecto las que el proveedor considere oportunas, siempre con un acuerdo entre las dos partes.

1.3.13.UTILLAJE DE EXTRACCIÓN

La pieza será extraída de la máquina de manera automatizada mediante un utillaje de extracción.

La responsabilidad del diseño de dicho utillaje será del proveedor, siendo necesaria la realización de un diseño 3D inicial para su validación por parte del cliente.

El utillaje no debe dañar de ninguna manera las piezas al extraerlas del molde.

El coste deberá ser asumido en su totalidad por el cliente, siendo de esta manera de su propiedad.

1.3.14. CORTE DE COLADA

El corte de colada deberá ser de manera automatizada.

En la pieza no deberán quedar escamas o restos de bebedero. La tolerancia del bebedero será de 1 mm. Por encima de este valor, si el cliente recibe piezas de este tipo puede ser motivo de rechazo oficial.

Ninguna pieza debe presentar ni amarilleamientos ni quemazos.

La elección del sistema de corte automatizado del sistema de corte automatizado a emplear, será un acuerdo entre ambas partes, tanto proveedor como cliente deberán buscar soluciones y finalmente ponerlas en común para así elegir la más factible en todos los aspectos.

1.4. ESPECIFICACIONES DE LOS ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DEL PROYECTO

1.4.1. MATERIA PRIMA

PIEZA INYECTADA	
Material	Makrolon LED 2245
Procesado	Procesado de la industria plástica
Certificados de inspección	Ver anexo 2

1.4.2. UTILLAJE DE EXTRACCIÓN

PERFIL BOSCH I	
Material	Aluminio
Procesado	Según estándar
Características	Según estándar

PERFIL BOSCH II	
Material	Aluminio
Procesado	Según estándar
Características	Según estándar

ANCLAJE ROBOT MANIPULARO	
Material	Aluminio
Procesado	Mecanizado CNC
Características	Resistencia a flexión 15 kg

PLETINA A	
Material	Aluminio
Procesado	Mecanizado CNC
Características	Según estándar

PLETINA B	
Material	Aluminio
Procesado	Mecanizado CNC
Características	Según estándar

PINZA TIPO 1	
Material	Aluminio
Procesado	GR04.123 - 16
Características	N/A

TORNILLO CABEZA HUECA HEXAGONAL M6	
Material	Acero
Procesado	Según estándar
Características	Dureza 8.8 tipo Allen

ARANDELAS	
Material	Aluminio
Procesado	Según estándar
Características	ISO 10 673 M6 Estándar
Dimensiones	∅ Ext. 12; ∅ Int. 6

CONECTORES AIRE	
Material	Poliuretano
Procesado	Según estándar
Características	∅ 4
Dimensiones	∅ 4

TUERCAS	
Material	Acero
Procesado	Según estándar
Características	Hexagonal cabeza martillo
Dimensiones	M6

CABLEADO	
Material	Cobre / Funda plástica
Características	Material conductor (cobre) / aislante plástico
Dimensiones	∅ 0.4 x 500

CONECTOR CABLEADO	
Material	Acero conductor / Funda plástica
Características	Conector de 25 puertos paralelo
Dimensiones	47 x 55 x 15

ROBOTS	
Modelo	Fanuc 100ic 12
Modelo	Fanuc M-20iA

1.4.3. UTILLAJE DE CORTE DE COLADA

RESONADOR SLAB DE CO ₂	
Equipo	Equipo refrigerado por difusión, sellado, excitado por radiofrecuencia
Modelo	Rofin SC x 10
Características	100 W
Fuentes de alimentación	RF y DC refrigeradas por agua
Convertidor de señales	TLL a RS422

CONTROLADOR EXTERNO	
Equipo	Señal analógica de selección de potencia
Modelo	Mk5
Características	Señales para comunicación CNC SCx10

PRESUPUESTO

1.	COSTE	2
1.1.	COSTES INDIRECTOS.....	3
1.1.1.	TOTAL DE COSTES INDIRECTOS	4
1.2.	COSTE DIRECTO	5
1.2.1.	TOTAL DE COSTES DIRECTOS.....	5
1.3.	TOTAL DE COSTES:.....	6

Se conoce como presupuesto de un proyecto a la suma total de dinero asignado con el propósito de cubrir todos los gastos de este durante un periodo de tiempo específico. El fin de la gerencia del presupuesto es controlar los costos del proyecto dentro del presupuesto aprobado y entregar las metas esperadas del proyecto.

Para la realización del proyecto se ha partido de los requisitos de la compañía Novatec Group. En el presupuesto se reflejará los costes totales y los costes de cada pieza, teniendo en cuenta los costes directos e indirectos y lo que estos engloban.

1. COSTE

Desde el punto de vista de Contabilidad se entiende por coste como los recursos que se deben emplear para alcanzar un objetivo específico. El coste es la medición en términos monetarios de los recursos utilizados para conseguir un objetivo determinado.

El coste mide por tanto el uso de los recursos necesarios para producir bienes o servicios. Es decir, el coste mide la cantidad de recursos que se han empleado para un propósito determinado.

El análisis de los costes de una empresa desde la perspectiva de los objetivos de coste que los originan es muy importante ya que, un cambio en los objetivos de coste que la empresa pretende seguir puede hacer variar totalmente la clasificación establecida entre costes directos e indirectos.

A continuación, se muestra el presupuesto calculado utilizando los datos más recientes del mercado tanto para porcentajes como para gastos (materiales, maquinaria, procesos de fabricación, etc.) y márgenes sobre dichos beneficios.

1.1. COSTES INDIRECTOS

Coste indirecto es aquel coste que afecta al proceso productivo en general de uno o más productos, por lo que no se puede asignar directamente a un solo producto sin usar algún criterio de asignación.

Es decir, no se puede asignar únicamente, a una unidad de referencia concreta. Sino a criterios más generales, que dependen en cierta manera del tipo de producción. Como el gasto de electricidad, agua, almacenamiento, climatización, etc. de un proceso de producción.

Para este proyecto se tienen en cuenta como costes indirectos: el alquiler de la nave industrial, así como el agua que se gasta en ella, personal, agua, material de oficina, los teléfonos, internet y el equipo informático empleado.

En el coste del personal se encuentra el de los operarios en planta, el técnico de inyección y los de matricería. También a los diferentes departamentos que forman la empresa:

- Departamento de recursos humanos
- Departamento de compras
- Departamento de producción
- Departamento de logística
- Departamento de calidad
- Departamento de ingeniería y proyectos

Dentro del equipo informático se debe tener en cuenta los softwares y programas necesarios y empleados para el desarrollo de los proyectos que en este caso serían:

- Catia V5
- Solidworks
- ILS
- Office 365

EQUIPO INFORMATICO			
	Compra	Anual	Coste asociado a pieza
Equipo informático	31.000		
Catia V5	9.682	2.050	
Solidworks	7.012,5	1.700	
ILS	60.000		
Office 365	5.280		
TOTAL:	112.974,5	3.750	

COSTE INGENIERO		
	Costes/horas	Coste/pieza
Costes derivados de la ingeniería	40€/hora	
Total de horas empleadas en el proyecto	300	
TOTAL:	12.000	0,014

1.1.1. TOTAL DE COSTES INDIRECTOS

Para este proyecto la pieza será fabricada en una empresa que posee veinte máquinas inyectoras.

El total de piezas realizadas para el proyecto será de 842.198.

COSTES INDIRECTOS			
	Anual	Mensual	Coste asociado a pieza
Alquiler nave	21.600	2.100	0,14
Total personal	172.000		
Total equipo informático	3.750		
Coste ingeniero	10.000		
TOTAL:	207.350		0,246

1.2. COSTE DIRECTO

Se conoce como coste directo o fundamental al conjunto que está directamente relacionado con la obtención del producto o servicio en torno al cual gira el desempeño de la empresa, con independencia del volumen de la actividad. Estos costes pueden ser repartidos entre los distintos productos que son fabricados por la empresa de manera objetiva.

Los costes directos afectan de manera directa a la determinación del precio del producto, este coste deberá ser recuperado estableciendo el precio de venta al público y por las ventas del mismo en el mercado de destino.

40% de la maquina

1.2.1. TOTAL DE COSTES DIRECTOS

COSTES DIRECTOS			
	Coste anual		Coste asociado a pieza
Máquina	100.000		
Energía	9.600		
Operario	20.000		
Banco fotométrico	39.500		
Útil de corte	16.000		
	185.100	Subtotal:	0,219
Transporte	150	7200 piezas/ trans	0,02
Materia prima	3,5 €/Kg	14,5g x 3,5 €/Kg	0,05
TOTAL:			0,28

1.3. TOTAL DE COSTES:

TOTAL DE COSTES		
	Coste anual	Coste pieza
Costes indirectos	207.350	0,246
Costes directos	205.100	0,28
	Subtotal:	0,526
Beneficio industrial	6%	0,03
		0,556
IVA	21%	0,11
TOTAL:		0,666

El coste total de cada pieza incluyendo el beneficio industrial y el IVA es de 0,666 €