



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE TEXTILES

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO TEXTIL

**“ELABORACIÓN DE UNA TROQUELADORA MANUAL CON MOLDES
INTERCAMBIABLES PARA LA OBTENCIÓN DE PROBETAS EN TEJIDOS
DEL LABORATORIO DE CALIDAD TEXTIL”**



AUTOR: Guamán Farinango Widison Bayardo

DIRECTOR: MSc. Valeria Verónica Chugá Chamorro

Ibarra-Ecuador

2025

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad del Norte para que sea publicado en el repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100493170-3
APELLIDOS Y NOMBRES	GUAMÁN FARINANGO WIDISON BAYARDO
DIRECCIÓN:	Ibarra-La Esperanza-El Abra
EMAIL:	wbguamanf@utn.edu.ec
TELÉFONO FIJO: TELÉFONO MÓVIL: 0988925669

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Elaboración de una troqueladora manual con moldes intercambiables para la obtención de probetas en tejidos del laboratorio de calidad textil
AUTOR (ES):	Guamán Farinango Widison Bayardo
FECHA:	27 de mayo de 2025
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Textil
ASESOR/DIRECTOR	MSc. Valeria Verónica Chugá Chamorro

CONSTANCIA

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 27 días del mes de mayo de 2025

EL AUTOR:



Guamán Farinango Widison Bayardo

**CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN
CURRICULAR**

Ibarra a los 27 días del mes de mayo de 2025.

MSc. Chugá Chamorro Valeria Verónica

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final de trabajo de integración Curricular, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.



MSc. Chugá Chamorro Valeria Verónica

C.C.: 040173225-0

APROBACION DEL COMITÉ CALIFICADOR

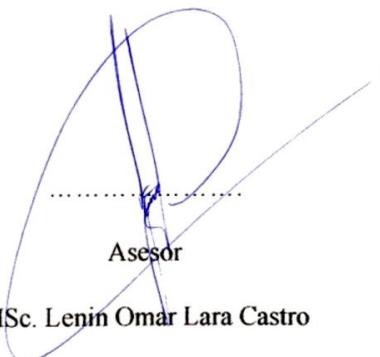
El Comité Calificado del Trabajo de Integración Curricular “Elaboración de una troqueladora manual con moldes intercambiables para la obtención de probetas en tejidos del laboratorio de calidad textil” elaborado por Guamán Farinango Widison Bayardo, previo a la obtención del título de Ingeniero Textil, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte.



Director

MSc. Chugá Chamorro Valeria Verónica

C.C.: 040173225-0



Asesor

MSc. Lenin Omar Lara Castro

C.C.: 100274812-5

DEDICATORIA

Principalmente este proyecto se lo dedico a mis padres Alfonso y Luisa quienes me han sabido brindar todo su apoyo a lo largo de mi vida, tanto personal como académica, ya que cualquier logro que consiga no es solo mi esfuerzo, sino que es un trabajo en conjunto en donde son mi soporte y mi motivación.

Asimismo, me dedico este proyecto como reconocimiento a mi esfuerzo y crecimiento personal, ya que he podido superar esta etapa a pesar de todas las dificultades, también porque sé que al finalizar esta hermosa etapa inicia una nueva, donde buscaré retribuir todo el apoyo que he recibido de quienes me quieren y me aprecian.

Guamán Farinango Wilitson Bayardo

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradezco a Dios por permitirme vivir esta etapa de mi vida llena de gracia y de sus bendiciones, del mismo modo agradezco a mis padres y hermanos quienes han sido los pilares y las voces de aliento para continuar ante cualquier adversidad.

Agradezco a los docentes y autoridades de la carrera de Textiles quienes generosamente me han brindado sus conocimientos de la mejor manera y me han brindado su apoyo incondicionalmente, también, agradezco a mis amigos quienes han hecho que este proceso sea más divertido y llevadero, con todas sus ocurrencias, consejos y experiencias.

Guamán Farinango Widison Bayardo

RESUMEN

El método actual de la obtención de probetas en el laboratorio de calidad textil es manual, el cual, con ayuda de moldes improvisados, se realiza el trazado para posteriormente ser cortado con ayuda de tijeras, esto puede ocasionar demoras al momento de realizar este proceso en gran cantidad de pruebas. Por esta razón, se propone la implementación de una troqueladora manual con moldes intercambiables, cuyo objetivo es optimizar significativamente el tiempo requerido para la obtención de probetas en los ensayos textiles. Para el presente estudio se seleccionó cinco ensayos, basados en un análisis estadístico de aquellas pruebas con mayor demanda en los últimos dos años, las pruebas seleccionadas responden a las siguientes normas; ISO 13934-1; ISO 13934-2; AATCC 61; ISO 105 E04 y la norma ISO 105 B02, con ayuda de estas se determinó las dimensiones de los moldes intercambiables.

Una vez creada y verificada la funcionalidad de la troqueladora y los moldes intercambiables, se procedió a la toma de tiempos tanto del método manual como del método semi-manual. Por último, se realizó un análisis comparativo entre los tiempos obtenidos en función de cada método utilizado para cada uno de los ensayos aplicados, la interpretación de los resultados se dio en base al porcentaje de optimización, donde se obtuvo que, en todos los ensayos realizados con el método semi-manual se optimizó el tiempo en más del 50%, siendo el porcentaje más alto en la norma ISO 13934-1 con un 65.52 % (78.39 segundos), por el contrario, el que tuvo la menor optimización es el ensayo ISO 105 E04 con un 53.31 % (23.33 segundos). Con base a estos resultados se define que la aplicación del método semi-manual con la troqueladora es significativamente más eficiente en comparación con el método manual.

Palabras claves: Troqueladora, molde, control de calidad.

ABSTRACT

The current method of obtaining specimens in the textile quality laboratory is manual, which, with the help of improvised molds, the layout is made to be later cut with the help of scissors, this can cause delays at the time of performing this process in a large number of tests. For this reason, the implementation of a manual die cutting machine with interchangeable molds is proposed, whose objective is to significantly optimize the time required to obtain specimens in textile testing. For the present study, five tests were selected, based on a statistical analysis of those tests with the highest demand in the last two years. The selected tests respond to the following standards; ISO 13934-1; ISO 13934-2; AATCC 61; ISO 105 E04 and ISO 105 B02, with the help of which the dimensions of the interchangeable molds were determined.

Once the functionality of the die cutter and the interchangeable molds had been created and verified, we proceeded to take times for both the manual and semi-manual methods using this equipment. Finally, a comparative analysis was made between the times obtained according to each method used in each of the applied tests, the interpretation of the results was given based on the percentage of optimization, in which it was obtained that, in all the tests an optimization higher than 50% was obtained, being the highest percentage in the ISO 13934-1 standard with 65.52 % (78.39 seconds), on the contrary, the one that had the lowest optimization is the ISO 105 E04 test with 53.31 % (23.33 seconds). Based on these results it is defined that the application of the semi-manual method with the die cutter is significantly more efficient compared to the manual method.

Keywords: Die cutter, mold, quality control.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN.....	1
Problema de la investigación	1
Justificación	1
Objetivo General.....	2
Objetivo Especifico.....	3
Caracterización del sitio del proyecto.....	3
CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO	4
1.1. Estudios previos.....	4
1.1.1. Tipos de troqueladoras.....	4
1.1.2. Ensayos en el laboratorio de calidad textil	4
1.1.3. Troqueladoras en la industria textil	6
1.2. Marco legal.....	6
1.2.1. Constitución de la República del Ecuador.....	6
1.2.2. Líneas de investigación Universidad Técnica del Norte	6
1.2.3. Línea de investigación carrera de textiles.....	7
1.3. Marco conceptual	7
1.3.1. Tornos	7
1.3.2. Troqueladora.....	8
1.3.3. Características de las troqueladoras.....	9
1.3.4. Tipos de troqueladoras.....	10
1.3.5. Usos de la troqueladora	10
1.3.5.1. Industria farmacéutica	10
1.3.6. Moldes	11
1.3.7. Normas de calidad	11
1.3.8. Certificaciones de laboratorios de calidad textil.....	12
1.3.9. Estudio de tiempo	12

CAPITULO II.....	14
2. MÉTODOS Y MATERIALES	14
2.1. Tipos de investigación.	14
2.1.1. Investigación analítica	14
2.1.1.1. Análisis estadístico	14
2.2. Flujogramas	15
2.2.1. Flujograma general	15
2.2.2. Flujograma muestral	15
2.3. Elementos para la recolección de datos	16
2.3.1. Suplementos.....	17
2.3.2. Cronómetro.....	18
2.4. Moldes actuales	18
2.4.1. Descripción del método actual para la obtención de probetas.....	18
2.5. Modelo de la troqueladora.....	19
2.5.1. Materiales e insumos	20
2.5.1.1. Piezas metálicas	20
2.5.1.2. Plancha de Nylon.....	22
2.6. Método y procedimiento.....	23
2.6.1. Procedimiento para el desarrollo	23
2.6.1.1. Análisis de los ensayos más relevantes	23
2.6.1.2. Definición y creación de moldes.	24
2.6.1.3. Construcción de la troqueladora	27
2.6.1.4. Prueba de funcionalidad	29
2.6.1.5. Elementos de la toma de tiempos	32
2.6.1.6. Toma de tiempo del método manual.....	35
2.6.1.7. Método semi-manual (uso de troqueladora).....	39
CAPÍTULO III	44

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	44
3.1. Resultados.....	44
3.1.1. Normas de ensayos a utilizar	44
3.1.2. Tabla general de tiempos con el proceso manual y con el uso de la troqueladora.....	44
3.2. Discusión	45
3.2.1. Análisis de la tabla general.....	45
3.2.1.1. Análisis de la varianza.....	46
3.2.2. Comparación de tiempos con el método manual y con el uso de la troqueladora.....	47
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	49
CONCLUSIONES.....	49
RECOMENDACIONES	50
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
ANEXOS	56

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Análisis estadístico de ensayos de calidad</i>	23
Tabla 2 <i>Definición de los ensayos a utilizar</i>	24
Tabla 3 <i>Especificación de los moldes intercambiables</i>	25
Tabla 4 <i>Prueba de corte</i>	30
Tabla 5 <i>Nivel de incertidumbre de las muestras</i>	31
Tabla 6 <i>Porcentaje adicional por los suplementos</i>	34
Tabla 7 <i>Análisis de tiempos del E-01</i>	37
Tabla 8 <i>Toma de tiempo del E-02</i>	37
Tabla 9 <i>Estudio de tiempo del E-03</i>	38
Tabla 10 <i>Estudio de tiempo del E-04</i>	38
Tabla 11 <i>Estudio de tiempo del E-05</i>	39
Tabla 12 <i>Toma de tiempos con la troqueladora del E-01</i>	40
Tabla 13 <i>Toma de tiempos con la troqueladora del E-02</i>	41
Tabla 14 <i>Toma de tiempos con la troqueladora del E-03</i>	41
Tabla 15 <i>Toma de tiempos con la troqueladora del E-04</i>	42
Tabla 16 <i>Toma de tiempos con la troqueladora de la norma ISO 105 B02</i>	42
Tabla 17 <i>Resumen Metodológico</i>	43
Tabla 18 <i>Tabla general de la toma de tiempos</i>	45

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Ubicación del lugar de ensayos</i>	3
Figura 2 <i>Torno vertical</i>	8
Figura 3 <i>Troqueladora Industrial</i>	9
Figura 4 <i>Troqueladora rotativa</i>	10
Figura 5 <i>Moldes o matrices</i>	11
Figura 6 <i>Flujograma general para la elaboración de una troqueladora manual</i>	15
Figura 7 <i>Flujograma muestral</i>	16
Figura 8 <i>Suplementos del estudio de tiempos</i>	17
Figura 9 <i>Cronómetro digital</i>	18
Figura 10 <i>Probetas de cartón</i>	19
Figura 11 <i>Modelo de la troqueladora</i>	19
Figura 12 <i>Acero templado</i>	20
Figura 13 <i>Tuercas y pernos</i>	21
Figura 14 <i>Plancha de acero</i>	21
Figura 15 <i>Eje de transmisión</i>	22
Figura 16 <i>Plancha de nylon</i>	22
Figura 17 <i>Diseño de los moldes en AutoCAD</i>	26
Figura 18 <i>Moldes intercambiables</i>	27
Figura 19 <i>Resultado final de la construcción de la troqueladora</i>	28
Figura 20 <i>Diseño en SolidWorks</i>	28
Figura 21 <i>Prueba de funcionalidad</i>	29
Figura 22 <i>Corte del molde E-01 en la tela de alta densidad</i>	31
Figura 23 <i>Sistema de valoración Westing house</i>	33
Figura 24 <i>Pasos del proceso manual</i>	36
Figura 25 <i>Proceso semi-manual</i>	39
Figura 26 <i>Datos de la Varianza</i>	46
Figura 27 <i>Gráfico de barras del análisis de tiempo</i>	47

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Encuesta para definir los suplementos	56
Anexo 2 Resultados de la encuesta de suplementos variables	56
Anexo 3 Toma de tiempo del método manual norma ISO 13934-1	57
Anexo 4 Toma de tiempo del método manual norma ISO 13934-2	57
Anexo 5 Toma de tiempo del método manual norma ISO 105 E04	57
Anexo 6 Toma de tiempo del método manual norma AATCC 61	57
Anexo 7 Toma de tiempo del método manual norma ISO 105 B02	57
Anexo 8 Toma de tiempo del método semi-manual norma ISO 13934-1	58
Anexo 9 Toma de tiempo del método semi-manual norma ISO 13934-2.....	58
Anexo 10 Tabla de datos del método semi-manual de la norma ISO 105 E04.....	58
Anexo 11 Tabla de datos del método semi-manual de la norma AATCC 61	58
Anexo 12 Tabla de datos del método semi-manual de la norma ISO 105 B02.....	58
Anexo 13 Pruebas de corte	59

INTRODUCCIÓN

Problema de la investigación

El Laboratorio de Calidad Textil de la Universidad Técnica del Norte constituye un centro donde se llevan a cabo diversas pruebas de calidad. Entre las más destacadas se encuentran las pruebas de resistencia a la tracción, solidez al lavado, solidez al sudor y otras pruebas con diferentes parámetros y normativas, relacionadas con la calidad de los tejidos. Delgado et al. (2023) indica que los ensayos de calidad aseguran que un producto cumpla con las especificaciones técnicas necesarias para su uso. Para lograrlo, estos procesos deben proporcionar resultados precisos y confiables.

Durante la evaluación de las operaciones realizadas en el laboratorio, se ha observado que el proceso de preparación de las probetas no alcanza un nivel óptimo de eficiencia. Actualmente, este proceso se efectúa de manera manual e incluye las siguientes etapas: preparación del tejido, marcado manual de las probetas según el tipo de ensayo y, finalmente, el corte manual de las mismas, el cual lleva a una inadecuada calidad en las probetas y retardo en el tiempo de preparación de estas.

Ante esta situación, se propone la implementación de un troquel diseñado para reducir significativamente el tiempo de preparación de las probetas. Este equipo costará con moldes intercambiables adaptados a los diferentes tipos de ensayos. Cabe destacar que las dimensiones de estos moldes se definen en función de las normas de calidad que rigen en las operaciones del laboratorio de calidad textil, con el objetivo de mejorar la eficiencia del proceso y optimizar los recursos utilizados.

Justificación

La propuesta de crear una troqueladora manual busca evaluar si el uso de un equipo especializado puede optimizar el proceso de obtención de probetas para los

ensayos realizados en el laboratorio de calidad textil. Por esto, el desarrollo del proyecto busca la optimización de los recursos del proceso, especialmente en términos de tiempo. González et al. (2021) sostiene que, en cada revolución industrial, el cambio más significativo ha sido la transición del trabajo manual al uso de máquinas, las cuales facilitan la producción, mediante la optimización de tiempos. La utilización de equipos adecuados y eficientes permite obtener probetas con mayor celeridad y precisión. Además, la introducción de moldes intercambiables contribuye a agilizar los cambios de ensayos, lo que conlleva una notable reducción en el tiempo requerido para la preparación de las muestras.

El método actual conlleva una excesiva manipulación y errores de preparación de las probetas, tales como manchas, deshilachados y variaciones dimensionales, como una razón fundamental detrás del desarrollo de esta máquina, ya que con el uso de este equipo busca garantizar la uniformidad entre las muestras, lo que a su vez contribuye a la obtención de resultados más confiables en los ensayos de calidad.

La troqueladora manual no únicamente se utilizará en beneficio de los ensayos del laboratorio, a su vez también facilitará el desarrollo de prácticas o ensayos de los estudiantes, usándolo como material didáctico en función del objetivo de cada experimento.

Objetivo General

Elaborar una troqueladora manual con moldes intercambiables para la obtención de probetas en tejidos del laboratorio de calidad textil.

Objetivo Especifico

- Indagar sobre los ensayos de mayor demanda en el laboratorio de calidad textil por medio de cuadros estadísticos para la estandarización de medidas en los moldes a realizarse.
- Construir el troquel y los moldes intercambiables en función de los datos previamente recolectados con la finalidad de optimizar el flujo de proceso de la preparación de probetas, aumentando la calidad y disminuyendo los tiempos de corte.
- Efectuar un análisis comparativo del proceso de obtención de probetas con el método actual y el uso de la troqueladora en los distintos cortes de ensayos por medio de la toma de tiempo en cada uno de los procesos.

Caracterización del sitio del proyecto

Los ensayos para la verificación de la máquina se realizarán en la provincia de Imbabura, ciudad de Ibarra, en la carrera de textiles de la universidad Técnica del Norte, campus de Azaya expuesto en la **Figura 1**, calles Morona Santiago y Luciano Solano Sala con coordenadas 9VHG+5HJ, Morona Santiago, Ibarra 100110.

Figura 1

Ubicación del lugar de ensayos



Fuente: (Google Maps, 2024)

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Estudios previos

1.1.1. *Tipos de troqueladoras*

Suárez & Ramos (2022) en su investigación nos mencionan la clasificación de troqueladoras en función del proceso las cuales pueden ser, simples aquellas que realizan una sola operación, las compuestas ejecutan dos o más trabajos y las progresivas que son capaces de cumplir varios procesos para obtener el producto.

1.1.2. *Ensayos en el laboratorio de calidad textil*

El uso de la troqueladora para la obtención de moldes en tejidos para los ensayos en el Laboratorio de Calidad textil resultará ser beneficioso, puesto que en este se ejecutan varios ensayos de calidad que verifican las propiedades físicas y químicas del sustrato, para ello a continuación se describen rápidamente algunos ensayos que se realizan frecuentemente en estas instalaciones.

a) Ensayos de resistencia a la tracción y elongación

En función de los ensayos referentes a la tracción y elongación, la norma ISO propone dos métodos, los cuales se observa a continuación.

La Organización Internacional de Normalización [ISO] (2013) menciona que la norma 13934-1, es un ensayo que mide la fuerza máxima de alargamiento por el método de tira. Para el cumplimiento de esta se debe obtener cinco muestras de 250 mm de largo y 50 mm de ancho en el sentido de la urdimbre y la trama (Cruz, 2024).

La Norma Técnica Ecuatoriana [NTE] (2014) especifica que la norma ISO 13934-2 hace referencia a la determinación de la fuerza máxima en tejidos de calada con el método de agarre. De igual manera, Puente (2024) realiza un ensayo referente a la

resistencia a la tracción y elongación de un tejido bajo esta norma, para ello, realiza cinco probetas de 10 cm x 15 cm en función de la trama y de la urdimbre.

b) Solidez al lavado

Cucás (2019) utiliza la norma AATCC 61-2A (2009) para el ensayo a la solidez al lavado, la que requiere cortar probetas del tejido a utilizar con dimensiones de 50 mm x 150 mm.

c) Solidez al frote

En este tipo de ensayos bajo la norma AATCC 08-2013, se requieren dos muestras para ser sometidos a ensayo en seco y húmedo, como lo menciona Ayala (2023), para lo cual se necesita testigos con dimensiones de 5 cm x 5 cm. Asimismo, se requieren muestras de tejido de 13 x 5 cm, misma que serán sometidas a 10 ciclos de frote (Cuascota, 2021).

d) Solidez al sudor

ISO (2013) menciona que el ensayo de solidez al sudor se lo realiza mediante la norma ISO 105 E04, para ello se prepara probetas de 115 mm x 40 mm, estos cortes de tela se preparan para ser analizado en medio ácidos y alcalino, además para verificar la transferencia de color se corta el patrón estandarizado (multifibra) con las mismas dimensiones de la probeta (Ayala, 2023).

e) Solidez a la Luz

El ensayo referente a la norma ISO 105 B02 determina la resistencia del color en los textiles bajo las condiciones de luz solar, mediante el uso de una luz de xenón (ISO, 2014). En esta norma no muestra una dimensión exacta de las probetas, por ello en estudios realizados menciona que las probetas deben ser de 4.5 cm x 13.5 cm, basándose en el molde a utilizar en el Trufade (Larik et al., 2024).

1.1.3. Troqueladoras en la industria textil

Martínez (2017) menciona que las troqueladoras son aplicadas en diversos campos industriales. Un ejemplo de ello es la industria del calzado, donde obtienen las piezas por medio de moldes específicos en función de la parte requerida. Por tal motivo, puede ser aplicada en el proceso de obtención de probetas en los ensayos de calidad textil.

En la industria textil, las troqueladoras se utilizan también en el proceso de corte del cuero para la fabricación de tarjeteros. Según Forero (2020) el uso de una troqueladora manual incrementa la eficiencia en el tiempo de producción y mejora la calidad de las piezas de cuero.

1.2. Marco legal

1.2.1. Constitución de la República del Ecuador

Tomando en cuenta que en las justificaciones del presente trabajo se especifica que el equipo podrá ser utilizado en prácticas o ensayos realizados por los estudiantes como material didáctico. El Art. 350 de la Constitución de la República del Ecuador menciona que:

“El sistema de educación superior tiene como finalidad la formación académica y profesional con visión científica y humanista; la investigación científica y tecnológica; la innovación, promoción, desarrollo y difusión de los saberes y las culturas; la construcción de soluciones para los problemas del país, en relación con los objetivos del régimen de desarrollo”
(Asamblea Nacional, 2013, p. 7)

1.2.2. Líneas de investigación Universidad Técnica del Norte

Dentro de la Universidad Técnica del Norte existen diferentes líneas de investigación aprobadas por el Honorable Consejo Universitario, los cuales avalan la

ejecución de los proyectos planteados (UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE [UTN], 2022).

Las líneas de investigación que se presentan son las siguientes:

1. Producción Industrial y Tecnología Sostenible
2. Desarrollo Agropecuario y Forestal Sostenible
3. Biotecnología, Energía y Recursos Naturales Renovables
4. Soberanía, Seguridad e Inocuidad Alimentaria Sustentable
5. Salud y Bienestar Integral
6. Gestión, Calidad de la Educación, Procesos Pedagógicos e Idiomas
7. Desarrollo Artístico, diseño y publicidad
8. Desarrollo Social y del Comportamiento Humano
9. Gestión, Producción, Productividad, Innovación y Desarrollo Socio-económico.
10. Desarrollo, aplicación de software y cyber security (seguridad cibernética)

1.2.3. Línea de investigación carrera de textiles

En función del lineamiento de la carrera, en este trabajo será ejecutado bajo Línea de investigación N° 9 “ Gestión, Productividad, Innovación y Desarrollo Socioeconómico” (UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE [UTN], 2019)

1.3. Marco conceptual

1.3.1. Tornos

Los tornos tradicionales se caracterizan por su capacidad para realizar una amplia gama de procesos mecanizados, incluyendo el trabajo en superficies internas y externas tanto cilíndricas como cónicas, la creación de formas rotativas y el perfeccionamiento de

acabados superficiales (Pacheco & Espinosa, 2016). Los autores Zhang & Calderon (2024) mencionan que debido al avance tecnológico en procesos manufactureros, los equipos y maquinarias como los tornos también evolucionan, ya que, estos son necesarios al momento de mecanizar diferentes tipos de piezas.

Figura 2

Torno vertical



Fuente: (Zhang & Calderon, 2024)

El torno, a pesar de ser un equipo muy útil en las diferentes industrias, posee diversas desventajas, una de ellas son los desechos metálicos que ocasiona problemas ambientales, es por ello que, existen diversos métodos de reutilización como en la adhesión al hormigón para elevar su resistencia (Karalar et al., 2022).

1.3.2. Troqueladora

Una troqueladora, como la que se puede observar en la **Figura 3**, es una máquina que nos ayuda a obtener muestras mediante la presión que ejerce sobre un molde predeterminado y, por consiguiente, corta piezas estandarizadas con la ayuda de una base y una superficie móvil (Cosmos, 2019). De igual forma este dispositivo posibilita la conformación de piezas mediante diversos procedimientos, uno de sus aspectos

destacados es su capacidad para dar forma a las piezas sin generar desechos (J. Cruz, 2015). Estos equipos, debido a su versatilidad son muy utilizados en la mayoría de las industrias manufactureras, por tal motivo, son aplicados en procesos de cortes de materiales como cuero, piel, tejidos, materiales plásticos, entre otros (Zambrano, 1995).

Figura 3

Troqueladora Industrial



Fuente: (Minimaquinaria, 2024)

1.3.3. Características de las troqueladoras

Una de las características principales de las troqueladoras es que su uso es muy versátil, puesto que se las puede utilizar para distintos procesos como cizallar, doblar y/o perforar, en materiales textiles como telas, cuero y otros como cartones y papel (Alvarez et al., 2019).

Un aspecto a tomar en cuenta sobre estos equipos es la vida útil de los moldes utilizados, ya que un uso constante de estos puede alterar la fuerza de corte en todo el proceso variando así los moldes a crear (Rongyi et al., 2022).

1.3.4. Tipos de troqueladoras

a) Troqueladoras rotativas

Estas máquinas emplean un cilindro giratorio equipado con un troquel adherido a su superficie, como se observa en la **Figura 4**, el cual se logra cuando el tambor comienza a girar y la herramienta de corte moldea el material según la forma deseada (Ludus, 2023).

Figura 4

Troqueladora rotativa



Fuente: (Ricardo Arriaga S.A., 2023)

b) Troqueladoras Planas

Este tipo de troqueladoras son las más utilizadas, su principal característica es que cuenta con una prensa plana, de igual manera, se puede presentar en modelos automáticos, semiautomáticos y manuales, esto en función de la producción (Machinery Wenzhou Daba, 2019).

1.3.5. Usos de la troqueladora

1.3.5.1. Industria farmacéutica

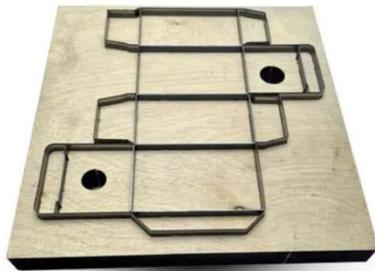
En esta industria, los troqueles en su mayoría se utilizan para el proceso de comprimido, ya sea de cápsulas o tabletas, para el cual se hace uso de troqueles de un solo punzón (Imayoshi et al., 2022).

1.3.6. Moldes

Los moldes o matrices son elementos fundamentales en el proceso de troquelados, estos elementos se crean mediante procesos de fresado y torneado, y actualmente se utiliza el diseño asistido por computadora (CAD) para su elaboración (Hashimoto & Nakamoto, 2021).

Figura 5

Moldes o matrices



Fuente: (Multipack, 2023)

1.3.7. Normas de calidad

Las normas de control de calidad son procedimientos que garantizan que un producto cumpla con las especificaciones técnicas requeridas, son esenciales en la detección de defectos de fabricación, para minimizar desperdicios, asegurando la calidad y la satisfacción del cliente (AUDACES, 2023).

Al aplicar las normas de calidad se logra diferentes ventajas como la mejora de procesos, disminución de desperdicios y costos, además siendo un proceso sustentable que beneficia al medio ambiente y a la sociedad, por el contrario, algunas empresas certificadas sin la experiencia adecuada no garantiza la fabricación de productos de calidad (Murrieta et al., 2019).

1.3.8. Certificaciones de laboratorios de calidad textil

a) Certificaciones ISO

Son normas internacionales de gestión de calidad aplicadas a procesos y productos textiles, reconocidas mundialmente, los cuales establecen requisitos para implementar sistemas de gestión de calidad efectivos y mejorar el producto final (Raigoza, 2012)

b) Certificación bajo la norma ISO 17025

La norma ISO 17025 corresponde a los requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayos y calibración, misma que ayuda a que los laboratorios trabajen de manera adecuada y la emisión de informes de resultados sea confiable (Yunda, 2023).

c) Normas AATCC

La asociación americana de químicos y coloristas textiles, es una organización que ayuda a aquellos interesados en la industria textil, facilitando materiales de control de calidad, como también métodos de pruebas estandarizados, siendo de gran ayuda para el ámbito educativo y profesional (Asociación Americana de Químicos y Coloristas Textiles [AATCC], 2025).

1.3.9. Estudio de tiempo

El estudio de tiempo es un proceso fundamental dentro de una empresa o de un proceso, puesto que con este se puede establecer estándares adecuados en función del trabajo (Menéndez et al., 2018). Un método con el cual podemos realizar un estudio de tiempo, es por medio del uso de un cronómetro y registro de tiempos para posteriormente conocer si el proceso incrementa o disminuye en su productividad (Andrade et al., 2019).

El estudio de tiempo es una metodología utilizada con el propósito de analizar y optimizar los procesos productivos, su objetivo principal es mejorar la eficiencia por medio de la reducción de tiempos y optimización de recursos, para ello, busca reducir esfuerzos innecesarios y equilibrar la carga de trabajo, todo esto sin comprometer la salud del trabajador (Arteaga et al., 2020).

CAPITULO II

MÉTODOS Y MATERIALES

En esta sección del trabajo de integración curricular, se presenta y describe las diferentes herramientas y método a utilizar para asegurar el cumplimiento de los objetivos planteados, proporcionando un enfoque claro para el desarrollo del proyecto.

2.1. Tipos de investigación.

Definir el tipo de investigación es crucial porque con esta herramienta se define las estrategias que se usarán para dar cumplimiento al tema de investigación, por este medio se garantiza la coherencia de la metodología utilizada y del mismo modo asegura la fidelidad de los resultados.

2.1.1. Investigación analítica

Esta investigación es un tipo particular, ya que requiere el uso de la capacidad de pensamiento crítico con un enfoque cuantitativo con diseño experimental comparativo, evaluando el rendimiento entre dos o más métodos por medio del estudio de los datos y la información pertinentes para el proyecto en desarrollo (Hernandez, 2017). De este modo se realizará un análisis acerca del modelo de la troqueladora y de los moldes a ser utilizados en la obtención de probetas de tejidos para los ensayos de calidad textil.

2.1.1.1. Análisis estadístico

Este método facilitará la recolección y análisis de datos sobre el tiempo requerido para obtener las probetas, comparando el método manual y con el uso de la troqueladora. A través del análisis estadístico, se podrá interpretar los resultados de manera precisa, evaluando la eficiencia de cada método. La estadística es un proceso mediante el cual se recopilan, analizan e interpretan datos para obtener información relevante, de este modo con los valores conseguidos se realizará conclusiones más asertivas (Ibagué, 2021).

2.2. Flujogramas

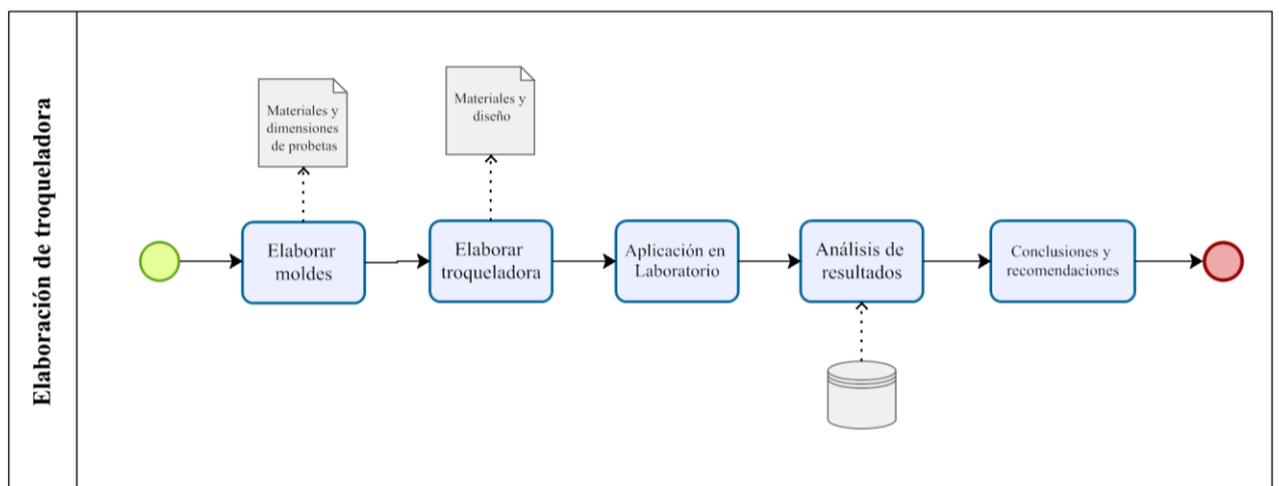
Estas representaciones gráficas nos ayudan a conocer el proceso que se aplicará en la ejecución del proyecto, definiendo el orden de actividades a seguir y los recursos que se necesitan.

2.2.1. Flujograma general

Como se puede observar en la **Figura 6**, el flujograma establece los pasos necesarios para asegurar el cumplimiento de los objetivos del proyecto, mismo que facilita la comprensión de cada actividad y la secuencia del proceso a realizar.

Figura 6

Flujograma general para la elaboración de una troqueladora manual



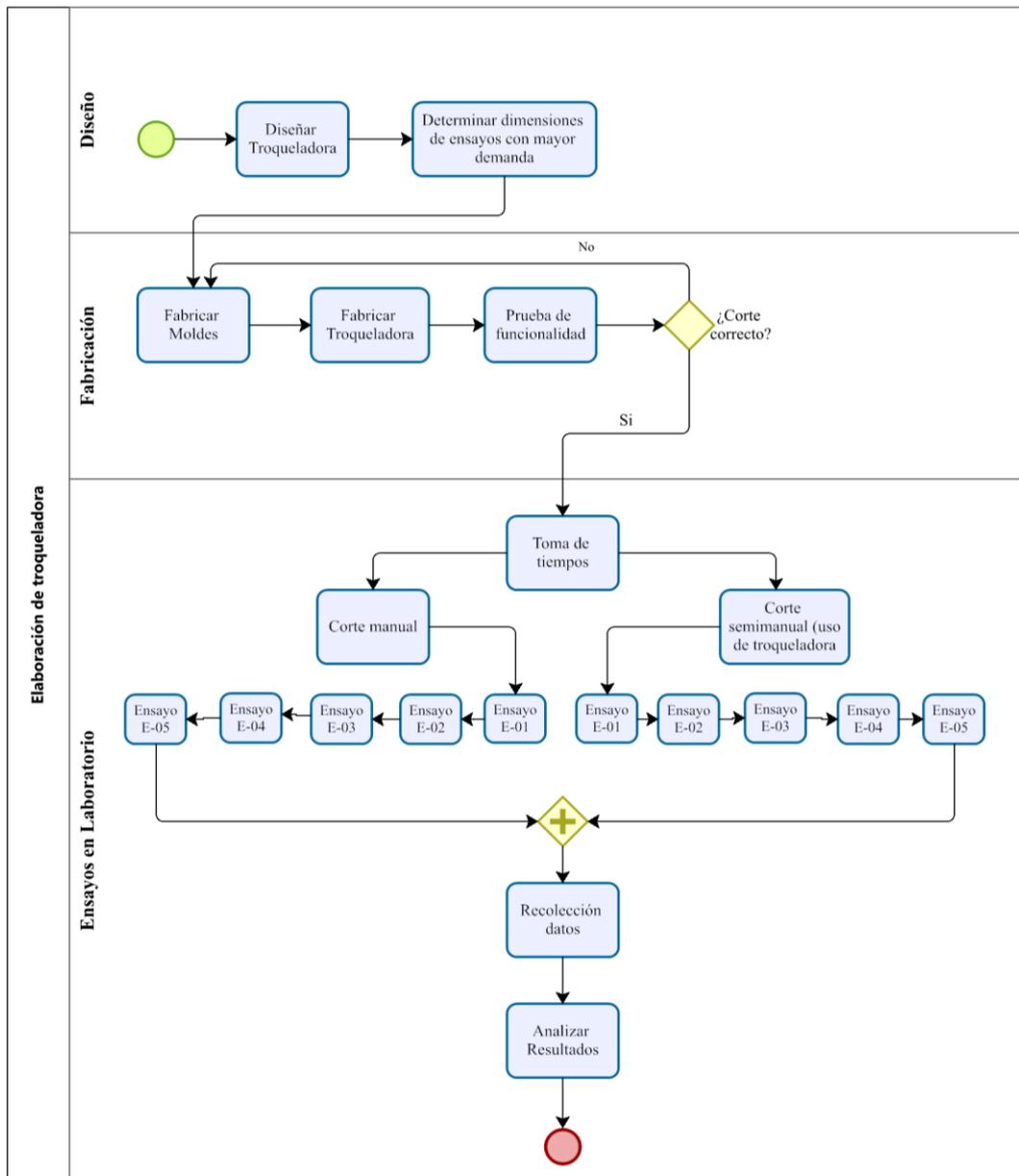
Fuente: Elaboración propia.

2.2.2. Flujograma muestral

En la **Figura 7**, se puede observar el flujograma muestral diseñado para la recolección y comparación de datos entre los métodos manual y semi-manual, considerando los tiempos de obtención de las probetas en los ensayos de calidad textil.

Figura 7

Flujograma muestral



Fuente: Elaboración propia

2.3. Elementos para la recolección de datos

Esta es una etapa fundamental del proyecto, debido a que permite la recopilación de los datos necesarios para su posterior análisis, el cual consistirá en comparar los tiempos obtenidos entre el método manual y el método semi-manual haciendo uso de la troqueladora.

2.3.1. Suplementos

Los suplementos son aquellos porcentajes que se adicionan al tiempo medido, debido a condiciones biológicas de las personas y del ambiente del trabajo, en nuestro proyecto se analizará algunos de los valores presentados en la **Figura 8**, en el que se evidencia algunos factores a considerar, cabe recalcar que, para la definición del porcentaje a incrementar por suplementos, se realizará una encuesta semiestructurada a 3 personas entre técnicos y estudiantes con experiencia directa en el laboratorio, detallado en el **Anexo 1**.

Figura 8

Suplementos del estudio de tiempos

SUPLEMENTOS CONSTANTES		HOMBRE	MUJER	SUPLEMENTOS VARIABLES		HOMBRE	MUJER
Necesidades personales		5	7	e) Condiciones atmosféricas			
Básico por fatiga		4	4	Índice de enfriamiento, termómetro de KATA (milicalorías/cm2/segundo)			
SUPLEMENTOS VARIABLES		HOMBRE	MUJER				
a) Trabajo de pie				16		0	
Trabajo se realiza sentado(a)		0	0	14		0	
Trabajo se realiza de pie		2	4	12		0	
b) Postura normal				10		3	
Ligeramente incómoda		0	1	8		10	
Incómoda (inclinación del cuerpo)		2	3	6		21	
Muy incómoda (Cuerpo estirado)		7	7	5		31	
				4		45	
				3		64	
				2		100	
c) Uso de la fuerza o energía muscular (levantar, tirar o empujar)				f) Tensión visual			
Peso levantado por kilogramo				Trabajos de cierta precisión		0	0
2,5		0	1	Trabajos de precisión o fatigosos		2	2
5		1	2	Trabajos de gran precisión		5	5
7,5		2	3	g) Ruido			
10		3	4	Sonido continuo		0	0
12,5		4	6	Sonidos intermitentes y fuertes		2	2
15		5	8	Sonidos intermitentes y muy fuertes		5	5
17,5		7	10	Sonidos estridentes		7	7
20		9	13	h) Tensión mental			
22,5		11	16	Proceso algo complejo		1	1
25		13	20 (máx)	Proceso complejo o de atención dividida		4	4
30		17		Proceso muy complejo		8	8
33,5		22		i) Monotonía mental			
d) Iluminación				Trabajo monótono		0	0
Ligeramente por debajo de la potencia calculada		0	0	Trabajo bastante monótono		1	1
Bastante por debajo		2	2	Trabajo muy monótono		4	4
Absolutamente insuficiente		5	5	j) Monotonía física			
				Trabajo algo aburrido		0	0
				Trabajo aburrido		2	2
				Trabajo muy aburrido		5	5

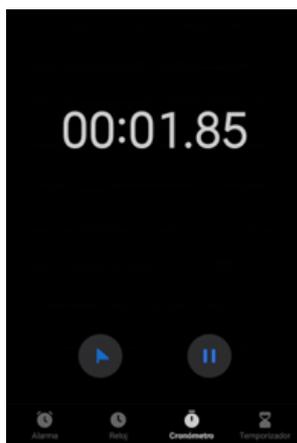
Fuente: (Salazar, 2019)

2.3.2. Cronómetro

Es una herramienta empleada para la medición de tiempos, y se clasifica en dos tipos: el cronómetro analógico, que utiliza elementos mecánicos, y el cronómetro digital (ver **Figura 9**), que cuenta con un circuito electrónico (Montávez, 2020). En nuestro estudio de tiempo se hará uso de un cronómetro digital, debido a su facilidad de uso.

Figura 9

Cronómetro digital



2.4. Moldes actuales

2.4.1. Descripción del método actual para la obtención de probetas

El proceso de obtención de probetas en el Laboratorio de Calidad Textil se lo realiza de manera manual, el cual consiste en hacer uso de moldes improvisados de acuerdo con el ensayo correspondiente (ver **Figura 10**), cabe mencionar que dichos moldes se utilizarán para la toma de tiempo del método manual.

Figura 10

Probetas de cartón



2.5. Modelo de la troqueladora

Para dar inicio con nuestro proyecto primero se establece un modelo óptimo, que cumplan con los principios de una troqueladora. De igual manera, debe cumplir requisitos para su funcionalidad en el laboratorio de calidad textil, los cuales implica la facilidad de su uso. Por ello, se presenta el siguiente modelo (ver .

Figura 11), el material con el cual se realizará la máquina será en su mayoría de acero inoxidable.

Figura 11

Modelo de la troqueladora



Nota. El diseño presentado es una guía para la elaboración del equipo, puesto que las características que presenta el modelo satisfacen los requerimientos para uso del laboratorio.

2.5.1. *Materiales e insumos*

2.5.1.1. Piezas metálicas

Las siguientes piezas metálicas fueron utilizadas para el ensamblaje de la troqueladora, por ello estas poseen distintas dimensiones y formas, las cuales se detallan a continuación.

- Acero templado

El acero templado (ver **Figura 12**) es un material fundamental en la fabricación de matrices o moldes, gracias a su alta resistencia mecánica, tenacidad y capacidad para soportar tensiones extremas (Shenzhen Toufa Co., 2024). Estas propiedades lo convierten en una opción ideal para aplicaciones que requieren durabilidad y precisión.

Figura 12

Acero templado



(Forézienne, 2022)

- Tuercas y arandelas

Este tipo de elementos (ver **Figura 13**) son esenciales para la unión de partes metálicas como menciona Tormetal (2024), las tuercas metálicas son componentes esenciales para la sujeción y correcta unión de piezas entre sí, asimismo, el uso de tuercas ayuda a evitar el desplazamiento de piezas y en consecuencia el fallo en los sistemas creados. En nuestro proyecto se hará el uso de pernos 7/8”.

Figura 13

Tuercas y pernos



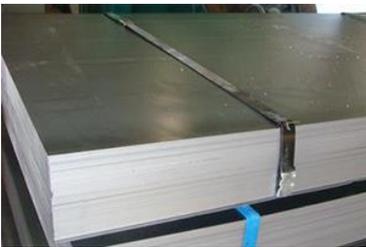
Fuente: (Pernos y Tuercas, 2020)

- Planchas de acero

Una placa de acero es un producto metálico plano y resistente, utilizado en aplicaciones industriales y de construcción, como estructuras, maquinarias y refuerzos (Dismetal, 2022). Dicho elemento se utilizará en la creación de las 3 placas, de base, de presión y la superior, el material utilizado en el proyecto es una placa de acero de 20 mm de espesor.

Figura 14

Plancha de acero



- Eje de transmisión

Un eje de transmisión es un componente mecánico (**ver Figura 15**) que trasfiere potencia y movimiento desde el motor hasta las ruedas u otros sistemas de maquinaria.

En vista de su funcionalidad se usará un eje de transmisión de 2", el cual se utilizó para crear la palanca de presión.

Figura 15

Eje de transmisión

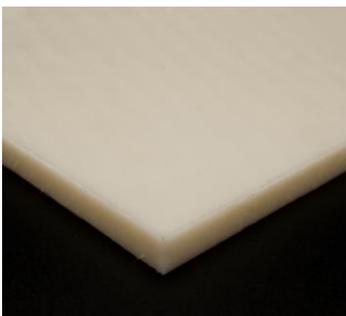


2.5.1.2. Plancha de Nylon

Las planchas de Nylon se caracterizan por ser uno de los termoplásticos con más resistencia a los productos químicos, corrosivos, aceites y disolventes, además tiene un amplio rango de temperatura. Esta plancha presentada en la **Figura 16** será utilizada sobre la placa de base para amortiguar la presión de las cuchillas al momento de generar el corte de las probetas.

Figura 16

Plancha de nylon



Fuente: (Corcho Ecuador, 2024)

2.6. Método y procedimiento

2.6.1. Procedimiento para el desarrollo

Para llevar a cabo el desarrollo del proyecto, se plantea diversas etapas con el objetivo de garantizar su correcta ejecución. Este proceso abarca distintos apartados, desde la selección del modelo del equipo, los moldes y la realización de pruebas que permiten evaluar la eficiencia y funcionalidad.

2.6.1.1. Análisis de los ensayos más relevantes

En esta primera etapa se determina los ensayos con mayor relevancia que se realizan en el laboratorio de calidad textil (ver

Tabla 1), para ello, se desarrolla un estudio con base en el número de veces que se han desarrollado los ensayos entre los años 2023-2024.

Tabla 1

Análisis estadístico de ensayos de calidad

Ensayo	Norma	Número de veces
Solidez del color al lavado	AATCC 61 Método 2A; 3A; 5A;	184
Determinación de la solidez del color a la luz artificial. Arco de xenón	ISO 105 B02	144
Determinación de la resistencia del color a la sudoración	ISO 105 E04	110
Determinación de la fuerza de rotura y alargamiento a la rotura de los tejidos	ISO 13934-1; 2; ASTM 5034	62
Determinar la tendencia a formación de bolitas (pilling) textiles	ISO 12945-2	59
Solidez del color al frote	AATCC 08: 2013	48
Determinación del cambio dimensional en el lavado	ISO 5077	42

Ensayo	Norma	Número de veces
Resistencia al deslizamiento de los hilos (bajo una carga de 60 N)	ISO 13936-2	42
Resistencia al desgarro	ISO 13937-2	42
Resistencia al desgarro	ISO 9073-4	42
Composición de la tela	AATCC 20A	24

Nota. Para determinar el número total de veces que se desarrollaron los ensayos referentes a la norma ISO 13934 se tomó un acumulado entre el método 1 y 2, como también la norma ASTM 5034, debido a que las probetas del método dos y la norma ASTM presentan similitudes en sus dimensiones.

La información presentada en la

Tabla 1, no son los únicos ensayos que se realizan en el laboratorio de calidad textil, únicamente se presentan a aquellos que se han realizado más de 20 veces en el periodo analizado, con el objetivo de facilitar el análisis de los ensayos con mayor demanda.

2.6.1.2. Definición y creación de moldes.

Una vez analizados los ensayos pertinentes, para este proyecto se ha seleccionado los cinco más relevantes presentados en la **Tabla 1**. Por consiguiente, en la **Tabla 2** se detallan el tipo de ensayos con su norma correspondiente y la codificación utilizada en el presente estudio.

Tabla 2

Definición de los ensayos a utilizar

Nombre del ensayo	Norma	Codificación
--------------------------	--------------	---------------------

Determinación de la fuerza máxima y del alargamiento a la fuerza máxima por el método de la tira	ISO 13934-1	E-01
Nombre del ensayo	Norma	Codificación
Determinación de la fuerza máxima por el método del agarre.	ISO 13934-2	E-02
Ensayo de solidez del color. Parte E04: Solidez del color a la transpirabilidad	ISO 105 E04	E-03
Solidez del color al lavado	AATCC 61	E-04
Determinación de la solidez del color a la luz artificial. Arco de xenón	ISO 105 B02	E-05

Según los cinco ensayos preestablecidos en la tabla anterior, se presenta a continuación la **Tabla 3** en la que se detallan las dimensiones y especificaciones a utilizar en la fabricación de los moldes, tomando como referencia la norma de cada uno de los ensayos.

Tabla 3

Especificación de los moldes intercambiables

Características de los moldes		
Grosor:	1 mm	
Altura:	1 cm	
Material	Acero templado y base de madera	
Ensayo	Norma	Dimensiones (mm)
E-01	ISO 13934-1	50 x 250
E-02	ISO 13934-2	100 x 150
E-03	ISO 105 E04	40 x 100
E-04	AATCC 61	50 x 150
E-05	ISO 105 B02	45 x 135

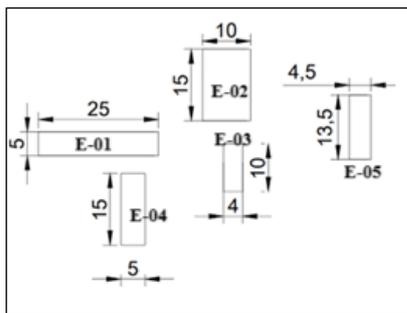
Fuente: Propia

En algunas normas utilizadas en este proyecto presentan dimensiones diferentes a las presentadas en la tabla anterior, por ejemplo, la norma ISO 13934-1 nos menciona que la dimensión de las probetas deben ser de 50 x 200 mm, pero en vista de una mejor manipulación y agarre de las mordazas del equipo se realizará un molde de 50 x 250 mm; igualmente, la norma ISO 13934-2 afirma que las dimensiones deben ser de 100 mm de ancho y un largo mayor a 100 mm, por esto se toma la decisión de crear el molde de 100 x 150 mm; por último, la norma referente al E-05 en el apartado 6.2 no especifica una dimensión exacta, a su vez establece una condición de dimensiones en la cual menciona que el área expuesta o no expuesta al ensayo debe ser mayor a 10 mm x 8 mm, actualmente en el laboratorio de calidad textil, la probeta utilizada para este ensayo es de 45 x 135 mm debido a las condiciones preestablecidas en los equipos utilizados, siendo las dimensiones a utilizar en nuestro proyecto.

Una vez establecido las dimensiones de los moldes, se presenta la **Figura 17** a través del cual se aprecian las dimensiones de los moldes diseñados en AutoCAD, lo cual facilita su comprensión y se toma como una etapa preliminar antes del proceso de fabricación.

Figura 17

Diseño de los moldes en AutoCAD



Determinado las características y medidas de los moldes, se procede a la fabricación de estos (ver **Figura 18**), para ello se realiza dobles a la cuchilla de acuerdo

con las dimensiones especificadas anteriormente. A su vez se coloca una plancha de madera en la parte superior para una mejor movilidad y sujeción de los moldes.

Figura 18

Moldes intercambiables



2.6.1.3. Construcción de la troqueladora

CTD (2019) menciona que el proceso de construcción de equipos, es fundamental en la creación de un producto, puesto que nos ayuda a comprobar la funcionalidad y efectividad del elemento, para ello se requiere un proceso de planificación como la selección de materiales y pruebas rigurosas.

En esta etapa del proyecto, se contruye la troqueladora realizando adaptaciones al modelo presentado en la .

Figura 11, considerando los ajustes y cambios necesarios para la funcionalidad del equipo. A continuación, se presenta la secuencia para la fabricación de la troqueladora, del mismo modo, en la **Figura 19** se puede apreciar el resultado de estos procesos.

1. Adaptaciones al diseño preliminar
2. Obtención de las piezas
3. Ensamblaje de piezas de la estructura
4. Ensamblaje de la palanca
5. Pulido del equipo

Figura 19

Resultado final de la construcción de la troqueladora

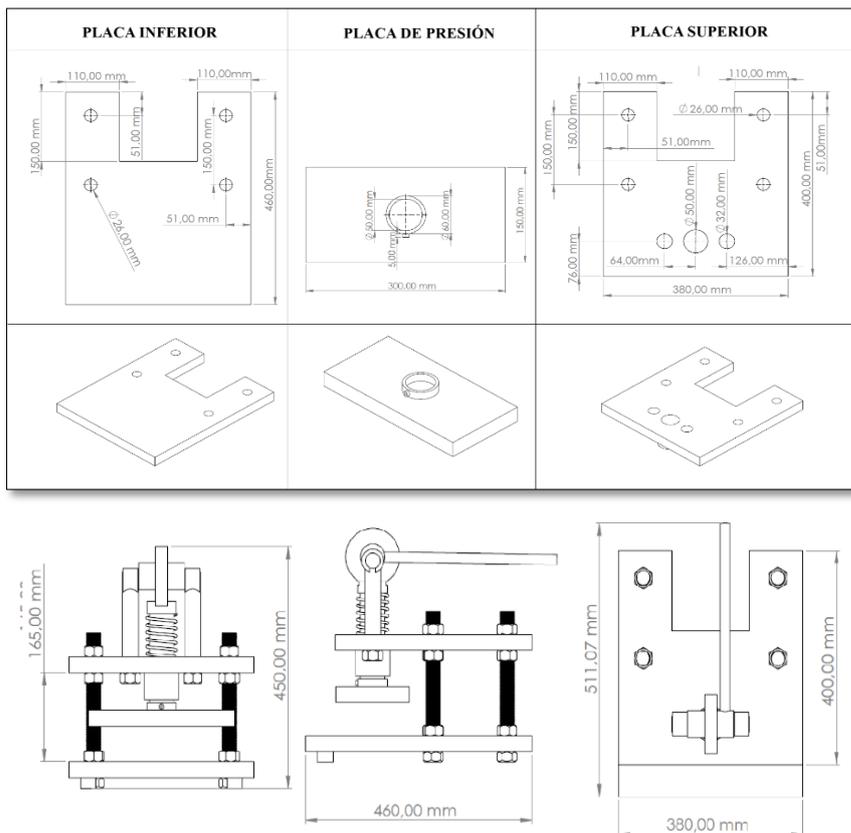


Diseño de la máquina en SolidWorks

A continuación, en la **Figura 20** presentamos los diseños realizados en programas CAD para una mejor apreciación de las dimensiones principales de la máquina.

Figura 20

Diseño en SolidWorks



Nota. La principal variación del diseño presentado en la **Figura 11** con la del estudio actual, son las dimensiones de la placa de presión, el cual para nuestro estudio se utilizó de 30 cm x 15 cm.

2.6.1.4. Prueba de funcionalidad

En esta etapa se asegura que todos los componentes y sistemas de un equipo opera correctamente, identificado y corrigiendo fallos antes de su uso final para garantizar su rendimiento (SafetyCulture, 2024).

Una vez finalizado el proceso de construcción de la troqueladora y los moldes intercambiables. Se verifica su efectividad, como se muestra en la **Figura 21**. Para ello, se realizan pruebas de corte en diversos tejidos seleccionados aleatoriamente del laboratorio de calidad textil. Estas pruebas son fundamentales para evaluar el desempeño del equipo e iniciar la medición de los tiempos de cada ensayo.

Figura 21

Prueba de funcionalidad



Para la prueba de funcionalidad, en primer lugar, se coloca el tejido sobre la base de la troqueladora, específicamente sobre la placa de nylon, asegurando que esté completamente extendido y sin pliegues. A continuación, se coloca el molde sobre el tejido, alineándolo correctamente con la placa de presión para garantizar un corte preciso. Finalmente, se acciona la palanca, aplicando la presión necesaria para efectuar el corte.

a) Capacidad de corte

En esta etapa se estableció la capacidad de corte que posee el equipo propuesto, para lo cual se seleccionaron tres tejidos clasificados según su densidad en baja (LD), media (MD) y alta (HD), cada una de estas con una densidad de 122.37 g/m², 201.79 g/m² y 359.087 g/m² respectivamente, a los cuales se aplicó el proceso descrito anteriormente haciendo uso de los moldes, para verificar si estos cumplen con su funcionalidad en cada uno de los tejidos. De este modo se presenta la **Tabla 4** que muestra los resultados obtenidos en este proceso.

Tabla 4

Prueba de corte

Tipo de tejido	Correcto corte según el tipo de molde				
	E-01	E-02	E-03	E-04	E-05
Densidad Baja	Si	Si	Si	Si	Si
Densidad Media	Si	Si	Si	Si	Si
Densidad Alta	No	Si	Si	Si	Si
% de Funcionalidad	66.67 %	100 %	100 %	100 %	100 %

Como se aprecia en la tabla anterior, los moldes correspondientes al E-02, E-03, E-04 y E-05 presentan una funcionalidad del 100 %, esto quiere decir que los moldes utilizados son efectivos en los tres tipos de tejidos aplicados, por el contrario, se observó que el molde correspondiente al E-01 presenta una funcionalidad del 66.67 %, ya que se muestra problemas al momento de realizar el corte en el tejido de alta densidad, obteniendo un corte casi completo con pequeñas secciones sin cortar, como se observa en la **Figura 22**, siendo este el único inconveniente presentado.

Figura 22

Corte del molde E-01 en la tela de alta densidad



Nota. Para una mejor apreciación del corte de los demás moldes se recomienda visualizar el **Anexo 13**.

b) Precisión del corte

De igual forma se realizó el análisis de la precisión de los cortes en el ámbito de las dimensiones requeridas por cada una de las normas aplicadas, para ello se desarrolló un análisis con ayuda de un instrumento de precisión (pie de rey) y el estudio de la incertidumbre de cada una de las piezas cortadas, para su mejor comprensión se presenta la **Tabla 5**, donde se detalla la incertidumbre de cada una de las muestras y la variabilidad de dimensiones en función de las normas de calidad.

Tabla 5

Nivel de incertidumbre de las muestras

	Moldes	Variación según la norma	Variación de los moldes
E-01	Longitudinal	N/A	+ 0.12 mm
	Transversal	± 0.5 mm	+ 0.04 mm
E-02	Longitudinal	N/A	+ 0.13 mm
	Transversal	± 2 mm	+ 0.03 mm
E-03	Longitudinal	± 2 mm	+ 0.09 mm

	Transversal	± 2 mm	+ 0.04 mm
E-04	Longitudinal	N/A	+ 0.08 mm
	Transversal	N/A	+ 0.06 mm
E-05	Longitudinal	N/A	+ 0.04 mm
	Transversal	N/A	+ 0.04 mm

Realizado la prueba de precisión se observó que, con todos los moldes propuestos, se obtienen probetas de acuerdo con las dimensiones y posibles variaciones que especifican en cada una de las normas. Una vez completado este procedimiento en todos los ensayos, se verificó que la troqueladora y los moldes cumplen con el propósito del proyecto, el cual es garantizar un corte preciso de las probetas de tejidos para las pruebas de calidad textil.

2.6.1.5. Elementos de la toma de tiempos

Para realizar la toma de tiempo, primero se detallan aquellos parámetros a considerar al momento de realizar este proceso. Uno de estos aspectos es la cantidad de muestras a tomar, en nuestro caso se aplicará el método Maytag el cual explica que cuando el tiempo de la actividad no supera los dos minutos de duración, se debe realizar una toma de 10 muestras para obtener una confiabilidad en el estudio a realizarse (De-Lira-Martínez & Romero-Guerrero, 2022). Por ello, ya que las condiciones del estudio se acoplan al método Maytag se hará una toma de tiempos de 10 repeticiones por cada actividad.

Asimismo, en el estudio realizado por Cascante et al. (2019) para obtener una confiabilidad del 95% acerca de las muestras recolectadas, hace uso de la siguiente fórmula, el cual brinda la cantidad de muestras adicionales a medir para que el estudio realizado sea más asertivo. Por ello, para el estudio tiempo se aplicará el mismo método, con el fin de tener un alto nivel de confiabilidad.

$$n = \left(\frac{40\sqrt{n'\sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

Una vez aplicado esta fórmula y recolectado en las muestras necesarias para este estudio, se obtiene el tiempo promedio de cada una de las actividades.

a) Valoración de ritmo

Para realizar la valoración de ritmo en nuestro estudio, se hace uso del método Westing House, el cual se valora a la persona de estudio con base a cuatro factores (ver **Figura 23**) que son: habilidad, esfuerzo, condiciones y regularidad (Cascante et al., 2019).

Figura 23

Sistema de valoración Westing house

HABILIDAD			ESFUERZO		
0.15	A1	Superior	0.13	A1	Excesivo
0.13	A2		0.12	A2	
0.11	B1	Excelente	0.10	B1	Excelente
0.08	B2		0.08	B2	
0.06	C1	Buena	0.05	C1	Bueno
0.03	C2		0.02	C2	
0.00	D	Media	0.00	D	Medio
-0.05	E1	Aceptable	-0.04	E1	Aceptable
-0.10	E2		-0.08	E2	
-0.16	F1	Pobre	-0.12	F1	Pobre
-0.22	F2		-0.17	F2	
CONDICIONES			REGULARIDAD		
0.06	A	Ideales	0.04	A	Perfecta
0.04	B	Excelentes	0.03	B	Excelente
0.02	C	Buenas	0.01	C	Buena
0.00	D	Medias	0.00	D	Media
-0.03	E	Aceptables	-0.02	E	Aceptable
-0.07	F	Pobres	-0.04	F	Pobre

En función a la figura anterior se define que la persona y las actividades a evaluar presentan las siguientes valoraciones: en habilidades se considera buena C1 (+0.06), debido a que la persona tiene un poco de conocimiento del proceso; en esfuerzo se considera el bueno C2 (+0.02), ya que el trabajo a realizar no requiere de un esfuerzo excesivo no excelente; en las condiciones se establece la valoración de buenas C (+0.02)

ya que el área de trabajo posee las condiciones necesarias para el trabajo; y en la consistencia se considera regular D (0.00), debido a que el trabajo no es muy repetitivo.

De este modo, al realizar la suma de estas valoraciones se presenta un valor de ritmo del 10%, que debe ser adicionado al tiempo promedio de las actividades.

b) Suplementos aplicados

Para obtener el tiempo estándar se toma en cuenta los suplementos fijos y variables presentados en la **Figura 8**, por tal motivo se presenta la **Tabla 6** a través del cual se detallan los tipos de suplementos considerados en función de los resultados obtenidos en la encuesta realizada (ver **Anexo 2**) a estudiantes y laboratoristas que trabajan en el proceso de obtención de probetas en el laboratorio de calidad textil.

Tabla 6

Porcentaje adicional por los suplementos

Suplementos	Tipo de suplemento	% de adición
Fijos	Suplementos por necesidad personal	5 %
	Suplementos por fatiga	4%
Variables	Por trabajo de pies	2%
	Por postura normal	2%
	Por el estado de iluminación del área de trabajo	0%
	Por la concentración durante el trabajo	0%
	Por el ruido generado al momento de realizar el trabajo	0%
	Por la tensión mental aplicada	0 %
	Por la monotonía del trabajo	1%

Por el proceso del trabajo	0%
Total	14%

Los suplementos fijos son aquellos que no se puede negar, por esto se colocó un 5% por necesidades personales, 4% por fatiga, igualmente, en el suplemento variable por trabajo de pie se colocó 2%, ya que el proceso de obtención de probetas se lo realiza de esta manera, esto debido a que la persona que va a ser evaluada es hombre. Para la determinación de los siguientes parámetros se tomó en cuenta los resultados de la encuesta, colocando un 2% en postura normal y 1% por parte de la monotonía, ya que este proceso es bastante monótono. Teniendo un resultado del 14% por suplementos fijos y variables.

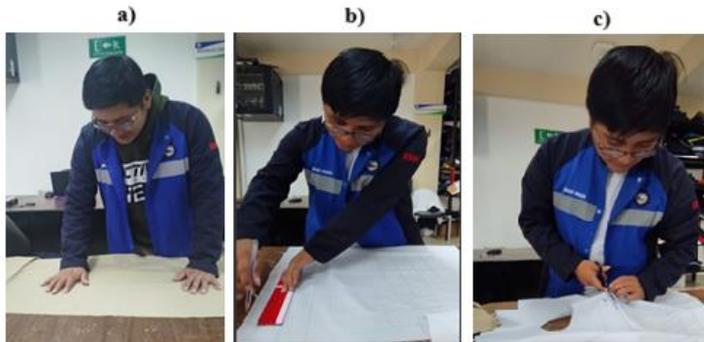
Una vez determinado los parámetros anteriores, se realiza la toma de tiempos en los cinco ensayos preestablecidos, la cual tiene como objetivo conocer y comparar cuanto se demora en obtener una probeta con el método convencional (manual) y con el uso del equipo propuesto (semi-manual).

2.6.1.6. Toma de tiempo del método manual

El método manual (ver **Figura 24**) es el proceso actual que se realiza en el laboratorio para la obtención de probetas, el cual consiste en tres pasos fundamentales que son; tendido del tejido, marcado de la probeta con ayuda de un molde de cartón y corte.

Figura 24

Pasos del proceso manual



Nota. Cada uno de estos pasos fueron cronometrados con la finalidad de recolectar datos para el estudio de tiempo.

A continuación, se describe en detalle el proceso del método manual, representado en la **Figura 24**, aplicado al ensayo E-01. Este método servirá como referencia para el desarrollo de los demás ensayos.

- a) Proceso de tendido: En este proceso se extiende la tela en el área de trabajo teniendo en cuenta que esta no presente arrugas ni dobleces, además es fundamental que el tendido de la tela sea en sentido longitudinal o urdimbre.
- b) Trazado de la probeta: Una vez seleccionado el tendido de la tela, se procede al trazado de la probeta utilizando el molde de cartón correspondiente al ensayo E-01. Según el tipo de ensayo, el marcado debe realizarse en los sentidos de longitudinal y transversal. Es importante considerar que el trazado debe efectuarse a una distancia mínima de 15 cm desde el orillo del tejido para evitar posibles deformaciones.
- c) Corte de la probeta: En este paso, se corta todas las probetas marcadas haciendo uso de tijeras industriales.

En la **Tabla 7** se presenta los datos obtenidos en la toma de tiempos de todos los pasos mencionados anteriormente del E-01, cabe recalcar que dicha tabla es un extracto, para lo cual se recomienda ver los **Anexo 3, Anexo 4, Anexo 5, Anexo 6 y Anexo 7** en donde se presenta las tablas completas del estudio de tiempo de todos los ensayos referentes al método manual.

Tabla 7

Análisis de tiempos del E-01

Actividad	Tiempo Promedio	Valoración del ritmo	Tiempo Normal	Suplementos	Tiempo Estándar
Tendido de tela	7,63	90%	8,39	14%	9,57
Trazado; urdimbre	11,56	90%	12,71	14%	14,49
Trazado: Trama	11,68	90%	12,85	14%	14,65
Corte; urdimbre	32,18	90%	35,40	14%	40,35
Corte; Trama	32,21	90%	35,43	14%	40,39
				Total	119,46

En función de los pasos preestablecidos en el ensayo anterior para el método manual, se presenta la **Tabla 8** el cual muestra los datos recolectados en función del E-02

Tabla 8

Toma de tiempo del E-02

Actividad	Tiempo Promedio	Valoración del ritmo	Tiempo Normal	Suplementos	Tiempo Estándar
Tendido de tela	7,63	90%	8,39	0,14	9,57
Trazado; urdimbre	8,73	90%	9,61	0,14	10,95
Trazado: Trama	8,43	90%	9,27	0,14	10,57
Corte; urdimbre	25,93	90%	28,52	0,14	32,51
Corte; Trama	25,38	90%	27,91	0,14	31,82
				Total	95,43

En continuación con el estudio de tiempos, en la **Tabla 9** se detallan los datos obtenidos al realizar el ensayo E-03, donde se reduce el número de actividades, ya que en la norma aplicada solo requiere las muestras en el sentido de la urdimbre.

Tabla 9

Estudio de tiempo del E-03

Actividad	Tiempo Promedio	Valoración del ritmo	Tiempo Normal	Suplementos	Tiempo Estándar
Tendido de tela	7,63	90%	8,39	0,14	9,57
Trazado de probeta	7,67	90%	8,43	0,14	9,61
Corte de probeta	19,60	90%	21,56	0,14	24,57
				Total	43,76

En la **Tabla 10** se observa los datos obtenidos acerca del estudio de tiempo del E-04, donde las actividades y condiciones son iguales a las que se aplicó en el ensayo anterior.

Tabla 10

Estudio de tiempo del E-04

Actividad	Tiempo Promedio	Valoración del ritmo	Tiempo Normal	Suplementos	Tiempo Estándar
Tendido de tela	7,63	90%	8,39	0,14	9,57
Trazado de probeta	8,62	90%	9,49	0,14	10,82
Corte de probeta	23,86	90%	26,24	0,14	29,92
				Total	50,30

Por último, se presenta los datos correspondientes al E-05, para ellos se visualiza la **Tabla 11**, en la cual se detalla las actividades realizadas para la obtención del tiempo estándar de este ensayo.

Tabla 11*Estudio de tiempo del E-05*

Actividad	Tiempo Promedio	Valoración del ritmo	Tiempo Normal	Suplementos	Tiempo Estándar
Tendido de tela	7,63	90%	8,39	0,14	9,57
Trazado de probeta	9,21	90%	10,13	0,14	11,55
Corte de probeta	20,70	90%	22,77	0,14	25,96
				Total	47,07

2.6.1.7. Método semi-manual (uso de troqueladora)

En el método semi-manual (ver **Figura 25**) se emplea la troqueladora junto con los moldes intercambiables. Siguiendo una secuencia específica de pasos: tendido del tejido, posicionamiento de los moldes sobre la superficie textil y ejecución del proceso de corte. Cabe destacar que, al igual que el método anterior, se realiza la toma de tiempo requerido para la ejecución de cada actividad.

Figura 25*Proceso semi-manual*

A continuación, se explica los pasos a seguir para el proceso de obtención de probetas y toma de tiempos del método semi-manual con base en el ensayo E-01, que servirá como una guía para los demás ensayos.

- a) Tendido del tejido: En esta etapa, el tejido se coloca sobre la placa de nylon, asegurando que esté alineada correctamente con los bordes y libre de arrugas

o dobleces que puedan afectar la precisión del corte. Es importante destacar que, en el caso de normas como la E-01 y E-02, se deben realizar dos tendidos: primero en el sentido de la urdimbre y posteriormente en el sentido de la trama, garantizando así la correcta orientación de las probetas para los ensayos correspondientes.

- b) Colocación del molde: Para ello, se toma el molde referente al E-01 y se coloca sobre el tejido de manera centrada con la placa de presión, también se debe tener en cuenta alejarse 15 cm con respecto al orillo.
- c) Proceso de corte: En este paso se utiliza la palanca para bajar y presionar el molde, permitiendo generar el cortar la probeta del E-01.

En la **Tabla 12** se aprecian los datos obtenidos en la toma de tiempos haciendo uso del equipo, utilizando el molde acorde al E-01, de igual manera cabe mencionar que para una visualización más amplia de la recolección de datos se recomienda ver los **Anexo 8, Anexo 9, Anexo 10, Anexo 11 y Anexo 12** en donde se detallan las tablas completas de todos los ensayos aplicados en el método semi-manual.

Tabla 12

Toma de tiempos con la troqueladora del E-01

Actividad	Tiempo Promedio	Valoración del ritmo	Tiempo Normal	Suplementos	Tiempo Estándar
Tendido de tela (U)	7,45	90%	8,19	14%	9,34
Colocar la matriz (U)	4,59	90%	5,05	14%	5,76
Corte (U)	4,33	90%	4,76	14%	5,43
Tendido de tela (T)	7,45	90%	8,19	14%	9,34
Colocar la matriz (T)	4,59	90%	5,05	14%	5,76
Corte (T)	4,35	90%	4,79	14%	5,46
				Total	41,07

Asimismo, se presentan los datos de la toma de tiempo del E-02 (ver **Tabla 13**), para este ensayo se toma en cuenta las actividades para aquellos ensayos que requieren la obtención de muestras en Urdimbre (U) y la trama (T).

Tabla 13

Toma de tiempos con la troqueladora del E-02

Actividad	Tiempo Promedio	Valoración del ritmo	Tiempo Normal	Suplementos	Tiempo Estándar
Tendido de tela (U)	7,45	90%	8,19	0,14	9,34
Colocar la matriz (U)	4,75	90%	5,22	0,14	5,95
Corte (U)	4,33	90%	4,76	0,14	5,43
Tendido de tela (T)	7,45	90%	8,19	0,14	9,34
Colocar la matriz (T)	4,67	90%	5,14	0,14	5,86
Corte (T)	4,35	90%	4,79	0,14	5,46
				Total	41,37

Continuando con el estudio de tiempos del método semi-manual, en la **Tabla 14** se detalla los datos obtenidos al realizar el ensayo E-03, una característica en este ensayo es que se reducen el número de actividades, puesto que la norma específica que solo se realiza una probeta en el sentido de la urdimbre.

Tabla 14

Toma de tiempos con la troqueladora del E-03

Actividad	Tiempo Promedio	Valoración del ritmo	Tiempo Normal	Suplementos	Tiempo Estándar
Tendido de tela	7,45	90%	8,19	0,14	9,34
Colocar la matriz	4,57	90%	5,02	0,14	5,73
Corte de probeta	4,28	90%	4,71	0,14	5,36
				Total	20,43

En la **Tabla 15** se observa los datos obtenidos acerca del estudio de tiempo del E-04 haciendo uso de la troqueladora, del mismo en este ensayo se aplica las mismas condiciones acerca del número de actividades que se mencionó en el ensayo anterior.

Tabla 15

Toma de tiempos con la troqueladora del E-04

Actividad	Tiempo Promedio	Valoración del ritmo	Tiempo Normal	Suplementos	Tiempo Estándar
Tendido de tela	7,45	90%	8,19	0,14	9,34
Colocar la matriz	4,84	90%	5,33	0,14	6,07
Corte de probeta	4,34	90%	4,77	0,14	5,44
				Total	20,85

Por último, se presenta los datos relacionados con el estudio de tiempos de la norma ISO 105 B02 (ver **Tabla 16**), donde se observa el tiempo estándar obtenido en este ensayo.

Tabla 16

Toma de tiempos con la troqueladora de la norma ISO 105 B02

Actividad	Tiempo Promedio	Valoración del ritmo	Tiempo Normal	Suplementos	Tiempo Estándar
Tendido de tela	7,45	90%	8,19	0,14	9,34
Colocar la matriz	4,61	90%	5,07	0,14	5,77
Corte de probeta	4,31	90%	4,74	0,14	5,40
				Total	20,51

Para la finalización del presente capítulo, se incluye un resumen de la metodología aplicada en la parte experimental (toma de tiempo), el cual se desarrolló para obtención de tiempos estándar de cada uno de los ensayos y posteriormente realizar una

comparación entre el método manual y semi-manual, por ello, se presenta la **Tabla 17** en el que se detalla este proceso.

Tabla 17

Resumen Metodológico

Muestra	Tipo de prueba	Herramienta	Variable medida	Análisis aplicado
5 ensayos de calidad, con muestras de 10 repeticiones por actividad (por método)	Estudio de tiempo	Cronometro digital, hoja de registro, valores de suplementos y valoración de ritmo	Tiempo estándar en segundos	Análisis gráfico y ANOVA para la comparación de los métodos

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados

En esta sección se presentan y analizan los resultados obtenidos a partir de la toma de tiempos realizados con el método manual y semi-manual. Esto permite evaluar el comportamiento de cada método en el proceso de obtención de probetas para ensayos de calidad.

3.1.1. Normas de ensayos a utilizar

Las normas aplicadas durante la ejecución de este proyecto se detallan en la **Tabla 2**, estas normas fueron fundamentales para el diseño de los moldes intercambiables, ya que estas permitieron estandarizar sus dimensiones, optimizando el proceso de fabricación y mejorando el ensamblaje de los componentes.

3.1.2. Tabla general de tiempos con el proceso manual y con el uso de la troqueladora

En este apartado se presenta un resumen de los resultados obtenidos en la toma de tiempos de todos los ensayos tanto del método manual como del semi-manual. Por ello, en la **Tabla 18** se aprecia los datos comparativos entre el método actual y con el uso de la troqueladora. Además, se incluye el porcentaje de optimización del tiempo en cada ensayo, permitiendo evaluar la eficiencia del proceso.

Tabla 18*Tabla general de la toma de tiempos*

Ensayos	Tiempo Estándar		Porcentaje de optimización
	Método Manual	Método semi-manual	
E-01	119.46 seg	41.07 seg	65.62 %
E-02	95.43 seg	41.37 seg	56.65 %
E-03	43.76 seg	20.43seg	53.31 %
E-04	50.30 seg	20.85 seg	58.55 %
E-05	47.07 seg	20.51 seg	56.43 %

3.2. Discusión

En esta sección se presenta la interpretación y análisis de los resultados obtenidos, para comprobar si el proyecto planteado ayuda a optimizar el tiempo en el proceso de obtención de probetas.

3.2.1. Análisis de la tabla general

Al analizar la **Tabla 18** se puede evidenciar que el método semi-manual reduce significativamente el tiempo del proceso de obtención de probetas en todos los ensayos estudiados, mostrando que en el método manual los valores máximos y mínimos son 119.46 segundos y 43.76 segundos respectivamente, por el contrario, en el método semi-manual los valores máximos y mínimos son 41.37 segundos y 20.43 segundos respectivamente, notando una gran diferencia entre los valores de cada método.

En función del porcentaje de optimización, el ensayo que obtuvo una mayor reducción del tiempo es el E-01 con un 65.62 %, por el contrario, el que tuvo el menor porcentaje de reducción es el ensayo E-03 con un 53.31 %. A pesar de ello, todos los ensayos en general obtuvieron una minimización del 50 %, el cual indica que la aplicación

del método con la troqueladora es significativamente más eficiente en comparación con el método manual.

3.2.1.1. Análisis de la varianza

Del mismo modo, se presenta un análisis de la varianza (ANOVA) con ayuda del software Past4, para determinar las diferencias significativas entre los tiempos promedios entre ambos métodos, de los resultados presentados en la **Tabla 18**.

Figura 26

Datos de la Varianza

	A	B
N	5	5
Min	43,76	20,43
Max	119,46	41,37
Sum	356,02	144,23
Mean	71,204	28,846
Std. error	15,31036	5,052379
Variance	1172,035	127,6327
Stand. dev	34,235	11,29746
Median	50,3	20,85
25 prcntil	45,415	20,47
75 prcntil	107,445	41,22
Skewness	0,8590697	0,6080969
Kurtosis	-1,753498	-3,329713
Geom. mean	65,2318	27,18379
Coeff. var	48,08016	39,16475

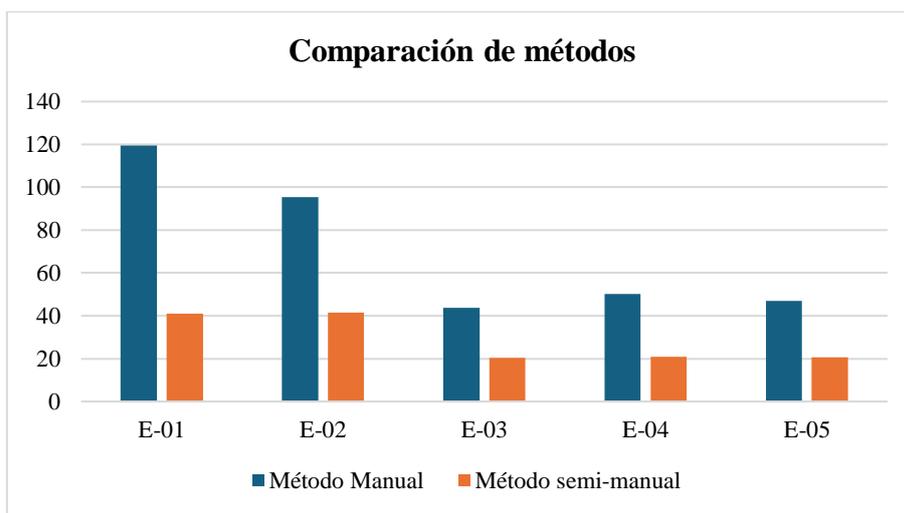
Como se aprecia en la **Figura 26**, donde los datos de la columna A son referentes a los resultados de tiempos del método manual y la columna B a los del semi-manual, se obtiene que en el conjunto A el valor mínimo es de 43.76 y máximo de 119.46, con una media de 71.204, por el contrario, en conjunto B se presenta un valor mínimo de 20.43 y máximo de 41.37, dando así una media de 28.846 siendo esta el más bajo en comparación a las dos columnas. En el ámbito del coeficiente de variación para el grupo A es de 48.08 y para el B de 39.16, siendo estos valores altos, puesto que se encuentran muy dispersos en referencia a la media.

3.2.2. Comparación de tiempos con el método manual y con el uso de la troqueladora.

Para una mejor comprensión de los resultados obtenidos se presenta la **Figura 27**, el cual es una representación visual de la comparación de los tiempos de procesos de los dos métodos.

Figura 27

Gráfico de barras del análisis de tiempo



El gráfico propuesto representa un análisis visual de la diferencia en los tiempos de obtención de probetas entre el método manual (barra azul) y el semi-manual (barra naranja). Como se observa en la **Figura 27**, el ensayo con la mayor diferencia de tiempo es el E-01, con 78.39 segundo del método manual con respecto al semi-manual, asimismo, el ensayo E-02 representa una diferencia de 54.06, evidenciando una tendencia en la variación de tiempos entre ambos métodos.

El ensayo E-01 presenta el mayor porcentaje de optimización en la toma de tiempos. Un factor determinante en este resultado es el tamaño de las probetas, ya que poseen las dimensiones más largas, lo que incrementa el tiempo requerido para su trazada y corte manual. En contraste, al utilizar la troqueladora, el proceso se estandariza,

reduciendo la variabilidad en los tiempos. Como resultado, los tiempos registrados para los ensayos E-01 y E-02 son similares, con valores de 41.07 y 41.37 segundos, respectivamente, debido a la uniformidad en las actividades y la eficiencia del método semi-manual.

Por otro lado, al analizar los tiempos estándar del método manual para los ensayos E-03, E-04 y E-05, se observa una variabilidad en los resultados, el menor tiempo registrado corresponde al ensayo E-03, con un valor de 43.76 segundos. Sin embargo, como se analizó previamente, el método semi-manual muestra una mayor uniformidad en estos tres ensayos, con tiempos estándares que oscilan entre 20.43 y 20.85 segundos, lo que evidencia una optimización y homogeneización del proceso mediante el uso de la troqueladora.

Con base a este análisis, se define que la eliminación del proceso de trazado de las probetas permite lograr una estandarización en los tiempos de procesamiento. Esto se debe a la similitud de actividades entre los distintos ensayos, donde el tiempo estándar de trazado y corte en el método manual varía en función de las dimensiones de la probeta. En particular, aquellas probetas con mayores dimensiones requieren más tiempo, lo que genera largos tiempos de duración. Al utilizar el método estandarizado, como la troqueladora, se minimiza esta variabilidad y se optimiza la eficiencia del procedimiento.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Mediante el análisis estadístico de los ensayos realizados en el laboratorio de calidad textil, se identificó los cinco ensayos que presentaban mayor demanda, entre estos se destacan; E-01, E-02, E-03, E-04 y E-05. La selección de estos ensayos se basó en un enfoque cuantitativo, priorizando aquellas pruebas con mayor frecuencia de ejecución en los últimos dos años. Este proceso permitió estandarizar los criterios para la elaboración de los moldes, garantizando que estos respondan a las necesidades del laboratorio.

En cuanto a la capacidad de corte, todos los moldes, excepto el E-01, permiten cortes precisos en tejido con densidades entre 122.37 y 359.087 g/m², mientras que el E-01 es adecuado para densidades entre 122.37 y 201.79 g/m². La precisión de las dimensiones de las muestras cortadas es aceptable según las normas aplicadas, con una incertidumbre menor a 1 mm en todas las mediciones. Concluyendo que el diseño de la troqueladora y de los moldes intercambiables cumplen con los requerimientos del proyecto.

El análisis comparativo demuestra que el uso de la troqueladora optimiza el tiempo de corte de probetas en más del 50%, siendo el E-01 con la mayor reducción de tiempo con un 65.62%. Demostrando que la implementación del equipo y los moldes intercambiables estandarizan el proceso, con un promedio de 41.22 segundos para los ensayos de seis actividades y 20.57 segundos para los de tres.

RECOMENDACIONES

Dado el correcto funcionamiento del equipo, se recomienda ampliar su aplicación mediante la fabricación de moldes adicionales con base a otros ensayos que presenten mayor demanda en el laboratorio de calidad textil. Así mismo, en caso de realizar adaptaciones a la máquina con el objetivo de automatización o adición de ensayos, se recomienda evaluar modificaciones en su diseño o estructura, para mejorar los sistemas de sujeción y ajustes en la presión de corte.

Si bien la máquina y las cuchillas funcionan correctamente, se recomienda realizar un estudio comparativo, de la calidad de las probetas obtenidas mediante el método manual y el método semi-manual, esto permitirá analizar si existen diferencias significativas en la precisión de los ensayos debido a posibles variaciones en el corte de las muestras.

Se recomienda realizar semestralmente un análisis de precisión de los moldes para verificar si existe alteraciones en las dimensiones de las probetas, con base al proceso aplicado en este proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarez, H., Lajas, I., Larrañaga, A., Amozarrain, L., & Barandiarán, I. (2019). Augmented reality system to guide operators in the setup of die cutters. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, *103*, 1543–1553. <https://doi.org/10.1007/s00170-019-03634-0>
- Andrade, A., Del Río, C., & Alvear, D. (2019). Estudio de Tiempos y Movimientos para Incrementar la Eficiencia en una Empresa de Producción de Calzado. *Información tecnológica*, *30*(3), 83–94.
- Arteaga, C. C., Montenegro, Y. Á. G., Salazar, M. del C. T., & Cisneros, M. G. V. (2020). Importancia de un estudio de tiempos y movimientos. *Inventio*, *16*(39), 1–5.
- Asamblea Nacional. (2013). Constitución del Ecuador (análisis)-análisis de la constitución de la república del Ecuador. *Ministerio de Educación*.
- Asociación Americana de Químicos y Coloristas Textiles [AATCC]. (2025). *Acerca de - AATCC La Asociación Estadounidense de Químicos y Coloristas Textiles*. <https://www.aatcc.org/about/>
- AUDACES. (2023). ¿Qué son las normas de control de calidad en la industria textil y cómo se aplican? *Audaces*, 1–20. <https://audaces.com/es/blog/normas-control-calidad-textil#:~:text=la industria textil%3F-,Aplicar normas de control de calidad en la industria textil,en el proceso de produccion.>
- Ayala, K. (2023). *Análisis de solidez al frote y sudor del color de la tintura por proceso Pad Batch con colorantes reactivos drimarene en tejido plano 100% CO*.
- Cascante, G. M., Alulema, J. M., & Mariño, C. S. (2019). Tiempos estándar para balanceo de línea en área soldadura del automóvil modelo cuatro. *Ingeniería Industrial*, *40*(2), 110–122.
- Corcho Ecuador. (2024). *Planchas de corcho, el material # 1 ecológico y sustentable*. <https://corchoecuador.com/planchas-de-corcho-un-material-ecologico/>
- Cosmos. (2019). *Troqueladoras: usos de las troqueladoras*. 1–9.
- Cruz, A. (2024). *Análisis comparativo de resistencia a la tracción y a la abrasión, en*

tejido jersey terminado en algodón 100% y mezcla bambú/algodón 70/30 fabricados con título 20/1 Ne. UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.

Cruz, J. (2015). *Automatización de una troqueladora y diseño de un troquel para arandelas de cobre.* Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

CTD. (2019). *Conoce los 5 pasos esenciales de un proceso de construcción.*
<https://www.cdt.cl/conoce-los-5-pasos-esenciales-de-un-proceso-de-construccion/>

Cuascota, K. (2021). *Análisis de la tintura de un tejido jersey 100% algodón, utilizando el negro de humo, mediante el método de agotamiento.*

Cucás, V. (2019). *Evaluación del proceso de lavado reductivo convencional vs el lavado reductivo alternativo de la tintura en tejidos de pes 100% con colorantes dispersos.* UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.

De-Lira-Martínez, M. F., & Romero-Guerrero, 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.

Delgado, G., Salazar, J., & Martinez, M. (2023). Implementación De La Calidad En Los Laboratorios De Ensayos (ISO/IEC 17025: 2017). *Revista iberoamericana de bioeconomía y cambio climático*, 9(17), 2029–2047.

Dismetal. (2022). *Dismetal - Laminadas en frío.*
<https://dismetal.ec/productos/planchas/laminadas-en-frio>

Forézienne. (2022). *Cuchillas de cepilladora de acero HSS 18% - 2.5mm.*
<https://www.forezienne.com/es/cuchillas/cepillado/cuchillas-de-cepilladora/cuchillas-de-cepilladora-de-acero-hss-18-2-5mm>

González, I., Armas, B., Coronel, M., Maldonado, N., Vergara, O., & Granillo, R. (2021). El desarrollo tecnológico en las revoluciones industriales. *Ingenio Y Conciencia Boletín Científico De La Escuela Superior Ciudad Sahagún*, 8(16), 41–52.

Google Maps. (2024). *Carrera de Ingeniería en Textiles - Google Maps.*
<https://www.google.com/maps/place/Carrera+de+Ingeniería+en+Textiles/@0.3780069,-78.1255936,17z/data=!4m6!3m5!1s0x8e2a3b38f9cd91ed:0x961fee2a0b1df71!8m2>

!3d0.3779638!4d-

78.1236011!16s%2Fg%2F11qr6fv13n?entry=ttu&g_ep=EgoyMDI0MTAwOS4wI
KXMDS0ASAFQAw%3D%3D

Hashimoto, M., & Nakamoto, K. (2021). Process planning for die and mold machining based on pattern recognition and deep learning. *Journal of Advanced Mechanical Design, Systems, and Manufacturing*, 15(2), JAMDSM0015–JAMDSM0015.

Hernandez, G. (2017). Método Analítico. *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH)*, 2–11.

<http://thales.cica.es/rd/Recursos/rd98/Matematicas/29/analitico.html>

Ibagué, J. (2021). *Estadística descriptiva, regresión y probabilidad con aplicaciones*. Ediciones de la U.

Imayoshi, Y., Ohsaki, S., Nakamura, H., & Watano, S. (2022). Continuous measurement of die wall pressure in a rotary tablet machine. *International Journal of Pharmaceutics*, 627, 122251.

ISO. (2013). *Ensayo de solidez al color Parte E04: Solidez del color a la transpiración*.

ISO. (2014). *Ensayo de solidez al color, Parte B02: Solidez de color a la luz artificial*.

Karalar, M., Özkılıç, Y. O., Deifalla, A. F., Aksoylu, C., Arslan, M. H., Ahmad, M., & Sabri, M. M. (2022). Improvement in bending performance of reinforced concrete beams produced with waste lathe scraps. En *Sustainability* (Vol. 14, Número 19). <https://doi.org/10.3390/su141912660>

Larik, A. F., Memon, N., Memon, R. H., Sirajuddin, Ferdousi, F. K., & Habib, A. (2024). Preparation of the binder from banana pseudostem waste and its application in pigment dyeing. *Journal of Chemistry*, 2024(1), 1900712.

Ludus. (2023). *Troqueladora industrial : consejos para prevenir accidentes al usarla*. 1–7.

Machinery Wenzhou Daba. (2019). *Conocimientos relacionados con la industria*. 1–4.

Martínez, C. (2017). *Diseño y construcción de un dispensador de tela para una máquina troqueladora de puente en la empresa Distrishoes SA*. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

- Menéndez, J., Peñaherrera, F., & Bravo, K. (2018). Importancia de los estudios de tiempos en el proceso de comercialización de las empresas. *OBservatorio de la economía latinoamericana*, 05, 1–14.
<https://www.eumed.net/rev/oel/2018/05/comercializacion-empresas-ecuador.html>
- Minimaquinaria. (2024). *Troqueladora Industrial*.
- Multipack. (2023). *Troqueles y moldes*. <https://www.multipack.com.ec/troqueles/>
- Murrieta, Y., Ochoa, E., & Carballo, B. (2019). Reflexión crítica de los sistemas de gestión de calidad: ventajas y desventajas. *Revista En-contexto*, 8(12), 115–132.
<https://doi.org/10.53995/23463279.668>
- Norma Técnica Ecuatoriana [NTE]. (2014). ISO 13934-2 textiles. Propiedades de tracción y fuerza máxima. Parte 2= Método Agarre(1). En *Textiles. Propiedades de los tejidos frente a la tracción. Parte 2: Determinación de la fuerza máxima por el método del agarre (ISO 13934-2:1999, IDT)* (p. 14).
- Organización Internacional de Normalización [ISO]. (2013). *ISO 13934-1 Textiles. Propiedades de tracción. Fuerza máxima y de largamiento. Parte 1=Método Tira (1).pdf*.
- Pacheco, J., & Espinosa, A. (2016). *Aplicación de la tecnología CNC en la modelación y fabricación de portaherramientas utilizados en los tornos convencionales del taller básico de la ESPOCH*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Pernos y Tuercas. (2020). Tuercas y pernos. En *Investigación y Ciencia (Scientific American): Vol. AGOSTO* (Número 95).
- Puente, M. (2024). *Evaluación de la resistencia a la tracción y elongación de un tejido plano de algodón 100% al aplicar sosa cáustica (NaOH) por el método de agotamiento*.
- Raigoza, N. (2012). *La importancia de las certificaciones ISO en las empresas de servicios*. 1–7.
- Ricardo Arriaga S.A. (2023). *Troquel Rotativo*.
- Rongyi, L., Changjin, L., Wenkai, Z., Libo, Z., Junshan, Z., & Tingyue, B. (2022). Research on modeling of milling force of ball-end mill cutter in multi-hardness

- splicing area of automobile panel die steel. *Integrated Ferroelectrics*, 226(1), 156–171.
- SafetyCulture. (2024). *Puesta en marcha: Definición, proceso y tipos*.
<https://safetyculture.com/es/temas/puesta-en-marcha/>
- Salazar, B. (2019). *Suplementos del estudio de tiempos*. 1–6.
<http://ingenierosindustriales.jimdo.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/suplementos-del-estudio-de-tiempos/%3E>
- Shenzhen Toufa Co., L. (2024). *¿Qué es el acero templado y por qué es importante el metal templado?* <https://www.tuofa-cncmachining.com/es/tuofa-blog/what-is-tempered-steel-and-why-is-tempered-metal-important.html>
- Suárez, A., & Ramos, S. (2022). *Diseño de un sistema de alineación para la máquina troqueladora de rollos en una planta de empaques*.
- Tormetal. (2024). *Funciones principales de las tuercas y cómo evitar que se aflojen | Tormetal*. <https://tormetal.com/blog/funciones-principales-de-las-tuercas-y-como-evitar-que-se-aflojen/>
- UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE. (2019). *Líneas de Investigación*.
<https://investigacion.utn.edu.ec/>
- UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE. (2022). Vicerrectorado de Investigación. *Aporte Santiaguino*, 10(1), 9. <https://doi.org/10.32911/as.2017.v10.n1.178>
- Yunda, F. (2023). *Implementación de los requisitos técnicos establecidos por la norma técnica ecuatoriana NTE INEN-ISO-IEC 17025-2018 para ensayos de inflamabilidad en materiales textiles de acuerdo con la norma ASTM d6413 para los Laboratorios de la Carrera de Mecánica*. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
- Zambrano, L. (1995). *Corte manual y troquelado de avíos para dama*.
- Zhang, L., & Calderon, A. (2024). Research and prospects of CNC lathe. *Cogent Engineering*, 11(1), 2299043. <https://doi.org/10.1080/23311916.2023.2299043>

ANEXOS

Anexo 1

Encuesta para definir los suplementos

1. Cómo define la postura normal en el proceso de obtención de las probetas

Ligeramente incómoda

Incómoda inclinada

Muy incómoda

2. Cúal es el estado de la iluminación del área de trabajo

Ligeramente por debajo de la potencia calculada

Bastante por debajo

Absolutamente insuficiente

3. Cómo define la concentración a tener durante el trabajo

Trabajos por cierta precisión

Trabajos precisos o fatigosos

Trabajos de gran precisión o muy fatigosos

4. Cúal es el ruido que se genera al momento de realizar el trabajo

Continuo

Intermitente y fuerte

Intermitente y muy fuerte

5. Cúal es la tensión mental aplicada en el trabajo

Proceso bastante complejo

Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos

Muy Compleja

6. Cómo define la monotonía del trabajo

Trabajo algo monótono

Trabajo bastante monótono

Trabajo muy monótono

7. Cómo define el proceso de obtención de probetas

Trabajo algo aburrido

Trabajo bastante aburrido

Trabajo muy aburrido

Anexo 2

Resultados de la encuesta de suplementos variables



Anexo 3

Toma de tiempo del método manual norma ISO 13934-1

Item	Descripción de la actividad	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	Muestra	T1	T2	T3	Tiempo Promedio	Valoración del ritmo	Tiempo Normal	Suplem.	Tiempo Estándar		
1	Tendido de tela	7,93	8,02	7,67	7,10	7,90	7,69	7,55	7,75	7,60	7,52	2	7,15	7,7		7,63	90%	8,39	14%	9,57		
2	Trazado de probeta urdimbre	12,3	11,26	11,28	10,97	11,26	11,96	11,10	11,70	11,53	11,66	2	11,8	11,88		11,56	90%	12,71	14%	14,49		
3	Trazado de probeta trama	12,0	11,9	11,29	11,10	11,60	11,90	12,32	11,72	11,96	11,55	1	11,2			11,68	90%	12,85	14%	14,65		
4	Corte de probeta urdimbre	32,8	33,9	31,90	30,33	29,98	33,60	31,69	33,07	32,70	33,70	3	30,66	32,1	31,91	32,18	90%	35,40	14%	40,35		
5	Corte de probeta trama	34,1	32,1	30,1	30,42	31	32,9	32,51	32,92	33,63	33,07	3	32,67	31,2	32,1	32,21	90%	35,43	14%	40,39		
Total																						119,46

Anexo 4

Toma de tiempo del método manual norma ISO 13934-2

Item	Descripción de la actividad	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	Muestra	T1	T2	T3	Tiempo Promedio	Valoración del ritmo	Tiempo Normal	Suplem.	Tiempo Estándar		
1	Tendido de tela	7,93	8,02	7,67	7,10	7,90	7,69	7,55	7,75	7,60	7,52	2	7,15	7,7		7,63	90%	8,39	0,14	9,57		
2	Trazado de probeta urdimbre	8,6	8,47	8,89	9,20	8,86	9,16	8,02	8,74	8,27	8,94	3	8,36	9,05	8,98	8,73	90%	9,61	0,14	10,95		
3	Trazado de probeta trama	8,7	8,1	7,90	8,60	8,20	8,52	8,61	8,40	8,51	8,76	2	8,56	8,36		8,43	90%	9,27	0,14	10,57		
4	Corte de probeta urdimbre	26,7	25,2	26,80	26,41	26,10	25,55	25,57	26,45	25,02	25,40	1	26,1			25,93	90%	28,52	0,14	32,51		
5	Corte de probeta trama	25,4	26,3	25,8	24,3	25,4	25,4	25	24,8	25,3	25,5	1	26			25,38	90%	27,91	0,14	31,82		
Total																						95,43

Anexo 5

Toma de tiempo del método manual norma ISO 105 E04

Item	Descripción de la actividad	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	Muestra	T1	T2	Tiempo Promedio	Valoración del ritmo	Tiempo Normal	Suplem.	Tiempo Estándar			
1	Tendido de tela	7,93	8,02	7,67	7,10	7,90	7,69	7,55	7,75	7,60	7,52	2	7,15	7,7	7,63	90%	8,39	0,14	9,57			
3	Trazado de probeta	7,9	7,67	7,80	7,23	7,73	7,52	7,83	7,35	7,72	7,65	1	7,92		7,67	90%	8,43	0,14	9,61			
4	Corte de probeta	18,3	19,1	20,10	20,23	19,93	18,77	19,78	20,41	20,19	20,79	2	18,93	18,6	19,60	90%	21,56	0,14	24,57			
Total																						43,76

Anexo 6

Toma de tiempo del método manual norma AATCC 61

Item	Descripción de la actividad	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	Muestra	T1	T2	Tiempo Promedio	Valoración del ritmo	Tiempo Normal	Suplem.	Tiempo Estándar			
1	Tendido de tela	7,93	8,02	7,67	7,10	7,90	7,69	7,55	7,75	7,60	7,52	2	7,15	7,7	7,63	90%	8,39	0,14	9,57			
3	Trazado de probeta trama	8,89	8,87	8,51	8,81	8,75	8,79	8,66	8,10	8,33	8,49	1	8,67		8,62	90%	9,49	0,14	10,82			
4	Corte de probeta urdimbre	23,8	24,1	23,96	23,76	23,54	24,07	23,84	23,69	24,00	23,89	0			23,86	90%	26,24	0,14	29,92			
Total																						50,30

Anexo 7

Toma de tiempo del método manual norma ISO 105 B02

Item	Descripción de la actividad	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	Muestra	T1	T2	Tiempo Promedio	Valoración del ritmo	Tiempo Normal	Suplem.	Tiempo Estándar			
1	Tendido de tela	7,93	8,02	7,67	7,10	7,90	7,69	7,55	7,75	7,60	7,52	2	7,15	7,7	7,63	90%	8,39	0,14	9,57			
3	Trazado de probeta	9,17	9,56	8,87	8,90	9,41	9,12	9,49	9,80	9,52	8,98	2	8,58	9,08	9,21	90%	10,13	0,14	11,55			
4	Corte de probeta	20,6	20,2	19,45	21,10	19,81	20,80	21,51	20,70	21,01	21,30	1	21,17		20,70	90%	22,77	0,14	25,96			
Total																						47,07

Anexo 8

Toma de tiempo del método semi-manual norma ISO 13934-1

Item	Descripción de la actividad	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	Muestra	T1	T2	Tiempo Promedio	Valoración del ritmo	Tiempo Normal	Suplementos	Tiempo Estándar
1	Tendido de tela (urdimbre)	7,88	7,59	7,75	7,65	7,76	7,73	7,51	7,02	6,98	7,35	2	6,88	7,25	7,45	90%	8,19	14%	9,34
2	Colocar la matriz (urdimbre)	4,55	4,63	4,52	4,60	4,59	4,68	4,71	4,45	4,59	4,58	0			4,59	90%	5,05	14%	5,76
3	Corte (urdimbre)	4,2	4,3	4,32	4,35	4,37	4,20	4,76	4,25	4,38	4,25	2	4,35	4,25	4,33	90%	4,76	14%	5,43
4	Tendido de tela (Trama)	7,88	7,59	7,75	7,65	7,76	7,73	7,51	7,02	6,98	7,35	2	6,88	7,25	7,45	90%	8,19	14%	9,34
5	Colocar la matriz (trama)	4,55	4,63	4,52	4,60	4,59	4,68	4,71	4,45	4,59	4,58	0			4,59	90%	5,05	14%	5,76
6	Corte (urdimbre)	4,3	4,3	4,33	4,35	4,48	4,10	4,49	4,51	4,39	4,26	1	4,35		4,35	90%	4,79	14%	5,46
Total																			41,07

Anexo 9

Toma de tiempo del método semi-manual norma ISO 13934-2

Item	Descripción de la actividad	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	Muestra	T1	T2	Tiempo Promedio	Valoración del ritmo	Tiempo Normal	Suplem.	Tiempo Estándar
1	Tendido de tela	7,88	7,59	7,75	7,65	7,76	7,73	7,51	7,02	6,98	7,35	2	6,88	7,25	7,45	90%	8,19	0,14	9,34
2	Colocar la matriz (urdimbre)	4,8	4,75	4,71	4,85	4,68	4,76	4,80	4,50	4,72	4,81	1	4,83		4,75	90%	5,22	0,14	5,95
3	Corte (urdimbre)	4,22	4,31	4,35	4,39	4,27	4,31	4,21	4,52	4,37	4,33	1	4,36		4,33	90%	4,76	0,14	5,43
4	Tendido de tela	7,88	7,59	7,75	7,65	7,76	7,73	7,51	7,02	6,98	7,35	2	6,88	7,25	7,45	90%	8,19	0,14	9,34
5	Colocar la matriz (trama)	4,75	4,69	4,68	4,91	4,55	4,48	4,73	4,51	4,79	4,53	1	4,75		4,67	90%	5,14	0,14	5,86
6	Corte (urdimbre)	4,18	4,28	4,35	4,42	4,15	4,29	4,40	4,55	4,58	4,33	2	4,26	4,45	4,35	90%	4,79	0,14	5,46
Total																			41,37

Anexo 10

Tabla de datos del método semi-manual de la norma ISO 105 E04

Item	Descripción de la actividad	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	Muestra	T1	T2	Tiempo Promedio	Valoración del ritmo	Tiempo Normal	Suplem.	Tiempo Estándar
1	Tendido de tela	7,88	7,59	7,75	7,65	7,76	7,73	7,51	7,02	6,98	7,35	2	6,88	7,25	7,45	90%	8,19	0,14	9,34
3	Colocar la matriz	4,58	4,8	4,51	4,61	4,70	4,64	4,48	4,54	4,35	4,40	1	4,63		4,57	90%	5,02	0,14	5,73
4	Corte de probeta	4,3	4,1	4,21	4,25	4,17	4,17	4,38	4,41	4,40	4,30	1	4,35		4,28	90%	4,71	0,14	5,36
Total																			20,43

Anexo 11

Tabla de datos del método semi-manual de la norma AATCC 61

Item	Descripción de la actividad	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	Muestra	T1	T2	T3	Tiempo Promedio	Valoración del ritmo	Tiempo Normal	Suplem.	Tiempo Estándar
1	Tendido de tela	7,88	7,59	7,75	7,65	7,76	7,73	7,51	7,02	6,98	7,35	2	6,88	7,25		7,45	90%	8,19	0,14	9,34
3	Colocar la matriz	4,83	4,91	4,87	4,85	4,87	4,87	4,61	4,92	4,80	4,91	1	4,82			4,84	90%	5,33	0,14	6,07
4	Corte de probeta	4,21	4,56	4,35	4,36	4,40	4,21	4,35	4,55	4,12	4,30	2	4,39	4,29		4,34	90%	4,77	0,14	5,44
Total																				20,85

Anexo 12

Tabla de datos del método semi-manual de la norma ISO 105 B02

Item	Descripción de la actividad	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	Muestra	T1	T2	Tiempo Promedio	Valoración del ritmo	Tiempo Normal	Suplem.	Tiempo Estándar
1	Tendido de tela	7,88	7,59	7,75	7,65	7,76	7,73	7,51	7,02	6,98	7,35	2	6,88	7,25	7,45	90%	8,19	0,14	9,34
3	Colocar la matriz	4,83	4,56	4,71	4,61	4,68	4,66	4,36	4,28	4,70	4,65	2	4,59	4,63	4,61	90%	5,07	0,14	5,77
4	Corte de probeta	4,36	4,24	4,31	4,27	4,30	4,30	4,72	4,33	4,08	4,20	2	4,26	4,32	4,31	90%	4,74	0,14	5,40
Total																			20,51

Anexo 13

Pruebas de corte

