

## TÉCNICAS DE MECANIZADO NO CONVENCIONALES

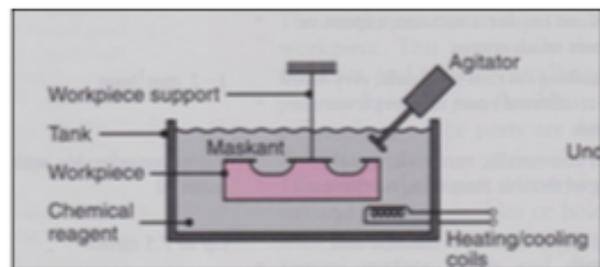
Son técnicas empleadas para mecanizar materiales muy duros [superiores a 400 Hb], para piezas con geometrías complejas en las que existan ángulos cerrados, para materiales muy frágiles y con un bajo punto de fusión ya que los métodos convencionales suelen generar altas temperaturas. Son especialmente precisos por lo que se usarán cuando las tolerancias sean muy pequeñas y se requieran buenos acabados.

### **MECANIZADO QUÍMICO (CM)**

Consiste en sumergir el material a mecanizar en una disolución química en la que estamos ante la presencia de un agente químico (ácido, solución alcalina) que elimina el material. Si existen partes que no queremos que sean mecanizadas debemos hacer uso de máscaras. Durante el proceso incorporamos un agitador con el fin de que el mecanizado sea uniforme.

Es un proceso usado para eliminar material superficial, con el que aligeramos peso a la estructura. Es utilizado en piezas planas de gran tamaño y/o con poca curvatura y con poco espesor.

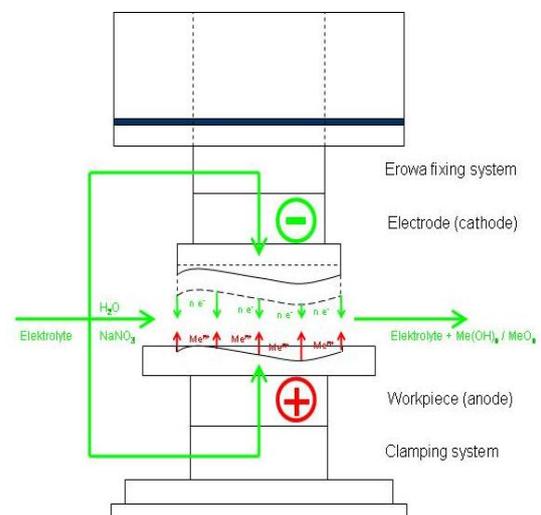
A través de este método conseguimos una baja producción, no existe alteración térmica y no podemos olvidar que una vez finalizado el proceso debemos limpiar la zona para que no continúe el ataque.



### **MECANIZADO ELECTROQUÍMICO (ECM)**

Partimos de una pieza que debe ser conductora, la cual actuará como ánodo, y un electrodo con la forma negativa de la pieza, la cual actuará como cátodo. Al ponerse en contacto aplicamos una variación de potencial entre el electrodo [-] y la pieza [+]. Con lo que conseguimos oxidar el material de la pieza. Este material se retira haciendo circular un electrolito, por ejemplo agua.

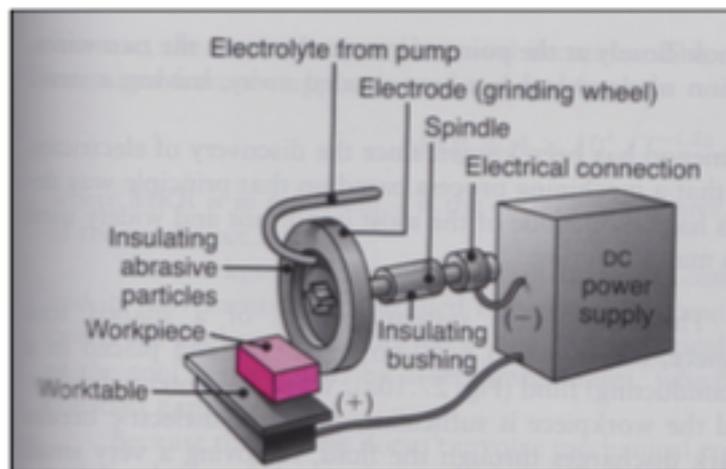
El electrodo controla la forma de la pieza, mientras que la intensidad y el tiempo determinan la cantidad de material mecanizado, es decir, la masa de la pieza y además, como el electrodo actúa de cátodo, debe ser de un material más noble que el material de la pieza porque sino tendríamos una pila inversa.



## RECTIFICADO ELECTROQUÍMICO

Su principal característica es una velocidad de corte muy alta y que mediante esta técnica conseguimos buenos acabados superficiales y tolerancias dimensionales exigentes. Existen dos variantes:

- El rectificado convencional que consta de un disco con abrasivo que va girando y se va comiendo la superficie de la pieza con la que se pone en contacto.
- El rectificado electroquímico se diferencia del anterior porque existe una diferencia de potencial entre la herramienta y la pieza, es decir, el material no se elimina por fricción sino por la diferencia de potencial (consiguiendo que se disuelva material de la pieza [disolución electroquímica]).



Las principales funciones del abrasivo son:

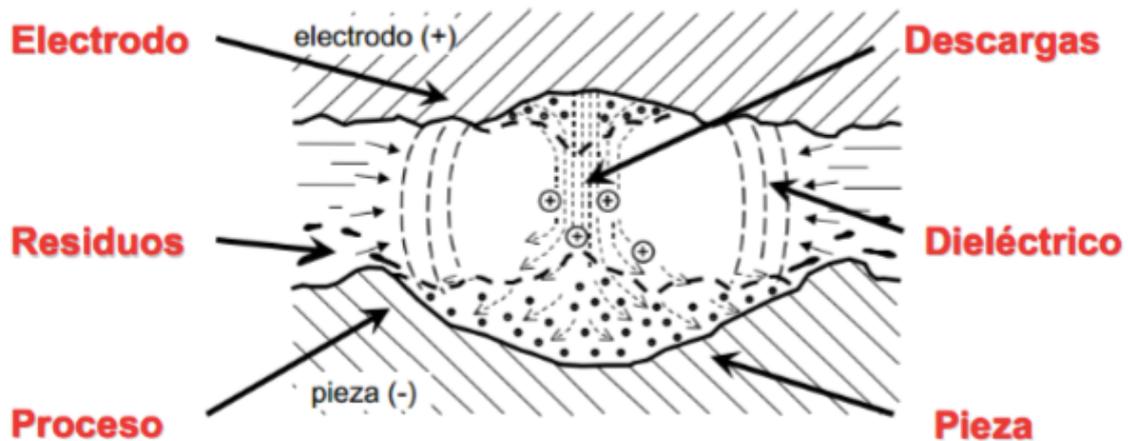
- Sirve como aislante eléctrico para que no se produzcan arcos y chispas entre la pieza y la herramienta.
- El abrasivo gira para eliminar los productos electrolíticos del área de trabajo, es decir, retira el material disuelto.

## MECANIZADO POR DESCARGA ELÉCTRICA O ELECTROEROSIÓN

Tenemos una herramienta y una pieza, ambas conductoras eléctricas, a las que aplicamos una diferencia de potencial haciendo pasar un dieléctrico, que no es más que un aislante. Cuando herramienta y pieza se encuentra a una cierta distancia se crea la descarga eléctrica, que genera un arco eléctrico siendo este el encargado de arrancar material de la pieza. Este material será eliminado por el flujo del dieléctrico.

La cantidad de material arrancado depende de la intensidad de corriente y de la temperatura de fusión del material. A mayor temperatura de fusión, más lento es el proceso.

$$MRR = 4 * 10^4 * I * T_f^{-1,23}$$



Los procesos anteriores (mecanizado electroquímico, rectificado electroquímico) y este de electroerosión consiguen un buen mecanizado superficial. Las profundidades del mecanizado no son muy elevadas. A pesar de ello, en el proceso electroquímico y en el de electroerosión podemos conseguir mayores profundidades.

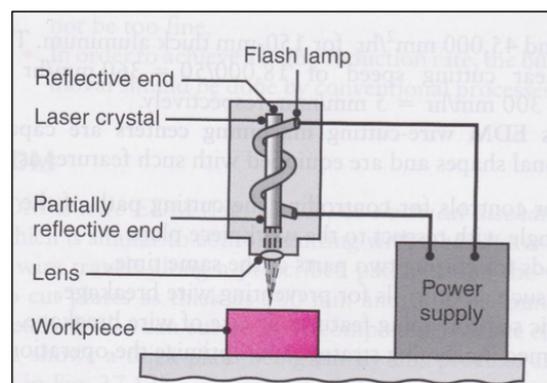
## MECANIZADO POR LÁSER

El láser calienta el material aumentando la temperatura sobre el punto que focaliza y produciendo la ablación o eliminación del material. El diámetro del haz del láser es muy pequeño, por lo que se pueden hacer cavidades de gran profundidad y pequeño diámetro, consiguiendo tolerancias buenas.

El tiempo de mecanizado depende del calor específico, potencia, velocidad de mecanizado y diámetro de la boquilla

$$t = C * P / v * d$$

Debemos tener en cuenta algunas propiedades del material a mecanizar como la Reflectancia [R] (si un material refleja más, absorbe menos energía con lo que es más difícil de mecanizar), Calor específico [C] y Conductividad térmica [K] (a mayor conductividad de calor, más disipa el calor y más lento se va a producir el mecanizado) (a mayor calor específico se consume más energía para mecanizar. Interesa baja cond. térmica y bajo calor específico), Difusividad térmica [k] (a mayor difusividad térmica, mayor dificultad para mecanizar), Calor latente de fusión [Lf] y de evaporación [Lv] (a mayor calor latente de evaporación o fusión, más difícil de mecanizar).

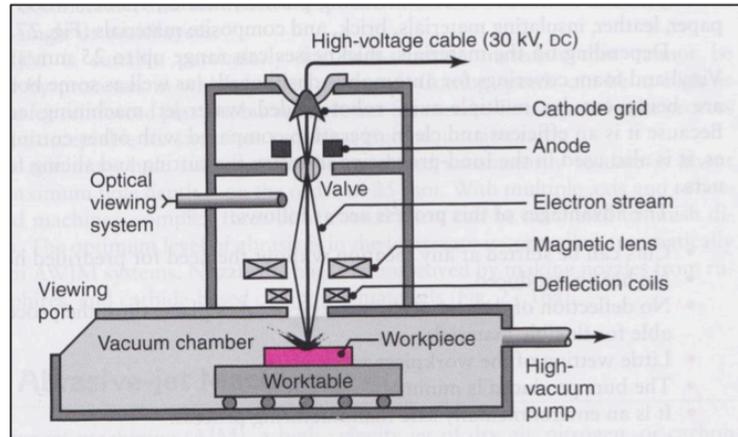


También debemos prestar atención a parámetros del láser como la Longitud de onda [ $\lambda$ ] (a menor longitud de onda, mayor potencia de mecanizado), Fluencia [F, en Julios] (es la energía), Funcionamiento continuo o pulsado [frecuencia, f] (pulsado es más potente y rápido que el continuo), Diámetro del haz, Duración del pulso.

## MECANIZADO POR HAZ DE ELECTRONES

A partir de un filamento de Wolframio, generamos un haz de electrones mediante altas temperaturas y diferencias de potencial, con el que somos capaces de generar electrones. Estos son acelerados por campos magnéticos concentrándolos para que impacten en un determinado punto del material a mecanizar. Somos capaces de concentrar mucha energía en una región pequeño.

Los problemas de este método son dos. Un primer problema es la emisión de rayos X con lo que necesitamos hacer uso de personal cualificado para su maneja. Un segundo problema es la direccionalidad de los electrones que deben impactar contra el material a mecanizar para lo que usamos el vacío evitando así la dispersión de los electrones.

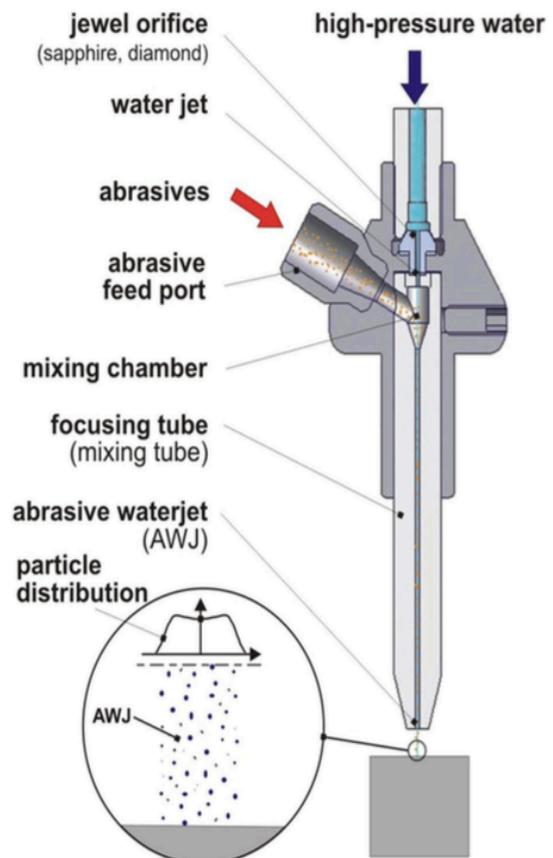


Las ventajas que aporta el láser frente a este tipo de mecanizado son que no se necesita vacío, no emite rayos X y no necesita de personal cualificado. Sin embargo, mediante el mecanizado por haz de electrones conseguimos mayores profundidades.

## MECANIZADO POR CHORRO DE AGUA

Lanzamos un chorro de agua a presión y se mecaniza el material. Se restringe para materiales como plásticos, telas, etc. En principio, materiales que tengan muy poco espesor. Las presiones usadas en el proceso no son muy elevadas y el diámetro del chorro dependerá de la boquilla elegida.

Existe una variante en este proceso que es el mecanizado por chorro abrasivo, que es simplemente que se incorporan partículas abrasivas. Podemos emplear aire o agua con el que proyectar las partículas. Conseguimos mayores presiones debido a las partículas. Sin embargo, sigue la limitación de piezas con poco espesor y de poca dureza.



| Proceso                                | Características principales  | Parámetros del proceso  |
|--|--|---|
| Mecanizado Químico                     | Eliminación de superficial en piezas planas de gran tamaño y superficies curvas; coste de herramienta y equipo bajos; adecuado para baja producción  | 0.0025-0.1 mm/min   |
| Mecanizado Electroquímico              | Formas complejas con cavidades profundas; mayor velocidad que otros procesos de mecanizado no tradicionales; coste de herramienta y equipo elevados; elevado consumo de potencia; de media a alta producción | 5-25 V (DC); 1.5-8 A/mm <sup>2</sup> ; 2.5-12 mm/min, dependiendo de la intensidad de corriente |
| Rectificado Electroquímico             | Corte y forma de materiales duros, como herramientas de WC; mayor velocidad que en el rectificado tradicional  | 1-3 A/mm <sup>2</sup> ; 25 mm <sup>3</sup> /s por 1000 A  |
| Mecanizado por Descarga Eléctrica      | Forma y corte de piezas complejas fabricadas de materiales duros; pueden resultar daños superficiales; se emplea también en procesos de rectificado y corte; coste de herramienta y equipo elevado           | 50-380 V; 0.1-500 A; 300 mm <sup>3</sup> /min   |
| Mecanizado por Láser                   | Corte y huecos en materiales de poco espesor; hay una zona afectada por el calor; no requiere vacío; alto coste de equipo; alto consumo de potencia  | 0.5-7.5 m/min   |
| Mecanizado por Haz de Electrones       | Corte y huecos en materiales de poco espesor; pequeños diámetros; zona afectada por el calor; requiere vacío; alto coste de equipo   | 1-2 mm <sup>3</sup> /min  |
| Mecanizado por chorro de agua          | Corte de materiales no metálicos; apto para corte de contornos en piezas flexibles; no hay daño térmico, ruidoso   | Varía considerablemente según el material   |
| Mecanizado por chorro de agua abrasivo | Corte de materiales metálicos y no metálicos   | Hasta 7.5 m/min   |
| Mecanizado por chorro abrasivo         | Corte, corte de ranuras, eliminación de rebabas (desbarbado), grabado y limpieza de materiales metálicos o no metálicos  | Varía considerablemente según el material   |