

Manual de toma y procesamiento de datos para optimizar  
ganancias en proceso de maquinado

# Introducción

Este documento tiene como objetivo ser una guía completa para facilitar el uso de nuestra herramienta con el fin último de ser una ayuda para la eficiencia y economía en un piso de manufactura por mecanizado. Tenga en cuenta que el software proporcionado es solo una herramienta y no asegura la calidad de los resultados si los datos introducidos son erróneos (Cualquier herramienta puede rendirse inútil si no se sabe manejar). Con el fin de tener el mejor provecho posible del software proporcionado, en esta guía se explicará detalladamente cómo tomar los datos necesarios, qué significan y cuál es la cantidad mínima de datos que se deben implementar para generar resultados apropiados.

El software fue desarrollado basando una tesis de maestría e Ingeniería Mecánica, desarrollada por J.M. Grueso [1]

# Tabla de Contenidos

Hoja de presentación.....	1
Introducción.....	2
Tabla de Contenidos.....	3
Variables de medición.....	4
Tiempos.....	5
Tiempo de preparación.....	5
Tiempo de carga y descarga de material .....	5
Tiempo de Cambio de herramienta.....	6
Tiempo efectivo de mecanizado .....	6
Tiempo de operación de la herramienta.....	6
Tiempo de improductividad.....	6
Costos y Valores.....	7
Costo de preparación de la máquina.....	7
Costo de improductividad .....	7
Costo de Operación de la máquina.....	7
Costo del fluido de corte .....	7
Costo comercial de la herramienta .....	8
Remuneración de sueldos y salarios.....	8
Otras variables por medir .....	8
Desgaste .....	8
Profundidad de corte.....	8
Longitud mecanizada.....	9
Avance .....	9

## Variables de medición

Símbolo	Variable	Unidad
$T_p$	Tiempo de preparación de la maquina	s
$T_i$	Tiempo de improductividad	s
$T_{cd}$	Tiempo de carga y descarga de material	s
$T_t$	Tiempo de Cambio de herramienta	s
$T_{OPH}$	Tiempo de operación de la herramienta	S
$C_p$	Costo de preparación de la maquina	\$
$C_i$	Costo de improductividad	\$
$C_f$	Costo del fluido de corte	\$
$C_{om}$	Costo de operación de la maquina	\$
$C_H$	Costo comercial de la herramienta	\$
$S_s$	Remuneración de sueldos y salarios	\$
$V_b$	Desgaste	$\mu m$
$A_v$	Avance	$m/s$
$P_c$	Profundidad de corte	$mm$
$L_m$	Longitud mecanizada	$mm$
$T$	Tiempo efectivo de mecanizado	$min$

# Tiempos

En esta sección se tienen en cuenta 5 tiempos que deben ser medidos en el piso de fábrica a la hora de hacer procesos de maquinado, en general un simple **cronometro** en teoría es capaz de cumplir la tarea y contar con la resolución necesaria, sin embargo hay que tener en cuenta que es de vital importancia los momentos que se acciona el cronometro y en que tiempo se para, pues de esto depende la calidad de los datos y si no se tienen bien medidos los tiempos puede estar teniendo sub o sobreestimaciones por parte del programa.

La recomendación que damos en esta guía es que se incorpore un cronometro en la maquina con el fin de acortar los tiempos en los que se acciona el cronometro, otra recomendación puede ser tener un personal dedicado a esta labor esto tiene la ventaja de que se obtienen mediciones de mejor calidad, pero a su vez está generando nuevos costos (depende de la necesidad de su negocio).

Es importante que establezca unos tiempos o intervalos de medición que llamamos jornadas, el cual usted debe definir, pueden ser horas, días, semanas, etc. lo importante es que a lo largo de las jornadas estas sean de la misma duración.

Los tiempos que debe medir son:

## Tiempo de preparación

$T_p$ : Este es el tiempo que el operario toma antes de utilizar la maquina y es en el que el operario está preparando la maquina para su uso, esto incluye (pero no se limita) a la inspección previa de la máquina, conexión a la corriente, limpieza, verificación de funcionamiento, etc. Almacene esta medida en unidades de segundos (**s**)

## Tiempo de carga y descarga de material

$T_{cd}$ : Para este tiempo tiene que medir cuanto tiempo tarde en cargar y ajustar el material o la pieza en la máquina de maquinado, adicionalmente a esto debe medir el tiempo que se demora en descargar o quitar la pieza, una vez termine el proceso, de la máquina. Almacene esta medida en unidades de segundos (s)

### Tiempo de Cambio de herramienta

$T_t$ : Una vez haya terminado un proceso de maquinado con una determinada herramienta y sea necesario un cambio de herramienta, apenas termine el proceso debe contabilizar el tiempo hasta que halla cambiado de manera adecuada la herramienta de corte.

Almacene esta medida en unidades de segundos (**s**)

### Tiempo efectivo de mecanizado

$T$ : Este es el tiempo efectivo de mecanizado, es decir el tiempo en el que la herramienta estuvo en contacto con la pieza removiendo material, es posible que su máquina ya tenga un cronograma integrado para esto o también es posible incorporar uno si desea que las mediciones sean más precisas, esta medida la debe almacenar en minutos (**min**) si tomó las mediciones en segundos puede hacer una simple conversión dividiendo los segundos por 60.

### Tiempo de operación de la herramienta

$T_{OPH}$ : Esta medida se deriva de aquella enunciada inmediatamente anterior (tiempo efectivo de mecanizado) la diferencia con esta es que solo debe tener en cuenta el tiempo de mecanizado de **cada** herramienta que halla usado para el mecanizado para esto documente con la misma medición de tiempo efectivo de mecanizado el tiempo que uso en la herramienta que va a analizar.

### Tiempo de improductividad

$T_i$ : Este tiempo es aquel en el que la maquina no está funcionando, por diferentes motivos a los mencionados anteriormente, dentro de la jornada. Una manera fácil de medir esto es mediante un segundo cronometro o reloj en el cual comience a medir desde el inicio de jornada hasta el final y a esta medición le resta la sumatoria de todos los tiempos mencionados anteriormente. Almacene esta medida en unidades de segundos (**s**).

- Nota:

1 hr = 3600 s

1 min = 60 s

# Costos y Valores

La mayoría de esta sección se encuentra estrechamente relacionada con aquella de los tiempos, pues es de ahí que se derivan muchos costos. Es importante que tenga claro bajo qué contrato le paga a los operarios y técnicos de su piso de maquinación, pues dependiendo de esto se extraen ciertos valores de costo, como ejemplo usted puede tener un técnico que hace el mantenimiento a la máquina una vez al mes, independientemente de la cantidad de tiempo que el técnico le invirtió a la máquina debe pagarle lo mismo. O por el contrario puede que tenga un operario que manipule la máquina, pero también sea el mismo que le hace mantenimiento.

## Costo de preparación de la máquina

$C_p$ : Para este costo es necesario saber el salario por tiempo del empleado encargado de preparar la máquina además de los costos relacionados con la máquina en específico como precalentamientos (sin incluir costos del fluido de corte). Para calcular este costo usted debe tener el tiempo de preparación ( $T_p$ ) y debe multiplicar este valor por el salario que se le paga al operario (tenga que en cuenta que debe saber tener el salario que se paga por segundos, para mantener homogeneidad en unidades), además de esto debe tener una manera de medir la energía que consume la máquina y medir cuanto consume en cada preparación, luego debe tener esta energía en kWh y multiplicar la energía consumida por el costo de kWh de su proveedor, al final simplemente debe sumar el costo por energía de preparación y el costo del operador por preparación.

## Costo de improductividad

$C_i$ : Para el cálculo de este de manera análoga al anterior debe saber cuánto se le paga al operario en el tiempo de improductividad ( $T_i$ ) y el gasto energético de la máquina en dicho tiempo.

## Costo de Operación de la máquina

$C_{om}$ : Para este costo se calcula de manera análoga a los dos anteriores, con el cambio que debe saber cuánto le paga al operario por el tiempo en el que la máquina está en uso, no solo cuando está mecanizando ( $T$ ) sino también cuando está preparando la máquina ( $T_p$ ) tiempo de carga y descarga ( $T_{ed}$ ) y tiempo de cambio de la herramienta ( $T_t$ ) sumando todos estos valores de saber cuánto le pagó al operario en dicho tiempo, además del pago energético por la máquina en dicho tiempo.

## Costo del fluido de corte

$C_f$ : En este costo usted debe saber 3 cosas, cuánto pago por el fluido de corte, la cantidad de fluido que le vendieron y qué cantidad de fluido usó durante la jornada establecida. Para calcular  $C_f$  usted debe dividir el costo del fluido que compró por la cantidad comprada y luego multiplicar este valor por la cantidad que utilizó durante la jornada.

## Costo comercial de la herramienta

$C_H$ : En este costo usted debe simplemente saber el precio que pagó por la herramienta de corte al cual le quiere hacer el análisis

## Remuneración de sueldos y salarios

$S_s$ : Para este ítem, con la nomina que se paga mensual o quincenalmente se divide por el numero de horas laborales y después se aplica a una conversión a segundos

## Otras variables por medir

### Desgaste

$V_b$ : Para el desgaste se requiere una herramienta de alta precisión (dependiendo de la calidad que desee de sus datos) puede usar un micrómetro, el procedimiento para medir el desgaste es que tiene que almacenar una medida inicial desde un punto de la herramienta hasta el filo de la herramienta, luego de que la herramienta halla cumplido su uso dentro de la jornada establecida se debe tomar la misma medición. La medición se hace en el filo de la herramienta en el plano perpendicular al corte de que hace la herramienta, tal como se muestra en la figura a continuación, para mejor precisión tome varias medidas y realice un promedio entre ellas.

Almacene esta medición en micrómetro ( $\mu m$ )

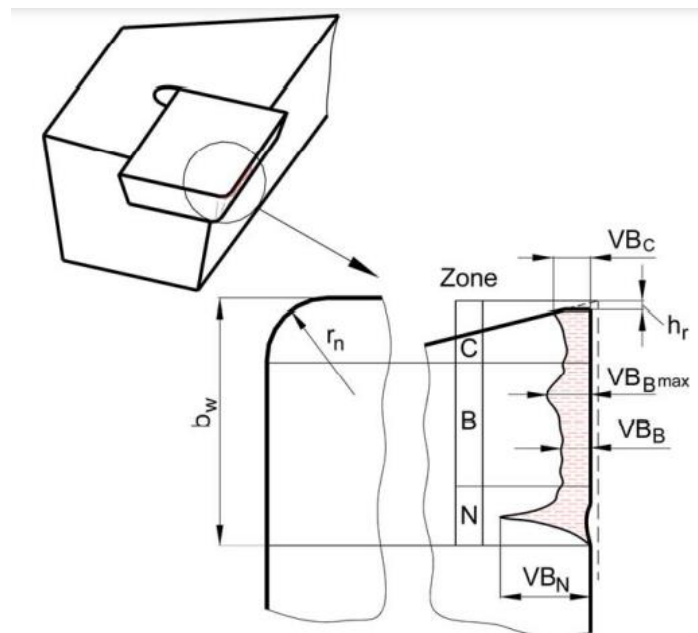


Fig. 1. Flank wear characteristics according to ANSI/ASME B94.55M-1985 standard.

+

Ilustración 1 [2]

### Profundidad de corte

$P_c$ : Esta es una variable que debería tener ya registrada, pues de esta depende la geometría de la pieza. sin embargo, si desea volver a conocer su valor después del mecanizado puede tomar la medición de profundidad con la parte final de un calibrador y al igual que la medición anterior



tomar varias medidas y promediarlas para tener una medida más precisa, almacene esta medida en milímetros ( $mm$ )

### Longitud mecanizada

$L_m$ : esta es la longitud que la herramienta recorrió removiendo material de la pieza, dependiendo del tamaño de la pieza encuentre la herramienta adecuada para esta medición. Por cada línea de corte que realiza la maquina tome la medida de su longitud, luego de esto sume todas estas y tendrá la longitud mecanizada, almacene esta medida en milímetros ( $mm$ )

### Avance

$A_v$ : El avance es una medida derivada de dos medidas ya tomadas y es en práctica la velocidad en la que la máquina realiza el corte, para esta medición convierta la longitud mecanizada ( $L_m$ ) a metros (divida por 1000) y esto divídalo por el tiempo efectivo ( $T$ ), las unidades deberían ser en metros sobre segundos (m/s)

## Referencias

[1] J. Grueso, Universidad de los Andes , Bogotá, 2007.

[2] V. P. Astakhov, «The assessment of cutting tool wear,» *International journal of machine tools & manufacture , design research and application*, vol. 44, nº 2004, p. 11, 2003.