



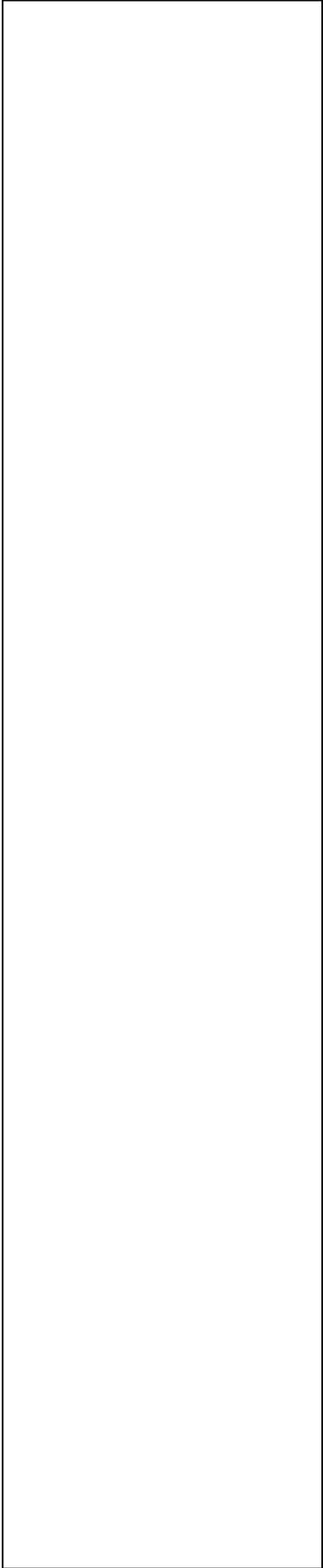
MÁSTER EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES,
CALIDAD Y MEDIO AMBIENTE
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

TRABAJO FIN DE MASTER

**EMPLEO DE CENTRALES
DE FILTRACIÓN PARA
RECICLAR EL LÍQUIDO
DE CORTE Y
REVALORIZAR LA
VIRUTA**

JAVIER ELOY CHASCO ARISTIMUÑO

JULIO 2012



Reunido el Tribunal designado por el Comité Académico del Master en Gestión y Tecnología Ambiental, para la evaluación de Trabajos Fin de Master, y después de estudiar la memoria y atender a la defensa del trabajo **“Empleo De Centrales De Filtración Para Reciclar El Líquido De Corte Y Revalorizar La Viruta”**, presentado por el alumno D. *Javier Eloy Chasco Aristimuño*, decidió otorgarle la calificación de _____.

Valladolid, 2 de *Julio* de 2012

El Presidente

El Secretario

Fdo.:

Fdo.:

Vocal

Fdo.:

ÍNDICE

	PÁG
1. Resumen_____	2
2. Antecedentes generales_____	2
2.1 Renault y sus aliados _____	6
2.2 Renault España _____	7
2.3 Factoría de Motores_____	9
2.4 Renault y el Medio Ambiente _____	11
3. Objetivos_____	12
4. Metodología y discusión_____	12
5. Medios utilizados_____	13
6. Análisis e interpretación de los resultados_____	14
6.1 Centrales de filtración de líquidos de corte_____	14
6.2 Funcionamiento de una central de filtración_____	15
6.3 Principales funciones de una central de filtración_____	20
6.4 Funciones de los líquidos de corte_____	23
6.5 Tipos de líquidos de corte_____	29
6.6 Factores físico-químico de los líquidos de corte_____	36
6.7 Seguridad frente a los líquidos de corte_____	40
6.8 Salud de los líquidos de corte_____	41
7. Conclusiones y juicio crítico_____	42
8. Bibliografía_____	42

1 RESUMEN

A lo largo de esta memoria se expone el trabajo realizado en el Convenio-Programa Master oficial de estudiantes de la universidad de Valladolid en la empresa/entidad RENAULT ESPAÑA, S.A. “para el desarrollo de un programa de cooperación educativa”.

El contenido de las prácticas ha consistido en la realización de una base de datos de las centrales de filtración existentes en la Factoría de Motores de Valladolid con el objetivo de comparar la situación disponible (teórica) con la necesaria (real) y, de este modo, optimizar el funcionamiento de las mismas. Además, se ha colaborado con otros departamentos en la resolución de no conformidades relacionadas con dichas centrales de filtración. La duración de las mismas ha sido de 824 horas desde el 23 de Enero de 2012 al 29 de Junio de 2012.

2 ANTECEDENTES GENERALES

La aventura industrial de Renault comienza el 24 de diciembre de 1898, cuando un nuevo y extraño vehículo bautizado en francés "*Voiturette*", subía la enorme pendiente de la calle Lepic, en Montmartre (París) ante el asombro de los espectadores. Se abría, entonces uno de los capítulos más importantes de la historia automovilística.



Los tres Hermanos Renault.



Louis Renault al volante de su Voiturette tipo A en 1899.

El 1 de octubre de 1899, los hermanos Marcel y Fernand fundaron la sociedad ‘*Renault Frères*’ y otorgaron a Louis Renault un buen salario a condición de que

mostrara resultados. Louis los demostró muy rápido, pues Renault es conocida a partir de la competición con Louis y Marcel al volante de sus voitures. En 1899, sumaron victoria tras victoria en la mayoría de las carreras de ciudad en ciudad de la época.

Estos éxitos, además de la publicidad, lograron expandir los pedidos de vehículos de carrera en carrera. Las voitures eran vendidas en 3.000 francos o el equivalente de diez años de salario promedio. La marca se desarrolla rápidamente, tanto que en 1902, Louis presenta el primer motor Renault, un 24 CV de 4 cilindros.

Marcel Renault en su Vauthier
participando en la carrera
Paris-Madrid 1903



Louis Renault en su taller

En 1903, a causa de la muerte de su hermano Marcel, en la carrera París-Madrid, Louis abandona definitivamente la competición y confía en pilotos experimentados la defensa de los colores de la marca, tanto en Francia como en África del Norte, Estados Unidos, Cuba, América del Sur... así fue como Fernand comienza a desarrollar la red comercial de Renault Frères y crear las primeras filiales en el extranjero.

En 1905 la sociedad recibe un primer pedido de 250 taxis. Las instalaciones se organizan y la fabricación pasará del artesanado a la producción en serie. Renault se convierte en el primer constructor francés. Debido al éxito obtenido en París y en Londres, se decide la exportación de taxis a Nueva York y a Buenos Aires.

Fernand muere a causa de una larga enfermedad en 1909, cediendo a su hermano Louis su parte de la empresa. Se rebautizó la firma como Sociedad de Automóviles Louis Renault, que fabricaba todo lo relacionado con el comportamiento motor, autos,

camionetas, pequeños ómnibus y grupos electrógenos. Louis Renault fue también un apasionado por la aviación y el primer constructor automotriz en lanzarse a la aeronáutica.

En 1914, el primer conflicto mundial transforma la fábrica de Billancourt en arsenal. Los taxis de París transportaron a 4.000 hombres de las tropas y se dice que 500 eran Renault, contribuyendo a la primera victoria sobre los alemanes. Entraron en la historia como "Los taxis de la Marne". Las fábricas de Renault se convirtieron a la producción militar, fabricando cantidad de materiales de todo género: camiones, ambulancias y proyectiles. En 1917, Louis Renault diseña el primer tanque militar ligero el FT 17. Louis Renault recibió todos los honores por su contribución y una reputación internacional.



Década del 20



Después de la crisis de la economía mundial en 1920-1921 Louis Renault se reorganiza y constituye la (Société Anonyme des Usines Renault (SAUR)), donde desarrolla la visión de una gran organización y hace de la fábrica "tout complet" con gran diversidad de fabricaciones para reducir a su mínima expresión todo tipo de dependencia. En la fábrica de Billancourt, el enredo de los ateliers impedía la producción en serie a la americana. En París, André Citroën disponía de una fábrica moderna con líneas de montaje, que Renault adoptaría en 1922.

De 1919 a 1929, Louis Renault instala más de 30 filiales en el extranjero y en las colonias francesas de África y del Extremo Oriente. En 1929, la marca está presente en 49 países y en todos los continentes salvo Oceanía. Pero los constructores americanos aseguraban el 85% de la producción.



En 1945 la empresa se convierte en una empresa del estado francés con el nombre de Régie National des Usines Renault. Su primer éxito, la 4CV, era un auto para todos.



El concepto de gama de vehículos es la base de la política de la empresa, con Renault 4, Renault 6, Twingo, Mégane, Scénic y Espace, demuestran su talento por la innovación. La política de Calidad Total implementada en 1988 con el Renault 19 permitió renovar el éxito y los beneficios.

Convertida en Sociedad Anónima en 1990, la empresa se privatizó en 1996. Mégane y la primera gama completa de monovolumenes del mercado (Twingo, Scénic y Espace) anunciaba la renovación. El objetivo era un crecimiento rentable basado en la competitividad (en términos de calidad, costes y tiempos de espera) sobre el desarrollo de una identidad de marca fundada en la innovación y la internacionalización.

2.1 RENAULT Y SUS ALIADOS

En 1999, la Alianza con el constructor japonés Nissan ha permitido a Renault ingresar en el mercado del sudeste asiático y volver a México, la adquisición de Dacia en Rumania y en 2000, de Samsung en Corea, tanto como el acuerdo con Volvo en el terreno de los camiones, permitieron a Renault seguir su expansión a nivel mundial.

El 27 de marzo de 1999, se creó la alianza Renault-Nissan (RNA), basada en la creación de un grupo binacional con una relación equilibrada. Las acciones logradas y el potencial de progreso animaron a Renault y a Nissan a reforzar la coherencia, el equilibrio y la eficacia de la Alianza. Cada grupo conserva su autonomía operacional en esta nueva etapa prevista desde 1999. Los objetivos anunciados oficialmente responden a tres objetivos:

- Reforzar el interés mutuo de los dos socios
- Reforzar el management estratégico del grupo Renault-Nissan.
- Preservar la identidad y la autonomía de los dos grupos, que mantendrán el cargo de su propia actividad operacional.

Además, se crea AIMS (Alliance Integrated Manufacturing Systems), bajo el cual RNA produce los coches: Nissan Micra, Renault Koleos y Fluence.

Renault firmó un acuerdo el 20 de julio de 2000 con AB Volvo para la constitución de un segundo grupo mundial en el segmento de los camiones. Los términos de este acuerdo recibieron la previa aprobación de las autoridades de la competencia en Bruselas y en Washington. Con la adquisición del 5% suplementario del mercado, Renault poseerá el 20 % de capital, acciones y derecho a voto de AB Volvo, convirtiéndose así en el accionario principal de Volvo Global Trucks. La nueva entidad nacida de este acuerdo data del cierre del acuerdo el 2 de febrero de 2001.

Con la adquisición de Samsung Motors en mayo de 2000, Renault se instala en Corea del Sur con el objetivo de venta de doscientos mil vehículos hasta el 2005. Renault fue el primer constructor occidental que ingresó en el segundo mercado de Asia, Corea del Sur, con la compra de Samsung Motors. Una gama de vehículos de origen Renault o Nissan, adaptados al mercado coreano se impondrá progresivamente en la nueva sociedad conjunta.

En 2008 Renault se hace socio de Autovaz (Lada) para continuar con su expansión, esta vez enfocada en el mercado Ruso, ya que, según se prevé, va a ser uno de los países en los que más va a crecer la venta de automóviles.

Por último, Renault firmó un acuerdo con Daimler en el 2010 para los modos de producción.

2.2 RENAULT EN ESPAÑA

La actividad de Renault en España se remonta a 1908 cuando Louis Renault funda en Madrid la segunda filial de la marca en el extranjero. La actividad de la nueva sociedad se desarrolló según los cauces de aquella época: venta de vehículos de chasis-motor, al que se le colocaba una carrocería al gusto del cliente, bien fuera hecha en España o importada de Francia. Las ventas alcanzaron niveles importantes, al mismo tiempo que se iba desarrollando la red española, formada por sucursales y concesionarios.

En 1951 se crea una sociedad española con el nombre de Fabricación de Automóviles, S.A. (FASA) que en 1953 construye en Valladolid una fábrica destinada al montaje y producción (con licencia Renault) del 4x4, a partir de piezas importadas de Francia. Pero como FASA es una sociedad puramente industrial, los coches fabricados por ella eran comercializados y vendidos a través de SAEAR (Sociedad Anónima Española de Automóviles Renault), que continúa con funciones puramente comerciales.

En 1962 SAEAR pasa a llamarse Renault España, S.A. (RESA) y en 1965 se produce un hecho clave para la vida de Renault en España: la unión de RESA y FASA, creándose una nueva sociedad denominada FASA RENAULT (Fabricación de Automóviles Renault de España). Esta sociedad comprende no sólo la fabricación de vehículos, sino también su distribución y comercialización.

Este mismo año, FASA RENAULT adquiere las instalaciones de la sociedad Industrias Subsidiarias de Aviación en Sevilla (ISA), para la fabricación de cajas de velocidades. Aparece también por estas fechas, otro de los modelos históricos de Renault, el R-8. En 1976, comienza a funcionar la factoría de Palencia.

Las fábricas españolas de Renault constituyen un elemento fundamental de su dispositivo industrial en todo el mundo: el 22.5 % de su producción total de vehículos, el 27.5% de motores y el 32% de las cajas de cambio provienen de Renault España. Actualmente la infraestructura del grupo RENAULT en España está constituida como podemos ver en este mapa:



FACTORÍAS FASA RENAULT

CARROCERÍA MONTAJE VALLADOLID

EMBUTICIÓN - SOLDADURA
PINTURA PLÁSTICOS / RECAMBIOS
CHAPA - PINTURA - MONTAJE
MODELO: CLIO II

MOTORES

MOTORES E+K7
MOTORES K4
TRENES

MONTAJE PALENCIA

EMBUTICIÓN - SOLDADURA
CHAPA - PINTURA Y MONTAJE
MODELOS: MÉGANE
(BERLINA, CLASSIC Y COUPÉ)

SEVILLA

CAJAS DE CAMBIOS

2.3 FACTORÍA DE MOTORES

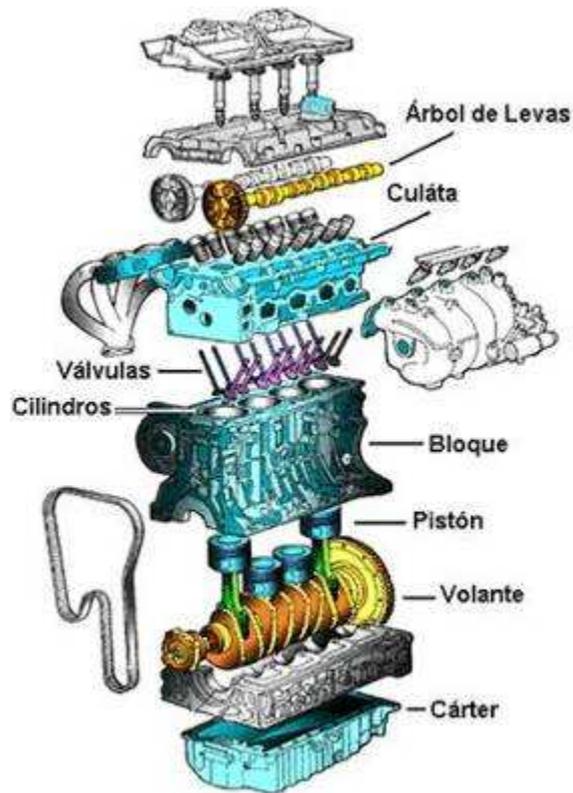
La Factoría de Motores nace en 1964 bajo el nombre jurídico de Fabricaciones Mecánicas, S.A. (FAMESA) y será al año siguiente cuando inicie su producción con el ya mítico motor C cuya fabricación duró hasta el año 1988. A partir de dicho año se inició la fabricación del Motor E hasta el año 2000. En el año 1996 se comenzó con la familia de los K: 1996-2000 Motor K7 y simultáneamente desde 1998 el Motor K4, el cual continua fabricándose en la actualidad y desde el año 2001 el K9 que se sigue fabricando en exclusiva para todo el mundo.

Situada a 6 Km. de la ciudad de Valladolid, capital de Castilla y León, La Factoría de Motores es una de las más competitivas y modernas del Grupo Renault. Su permanente desarrollo tecnológico y el alto nivel de competencias de sus trabajadores les permiten fabricar piezas y motores para la Alianza Renault-Nissan.

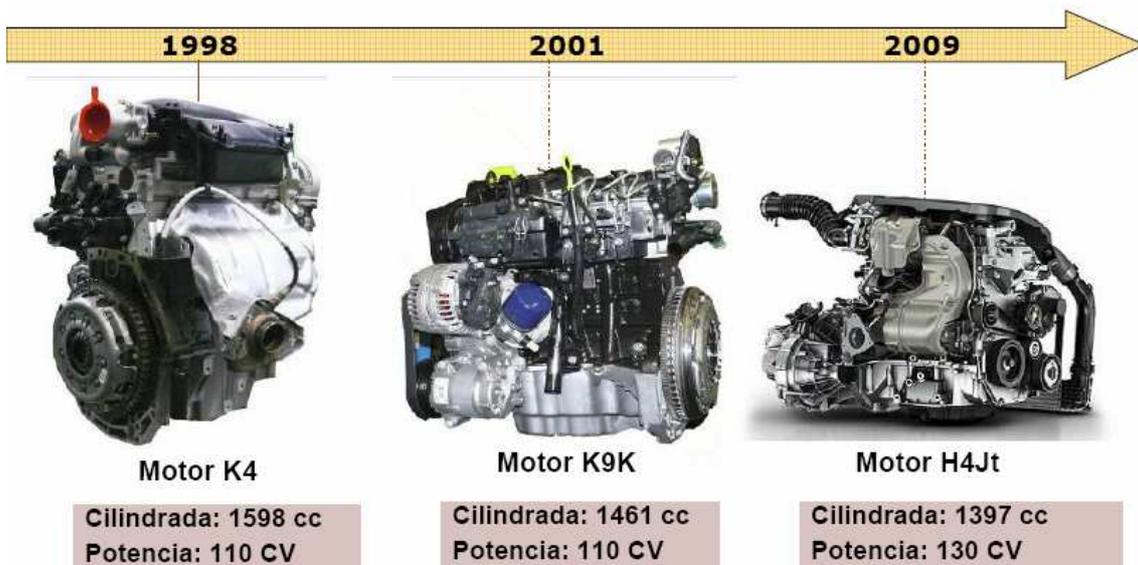


Factoría de Motores

Las principales partes de un motor genérico son las siguientes:



En la actualidad, en La Factoría de Motores de Valladolid se fabrican tres tipos de motores:



De estos tres motores, el que mejor rendimiento comercial está dando y el que más se fabrica es el K9K. Cuenta con 19 líneas de mecanizado y 4 de Montaje Motor en Renault en el mundo.

2.4 RENAULT Y EL MEDIO AMBIENTE

En 1995, Renault creó una división “Renault eco²” con el objetivo de velar por el medio ambiente.



Puesto que el Trabajo Fin de Master está relacionado con el Medio Ambiente, a continuación se resume la preocupación de Renault en esta materia.

- Reducir la huella de carbono de sus productos. Por huella de carbono se entiende la cantidad de gases de efecto invernadero (CO₂, NO_x...) que se emiten en el ciclo de vida de un producto; es decir: desde su diseño hasta su eliminación. Renault pretende reducirla un 10% entre los años 2011-2013, y más de un 10% entre los años 2013-2016. Con ese fin, Renault creó la división eco² en 1995.
- Cumplir con la Norma UNE-EN-ISO 14001 sobre el ciclo de vida del producto.
- Reciclar sus productos. El objetivo es aumentar la cantidad de material reciclable de sus productos del 85% actual hasta el 95%.
- Fomentar la conducción eficiente de los usuarios de vehículos para que reduzcan el consumo de su vehículo y con ello se reduzcan las emisiones de gases de efecto invernadero. Para ello, Renault imparte cursos de conducción eficiente a nivel mundial.

Como muestra del constante esfuerzo realizado por Renault en esta materia, en 1991, el Ministerio de Industria concede a FASA RENAULT el premio “Protección al medio ambiente por la industria”.

En el presente año, Renault ha inaugurado una nueva planta en Tánger. Esta planta ha sido diseñada y construida junto con Veolia, una conocida empresa multinacional en materia de Medio Ambiente” con el objetivo de “0 emisiones” mediante el uso de fuentes de energía renovables, tratamiento de residuos y construcción con materiales reciclables.

3 OBJETIVOS

El objetivo fundamental de estas prácticas de empresa ha sido realizar una base de datos de las centrales de filtración existentes en la Factoría de Motores de Valladolid con el objetivo de comparar la situación disponible (teórica) con la necesaria (real) de cada una de ellas.

Esta base de datos permite establecer el estado actual de cada una de las centrales de filtración y saber que centrales están funcionando por encima o por debajo de sus límites, con el objetivo final de optimizar su funcionamiento. Todo ello ayudará a disminuir tanto el consumo de líquidos de corte como los residuos generados en el proceso mecanizado, lo que conlleva un menor impacto ambiental, un ahorro económico y deriva en una mejor imagen de la empresa.

Además, gracias al riguroso estudio de las características de cada una de centrales, se ha participado en el planteamiento y resolución de no conformidades relacionadas con las mismas, realizando un trabajo en paralelo con otros departamentos de la Factoría para mejorar la producción en continuo de la Factoría.

4 METODOLOGÍA Y DISCUSIÓN

Para la realización de esta base de datos se ha realizado, en primer lugar, un estudio teórico de las centrales de filtración, recopilando información general acerca cuales son sus objetivos, como funciona, los elementos que la componen, los principales parámetros de seguimiento (caudal, presión, parámetro físico-químicos del producto...), etc.

Una vez adquiridos estos conocimientos teóricos, el siguiente paso ha sido comparar la situación necesaria (teórica) con la disponible (real) de cada una de las centrales de filtración.

- Para analizar la situación teórica se ha buscado documentación teórica de cada una de las centrales, tanto en la propia Factoría como por medio de los proveedores, y se ha visitado in situ cada una de ellas para constatar esta información recopilada.
- Para analizar la situación real se han llevado a cabo mediciones in situ de sus principales parámetros de seguimiento.
- Una vez comparada la situación disponible con la necesaria, se procederá a realizar las actuaciones que sean necesarias para que optimizar el funcionamiento de las centrales de filtración.

5 MEDIOS UTILIZADOS

Los medios materiales y humanos utilizados para llevar a cabo esta base de datos han sido los siguientes:

- Medios materiales:
 - o Documentación escrita: informes de la instalación, funcionamiento, equipos de cada una de las centrales de filtración.
 - o Herramientas de Office como Excel y Power Point para la registrar y representar la información teórica y real recopilada.
 - o Las propias instalaciones de filtración.
- Medios humanos:
 - o Trabajo en paralelo con otros departamentos de la Factoría.
 - o Contacto con los proveedores de cada una de las centrales de filtración así como de los líquidos de corte.
 - o Trabajo con el equipo de Servicios Técnicos para realizar el análisis de la situación real.

6 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

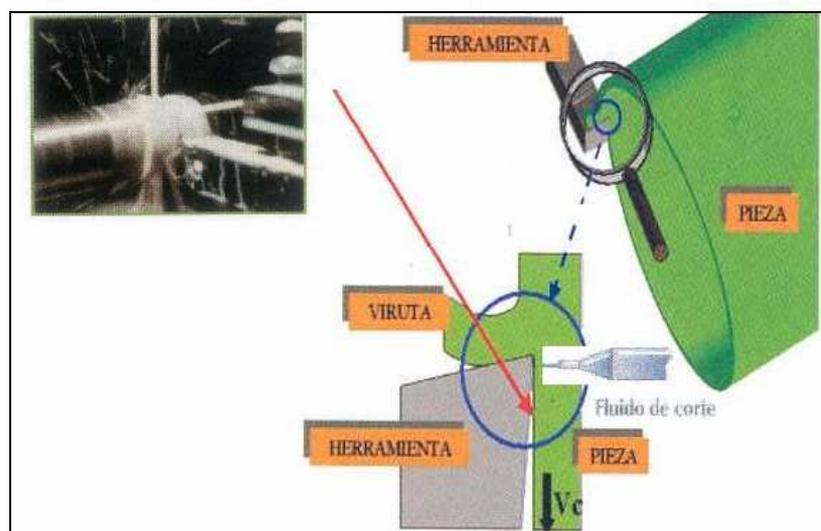
Para facilitar la comprensión de las principales funciones de las centrales de filtración, desglosadas en el tercer apartado de este capítulo, vamos a explicar previamente en qué consiste el proceso de mecanizado y que elementos intervienen, que es una central de filtración, los equipos que la constituyen y como funciona.

6.1 CENTRALES DE FILTRACIÓN DE LÍQUIDOS DE CORTE

Las centrales de filtración son aquellas instalaciones donde se separa la viruta generada en el proceso de mecanizado del líquido de corte utilizado en ese proceso. Las virutas son separadas y distribuidas para su venta por lo que se consigue revalorizar lo que a priori era un residuo. Por otra parte, el líquido de corte, una vez filtrado, es recirculado a su herramienta de mecanizado para ser utilizado de nuevo en el siguiente proceso de mecanizado.

Se entiende por mecanización o mecanizado de metales todas aquellas operaciones que implican la modificación de la forma y dimensiones de una pieza metálica y en las que se generan virutas.

Los elementos que caracterizan a un proceso de mecanizado son los siguientes:

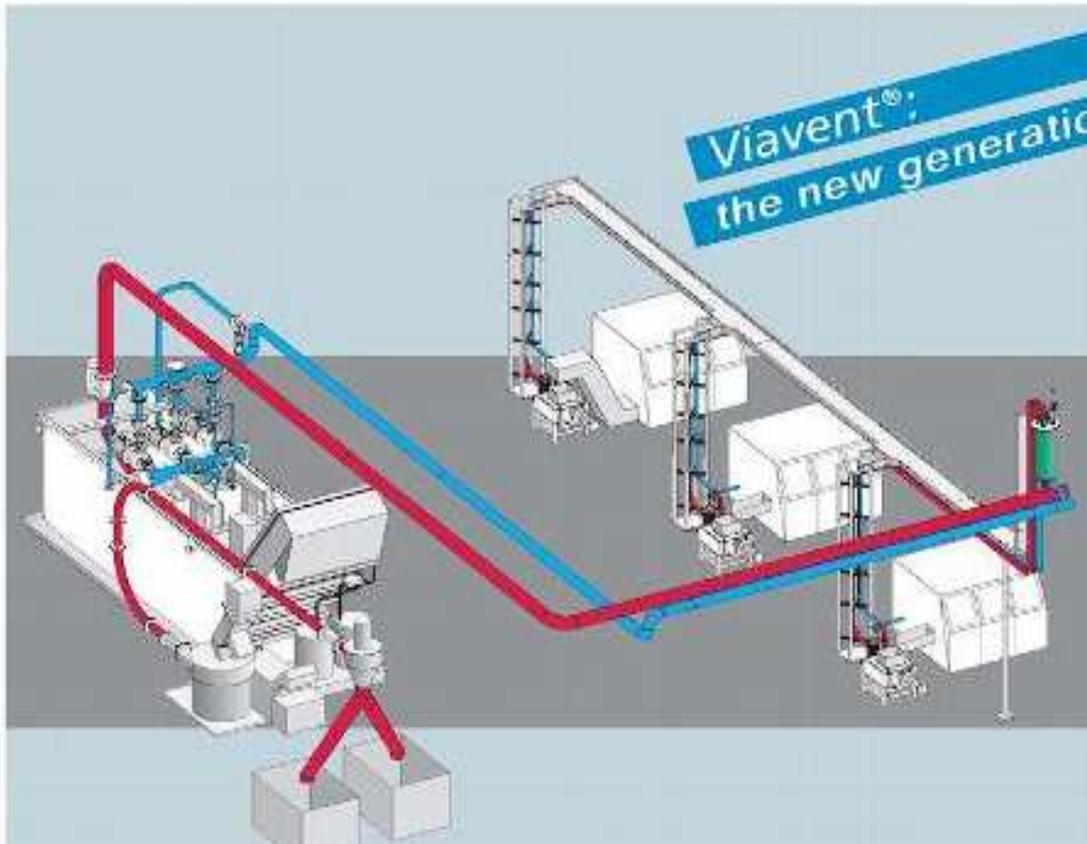


- Pieza metálica: es el elemento a mecanizar.
- Herramienta: es el equipo utilizado para modificar la forma y dimensiones de la pieza metálica.
- Viruta: es aquella parte deformada y, posteriormente, desprendida de la pieza metálica durante el proceso de mecanizado. La viruta formada en el proceso de mecanizado depende del material tratado en el mismo y en este caso existen tres tipos:
 - Viruta de fundición: Es una viruta metálica con un elevado peso específico por lo que presenta gran facilidad para sedimentar.
 - Viruta de acero: En este caso, la viruta presenta un aspecto más rizado que en la anterior por lo que tiende a amontonarse y formar “bolas” de mayor tamaño, pudiendo taponar las conducciones por donde se distribuye el líquido de corte.
 - Viruta de aluminio: Es la que menos peso específico presenta de las tres y por tanto tiende a flotar sobre el líquido de corte.
- Líquido de corte: es el líquido que se utiliza en el proceso de mecanizado y del cual hablaremos más ampliamente en los siguientes capítulos.

6.2 FUNCIONAMIENTO DE UNA CENTRAL DE FILTRACIÓN

A continuación se muestra un diagrama de funcionamiento de una central de filtración de mecanizado genérica con sus corrientes y equipos principales:

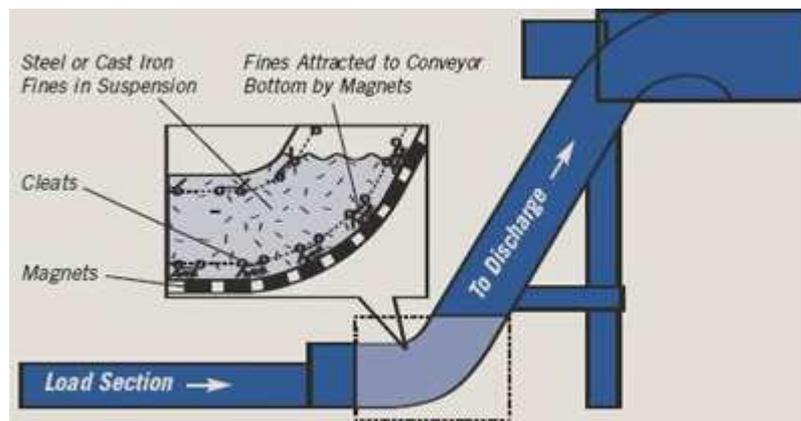
Viavent® OVERHEAD SYSTEMS
FOR CONVEYING AND PROCESSING
CHIPS AND COOLANT



En el presente diagrama, la línea roja representa la conducción del líquido de corte sucio que sale de la herramienta de mecanizado con viruta en suspensión, mientras que la línea azul, represente la corriente del líquido de corte limpio que retorna a la herramienta correspondiente después de haber sido filtrado.

El líquido de corte utilizado que contiene las virutas formadas en el proceso de mecanizado de las diferentes piezas tratadas es conducido desde la herramienta que lo ha utilizado hasta la central de filtración mediante un sistema de canales, por medio de la gravedad o por un sistema de bombeo propio.

Una vez en la central de filtración, la primera etapa es la eliminación de las virutas más grandes. Para ello, se hace pasar el líquido de corte a través de un filtro que contiene un sistema de rejillas metálicas y dragas que barren las virutas que se han acumulado sobre la base de las rejillas, y las conducen hacia un contenedor para su posterior secado, distribución y venta.



Tras esta primera filtración, el efluente del primer filtro se dirige, bien por gravedad o mediante un sistema de bombeo, al segundo filtro o filtro de depresión donde tiene lugar la filtración de las virutas más finas. El líquido de corte pasa de la parte superior a la parte inferior del filtro a través de un medio filtrante que está compuesto por: papel, media y soporte metálico. El grado de filtración que se obtiene después de este segundo filtro es de micras (microfiltración).



El papel es la parte consumible del medio filtrante (se va renovando cada ciclo de filtración). Además, define el grado de filtración o tamaño de partícula ya que es la parte que va a estar en contacto con el líquido de corte. Los principales parámetros del papel son: gramaje, material de fabricación, espesor, luz de malla, etc.

La media avanza con el papel pero a diferencia de este no es renovable. Suele ser de tela y sirve para dar soporte al medio filtrante.

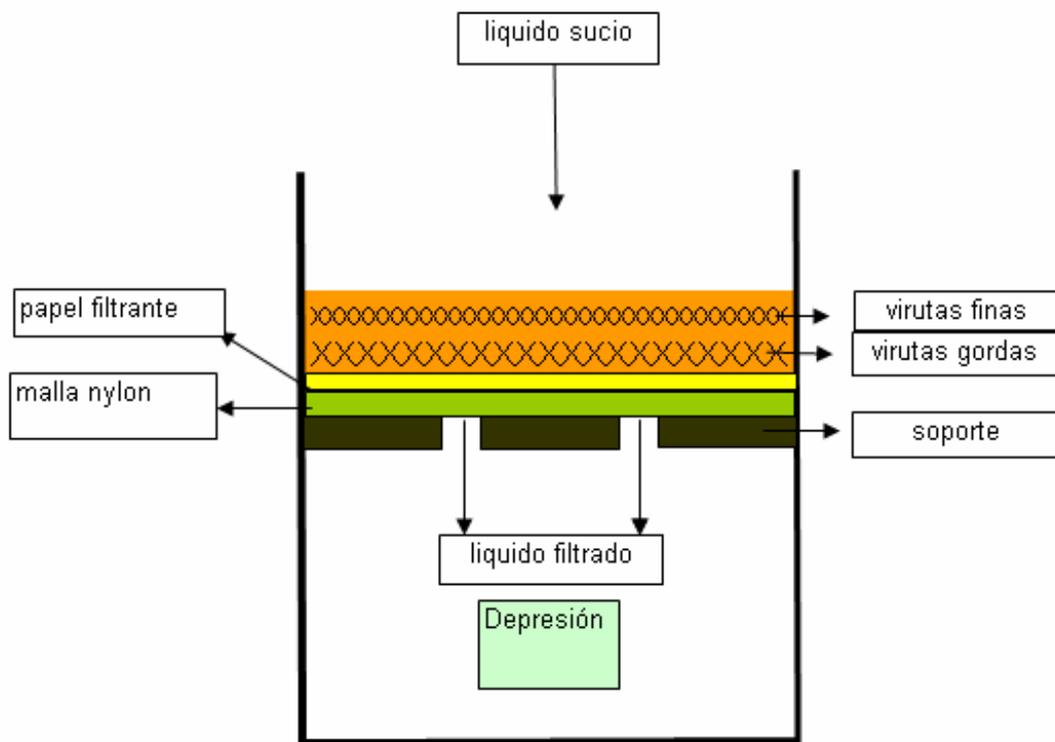
El soporte es un enrejado metálico que sostiene al papel filtrante y a la media, confiriendo rigidez al medio filtrante, y por lo tanto, evitando el pandeo del medio filtrante debido al peso de la torta que se acumula sobre este. Al igual que la media, avanza con el papel, pero no es renovable.

El líquido de corte filtrado en este segundo filtro se envía, a través de un sistema de bombeo, a una cuba de limpio para su almacenamiento y se recircula a la línea para volver a ser utilizado en el proceso de mecanizado.

El paso del líquido de corte a través del medio filtrante se consigue haciendo una depresión sobre la parte inferior del filtro mediante un sistema de bombeo. Cuando la depresión alcanza un valor fijado, indica que el papel de filtración se ha saturado y, por lo tanto, el sistema de bombeo deja de succionar sobre el filtro y empieza a aspirar el líquido de corte almacenado en la cuba de limpio para enviarlo a las líneas de mecanizado asegurando la continuidad en su suministro. En este instante, el papel saturado avanza sobre el filtro y se introduce el papel nuevo. Una vez ha avanzado una cantidad de papel nuevo fijada, el sistema está listo para comenzar otro ciclo de filtración.

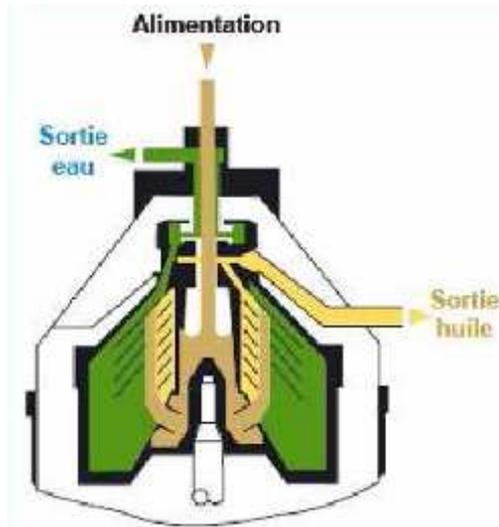
Este segundo filtro cuenta también con un sistema de dragas que barren la torta de virutas que se ha depositado sobre el papel y las envía, junto con las del primer filtro, a un contenedor para su posterior secado, distribución y venta.

A continuación se muestra un esquema del filtro de depresión:



A parte de estos equipos, existe una serie de equipos auxiliares en la central de filtración:

- Centrífuga de virutas: se utilizan para secar las virutas retenidas en los dos filtros con el fin de cumplir con las especificaciones en porcentaje de humedad del cliente final.
- Centrífugas de finos: se utilizan cuando la herramienta de mecanizado requiere una concentración de sólidos suspendidos muy baja y esta no se consigue en la central de filtración.
- Centrífuga de aceites extraños: se utiliza para eliminar los aceites emulsionables que se acumulan sobre la superficie de los filtros y que podrían generar zonas anaeróbicas con los consiguientes problemas de olores, aumento de la población de bacterias-hongos... A continuación se muestra el esquema de funcionamiento de una centrífuga de aceites extraños genérica:



Los sólidos recuperados en la draga de sucio junto con los recuperados en el filtro (si no se forma un pastel) son centrifugados y llevados a los contenedores para su distribución.

Por último y para mantener la concentración del líquido de corte así como sus propiedades, se adiciona, periódicamente, nuevo líquido de corte y agua (industrial o desmineralizada) a la conducción que retorna a la herramienta de corte.

6.3 PRINCIPALES FUNCIONES DE UNA CENTRAL DE FILTRACIÓN

Las centrales de filtración juegan un papel muy importante en la materia de Medio Ambiente ya que minimizan tanto la cantidad de producto de corte utilizado como la cantidad de residuos finales que se generan en el proceso de mecanizado.

- 1) Minimizar el uso del líquido de corte. El líquido de corte utilizado en el proceso de mecanizado, es recirculado, una vez filtrado, de nuevo a la línea para volver a ser utilizado por la herramienta de mecanizado correspondiente, por lo que sólo es necesario aportar, periódicamente, una cantidad mínima de líquido de corte para contrarrestar las posibles fugas que ocurran en la línea de mecanizado y mantener su concentración constante.



2) Minimizar los residuos relacionados con los procesos de mecanizado. El principal residuo generado en el proceso de mecanizado es la viruta o parte desprendida de la pieza mecanizada.

Esta viruta es separada del líquido de corte en la central de filtración por lo que se revaloriza mediante la distribución y venta a un cliente, dejando de ser un residuo. La viruta separada es centrifugada para cumplir con el porcentaje de humedad exigido por el cliente y almacenada en su respectivo contenedor desde el cuál puede ser distribuida al cliente final.

Sin embargo, el líquido de corte no puede ser recirculado de manera infinita. Durante los procesos de mecanizado, el líquido de corte pierde sus cualidades, y por tanto, envejece. Las principales causas de este envejecimiento son:

- el stress mecánico y térmico del proceso al que se ve sometido

Para combatir el stress mecánico y térmico, las centrales de filtración cuentan con equipos de refrigeración que mantienen la temperatura del líquido de corte que va a ser recirculado a la herramienta de mecanizado a 20°C ($\pm 2^{\circ}\text{C}$). Si la temperatura fuera muy elevada, estas serían las consecuencias:

- Una excesiva evaporación del agua, por lo que aumentaría la salinidad del medio así como la aparición de olores por presencia de sustancias químicas en los vapores.
- La hidrólisis de los ésteres y amidas que pueden disminuir el pH, aumentar la inestabilidad de la emulsión y la pérdida del poder detergente y lubricante

- Un enfriamiento deficiente o excesivo puede provocar una pérdida de la tolerancia de la pieza mecanizada
 - Aumento de la actividad microbiana (30-50°C)
- la acumulación de sustancias contaminantes importantes, como aceites, partículas sólidas suspendidas y microorganismos.

Las centrales de filtración no solo se separan los elementos que lleva asociados el líquido de corte (aceites y partículas sólidas), si no que, además, acondicionan los parámetros físico-químicos de dicho líquido añadiendo una serie de productos (aditivos, emulgentes, bactericidas...) que mantienen sus propiedades y por tanto, alargan su vida útil.

Por ello, la vida útil del líquido de corte es limitada y se debe desechar cuando:

- El resultado de mecanizado no es óptimo
- Su composición inicial ha sufrido ciertas alteraciones importantes que dificultan una redosificación adecuada.
- Se alcanza un proceso de descomposición microbiológico irreversible con fuertes olores, caída del pH y corrosiones.
- La concentración de sales es tal que causa problemas de corrosión y pérdida de estabilidad del líquido.

Como resultado, se produce el cambio del baño de la central de filtración. El baño sucio se trata en una instalación que consta de las siguientes partes:

- Desbaste primario: retiene las partículas de mayor tamaño del baño sucio a tratar.
- Filtración por papel a gravedad. En esta segunda etapa, el baño sucio se hace pasar a través de un papel por gravedad
- Acondicionamiento térmico y evaporación. Tras este proceso se obtienen dos corrientes:
 - 1) Corriente ligera: se almacena en una cuba para ser añadida como agua de lavado en la central de filtración
 - 2) Corriente pesada: se realiza una concentración de la misma pasando a través de un tornillo sin fin para poder tratarla como residuo no peligroso (contenido en agua < 6%)

En resumen, con las centrales de filtración y el posterior tratamiento de sus residuos, se consigue cerrar el ciclo de tratamiento de los elementos que intervienen y se generan en los procesos de mecanizado, minimizando su impacto ambiental, ya que:

- minimiza la cantidad de líquido de corte utilizado
- disminuye la cantidad de residuos generados en el proceso de mecanizado a: papel de filtración, aceites extraños y lodos procedentes de las centrífugas. Las virutas son revalorizadas: se separan y se distribuyen, minimizando la cantidad de virutas finales que no han podido ser extraídas del líquido de corte.

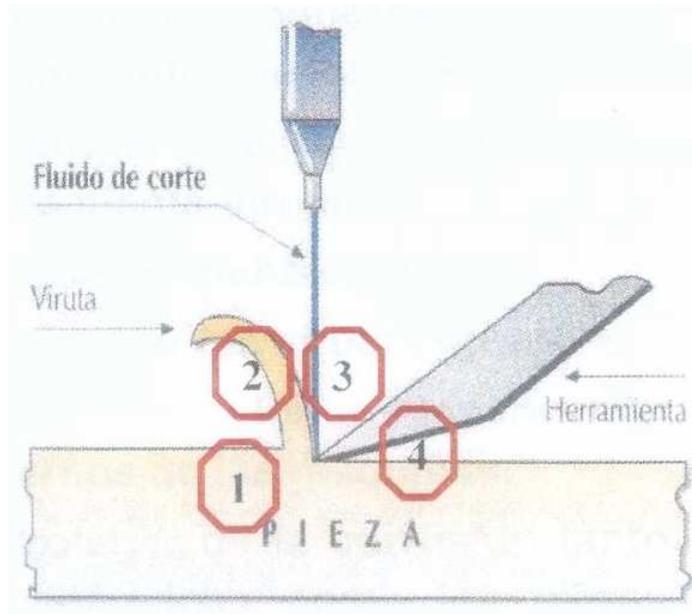
6.4 FUNCIONES DE LOS LÍQUIDOS DE CORTE

Las principales funciones de los líquidos de corte son:

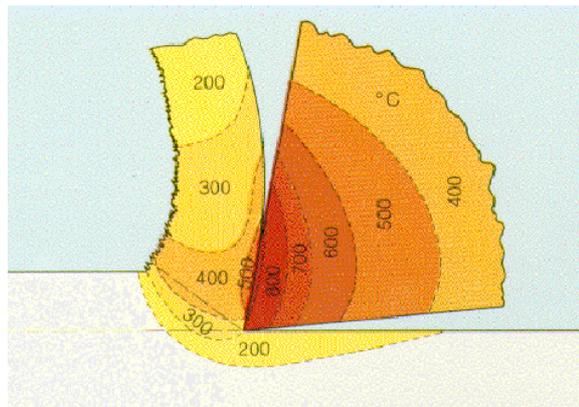
6.4.1 Refrigerar

El fenómeno de mecanizado implica una gran generación de calor como resultado de:

1. El cizallamiento: el calor se genera por fricción entre capas a medida que se separa la viruta sobre la cara mecanizada de la pieza metálica.
2. La formación de viruta: el calor se genera por fricción interna al deformarse y romper el material en virutas.
3. La fricción de la viruta con la herramienta: en esta zona el calor viene generado por el rozamiento entre la viruta y la herramienta.
4. La fricción pieza-herramienta: en esta zona el calor se produce por fricción externa al rozar la pieza metálica con la cara de incidencia de la herramienta.



El gradiente de temperaturas que se puede alcanzar en este proceso es el siguiente:



Como se puede observar en la presente gráfica, las temperaturas alcanzadas son próximas a los 800°C en determinadas zonas de contacto del conjunto pieza-herramienta. Para evacuar este calor generado, el líquido de corte debe reunir las siguientes condiciones:

- calor específico alto para evacuar una mayor cantidad de calor.

- gran poder humectante para humedecer la superficie a cortar, disminuyendo la fricción entre el conjunto pieza-herramienta y por tanto el calor generado en el proceso de corte.
- baja viscosidad para garantizar su reparto homogéneo sobre el conjunto pieza-herramienta consiguiendo una alta refrigeración de dicho sistema.

Si este calor no es evacuado rápidamente, se puede producir una gran elevación de la temperatura de la herramienta y, como consecuencia, un rápido desgaste de la misma, a la vez que se produce un deficiente acabado superficial de la pieza mecanizada.

6.4.2 Lubricar

Otra función es lubricar el conjunto pieza-herramienta para disminuir la fricción entre ambas superficies.

El coeficiente de fricción “*cf*” relaciona la fuerza “*F*” que se aplica a una masa “*M*”:

$$cf = F / M$$

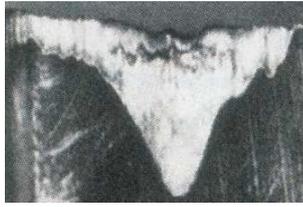
Por lo tanto, cuanto más bajo sea el coeficiente de fricción, menos fuerza se necesita para deslizar el peso en cuestión. Para ello, se interpone una película del líquido de corte entre ambas partes disminuyendo el esfuerzo de corte.

Si no se consigue una buena refrigeración y lubricación del conjunto pieza-herramienta, se puede producir tanto un desgaste de la herramienta como un acabado superficial deficiente.

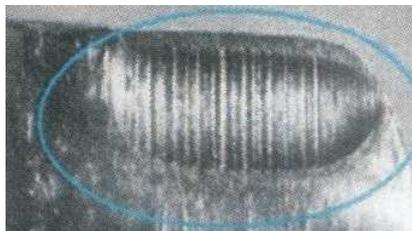
- El acabado superficial de la pieza se puede ver afectado por la falta de caudal refrigerante, ya sea bien por un caudal insuficiente o por una mala orientación del chorro.

- Las herramientas pueden sufrir las siguientes formas de desgaste:

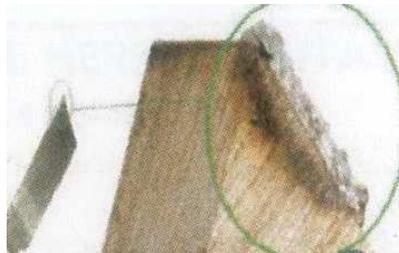
Abrasión: es el fenómeno más común de desgaste del filo de corte



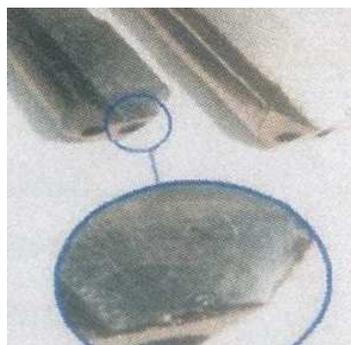
Formación de cráteres: consiste en el desprendimiento del material de corte. Este material desprendido se adhiere a las virutas en los procesos con elevada fricción.



Material soldado al filo de corte: se trata de filo recrecido por soldadura del material.



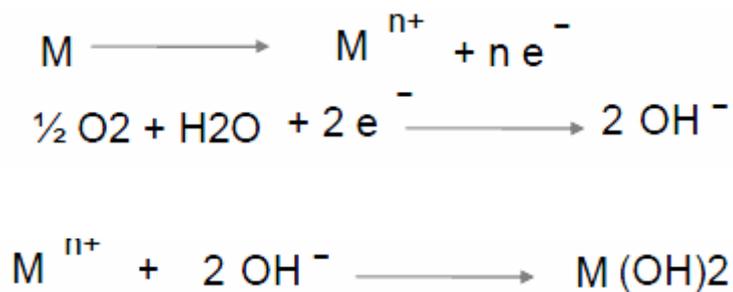
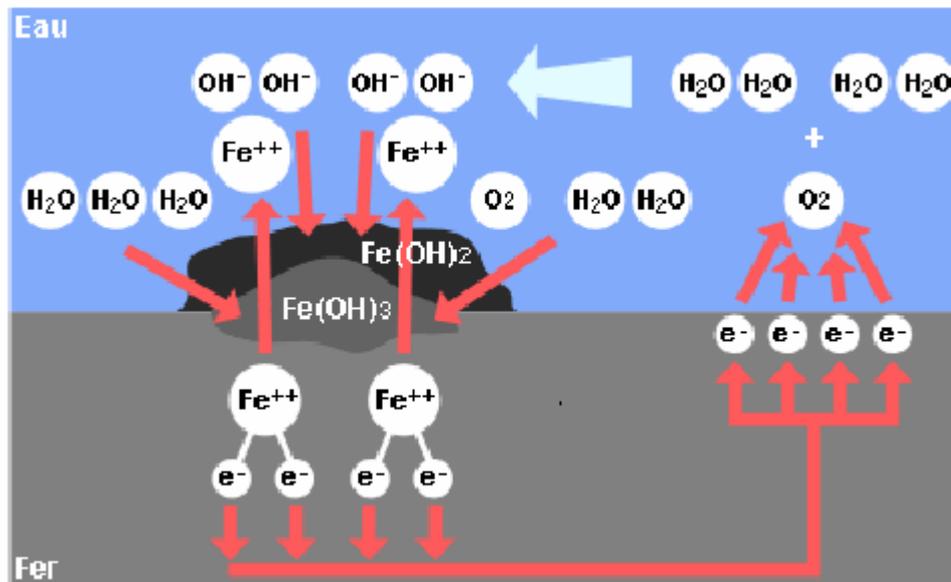
Quemaduras sobre la superficie del material debido a la pérdida de lubricación o refrigeración.



Además, se puede producir la rotura de la pieza si el refrigerante no llega a su punto de aplicación, debido a la fatiga del material.

6.4.3 Proteger la corrosión tanto de las herramientas como de las piezas mecanizadas.

La corrosión es la degradación de un material en el medio que lo rodea debido a que la materia retorna a su estado más estable. A su vez, la corrosión electroquímica está acompañada de una circulación de corriente eléctrica. En la siguiente imagen podemos ver como el hierro se combina espontáneamente con el oxígeno formando los respectivos óxidos:



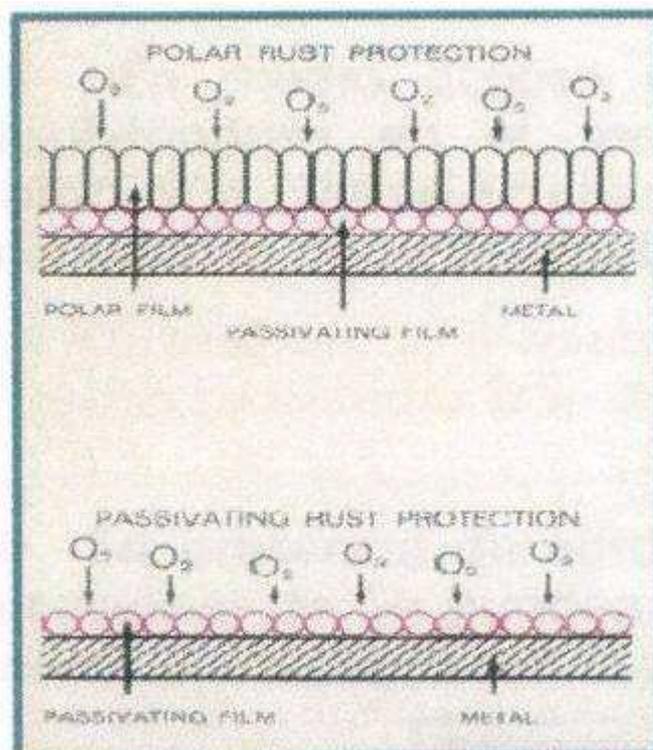
En medio acuoso, el fenómeno de corrosión de piezas férricas se ve favorecido por:

- la presencia de cloruros
- una elevada conductividad
- la presencia de contaminaciones microbiológicas

En el caso del aluminio y derivados, las piezas sufren un proceso de autopasivación superficial, manteniendo su aspecto brillante. Sin embargo, a elevadas alcalinidades y determinados pH, la corrosión se ve favorecida dando lugar a aluminatos (compuestos altamente oxidados) que confieren a la pieza un aspecto más oscuro.

El cobre se oxida fácilmente en medio acuoso provocando una coloración verde-azulada del medio así como un incremento de la conductividad. El cobre no sufre alteraciones en su aspecto excepto si se depositan en él dichas sales cúpricas. Por otra parte, si el medio contiene azufre, las aleaciones de cobre pueden sufrir un ennegrecimiento por reacción del cobre con el mismo dando lugar al sulfuro de cobre.

Para proteger contra la corrosión, los líquidos de corte utilizan ciertos aditivos (sustancias polares: jabones de aminas, ácidos policarboxílicos, sulfonatos...) que forman una película superficial sobre la pieza a mecanizar evitando el contacto de ésta con el oxígeno:



6.4.4 Evacuar la viruta creada en el proceso para trabajar de forma adecuada sobre la zona deseada.

Además, con estas funciones de los líquidos de corte se consigue:

- Mejorar el acabado superficial de la pieza y el rendimiento del proceso mecanizado y por lo tanto mejorar la calidad del proceso de mecanizado.
- Alargar la vida útil de las herramientas lo que supone un ahorro económico.

6.5 TIPOS DE LÍQUIDOS DE CORTE

En los procesos de mecanizado se pueden utilizar los siguientes líquidos de corte:

- Aceite Mineral

Las principales funciones del aceite mineral son:

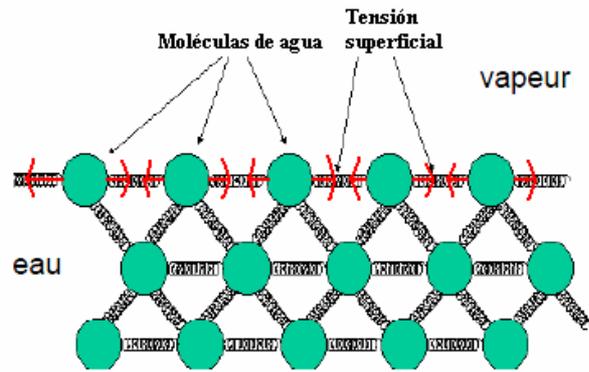
- Lubricar por lo que resulta muy útil para el mecanizado
- Plastificar el residuo generado en el proceso de mecanizado
- Como medio de transporte de los aditivos

Ej: aromáticos, parafínicos, y nafténicos

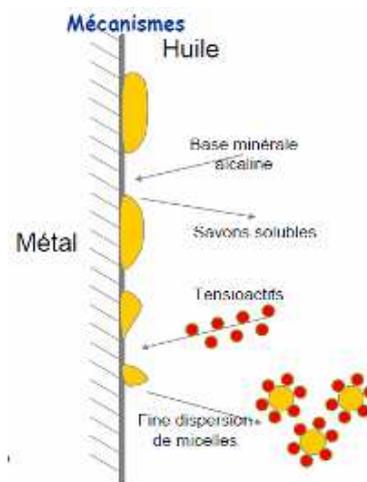
- Emulgentes o Tensoactivos

En el proceso de mecanizado, los tensoactivos son aditivados al líquido de corte con el fin de:

- Mezclar y homogeneizar el aceite en agua.
- Reducir la tensión superficial del agua para mejorar el contacto de la misma con la superficie a mecanizar y eliminar la suciedad sobre dicha superficie.



- o Emulsionar las grasas: el problema es la posible formación de espumas



- o Dispersar los pigmentos y las partículas sólidas

El tensoactivo catiónico neutraliza al tensoactivo aniónico liberando los aceites extraños.

Ej: Emulgentes aniónicos (jabones KOH, sulfonatos sintéticos o de petróleo)

Emulgentes no-iónicos (alcoholes grasos etoxilados, ácidos grasos etoxilados...)

- Aditivos untuosos (Lubricantes)

Estos componentes se utilizan para minimizar la fricción y evitar el desgaste

Ej: Sutancias grasas naturales (triglicéridos)

Ésteres sintéticos

Ácidos grasos

Alcoholes grasos

- Aditivos E.P

Evitan el contacto entre el metal (pieza) -metal (herramienta) reaccionando químicamente con su superficie, formando una película de tipo molecular.

Ej: Azufre

Cloro

Fósforo

- Aditivos alcalinos

Son reacciones de ácidos débiles (bórico, benzoico, glioxílico) con bases fuertes (aminas) para mantener el pH básico (≈ 9) y garantizar una elevada capacidad anticorrosiva y conservante.

Ej: Aminas primarias, secundarias, terciarias.

- Inhibidores de corrosión

Evitan la corrosión u oxidación tanto de la máquina como de la pieza mecanizada

Principales funciones de los inhibidores de la corrosión:

- Forman depósitos insolubles sobre la superficie, aislando el producto corrosivo (silicatos o aminas grasos)
 - Retardan la acción de la corrosión (nitratos, ácidos policarboxílicos)
 - Refuerzan la capa de pasivación del metal (derivados de aminas)

Ej: poliamidas, sulfonamidas, silicatos...

- Bactericidas y fungicidas

Evitar la proliferación de microorganismos (bacterias, hongos y levaduras).

Ej: Bactericidas → Liberadores de formol: N-formal / O-formal

No liberadores de formol: Isotiazolinonas / Morfolinas

Fungicidas → Fungicida E, BBIT e IPBC

- Cosolventes

Ayudan a estabilizar el concentrado y la emulsión. Son compuestos con solubilidad parcial tanto en sustancias polares como no polares.

Ej: Glicoles y alcoholes.

- Antiespumantes

Evitan la formación de espumas y favorecen la aireación del fluido

Ej: Polisiloxanos, ceras...

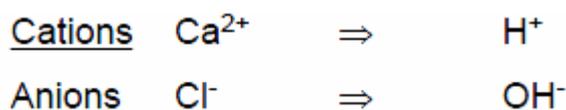
- Agua

Ayuda a estabilizar los fluidos de corte que tienen poco contenido en aceite (semisintéticos) y permiten disolver o solubilizar los compuestos hidrofílicos (biocidas, anticorrosivos, co-solventes...).

El agua que se mezcla con el fluido de corte juega, a su vez, un papel muy importante en la corrosión, ya que dependiendo de sus parámetros como por ejemplo la concentración de cationes calcio (Ca^{+2}), favorecerá el fenómeno de corrosión del material. En los procesos de mecanizado, se utilizan dos tipos diferentes de agua (industrial o desmineralizada) cuyos principales parámetros se muestran a continuación:

Parámetro	Tipo de Agua	
	Industrial	Desmineralizada
pH	7.0-9.0	5.0-7.5
TAC (%)	4-25	<1
Dureza (°f)	< 30	< 0.1
Cloruros (ppm)	< 60	< 2
Sulfatos (ppm)	<100	<1
Hierro (ppm)	< 0.5	<0.1
Zinc (ppm)	< 5	<0.1
Bacterias (cfu/ml)	< 10000	< 10000
Silicio (ppm)	<100	<10
Hidrocarburos (ppm)	<1	< 0.5

Como se puede observar en la presente tabla, la dureza (concentración de cationes Ca^{+2}) y los cloruros (concentración de aniones Cl^{-1}) es considerablemente mayor en el agua industrial lo que favorece el fenómeno de corrosión por el intercambio iónico (oxidación debida al Cl^{-1}) y con ello la formación de jabones de calcio y de magnesio:



Los iones responsables de la dureza del agua (Ca^{+2} y Mg^{+2}), tienen tendencia a precipitar en un medio alcalino en forma de hidróxido de calcio y carbonato de calcio e hidróxido magnesio respectivamente. Este precipitado se deposita sobre la superficie de la pieza a mecanizar. Para evitar esta precipitación, se utilizan agentes complejantes (EDTA, NTA, Gluconato, Fosfonato, Poliacrilato...), formando complejos solubles con dichos cationes.

Sin embargo, las principales desventajas que presenta el agua desmineralizada son:

- Un elevado coste
- Problemas de formación de espumas en presencia de tensoactivos
- Corrosión del acero, lo que obliga al uso de acero inoxidable

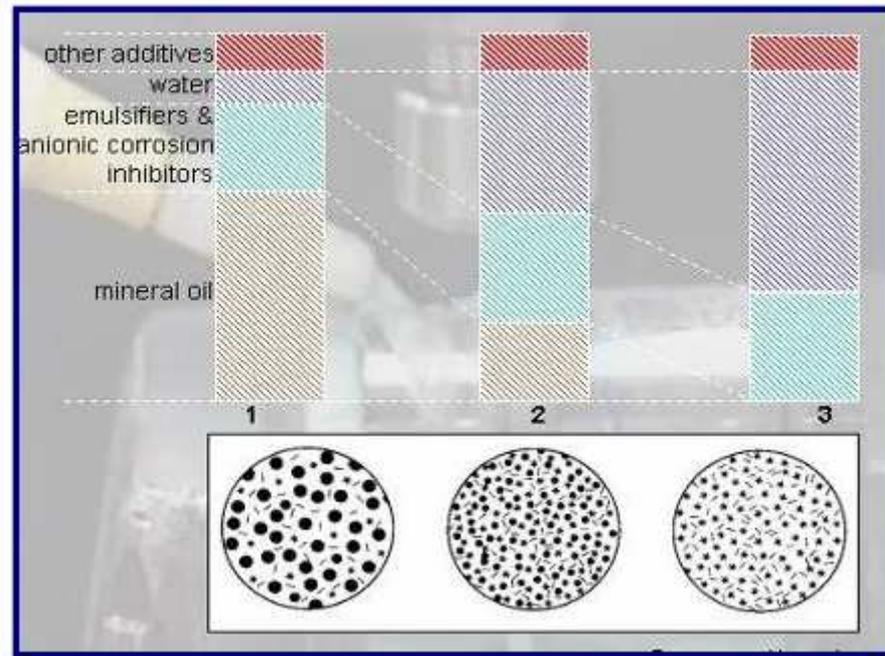
6.5.1 Líquidos de corte acuosos

Todos los fluidos de corte anteriores son combinados en distintas proporciones dando lugar a los fluidos de corte acuosos, que se caracterizan por su:

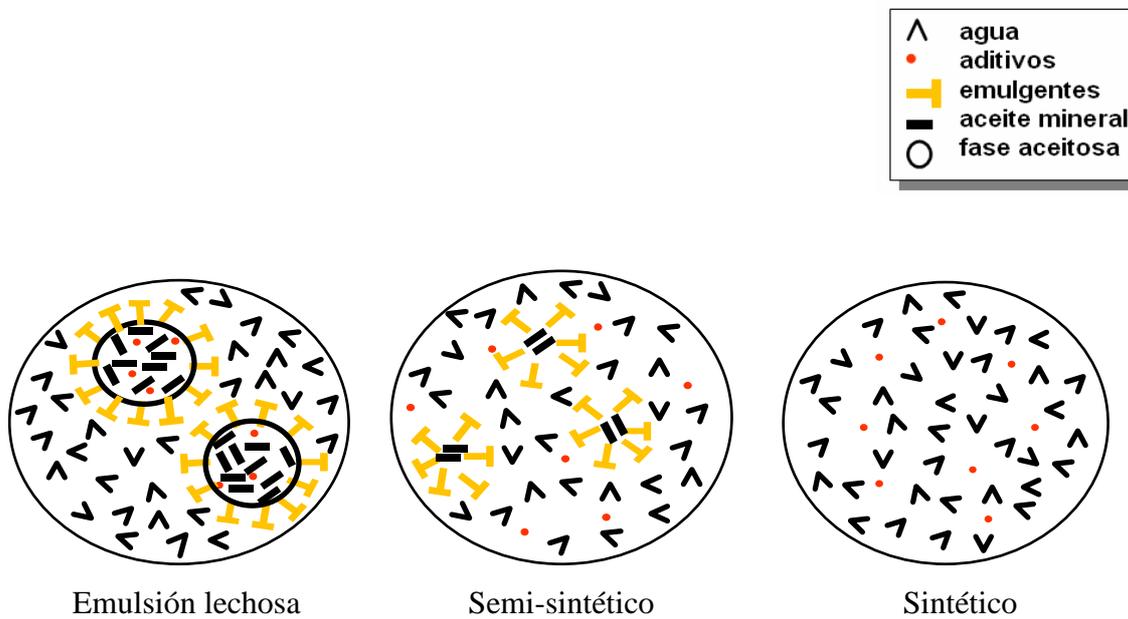
- Elevada velocidad de enfriamiento
- Bajos costes de llenados iniciales
- Muy bajo riesgo de incendio
- Baja formación de nieblas y humos a elevadas velocidades de corte
- Disminución de la contaminación del ambiente de trabajo
- Fácil limpieza de la pieza después de ser mecanizada
- Escaso consumo del fluido lubricante por arrastre, tanto en piezas como en las virutas.

Tipos de líquidos de corte acuosos:

Propiedad	Líquido de corte acuoso		
	Emulsionable (1)	Semi-sintético (2)	Sintético (3)
Cantidad aceite mineral (%)	>50	10-50	Exento (<1)
Aspecto / Tamaño partículas	Emulsión Blanco lechosa/ 0,1-1 µm	Emulsión translúcida/ 0,005-0,1µm	Solución transparente/ <0,005µm
Factor refractómetro	1	1.2-2	2-3.5
Capacidad lubricante	Muy Buena	Buena	Baja
Estabilidad biológica	Baja	Excelente	Buena
Tratamiento residuo	DQO ↓	DQO media	DQO ↑
Capacidad bacteriostática	Baja-Media	Media	Excelente
Uso	Todos (especial: aluminio) Lubricante	Metales féreos	Acabado-rectificado Refrigerante



Como se puede ver en la gráfica, cuanto mayor sea la presencia de emulgentes libres, menor será el tamaño de partícula y, por lo tanto, más estable será la emulsión. Sin embargo, habrá mayor formación de espumas.



6.6 FACTORES FÍSICO-QUÍMICOS DE LOS LÍQUIDOS DE CORTE

A continuación se muestran los principales factores físico-químicos a tener en cuenta en el proceso de corte:

6.6.1 pH

Este factor determina el estado de salud del baño

- Valores: (pH_o es el pH de referencia)
 - $\text{pH} \approx \text{pH}_o$: el baño está bien
 - $\text{pH} > \text{pH}_o + 1,5$: el baño es alcalino por lo que disminuye la concentración de bacterias.
 - $\text{pH} < \text{pH}_o - 1,5$: el baño es ácido por lo que aumenta la concentración de bacterias.

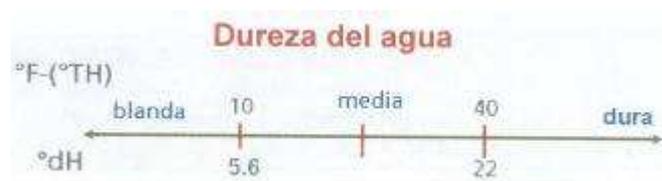
6.6.2 Concentración del producto (%)

Este factor representa la cantidad de producto en el baño. Se determina a partir de la medida de la materia que es neutralizable por un ácido (Ej.: HCl) a un pH determinado.

6.6.3 Dureza del agua

Determina la estabilidad de la emulsión y la formación de jabones

- Valores (no deben ser):



- Ni bajos ($<10^{\circ}\text{F}$) ya que aumentaría la formación de espumas.
- Ni altos ($>40^{\circ}\text{F}$) ya que aumentaría la formación de precipitados, favorecería la corrosión y rompería la emulsión.

6.6.4 Cloruros

Determinan la estabilidad de la emulsión, la corrosión (poder desinfectante como oxidantes) e influyen en la conductividad del baño.

- Valores:



- Si su concentración es mayor a 200 ppm, pueden derivar en:
 - Corrosiones en los metales férreos
 - Incremento de la salinidad del medio acuoso
 - Aumento de la conductividad
 - Pérdida de la estabilidad de la emulsión

6.6.5 Aceites extraños

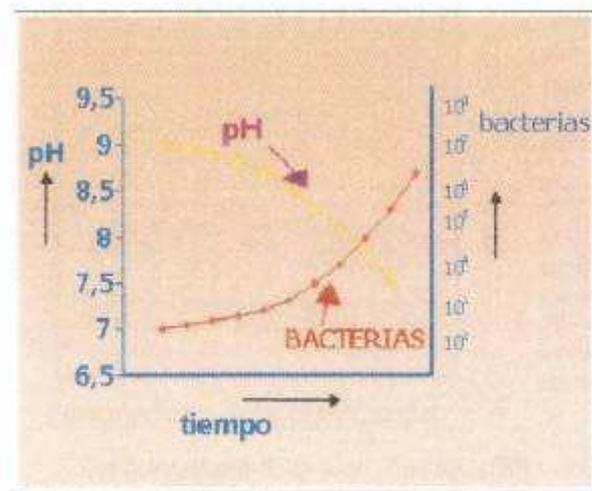
Se originan en los engranajes, guías, sistemas hidráulicos... Pueden emulsionarse, o formar una película superficial sobre el fluido de corte.

- Su presencia provoca:
 - La precipitación del aluminio a concentraciones altas
 - Formación de emulsiones invertidas
 - Favorece la contaminación bacteriana
 - Disminuye las propiedades anticorrosivas
 - Aumenta el desgaste de herramientas, disminuyendo la vida útil de las máquinas
 - Aumenta la formación de humos y nieblas de aceite
 - Efectos nocivos sobre la salud

6.6.6 Actividad microbiológica

Este parámetro determina la bioestabilidad del producto, es decir: la relación bacterias y hongos (debe existir un equilibrio entre ambos)

- Procedencia: líquido de corte, aceites extraños, trabajadores, piezas tratadas...
- Valores de bacterias y hongos:
 - Efectos a partir de concentraciones bacterias $> 10^5$ ppm
 - Disminuye el pH



- Favorece la corrosión de piezas y/o máquina
- Disminuye la estabilidad y la duración emulsión
- Disminuye la lubricación por destrucción de aditivos
- Disminuye la vida herramientas y, por lo tanto, genera acabados deficientes en la pieza mecanizada
- Genera olores desagradables y problemas dérmicos

6.6.7 Concentración de sólidos en suspensión (ppm)

Uno de los factores más críticos y que se debe controlar, es la concentración de los sólidos en suspensión. Este valor hace referencia a las virutas de la pieza mecanizada que no han podido ser eliminadas en la central de filtración y que por tanto pueden llegar a la herramienta de corte. La presencia de virutas en el fluido de corte recirculado, a parte de obstruir las conducciones de la herramienta, puede actuar como material

abrasivo produciendo un desgaste de la herramienta y/o afectar al acabado superficial de la pieza mecanizada.

A continuación se muestra una tabla resumen acerca del comportamiento de cada uno de los tres tipos de metales (acero, fundición y aluminio) que se utilizan en el proceso de mecanizado en función del medio que los rodea:

Metal	Componente en medio alcalino	Componente en medio ácido	Observaciones
Acero	No hay problema salvo con cloruros	No hay problema salvo con ácido clorhídrico o derivados clorados	Con ácido nítrico y fosfórico forman una capa de pasivado Los cloruros forman picaduras sobre la capa de protección
Fundición	No hay problema	Ataca a metales féreos	Con ácido fosfórico forman una capa de pasivado
Aluminio	Fuerte ataque	No hay problema	Posible formación de un precipitado blanquecino afectando al aspecto de la pieza

6.6.8 Medidas para mejorar el proceso de mecanizado en función del material a tratar

- Metales féreos:
 - Emplear agua tratada exenta de cloruros y de baja conductividad
 - Emplear productos de alcalinidad media-alta
 - Aumentar la concentración del producto

- Aluminio:
 - Emplear productos de alcalinidad baja-moderada
 - No sobrepasar en exceso la concentración recomendada
 - Emplear anticorrosivos específicos: benzotriazol, silicatos...

- Cobre y sus aleaciones:
 - Emplear anticorrosivos específicos: benzotriazol, tolitriazol.
 - No usar aditivos de azufre activo.

6.7 SEGURIDAD FRENTE A LOS LÍQUIDOS DE CORTE

Respecto a la seguridad de los fluidos de corte, se debe conocer su toxicidad para la salud humana y para el Medio Ambiente, sus instrucciones y/o cuidados en el manejo, sus condiciones de almacenamiento y transporte, su estabilidad y las consideraciones para su eliminación.



La legislación vigente aplicable a los fluidos de corte es la siguiente:

- Directiva comunitaria 199/45/CE sobre sustancias preparadas
- Directiva Comunitaria 2001/60/CE (es una modificación de la anterior según la 28 ATP (Adaptación Progreso Técnico). Esta directiva ha modificado sustancialmente la anterior, debiendo especificar las sustancias con peligrosidad y que se hallen presentes en concentración mayor al 1%.
- Directiva Comunitaria 2001/58/CE sobre la elaboración de Fichas de Seguridad (MSDS).

6.8 SALUD FRENTE A LOS LÍQUIDOS DE CORTE

Con respecto a la salud humana, las lesiones de la piel constituyen el riesgo más extendido y mejor estudiado que se deriva del uso y exposición a los fluidos de corte. Tales afecciones se deben fundamentalmente a la naturaleza irritante de dichos productos, así como la agresividad de muchos componentes que integran su composición. Las afecciones cutáneas que los fluidos de corte pueden originar son:

- Dermatitis irritativa de contacto
- Dermatitis alérgica de contacto
- Elaiocniosis o botón de aceite
- Trastornos de pigmentación
- Tumores epidérmicos
- Lesiones producidas por abrasión mecánica
- Infecciones microbianas



Como medidas preventivas, para evitar que aparezca cualquier caso de dermatitis, se debe:

- Extremar la higiene personal y la limpieza del entorno de trabajo
- Conocer todos los componentes de los productos utilizados y seguir las recomendaciones de su Fichas de Higiene y Seguridad
- Desarrollar un programa de protección dermatológica fomentando el uso de jabones neutros, guantes y otros EPIs (los más recomendados son los de PVC) y cremas barrera en el caso de, que por razones de trabajo, no se puedan usar guantes.

- Realizar un control médico permanente, orientado a establecer un registro del tipo, persona y causa de la dermatosis.

7 CONCLUSIONES Y JUICIO CRÍTICO

Estas prácticas de empresa en RENAULT ESPAÑA, S.A. me han permitido tener un contacto profesional con una de las más importantes empresas multinacionales del sector de la automoción, aprender la forma de trabajar dentro de la misma, ofreciendo la posibilidad de utilizar los conocimientos teórico-prácticos adquiridos hasta la fecha.

Además, este departamento ha estimulado, entre otros aspectos, tanto la iniciativa como el trabajo en equipo, por lo que el clima de trabajo no ha podido ser mejor, no sólo a nivel profesional sino también a nivel personal. Por todo ello, considero que ha sido una experiencia muy positiva.

8 BIBLIOGRAFÍA

www.fuchs.com → Líquidos de corte: tipos y características
(fecha visita: 14/06/2012)

www.cpq.com → Líquidos de corte: tipos y características
(fecha visita: 14/06/2012)

www.enkel.com → Líquidos de corte: tipos y características
(fecha visita: 14/06/2012)

www.mayfran.com/products/coolant filtration and management/central coolant filtration → Centrales de filtración de líquidos de corte
(fecha visita: 18/06/2012)

www.qualitysmith.com/request/articles/articles-hvac/central-heating-and-cooling-systems/ → Centrales de filtración de líquidos de corte
(fecha visita: 18/06/2012)

www.filtrsystems.com/metal/machinetool/fordengine.htm

→ Centrales de filtración de líquidos de corte
(fecha visita: 18/06/2012)

www.tecnolub.es/5.html → Centrales de filtración de líquidos de corte
(fecha visita: 18/06/2012)