

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE MECANIZADO EN LA FABRICACIÓN DE ROSCAS EN EJES DE ACERO AISI 4140 USANDO EQUIPOS CNC BAJO DIFERENTES CONDICIONES DE LUBRICACIÓN

COMPONENTE: DISEÑO Y FABRICACIÓN DE EJES ROSCADOS CAM - CON LUBRICACIÓN

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PRESENTADO COMO
REQUISITO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
INGENIERÍA MECÁNICA**

MARLON ANDRÉS PROAÑO ULLOA

marlon.proano@epn.edu.ec

DIRECTOR: PhD. CÉSAR RICARDO AYABACA SARRIA

cesar.ayabaca@epn.edu.ec

DMQ, febrero 2023

CERTIFICACIONES

Yo, Marlon Andrés Proaño Ulloa declaro que el trabajo de integración curricular aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.



MARLON ANDRÉS PROAÑO ULLOA

Certifico que el presente trabajo de integración curricular fue desarrollado por Marlon Andrés Proaño Ulloa, bajo mi supervisión.



PhD. CÉSAR RICARDO AYABACA SARRIA

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

A través de la presente declaración, afirmamos que el trabajo de integración curricular aquí descrito, así como el (los) producto(s) resultante(s) del mismo, son públicos y estarán a disposición de la comunidad a través del repositorio institucional de la Escuela Politécnica Nacional; sin embargo, la titularidad de los derechos patrimoniales nos corresponde a los autores que hemos contribuido en el desarrollo del presente trabajo; observando para el efecto las disposiciones establecidas por el órgano competente en propiedad intelectual, la normativa interna y demás normas.

MARLON ANDRÉS PROAÑO ULLOA

PhD. CESAR RICARDO AYABACA SARRIA

Ing. JAVIER GONZALO VALVERDE BASTIDAS

Ing. PATRICIO JAVIER FUENTES ROSERO

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a mis padres, por su apoyo incondicional durante todo este trayecto de mi carrera universitaria.

Marlon Proaño

AGRADECIMIENTO

A Dios, por abrirme las puertas y permitirme estudiar en la gloriosa ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL.

A mi papi Fernando Proaño, quién con su enorme esfuerzo, consejos, apoyo económico y moral hizo posible que este sueño se cristalizara.

A mi mami Norma Ulloa, quién siempre ha estado conmigo apoyándome en cada etapa de mi vida.

A mi hermano Nando, quién siempre está conmigo apoyándome con todo lo que está a su alcance.

A mi hermana Demi, mi hermanita pequeña quien siempre cree en mí.

A mi amigo Jack, quién llegó en el momento exacto cuando más fuerzas necesitaba para continuar con mis sueños.

A mi amiga Yadi, confidente y cómplice de mis sueños y aventuras, sus consejos y apoyo han sido de gran ayuda para seguir adelante.

A todos mis amigos que he conocido durante toda mi carrera universitaria, los cuales han aportado mucho en mi vida para mi crecimiento personal y profesional.

A mi persona, por creer en mí, por no claudicar, por no rendirme, por ser mi mejor versión cada día, por ser yo en todos los términos.

¡Sueña y Logra!

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIONES	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	II
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO	IV
RESUMEN	VIII
ABSTRACT.....	IX
1 DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO	1
1.1 Objetivo general.....	2
1.2 Objetivos específicos	2
1.3 Alcance	2
1.4 Marco teórico	3
1.4.1 Fabricación de roscas	3
1.4.2 Geometría en rosca	3
1.4.3 Perfil de roscas en eje.....	4
1.4.4 Designación de roscas métricas ISO.....	5
1.4.5 Herramientas de mecanizado	5
1.4.6 Herramienta de roscado	6
1.4.7 Importancia de la lubricación en procesos de roscado.....	7
1.4.8 Tornos Manual y CNC	7
1.4.9 Programación CNC para roscado	9
1.4.9.1 Código G	9
1.4.9.2 Ciclo de roscado.....	9
1.4.10 Clasificación de materiales según norma ISO 513	10
1.4.11 Control de Viruta en procesos de roscados	10
2. METODOLOGÍA.....	11
2.1.1 Paso 1: Selección del material	13
2.1.2 Paso 2: Análisis preliminar del roscado.	13
2.1.3 Paso 3: Selección de equipos.....	15
2.1.3.1 Torno Manual NOSOTTI.....	15
2.1.3.2 Torno CNC ROMI C420.....	16
2.1.4 Paso 4: Preparación de las probetas.....	17
2.1.5 Paso 5: Obtención de parámetros de experimentación del roscado.	18
2.1.5.1 Determinación del Diámetro final de roscado.	19

2.1.5.2	Uso de lubricación en el proceso de roscado.....	23
3.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.....	23
4.	RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	26
4.1	Resultados.....	26
4.2	Análisis	30
4.3	Conclusiones	33
4.4	Recomendaciones	33
5.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34
6.	ANEXOS	35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Perfil de rosca triangular métrica.....	5
Figura 1.2. Inserto marca SANDIK para roscado.....	6
Figura 1.3. Ejemplo de proceso de cilindrado.	8
Figura 1.4. Torno CNC.	8
Figura 1.5. Tipos de viruta dada por la Norma ISO3685	10
Figura 1.6. Tipos de viruta con diferente avance y profundidad de corte.....	11
Figura 2.1. Diagrama de flujo de proceso de Roscado.....	12
Figura 2.2. Probetas acero AISI 4140	13
Figura 2.3. Inserto 266RG-16VM01A002M 1125.....	14
Figura 2.4. Torno Manual NOSOTTI.....	15
Figura 2.5. Configuración de velocidad.....	16
Figura 2.6. Características Técnicas torno ROMI C420.	17
Figura 3.1. Proceso de roscado.	24
Figura 4.1. Gráfica tiempo vs Profundidad de corte	30
Figura 4.2. Viruta espiralada.....	31
Figura 4.3. Tipo de viruta respecto a velocidad de corte y avance.	31
Figura 4.4. Presencia de flancos en las crestas de la probeta.....	32

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Formas de cresta de rosca.	4
Tabla 1.2. Tipos de materiales en herramienta.	6
Tabla 1.3. Tipos de lubricantes.....	7
Tabla 1.4. Principales códigos generales G.....	9
Tabla 1.5. Materiales según norma ISO 513.	10
Tabla 2.1. Propiedades mecánicas.	13
Tabla 2.2. Características del inserto.....	14
Tabla 2.3. Penetraciones máximas de roscado.....	14
Tabla 2.4. Dimensiones para roscas métricas ISO de paso 3mm con tolerancia 6g.....	15
Tabla 2.5. Configuración de velocidades torno NOSOTTI.....	16
Tabla 2.6. Torno ROMI C420 con CNC SIEMENS.....	17
Tabla 2.7. Velocidad de corte de roscas.	18
Tabla 2.8. Velocidad de Husillo para el proceso de roscado.....	19
Tabla 2.9. Resultado diámetro final de roscado.	19
Tabla 2.10. Profundidades por pasada con base a Norma ISO DIN 13.	20
Tabla 2.11. Profundidad de penetración por pasada.....	21
Tabla 2.12. Profundidades por pasada con base Sandvik.....	22
Tabla 2.13. Profundidades en base a Constantes.	23
Tabla 3.1. Organización para la elaboración de roscado.....	24
Tabla 4.1. Resultados de los roscados realizados.....	26
Tabla 4.2. Registro fotográfico de resultados con parámetro Constante.....	26
Tabla 4.3. Registro fotográfico de resultados con parámetro SANDVIK.....	28
Tabla 4.4. Registro fotográfico de resultados con parámetro ISO DIN 13.....	29

RESUMEN

La obtención de resultados al realizar 54 probetas de acero ASI 4140 mediante el uso de lubricación y sin el mismo, repercute durante su operación y calidad al final del proceso, por lo cual se ha seleccionado tres parámetros de estudio que son: SANDVIK, ISO DIN 13 y constantes, variando la velocidad del husillo a 800, 550 y 300 [RPM] para obtener un muestreo general de cual parámetro durante el proceso de roscado es efectivo en la cual se espera llegar a obtener una probeta sin ondulaciones en los flancos, con un excelente acabado. El proceso se lo realiza con las máquinas del LABINTECDIMP de la Escuela Politécnica Nacional, por lo cual se realiza un estudio para la correcta selección de parámetros y herramientas mediante el uso de normas y catálogos del fabricante. La preparación de las probetas se las realiza en el laboratorio de máquinas herramientas y se procede a realizar el roscado en el Torno CNC ROMI C420 Llegando así a obtener alternativas que ayuden a mejorar la productividad, la calidad del roscado y la vida útil del inserto durante el proceso de mecanizado.

PALABRAS CLAVE: ASI 4140, SANDVIK, ISO, ROMI, roscado, lubricación, parámetros, velocidad.

ABSTRACT

Obtaining results by making 54 ASI 4140 steel test tubes through the use of lubrication and without it, affects its operation and quality at the end of the process, for which three study parameters have been selected: SANDVIK, ISO DIN 13 and constants, varying the spindle speed at 800, 550 and 300 [RPM] to obtain a general test of which parameter during the threading process is effective in which it is expected to obtain a specimen without undulations on the flanks, with a excellent finish. The process is carried out with the machines of the LABINTECDIMP of the National Polytechnic School, for which a study is carried out for the correct selection of parameters and tools through the use of standards and manufacturer's catalogs. The preparation of the specimens is carried out in the machine tools laboratory and the threading is carried out in the ROMI C420 CNC Lathe, thus obtaining alternatives that help improve productivity, the quality of the threading and the useful life of the insert during the process. machining process.

KEYWORDS: ASI 4140, SANDVIK, ISO, ROMI, threaded, lubrication, parameters, speed.

1 DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO

El presente estudio busca obtener los parámetros de mecanizado adecuados en la fabricación de roscas en tuberías de acero AISI 4140 bajo la condición de lubricación en torno de control numérico del laboratorio de investigación, Desarrollo e Innovación en Nuevas Tecnologías de Diseño, Manufactura y producción (LABINTECDIMP) de la Escuela Politécnica Nacional. El ingeniero encargado debe tomar en cuenta todos estos parámetros para la elaboración del CAD/CAM, y tener un proceso de diseño y manufactura adecuados al tipo de rosca a realizar.

Los estudios buscan encontrar el proceso adecuado para reducir o encontrar el mejor lubricante para su uso, considerando los criterios de fabricación bajo normas y factores económicos.

Para la elaboración del proyecto se empezará con la preparación de las probetas para proceder a la realización del roscado en la máquina de torno ROMI C420. La elaboración de las roscas en los ejes se las realizará mediante un ciclo semi – automático con los valores de diámetro final de roscado y de la penetración radial, previamente calculados mediante los datos obtenidos en la tabla de catálogo de Sandvik, norma ISO DIN 13 seleccionados según las dimensiones de la probeta. Al final de cada proceso de una probeta se procede a verificar el Pasa – No pasa con la ayuda de una tuerca normalizada.

Con las probetas terminadas se procederá a seleccionar la probeta con mejor acabado para determinar el mejor parámetro y velocidad de husillo para los procesos de roscado.

1.1 Objetivo general

Evaluar los parámetros de mecanizado en la elaboración de roscas en ejes de acero AISI 4140 utilizando el torno ROMI C420 con uso de lubricación.

1.2 Objetivos específicos

- Preparar las probetas con las dimensiones obtenidas por la tabla del catálogo, para proceder a realizar los roscados en el torno ROMI C420.
- Ejecutar los roscados en las muestras, variando los parámetros de mecanizado y el tiempo de lubricación para cada probeta.
- Evaluar los parámetros de mecanizado y analizar los resultados obtenidos en las probetas.

1.3 Alcance

Obtener información suficiente para realizar el mecanizado en la fabricación de roscas cuadradas con los parámetros y con lubricación para obtener la mejor pieza con mejor acabado.

El trabajo inicia con una revisión del estado del arte para obtener información suficiente para la fabricación de roscas donde la elección adecuada de la herramienta nos permite establecer condiciones de funcionamiento del torno ROMI C420. Seguido de esto se elaborará el CAD/CAM con diferentes alternativas de lubricación y se determinará los parámetros que permitan obtener resultados óptimos. Finalmente se elaborará un cuadro comparativo de los diferentes experimentos y sus resultados.

Se procederá a realizar pruebas de laboratorio para realizar un análisis de las roscas en las probetas y determinar la mejor selección mediante un análisis estadístico que servirá de referencia para técnicos que deseen realizar roscas bajo los términos presentados en este estudio.

1.4 Marco teórico

1.4.1 Fabricación de roscas

El roscado se los puede realizar mediante máquinas de torno manual o control automático. Para este estudio se centrará en la máquina de torno CNC con plaquitas intercambiables. Para nuestra elaboración de roscado nos regiremos bajo la Norma ISO DIN 13, la cual está bajo el sistema métrico, así un eje roscado M7 tiene un diámetro exterior nominal de 7 milímetros.(Di, 1946)

Los dos tipos de rosca común bajo esta norma se los muestra a continuación:

- Rosca Whitworth

Dado su nombre por Joseph Whitworth en el año 1841. La característica de este eje roscado es que está enrollado por una hélice de triángulo isósceles con un ángulo de 55°.(Di, 1946)

- Rosca Trapezoidal

Este tipo de rosca transforma el movimiento circular a un movimiento lineal. La forma de esta rosca es un trapecio isósceles con un ángulo de 15°, resultando un flanco con Angulo de 30°. Este tipo de roscas son usados como tornillo de avance del torno o roscas de movimiento para prensas de tornillo.(Di, 1946)

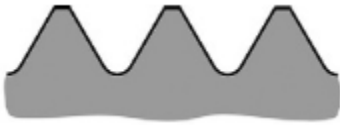
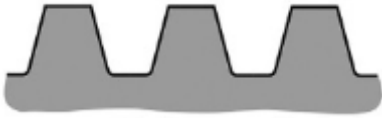

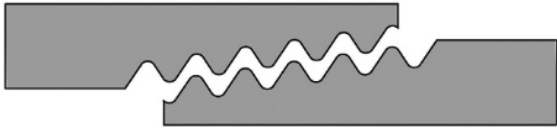
1.4.2 Geometría en rosca

Las roscas en ejes son utilizadas para sujeción y transmisión de movimiento. Roscas de tornillo son utilizados para la transmisión de movimiento con forma helicoidal y pernos y tuercas son utilizados para la sujeción de elementos de máquinas y estructuras metálicas. (Fukuoka, 2023)

En la Tabla 1.1 se detalla el tipo y uso de las diferentes formas de cresta de rosca.

Tabla 1.1. Formas de cresta de rosca.

Fuente: (Fukuoka, 2023)

Tipo	Uso	Forma
Rosca triangular	Sujeción de piezas	
Rosca Trapezoidal	Transmisión de movimiento y potencia	
Rosca de tubería paralela	Unión mecánica de estructuras con forma cilíndrica hueca	
Rosca de tubería cónica	Prevención de fugas para contener fluidos	

Para el estudio de este proyecto, realizaremos en las probetas un roscado de forma triangular.

1.4.3 Perfil de roscas en eje

La rosca en ejes se procesa en el exterior del cilindro, en cambio en rosca interna se procesa en la parte interna, superficie de cilindros con perforación o agujeros. En la Figura 1.1 se muestra el perfil de una rosca triangular métrica especificado en JIS B 0205. El mayor diámetro de rosca exterior d es igual al diámetro mayor de la rosca interna D . Los diámetros de paso de las roscas externas e internas, d_2 y D_2 , son diámetros virtuales, en el cual el ancho de la cresta de la rosca es igual al de la ranura de la rosca. Angulo de avance es usado para evaluar la resistencia de la rosca y calcular el ángulo de hélice de la rosca en eje. Diámetro menor de rosca exterior d_1 es igual al diámetro menor interno D_1 . (Fukuoka, 2023)

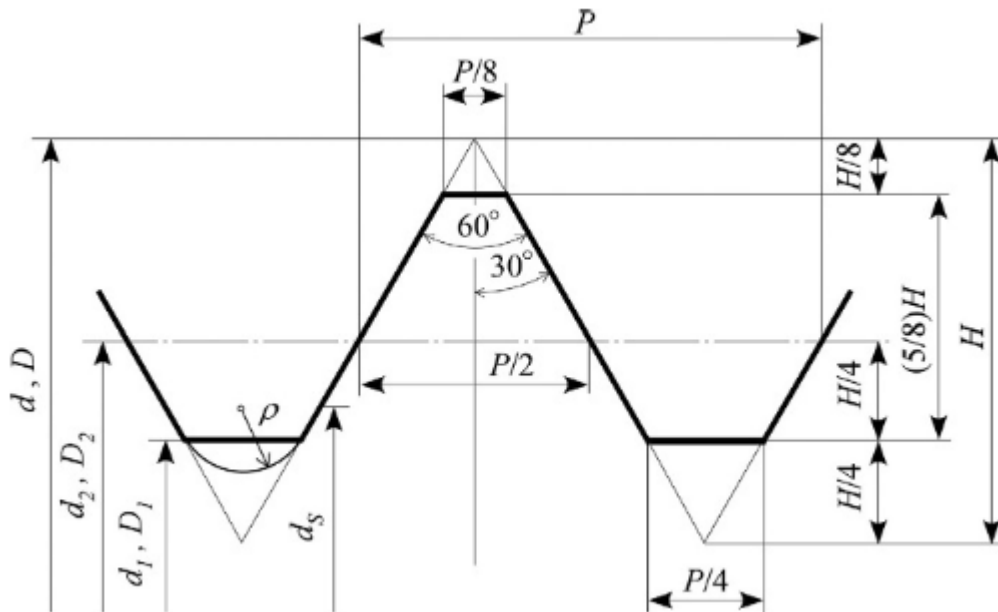


Figura 1.1. Perfil de rosca triangular métrica.

Fuente: (Fukuoka, 2023)

1.4.4 Designación de roscas métricas ISO

La designación de las roscas métricas se lo realiza mediante la letra M precedido de la medida correspondiente con la tolerancia y la clase. (Sk et al., n.d.)

A continuación, se muestra un ejemplo de la designación:

M8 6g

La tolerancia 6 g es para roscas exteriores métricas, el cual será utilizado para este estudio.

1.4.5 Herramientas de mecanizado

Existe variedad de herramientas con diferentes materiales que se seleccionan según material a devastar, parámetros, costo, acabado superficial. En la siguiente Tabla 1.2 se muestra los diferentes materiales con su respectiva función para ser usados en el mecanizado.

Tabla 1.2. Tipos de materiales en herramienta.

Fuente:(Paredes, 2007).

TIPOS DE MATERIALES EN HERRAMIENTA			
MATERIAL	FUNCIÓN	CONTENIDO EN LA HERRAMIENTA	
Carbono	Mayor dureza. Mayor resistencia al desgaste.	0,6 - 1,4%	
Cromo	Mayor resistencia al desgaste. Mayor resistencia a la tenacidad.	0,25 - 4,5%	
Cobalto	Se utiliza con altas velocidades y temperaturas de corte.	5 - 12%	
Molibddeno	Mayor resistencia al desgaste. Mayor dureza en caliente.	10%	
Tungsteno	Mayor dureza en caliente. Mayor resistencia a la abrasión.	En aceros al carbono	0,20 - 0,50%
Widia	Resistencia a la tracción Resistente como el diamante	En aceros de alta velocidad Wolfranio y Carbono	1 -5%

1.4.6 Herramienta de roscado

Para la realización del roscado se utiliza los insertos de marca SANDIK, debido a que ofrecen una alta calidad, permitiendo un torneado seguro en materiales duros como en el caso del acero AISI 4140. En la Figura 1.2 se muestra un ejemplo de plaquita marca SANDIK. (Coromant, 2010)



Figura 1.2. Inserto marca SANDIK para roscado.

Fuente: (Coromant, 2010)

1.4.7 Importancia de la lubricación en procesos de roscado

La función del refrigerante es la de reducir el calor en la pieza y herramienta para facilitar el arranque de viruta. En procesos de mecanizado a elevadas temperaturas, la herramienta se ve afectada por un mayor deterioro, por lo cual el refrigerante reduce la temperatura y desgaste, aumentando la vida útil de la cuchilla o inserto. A continuación, se muestran ejemplos de lubricantes usados en los procesos de mecanizado resumidos en la Tabla 1.3:

Tabla 1.3. Tipos de lubricantes.

Fuente: Propia.

Tipos de Lubricantes	
Tipo	Uso
Taladrina	Compuesto por mezcla de agua y aceite, usado para procesos de mecanizado en la fabricación de elementos mecánicos realizados en las maquinas herramientas.
Aceite de corte	Compuestos de soluciones acuosas o aceites químicamente inactivos. Reduce la fricción y potencia para el corte a realizar.

1.4.8 Tornos Manual y CNC

- Torno Manual

El torno manual como aplicación principal es la operación de cilindrado, la cual consiste en reducir el diámetro de los ejes. Las diferentes operaciones realizadas en este torno son: Tronzado, Torneado Cónico, Contornos, Formas, Achaflanado, Roscado, Mandrinado, Taladrado, Moleteado. En la Figura 1.3 se aprecia un ejemplo del proceso de cilindrado en el torno.

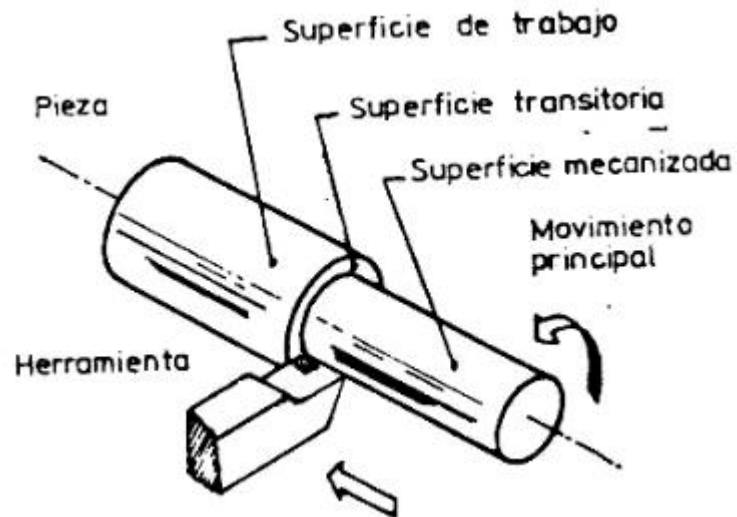


Figura 1.3. Ejemplo de proceso de cilindrado.

Fuente: (Paredes, 2007).

- Torno CNC

Esta máquina funciona bajo control automático en el cual el operario solo debe ingresar los datos geométricos y tecnológicos por un lenguaje de programación, llegando a realizar operaciones que no son posibles en el torno Manual.



Figura 1.4. Torno CNC.

Fuente: (Torno CNC Romi C 510 - Metalmecánica - Torno CNC, n.d.)

1.4.9 Programación CNC para roscado

1.4.9.1 Código G

El código G es un lenguaje de programación utilizado en las máquinas automatizadas mediante el software más conocido Siemens Sinumeric. El operador mediante comandos da instrucciones a la máquina para que realice movimientos para realizar la operación requerida. (*Qué Son Los Códigos G*, n.d.)

Los códigos G va precedido de un número del 0 al 99, en la Tabla 1.4 se aprecian los principales códigos generales G.

Tabla 1.4. Principales códigos generales G.

Fuente: (Paredes, 2007)

Comando	Función
G00	Avance rápido
G10	Ajuste de OFFSET
G33	Ciclo de roscado Manual
G76	Ciclo de roscado Automático
G78	Ciclo de roscado Semiautomático

1.4.9.2 Ciclo de roscado

Para la realización del ciclo de roscado en el torno ROMI C420 se usa el ciclo de roscado semiautomático G78, como se muestra en el siguiente formato:

Bloque I: G78 P a b c Q _ R_

Bloque II: G78 X(U)_Z(W)_R_P_Q_F_

Donde:

Bloque I

a: Número de pasadas de acabado.

b: longitud de chaflán. [mm]

c: Ángulo del filete (0°, 29°, 30°, 55°, 60°, 80°)

Q_: Profundidad mínima de corte [μm]

R_: Sobre material para pasada de afinado. [mm]

Bloque II

X(U), Z(W): Coordenadas del punto final de la rosca.

R_: Diferencia entre radio inicial y final de corte. [mm]

P_: Profundidad de la rosca. [μm]

Q_: Profundidad de la primera pasada [μm]

F_: Paso para rosca. [mm]

1.4.10 Clasificación de materiales según norma ISO 513

La norma ISO divide 6 materiales por letras como se aprecia en la Tabla 1.5.

Tabla 1.5. Materiales según norma ISO 513.

Fuente: (Coromant, 2010)

Denominación	Material
P	Acero
M	Acero inoxidable
K	Fundición de hierro
N	No férreo
S	Termorresistente
H	Endurecido

1.4.11 Control de Viruta en procesos de roscados

Un excelente proceso de mecanizado es independientemente a una buena forma de viruta, en la Figura 1.5 se aprecian los diferentes tipos de viruta que se obtiene al realizar la actividad de devastado.

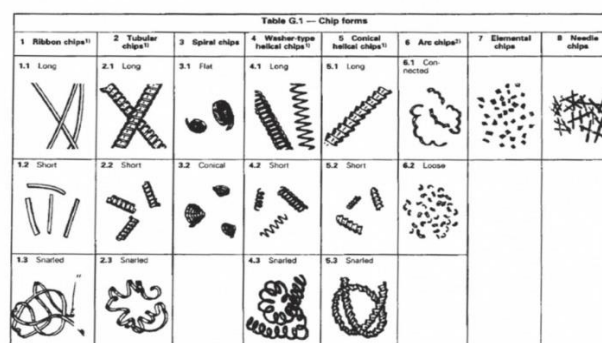


Figura 1.5. Tipos de viruta dada por la Norma ISO3685

Fuente: (La Importancia Del Control de La Viruta - Metalmeccánica, n.d.)

Saber identificar el cómo se genera estos tipos de viruta es de gran importancia, debido a que por su longitud, forma y color se puede observar cómo es influida por los parámetros de corte apreciados en la Figura 1.6. Una buena forma de la salida de la viruta es la que sale mediante el proceso sin la rotura entre pieza o herramienta, por lo tanto, para que la viruta siempre se corte es cuando la profundidad de corte es superior a la crítica y el avance sea superior al avance crítico. (*La Importancia Del Control de La Viruta - Metalmecánica*, n.d.)

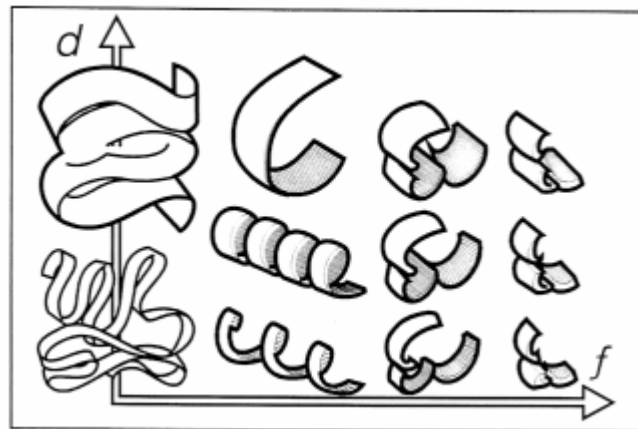


Figura 1.6. Tipos de viruta con diferente avance y profundidad de corte.

Fuente: (Ryan et al., 2013)

2. METODOLOGÍA

El desarrollo del componente es observar que resultados se obtienen al realizar una variación en los parámetros con lubricación para el proceso de roscado.

- El enfoque es cualitativo y cuantitativo para el análisis de resultados obtenidos.
- El tipo de trabajo es experimental, el cual se lo realizará en el LABINTECDIMP.
- La recolección de información se la realizará mediante catálogos de los fabricantes.

En la Figura 2.1 se aprecia el diagrama de flujo para el proceso de roscado a realizarse las 54 probetas para el respectivo estudio de este proyecto. Teniendo presente el uso de lubricación predeterminado por la máquina ROMI C420 con los datos mostrados en en el desarrollo de la metodología.

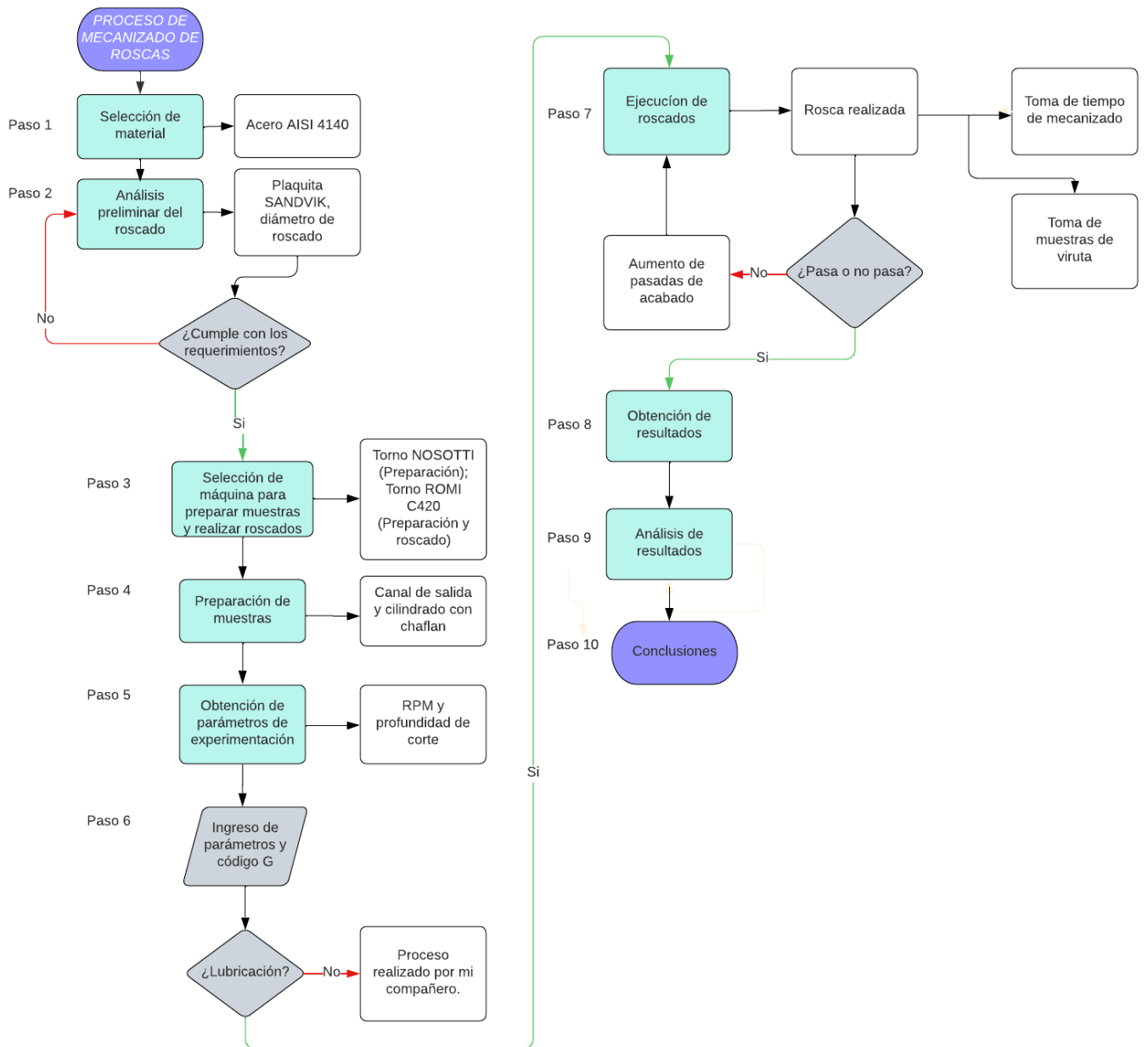


Figura 2.1. Diagrama de flujo de proceso de Roscado.

Fuente: Propia.

2.1.1 Paso 1: Selección del material

El material utilizado en las 54 probetas para este proyecto es el acero AISI 4140, con un diámetro de 38 mm, más información del material se encuentra en el Anexo 1. En la Figura 2.2 se aprecian las probetas, junto a el gráfico se encuentra la Tabla 2.1, que contiene las propiedades mecánicas del material.

Tabla 2.1. Propiedades mecánicas.

Fuente: Propia.



Propiedades Mecánicas	
Resistencia última a la tensión	1029 [MPa]
Resistencia a la fluencia	882 [MPa]
Dureza	321 [HB]

Figura 2.2. Probetas acero AISI 4140

Fuente: Propia.

2.1.2 Paso 2: Análisis preliminar del roscado.

Para nuestro estudio realizamos una rosca métrica ISO, la cual será de diámetro menor al diámetro base debido a que la herramienta del LABINTECDIMP no puede ofrecer pasos grandes.

El inserto a utilizarse en el proceso de roscado disponible en LABINTECDIMP tiene la denominación: 266RG-16VM01A002M 1125, En la Figura 2.3 se aprecia el inserto, junto al gráfico se encuentra la Tabla 2.2, que contiene las características importantes de la herramienta.

Tabla 2.2. Características del inserto.

Fuente: (266RG-16VM01A002M 1125, n.d.)



Figura 2.3. Inserto 266RG-16VM01A002M 1125.

Fuente: (266RG-16VM01A002M 1125, n.d.)

Datos	[mm]
Paso de rosca mínimo	1.5
Paso de rosca máximo	3
Altura teórica de rosca	2.64
Diferencia de altura de rosca	0.2
Diámetro de círculo inscrito	9.525
Distancia de perfil ey	1.03
Distancia de perfil ex	1.5
Paso de rosca máximo	3

Con los valores de la Tabla 2.2 se calcula la penetración total con la que ejecuta la herramienta, los resultados encontrados se resumen en la Tabla 2.3, los cuales son verificados con la tabla ISO métrica adjunta en el Anexo II.

Tabla 2.3. Penetraciones máximas de roscado.

Fuente: Propia.

Dimensiones	[mm]
Penetración máxima de la herramienta	2.54
Penetración máxima del roscado	1.88

El inserto tiene un paso máximo de la rosca es de 3 mm, por lo tanto, se escoge valores de paso menores a 4 para que la herramienta no colisione.

Se selecciona el diámetro de roscado con pasos igual o menor de 3 mm. En el anexo III se muestra la tabla de catálogo TORMENTAL para seleccionar las dimensiones para una rosca de tolerancia 6g. En la Tabla 2.4 se aprecian las dimensiones seleccionadas según el paso.

Tabla 2.4. Dimensiones para roscas métricas ISO de paso 3mm con tolerancia 6g.

Fuente: Propia.

Diámetro nominal [mm]	Paso [mm]	Diámetro exterior máx. [mm]	Diámetro exterior mín. [mm]	Diámetro interior máx. [mm]	Diámetro interior mín. [mm]
24	3	23.952	23.577	20.271	19.955
27	3	26.952	26.577	23.271	22.955

Las roscas serán métricas ISO M27x3, debido a que se seleccionó el diámetro de 27 mm para remover la menor cantidad de material de la probeta.

2.1.3 Paso 3: Selección de equipos.

2.1.3.1 Torno Manual NOSOTTI

El torno Manual utilizado en el laboratorio de la EPN es de marca NOSOTTI como se aprecia en la Figura 2.4, su uso principal es la operación de cilindrado, la cual consiste en reducir el diámetro de los ejes. Las diferentes operaciones realizadas en este torno son: Tronzado, Torneado Cónico, Contornos, Formas, Achaflanado, Roscado, Mandrinado, Taladrado, Moleteado.



Figura 2.4. Torno Manual NOSOTTI.

Fuente: Propia.

La configuración de velocidades mediante las palancas como se aprecia en la Figura 2.5, se las obtiene mediante la combinación de letras y números como se aprecia en la Tabla 2.5 llegando a obtener 12 velocidades las cuales trabajan en un rango de 45 a 1500 rpm.



Figura 2.5. Configuración de velocidad.

Fuente: Propia.

Tabla 2.5. Configuración de velocidades torno NOSOTTI.

Fuente: Propia.

Combinación de palancas	1-A	2-A	1-B	2-B	1-C	2-C
Altas velocidades	1500	1125	750	560	375	280
Bajas velocidades	255	190	130	95	65	45

2.1.3.2 Torno CNC ROMI C420

CNC es proceso computarizado mediante un lenguaje de programación, logrando así tareas que no se consiguen con una máquina manual.

En el LABINTECDIMP se utiliza el Torno CNC ROMI C420 como se aprecia en la Figura 2.6 con software SIEMENS, el cual permite fabricar elementos mecánicos de una manera rápida y precisa. El torno CNC puede ser operado en modo manual, semiautomático o automático. Las características técnicas se aprecian en la Tabla 2.6.

Tabla 2.6. Torno ROMI C420 con CNC SIEMENS.

Fuente: Propia.



Figura 2.6. Características Técnicas torno ROMI C420.

Fuente: Propia.

Características Técnicas	
Altura de puntas	215 [mm]
Nariz del husillo	A2-5" ASA
Diámetro del agujero del husillo	53 [mm]
Rango de velocidades	4 a 4000 [rpm]
Motor principal CA	12.5/9 [cv/kW]

2.1.4 Paso 4: Preparación de las probetas.

Con los datos obtenidos previamente se procede a realizar un plano con el roscado M27x3 mostrado en el anexo IV.

Se procede a preparar las probetas por dos fases:

- Operación de Tronzado

Este proceso se lo realizó en el torno manual NOSOTTI, a bajas velocidades. El canal realizado en el eje facilita la salida de la viruta al momento de realizar el roscado, la profundidad del canal fue de 22 mm, debido a que la profundidad total del canal debe ser igual o menor a la mayor tolerancia del diámetro interior de la rosca.

- Operación de Cilindrado

Este proceso se lo realizó en el laboratorio con el torno CNC ROMI C420, con los valores obtenidos por la tabla TORMENTAL. Con la ecuación 1 se obtiene el valor promedio de la tolerancia 6g.

$$\overline{D_e} = \frac{D_{emax} + D_{emin}}{2}$$

Ecuación 1. Promedio de diámetro máximo y mínimo de la tolerancia 6g.

Donde:

\overline{D}_e :	Promedio del diámetro exterior	[mm]
D_{emax} :	Diámetro exterior máximo	[mm]
D_{emin} :	Diámetro exterior mínimo	[mm]

Al finalizar el proceso de cilindrado se procede a realizar un chaflan de 3mm a 45° para facilitar la entrada de la tuerca.

2.1.5 Paso 5: Obtención de parámetros de experimentación del roscado.

Existen dos parámetros importantes para la realización de roscados, que son: las revoluciones por minuto (rpm) del Torno y la profundidad de corte en el roscado.

En la Tabla 2.7, se recomienda la velocidad de corte de torneado roscas, sistema métrico.

Tabla 2.7. Velocidad de corte de roscas.

Fuente: (Coromant, 2010)

Material	Dureza Brinell HB	Calidades		
		GC1125	CC1135	H13A
Velocidad de corte (V_c), m/min				
De alta aleación (elementos de aleación > 5%) Acero de herramientas templado	325	115	100	70

Al tener el material con una dureza Brinell de 321 HB, se escoge el valor de dureza más cercano con las calidades de la plaquita, se obtiene tres valores de velocidad. Se selecciona la velocidad de corte de 70 m/min, debido a que se tiene un enfoque más conservativo.

Con la velocidad de corte mediante el simulador de Sandvik se obtiene la velocidad de husillo con un valor de 800 rpm. Para nuestro estudio partimos con una velocidad mínima de 300 rpm por ser adecuada para los procesos de roscados, teniendo una velocidad media de 550 rpm.

Tabla 2.8. Velocidad de Husillo para el proceso de roscado.

Fuente: Propia.

Velocidad del husillo	RPM
Alta (especifica)	800
Intermedia	550
Baja (general)	300

Para los valores de profundidad de corte por pasada lo calculamos mediante La norma ISO DIN 13 en función del número de pasadas, paso de rosca y diámetro nominal, para una rosca de tipo: M27x3 de número de pasadas igual a 12.

2.1.5.1 Determinación del Diámetro final de roscado.

El cálculo del diámetro final de roscado se obtiene por medio de la ecuación 1. Estos valores se resumen en la Tabla 2.9.

$$t = 0.6495 * p$$

$$X = d - 2 * t = d - 1.299 * p$$

Ecuación 2. Diámetro final de roscado.

Donde:

p	Paso	[mm]
t	Altura del diente de la rosca	[mm]
X	Diámetro final del roscado	[mm]

Tabla 2.9. Resultado diámetro final de roscado.

Fuente: Propia

Diámetro final de roscado	
t [mm]	23.10
X [mm]	1.949

Determinación de las penetraciones radiales.

El cálculo de las penetraciones radiales se obtiene mediante la ecuación 2, Los valores encontrados se resumen en la Tabla 2.10.

$$\Delta_i = \frac{t}{\sqrt{(n-1)}} * \sqrt{\varphi}$$

$$h_i = \Delta_i - \Delta_{i-1}$$

$$X_i = X_{i-1} - 2 * h_i$$

Ecuación 3. Penetraciones radiales.

Donde:

Δ_i :	Penetración radial acumulada	[mm]
n :	Número de pasadas	
φ :	Constante	
h_i :	Penetración radial	[mm]
X_i :	Valor del diámetro	[mm]

Tabla 2.10. Profundidades por pasada con base a Norma ISO DIN 13.

Fuente: propia

SECUENCIA DE CÁLCULOS			Penetración radial	Cota X en el programa
# DE PASADA	φ	Δi	h_i	X_i
1	0.3	0.322	0.322	26.356
2	1	0.587	0.266	25.825
3	2	0.831	0.243	25.338
4	3	1.018	0.187	24.965
5	4	1.175	0.157	24.650
6	5	1.314	0.139	24.373
7	6	1.439	0.125	24.122
8	7	1.554	0.115	23.891
9	8	1.662	0.107	23.677
10	9	1.762	0.101	23.475
11	10	1.858	0.095	23.284
12	11	1.949	0.091	23.103

La constante φ tiene un valor de 0.3 para la primera pasada, valor de 1 para la segunda pasada y desde la tercera pasada tiene un valor igual a $\#pasada - 1$.

Como siguiente caso de estudio, Sandvik recomienda una profundidad decreciente por pasada o profundidad constante por pasada presentada en la Tabla 2.11.

Tabla 2.11. Profundidad de penetración por pasada.

Fuente: (Coromant, 2010)

Profundidad decreciente por pasada	Profundidad constante por pasada
Primera pasada es más profunda	Misma profundidad en todas las pasadas
Sección de viruta más equilibrada	Mejor control de viruta
Carga uniforme sobre la plaquita	Más esfuerzo de la plaquita
Última pasada es con valor de 0.07 [mm]	No usar para pasos mayores de 1.5 [mm]

Para nuestro caso seleccionamos ambos tipos de profundidad, para obtener la tolerancia 6g se debe tomar el valor promedio del diámetro preliminar del roscado. El número de pasadas y profundidades se obtiene mediante la ecuación 3, los valores encontrados se resumen en la Tabla 2.12.

$$X_0 = \overline{D_e}$$

$$X_i = X_{i-1} - 2h_i$$

Ecuación 4. Profundidad.

Tabla 2.12. Profundidades por pasada con base Sandvik.

Fuente: Propia

#PASADA	Penetración	Cota X
	hi	Xi
1	0.2	26.365
2	0.19	25.985
3	0.19	25.605
4	0.18	25.245
5	0.17	24.905
6	0.17	24.565
7	0.16	24.245
8	0.15	23.945
9	0.14	23.665
10	0.13	23.405
11	0.12	23.165
12	0.08	23.005

Por el método de constantes, se tiene presente los valores geométricos y diámetro final del roscado en base a la norma. El cálculo de las profundidades se obtiene mediante la ecuación 4, los valores encontrados se resumen en la Tabla 2.13.

$$t_f = \overline{D_e} - X$$

$$h = \frac{n}{t_f}$$

$$X_i = X_{i-1} - h$$

Ecuación 5. Profundidades en base a Constantes.

Donde:

t_f : Profundidad final de roscado [mm]

Tabla 2.13. Profundidades en base a Constantes.

Fuente: Propia

PASADAS	Penetración Radial [mm]	Cota X [mm]
#PASADA	h	Xi
1	0.11	26.536
2	0.11	26.307
3	0.11	26.078
4	0.11	25.850
5	0.11	25.621
6	0.11	25.392
7	0.11	25.163
8	0.11	24.934
9	0.11	24.705
10	0.11	24.476
11	0.11	24.247
12	0.11	24.019
13	0.11	23.790
14	0.11	23.561
15	0.11	23.332
16	0.11	23.103

Este método presenta mayor número de pasadas para reducir la carga de la herramienta y debido a que este no trabaja con pasos mayores a 1.5 mm.

2.1.5.2 Uso de lubricación en el proceso de roscado.

El sistema de lubricación que presenta el torno ROMI C420 es centralizado con un sensor de nivel de aceite con filtro de línea, el tanque de la máquina tiene una capacidad de 115 lt con una motobomba de 2.4 bar. El lubricante utilizado en el torno CNC en el cual realizamos las probetas es de aceite mineral en una cantidad de 60%. En el ANEXO V se presentan el plano de lubricación. (Andrango Correa, 2016)

3. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Al tener los parámetros, se procede a realizar los roscados con variación de tres velocidades y con tres diferentes tipos de profundidad como se aprecia en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1. Organización para la elaboración de roscado.

Fuente: Propia.

Velocidad del husillo [rpm]	Profundidad de corte por pasada		
	Norma ISO DIN 13	Decreciente SANDVIK	Constante
800	29, 30, 31	21, 22, 23	4, 5, 6
550	32, 33, 34	24, 25, 26	10, 11, 12
300	1, 35, 36	27, 28, 2	16, 17, 3

Se realizó una prueba de elaboración del roscado con lubricación a una velocidad de 300 rpm, con 3 probetas, siendo cada una de diferente profundidad. Al tener el roscado realizado, antes de desmontar del mandril se procedió a evaluar con una tuerca hexagonal MM 8.8 NEG 27 x 3 RG, con esto comprobamos si Pasa – No Pasa.

Si la probeta presentó ajuste, se procedía a configurar 4 pasadas más con 0.05 mm de profundidad más sin salir del rango de tolerancia.

Para cada proceso de roscado se colocó una malla debajo del mandril para recolectar viruta y proceder a su respectivo análisis. El proceso para todas las probetas después de las pruebas, fueron exitosas, debido a que no presentaron inconvenientes en la probeta e inserto. Cabe recordar que en este proceso se realizó con lubricación, el cual fue con un caudal predeterminado por la máquina descrita anteriormente.



Figura 3.1. Proceso de roscado.

Fuente: Propia.

Las virutas recolectadas se las procedió a separar mediante una codificación mostrada a continuación:

PXXVXXXTL

Donde:

PXX:	Número de probeta
VXXX:	Velocidad de husillo
T:	inicial del tipo de profundidad
L:	Proceso con Lubricación

A continuación, se muestra un ejemplo de la primera probeta realizada con lubricación a una velocidad de 500 RPM, con profundidad tipo Manual:

P01V500ML

4. RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Resultados

Los resultados obtenidos se resumen en la tabla 4.1.

Tabla 4.1. Resultados de los roscados realizados.

Fuente: Propia.

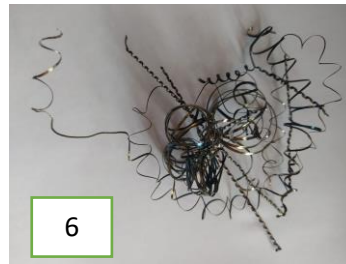
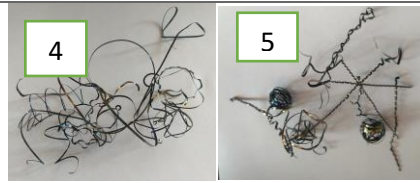
Nº Probetas	RPM	Profundidad de corte	Tiempo [min:s]	Observaciones
4, 5, 6	800	Constante	0:48	Pasan con ajuste. Ondulaciones hasta la mitad d ellos flancos.
10, 11, 12	550	Constante	0:59	Pasa sin ajuste. No presenta ondulaciones en los flancos.
16, 17, 3	300	Constante	1:25	Pasa sin ajuste. No presenta ondulaciones en los flancos.
21, 22, 23	800	Sandvik	00:44	Pasa sin ajuste Presenta ondulaciones al inicio de los flancos.
24, 25, 26	550	Sandvik	0:41	Pasa sin ajuste No presenta ondulaciones en los flancos.
27, 28	300	Sandvik	1:19	Pasa sin ajuste Sin flancos
29, 30, 31	800	Manual	0:40	No pasa Presenta ondulaciones al inicio de los flancos
32, 33, 34	550	Manual	0:53	Pasa sin ajuste Presencia mínima de ondulaciones en los flancos.
1, 35, 36	300	Manual	1:05	No pasa No siguió secuencia de roscado

Las probetas obtenidas se muestran en la Tabla 4.2 con su respectiva viruta.

Tabla 4.2. Registro fotográfico de resultados con parámetro Constante.

Fuente: Propia

Profundidad de corte constante a 800 [RPM]



Profundidad de corte constante a 5500 [RPM]



Profundidad de corte constante a 300 [RPM]



Tabla 4.3. Registro fotográfico de resultados con parámetro SANDVIK.

Fuente: Propia.




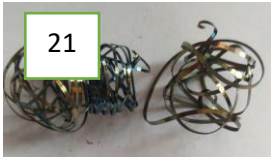




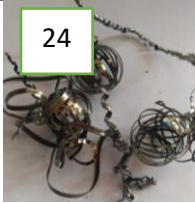




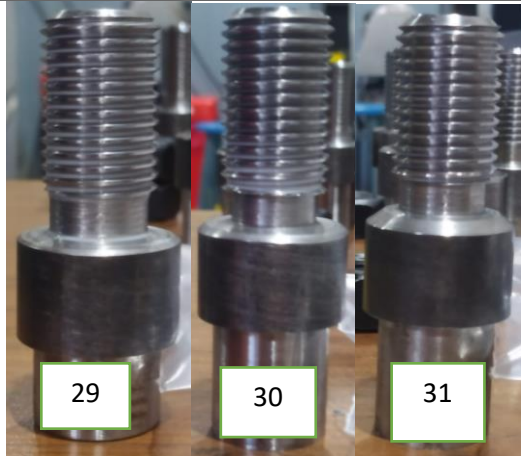
Registro fotográfico de probetas					
Profundidad de corte decreciente SANDVIK a 800 [rpm]					
					
21	22	23	23		
Profundidad de corte decreciente SANDVIK a 550 [rpm]					
					
24	25	26	26		
Profundidad de corte decreciente SANDVIK a 300 [rpm]					
					
27	28		28		

Tabla 4.4. Registro fotográfico de resultados con parámetro ISO DIN 13.

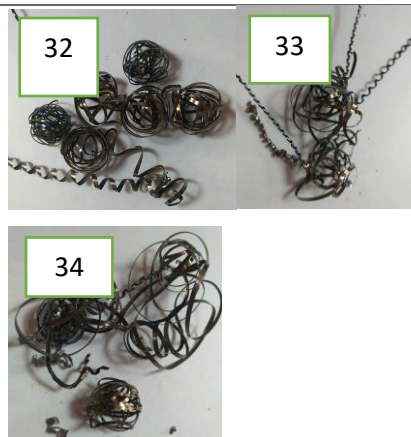
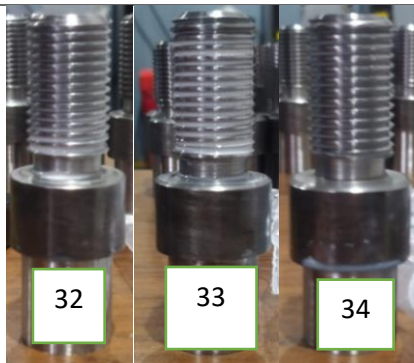
Fuente: Propia.

Registro fotográfico de probetas

Profundidad de corte en base a la norma ISO DIN 13 a 800 [rpm]



Profundidad de corte en base a la norma ISO DIN 13 a 550 [rpm]



Profundidad de corte en base a la norma ISO DIN 13 a 300 [rpm]



4.2 Análisis

Con los tres tipos de profundidad que son: Manual, Sandvik, Constante, Con Sandvik todos los roscados no tuvieron ajuste, a diferencia del tipo Manual y Constante que tuvieron ajustes y en los cuales se debió incrementar el número de pasadas para lograr el paso de la tuerca.

Durante la elaboración de las 27 probetas, en la probeta 23 se produjo un desplazamiento en el mandril, lo cual produjo una pequeña deformación en el flete, dando la forma de líneas puntiagudas. En la probeta 30 se corrió de nuevo el programa debido a que la tuerca no lograba pasar y en la probeta 31 se aumentó 5 pasadas aumentando cada una un valor de 0.05 mm.

Con el proceso de roscado en cada probeta se obtuvo los tiempos de cada una, como se puede observar en la Figura 4.1

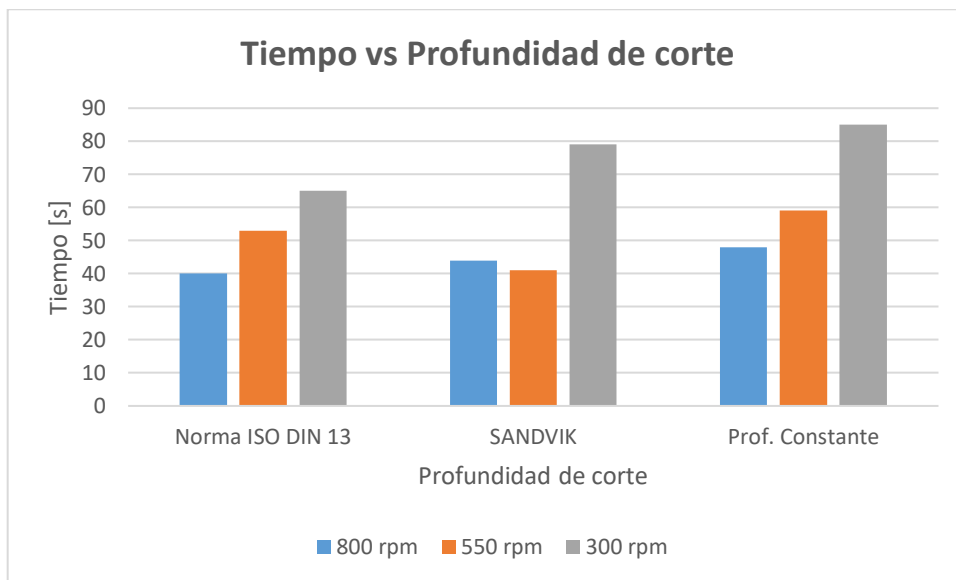


Figura 4.1. Gráfica tiempo vs Profundidad de corte

Fuente: Propia.

Con Sandvik se tiene menor tiempo de operación a una velocidad de husillo de 550 RPM, mayor tiempo de operación se consigue con una velocidad de 800 RPM extrayendo menos viruta.

La obtención de viruta de cada probeta nos ayudó a observar cómo el proceso se llevaba de forma correcta y preservar la vida útil del inserto. La forma de viruta más común fue de forma espiralada, acompañada con una viruta tubular como se aprecia en la Figura 4.2.



Figura 4.2. Viruta espiralada.

Fuente: Propia.

A continuación, se aprecia en la Figura 4.3 la viruta espiralada en función del avance y profundidad.

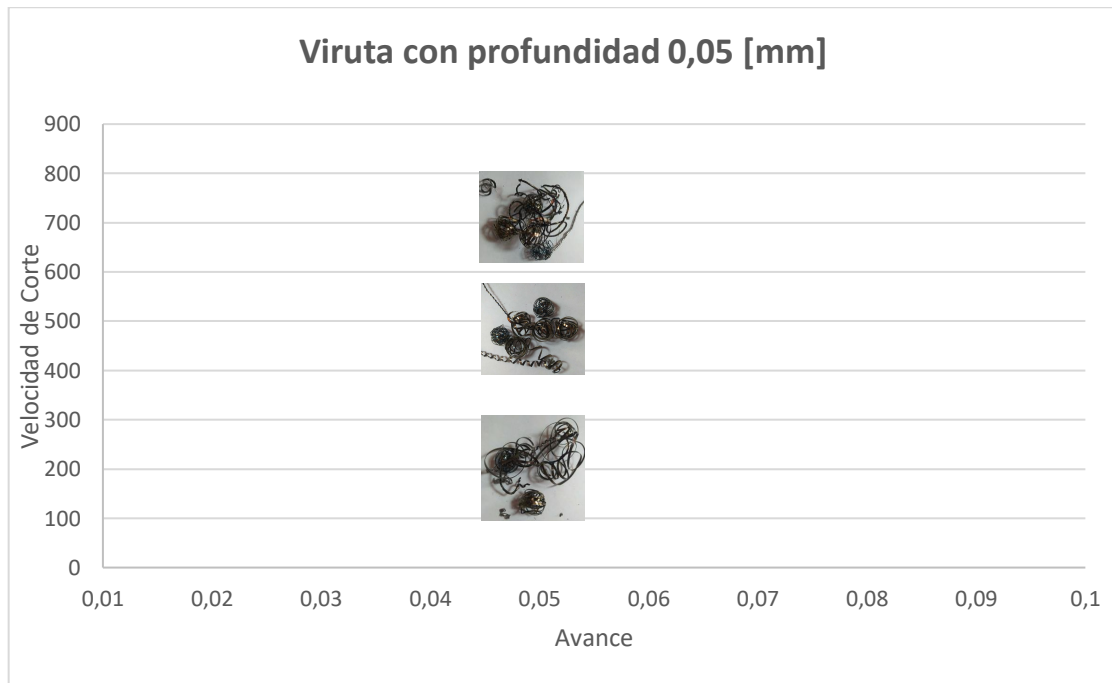


Figura 4.3. Tipo de viruta respecto a velocidad de corte y avance.

Fuente: Propia.

La presencia de flancos en las crestas de la mayoría de las probetas se presenta debido a que se realizó el proceso de roscado sin ayuda de un contrapunto por lo cual la probeta al

ser esbelta produjo estos tipos de ondulaciones en el resultado como se aprecia en la Figura 4.4.



Figura 4.4. Presencia de flancos en las crestas de la probeta.

Fuente: Propia.

4.3 Conclusiones

- Se realizó 27 probetas de las cuales 24 resultaron con éxito, obteniendo como mejor combinación de parámetros el tipo de profundidad Sandvik a 550 RPM debido a que en las tres muestras se presentó un excelente acabado y sin ajuste.
- Las roscas no se deben realizar a altas revoluciones, como en el caso de la probeta 23 que se trabajó a 800 RPM con tipo de penetración Sandvik, se produjo un desplazamiento de la probeta en el mandril.
- Al aumentar la cantidad de revoluciones y constante el avance, internamente existe deformación elástica. A menor revolución se extrae más viruta por cada pasada. Por deformaciones de arranque de viruta, a más pasadas es más homogéneo.
- El uso de lubricación no influye, debido que el proceso de roscado se lo realiza en corto tiempo. El desgaste se producirá más en la herramienta que en el material.

4.4 Recomendaciones

- Se recomienda realizar las probetas con y sin lubricación por separado debido a que el inserto se fuerza más en procesos sin lubricación
- Cambiar el lado de inserto después de elaborar una base de 18 probetas, esto en el proceso de lubricación.
- Al ser las probetas muy esbeltas, se recomienda trabajar con un contrapunto para así disminuir las ondulaciones causadas en los flancos del roscado.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 266RG-16VM01A002M 1125. (n.d.). Retrieved February 9, 2023, from <https://www.sandvik.coromant.com/es-es/product-details?c=266RG-16VM01A002M1125>
- Andrango Correa, M. T. (2016). *Diseño E Implementación De Un Post-Procesador Generador De Códigos G Para Un Torno Cnc Romi C 420*. 127.
- Di, P. (1946). *Rosca Métrica ISO DIN 13 (M)*. 13(M).
- La importancia del control de la viruta - Metalmecánica*. (n.d.). Retrieved February 24, 2023, from <https://www.interempresas.net/MetalMecanica/Articulos/308489-La-importancia-del-control-de-la-viruta.html>
- Paredes, C. (2007). *Escuela Politecnica Nacional Del Ecuador*. 1–93. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1540/1/CD-0844.pdf>
- Qué son los códigos G*. (n.d.). Retrieved January 30, 2023, from <https://www.haascnc.com/es/service/service-content/guide-procedures/what-are-g-codes.html>
- Ryan, Cooper, & Tauer. (2013). 濟無No Title No Title No Title. *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents*, 12–26.
- Sk, T., Unc, N., Bsw, R. W., Rosca, R., & Rosca, R. (n.d.). *Índice 1. roscas 1.1*.
- Torno CNC Romi C 510 - Metalmecánica - Torno CNC*. (n.d.). Retrieved February 10, 2023, from <http://www.interempresas.net/MetalMecanica/FeriaVirtual/Producto-Torno-CNC-Romi-C-510-61179.html>

6. ANEXOS

ANEXO I.

ANEXO II.


ANEXO III.


ANEXO IV.

ANEXO V

ANEXO I

Características del material ASI 4140.


HASÇELİK SANAYİ VE TİCARET A.Ş.
KALİTE BELGESİ / MILL TEST CERTIFICATE


ISO/TS 16949
ISO 9001:2008
ISO 14001
OHSAS 18001

EN 10204 3.1

Müşteri Adı / Customer Name :	GEHRI ANDRES NARVAEZ TAPIA	Tarih / Date Of Issue :	29.09.2015
Ürün Adı / Product Name :	HOT ROLLED ROUND BAR	Kesik / Size(mm) :	042.00X000.00
Stok Adı / Stock Code :	Y042.00X000.00 I14(4140 +QT)A C3 C0/EN 10060/HAD	Kalite / Grade :	4140
İrsaliye No / Waybill No :	-	Döküm No / Heat No :	230861
Standart / Material Norm :	EN 10060	Abrık / Net-Gross Weight (Kgs) :	1050
Sipariş No / Order No :	-		
Evrak No / Certificate No :	2015-09-1791	Çelik Yapım Metodu / Steel Making Method :	Elektrik Ark Ocağı/Electric Arc Furnace

KİMYASAL KOMPOZİSYON / CHEMICAL COMPOSITION IN PRODUCT

C%	Si%	Mn%	P%	S%	Cr%	Mo%	Ni%	Cu%	Al%	N%	Pb%	V%	Ti%	B%	Sn%
0,42	0,210	0,85	0,010	0,023	1,180	0,190	0,090	-	0,012	-	-	0,006	-	-	-

MEKANİK ÖZELLİKLER / MECHANICAL PROPERTIES

Akma Nimm² Yield	Çekme Nimm² Tensile	Uzama (%) Elongation (%)	Sertlik HB Hardness	Daralma(%) Contraction (%)
882 MPA	1029 MPA	15	321 HB	59

% 100 Karışıklık testi yapılmıştır

Görsel Muayene : Uygun

Vakum Durumu: (A) Vakumlu

Yüzey Çatlak Testi: % 100 Yüzey Çatlak Kontrol Sınıfı - C

Ultrasonik Test: % 100 Ultrasonik Kontrol Sınıfı - 4

Parlak Malzeme Yüzey Çatlak Testi: Test Yapılmadı

Radyoaktivite Yoktur

%100 Mixing Test

Visual Control : OK


Vacuum Condition: Vacuum Degassed

Surface Crack Test: 100 % Surface Crack Tested Class - C

Ultrasonic Test : 100 % Ultrasonic Tested Class - 4

Surface Crack Test Of Bright Products: None Tested

Radioactivity Free



Bu belge yalnızca belirli şartlarda malzeme için talep edilerek kullanılmalıdır. Çoğaltılması yasaktır. Üzerinden HASÇELİK izlenmelidir. Malzemenin test edildiği ve sonuçlarının uygun olduğu bilgileri bu belge üzerinden HASÇELİK ile paylaşılmalıdır. Bu malzeme A1900-4400 Class 40 %100 radyoaktif testten geçirilmiştir. Hammadde ile ilgili olarak HASÇELİK San. ve Tic. A.Ş. Vakuum/UT Kontrol/Çatlak Kontrol/Tarama/İzleme Üzerine kimyasal kompozisyon garantisi ile ilgili taleplerini HASÇELİK'e herhangi bir şekilde yapmamalıdır. Çekme, sertlik, uzama, daralma, vakum için kimyasal kompozisyon dışındaki herhangi bir garanti verilmemektedir. Çoğaltılması herhangi bir şekilde sonucunda HASÇELİK sadece malzeme beklentilerden sorumludur. Önemli şartlar dışında müşteri veya sonraki süreçlerde ortaya çıkan olumsuz durumlarda sorumluluğunün/çözümünün malzemenin teslimatından önceki tarihten itibaren HASÇELİK San. ve Tic. A.Ş. herhangi bir şekilde yükümlü değildir.

This certificate is issued originally signed for the material described above. Hasçelik does not take any responsibility for the non-availability copies. We hereby confirm that above mentioned material has been tested and the results meet the order requirements. In case of dispute, the original copy of Hasçelik should be consulted as authentic test. This material is produced from 100% radioactive tested raw material with A1900-4400. HASÇELİK San.ve Tic. A.Ş. presents to its customers chemical composition and guarantee conditions of its suppliers for vacuum degassed /U.T./Controlled/Processed products. Vacuum degassed/Non-vacuum degassed products are not guaranteed except for chemical composition. Chemical composition guarantee is given for "As-mine and Processed" product. HASÇELİK is responsible for any of the risks of material in case of any quality problem which will occur for any unfavorable out of guarantee condition arising in customers or during follow up processes. HASÇELİK is not responsible for any other issue than accepting technical and commercial responsibility of uncontrolled materials.

www.hascelik.com T: +90 444 4140 F: +90 262 444 5140

ANEXO II

Tabla de penetraciones por pasada de rosca ISO métrica.

ISO métrica (mm), exterior		Paso, mm															
		0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	
N.º de penetraciones	Unidad	Penetración radial por pasada															
		mm	0.10	0.16	0.16	0.17	0.20	0.17	0.20	0.20	0.20	0.24	0.24	0.27	0.29	0.27	0.30
1	Pulg.	.004	.006	.006	.007	.008	.007	.008	.008	.008	.009	.009	.011	.011	.011	.012	
2	mm	0.09	0.15	0.15	0.15	0.19	0.17	0.19	0.19	0.19	0.23	0.22	0.25	0.28	0.26	0.29	
	Pulg.	.004	.006	.006	.006	.007	.007	.007	.007	.007	.009	.009	.010	.011	.010	.011	
3	mm	0.08	0.12	0.14	0.14	0.18	0.16	0.18	0.18	0.19	0.22	0.22	0.24	0.27	0.26	0.29	
	Pulg.	.003	.005	.006	.006	.007	.006	.007	.007	.007	.009	.009	.009	.011	.010	.011	
4	mm	0.07	0.07	0.12	0.13	0.16	0.15	0.17	0.17	0.18	0.21	0.21	0.23	0.26	0.25	0.28	
	Pulg.	.003	.003	.005	.005	.006	.006	.007	.007	.007	.008	.008	.009	.010	.010	.011	
5	mm			0.08	0.12	0.14	0.14	0.16	0.17	0.17	0.21	0.21	0.23	0.25	0.25	0.27	
	Pulg.			.003	.005	.006	.006	.006	.007	.007	.008	.008	.009	.010	.010	.011	
6	mm				0.08	0.08	0.13	0.15	0.16	0.17	0.20	0.20	0.22	0.25	0.24	0.26	
	Pulg.				.003	.003	.005	.006	.006	.006	.008	.008	.009	.010	.009	.010	
7	mm						0.11	0.13	0.15	0.16	0.18	0.19	0.21	0.24	0.23	0.26	
	Pulg.						.004	.005	.006	.006	.007	.007	.008	.009	.009	.010	
8	mm						0.08	0.08	0.14	0.15	0.17	0.18	0.20	0.23	0.23	0.25	
	Pulg.						.003	.003	.006	.006	.007	.007	.008	.009	.009	.010	
9	mm								0.12	0.14	0.16	0.17	0.19	0.22	0.22	0.24	
	Pulg.								.005	.006	.006	.007	.007	.009	.009	.009	
10	mm								0.08	0.13	0.15	0.16	0.18	0.20	0.21	0.23	
	Pulg.								.003	.005	.006	.006	.007	.008	.008	.009	
11	mm									0.12	0.13	0.15	0.17	0.19	0.20	0.22	
	Pulg.									.005	.005	.006	.007	.007	.008	.009	
12	mm									0.08	0.08	0.14	0.16	0.17	0.19	0.20	
	Pulg.									.003	.003	.006	.006	.007	.007	.008	
13	mm											0.12	0.14	0.15	0.18	0.19	
	Pulg.											.005	.006	.006	.007	.007	
14	mm											0.08	0.10	0.10	0.16	0.17	
	Pulg.											.003	.004	.004	.006	.007	
15	mm														0.14	0.15	
	Pulg.														.006	.006	
16	mm														0.10	0.10	
	Pulg.														.004	.004	
Penetración total	mm	0.34	0.50	0.65	0.79	0.95	1.11	1.26	1.56	1.88	2.18	2.49	2.79	3.10	3.39	3.70	
	Pulg.	.013	.020	.026	.031	.037	.044	.050	.061	.061	.086	.098	.110	.122	.133	.146	

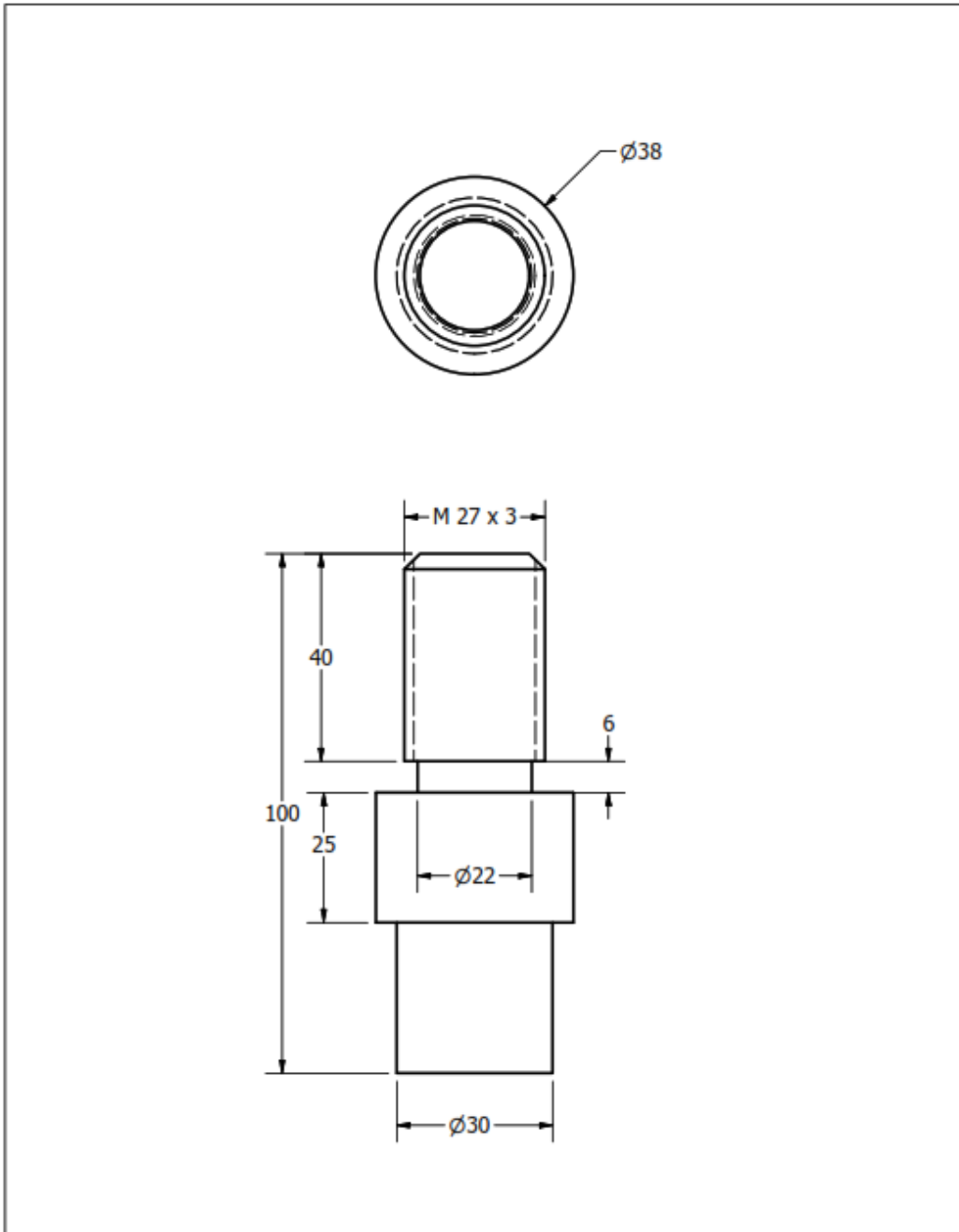
ANEXO III

Tabla dimensional para roscas métricas.

Diámetro ²⁾ nominal B=D _{min}	Paso		Rosca exterior, clase de tolerancia 6g ¹⁾ . Bulones y tornillos						Rosca interior, clase de tolerancia 6H ¹⁾ . Tuercas				Sección del interior $\pi/4 \cdot d_3^2$ A ₀₃ mm ²	Sección resistente $\pi/4 \cdot (d_2+d_3)^2/2$ A _s mm ²
			Diámetro exterior		Diámetro sobre flancos		Diámetro interior		Diámetro sobre flancos		Diámetro interior			
			d _{máx}	d _{mín}	d _{2máx}	d _{2mín}	d _{3máx}	d _{3mín}	D _{2máx}	D _{2mín}	D _{1máx}	D _{1mín}		
22	21,958	21,623	20,334	20,164	18,891	18,625	20,376	20,600	19,294	19,744	281,5	303		
24	23,952	23,577	22,003	21,803	20,271	19,955	22,051	22,316	20,752	21,252	324,3	353		
27	26,952	26,577	25,003	24,803	23,271	22,955	25,051	25,316	23,752	24,252	427,1	459		
30	29,947	29,522	27,674	27,462	25,653	25,306	27,727	28,007	26,211	26,771	519,0	561		
33	32,947	32,522	30,674	30,462	28,653	28,306	30,727	31,007	29,211	29,771	647,2	694		
36	35,940	35,465	33,342	33,118	31,033	30,655	33,402	33,702	31,670	32,270	759,3	817		
39	38,940	38,465	36,342	36,118	34,033	33,655	36,402	36,702	34,670	35,270	913,0	976		
42	41,937	41,437	39,014	38,778	36,416	36,007	39,077	39,392	37,129	37,799	1045	1121		
45	44,937	44,437	42,014	41,778	39,416	39,007	42,077	42,392	40,129	40,799	1224	1306		
48	47,929	47,399	44,681	44,431	41,795	41,352	44,752	45,087	42,587	43,297	1377	1473		
52	51,929	51,399	48,681	48,431	45,795	45,352	48,752	49,087	46,587	47,297	1652	1758		
56	55,925	55,365	52,353	52,088	49,177	48,700	52,428	52,783	50,046	50,796	1905	2030		
60	59,925	59,365	56,353	56,088	53,177	52,700	56,428	56,783	54,046	54,796	2227	2362		
64	63,920	63,320	60,023	59,743	56,559	56,048	60,103	60,478	57,505	58,305	2520	2676		
68	67,920	67,320	64,023	63,743	60,559	60,048	64,103	64,478	61,505	62,305	2888	3055		

ANEXO IV

Plano probeta de roscado.



Trat. Térmico	Ninguno	EPN	FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA							
Recubrimiento	Ninguno									
MATERIAL: ACERO AISI 4140		Tol.Gral ±1	Escala: 1:1	<table border="0" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%; font-size: 0.8em;">Dib.</td> <td>Manzano Steeven, Proaño</td> </tr> <tr> <td style="font-size: 0.8em;">Dis.</td> <td>Marlon</td> </tr> <tr> <td style="font-size: 0.8em;">Rev.</td> <td>Ing. Cesar Ayabaca</td> </tr> </table>	Dib.	Manzano Steeven, Proaño	Dis.	Marlon	Rev.	Ing. Cesar Ayabaca
Dib.	Manzano Steeven, Proaño									
Dis.	Marlon									
Rev.	Ing. Cesar Ayabaca									
Probeta de roscado			01	Fecha: 05/02/2023						

ANEXO V

Información de seguridad de las partes de lubricación del torno ROMI C420.

⚠ ATENCIÓN!

PLANO DE LUBRICACIÓN - ROMI C 420

		TIPOS DE ACEITE	VOLUMEN DEL ESTANQUE	AJUSTE DEL SISTEMA / APLICACIÓN	PERIODO DE RELLENO / REEMPLAZO	LIMPIEZA DEL ESTANQUE	VERIFICACIÓN DE LOS DOSIFICADORES
1	SISTEMA DE LUBRICACIÓN AUTOMÁTICA	ISO VG 68 DIN 51502 CG-LP	1,8 LITROS	1,5 CC / INYECCIÓN	100 HORAS (MAX.)	A CADA 12 MESES	A CADA 12 MESES
2	LUBRICADOR DEL SISTEMA NEUMÁTICO	ISO VG 10 DIN 51502 CL-H	50 ml	1 GOTAS / 5 ACTIVACIONES	VERIFICACIÓN SEMANAL	A CADA 6 MESES	N.A.
3	LUBRICACIÓN MANUAL DE LA CONTRAPUNTA	ISO VG 68 DIN 51502 CG-LP	N.A.	3 APLICACIONES	8 HORAS	N.A.	N.A.
4	LUBRICACIÓN MANUAL DEL PLATO	GRASA MOLYKOTE TP-42	N.A.	3 APLICACIONES	8 HORAS	N.A.	N.A.
5	SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	FLUIDO CON MÍNIMO 50% DE ACEITE MINERAL	63 LITROS (0,5m) 110 LITROS (1,8m)	N.A.	COMO REQUERIDO	MENSUAL	N.A.

Para mayores informaciones consulte el Manual de Mantenimiento

ANEXO VI

Código G para el cilindrado:

N10 PIEZA DE TRABAJO(,,,"CILINDRO",0,0,-60,-49,37.75)
N20 G291; ROSCA M27X3
N30 G21 G40 G90 G95
N40 G54 G00 X100
N50 Z100
N60 T0101; CNMG 12 04 08-PM 4325
N70 G96 S275
N80 G92 S1500 M3
N90 G00 Z5
N100X39
N110 M08
N120 G71 U0.4 R0.5
N130 G71 P140 Q180 U0.1 W0.1 F0.15
N140 G00 X20
N150 G01 Z0
N160 X26.765,C3
N170 Z-44
N180X38
N190 G42
N200 G96 S300
N210 G92 S2500
N220 G70 P140 Q180 F0.07
N230 G40
N240 G54 G00 X100
N250 Z10
N260 M09
N270 M30

ANEXO VII

Código G con parámetro de Constantes:

PIEZA DE TRABAJO(,,,"CILINDRO",0,0,-60,-49,26.765)
N10 G291; ROSCA M16X2
N20 G21 G40 G90 G95
N30 G54 G00 X100
N40 Z15
N50 T0505;266RG-16 VM01A002M 1125
N60 G97 S300 M03
N65 M08
N70 G00 Z4
N80X27
N90 G78 X26.536 Z-41 F3
N100 X26.307
N110 X26.078
N120 X25.850
N130 X25.621
N140 X25.392
N150 X25.163
N160 X24.934
N170 X24.705
N180 X24.476
N190 X24.247
N200 X24.019
N210 X23.790
N215 X23.561
N216 X23.332
N217 X23.103
N220 X23.103
N221 X23.103
N222 X23.103
N230 G54 G00 X100
N240 Z10
N250 M09
N260 M30

ANEXO VIII

Código G con parámetro SANDVIK:

PIEZA DE TRABAJO(,,,"CILINDRO",0,0,-60,-49,26.765)
N10 G291; ROSCA M16X2
N20 G21 G40 G90 G95
N30 G54 G00 X100
N40 Z10
N50 T0505;266RG-16 VM01A002M 1125
N60 G97 S300 M03
N70 G00 Z6
N80X29
N90 G78 X26.365 Z-43 F3
N100 X25.985
N110 X25.605
N120 X25.245
N130 X24.905
N140 X24.565
N150 X24.245
N160 X23.945
N170 X23.665
N180 X23.405
N190 X23.165
N200 X23.005
N210 X23.005
N215 X23.005
N216 X23.005
N217 X23.005
N220 G54 G00 X100
N230 Z10
N240 M09
N250 M30

ANEXO IX

Código G con parámetro Norma ISO:

PIEZA DE TRABAJO(,,,"CILINDRO",0,0,-60,-49,26.765)
N10 G291; ROSCA M16X2
N20 G21 G40 G90 G95
N30 G54 G00 X100
N40 Z25
N50 T0505;266RG-16 VM01A002M 1125
N60 G97 S800 M03
N65 M08
N70 G00 Z6
N80X29
N90 G78 X26.356 Z-44 F3
N100 X25.825
N110 X25.338
N120 X24.965
N130 X24.650
N140 X24.373
N150 X24.122
N160 X23.891
N170 X23.677
N180 X23.475
N190 X23.284
N200 X23.103
N210 X23.103
N215 X23.103
N220 X23.103
N225 X23.103
N226 X23.103
N230 G54 G00 X100
N240 Z50
N250 M09
N260 M30