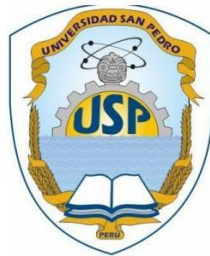


UNIVERSIDAD SAN PEDRO

Facultad de Ingeniería

Programa de Estudio de Ingeniería Mecánica Eléctrica



**Elementos mecánicos que influyen en las tolerancias
geométricas del maquinado en un torno paralelo**

**Tesis para obtener el título de Ingeniero Mecánico
Electricista**

Autor:

Renato Andree Loyola Lara

Asesor:

Hugo Llenque Tume

Código ORCID:

0000-0002-0517-1429

CHIMBOTE – PERU

2018

PALABRA CLAVE

Tema	Investigación
Especialidad	Sector Mecánico

KEY WORDS

Theme	Investigation
Specialty	Mechanical Sector

LINEA DE INVESTIGACION

Línea de Investigación	Sector Mecánico
Área	Ingeniería y Tecnología
Sub Área	Ingeniería Mecánica
Disciplina	Ingeniería Mecánica

**Elementos mecánicos que influyen en las
tolerancias geométricas del maquinado en un torno
paralelo**

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo es identificar y analizar los elementos mecánicos que influyen en las dimensiones del acabado en los trabajos realizados en el torno paralelo PROGRES I-550.

Para ello en esta investigación descriptiva se realizó el análisis a los desgastes mecánicos presentes en los diferentes elementos que componen el torno paralelo, para ello identificamos las partes del torno y definimos cada elemento a analizar.

Se determinó que en los elementos mecánicos el desgaste actual genera errores en las dimensiones de las tolerancias geométricas, se obtuvo como resultado en el caso del husillo una desnivelación de 0.02 mm, en el desgaste del tornillo y tuerca del carro transversal del torno un desgaste de a 1.5 mm, el desgaste en la bancada podemos concluir que la tolerancia de cilindridad y rectitud muestra una variación en forma de conicidad de 0.04 mm.

ABSTRACT

The objective of this work is to identify and analyze the mechanical elements that influence the dimensions of the finish in the work carried out on the PROGRES I-550 parallel lathe.

For this, in this descriptive research, an analysis was carried out of the mechanical wear present in the different elements that make up the parallel lathe, for this we identify the parts of the lathe and define each element to be analyzed.

It was determined that in the mechanical elements the current wear generates errors in the dimensions of the geometric tolerances, the result was an unevenness of 0.02 mm in the case of the spindle, in the wear of the screw and nut of the transverse carriage of the lathe a wear of At 1.5 mm, the wear on the bench we can conclude that the tolerance of cylindricity and straightness shows a variation in the form of knowledge of 0.04 mm.

INDICE

Palabra clave	ii
Título	iii
Resumen	iv
Abstract	v
I. Introducción	7
II. Metodología de trabajo	40
III. Procesamiento y análisis de información	41
IV. Resultados	41
V. Análisis y discusión	50
VI. Conclusiones y recomendaciones	52
VII. Dedicatoria	54
VIII. Agradecimiento	55
IX. Referencias bibliográficas	56
X. Anexos	59

I. INTRODUCCION

1.1 Antecedentes y fundamentación científica

1.1.1 Antecedentes

- En este estudio, Estudio del fenómeno Chatter en el torno Imoturn utilizado en el laboratorio de procesos II de la universidad Autónoma del Caribe: Con el proyecto realizado en el torno del laboratorio de procesos industriales II de la Universidad Autónoma del Caribe se logra cumplir con los objetivos planteados, los cuales eran analizar el comportamiento de un proceso de torneado al momento de presentarse el fenómeno Chatter, el cual consiste en vibraciones que se presentan en este caso en la herramienta de corte que afectan la calidad final de la pieza, dándoles un acabado superficial con un porcentaje de rugosidad no deseada.

Los factores que afectaron a la herramienta de corte fueron los siguientes: Los tornillos donde se posiciona la herramienta de corte son muy grandes para la dimensión de la herramienta utilizada y están hecho para herramientas de corte con una geometría mucho más grande que la que se trabajó en este proyecto haciendo imposible que el ajuste adecuado y la rigidez necesaria para que entrara a cortar como era necesario. (Claudia C. & Daniel A., 2014).

- En la tesis, Manual de mantenimiento y operación del torno paralelo, el proyecto que se realizó en la empresa Técnica Hidráulica de Tampico, contiene información que puede emplearse como guía para el mantenimiento con el propósito de prever las fallas manteniendo la máquina (torno paralelo) en condiciones seguras, evitando paros en la producción y aumentando la seguridad de los trabajadores.

En el torno paralelo industrial fundamentalmente lo que se debe hacer es evaluar es el desgaste en las guías de la bancada: verificar el juego en el husillo principal, verificar los huelgos o ruidos extraños en la caja

de velocidades del husillo y en la caja de avances, aquí la transmisión de movimiento es fundamentalmente por los engranajes. Verificar los conductos de lubricación hacia todos los lugares y garantizar que la lubricación llegue.

La verificación de la bancada cuando el desgaste no es perceptible es de la siguiente manera: 1. Colocar un eje patrón correctamente centrado en el plato de garras y apoyando en el otro extremo en el contrapunto, luego colocar un reloj comparador en el carro longitudinal con el palpador en la parte superior del eje. 2. Desplazar el carro longitudinal y verificar el movimiento de la aguja del comparador, esos desplazamientos del palpador darán una indicación del desgaste en la bancada”. (Damián J., 2010).

- En la tesis, Mantenimiento centrado en la confiabilidad para talleres de máquinas herramientas de los institutos tecnológicos de la región Junín, el propósito fundamental fue de elaborar el Plan de Mantenimiento en base a la metodología MCC y sus herramientas Análisis de Modos y efectos de Falla (AMEF), Árbol de Decisión lógica (AOL), los que fueron desarrollados a plenitud, lográndose así un Plan de mantenimiento de 18 componentes del torno, 22 componentes de la fresadora, 15 componentes del cepillo de codo y 10 elementos de la taladradora; debidamente temporizados en días, meses, años y bianuales. Este programa fue elaborado estrictamente cumpliendo las exigencias del MCC, en particular de AMEF y ADL que se encargaron de definir el grado de criticidad.

El diseño metodológico fue el descriptivo simple, donde se internalizó la técnica de observación con uso de instrumentos tanto de medición como documentales, que permitió elaborar las matrices que determinaron la criticidad.

El resultado final del estudio es el programa de mantenimiento, que está hecho en base a las exigencias del mantenimiento centrado en la

confiabilidad, cada color representa; actividades a desarrollar en un determinado periodo y horas-hombre a emplearse tanto: diario, semanal, mensual, semestral, anual y bianual. (Huayta O, 2013)

- En la Tesis, Aumento de la disponibilidad mediante la implementación de un plan de mantenimiento preventivo a las maquinarias de la empresa Atlanta Metal Drill S.A.C, el presente trabajo de investigación, describe la implementación de un plan de mantenimiento preventivo para las máquinas y equipos críticos que intervienen en el proceso de producción de la empresa Atlanta Metal Drill S.A.C, garantizando un aumento de la disponibilidad operacional de los equipos del taller de maestranza de la empresa, de una manera eficiente y segura.

Para cumplir dicho objetivo fue necesario la recopilación de información de historiales de los tiempos de fallas de todas las maquinas del área de maestranza, siendo un total de 23 máquinas con la que dispone la empresa tales como tornos, fresadoras, mandriladora, máquinas de soldar, compresoras, puentes grúa y taladros. Las maquinas en estudio se sometieron a un análisis de criticidad, resultando cuatro máquinas críticas debido a su mayor incidencia de fallas: fresadora, torno paralelo, torno vertical y mandriladora. (Ramos J., 2017)

- En la Tesis, Diseño e implementación de un sistema de mantenimiento estratégico aplicando las filosofías RCM y FMEA a las máquinas y herramientas de la empresa WEATHERFORD SOUTH AMERICA INC, base 1, Francisco de Orellana, en una perspectiva económica global, la confiabilidad de los sistemas es un factor clave para que las empresas sean más competitivas, por esta razón las exigencias de confiabilidad y seguridad para la empresa Weatherford en relación a las máquinas herramienta, requieren de una nueva estrategia de mantenimiento que nos ayude a cumplir con el cometido planteado.

Con este antecedente, implementar RCM a las máquinas herramienta para mejorar la disponibilidad y confiabilidad es necesario. El presente proyecto se enfoca en implementar tareas de análisis y planificación de mantenimiento que eviten los paros de emergencia y aumente las horas de producción de cada máquina herramienta.

La metodología que se aplicará será la siguiente: Se divide principalmente en 4 fases:

- ✓ Análisis de Criticidad de la maquinaria: Aplicando la norma ISO 14224: Industrias de petróleo y gas natural - Recolección e intercambio de datos de confiabilidad y mantenimiento de equipos. En esta etapa se debe recolectar la información técnica de la maquinaria de campo y se debe calificar la criticidad: A (Crítico EHS), B (Crítico para la operación) o C (No crítico) para cada máquina herramienta.
- ✓ Análisis FMEA: Basándose en el procedimiento explicado en las normas SAE JA 1011 y SAE JA 1012, se debe determinar para equipos críticos A y B únicamente.
- ✓ Establecer el programa de mantenimiento a aplicarse a cada sistema o equipo: Este es el resultado de todo el análisis del cual se obtiene el tipo de tareas y planes de mantenimiento para cada modo de fallo en cada sistema o equipo que se analice.
- ✓ Implementar en el software existente en la empresa auspiciante. (Salguero M., 2010)

- En la Tesis, Elaboración de plan de mantenimiento para torno EMCO 220 del laboratorio de mecatrónica universidad EAFIT es importante a la hora de recepción de máquinas-herramientas, realizar procedimientos de verificación metrológica (paralelismo, perpendicularidad, rectitud, entre otros), para verificar el estado de operación de la máquina y realizar los ajustes necesarios antes de ponerla al servicio de los usuarios. Además permite obtener resultados de desviaciones respecto al error admitido teóricamente.

Como resultado de las pruebas y mediciones metrológicas realizadas al torno EMCO 220, se concluye que la máquina se encuentra con altos desajustes reflejándose en desviaciones de tipo cónico y no se recomienda mecanizar piezas en las que se requiere altísima precisión. A la hora de elaborar cualquier plan de frecuencia de mantenimiento para cualquier máquina, hay que realizar una investigación fundamentada y detallada bajo diferentes fuentes bibliográficas donde se pueden encontrar: normatividad bajo estándares nacionales e internacionales (ISO, DIN, UNE, entre otros), entrevistas con personal calificado en el tema, artículos técnicos de internet, ilustraciones, videos, entre otros. (Gabriel F., 2012)

- En la Tesis, Desarrollo de un sistema de mantenimiento preventivo para las maquinas torno, en la empresa INDUSTRIAS COLRES L. se presentó la necesidad de organizar el mantenimiento de una manera técnica, debido a la constante utilización del mantenimiento correctivo que no cumplía con las expectativas de la gerencia de producción, además se investiga cual es el estado de las máquinas con respecto a la calidad y producción de las piezas mecanizadas.

La solución planteada en este trabajo es un plan de mantenimiento preventivo que establece de manera clara tres actividades relacionadas con lubricación, mantenimiento eléctrico o electrónico y mantenimiento mecánico.

Una vez puesta en servicio la presente propuesta de mantenimiento, se espera lograr la reducción de los daños no programados de máquina, la entrega de productos con la calidad acordada y la reducción de los costos de fabricación. (Osval A., 2013)

- En la investigación, Mantenimiento preventivo para los tornos convencionales en el departamento de mecánica del IUTC, tuvo como objetivo la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para los tornos convencionales del taller de máquinas y herramientas en el departamento de mecánica del IUTC. Las bases teóricas fueron tomadas de Newbrough (2002), Duffuaa (2002), y Nava (2001). La metodología fue de carácter descriptivo, proyectivo y de campo, para la cual se seleccionó una población de 05 sujetos, todos pertenecientes al taller de máquinas y herramientas. Como instrumento de recolección de datos se aplicó la técnica de la encuesta, con un instrumento tipo cuestionario. Para el análisis de los resultados se utilizaron tablas y gráficos con distribución de frecuencias, los cuales reflejaron la situación actual del mantenimiento preventivo de los tornos convencionales, la evaluación de partes y componentes, y los requerimientos para controlar el funcionamiento del equipo. Se concluye que un plan de mantenimiento preventivo es un conjunto estructurado de tareas que comprende las actividades, los procedimientos, los recursos y la duración necesaria para su realización. (Alonso Elías P., 2012)

1.1.2 Fundamentación científica

TOLERANCIAS GEOMETRICAS

En determinadas ocasiones, como, por ejemplo: mecanismos muy precisos, piezas de grandes dimensiones, etc., la especificación de tolerancias dimensionales puede no ser suficiente para asegurar un correcto montaje y funcionamiento de los mecanismos.

Las siguientes figuras muestran tres casos donde una de las piezas puede ser correcta desde el punto de vista dimensional (diámetros de las secciones dentro de tolerancia) y no ser apta para el montaje: en el primer caso tendríamos un defecto de rectitud, en el segundo caso tendríamos un defecto de coaxialidad, y en el tercer caso tendríamos un defecto de perpendicularidad.

Vemos, pues, que en la fabricación se producen irregularidades geométricas que pueden afectar a la forma, posición y orientación de los diferentes elementos constructivos de las piezas.

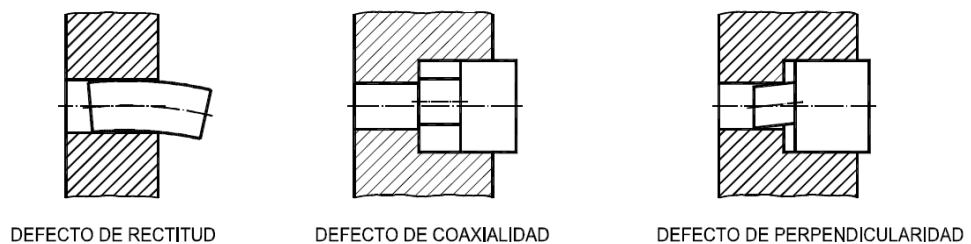


Figura N° 01: Irregularidades Geométricas

Fuente: Cálculos de taller – A.L. Casillas

Una tolerancia dimensional aplicada a una medida ejerce algún grado de control sobre desviaciones geométricas, por ejemplo: la tolerancia dimensional tiene efecto sobre el paralelismo y la planicidad. Sin embargo, en algunas ocasiones la tolerancia de medida no limita suficientemente las desviaciones geométricas; por tanto, en estos casos se deberá especificar expresamente una tolerancia geométrica, teniendo prioridad sobre el control geométrico que ya lleva implícita la tolerancia dimensional.

Podríamos definir la tolerancia geométrica de un elemento de una pieza (superficie, eje, plano de simetría, etc) como la zona de tolerancia dentro de la cual debe estar contenido dicho elemento. Dentro de la zona de tolerancia el elemento puede tener cualquier forma u orientación, salvo si se da alguna indicación más restrictiva.

El uso de tolerancias geométricas evita la aparición en los dibujos de observaciones tales como “superficies planas y paralelas”, con la evidente dificultad de interpretación cuantitativa que conllevan; aún más, a partir de los acuerdos internacionales sobre símbolos para las tolerancias geométricas, los problemas de lenguaje están siendo superados.

Las tolerancias geométricas deberán ser especificadas solamente en aquellos requisitos que afecten a la funcionalidad, intercambiabilidad y posibles cuestiones relativas a la fabricación; de otra manera, los costes de fabricación y verificación sufrirán un aumento innecesario. En cualquier caso, estas tolerancias habrán de ser tan grandes como lo permitan las condiciones establecidas para satisfacer los requisitos del diseño.

El uso de tolerancias geométricas permitirá, pues, un funcionamiento satisfactorio y la intercambiabilidad, aunque las piezas sean fabricadas en talleres diferentes y por distintos equipos y operarios. (Castro, 2013)

SIMBOLOS PARA LA INDICACION DE LAS TOLERANCIAS GEOMETRICAS

La siguiente tabla presenta los símbolos utilizados para la indicación de las tolerancias geométricas según ISO 2768.

Tabla N° 01: Tipos de Tolerancia

	PROPIEDAD TOLERADA	SÍMBOLO
Tolerancias de forma	Rectitud	
	Planicidad	
	Redondez	
	Cilindricidad	
	Forma de línea	
	Forma de superficie	

Fuente: Tolerancias y ajustes - TERNIUM

Indicación de tolerancias geométricas y su interpretación

En las siguientes tablas se presentan una serie de ejemplos de indicación e interpretación de tolerancias geométricas.

Tabla. N° 02: Tolerancias Geométricas

	CARACTERÍSTICA	SÍMBOLO	INDICACIÓN EN EL DIBUJO	ZONA DE TOLERANCIA	INTERPRETACIÓN
TOLERANCIAS DE FORMA	Rectitud				El eje del cilindro deberá estar contenido en el interior de un cilindro de 0.1 mm de diámetro.
	Planicidad				La superficie plana deberá estar contenida entre dos planos paralelos separados 0.05 mm.
	Redondez				El contorno circular de cualquier sección transversal deberá estar contenido entre dos circunferencias concéntricas cuya diferencia de radios es 0.05 mm.
	Cilindricidad				La superficie cilíndrica deberá estar contenida entre dos cilindros coaxiales cuya diferencia de radios es 0.05 mm.

Fuente: Tolerancias y ajustes – TERNIUM

EL TORNO

El torno es una máquina para fabricar piezas de forma geométrica de revolución. Se utiliza desde muy antiguamente para la alfarería.

Consistía entonces en un plato circular montado sobre un eje vertical que tenía en su parte inferior otro plato, que se hacía girar con los pies, para formar, con arcilla, piezas de revolución con sección variable.

Con el tiempo se ha llegado a convertir en una máquina importantísima en el proceso industrial de la actualidad.

El torno mecánico

El torno mecánico es una máquina-herramienta para mecanizar piezas por revolución arrancando material en forma de viruta mediante una herramienta de corte. Ésta será apropiada al material a mecanizar pudiendo estar hecha de acero al carbono, acero rápido, acero rápido al cobalto, widia, cerámica, diamante, etc. y que siempre será más dura y resistente que el material mecanizado. (Julio A. C, 2008)

Movimientos de trabajo en la operación del torneado

Movimiento de corte: por lo general se imparte a la pieza que gira rotacionalmente sobre su eje principal. Este movimiento lo imprime un motor eléctrico que transmite su giro al husillo principal mediante un sistema de poleas o engranajes.

El husillo principal tiene acoplado a su extremo distintos sistemas de sujeción (platos de garras, pinzas, mandrinos auxiliares), los cuales sujetan la pieza a mecanizar.

Movimiento de avance: es debido al movimiento longitudinal o transversal de la herramienta sobre la pieza que se está trabajando.

En combinación con el giro impartido al husillo, determina el espacio recorrido por la herramienta por cada vuelta que da la pieza.

El movimiento también puede no ser paralelo a los ejes, produciéndose así conos. En ese caso se gira el carro de debajo del transversal ajustando en una escala graduada el ángulo requerido, que será la mitad de la conicidad deseada.

Profundidad de pasada: movimiento de la herramienta que determina la profundidad de material arrancado en cada pasada aunque la cantidad de material arrancado queda siempre sujeto al perfil del útil de corte usado, tipo de material mecanizado, velocidad de corte, etc.

El torno puede realizar operaciones de cilindrado, mandrinado, roscado, refrendado, ranurado, taladrado, escariado, moleteado, cilindrado en línea, etc., mediante diferentes tipos de herramientas y útiles intercambiables con formas variadas según la operación de conformado que realizar.

Con los accesorios apropiados, que por otra parte son sencillos, también se pueden efectuar operaciones de fresado, rectificado y otra serie de operaciones de mecanizado. (Simón M., 2006)

Estructura del torno

El torno tiene cinco componentes. Las partes principales del torno son el cabezal principal, bancada, contrapunta, carro y unidad de avance.

El cabezal principal contiene los engranes, poleas lo cual impulsan la pieza de trabajo y las unidades de avance. El cabezal, incluye el motor, husillo, selector de velocidad, selector de unidad de avance y selector de sentido de avance. Además, sirve para soporte y rotación de la pieza de trabajo que se soporta el husillo.

La bancada sirve de soporte para las otras unidades del torno.

La contrapunta puede moverse y fijarse en diversas posiciones a lo largo, La función primaria es servir de apoyo al borde externo de la pieza de trabajo.

El carro consta del tablero delantero, portaherramientas, mecanismo de avance, mecanismo para roscar, soporte combinado y los sujetadores para la herramienta de corte. La aplicación de la potencia para avance se obtiene al acoplar el embrague para el avance seleccionado.

El carro auxiliar puede girarse a diversos ángulos y las herramientas de corte se montan en el portaherramientas.

El avance manual para el carro auxiliar compuesto se obtiene con el volante de avance.

Clases de tornos

- Torno al aire
- Torno vertical
- Torno con dispositivo copiador
- Torno revolver
- Torno de relojero
- Torno de madera (G. Castro, 2003)

Estructura del torno paralelo



Figura N° 02: Torno Paralelo

Fuente: Propiedad de empresa PROING E.I.R.L.

El Torno paralelo tiene Cinco Componentes Principales:

- **Bancada:**

Sirve de soporte para las otras unidades del torno. En su parte superior lleva unas guías por las que se desplaza el cabezal móvil o contrapunto y el carro principal.

- **Cabezal fijo:**

Contiene los engranajes o poleas que impulsan la pieza de trabajo y las unidades de avance. Incluye el motor, el husillo, el selector de velocidad, el selector de unidad de avance y el selector de sentido de avance. Además, sirve para soporte y rotación de la pieza de trabajo que se apoya en el husillo.

- **Contrapunto:**

El contrapunto es el elemento que se utiliza para servir de apoyo y poder colocar las piezas que son torneadas entre puntos, así como otros elementos tales como portabrocas o brocas para hacer taladros en el centro de los ejes. Este contrapunto puede moverse y fijarse en diversas posiciones a lo largo de la bancada.

- **Carros portaherramientas:**

Consta del carro principal, que produce los movimientos de avance y profundidad de pasada, y del carro transversal, que se desliza transversalmente sobre el carro principal. En los tornos paralelos hay además un carro superior orientable, formado a su vez por tres piezas: la base, el charrito y la porta herramientas. Su base está apoyada sobre una plataforma giratoria para orientarlo en cualquier dirección.

- **Cabezal giratorio o chuck:**

Su función consiste en sujetar la pieza a mecanizar. Hay varios tipos, como el chuck independiente de cuatro mordazas o el universal, mayormente empleado en el taller mecánico, al igual que hay chucks magnéticos y de seis mordazas. (J. Correa, 2008)

Velocidad de corte

Se define como velocidad de corte la velocidad lineal de la periferia de la pieza que está en contacto con la herramienta. La velocidad de corte, que se expresa en metros por minuto (m/min), tiene que ser elegida antes de iniciar el mecanizado y su valor adecuado depende de muchos factores,

especialmente de la calidad y tipo de herramienta que se utilice, de la profundidad de pasada, de la dureza y la maquinabilidad que tenga el material que se mecanice y de la velocidad de avance empleada. Las limitaciones principales de la máquina son su gama de velocidades, la potencia de los motores y de la rigidez de la fijación de la pieza y de la herramienta. A partir de la determinación de la velocidad de corte se puede determinar las revoluciones por minuto que tendrá el cabezal del torno, según la siguiente fórmula:

$$V_c \left[\frac{\text{m}}{\text{min}} \right] = \frac{n [\text{min}^{-1}] \times \pi \times D_c [\text{mm}]}{1000 \left[\frac{\text{mm}}{\text{m}} \right]} \quad (1)$$

Donde:

V_c : es la velocidad de corte

n : es la velocidad de rotación de la herramienta

D_c : es el diámetro de la pieza.

La velocidad de corte es el factor principal que determina la duración de la herramienta. Una alta velocidad de corte permite realizar el mecanizado en menos tiempo, pero acelera el desgaste de la herramienta. Los fabricantes de herramientas y prontuarios de mecanizado, ofrecen datos orientativos sobre la velocidad de corte adecuada de las herramientas para una duración determinada de la herramienta, por ejemplo, 15 minutos. En ocasiones, es deseable ajustar la velocidad de corte para una duración diferente de la herramienta, para lo cual, los valores de la velocidad de corte se multiplican por un factor de corrección. La relación entre este factor de corrección y la duración de la herramienta en operación de corte no es línea.

Velocidad de rotación de la pieza

La velocidad de rotación del cabezal del torno se expresa habitualmente en revoluciones por minuto (rpm). En los tornos convencionales hay una gama limitada de velocidades, que dependen de la velocidad de giro del motor principal y del número de velocidades de la caja de cambios de la máquina. En los tornos de control numérico, esta velocidad es controlada con un sistema de realimentación que habitualmente utiliza un variador de frecuencia y puede seleccionarse una velocidad cualquiera dentro de un rango de velocidades, hasta una velocidad máxima. La velocidad de rotación de la herramienta es directamente proporcional a la velocidad de corte e inversamente proporcional al diámetro de la pieza.

Velocidad de avance

El avance o velocidad de avance en el torneado es la velocidad relativa entre la pieza y la herramienta, es decir, la velocidad con la que progresa el corte. El avance de la herramienta de corte es un factor muy importante en el proceso de torneado. Cada herramienta puede cortar adecuadamente en un rango de velocidades de avance por cada revolución de la pieza, denominado avance por revolución (fz).

Este rango depende fundamentalmente del diámetro de la pieza, de la profundidad de pasada, y de la calidad de la herramienta. Este rango de velocidades se determina experimentalmente y se encuentra en los catálogos de los fabricantes de herramientas. Además, esta velocidad está limitada por las rigideces de las sujeciones de la pieza y de la herramienta y por la potencia del motor de avance de la máquina. El grosor máximo de viruta en mm es el indicador de limitación más importante para una herramienta. El filo de corte de las herramientas se prueba para que tenga un valor determinado entre un mínimo y un máximo de grosor de la viruta.

La velocidad de avance es el producto del avance por revolución por la velocidad de rotación de la pieza.

Al igual que con la velocidad de rotación de la herramienta, en los tornos convencionales la velocidad de avance se selecciona de una gama de velocidades disponibles, mientras que los tornos de control numérico pueden trabajar con cualquier velocidad de avance hasta la máxima velocidad de avance de la máquina. (Oscar A., 2012)

Operaciones de torneado

Cilindrado

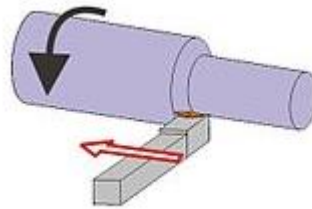


Figura N° 03: Cilindrado

Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/Torno>

Esta operación consiste en el mecanizado exterior o interior al que se someten las piezas que tienen mecanizados cilíndricos. Para poder efectuar esta operación, con el carro transversal se regula la profundidad de pasada y, por tanto, el diámetro del cilindro, y con el carro paralelo se regula la longitud del cilindro. El carro paralelo avanza de forma automática de acuerdo al avance de trabajo deseado. En este procedimiento, el acabado superficial y la tolerancia que se obtenga puede ser un factor de gran relevancia. Para asegurar calidad al cilindrado el torno tiene que tener bien ajustada su alineación y concentricidad.

El cilindrado se puede hacer con la pieza al aire sujeta en el plato de garras, si es corta, o con la pieza sujeta entre puntos y un perno de arrastre, o apoyada en luneta fija o móvil si la pieza es de grandes dimensiones y peso.

Para realizar el cilindrado de piezas o ejes sujetos entre puntos, es necesario previamente realizar los puntos de centrado en los ejes.

Cuando el cilindrado se realiza en el hueco de la pieza se llama mandrinado.

Refrentado

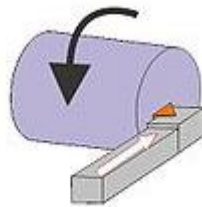


Figura N° 04: Refrentado

Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/Torno>

La operación de refrentado consiste en un mecanizado frontal y perpendicular al eje de las piezas que se realiza para producir un buen acoplamiento en el montaje posterior de las piezas torneadas. Esta operación también es conocida como frontado. La problemática que tiene el refrentado es que la velocidad de corte en el filo de la herramienta va disminuyendo a medida que avanza hacia el centro, lo que ralentiza la operación. Para mejorar este aspecto muchos tornos modernos incorporan variadores de velocidad en el cabezal de tal forma que se puede ir aumentando la velocidad de giro de la pieza. (G. Castro, 2003)

Ranurado



Figura N° 05: Poleas

Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/Torno>

El ranurado consiste en mecanizar unas ranuras cilíndricas de anchura y profundidad variable en las piezas que se tornean, las cuales tienen muchas utilidades diferentes. Por ejemplo, para alojar una junta tórica, para salida de rosca, para arandelas de presión, etc. En este caso la herramienta tiene ya conformado el ancho de la ranura y actuando con el carro transversal se le da la profundidad deseada. Los canales de las poleas son un ejemplo claro de ranuras torneadas.

Taladrado



Figura N° 06: Taladrado

Fuente: Propiedad de empresa PROING E.I.R.L.

Muchas piezas que son torneadas requieren ser taladradas con brocas en el centro de sus ejes de rotación. Para esta tarea se utilizan brocas normales, que se sujetan en el contrapunto en un portabrocas o directamente en el alojamiento del contrapunto si el diámetro es grande. Las condiciones tecnológicas del taladrado son las normales de acuerdo a las características del material y tipo de broca que se utilice. Mención aparte merecen los procesos de taladrado profundo donde el proceso ya es muy diferente sobre todo la constitución de la broca que se utiliza.

No todos los tornos pueden realizar todas estas operaciones que se indican, sino que eso depende del tipo de torno que se utilice y de los accesorios o equipamientos que tenga.

Roscado

Hay dos sistemas de realizar roscados en los tornos, de un lado la tradicional que utilizan los tornos paralelos, mediante la Caja Norton, y de otra la que se realiza con los tornos CNC, donde los datos de la roscas van totalmente programados y ya no hace falta la caja Norton para realizarlo.

Para efectuar un roscado con herramienta hay que tener en cuenta lo siguiente:

- ✓ Las roscas pueden ser exteriores (tornillos) o bien interiores (tuercas), debiendo ser sus magnitudes coherentes para que ambos elementos puedan enroscarse.

- ✓ Los elementos que figuran en la tabla son los que hay que tener en cuenta a la hora de realizar una rosca en un torno:

Tabla. N° 03: Tabla de roscas

	Rosca exterior o macho	Rosca interior o hembra
1	Fondo o base	Cresta o vértice
2	Cresta o vértice	Fondo o base
3	Flanco	Flanco
4	Diámetro del núcleo	Diámetro del taladro
5	Diámetro exterior	Diámetro interior
6	Profundidad de la rosca	
7	Paso	

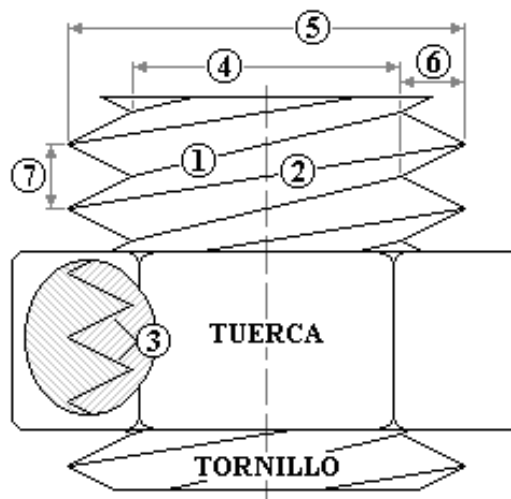


Figura N° 07: Tornillo y tuerca

Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/Torno>

Para efectuar el roscado hay que realizar previamente las siguientes tareas:

- ✓ Torneear previamente al diámetro que tenga la rosca
- ✓ Preparar la herramienta de acuerdo con los ángulos del filete de la rosca.
- ✓ Establecer la profundidad de pasada que tenga que tener la rosca hasta conseguir el perfil adecuado.

Roscado en torno paralelo

Una de las tareas que pueden ejecutarse en un torno paralelo es efectuar roscas de diversos pasos y tamaños tanto exteriores sobre ejes o interiores sobre tuercas. Para ello los tornos paralelos universales incorporan un mecanismo llamado Caja Norton, que facilita esta tarea y evita montar un tren de engranajes cada vez que se quisiera efectuar una rosca.

La caja Norton es un mecanismo compuesto de varios engranajes que fue inventado y patentado en 1890, que se incorpora a los tornos paralelos y dio solución al cambio manual de engranajes para fijar los pasos de las piezas a roscar. Esta caja puede constar de varios trenes desplazables de engranajes o bien de uno basculante y un cono de engranajes. La caja conecta el movimiento del cabezal del torno con el carro portaherramientas que lleva incorporado un husillo de rosca cuadrada.

El sistema mejor conseguido incluye una caja de cambios con varias reductoras. De esta manera con la manipulación de varias palancas se pueden fijar distintas velocidades de avance de carro portaherramientas, permitiendo realizar una gran variedad de pasos de rosca tanto métricos como Whitworth. Las hay en baño de aceite y en seco, de engranajes tallados de una forma u otra, pero básicamente es una caja de cambios.

En la figura se observa cómo partiendo de una barra hexagonal se mecaniza un tornillo. Para ello se realizan las siguientes operaciones:

- ✓ Se cilindra el cuerpo del tornillo dejando la cabeza hexagonal en sus medidas originales.
- ✓ Se achaflana la entrada de la rosca y se refrenta la punta del tornillo.
- ✓ Se ranura la garganta donde finaliza la rosca junto a la cabeza del tornillo.
- ✓ Se rosca el cuerpo del tornillo, dando lugar a la pieza finalizada.

Este mismo proceso se puede hacer partiendo de una barra larga, tronzando finalmente la parte mecanizada. (G. Castro, 2003)



barra hexagonal



Figura 1



Figura 2

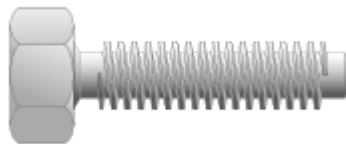


Figura 3

Figura N° 08: Proceso de Roscado

Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/Torno>

1.2 Justificación de la investigación

La elaboración de este proyecto se debe a la necesidad de mejorar las dimensiones en el acabado en los trabajos realizados en el torno paralelo, ya que con la jornada laboral en el transcurrir de los años el torno presenta desgaste en diferentes elementos, por tal motivo no brinda las dimensiones

de calidad en un acabado permitido en la tolerancia geométrica, a diferencia de una maquina nueva, bien calibrada y alineada garantizando trabajos de calidad.

Por este motivo se analizó los elementos mecánicos que influyen en las erróneas dimensiones de las tolerancias geométricas permitidas en los trabajos actualmente, no cumpliendo con los objetivos requeridos por la empresa.

Lo que se busca con el análisis a los elementos mecánicas presentes en el torno paralelo es el de lograr una producción de trabajos con acabados de calidad, pues esto no sería posible con los desgaste presentes en los diferentes elementos del torno paralelo, presentando deformidades en las dimensiones de variedad de trabajos que se realizan en un torno llevándonos a una equívoca medida en las tolerancias, en algunos casos los desgastes se deben a la falta de limpieza, lubricación, y mala manipulación del operador, y también por motivo del tiempo de vida de los elementos mecánicos del torno paralelo.

Por ese motivo se analizó los elementos mecánicos que influyen en las tolerancias geométricas de los trabajos, esta investigación puede servir de ayuda para todas las empresas metalmecánicas que cuente con un torno paralelo, que trabajen en las mismas condiciones ambientales y horas laborales.

1.3. Problema

¿Cómo influyen los elementos mecánicos en las tolerancias geométricas del maquinado en el torno paralelo PROGRES I-550 de la empresa IFM S.A.C?

1.4. Conceptuación y Operacionalización

1.4.1 Conceptuación de los elementos mecánicos

Los elementos mecánicos son los elementos más simples que forman parte de una máquina.

Estos transforman velocidades, trayectorias, fuerzas o energías a través de una serie de transformaciones intermedias. Es decir, son la fuente de energía, el motor, el mecanismo, y los componentes de seguridad.

1.4.2 Operacionalización de los elementos mecánicos

Procedimiento demostrativo de los desgates y desnivelación

En este proyecto se analizó los elementos mecánicos que influyen en las dimensiones del acabado en los trabajos realizados en el torno paralelo PROGRES I-550, este estudio se realizó con la finalidad de corregir las fallas que conllevan a tolerancias geométricas erróneas que se producen en los trabajos.

Para demostrar estos desgates se realizaron los siguientes procesos para cada elemento:

Desnivelación del husillo.



Figura N° 09: Nivelación del husillo

Fuente: Elaboración propia

Para demostrar la desnivelación del husillo se utilizó como instrumento de medida un reloj comparador encontrando así la excentricidad del husillo, se tomó los datos en 8 posiciones del husillo (Figura N° 10) para ver la oscilación de la aguja presente en el reloj comparador, esta desnivelación se debe por las vibraciones que existen en los maquinados del torno.

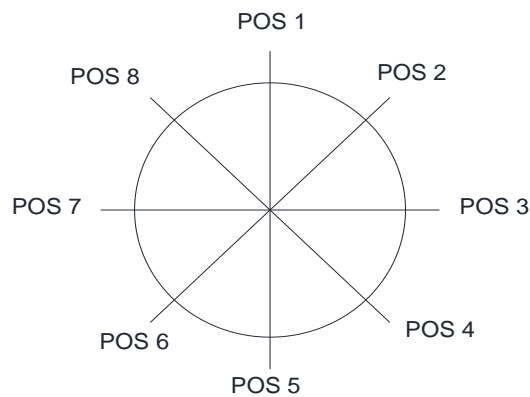


Figura N° 10: Diámetro husillo 8 posiciones

Fuente: Elaboración propia

Para ello se fijó el reloj comparador en un área sólida del torno, se giró el husillo levemente buscando oscilaciones en el reloj comparador, en cada posición se tomó los datos reales. (Tabla N° 04)

Se procedió a realizar al centrado del husillo con el reloj comparador dejándolo completamente a cero (Tabla N° 05), si esto no se corrige, en algunos casos la excentricidad se debe a los desgastes en la bocina de bronce cónica que fija céntricamente el husillo o al desgaste de los rodamientos debido al término de su vida útil o en otros casos por las fuertes vibraciones que estos están expuestos constantemente por el uso diario en los maquinados.

Procedimiento demostrativo para el desgaste del tornillo y tuerca del carro transversal

Para demostrar el desgaste del tornillo y tuerca se procedió a tomar las medidas reales de estos elementos con los instrumentos de medida (micrómetro y vernier), luego se calculó los valores reales según formulas. (A.L. Casillas)

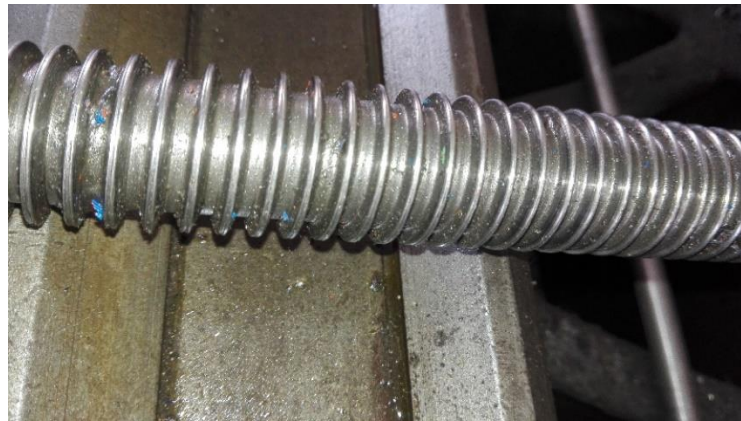


Figura N° 11: Tornillo desgastado

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 12: Tuerca desgastada

Fuente: Elaboración propia

- Desgaste en el tornillo

El tornillo se fabricó de perfil cuadrado, con un diámetro M25 * 5 rosca izquierda, tipo de material a usar SAE 1045. (ver anexo N°01)

El desgaste que se identificó en el tornillo es debido al rozamiento con la tuerca, sumado a esto la falta de limpieza (virutas incrustadas en la rosca), por la falta de mantenimiento y también se debe a la falta de lubricación en ambos elementos, tornillo y tuerca.

Se demostró el desgaste que existe en el tornillo del carro transversal, procediendo a medir con el vernier la profundidad de la rosca, el ancho y el paso, luego se comparó las dimensiones obtenidas con los cálculos normalizados de rosca para perfil cuadrado encontrados. (Tabla N° 06)

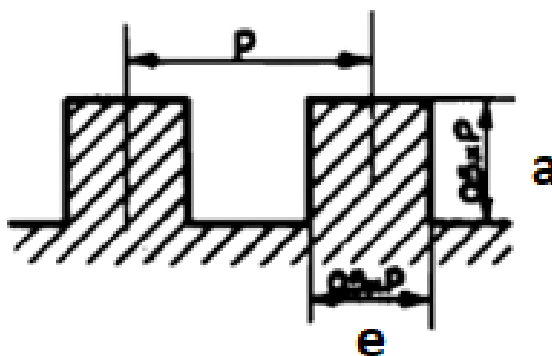


Figura N° 13: Rosca exterior

Fuente: Maquinas - cálculos de taller (A.L. Casillas)

Formulas:

$$e = 0.5 * P \quad (2)$$

$$a = 0.5 * P \quad (3)$$

$$P = 0.2 * D \quad (4)$$

Donde:

e: ancho de la rosca

a: altura de la rosca

P: paso

D: diámetro exterior

Cálculos normalizados:

$$P = 0.2 * D = 0.2 * 25 \text{ mm} \Rightarrow P = 5 \text{ mm}$$

$$e = 0.5 * P = 0.2 * 5 \text{ mm} \Rightarrow e = 2.5 \text{ mm}$$

$$a = 0.5 * P = 0.2 * 5 \text{ mm} \Rightarrow a = 2.5 \text{ mm}$$

- Desgaste de la tuerca

La tuerca se fabricó de perfil cuadrado, con un diámetro M25 * 5 rosca izquierda, tipo de material a usar bronce SAE 65. (ver anexo N° 02)

El desgaste que se identificó en la tuerca se debe al rozamiento constante existente con el tornillo, de igual forma la limpieza es fundamental (virutas incrustadas en la rosca) para prolongar la vida de este elemento, y cumplir con el plan de mantenimiento.

Se demostró el desgaste que existe en la tuerca del carro transversal del torno de igual forma que en el desgaste del tornillo, se midió con el vernier las dimensiones de la rosca, luego se comparó las dimensiones calibradas con las dimensiones normalizadas según cálculos. (Tabla N° 07)

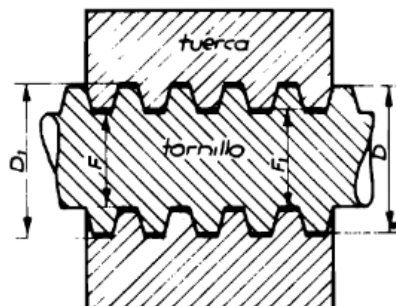


Figura N° 14: Rosca interior

Fuente: Maquinas - cálculos de taller (A.L. Casillas)

Formulas:

$$D1 = D + 0.5 \quad (5)$$

$$F1 = F + 0.5 \quad (6)$$

Donde:

D: diámetro exterior

F: diámetro fondo de la rosca

Cálculos normalizados:

$$D1 = D + 0.5 = 25 \text{ mm} + 0.5 \Rightarrow D1 = 25.5 \text{ mm}$$

$$F1 = F + 0.5 = 20 \text{ mm} + 0.5 \Rightarrow F1 = 20.5 \text{ mm}$$

Procedimiento demostrativo para el desgaste en la bancada



Figura N° 15: Bancada desgastada

Fuente: Elaboración propia

Después de corregir la desnivelación y desgaste del tornillo y tuerca del torno, se demostró el desgaste de la bancada a través de 3 torneados de prueba.

Fabricando los nuevos elementos mecánicos (tornillo y tuerca) según dimensiones normalizadas y calculas realizados anteriormente se

demonstró el desgaste existente en la bancada, posteriormente se realizó torneados de prueba a un eje de tipo SAE 1020 (ver anexo N° 03)

Se trabajó a una revolución de 250 rpm, un avance 0.5 mm/min con diferentes profundidades de corte (0.1, 0.2 y 0.3 mm), se tomó las dimensiones correspondientes con el micrómetro de escala (25-50 mm) en 2 posiciones al diámetro del eje de prueba (Figura N°16), en 8 posiciones con respecto a la longitud del eje (Figura N°17), de esta forma se demostró la deformidad real en el eje acabado, obteniendo un eje cónico como consecuencia, en algunos casos se pudo obtener un eje ranurado o un eje con un pequeño radio a lo largo de toda la longitud del eje.

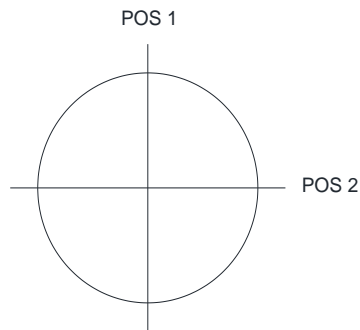


Figura N° 16: Diámetro del eje en 2 posiciones

Fuente: Elaboración propia

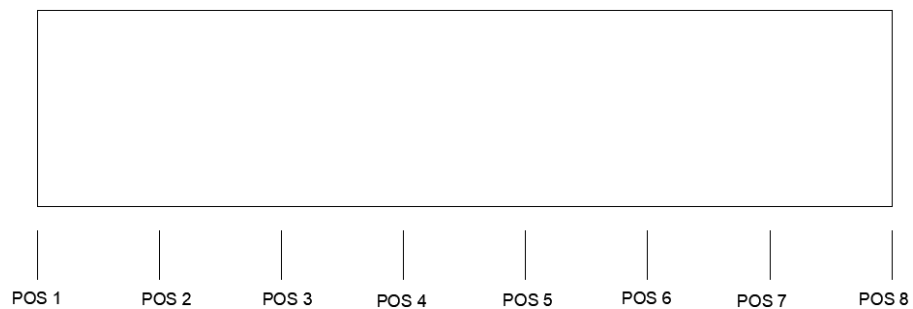


Figura N° 17: longitud del eje en 8 posiciones

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 18: Caja de Velocidades

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 19: Caja de Avances

Fuente: Elaboración propia

Para ello se habilitó un eje con las dimensiones de 40 mm de diámetro con una longitud de 250 mm SAE 1020, se procedió a acondicionar la maquina seleccionando la velocidad de corte y el avance de acuerdo a las tablas y posiciones de las palancas del torno, se centró el eje sujeto en el Chuck, este eje se maquinó al aire sin ayuda del contrapunto.

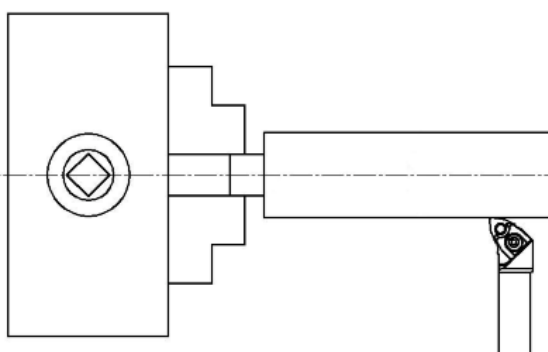


Figura N° 20: Eje sujeto al aire

Fuente: Maquinas - cálculos de taller (A.L. Casillas)

Demostración del desgaste en la bancada

Primera Prueba

En la primera prueba se maquinó el eje con una profundidad de corte de 0.1 mm, dejándolo acabado a un diámetro de 38 mm y a una longitud de 200 mm, se tomó las medidas correspondientes con el micrómetro a la distancia de 25 mm en toda la longitud del eje, obteniendo las medidas reales en el eje debido al desgaste en la bancada. (Tabla N° 08)

Segunda Prueba

En la segunda prueba de la misma forma se maquinó el eje con una profundidad de corte de 0.2 mm, dejándolo a un diámetro de 36 mm y a una longitud de 200 mm, se tomó las medidas correspondientes con el micrómetro a la distancia de 25 mm a lo largo de todo el eje como la primera prueba, obteniendo las medidas reales en el eje. (Tabla N° 09)

Tercera Prueba

Finalmente, en la tercera prueba se maquinó el eje con una profundidad de corte de 0.3 mm, dejándolo a un diámetro de 34 mm y a una longitud de 200 mm, se tomó las medidas con el micrómetro a la distancia de 25 mm a lo largo de todo el eje, obteniendo las medidas del eje real. (Tabla N° 10)

1.5. Hipótesis

Si cambio los elementos mecánicos me va a permitir disminuir las fallas en el control de calidad de los productos fabricados en el torno paralelo PROGRES I-550 de la empresa IFM S.A.C.

1.6. Objetivos

1.6.1 Objetivo general

Determinar que los elementos mecánicos influyen en las tolerancias geométricas en el torno paralelo PROGRES I - 550, ubicado en el área de mecanizado de la empresa IFM S.A.C.

1.6.2 Objetivos específicos

- ✓ Determinar la desnivelación del husillo
- ✓ Determinar el desgaste de la tuerca y tornillo del carro transversal
- ✓ Determinar el desgaste en la bancada

II. Metodología

2.1 Tipo y Diseño de investigación

Tipo: el proyecto que se presenta es de nivel descriptivo, el tipo de tolerancia a estudiar es de rectitud, cilindridad y redondez.

Diseño: El diseño no experimental.

2.2 Población y Muestra

La población está conformada por 4 tornos paralelos de diferentes marcas, y la muestra se ha seleccionado teniendo en cuenta un enfoque no probabilístico o no paramétrico, del cual se tomará como muestra el torno número 2 de marca PROGRES I – 550 ubicado en el área de mecanizado de la empresa Ingeniería, Fabricación y Montaje S.A.C.

2.3 Técnicas e instrumentos de investigación

➤ **Observación**

Recolección de datos e información que consiste en utilizar los sentidos para observar hechos y realidades presentes en el entorno donde se desarrolla las actividades, en este caso el área donde está ubicado el torno paralelo, y el procedimiento y ejecución del proyecto que realiza el operador de la máquina.

➤ **Ficha de Observación**

Utilizaremos este tipo de instrumento para conocer la manera como se desarrolla las actividades y los resultados del torno paralelo (ver anexo N° 04)

➤ **Análisis documental**

Utilizaremos la información de documentos escritos, cartillas, informes, folletos del torno paralelo en investigación.

➤ **Fichas técnicas**

Son documentos básicos y fundamentales que resumen las características técnicas del torno paralelo, datos operativos y componentes. (Ver anexo N° 05)

IV. Procesamiento y análisis de la información

- ✓ El procesamiento de datos será en Excel y AutoCAD
- ✓ Para el análisis se elaboró tablas y gráficas

IV. Resultados

En esta investigación descriptiva se identificó los desgastes presentes en los elementos mecánicos y se obtuvo los siguientes resultados:

4.1 Desnivelación del husillo

Tabla. N°04: Datos del desnivel del husillo

Desnivelado	
POS 1	1.25mm
POS 2	1.25mm
POS 3	1.25mm
POS 4	1.26mm
POS 5	1.27mm
POS 6	1.27mm
POS 7	1.27mm
POS 8	1.26mm

Fuente: Elaboración propia

Tabla. N°05: Datos de la nivelación del husillo

Nivelado	
POS 1	1.26mm
POS 2	1.26mm
POS 3	1.26mm
POS 4	1.26mm
POS 5	1.26mm
POS 6	1.26mm
POS 7	1.26mm
POS 8	1.26mm

Fuente: Elaboración propia

4.2 Desgaste del tornillo y tuerca del carro transversal

4.2.1 Desgaste en el tornillo

➤ Medidas normalizadas del tornillo

Paso (P) : 5 mm

Ancho (e) : 2.5 mm

Altura (a) : 2.5 mm
 Diámetro máx.(D) : 25 mm
 Diámetro min.(F) : 20 mm

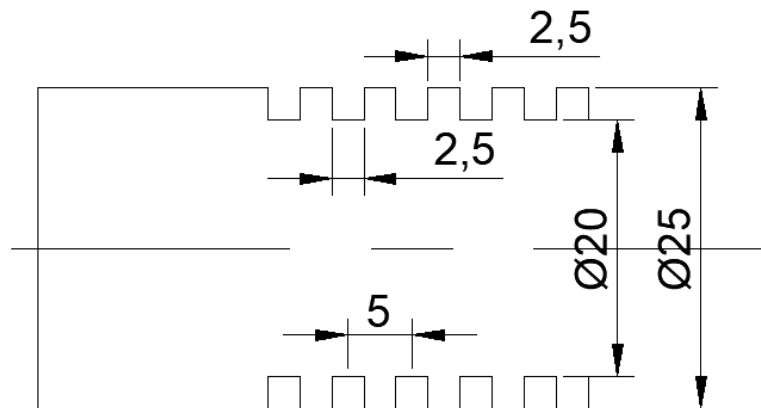


Figura N° 21: Rosca exterior cuadrada

Fuente: Elaboración propia

➤ Medidas del tornillo con desgaste

Paso (P) : 5 mm
 Ancho (e) : 1.0 mm
 Altura (a) : 2.5 mm
 Diámetro máx.(D) : 25 mm

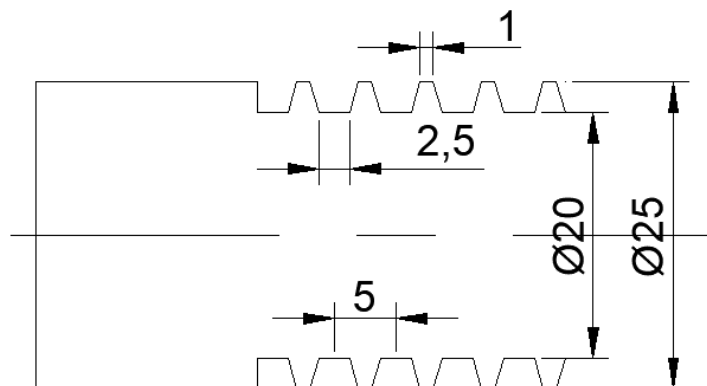


Figura N° 22: Rosca exterior cuadrada

Fuente: Elaboración propia

Tabla. N°06: medidas comparativas del tornillo

	Medida normalizada (mm)	Medida en desgaste (mm)
Ancho (e)	2.5	1
Altura (a)	2.5	2.5
Diámetro (D)	25	25
Paso (P)	5	5

Fuente: Elaboración propia

4.2.2 Desgaste de la tuerca

➤ Medidas normalizadas de la tuerca

- Paso (P) : 5 mm
- Ancho (e) : 2.5 mm
- Altura (a) : 2.5 mm
- Diámetro máx.(D1) : 25.5 mm
- Diámetro min.(F1) : 20.5 mm

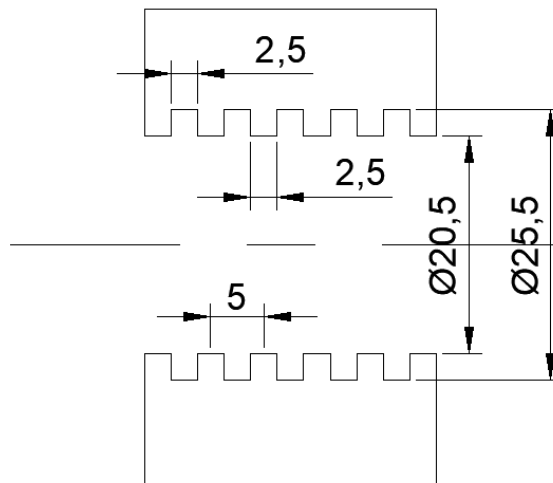


Figura N° 23: Rosca interior cuadrada

Fuente: Elaboración propia

➤ Medidas de la tuerca con desgaste

- Paso (P) : 5 mm
- Ancho (e) : 0.5 mm
- Altura (a) : 2.5 mm

- Diámetro máx.(D1) : 25.7 mm
- Diámetro min.(F1) : 20.5 mm

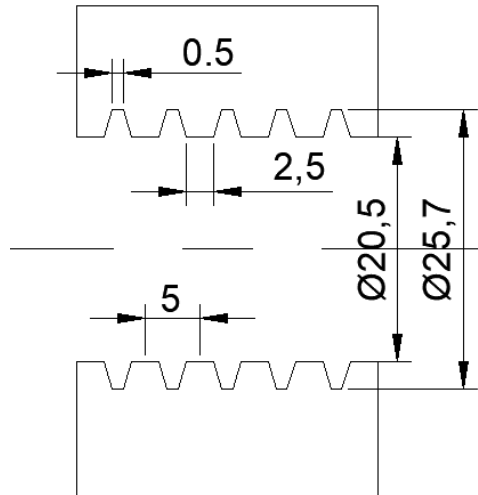


Figura N° 24: Rosca interior cuadrada

Fuente: Elaboración propia

Tabla. N°07: medidas comparativas de la tuerca

	Medida normalizada (mm)	Medida en desgaste (mm)
Ancho (e)	2.5	0.5
Altura (a)	2.5	2.5
Diámetro (D)	25.5	25.7
Paso (P)	5	5

Fuente: Elaboración propia

4.3 Desgaste en la bancada

Primera Prueba

Tabla. N°08: Profundidad de corte 0.1 mm y Diámetro 38 mm

N°	Profundidad de corte (0.1 mm)		
	Longitud (mm)	Diámetro (mm) POS 1	Diámetro (mm) POS 2
1	25	38.01	38.01
2	50	38.01	38.01
3	75	38	38
4	100	38	38
5	125	38	38
6	150	37.99	37.99
7	175	37.98	37.98
8	200	37.97	37.98

Fuente: Elaboración propia

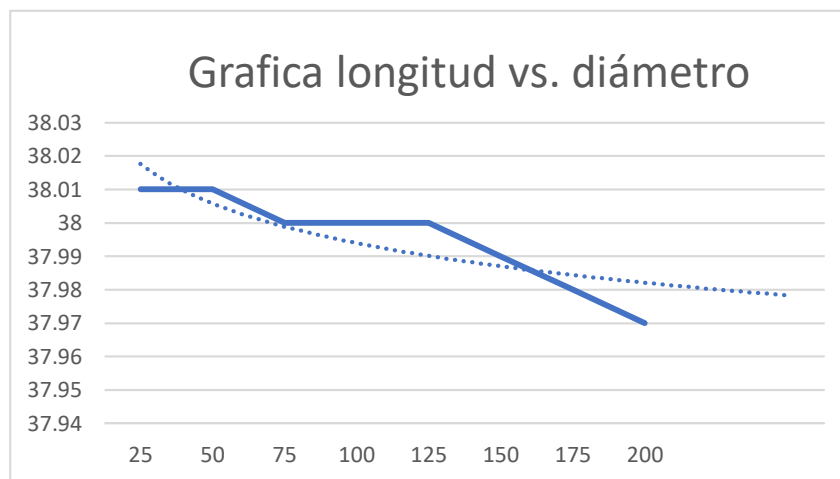


Figura N°25: Profundidad de corte (0.1 mm)

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar con estos resultados la diferencia que existe en las dimensiones del eje maquinado, en la tabla se muestra una diferencia de 0.04 mm, reflejando una leve conicidad en el eje como se muestra en la gráfica.

Segunda Prueba

Tabla. N°09: Profundidad de corte 0.2 mm y Diámetro 36 mm

N°	Profundidad de corte (0.2 mm)		
	Longitud (mm)	Diámetro (mm) POS 1	Diámetro (mm) POS 2
1	25	36.01	36.01
2	50	36.01	36.01
3	75	36	36
4	100	36	36
5	125	35.99	35.99
6	150	35.98	35.98
7	175	35.97	35.97
8	200	35.97	35.97

Fuente: Elaboración propia

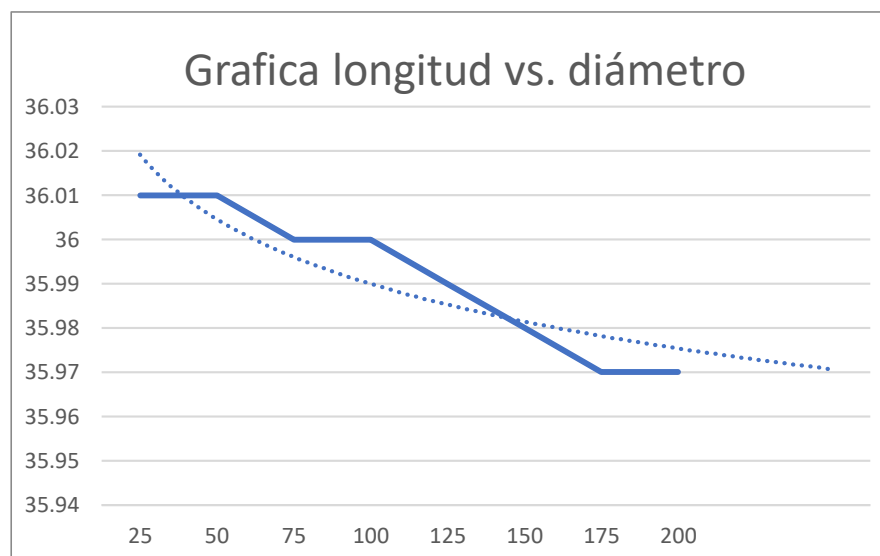


Figura N°26: Profundidad de corte (0.2 mm)

Fuente: Elaboración propia

De igual forma podemos observar en los resultados la diferencia que existe en las dimensiones del eje, en la tabla se muestra una diferencia de 0.04 mm, reflejando una conocida leve en el eje como se muestra en la gráfica.

Tercera Prueba

Tabla. N°10: Profundidad de corte 0.3 mm y Diámetro 34 mm

N°	Profundidad de corte (0.3 mm)		
	Longitud (mm)	Diámetro (mm) POS 1	Diámetro (mm) POS 2
1	25	34.01	34.01
2	50	34.01	34.01
3	75	34	34
4	100	33.99	33.99
5	125	33.99	33.99
6	150	33.98	33.98
7	175	33.97	33.97
8	200	33.97	33.97

Fuente: Elaboración propia

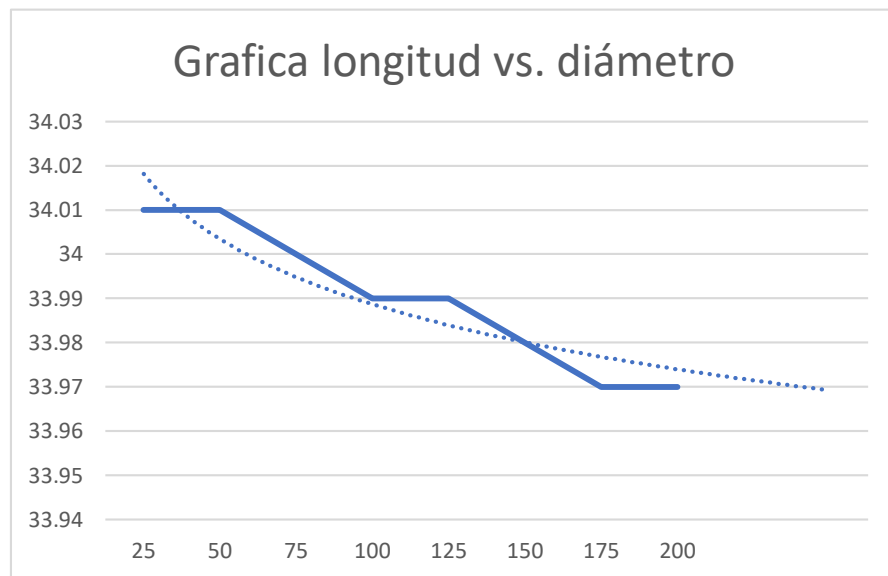


Figura N°27: Profundidad de corte (0.3 mm)

Fuente: Elaboración propia

En esta última prueba los resultados muestran de igual forma una diferencia en las dimensiones del eje maquinado, en la tabla se muestra una conicidad de 0.04 mm, reflejando una leve inclinación en el eje como se muestra en la gráfica.

Tabla N° 11: Resultados obtenidos

ITEM	MEDIDAS (mm)
Desnivelación del husillo	0.02
Desgaste del tornillo	1.5
Desgaste de la tuerca	2
Desgaste de la bancada	0.04

Fuente: Elaboración propia

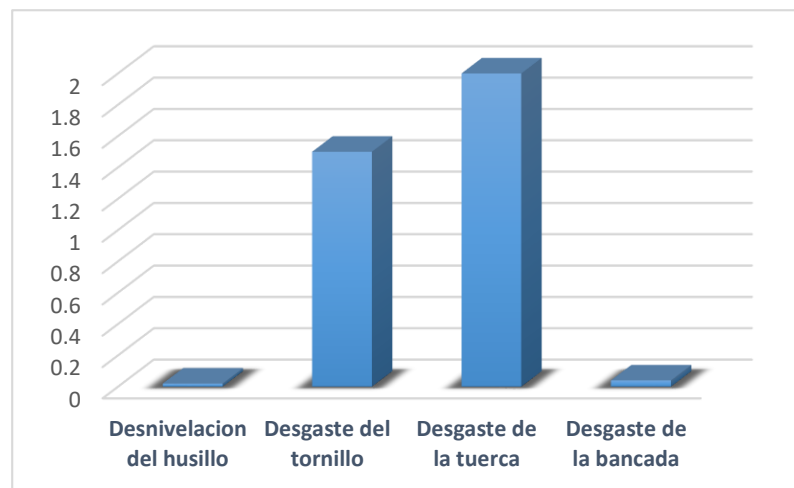


Figura N° 28: Resultados gráficos

Fuente: Elaboración propia

Las gráficas nos muestran el desgaste existente en los elementos mecánicos en estudio, resultados con mayor influencia y menor en las dimensiones de los acabados.

V. Análisis y discusión

- ✓ En el estudio de la desnivelación del husillo en muchos casos se debe a las vibraciones en los maquinados, la forma correcta de corregir esta desnivelación es calibrándolo con un reloj comparador, un husillo desnivelado puede mostrar ejes con dimensiones no cilíndricas, es decir ejes ligeramente excéntricos.

En la tesis Estudio del fenómeno Chatter en el torno, apoya a la razón que si existe rugosidad en los ejes acabados es por causas de las vibraciones, lo cual finalmente nos lleva a la desnivelación del husillo.

- ✓ En el estudio del desgaste del tornillo y tuerca se comprobó que las dimensiones de la rosca en desgaste con respecto a las dimensiones de la rosca estándar normalizada muestran un mayor desgaste, en el caso del tornillo el desgaste de la rosca con respecto a las medidas estándar la diferencia es de 1.5mm en el ancho, y la altura de la rosca permanece igual.

En el caso de la tuerca al ser de bronce el desgaste es mayor con respecto a las dimensiones estándar de la rosca la diferencia es de 2mm en el ancho, y la altura de la rosca se mantiene.

- ✓ En el estudio del desgaste en la bancada muestra que la variación de las dimensiones del eje maquinado en las 3 pruebas es de 0.04mm.

Podemos observar que en la prueba inicial del torno (fábrica) a una profundidad de corte de 0.2mm la variación lineal del eje maquinado con respecto al husillo es de 0.001mm (Tabla N°12), comparados en este caso con las dimensiones de las 3 pruebas realizadas, el torno presenta una variación de 0.039mm, los resultados obtenidos demuestran una gran diferencia en las dimensiones del eje actualmente.

Tabla. N°12: Datos de fábrica del torno.

Profundidad de corte 0.2 mm y Diámetro 32mm

N°	Profundidad de corte (0.2mm)	
	Longitud (mm)	Diámetro (mm)
1	25	32.001
2	50	32.001
3	75	32.001
4	100	32.001
5	125	32
6	150	32
7	175	32
8	200	32

Fuente: Elaboración propia

En este caso encontramos redondez en el eje, pero rectitud y cilíndricidad no.

En algunos trabajos la variación de las dimensiones del eje será aceptado siempre y cuando no exceda los 0.04 mm como se muestra en las pruebas, puede ser un eje cónico pero que no sobrepasa la tolerancia requerida según el tipo de ajuste de acuerdo a tabla de ajustes internacionales, sin embargo si la tolerancia permitida excede las dimensiones requeridas, este trabajo no será aceptado por no cumplir con los estándares de calidad requeridos.

Las tendencias de las curvas en las gráficas nos muestran que el eje maquinado en el torno paralelo, con el desgaste existente en la banda se tiene como resultado una forma cónica en el eje.

En la tesis Manual de mantenimiento y operación en el torno paralelo, apoya a que debido a los trabajos realizados en un tiempo a medio plazo el torno demuestra un desgaste en la bancada.

VI. Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

- ✓ Se determinó que en los elementos mecánicos el desgaste actual genera errores en las dimensiones de las tolerancias geométricas permitidas en los maquinados del torno.
- ✓ En este caso del husillo los datos obtenidos en 8 puntos referenciales nos muestran una desnivelación de 0.02 mm, lo cual se corrigió con el ajuste a la tuerca principal y secundaria del husillo del torno.
- ✓ En el desgaste del tornillo y tuerca del carro transversal del torno se muestra un desgaste en el tornillo de a 1.5 mm, y un desgaste en la tuerca de 2 mm en los elementos roscados.
- ✓ En el desgaste de la bancada podemos concluir que la tolerancia de cilindridad y rectitud muestra una variación en forma de conicidad de 0.04 mm, la profundidad de corte no influye en la variación de la dimensión del eje la diferencia se mantiene según las 3 pruebas.

Recomendaciones

- ✓ Para la nivelación del husillo se recomienda revisar los rodamientos, chaveta del engranaje principal y un ajuste a las tuercas de fijación del husillo, controlar el nivel del aceite de la caja Norton para una mejor lubricación y mayor prolongación de vida útil de los elementos internos de la caja del torno.

Se recomienda maquinar piezas solidas en el torno sujeto con el contrapunto, para evitar mayores vibraciones en el maquinado, desnivelando el husillo.

- ✓ Se recomienda para el caso de tornillo y tuercas engrasar los elementos roscados en el torno para prolongar la vida útil, es importante limpiar el tornillo del carro longitudinal porque con el constante trabajo se incrustan virutas en los dientes roscados, provocando ralladuras con el rozamiento en ambos elementos (tornillo - tuerca) finalmente reflejado en desgaste.

Es importante cumplir con el plan de mantenimiento para evitar parar una producción de manera total o parcial en la empresa.

- ✓ Se recomienda limpiar y lubricar las vías de desplazamiento a lo largo de la bancada del torno.

Evitar cortar con el arco de sierra ejes sujetos en el Chuck sin proteger la bancada del torno, porque la viruta producto del corte por sierra es muy fina y adherido con el aceite funciona como una lija al contacto con la bancada y el carro longitudinal por el rozamiento.

Se recomienda usar refrigerantes solubles al agua para maquinados, ya que el agua produce oxidación en las partes principales del torno, de la misma forma este óxido de la bancada en rozamiento con el carro longitudinal con el tiempo va desgastando las vías del torno.

VII. Dedicatoria

Dedico este trabajo a las personas que siempre han estado apoyándome, a mis padres Gladys Lara López y Manuel Loyola Benítez quienes fueron y son el motivo de seguir creciendo como persona y profesional, son quienes con sus enseñanzas han hecho de mí una gran persona, a mis hermanos por darme ánimos en todo el proceso de mi carrera profesional, finalmente a mis abuelos y tíos que me aconsejaron y guiaron en este arduo camino.

VIII. Agradecimiento

Agradezco a Dios por haberme dado la oportunidad de crecer profesionalmente, agradezco a mis padres que son mi gran ejemplo de vida, me han enseñado a no desfallecer ni rendirme ante los obstáculos que se presentan en el camino, agradezco a mis hermanos por sus sabios consejos y sus enseñanzas , agradezco a mis amigos por haber sido parte de esta constante lucha en estos 5 años de estudios, a los docentes partícipes de largas horas de enseñanza, y hoy sus frutos son reflejados en nosotros, gracias.

XI. Referencias Bibliográficas

A.L. Casillas (1980). Cálculos de taller

Alonso Elías P. (Mayo 2012). Mantenimiento preventivo para los tornos convencionales en el departamento de mecánica del IUTC

ARTEAGA, C. C. (2014). Estudio del fenómeno chatter en el torno IMOTURN utilizado en el laboratorio de procesos II de la universidad Autónoma del Caribe. BARRANQUILLA

BAUTISTA, D. (2010). Manual de mantenimiento y operación del torno paralelo. HUASTECA

Castro A.I.(5 de Febrero de 2013). slideshare. Obtenido de <https://es.slideshare.net/aicvigo1973/tolerancias-geometricas>

Ferrecortes. (18 de Junio de 2018)

Obtenido de <http://www.ferrocortes.com.co/aisi-sae-1020/>

Gabriel Fernando G. (Agosto 2012). Elaboración de plan de mantenimiento para torno EMCO 220 del laboratorio de mecatronica universidad EAFIT

G. Castro (2003) Cátedra de taller – torneado

Huayta Meza O. (2013). Mantenimiento centrado en la confiabilidad para talleres de máquinas herramientas de los institutos tecnológicos de la región Junín.

Julio A. Correa (2008).

Máquinas y Herramientas - Torno

Julio Alberto C. (Abril del 2008).

Obtenido de

<https://es.scribd.com/document/36187539/principios-de-torneado>

Luis F. Gonzales Pulido (2015)

Obtenido de <https://docplayer.es/59717721-Manual-de-ajustes-y-tolerancias.html>

Monografías (23 de 03 de 2006)

<https://www.monografias.com/trabajos35/torno/torno.shtml>

Mora, I. S. (Agosto de 2012).

<http://www.monografias.com/trabajos94/deteccion-modos-efectos-y-analisis-fallas/deteccion-modos-efectos-y-analisis-fallas.shtml>

Omamet. (08 de Agosoto de 2017)

Obtenido de <http://www.omamet.cl/>

Oscar Alberto A. (Febrero 2012). Manual de prácticas para el torno de control numérico (CNC) del taller mecánico

Osva Adrián C. (Marzo 2013). Desarrollo de un sistema de mantenimiento preventivo para las maquinas del torno

Pyrosisproyect. (25 de Agosto de 2017)

Obtenido de

<https://pyrosisproyect.wordpress.com/2011/09/09/refrigerantes/>

Ramos Sparrow J. (2017). Aumento de la disponibilidad mediante la implementación de un plan de mantenimiento preventivo a las maquinarias de la empresa Atlanta Metal Drill S.A.C

Salguero Manosalvas M. (Abril 2010). Diseño e implementación de un sistema de mantenimiento estratégico aplicando las filosofías RCM y FMEA a las máquinas y herramientas de la empresa WEATHERFORD SOUTH AMERICA INC, base 1, Francisco de Orellana

Simón Milla G. (Marzo del 2006)

Obtenido de

https://books.google.com.pe/books?id=PXLIf4R5fHMC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

Ternium (2013). Manual de contenido del participante - tolerancia y ajuste

X. ANEXOS

Anexo N° 01: Características de material SAE 1045

ACERO SAE 1045

DIN	CK - 45
UNI	C - 45
AFNOR	XC - 45
SAE	1045

CARACTERÍSTICAS DE EMPLEO

SAE 1045 es un acero grado ingeniería de aplicación universal que proporciona un nivel medio de resistencia mecánica y tenacidad a bajo costo con respecto a los aceros de baja aleación. Frecuentemente se utiliza para elementos endurecidos a la llama ó por inducción. Este acero puede ser usado en condiciones de suministro: laminado en caliente o con tratamiento térmico (templado en aceite y revenido; ó templado en agua y revenido).

SAE 1045 es un acero de baja templabilidad que puede ser endurecido totalmente en espesores delgados por temple en agua. En secciones más gruesas se puede obtener un endurecimiento parcial de la sección de la pieza y el incremento de la resistencia será proporcional a la capa o espesor endurecido, al ser deformado en frío se presenta un incremento en la dureza y la resistencia mecánica.

COMPOSICION QUÍMICA	C %	Mn %	P máx. %	S máx. %	Si máx. %
Análisis típico en %	0.43 0.50	0.6 0.9	0.04	0.05	0.2 0.4

Estado de suministro: Recocido

Dureza de suministro: 160 - 200 Brinell

PROPIEDADES FÍSICAS

Estos valores son obtenidos a partir de probetas bajo condiciones específicas de laboratorio y deben ser usados como referencia.

- Densidad → 7.85 gr/cm³.
- Módulo de elasticidad → 2 x 10¹¹ Pa (24 x 10⁶ PSI).
- Conductividad térmica → 52 W/(m·°C).
- Calor específico J/(Kg·°K) → 460
- Coeficiente de Poisson → 0,3
- Resistividad eléctrica (microhm-cm):
a 32°F = 16.2
a 212°F = 22.3
- Coeficiente de dilatación térmica / °C
(20 - 100°C) 12.3 x 10⁻⁶
(20 - 200°C) 12.7 x 10⁻⁶
(20 - 400°C) 13.7 x 10⁻⁶

PROPIEDADES TÍPICAS A TEMPERATURA AMBIENTE SIN ENDURECIMIENTO

Diámetro de la barra: 12 a 38 mm

Propiedad	Laminado en caliente	Normalizado	Recocido
Resistencia a la tracción MPa	655	655	620
Punto de fluencia MPa	413	413	379
% de elongación	23	23	26
% de reducción de área	44	45	53
Dureza brinell (3000 kg.)	190	190	180

Anexo N° 02: Características de material de bronce SAE 65

Bronces al Estaño	NORMAS ACTUALES Y EQUIVALENCIAS				ELEMENTOS COMPOSICIÓN QUÍMICA (%)							
	SAE	UNS	ASTM	DIN	Cu	Sn	Pb	Zn	Fe	Sb	Ni	P
	40	C-83600	B-145-4A	1705-RG5	84/86	4-6	4-6	4-6	0,3	0,25	1	0,05
	62	C-90500	B-143-1A	1705-RG10	86/89	9-11	0-3	1-3	0,2	0,25	1	0,05
	63	C-92700	-	-	86/89	9-11	1-2,5	0,7	0,2	0,25	1	0,25
	65	C-90700	B-427	1705-GSnBz10	88/90	10-12	0,5	0,5	0,15	0,2	0,5	0,3
	620	C-90300	B-143-1B	-	86/89	7,5-9	3-5	3-5	0,2	0,2	1	0,05
	640	C-92500	-	1705-GSnBz12	85/88	10-12	1-1,5	0,5	0,3	0,25	0,8-1,5	0,3
-	-	-	1705-GSnBz14	85/87	13-15	1	0,5	0,2	0,25	1	0,2	

Resistencia Tracción (kg/mm ²)	Límite Elástico (kg/mm ²)	Alargamiento	Dureza Brinell	Densidad (g/cm ³ a 20°)	Coef. Medio de Exp. Térmica 10 ⁻⁶ /°C (20 - 100°C)	Conductibilidad Eléctrica Vol. (%IASC a 20°C)	Módulo Elástico (Gpa)	CARACTERÍSTICAS RECOMENDACIONES GENERALES DE USO	
20,5	9,5	20	62	8,83	1,80	15	96		Debe ser utilizado para bujes y piezas de uso corriente con cargas y velocidades moderadas
27,5	12,5	20	75	8,72	1,98	11	103		Estas aleaciones de base CuSn se destacan por sus excelentes propiedades de dureza, tenacidad, resistencia al desgaste, corrosión y elasticidad. Es necesario que tengan una buena lubricación, lo que les permite trabajar con cargas específicas elevadas. Aplicaciones: Piezas lubricadas con elevada carga, impacto y acoplamiento. Piezas dentadas de alta sollicitación. Coronas, Engranajes, Cojinetes, Camisas, Tuercas, Tornillos, Sinfin, Balancines, Anillos y Tuercas de Fricción, Bujes de Biela, Prensas, Grúas, etc.
24	12,5	10	70	8,80	1,82	11	90		
24	12,5	10	80	8,78	1,84	10	97		
27,5	12,5	20	72	8,70	1,80	12	103		
24	12,5	10	95	8,85	1,80	11	90		
25	15	5	115	8,90	1,84	11	90		

Anexo N° 03: Características de material SAE 1020

ACERO SAE 1020

DIN	CK - 20
UNI	C - 20
AFNOR	XC - 20
SAE	1020

CARACTERÍSTICAS DE EMPLEO

Acero al carbono que puede utilizarse en estado cementado, templado y revenido o simplemente en estado calibrado. Por su contenido de carbono estos aceros se utilizan para la fabricación de piezas estructurales o de maquinaria de mediana resistencia con una gran tenacidad. Es fácilmente soldable con soplete ó al arco.

COMPOSICION QUÍMICA	C %	Mn %	P máx. %	S máx. %	Si máx. %
Análisis típico en %	0.18 0.23	0.3 0.6	0.04	0.05	0.15 0.3

Estado de suministro: Recocido
Dureza de suministro: 150 - 190 HB

PROPIEDADES MECÁNICAS

Estado de suministro	Resistencia a la tracción MPa	Limite elástico MPa	Alargamiento %	Reducción de área %	Dureza Brinell aprox.
Laminado en caliente	441	196	25	45	140 / 180
Normalizado	490 - 588	343	30	55	150
Recocido	441 - 539	294	35	60	130 / 150
Calibrado	539 - 686	441	10	35	180 / 220
Cementado, templado y rev.	686 - 833	441	15	45	-----

Anexo N° 04: Ficha de Observación

Empresa: IFM S.A.C		Área: mecanizado		N° hoja : 05	Fecha : 15/05/18	Nombre: Tec. Gerson Olivo
Equipo	n°	Operaciones y observaciones	Duración	Acción correctiva		
Torno paralelo progress I - 550	1	control de aceite caja Norton	2 h	retirar el aceite sucio y proceder al verter el aceite nuevo		
	2	nivelación del husillo	1h	centrar el husillo y ajustar tuercas		
	3	mantenimiento a ejes de transmisión	2h	limpieza y lubricación		
	4	mantenimiento a tonillo y tuerca de los carros	4h	limpieza y lubricación		
	5					
	6					
	7					
	8					
	9					
	10					

Anexo N° 05: Datos técnicos del torno

FICHA TECNICA DEL EQUIPO					
Nombre	torno paralelo				
Código	torno N° 02				
Marca	progress				
N° de serie	1 - 550				
Modelo	550				
Año de fabricación	2005				
ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO					
Sistema de alimentación	220 v - 60 Hz				
Volteo	300 mm				
Ejecución de la maquina	pulgadas / metros				
Husillo	2.5"				
Longitud de torneado	880 mm				
Lubricantes Utilizados	aceite 220 de transmisión				
Capacidad max. de trabajo	34" x 200"	DIMENSIONES			
Fuente de energía	mecánica	Peso	Alto	Ancho	Largo
Motor	15 HP	1300 kg	1300mm	850 mm	2500mm
Velocidad	rango de 21 - 1442				
CONDICIONES GENERALES					
Actividad	mecanizado				
Años de servicio	13 años				
Situación actual	operativo				
Criticas	media				

Anexo N° 06: Tipos de refrigerantes

FLUIDOS TRI-COOL®



Los fluidos Tri-Cool® son especialmente formulados para proveer un rendimiento superior y una vida larga de servicio en varias operaciones de corte de metal, como lo son metales ferrosos y no ferrosos. Han sido diseñados para eliminar todas las preocupaciones de seguridad del usuario. Los fluidos Tri-Cool son seguros de usar, no tóxico, no causan alergias, y no contiene aditivos o productos químicos dañinos.

- Maximice el índice producción
- Maximice costos de operación
- Incremente la vida de la herramienta
- Incremente velocidades y productividad



REFRIGERANTE SOLUBLE CON AGUA TC-1

TC-1 es un refrigerante sintético concentrado premio, soluble con agua y formulado para exceder las demandas de enfriamiento de rocío y de inundación. Contiene un aditivo sin cloro de presión extrema para un acabado y superficie de trabajo mejorado. TC-1 previene oxidación en las superficies de la herramienta y máquina, aun en concentraciones bajas. Contiene un amplio espectro de biácido/fungicida la protección en contra de crecimiento biológico.

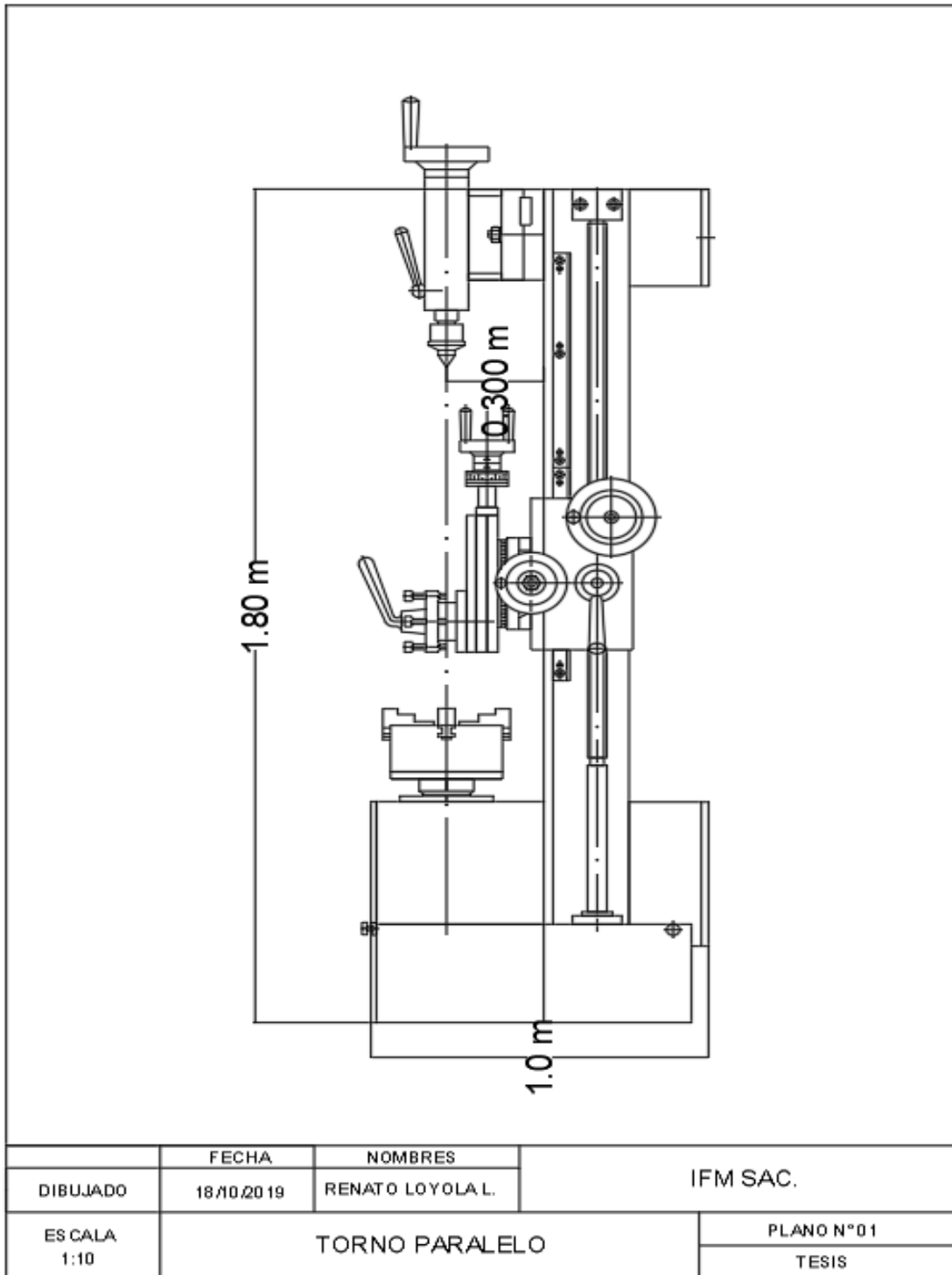
No. de Modelo	Tamaño
30656	caja/4 galones
30657	Cubeta de 5 galones
30658	Barril de 55 galones

PROPORCIONES DE DILUCIÓN

Enfriamiento de Espray		Inundación	
OPERACIÓN	Proporción	Operación	Proporción
Esmerilado/Lijado	40:1	Mecanizado Ligero	32:1
Mecanizado General	32:1	Mecanizado General	20:1
Mecanizado pesado, Roscado	20:1	Mecanizado Pesado	10:1

Anexo N° 07: Planos

VISTA LATERAL



VISTA PLANTA

