



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“Estandarización de procesos industriales de mecanizado en función de los puestos de trabajo en los tornos paralelos de Ingeniería Industrial”

Trabajo de Titulación para optar al título de Ingeniería Industrial

Autores:

Esparza Sisalema, Jonathan Fabián

Ramos Bastidas, Wilson Joel

Tutor:

Mgs. Luis Stalin López Telenchana

Riobamba, Ecuador. 2024

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo Jonathan Fabián Esparza Sisalema, con cédula de ciudadanía 2200087621 y Wilson Joel Ramos Bastidas con cédula de ciudadanía 0606317998, autores del trabajo de investigación titulado: Estandarización de procesos industriales de mecanizado en función de los puestos de trabajo en los tornos paralelos de Ingeniería Industrial, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 18 de octubre de 2024.



Jonathan Fabián Esparza Sisalema

C.I: 2200087621



Wilson Joel Ramos Bastidas

C.I: 0606317998

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

Quien suscribe, Luis Stalin López Telenchana, catedrático adscrito a la Facultad de Ingeniería, por medio del presente documento certifico haber asesorado y revisado el desarrollo del trabajo de investigación titulado: Estandarización de procesos industriales de mecanizado en función de los puestos de trabajo en los tornos paralelos de Ingeniería Industrial, bajo la autoría de Jonathan Fabián Esparza Sisalema y Wilson Joel Ramos Bastidas; por lo que se autoriza ejecutar los trámites legales para su sustentación.

Es todo cuanto informar en honor a la verdad; en Riobamba, a los 18 días del mes de octubre de 2024



Mgs. Luis Stalin López Telenchana

C.I: 1804229860

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación Estandarización de procesos industriales de mecanizado en función de los puestos de trabajo en los tornos paralelos de Ingeniería Industrial por Jonathan Fabián Esparza Sisalema, con cédula de identidad número 2200087621 y Wilson Joel Ramos Bastidas con cédula de identidad número 0606317998 bajo la tutoría de Mgs. Luís Stalin López Telenchana certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba, a los 18 días del mes de octubre de 2024.

Mgs. José Vicente Soria Granizo
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



Ph.D. Mario Vicente Cabrera Vallejo.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Mgs. Maria Magdalena Paredes Godoy.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO





Dirección
Académica
VICERRECTORADO ACADÉMICO



CERTIFICACIÓN

Que, Esparza Sisalema Jonathan Fabián con CC: 220008762-1 y Ramos Bastidas Wilson Joel con CC: 060631799-8, estudiantes de la Carrera Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería; han trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado **“Estandarización de procesos industriales de mecanizado en función de los puestos de trabajo en los tornos paralelos de Ingeniería Industrial”**, cumple con el 7%, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **TURNITIN**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente, autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 10 de octubre de 2024



Firmado electrónicamente por:
LUIS STALIN LOPEZ
TELENCHANA

Ing. Luis Stalin López Telenchana, Mgs.

TUTOR DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación quiero dedicar:

A mis padres, Hugo y Carmita, quienes, con su amor incondicional, apoyo inagotable y constante aliento me han guiado y sostenido en cada paso de este camino, esta tesis es un reflejo de todo lo que me han enseñado. A mi hermano, Emerson, quien me ha ayudado en varias ocasiones y por siempre estar ahí para mí.

A mis amigos, por su amistad sincera, su compañerismo y los momentos compartidos que han hecho de esta experiencia algo memorable, gracias por estar siempre ahí, en las buenas y en las malas, y por ser una fuente constante de motivación y alegría.

A mi novia, Daniela Duque, por su amor, comprensión y paciencia, gracias por ser mi inspiración y por estar a mi lado en cada momento de este viaje, tu apoyo y el de tus padres ha sido fundamental para superar los desafíos y alcanzar este logro.

Jonathan Esparza

Dedico este proyecto, con todo cariño, a mis padres, Robinson y Mélida. Gracias por darme la vida, por su apoyo incondicional, sus sabios consejos y la educación que me brindaron han sacrificado muchas horas que les pertenecían, son mi fortaleza y ejemplo para ser una mejor persona.

A mis hermanos, cuya unión, palabras de aliento y cariño constante han sido un pilar fundamental en esta travesía, su alegría me ha impulsado a seguir adelante y culminar esta etapa.

Joel Ramos

AGRADECIMIENTO

Al culminar este camino, agradezco a Dios por bendecirme en cada paso que doy, a todas las personas y entidades que han sido fundamentales en la realización de esta tesis.

A la Universidad Nacional de Chimborazo, por haberme dado la oportunidad de estudiar la carrera de Ingeniería Industrial y hoy en día ser un profesional.

A mi tutor de tesis, Mgs. Luis López, por su invaluable guía, paciencia y apoyo constante durante todo el proceso. A mis profesores, quienes con su conocimiento han contribuido a mi formación académica y personal.

A mi familia, quienes han sido mi refugio y apoyo en los momentos de dificultad y celebración, sus palabras de ánimo y su comprensión han sido fundamentales para mantenerme motivado. A mi compañero de tesis, Joel Ramos, por aceptar este desafío, tu colaboración, compromiso y trabajo en equipo han sido vitales para el éxito del proyecto.

Jonathan Esparza

Expreso mi más profundo agradecimiento a mi familia. A mis padres y hermanos, cuyo apoyo constante y sabios consejos me han impulsado a seguir adelante, incluso en los momentos más difíciles.

Agradezco también a la institución donde hice amigos entrañables y guardo los mejores recuerdos. A mis maestros, por su paciencia y dedicación al compartir sus conocimientos y experiencias, preparándonos para la vida profesional, un agradecimiento especial a mi tutor, el Mgs. Luis López, y a todas las personas que formaron parte de mi camino estudiantil.

Finalmente, agradezco a Dios y a la Virgen Dolorosa por bendecir y cuidar de toda mi familia.

Joel Ramos

ÍNDICE GENERAL

DECLARATORIA DE AUTORÍA	
DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR.....	
CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL.....	
CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO	
DEDICATORIA.....	
AGRADECIMIENTO.....	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE FIGURAS.....	
RESUMEN.....	
ABSTRACT	
CAPÍTULO I.....	
1 Introducción.....	15
1.2 Antecedentes	16
1.3 Problema.....	18
1.4 Justificación	19
1.5 Objetivos.....	20
1.5.1 Objetivo general	20
1.5.2 Objetivos específicos.....	20
CAPÍTULO II.....	21
2 Marco teórico.....	21
2.1 Estado del arte.....	21
2.2 Marco teórico.....	23
2.2.1 Torno paralelo	23
2.2.2 <i>Mecanizado por arranque de viruta</i>	24
2.2.3 Acero maquinable.....	24

2.2.4	Movimientos para mecanizar	24
2.2.5	Proceso de cilindrado.....	25
2.2.6	Proceso de refrentado	25
2.2.7	Desperdicio de materiales.....	25
2.2.8	Método de trabajo.....	26
2.2.9	Estudio de métodos	26
2.2.10	Diagrama de flujo de operaciones	27
2.2.11	Estudio de tiempos y movimientos	29
2.2.12	Estudio de tiempos	29
2.2.11	Estudio de movimientos	31
CAPÍTULO III		34
3.	Metodología.....	34
3.1	Tipo de investigación.....	34
3.2	Diseño de la investigación.....	34
3.3	Técnicas de recolección de datos	34
3.4	Población de estudio y tamaño de muestra.....	34
3.5	Hipótesis	35
3.5.1	Operacionalización de variables.....	35
3.6	Métodos de análisis y procesamiento de datos	37
3.6.1	Procedimiento de la investigación.....	37
3.6.2	Procesamiento y análisis de datos	37
CAPÍTULO IV		38
4	Resultados y discusión	38
4.1	Resultados de la situación actual de la nave.....	38
4.1.1	Diagrama de flujo para el proceso de refrentado y cilindrado.....	38
4.1.2	Análisis de tiempo del proceso de refrentado y cilindrado.....	41
4.1.3	Análisis de movimientos del proceso de refrentado y cilindrado	54

CAPÍTULO V.....	59
5 Conclusiones y recomendaciones.....	59
5.1 Conclusiones.....	59
5.2 Recomendaciones.....	60
CAPÍTULO VI.....	61
6 Propuesta.....	61
6.1 Título de la propuesta.....	61
6.2 Elaboración de la propuesta.....	61
6.2.1 Datos generales.....	61
6.2.2 Antecedentes.....	61
6.2.3 Justificación del estudio.....	62
6.2.4 Objetivos del estudio.....	62
6.2.5 Descripción de las actividades.....	63
6.2.6 Diagrama de flujo para el proceso de refrentado y cilindrado propuesto.....	64
6.2.7 Análisis de tiempo del proceso de refrentado y cilindrado.....	67
6.2.8 Análisis de movimientos del proceso propuesto de refrentado y cilindrado.....	80
6.2.8 Resumen método propuesto.....	83
6.2.9 Manual del procedimiento para el proceso de refrentado.....	85
6.2.10 Manual del procedimiento para el proceso de cilindrado.....	91
Bibliografía.....	97
Anexos.....	100

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	<i>Lenguaje y símbolos en ingeniería de métodos</i>	28
Tabla 2	<i>Operacionalización</i>	36
Tabla 3	<i>Estudio de tiempos del proceso de refrentado</i>	42
Tabla 4	<i>Calificación del desempeño del proceso de refrentado</i>	45
Tabla 5	<i>Suplementos para el proceso de refrentado</i>	46
Tabla 6	<i>Estudio de tiempos del proceso de cilindrado</i>	48
Tabla 7	<i>Calificación del desempeño del proceso de cilindrado</i>	51
Tabla 8	<i>Suplementos para el proceso de cilindrado</i>	52
Tabla 9	<i>Tabla comparativa del proceso de refrentado</i>	57
Tabla 10	<i>Tabla comparativa del proceso de cilindrado</i>	58
Tabla 11	<i>Estudio de tiempos del proceso de refrentado propuesto</i>	68
Tabla 12	<i>Calificación del desempeño del proceso de refrentado propuesto</i>	71
Tabla 13	<i>Suplementos para el proceso de refrentado propuesto</i>	72
Tabla 14	<i>Estudio de tiempos del proceso de cilindrado propuesto</i>	74
Tabla 15	<i>Calificación del desempeño del proceso de cilindrado propuesto</i>	77
Tabla 16	<i>Suplementos para el proceso de cilindrado propuesto</i>	78
Tabla 17	<i>Método propuesto refrentado</i>	83
Tabla 18	<i>Método propuesto cilindrado</i>	83

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Partes del torno paralelo</i>	23
Figura 2 <i>Therbligs</i>	33
Figura 3 <i>Diagrama de flujo del proceso mecánico de refrentado</i>	39
Figura 4 <i>Diagrama de flujo del proceso mecánico de cilindrado</i>	40
Figura 5 <i>Diagrama analítico del proceso de refrentado</i>	55
Figura 6 <i>Diagrama analítico del proceso de cilindrado</i>	56
Figura 7 <i>Diagrama de flujo propuesto del proceso de refrentado</i>	65
Figura 8 <i>Diagrama de flujo propuesto del proceso de cilindrado</i>	66
Figura 9 <i>Diagrama analítico del proceso de refrentado propuesto</i>	81
Figura 10 <i>Diagrama analítico del proceso de cilindrado propuesto</i>	82

RESUMEN

La investigación se enfoca en estandarizar los procesos de mecanizado en tornos paralelos dentro del contexto de la Ingeniería Industrial. Específicamente, se analizarán los procesos de refrentado y cilindrado, donde el principal problema parte de la falta de estandarización de los procesos de mecanizado por arranque de viruta, la ausencia de documentos técnicos detallados en el Laboratorio de Máquinas y Herramientas de la UNACH generando ineficiencias operativas, como tiempos improductivos, movimientos innecesarios y desperdicio de materiales, este problema se agrava por la falta de un método de trabajo que especifique los procedimientos, afectando el rendimiento y por ende limitando a los usuarios a practicar en las horas establecidas. Para el desarrollo de la investigación se parte de la observación identificando y registrando las causas que provocan ineficiencias en dichos procesos mediante el estudio de tiempos y movimientos, así también, para entender mejor el proceso describir las actividades y elementos tanto del cilindrado y refrentado mediante diagramas de flujo de procesos en ingeniería de métodos, analizar los tiempos improductivos y movimientos innecesarios, y proponer procedimientos estandarizados para mejorar la eficiencia de las operaciones de mecanizado, con el propósito de implementar mejoras que eliminen los tiempos improductivos y optimicen el uso de materiales, con estas mejoras se logra reducir significativamente el tiempo de ejecución de los procesos de mecanizado, para el proceso de refrentado se logró disminuir el tiempo de ejecución en un 50,12% al tiempo total, mientras que para el proceso de cilindrado se obtiene una disminución de 33,45% en el tiempo total, lo que contribuye significativamente a la mejora continua de los procesos de mecanizado en la carrera de Ingeniería Industrial.

Palabras claves: Estandarización, tiempo improductivo, movimiento innecesario, mecanizado y mejoras.

ABSTRACT

This research focuses on standardizing machining processes on parallel lathes within the context of Industrial Engineering. Specifically, it analyzes the processes of facing and turning, identifying the main issue as the need for more standardization in machining processes due to the absence of detailed technical documentation in the UNACH Machine and Tool Laboratory. This lack leads to operational inefficiencies, including unproductive times, unnecessary movements, and material waste, exacerbated by the absence of a method that specifies procedures, thereby limiting users' practice hours. The investigation begins with observation to identify and record the causes of inefficiencies through time and motion studies. Flowcharts describe the activities and elements involved in facing and turning processes, allowing for an analysis of unproductive times and unnecessary movements. The research proposes standardized procedures to improve machining operation efficiency, eliminate unproductive times, and optimize material usage. These improvements significantly reduce machining execution times, achieving a 50.12% reduction for facing and a 33.45% reduction for turning processes, contributing to the continuous improvement of machining processes in the Industrial Engineering program.

Keywords: Standardization, unproductive time, unnecessary movement, machining, improvements

Reviewed by:



Lic. Eduardo Barreno Freire. Msc.

ENGLISH PROFESSOR

C.C. 0604936211

CAPÍTULO I

1 Introducción

La investigación actual posee la finalidad estandarizar los procesos industriales de mecanizado en función de los puestos de trabajo en los tornos paralelos de Ingeniería Industrial. Los procesos de mecanizado que serán analizados son el cilindrado y refrentado, puesto que son los más recurrentes en procesos de conformado por arranque de viruta. Viegas & Díaz (2014) en su investigación, mencionan que “en el ámbito de la industria mecánica, la disciplina que se dedica al análisis de los procesos de producción, con un enfoque específico en los procedimientos tecnológicos de arranque de material, es la tecnología de la construcción de maquinarias, cuya teoría se basa en el corte de metales, la metalurgia, las máquinas herramientas y la investigación de los procesos tecnológicos para la fabricación de productos” (p. 83).

Sin embargo, comprender el procedimiento de manufactura y los componentes involucrados en la creación de una pieza resulta complicado, ya que se alteran las propiedades del objeto en términos de aspectos como su forma y tamaño, disposición relativa, texturas superficiales y características fisicoquímicas. Viegas & Díaz (2014) indican que “los procesos tecnológicos son aquellos que modifican de distinta manera un material, tal es el caso del maquinado de las piezas y los tratamientos térmicos” (p. 83).

El proceso por arranque de viruta de mecanizado implica a la eliminación de toda clase material formado en una sola pieza mediante el uso de utensilios con bordes cortantes totalmente definidos, este sistema se realiza y desarrolla mediante el ingreso de una herramienta y utensilios de corte en el interior del material, ocasionando desplazamiento de carácter relativo entre la pieza a mecanizar en cuestión y la herramienta. Mediante este tipo de mecanizado, se pueden fabricar diversos componentes, que van desde tornillos y bridas hasta partes de electrodomésticos, equipos de aeronáutica, vehículos, y más. (Boyfre, 2023)

En la nave de Ingeniería Industrial no se disponen de procedimientos estandarizados, ni registros documentados y socializados con los operarios para llevar a cabo los procesos de mecanizado como es el caso del cilindrado y refrentado. Está carencia de estandarización se debe al reciente cambio del lugar de trabajo, por lo que, el usuario no está adaptado por completo y necesita de varias técnicas para realizar las operaciones de

manera eficiente. Ante esta situación, se propone la estandarización de estos procesos industriales mediante la mejora del procedimiento existente, teniendo como finalidad un mejor entorno práctico, mismo que es considerado fundamental para que los operarios adquieran las habilidades y conocimientos necesarios para desempeñarse eficazmente como ingenieros industriales en un futuro, respondiendo a las exigencias de una fabricación eficiente de las piezas industriales.

Además, se especifican las acciones requeridas para la elaboración de las piezas, así como el tiempo estimado a cada actividad involucrada en el proceso de fabricación, esto para verificar que los usuarios aplican el sistema y metodología correcta y se familiaricen con cada uno de los detalles de cada operación, garantizando así un aprendizaje efectivo dentro del horario destinado a prácticas.

1.2 Antecedentes

Dentro de la investigación actual, se aplicó revisión bibliográfica de varios artículos científicos de alto impacto, junto al uso de proyectos similares sobre el análisis de tiempos y diversos movimientos, a lo que se encontró los siguientes trabajos investigativos:

La investigación realizada por Jaramillo (2011), menciona que, el sistema de producción mediante celdas de manufactura demuestra una notable mejora en productividad y eficiencia, en los procesos de cilindrado y refrentado. Se evidencia un incremento del 100% en la productividad y un aumento del 3,27% en la eficiencia. Este logro se atribuye a las mejoras implementadas, que incluyeron cambios significativos y una reorganización de tareas. Un ejemplo concreto de este avance se observa en la reducción del tiempo requerido por los usuarios para mecanizar un eje-piñón, específicamente en los procesos de cilindrado y refrentado, demostrando así la disminución de 665,28 minutos a 202,29 minutos.

En la tesis de grado de Ingeniería de la Universidad Técnica de Ambato, denominado “Tiempos y movimientos para la estandarización de operaciones de producción en la tenería “INCA” ubicada en la provincia de Tungurahua” Changalombo (2011), determinó que la mencionada empresa posee diversos diagramas de procesos, con la finalidad de determinar la respectiva secuencia de cada una de las operaciones, controlando de esta manera todo el procedimiento, por otra parte, aporta en la visualización de cada uno de los posibles cuellos de botella, junto a la modalidad de acción desde el inicio del proceso, con el objetivo de reducir retrasos en todo el proceso productivo.

Sánchez (2019), en su tesis “Propuesta de estandarización de los procesos productivos en un centro de acopio de cacao de la ciudad de Guayaquil basada en un estudio de tiempos y movimientos”, afirma y detalla que el análisis de movimientos y tiempos son considerados como un mecanismo que involucra parámetros de tiempo otorgado para la realización de una determinada tarea, basándose en la medición exacta de todo el contenido del trabajo, considerando la adecuada demora, la fatiga, tolerancia y demás retrasos, al realizarse correctamente el proceso se alcanza enormes beneficios y ventajas dentro de toda organización en temas de incremento de eficiencia, costos, además se mejor el ambiente laboral y se otorga eficiencia a todo el sistema de operación del producto.

Taipe (2024) en su investigación “Estandarización del proceso de Moldeo de fundición en la empresa FUNDI LASER- Ambato”, menciona que, en México, al tener un entorno de mucho competitivo, cada una de las empresas intentan otorgar servicios de calidad a precios adecuados para cada uno de los clientes sin comprometer las respectivas ganancias. Un mecanismo para alcanzarlo es aplicar la reducción de cada uno de los costos de producción mediante la estandarización de procesos.

En la investigación denominada “Estandarización de procesos y su impacto en la productividad de la empresa negociaciones minera Chávez SAC, año 2017”, elaborada por Chávez & Mercado (2018) determinaron que el proceso de estandarización de cada uno de los procesos se define como un sistema de carácter dinámico que requiere la documentación detallada de todos los trabajos que se van a efectuar, los materiales considerados necesarios y las respectivas herramientas a utilizar, esto se efectúa con el objetivo de fomentar la mejora constante y permanente en cada uno de los procesos, proporcionando de esta manera una ventaja de carácter competitivo. En conclusión, esto implica y fomenta la aplicación formal de cada uno de los estándares dentro de la organización, siendo un aspecto crucial en la gestión de la producción.

El Laboratorio de Máquinas Herramientas de la Universidad Nacional de Chimborazo que se encontraba en el bloque D (Lab 301) fue trasladado a la nueva nave de Ingeniería Industrial, misma que cuenta con instalaciones adecuadas para las máquinas y herramientas, de tal manera que los usuarios puedan llevar a cabo las actividades prácticas en un lugar de trabajo que se ajuste mejor al entorno. Sin embargo, los usuarios no cuentan con un método de trabajo definido para la realización de los procesos de mecanizado.

1.3 Problema

Las pequeñas y medianas empresas latinoamericanas que realizan investigaciones laborales son competitivas en comparación con las que operan de manera empírica, enfrentando desafíos en la gestión productiva, la combinación adecuada de recursos humanos, materiales y financieros es crucial, resultando en la disminución de cada uno de los costos, con la finalidad de impulsar la calidad de cada uno de los productos. En Ecuador, el estado ha implementado cambios en la matriz productiva, con la finalidad de impulsar progresivamente la productividad y la respectiva competitividad, favoreciendo el crecimiento de carácter económico sostenible, es esencial que las empresas mejoren sus procesos de producción para optimizar condiciones. En conclusión, para aumentar la producción, es esencial ampliar técnicas eficientes en el uso de recursos. Los estudios de movimientos y de tiempos son parte integral de un estudio de trabajo, herramienta esencial para analizar y mejorar procesos de manufactura. (Andrade et al., 2019)

Las universidades públicas de Chimborazo según el Ministerio de Educación del Ecuador (2017) señaló que “se está trabajando para mejorar la educación técnica y tecnológica mediante la implementación de políticas bien definidas”. Si embargo, estas universidades no disponen de equipos actualizados que puedan responder adecuadamente a las necesidades y avances tecnológicos en la industria, la falta de estandarización en los procesos de mecanizado agrava aún más la situación, impactando de manera significativa el entorno práctico, generando variabilidad y falta de consistencia en la calidad de los trabajos, causando retrabajos y descoordinación en la ejecución de actividades, también limita la capacidad de los usuarios para adquirir habilidades prácticas esenciales y adaptarse a las exigencias del mercado laboral moderno.

El Laboratorio de Máquinas y Herramientas en la nave de Ingeniería Industrial de la UNACH enfrenta la problemática de procesos de mecanizado con arranque de viruta ineficientes en los tornos paralelos, pues no tiene diseñado los métodos de ejecución de trabajo para realizar operaciones de cilindrado y refrentado. A esto se suma, la falta de estandarización de procesos que describan los procedimientos apropiados para llevar a cabo las actividades de mecanizado en los tornos paralelos. La falta de estos documentos deja a los usuarios sin una orientación secuencial y clara, lo que conduce a errores, niveles de calidad bajos, tiempos improductivos, movimientos innecesarios y desperdicio de materiales. Por ende, no logran los resultados deseados al mecanizar las piezas en los tornos paralelos.

En resumen, la falta de una combinación de los métodos y las tareas afecta a los procesos de mecanizado en los tornos paralelos de la nave de Ingeniería Industrial en la UNACH. Es necesario abordar esta problemática para disminuir tiempos improductivos y movimientos innecesarios en el entorno práctico del Laboratorio.

1.4 Justificación

La estandarización de procesos en los tornos paralelos de Ingeniería Industrial es esencial para superar desafíos operativos como tiempos improductivos y movimientos innecesarios, que afectan la eficiencia y calidad de las piezas mecanizadas. Este enfoque busca reducir los tiempos de configuración, minimizar errores y mejorar la consistencia en la producción. La estandarización no solo optimiza la eficiencia operativa actual, sino que también proporciona una base sólida para adaptarse a cambios y mejoras continuas en los procesos de mecanizado.

Dominar los procesos de torneado es esencial en el ámbito laboral, especialmente para los ingenieros industriales que buscan desempeñarse en industrias manufactureras, la habilidad de tornear adecuadamente y conocer los procesos estandarizados no solo garantiza la producción de piezas de alta calidad, sino que también mejora la competitividad del profesional en el mercado laboral. Los ingenieros que comprenden y aplican la estandarización de procesos son capaces de implementar prácticas que aumentan la productividad, reducen costos y garantizan la satisfacción de cada uno de los clientes por medio de la expedición de productos con características consistentes y fiables. Además, la estandarización de procesos facilita la capacitación de nuevos operarios y la transferencia de conocimientos dentro de la organización, ya que, al tener procedimientos claros y documentados, se garantiza que cada uno de los integrantes del equipo cumplan las directrices adecuadas, lo que minimiza la posibilidad de errores humanos.

En el Laboratorio de Ingeniería Industrial, la implementación de la estandarización de procesos mediante una gestión documental es fundamental para mejorar la eficiencia en el entorno práctico, la protección y manejo de la información de los procesos se realizará siguiendo principios de finalidad, confidencialidad, seguridad y accesibilidad, garantizando que los datos sean utilizados de manera efectiva y segura.

Por lo tanto, se espera que el Laboratorio de la carrera de Ingeniería Industrial no solo mejore su eficiencia operativa, sino que también prepare a los estudiantes para enfrentar los retos del mundo laboral con una formación sólida en técnicas de mecanizado y gestión de procesos estandarizados. Esto contribuirá a formar profesionales altamente

competentes, capaces de liderar iniciativas de mejora continua y de adaptarse a las demandas dinámicas de la industria moderna.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Determinar las causas que provocan procesos de mecanizado con arranque de viruta ineficientes, a través del estudio de tiempos y movimientos para reducir y eliminar tiempos improductivos, movimientos innecesarios y desperdicio de materiales.

1.5.2 Objetivos específicos

- Describir los procesos industriales de cilindrado y refrentado, indicando las áreas, a través de un diagrama de procesos, para identificar los puntos críticos.
- Analizar los tiempos improductivos, movimientos innecesarios y desperdicio de materiales, mediante el estudio de tiempos y movimientos, para mejorar el proceso.
- Proponer procedimientos estandarizados detallando de manera clara y secuencias las actividades de mecanizado en los tornos paralelos, para reducir y eliminar tiempos improductivos y movimientos innecesarios durante las operaciones de mecanizado.

CAPÍTULO II

2 Marco teórico

2.1 *Estado del arte*

Elton Mayo, sociólogo norteamericano, profesor, científico social y director de investigación social de Harvard, considero importante la realización de los estudios de productividad efectuados en la planta de la ciudad de Hawthorne en Western Electric Company, misma ubicación se encuentra cerca de Chicago. Formalizo un proyecto de investigativo con la finalidad de analizar cada uno de los factores que se direccionan en el desarrollo de la productividad entre los años 1924 y 1933 (Palacios, 2016).

Se consideró la siguiente hipótesis: La elevada iluminación en la zona de trabajo aumenta considerablemente la productividad. Se determinó que el estudio realizado no proyectó los resultados que se deseaban a causa de la incidencia de diversos factores adicionales, dejando a la hipótesis sin la oportunidad de ser comprobada. Por otro lado, The National Research Council abandonó el estudio, pero Mayo, de la Universidad de Harvard, se interesó en el trabajo de la empresa y se unió para continuar investigando el fracaso. Elegido, instruido e instalado, un grupo de cinco “mujeres” en una sala de ensamblaje experimental, en la que dichos factores en el fracaso del estudio de la iluminación inicial se controlarán.

La National Research Council abandonó el estudio. Sin embargo, Mayo, por parte de la Universidad de Harvard, se interesó en los esfuerzos de la empresa y, por lo tanto, se unió a instalar un grupo de cinco mujeres en una sala experimental de ensamblaje. Esta vez, se le pagarían y enseñaría cual era la mejor manera de reunir los dos grupos. Dado Ahora, la hipótesis a demostrar que “un cambio en las condiciones de trabajo daba lugar a un cambio en la productividad”. Ellos se preocuparon Actividades por separado a fin de tener éxito experiencias equipadas: para eliminar los problemas tales como la interacción de la Sala de grupo ahora serían aislado de los demás. La actitud hacia la investigación, la gerencia y el conocimiento fue fomentar la actitud y el interés mediante la creación de la actitud y la actitud imposible de los trabajadores hacia la investigación. Además, proporcionaron un programa de tiempo para la investigación y hablar con las operadoras.

. Los factores estudiados fueron:

- Mecanismo de diversos incentivos.
- Lapsos de tiempo de descanso.
- Descansos con remuneración para almuerzo.
- Supresión del trabajo sabatino.
- Eliminación de las horas de trabajo.
- Bebidas y almuerzos con gratuidad

También, se analizó cada parte de la organización de carácter informal y su respectiva influencia sobre el proyecto de la productividad, llegando a la conclusión que la productividad incrementaba de manera proporcional conforme se eleva la actitud de características positiva de las operadoras, considerando incluso condiciones de trabajo no tan optimas. Así pues, surgió una nueva hipótesis: "Mejore la actitud de los empleados y aumentará la productividad". Así, Mayo sostiene que elementos como los económicos, tecnológicos, políticos y sociales, entre los que se incluyen el género, la edad, el estado de salud y bienestar, la complexión física y la fortaleza, la aptitud, la actitud, la formación, la satisfacción laboral y la capacidad de adaptación al cambio, influyen directamente en la productividad. (Palacios, 2016)

Las corrientes contemporáneas en la ingeniería de métodos, movimientos y tiempos están direccionadas por diversas series de iniciativas: Un enfoque dirigido hacia la evolución constante de cada uno de los métodos y diversos estándares, integrándolos como parte esencial en aspectos presupuestarios, estimativos, evaluativos del rendimiento, así como en la documentación que se utiliza como base de datos. Además, se aborda el respectivo diseño laboral, diversas tareas, las estaciones laborales y el entorno en el que se trabaja. Un cuerpo especializado en la investigación para crear directrices y estándares en los campos de salud y también seguridad laboral. La influencia de la normativa legal sobre los empleadores afecta diversas prácticas, como el reclutamiento, la contratación, la promoción, la formación, los despidos y la asignación de tareas. La evaluación laboral por medio del uso de diversas herramientas de características computarizadas, técnicas de muestreo, junto al uso de tiempos preestablecidos, acaparando mano de obra de características directas e indirectas.

El impulso de la práctica profesional de la ingeniería industrial, fomentando la colaboración entre los integrantes del sector, promoviendo la educación y la investigación, y facilitando el intercambio de conocimientos a través de publicaciones especializadas,

además de contribuir al interés público mediante la identificación y certificación de profesionales calificados para ejercer como ingenieros industriales. El respaldo y promoción de la ergonomía como una disciplina científica, orientada a educar, compartir conocimientos e informar a empresas, industrias y al gobierno, con el objetivo de mejorar la calidad de vida. La adecuada administración del programa de ingeniería de métodos como una herramienta esencial para mejorar la eficiencia, efectividad y productividad en las empresas. (Palacios, 2016)

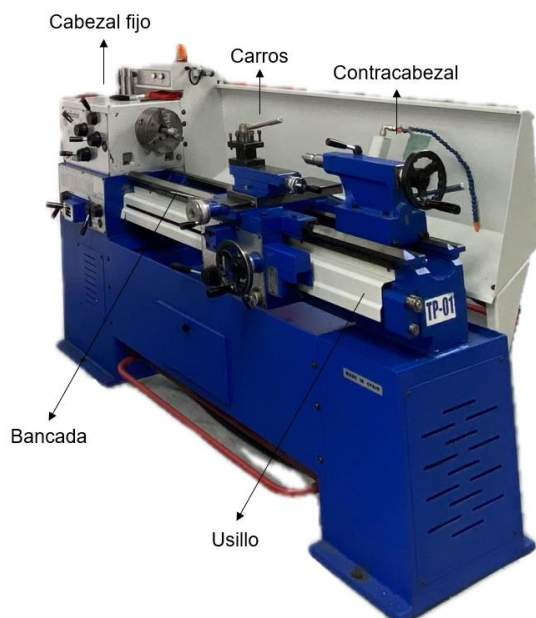
2.2 Marco teórico

2.2.1 Torno paralelo

Según Ginjaume & Torre (2006), “el torno es una de las máquinas más antiguas e importantes, con ella podemos conseguir variedad de formas, tanto propias o finales”. Al considerarse como paralelo, este mecanismo gira el bloque de material, mismo será convertido en pieza por medio de un utensilio fijado en el respectivo dispositivo, el cual movemos y direccionamos en ambos ejes (X/Y) en ambas direcciones (+/-) les daremos las formas deseadas. Estas máquinas constan de varias partes, pero estas son las principales:

Figura 1

Partes del torno paralelo



- **Bancada:** Es la parte más resistente de las máquinas herramientas, proporcionando soporte a otros componentes, cuenta con guías mecanizadas

para el progresivo desplazamiento de la zona denominada como carro principal y contra cabezal.

- **Cabezal fijo:** Es considerada como la caja de fundición incorporada y anexada a la parte izquierda de la bancada, mismos posee componente y partes de sujeción del denominado segmento a mecanizar, así como también la caja de avance y caja de velocidades, que transmiten el movimiento a la pieza.
- **Carros:** Compuesto por 3 carros: carro principal el cual se desplaza sobre cada una de las guías de la bancada, se utilizan y direccionan como base para cada uno de los otros dos carros, carro transversal se desplaza transversalmente al eje del torno estableciendo una profundidad de pasada y el carro longitudinal es aquel que se desplaza angularmente necesario para el mecanizado.
- **Contracabezal:** Se encuentra al lado opuesto del cabezal fijo manteniendo su alineación con el eje principal, actúa como soporte para el cuerpo e incorpora un mecanismo direccionado al eje principal que actúa como un almanaque de correcta fijación a la llamada bancada, también se utiliza para operaciones de taladro.

2.2.2 Mecanizado por arranque de viruta

Dicho sistema por arranque de viruta es considerado como zona relevante en varios procedimientos de fabricación para un sinnúmero de elementos, ya que al mecanizar una pieza se realiza una serie de pasos definidos por el método de mecanizado necesario, abarcando cada uno de los respectivos cambios que debe experimentar hasta el proceso final (Ginjaume & Torre, 2006)

2.2.3 Acero maquinable

Es un material compuesto por hierro y carbono, más llamados como aceros de bajo contenido de carbono, es muy usado en la fabricación de componentes de maquinaria que no experimentan cargas mecánicas significativas o de gran esfuerzo, tiene una capacidad de tolerar cierto nivel de endurecimiento por temple, así como una mayor resistencia y dureza en comparación con otros materiales. (Marulanda et al., 2014)

2.2.4 Movimientos para mecanizar

Gerling (2022) menciona que hay 4 movimientos para mecanizar las piezas, que son:

2.2.4.1 Movimiento de corte

Esencial realizar un movimiento de avance, caso contrario solamente arranca viruta durante una revolución. Este movimiento elimina el material de la pieza dándole forma y dimensiones deseadas.

2.2.4.2 Movimiento de avance

Es la velocidad de progresión de la herramienta de corte dentro del procedimiento de carácter mecanizado, dando un arranque continuo de virutas.

2.2.4.3 Movimiento de penetración

Profundidad a la que la herramienta de corte entra en toda la pieza durante el proceso de mecanizado.

2.2.4.4 Movimiento de aproximación

Acercamiento de la herramienta de corte hacia toda la zona de trabajo, de manera cuidadosa para prevenir daños y realizar el proceso de mecanizado.

2.2.5 *Proceso de cilindrado*

Considerado uno de los procedimientos más fundamentales para llevar a cabo diversos tipos de mecanizado. Operación empleada habitualmente en la industria para crear superficies cilíndricas del exterior e interior. Durante este procedimiento, el desplazamiento de progresión es paralelo al denominado eje principal de la máquina, además, es importante tener en cuenta la velocidad de corte ya que no es constante a lo largo de toda la longitud del filo de la herramienta. (López, 2017)

2.2.6 *Proceso de refrentado*

López (2017) define al proceso de refrentado como “operación empleada para producir superficies planas en diversas piezas industriales”. Durante este proceso, el desplazamiento de avance posee un direccionamiento de carácter perpendicular al eje de rotación de la pieza del husillo principal. Es importante recalcar que la velocidad de corte no es constante.

2.2.7 *Desperdicio de materiales*

Es la pérdida o uso ineficiente de recursos durante los procesos de manufactura que no pueden ser utilizados nuevamente en el mismo proceso debido a defectos, errores de producción, exceso de inventario, procesos ineficientes (Gutiérrez, 2014).

2.2.8 Método de trabajo

Para el desarrollo del método de trabajo, Palacios (2009) menciona que “debemos describir las características del trabajo para modificar las operaciones o componentes, alterar el orden de las operaciones y simplificar aquellas que sean indispensables, considerando: mano de obra, materiales, métodos, maquinaria, medio ambiente, mantenimiento del sistema y análisis de movimientos”. Para llevar a cabo este proceso, se recomienda registrar y analizar meticulosamente cada operación, utilizando criterios de selección específicos, se debe priorizar la optimización de aquellas operaciones que generen el mayor impacto en la mejora global. Además, llevar a cabo inspecciones regulares en busca de métodos eficientes de trabajo.

2.2.9 Estudio de métodos

Se realiza una documentación y evaluación crítica de las actividades existentes del proceso para poder idear y aplicar métodos más eficientes y sencillos que permitan reducir la utilización de la mano de obra humana para erradicar la fatiga, mejorar la calidad del producto o servicio, reducir los costos y mejorar la utilización de los recursos. (Organización Internacional del Trabajo [OIT], 2011)

2.2.9.1 Procedimiento para realizar el estudio de métodos

Para desarrollar el estudio de métodos según Villacreses (2018) en su investigación indica que se deben seguir los siguientes pasos:

- **Seleccionar:** Cualquier operación realizada dentro de una empresa puede ser mejorada, pero es esencial considerar diversos aspectos, tales como:
 - **Económicos:** Relacionados con la reducción de los costos, la eliminación de desperdicios y cuellos de botella.
 - **Técnicos:** Vinculados a las especificaciones de los equipos y procesos.
 - **Humanos:** Referentes al nivel de accidentes laborales y a las condiciones de trabajo forzoso.
- **Registrar:** Es crucial recopilar información, ya que, para mejorar un proceso o tarea, es necesario entender su naturaleza y los aspectos que abarcan, permitiendo el uso adecuado de las técnicas. Estas técnicas se clasifican en: diagramas de sucesión, diagramas de escala de tiempo y diagrama de movimientos.

- **Examinar:** Revisar lo registrado con el propósito de justificar las acciones realizadas, incluyendo el lugar del estudio, el orden de las actividades, quién las lleva a cabo y los medios empleados. Para ello, se utilizan las siguientes preguntas: ¿Qué?, ¿Cuándo?, ¿Cómo?, ¿Por qué?
- **Idear o establecer el método más económico:** Para elaborar o definir el método más rentable se parte con preguntas para entender los enfoques que se discutirán.
- **Definir:** el método propuesto y la duración que este tomará adicional deben ser comunicados a las personas involucradas en el estudio.
- **Implantar:** El método propuesto.
- **Mantener o controlar:** Que el nuevo método se implemente siguiendo las directrices, las cuales deben alinearse con los objetivos establecidos.

La utilización de los métodos de trabajo en las empresas es importante para conocer los procesos y realizar un control. (pp 15-18)









2.2.10 Diagrama de flujo de operaciones

Para recopilar información, es esencial representar gráficamente el proceso de manera estandarizada para facilitar su comprensión. Manene (2011), define al diagrama de flujo como “una representación secuencial de rutinas simples que muestra la secuencia de un proceso tanto de sus departamentos como secciones u áreas de una organización. Es una herramienta que nos permite comprender y estudiar un proceso”.

2.2.10.1 Lenguaje y símbolos del diagrama de flujo en ingeniería de métodos

De acuerdo con Palacios (2009), “estos elementos permiten describir de manera más rápida y clara la secuencia de cualquier actividad. Dicho lenguaje y símbolos fueron propuestos y publicados por ASME (Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos)”, se recomienda utilizar diagramas simplificados que emplean un lenguaje y símbolos estandarizados, esto con el fin de simplificar el análisis de los procesos de fabricación. Para entender cada uno de estos símbolos vamos a definir detalladamente cada uno de ellos:

Tabla 1*Lenguaje y símbolos en ingeniería de métodos*

Procedimiento	Símbolo	Descripción
Operación		Ocurre cuando un objeto es alterado en alguna de sus características físicas o químicas, se ensambla y desensambla de otro objeto, se repara o se prepara para otra operación, transporte, inspección o almacenamiento.
Transporte		Trasladado de un objeto de un lugar a otro, excepto cuando los traslados sean parte del proceso operativo o sean realizados por el usuario en el lugar de trabajo durante una operación o inspección.
Inspección		Tiene lugar cuando un objeto es evaluado para identificarlo, medirlo, contar, clasificar o verificar su calidad de acuerdo con un estándar previamente establecido en cualquiera de sus características.
Espera		También, conocido como retraso o almacenamiento temporal, ocurre cuando las circunstancias impiden la ejecución inmediata de la siguiente acción.
Almacenamiento		Ocurre cuando un objeto se guarda y asegura para prevenir un movimiento no autorizado.
Actividad combinada	  	Se pueden combinar dos símbolos cuando las actividades se llevan a cabo en el mismo lugar de trabajo o cuando se realizan simultáneamente como parte de una única actividad.

2.2.11 Estudio de tiempos y movimientos

Es un sistema valioso para cada una de las empresas, clave para conseguir un trabajo eficiente y eficaz, enfocada en el incremento de toda la productividad. Consiste en el análisis de tiempos que determina la respectiva duración de la denominada tarea y el estudio de movimientos que identifica y elimina movimientos ineficientes. (Parra et al., 2020)

2.2.12 Estudio de tiempos

Kanawaty (1996) describe al estudio de tiempos como “técnica utilizada para evaluar un trabajo registrando tiempos y ritmos asociados con los elementos de una tarea específica realizada bajo condiciones, buscando determinar el tiempo necesario para completar la tarea de acuerdo con una norma de desempeño previamente establecida”. Con esto se entiende la relevancia de utilizar esta técnica en el proceso de investigación, ya que es necesario identificar las deficiencias antes de buscar mejoras. Los materiales necesarios para un adecuado estudio de tiempos incluyen: cámara de vídeo cronómetro, formulario de estudio de tiempos.

2.2.12.1 Pasos para el estudio de tiempos

En su investigación Villacreses (2018), menciona que para iniciar el adecuado estudio de tiempos se requiere el siguiente proceso:

- **Preparación:** Identificar los procesos que atraviesa el producto, estudiarlo, analizarlo y determinar cuál de ellos necesita mejoras, es crucial determinar un trabajador que posea diversas habilidades y conocimientos adecuados para la realización de cada una de las operaciones. Después de esta actividad se selecciona el método con el que se llevará a cabo el estudio.
- **Ejecución:** Una vez seleccionado el sistema, es crucial e importante registrar la respectiva operación que se procederá a estudiar, luego se descompone la tarea en diversos elementos de características individuales, los cuales se someten a medición o cálculo del tiempo requerido para cada uno.
- **Estudio de tiempos con cronómetro:** Mide el tiempo que un operador requiere para completar una tarea específica bajo condiciones normales, es importante contar con una variedad de opciones de cronómetros para adaptarse a diferentes necesidades y contextos. Tenemos dos formas de tomar el tiempo del operador de manera acumulativo que es cuando el cronómetro corre continuamente hasta

acabar la tarea y de vuelta a cero cuando cada actividad se mide individualmente.

- **Valoración:** Niebel & Freivalds (2004) resaltan la importancia de la valoración, también conocida como calificación del desempeño, como una “herramienta para medir el tiempo de una tarea específica en condiciones óptimas, manteniendo altos niveles de productividad, considera el sistema Westinghouse como principal, evalúa 4 factores como el desempeño del usuario, tales como habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia”. Para evaluar la calificación del desempeño, es necesario agregar los valores especificados en el (anexo 1), dependiendo del nivel de cada una de las condiciones o diversas necesidades en las que trabajan.
- **Suplementos:** El libro de García (2005) explica que “los suplementos son períodos adicionales de tiempo otorgados al operador para compensar demoras durante la ejecución de una tarea. Estos suplementos se clasifican en tres grupos como suplementos por necesidades personales o asignables al trabajador, suplementos por fatiga”. Por otra parte, en 2004, Niebel & Freivalds mencionan que “las lecturas del cronómetro durante el desarrollo de un estudio de tiempo se toman en un periodo relativamente corto, por ende, el tiempo normal no incluye demoras inevitables adicional a ello algunos otros tiempos perdidos”. Para evaluar los suplementos, es necesario agregar los valores especificados en el (anexo 2), dependiendo de las necesidades laborales de los usuarios. (pp 20-23)

2.2.12.2 Tiempo observado

De acuerdo con Hernández & Saavedra (2019), el tiempo observado “es el tiempo que demoró cada tarea en ejecutarse, teniendo en cuenta que cada uno hace referencia a un elemento”, para determinar este tiempo se realiza la siguiente fórmula:

$$TO = \frac{\sum x_i}{n} \quad (1)$$

2.2.12.3 Tiempo normal

En 2004, Niebel & Freivalds describen el tiempo normal como el “promedio que a un usuario le toma completar una tarea siempre y cuando este trabaje a un ritmo normal, sin demoras, retrasos u otras circunstancias”. Para obtener este tiempo se debe multiplicar el tiempo observado por la sumatoria de la valoración y la unidad:

$$TN = TO \cdot (V + 1) \quad (2)$$

2.2.12.4 Tiempo estándar

Jijón (2013) define al tiempo estándar como “el tiempo apropiado, debido a que se asignan tolerancias al tiempo normal con el fin de completar una tarea específica”. Se calcula mediante la multiplicando del tiempo normal por la sumatoria de toda la unidad y el respectivo porcentaje de suplementos:

$$TE = TN \cdot (1 + K) \quad (3)$$

2.2.12.5 Calculo del número de observaciones

Consiste en garantizar la cantidad de tiempo que se debe observar un proceso con el fin de reducir la variabilidad de la tarea. De acuerdo con Martínez & Romero (2022), “el cálculo del tiempo de observación debe tener la exactitud de $\pm 5\%$ y un grado de confianza del 95%, para ello se aplica la siguiente fórmula:

$$n = \left(\frac{40 \cdot \sqrt{n' \Sigma x^2 - \Sigma(x)^2}}{\Sigma x^2} \right)^2 \quad (4)$$

n = Número de observaciones.

n' = Número de observaciones del estudio preliminar.

Σ = Suma de los valores.

x = Valor de las observaciones.

40 = Constante.

2.2.11 Estudio de movimientos

El análisis de cada uno de los movimientos es un estudio de carácter minucioso de todos los movimientos del cuerpo humano utilizados en la realización de un trabajo, tiene como finalidad el suprimir o reducir los desplazamientos innecesarios para agilizar e incrementar el nivel aceleración de cada uno de los movimientos de manera efectiva, mediante el principio de economía de movimientos, se reestructura el completo trabajo para alcanzar una eficiencia de características mayores, junto a una tasa de producción elevada. (Niebel & Freivalds, 2004)

Por otro lado, Palacios (2009) define a este estudio como “elemental en el diseño del trabajo debido a sus características fisiológicas, sociológicas y psicológicas, las cuales determinan sus destrezas, habilidades y limitaciones”.

2.2.11.1 Diseño del trabajo

Para diseñar el trabajo se debe garantizar la adecuada combinación de cada una de las tareas y distintos métodos que garanticen la cantidad y porcentaje requerido de trabajo, misma que es crucial en el proceso, así como la disposición física, la máquina, el medio ambiente, se debe considerar de igual manera el tiempo, el diseño del producto, el transporte adecuado, la habilidad del trabajador, el lote de producción, la capacitación y el grado de inversión comprometido. La correspondiente efectividad de todo el sistema debe comprobarse en su sostenibilidad, el grado de satisfacción y la correspondiente ganancia obtenida (Palacios, 2016).

2.2.11.2 Movimientos Básicos

Los Gilbreth identificaron y determinaron que cualquier tarea, ya sea de carácter productiva o no, se debe realizar mediante una composición de movimientos de características básicas denominados therbligs, siendo 17 en total. Estos denominados therbligs podrían poseer efectividad o no. Los therbligs de características efectivas contribuyen al incremento de todo el trabajo y a menudo suelen acortarse. Por otro lado, los llamados therbligs de características inefectivas no contribuyen al desarrollo de todo el trabajo y siendo eliminados mediante la utilización de los denominados principios de economía de movimientos. (Niegel & Freivalds, 2004)

Figura 2

Therbligs

Therbligs Efectivos		
(Al ejecutarse implican un avance en el trabajo. Pueden simplificarse pero es difícil su eliminación)		
Therblig	Símbolo	Descripción
Alcanzar	AL	Movimiento de la(s) mano(s) vacía(s) desde y hacia el objeto; el tiempo depende de la distancia recorrida; comúnmente va precedido del therblig soltar y seguido de tomar.
Mover	M	Movimiento de la(s) mano(s) con alguna carga; el tiempo depende de la distancia recorrida, el peso y el tipo de movimiento; comúnmente va precedido del therblig tomar y seguido de soltar o posicionar.
Tomar	T	Movimiento que los dedos hacen al cerrarse alrededor de un objeto; depende del tipo de tomar; comúnmente va precedido por el therblig alcanzar y seguido por mover.
Soltar	S	Abandonar el control de un objeto; por lo común es el movimiento más corto; comúnmente va precedido por posicionar o mover y seguido por el therblig alcanzar.
Preposicionar	PP	Colocar un objeto en un lugar predeterminado de tal manera que pueda tomarse y ser llevado a la posición en que ha de ser sostenido cuando se le utilice; generalmente va precedido de mover y seguido por soltar.
Usar	U	Una o las dos manos controlan un objeto mientras se ejecuta trabajo productivo. Manipular una herramienta al usarla para lo que fue hecha; precedido por posicionar y seguido por mover.
Ensamblar	E	Ocurre cuando se unen dos piezas; suele ir precedido por posicionar o mover y seguido por soltar.
Desensamblar	DE	Es lo contrario al ensamble; separación de partes que están unidas; comúnmente lo precede el therblig tomar; seguido de soltar o mover.
Therbligs Inefectivos		
(No permiten un progreso en el trabajo. Deben eliminarse cuanto sea posible)		
Therblig	Símbolo	Descripción
Buscar	B	Ojos o manos se mueven para localizar un objeto.
Seleccionar	SE	Elegir una pieza entre varias semejantes; por lo común sigue a buscar.
Posicionar	P	Colocar un objeto de modo que quede correctamente orientado; en general va precedido de mover y seguido de usar, ensamblar o soltar.
Inspeccionar	I	Comparar un objeto con un estándar o patrón; casi siempre con la vista, pero también puede ser con otros sentidos.
Planear	PL	Hacer una pausa para determinar la siguiente acción.
Retraso inevitable	RI	Interrupción que el operario no puede evitar en una o ambas manos.
Retraso evitable	RE	Tiempo muerto del que sólo el operario es responsable.
Descanso para contrarrestar la fatiga	D	Aparece en forma periódica; como necesidad que tiene el operario para reponerse de la fatiga; depende de la carga de trabajo físico.
Sostener	SO	Una mano detiene un objeto mientras la otra realiza un trabajo provechoso.

Nota. (Niebel & Freivalds, 2004)

CAPÍTULO III

3. Metodología

3.1 Tipo de investigación

La presente investigación es de carácter descriptiva no experimental, porque se delimita a la observación de cada uno de los fenómenos sociales en su estado natural, planteando la pregunta fundamental de “qué está ocurriendo”. No se involucra en un análisis causal para comprender el “por qué” de estos fenómenos, centrándose en cambio en la detallada descripción de características y cualidades del objeto de estudio. (Arias, 2012)

3.2 Diseño de la investigación

Se optará por la metodología de investigación de campo con el propósito de evaluar y analizar directamente los datos pertinentes. En este contexto, se incorporará la observación como herramienta clave, con el objetivo de optimizar tanto el tiempo como los movimientos involucrados en los procesos de mecanizado. La atención se centrará en la correspondiente aplicación del estudio y análisis de tiempos, movimientos para obtener una comprensión detallada y eficaz de los procedimientos, con la finalidad de identificar posibles áreas de mejora. Este enfoque integral permitirá una evaluación precisa y contextualizada de cada uno de los factores que se involucran en la eficiencia de los respectivos procesos de mecanizado, contribuyendo así al logro de los objetivos de la investigación.

3.3 Técnicas de recolección de datos

Observación: Se identificará características físicas de la pieza a mecanizar por parte de los usuarios al desarrollar el proceso de cilindrado y refrentado.

3.4 Población de estudio y tamaño de muestra

La población serán los 5 tornos paralelos que se encuentran en la nave de Ingeniería Industrial, para este caso la muestra y población son iguales, dado que el número es pequeño y manejable no fue necesario tomar una muestra más amplia, ya que todos los tornos que son relevantes para el proceso están incluidos en la población.

3.5 Hipótesis

La estandarización de las operaciones en los procesos industriales de refrentado y cilindrado mediante estudio de tiempos y movimientos disminuye en un 30% los tiempos de mecanizado.

3.5.1 Operacionalización de variables

Tabla 2*Operacionalización*

Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Definición
Variable dependiente	Tiempos	Tiempo estándar	$TE = TN * (S + 1)$	La estandarización de procesos incluye diseñar, crear y seleccionar los mejores métodos para la fabricación de un producto.
Estandarización del proceso	Movimientos	Movimientos necesarios	Diagrama analítico	
Variable independiente	Estudio de tiempos	Tiempo normal Tiempo estándar	Cronómetro	El estudio de tiempos determina el tiempo necesario para que un usuario complete una tarea con las herramientas adecuadas, mientras que el estudio de movimientos mejora la eficiencia eliminando movimientos innecesarios y establece una secuencia óptima.
Estudio de tiempos y movimientos	Estudio de movimientos	Movimientos necesarios Movimientos innecesarios	Therbligs	

3.6 Métodos de análisis y procesamiento de datos

3.6.1 Procedimiento de la investigación

La investigación actual se direcciona:

- a) Se empezó a percibir el estado presente de la nueva nave de ingeniería industrial.
- b) Se cumplió un estudio de tiempos y movimientos al proceso de refrentado y cilindrado, sabiendo que los usuarios no tienen conocimientos de mecanizado.
- c) Se desarrolló un diagrama de flujo con el objetivo de cumplir con el proceso de refrentado y cilindrado, con el objetivo de que los usuarios disminuyan tiempos y no hagan movimientos innecesarios.
- d) Se efectivizó un nuevo estudio de tiempos y movimientos al proceso de refrentado y cilindrado.
- e) Se desarrolló y se propuso el estándar del proceso de refrentado y cilindrado.
- f) Se documentó cada uno de los procedimientos para ser respaldada la investigación.

3.6.2 Procesamiento y análisis de datos

Para la realización de la estandarización, iniciamos con la selección del proceso de mecanizado, luego registramos toda la información relevante en su estado actual. Seguido de eso examinamos cuidadosamente la información registrada para comprender de mejor manera como se está llevando a cabo el proceso y así identificar ineficiencias. Después ideamos y establecemos nuevos métodos de mejora, lo que puede incluir en la simplificación de tareas, eliminación de pasos innecesarios y la incorporación de nuevas herramientas, una vez definidos los métodos de mejora procedemos a definir el método estandarizado el cual se va a implementar, es aquí donde se va a documentar clara y ordenadamente el nuevo proceso. Finalmente implantamos el método estandarizado en el entorno práctico, realizamos capacitaciones y supervisamos el proceso inicial para garantizar el cumplimiento.

CAPÍTULO IV

4 Resultados y discusión

4.1 Resultados de la situación actual de la nave

Durante la presente investigación se efectivizaron diversas actividades con el objetivo de alcanzar un método de trabajo con sus actividades detalladas para alcanzar los objetivos relacionados con la estandarización de procesos de mecanizado.

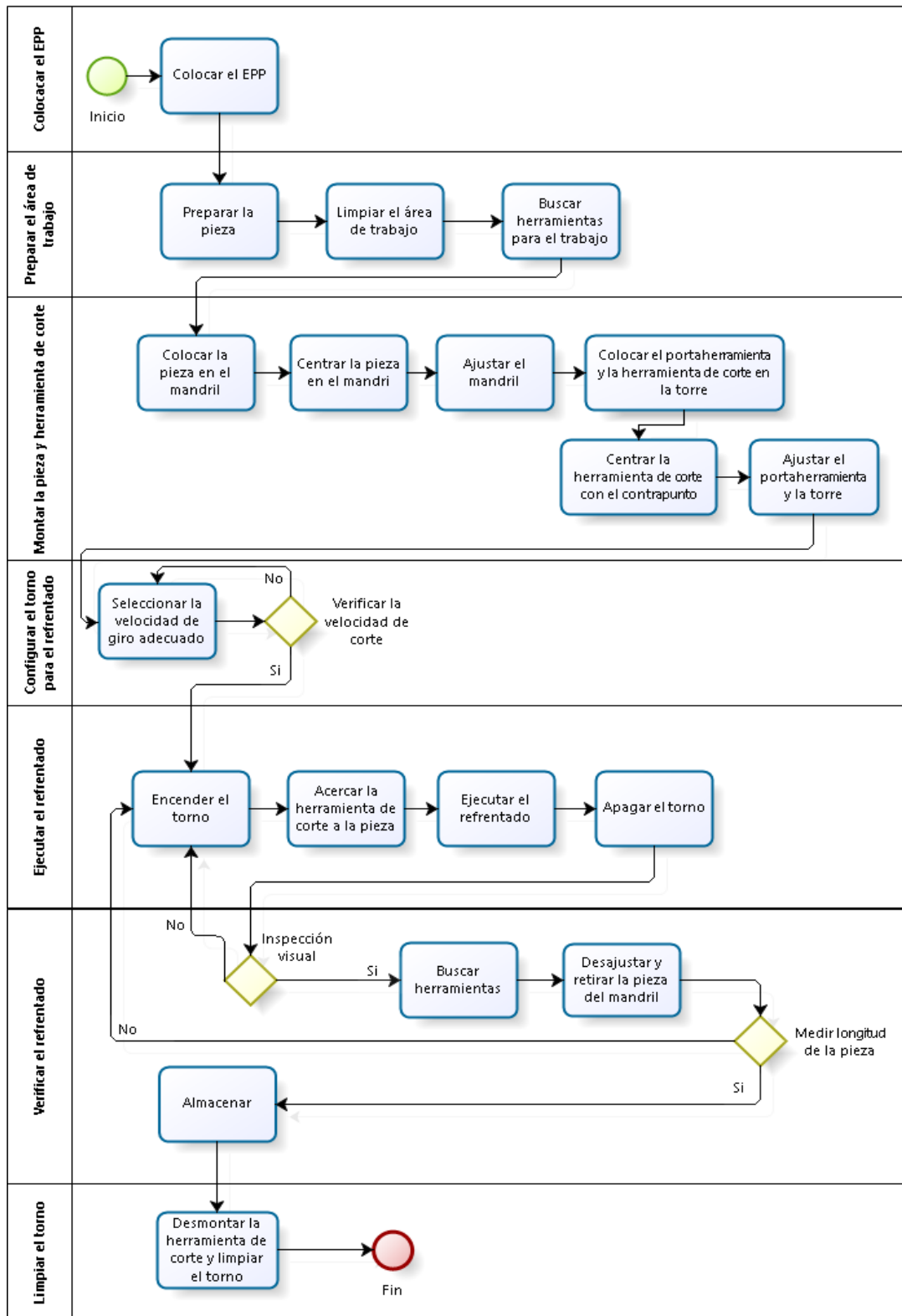
Por otra parte, notamos que la nave de Ingeniería Industrial no cuenta con procesos estandarizados de mecanizado. Esta carencia de documentos de guía deja a los usuarios sin un método de trabajo claro y por ende no conocen las actividades que deben llevar a cabo durante el proceso de mecanizado de refrentado y cilindrado, mismas que generan confusión y hacen que los procesos se vuelvan difíciles incurriendo en tiempos improductivos, movimientos innecesarios y desperdicio de materiales, los usuarios pueden producir componentes que no cumplen con los estándares requeridos o que presentan defectos y resultando en retrabajo.

4.1.1 Diagrama de flujo para el proceso de refrentado y cilindrado

El Laboratorio de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional de Chimborazo no cuenta con un diagrama de flujo que muestre la secuencia de actividades para estos procesos de mecanizado, esta carencia dificulta la comprensión y seguimiento del proceso, así como la identificación de posibles áreas de mejora. Por lo que, mediante la observación se identificó y registro las actividades y elementos del proceso desde la preparación inicial hasta la finalización del mecanizado, una vez recopilada toda la información se procedió a estructurar el diagrama de flujo de manera secuencial, el cual nos permite visualizar y analizar cada etapa del proceso de manera clara y ordenada, identificando así los puntos críticos del proceso como también movimientos ineficientes.

Figura 3

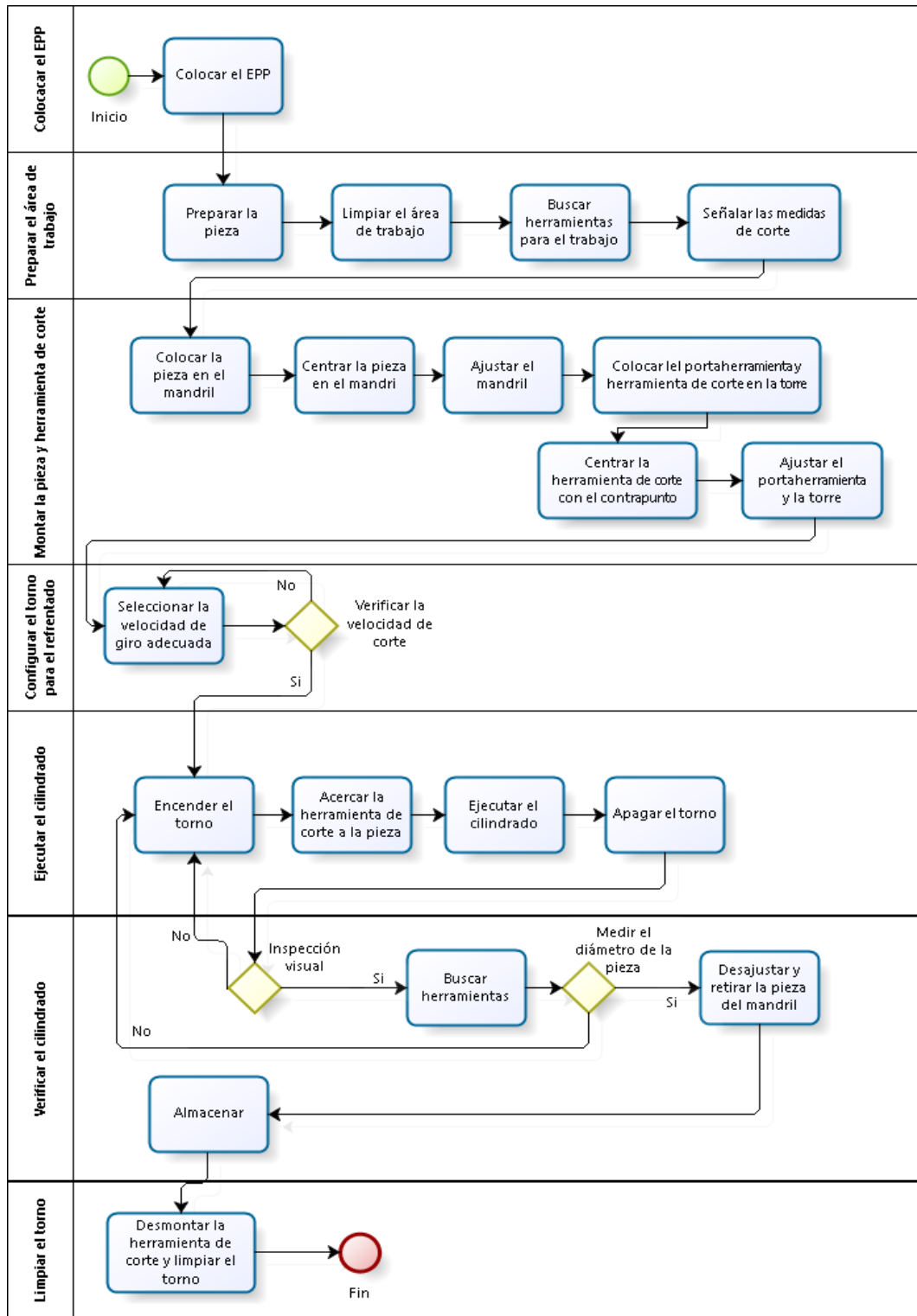
Diagrama de flujo del proceso mecánico de refrentado



Nota. La siguiente figura presenta el desarrollo del proceso de refrentado observado.

Figura 4

Diagrama de flujo del proceso mecánico de cilindrado



Nota. La figura muestra todo el proceso de cilindrado observado a través de los usuarios.

4.1.2 Análisis de tiempo del proceso de refrentado y cilindrado

La tabla 3 presenta el análisis del estudio de tiempos del proceso de refrentado y la tabla 6 el análisis del estudio de tiempos del correspondiente proceso de cilindrado, mismo que se desarrolló mediante la utilización de cámaras de video para registrar las actividades, que posteriormente se analizaron mediante cronómetros de vuelta cero. Así pues, para el número de observaciones se partió de lo mencionado por Bermeo & Roldán (2014), argumentan que “para el número de ciclos a cronometrar se partió del método de Maytag-Company el cual sugiere realizar un estudio parcial de análisis registrando 10 ciclos para trabajos menores a 2 minutos y de 5 ciclos para trabajos mayores a 2 minutos”. Entonces para el estudio de tiempos se tomó 10 ciclos para todas las actividades ya que en su gran mayoría duran menos de 2 minutos.

Una vez que registramos el tiempo de los usuarios calculamos el tiempo observado con la ecuación 1, luego encontramos el factor de calificación para lo cual se utilizó el sistema Westinghouse (anexo 1) para estimar el adecuado ritmo de trabajo, considerando varios aspectos: esfuerzo, condiciones, habilidad y consistencia. Después de realizar la valoración se determina el tiempo normal mediante la ecuación 2, posteriormente se asigna los suplementos el cual es un porcentaje que se añade por condiciones de trabajo teniendo en cuenta que para ello realizamos un promedio de entre las mujeres y hombres, esto a causa de que en el curso con el cual se está realizando el estudio participan 15 hombres y 10 mujeres. Posteriormente determinamos el tiempo estándar en base a la ecuación 3.

Entonces al hablar del proceso de refrentado actual obtenemos un tiempo observado de 24,49 minutos, determinando un tiempo normal de 26,36 minutos, junto a ello se determinó un tiempo estándar de 29,69 minutos. Mientras que para el proceso de cilindrado actual se determinó los siguientes valores: tiempo observado de 42,50 minutos, con un tiempo normal de 42,78 minutos y un tiempo estándar de 50,26 minutos.

Tabla 3*Estudio de tiempos del proceso de refrentado*

Actividad	Proceso: refrentado	Ciclos tomados en minutos										Promedio TO	Valoración FC	Tiempo normal (To*v)	Suplementos (%)	Tiempo estándar
		Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9					
Colocar el EPP	Colocar del EPP	3,86	4,08	3,57	4,07	4,18	4,51	4,41	4,33	4,38	4,25	4,16	1,16	4,83	0,06	5,12
Preparar el área de trabajo	Preparar la pieza	1,03	0,88	0,90	0,83	0,86	0,95	0,84	0,92	0,85	1,00	0,91	1,00	1,83	0,10	2,01
	Limpiar el área de trabajo	0,19	0,20	0,20	0,22	0,21	0,18	0,22	0,22	0,19	0,18	0,20				
	Buscar herramientas para el trabajo	0,63	0,70	0,69	0,67	0,80	0,67	0,74	0,81	0,75	0,74	0,72				
Montar la pieza y herramienta de corte	Colocar la pieza en el mandril	0,15	0,19	0,17	0,18	0,17	0,16	0,16	0,18	0,15	0,18	0,17	0,95	4,67	0,10	5,13
	Centrar la pieza en el mandril	0,40	0,45	0,41	0,41	0,40	0,49	0,48	0,45	0,41	0,48	0,44				

	Ajustar el mandril	0,23	0,24	0,19	0,24	0,20	0,23	0,24	0,23	0,24	0,19	0,22				
	Colocar el portaherramienta y la herramienta de corte en la torre	0,15	0,18	0,16	0,16	0,15	0,19	0,19	0,17	0,19	0,18	0,17				
	Centrar la herramienta de corte con el contrapunto	3,20	2,92	3,34	3,02	3,34	3,75	2,95	3,57	3,00	2,80	3,19				
	Ajustar el portaherramienta y la torre	0,67	0,70	0,66	0,82	0,80	0,75	0,68	0,64	0,72	0,78	0,72				
Configurar el torno para el refrentado	Seleccionar la velocidad de giro adecuada	0,72	0,82	0,76	0,72	0,89	0,83	0,87	0,74	0,82	0,90	0,81	0,91	0,80	0,10	0,87
	Verificar la velocidad de corte	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,08	0,07	0,07	0,07				
Ejecutar el refrentado	Encender el torno	0,55	0,43	0,45	0,50	0,48	0,45	0,48	0,50	0,43	0,55	0,48	1,11	7,42	0,22	9,05
	Acercar la herramienta de corte a la pieza	0,40	0,35	0,38	0,42	0,37	0,40	0,36	0,39	0,34	0,45	0,39				

	Ejecutar el refrentado	5,50	6,05	6,15	4,77	5,70	4,80	5,10	4,81	5,60	4,54	5,30				
	Apagar el torno	0,45	0,58	0,55	0,50	0,57	0,53	0,48	0,47	0,50	0,49	0,51				
Verificar el refrentado	Inspección visual	0,10	0,09	0,09	0,10	0,08	0,08	0,09	0,09	0,08	0,08	0,09	1,14	1,76	0,11	1,96
	Buscar herramientas	0,84	1,02	0,79	0,87	1,00	0,89	0,84	0,91	0,95	0,98	0,91				
	Desajustar y retirar la pieza del mandril	0,24	0,19	0,24	0,20	0,22	0,21	0,23	0,24	0,24	0,24	0,23				
	Medir la longitud de la pieza	0,25	0,20	0,23	0,20	0,22	0,21	0,24	0,25	0,22	0,23	0,23				
	Almacenar	0,10	0,09	0,11	0,10	0,11	0,10	0,09	0,10	0,09	0,11	0,10				
Limpiar el torno	Desmontar la herramienta de corte y limpiar el torno	4,50	4,54	4,30	4,00	4,25	4,30	4,35	5,00	4,36	5,20	4,48	1,13	5,06	0,10	5,54
Total													24,49	26,36		29,69

Nota. Esta tabla muestra todo el estudio de tiempos para el proceso de refrentado, desde la toma de tiempo según su naturaleza, tiempo observado (TO), factor de calificación (FC), tiempo normal, suplementos y el tiempo estándar.

Tabla 4*Calificación del desempeño del proceso de refrentado*

Calificación del desempeño del proceso de refrentado			
Colocar EPP			
Habilidad	Buena	C1	0,06
Esfuerzo	Bueno	C1	0,05
Condiciones	Excelentes	B	0,04
Consistencia	Buena	C	0,01
Total (C)=			0,16
Preparar el área de trabajo			
Habilidad	Aceptable	E1	-0,05
Esfuerzo	Bueno	C2	0,02
Condiciones	Buenas	C	0,02
Consistencia	Buena	C	0,01
Total (C)=			0
Montar la pieza y herramienta de corte			
Habilidad	Deficiente	F1	-0,16
Esfuerzo	Excelente	B1	0,10
Condiciones	Regulares	D	0,00
Consistencia	Buena	C	0,01
Total (C)=			-0,05
Configurar el torno para el refrentado			
Habilidad	Deficiente	F1	-0,16
Esfuerzo	Bueno	C1	0,05
Condiciones	Buenas	C	0,02
Consistencia	Regular	D	0,00
Total (C)=			-0,09
Ejecutar el refrentado			
Habilidad	Regular	D	0,00
Esfuerzo	Excelente	B1	0,1
Condiciones	Regulares	D	0,00
Consistencia	Buena	C	0,01

<hr/>			
Total (C)=			0,11
Verificar el refrentado			
Habilidad	Buena	C1	0,06
Esfuerzo	Bueno	C1	0,05
Condiciones	Buenas	C	0,02
Consistencia	Buena	C	0,01
Total (C)=			0,14
Finalizar y limpiar el torno			
Habilidad	Buena	C1	0,06
Esfuerzo	Bueno	C1	0,05
Condiciones	Buenas	C	0,02
Consistencia	Regular	D	0,00
Total (C)=			0,13
<hr/>			

Nota. Esta tabla visualiza la calificación de desempeño para cada actividad del proceso.

Tabla 5

Suplementos para el proceso de refrentado

Suplementos del proceso de refrentado					
Suplementos	Hombre	Mujer	% Hombre	% Mujer	Promedio
Colocar EPP					
Por necesidades personales	5	7	0,05	0,07	0,06
Preparar el área de trabajo					
Por necesidades personales	5	7	0,05	0,07	0,06
Trabajar de pie	2	4	0,02	0,04	0,03
Proceso bastante complejo	1	1	0,01	0,01	0,01
Trabajo algo aburrido	0	0	0	0	0
Total	8	12	0,08	0,12	0,10
Montar la pieza y herramienta de corte					
Por necesidades personales	5	7	0,05	0,07	0,06
Trabajar de pie	2	4	0,02	0,04	0,03
Trabajos de cierta precisión	0	0	0	0	0
<hr/>					

Proceso bastante complejo	1	1	0,01	0,01	0,01
Total	8	12	0,08	0,12	0,1
Configurar el torno para el refrentado					
Por necesidades personales	5	7	0,05	0,07	0,06
Trabajar de pie	2	4	0,02	0,04	0,03
Trabajos de cierta precisión	0	0	0	0	0
Proceso bastante complejo	1	1	0,01	0,01	0,01
Total	8	12	0,08	0,12	0,1
Ejecutar el refrentado					
Por necesidades personales	5	7	0,05	0,07	0,06
Suplemento por fatiga	4	7	0,04	0,07	0,06
Trabajar de pie	2	4	0,02	0,04	0,03
Por postura anormal (inclinado)	2	3	0,02	0,03	0,03
Trabajos de precisión o fatigosa	2	2	0,02	0,02	0,02
Ruido intermitente y fuerte	2	2	0,02	0,02	0,02
Proceso bastante complejo	1	1	0,01	0,01	0,01
Total	18	26	0,18	0,26	0,22
Verificar el refrentado					
Por necesidades personales	5	7	0,05	0,07	0,06
Trabajar de pie	2	4	0,02	0,04	0,03
Trabajos de precisión o fatigosa	2	2	0,02	0,02	0,02
Trabajo algo monótono	0	0	0	0	0
Total	9	13	0,09	0,13	0,11
Finalizar y limpiar el torno					
Por necesidades personales	5	7	0,05	0,07	0,06
Ligeramente incomodo	0	1	0	0,01	0,01
Trabajar de pie	2	4	0,02	0,04	0,03
Trabajo algo aburrido	0	0	0	0	0
Total	7	12	0,07	0,12	0,10

Nota. La tabla demuestra los suplementos añadidos al proceso en base a las actividades y condiciones que realizan.

Tabla 6*Estudio de tiempos del proceso de cilindrado*

Actividad	Proceso: cilindrado	Elemento	Ciclos tomados en minutos										Promedio TO	Valoración FC	Tiempo normal (To*v)	Suplementos (%)	Tiempo estándar
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Colocar el EPP	Colocar del EPP		3,83	3,58	4,47	3,73	4,06	4,41	3,79	4,25	4,37	3,80	4,03	1,05	4,23	0,06	4,48
Preparar el área de trabajo	Preparar la pieza		0,98	1,04	0,90	0,99	1,10	0,89	1,11	0,92	1,07	1,05	1,01	0,93	3,91	0,10	4,30
	Limpiar el área de trabajo		0,17	0,20	0,16	0,18	0,19	0,18	0,17	0,19	0,20	0,18	0,18				
	Buscar herramientas para el trabajo		0,80	0,96	0,85	1,00	0,84	0,89	0,90	0,87	0,80	0,82	0,87				
	Señalar las medidas de corte		1,96	2,37	1,99	2,12	1,98	2,07	2,33	2,25	2,40	1,98	2,15				
Montar la pieza y el mandril	Colocar la pieza en el mandril		0,24	0,20	0,23	0,21	0,21	0,25	0,20	0,21	0,22	0,23	0,22	0,96	4,81	0,10	5,29

herramienta de corte	Centrar la pieza en el mandril	0,50	0,46	0,54	0,51	0,49	0,60	0,58	0,55	0,54	0,56	0,53				
	Ajustar el mandril	0,23	0,29	0,25	0,27	0,22	0,26	0,29	0,27	0,25	0,26	0,26				
	Colocar el portaherramienta y la herramienta de corte en la torre	0,12	0,14	0,13	0,15	0,12	0,13	0,14	0,12	0,12	0,14	0,13				
	Centrar la herramienta de corte con el contrapunto	2,97	3,20	3,26	2,78	3,58	3,48	2,98	2,95	2,90	3,28	3,14				
	Ajustar el portaherramienta y la torre	0,66	0,70	0,82	0,79	0,65	0,77	0,68	0,72	0,80	0,71	0,73				
Configurar el torno para el cilindrado	Seleccionar la velocidad de giro adecuada	0,59	0,74	0,68	0,71	0,65	0,57	0,70	0,73	0,73	0,68	0,68	0,88	0,67	0,10	0,73
	Verificar la velocidad de corte	0,07	0,08	0,09	0,08	0,07	0,08	0,09	0,09	0,07	0,08	0,08				
Ejecutar el	Encender el torno	0,50	0,57	0,49	0,45	0,48	0,49	0,52	0,48	0,58	0,59	0,52	1,00	22,48	0,25	28,09

cilindrado	Acercar la herramienta de corte a la pieza	0,42	0,45	0,37	0,38	0,40	0,43	0,41	0,48	0,39	0,45	0,42					
	Ejecutar el cilindrado	18,98	20,15	24,16	21,25	22,42	21,54	19,67	20,13	18,97	23,05	21,03					
	Apagar el torno	0,56	0,48	0,47	0,49	0,55	0,58	0,52	0,48	0,45	0,52	0,51					
Verificar el cilindrado	Inspección visual	0,10	0,08	0,09	0,09	0,08	0,10	0,08	0,10	0,09	0,10	0,09	1,14	1,87	0,11	2,08	
	Buscar herramientas	0,97	1,05	0,95	1,03	0,90	0,97	1,10	0,89	1,12	0,99	1,00					
	Desajustar y retirar la pieza del mandril	0,25	0,20	0,23	0,20	0,22	0,21	0,24	0,25	0,24	0,23	0,23					
	Medir la longitud de la pieza	0,22	0,23	0,20	0,19	0,21	0,23	0,24	0,20	0,19	0,23	0,21					
	Almacenar	0,12	0,10	0,12	0,11	0,11	0,13	0,12	0,12	0,11	0,10	0,11					
Limpiar el torno	Desmontar la herramienta de corte y limpiar el torno	4,25	3,95	4,30	4,00	4,25	4,30	4,35	5,00	4,36	5,00	4,38	1,10	4,81	0,10	5,27	
Total											42,50	42,78	50,26				

Nota. Esta tabla muestra todo el estudio de tiempos para el proceso de cilindrado, desde la toma de tiempo según su naturaleza, tiempo observado (TO), factor de calificación (FC), tiempo normal, suplementos y el tiempo estándar.

Tabla 7*Calificación del desempeño del proceso de cilindrado*

Calificación del desempeño del proceso de cilindrado			
Colocar EPP			
Habilidad	Buena	C1	0,06
Esfuerzo	Aceptable	E1	-0,04
Condiciones	Buenas	C	0,02
Consistencia	Buena	C	0,01
Total (C)=			0,05
Preparar el área de trabajo			
Habilidad	Aceptable	E1	-0,05
Esfuerzo	Regular	D	0
Condiciones	Aceptables	E	0,03
Consistencia	Buena	C	0,01
Total (C)=			-0,07
Montar la pieza y herramienta de corte			
Habilidad	Aceptable	E2	-0,10
Esfuerzo	Bueno	C1	0,05
Condiciones	Regulares	D	0,00
Consistencia	Buena	C	0,01
Total (C)=			-0,04
Configurar el torno para el cilindrado			
Habilidad	Deficiente	F1	-0,16
Esfuerzo	Bueno	C2	0,02
Condiciones	Buenas	C	0,02
Consistencia	Regular	D	0,00
Total (C)=			-0,12
Ejecutar el cilindrado			
Habilidad	Regular	D	0,00
Esfuerzo	Bueno	C2	0,02
Condiciones	Aceptables	E	-0,03
Consistencia	Buena	C	0,01

Total (C)=			0
Verificar el cilindrado			
Habilidad	Buena	C1	0,06
Esfuerzo	Bueno	C1	0,05
Condiciones	Buenas	C	0,02
Consistencia	Buena	C	0,01
Total (C)=			0,14
Finalizar y limpiar el torno			
Habilidad	Buena	C1	0,06
Esfuerzo	Bueno	C2	0,02
Condiciones	Buenas	C	0,02
Consistencia	Regular	D	0,00
Total (C)=			0,10

Nota. Esta tabla muestra la calificación de desempeño para cada actividad del proceso.

Tabla 8

Suplementos para el proceso de cilindrado

Suplementos del proceso de cilindrado					
Suplementos	Hombre	Mujer	% Hombre	% Mujer	Promedio
Colocar EPP					
Por necesidades personales	5	7	0,05	0,07	0,06
Preparar el área de trabajo					
Por necesidades personales	5	7	0,05	0,07	0,06
Trabajar de pie	2	4	0,02	0,04	0,03
Proceso bastante complejo	1	1	0,01	0,01	0,01
Trabajo algo aburrido	0	0	0	0	0
Total	8	12	0,08	0,12	0,10
Montar la pieza y herramienta de corte					
Por necesidades personales	5	7	0,05	0,07	0,06
Trabajar de pie	2	4	0,02	0,04	0,03
Trabajos de cierta precisión	0	0	0	0	0
Proceso bastante complejo	1	1	0,01	0,01	0,01

Total	8	12	0,08	0,12	0,1
Configurar el torno para el cilindrado					
Por necesidades personales	5	7	0,05	0,07	0,06
Trabajar de pie	2	4	0,02	0,04	0,03
Trabajos de cierta precisión	0	0	0	0	0
Proceso bastante complejo	1	1	0,01	0,01	0,01
Total	8	12	0,08	0,12	0,1
Ejecutar el cilindrado					
Por necesidades personales	5	7	0,05	0,07	0,06
Suplemento por fatiga	4	7	0,04	0,07	0,06
Trabajar de pie	2	4	0,02	0,04	0,03
Por postura anormal (inclinado)	2	3	0,02	0,03	0,03
Trabajos de precisión o fatigosa	2	2	0,02	0,02	0,02
Ruido intermitente y fuerte	2	2	0,02	0,02	0,02
Proceso complejo: atención en exceso	4	4	0,04	0,04	0,04
Total	21	29	0,21	0,29	0,25
Verificar el cilindrado					
Por necesidades personales	5	7	0,05	0,07	0,06
Trabajar de pie	2	4	0,02	0,04	0,03
Trabajos de precisión o fatigosa	2	2	0,02	0,02	0,02
Trabajo algo monótono	0	0	0	0	0
Total	9	13	0,09	0,13	0,11
Limpiar el torno					
Por necesidades personales	5	7	0,05	0,07	0,06
Ligeramente incomodo	0	1	0	0,01	0,01
Trabajar de pie	2	4	0,02	0,04	0,03
Trabajo algo aburrido	0	0	0	0	0
Total	7	12	0,07	0,12	0,10

Nota. La tabla muestra los suplementos añadidos al proceso en base a las actividades y condiciones realizadas.

4.1.3 Análisis de movimientos del proceso de refrentado y cilindrado

Al notar que la nave Ingeniería Industrial no cuenta con un diagrama analítico, tanto para el proceso de refrentado (figura 5), como el de cilindrado (figura 6), se procedió a elaborarlo partiendo desde los tiempos obtenidos de las actividades realizadas, ya que este es crucial para identificar los problemas y visualizar el flujo del trabajo, con el fin de mejorar los tiempos y movimientos.

Figura 5

Diagrama analítico del proceso de refrentado

Actividades	Diagrama Analítico del Proceso de Refrentado				Resumen					Observaciones	
	Ubicación:				Símbolo	Actividad	Act.				
	Actividad: Proceso de refrentado.				●	Operación	16				
	Fecha: 2023-04-16.				➔	Transporte	0				
	Nombre del operario:				■	Inspección	3				
	Elaborado por: Esparza Jonathan, Ramos Joel.				◐	Espera	2				
	Comentarios:				▼	Almacenamiento	1				
					Total de actividades realizadas		22				
				Símbolos del proceso de refrentado							
Elementos		Cantidad	Distancia en metros	Tiempo en minutos	●	➔	■	◐	▼		
Colocar EPP	Colocar el EPP	1		5,12	●						
Preparar el área de trabajo	Preparar la pieza	1		2,01	●						
	Limpiar el área de trabajo	1			●						
	Buscar herramientas para el trabajo	1			●					Falta de herramientas	
Montar la pieza y herramienta de corte	Colocar la pieza en el mandril	1		5,13	●						
	Centrar la pieza en el mandril	1			●						
	Ajustar el mandril	1			●						
	Colocar el portaherramienta y la herramienta de corte en la torre	1			●					Portaherramienta de distinto tamaño	
	Centrar la herramienta de corte con el contrapunto	1			●						
	Ajustar el portaherramienta y la torre	1			●						
Configurar el torno para el refrentado	Seleccionar la velocidad de giro adecuada	1		0,87	●						
	Verificar la velocidad de corte	1			●						
Ejecutar el refrentado	Encender el torno	1	8	9,05	●						
	Acercar la herramienta de corte a la pieza	1			●						
	Ejecutar el refrentado	1			●						
	Apagar el torno	1	8		●						
Verificar el refrentado	Inspeccion visual	1		1,96	●						
	Buscar herramientas	1			●					Falta de herramientas	
	Desajustar y retirar la pieza del mandril	1			●						
	Medir la longitud de la pieza	1			●						
	Almacenar	1			●						
Finalizar y limpiar el torno	Desmontar la herramienta de corte y limpiar el torno	1		5,54	●						
Total		22		29,69							

Nota. La figura muestra el tiempo estándar del proceso de refrentado, así como también el tiempo estándar de cada actividad y adicional a ello se representa el flujograma según el lenguaje de símbolos de ingeniería de métodos.

Figura 6

Diagrama analítico del proceso de cilindrado

Diagrama Analítico del Proceso de Cilindrado					Resumen					Observaciones			
Ubicación:					Símbolo	Actividad	Act.						
Actividad: Proceso de refrentado.					●	Operación	17						
Fecha: 2023-04-16.					➔	Transporte	0						
Nombre del operario:					■	Inspección	3						
Elaborado por: Esparza Jonathan, Ramos Joel.					◐	Espera	2						
Comentarios:					▼	Almacenamiento	1						
Total de actividades realizadas					23								
Descripción del proceso					Cantidad	Distancia en metros	Tiempo en minutos	Símbolos del proceso de cilindrado					
								●	➔		■	◐	▼
Colocar EPP	Colocar el EPP	1		4,48				●					
Preparar el área de trabajo	Preparar la pieza	1		4,30				●					
	Limpiar el área de trabajo	1											
	Buscar herramientas para el trabajo	1										Falta de herramientas	
	Señalar las medidas de corte	1											
Montar la pieza y herramienta de corte	Colocar la pieza en el mandril	1		5,29				●					
	Centrar la pieza en el mandril	1											
	Ajustar el mandril	1											
	Colocar el portaherramienta y la herramienta de corte en la torre	1										Portaherramienta de distinto tamaño	
	Centrar la herramienta de corte con el contrapunto	1											
	Ajustar el portaherramienta y la torre	1											
Configurar el torno para el cilindrado	Seleccionar la velocidad de giro adecuada	1		0,73				●					
	Verificar la velocidad de corte	1											
Ejecutar el cilindrado	Encender el torno	1	8	28,09				●					
	Acercar la herramienta de corte a la pieza	1											
	Ejecutar el cilindrado	1											
	Apagar el torno	1	8						●				
Verificar el cilindrado	Inspeccion visual	1		2,08				●				Falta de herramientas	
	Buscar herramientas	1											
	Medir el diámetro de la pieza	1											
	Desajustar y retirar la pieza del mandril	1							●				
	Almacenar	1											
Finalizar y limpiar el	Desmontar la herramienta de corte y limpiar el torno	1		5,27				●					
Total		23		50,26									

Nota. La figura muestra el tiempo estándar del proceso de cilindrado, además de ello el tiempo estándar de cada actividad y adicionalmente el flujograma según el lenguaje de símbolos de ingeniería de métodos.

4.1.4 Resumen comparativo del método actual vs método propuesto

Una vez realizado el estudio detallado de las actividades de mecanizado actuales identificando los movimientos innecesarios y por ende los tiempos improductivos, se procedió a diseñar procedimientos estandarizados, definiendo cada etapa del proceso desde la preparación de la máquina hasta la finalización del proceso, seguido de eso se procedió con la instalación de tableros y la implementación de herramientas faltantes como: herramientas de precisión y herramientas de fijación para los tornos, mismas que son importantes para la adecuada evolución de los procesos de cilindrado y refrentado, buscamos también nuevos métodos de mejora, lo que puede incluir en la simplificación de tareas y la eliminación de pasos innecesarios. Finalmente, con el método de trabajo propuesto estandarizado procedemos hacer un resumen comparativo, como se objetivista en la tabla 9 del proceso de refrentado y en la tabla 10 del proceso de cilindrado, empleando el método actual como el método propuesto.

Tabla 9

Tabla comparativa del proceso de refrentado

Proceso de refrentado		
Tiempo estándar actual	Actividad	Tiempo estándar propuesto
5,12	Colocar EPP	3,45
2,01	Preparar el área de trabajo	0,18
5,13	Montar la pieza y herramienta de corte	2,20
0,87	Configurar el torno para el cilindrado	0,16
9,05	Ejecutar el cilindrado	5,63
1,96	Verificar el cilindrado	1,15
5,54	Finalizar y limpiar el torno	2,04
29,69	Total	14,81

Nota. La siguiente tabla muestra la comparación entre el proceso actual y el método propuesto en la que se revela una reducción significativa en el tiempo de ciclo o tiempo estándar, con el método propuesto, el tiempo total del proceso se reduce a 14,81 minutos, comparado con los 29,69 minutos del método actual. Esto significa que la instalación de los tableros de herramientas y el mejoramiento del método ha permitido una reducción 14,88 minutos, lo que representa una disminución de 50,12% en el tiempo total.

Tabla 10

Tabla comparativa del proceso de cilindrado

Proceso de cilindrado		
Tiempo estándar actual	Actividad	Tiempo estándar propuesto
4,48	Colocar EPP	3,49
4,30	Preparar el área de trabajo	1,37
5,29	Montar la pieza y herramienta de corte	3,67
0,73	Configurar el torno para el cilindrado	0,39
28,09	Ejecutar el cilindrado	21,37
2,08	Verificar el cilindrado	1,01
5,27	Finalizar y limpiar el torno	2,15
50,26	Total	33,45

Nota. Como se puede observar, el método propuesto ha logrado una reducción significativa en el tiempo estándar, con el nuevo método, el tiempo se ha reducido a 33,45 minutos, en comparación con los 50,26 minutos que se registraban con el método actual. Los cambios implementados en el área de trabajo, junto con la eliminación de elementos innecesarios, han resultado en una reducción de 16,81 minutos, lo que representa una disminución del 33,45% en el tiempo total.

CAPÍTULO V

5 Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

- Se describió detalladamente cada uno de los procesos industriales de cilindrado y refrentado mediante la elaboración de un diagrama de flujo, lo cual facilitó la identificación precisa de los puntos críticos en el entorno práctico del Laboratorio de Máquinas Herramientas; entre los puntos críticos tenemos los elementos de preparar el área de trabajo, montar respectiva pieza y utensilios de corte, configurar la velocidad de corte y finalmente verificar el mecanizado, estos puntos generan problemas a los usuarios ya que al no tener organizada el área de trabajo presentan movimientos innecesarios, en la selección de la velocidad en el torno los usuarios suelen cometer errores debido a una mala maniobra u conocimiento lo que incurre en tiempos improductivos, a esto sumamos la falta de herramientas necesarias y disponibles para llevar a cabo controles. Este análisis exhaustivo, respaldado por una revisión bibliográfica profunda y la aplicación de conocimientos adquiridos durante la carrera, reveló las áreas donde los usuarios experimentan demoras significativas, afectando la eficiencia global del proceso.
- A través del estudio de tiempos y movimientos, se determinó que los usuarios realizan movimientos innecesarios, resultando en tiempos improductivos que afectan significativamente la eficiencia del proceso, la suma de estos resultan en un tiempo total exagerado para completar las tareas de mecanizado, además, se identificó un considerable desperdicio de materiales, ya sea por retrabajos o por falta de un método de trabajo estandarizado, para abordar esta problemática, se

diseñó un método optimizado que elimina movimientos que no aportan en la consecución del proceso.

- Se desarrollaron procedimientos estandarizados que detallan de manera clara y secuencial las actividades de mecanizado en los tornos paralelos, los mismos que mejoran el proceso de cilindrado un 33,45% y el proceso de refrentado en 50,12%. Estos procedimientos están específicamente diseñados para minimizar y eliminar movimientos innecesarios, como buscar y verificar, reduciendo así los tiempos improductivos asociados a estos elementos.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda la implementación de un sistema de revisión periódica del diagrama de flujo de los procesos de cilindrado y refrentado, permitiendo mantener actualizada la identificación de puntos críticos y áreas de demora, adaptándose a posibles cambios en el entorno del Laboratorio.
- Es apropiado establecer un programa de capacitación continua para los usuarios, enfocado en la eficiencia de movimientos y la reducción de tiempos improductivos, este programa debería incluir sesiones prácticas donde se demuestre el método optimizado de trabajo. En cuanto al desperdicio de materiales, se recomienda introducir prácticas de simulación previas al trabajo con materiales reales, lo que permitirá perfeccionar sus técnicas.
- Es recomendable el desarrollo de un manual de procedimientos estandarizados para las otras actividades de mecanizado en tornos paralelos, que esté disponible tanto en formato físico como digital, debe ser interactivo y fácil de entender, además, al igual que establecer un sistema de mejora continua donde los usuarios puedan proponer actualizaciones o mejoras a estos procedimientos basados en su experiencia práctica.

CAPÍTULO VI

6 Propuesta

6.1 Título de la propuesta

Estandarización de procesos industriales de mecanizado en función de los puestos de trabajo en los tornos paralelos de ingeniería industrial.

6.2 Elaboración de la propuesta

6.2.1 Datos generales

- **Universidad:** Universidad Nacional de Chimborazo.
- **Rector:** Nicolay Samaniego Erazo Ph.D.
- **Afiliaciones:** SENESCYT, CEDIA, RNIE.
- **Ubicación:** Riobamba.

6.2.2 Antecedentes

El Laboratorio de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional de Chimborazo es una instalación nueva que ha estado en funcionamiento desde 2023, éste alberga las máquinas y herramientas que anteriormente se encontraban en el Laboratorio 301 del bloque D, también cuenta con pasillos amplios, buena ventilación e iluminación óptima, sin embargo, a pesar de estas mejoras, el mismo enfrenta ciertos desafíos.

Para las prácticas de procesos industriales en torno, el Laboratorio carece de métodos estandarizados que proporcionen una guía clara para llevar a cabo las actividades, mismo que representa una barrera significativa para la eficiencia y el aprendizaje de los usuarios, aunque el Laboratorio cuenta con cinco tornos, en comparación con los tres tornos que había anteriormente, no dispone de suficientes herramientas necesarias para operar estas máquinas de manera simultánea y efectiva, además, la organización de las

herramientas es deficiente, no existe un sistema designado para el almacenamiento y la identificación de las herramientas, lo que provoca que los usuarios a menudo tengan que esperar a que las herramientas estén disponibles, esta falta de organización no solo causa demoras, sino que también afecta negativamente la experiencia de aprendizaje, ya que los usuarios no pueden maximizar el tiempo de práctica en las máquinas.

6.2.3 *Justificación del estudio*

La presente propuesta tiene como objetivo principal abordar la estandarización de los procesos industriales de mecanizado en los tornos paralelos de la nave de Ingeniería Industrial, esta iniciativa busca mejorar la eficiencia y productividad al identificar y reducir actividades que generan tiempos improductivos y movimientos innecesarios.

El estudio se centra en dos procesos clave: el refrentado y el cilindrado, a través de la implementación de procedimientos estandarizados, se pretende optimizar los procesos antes mencionados, garantizando una guía para así mejorar la eficiencia operativa y un entorno de trabajo más organizado.

Al reducir los tiempos improductivos y eliminar innecesarios, se espera lograr un impacto positivo en el entorno práctico, permitiendo que los recursos se utilicen de manera más efectiva, en última instancia, esta propuesta no solo beneficiara a la institución al mejorar sus procesos internos, sino que también preparará mejor a los futuros ingenieros para enfrentar los desafíos del entorno industrial real.

6.2.4 *Objetivos del estudio*

6.2.4.1 *Objetivo general*

Estandarizar los procesos industriales de mecanizado en función de los puestos de trabajo en los tornos paralelos de ingeniería industrial.

6.2.4.2 Objetivos específicos

- Identificar las actividades que están causando tiempos improductivos y movimientos innecesarios en el proceso de mecanizado.
- Establecer procedimientos estandarizados para los procesos de refrentado y cilindrado en la nave de Ingeniería Industrial.
- Evaluar el impacto de la estandarización en la eficiencia operativa en los procesos de cilindrado y refrentado.

6.2.5 Descripción de las actividades

Partimos de un análisis exhaustivo de la situación actual del Laboratorio con el objetivo de identificar áreas de mejora, a partir de este análisis, simplificamos las tareas y establecimos un método que reduce los movimientos innecesarios, lo que optimiza el proceso. Para mejorar aún más el entorno de trabajo, instalamos tableros de herramientas, asegurando que todos los instrumentos estén organizados y accesibles, de manera que se pueda mantener un espacio de trabajo limpio y ordenado que no solo facilite las operaciones, sino que también mejore la concentración y el bienestar de los usuarios.

Posteriormente, socializamos el método propuesto con todos los involucrados para asegurar una comprensión completa, luego realizamos una medición detallada del trabajo a través del estudio de tiempos y movimientos, lo que nos permitió obtener datos precisos sobre la eficiencia de los procesos.

Finalmente, comparamos el impacto del método propuesto con el método actual, a lo que se demostró una mejora significativa en la eficiencia y una reducción de los tiempos de operación, validando así la efectividad de las mejoras implementadas, esta serie de acciones no solo optimiza el funcionamiento del Laboratorio, sino que también proporciona un entorno de aprendizaje más efectivo y seguro para los usuarios.

6.2.6 Diagrama de flujo para el proceso de refrentado y cilindrado propuesto

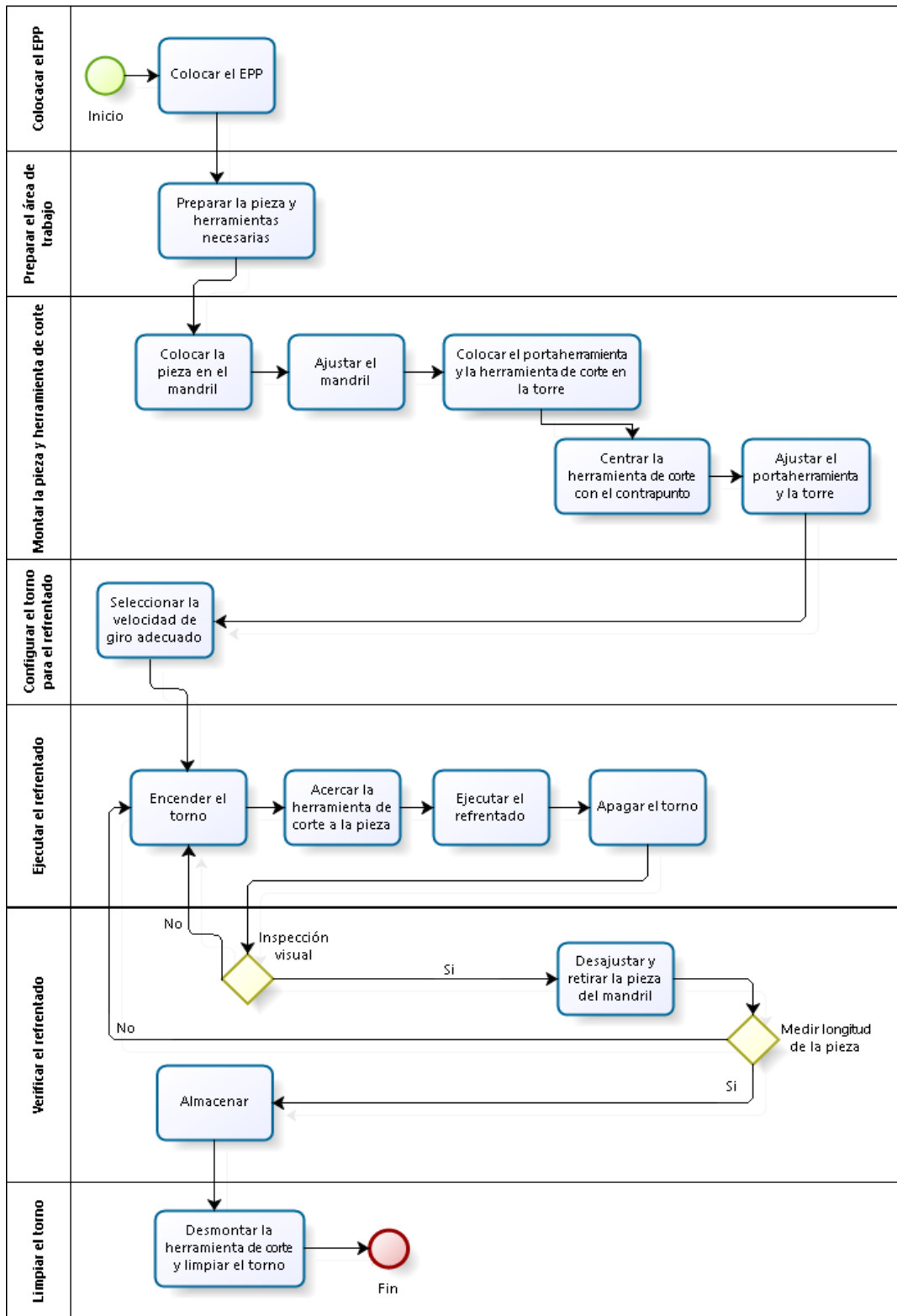
En el flujograma propuesto tanto para el proceso de refrentado como el de cilindrado, se pueden apreciar claramente los cambios significativos realizados en los procesos, uno de los principales avances fue la eliminación de movimientos innecesarios, lograda mediante la instalación de tableros para organizar las herramientas.

Antes de esta mejora, los usuarios pierden tiempo valioso buscando las herramientas necesarias para llevar a cabo sus tareas, al implementar los tableros, cada herramienta tiene su lugar específico, lo que facilita su localización y uso inmediato, no solo reduce el tiempo necesario para completar las actividades, sino que también mejora la eficiencia de este, permitiéndole centrarse en su trabajo sin interrupciones.

Además, este cambio está alineado con la metodología 5S, que promueve un entorno de trabajo limpio y organizado, al mantener las herramientas y el área de trabajo en perfecto orden, no solo se mejora la productividad, sino también la seguridad y la calidad del trabajo realizado, decimos que un área de trabajo organizada reduce el riesgo de errores y accidentes, y contribuye a un ambiente más agradable.

Figura 7

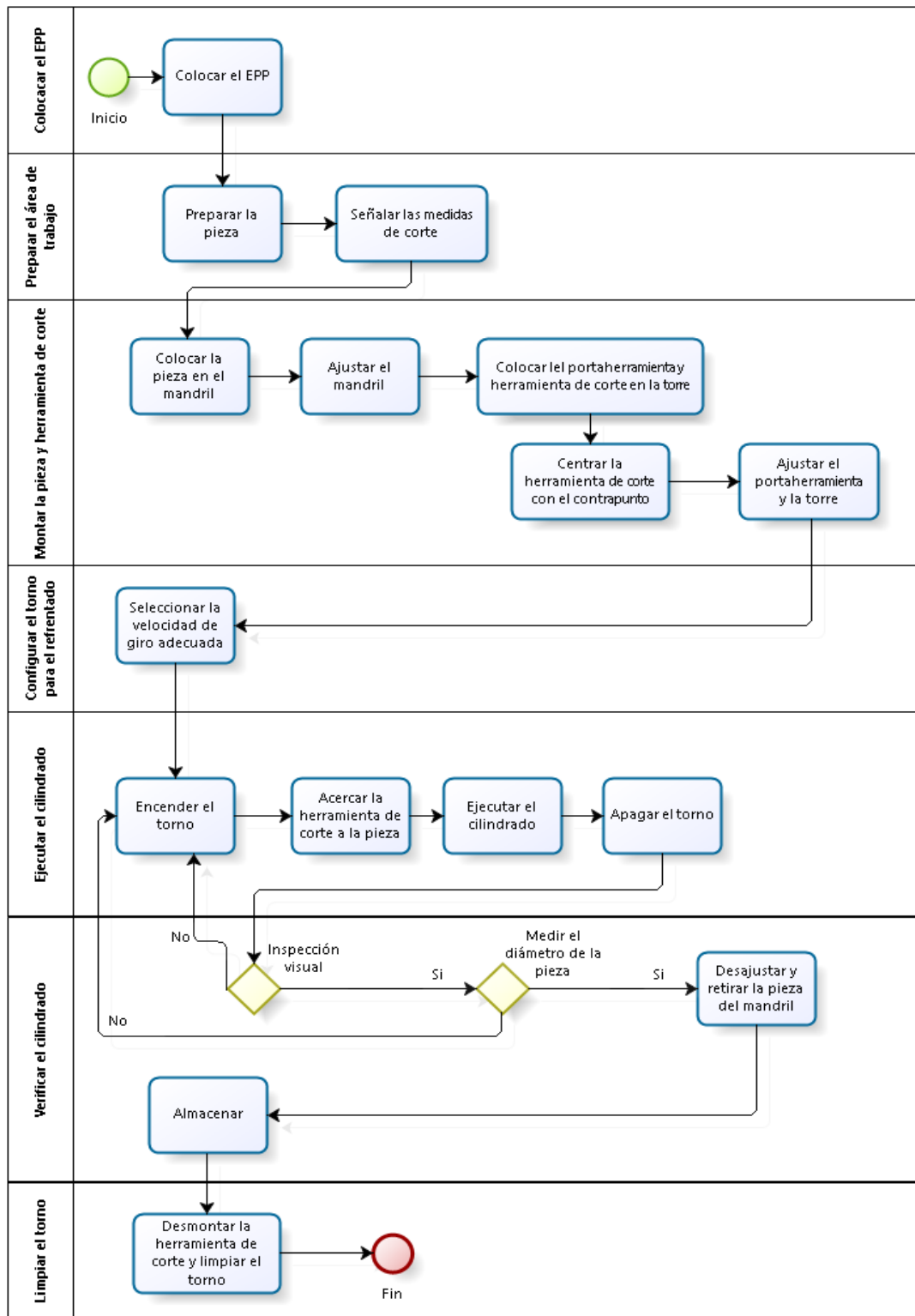
Diagrama de flujo propuesto del proceso de refrentado



Nota. La figura muestra las actividades estandarizadas para el proceso de refrentado.

Figura 8

Diagrama de flujo propuesto del proceso de cilindrado



Nota. La figura muestra las actividades estandarizadas para el proceso de cilindrado.

6.2.7 Análisis de tiempo del proceso de refrentado y cilindrado

Después de realizar un análisis exhaustivo de la situación actual y documentar el método utilizado en el proceso de refrentado y cilindrado, hemos identificado las actividades necesarias para optimizar los tiempos, este análisis reveló demoras significativas debido a la búsqueda de herramientas y la falta de un flujograma que guíe los pasos a seguir, lo que resulta en tiempos prolongados y movimientos innecesarios.

Para abordar estos problemas, hemos organizado el lugar de trabajo siguiendo los principios de la metodología 5S, ya que este no solo minimiza los tiempos de búsqueda y reduce los movimientos innecesarios, sino que también mejora la eficiencia general de los procesos, incluso si estos tiempos parecen relativamente cortos, una vez implementadas estas mejoras, hemos recopilado nuevos datos y elaborado una tabla con los resultados.

Para el proceso de refrentado tenemos que el tiempo normal fue de 13,08 minutos y el tiempo estándar se estableció en 14,81 minutos como se muestra, en la tabla 9. Mientras que, la tabla 12, muestra los tiempos del proceso de cilindrado donde el tiempo normal fue de 24,75 minutos, y el tiempo estándar de 33,45 minutos. El número de observaciones necesarias para esta evaluación se calculó utilizando la ecuación 4, asegurando la precisión y fiabilidad de nuestros resultados, además, se asignaron valoraciones utilizando el método de calificación del desempeño de Westinghouse, lo que permitió evaluar con mayor precisión la eficiencia de los usuarios, para complementar este análisis, también se aplicaron suplementos basados en la tabla de la OIT.

Este proceso de análisis y reorganización no sólo optimiza los tiempos y movimientos en el proceso de refrentado, sino que también crea un entorno de trabajo más eficiente y menos propenso a errores, beneficiando tanto a los usuarios como a la productividad general de la operación.

Tabla 11

Estudio de tiempos del proceso de refrentado propuesto

Actividad	Proceso: refrentado	Ciclos tomados en minutos																Promedio TO	Valoración FC	Tiempo normal (To*v)	Suplementos (%)	Tiempo estándar	
		Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15						16
Colocar el EPP	Colocar el EPP	2,81	3,00	2,75	2,58	2,98	2,80	3,06										2,85	1,14	3,25	0,06	3,45	
Preparar el área de trabajo	Preparar la pieza	0,12	0,15	0,15	0,14	0,12	0,15	0,15	0,13	0,15								0,14	1,18	0,17	0,09	0,18	
Montar la pieza y herramienta de corte	Colocar la pieza en el mandril	0,15	0,03	0,05	0,07	0,04	0,05	0,05	0,07	0,06	0,05							0,06	1,21	2,00	0,10	2,20	
	Ajustar el mandril	0,18	0,28	0,12	0,17	0,21	0,15	0,19	0,21	0,24	0,25	0,20	0,26	0,20				0,20					
	Colocar el portaherramienta y la herramienta de	0,48	0,43	0,58	0,40	0,43	0,39	0,50	0,55	0,49	0,56	0,48	0,42	0,43				0,47					

	corte en la torre																		
	Centrar la herramienta de corte con el contrapunto	0,78	0,26	0,48	0,52	0,43	0,37	0,45	0,35	0,47	0,42	0,53	0,55	0,42	0,46				0,46
	Ajustar el portaherramien ta y la torre	0,46	0,40	0,48	0,45	0,47	0,44	0,48	0,42	0,41	0,45	0,48							0,45
Configurar el torno para el refrentado	Seleccionar la velocidad de giro adecuada	0,11	0,12	0,13	0,12	0,13	0,12	0,11	0,13	0,13	0,12	0,11							0,12 1,18 0,14 0,10 0,16
Ejecutar el refrentado	Encender el torno	0,33	0,23	0,33	0,27	0,25	0,26	0,25	0,30	0,33	0,27	0,33	0,27						0,29 1,19 4,61 0,22 5,63
	Acercar la herramienta de corte a la pieza	0,33	0,53	0,43	0,47	0,50	0,39	0,45	0,48	0,40	0,46	0,51							0,45
	Ejecutar el refrentado	3,17	3,43	2,76	2,93	2,86	2,98	2,78	3,20	3,35	3,40	3,26	3,15	3,26	3,15	3,00	2,95	3,10	
	Apagar el torno	0,03	0,03	0,05	0,00	0,05	0,04	0,05	0,05	0,03	0,05	0,03							0,04
Verificar el	Inspección visual	0,15	0,06	0,20	0,14	0,16	0,17	0,18	0,20	0,19	0,18	0,15	0,18						0,16 1,16 1,04 0,11 1,15

refrentado	Desajustar y retirar la pieza del mandril	0,21	0,26	0,33	0,25	0,27	0,21	0,24	0,28	0,27	0,23	0,30	0,25						0,26
	Medir la longitud de la pieza	0,43	0,38	0,35	0,37	0,40	0,35	0,42	0,39	0,38	0,37								0,38
	Almacenar	0,11	0,08	0,08	0,08	0,10	0,09	0,08	0,11	0,09	0,08								0,09
Limpiar el torno	Desmontar la herramienta de corte y limpiar el torno	1,47	1,33	1,16	1,97	1,56	2,05	2,00	1,75	1,39	1,40								1,61 1,16 1,87 0,10 2,04
Total																			11,14 13,08 14,81

Nota. Esta tabla muestra el estudio de tiempos para el proceso de refrentado ya estandarizado, desde su proceso inicial a su final, se determina el tiempo según su naturaleza, tiempo observado (TO), factor de calificación (FC), tiempo normal, suplementos y el tiempo estándar.

Tabla 12*Calificación del desempeño del proceso de refrentado propuesto*

Calificación del desempeño del proceso de refrentado			
Colocar EPP			
Habilidad	Buena	C1	0,06
Esfuerzo	Bueno	C1	0,05
Condiciones	Buenas	C	0,02
Consistencia	Buena	C	0,01
Total (C)=			0,14
Preparar el área de trabajo			
Habilidad	Excelente	B2	0,08
Esfuerzo	Bueno	C1	0,05
Condiciones	Excelente	B	0,04
Consistencia	Buena	C	0,01
Total (C)=			0,18
Montar la pieza y herramienta de corte			
Habilidad	Buena	C1	0,06
Esfuerzo	Excelente	B1	0,10
Condiciones	Excelentes	B	0,04
Consistencia	Buena	C	0,01
Total (C)=			0,21
Configurar el torno para el refrentado			
Habilidad	Buena	C1	0,06
Esfuerzo	Excelente	B1	0,01
Condiciones	Buenas	C	0,02
Consistencia	Regular	D	0,00
Total (C)=			0,18
Ejecutar el refrentado			
Habilidad	Buena	C1	0,06
Esfuerzo	Excelente	B1	0,1
Condiciones	Buenas	C	0,02
Consistencia	Buena	C	0,01

Total (C)=			0,19
Verificar el refrentado			
Habilidad	Buena	C1	0,06
Esfuerzo	Bueno	C1	0,05
Condiciones	Excelentes	B	0,04
Consistencia	Buena	C	0,01
Total (C)=			0,16
Finalizar y limpiar el torno			
Habilidad	Buena	C1	0,06
Esfuerzo	Bueno	C1	0,05
Condiciones	Excelentes	B	0,04
Consistencia	Buena	C	0,01
Total (C)=			0,16

Nota. Esta tabla visualiza la calificación de desempeño para cada actividad del proceso estandarizado.

Tabla 13

Suplementos para el proceso de refrentado propuesto

Suplementos del proceso de refrentado					
Suplementos	Hombre	Mujer	% Hombre	% Mujer	Promedio
Colocar EPP					
Por necesidades personales	5	7	0,05	0,07	0,06
Preparar el área de trabajo					
Por necesidades personales	5	7	0,05	0,07	0,06
Trabajar de pie	2	4	0,02	0,04	0,03
Total	7	11	0,07	0,11	0,09
Montar la pieza y herramienta de corte					
Por necesidades personales	5	7	0,05	0,07	0,06
Trabajar de pie	2	4	0,02	0,04	0,03
Trabajos de cierta precisión	0	0	0	0	0
Proceso bastante complejo	1	1	0,01	0,01	0,01

Total	8	12	0,08	0,12	0,1
Configurar el torno para el refrentado					
Por necesidades personales	5	7	0,05	0,07	0,06
Trabajar de pie	2	4	0,02	0,04	0,03
Trabajos de cierta precisión	0	0	0	0	0
Proceso bastante complejo	1	1	0,01	0,01	0,01
Total	8	12	0,08	0,12	0,1
Ejecutar el refrentado					
Por necesidades personales	5	7	0,05	0,07	0,06
Suplemento por fatiga	4	7	0,04	0,07	0,06
Trabajar de pie	2	4	0,02	0,04	0,03
Por postura anormal (inclinado)	2	3	0,02	0,03	0,03
Trabajos de precisión o fatigosa	2	2	0,02	0,02	0,02
Ruido intermitente y fuerte	2	2	0,02	0,02	0,02
Proceso bastante complejo	1	1	0,01	0,01	0,01
Total	18	26	0,18	0,26	0,22
Verificar el refrentado					
Por necesidades personales	5	7	0,05	0,07	0,06
Trabajar de pie	2	4	0,02	0,04	0,03
Trabajos de precisión o fatigosa	2	2	0,02	0,02	0,02
Total	9	13	0,09	0,13	0,11
Finalizar y limpiar el torno					
Por necesidades personales	5	7	0,05	0,07	0,06
Ligeramente incomodo	0	1	0	0,01	0,01
Trabajar de pie	2	4	0,02	0,04	0,03
Trabajo algo aburrido	0	0	0	0	0
Total	7	12	0,07	0,12	0,10

Nota. La tabla muestra los suplementos añadidos al proceso propuesto en base a las actividades y condiciones realizadas.

Tabla 14

Estudio de tiempos del proceso de cilindrado propuesto

Actividad	Proceso: cilindrado	Ciclos tomados en minutos													Promedio TO	Valoración FC	Tiempo normal (To*v)	Suplementos (%)	Tiempo estándar
		Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12					
Colocar el EPP	Colocar el EPP	2,52	3,16	2,56	2,40	3,10	2,70	2,99	3,00	3,37	3,04				2,88	1,14	3,29	0,06	3,49
Preparar el área de trabajo	Preparar la pieza	0,26	0,30	0,28	0,32	0,38	0,25	0,18	0,24	0,32	0,27				0,28	1,12	1,26	0,09	1,37
	Señalar las medidas de corte	0,98	1,00	1,15	0,89	0,80	0,50	0,75	0,60	0,87	0,92				0,85				
Montar la pieza y herramienta de corte	Colocar la pieza en el mandril	0,10	0,15	0,25	0,20	0,21	0,18	0,18	0,14	0,23					0,18	1,14	3,34	0,10	3,67
	Ajustar el mandril	0,32	0,25	0,40	0,34	0,25	0,45	0,38	0,36	0,51	0,48	0,35	0,27		0,36				
	Colocar el portaherramienta y la herramienta de corte en la torre	0,50	0,58	1,10	1,15	0,70	0,72	0,56	0,62	0,81	0,97	1,03			0,79				

	Centrar la herramienta de corte con el contrapunto	0,73	0,67	0,85	0,71	0,60	0,87	0,65	0,75	0,63	0,80	0,77		0,73					
	Ajustar el portaherramienta y la torre	0,70	0,45	0,57	0,75	0,71	1,62	1,08	0,83	0,74	1,02	0,96		0,86					
Configurar el torno para el cilindrado	Seleccionar la velocidad de giro adecuada	0,22	0,18	0,24	0,30	0,26	0,59	0,25	0,30	0,50	0,42	0,28		0,32	1,11	0,36	0,10	0,39	
Ejecutar el cilindrado	Encender el torno	0,28	0,30	0,27	0,32	0,25	0,28	0,33	0,28	0,35	0,25	0,27	0,30	0,29	1,14	17,09	0,25	21,37	
	Acercar la herramienta de corte a la pieza	0,32	0,24	0,32	0,38	0,42	0,33	0,38	0,35	0,45	0,28	0,30		0,34					
	Ejecutar el cilindrado	14,48	14,16	14,68	15,10	15,58	12,45	15,33	14,36	13,87	14,56	12,98		14,32					
	Apagar el torno	0,03	0,04	0,04	0,03	0,03	0,05	0,05	0,04	0,05	0,03	0,05		0,04					
Verificar el cilindrado	Inspección visual	0,20	0,14	0,24	0,22	0,19	0,06	0,19	0,25	0,16	0,18	0,20	0,17	0,15	0,18	1,16	0,91	0,11	1,01
	Medir el diámetro de la pieza	0,22	0,24	0,19	0,35	0,22	0,17	0,25	0,25	0,35	0,19			0,24					
	Desajustar y retirar la pieza del	0,25	0,23	0,20	0,30	0,21	0,28	0,28	0,28	0,26	0,25	0,30		0,26					

	mandril																	
	Almacenar	0,10	0,10	0,08	0,11	0,11	0,10	0,12	0,09	0,10	0,12	0,11		0,10				
Limpiar el torno	Desmontar la herramienta de corte y limpiar el torno	1,68	1,48	1,45	1,67	1,50	1,67	1,95	2,03	1,93				1,71	1,15	1,96	0,10	2,15
Total														24,75	28,21	33,45		

Nota. Esta tabla muestra el estudio de tiempos para el proceso de cilindrado ya estandarizado, desde su proceso inicial a su final, se determina el tiempo según su naturaleza, tiempo observado (TO), factor de calificación (FC), tiempo normal, suplementos y el tiempo estándar.

Tabla 15*Calificación del desempeño del proceso de cilindrado propuesto*

Calificación del desempeño del proceso de refrentado			
Colocar EPP			
Habilidad	Buena	C1	0,06
Esfuerzo	Bueno	C1	0,05
Condiciones	Buenas	C	0,02
Consistencia	Buena	C	0,01
Total (C)=			0,14
Preparar el área de trabajo			
Habilidad	Buena	C	0,02
Esfuerzo	Bueno	C1	0,05
Condiciones	Excelentes	B	0,04
Consistencia	Buena	C	0,01
Total (C)=			0,12
Montar la pieza y herramienta de corte			
Habilidad	Buena	C1	0,06
Esfuerzo	Bueno	C1	0,05
Condiciones	Buenas	C	0,02
Consistencia	Buena	C	0,01
Total (C)=			0,14
Configurar el torno para el cilindrado			
Habilidad	Buena	C2	0,03
Esfuerzo	Bueno	C1	0,05
Condiciones	Buenas	C	0,02
Consistencia	Buena	C	0,01
Total (C)=			0,11
Ejecutar el cilindrado			
Habilidad	Buena	C1	0,06
Esfuerzo	Bueno	C1	0,05
Condiciones	Buenas	C	0,02
Consistencia	Buena	C	0,01

Total (C)=			0,14
Verificar el cilindrado			
Habilidad	Buena	C1	0,06
Esfuerzo	Bueno	C1	0,05
Condiciones	Excelentes	B	0,04
Consistencia	Buena	C	0,01
Total (C)=			0,16
Finalizar y limpiar el torno			
Habilidad	Buena	C1	0,06
Esfuerzo	Bueno	C1	0,05
Condiciones	Excelentes	B	0,04
Consistencia	Regular	D	0,00
Total (C)=			0,15

Nota. Esta tabla visualiza la calificación de desempeño para cada actividad del proceso estandarizado.

Tabla 16

Suplementos para el proceso de cilindrado propuesto

Suplementos del proceso de cilindrado					
Suplementos	Hombre	Mujer	% Hombre	% Mujer	Promedio
Colocar EPP					
Por necesidades personales	5	7	0,05	0,07	0,06
Preparar el área de trabajo					
Por necesidades personales	5	7	0,05	0,07	0,06
Trabajar de pie	2	4	0,02	0,04	0,03
Total	7	11	0,07	0,11	0,09
Montar la pieza y herramienta de corte					
Por necesidades personales	5	7	0,05	0,07	0,06
Trabajar de pie	2	4	0,02	0,04	0,03
Trabajos de cierta precisión	0	0	0	0	0
Proceso bastante complejo	1	1	0,01	0,01	0,01

Total	8	12	0,08	0,12	0,1
Configurar el torno para el cilindrado					
Por necesidades personales	5	7	0,05	0,07	0,06
Trabajar de pie	2	4	0,02	0,04	0,03
Trabajos de cierta precisión	0	0	0	0	0
Proceso bastante complejo	1	1	0,01	0,01	0,01
Total	8	12	0,08	0,12	0,1
Ejecutar el cilindrado					
Por necesidades personales	5	7	0,05	0,07	0,06
Suplemento por fatiga	4	7	0,04	0,07	0,06
Trabajar de pie	2	4	0,02	0,04	0,03
Por postura anormal (inclinado)	2	3	0,02	0,03	0,03
Trabajos de precisión o fatigosa	2	2	0,02	0,02	0,02
Ruido intermitente y fuerte	2	2	0,02	0,02	0,02
Proceso complejo	4	4	0,04	0,04	0,04
Total	21	29	0,21	0,29	0,25
Verificar el cilindrado					
Por necesidades personales	5	7	0,05	0,07	0,06
Trabajar de pie	2	4	0,02	0,04	0,03
Trabajos de precisión o fatigosa	2	2	0,02	0,02	0,02
Total	9	13	0,09	0,13	0,11
Finalizar y limpiar el torno					
Por necesidades personales	5	7	0,05	0,07	0,06
Ligeramente incomodo	0	1	0	0,01	0,01
Trabajar de pie	2	4	0,02	0,04	0,03
Trabajo algo aburrido	0	0	0	0	0
Total	7	12	0,07	0,12	0,10

Nota. La tabla muestra los suplementos añadidos al proceso propuesto en base a las actividades y condiciones realizadas.

6.2.8 Análisis de movimientos del proceso propuesto de refrentado y cilindrado

En el diagrama actualizado de refrentado y cilindrado, se pueden observar detalladamente las actividades en las que se han eliminado las demoras presentes en el diagrama original, este mejoramiento se logró mediante la eliminación de materiales, herramientas innecesarias y la organización eficiente de los elementos esenciales.

Para facilitar esta organización, se instalaron tableros de herramientas, lo que garantiza que cada herramienta tenga su propio espacio, esta disposición no solo reduce el tiempo perdido en la búsqueda de herramientas, sino que también contribuye a mantener un entorno de trabajo ordenado y eficiente. Los usuarios ahora pueden enfocarse en sus tareas sin interrupción, además, un entorno de trabajo bien organizado reduce el riesgo de accidentes y errores, proporcionando un ambiente más seguro y profesional.

Figura 9

Diagrama analítico del proceso de refrentado propuesto

		Diagrama Analítico del Proceso de Refrentado				Resumen					Observaciones
Actividades	Ubicación:				Símbolo	Actividad	Act.				
	Actividad: Proceso de refrentado.				●	Operación	14				
	Fecha: 2023-04-16.				➔	Transporte	0				
	Nombre del operario:				■	Inspección	2				
	Elaborado por: Esparza Jonathan, Ramos Joel.				◐	Espera	0				
	Comentarios:				▼	Almacenamiento	1				
					Total de actividades realizadas		17				
					Símbolos del proceso de refrentado						
	Elementos		Cantidad	Distancia en metros	Tiempo en minutos	●	➔	■	◐	▼	
	Colocar EPP	Colocar el EPP	1		3,45	●					
Preparar el área de trabajo	Preparar la pieza y herramientas necesarias	1		0,18	●						
Montar la pieza y herramienta de corte	Colocar la pieza en el mandril	1		2,20	●					Porta herramienta de distinto tamaño	
	Ajustar el mandril	1			●						
	Colocar el portaherramienta y la herramienta de corte en la torre	1			●						
	Centrar la herramienta de corte con el contrapunto	1			●						
	Ajustar el portaherramienta y la torre	1			●						
Configurar el torno para el	Seleccionar la velocidad de giro adecuada	1		0,16	●						
Ejecutar el refrentado	Encender el torno	1	8	5,63	●						
	Acercar la herramienta de corte a la pieza	1			●						
	Ejecutar el refrentado	1			●						
	Apagar el torno	1	8		●						
Verificar el refrentado	Inspeccion visual	1		1,15	●						
	Desajustar y retirar la pieza del mandril	1			●						
	Medir la longitud de la pieza	1			●						
	Almacenar	1			●						
Finalizar y limpiar el torno	Desmontar la herramienta de corte y limpiar el área de trabajo	1		2,04	●						
Total		17		14,81							

Nota. La figura muestra el tiempo estándar del proceso de refrentado propuesto, además de ello el tiempo estándar de cada actividad y adicionalmente el flujograma según el lenguaje de símbolos de ingeniería de métodos.

Figura 10

Diagrama analítico del proceso de cilindrado propuesto

Actividades	Diagrama Analítico del Proceso de Refrentado				Resumen			Observaciones	
	Ubicación:				Símbolo	Actividad	Act.		
	Actividad: Proceso de refrentado.				●	Operación	15		
	Fecha: 2023-04-16.				➔	Transporte	0		
	Nombre del operario:				■	Inspección	2		
	Elaborado por: Esparza Jonathan, Ramos Joel.				◐	Espera	0		
	Comentarios:				▼	Almacenamiento	1		
				Total de actividades realizadas			18		
				Símbolos del proceso de refrentado					
	Elementos	Cantidad	Distancia en metros	Tiempo en minutos	●	➔	■	◐	▼
Colocar EPP	Colocar el EPP	1		3,49	●				
Preparar el área de trabajo	Preparar la pieza	1		1,37	●				
	Señalar las medidas de corte	1			●				
Montar la pieza y herramienta de corte	Colocar la pieza en el mandril	1		3,67	●				
	Ajustar el mandril	1			●				
	Colocar el portaherramienta y la herramienta de corte en la torre	1			●				Portaherramienta de distinto tamaño
	Centrar la herramienta de corte con el contrapunto	1			●				
	Ajustar el portaherramienta y la torre	1			●				
Configurar el torno para el cilindrado	Seleccionar la velocidad de giro adecuada	1		0,39	●				
Ejecutar el cilindrado	Encender el torno	1	8	21,37	●				
	Acercar la herramienta de corte a la pieza	1			●				
	Ejecutar el cilindrado	1			●				
	Apagar el torno	1	8		●				
Verificar el cilindrado	Inspeccion visual	1		1,01	●				
	Medir el diámetro de la pieza	1			●				
	Desajustar y retirar la pieza del mandril	1			●				
	Almacenar	1			●				
Finalizar y limpiar el torno	Desmontar la herramienta de corte, limpiar y organiza el area de trabajo	1		2,15	●				
Total		18		33,45					

Nota. La figura muestra el tiempo estándar del proceso de cilindrado propuesto, además de ello el tiempo estándar de cada actividad y adicionalmente el flujograma según el lenguaje de símbolos de ingeniería de métodos.

6.2.8 Resumen método propuesto

Con la implementación de estos procedimientos estandarizados, se observa una reducción significativa de los tiempos, resultando en una mayor eficiencia en las operaciones de mecanizado en tornos paralelos, debido a que al tener un área de trabajo limpia y organizado se reduce el tiempo de búsqueda y preparación.

Tabla 17

Método propuesto refrentado

Proceso de refrentado	
Actividad	Tiempo estándar propuesto
Colocar EPP	3,45
Preparar el área de trabajo	0,18
Montar la pieza y herramienta de corte	2,20
Configurar el torno para el cilindrado	0,16
Ejecutar el cilindrado	5,63
Verificar el cilindrado	1,15
Finalizar y limpiar el torno	2,04
Total	14,81

Nota. En la tabla se puede observar que con el método propuesto se logra una reducción significativa en el tiempo estándar, con el nuevo método, el tiempo se ha reducido a 14,81 minutos en el proceso de refrentado.

Tabla 18


Método propuesto cilindrado

Proceso de cilindrado	
Actividad	Tiempo estándar propuesto
Colocar EPP	3,49
Preparar el área de trabajo	1,37
Montar la pieza y herramienta de corte	3,67
Configurar el torno para el cilindrado	0,39

Ejecutar el cilindrado	21,37
Verificar el cilindrado	1,01
Finalizar y limpiar el torno	2,15
Total	33,45


Nota. La tabla muestra el tiempo estándar empleando el método actual en el proceso de cilindrado donde se observa una reducción significativa obteniendo un tiempo estándar de 33,45 minutos.

6.2.9 Manual del procedimiento para el proceso de refrentado

	Manual de procedimiento de refrentado en tornos paralelos	Versión:	0.1
		Fecha:	31/07/202
	NORMA ISO 9001:2015	Página:	7 de 12
		Código:	UNACH-NII-RF-001

CONTENIDO

1. OBJETIVO
2. ALCANCE
3. DEFINICIONES
4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA
5. RESPONSABLE
6. MAQUINARIA
7. HERRAMIENTAS
8. PROCEDIMIENTO
9. DIAGRAMAS DE FLUJO
10. ANEXO

	Manual de procedimiento de refrentado en tornos paralelos	Versión:	0.1
		Fecha:	31/07/2024
	NORMA ISO 9001:2015	Página:	8 de 12
		Código:	UNACH-NII-RF-001

1. Objetivo

Establecer los pasos y normas para realizar el proceso de refrentado en tornos paralelos, asegurando la calidad del trabajo y el aprendizaje adecuado de los estudiantes.

2. Alcance

Este manual está dirigido a los estudiantes de la asignatura de máquinas herramientas de la universidad. Incluye instrucciones detalladas para operar los tornos paralelos en el taller de maquinado, centrándose exclusivamente en el proceso de mecanizado del refrentado.

3. Definiciones

- **Refrentado:** Proceso de mecanizado que consiste en el corte perpendicular al eje de la pieza para obtener una superficie plana en uno de sus extremos.
- **Torno paralelo:** Máquina-herramienta que realiza trabajos de mecanizado por arranque de viruta en piezas cilíndricas mediante un movimiento de rotación de la pieza y un movimiento de traslación de la herramienta de corte.

4. Documentos de referencia

- ISO 9001:2015.

5. Responsable

- Usuario del torno.
- Técnico de laboratorio.
- Docente encargado.

6. Equipos:

- Torno paralelo.

7. Herramientas

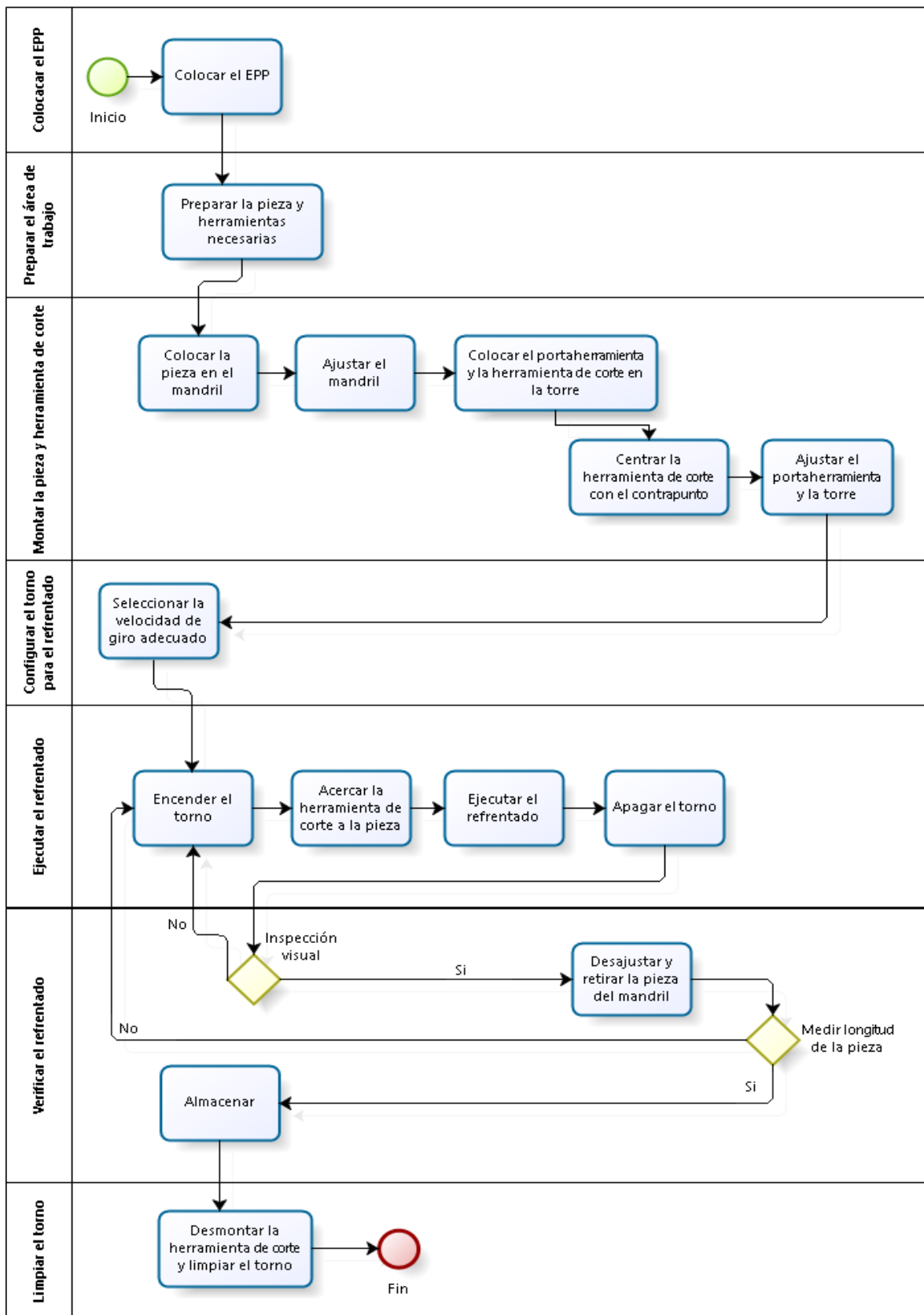
- Calibrador pie de rey.
- Cuchillas de corte.
- Llaves de torreta, portacuchilla y mandril.

8. Procedimientos

Actividades	Descripción
Colocar el EPP	Ponerse el equipo de protección personal (guantes, gafas, overol, zapatos puntas de acero) para garantizar la seguridad durante el trabajo.
Preparar la pieza y herramientas necesarias	Inspeccionar la pieza y limpiarla para asegurar que esté lista para el mecanizado, adicional a ello tener listos los materiales que se van a ocupar para ejecutar el proceso.
Colocar la pieza en el mandril	Fijar la pieza en el mandril del torno para asegurarla durante el mecanizado.
Ajustar el mandril	Asegurar el mandril para que la pieza quede firmemente sujeta y centrada.
Colocar el portaherramienta y la herramienta de corte en la torre	Instalar el portaherramienta y la herramienta de corte en la torre del torno.
Centrar la herramienta de corte con el contrapunto	Alinear la herramienta de corte con el contrapunto para asegurar un corte preciso.
Ajustar el portaherramienta y la torre	Asegurar y ajustar el portaherramienta y la torre para mantener la herramienta en la posición correcta.
Seleccionar la velocidad de giro adecuada	Determinar y configurar la velocidad de rotación del torno según el material y las dimensiones de la pieza.

Encender el torno	Iniciar el funcionamiento del torno para comenzar el proceso de mecanizado.
Acercar la herramienta de corte a la pieza	Mover la herramienta de corte hacia la pieza para iniciar el corte.
Ejecutar el refrentado	Realizar las pasadas de corte necesarias para refrentar la pieza según las medidas especificadas.
Apagar el torno	Detener el funcionamiento del torno una vez completado el refrentado.
Inspección visual	Revisar visualmente la pieza para verificar la calidad del refrentado y detectar posibles defectos.
Desajustar y retirar la pieza del mandril	Aflojar el mandril y retirar la pieza mecanizada del torno.
Medir la longitud de la pieza	Utilizar el calibrador para medir la longitud final de la pieza y asegurar que cumple con las especificaciones.
Almacenar	Colocar la pieza en el área de almacenamiento correspondiente.
Desmontar la herramienta de corte y limpiar el área de trabajo	Retirar la herramienta de corte, limpiar la máquina y ordenar el área de trabajo para dejarla lista para el siguiente uso.

9. Diagramas de flujo:

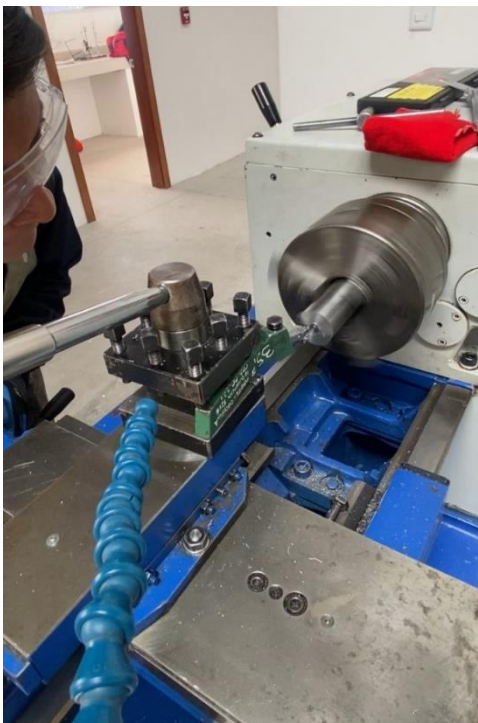


10. Anexos


Anexo 1: Ajuste de torreta y acercamiento a la pieza a mecanizar



Anexo 2: Operación de refrentado y medición de pieza mecanizada




6.2.10 Manual del procedimiento para el proceso de cilindrado

	Manual de procedimiento de cilindrado en tornos paralelos	Versión:	0.1
		Fecha:	31/07/202
	NORMA ISO 9001:2015	Página:	1 de 6
		Código:	UNACH-NII-CL-001

CONTENIDO

1. OBJETIVO
2. ALCANCE
3. DEFINICIONES
4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA
5. RESPONSABLE
6. MAQUINARIA
7. HERRAMIENTAS
8. PROCEDIMIENTO
9. DIAGRAMAS DE FLUJO
10. ANEXO

	Manual de procedimiento para proceso de cilindrado en tornos paralelos	Versión:	0.1
		Fecha:	31/07/2024
	NORMA ISO 9001:2015	Página:	2 de 6
		Código:	UNACH-NII-CL-001

1. Objetivo

Establecer los pasos y normas para realizar el proceso de cilindrado en tornos paralelos, asegurando la calidad del trabajo, la seguridad del personal y el aprendizaje adecuado de los estudiantes.

2. Alcance

Este manual está dirigido a los estudiantes de la asignatura de máquinas herramientas de la universidad. Incluye instrucciones detalladas para operar los tornos paralelos en el taller de maquinado y seguir los procedimientos estándar durante el proceso de cilindrado.

3. Definiciones

- **Cilindrado:** Proceso de mecanizado que consiste en la eliminación de material de una pieza cilíndrica para obtener una superficie lisa y uniforme.
- **Torno paralelo:** Máquina-herramienta que realiza trabajos de mecanizado por arranque de viruta en piezas cilíndricas mediante un movimiento de rotación de la pieza y un movimiento de traslación de la herramienta de corte.

4. Documentos de referencia

- ISO 9001:2015.

5. Responsable

- Usuario del torno.
- Técnico del laboratorio.

- Docente encargado.

6. Equipos:

- Torno paralelo.

7. Herramientas

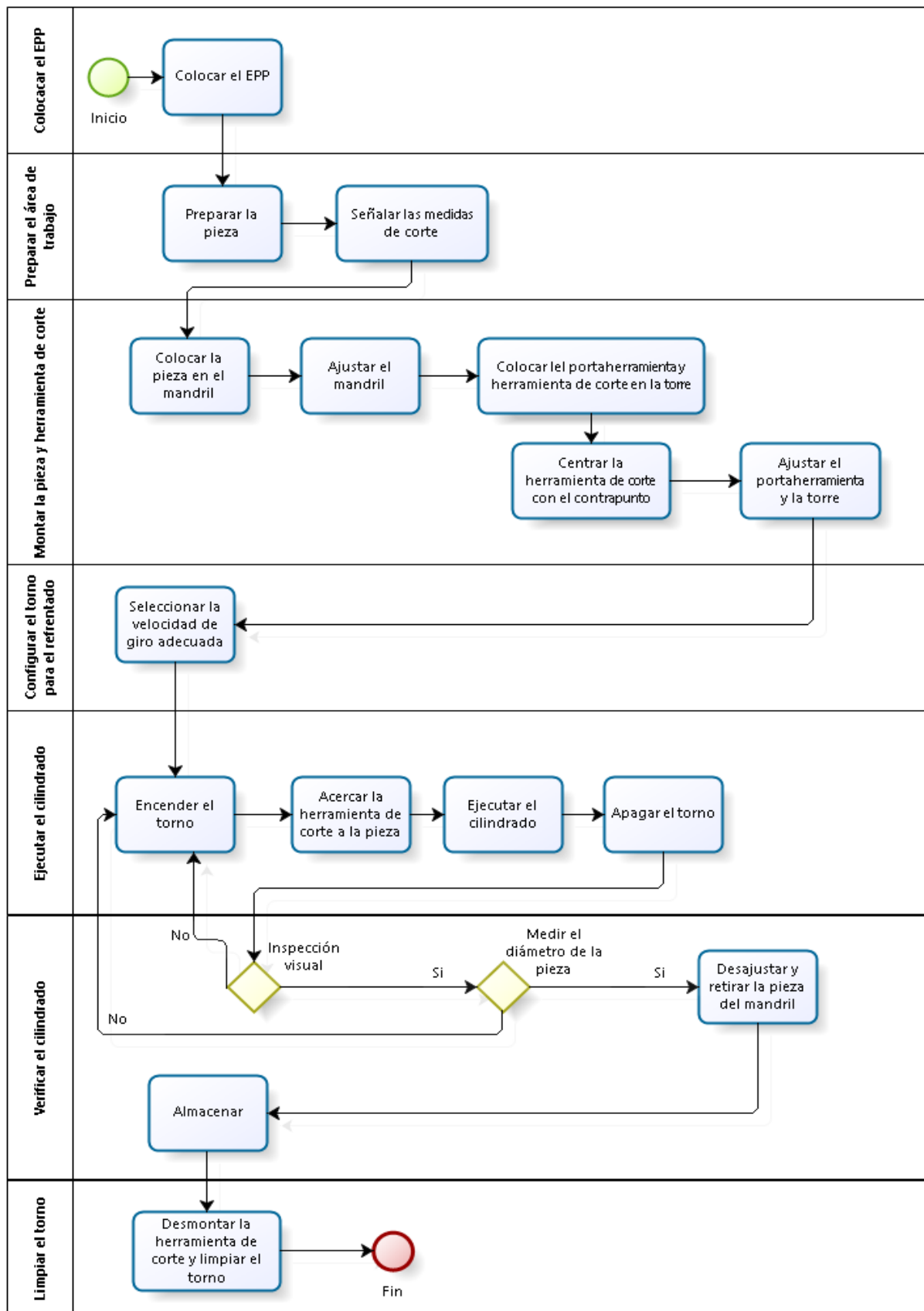
- Calibrador pie de rey.
- Cuchillas de corte.
- Llaves de torreta, portacuchilla y mandril.

8. Procedimientos

Actividades	Descripción
Colocar el EPP	Ponerse el equipo de protección personal (guantes, gafas, overol, zapatos puntas de acero) para garantizar la seguridad durante el trabajo.
Preparar la pieza	Inspeccionar la pieza y limpiarla para asegurar que esté lista para el mecanizado, adicional a ello tener listos los materiales que se van a ocupar para ejecutar el proceso.
Señalar las medidas de corte	Marcar las dimensiones y medidas de corte en la pieza para guiar el proceso de cilindrado.
Colocar la pieza en el mandril	Fijar la pieza en el mandril del torno para asegurarla durante el mecanizado.
Ajustar el mandril	Asegurar el mandril para que la pieza quede firmemente sujeta y centrada.
Colocar el portaherramienta y la herramienta de corte en la torre	Instalar el portaherramienta y la herramienta de corte en la torre del torno.
Centrar la herramienta de	Alinear la herramienta de corte con el contrapunto para

corte con el contrapunto	asegurar un corte preciso.
Ajustar el portaherramienta y la torre	Asegurar y ajustar el portaherramienta y la torre para mantener la herramienta en la posición correcta.
Seleccionar la velocidad de giro adecuada	Determinar y configurar la velocidad de rotación del torno según el material y las dimensiones de la pieza.
Encender el torno	Iniciar el funcionamiento del torno para comenzar el proceso de mecanizado.
Acercar la herramienta de corte a la pieza	Mover la herramienta de corte hacia la pieza para iniciar el corte.
Ejecutar el cilindrado	Realizar las pasadas de corte necesarias para cilindrar la pieza según las medidas especificadas.
Apagar el torno	Detener el funcionamiento del torno una vez completado el cilindrado.
Inspección visual	Revisar visualmente la pieza para verificar la calidad del cilindrado y detectar posibles defectos.
Medir el diámetro de la pieza	Utilizar el calibrador para medir el diámetro final de la pieza y asegurar que cumple con las especificaciones.
Desajustar y retirar la pieza del mandril	Aflojar el mandril y retirar la pieza mecanizada del torno.
Almacenar	Colocar la pieza en el área de almacenamiento correspondiente.
Desmontar la herramienta de corte, limpiar y organizar el área de trabajo	Retirar la herramienta de corte, limpiar la máquina y ordenar el área de trabajo para dejarla lista para el siguiente uso.

9. Diagramas de flujo:



10. Anexos

Anexo 1: Centrar la herramienta de corte con el contrapunto y ajuste del mandril



Anexo 2: Operación de cilindrado y medición de pieza mecanizada



Bibliografía

- Andrade, A. M., Del Río, C. A., & Alvear, D. L. (2019). Estudio de tiempos y movimientos para incrementar la eficiencia en una empresa de producción de calzado. *Informacion Tecnologica*, 30(3), 83–94. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642019000300083>
- Arias, F. G. (2012). *El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica: Vol. VI* (Episteme C.A.).
- Bermeo, E., & Roldán, L. (2014). Evidencias imponderables: Una alternativa al procedimiento tradicional del estudio de tiempos. Aplicado a una gran superficie. *CLADEA*, 1–16.
- Boyfre. (2023, June 5). *¿Qué es el mecanizado por arranque de viruta?*
<https://www.boyfre.com/que-es-el-mecanizado-por-arranque-de-viruta/#:~:text=El%20proceso%20de%20arranque%20de,viruta%2C%20de%20ah%C3%AD%20su%20nombre.>
- Changalombo, B. (2011). *Tiempos y movimientos para la estandarización de operaciones de producción en la tenería “INCA” ubicada en la provincia de Tungurahua*. Universidad Técnica de Ambato.
- Chavez, Z., & Mercado, G. (2018). *Estandarización de procesos y su impacto en la productividad de la empresa negociaciones minera Chavez SAC, año 2017*.
- García, R. (2005). *Estudio del trabajo* (McGraw Hill México, Ed.; Segunda).
- Gerling, H. (2022). *Alrededor de las máquinas-herramientas* (Reverté S.A.).
- Ginjaume, A., & Torre, F. (2006). *Ejecución de procesos de mecanizado, conformado y montaje* (Paraninfo, S.A., Vol. 2).
- Gutiérrez, X. (2014). *Materiales de desperdicios, desechos, productos defectuosos y dañados*.
- Hernández, D., & Saavedra, M. (2019). *Estudio de métodos y tiempos en el proceso de preparación en la empresa Belleza Express S.A.* Universidad ICESI.
- Jaramillo, R. (2011). *Aplicación de un proceso de mejora continua en un taller mecánico utilizando la técnica de manufactura celular*. Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Jijón, K. (2013). *Estudio de tiempos y movimientos para mejoramiento de los procesos de producción de la empresa Calzado Gabriel*. Universidad Técnica de Ambato.
- Kanawaty, G. (1996). *Introducción al estudio de trabajo* (Cuarta).

- López, J. (2017). *Fundamentos de procesos convencionales de fabricación mecánica* (Craí UPCT).
- Manene, L. M. (2011). *Los diagramas de flujo: su definición, objetivo, ventajas, elaboración, fases, reglas y ejemplos de aplicaciones*.
[http://www.luismiguelmanene.com/...gramas-de-flujo-su-definicion-objetivo-ventajas-elaboracion-fases-reglas-y-ejemplos-de-aplicaciones/\[19/08/201302:05:45p.m.\]1.-Definición.-](http://www.luismiguelmanene.com/...gramas-de-flujo-su-definicion-objetivo-ventajas-elaboracion-fases-reglas-y-ejemplos-de-aplicaciones/[19/08/201302:05:45p.m.]1.-Definición.-)
- Martínez, M. F., & Romero, J. A. (2022). Comparación de técnicas utilizadas para la determinación de muestras necesarias para el estudio de tiempos. *Pädi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías Del ICBI*, 10(19), 30–41.
<https://doi.org/10.29057/icbi.v10i19.9189>
- Marulanda, D. M., Cuellar, J., Rojas, C., & Acosta, L. M. (2014). Microestructura y propiedades mecánicas del acero AISI 1016 calibrado procesado por ECAP. *Universitas Scientiarum*, 19(2), 139–146. <https://doi.org/10.11144/javeriana.sc19-2.mpma>
- Ministerio de Educación del Ecuador. (2017). *Los retos y las perspectivas de la educación superior de Chimborazo se expusieron en conversatorio*.
<https://www.educacionsuperior.gob.ec/los-retos-y-las-perspectivas-de-la-educacion-superior-de-chimborazo-se-expusieron-en-conversatorio/#>
- Niebel, B., & Freivalds, A. (2004). *Ingeniería industrial: métodos, estándares y diseños del trabajo* (Alfaomega, Ed.; 11th ed.).
- Organización Internacional del Trabajo [OIT]. (2011). *Introducción al estudio de métodos y selección del trabajo*. Organización Internacional del Trabajo.
- Palacios, L. (2016). *Ingeniería de métodos movimientos y tiempos* (Ecoe Ediciones, Ed.; 2nd ed.).
- Parra, D. B., Murrieta, F., & Cortes, C. A. (2020). *Análisis de tiempos y movimientos en el proceso de producción de vapor de una empresa generadora de energías limpias*.
<https://orcid.org/0000-0001-5245-909X>
- Sánchez, Á. (2019). *Propuesta de estandarización de los procesos productivos en un centro de acopio de cacao de la ciudad de Guayaquil basado en un estudio de tiempos y movimientos*. Universidad Politécnica Salesiana.
- Taípe, E. (2024). *Estandarización del proceso de Moldeo de fundición en la empresa FUNDI LASER- Ambato*. Universidad Nacional de Chimborazo.

Viegas, L., & Díaz, L. (2014). Desarrollo del proceso tecnológico del árbol del carro transversal del torno C11MB. *Avances*, 16(1), 82–89.

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=637867047005>

Villacreses, G. (2018). *Estudio de tiempos y movimientos en la empresa embotelladora de Guayusa Ecocampo*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Anexos

Anexo 1. Tabla para la valoración del desempeño de los trabajadores (Westinghouse)

HABILIDAD			ESFUERZO		
+0.15	A1		+0.13	A1	
+0.13	A2	Habilísimo	+0.12	A2	Excesivo
+0.11	B1		+0.10	B1	
+0.08	B2	Excelente	+0.08	B2	Excelente
+0.06	C1		+0.05	C1	
+0.03	C2	Bueno	+0.02	C2	Bueno
-0.00	D	Promedio	+0.00	D	Promedio
-0.05	E1		-0.04	E1	
-0.10	E2	Regular	-0.08	E2	Regular
-0.15	F1		-0.12	F1	
-0.22	F2	Deficiente	-0.17	F2	Deficiente

CONDICIONES			CONSISTENCIA		
+0.06	A	Ideales	+0.04	A	Perfecto
+0.04	B	Excelente	+0.03	B	Excelente
+0.02	C	Buena	+0.01	C	Buena
0.00	D	Promedio	0.00	D	Promedio
-0.03	E	Regulares	-0.02	E	Regulares
-0.07	F	Malas	-0.04	F	Deficientes

Nota. (García, 2005)

Anexo 2. Tabla de suplementos

	HOMBRE	MUJER
1. SUPLEMENTO CONSTANTES		
• Por Necesidades Personales	5	7
• Suplemento base por fatiga	4	7
2. SUPLEMENTO VARIABLES		
A. SUPLEM. POR TRABAJAR DE PIE	2	4
B. SUPLEM. POR POSTURA ANORMAL		
• Ligeramente incómodo	0	1
• Incómodo, Ej.: inclinado	2	3
• Muy Incómodo Ej.: Tendido, estirado	7	7
C. USO DE FUERZA O ENERGIA MUSCULAR		
• Levantar peso de 2.5 Kg.	0	1
• Levantar peso de 5.0 Kg.	1	2
• Levantar peso de 7.5 Kg.	2	3
• Levantar peso de 10.0 Kg.	3	4
• Levantar peso de 15.0 Kg.	5	8
• Levantar peso de 17.5 Kg.	7	10
• Levantar peso de 20.0 Kg.	9	13
• Levantar peso de 25. Kg. (Máx. mujer)	13	20
• Levantar peso de 30.0 Kg.	17	—
• Levantar peso de 35.5 Kg.	22	—
D. MALA ILUMINACIÓN		
• Ligeramente por debajo de estimado	0	0
• Bastante por debajo de Estimado	2	2
• Absolutamente insuficiente	5	5
E. CONDICIONES ATM. (CALOR, HUMEDAD)		
Indice Enfriamiento: ml cal / cm2 / Seg.		
• Medida en Termómetro de Kata: 16, 14 y 12	0	0
• Medida en Termómetro de Kata: 10	3	3
• Medida en Termómetro de Kata: 8	10	10
• Medida en Termómetro de Kata: 6	21	21
• Medida en Termómetro de Kata: 4	45	45
• Medida en Termómetro de Kata: 2	100	100
F. CONCENTRACION INTENSA		
• Trabajos de cierta precisión	0	0
• Trabajos de precisión ó fatigosos	2	2
• T. de gran precisión ó muy fatigoso	5	5
G. RUIDOS		
• Ruido Continuo	0	0
• Intermitentes y fuerte	2	2
• Intermitentes y muy fuerte o estridente	5	5
H. TENSION MENTAL		
• Proceso bastante complejo	1	1
• Proceso complejo: atención en exceso	4	4
• Es muy complejo	8	8
I. MONOTONIA (mental)		
• Trabajo algo monótono	0	0
• Trabajo bastante monótono	1	1
• Trabajo muy monótono	4	4
J. TEDIO (físico)		
• Trabajo algo aburrido	0	0
• Trabajo aburrido	2	1
• Trabajo muy aburrido	5	2

Nota. (García, 2005)

Anexo 3. Puestos de trabajo en el que se desarrolla el mecanizado actual



Anexo 4. Observación actual del proceso de cilindrado y refrentado



Anexo 5. Presencia de malas posturas en el área de trabajo



Anexo 6. Grabando el método actual del proceso de refrentado y cilindrado



Anexo 7. Registro de la información levantada del proceso, tiempos y movimientos



Anexo 8. Implementación de tableros para mejorar el área de trabajo



Anexo 9. Dotar de herramientas necesarias para realizar los procesos de mecanizados en torno



Anexo 10. Usuarios desarrollándose en la nueva área de trabajo



Anexo 11. Grabaciones para la toma de tiempos y movimientos del proceso de refrentado y cilindrado propuesto

