

## ANEXO 1

### FORMATO PARA LA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN CON EL FINANCIAMIENTO DEL FEDU

#### 1. Título del proyecto

ESTUDIO DE LA RUGOSIDAD SUPERFICIAL EN EL PROCESO DE TORNEADO BASADO EN LAS NORMAS ISO 1302 DE UN ACERO AISI 4140 PARA VERIFICAR EL CONTROL DE CALIDAD

#### 2. Área de Investigación

Área de investigación	Línea de Investigación	Disciplina OCDE
INGENIERIA METALURGICA	METALURGIA TRANSFORMATIVA	

#### 3. Duración del proyecto (meses)

12 meses (enero a diciembre del 2021)

#### 4. Tipo de proyecto

Individual	
Multidisciplinario	
Director de tesis pregrado	X

#### 5. Datos de los integrantes del proyecto

**Apellidos y Nombres:** SARMIENTO SARMIENTO ANTONIO WALTER

**Escuela Profesional:** INGENIERIA METALURGICA

**Celular** : 989419629

**Correo electrónico** : awsarmiento@unap.edu.pe walsarmiento@hotmail.com

**Apellidos y Nombres:** RUIZ COAQUIRA ALBER

**Escuela Profesional:** INGENIERIA METALURGICA

**Celular** : 952709501

**Correo electrónico** : angel.madrid.arc@gmail.com

##### I. Título

ESTUDIO DE LA RUGOSIDAD SUPERFICIAL EN EL PROCESO DE TORNEADO BASADO EN LAS NORMAS ISO 1302 DE UN ACERO AISI 4140 PARA VERIFICAR EL CONTROL DE CALIDAD

##### II. Resumen del Proyecto de Tesis

Actualmente existe una creciente demanda en todos los sectores de la economía, por la fabricación de máquinas, equipos y elementos componentes con altas especificaciones técnicas, confiabilidad y desempeño sobresalientes, a precios razonables. La calidad de las superficies de los componentes que se

fabrican en materiales metálicos mediante procesos con arranque de viruta, como el torneado, depende de una adecuada combinación de las variables que gobiernan el proceso.

La rugosidad superficial y las tolerancias son mayormente los parámetros críticos evaluados en el control de calidad del proceso productivo de muchas de las piezas mecanizadas, En la actualidad los procesos de fabricación son una herramienta esencial dentro de la ingeniería, debido a que con estos se pueden desarrollar diferentes proyectos para realizar nuevas propuestas que ayuden a las industrias a mejorar las técnicas de trabajo. Unas de las razones por las cuales es importante evaluar la rugosidad superficial es por la influencia que tiene en la precisión dimensional, en tensiones residuales de la superficie y en la disminución de la integridad superficial.

En este proyecto se presenta un sistema que permite realizar el control de la calidad superficial de las piezas de acero AISI 4140 basados en la norma ISO 1302 provenientes de operaciones de torneado. La solución que se propone se basa en evaluar la rugosidad de la superficie, analizando la textura presente utilizando un rugosímetro digital y así dar a conocer información y conocimientos asociados al proceso de torneado de piezas metálicas, para que puedan así incrementar su nivel de calidad, capacidad y desempeño. Para la realización de los ensayos se aplicarán técnicas de diseño de experimentos y se trabajará con valores de los parámetros de operación y rugosidad típicos en la práctica industrial. El nivel de investigación que se utilizará será la descriptiva- experimental: La estadística que se utilizará será el MICRO SOFT EXCEL y ANOVA, el cual permitirá conocer los parámetros de la presente investigación como son la rugosidad superficial y las tolerancias que son mayormente los parámetros críticos evaluados en el control de calidad del proceso productivo de muchas de las piezas mecanizadas.

### **III. Palabras claves (Keywords)**

Rugosidad superficial, proceso de torneado, normas ISO y acero AISI.

### **IV. Justificación del proyecto**

La exigencia general del mercado actual en relación a la calidad de los productos que la industria provee, junto con el desarrollo de la automatización a nivel de todos los procesos en industrias como la metalmecánica, la automotriz, y en particular en la fabricación de piezas mecánicas con operaciones de arranque

de viruta torneado, ha llevado al uso de modelos que permitan ayudar a determinar las condiciones óptimas de maquinado para la obtención de un buen acabado superficial. La delimitación del problema es que Los consumidores de estas piezas demandan cada vez un mejor acabado superficial y más estrechos márgenes de tolerancias, pero con menores costos, lo cual motiva la investigación de los procesos que originan dicha calidad superficial, para determinar la influencia de las variables involucradas en el acabado final.

Un ingeniero con conocimiento basto en los procesos de manufactura y dominio de los parámetros de mayor incidencia en las operaciones de corte, será capaz de generar soluciones óptimas en la manufactura de piezas que involucran ajustes, tolerancias dimensionales, así como rugosidades que permitan un correcto funcionamiento y la alta calidad dentro de estándares internacionales.

Una manera de calificar las superficies obtenidas, se basa en la caracterización de la rugosidad y en la derivación de patrones que permitan controlar los procesos soportados en el conocimiento de la influencia de las variables más determinantes. Este trabajo presenta el comportamiento de la rugosidad obtenida en la superficie de un acero AISI 4140, sometido al proceso de torneado cilíndrico.

De allí surge la siguiente interrogante: ¿Es necesario evaluar la rugosidad de la superficie, analizando la textura presente utilizando un rugosímetro digital y así dar a conocer información y conocimientos asociados al proceso de torneado de piezas metálicas, para que puedan así incrementar su nivel de calidad, capacidad y desempeño?

## **V. Antecedentes del proyecto**

Sullon y Vásquez (2017) El presente estudio, fue realizado para investigar en la línea de Procesos de Manufactura; en cómo influyen ciertos parámetros cuando se mecaniza un material tan maleable como el Aluminio 6061 T6. Para mecanizar el aluminio se requiere que la herramienta de corte cuente con ciertas características especiales, por ello utilizó una cuchilla de acero rápido con las condiciones necesarias para que permita la evacuación eficiente del material y evitar arruinar la pieza y la herramienta de corte.

También aprovechando la elevada conductividad térmica del aluminio y que el proceso de refrigeración de la herramienta de corte no requiere demasiado caudal de líquido refrigerante, solo el suficiente para evacuar material desprendido; utilizó dos fluidos de corte como son: SHELL DROMUS OIL B y CAM 2 OIL PRODUCTS SOLUBLE OIL; esperando detectar su influencia en el

proceso de mecanizado.

La fuerza de corte para el maquinado del ALUMINIO 6061-T6 se obtuvo con el diseño propuesto arrojando valores que están entre 12.5 Kg y 34.5Kg. Para diferentes combinaciones de avances y cambiando el fluido de corte.

Roldan (2016) La presente tesis incluye la documentación del desarrollo experimental de las fuerzas de corte, así como también información básica para comprender lo relativo al proceso de torneado, ésta será un documento de apoyo. Considerando que esta es una primera etapa en la medición de fuerzas de corte se logró adquirir experiencia en el manejo de los medidores de fuerzas y los equipos acoplados. Con la elaboración de este trabajo se logró una mejor comprensión en las operaciones con arranque de viruta, factor importante en el área de manufactura que se verá reflejado en la toma de decisiones en la práctica profesional.

La medición experimental de las fuerzas de corte es una herramienta para la optimización de los procesos de maquinado, buscando hacer más eficiente la producción de productos, e igualmente la capacidad de control del proceso. Por último, el presente trabajo puede ayudar a la mejora de estrategias del proceso de mecanizado, además de proporcionar información para la investigación como; formación de viruta, desgaste de la herramienta, validación de modelos matemáticos, mejora en la elección de la geometría de corte y comportamiento real que presentan diferentes materiales.

Morales et al.,(2014) en su artículo de investigación experimental se centra en investigar los efectos de los parámetros de corte en la rugosidad superficial durante el torneado de acabado en seco a altas velocidades del acero inoxidable AISI 316L utilizando dos insertos de corte. Los parámetros de corte fueron comparados utilizando un análisis de varianza y de regresión. Como principales resultados se obtuvieron el efecto significativo del avance de corte, los insertos y el tiempo de maquinado, así como sus interacciones en la rugosidad superficial. Para el inserto GC1115 (1) el mejor desempeño correspondió a la velocidad de corte de 400 m·min<sup>-1</sup>, mientras que para el GC2015 fue a 450 m·min<sup>-1</sup>. La rugosidad superficial manifestó un mejor comportamiento para el avance de 0,08 mm·r<sup>-1</sup> en todas las velocidades empleadas en este estudio.

Vargas et al.,(2014) En su artículo de investigación manifiesta que la calidad superficial es uno de los indicadores de desempeño que tiene efecto sobre la aceptación o rechazo de un producto terminado. Un producto terminado que no cumpla con el acabado superficial requerido por el cliente es garantía de la generación de costos en el proceso de corte de metales manifestándose a través

de grandes cantidades de desperdicio de material, re-trabajo de piezas, tiempos extras, etc. El artículo presenta un estudio sobre la influencia de los parámetros de corte en la calidad superficial en el proceso de torneado cilíndrico de aceros. El trabajo experimental se ha desarrollado controlando el proceso de mecanizado y estableciendo valores fijos para los parámetros de Velocidad, Avance y Profundidad de corte. Se utiliza una técnica estadística basada en el análisis de varianza (ANOVA) y la Metodología de la Superficie de respuesta para establecer el grado de dependencia del acabado final con los parámetros de corte y obtener un modelo que permite que la rugosidad superficial pueda predecirse mediante la combinación óptima de los factores de estudio, logrando así que las especificaciones dimensionales proporcionales en el diseño de las piezas puedan cumplirse.

Castellano y Martínez (2009) En este trabajo, se presenta una metodología para evaluar la maquinabilidad por torneado de un acero trefilado rectificado grado SAE 1020 fabricado en Colombia. A partir de fijar unas condiciones de corte que garantizaron la rotura de viruta, se emplearon, una profundidad de pasada de 1.25 mm en combinación con un avance de 0.24 mm/rev, con velocidades de corte de 200, 240 y 280 m/min. Como herramienta de corte, se usó un inserto de metal duro no recubierto cuyo código es CNMG 432 ISO P40, montado sobre un porta inserto MCLNL-2525M12. El proceso efectuado fue un torneado exterior en seco. Se controló la evolución del desgaste en la superficie de incidencia, hasta alcanzar el criterio de interrupción de  $VB = 0.3$  mm. Los datos obtenidos fueron analizados siguiendo los lineamientos establecidos en la Norma ISO 3685:1993. Como resultado de los ensayos realizados, se obtuvieron: una velocidad  $V_{15'}$  de 247m/min, mientras que la  $V_{30'}$  fue de 215/min con una constante C de 422m/min. Las rugosidades superficiales encontradas disminuyeron a medida que aumentaba la velocidad de corte del ensayo. Los tipos de viruta preponderantes fueron del tipo 4.1 y 4.2 (helicoidal larga y corta respectivamente)

## **VI. Hipótesis del trabajo**

La rugosidad superficial durante el proceso de torneado cilindrado basado en las Normas ISO 1302 de un acero AISI 4140 se desarrolla y da a conocer información y conocimientos asociados al proceso de torneado de piezas metálicas, para que puedan así incrementar su nivel de calidad, capacidad y desempeño

## **VII. Objetivo general**

Evaluar la rugosidad superficial en el proceso de torneado de un acero AISI 4140 basado en las normas ISO 1302 para verificar el control de calidad de las piezas.

## **VIII. Objetivos específicos**

- Determinar la influencia de los principales factores como son las tolerancias que pueden afectar a la rugosidad superficial de las piezas mecanizadas.
- Determinar el comportamiento de la precisión dimensional de la superficie en la disminución de la integridad superficial del acero AISI-4140 frente a los procesos de transformación por arranque de viruta.

## **IX. Metodología de investigación**

### **9.1. Nivel de la investigación**

Se utilizará la descriptiva- experimental: El que permitirá establecer las falencias, fortalezas y debilidades del objeto en estudio con el objetivo de tener un panorama adecuado de las actividades a ejecutar para encontrar la solución al problema, para lo cual es necesario conocer los antecedentes del problema. Se determinará la influencia que tienen los parámetros de corte, tales como el avance, profundidad y velocidad de corte y la geometría de la herramienta de corte (radio de punta), sobre la magnitud de la rugosidad superficial.

### **9.2. Diseño de la investigación**

El diseño de esta investigación será tecnológico ya que por medio del desarrollo de un producto que hace uso de diferentes recursos tecnológicos dará solución a un problema de disposición de productos por arranque de viruta. Se utilizará un rugosímetro digital y se realizará un diseño factorial de experimentos, que permitirá realizar el mecanizado de barras macizas de acero AISI 4140 utilizando un torno convencional.

### **9.3. Tipo de investigación**

Investigación de laboratorio:

La presente investigación será desarrollada en un ambiente controlado en este caso el laboratorio de Mecanización de materiales de la UNA-Puno, Escuela profesional de Ingeniería Metalúrgica.

Bibliográfica: Este es un cimiento fundamental en nuestro estudio mediante el cual

nos basaremos en libros, papers, normas y otras fuentes de información para la obtención de parámetros adecuados para la obtención de buenos resultados en el estudio.

Aplicada: Los resultados obtenidos de esta investigación se utilizarán para la solución de la problemática de la investigación, es decir el estudio que se realice evaluando la rugosidad superficial del material en estudio sirva como parámetros para el correcto mecanizado de torneado.

Descriptiva: Mediante esta modalidad se conseguirá describir, analizar paso a paso todo lo realizado en el estudio como: los avances, problemas que han surgido y sus posibles soluciones, así como también reflejara el nuevo conocimiento adquirido para observar todos los fenómenos físicos por los que atravesara la cuchilla de metal duro en los diferentes tiempos a utilizar durante el mecanizado.

#### 9.4. Población

El acabado de una pieza torneada depende de muchas variables como lo son el tipo de maquina mecánica utilizada, las condiciones del estado de esta, la herramienta de corte (buril), la velocidad de avance y de giro con la que se realice el maquinado y capacidad que tenga el operario para realizar el trabajo.

El material empleado corresponde al acero inoxidable austenítico AISI 4140, torno de puntas mecánico convencional y herramienta carburizada.

#### 9.5. Muestra

La idea de este proyecto es tomar 4 muestras y realizar un análisis estadístico para comparar los niveles de calidad de los acabados superficiales producidos y así sugerir como se debe emplear las técnicas de trabajo con el fin de que ayude a mejorar los acabados superficiales de las piezas producidas en esta.

Así mismo se realizarán 4 mediciones del índice de rugosidad por cada probeta para un total de 30 datos recolectados y estos datos son una muestra aceptable para la realización del análisis estadístico y este depende del nivel de confianza que es de 99%.

#### 9.6. Plan de recolección de información

Para la recolección de datos se utilizará el medio de observación directa donde se llevará registro detallado de todos los ensayos a los que se someterá la pieza de ensayo y la herramienta para después ser sometidos a una observación más rigurosa y a detalle utilizando el vernier digital y el rugosímetro.

### 9.7. Plan de procesamiento y análisis

Una vez que se recolectase los datos arrojados se procederá a revisar la información para eliminar posibles errores y manejarla de una manera que facilite su tabulación usando el criterio de desgaste seleccionado en donde se categorizaran las probetas mediante el análisis y medición de las rugosidades utilizando el rugosímetro.

Se procesará los datos de los respectivos desgastes de flanco a diferentes velocidades y profundidades los mismos que serán analizados cada cierto tiempo y se construirá graficas de desgaste versus tiempo y además de analizar con el criterio de desgaste escogido para determinar el grado de rugosidad.

### 9.8. Análisis estadístico

La estadística que se utilizará será el MICRO SOFT EXCEL y ANOVA, el cual permitirá conocer los parámetros de la presente investigación como son la rugosidad superficial y las tolerancias que son mayormente los parámetros críticos evaluados en el control de calidad del proceso productivo de muchas de las piezas mecanizadas.

## X. Referencias

- Armendia, M., Garay, A., Villar, A., Davies, M.A., Arrazola, P.J. (2010) High bandwidth temperature measurement in interrupted cutting of difficult to cut materials. CIRP Annals – Manufacturing Technology.
- Castellanos Díaz, R. y Martínez Krahmer D. (2009) Evaluación demaquinabilidad por torneado de un acero SAE 1020 fabricado en Colombia. Centro de Investigación y Desarrollo en Mecánica, Instituto Nacional de Tecnología Industrial-Argentina.
- Groover, M. P. (2007) Fundamentos de manufactura moderna. Tercera edición. pp.511-516. McGraw-Hill Interamericana.
- Heinrich Gerling. (1984) Alrededor de las Maquinas-Herramientas Tercera Edición. Edit. Reverté, S.A. Tercera Edición.
- Hernández, I. W.; R. Pérez; P. Zambrano; M. Guerrero y P. Dumitrescu (2011) Estudio del desgaste del flanco de carburos recubiertos y cermet durante el torneado de alta velocidad en seco del acero AISI 1045. Revista de Metalurgia
- Jerold, B.D., Kumar, M.P. (2011) Experimental investigation of turning AISI 1045 steel using cryogenic carbon dioxide as the cutting fluid. Journal of Manufacturing Processes.



- Morales Tamayol, Yoandrys, & et. al. (2014) Estudio experimental de la rugosidad superficial en el torneado en seco de alta velocidad del acero AISI 316L destinado a la agroindustriaalimenticia. Universidad de Granma (UDG), Departamento de Ciencias Técnicas, Bayamo, Cuba
- Pedraza , C., & et al. (2011). Determinación de los factores que influyen en la rugosidad superficial en un proceso de mecanizado para el acero AISI 4140: cilindrado. Universidad Tecnológica de Pereira.
- Roldán Pérez, Daniel (2016) Análisis experimental de las fuerzas de corte en operaciones de cilindrado. Universidad Nacional Autónoma de México Facultad de Ingeniería
- Schwab, L. (2011) Máquinas herramientas. Autonomia de Buenos Aires: Industria Argentina.
- Sullon Cabanillas, Tomas y Vasquez Carrasco, Jose (2017) Efecto del fluido de corte y la velocidad de avance sobre la rugosidad, fuerza de corte y potencia específica de corte para el mecanizado del aluminio 6061-T6. Tesis Universidad Nacional de Trujillo-Facultad de Ingeniería.
- Vargas Henríquez, Lisandro; Pedraza Yapes, Cristian; Devia Acosta, Carolina y Martínez Marrugo, Cindy (2014) Desarrollo de un Modelo Predictivo para la Calidad Superficial en un Proceso de Torneado sobre Aceros de Alta Resistencia. Grupo de Investigación IMTEF Ingeniera Mecánica. Universidad del Atlántico

## **XI. Uso de los resultados y contribuciones del proyecto**

La importancia de este trabajo además del ámbito académico y de investigación, también tiene un enfoque industrial, debido que a nivel mundial se siguen utilizando materiales metálicos en una serie de técnicas de mecanizado para procesos de producción, los cuales generan de forma dinámica importantes cambios, tanto en el progreso de la rama tecnológica como en la demanda de la mejora de procesos.

El aspecto o calidad superficial de una pieza depende del material y del proceso empleado en su fabricación. El funcionamiento de las piezas no será correcto sin definirse su parte superficial exigible a la superficie que la conforma, el cual deberá adecuarse a las exigencias funcionales de cada una de las superficies.

En lo anterior se observa una necesidad patente de las empresas metalmecánicas de mejorar sus prácticas de mecanizado para hacerlas más eficientes y así ofrecer productos que cumplan requisitos de calidad con menores

costos y tiempos de fabricación.

## **XII. Impactos esperados**

### **i. Impactos en Ciencia y Tecnología**

Con este estudio se pretende desarrollar y dar a conocer información y conocimientos asociados al proceso de torneado de piezas metálicas, para que puedan así incrementar su nivel de capacidad y desempeño. Esto se puede conseguir por medio de la búsqueda de las interrelaciones que existen entre nuestros parámetros adecuados de estudio

### **ii. Impactos económicos**

El costo de mecanizar un producto, está directamente relacionado con el tiempo de operación del mecanizado y la energía consumida. En este sentido, obteniendo un buen acabado con la menor energía posible, de alguna manera estaríamos ahorrando dinero, ya que el proceso se volvería más eficiente en el manejo energético.

### **iii. Impactos sociales**

Mediante la evaluación de la calidad superficial de piezas mecanizadas se dará a conocer los resultados a estudiantes de la escuela profesional, técnicos, y torneros para que puedan utilizar la mejor opción de arranque de viruta. Hacer un manejo óptimo de los recursos disponibles para la producción siguiendo criterios de economía de maquinado les permitirá satisfacer a sus usuarios, aumentar sus utilidades e insertarse de manera competitiva en un mercado globalizado.

### **iv. Impactos ambientales**

El uso de fluidos de corte sintéticos si bien es cierto ha mejorado el mecanizado y ha causado por otro lado otros efectos colaterales que muchos ignoran o pretenden desconocer, como el daño al medio ambiente ya que son muy contaminantes y muy agresivos para el operario; por todas estas razones su uso se trata de minimizar, sin que esto resulte un aumento de los costos de mecanizado

## **XIII. Recursos necesarios**

### **Infraestructura:**

Laboratorio de mecanización de metales de la UNA-Puno, Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica.

### **Equipos e insumos**

Torno convencional y accesorios

Herramienta de corte  
 Porta herramienta  
 Rugosímetro digital  
 Vernier digital  
 Especímenes de prueba  
 Acero AISI 4140

**Tecnología en uso relacionado con el proyecto**

Mecanización de metales  
 Metalurgia Mecánica  
 Ciencia de materiales

**Recursos humanos:**

01 Ingeniero Metalurgista y 01 Bachiller en Ingeniería Metalúrgica

**Medios económicos**

S/. 15000.00 Soles

**Recursos materiales e institucionales:**

Bibliotecas y laboratorios de la Universidad Nacional del Altiplano-Puno

**XIV. Localización del proyecto**

La ejecución del proyecto se llevará a cabo en el laboratorio de mecanización de metales Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica de la UNA Puno.

**XV. Cronograma de actividades**

Actividad	Trimestres											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1. Revisión bibliográfica	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
2. Diseño de investigación		X	X	X								
3. Protocolo de investigación			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
4. Trabajo de laboratorio			X	X	X	X	X	X	X	X	X	
5. Procesamiento y análisis de resultados				X	X	X	X	X	X	X	X	X
6. Entrega del proyecto final												X

## XVI. Presupuesto

DESCRIPCION	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO UNITARIO S/.	CANTIDAD	COSTO TOTAL S/.
<b>Personal:</b> - Tesista - Colaboradores	- Unidad - Unidad	3200.00 500.00	01 02	3200.00 1000.00
<b>Materiales</b> <b>y</b> <b>Equipos:</b> - Acero AISI 4140 - Cuchillas - Papel bond. - Bolígrafos	- Unidad - Unidad - Millares - Unidades	150.00 50.00 15.00 2.50	02 04 02 12	300.00 200.00 30.00 30.00
<b>Imprevistos</b> - Otros	- Dinero	10240.00	01	10240.00
<b>TOTAL</b>				<b>15000.00</b>