



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
INDOAMÉRICA**

FACULTAD DE INGENIERÍAS

MAESTRÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y PROCESOS

TEMA:

**MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD MEDIANTE UNA GUÍA PRÁCTICA DEL
USO DE ROUTER CNC, PARA LA EMPRESA ARMAR**

Trabajo previo a la obtención del título de Máster en Diseño Industrial y Procesos.

Autor

Lic. Freire Paucar Ruth Magali

Tutor

Ing. Muquinche Puca Juan Pablo, Mgtr.

AMBATO – ECUADOR

2025

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA,
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA
DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Yo, Ruth Magali Freire Paucar, declaro ser autor del Trabajo de Titulación con el nombre “Mejora de la productividad mediante una guía práctica del uso de Router CNC, para la empresa armar”, como requisito para optar al grado de Magister en Diseño Industrial y de Procesos, autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Ambato a los 6 días del mes de octubre de 2025, firmo conforme:

Autor: Lic. Ruth Magali Freire Paucar

Firma:

Número de Cédula: 1804278727

Dirección: Tungurahua, Ambato, Tisaleo, El porvenir de Santa Lucia la Libertad.

Correo Electrónico: grabadosambar88@gmail.com

Teléfono: 0993676285

APROBACIÓN DEL DIRECTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Propuesta de investigación de la Maestría en Diseño Industrial y Procesos “Mejora de la productividad mediante una guía práctica del uso de Router cnc, para la empresa armar.” presentado por Ruth Magali Freire Paucar, para optar por el Título Magister en Diseño Industrial y Procesos.

CERTIFICO

Que dicho Trabajo de Titulación ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte los Examinadores que se designe.

Ambato, 6 de octubre del 2025

.....

Ing. Juan Pablo Muquinche Puca, Mgtr.

DIRECTOR

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Titulación, como requerimiento previo para la obtención del Título de Magister en Diseño Industrial y de Procesos, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor.

Ambato, 6 de octubre del 2025

.....

Lic. Freire Paucar Ruth Magali

180427872-7

AROBACIÓN DE EXAMINADORES

El Trabajo de Titulación ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: “Mejora de la productividad mediante una guía práctica del uso de Router CNC, para la empresa Armar”, previo a la obtención del Título de Magister en Diseño Industrial y de Procesos, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del Trabajo de Titulación.

Ambato, 6 de octubre del 2025

.....

Ing. Topon Visarrea Blanca Liliana, Mgtr.

LECTOR

.....

Ing. Romero Morales Estalin Jose, Mgtr.

LECTOR

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis mentores Segundo Freire, Lenin Freire y tutores en donde se ve reflejada, sus enseñanzas y ejemplos, han inspirado mi pasión por el diseño industrial. Gracias por guiarme en este camino de transformación y creatividad, he aprendido que el diseño no solo se trata de crear, sino de transformar realidades.

AGRADECIMIENTO

A, Dios y a mis padres, hermanos, cuyo amor y apoyo incondicional me han dado la fuerza necesaria para enfrentar este desafío y, especialmente, a mi hija, quien con su alegría y curiosidad me recuerda cada día la importancia de creer y soñar, sin ustedes este logro no habría sido posible.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR.....	ii
APROBACIÓN DEL DIRECTOR	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	iv
APROBACIÓN DE EXAMINADORES.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	1
ÍNDICE DE IMÁGENES	3
INDICE DE ANEXOS.....	4
INDICE DE ECUACIONES.....	5
TEMA:	6
RESUMEN EJECUTIVO	6
ABSTRACT.....	7
CAPÍTULO I.....	8
INTRODUCCIÓN	8
Contextualización.....	8
Antecedentes	9
Justificación.....	10
Objetivo General	11
Objetivo Específico	11
CAPÍTULO II	12
INGENIERÍA DEL PROYECTO	12

Diagnóstico de la situación actual.....	12
Cursograma analítico del proceso lámpara.	17
Diagrama de flujo de la fabricación de lámparas.	20
Medición de la productividad.....	22
Diagrama hombre maquina	24
Cálculo de piezas defectuosas.....	25
Estudio comparativo (benchmarking)	26
Área de Estudio	28
Modelo operativo	29
Desarrollo del Modelo Operativo.....	30
Plan de capacitación uso router CNC.....	31
CAPÍTULO III	33
PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS.....	33
Presentación de la propuesta	33
Contenido de la guía uso Router CNC.....	34
Resultados esperados.....	35
Cronograma de actividades	36
Análisis de costos.....	38
Curva “S”	38
Componente Ambiental.....	40
CAPITULO IV	41
EJECUCION DE LA PROPUESTA Y RESULTADOS OBTENIDOS.....	41
Proceso de ejecución	41
Justificación de la ejecución.....	41
Desarrollo y seguimiento	41

Introducción al NcStudio	44
Ficha de inspección seguridad.....	49
Matriz de riesgos	52
Introducción software ArtCAM	56
Instalación, fijación de herramientas y puesta a cero.....	59
Resultados obtenidos.....	60
Presentación de resultados obtenidos.....	60
Mejora en la productividad.	60
Curva de aprendizaje.....	64
Ficha técnica de mantenimiento básico.....	66
Mejora con la implementación de la ficha técnica en el mecanizado CNC.....	68
Mejora en el mecanizado de materiales MDF, madera, PVC.	69
Análisis estadístico.....	71
Evaluación de la ejecución.....	72
Análisis comparativo de la situación inicial.....	72
Evaluación económica.....	73
Análisis de la curva S.....	75
CAPITULO V	76
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	76
Conclusiones	76
BIBLIOGRAFIA.....	77
ANEXOS:.....	80

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No. 1: Cursograma Analítico Del Proceso.	18
Tabla No. 2: Áreas Y Procesos	21
Tabla No. 3: Productividad 36 Unidades De Lámparas, Router Cnc.....	23
Tabla No. 4: Diagrama Hombre Máquina.	24
Tabla No. 5: Estudio De (Benchmarking).....	27
Tabla No. 6: Área De Estudio De La Empresa Armar	28
Tabla No. 7: Capacitación Uso Router Cnc	32
Tabla No. 8: Resultados Esperados.	35
Tabla No. 9: Cronograma De Actividades.	37
Tabla No. 10: Cronograma Valorado De Componentes Y Actividades.....	38
Tabla No. 11: Costos, Del Proyecto.	39
Tabla No. 12: Lectura Del Código G.	45
Tabla No. 13: Lectura Del Código M.....	46
Tabla No. 14: Ficha Técnica Del Router Cnc.	48
Tabla No. 15: Ficha De Inspección, Seguridad.....	50
Tabla No. 16: Señalética En El Uso Del Router Cnc.	51
Tabla No. 17: Matriz De Riesgos.	52
Tabla No. 18: Tipos De Herramientas (O Fresas) Más Utilizados.....	54
Tabla No. 19: Cursograma Analitico Del Proceso	61
Tabla No. 20: Diagrama Hombre Maquina.	63
Tabla No. 21: Medición Del Aprendizaje.....	65
Tabla No. 22: Ficha Técnica Mantenimiento.	67
Tabla No. 23: Parámetros De Corte Mecanizado Router Cnc.....	70
Tabla No. 24: Análisis Comparativo Inicial Y Final	72
Tabla No. 25: Recuperación De Inversión.	73
Tabla No. 26: Recuperación De Inversión Diario, Semanal, Mensual.	74

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico No. 1: Analisis Comparativo	27
Gráfico No. 2: Actividades En 9 Semanas En La Curva “S”	39
Gráfico No. 3: Analisis Comparativo	64
Gráfico No. 4: Curva De Aprendizaje	66
Gráfico No. 5: Mejora En El Mecanizado.....	71
Gráfico No. 6: Análisis Comparativo Inicial Y Final	73
Gráfico No. 7: Porcentaje De Ganancia Diaria.	74
Gráfico No. 8: Curva “S” De La Situación Inicial Y Final.	75

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen No. 1: Logotipo Empresa Armar	12
Imagen No. 2: Ubicación Geoespacial De La Empresa	13
Imagen No. 3: Diagrama Ishikawa De La Empresa Armar.....	14
Imagen No. 4: Distribución De Planta.	15
Imagen No. 5: Operador Utilizando El Router Cnc	16
Imagen No. 6: Corte Router Cnc Falla.....	17
Imagen No. 7: Ciclo De Deming (Phva).....	29
Imagen No. 8: Portada, Contraportada De La Guía.	34
Imagen No. 9: Aprobecchamiento Desperdicio.	40
Imagen No. 10: Router Cnc, De La Empresa Armar.....	43
Imagen No. 11: Movimiento De Los Ejes Router Cnc.	43
Imagen No. 12: Software Ncstudio, (2019)	44
Imagen No. 13: Controladores De Configuración, Mecanizado.....	45
Imagen No. 14: Ventana Visual De Ejes En El Plano X, Y, Z.....	45
Imagen No. 15: Componentes Del Ruter Cnc.....	47
Imagen No. 16: Equipo De Seguridad, Operario.	49
Imagen No. 17: Diámetro De Fresa Adecuada.....	56
Imagen No. 18: Programa Artcam, (2019).....	57
Imagen No. 19: Mecanizado A Lo Largo De Un Vector.	57
Imagen No. 20: Perfilado 2d Interior Artcam.	58
Imagen No. 21: Perfilado 2d Exterior Art Cam.	59
Imagen No. 22: Calibrado De Cnc Punto Cero.....	60
Imagen No. 23: Ficha Técnica	69

INDICE DE ANEXOS

Anexos 1: Guía Práctica De Uso Router Cnc Portada	80
Anexos 2: Índice De Contenidos.....	81
Anexos 3: Introducción De Cnc	82
Anexos 4: Partes Principales Del Router Cnc	83
Anexos 5: Datos Técnicos Router Cnc	84
Anexos 6: Instrucciones De Seguridad Router Cnc	85
Anexos 7: Instrucciones De Mantenimiento Router Cnc.....	86
Anexos 8: Mantenimiento Básico	87
Anexos 9: Señalética De Seguridad Cnc.....	88
Anexos 10: Herramientas Y Material Para Router Cnc	89
Anexos 11: Introducción De Art.Cam.....	90
Anexos 12: Diseño Cad Art.Cam	91
Anexos 13: Mecanizado En Madera	92
Anexos 14: Trayectorias De Mecanizado.....	93
Anexos 15: Diseño Cam Nc. Studio	94
Anexos 16: Introducción Códigos G Y M.....	95
Anexos 17: Ejecución Router Cnc.	96
Anexos 18: Coordenadas X,Y,Z.	97
Anexos 19: Ficha Técnica	98
Anexos 20: Mecanizado Lampara.....	99
Anexos 21: Velocidad Del Husillo	100
Anexos 22: Fresas Para Madera, Mdf, Pvc.	101
Anexos 23: Tabla De Mecanizado Prm.	102
Anexos 24: Productos Armar.....	103
Anexos 25: Productos Armar.....	104
Anexos 26: Contra Portada De La Guía Práctica De Uso Router Cnc.	105

INDICE DE ECUACIONES

Ecuación No. 1: Cálculo Tiempo Estandrar.	20
Ecuación No. 2: Cálculo Productividad Inicial.	23
Ecuación No. 3: Cálculo De Piezas Defectuosas.	26
Ecuación No. 4: Mejora De La Productividad	62
Ecuación No. 5: Cálculo De Aprendizaje.....	65
Ecuación No. 6: Cálculo De Rpm	69

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍAS, INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN
MAESTRÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DE PROCESOS

TEMA: MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD MEDIANTE UNA GUÍA PRÁCTICA DEL USO DE ROUTER CNC, PARA LA EMPRESA ARMAR.

AUTOR: Lic. Ruth Magali Freire Paucar

TUTOR: Ing. Muquinche Puca Juan Pablo, Mg.

RESUMEN EJECUTIVO

La investigación se desarrolló en la empresa ARMAR, ubicada en el cantón Tisaleo de la ciudad de Ambato, dedicada a la fabricación de productos personalizados en madera, MDF y PVC. Fundada en año 2011 como un negocio familiar, la organización experimentó un crecimiento, en el año 2023 incorporó de un Router CNC con el propósito de mejorar sus procesos productivos, pero presento inconvenientes, para identificar esta problemática, se aplicó la metodología del diagrama de Ishikawa, las causas principales falta de capacitación en el uso del Router CNC, la alta rotación de operarios, errores en la programación CAD-CAM, seguridad y mantenimiento insuficiente como efecto una baja productividad, la gerencia para abordar esta problemática de forma estructurada mediante la metodología PHVA elaboró una guía práctica de uso del Router CNC con apartados sobre operaciones CAD-CAM, seguridad y mantenimiento básico. Esta guía permitió normalizar los procesos productivos, facilitar la capacitación del personal, reducir la dependencia de la experiencia empírica y fomentar la mejora continua. Su aplicación generó una mejora del 17,2 % en la productividad, disminuyó errores humanos, optimizó el tiempo del operario y el aprovechamiento del Router CNC, fortaleció las competencias del personal, mejoró la calidad de los productos y permitió a la empresa optimizar costos y consolidar su competitividad en el mercado local, convirtiéndose en una herramienta clave para la mejora de la productividad.

DESCRIPTORES: Capacitación, guía práctica, productividad, Router CNC.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA

FACULTY OF ENGINEERING

Master's Degree in Industrial and Process Design

AUTHOR: FREIRE PAUCAR RUTH MAGALI

TUTOR: MG. MUQUINCHE PUCA JUAN PABLO

ABSTRACT

Improving Productivity Thru a Practical Guide to CNC Router Use for the Company "Armar".

The research was conducted at ARMAR, a company located in the Tisaleo canton of the city of Ambato, dedicated to manufacturing custom products in wood, MDF, and PVC. Founded in 2011 as a family business, the organization experienced growth and in 2023 acquired a CNC router to improve its production processes, but encountered difficulties. To identify these issues, the Ishikawa diagram methodology was applied; the main causes—lack of training in CNC router operation, high operator turnover, CAD-CAM programming errors, and insufficient safety and maintenance—resulted in low productivity. To address this problem in a structured manner using the PDCA methodology, management developed a practical guide to CNC router operation, with sections on CAD-CAM operations, safety, and basic maintenance. This guide enabled the standardization of production processes, facilitated staff training, reduced reliance on empirical experience, and fostered continuous improvement. Its implementation resulted in a 17.2% improvement in productivity, reduced human errors, optimized operator time and CNC router utilization, strengthened staff competencies, improved product quality, and enabled the company to optimize costs and consolidate its competitiveness in the local market, making it a key tool for enhancing productivity.

KEYWORDS:

CNC router, practical guide, productivity, training.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Contextualización

La empresa AZOI, de la ciudad de Quito, se dio cuenta de que el proceso de mecanizado de madera con un Router CNC 1325 estaba generando un 37,9% de desperdicio. Con la intención de mitigar este impacto tanto ambiental como económico, llevaron a cabo un estudio centrado en la reutilización de los residuos de madera como materia prima para crear objetos prácticos y competitivos, fomentando así la economía circular y la optimización de recursos (Micaela, 2020). Este caso ilustra cómo la adopción de Router CNC puede jugar un papel clave en la sostenibilidad y eficiencia de la industria maderera a gran escala.

Metálicas William, empresa de la ciudad de Ambato que se dedica al labrado de tableros de madera, se enfrentaba a desafíos en su proceso manual de tallado, lo que resultaba en reprocesos y desperdicios. Al implementar un sistema automático con control numérico computarizado (CNC), lograron mejorar los tiempos de labrado y obtener acabados más precisos en los tableros. El diagnóstico reveló que un 17% de las piezas necesitaban reprocesarse, y de estas, el 86% terminaba como desperdicio común. Con la introducción del Router CNC, se eliminó por completo el reproceso y los desperdicios, lo que mejoró notablemente la eficiencia del proceso productivo (Santos, 2020).

La empresa AMBAR situada en el cantón Tisaleo de la ciudad de Ambato detectaron problemas similares en la producción de lámparas, donde la falta de capacitación y estandarización resultaba en un 44,4% de desperdicio de materiales y tiempos de mecanizado prolongados. La implementación

de una guía práctica para el uso del Router CNC permitió reducir los tiempos de mecanizado de 4,5 a 2,5 horas por lote, disminuir el desperdicio al 22% y fortalecer las habilidades técnicas del personal en el manejo de la máquina, selección de herramientas y el mantenimiento preventivo. Estos cambios demostraron que una correcta aplicación del uso de Router CNC, junto con procesos estandarizados, podía aumentar la productividad y optimizar los recursos de manera efectiva.

Antecedentes

En el mundo de la fabricación de muebles y objetos decorativos, la eficiencia en el mecanizado de piezas es clave para que las empresas sean productivas y rentables. Antes de que se implementaran guías prácticas y capacitaciones especializadas, muchas empresas lidiaban con problemas recurrentes como el desperdicio de material, el desgaste de herramientas y la falta de estandarización en sus procesos de mecanizado. Estos problemas no solo incrementaban los costos de producción, sino que también retrasaban la entrega de productos y causaban una pérdida significativa de recursos (Micaela, Diseño y desarrollo de productos a partir de residuos madereros generados en el proceso de mecanizado con Router CNC, 2020).

En el caso de ARMAR, la falta de personal capacitado en el manejo del Router CNC resultaba en errores frecuentes al identificar y utilizar fresas y cuchillas, además de prolongar el tiempo de mecanizado. Esta situación limitaba la capacidad de producción y generaba pérdidas económicas considerables, evidenciadas por un alto porcentaje de desperdicio y un uso ineficiente de las herramientas. Era evidente la necesidad de optimizar estos procesos para mantener la competitividad en el mercado y asegurar la calidad del producto final.

Frente a este panorama, se propuso implementar una guía práctica para el uso del Router CNC, junto con capacitaciones para el personal. Esta estrategia tenía como objetivo estandarizar los procedimientos de mecanizado, reducir el desperdicio de material y mejorar la eficiencia operativa. Estudios previos en empresas similares han demostrado que la combinación de capacitación y guías prácticas puede acortar los tiempos de producción, minimizar el desgaste de herramientas y aumentar la productividad, generando beneficios económicos directos y sostenibles para la organización.

Justificación

El diseño de una guía práctica para el uso del router CNC en la empresa AMBAR es importante porque responde a la necesidad crítica de mejorar la productividad, seguridad y sostenibilidad en el proceso de mecanizado. Actualmente, la ausencia de procedimientos estandarizados incrementa los riesgos operativos y genera un 17.2% de desperdicio de material, lo que deriva en pérdidas económicas, deterioro de herramientas de corte y mayores tiempos de producción. Por tanto, la implementación de una guía práctica es vital para garantizar procesos más eficientes, seguros y responsables con el medio ambiente.

Esta guía será de gran utilidad al reducir significativamente los desperdicios y los tiempos de operación en tareas de diseño, montaje y mecanizado. Al mismo tiempo, permitirá una mejor identificación y uso adecuado de fresas y cuchillas, disminuyendo la probabilidad de errores humanos y el desgaste prematuro de brocas. Su aplicación contribuirá a optimizar el área de trabajo y mejorar la organización operativa, impactando directamente en la eficiencia global de la producción.

Los principales beneficiarios de este proyecto serán los operarios del área CNC, quienes contarán con una herramienta de apoyo que reducirá la curva de aprendizaje y mejorará sus condiciones de trabajo. También se beneficiarán los supervisores de producción y la empresa en general, al experimentar mayores niveles de productividad, reducción de tiempos muertos y menores costos por desperdicio y mantenimiento correctivo.

La implementación de la guía es factible tanto técnica como económicamente. La empresa cuenta con el router CNC, materiales, herramientas y el personal requerido para su aplicación. Además, al tratarse de un documento compacto, visual y adaptado al entorno operativo real, no requiere grandes inversiones adicionales ni modificaciones estructurales, lo cual favorece su ejecución en un plazo razonable.

El impacto esperado es altamente positivo tanto a nivel productivo como humano. Desde el punto de vista técnico, se optimizarán los procesos de mecanizado, reduciendo desperdicios y tiempos de ejecución. Desde el punto de vista social, se fortalecerán las competencias del personal, promoviendo una cultura de estandarización y prevención de errores. Finalmente, esta guía práctica

puede servir como modelo replicable para otras áreas de la empresa o para industrias que enfrenten problemáticas similares en el manejo de routers CNC. (Lic. Freire Paucar Ruth Magali, 2025)

Objetivo General

- Mejorar la productividad, mediante la elaboración de una guía práctica de uso del Router CNC, orientada a la capacitación del operario, de la empresa Armar.

Objetivo Específico

- Analizar el estado actual del proceso de producción de lámparas en la empresa Armar.
- Diseñar la guía práctica de uso de operaciones CAD-CAM del Router CNC, para la capacitación al operario y un apartado de seguridad y mantenimiento básico.
- Evaluar el uso de la guía práctica del Router CNC, en la mejora de la productividad, de la empresa Armar.

CAPÍTULO II

INGENIERÍA DEL PROYECTO

Diagnóstico de la situación actual

La empresa ARMAR, situada en el cantón Tisaleo, en la provincia de Tungurahua, fue fundada en 2011 como un emprendimiento familiar que se dedica a crear productos personalizados en materiales como madera, MDF y PVC. Desde sus inicios, ARMAR ha estado en una constante búsqueda de mejorar su línea de producción y la calidad de sus productos, al mismo tiempo que reduce tiempos y diseña nuevos artículos que el mercado local demanda. La gerencia se ha enfocado en actualizar sus conocimientos para innovar, crecer, generar empleos y asegurar un ambiente laboral seguro.

En la imagen No.1: se presenta el logo de la empresa Armar, que representa la identidad corporativa de la empresa.



Imagen No. 1: Logotipo empresa ARMAR

Elaborado por: Freire, Ruth (2024).

Misión

La misión de Armar es crear productos personalizados de calidad, con precisión y detalle para aquellos clientes que buscan algo especial. Trabajamos en colaboración con empresas locales, generando empleo y cuidando del medio ambiente, siempre guiados por valores como el trabajo en equipo, el respeto, la responsabilidad y la honestidad.

Visión

Queremos ser la empresa líder en la fabricación de productos personalizado, y automatizados, reconocida por nuestra innovación, calidad y compromiso de generar empleo en la comunidad y el cuidado del medio ambiente. En la imagen No.2: Se muestra la ubicación de la empresa ARMAR.

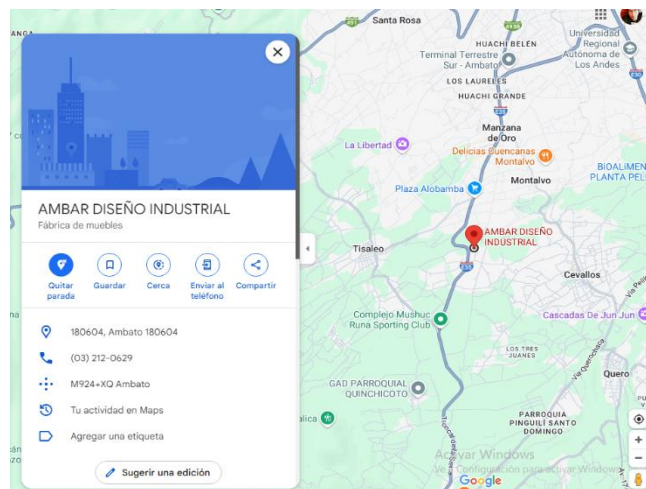


Imagen No. 2: Ubicación geoespacial de la empresa

Elaborado por: Google Maps, (2024).

La empresa Armar ubicada estratégicamente en la panamericana Sur Km 12, vía a Riobamba en la zona industrial junto fabricas como carrocerías Santa Cruz, carrocerías IMPA y Elohim industria deportiva. En el diagnóstico de la empresa ARMAR se utilizó el diagrama de Ishikawa, una metodología que fue desarrollado por Kaoru Ishikawa, un experto japonés en control de calidad, en la década de 1960, es una herramienta gráfica utilizada para identificar, analizar y representar las posibles causas de un problema o efecto específico, y que compañías como Toyota, Honda y Nissan aplicaron con éxito para reducir fallas y desperdicios, en sus procesos productivos.

El análisis del Diagrama de Ishikawa reveló que la baja productividad del router CNC se debió principalmente a factores relacionados con la mano de obra, los métodos de trabajo y la máquina. Los operarios carecían de capacitación adecuada y cometían errores en la programación CAD-CAM, además de presentarse un alto rotamiento de personal. Los procedimientos operativos no estaban estandarizados y el diseño CAD-CAM se realizaba de manera demorada. Por su parte, la máquina presentó configuraciones inadecuadas, desgaste de fresas y brocas, así como largos tiempos de inactividad que afectaron la eficiencia.

Asimismo, se identificaron problemas asociados al material, la medición y el medio ambiente. Hubo variaciones en los materiales utilizados (PVC, MDF, madera), lo que generó desperdicio y piezas defectuosas. El control de tiempos y producción fue insuficiente, y no existieron indicadores claros de desempeño. Finalmente, las condiciones del entorno de trabajo fueron inadecuadas, con seguridad y mantenimiento básico limitados, así como generación de residuos y polvo fino durante el mecanizado. En la imagen No.3: Se observa el diagrama de Ishikawa.

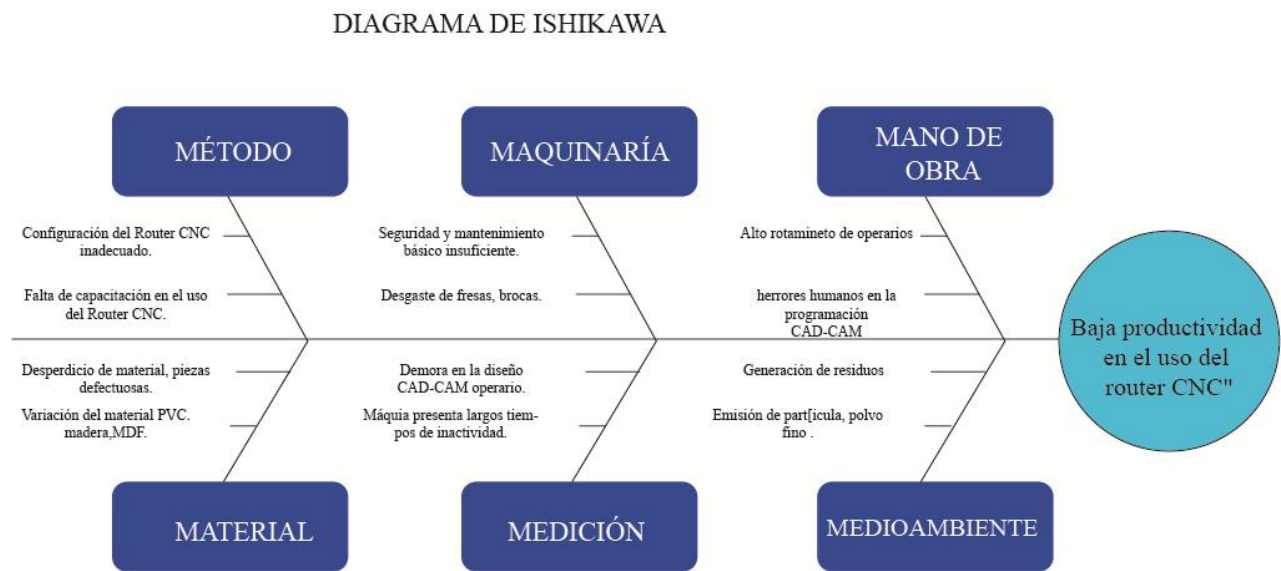


Imagen No. 3: Diagrama Ishikawa de la empresa ARMAR

Elaborado por: ARMAR, 2024 Freire, Ruth (2024).

Distribución de la planta

Se muestra la distribución de la planta, en áreas de atención al cliente, parqueadero carga y descarga de materiales, carpintería, router CNC, pintura, armado, almacén, pulido, se observa en la imagen.4. la distribución de planta.



Imagen No. 4: Distribución de planta.

Elaborado por: Freire, Ruth (2024).

En el área de Router CNC como se observa en la imagen el operario no cuenta con EPP, tiene un conocimiento básico en el diseño CAD, estudiante arquitectura de sexto semestre de la universidad UNACH, no existe una ficha técnica en donde se identifique los parámetros, del producto requerido por el cliente, además de la descripción de las trayectorias, material, tamaño de pizas, número de piezas a mecanizar, herramientas a utilizar, entre áreas se comunican de forma verbal, cuenta con archivos guardados en el sistema de la empresa mismos que requieren de modificaciones para el mecanizado de cada material, además no cuenta con equipo de seguridad se observa en la imagen 5 la operación del uso del router CNC.



Imagen No. 5: Operador utilizando el Router CNC

Elaborado por: Freire, Ruth (2024).

En el área de router CNC se ha identificado una alta rotación de personal, causada principalmente por la falta de capacitación adecuada en el uso del Router CNC. La ausencia de una guía práctica que documente los parámetros del proceso productivo generan que cada nuevo operario desconozca los pasos correctos a seguir, lo que provoca errores, disminuye la productividad y afectar la seguridad laboral. Durante la ejecución en el software CAD-CAM, se observó que la trayectoria de corte no se realizaba correctamente: primero se cortaban las piezas grandes del exterior y luego las pequeñas del interior, sin activar previamente el simulador. Esto resultó en desperdicio de material, desgaste prematuro de herramientas y retrasos en la producción. Por ello, se propone el diseño de una guía práctica que indique los procedimientos, facilite la capacitación de los operarios y mejore la productividad. (Lic. Freire Paucar Ruth Magali, 2025).

El operario en el uso del Router CNC, se olvidó de sujetar el material a la mesa de trabajo, en las medidas ya señaladas en la mesa, como resultado producción de piezas defectuosas, desperdicio de material de un 16,4% y mayor desgaste de las herramientas, se evidencia en el área pintada de rojo, el tamaño del material es de 1.22 m x 2,44m. el mecanizado de las trayectorias diseñadas en el software CAD-CAM presenta un error primero se debe cortar las partes pequeñas que están dentro de la pieza, luego cortar los contornos, tomar bien la medida del material para no tener problemas de corte fuera del mismo en la imagen 6 se observa pieza defectuosa, y desperdicio. En la imagen No.6: Se observa una pieza con falla de corte.

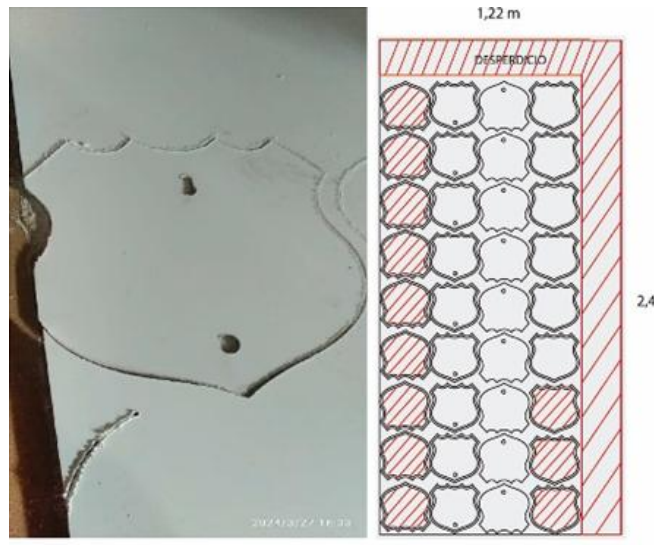


Imagen No. 6: Corte Router CNC falla.







Elaborado por: Freire, Ruth (2024).

Cursograma analítico del proceso lámpara.

El análisis del cursograma revela que la producción de lámparas abarca 18 actividades clave, que se distribuyen entre diseño, mecanizado, ensamble, acabado y control de calidad. La mayoría de estas etapas requieren una participación del operario, especialmente en áreas como el diseño CAD-CAM el ensamble estructural, la selección de materiales y la limpieza. Esto genera una carga laboral considerable y aumenta la probabilidad de errores si no se cuenta con la capacitación adecuada.

Por otro lado, las etapas de corte CNC y mecanizado dependen de la coordinación entre el hombre y la máquina, lo que puede convertir estas fases en cuellos de botella si no se optimizan la programación y la supervisión del Router CNC. El análisis también muestra que el proceso actual, que acumula un tiempo total de 568,0 minutos, lo que resulta en 1h30 más de trabajo extra del operario para cumplir la demanda diaria, está limitado por la capacidad del operario y la de la máquina. Por lo tanto, es urgente implementar programas de capacitación, estandarizar los parámetros de mecanizado y llevar a cabo un mantenimiento preventivo, con el objetivo de reducir los tiempos de actividad, mejorar la calidad del producto y asegurar que se cumpla con la demanda diaria de 36 lámparas sin necesidad de extender la jornada laboral se observa en la tabla No.1: Se observa el cursograma analítico del proceso.

Tabla No. 1: Cursograma Analítico del proceso.

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO										
Hoja N° 1 De: Armar Diagrama N°: 1		Operar.	1	Mate r.	PVC	Maq ui.	1			
Proceso:		RESUMEN								
Fecha: 12/08/2025		SÍMBOLO 	ACTIVIDAD		Actu al	Prop uesta	Economía			
El estudio Inicia:			Operación		12	11	-8,33 %			
Método: Actual: x Propuesto:			Transporte		3	2	-33,3 %			
Producto: Lámpara			Inspección		4	1	66,67%			
Nombre del operario: Steven Bonilla			Espera		1	0	-100 %0%			
Elaborado por: Ruth Freire			Almacenaje		1	1	0%			
Tamaño del pedido: 1			Total		18	20	-33,33%			
		Distancia total en metros		203,3	105,2	-53,54%				
		Tiempo min/hombre		568	480	-15,49%				
NUMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo Segundos	SÍMBOLOS PROCESOS					Observaciones
										
1	Diseño CAD en Art.Cam	1	2,0	2700,0	•					
2	Generación del archivo CAM en Nc Studio	1	2,0	1200,0	•					
3	Selección del material adecuado (PVC, MDF, madera)	1	5,6	900,0		•				
4	Montaje y fijación del material en el router CNC	1	4,2	1800,0	•					Implementación de la guía
5	Colocación de fresa	1	2,0	1200,0	•					
6	Calibración de la máquina CNC	1	2,0	900,0	•					
7	Mecanizado router CNC supervisión	1	2,0	3600,0	•		•			
8	Perfilado interior, supervisión	1	2,0	3200,0	•		•			
9	Perfilado exterior supervisión	1	2,0	3300,0	•		•			
10	Retiro de piezas mecanizadas, clasificación de pizas buenas	1	5,6	1800,0		•				diseño nuevo

11	Limpieza y eliminación de rebabas, piezas buenas	1	6,6	2700,0	•					product o
12	Retiro de piezas defectuosas.	1	60,6	900,0		•				
13	Ensamble todos los componentes.	1	16,80	2700,0	•					
14	Instalación del sistema eléctrico	1	17,50	2700,0	•					
15	Aplicación de pintura	1	40,60	1800,0				•		
16	Colocación de etiquetas o logos	1	17,60	900,0	•					
17	Control de calidad (medidas, estética y funcionamiento)	1	6,60	900,0			•			
18	Empacado y registro en inventario.	1	7,60	900,0					•	
Tiempo Minutos: 568		m	203,3	34,100s	9h22					

Elaborado por: Freire, Ruth (2024).

Para determinar el tiempo estándar de las actividades analizadas, se aplicó la metodología del estudio de tiempos. En primer lugar, se obtuvo el tiempo observado promedio (TO) a partir de 18 mediciones, cuyo resultado fue de 31,56 minutos por actividad. Posteriormente, se aplicó un factor de valoración (FV) de 0,90, correspondiente a un ritmo de trabajo lento, obteniendo así un tiempo normal (TN) de 28,24 minutos. Finalmente, se consideró un suplemento del 15% para cubrir pausas, fatiga y demoras inevitables, obteniendo un tiempo estándar (TE) de 32,6 minutos por actividad, lo que equivale aproximadamente a 9 horas con 22 minutos en total para las 18 actividades.

Datos:

Tiempo observado (TO)

Factor de valoración (FV) = 0,90 (90% del ritmo normal).

Número de actividades: 18

Suplemento: 15%

Tiempo normal (TN)

Tiempo estándar (TE)

$$T_0 = \frac{\text{Suma de tiempos observados}}{\text{número de observaciones}}$$

$$T_0 = \frac{568,0 \text{ minutos}}{18} = 31,56 \text{ min por actividad}$$

$$T_N = T_0 \times FV$$

$$T_N = 31,56 \times 0,90 = 28,24 \text{ minutos}$$

$$T_E = T_N \times (1 + \text{Suplemento})$$

$$T_E = 28,40 \times (1 + 0,15)$$

$$T_E = 28,40 \times (1,15) = 32,6 \text{ minutos por actividad}$$

Ecuación No. 1: Cálculo tiempo estándar.

Elaborado por: Freire, Ruth (2024).


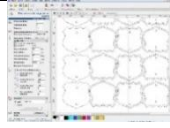


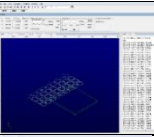





















Diagrama de flujo de la fabricación de lámparas.





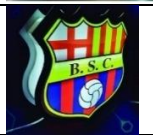




El proceso de producción de lámparas abarca desde la revisión de requerimientos del cliente y el diseño CAD/CAM, hasta la selección de materiales, montaje, corte CNC, ensamble estructural, instalación eléctrica y control de calidad con empaçado. Si bien cada etapa es crítica para garantizar la calidad y el cumplimiento de los pedidos, se identifica que el área de mecanizado CNC representa un punto crítico: errores en el corte, ajuste de herramientas y calibración pueden generar piezas defectuosas y una baja productividad. Por ello, es urgente implementar mejoras en esta área, mediante capacitación del operario, ya que existe mucha rotación del personal, estandarización de parámetros de corte y mantenimiento preventivo del Router CNC, con el fin de optimizar tiempos, reducir desperdicios y asegurar que la producción cumpla con la demanda y los requerimientos del cliente

El proceso productivo de la lámpara se clasificó como un proceso de producción por lotes y de tipo discreto, debido a que las unidades fabricadas fueron contables y pasaron por una secuencia definida de operaciones hasta obtener el producto final, que se ensamblan a partir de piezas y pueden personalizarse para los clientes, la fabricación se organizó en grupos o lotes de piezas, los cuales

fueron mecanizados en planchas y posteriormente ensamblados para conformar la lámpara completa (Steven, 2019). En la tabla 2 se observa el área y procesos

Tabla No. 2:Áreas y Procesos

	Proceso	Descripción		operario	Imagen
1	Diseño CAD en Art.Cam	Diseño, del prototipo aprobado por el cliente.		1	
2	Generación del archivo CAM en Nc Studio	Diseño en 2D, el mecanizado de trayectorias.	 	1	
3	Selección del material adecuado (PVC, MDF, madera)	Verificación de trayectorias, en la simulación.		1	
4	Montaje y fijación del material en el router CNC	Montaje del material PVC	 	1	
5	Colocación de fresa	Colocación de la fresa de 3mm en.	 	1	
6	Calibración de la máquina CNC	En el punto cero.	 	1	
7	Mecanizado router CNC	Inicio del mecanizado corte de piezas pequeñas, supervisión	  	1	
8	Perfilado interior	segundo mecanizado corte piezas medianas supervisión	 	1	
9	Perfilado exterior	tercer mecanizado corte de piezas grandes supervisión	 	1	

10	Retiro de piezas mecanizadas, clasificación de pizas buenas	Selección de piezas buena, y con fallas.	↓ →	1	
11	Limpieza y eliminación de rebabas, piezas buenas	El pulido de las piezas con lija fina si existe rebabas.	↓ ●	1	
12	Retiro de piezas defectuosas, y desperdicio, por plancha.	Retiro del router el desperdicio por ares y por pieza.	↓ →	1	
13	Ensamble todos los componentes.	Se unifica las piezas mecanizadas.	↓ ●	1	
14	Instalación del sistema eléctrico	Luz led, cable, enchufe.	↓ ●	1	
15	Aplicación de pintura	Pintar el marco de la lámpara	↓ D	1	
16	Colocación de etiquetas o logos	El logo de la empresa en adhesivo	↓ ●	1	
17	Control de calidad (medidas, estética y funcionamiento)	Selección de lámparas q cumplan con el requerimiento.	↓ □	1	
18	Empacado y registro en inventario.	Colocación en cajas de 6 unidades.	↓ ▽	1	

Elaborado por: Freire, Ruth (2024).

Medición de la productividad.

El cálculo refleja que cada hora de trabajo en el router CNC permite fabricar en promedio 3,17 lámparas, lo que indica un ritmo de producción constante pero todavía con margen de mejora. Este nivel de productividad asegura una producción semanal de 150 lámparas y, proyectado a un mes de 4 semanas, permite alcanzar unas 600 lámparas mensuales.

Si bien este volumen de producción puede cumplir con ciertas demandas del mercado, es importante señalar que el aprovechamiento del tiempo de trabajo no es óptimo, ya que los tiempos improductivos, las piezas defectuosas y la falta de estandarización en parámetros de mecanizado pueden reducir la eficiencia. Implementando una guía práctica de operación, junto con estrategias de reducción de desperdicio y un mejor control de calidad, se podría aumentar la productividad, acercándose a un mayor número de lámparas por hora y, por ende, incrementar la producción mensual sin necesidad de extender la jornada laboral se observa en la tabla 3 la productividad de las 36 unidades.

Tabla No. 3: Productividad 36 unidades de lámparas, Router CNC

Maquina 1	Tiempo
Producción actual	30 lámparas
Demanda diaria	36 lámparas
Lámparas fallas	6 lámparas
Tiempo por lámpara	3, 17 h
Tiempo total de producción	568 minutos (9h22)
Número de operarios	1

Elaborado por: Freire, Ruth (2024).

En la ecuación 1 se observa el cálculo productividad inicial

$$\text{Productividad} = \frac{\text{producción buena}}{\text{tiempo utilizado en (horas)}}$$

$$\text{Productividad} = \frac{568 \text{ minutos}}{60 \text{ minutos}} = 9,22 \text{ horas}$$

$$\text{Productividad} = \frac{30}{9,22} \approx 32,6 \text{ lamparas/horas}$$

$$\text{Productividad diaria} \approx 30 \times 5 \text{ dias laborables} = 150 \text{ lámparas}$$

Ecuación No. 2: Cálculo productividad inicial.

Elaborado por: Freire, Ruth (2024).

Diagrama hombre maquina

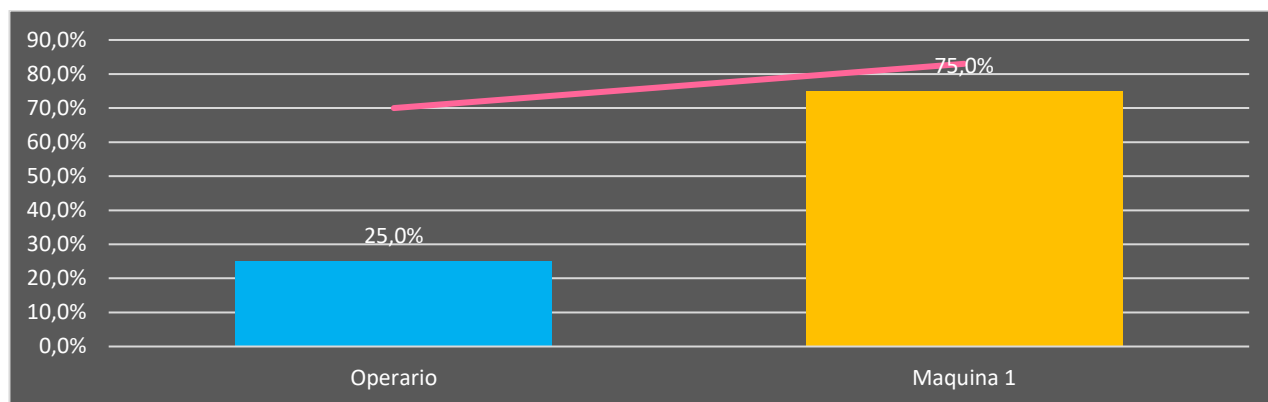
El estudio muestra que el operario utiliza solo el 46 % de su tiempo de ciclo, mientras que la máquina está operativa el 53,7% del tiempo. Esta diferencia evidencia que la limitación principal no está en la máquina, sino en la capacidad del personal para manejar el router CNC correctamente. tabla No.5: Se observa el diagrama hombre máquina.

Tabla No. 4: Diagrama hombre máquina.

DIAGRAMA HOMBRE - MAQUINA				
Hoja N°1 Diagrama N°: 1				Proceso: Lámpara
Fecha: Julio 03 - 2024			Elaborado por: Ruth Freire	
El estudio Inicia: Diseño			Operario: Operario 1	
Operario			Maquina 1	
Tiempo.	Carga	Actividad	Carga	Actividad
2700	1	Diseño CAD en Art.Cam	1	Inactiva
1200	1	Generación del archivo CAM en Nc Studio	1	Inactiva
900	1	Selección del material adecuado (PVC, MDF, madera)	1	Inactiva
1800	1	Montaje y fijación del material en el router CNC	1	Inactiva
1200	1	Colocación de fresa	1	Inactiva
900	1	Calibración de la máquina CNC	1	Inactiva
3600	1	Mecanizado router CNC	1	activa
3200	1	Perfilado interior	1	activa
3300	1	Perfilado exterior	1	activa

Resumen y Análisis de la información					
Tipo	Tiempo del Ciclo Seg.	Tiempo de Acción Seg.	Tiempo de Inactividad Seg.	% de Utilización	% de Utilización Óptima
Operario	18800 (5h13)	8 700 (2h25)	10100 (2h48)	46,28 %	53,72%
Maquina 1	18800 (5h13)	10100 (2h48)	8 700 (2h25)	53,72 %	46,28 %

	Actividad Operario
	Actividad Maquina 1
	Inactividad



Elaborado por: Freire, Ruth (2024).

El análisis del diagrama hombre-máquina mostró que el operario dedicó la mayor parte del tiempo a actividades de preparación y montaje, mientras que la máquina permaneció inactiva durante esos periodos. Se observó que los tiempos de mecanizado y perfilado se realizaron de manera simultánea, optimizando parcialmente la utilización de la máquina. Sin embargo, el porcentaje de utilización del operario fue bajo en comparación con el de la máquina, evidenciando que existieron largos periodos de inactividad que podrían haberse reducido mediante una mejor planificación de las tareas.

Cálculo de piezas defectuosas.

El análisis del desperdicio de producción del proceso de fabricación de lámparas en el router CNC mostró que 16,67% de las piezas producidas resultaron defectuosas, es decir, 6 de cada 36 lámparas no cumplieron con los estándares de calidad. Este nivel de desperdicio evidenció que existieron

oportunidades importantes de mejora en el manejo del material, montaje, calibración de la máquina y supervisión del mecanizado. La reducción de este porcentaje habría permitido optimizar el uso de recursos, disminuir costos de producción y mejorar la eficiencia general del proceso. La aplicación de prácticas estandarizadas, como la guía práctica del uso del router CNC, contribuyó a minimizar errores, aumentar la consistencia de las piezas y mejorar la productividad.

$$\text{Piezas (\%)} = \frac{\text{Piezas defectuosas}}{\text{Total de piezas producidas}} \times 100$$

$$\text{Desperdicio (\%)} = \frac{6}{36} \times 100 = 16.67\%$$

Ecuación No. 3: Cálculo de piezas defectuosas.

Elaborado por: Freire, Ruth (2024).

Estudio comparativo (benchmarking)

Debido al porcentaje de productos defectuosos en el proceso de producción la empresa Armar realizó un análisis comparativo de las empresas que incorporaron un Router CNC y capacitación al operario. La empresa Metálicas William dedicada al labrado de tableros de madera tiene problemas en el proceso de tallado puesto que se lo realiza de manera manual, implementó un sistema automático con control numérico computarizado, obteniendo mejores tiempos de labrado y perfectos acabados en los tableros fabricados. Se realizó un diagnóstico del estado actual del proceso y se propuso la implementación de un Router CNC para madera. Del diagnóstico realizado se determinó que un 17% se reprocesaban de las cuales 86% terminen en desperdicio común en la tabla No.7 implantación se logró eliminar en su totalidad los reprocesos y desperdicios (Antonio, 2020). En la tabla 5 se observa el estudio de (benchmarking)

Tabla No. 5: Estudio de (benchmarking)

Empresa	Desperdicio (%)	Descripción
Metálicas William	17%- 0%	Piezas requerían rehacerse, implementación y capacitación llegó a un 0% de desperdicio.
AZOI	37,9%	Desperdicio de mecanizado en madera, obtuvo nuevos productos
Armar	16,67%	Desperdicio mecanizado en PVC, diseño un nuevo producto.

Fuente: Elaborado por: Freire, Ruth (2024).

La empresa AZOI, en Quito, mediante el uso de un Router CNC 1325, identificó que en el proceso de mecanizado de madera se generaba un 37,9% de desperdicio. Con el objetivo de reducir este impacto, se desarrolló un estudio que planteó la reutilización de residuos madereros como materia prima para diseñar y fabricar objetos prácticos y competitivos, promoviendo así la economía circular y la optimización de recursos (Micaela, Diseño y desarrollo de productos a partir de residuos madereros generados en el proceso de mecanizado con Router CNC, 2020) en la gráfico 1 se muestra el análisis de la implementación de un Router CNC en las empresas.

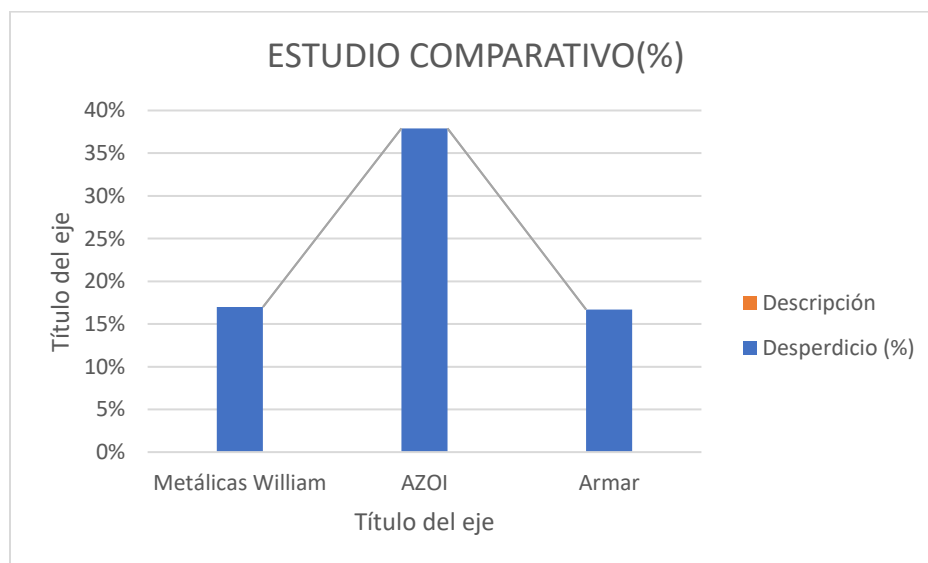


Gráfico No. 1: Analisis comparativo

Elaborado por: Freire, Ruth (2024).

Del análisis comparativo que la empresa realizó se determinó, que la empresa Metálicas William logró eliminar reprocesos de un 17%- 0% de desperdicios al automatizar sus procesos con el Router CNC y una excelente capacitación a su operario, mientras que la empresa AZOI reutilizó residuos madereros del mecanizado del Router CNC del 37,9% para crear nuevos productos y aprovechar mejor los materiales. En cambio, en ARMAR los beneficios esperados de la implementación del Router CNC no se alcanzaron porque hubo rotación de personal, falta de capacitación adecuada en software CAD-CAM y ausencia de procedimientos estandarizados. Estas dificultades provocaron un desperdicio del 44,4% de materiales, además de pérdida de tiempo, desgaste de herramientas y productos defectuosos, lo que afectó la productividad.

Área de Estudio

La investigación se centra en el uso del diseño CAD-CAM aplicado al mecanizado con router CNC, dentro del campo de la ingeniería y la gestión de sistemas productivos. Su propósito es mejorar la productividad de la empresa, tomando como base un análisis documental y enfocándose especialmente en la capacitación como eje de acción en la tabla No.6 se observa el área de estudio de la empresa Armar

Tabla No. 6: Área de estudio de la empresa ARMAR

Área de Estudio	Objetivo de Estudio
Dominio	Diseño CAD-CAM
Línea de Investigación	Router CNC, mecanizado
Campo	Ingeniería
Área	Gestión de sistemas productivos
Objeto de Estudio	Mejorar la productividad
Delimitación	Documental
Campo de acción	Capacitación

Elaborado por: Freire, Ruth (2024).

Modelo operativo

El modelo operativo aplicado con el ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar) permitió estructurar el proceso de mejora en la empresa Armar. Además del análisis con la metodología diagrama de Ishikawa en donde se identificó la causa raíz del problema. En la fase de Planificación, se identificó el problema principal, la falta de capacitación en el uso del router CNC, lo cual genera desperdicio de material, tiempos muertos y baja productividad. Para enfrentar esta situación, se elaboró un plan de capacitación y un cronograma de actividades, además de levantar información detallada del proceso de fabricación de lámparas y del desempeño hombre-máquina.

En las fases de Hacer, Verificar y Actuar, se desarrolló la guía práctica de uso del router CNC, se realizó el estudio de tiempos y se compararon resultados antes y después de la capacitación. Esto permitió detectar mejoras significativas en la productividad y formular conclusiones sustentadas en datos reales. Finalmente, se implementaron las sugerencias derivadas del análisis, se documentaron las mejoras alcanzadas y se elaboró una ficha técnica para garantizar la estandarización y continuidad del proceso. No.7 se puede observar.

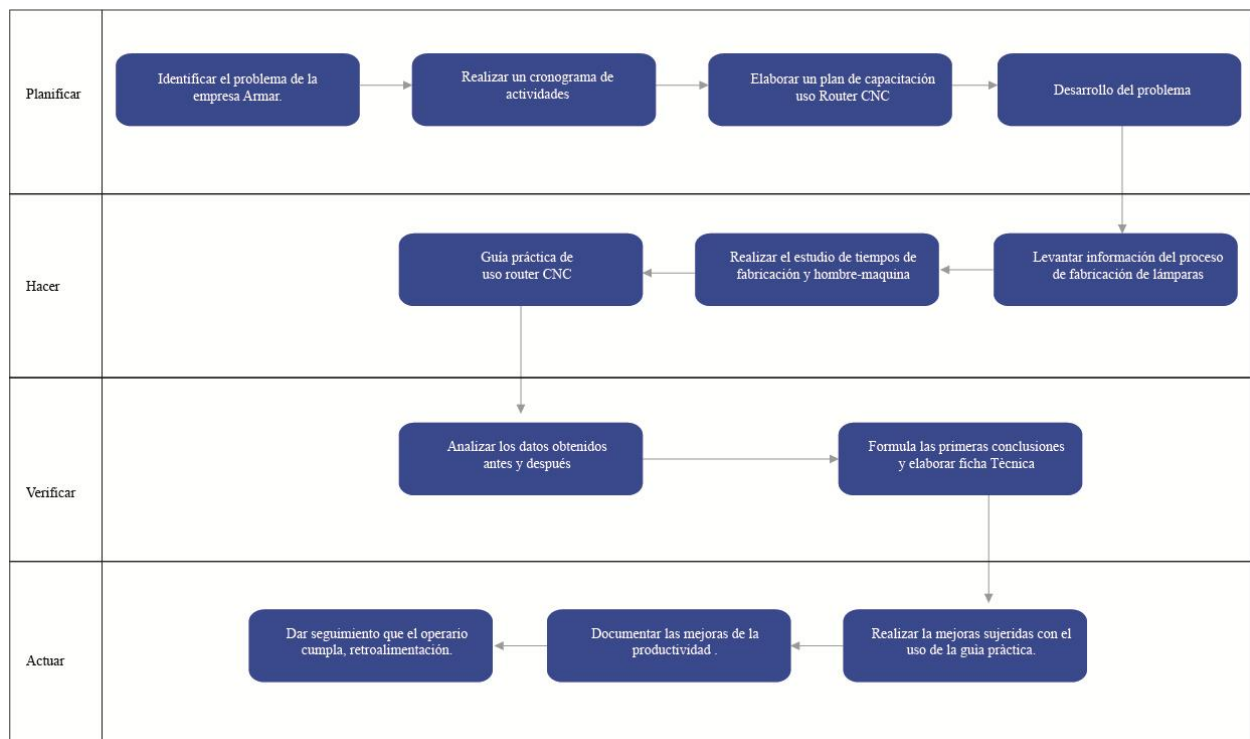


Imagen No. 7: Ciclo de Deming (PHVA)

Elaborado por: Freire, Ruth (2024).

Desarrollo del Modelo Operativo

En el desarrollo del modelo operativo se identificó el problema baja productividad en el uso del router CNC, por rotamiento de personal debido a la falta de capacitación y procesos claros de la producción.

De acuerdo con el cronograma de actividades tenemos:

Diseño y planificación del mecanizado

Crear el modelo digital en 2D (software Art-Cam) de la lámpara, mediante trayectorias Esta etapa marca el comienzo del proceso, donde se establecen el requerimiento de los clientes, se define el diseño CAD/CAM y se determinan los parámetros de operación del router CNC, su relevancia radica en la reducción de errores futuros, minimiza el desperdicio de material y la optimización de los tiempos de producción.

- Elaborar documentación con medidas y especificaciones.
- Identificar el tipo de material (PVC), de 3mm
- Registrar herramientas y parámetros sugeridos, fresa recta de 3mm
- Esto evita confusiones y mejora la productividad.

Preparación de materiales y herramientas:

Antes de poner en marcha la máquina, es crucial contar con los materiales correctos y las herramientas adecuadas (brocas, fresas, sujeciones). Esta fase garantiza que el mecanizado se realice de manera eficiente y segura, el montaje del material en el Router CNC asegurar un posicionamiento y sujeción correctos del material.

- Fijar el material con mordazas.
- Comprobar medidas y alineación.
- Esto reduce el riesgo de desplazamientos durante el mecanizado y mejora la precisión dimensional.

Operación del Router CNC:

Software Nc Studio CAM: Traduce los diseños CAD en instrucciones específicas para la máquina CNC, estableciendo parámetros de corte, velocidad del husillo y trayectoria, lo que optimiza tiempo y reduce desperdicio de material.

- Configurar parámetros de corte (rpm, avance, profundidad).

- Seleccionar brocas y fresas adecuadas.
- Generar el código G, y M
- La estandarización en esta etapa previene fallas en el mecanizado y prolonga la vida útil de las herramientas.
- Capacitar a los operarios en el uso correcto de herramientas y parámetros de corte.
- Mantenimiento básico del router CNC, antes durante y después de su uso.
- Seguridad del operario.

En esta fase, se lleva a cabo el mecanizado de acuerdo con los parámetros establecidos, el operario del Router CNC debe seguir la guía práctica para asegurar precisión y seguridad en la producción.

Control de calidad:

La revisión y verificación de cada lámpara, garantiza que cumpla con las especificaciones técnicas, funcionamiento del sistema eléctrico, ensamble perfecto, no tenga rayaduras, estén etiquetadas, cantidad requerida. Este control previene devoluciones, retrabajos y pérdidas de material, contribuyendo de manera significativa a la eficiencia general del proceso.

Almacenamiento y entrega:

Una vez que las lámparas son aprobadas, se procede a su empaquetado y envío.

- Planificar la producción según la capacidad instalada del Router CNC.
- Coordinar la asignación de recursos y personal para cada orden de producción.
- Monitorear los avances semanales en relación con la demanda.
- Ajustar los procesos si hay retrasos para cumplir con los plazos establecidos.

Seguridad y mantenimiento básico del Router CNC




Es fundamental garantizar la seguridad del operario y la operatividad de la máquina:

- Revisar antes de cada operación el estado de brocas, fresas y herramientas de sujeción.
- Mantener limpias las guías, husillos y superficies de trabajo del Router CNC.
- Utilizar siempre equipo de protección personal (gafas, guantes y protectores auditivos).
- Apagar y desconectar la máquina antes de realizar ajustes o mantenimiento.
- Registrar los mantenimientos preventivos checklis, en la guía, se encuentra la matriz.

Plan de capacitación uso router CNC.

La capacitación sobre el uso del router CNC se desarrolló en un período de tres meses, iniciando con la formación teórica en fundamentos, seguridad, mantenimiento, herramientas y materiales, para luego avanzar al diseño CAD en ArtCAM, programación CAM en Nc Studio y la interpretación de códigos G y M. Posteriormente, se abordó la operación del CNC, el ajuste de la velocidad del husillo y el uso de fresas según los materiales

Tabla No. 7: Capacitación uso router CNC

Semana	Actividades principales	Detalle	
Mes 1 Fundamentos			
Semana 1	Partes básicas y Datos técnicos del CNC	Conocer componentes y especificaciones.	
Semana 2	Seguridad CNC (instrucciones señaléticas)	Normas de uso seguro y símbolos de señalización.	
Semana 3	Mantenimiento básico y Herramientas y materiales	Limpieza, lubricación, fresas, brocas y materiales (MDF, PVC, madera).	
Semana 4	Diseño CAD – ArtCAM (práctica)	Conceptos de diseño y primer ejercicio de dibujo.	
Mes 2 Programación y Operación			
Semana 5	Diseño CAM –Nc Studio y Código G & M.	Trayectorias de corte y lectura de comandos básicos.	
Semana 6	Operación del CNC con Velocidad del husillo	Procedimiento de ejecución y ajuste de RPM según material.	
Semana 7	Fresas para MDF, madera y PVC y Práctica mecanizado en madera	Identificación de fresas y primera práctica de corte.	
Semana 8	Práctica mecanizado en MDF	Ajustes de parámetros y comparación con madera.	
Mes 3 Consolidación y Proyectos			
Semana 9	Evaluación teórica.	Corte de pieza básica en PVC.	
Semana 10	Proyecto práctico 1	Fabricación de pieza en madera/MDF.	
Semana 11	Proyecto práctico 2	Fabricación de pieza en PVC.	
Semana 12	Proyecto final integral	Mecanizado de lámpara en PVC (incluye CAD, CAM y ejecución).	

Elaborado por: Freire, Ruth (2024).

CAPÍTULO III

PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS

Presentación de la propuesta

Mejora de la productividad mediante una guía práctica de uso de Router CNC en la empresa Armar.

La guía práctica para el uso del Router CNC en la empresa AMBAR en la imagen No. 6 se observa la portada y la contraportada, se elaboró con el objetivo de mejorar la productividad, reducir desperdicios y estandarizar los procesos de mecanizado. Incluye información clara sobre las partes del equipo, datos técnicos, seguridad, mantenimiento preventivo y manejo de software CAD-CAM, así como parámetros esenciales de mecanizado como velocidad de corte, avance y RPM. Además, se proporcionan instrucciones sobre la correcta selección de fresas y herramientas, ejemplos prácticos y procedimientos específicos para materiales como madera, MDF y PVC, facilitando el aprendizaje y la aplicación directa en la producción diaria. En la imagen No.8: se presenta la portada de la guía del uso del router cnc



Imagen No. 8: Portada, contraportada de la guía.

Elaborado por: Freire, Ruth (2024).

Contenido de la guía uso Router CNC.

Estos contenidos para la capacitación de los operarios

1. Introducción
2. Partes Básicas Router CNC
3. Datos Técnicos Router CNC
4. Instrucciones de seguridad CNC
5. Mantenimiento Básico Router CNC
6. Señalética de seguridad CNC
7. Herramienta / Material Router CNC
8. Introducción Diseño CAD - Art.CAM
9. Diseño CAD - Art.CAM
10. Mecanizado en Madera
11. Diseño CAM - Nc. Studio
12. Introducción Código G & M
13. Ejecutar-router CNC

14. Mecanizado Lámpara PVC

15. Velocidad del Husillo

16. Fresas MDF, Madera, PVC

17. Productos Armar.

Resultados esperados

La implementación de la guía práctica y la capacitación del operario generaron mejoras notables en la productividad y eficiencia del área de mecanizado CNC, los recorridos del operario disminuyeron en más del 55%, optimizando tiempos y esfuerzos. Asimismo, se alcanzó un 100% en piezas útiles por lote, asegurando la calidad del mecanizado. Finalmente, la estandarización de procesos y la aplicación de medidas de seguridad y mantenimiento garantizan en la operación. En la tabla No.8: se observa los resultados esperados.

Tabla No. 8: resultados esperados.

Resultado esperado	Indicador	Valor esperado	Observaciones
Mejora de productividad	Producción diaria de lámparas	De 30 -32 unidades	Incremento del 20% tras la implementación de la guía práctica y capacitación del operario
Reducción de piezas defectuosas	Material desperdiciado	15%	Aprovechamiento de material en nuevo producto, cumpliendo compromiso ambiental
Tiempo de mecanizado	Reducción de tiempo	30 minutos	Mejora progresiva de la calidad a medida que el operario repite el proceso (curva de aprendizaje)
Seguridad y mantenimiento	Procedimientos cumplidos	85%	Uso correcto de EPP, mantenimiento preventivo según la guía práctica
Estandarización de procesos	Cumplimiento de procedimientos	85%	Procedimientos documentados en la guía práctica que facilitan replicación y formación de personal

Elaborado por: Freire, Ruth (2024).

Cronograma de actividades

El trabajo de investigación comenzó con un análisis profundo del área de mecanizado con router CNC, con el objetivo de identificar los principales problemas que afectaban la productividad y la calidad del trabajo. Se empleó el software CAD (Art. Cam) para diseñar las piezas con precisión y el software CAM (Nc. Studio) para generar las trayectorias de corte, asegurando una planificación adecuada antes de operar la máquina. Posteriormente, se montaron los materiales en el router CNC y se realizaron simulaciones y validaciones para minimizar errores y desperdicio de material. Durante este proceso se capacitó a los operarios en el uso correcto del router CNC, basándose en los temas incluidos en la guía práctica elaborada, garantizando que cada operador comprendiera los procedimientos y estándares necesarios para un trabajo eficiente y seguro.

Con base en los datos recopilados, se estandarizaron los parámetros de mecanizado, definiendo velocidades, avances, profundidades de corte y selección adecuada de herramientas según el material. Además, se desarrolló un checklist de mantenimiento preventivo y una ficha técnica para asegurar la estandarización del proceso productivo. Todas estas acciones, junto con la capacitación del personal, contribuyeron a optimizar los tiempos de operación, reducir el desperdicio de material y minimizar errores humanos. La evaluación de guía práctica se mostró en las mejoras de la productividad en el uso del router CNC. En la tabla 9 se observa diagrama de actividades

Tabla No. 9: cronograma de actividades.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES																			
#	ACTIVIDADES	Se	ma	Se	ma	Se	ma	Se	ma	Se	ma	Se	ma	Se	ma	Se	ma	Se	ma
1	Investigación, Diagnostico, datos.	■	■																
2	Software CAD (Art. Cam)			■															
3	Software CAM (Nc. Studio)				■														
4	Montaje del material en el Router CNC				■	■	■												
5	Validación y Simulación							■	■										
6	Estandarización de parámetros de mecanizado									■	■	■							
7	Reducción de desperdicios de material y tiempos												■	■					
8	Evaluación de resultados (productividad)															■			
9	Elaboración de la guía práctica.																■	■	

Elaborado por: Freire, Ruth (2024).

Análisis de costos

Cronograma valorado de componentes y actividades. El cronograma valorado distribuyó las actividades a lo largo de 9 semanas, con un costo total de 4,500 USD y 94 horas de trabajo. Las primeras semanas se centraron en la investigación y el diagnóstico, mientras que las semanas 2 a 5 se dedicaron al diseño CAD y CAM, que son las actividades más complejas y costosas, cruciales para evitar errores y desperdicios. Durante las semanas intermedias, se llevaron a cabo el montaje, la validación y la estandarización de parámetros, asegurando precisión y uniformidad en el mecanizado. Las últimas semanas se enfocaron en la reducción de desperdicios, la evaluación de resultados y el cumplimiento de la demanda, optimizando así la productividad y el uso de materiales, en la tabla No.10: se observa el cronograma de componentes y actividades.

Tabla No. 10: Cronograma valorado de componentes y actividades.

Actividad	Descripción	Tiempo estimado (h)	% sobre 1,512 h	Costo asignado (USD)
Investigación y Diagnóstico	Análisis del proceso actual y recopilación de datos	10	0.66%	600
Diseño CAD (ArtCAM)	Modelado 2D	20	1.32%	800
Diseño CAM (NcStudio)	Generación de trayectorias y códigos G & M	15	0.99%	700
Parámetros de mecanizado	En MDF, madera y PVC RPM (revoluciones por minuto) profundidad y herramientas	8	0.53%	400
Validación y Simulación	Verificación de trayectorias y ajustes	12	0.79%	400
Estandarización de proceso productivo.		10	0.66%	500
Reducción de desperdicios componente ambiental	Diseño de un empaque personalizado	8	0.53%	400
Evaluación de resultados	Medición de productividad y control de calidad	6	0.40%	200
Elaboración de la guía práctica.	Coordinación de producción y entrega	5	0.33%	100
Totales		94 h	6.21%	4,500 USD

Elaborado por: Freire, Ruth (2024).

Curva “S”

Este cronograma permitió planificar el tiempo y los recursos de manera eficiente, garantizando la implementación efectiva de la guía práctica y mejorando la productividad en el área de Router CNC de ARMAR, en la tabla No. 11: se observa el análisis de costos, estimado para el proyecto.

Tabla No. 11: Costos, del proyecto.

Actividad	Costo (USD)	Costo acumulado (USD)	% acumulado sobre 4,500 USD
Investigación y Diagnóstico	600	600	13.33%
Diseño CAD (ArtCAM)	800	1,4	31.11%
Diseño CAM (NcStudio)	700	2,1	46.67%
Montaje del material	400	2,5	55.56%
Validación y Simulación	400	2,9	64.44%
Estandarización de parámetros	500	3,4	75.56%
Reducción de desperdicios y optimización	400	3,8	84.44%
Evaluación de resultados	200	4	88.89%
Elaboración de la guía práctica.	100	4,1	91.11%

Elaborado por: Freire, Ruth (2024).

Durante las semanas intermedias, se llevaron a cabo el montaje, la validación y la estandarización de parámetros, asegurando precisión y uniformidad en el mecanizado. Las últimas semanas se enfocaron en el diseño de la guía, la evaluación de resultados en la mejora de la productividad. En la gráfica No.2: Se observa la curva del proyecto.

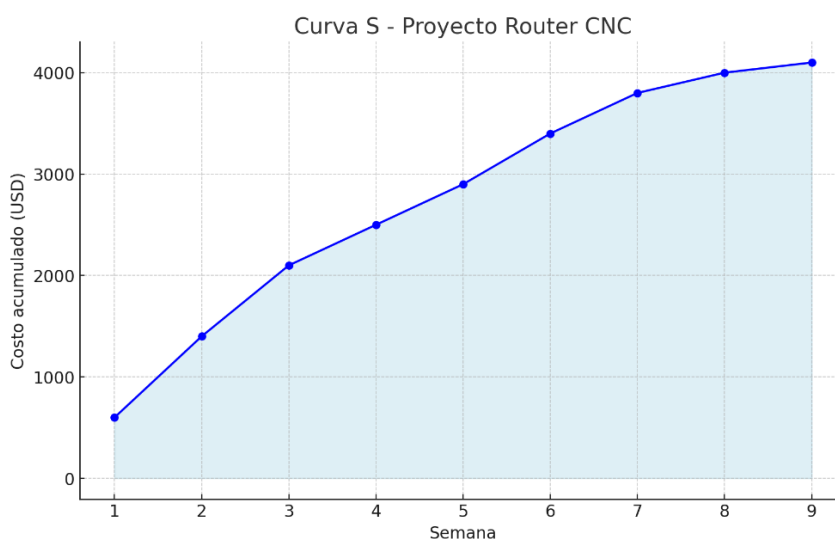


Gráfico No. 2: Actividades en 9 semanas en la curva “S”

Elaborado por: Freire, Ruth (2024).

Componente Ambiental

En el marco del presente estudio enfocado en la mejora de la productividad mediante la implementación de una guía práctica del uso del Router CNC en la empresa ARMAR, se ha considerado pertinente la identificación de los aspectos ambientales relacionados, con el objetivo de fortalecer la sostenibilidad del proceso productivo, se evidencio un porcentaje del 16,67% de piezas defectuosas por lo que la gerencia decidió el diseño un nuevo producto, un empaque personalizado

que permitió aprovechar las piezas defectuosas, integrándolas en un producto reutilizable en lugar de desecharlas. En la imagen No.9: se observa el empaque realizado con los desperdicios.



Imagen No. 9: aprovechamiento desperdicio.

Elaborado por: Freire, Ruth (2024).

Uno de los principales aspectos ambientales detectados es la generación de residuos sólidos no peligrosos, como virutas, recortes y sobrantes de PVC, que, si no son gestionados adecuadamente, pueden acumularse y convertirse en desechos contaminantes.

Otro aspecto significativo es la emisión de partículas en suspensión y polvo fino durante los procesos de corte y tallado, lo que no solo representa un riesgo para la salud ocupacional de los operarios (al generar afecciones respiratorias a mediano y largo plazo), sino también una forma de contaminación ambiental que puede extenderse al entorno cercano.

CAPITULO IV

EJECUCION DE LA PROPUESTA Y RESULTADOS OBTENIDOS

Proceso de ejecución

Justificación de la ejecución

La implementación de esta propuesta se justificó por la necesidad de mejorar la productividad en el proceso de mecanizado Router CNC y la reducir el desperdicio en la empresa ARMAR. Se detectaron problemas como largos tiempos de mecanizado, desperdicio de un 44,4% de materiales y la falta de capacitación del personal. Se diseño una guía práctica para el uso del Router CNC, que contiene parámetros de mecanizado para la estandarización de los productos y un apartado de seguridad y mantenimiento preventivo.

Esto incluyó la selección adecuada de herramientas, parámetros de mecanizado RPM, programación en software CAD-CAM, además del mecanizado en madera, MDF, PVC, son los materiales más utilizados para la producción de los productos de empresa. Gracias a esto, los operarios pudieron llevar a cabo los procesos de manera uniforme, segura, lo que ayudó a reducir errores y retrabajos. Durante la implementación, la capacitación basada en la guía mejoró las habilidades del personal, asegurando que cada etapa del proceso productivo se entendiera y aplicara correctamente. Esto resultó en una disminución del desperdicio de material, de un 15% una optimización de los tiempos de producción y una reducción de costos asociados. Además, la implementación permitió crear indicadores de control y seguimiento, lo que facilitó la evaluación de resultados y la identificación de áreas que necesitaban mejoras.

Desarrollo y seguimiento

Durante el desarrollo de la propuesta, se llevó a cabo el diseño de la guía práctica de uso del Router CNC en la empresa ARMAR, siguiendo los pasos que se habían establecido en el

cronograma. En la primera fase, se brindó capacitación a los operarios sobre la selección de herramientas, programación CAD-CAM y procedimientos de seguridad, asegurando que cada uno comprendiera a fondo cada etapa del proceso de mecanizado. Luego, se prepararon los materiales (MDF, madera y PVC) y se fijaron adecuadamente en la mesa del Router CNC. Se cargaron los programas generados en ArtCAM y NcStudio, y se realizaron cortes de prueba, lo que permitió verificar la precisión de las trayectorias y ajustar los parámetros de velocidad, profundidad y RPM según el tipo de material utilizado. Durante la producción, se monitorearon de manera continua los tiempos de mecanizado, la cantidad de piezas defectuosas y el consumo de material. Cada semana se registraron los resultados, comparándolos con los valores estimados en el cronograma. Este seguimiento permitió identificar desviaciones a tiempo y realizar los ajustes necesarios, como cambios de fresa o correcciones en la programación, evitando así retrasos y desperdicios adicionales. Además, se proporcionó retroalimentación a los operarios sobre los errores detectados y las mejores prácticas, consolidando el aprendizaje y asegurando la correcta aplicación de la guía en todas las piezas mecanizadas. Como resultado, se logró un control más eficiente de la producción, una notable disminución de piezas defectuosas y una mejora en la productividad, cumpliendo así con los objetivos planteados en la tesis.

Router CNC en el proceso productivo

Un Router CNC (control numérico) es una máquina controlada por una computadora y su función es realizar cortes de forma automatizada. Las trayectorias de los cortes son controladas mediante un sistema denominado de control numérico, mismo que envía desde el ordenador las coordenadas del corte con una precisión milimétrica. La máquina Router CNC consiste en un eje vertical manipulado por motores, es considerada una de las máquinas más versátiles para el corte en tres y dos dimensiones sobre cualquier tipo de superficie. Permite la materialización de diseños e ideas que anteriormente sólo se quedaban plasmados en el papel, por la falta de las herramientas para el corte en ciertos detalles. En la imagen No.10: Se observa el Router CNC, de la empresa Armar.



Imagen No. 10: Router CNC, de la empresa Armar.

Elaborado por: Freire, Ruth (2024).

Nomenclatura de los ejes

Los ejes X, Y, Z están representados como en un plano cartesiano -X, -Y, -Z.

- X e Y movimientos principales de avance en el plano de trabajo principal de la máquina.
- Z paralelo al eje principal de la máquina, perpendicular al plano principal XY.
- U, V, W ejes auxiliares paralelos a X, Y, Z, respectivamente.
- A, B, C ejes rotativos sobre cada uno de los ejes X, Y, Z (Fagor Automation, 2018). En la imagen No.11: Se observa movimientos del eje

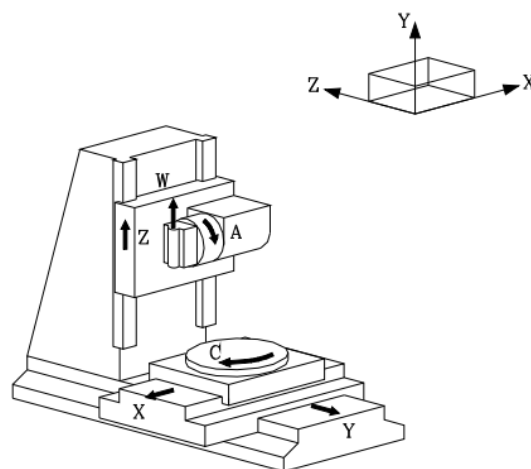


Imagen No. 11: Movimiento de los ejes Router CNC.

Elaborado por: Fagor Automation, S. Coop.(2012)

Introducción al NcStudio

NcStudio es un software de control Router CNC para operar máquinas de corte y grabado mediante G y M. Funciona junto con la tarjeta controladora NC Studio, instalada en una PC sistemas Windows 7, y permite controlar con precisión los movimientos de la máquina en los ejes X, Y y Z.

En este software se abre el archivo de trayectorias generado en el ArtCAM, ponemos en simulación para verificar que las trayectorias estén bien ejecutadas, en las coordenadas adecuadas, Se observa el funcionamiento del router CNC, el sistema CAM (Studio, 2023).

En la imagen podemos verificar el código G generado por el programa, evidenciando su correcta lectura, y orden de mecanizado, para entender mejor el programa a continuación los elementos principales que debe conocer el operario en la imagen No. 12: Se observa la generación de los códigos g en el programa CAM.

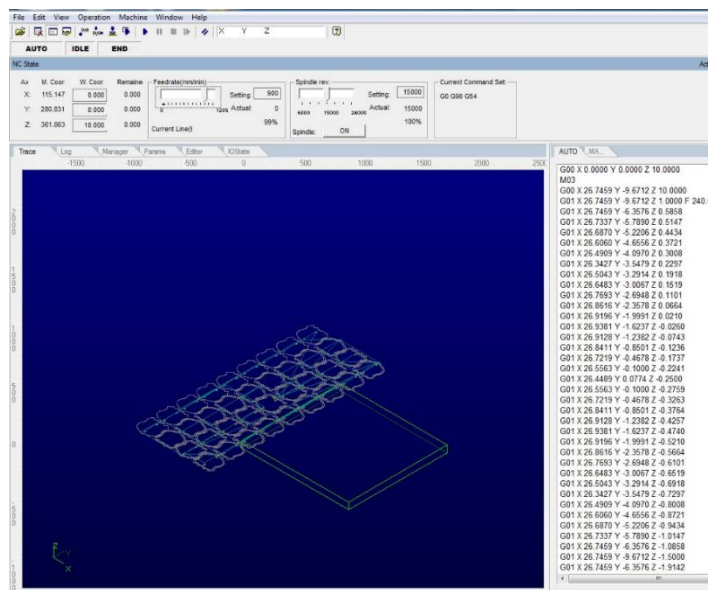


Imagen No. 12: Software NcStudio, (2019)

Elaborado por: Freire, Ruth (2024).

La barra de título se encuentra en el extremo superior de la interfaz del software Ncstudio y se utiliza para mostrar las coordenadas X, Y, Z puesto en punto cero máquina que está en el punto medio de la pieza a mecanizar para cada trabajo a realizar, la velocidad inicial para todo mecanizado iniciar siempre en un 20% (feedrate) y seguir aumentando según el material en el caso de estudio del material de PVC hasta un 90% su corte es limpio y la configuración (Setting) es el RPM 15.000 mantener en la Imagen No. 13 controladores de configuración, mecanizado.

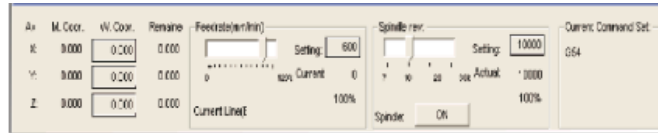


Imagen No. 13: controladores de configuración, mecanizado.

Elaborado por: Freire, Ruth (2024).

El área de botones manuales en esta ventana incluye seis botones manuales que corresponden a las direcciones positivas y negativas de los ejes X, Y y Z respectivamente, se identifica como un plano cartesiano En la Imagen No. 14: se observa la ventana de visualización de coordenadas.

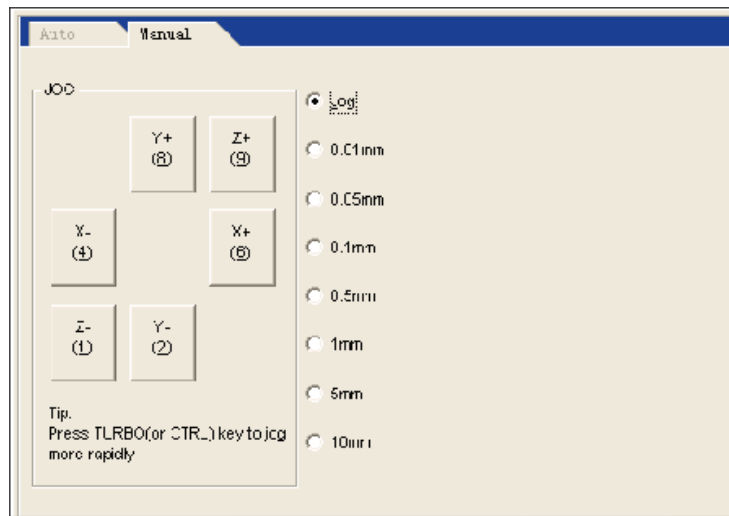


Imagen No. 14: Ventana visual de ejes en el plano X, Y, Z

Elaborado por: Freire, Ruth (2013).

Los códigos G definen los movimientos del husillo, ya sea en línea recta o en trayectorias curvas, permitiendo dar forma a la pieza. En la Tabla No. 12: se observa lectura del código G.

Tabla No. 12: lectura del código G.

Código G	Acción
G00	Movimiento rápido, sin cortar
G01	Movimiento lineal recto con corte
G02	Movimiento circular, cortes curvos en sentido horario
G03	Movimiento circular, cortes curvos en sentido antihorario
G90	Movimientos desde un punto fijo
G91	Movimientos desde el punto actual
G28	Ir al punto de referencia

Elaborado por: Freire, Ruth (2024).

Los códigos M controlan funciones auxiliares como encender o apagar el husillo, activar el refrigerante, realizar pausas o cambiar herramientas (RAMIREZ, 2022). En la Tabla No. 13: se observa, lectura del código M.

Tabla No. 13: lectura del código M.

Código M	Función
M00	Pausa del programa (espera del operador)
M01	Pausa opcional (solo si está activada)
M02	Fin del programa
M03	Encender el husillo (sentido horario)
M04	Encender el husillo (antihorario)
M05	Apagar el husillo
M08	Encender refrigerante
M09	Apagar refrigerante
M30	Fin del programa y reinicio

Elaborado por: Freire, Ruth (2024).

Partes básicas del Router CNC

- Estructura: Soporte rígido de la máquina.
- Mesa de trabajo: Donde se fija el material.
- Husillo (spindle): Motor que gira la herramienta.
- Herramienta de corte (fresa): Realiza el mecanizado.
- Motores (paso a paso o servos): Mueven los ejes X, Y, Z.
- Ejes X, Y, Z: Movimiento horizontal y vertical.
- Guías y rieles: Facilitan el movimiento preciso.
- Controlador CNC: Controla la máquina con el código G.
- Software: Diseña y programa el trabajo.

El Router CNC está compuesto por una estructura rígida que sostiene el cabezal de corte, el cual se desplaza en tres dimensiones para seguir la trayectoria programada. La máquina utiliza herramientas de corte intercambiables, conocidas como fresas, que pueden variar en forma, tamaño y material según el tipo de trabajo requerido. Los diseños se generan en software

CAD/CAM y se convierten en instrucciones (código G) que la máquina interpreta para realizar el tallado o corte. En la imagen No. 15 se observa los componentes del ruter CNC.

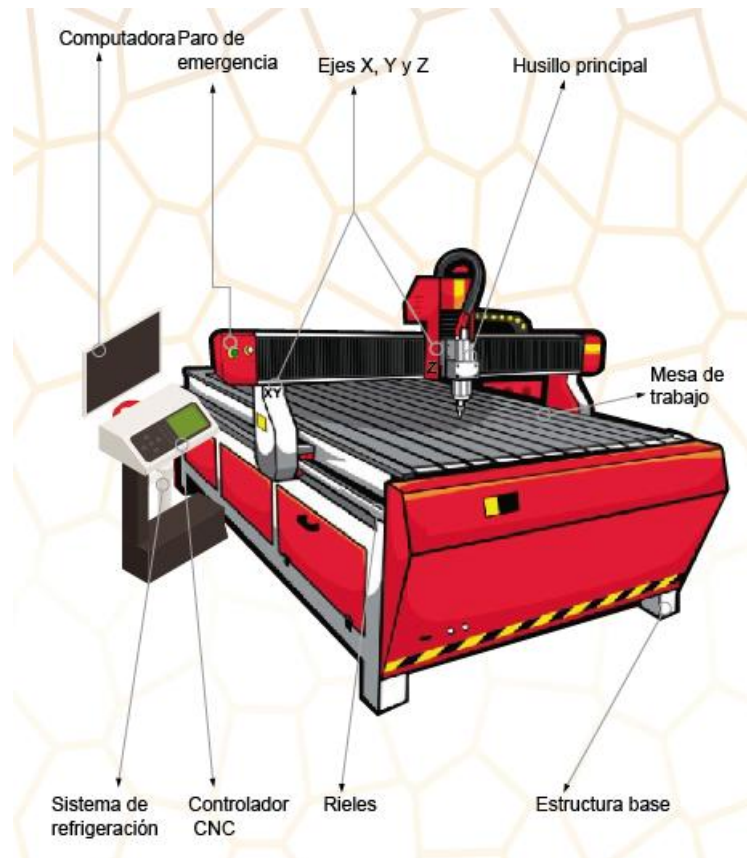


Imagen No. 15: Componentes del ruter CNC

Elaborado por: Freire, Ruth (2024).

Datos técnicos Router CNC

El conocimiento de las características del Router CNC es importante ya que se identifica su soporte técnico que software es compatible, el RPM (Revoluciones Por Minuto) para identificar a qué velocidad del husillo se puede trabajar cada uno de los materiales, la fuerza del motor principal de 4hp, el área de trabajo en la tabla.

Mantenimiento Preventivo Router CNC

- Limpieza diaria de mesa, husillo y guías.
- Lubricación periódica de guías y tornillos.
- Verificación y ajuste de tensiones en correas y tornillos.
- Revisión de conexiones eléctricas y cables.
- Inspección de herramientas y cambio cuando estén desgastadas.
- Comprobar software y actualizar controladores.
- Mantenimiento Correctivo Router CNC

- Reparación o reemplazo de piezas dañadas o desgastadas.
- Solución de fallos eléctricos o mecánicos.
- Ajustes y calibraciones en caso de pérdida de precisión.
- Diagnóstico de errores en el controlador o software.
- Revisión y reparación después de incidentes o accidentes

Tabla No. 14: Ficha técnica del Router CNC.

PROPIETARIO: ARMAR		Año: 2023
DIRECCIÓN: Cantón Tisaleo panamericana Sur Km. 12 ciudad de Ambato		
TELÉFONOS: 099367628-032120629		
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO: Router CNC para corte y grabado preciso de madera, MDF y PVC, compatible con software CAD/CAM.		
CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES:		
<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de control: software ArtCAM y Nc Studio CAD/CAM • Dimensiones del EQP 3m x 2 m (X, Y) y 180 mm (Z) 		

FICHA TÉCNICA DEL ROUTER CNC	
ELEMENTOS QUE LO COMPONENTEN:	
Límite de corte	255 cm x 155cm
Motor	400 Hz (frecuencia)
Revolución de frecuencia VFD	15,000 RPM
Software compatible	Corel Draw, AutoCAD, SolidWorks, Illustrator
Sistemas operativos compatibles	Windows XP a Windows 10 (32 y 64 bits)
Formatos soportados	JPG, BMP, DWG, AI, NC, STL
Cambio de herramienta	Manual
Boquilla / Collet	ER 20
Sujeción de material	Bridas.
Peso	550 kg
Dimensiones externas del equipo	2055 x 3055 x 1280 mm
Software compatible	Corel Draw, AutoCAD, SolidWorks, Illustrator

Elaborado por: manual del Router CNC, (2024).

Lineamientos de Seguridad ISO 45001

Seguridad del operario lineamientos ISO 45001, es una norma internacional que establece los requisitos para un Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) (PARDO, 2018). Su objetivo principal es prevenir accidentes laborales, reducir riesgos ocupacionales y promover ambientes de trabajo seguro y saludable.

Durante la evaluación se reconoció que la ISO 45001 fue una norma internacional que estableció los requisitos para un Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo, cuyo propósito principal fue prevenir accidentes, reducir riesgos ocupacionales y promover un ambiente laboral seguro.




Imagen No. 16: Equipo de seguridad, operario.

Elaborado por: Seguridad Primero. (2024).

Ficha de inspección seguridad

La ficha de inspección diaria del equipo establece los procedimientos y medidas de seguridad que debe seguir el operario durante su mantenimiento, incluyendo el uso de herramientas como llaves, destornilladores y aspiradora, así como el equipo de protección personal (guantes, calzado de seguridad, mascarilla y ropa adecuada). Además, indica los riesgos asociados al trabajo y las medidas preventivas, como conocer el funcionamiento del equipo, mantener limpieza en el área, revisar fichas de seguridad y apagar el equipo antes de cualquier intervención, garantizando así un mantenimiento seguro y eficiente (Blandonnet, 2018). En tabla No.15: Se observa la ficha de inspección, seguridad.




Tabla No. 15: Ficha de inspección, seguridad.

	FICHA DE INSPECCIÓN		Equipo	
	DIARIA		Edición:	Hoja: 1/1
Operario:			Fecha:	
Hora de inicio:		Hora final:	Total de tiempo:	
Herramientas: <ul style="list-style-type: none"> - Aspiradora o sopladora de aire - Llaves de ajuste y juego de llaves hexagonales - Destornilladores - Martillo 			Equipo de protección: <ul style="list-style-type: none"> - Tapones para oídos o auriculares. - Guantes - Calzado de seguridad - Mascarilla facial - Ropa de trabajo 	
Riesgos del trabajo y medidas preventivas <ul style="list-style-type: none"> - Conocer el funcionamiento del equipo. - Usar EPP: guantes, gafas, mascarilla y calzado de seguridad. - Mantener limpieza e higiene en el área de trabajo. - Revisar fichas de seguridad de materiales. - Protegerse del polvo con mascarilla al limpiar. - Apagar el equipo antes del mantenimiento. 			Materiales: <ul style="list-style-type: none"> - Instrumentos de limpieza - Cepillo y paños de limpieza - Utilizar una brocha para limpiar los recudáis de la materia prima. 	
Observaciones:				
Firma del operario:				

Elaborado por: Freire, Ruth (2024).

Las medidas de seguridad para el uso del router CNC incluyen una conexión eléctrica adecuada y protección contra sobrecargas, verificación y mantenimiento de las herramientas de corte, y el uso obligatorio de EPP como gafas, guantes, calzado de seguridad y protectores auditivos. Además, se enfatiza mantener el área libre y señalizada, controlar riesgos generales como acumulación de polvo, y garantizar la seguridad del operador. En la tabla No.16: Se observa señalética para la seguridad del área (CNC, 2021).

Tabla No. 16: Señalética en el uso del Router CNC.


Categoría	Medida de Seguridad	Simbología de seguridad
Seguridad Eléctrica	Conexión a tierra adecuada. Protección contra sobrecargas y cortocircuitos.	
Herramientas de Corte	Botón de paro de emergencia accesible. Verificación del estado de las fresas. Instalación segura y ajuste firme. Mantenimiento periódico.	
Protección Personal (EPP)	Uso de gafas, calzado de seguridad, protectores auditivos, mascarilla y guantes según tareas. Evitar ropa suelta.	
Movimiento de la Máquina	Verificar área libre antes de iniciar. Señalización de zonas peligrosas. Uso de barreras físicas. Aplicar bloqueo y etiquetado en mantenimiento.	
Control de Riesgos Generales	Limpieza constante del área de trabajo. Prevención de acumulación de virutas o polvo inflamable. Tener extintores y señalización.	
Seguridad del Operador	Conocimiento del software y funciones del Router. No sobrecargar la máquina. Seguir manual del fabricante. Capacitación en procedimientos.	

Elaborado por: Blandonnet, CH (2018).

Matriz de riesgos

Durante las actividades con el router CNC se identifican riesgos en varias etapas del proceso. Los peligros más críticos son los cortes por cuchilla durante el encendido y calibración (riesgo máximo) y el atrapamiento de manos en el montaje del material (riesgo extremo). También se presentan riesgos altos por proyección de partículas, ruido elevado e inhalación de polvo MDF/PVC. Los riesgos moderados o tolerables se asocian a cambios de herramientas, mantenimiento y retiro de piezas, mientras que los riesgos aceptables corresponden a tareas de baja probabilidad y consecuencias leves, como la programación o limpieza controlada del área. En la tabla No.17: Se observa la matriz de riesgos.

Tabla No. 17: Matriz de riesgos.

		MATRIZ DE RIESGOS			
		Edición:		Hoja: 1/1	
Actividad / Proceso	Peligro identificado	Probabilidad	Consecuencia	Resultado (P x C)	Nivel del Riesgo (color)
Encendido y calibración	Corte en los dedos por contacto con la cuchilla, encendido.	4 (Alta)	16 (Máxima)	64	Riesgo Extremo
Montaje del material	Atrapamiento de manos	3 (Media)	8 (Mayor)	24	Riesgo Alto
Operación de mecanizado	Proyección de partículas	3 (Media)	4 (Moderada)	12	Riesgo Alto
Operación ruido elevado	Dificultad para escuchar	3 (Media)	2 (Menor)	6	Riesgo Tolerable
Cambio de herramientas	Cortes por filo	3 (Media)	4 (Moderada)	12	Riesgo Alto
Limpieza del área	Inhalación de polvo MDF/PVC	3 (Media)	8 (Mayor)	24	Riesgo Alto
Programación CAD/CAM	Fatiga visual y ergonómica	2 (Baja)	2 (Menor)	4	Riesgo Aceptable
Retiro de piezas	Bordes filosos o calientes	2 (Baja)	2 (Menor)	4	Riesgo Aceptable

Mantenimiento del equipo	Contacto con partes móviles/eléctricas	2 (Alta)	5 (Moderado)	10	Riesgo Tolerable
--------------------------	--	----------	--------------	----	-------------------------








PROBABILIDAD		MATRIZ DE RIESGOS				
		Mínima	Menor	Moderada	Mayor	Máxima
		1	2	4	8	16
Muy Alta	5	5	10	20	40	80
Alta	4	4	8	16	32	64
Media	3	3	6	12	24	48
Baja	2	2	4	8	16	32
Muy Baja	1	1	2	4	8	16

NIVEL DEL RIESGO	Color
Riesgo Aceptable	
Riesgos Tolerable	
Riesgo Alto	
Riesgo Extremo	

Elaborado por: Freire, Ruth (2024).

Las fresas helicoidales (de 1 a 4 filos) varían según el material, 1 filo para madera, plásticos y aluminio; 2 filos es la más común; 3 filos ideal para aluminio; y 4 filos para hierro, la ball se usa para relieves 3D, la punta en V para grabados finos, para cortes limpios en madera y laminados. Las antihorario evitan rebabas, las rectas y rompe viruta suavizan bordes, las perfilado se aplican en carpintería, y las de desbaste sirven para nivelar mesas o remover material rápidamente. En la tabla No.18: Se observa los tipos de herramienta.

Tabla No. 18: Tipos de herramientas (o fresas) más utilizados.

TIPO	USOS
<p>HELICOIDAL 1 FILO</p> 	<p>Muy Buena performance en todos los materiales. Recomendada especialmente para madera, plásticos y aluminio.</p>
<p>HELICOIDAL 2 FILOS</p> 	<p>La herramienta estándar de trabajo por su bajo costo y su rendimiento en todo tipo de materiales salvo aluminio y metales ferrosos</p>
<p>HELICOIDAL 3 FILOS</p> 	<p>Ideal para aluminio. Deja bordes más suavizados que las fresas de 1 filo</p>
<p>HELICODIAL 4 FILOS</p> 	<p>Específicas para corte en hierro y materiales similares</p>
<p>BALL NOSE</p> 	<p>Usada para trabajos en 3D. Su punta ovoidea permite mecanizados con terminaciones suaves en superficies curvas.</p>
<p>PUNTA EN V</p> 	<p>Este tipo de fresas se usa para grabado superficial. Disponibles en varios ángulos. El espesor de corte máximo se estima en 0.1-0.2 mm ya que las puntas son frágiles. Ideal para grabados en superficies plásticas y metálicas.</p>
<p>COMPRESIÓN O UP&DOWN</p> 	<p>Ideal para uso en placas de bajo espesor, recomendable para madera y laminados, no para metales. La fuerza de compresión mantiene al material sobre la mesa de sacrificio y evita vibraciones. Excelente terminación.</p>

<p style="text-align: center;">ANTIHORARIO</p> 	<p>Ideal para uso en MDF y maderas blandas o duras. No deja rebaba en los bordes superiores del material.</p>
<p style="text-align: center;">RECTA</p> 	<p>Ideal para suavizados de bordes en madera. No recomendada para corte por su geometría y baja capacidad de descarga.</p>
<p style="text-align: center;">ROMPE VIRUTA</p> 	<p>Utilizada para madera y materiales compuestos. Es ideal para suavizar bordes ya mecanizados ya que no tiene mucha capacidad de descarga.</p>
<p style="text-align: center;">PERFILADO</p> 	<p>Grupo de herramientas variadas utilizadas para procesos de perfilado en madera. Particularmente útil en carpintería y construcción de puertas, muebles y objetos de artesanías</p>
<p style="text-align: center;">DESBASTE</p> 	<p>Herramienta necesaria para el rectificado de mesas de sacrificio en materiales blandos. Suelen tener una alta tasa de remoción de viruta así que es necesario usarla en pasadas de no más de 0.5 mm.</p>

Elaborado por: STARCAM CNC-guía práctica de fresas, (2021)

Espesor del material a mecanizar también se presentan con distintos diámetros de herramientas para el corte. Siempre es aconsejable seleccionar el que presenta la menor diferencia con respecto al espesor del material. De esta manera existe menor riesgo de que la herramienta se quiebre por esfuerzos innecesarios de flexión. Tampoco es recomendable mecanizar con fresas de menor largo de corte que el espesor del material, ya que la parte del cabo puede entrar en contacto y generar calor y desgaste en el material y la fresa (Tool, 2025). En la imagen No.17: Se observa diámetro de herramienta.



Imagen No. 17: Diámetro de fresa adecuada.

Elaborado por: Amana Tool (Tool, 2025).

Amana Tool es líder en la industria con más de 50 años de experiencia, especializándose en herramientas de corte de calidad industrial, incluyendo herramientas de carburo sólido, de carburo de inserción y con punta de carburo, para las industrias de la carpintería, el plástico, el aluminio, los materiales compuestos y el metal.

Introducción software ArtCAM

ArtCAM es un software CAD/CAM especializado en el diseño y mecanizado CNC, ideal para crear relieves 3D y dibujos vectoriales 2D, su interfaz es intuitiva, y tiene amplia compatibilidad con materiales, además es compatible con Windows XP/Vista/7 (32 bits o 64 bits), 4 GB de RAM (mínimo), 2 GB de espacio libre en disco (programa, 2020). En la imagen No. 18: Se observa la ventana de trabajo del software ArtCAM.

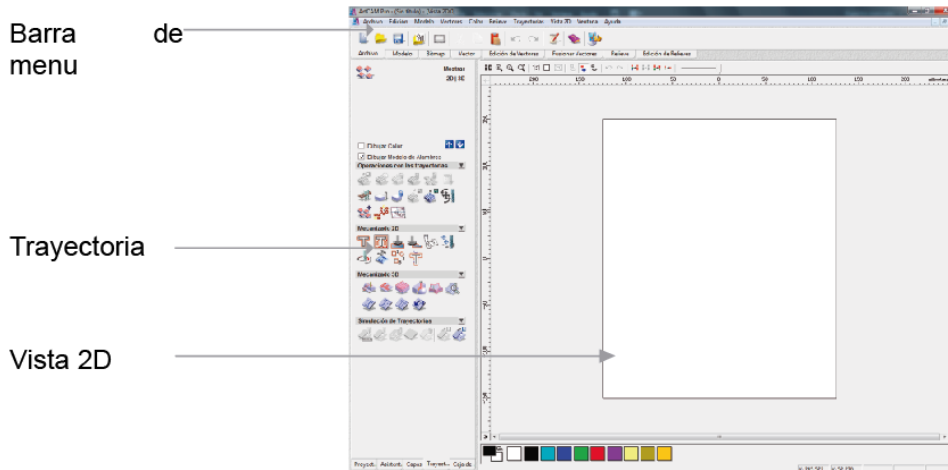


Imagen No. 18: Programa ArtCAM, (2019)

Elaborado por: Freire, Ruth (2024).

Diseño CAD de la lámpara, generación de trayectorias mecanizado a largo de un vector, programa Art CAM es un software CAD, permite al operario diseñar el prototipo de la lámpara en mecanizado 2D, identificando la barra de menú y sus usos, trayectorias, perfilados, desbaste, según los requerimientos específicos de cada proyecto. Su funcionamiento consistió en guiar al operario para definir de manera exacta las dimensiones del modelo, incluyendo largo, ancho y altura, así como en ajustar correctamente el área de trabajo dentro del programa. Durante su uso, ArtCAM ayudó a reducir errores de diseño y producción, permitió anticipar posibles problemas antes del corte aplicando el simulador y simplificó la planificación de cada proyecto (ROMERO, 2021). En la imagen No. 19: Se observa la trayectoria.

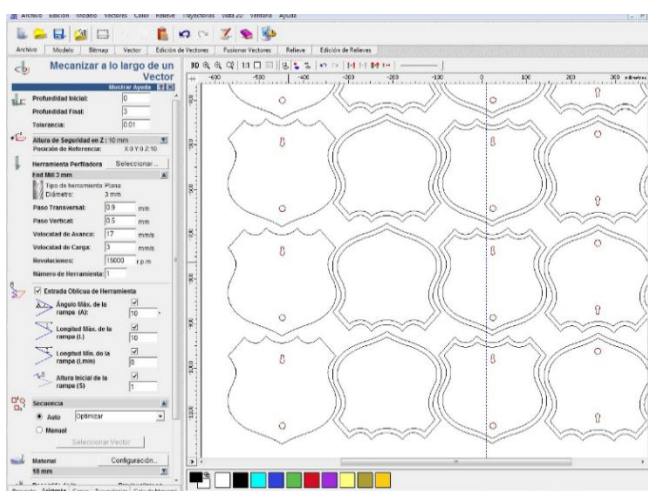


Imagen No. 19: Mecanizado a lo largo de un vector.

Elaborado por: Freire, Ruth (2024).

Segunda trayectoria software Art CAM perfilado 2D interior se utiliza para cortar dentro de la línea de vector como se observa en la imagen la línea roja de la figura, la herramienta sigue una trayectoria definida por un en el material en PVC selección de perfilado interior, profundidad final 3mm, herramienta de 3mm, paso vertical 3mm, velocidad de carga 3mm y entrada oblicua en z y generar. En la imagen No. 20: Se observa segunda trayectoria.

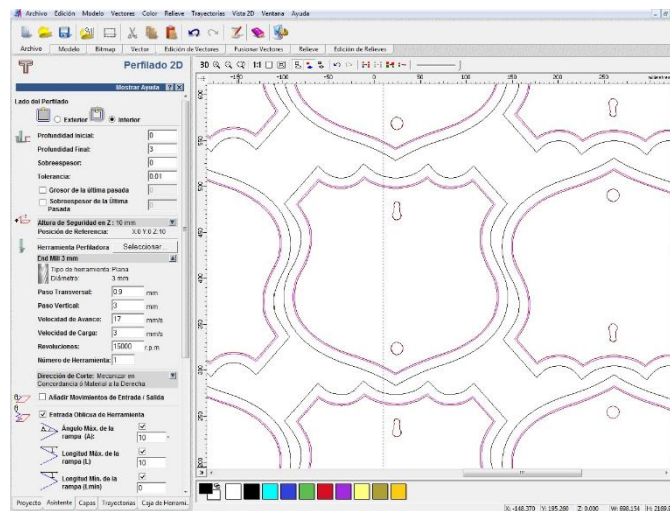


Imagen No. 20: Perfilado 2D interior ArtCAM.

Elaborado por: Freire, Ruth (2024).

Tercera software Art. Cam trayectoria perfilado 2D exterior se utiliza para cortar fuera de la línea de vector como se observa en la imagen la línea roja de la figura, la herramienta sigue una trayectoria definida por un en el material en PVC selección de perfilado interior, profundidad final 3mm, herramienta de 3mm, paso vertical 3mm, velocidad de carga 3mm y entrada oblicua en z y generar, se guarda las trayectorias en orden primera, segunda, y tercera trayectoria abrir en el software NcStudio para una correcta lectura del código G y M (ELECTRONICS, 2021). En la imagen No. 22: Se observa la tercera trayectoria.

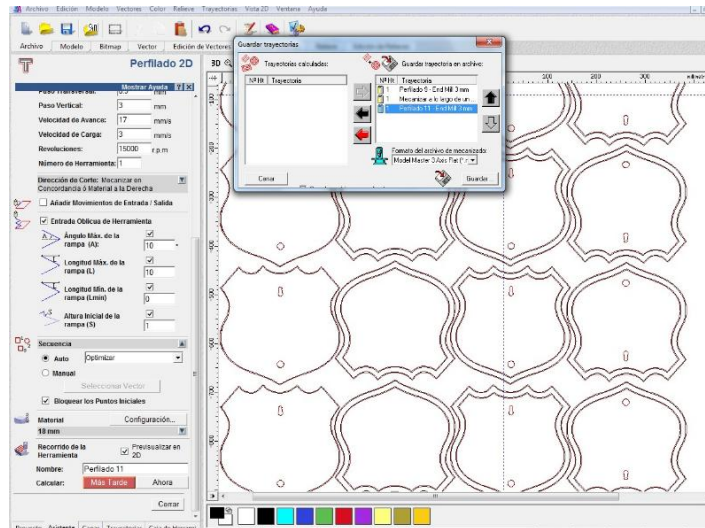


Imagen No. 21: Perfilado 2D exterior Art CAM.

Elaborado por: Freire, Ruth (2024).

Instalación, fijación de herramientas y puesta a cero

Los ejes de coordenadas X, Y, Z deben estar en la mitad del material a procesar, se define como punto cero, es el inicio de partida, para el mecanizado, en el caso de estudio es en centro de la plancha de 122cmx244cm, mismo que debe estar bien sujetado con bridas.

- Instalación y Fijación de Herramientas
- Seleccionar la fresa adecuada según el material y tipo de corte.
- Insertar la fresa en el portaherramientas (portabrocas o mandril).
- Asegurar firmemente la fresa usando la llave adecuada para evitar que se suelte.
- Verificar que la herramienta esté bien centrada y alineada para evitar vibraciones.
- Puesta a Cero (Referenciación)
- Colocar la pieza en la mesa y asegurarla bien.
- Mover manualmente la herramienta al punto de inicio deseado (generalmente esquina o centro de la pieza).
- Ajustar los valores de posición en el controlador para los ejes X, Y y Z a cero en ese punto.
- Colocar que el punto cero coincida con el diseño y programa para evitar errores de mecanizado. En la imagen 22 se observa calibrador del CNC punto cero.



Imagen No. 22: Calibrado de CNC punto CERO

Elaborado por: Freire, Ruth (2024).











Resultados obtenidos

Presentación de resultados obtenidos

Mejora en la productividad.

La investigación evidenció que la implementación de la guía práctica del Router CNC, junto con la capacitación de los operarios, generó un impacto directo a la mejora de la productividad de la empresa. El tiempo total del proceso se redujo de 580 a 480 minutos, lo que representa una disminución del 17,2 %, permitiendo un flujo de trabajo más ágil y ordenado. En la tabla 19 se observa curso grama analítico del proceso.

Tabla No. 19: Cursograma analítico del proceso

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO										
Hoja N° 1 De: Armar Diagrama N°: 1		Operar.		1		Mater. PVC		Maqui. 1		
Proceso:		RESUMEN								
Fecha: 12/08/2025 El estudio Inicia: Método: Actual: Propuesto: x Producto: Lámpara Nombre del operario: Steven Bonilla Elaborado por: Ruth Freire Tamaño del Lote: 1		SÍMBOLO		ACTIVIDAD		Actual	Propuesta	Economía		
				Operación		12	11	-8,33 %		
				Transporte		3	2	-33,33 %		
				Inspección		4	1	-66,67 %		
				Espera		1	0	100 %		
				Almacenaje		1	1	0 %		
		Total				18	15	-33,33 %		
		Distancia total en metros				203,3	105,2	-53,54 %		
Tiempo min/hombre				568	480	-15,49 %				
NUMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo Segundos	SÍMBOLOS PROCESOS					Observaciones
										
1	Diseño CAD en Art.Cam	1	2,0	1500,0	•					
2	Generación del archivo CAM en Nc Studio	1	2,0	900,0	•					
3	Selección del material adecuado (PVC, MDF, madera)	1	5,6	600,0	•					
4	Montaje y fijación del material en el router CNC	1	3,0	900,0		•				Implementación de la guía
5	Colocación de fresa	1	2,0	900,0	•					
6	Calibración de la máquina CNC	1	2,0	600,0	•					

7	Mecanizado router CNC e inspección	1	2,0	7200,0	•		•				
8	Retiro de piezas mecanizadas, clasificación de pizas buenas	1	5,6	1800,0			•				
9	Limpieza y eliminación de rebabas, piezas buenas	1	6,6	2700,0	•						
10	Ensamble todos los componentes.	1	5,80	3600,0	•						
11	Instalación del sistema eléctrico	1	6,50	3600,0	•						
12	Aplicación de pintura	1	40,60	1800,0	•						
13	Colocación de etiquetas o logos	1	7,30	900,0	•						
14	Control de calidad (medidas, estética y funcionamiento)	1	6,60	900,0				•			
15	Empacado y registro en inventario.	1	7,60	900,0							•
Tiempo Minutos: 480		m	105,2	28.800	s						

diseño nuevo producto

Elaborado por: Freire, Ruth (2024).

$$\text{Mejora productividad (\%)} = \frac{\text{productividad después} - \text{productividad antes}}{\text{productividad antes}} \times 100$$

$$\text{Mejora productividad (\%)} = \frac{\text{tiempo después} - \text{tiempo antes}}{\text{tiempo antes}} \times 100$$

$$\text{Mejora productividad (\%)} = \frac{480 \text{ minutos} - 568 \text{ minutos}}{568 \text{ minutos}} \times 100 = 17,2\%$$

Ecuación No. 4: Mejora de la productividad

Elaborado por: Freire, Ruth (2024).

El análisis hombre-máquina muestra que, tras la capacitación en CNC, los tiempos de intervención del operario se redujeron significativamente en cada etapa: desde el diseño CAD hasta la preparación y colocación de materiales y herramientas. Esto permitió que la máquina trabajara de manera más continua y eficiente, optimizando el mecanizado e

inspección de piezas, reflejando un aumento de productividad. La tabla 19 se observa el diagrama hombre a maquina

La comparación de la utilización del operario y la máquina antes y después del diseño de la guía práctica evidenció mejoras significativas en la eficiencia del proceso. La máquina incrementó su utilización del 75,0% reflejando una optimización en los tiempos de mecanizado y una reducción de los periodos de inactividad. El operario, con un porcentaje de utilización, 25%, mostrando que la guía ayudó a organizar mejor sus tareas y a disminuir errores durante el montaje y calibración. En conjunto, la guía práctica permitió una mayor integración del trabajo hombre-máquina, contribuyendo a un proceso más productivo y con menor probabilidad de piezas defectuosas. En la tabla 20 se observa la mejora en la productividad en tiempos hombre-maquina.

Tabla No. 20: Diagrama Hombre Maquina.

DIAGRAMA HOMBRE - MAQUINA				
Hoja N°1 Diagrama N°:1				Proceso: Lámpara
Fecha: Julio 03 - 2024			Elaborado por: Ruth Freire	
El estudio Inicia: diseño CAD			Operario: Operario 1	
Operario			Maquina 1	
Tiempo	Carga	Actividad	Carga	Actividad
1500	1	Diseño CAD en Art.Cam	1	Inactividad
900	1	Generación del archivo CAM en Nc Studio	1	Inactividad
600	1	Selección del material adecuado (PVC, MDF, madera)	1	Inactividad
900	1	Montaje y fijación del material en el router CNC	1	Inactividad
900	1	Colocación de fresa	1	Inactividad
600	1	Calibración de la máquina CNC	1	Inactividad
7200	1	Mecanizado router CNC (Perfilado interior y exterior)	1	activa

Elaborado por: Freire, Ruth (2024).

Resumen y Análisis de la información					
Tipo	Tiempo del Ciclo Seg.	Tiempo de Acción Seg.	Tiempo de Inactividad Seg.	% de Utilización	% de Utilización Optima
Operario	12,600	5400	7200	25,0%	75,0%
Maquina 1	12,600	7200	5400	75,0 %	25,0%

	Actividad Operario
	Actividad Maquina 1
	Inactividad

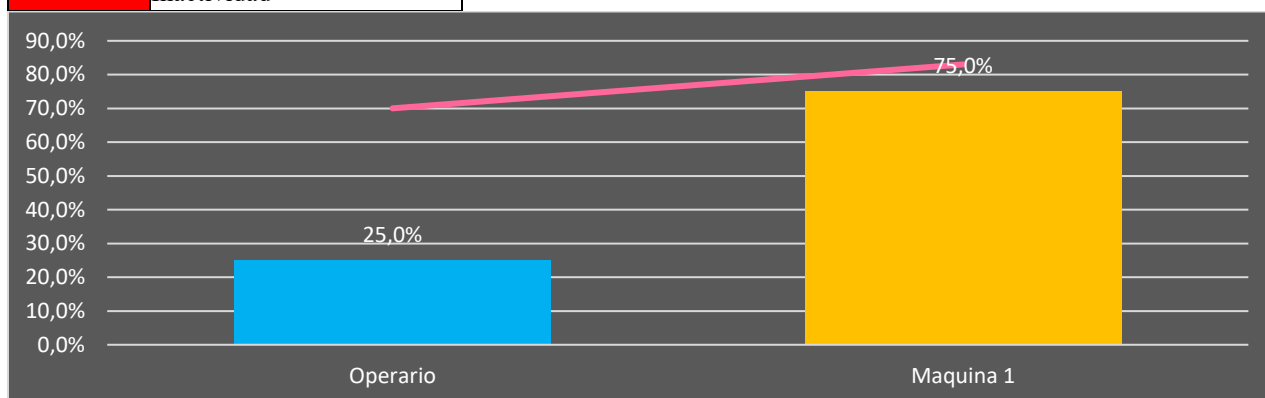


Gráfico No. 3: Analisis comparativo

Elaborado por: Freire, Ruth (2024).

Curva de aprendizaje.

La capacitación realizada al operario Steven Bonilla en el uso del router CNC permitió evaluar de manera sistemática el aprendizaje en diferentes habilidades clave, como el diseño en Art.Cam, la generación de archivos CAM en Nc Studio, la selección y preparación del material, la colocación de fresas, la calibración de la máquina y el mecanizado de piezas. Los resultados muestran mejoras significativas en la mayoría de las actividades, con reducciones de tiempo de 313 min a 210 min logrando una reducción global del 33 % en el tiempo total de ejecución. La medición se realizó comparando los resultados obtenidos antes y después de la capacitación mediante la fórmula de aprendizaje, lo que evidenció un manejo más eficiente del tiempo, mayor precisión y un menor desperdicio de material. En la tabla 21 se observa los parámetros de corte mecanizado Router CNC.

Tabla No. 21: Medición del aprendizaje.

Medición del aprendizaje en capacitación				
Operario	Steven Bonilla			Maquina 1:
Hoja N° 01 De: Arma	Tiempo: 3meses		Proceso:	Capacitación
Fecha: 22/08/2025			Elaborado por:	Ruth Freire
El estudio Inicia: 8:00 am			Operario:	1
Indicador / Habilidad Router CNC	Resultado Antes (s)	Resultado Después (s)	Aprendizaje (%)	Indicador / Habilidad Router CNC
Diseño CAD en Art.Cam	2700	1500,0	44,44%	Diseño CAD de la lámpara en 2D
Generación del archivo CAM en Nc Studio	1200	900,0	25,0%	Simulación y verificación
Selección del material adecuado (PVC, MDF, madera)	900	600,0	33,33%	Selección de plancha PVC 122x244 cm
Montaje y fijación del material en el router CNC	1800	900,0	50%	Inserción y ajuste de fresa
Colocación de fresa	1200	900,0	25,0%	Fresa 3mm para PVC doble filo recta
Calibración de la máquina CNC	900	600,0	33,33%	Colocación del husillo en el punto cero.
Mecanizado router CNC	10100	7200,0	88,5%	Inicio del mecanizado corte de piezas pequeñas
Tiempo	18800 s 313 min 5 h 13	12600 s 210 minutos 3 h 30	33,0%	Reducción de tiempo de mecanizado.

Elaborado por: Freire, Ruth (2024).

Cálculo Aprendizaje

$$\text{Aprendizaje (\%)} = \frac{\text{Antes} - \text{Después}}{\text{Antes}} \times 100$$

$$\text{Aprendizaje (\%)} = \frac{313 \text{ minutos} - 210 \text{ minutos}}{313 \text{ minutos}} \times 100 = 33,0\%$$

Ecuación No. 5: Cálculo de aprendizaje.

Elaborado por: Freire, Ruth (2024).

Se observa claramente la disminución del tiempo en todas las actividades después de aplicar la mejora, reflejando una mayor eficiencia y dominio del proceso. En la gráfica No.4: Se observa la curva de aprendizaje.

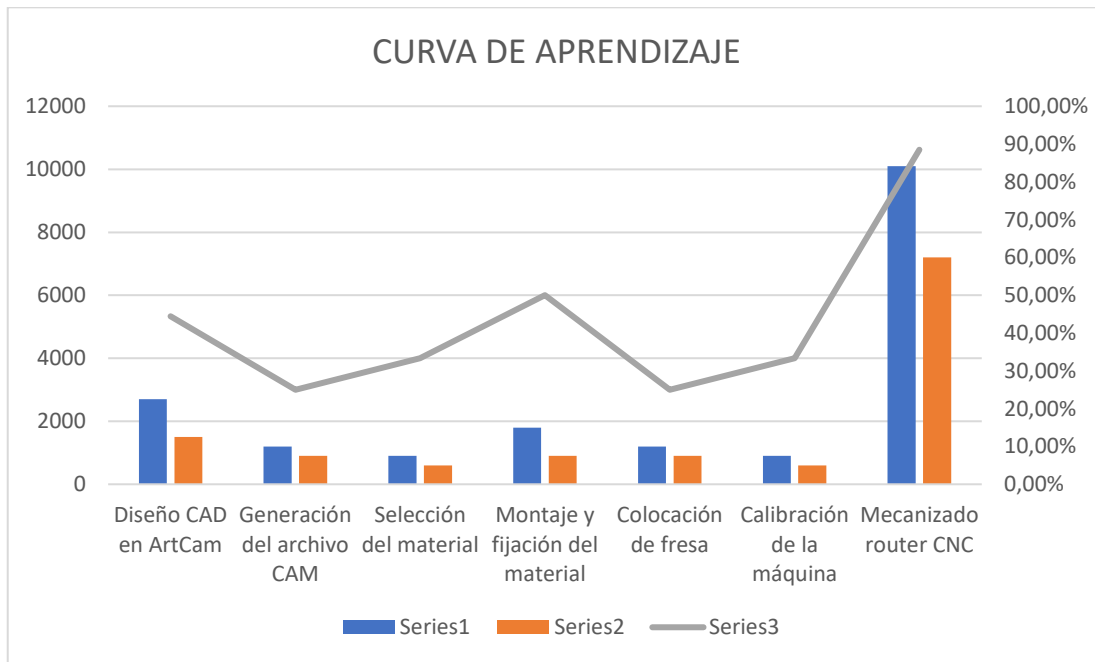


Gráfico No. 4: Curva de aprendizaje

Elaborado por: Freire, Ruth (2024).

Ficha técnica de mantenimiento básico.

Antes de encender el Router CNC, es fundamental verificar la conexión eléctrica del equipo, asegurar que el área de trabajo esté limpia y libre de obstáculos, y confirmar que guías, husillos y partes móviles estén engrasadas. Se debe revisar que se haya realizado el mantenimiento diario, consultar la ficha técnica del material y seleccionar la fresa adecuada, ajustando los parámetros de corte según el material y proceso. En la tabla No.22: Se observa la ficha técnica de mantenimiento.

Tabla No. 22: Ficha técnica mantenimiento.

FICHA TÉCNICA MANTENIMIENTO DEL ROUTER CNC			
Tipo de fluido		Grasa, aceite y enfriamiento por agua	
Límite de corte		255 cm x 155cm	
Motor		400 Hz (frecuencia)	
Revolución de frecuencia VFD		15,000 RPM	
Tipo de mantenimiento	Actividad	Frecuencia / Observaciones	Responsable
Preventivo	Limpieza de virutas y polvo del área de trabajo y guía lineal	Diario / Después de cada jornada	Operario
	Lubricación de guías, husillo y piñón- cremallera	Semanal	Operario
	Revisión del sistema de enfriamiento del spindle	Semanal	Operario
	Verificación de conexiones eléctricas	Mensual	Técnico de mantenimiento
	Comprobación de precisión y alineación de los ejes	Mensual	Técnico de mantenimiento
Correctivo	Sustitución de piezas desgastadas (spindle, motores, correas)	Según falla	Técnico de mantenimiento
	Reparación de fallas eléctricas o del controlador VFD	Según falla	Técnico de mantenimiento
	Ajuste de eje Z, calibración de altura	Según necesidad	Operario / Técnico
Inspecciones	Verificación del estado general de la máquina	Diario	Operario
	Revisión del sistema de seguridad (botón de emergencia, sensores)	Semanal	Operario
	Comprobación de herramientas y cortes	Antes de iniciar corte	Operario

Elaborado por: Freire, Ruth (2024).

Mejora con la implementación de la ficha técnica en el mecanizado CNC

En la ficha técnica se encuentra detallado el requerimiento documentado para que cada área se guíe en este formato, documento único que fue entregado a producción del departamento de diseño, en donde se detalla nombre del cliente, inicio de fabricación, fecha de entrega, el producto en imagen real, impreso además el documento digital, en donde se encuentra el plano o diseño del producto con las trayectorias y su orden de trabajo, ejemplo: primero mecanizado a largo de un vector, es el corte de piezas pequeñas, segundo perfilado 2D es el corte interno de la figura, y tercero es el perfilado 2D corte externo de la figura, con los parámetros, selección de herramienta 3mm, profundidad de corte de 3mm, velocidad de carga 3mm y revoluciones RPM (Revoluciones Por Minuto) de 15.000, para PVC de 3mm, sujetado con bridas en la mesa de trabajo se puede observar en la guía práctica de uso router CNC. En la imagen 23 se observa la ficha técnica, pedido.

FICHA TÉCNICA 001

FECHA DE PEDIDO: Junio -12-2025
CLIENTE: KAROLISS

FECHA DE ENTREGA: Junio -30-2025
LAMPARA



TRAYECTORIAS



Mecanizar a lo largo de un vector

Perfilado 2D

Perfilado 2D

MATERIAL	Ud	Nº PIEZAS	HERRAMIENTA
Sintita 1,22 m x 2,44 m 3mm	12	36	
PVC 0.5 mm 5cm x 7.5cm 25cm x 25	12	24	
Instalación eléctrica 80cm	12	12	
silicona	12	12	

Imagen No. 23: Ficha técnica

Elaborado por: Freire, Ruth (2024).

Mejora en el mecanizado de materiales MDF, madera, PVC.

Estos parámetros estandarizados garantizaron un balance entre calidad de mecanizado, durabilidad de las herramientas y estabilidad de la máquina, reduciendo el riesgo de sobrecalentamiento y evitando el desgaste prematuro de fresas y brocas. En conclusión, aunque los cálculos teóricos arrojaron valores muy elevados, el ajuste práctico permitió consolidar condiciones de corte óptimas y repetibles, asegurando productividad, reducción de desperdicios y mayor control en el proceso de mecanizado de MDF, madera y PVC.

Ecuación No. 6: Cálculo RPM (Revoluciones Por Minuto)

$$N = \frac{Vc \times 1000}{\pi \times Dc} \times Rpm$$

N=velocidad del husillo revoluciones/minutos

Vc=velocidad de corte m/minutos

Dc=diámetro mm

Cálculo RPM (Revoluciones Por Minuto) Madera- MDF

$$N = \frac{1000 \times Vc}{\pi \times D} \times Rpm = \frac{1000 \times 1200}{3,1614 \times 6} \text{ Rpm} \approx 63,278.5$$




Cálculo RPM (Revoluciones Por Minuto) PVC

$$N = \frac{1000 \times Vc}{\pi \times D} \times Rpm = \frac{1000 \times 1,020}{3,1614 \times 4} \text{ RPM} \approx 80,660.6\text{RPM}$$

Ecuación No. 6: Cálculo de RPM

Elaborado por: Freire, Ruth (2024).

Tabla No. 23: parámetros de corte mecanizado Router CNC.

Material	Parámetros Antes	Tiempo Antes (min)	Problemas Observados	Parámetros Después	Tiempo Después (min)	Mejoras Obtenidas	Fresa	Imagen
MDF	1.200 mm/min · 12.000 RPM · 4 mm · 4 pasadas	180	Desgaste excesivo de fresa, riesgo de quemado, vibración, fatiga operario	1.200 mm/min · 10.000–15.000 RPM · 4 mm · 2–3 pasadas	90	Menor vibración, desbaste uniforme, mayor cuidado de herramienta, reducción de residuos	Fresa de punta recta o de corte en espiral	
Madera	1.200 mm/min · 18.000 RPM · 6 mm · 3 pasadas	120	Vibración, astillado, sobrecalentamiento, piezas rechazadas	1.200 mm/min · 10.000–15.000 RPM · 6 mm · 3 pasadas	120	Tallado más uniforme, mejor acabado, menor riesgo de astillado, control de vibración	fresa de cuchilla	
Acrílico (PVC) Lámpara	1.200 mm/min · 12.000 RPM · 4 mm · 2 pasadas	180	Sobrecalentamiento, deformación, rebabas, desgaste de fresa	1.200 mm/min · 10.000–12.000 RPM · 1–2 mm ·	180	Control de calor, cortes precisos, mejor acabado, reducción de defectos y rebabas.	Fresa de punta recta de doble fil	

Elaborado por: Freire, Ruth (2024).

Análisis estadístico

El análisis de los resultados antes y después de hacer ajustes en el mecanizado revela cómo los cambios en los parámetros impactan directamente en la calidad de las piezas. En el caso del MDF, al reducir el número de pasadas y controlar la velocidad del husillo, se logró disminuir el tiempo de mecanizado de 16 minutos a 13,3 minutos con un porcentaje de 16,875%. Esto demuestra que incluso los materiales relativamente blandos pueden beneficiarse de ajustes precisos, lo que reduce el desgaste de las herramientas y la fatiga del operario sin sacrificar el acabado.

En cuanto a la madera y el acrílico, aunque el tiempo total de mecanizado se mantuvo igual, los ajustes en las RPM, la profundidad y el número de pasadas permitieron una mejora del 35% en la calidad. En la madera, esto se tradujo en un tallado más uniforme y menos astillado; mientras que, en el acrílico, se evitó el sobrecalentamiento y las deformaciones, logrando cortes más precisos. En resumen, los resultados subrayan que priorizar la selección adecuada de parámetros y la capacitación de los operarios no solo protege las herramientas y materiales, sino que también mejora la consistencia y calidad de la producción, reafirmando la importancia de contar con una guía práctica para optimizar la productividad se observa en el Gráfico No.5.

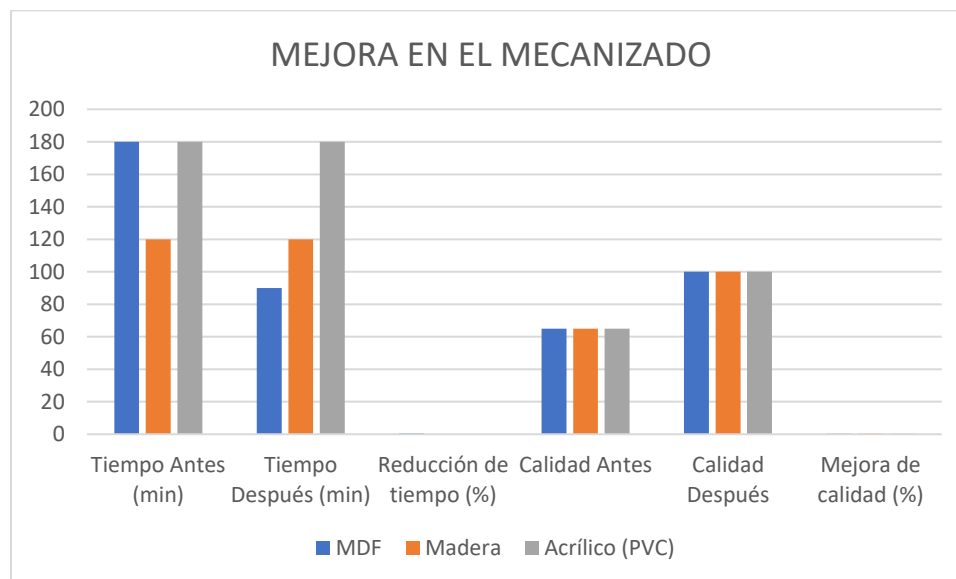


Gráfico No. 5: Mejora en el mecanizado.

Elaborado por: Freire, Ruth (2024).

Evaluación de la ejecución

Análisis comparativo de la situación inicial

Tras la implementación de mejoras en el proceso productivo con el router CNC, se redujo el número de actividades de 18 a 15 y el tiempo total de 568 a 480 minutos, logrando una mejora del 17,2%. Las principales optimizaciones se evidenciaron en el mecanizado CNC, que disminuyó su tiempo a la mitad, así como en el ensamble e instalación eléctrica, con reducciones del 25%. La reorganización de tareas y la eliminación de actividades redundantes permitieron agilizar el flujo de trabajo, aumentando la eficiencia y productividad del proceso. En la Tabla No. 24: Se observa el análisis comparativo inicial y final

Tabla No. 24: Análisis comparativo inicial y final

Nº	Actividad	Tiempo Después (seg)	Tiempo Antes (seg)
1	Diseño CAD en Art.Cam	1500	2700
2	Generación del archivo CAM en Nc Studio	900	1200
3	Selección del material adecuado	600	900
4	Montaje y fijación del material en el router CNC	900	1800
5	Colocación de fresa	900	1200
6	Calibración de la máquina CNC	600	900
7	Mecanizado router CNC (supervisión)	7200	3600
8	Perfilado interior (supervisión)	—	3200
9	Perfilado exterior (supervisión)	—	3300
10	Retiro de piezas mecanizadas y clasificación	1800	1800
11	Limpieza y eliminación de rebabas	2700	2700
12	Retiro de piezas defectuosas	—	900
13	Ensamble de componentes	3600	2700
14	Instalación del sistema eléctrico	3600	2700
15	Aplicación de pintura	1800	1800
16	Colocación de etiquetas o logos	900	900
17	Control de calidad	900	900
18	Empacado y registro en inventario	900	900
	TOTAL	480	568

Elaborado por: Freire, Ruth (2024).

Gráfico No.6: Se observa el análisis comparativo antes y después

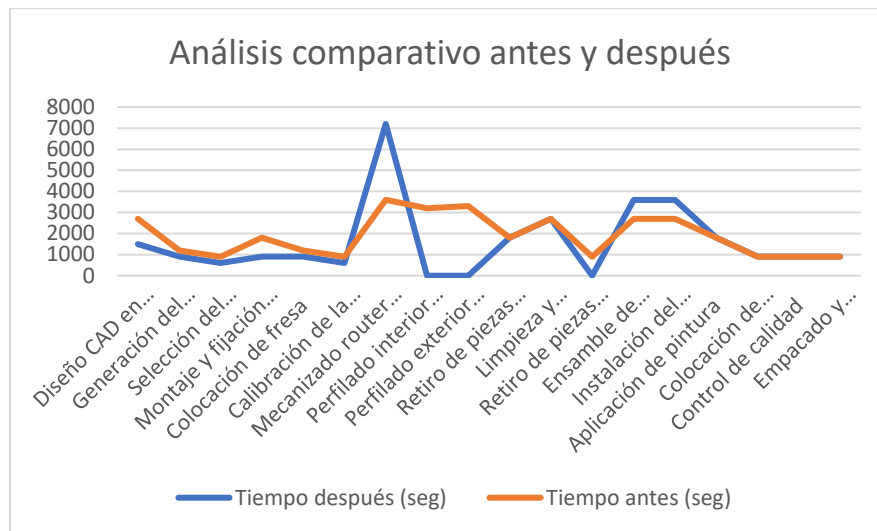


Gráfico No. 6: Análisis comparativo inicial y final

Elaborado por: Freire, Ruth (2024).

Evaluación económica.

El análisis económico de la producción de lámparas de la empresa muestra que, con una producción diaria de 36 unidades y 20 días laborables al mes, se alcanzan 720 lámparas mensuales. El costo de producción por unidad es de 5,50 \$, mientras que el precio de venta al por mayor es de 10 \$ por lámpara. Considerando el sueldo mensual de tres operarios, que asciende a 1.410 \$, la ganancia neta mensual resulta en 1.830\$, demostrando que el negocio es rentable y genera un flujo positivo de efectivo a pesar de los costos de producción y personal. En la tabla No.25: Se observa la recuperación de la inversión.

Tabla No. 25: Recuperación de inversión.

Concepto	Valor
Producción diaria	36 lámparas
Días laborables/mes	20
Producción mensual	720 lámparas
Costo de producción por lámpara	5,50 \$

Costo total de producción mensual	$720 \times 5,50 = 3.960 \$$
Precio de venta por lámpara	10 \$
Ingreso total mensual	$720 \times 10 = 7.200$
Sueldo total 3 operarios	1.410 \$/mes
Ganancia neta mensual	$7.200 - 3.960 - 1.410 = 1.830 \$$

Elaborado por: Freire, Ruth (2024).

Además, se observó que la ganancia diaria y semanal, de 91,50\$ y 457,50 \$ respectivamente, permite un seguimiento detallado de la recuperación de la inversión en la gráfica No. 7: se observa la recuperación diaria. En la tabla 26 se observa recupera de inversión diarios, semanal y mensual.

Tabla No. 26: Recuperación de inversión diario, semanal, mensual.

Periodo	Producción (lámparas)	Costo producción (\$)	Ingreso (\$)	Sueldos (\$)	Ganancia neta (\$)	% Recuperación de inversión
Diario	36	198	360	70,5	91,5	2,03%
Semanal (5 días)	180	990	1.800,00	352,5	457,5	10,17%
Mensual (20 días)	720	3.960,00	7.200,00	1.410	1.830	40,67%

Elaborado por: Freire, Ruth (2024).

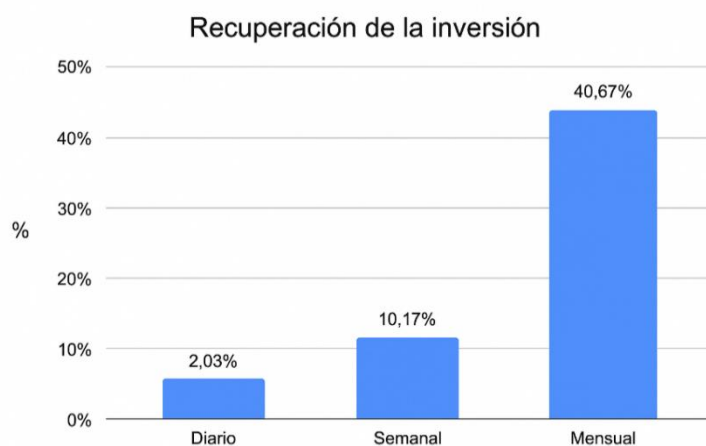


Gráfico No. 7: Porcentaje de ganancia diaria.

Elaborado por: Freire, Ruth (2024).

Análisis de la curva S

La implementación de la guía práctica de uso del router CNC contribuyó a acelerar la recuperación de la inversión, al capacitar a los operarios y normalizar el proceso productivo la línea naranja es la producción diaria de 30 lámparas y la línea azul es la producción diaria de 36 lámparas un aumento del 17,2% en la producción se evidencia la mejora. Esto redujo errores, minimizó desperdicios y optimizó los tiempos de operación, lo que se reflejó directamente en la producción y en la ganancia acumulada del mes. Manteniendo los costos y precios constantes, la mayor producción diaria incrementó proporcionalmente la rentabilidad, fortaleció la planificación y facilitó la toma de decisiones sobre ajustes en capacidad, inversión en maquinaria y eficiencia del personal. En la gráfica No. 8: Se observa la curva S.

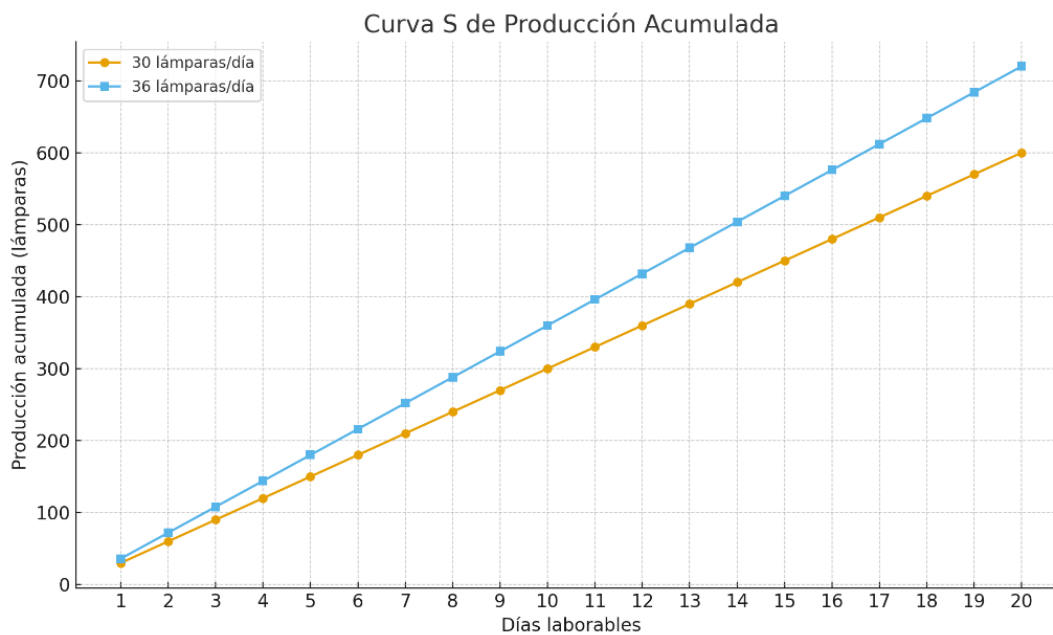


Gráfico No. 8: Curva “S” de la situación inicial y final.

Elaborado por: Freire, Ruth (2024).

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- El análisis de la problemática se realizó aplicando la metodología del diagrama de Ishikawa, lo que permitió identificar la causa, falta de capacitación en el uso del Router CNC, la alta rotación de operarios, los errores en la programación CAD-CAM, con un efecto en la baja productividad en la fabricación de lámparas.
- La elaboración de la guía práctica de uso del Router CNC se desarrolló de forma estructurada mediante la metodología PHVA, lo que permitió integrar apartados sobre operaciones CAD-CAM, seguridad y mantenimiento básico. Este enfoque facilitó la normalización de los procesos productivos, brindó al operario una herramienta de fácil aplicación, redujo la dependencia de la experiencia empírica y contribuyó a la mejora continua en los procesos productivos.
- La aplicación de la guía práctica generó una mejora del 17,2 % en la productividad, acompañada de una disminución de errores humanos, un mayor aprovechamiento del Router CNC y una optimización del tiempo de trabajo del operario.
- La implementación de la guía no solo mejoró la productividad, sino que también fortaleció las competencias del personal, mejoró la calidad de los productos y permitió a la empresa Armar optimizar costos y consolidar su competitividad en el mercado local.

Recomendaciones

- Realizar programas de formación periódica en el manejo del Router CNC y en software CAD-CAM, para mantener actualizado al personal y reducir la dependencia de la experiencia empírica.
- Establecer rutinas de seguridad y mantenimiento regular del Router CNC y de las herramientas de corte, con el fin de prolongar su vida útil, evitar paradas imprevistas y mantener la calidad de producción.
- Diseñar estrategias de motivación y retención del personal capacitado, para asegurar estabilidad en los procesos y consolidar la experiencia adquirida.
- Mantener un seguimiento constante de la productividad para reforzar buenas prácticas y continuar mejorando los procesos.

BIBLIOGRAFIA

Aguilar, I. G. (2020). *Administración De Operaciones*. Quito: Primera.

Burgasí Delgado, Dayanara Dominique. (12 de 10 de 2022). https://tambara.org/wp-content/uploads/2021/04/diagrama-ishikawa_final-pdf.pdf.

Cadena, G. &. (2022). *Universidad Técnica de Ambato (UTA)*. Obtenido de Optimización de parámetros de corte en fresado CNC para madera MDF: repositorio.uta.edu.ec

CNC, S. (2021). *Starcam Cnc – Guía Práctica De Fresas*. Argentina: 1.

Dorado, F. J. (2022). *"Comprobación y optimización del programa CNC para el mecanizado por arranque de viruta"*. Antequera: IC editorial.

Electronics, U. (2021). *Manual De Control Numerico Computarizado Cnc*. Mexico: Primera Edición.

Empresarios, C. V. (2022). *R-Evolucion Industrial Más Segura, Más Productiva, Más Humana 4.0*. España: Primera.

Fagor Automation, S. C. (2018). *CNC 8037 Manual de programación*. España: Librería.

- Gómez, A. (2019). *Gestión de la calidad: Enfoques, modelos y herramientas*. Alfaomega.
- González, M. &. (2021). *Aplicación de la tecnología CNC en la industria de la madera y sus efectos en la productividad*. *Revista Ecuatoriana de Ingeniería*. Obtenido de <https://revistaingenieria.ec/>
- Heredia Bungacho, A. J. (2024). *Mejora de los procesos de producción mediante el estudio de tiempos y movimientos en la empresa de productos lácteos Rengifo Gallo "Poltrég"*. Quito: Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato.
- Jiménez, L. &. (2020). *Escuela Politécnica Nacional*. Obtenido de Análisis de eficiencia en mecanizado de polímeros con router CNC: www.dspace.epn.edu.ec
- Lic. Freire Paucar Ruth Magali. (20 de 08 de 2025). *Autoria y Analisis*. Tisaleo, Tungurahua, Ecuador.
- Martínez, P. &. (2024). *Revista Técnica UTPL*. Obtenido de Aplicación de manuales técnicos para reducir errores en el uso del router CNC: <https://dspace.utpl.edu.ec>
- Micaela, M. T. (2020). *Diseño y desarrollo de productos a partir de residuos madereros generados en el proceso de mecanizado con Router CNC*. Quito: Universidad Central del Ecuador.
- Micaela, M. T. (2020). *Diseño y desarrollo de productos a partir de residuos madereros generados en el proceso de mecanizado con Router CNC*. Quito: Universidad Central del Ecuador.
- Ministerio de Producción, C. E. (15 de 08 de 2022). *Transformación digital e industria 4.0 en el sector manufacturero ecuatoriano*. Obtenido de www.produccion.gob.ec
- Morocho, M. M. (31 de marzo de 2022). <https://dspace.ucacue.edu.ec>.
- Muther, R. (2019). *Distribucion De La Planta*. España: Segunda Edicion.
- NcStudio. (11 de 01 de 2024). <https://www.stylecnc.es/>
- Noriega, B. D. (2019). *Manual De Diseño De Instalaciones Manufactureras Y De Servicios*. Lima: Fondo Editorial.
- O., M. R. (2022). *Planificacion Y Control De Produccion*. Mar De La Plata: Primera.

- Pardo, N. C. (2018). *Guia Prractica Para La Integracion De Sistemas De Gestion Iso 9001,14001 E Iso 45001*. España: Primera El Libro.
- Ramirez, A. M. (2022). *Introduccion A Las Tecnologias De Gestion-Proceso Productivo*. Argentina: Primera.
- Richard B, C. F. (2021). *Administracion De Operaciones Produccion Y Cadena De Suministro*. Mexico: Edicion Anterior.
- Rodríguez, M. (2016). *INtroduccipon ala tecnologia de gestión*. San Martin: Dirección de Comunicación del INTI.
- Romero, A.-C. B. (4 De Mayo De 2021). Design For De Automation Of An Anbu Spur Ii. *Machines*.
- Romero, M. (2021). *Diseño de una guía de operación para máquina CNC en producción de muebles*. Obtenido de www.dspace.uce.edu.ec
- Romero, M. (2021). *Universidad Central del Ecuador (UCE)*. Obtenido de Diseño de una guía técnica para el uso del router CNC en talleres de carpintería: <https://www.dspace.uce.edu.ec>
- ROMEVA, C. R. (2018). *Seleccion De Materiales En El Diseño De Maquinas*. Catalunya: Upc Primera Edicion .
- Ruiz, J. (14 de Marzo de 2016). *sideco*. Obtenido de <https://sideco.com.mx/>
- Sánchez, D. &. (15 de 12 de 2021). *Aplicación de tecnologías CNC en la manufactura ecuatoriana*. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/>
- Santos, R. A. (2020). *Implementación de un router CNC en la empresa metálicas*. Ambato.
- Victor van Kommer. (12 de 10 de 2024). <https://www.ciat.org/Biblioteca/ConferenciasTecnicas>.

ANEXOS:

Anexos 1: guía práctica de uso router CNC portada



Anexos 2: índice de contenidos

INDICE

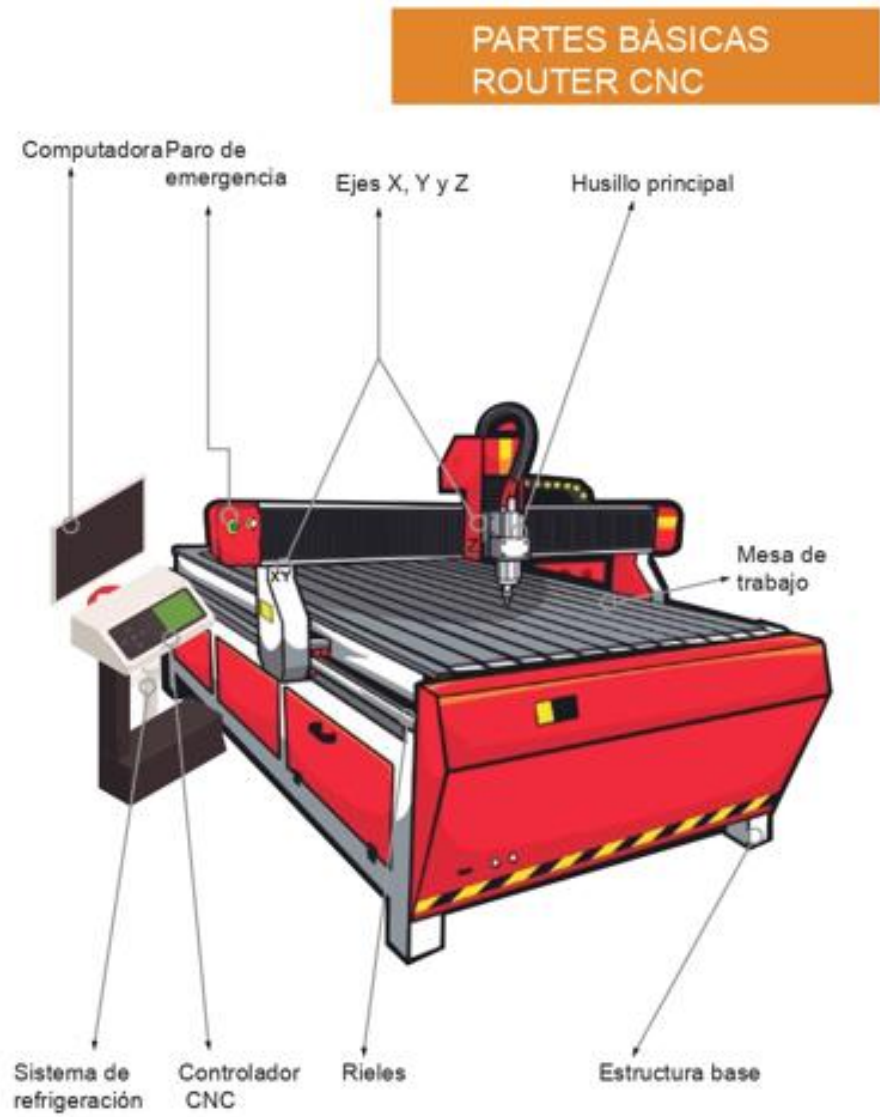
Introducción	2
Partes Básicas Router CNC	3
Datos Técnicos Router CNC	4
Instrucciones de seguridad CNC	5
Instrucciones de seguridad CNC	6
Mantenimiento Básico Router CNC	7
Señalética de seguridad CNC	8
Herramienta/ Material Router CNC	9
Introducción Diseño CAD - Art.CAM	10
Diseño CAD - Art.CAM	11
Mecanizado en Madera	12
Mecanizado en Madera	13
Diseño CAM - Nc.Studio	14
Introducción Código G & M	15
Ejecutar-router CNC	16
Ejecutar-router CNC	17
Mecanizado Lámpara PVC	18
Mecanizado Lámpara PVC	19
Velocidad Del Hucillo	20
Fresas MDF, Madera, PVC.	21
Productos Ambar	22
Productos Ambar	23
Productos Ambar	24

INTRODUCCIÓN

El Router CNC es una herramienta que facilita el trabajo diario, ya que permite cortar y dar forma a los materiales con gran precisión y rapidez. Gracias a él se reducen errores, se aprovechan mejor los recursos y se logran acabados de calidad.

Antes de ejecutar la máquina, leer esta guía será tu mejor aliado. Aquí encontrarás de forma clara el diseño CAD-CAM, los parámetros de mecanizado esenciales: velocidad de corte, velocidad de avance, RPM. Dominar estos aspectos te permitirá configurar correctamente el router CNC, cuidar tus herramientas y obtener resultados óptimos en cada trabajo.

Anexos 4: Partes principales del ROUTER CNC



PANAMERICANA SUR KM 12
TISALEO- AMBATO- ECUADOR

Cel.0993676285
Telf.032-120629

grabados ambar

Anexos 5: Datos técnicos Router CNC

DATOS TÉCNICOS CNC

Es importante conocer los datos técnicos. para aprovechar al máximo la máquina, trabajar de forma segura y evitar daños en las herramientas o en el material. Estos datos ayudan a elegir la velocidad correcta de corte, avance y RPM, asegurando un mecanizado preciso, menor desperdicio y mayor durabilidad de las fresas.

CARACTERÍSTICAS	
Altura en eje Z	180 mm
Area de Trabajo X, Y	1200 x 2500 mm
Espesor máximo de corte	75 mm
Potencia Nominal del Spindle	3 kW / 4 HP
Velocidad de rotacion del Spindle	24000 rpm
Enfriamiento del Spindle	Por Agua
Precision del equipo	0.05 mm / 300 mm
Velocidad max. de Desplazamiento	10,000 mm/min
Velocidad máx. de Trabajo	8,000 mm/min
Tipo de transmision del eje x-y	Piñon-Cremallera
Tipo de transmision del eje z	Husillo de Bolas
Estructura	Acero
Alimentacion electrica	220 VAC / 60 Hz
Sistema de Control	DSP A11
Puertos de Comunicación	USB
Software de Control	Ucancam / Artcam
Software Compatible	Corel Draw, AutoCad, SolidWorks,
Sistemas Operativos Compatibles	Ilustrador Windows XP a Windows 10
Formatos soportados	(32 y 64 bits)
Cambio de herramienta	JPG, BMP, DWG, AI, NC, STL
Boquilla / Collet	Manual
Sujecion de material	ER 20
Peso	Clamps y/o Rodillos
Dimensiones externas del equipo	550 kg 2055 x 3055 x 1280 mm



PANAMERICANA SUR KM 12
TISALEO- AMBATO- ECUADOR

Cel.0993676285
Telf.032-120629

 grabados ambar

Anexos 6: Instrucciones de seguridad router CNC

INSTRUCCIONES SEGURIDAD CNC



1

Lea atentamente la guía del usuario antes de operar el Router CNC.



2

Siempre utilice protección ocular y auditiva. Mantenga su ropa alejada del área del husillo en movimiento.



3

Nunca exceda las RPM recomendadas para las fresas. Vea el cuadro de referencia en pag.



4

No utilizar topa floja puede causar atascamiento, no poner las manos cerca del husillo en actividad, si sucede precionar el boton paro de maquina.

<http://www.amanatool.com/maxrpm>



PANAMERICANA SUR KM 12
TISALEO- AMBAIO- ECUADOR

Cel.0993676285
Telf.032-120629

grabados ambar

Anexos 7: Instrucciones de mantenimiento Router CNC

INSTRUCCIONES SEGURIDAD CNC



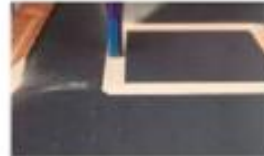
6

Mantén las brocas limpias y afiladas. No uses herramientas desgastadas o dañadas.



7

Asegura siempre tu pieza de trabajo usando bridas. Nunca sujetes la pieza con la mano.



8

Planifica tus cortes para hacer varias pasadas en lugar de retirar mucho material de una sola vez. Esto reduce el calor y el estrés en la herramienta.



9

Verifica que el portaherramientas esté bien ajustado después de instalar la herramienta. Una sujeción floja puede causar lesiones o daños.



10

Los portaherramientas son críticos y deben reemplazarse aproximadamente cada 500 horas de uso o cuando estén dañados.



11

Activar entrapa en "z" para evitar q se clave la broca, o se rompa. Taladrar con brocas específicas para CNC genera menos calor y ofrece un mejor acabado.

<http://www.amanatool.com/>



PANAMERICANA SUR KM 12
TISALEO- AMBAJO- ECUADOR


Cel.0993676285
Tel.032-120629

grabados ambar

Anexos 8: mantenimiento básico


MANTENIMIENTO BÁSICO

Llenar el checklist el proposito de esta lista es para asegurarse de que todas las tareas se realicen correctamente. Ayuda a organizar el trabajo, reducir errores y ahorrar tiempo, funcionando como una guía rápida para no olvidar nada esencial.



Checklist

ROUTER CNC



FECHA: _____ RESPONSABLE: _____

ANTES DE ENCENDER EL EQUIPO	
Verificar que el Router CNC esté correctamente conectado a la energía.	<input type="checkbox"/>
Confirmar que el área de trabajo esté limpia y libre de obstrucciones.	<input type="checkbox"/>
Comprobar que las guías y husillos estén limpias y engrasadas.	<input type="checkbox"/>
Confirmar que se ha realizado el mantenimiento diario o pendiente.	<input type="checkbox"/>
DURANTE LA OPERACIÓN	
Verificar la ficha técnica del material y del proceso de corte.	<input type="checkbox"/>
Seleccionar la fresa adecuada según el material a trabajar.	<input type="checkbox"/>
Ajustar los parámetros de corte (velocidad, avance, profundidad) según la ficha técnica.	<input type="checkbox"/>
No dejar el equipo desatendido durante el funcionamiento.	<input type="checkbox"/>
DESPUÉS DEL TRABAJO	
Retirar el material cortado, restos sobrantes y clasificarlo	<input type="checkbox"/>
Limpiar completamente la mesa de trabajo y el área circundante.	<input type="checkbox"/>
Apagar el equipo siguiendo el procedimiento recomendado por el fabricante.	<input type="checkbox"/>
MANTENIMIENTO DIARIO	
Limpiar el polvo y residuos del Router CNC.	<input type="checkbox"/>
Engrasar partes móviles (guías lineales, husillos).	<input type="checkbox"/>
Revisar el estado de la fresa o herramienta.	<input type="checkbox"/>
Verificar conexiones eléctricas, cables visibles, bomba de enfriamiento.	<input type="checkbox"/>

OBSERVACIONES _____



PANAMERICANA SUR KM 12
TISALEO- AMBATO- ECUADOR

Cel.0993676285
Telf.032-120629

 grabados ambar

Anexos 9: Señalética de seguridad CNC

SEÑALETICA DE SEGURIDAD CNC

La simbología de seguridad se encuentra señalada en el area de router CNC para la alerta rápida sobre peligros, y ayudar a prevenir accidentes.

Categoría Seguridad	Router CNC	Simbolos de seguridad
Seguridad Eléctrica	Conexión a tierra adecuada. Protección contra sobrecargas y cortocircuitos. Botón de paro de emergencia fácilmente accesible.	 
Herramientas de Corte	Verificación del estado de las fresas. Instalación segura y ajuste firme. Mantenimiento periódico.	
Protección Personal	Uso de gafas, calzado de seguridad, protectores auditivos, mascarilla y guantes según tareas. Evitar ropa suelta.	EPP
Movimiento de la Máquina	Verificar área libre antes de iniciar. Señalización de zonas peligrosas. Uso de barreras físicas. Aplicar bloqueo y etiquetado en mantenimiento.	 ATRAPAMIENTO
Control de Riesgos Generales	Limpieza constante del área de trabajo. Prevención de acumulación de virutas o polvo inflamable. Tener extintores y señalización.	 INFLAMABLE
Seguridad del Operador	Conocimiento del software y funciones del router. No sobrecargar la máquina. Seguir manual del fabricante. Capacitación en procedimientos.	 OBLIGATORIO

Anexos 10: herramientas y material para Router CNC

**HERRAMIENTA/ MATERIAL
ROUTER CNC**



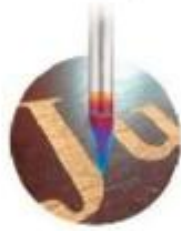
1
Fresa espiral
Diámetro (mm): 3-12
Longitud (mm): 50-80
Uso: Plástico, Sintra



2
Fresa espiral
Diámetro (mm): 3-12
Longitud (mm): 50-80
Uso: Melamina, MDF



3
Fresa recta
Diámetro (mm): 2-20
Longitud (mm): 25 –100
Uso: madera, P.V.C



4
Fresa de punta bola
Diámetro (mm): 2-12
Longitud (mm): 25-60
Uso: Madera, MDF



5
Fresa cónica
Diámetro (mm): 1 – 6
Longitud (mm): 25 - 50
Uso: Madera, MDF



6
Fresa espiral
Diámetro (mm): 3-12
Longitud (mm): 50-80
Uso: Plástico, Sintra

<http://www.amanatool.com/>



•••••
PANAMERICANA SUR KM 12
TISALEO- AMBATO- ECUADOR

Cel.0993676285
Telf.032-120629

grabados ambar

Anexos 11: Introducción de Art.CAM

INTRODUCCIÓN DISEÑO CAD - ArtCAM

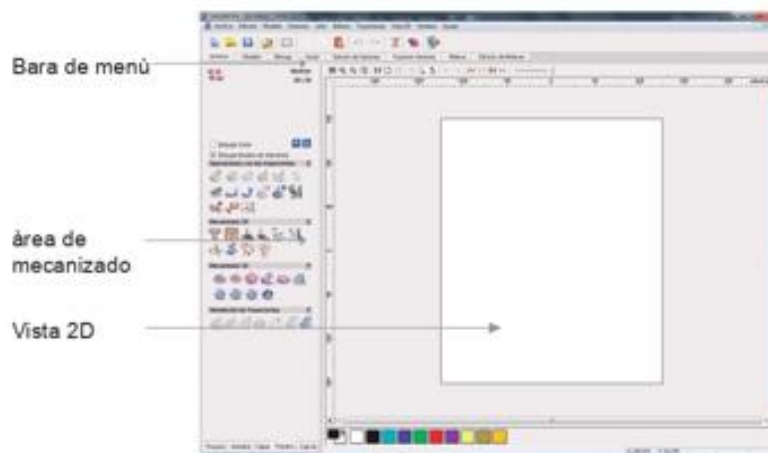
ArtCAM es un software CAD (Diseño Asistido por computadora) las características son:

Precisión: permite realizar dibujos y modelos con medidas exactas.

2D y 3D: líneas en vectores, y modelos tridimensionales.

Edición rápida: se pueden hacer cambios y correcciones sin necesidad de empezar desde cero.

Interconexión: los diseños CAD pueden exportarse al Router CNC.



Tutorial de introducción a la interfaz del programa ArtCam.

<https://www.designs4cnc.in/artcam-pro-8-1-download-file/>

https://youtu.be/dk2zNuHz_pU?si=rUFdCfCWwSmEOV-r



PANAMERICANA SUR KM 12
TISALEO- AMBATO- ECUADOR

Cel.0993676285
Telf.032-120629

grabados ambar

Anexos 12: diseño CAD Art.CAM

DISEÑO CAD - ArtCAM

Producto Ambar rótulo en madera.



1

Secciona el material, una pieza de madera que este con una superficie plana previamente preparada en el area de carpinteria, es la imagen real de como debe quedar el producto final.

FIGHA TÉCNICA

FECHA DE PEDIDO: Junio -12-2025 FECHA DE ENTREGA: Junio -30-2025
 CLIENTE: QUINTAALTAMBA RÓTULO EN MADERA

HERRAMIENTAS

PIEZA	QTY	QTY	QTY	QTY
BIENVIDOS	1	1	1	1
BIENVIDOS				
BIENVIDOS				

DESCRIPCION

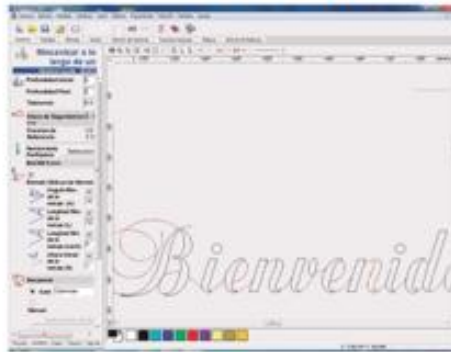
Rótulo en madera, 150cm x 50cm
 5cm, letras talladas 70 cm x 17cm.
 5mm,color negro y acabado mate
 color café

2

En la ficha técnica encontraras las especificaciones, tamaño de pieza, número de piezas, fecha de entrega, cliente, ademas el mecanizado, herramienta, y proceso.

Anexos 13: mecanizado en madera

MECANIZADO EN MADERA



3

Seccionar los ornamentos de la palabra Bienvenidos y el icono mecanizado a lo largo de un vector en profundidad inicial 0, en profundidad final 5, selecciona la herramienta de 6mm, en velocidad de carga 2 para realizar dos pasadas y por defecto la maquina le da los demas parámetros, seccionar siempre entrada oblicua para que el husillo no se clave en la mesa de trabajo y el espesor del material 18 mm



PANAMERICANA SUR KM 12
TISALEO- AMBATO- ECUADOR

Cel.0993676285
Telf.032-120629

grabados ambar

Anexos 14: Trayectorias de mecanizado.

MECANIZADO EN MADERA

4

Secciona el cuerpo de la palabra Bienvenidos y el icono desbaste de área en profundidad inicial 0, en profundidad final 5, selecciona la herramienta de 6mm, en velocidad de carga 2 para realizar dos pasadas y por defecto la maquina le da los demas parámetros, seccionar siempre entrada oblicua para que el husillo no se clave en la mesa de trabajo y el espesor del material 18 mm.



5

Selecciona el icono trayectoria, y guardar las 2 trayectorias en orden de mecanizado primero desbaste de area y segundo mecanizado a lo largo de un vector, selecciona la carpeta archivo desbaste.mmg.



PANAMERICANA SUR KM 12
TISALEO- AMBATO- ECUADOR

Cel.0993676285
Telf.032-120629

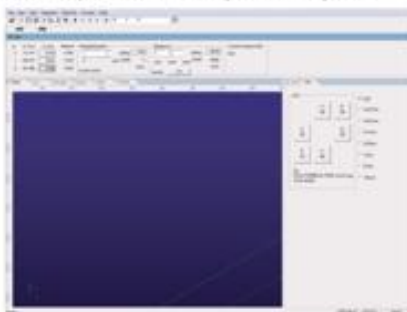
grabados ambar

Anexos 15: diseño CAM Nc. Studio

DISEÑO CAM - NcStudio

Introducción

NcStudio es un software (control numérico computarizado router CNC diseñado para operar máquinas de corte y grabado mediante código G y M. Funciona junto con la tarjeta, instalada en una PC sistemas Windows 7, y permite controlar con precisión los movimientos de la máquina en los ejes X, Y y Z.



En la barra de tarea se encuentra los comandos, origen, mover al punto de origen, simulación, play, stop, resumen, borrar.



La ventana de visualización de coordenadas x,y,z para iniciar debe estar en cero todas las coordenadas, RPRM(revoluciones por minuto), configuración.



PANAMERICANA SUR KM 12
TISALEO- AMBATO- ECUADOR

Cel.0993676285
Telf.032-120629



Anexos 16: introducción códigos G y M.

INTRODUCCIÓN CÓDIGO G & M

CODIGO G

El código G indica la trayectoria, línea recta, curvo como y hacia donde se mueve el husillo y cortar.

Código G	Acción
G00	Movimiento rápido, sin cortar
G01	Movimiento lineal recto con corte
G02	Movimiento circular, cortes curvos en sentido horario
G03	Movimiento circular, cortes curvos en sentido antihorario
G90	Movimientos desde un punto fijo
G91	Movimientos desde el punto actual
G28	Ir al punto de referencia

CODIGO M

El código M controla las funciones auxiliares de la Máquina, encender, apagar el husillo, activar o desactivar refrigerante, parar, pausar, cambio de herramienta.

Código M	Función
M00	Pausa del programa (espera del operador)
M01	Pausa opcional (solo si está activada)
M02	Fin del programa
M03	Encender el husillo (sentido horario)
M04	Encender el husillo (antihorario)
M05	Apagar el husillo
M08	Encender refrigerante
M09	Apagar refrigerante
M30	Fin del programa y reinicio



PANAMERICANA SUR KM 12
TSALEO - AMBATO - ECUADOR

Cel.0993676285
Telf.032-120629

grabados ambar

Anexos 17: ejecución Router CNC.

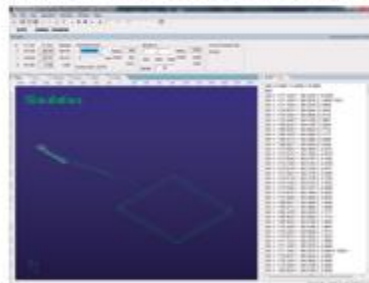
EJECUTAR-ROUTER CNC

Inicio



1

Abre en el programa NcStudio, selecciona la carpeta en donde esta el archivo del diseño CAD, mueve la flecha de avance en un 30% y manten en un 70% por que es una madera dura.



2

Ejecuta el simulador, verifica que las trayectorias esten correctas, asi como, dimensiones, velocidad, herramienta, y se evitara errores.



PANAMERICANA SUR KM 12
TISALEO- AMBAIO- ECUADOR

Cel.0993676285
Telf.032-120629

grábados ambar

Anexos 18: Coordenadas X,Y,Z.

EJECUTAR-ROUTER CNC

Fin



3

En el router CNC sujeta fuerte la pieza con bridas, activa la maquina y mueve con los ejes X, Y y Z, a la mitad de la pieza en donde iniciara el mecanizado, en este punto el Router CNC trabaja solo, hasta terminar el mecanizado



4

Aqui se recomienda no descuidar la maquina y si existe atascamiento precinar el boton de paro de maquina, seguir las recomendaciones del apartado de seguridad de guia.

SaleCNC.com Por: AutomationMaker
Tutorial de introducción a la interfaz del programa NcStudio.
<https://youtu.be/7C2SxUXQneo?si=tmacPI5PbRy8KKde>



PANAMERICANA SUR KM 12
TISALEO- AMBATO- ECUADOR

Cel.0993676285
Telf:032-120629

grabados ambar

Anexos 19: Ficha técnica

MECANIZADO LÁMPARA
PVC

FICHA TÉCNICA 001

FECHA DE PEDIDO: Junio -12-2025 FECHA DE ENTREGA: Junio -30-2025
 CLIENTE: KAROLISS LAMPARA

TRAYECTORIAS

DESCRIPCION

MATERIAL	Ud.	Nº PIEZAS	HERRAMIENTA
Sinta 1,22 m x 2,44 m 3mm	12	36	RECTA 3MM
PVC 0.5 mm Sema 78 cm 25cmx25	12	24	
INSTALACIÓN eléctrica 80cm	12	12	
stickers	12	12	

1

Para el mecanizado se basa en esta ficha técnica donde esta especificado, los parámetros, observar bien.



PANAMERICANA SUR KM 12
TISALEO- AMBATO- ECUADOR

Col.0993676285
Telf.032-120629

grabados ambar

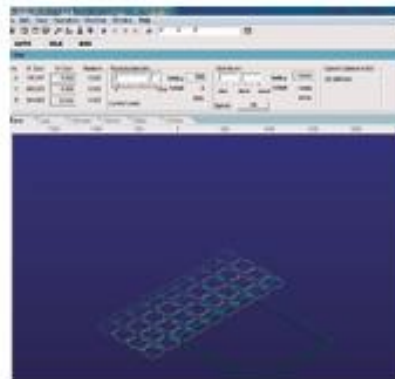
Anexos 20: mecanizado lampara

MECANIZADO LÁMPARA PVC



3

Software Art. CAM primero mecanizado a largo de un vector, es el corte de piezas pequeñas, segundo perfilado 2D es el corte interno de la figura, y tercero es el perfilado 2D corte externo de la figura, con los parámetros, selección de herramienta 3mm, profundidad de corte de 3mm, velocidad de carga 3mm y revoluciones RPM (Revoluciones Por Minuto) de 15.000, para PVC de 3mm.



3

Ejecutar en el software Nc. Studio, sujetar con bridas en la mesa de trabajo con una área de 12 2cmx244cm, del Router CNC. Se repite el proceso anterior.



● ● ● ●
PANAMERICANA SUR KM 12
TSALECO- AMBATO- ECUADOR

Cel.0993676285
Telf.032-120629

grabados ambar

Anexos 21: velocidad del husillo

VELOCIDAD DEL HUSILLO

Parámetros de mecanizado que necesita saber.

VELOCIDAD DEL HUSILLO

$$N = \frac{V_c \times 1000}{\pi \times D_c} \rightarrow \text{Rpm}$$

N = velocidad del husillo
revoluciones/ min.

V_c = velocidad de corte m/min

D_c = diámetro mm

Velocidad de corte V_c

De esta fórmula, vemos con claridad que a mayor diámetro de la fresa, mayor velocidad de corte V_c, y a más RPM, también mayor velocidad de corte V_c. Debido a esta relación, podemos modificar la V_c jugando con el diámetro de la fresa y con las RPM del router.

Cálculo RPM (Revoluciones Por Minuto) Madera- MDF

$$\text{RPM} = \frac{1000 \times V_c}{\pi \times D} \quad \text{RPM} = \frac{1000 \times 1200}{3,1614 \times 6} \quad \text{RPM} \approx 63,278.5$$

Cálculo RPM (Revoluciones Por Minuto) PVC

$$\text{RPM} = \frac{1000 \times V_c}{\pi \times D} \quad \text{RPM} = \frac{1000 \times 1,020}{3,1614 \times 4} \quad \text{RPM} \approx 80,660.6\text{RPM}$$



PANAMERICANA SUR KM 12
TISALEO- AMBATO- ECUADOR

Cel.0993676285
Telf.032-120629

grabados ambar

Anexos 22: Fresas para madera, MDF, PVC.

**FRESAS
MDF, MADERA, PC**

Tipo de Fresa	Diámetro común	RPM sugeridas Revoluciones por minuto	Usos principales
Punta plana	3-6 mm	16,000-18,000	Cortes rectos, ranuras, rebajes, desbaste rápido
Punta esférica	1-6 mm	18,000-20,000	Tallado 3D, relieves, molduras y formas curvas
Cónica Ball Nose	0.5-3 mm	18,000-22,000	Grabados finos, detalles en profundidad
V-Bit (60°, 90°)	0.2-1 mm punta	18,000-20,000	Letras, grabados, señalética y biselados
Helicoidal Upcut	3-6 mm	16,000-18,000	Cortes profundos en madera maciza y MDF.
Helicoidal Downcut	3-6 mm	16,000-18,000	Cortes en madera y MDF con acabado superficial fino
Doble filo recto	3-6 mm	16,000-18,000	Ranuras, encajes de unión


<http://www.amanatool.com/>



Anexos 23: tabla de mecanizado PRM.

FRESAS
MDF, MADERA, PC

TABLA DE MECANIZADO

Material	Velocidad de avance (mm/min)	Velocidad del husillo (RPM)	Profundidad de corte (mm)	Número de pasadas	Herramienta	Tiempo aproximado de mecanizado (min)	Observaciones	Muestra
MDF	1,200mm/min 20mm/s	15,000 RPM	6	3	Fresa de carburo de 6 mm	45	Desbaste de área definido, menor vibración y residuos; evita desgaste excesivo de la herramienta	
Madera	1,200mm/min 20mm/s	15,000 RPM	4	2	Fresa de 6 mm	90	Tallado uniforme y controlado, menor riesgo de astillado; mejora la calidad del acabado	
Acrílico (PVC)	1,020mm/min 17mm/s	15,000 RPM	2	3	Fresa de 3 mm	120	Corte preciso; evita sobrecalentamiento y deformación; buen acabado; requiere más tiempo debido a pasadas adicionales	

Anexos 24: Productos Armar.

PRODUCTOS AMBAR

Publicidad



.....
PANAMERICANA SUR KM 12
ISALEO- AMBAIO- ECUADOR

Cel. 0993676285
Tel. 032-120629

grabados ambar

Anexos 25: productos Armar.

PRODUCTOS AMBAR

Empaques personalizados



Lámparas



PANAMERICANA SUR KM 12
TIBALEO- AMBARO- ECUADOR

Cel. 0993676385
Telf. 033-120629

grabados ambar

Anexos 26: contra portada de la guía práctica de uso router CNC.



El router CNC es una herramienta tecnológica avanzada que transforma el diseño digital en piezas reales con gran precisión y rapidez. Gracias a los sistemas CAD-CAM, permite configurar y ejecutar cortes, grabados y tallados en diversos materiales, optimizando recursos y reduciendo errores. Su uso no solo mejora la calidad de los acabados, sino que también eleva la productividad, facilitando la fabricación en serie y garantizando resultados confiables en cada trabajo



 MADERA, MDF, PVC