



Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería



Área Académica de Ingeniería

**Licenciatura en Ingeniería Industrial
"Desarrollo de un Manual de Operaciones
para la Máquina de Corte por Rayo Láser: Guía
Práctica y Ejercicios de Aprendizaje"**

Tesis

Para obtener el título de:

Licenciado en ingeniería industrial

Presenta: Dylan Alberto Rodriguez Lopez

Director: Dr. Cesar Alfonso Arroyo Barrera

Mayo de 2026



Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería

School of Engineering and Basic Sciences

Dirección

Office of the Director

Mineral de la Reforma, Hgo., a 24 de junio de 2026

Número de control: ICBI-D/1204/2026

Asunto: Autorización de impresión.

MTRA. OJUKY DEL ROCÍO ISLAS MALDONADO
DIRECTORA DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR DE LA UA EH

Con Título Quinto, Capítulo II, Capítulo V, Artículo 51 Fracción IX del Estatuto General de nuestra Institución, por este medio, le comunico que el Jurado asignado al egresado de la Licenciatura en Ingeniería Industrial **Dylan Alberto Rodríguez López**, quien presenta el trabajo de titulación “**Desarrollo de un Manual de Operaciones para la Máquina de Corte por Rayo Láser: Guía Práctica y Ejercicios de Aprendizaje**”, ha decidido, después de revisar fundamento en lo dispuesto en el Título Tercero, Capítulo I, Artículo 18 Fracción IV; dicho trabajo en la reunión de sinodales, **autorizar la impresión del mismo**, una vez realizadas las correcciones acordadas.

A continuación, firman de conformidad los integrantes del Jurado:

Presidente: Ing. Roberto Pichardo Cabrera

Secretario: Mtro. Carlos Adrián Jaramillo Hernández

Vocal: Dr. César Alfonso Arroyo Barranco

Suplente: Dr. Edmundo Roldán Contreras

Sin otro particular por el momento, reciba un cordial saludo.

Atentamente
“Amor, Orden y Progreso”

Dr. Gabriel Vergara Rodríguez
Director del ICBI

Ciudad del Conocimiento, Carretera Pachuca-Tulancingo
Km. 4.5 Colonia Carboneras, Mineral de la Reforma, Hidalgo,
México. C.P 42184
Teléfono: 52 (771) 71 720 00 Ext. 40001
direccion_icbi@uaeh.edu.mx, vergara@uaeh.edu.mx

GVR/MMM

“Amor, Orden y Progreso”



uaeh.edu.mx

AGRADECIMIENTOS

Quiero usar este espacio para destacar a las personas que formaron parte de este proceso que me está permitiendo concluir esta tesis, ya que sin su apoyo no podría haber concretado este logro.

A mis padres, por su constante seguimiento y apoyo en este proceso, el cual me motivo constantemente a no rendirme y continuar avanzando hasta poder concluir.

A mis amigos que me ayudaron con comentarios y apoyo en la realización de esta tesis, que me otorgaron su comprensión y opinión para poder mejorar lo que colocaba, con una mención especial a Esmeralda Herrera, que constantemente me ayudo, guiándome, corrigiendo y dándome consejos que me complementaron puntos donde yo no tenía claridad ni seguridad, permitiéndome avanzar más ágilmente este proceso.

Al doctor Cesar Alfonso Arroyo Barranco que amablemente accedió a ser mi asesor de tesis, dándome todas las herramientas y conocimientos que me podía facilitar para poder concretar el documento, siendo gracias a su apoyo que esta tesis pudo realizarse, dando apoyo con ideas, estructura y correcciones constantes que afinaron detalles para así poder tener una visión completa y clara de lo que se deseaba lograr con esta tesis.

RESUMEN

El manual presente es una guía estructurada básica respecto al uso y entendimiento de equipos de corte láser, con un alcance que toma las bases históricas hasta la aplicación práctica de estos.

Comienza con el desarrollo del conocimiento histórico del desarrollo de estas tecnologías, de forma que se pueda tener un panorama general de cómo han evolucionado estos equipos, los puntos claves de su desarrollo y la importancia histórica de su presencia en el mercado.

Posterior a esto se entra más en detalle en los equipos de corte láser al explicar los componentes principales que los componen, así como sus funciones, esto considerando de forma general el equipo, para poder así dar un panorama completo a la diversidad de equipos existentes, lo que permite que se comprenda mejor la forma de funcionamiento y puntos relevantes a evaluar al momento de encontrarse con un equipo nuevo o diferente.

Una vez descrito esto se pasa a la especificación de los distintos modelos existentes, detallando especificaciones que los destacan entre otros, así como los beneficios que tiene cada distinto tipo de mesa de corte, lo que permite de igual forma entender mejor el alcance y amplitud de aplicaciones de estos equipos, igualmente, a esto se añade un apartado con recomendaciones generales sobre mantenimiento preventivo al equipo, este apartado, tiene un enfoque en el trabajo accesible para usuarios del equipo sin expertiz, por lo que no se ahonda en puntos de mantenimiento correctivo o acciones que requieren un mantenimiento por parte de expertos en el equipo a atender.

Ya que se ha revisado el alcance de estos equipos, se comienza a especificar en los conocimientos técnicos, comenzando por el uso del programa de diseño en 3D, SolidWorks, en este apartado, se explica puntualmente el uso de las distintas herramientas que se requieren para poder realizar diferentes piezas, lo que permite visualizar las piezas que se pretenden fabricar, así como funciona como la base para el desarrollo del programado para el corte en el equipo.

Se realiza un apartado específicamente para explicar la instalación y uso del software de control del equipo de corte laser presente en la UAEH, LaserCA, en este se explica el proceso para instalar correctamente el programa, así como los pasos para activar y poner en funcionamiento el programa y, con este, la máquina, así también se entregan los parámetros

adecuados para su correcta programación, esto si bien enfocado en el equipo del laboratorio, son pasos generales y adaptables a distintos equipos de ser necesario.

Para finalizar, se encuentran los proyectos de prácticas que se tienen para poder desarrollar de forma segura piezas utilizando estos equipos, en este caso se encuentra el procedimiento desde el diseño de la pieza en SolidWorks hasta el desarrollo del código en el programa LaserCA, esto explicando puntualmente los pasos a realizar para poder concluir satisfactoriamente estos ejercicios.

Palabras clave: Corte láser, velocidad de corte, CNC, LaserCA, CAD-CAM.

ABSTRACT

This manual is a basic, structured guide to the use and understanding of laser cutting equipment, covering everything from the historical origins of these technologies to their practical applications.

It begins by exploring the historical development of these technologies, providing an overview of how the equipment has evolved, the key milestones in its development, and the historical significance of its presence in the market.

Following this, the manual delves deeper into laser cutting equipment by explaining its main components and their functions, providing a general overview of the equipment to offer a comprehensive picture of the variety of existing models. This facilitates a better understanding of how the equipment operates and the key factors to evaluate when encountering a new or different model.

Once this has been described, we move on to the specifications of the various existing models, detailing the features that set them apart from others, as well as the benefits of each type of cutting table. This also provides a better understanding of the scope and range of applications for this equipment. Additionally, this section includes general recommendations for preventive maintenance of the equipment. This section focuses on tasks accessible to users without specialized expertise, so it does not delve into corrective maintenance issues or actions requiring maintenance by experts on the equipment in question.

Now that the scope of this equipment has been reviewed, the technical knowledge is detailed, beginning with the use of the 3D design program, SolidWorks. This section specifically explains the use of the various tools required to create different parts, allowing users to visualize the parts they intend to manufacture, as well as serving as the basis for developing the cutting program for the equipment.

A section is dedicated specifically to explaining the installation and use of LaserCA, the control software for the laser cutting machine at UAEH. This section outlines the process for correctly installing the program, as well as the steps for activating and starting the program—and, consequently, the machine—and provides the appropriate parameters for proper programming. Although focused on the laboratory equipment, these are general steps that can be adapted to different equipment if necessary.

Finally, the practical projects are included that allow for the safe production of parts using this equipment. In this case, the procedure is outlined from the design of the part in SolidWorks to the development of the code in the LaserCA program, with a detailed explanation of the steps required to successfully complete these exercises.

Keywords: Laser cutting, cutting speed, CNC, LaserCA, CAD-CAM.

ÍNDICE

Contenido

AGRADECIMIENTOS	2
RESUMEN.....	3
ABSTRACT	5
ÍNDICE	7
ÍNDICE DE FIGURAS.....	8
ÍNDICE DE TABLAS.....	10
INTRODUCCIÓN	11
CAPITULO 1.- ANTECEDENTES.....	12
1.1 Planteamiento del problema	13
1.2 Justificación	14
1.3 Objetivo general.....	15
1.4 Objetivos específicos.....	15
CAPITULO 2.- COMPONENTES BÁSICOS	16
2.1 Sistema de control de movimiento	21
2.2 Elementos de manipulación de materiales	23
CAPÍTULO 3.- DESCRIPCIÓN Y OPERACIÓN DEL EQUIPO HSLC.....	23
3.1 Descripción del quipo en laboratorio	24
3.2 Estructura de la máquina	26
3.3 Mantenimiento	30
3.4 Seguridad durante la operación.....	32
3.5 Descripción del Software	33
3.6 Barra de control.....	35
CAPITULO 4.- SOFTWARE DE DISEÑO Y MANUFACTURA.....	37
4.1 Programa CAD	37
4.1.1 SolidWorks	38
4.1.2 Comandos básicos	40
4.2 Otros programas de diseño	46
4.3 Software CAM.....	47
CAPITULO 5.- PROYECTOS DE PRÁCTICA	62
Practica 1. Cortes básicos de contorno	62

Practica 2. Corte avanzado	69
Practica 3. Grabado básico.....	78
Practica 4. Grabado avanzado	85
CONCLUSIÓN	92
GLOSARIO	93
BIBLIOGRAFÍA	94

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Cabezal para máquina láser CO ₂ . Fuente Adaptado de Cabezal máquinas láser CO ₂ (Pequeño), por Asia Colombia, s. f.	19
Figura 2 Ejemplos de servomotores. Fuente Adaptado de Tipos de servomotores, por HVH Industrial, s. f., https://hvhindustrial.com/es/blog/tipos-de-servomotores	21
Ilustración 3 Ejemplos de motores paso a paso. Fuente Adaptado de How to choose a stepper motor for CNC machine, por STYLECNC, s. f., https://www.stylecnc.es/stylecnc-news/how-to-choose-stepper-motor-for-cnc-machine.html	22
Figura 4 Máquina de corte láser HSLC utilizada en el laboratorio de manufactura. Fuente Manual de equipo de BOYE	26
Figura 5 Parte frontal. Fuente Manual de equipo de BOYE.....	27
Figura 6 Parte trasera. Fuente Manual de equipo de BOYE	28
Figura 7 Láser. Fuente Manual de equipo de BOYE	29
Figura 8 "Barra de Control del software HSLC". Fuente: Creación propia	36
Figura 9 Panel de nuevo documento, SolidWorks. Fuente: Creación propia.....	38
Figura 10 Pantalla de trabajo, SolidWorks. Fuente: Creación propia.....	39
Figura 11 Barra de herramientas de croquis. Fuente: Creación propia.....	41
Figura 12 Panel de herramientas de línea. Fuente: Creación propia	41
Figura 13 Panel de herramientas de círculo. Fuente: Creación propia	41
Figura 14 Panel de herramientas de spline. Fuente Creación propia.....	42
Figura 15 Panel de herramientas de rectángulo. Fuente: Creación propia	42
Figura 16 Panel de herramientas de rectángulo. Fuente: Creación propia	42
Figura 17 Panel de herramientas de elipse. Fuente: Creación propia	43
Figura 18 Panel de herramientas de polígono. Fuente: Creación propia.....	43
Figura 19 Panel de herramientas de sólidos. Fuente: Creación propia.....	43
Figura 20 Herramienta de extrusión. Fuente: Creación propia.....	44
Figura 21 Herramienta de revolución. Fuente: Creación propia	44
Figura 22 Herramienta de revolución parcial. Fuente: Creación propia.....	45
Figura 23 Herramienta de extrusión de corte. Fuente: Creación propia.	45
Figura 24 Icono LaserCA. Fuente: Creación propia	47
Figura 25 Clic derecho en icono. Fuente Creación propia	48

Figura 26 Selección de lenguaje. Fuente: Creación propia	48
Figura 27 Pantalla de inicio instalador LaserCA. Fuente: Creación propia	49
Figura 28 Términos y condiciones de uso. Fuente: Creación propia	50
Figura 29 Ruta de instalación. Fuente: Creación propia	50
Figura 30 Pantalla de instalación. Fuente: Creación propia.....	51
Figura 31 Acuerdo de uso. Fuente: Creación propia.....	51
Figura 32 Pantalla de finalización de la instalación. Fuente: Creación propia	52
Figura 33 Configuración de equipo. Fuente: Creación propia	52
Figura 34 Icono LaserCA. Fuente: Creación propia	53
Figura 35 Acciones Windows LaserCA. Fuente: Creación propia	53
Figura 36 Propiedades LaserCA. Fuente: Creación propia	54
Figura 37 Compatibilidad. Fuente: Creación propia.....	55
Figura 38 System Setting. Fuente Creación propia.....	56
Figura 39 Nombrar máquina nueva. Fuente: Creación propia.....	56
Figura 40 Medidas de la máquina. Fuente Creación propia	57
Figura 41 Botón de inicio. Fuente Creación propia.....	57
Figura 42 Pantalla de opciones de inicio. Fuente: Creación propia	58
Figura 43 Figura 38 Ícono Redes e Internet. Fuente: Creación propia.....	58
Figura 44 Icono centro de redes y recursos compartido. Fuente: Creación propia.....	58
Figura 45 Información de redes y conexiones. Fuente: Creación propia	59
Figura 46 Estado de conexión de área local. Fuente: Creación propia	59
Figura 47 Propiedades de conexión de área local. Fuente: Creación propia.....	60
Figura 48 Protocolo de internet versión 4 (TCP/IPv4). Fuente: Creación propia	61
Figura 49 Advertencia de redes. Fuente: Creación propia	61
Figura 50 Croquis 1 corte básico de contorno. Fuente: Creación propia.....	63
Figura 51 Extrusión corte básico de contorno. Fuente: Creación propia.....	64
Figura 52 Barra de herramientas de material corte básico de contorno. Fuente: Creación propia	64
Figura 53 Panel de materiales. Fuente: Creación propia	65
Figura 54 Solido corte básico de contorno. Fuente: Creación propia	66
Figura 55 Selección de cara para Dxf corte básico de contorno. Fuente: Creación propia	66
Figura 56 Pantalla de trabajo LaserCA corte básico de contorno. Fuente: Creación propia	67
Figura 57 Configuración de corte LaserCA corte básico de contorno. Fuente: Creación propia Creación propia	67
Figura 58 Configuración de arranque LaserCA básico de contorno. Fuente: Creación propia Creación propia	68
Figura 59 Croquis 1 Corte avanzado. Fuente: Creación propia	69
Figura 60 Croquis 2 Corte avanzado. Fuente: Creación propia	70
Figura 61 Croquis 3 Corte avanzado. Fuente: Creación propia	70
Figura 62 Recorte de entidades Corte avanzado. Fuente: Creación propia	71
Figura 63 Croquis 4 Corte avanzado. Fuente: Creación propia	71
Figura 64 Extrusión 1 Corte avanzado. Fuente: Creación propia	72
Figura 65 Extrusión 2 Corte avanzado. Fuente: Creación propia	72
Figura 66 Barra de herramientas de material Corte avanzado. Fuente: Creación propia	73
Figura 67 Barra de materiales Corte avanzado. Fuente: Creación propia	74

Figura 68 Solido 1 Corte avanzado. Fuente: Creación propia	74
Figura 69 Pantalla de guardado SolidWorks Corte avanzado. Fuente: Creación propia.....	75
Figura 70 Selección de cara para Dxf corte avanzad. Fuente: Creación propia	75
Figura 71 Pantalla de trabajo 1 LaserCA corte avanzado. Fuente: Creación propia	76
Figura 72 Pantalla de trabajo 2 LaserCA corte avanzado. Fuente: Creación propia	76
Figura 73 Configuración de corte LaserCA corte avanzado. Fuente: Creación propia	77
Figura 74 Configuración de arranque LaserCA corte avanzado Fuente:” Creación propia	77
Figura 75 Croquis 1 “Grabado básico. Fuente: Creación propia	78
Figura 76 Extrusión Grabado básico. Fuente: Creación propia	79
Figura 77 Solido 1 Grabado básico. Fuente: Creación propia	79
Figura 78 Croquis 2 Grabado básico. Fuente: Creación propia	80
Figura 79 Extrusión de corte Grabado básico. Fuente: Creación propia	80
Figura 80 Solido 2 Grabado básico. Fuente: Creación propia	81
Figura 81 Selección de cara para Dxf grabado básico. Fuente: Creación propia.....	81
Figura 82 Pantalla de trabajo LaserCA grabado básico. Fuente: Creación propia	82
Figura 83 Configuración de corte LaserCA grabado básico. Fuente: Creación propia	83
Figura 84 Configuración de grabado LaserCA grabado básico. Fuente: Creación propia.....	83
Figura 85 Configuración de arranque LaserCA Grabado básico. Fuente: Creación propia	84
Figura 86 Croquis 1 Grabado avanzado. Fuente: Creación propia.....	85
Figura 87 Croquis 2 Grabado avanzado. Fuente: Creación propia	86
Figura 88 Croquis 3 Grabado avanzado. Fuente: Creación propia	87
Figura 89 Solido 1 Grabado avanzado. Fuente: Creación propia.....	87
Figura 90 Solido 2 Grabado avanzado. Fuente: Creación propia.....	88
Figura 91 Selección de cara para DXF Grabado avanzado. Fuente: Creación propia.....	88
Figura 92 Pantalla de trabajo LaserCA Grabado avanzado. Fuente: Creación propia.....	89
Figura 93 configuración de corte LaserCA Grabado avanzado. Fuente: Creación propia	90
Figura 94 Configuración de Grabado LaserCA Grabado avanzado. Fuente: Creación propia	91
Figura 95 Configuración de arranque LaserCA gravado avanzado. Fuente: Creación propia	91

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Especificaciones técnicas de la máquina HSLC 1206	25
Tabla 2 Barra de herramientas HSLC.....	34
Tabla 3 Descripción de las herramientas principales del software HSLC.....	34
Tabla 4 Parámetros de configuración de red para la comunicación entre LaserCA y la máquina HSLC 1206.....	60

INTRODUCCIÓN

Los equipos de corte láser son piezas fundamentales en la ingeniería moderna, estos son relevantes en los procesos de manufactura de una amplia gama de productos, que se encuentran desde piezas de autos, hasta componentes de computadoras, siendo así comprenderlos una pieza fundamental para el crecimiento dentro de la industria, dando un rango de oportunidades muy amplio para los ingenieros industriales así como para gente que no se encuentra inmersa en la industria.

El objetivo es permitir el que se pueda comprender utilizar equipos de corte láser de manera más efectiva y adecuada, siempre desde la práctica segura, esto con una explicación adecuada y bajo un margen didáctico en base a investigación práctica y teórica del funcionamiento y uso de equipos, relatando la historia de su desarrollo y las diferentes tecnologías que se han implementado para diversas aplicaciones, de forma que se puedan transmitir adecuadamente, por medio de este manual, dichos conocimientos a usuarios con experiencia en estos procesos así como para personas sin conocimiento o experiencia previa.

CAPITULO 1.- ANTECEDENTES

El desarrollo de la tecnología láser tiene su origen en los estudios realizados sobre la interacción entre la luz y la materia a principios del siglo XX. La base teórica más importante para la creación de los equipos láser fue propuesta por Albert Einstein en 1917 mediante la formulación del fenómeno de emisión estimulada. Este fenómeno describe el proceso mediante el cual un fotón interactúa con un átomo o molécula que se encuentra en un estado energético excitado, provocando la emisión de un segundo fotón con características idénticas al primero. Gracias a este principio es posible amplificar la luz y generar haces de alta intensidad, lo que posteriormente permitió el desarrollo de la tecnología láser.

Durante la década de 1950, Charles Townes, Nikolay Basov y Alexander Prokhorov ampliaron los estudios relacionados con la emisión estimulada y desarrollaron las bases de la teoría cuántica necesaria para su aplicación práctica. Sus investigaciones permitieron demostrar este fenómeno mediante el uso de microondas, contribuyendo significativamente al desarrollo de dispositivos capaces de amplificar energía electromagnética. Debido a sus aportaciones científicas, los tres investigadores fueron reconocidos con el Premio Nobel de Física.

En 1959, Gordon Gould propuso la posibilidad de amplificar la luz mediante emisión estimulada y acuñó el término LASER, correspondiente a las siglas en inglés de Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation. Poco tiempo después, en 1960, Theodore Maiman desarrolló el primer láser funcional en los laboratorios Hughes Research utilizando un cristal de rubí como medio activo y una lámpara de destellos de alta potencia como fuente de excitación. Este equipo generó un haz láser con una longitud de onda de 694.3 nm y marcó el inicio de las aplicaciones prácticas de esta tecnología. Actualmente, los láseres de rubí continúan utilizándose en aplicaciones especializadas debido a sus características particulares.

Un avance importante ocurrió en 1963 cuando Kumar Patel desarrolló el láser de dióxido de carbono (CO_2) en los laboratorios Bell de AT&T. Este nuevo sistema ofrecía una mayor eficiencia energética y costos de fabricación más bajos en comparación con los láseres de rubí. Además, demostró ser especialmente útil para el procesamiento de materiales industriales debido a su elevada potencia, lo que permitió su aplicación en operaciones de corte y manufactura.

Posteriormente, surgieron los láseres de fibra óptica, cuyo desarrollo se consolidó durante la década de 1980 gracias a los trabajos realizados por David Payne y otros investigadores

especializados en telecomunicaciones ópticas. Estos sistemas emplean fibras ópticas dopadas con elementos de tierras raras para generar y amplificar el haz láser. Entre sus principales ventajas se encuentran su alta eficiencia energética, precisión y menor necesidad de mantenimiento, características que favorecieron su incorporación en aplicaciones industriales de alta precisión. Aunque comenzaron a utilizarse industrialmente durante la década de 1990, su adopción comercial se expandió de manera significativa a partir de los años 2000.

En la actualidad, los láseres de CO₂ y de fibra óptica representan las tecnologías más utilizadas dentro de la industria de manufactura. Los sistemas de CO₂ son ampliamente empleados en el procesamiento de materiales no metálicos como madera, acrílico y cartón, mientras que los láseres de fibra destacan en el corte y grabado de materiales metálicos gracias a su elevada precisión y eficiencia. Asimismo, tecnologías como los láseres YAG continúan desarrollándose y encontrando aplicaciones especializadas en sectores como la industria automotriz, electrónica y médica.

El crecimiento de la demanda de equipos de corte láser ha favorecido la expansión de empresas especializadas en el suministro de esta tecnología. Entre las compañías con presencia relevante en el mercado se encuentran Handlaser, HGTECH y Bystronic, las cuales han logrado consolidarse gracias a la mejora continua de sus equipos, la incorporación de nuevas tecnologías y la confiabilidad de sus soluciones para aplicaciones industriales.

1.1 Planteamiento del problema

El conocimiento y habilidades respecto al uso de equipos láser es muy relevante en este momento debido a cómo se manejan distintos ámbitos que son de interés para las personas.

En los ámbitos industriales el uso de equipos de corte por rayo LÁSER es cada vez más común, se ha visto un crecimiento en el uso de estos equipos, siendo que en 2025 se estima que el grueso de mercado de 7.14 Billones de dólares a nivel global, sumado a esto, se considera que tiene una tasa de crecimiento de 9.67% anual, así pues, esto demuestra que en un ámbito industrial, entender y saber utilizar estos equipos puede ser una ventaja competitiva para las personas ya sea estudiantes o personas con interés en un empleo en la industria.

Estos equipos además de ser usados en la industria, para fabricación de piezas que requieren una alta precisión en sus cortes, también tienen un área de aplicación extensa en distintos ámbitos no industriales, como el corte de piezas de madera que se ha popularizado para maquetas o regalos, piezas para relacionamientos en talleres pequeños entre otras aplicaciones

de menor tamaño, es decir, que estos equipos se usan en un amplio rango de aplicaciones y con un alcance en aplicaciones personales, para negocios pequeños.

A causa de esto, es importante recordar que no se cuenta con una guía adecuada para el aprendizaje respecto al uso y aplicaciones de estos equipos, por lo que aun en los casos que se recibe las enseñanzas en el laboratorio, en más de una ocasión el conocimiento puede ser disperso o inconcluso, incluso siendo que hay casos donde no se recibe capacitación para esto, por lo que un manual guía podría permitir no solo a los estudiantes que cursen las materias del ámbito de manufactura integrada por computadora, si no a cualquier interesado, interno a la universidad o externo, el poder tener una base sólida para utilizar estos equipos, permitiendo una práctica segura y que pueda complementar estudios, dar bases para alguna inversión o generar un valor agregado para el ingreso al mundo laboral.

1.2 Justificación

La elaboración de manuales de uso de equipos industriales permite el acceso a una herramienta efectiva a los docentes para la formación y desarrollo técnico y académico de sus alumnos, pues permite una estructura estandarizada para la transmisión de conocimientos, con la cual, los docentes pueden dar un enfoque adecuado a los alumnos que, además, evite que los estudiantes reciban cursos que disten en gran medida entre semestres, al basarse en una sola base estructurada.

De la misma forma, funciona para alumnos para que puedan adquirir estos conocimientos, ya sea como un refuerzo o como un aprendizaje extra de forma autodidacta, lo cual da pie a que los propios estudiantes desarrollen sus habilidades e incrementen su curiosidad e interés por el tema.

Asimismo, el manual no se queda limitado a tener aplicación en el ámbito universitario, al ser una herramienta guía para el aprendizaje, puede ser funcional para cualquier interesado en el aprendizaje o desarrollo de habilidades con el uso de estos equipos ya sea para fines laborales, emprendimientos o desarrollo personal.

Debido al incremento de la presencia de equipos de corte láser en los sectores industriales, comerciales y personales, este desarrollo de habilidades puede permitir un mejor desarrollo en el mundo laboral, así también, permite la mejora en el autoaprendizaje.

Este crecimiento en el uso de corte láser puede observarse en los datos de crecimiento de su presencia de mercado, pues entre 2024 y 2025 subió 200 Millones de dólares la valoración de mercado de los equipos de corte láser, lo que demuestra, y se espera un crecimiento de 8 mil millones de dólares en los siguientes 5 años, esto también se ha relacionado con el avance de la industria 4.0 en la industria en todos los sectores al anexar más el uso de control numérico de mayor manera en los equipos así como la accesibilidad a los programas de diseño y codificación.

1.3 Objetivo general

Desarrollar un manual de operación diseñado para la guía del uso del equipo de corte láser que se encuentra en el laboratorio de manufactura, explicando de manera clara las funciones, aplicaciones y procedimientos para su correcto uso, al mismo tiempo, podrá funcionar como una guía para enseñanza y aprendizaje accesible y ordenado para docentes profesionales.

Con este manual se busca también fomentar el autoaprendizaje por parte de alumnos y personas externas, pues se está dando información y guía estructurada de forma que permite que el aprendizaje sea seguro y concreto, dando una mejor base para desarrollarse aún sin contar con un docente, por lo que puede funcionar para grupos de personas externas a instituciones educativas, que podrían ser trabajadores que busquen una ventaja competitiva en el mundo laboral, emprendedores que deseen utilizar este tipo de equipos en proyectos o particulares con interés en conocer nuevas tecnologías.

1.4 Objetivos específicos.

1.- Diseñar ejercicios prácticos de laboratorio que integren el uso de programas CAD para la elaboración de piezas, reforzando las competencias tecnológicas y proyectuales de los alumnos.

2.- Identificar y exponer las principales aplicaciones industriales, académicas y personales de los equipos de corte láser, así como la importancia para los alumnos de ingeniería industrial en su formación académica.

3.- Impulsar el interés en la investigación respecto al uso, aplicaciones, historia, mantenimiento y mejora de equipos de corte por láser, como parte del proceso formativo

4.- Desarrollar una estructura didáctica que permita una comprensión y entendimiento práctico y teórico de estos equipos, permitiendo un uso adecuado y seguro de este equipo en base a un aprendizaje y conocimientos establecidos, con el apoyo de una guía de prácticas que

permitan la operación correcta del equipo en base a una integración de desarrollo de programas de CAD y CAM, con una estructura de actividades para elaboración de piezas y posterior programación para uso del equipo, lo que permite reforzar las competencias tecnológicas de los alumnos.

CAPITULO 2.- COMPONENTES BÁSICOS

Los equipos de corte láser presentan múltiples configuraciones y variantes, las cuales dependen principalmente de la aplicación para la que fueron diseñados, el tipo de material que se desea procesar, el nivel de precisión requerido y la tecnología láser utilizada. A pesar de las diferencias existentes entre los distintos modelos disponibles en el mercado, es posible identificar una serie de componentes fundamentales que se encuentran presentes en la mayoría de estos equipos.

Cada uno de estos elementos cumple una función específica dentro del proceso de corte y contribuye al correcto funcionamiento de la máquina, desde la generación del haz láser hasta el control del movimiento y la manipulación de los materiales. A continuación, se describen los principales componentes que integran una máquina de corte láser, así como la función que desempeñan dentro del sistema.

Fuente láser: Es el elemento encargado de generar el haz de luz mediante la excitación de un medio activo. La fuente láser determina características fundamentales del proceso de corte, tales como la potencia de salida, la longitud de onda, la calidad del haz y los requerimientos de mantenimiento del equipo. Estas características influyen directamente en la capacidad de procesamiento de la máquina, así como en la calidad y precisión de los resultados obtenidos.

Debido a que estos parámetros varían entre las distintas tecnologías disponibles, resulta importante seleccionar la fuente láser adecuada para cada aplicación, considerando factores como el tipo de material a procesar, el espesor del material y el nivel de precisión requerido. La selección de una fuente láser adecuada influye directamente en la velocidad de procesamiento, la eficiencia energética y la calidad del corte, por lo que constituye uno de los elementos más importantes dentro de una máquina de corte láser.

Existen múltiples tipos de fuentes láser empleadas en aplicaciones industriales; sin embargo, las más utilizadas actualmente son las fuentes de CO₂ y de fibra óptica.

Fuente láser de CO₂: Esta fuente utiliza una mezcla de dióxido de carbono, nitrógeno y helio como medio activo. Al excitar estos gases mediante energía eléctrica, sus moléculas alcanzan niveles energéticos elevados y generan el fenómeno de emisión estimulada, permitiendo la producción del haz láser. Los láseres de CO₂ son ampliamente utilizados debido a su elevada potencia y buena calidad de corte en materiales no metálicos, tales como madera, acrílico, cartón, textiles y algunos plásticos. Además, presentan una alta versatilidad para aplicaciones de corte y grabado, por lo que continúan siendo una de las tecnologías más utilizadas en talleres, laboratorios y procesos industriales.

Fuente láser de fibra óptica: Esta tecnología utiliza un medio sólido para generar el haz láser, generalmente una fibra óptica de vidrio dopada con elementos de tierras raras que permiten producir el fenómeno de emisión estimulada. Los láseres de fibra se caracterizan por ofrecer una mayor eficiencia energética, una excelente calidad del haz y menores requerimientos de mantenimiento en comparación con otras tecnologías. Gracias a estas características, son especialmente adecuados para el procesamiento de materiales metálicos, donde se requiere alta precisión velocidades de corte elevadas y una gran estabilidad durante la operación.

Otros tipos de laser también son:

Láser de fibra: Este es un tipo de láser cuyo funcionamiento, como se mencionó antes, es utilizando fibra óptica la cual está “dopada” utilizando tierras raras. Esto funciona al aumentar la energía en esta fibra, la cual, al volver a sus niveles normales, genera los fotones, que al ser enfocados por los espejos, forman el haz láser. Este método es bastante preciso y requiere de un menor mantenimiento.

Láser de O₂: El láser de O₂ es aquel que utiliza una combinación de gases para generar el láser, esto por medio de la excitación del gas utilizando corriente eléctrica, al energizar el nitrógeno éste la transfiere a las moléculas de CO₂, esto con el fin de producir el láser. Existen diferentes versiones de este láser.

- Tubo sellado: estos son aquellos cuyo sistema de gas se encuentra aislado, de manera que se puede mantener de forma más compacta los gases, además de permitir un ciclo de vida más largo.
- De placa refrigerada por difusión: estos contienen el gas en un espacio entre electrodos planos, los cuales reciben refrigeración con agua, de esta forma se disipa el calor de forma eficiente.

- Láser de flujo axial y transversal: estos funcionan de forma que disipan el calor utilizando una mezcla de gases, estos pasan por un enfriador externo previo a su uso.
- Láser TEA: este láser, llamado así por las siglas de atmósfera excitada transversal en inglés, utiliza una presión elevada en el gas. Este sistema requiere un alto voltaje, por lo que la excitación se realiza utilizando electrodos a lo largo del tubo. Estos funcionan únicamente en modo pulsado.
- Láser de gas dinámico: estos láseres se utilizan para generar potencias muy elevadas, esto se consigue a través de reacciones químicas en los gases en un sistema similar al de un motor cohete, este tipo de láser tiene más aplicaciones para uso militar.

Láser por YAG: el láser YAG, llamado así por las siglas de granate de iridio y aluminio, es un tipo de láser el cual funciona con una longitud de onda de 1064nm, en el espectro infrarrojo. Este tipo de láser tiene múltiples aplicaciones, aunque la más conocida es su uso en la cirugía de corrección corneal, sin embargo, este puede usarse en otro tipo de cirugías oculares, así como para el grabado de materiales, y algunos usos estéticos.

De acuerdo con Steen y Mazumder (2010), las características de la fuente láser influyen directamente en la interacción del haz con el material y en la eficiencia general del proceso de manufactura.

Cabezal: El cabezal es uno de los componentes más importantes dentro de una máquina de corte láser, ya que es el encargado de dirigir y concentrar el haz sobre la superficie de trabajo. Este elemento se desplaza sobre los ejes de movimiento de la máquina para posicionar el láser con precisión sobre el material que se desea procesar.

Además de conducir el haz láser, el cabezal integra diversos componentes ópticos y mecánicos que permiten mantener la calidad del corte, controlar la focalización del láser y proteger los elementos internos del sistema. Debido a ello, el correcto funcionamiento del cabezal resulta fundamental para garantizar la precisión, calidad y seguridad durante las operaciones de corte y grabado.

El cabezal integra diversos elementos ópticos y mecánicos, entre los que destacan la boquilla, el lente de enfoque y los sistemas de ajuste, los cuales permiten dirigir y concentrar el haz láser sobre la superficie de trabajo.



Figura 1 Cabezal para máquina láser CO₂. Fuente Adaptado de Cabezal máquinas láser CO₂ (Pequeño), por Asia Colombia, s. f.

- **Boquilla:** Este es el componente encargado de dirigir el haz láser hacia la superficie del material. Su diseño influye en la calidad del corte, ya que también controla la salida del gas auxiliar utilizado durante el proceso. La selección adecuada de la boquilla permite mejorar la precisión del corte, reducir defectos y favorecer la expulsión del material fundido generado durante la operación.
- **Lente:** Es el elemento óptico encargado de concentrar el haz láser en un punto específico sobre la superficie de trabajo. Este proceso permite incrementar significativamente la densidad de energía del haz, proporcionando la capacidad necesaria para cortar o grabar el material. La calidad y estado del lente influyen directamente en la precisión, profundidad y acabado de los cortes realizados.
- **Componentes de colimación:** Son los elementos ópticos encargados de mantener la alineación y dirección del haz láser durante su recorrido dentro del sistema. Su función principal consiste en conservar la calidad y estabilidad del haz, evitando pérdidas de energía o desviaciones que puedan afectar la precisión del proceso de corte. El correcto ajuste de estos componentes resulta indispensable para garantizar un desempeño óptimo del equipo.
- **Caja protectora para espejos:** Es el componente encargado de proteger los espejos y demás elementos ópticos contra la entrada de polvo, humedad y otros contaminantes presentes en el ambiente. La acumulación de partículas sobre estas superficies puede provocar pérdidas de potencia, desviaciones en el haz láser y un deterioro prematuro de los componentes. Por esta razón, la protección adecuada de los elementos ópticos resulta fundamental para conservar el rendimiento y prolongar la vida útil del equipo.

- **Boquilla de gas auxiliar:** Es el elemento encargado de suministrar gases auxiliares durante el proceso de corte. Dependiendo de la aplicación, pueden emplearse gases como aire comprimido, nitrógeno u oxígeno. Su función principal consiste en expulsar el material fundido de la zona de corte, mejorar la calidad del acabado superficial y contribuir a la disipación del calor generado durante el proceso. Asimismo, algunos gases permiten reducir la oxidación del material, mejorando la apariencia y calidad final de la pieza obtenida.
- **Sistema de refrigeración:** Es el conjunto de elementos encargados de controlar y disipar el calor generado durante el funcionamiento de la máquina. Debido a las altas temperaturas producidas por la fuente láser y los componentes ópticos, resulta indispensable mantener condiciones térmicas adecuadas para evitar daños en el equipo y garantizar un funcionamiento estable. Dependiendo del diseño de la máquina, este sistema puede emplear agua, aire o combinaciones de ambos métodos para mantener los componentes dentro de sus rangos de operación recomendados.
 - **Componentes de ajuste mecánico:** Comprenden los elementos utilizados para realizar ajustes de alineación, posicionamiento y calibración del cabezal láser. Estos mecanismos permiten corregir desviaciones y garantizar que el haz láser se mantenga correctamente orientado durante la operación. Su adecuada regulación es indispensable para conservar la precisión del equipo y obtener resultados consistentes en los procesos de corte y grabado.
 - **Caja de control:** Es el módulo que integra los componentes electrónicos responsables de supervisar y controlar el funcionamiento de la máquina. En ella se alojan dispositivos como tarjetas de control, fuentes de alimentación, relevadores, controladores de motores y sistemas de protección eléctrica. Su función principal consiste en coordinar las operaciones de los distintos subsistemas del equipo, permitiendo que los movimientos, la emisión del láser y los sistemas auxiliares trabajen de forma sincronizada y segura.

Los componentes descritos anteriormente constituyen la base operativa de una máquina de corte láser. La interacción adecuada entre cada uno de ellos permite obtener cortes precisos, seguros y eficientes. Sin embargo, para que estos elementos funcionen de manera coordinada, resulta necesario contar con sistemas capaces de controlar los movimientos y posicionamientos requeridos durante el proceso de manufactura, los cuales se describen en el apartado siguiente.

2.1 Sistema de control de movimiento

El sistema de control de movimiento es el encargado de coordinar el desplazamiento y posicionamiento de los distintos componentes de la máquina de corte láser. Su funcionamiento se basa en tecnologías de control numérico por computadora (CNC), las cuales permiten ejecutar trayectorias previamente programadas con un alto nivel de precisión.

Este sistema integra motores, sensores, controladores y mecanismos de transmisión que trabajan de forma conjunta para garantizar que el cabezal láser siga la trayectoria definida por el diseño digital. La precisión de este sistema influye directamente en la calidad dimensional de las piezas obtenidas, por lo que constituye uno de los elementos más importantes dentro del proceso de manufactura.

Servomotores: Los servomotores son dispositivos diseñados para proporcionar un control preciso de posición, velocidad y aceleración durante el movimiento de la máquina. Su funcionamiento se basa en sistemas de retroalimentación que permiten monitorear continuamente su desempeño y corregir posibles desviaciones respecto a la trayectoria programada.

Gracias a esta capacidad de control, los servomotores pueden operar a diferentes velocidades manteniendo altos niveles de precisión, lo que los convierte en una de las opciones más utilizadas en equipos de corte láser industriales. Su empleo resulta especialmente beneficioso en aplicaciones donde se requiere una elevada calidad de corte y una gran repetibilidad en los procesos de fabricación.



Figura 2 Ejemplos de servomotores. Fuente Adaptado de Tipos de servomotores, por HVH Industrial, s. f., <https://hvhindustrial.com/es/blog/tipos-de-servomotores>

Motores paso a paso: Los motores paso a paso constituyen una alternativa ampliamente utilizada para el control de movimiento en equipos de corte láser. Su funcionamiento se basa en dividir la rotación completa del motor en pequeños incrementos o pasos, permitiendo realizar desplazamientos precisos sin necesidad de mecanismos de control tan complejos como los empleados por los servomotores.

Entre sus principales ventajas destacan su simplicidad de operación, facilidad de control y menor costo de implementación. Sin embargo, presentan ciertas limitaciones en aplicaciones que demandan altas velocidades o aceleraciones, además de registrar un consumo energético superior en determinadas condiciones de trabajo. Debido a estas características, suelen emplearse en equipos de menor complejidad o en aplicaciones donde los requerimientos de precisión y velocidad son moderados.



Ilustración 3 Ejemplos de motores paso a paso. Fuente Adaptado de How to choose a stepper motor for CNC machine, por STYLECNC, s. f., <https://www.stylecnc.es/stylecnc-news/how-to-choose-stepper-motor-for-cnc-machine.html>

Mesa de trabajo

La mesa de trabajo es la superficie sobre la cual se coloca el material que será sometido a las operaciones de corte o grabado. Su función principal consiste en proporcionar estabilidad y soporte a la pieza durante el procesamiento, contribuyendo a mantener la precisión y calidad de los resultados obtenidos.

El diseño de la mesa puede variar dependiendo del tipo de máquina y de la aplicación requerida; sin embargo, en todos los casos debe garantizar una adecuada distribución del

material, minimizar vibraciones y facilitar la evacuación de residuos generados durante el proceso de corte.

2.2 Elementos de manipulación de materiales

Estos son los que se encargan de mover, manipular y/o fijar el material de manera adecuada, se dividen en distintos tipos.

- **Transportadoras:** Son sistemas diseñados para facilitar el movimiento de materiales hacia el área de trabajo o retirarlos una vez concluido el proceso de corte. Su implementación permite reducir la manipulación manual, aumentar la seguridad de los operadores y mejorar la eficiencia de producción al disminuir los tiempos de carga y descarga de material. Estos sistemas son especialmente comunes en equipos destinados a procesos de manufactura de alta producción.

- **Abrazaderas:** Son elementos mecánicos de sujeción utilizados para mantener el material fijo durante las operaciones de corte o grabado. Su función consiste en evitar desplazamientos no deseados que puedan afectar la precisión dimensional de las piezas o generar errores durante el proceso de manufactura.

La correcta selección y colocación de las abrazaderas resulta fundamental para garantizar la estabilidad de la pieza de trabajo, especialmente cuando se procesan materiales de gran tamaño o cuando se realizan operaciones que requieren elevados niveles de precisión.

Los componentes descritos en este capítulo constituyen los elementos fundamentales que permiten el funcionamiento de una máquina de corte láser. Cada uno de ellos desempeña una función específica dentro del proceso de manufactura y, en conjunto, hacen posible la generación, conducción y control del haz láser, así como la manipulación adecuada de los materiales procesados.

Comprender la función e interacción de estos componentes resulta indispensable para operar correctamente el equipo y realizar actividades de mantenimiento, configuración y ajuste. Una vez identificados los elementos principales de la máquina, es posible abordar el estudio de equipos específicos y sus características particulares, tema que se desarrolla en el capítulo siguiente.

CAPÍTULO 3.- DESCRIPCIÓN Y OPERACIÓN DEL EQUIPO

HSLC

La máquina de corte láser HSLC 1206 es un equipo diseñado para el procesamiento de materiales no metálicos mediante la utilización de tecnología láser de CO₂. Este equipo se caracteriza por ofrecer altas velocidades de trabajo, buena precisión dimensional y una elevada eficiencia en operaciones de corte y grabado.

La HSLC 1206 se encuentra instalada en el laboratorio de manufactura y constituye una herramienta de apoyo para el desarrollo de prácticas académicas relacionadas con procesos de manufactura asistidos por computadora. Gracias a sus capacidades de corte y grabado, permite a los usuarios transformar diseños digitales en piezas físicas elaboradas a partir de materiales como acrílico, madera, cartón y otros materiales compatibles con la tecnología láser de CO₂.

El funcionamiento del equipo se basa en un tubo láser de CO₂, donde una descarga eléctrica excita la mezcla gaseosa contenida en su interior. Como resultado de este proceso se genera un haz láser que es conducido mediante espejos reflectores hasta el cabezal de corte, donde es enfocado sobre la superficie del material. La elevada concentración de energía en este punto provoca el calentamiento y vaporización localizada del material, permitiendo realizar cortes o grabados con alta precisión.

Una vez descritas las características generales del equipo, en los apartados siguientes se presentan sus principales componentes, estructura, requerimientos de mantenimiento y herramientas de operación empleadas durante las prácticas de laboratorio.

3.1 Descripción del equipo en laboratorio

La máquina de corte por rayo láser HSLC es un equipo diseñado para el procesamiento de materiales no metálicos mediante tecnología láser de CO₂. Este equipo se caracteriza por ofrecer altas velocidades de operación, buena precisión dimensional y una elevada eficiencia en procesos de corte y grabado, lo que la convierte en una herramienta adecuada para aplicaciones académicas y de manufactura ligera.

El funcionamiento de la máquina se basa en un tubo láser de CO₂, en el cual una descarga eléctrica excita la mezcla gaseosa contenida en su interior. Como resultado de este proceso se genera un haz láser que es conducido a través de un sistema de espejos reflectores hasta llegar al cabezal de corte. En este punto, un lente concentra la energía del haz sobre una

superficie reducida del material, generando el calor suficiente para fundir, vaporizar o grabar el material procesado.

Gracias a este principio de funcionamiento, la máquina es capaz de realizar cortes complejos y grabados detallados en materiales como madera, acrílico, cartón, cuero y otros materiales compatibles con la tecnología láser de CO₂.

A continuación, se presentan las principales características técnicas de la máquina HSLC, obtenidas del manual de operación del fabricante.

Tabla 1
Especificaciones técnicas de la máquina HSLC 1206

Característica	Especificación
Potencia del láser	50 W / 60 W / 80 W / 100 W / 130 W
Tipo de láser	Tubo láser CO ₂ refrigerado por agua
Longitud de onda	10.6 μm
Área de trabajo	1190 × 590 mm
Velocidad de grabado	25–30000 mm/min
Velocidad de corte	10000 mm/min
Precisión máxima	2500 DPI
Formatos compatibles	DST, PLT, BMP, DXF
Software compatible	CorelDraw, Photoshop, AutoCAD
Dimensiones	1820 × 1200 × 990 mm

Nota. Fuente: Manual de equipo de BOYE

La Figura 4 muestra la máquina HSLC utilizada en el laboratorio de manufactura, identificando su configuración general y los principales elementos visibles del equipo.



Figura 4 Máquina de corte láser HSLC utilizada en el laboratorio de manufactura. Fuente Manual de equipo de BOYE

Las especificaciones técnicas descritas permiten conocer las capacidades generales del equipo y establecer los límites de operación recomendados por el fabricante. El conocimiento de estos parámetros resulta fundamental para seleccionar adecuadamente las condiciones de trabajo y garantizar la seguridad y eficiencia durante las actividades de corte y grabado.

Una vez identificadas las características generales de la máquina HSLC, resulta necesario conocer con mayor detalle los componentes que conforman su estructura física y su función dentro del proceso de manufactura, aspecto que se describe en el apartado siguiente.

3.2 Estructura de la máquina

La máquina HSLC 1206 está conformada por diversos componentes mecánicos, eléctricos y ópticos que trabajan de manera coordinada para realizar las operaciones de corte y grabado. La correcta interacción entre estos elementos permite garantizar la precisión del posicionamiento, la generación del haz láser y la seguridad durante la operación del equipo.

Con el propósito de identificar los principales componentes de la máquina, en las Figuras 5, 6 y 7 se muestran la vista frontal, posterior y del cabezal láser, respectivamente. Estas ilustraciones permiten reconocer la ubicación de los elementos más importantes y comprender su función dentro del sistema.

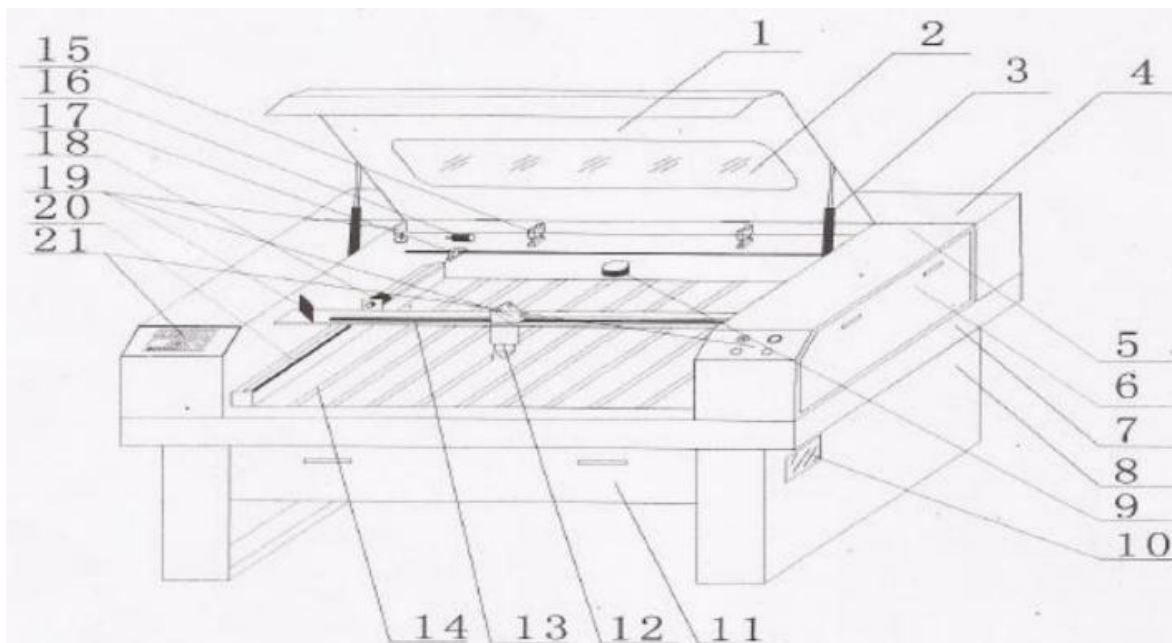


Figura 5 Parte frontal. Fuente Manual de equipo de BOYE

La vista frontal de la máquina permite identificar los principales componentes relacionados con la operación y desplazamiento del sistema. Entre ellos destacan la mesa de trabajo, donde se coloca el material a procesar; las guías de desplazamiento de los ejes X y Y, responsables del movimiento del cabezal; y los espejos reflectores, encargados de dirigir el haz láser desde la fuente hasta la zona de trabajo. Asimismo, se observan elementos estructurales y de protección que contribuyen a la seguridad y estabilidad del equipo durante su funcionamiento.

1. Cubierta superior
2. Ventana
3. Gatos hidráulicos
4. Tapa superior del tubo del láser
5. Tapa superior de la HSLC
6. Puerta lateral
7. Mesa de trabajo
8. Fondo
9. Boca del agotador

- 10. Placa del fabricante
- 11. Puerta frontal
- 12. Espejo de enfoque
- 13. Guía de desplazamiento del eje X
- 14. Mesa de trabajo (Parrilla)
- 15. Soporte del láser
- 16. Motor del eje Y
- 17. Accionamiento principal y direccional del eje Y
- 18. Motor del eje X
- 19. Espejos reflectores A, B y C
- 20. Guía de desplazamiento del eje Y
- 21. Panel de control izquierdo y derecho

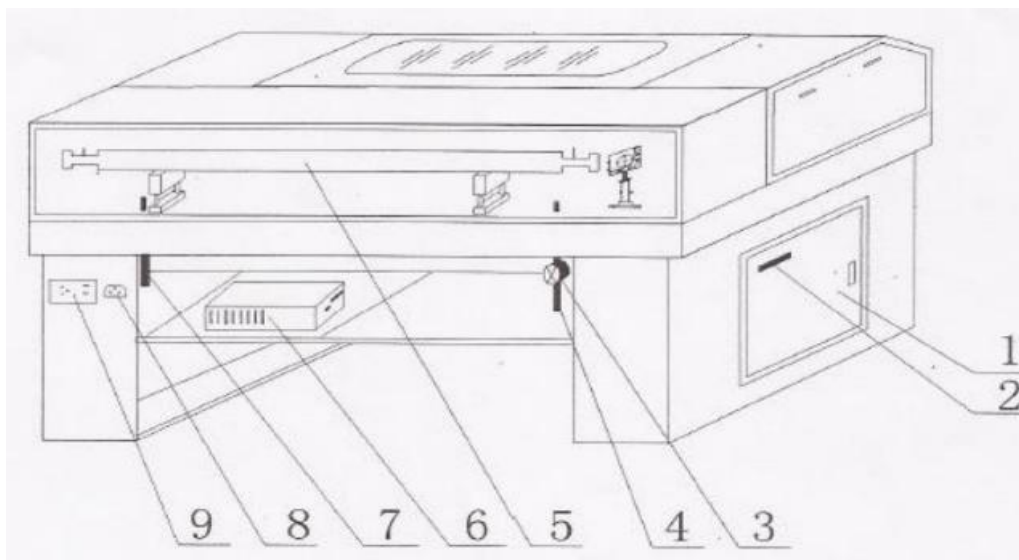


Figura 6 Parte trasera. Fuente Manual de equipo de BOYE

La vista posterior muestra los componentes asociados a la alimentación y control de la máquina. En esta sección se localizan el gabinete de control, el suministro de energía del láser y las conexiones para los sistemas auxiliares, como la bomba de agua, el soplador y el sistema de aire. Estos elementos son fundamentales para garantizar el correcto funcionamiento del equipo y mantener las condiciones de operación recomendadas por el fabricante.

1. Gabinete de control
2. Interfaz de línea de impresión
3. Switch de protección
4. Entrada del agua
5. Láser
6. Suministro de energía láser
7. Salida de agua
8. Interfaz de energía
9. Interfaz del soplador, bomba de aire y bomba de agua

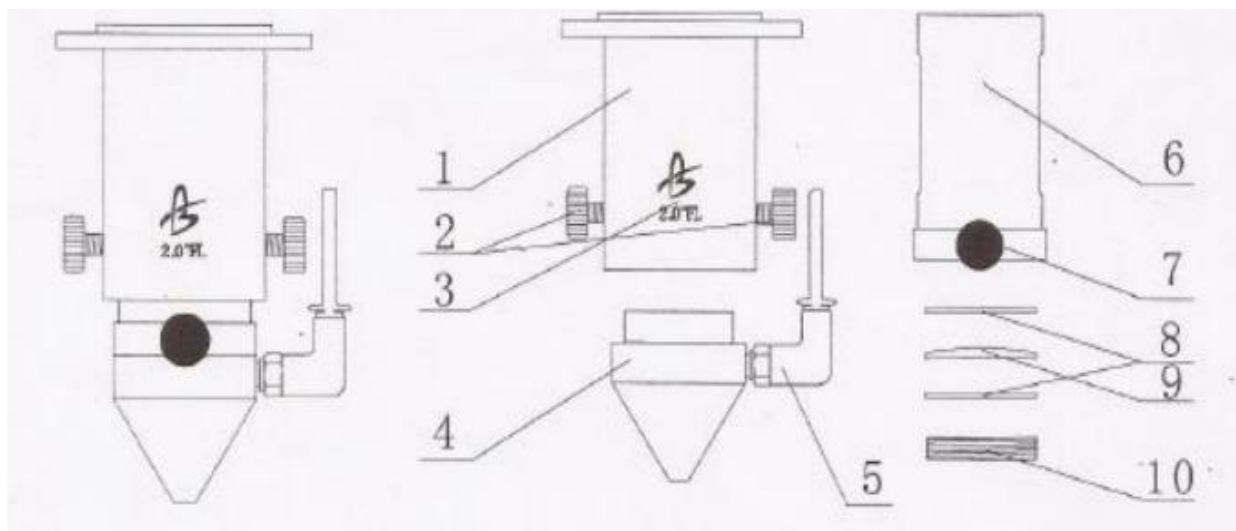


Figura 7 Láser. Fuente Manual de equipo de BOYE

El cabezal láser constituye uno de los componentes más importantes de la máquina, ya que en él se concentra y dirige el haz láser hacia la superficie de trabajo. Los elementos que lo conforman permiten regular el flujo de aire, proteger los componentes ópticos y mantener el

enfoque adecuado del haz, contribuyendo directamente a la calidad y precisión de los cortes realizados.

1. Cubierta del espejo de enfoque
2. Tornillo limitador
3. Número de parte
4. Grifo de aire
5. Tubo de entrada de aire
6. Cono del lente
7. Tornillo limitador del grifo de aire
8. Junta
9. Lentes de enfoque
10. Anillo de compactación del lente

3.3 Mantenimiento

El mantenimiento preventivo constituye una actividad fundamental para garantizar el correcto funcionamiento de la máquina HSLC 1206 y prolongar la vida útil de sus componentes. La realización periódica de inspecciones, limpiezas y verificaciones permite reducir el desgaste prematuro de las piezas, mantener la precisión del equipo y disminuir la probabilidad de fallas durante su operación.

Las actividades descritas en este apartado están orientadas principalmente a las tareas de mantenimiento preventivo que pueden ser realizadas por alumnos y docentes dentro del laboratorio. No obstante, ciertas actividades especializadas deberán ser ejecutadas por personal capacitado o técnicos especializados cuando se requiera mantenimiento correctivo o intervenciones complejas.

1.- Mantenimiento semanal

El mantenimiento semanal está enfocado principalmente en la limpieza e inspección visual de los componentes del equipo. Estas actividades permiten detectar oportunamente condiciones anormales de operación, daños visibles o desgaste en los componentes, facilitando la programación de acciones correctivas antes de que se presenten fallas mayores.

Entre las actividades recomendadas se encuentran las siguientes:

- Limpieza de los lentes ópticos utilizando algodón o paños adecuados humedecidos con alcohol isopropílico.
- Limpieza de los rieles guía de los ejes X y Y mediante un paño de microfibra y la aplicación de lubricante recomendado para garantizar un desplazamiento suave de los mecanismos.
- Eliminación de residuos acumulados en la mesa de trabajo mediante un cepillo suave, evitando deformaciones o problemas de posicionamiento de los materiales.
- Verificación de la limpieza y temperatura del agua utilizada en el sistema de refrigeración.
- Inspección de mangueras y conexiones para comprobar la ausencia de obstrucciones, fugas o acumulación de suciedad.
- Revisión del nivel de agua del chiller y reposición cuando sea necesario, utilizando preferentemente agua purificada para evitar la acumulación de minerales dentro del circuito de refrigeración.

2.- Mantenimiento a largo plazo

El mantenimiento a largo plazo comprende actividades que requieren un mayor nivel de conocimiento técnico y una intervención más profunda en los sistemas de la máquina. Estas tareas tienen como objetivo conservar la precisión del equipo y prevenir fallas asociadas al desgaste acumulado de sus componentes.

Revisión de Haz láser: se debe revisar que se haga la alineación correcta de los espejos, esto puede realizarse utilizando cinta adhesiva o algún otro material delgado que permita validar que el haz láser se enfoque correctamente al centro del cabezal y no se tenga dispersión o desalineamiento.

Se debe limpiar la fuente de alimentación con aire comprimido para evitar acumulación de polvo y residuos, así como desmontar y limpiar el extractor de aire para su limpieza y verificación de estado.

En este último punto, es preferible que se trabaje con profesionales que se encarguen de este mantenimiento especializado, así también, el trabajo de profesionales es requerido en caso

de que se encuentren daños o piezas en mal estado, un mantenimiento correctivo como lo es refaccionar o desinstalar y recalibrar piezas. Por su parte, el mantenimiento semanal es posible realizarlo como usuario sin riesgo.

Debido a la complejidad de estas actividades, se recomienda que sean realizadas por personal especializado. Asimismo, cualquier mantenimiento correctivo que implique desmontaje, sustitución o re calibración de componentes deberá ser ejecutado por técnicos capacitados para garantizar la seguridad y el correcto funcionamiento del equipo.

3.4 Seguridad durante la operación

La operación de una máquina de corte láser implica riesgos asociados a la generación de altas temperaturas, emisión de radiación láser, presencia de gases y partículas provenientes de los materiales procesados, así como al uso de sistemas eléctricos y mecánicos. Por esta razón, resulta indispensable aplicar medidas de seguridad adecuadas que permitan proteger la integridad física de los operadores y garantizar condiciones seguras de trabajo dentro del laboratorio.

El cumplimiento de las recomendaciones de seguridad no solo contribuye a la prevención de accidentes y lesiones, sino que también favorece la conservación del equipo y el correcto desarrollo de las actividades de corte y grabado. A continuación, se describen algunas de las medidas de seguridad más importantes que deben considerarse durante la operación de la máquina HSLC 1206.

El uso de la cortadora láser, así como de cualquier equipo del ámbito industrial, requiere de múltiples consideraciones de seguridad para prevenir accidentes o lesiones. A continuación, se comentarán las medidas recomendadas.

Lentes de protección: el uso de lentes de protección es importante debido a que el láser que arroja el equipo puede llegar a dañar la visión, esto por la energía que libera, de igual forma, es recomendable evitar el ver el mismo mucho tiempo, especialmente si no se cuenta con las gafas.

Limpieza: si bien esto también puede considerarse en el apartado de mantenimiento, la limpieza es un elemento importante en la seguridad, pues hay múltiples contaminantes que podrían provocar un malfuncionamiento que provoque un accidente, o igualmente, algún elemento inflamable podría causar un incendio.

Protección respiratoria: es ideal contar con un EPP el cual proteja las vías respiratorias, esto debido a los diferentes gases que se pueden emitir dependiendo el gas y los materiales cortados, los cuales pueden afectar la salud, un cubre bocas tri-capa puede ser suficiente en la mayoría de los casos.

EPP: sumado a los equipos ya mencionados (gafas de seguridad, cubre bocas) también es importante considerar que, si la potencia del láser lo requiere, será necesario usar otras protecciones, como por ejemplo un respirador, guantes y mangas para soldar y un overol o delantal.

Uso: una medida de seguridad importante es el conocer los valores de uso del equipo, para evitar sobrecalentamiento o sobrecargas que puedan conllevar a un accidente, el uso del equipo debe ser siempre bajo criterios seguros.

La aplicación constante de estas medidas de seguridad permite reducir significativamente los riesgos asociados a la operación de equipos de corte láser. Asimismo, el conocimiento de los procedimientos de seguridad constituye un requisito fundamental para el uso responsable de la máquina, contribuyendo a la protección de los usuarios y al mantenimiento de condiciones adecuadas dentro del laboratorio.

3.5 Descripción del Software

El software de control constituye una herramienta fundamental para la operación de la máquina HSLC 1206, ya que permite establecer los parámetros de trabajo, importar diseños, configurar procesos de corte y grabado, así como enviar instrucciones al equipo para la ejecución de las operaciones programadas.

Durante las prácticas de laboratorio se empleó el software HSLC proporcionado por el fabricante, el cual funciona de manera integrada con la máquina para controlar los movimientos, gestionar archivos de diseño y configurar las condiciones de operación necesarias para cada proceso. La descripción presentada en este apartado se elaboró a partir de pruebas prácticas realizadas con el software y el equipo disponible en laboratorio.

La interfaz del programa está compuesta por diferentes herramientas que facilitan la preparación y ejecución de los trabajos. Entre ellas destaca la barra de herramientas principal, la cual reúne las funciones más utilizadas por el operador.

En la Tabla 2 se presentan los principales iconos disponibles en la barra de herramientas del software HSLC, así como una breve descripción de su función dentro del programa.

Tabla 2
Barra de herramientas HSLC

Nuevo		Abrir		Importar		Copiar	
Guardar archivo sin conexión		Deshacer		Rehacer		Zoom	
Pegar		Graficos		Área de trabajo		Mandar al inicio	
Agrupar		Desagrupar		Ordenar		Suavizar	
Mandar al final		Reproducción de graficos		Cambiar a grafico		Acerca del software	
Configuración de corte		Configuración de grabado		Correr todo		Tranferir a maquina	
Configuración de formatos BITMAP		Vista previa				Guardar	

Nota. Fuente: Creación propia

Tabla 3
Descripción de las herramientas principales del software HSLC

Función	Descripción
Nuevo	Permite crear un archivo nuevo.
Abrir	Permite abrir un documento previamente guardado.
Importar	Permite incorporar archivos externos al proyecto actual.
Copiar	Copia el gráfico seleccionado al portapapeles.
Guardar archivo sin conexión	Guarda un archivo en una memoria USB para su posterior ejecución en la máquina.
Deshacer	Revierte la última acción realizada.
Rehacer	Recupera una acción previamente deshecha.
Zoom	Permite acercar o alejar la vista del área de trabajo.
Pegar	Inserta un elemento copiado desde el portapapeles.
Área de trabajo	Muestra una vista general del espacio de trabajo disponible.
Mandar al inicio	Coloca el gráfico seleccionado al inicio de la secuencia de trabajo.

Función	Descripción
Mandar al final	Coloca el gráfico seleccionado al final de la secuencia de trabajo.
Reproducción de gráficos	Permite generar múltiples copias del diseño mediante arreglos matriciales.
Cambiar a gráfico	Convierte ciertos elementos a formato gráfico.
Acerca del software	Muestra información general del programa.
Configuración de corte	Permite establecer parámetros para operaciones de corte.
Configuración de grabado	Permite establecer parámetros para operaciones de grabado.
Configuración de bitmap	Permite configurar imágenes monocromáticas para procesos de grabado.

Nota. Elaboración propia con base en pruebas prácticas realizadas utilizando el software HSLC y la máquina de corte láser BOYE HSLC 1206.

Las herramientas descritas en la Tabla 2 constituyen las funciones básicas necesarias para la preparación y ejecución de trabajos en la máquina HSLC 1206. El conocimiento de estas opciones permite al usuario importar diseños, configurar parámetros de operación y gestionar adecuadamente los procesos de corte y grabado. Asimismo, estas funciones facilitan la interacción entre el software y el equipo, permitiendo un control más eficiente de las tareas realizadas. Además de la barra de herramientas principal, el software dispone de otros elementos de control que complementan la operación del sistema, los cuales se describen en el apartado siguiente.

3.6 Barra de control

La barra de control constituye una de las principales herramientas de interacción entre el usuario y la máquina HSLC 1206. A través de ella es posible ejecutar, detener y supervisar los trabajos programados, así como realizar ajustes básicos relacionados con el posicionamiento del cabezal, configuración del sistema y administración de archivos almacenados en la memoria del equipo.

La Figura 8 muestra la barra de control utilizada durante la operación de la máquina. Cada uno de los botones disponibles permite ejecutar funciones específicas que facilitan el manejo y control del proceso de corte o grabado.

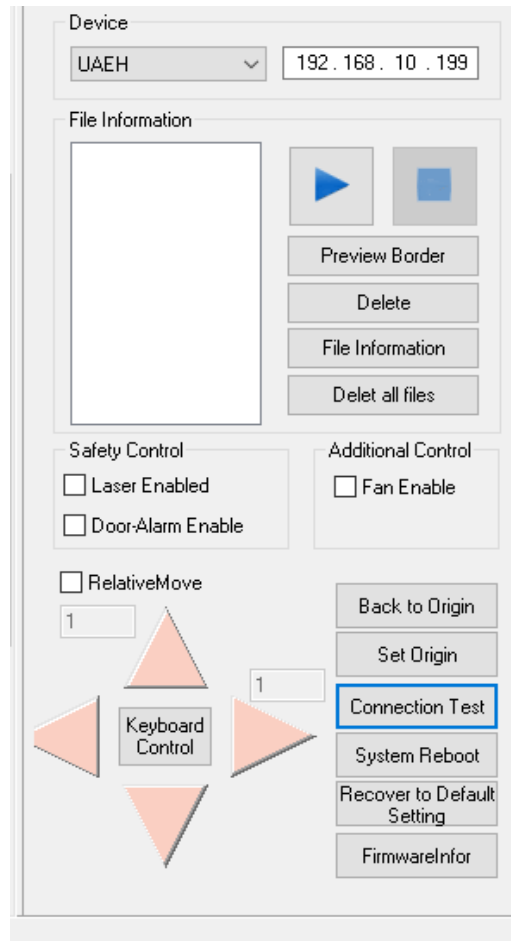


Figura 8 "Barra de Control del software HSLC". Fuente: Creación propia

Botón Play (triángulo azul): Poner en marcha un proyecto guardado en la HSLC

Botón Stop (cuadrado azul): Cancelar un proyecto ya iniciado en la HSLC

Preview border: Realiza sin usar láser el contorno de un proyecto guardado en la HSLC

Delete: Eliminar un proyecto guardado en la HSLC

File information: Proyectos guardados en la memoria de la HSLC

Back to Origin: Regresar el láser al origen de la máquina

Set Origin: Establecer un nuevo origen

Laser Enable: Prender y apagar el láser

Door Alarm Enable: Maquinar con la puerta abierta o cerrada de la HSLC

System Reboot: Reiniciar el sistema de la HSLC

Recover to Default Setting: Regresar a las configuraciones de fábrica de la HSLC

Firmware Info: Información del Firmware

Keyboard control (triángulos rojos): mover en 2 ejes el cabezal del láser

Las funciones descritas anteriormente permiten al operador controlar de manera directa el comportamiento de la máquina durante las operaciones de corte y grabado. El conocimiento de estos controles resulta indispensable para ejecutar trabajos de forma segura, realizar ajustes de posicionamiento y gestionar adecuadamente los archivos almacenados en el equipo. Una vez comprendidos los elementos principales del software y de la barra de control, es posible proceder con la preparación y ejecución de proyectos prácticos utilizando la máquina HSLC 1206.

CAPITULO 4.- SOFTWARE DE DISEÑO Y MANUFACTURA

El diseño asistido por computadora y las herramientas de manufactura asistida constituyen una parte fundamental de los procesos modernos de fabricación. Estos sistemas permiten desarrollar modelos digitales, simular operaciones y generar la información necesaria para la producción de piezas mediante equipos automatizados.

En el caso del corte láser, el uso de software especializado permite crear geometrías con precisión, optimizar diseños y transferir la información requerida para la fabricación de componentes. En este capítulo se describen los principales programas utilizados durante las prácticas, así como las herramientas básicas necesarias para la elaboración de diseños destinados a la máquina de corte láser.

4.1 Programa CAD

CAD (Computer Aided Design, por sus siglas en inglés) es una tecnología que permite crear, modificar, analizar y documentar diseños mediante el uso de software especializado. Estas herramientas son ampliamente utilizadas en áreas de ingeniería, manufactura, arquitectura y diseño industrial debido a la precisión y flexibilidad que ofrecen durante el desarrollo de productos.

Los programas CAD permiten elaborar dibujos bidimensionales y modelos tridimensionales, facilitando la visualización de piezas antes de su fabricación. Además,

proporcionan herramientas para definir dimensiones, tolerancias y características geométricas que posteriormente pueden utilizarse en procesos de manufactura asistida por computadora.

Dentro de las diferentes alternativas disponibles en el mercado, SolidWorks destaca por ser una de las plataformas más utilizadas en aplicaciones de ingeniería mecánica y diseño de productos.

4.1.1 SolidWorks

SolidWorks es un software de diseño asistido por computadora ampliamente utilizado en la industria para la creación de modelos tridimensionales, ensamblajes y documentación técnica. Su popularidad se debe a la facilidad de uso de su interfaz gráfica y a la gran cantidad de herramientas que ofrece para el diseño mecánico y el desarrollo de productos.

Este programa utiliza un sistema de modelado paramétrico, lo que significa que las dimensiones, relaciones geométricas y restricciones aplicadas a un diseño quedan registradas dentro del modelo. Gracias a ello, es posible realizar modificaciones de manera rápida y generar diferentes versiones de una misma pieza sin necesidad de reconstruir completamente el diseño.

Durante las prácticas descritas en este manual se empleó SolidWorks para la elaboración de geometrías básicas que posteriormente pueden utilizarse en procesos de manufactura asistida por computadora y corte láser.

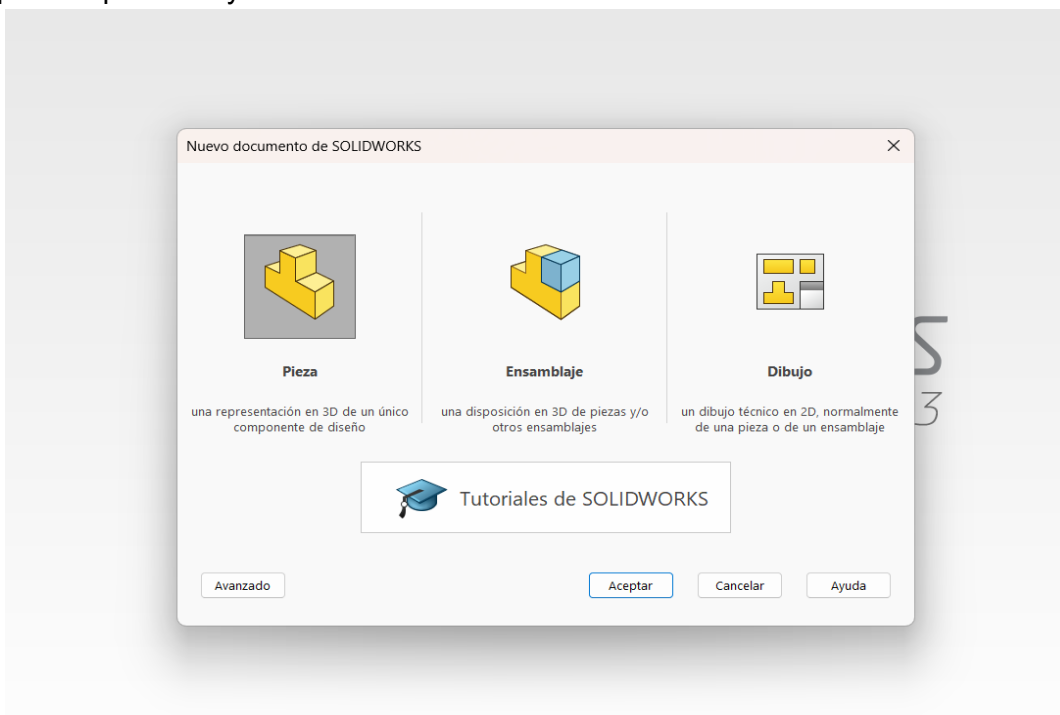


Figura 9 Panel de nuevo documento, SolidWorks. Fuente: Creación propia

Como se puede ver en la figura 9. lo primero que vemos en nuestra pantalla de trabajo son los tipos de proyectos que podemos iniciar, siendo estas piezas en 3d, ensamblajes de piezas o dibujos, para esta materia nos enfocaremos únicamente en el primer apartado, las piezas.

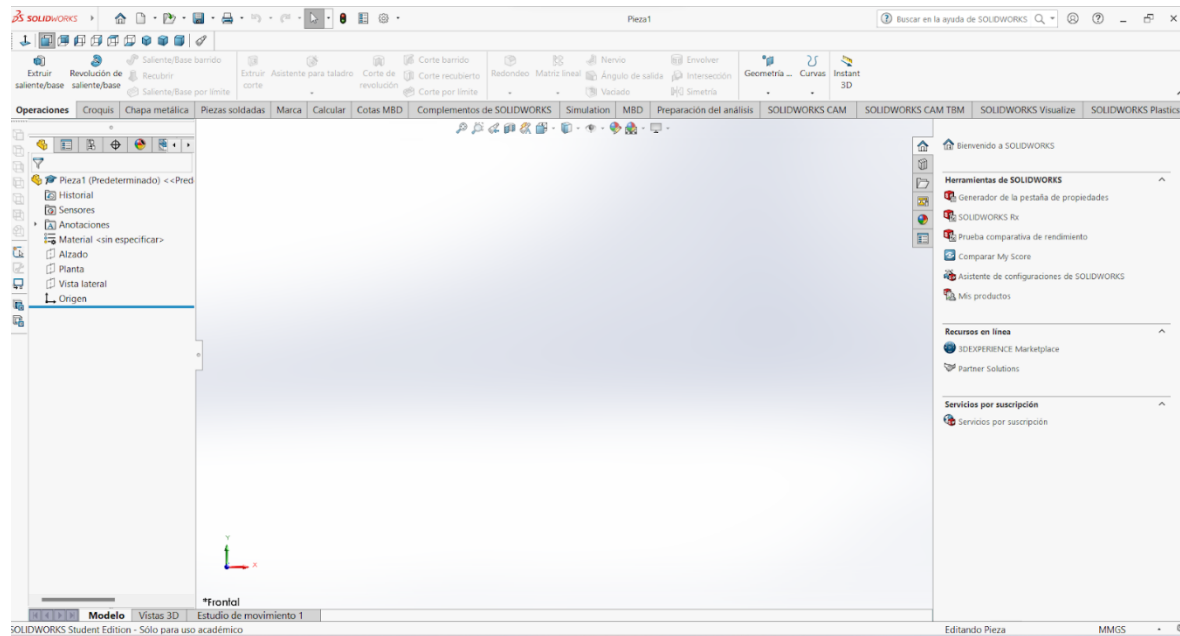


Figura 10 Pantalla de trabajo, SolidWorks. Fuente: Creación propia.

La interfaz de SolidWorks integra herramientas de modelado, administración de archivos y visualización que facilitan el desarrollo de proyectos de diseño. El conocimiento de los elementos principales de la pantalla de trabajo permite al usuario navegar de forma más eficiente dentro del programa y aprovechar adecuadamente las funciones disponibles para la creación de modelos.

- 1.- Botón de bienvenida, te muestra la pestaña de bienvenida/inicio del programa.
- 2.- Botón nuevo, abre las opciones para iniciar un nuevo proyecto, sea plano, ensamblaje o pieza.
- 3.- Botón abrir, da diversas opciones para buscar archivos de SolidWorks para abrirlos.
- 4.- Botón de guardado, sirve para guardar el proyecto, en diferentes formatos disponibles, siendo el predeterminado: sldprt.
- 5.- Botón imprimir, sirve para mandar a imprimir.
- 6.- Selección, sirve para indicar que función hará el selector del cursor.

- 7.- Reconstruir, este botón reconstruye las operaciones que han sido modificadas
- 8.- Propiedades de archivo, permite agregar o editar información del resumen estándar, así como información sobre el modelo.
- 9.- Configuración, sirve para mostrar la configuración del sistema y hacer ajustes a esta.
- 10.- Pestaña de vistas, en esta pestaña se puede modificar las vistas ortogonales en las que se quiere enfocar el modelo, así como el modo de visualización.
- 11.- Property Manager, este es el área donde se nos muestran todas las distintas funciones básicas y operaciones de diseño de SolidWorks, las operaciones para 2 y 3 dimensiones, así como herramientas de programación y simulación.
- 12.- búsqueda, esta herramienta permite realizar búsquedas dentro del programa, ya sean funciones o piezas.
- 13.- Feature Manager, en este apartado se encuentran algunas funciones que sirven para modificar el modelo, así también sirve de acceso rápido a operaciones de diseño.
- 14.- Pestaña de visualización, aquí se encuentran iconos que explotan en diversas funciones enfocadas a la visualización, como lo son las vistas ortogonales, tipos de visualización, vista de corte, iluminación, entre otras.
- 15.- Pestañas, en estas pestañas puedes cambiar de página, lo que te permite poner distintas vistas del modelo simultáneas en el apartado de vistas o realizar uno o varios estudios de movimiento.

4.1.2 Comandos básicos

Las herramientas de SolidWorks pueden clasificarse en diferentes categorías según la función que desempeñan dentro del proceso de diseño. Para fines de este manual, se abordarán dos grupos principales: las herramientas de dibujo o croquis, utilizadas para la creación de geometrías bidimensionales, y las herramientas de modelado, empleadas para transformar dichos croquis en modelos tridimensionales.

El dominio de estas funciones básicas permite desarrollar piezas con la precisión necesaria para su posterior utilización en procesos de manufactura asistida por computadora y corte láser. A continuación, se describen las herramientas más utilizadas durante las prácticas realizadas.

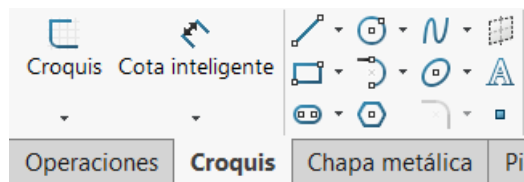


Figura 11 Barra de herramientas de croquis. Fuente: Creación propia

Las herramientas de dibujo se encuentran disponibles dentro del apartado **Croquis (Sketch)** del Property Manager. Estas funciones permiten crear la geometría bidimensional que servirá como base para la construcción de modelos tridimensionales. La Figura 11 muestra las principales herramientas de croquis disponibles en SolidWorks.

Función 1, línea: está como dice su nombre es una línea recta, puede ser una línea constructiva que solo sirva de referencia, una línea de punto medio la cual te permite colocar una línea que incrementa su longitud de forma equivalente en 2 direcciones o una normal. (véase figura 12)

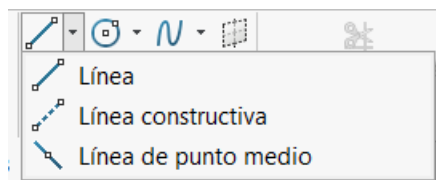


Figura 12 Panel de herramientas de línea. Fuente: Creación propia

Función 2 círculo: esta función también tiene más de una variante, siendo el círculo de centro, donde determinas tu diámetro en base al centro de este y el perimetral, donde se seleccionan 3 puntos para realizar el círculo. (véase figura 12)

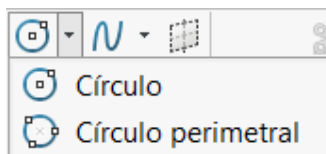


Figura 13 Panel de herramientas de círculo. Fuente: Creación propia

Función 3 spline: es una línea curva de una forma definida por la persona, tiene diferentes formas de realizarse, esta función es especialmente útil para realizar calcas de dibujos o imágenes. (véase figura 13)

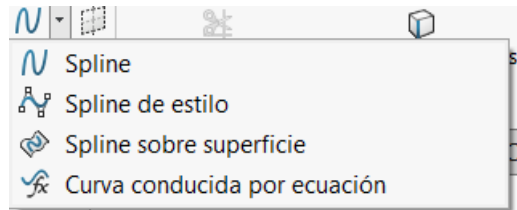


Figura 14 Panel de herramientas de spline. Fuente Creación propia

Función 4 rectángulo: la cual puede realizarse con las opciones que se ven abajo, de acuerdo con la manera que mejor se adapte a la persona, esta función es útil pues ahorra pasos a la hora de dibujar. (véase figura 14)

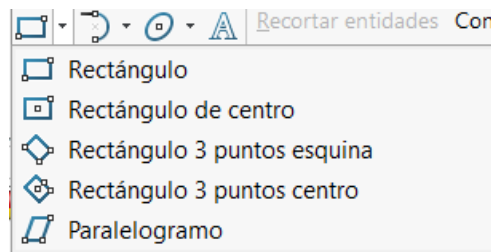


Figura 15 Panel de herramientas de rectángulo. Fuente: Creación propia

Función 5 arco: esta función facilita el hacer bordes redondos, así como formas semicirculares, puede ser de centro a extremos, donde se selecciona un punto de centro para el “circulo” de referencia, y se colocan los puntos donde estará la apertura, tangente, donde desde una línea recta generas el arco en base a lo que necesites, o de tres puntos, donde se eligen los puntos donde pasara el arco. (véase figura 16)

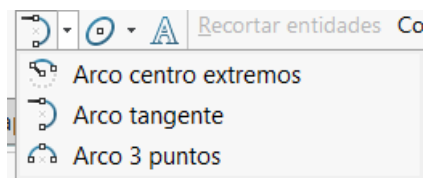


Figura 16 Panel de herramientas de rectángulo. Fuente: Creación propia

Función 6 Elipse: es una función que te permite dar dos radios para así generar esta forma, igual puede generarse de forma parcial, con parábola o como cono estas son en base a una ecuación. (véase figura 17)

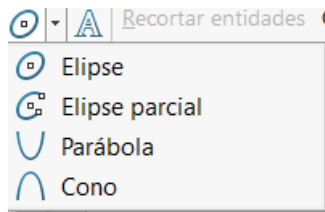


Figura 17 Panel de herramientas de elipse. Fuente: Creación propia

Función 7 polígono: esta función permite generar polígonos de lados variables a elección del usuario, estos desde su punto central. (véase figura 18)



Figura 18 Panel de herramientas de polígono. Fuente: Creación propia

Ahora pasaremos a las funciones de modelado

Estas se encuentran en el apartado de operaciones, similar a las previas al seleccionar cualquiera de las operaciones se activará el croquis en caso de no haber, y de existir se abrirá una vista previa del modelado. (véase figura 19)

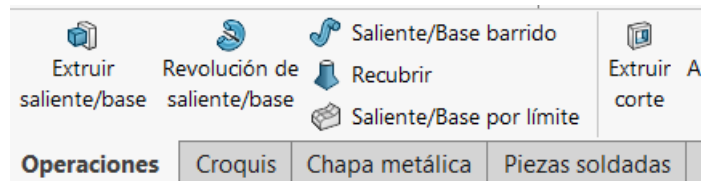


Figura 19 Panel de herramientas de sólidos. Fuente: Creación propia

Una vez creada la geometría bidimensional mediante las herramientas de croquis, SolidWorks permite transformar estos dibujos en modelos tridimensionales mediante distintas operaciones de modelado. Estas herramientas constituyen la base para la creación de piezas mecánicas, ya que permiten generar volumen, eliminar material o modificar geometrías existentes de acuerdo con las necesidades del diseño.

Las operaciones de modelado se encuentran disponibles dentro del apartado Operaciones (Features) y utilizan como referencia los croquis previamente elaborados. Dependiendo de la herramienta seleccionada, es posible generar sólidos con diferentes características geométricas y niveles de complejidad.

Extruir saliente/base: Esta operación permite transformar un croquis bidimensional en un sólido tridimensional mediante la adición de material en una dirección determinada. El usuario puede definir la distancia de extrusión, el sentido de crecimiento y otras condiciones geométricas. Debido a su facilidad de uso y versatilidad, es una de las herramientas más utilizadas para la creación de piezas mecánicas básicas. La Figura 20 muestra un ejemplo de esta operación.

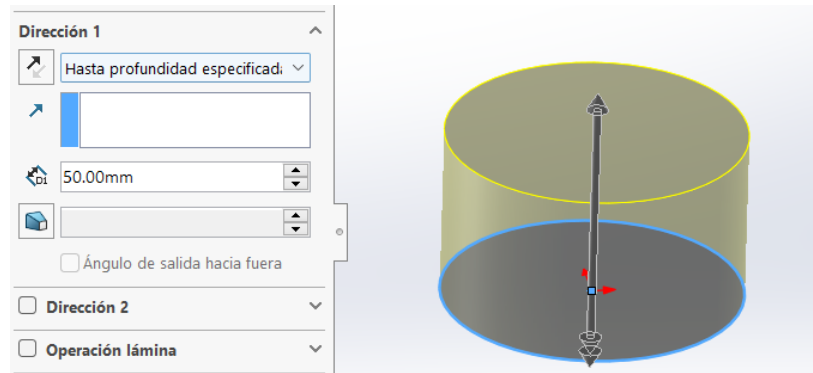


Figura 20 Herramienta de extrusión. Fuente: Creación propia

Revolución saliente/base: Esta herramienta genera un sólido tridimensional mediante la rotación de un perfil alrededor de un eje definido por el usuario. A diferencia de la extrusión, donde el crecimiento es lineal, en la revolución la geometría se desarrolla de forma circular. Esta función es especialmente útil para crear piezas cilíndricas, ejes, poleas, recipientes y otros componentes de simetría rotacional. Dependiendo de la configuración seleccionada, la revolución puede realizarse de forma completa o parcial.

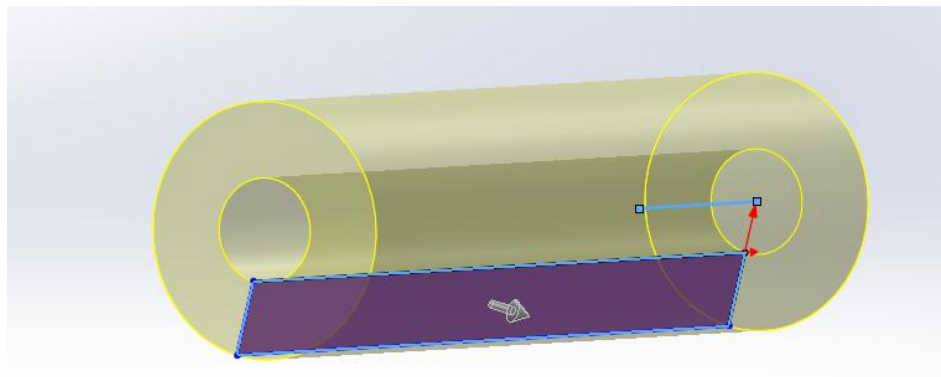


Figura 21 Herramienta de revolución. Fuente: Creación propia

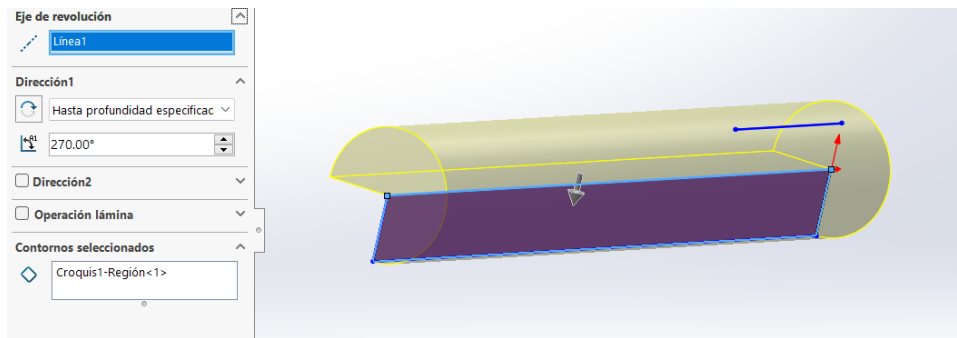


Figura 22 Herramienta de revolución parcial. Fuente: Creación propia

Extruir corte: Esta operación permite eliminar material de un sólido previamente creado utilizando la geometría de un croquis como referencia. Es una herramienta ampliamente utilizada para generar perforaciones, ranuras, cavidades y otras características que requieren retirar material de una pieza. La profundidad y dirección del corte pueden configurarse de acuerdo con los requerimientos del diseño.

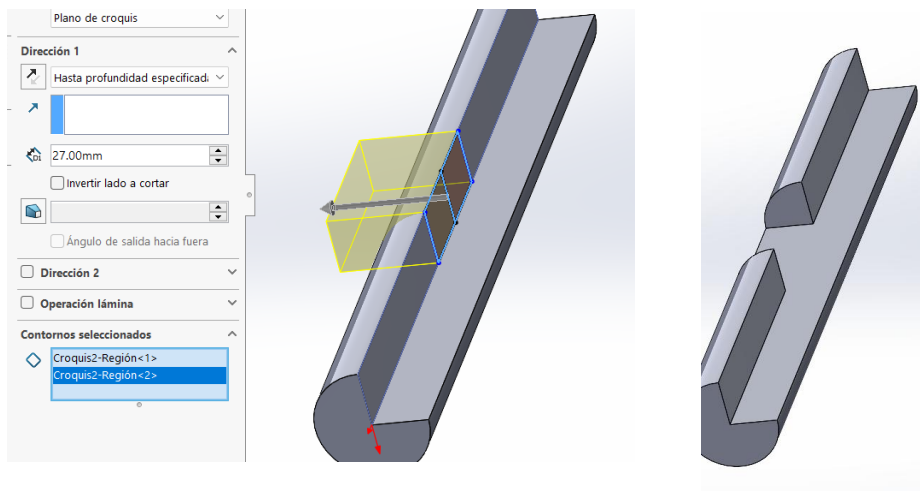


Figura 23 Herramienta de extrusión de corte. Fuente: Creación propia.

Las herramientas descritas anteriormente representan algunas de las funciones fundamentales para el desarrollo de modelos tridimensionales en SolidWorks. El dominio de estas operaciones permite al usuario crear piezas con distintos niveles de complejidad y preparar diseños que posteriormente pueden utilizarse en procesos de manufactura asistida por computadora.

La capacidad de generar modelos precisos y modificables convierte a SolidWorks en una herramienta ampliamente utilizada dentro de la industria y la educación, facilitando la transición entre el diseño digital y la fabricación física de componentes.

4.2 Otros programas de diseño

Además de SolidWorks, existen diversos programas de diseño asistido por computadora que pueden utilizarse para desarrollar modelos y geometrías destinadas a procesos de manufactura, incluyendo el corte láser. La selección del software depende de factores como el tipo de proyecto, la complejidad del diseño, la experiencia del usuario y las herramientas requeridas para el proceso de fabricación.

Entre las alternativas más utilizadas se encuentran AutoCAD y Fusion 360, los cuales ofrecen diferentes características y enfoques de trabajo.

AutoCAD: AutoCAD es uno de los programas de diseño asistido por computadora más utilizados a nivel mundial. Este software permite la elaboración de dibujos en dos y tres dimensiones, siendo especialmente reconocido por sus capacidades para el diseño de planos técnicos y modelado geométrico.

Entre sus principales ventajas se encuentran la facilidad para realizar dibujos en 2D, la precisión en el manejo de geometrías y la amplia compatibilidad con distintos formatos de archivo utilizados en la industria. Estas características lo convierten en una herramienta ampliamente empleada para la elaboración de planos de fabricación y diseños destinados a procesos de corte.

Sin embargo, AutoCAD presenta algunas limitaciones en comparación con programas especializados en diseño mecánico paramétrico, ya que no incorpora de forma nativa herramientas avanzadas de simulación mecánica ni funciones de ensamblaje tan completas como las disponibles en otros programas CAD. Por esta razón, suele utilizarse principalmente para dibujo técnico y modelado geométrico.

Fusion 360: Fusion 360 es una plataforma desarrollada por Autodesk que integra herramientas CAD, CAM y CAE dentro de un mismo entorno de trabajo. Esta característica permite desarrollar diseños, realizar simulaciones y preparar procesos de manufactura utilizando una única aplicación.

Entre sus principales ventajas destacan el almacenamiento de proyectos en la nube, la colaboración entre diferentes usuarios, la integración con procesos de manufactura asistida por

computadora y una interfaz relativamente accesible para nuevos usuarios. Asimismo, permite una comunicación más eficiente entre las áreas de diseño y producción.

No obstante, el desempeño del programa puede verse afectado al trabajar con modelos de gran complejidad, además de presentar ciertas limitaciones en aplicaciones específicas de modelado orgánico avanzado. A pesar de ello, Fusion 360 se ha convertido en una de las alternativas más populares para proyectos de diseño y manufactura digital.

Los programas CAD permiten desarrollar la geometría y características de las piezas que posteriormente serán fabricadas. Sin embargo, para transformar estos diseños en instrucciones que puedan ser interpretadas por equipos automatizados de manufactura, es necesario emplear herramientas de manufactura asistida por computadora (CAM). Por esta razón, en el siguiente apartado se describe el software CAM utilizado para la preparación de archivos destinados al proceso de corte láser.

4.3 Software CAM

Una vez elaborado el diseño mediante software CAD, es necesario utilizar herramientas de manufactura asistida por computadora (CAM) para preparar los archivos que serán enviados al equipo de corte láser. Estos programas permiten configurar parámetros de operación, establecer la comunicación con la máquina y generar las instrucciones necesarias para la ejecución de los procesos de corte y grabado.

En el laboratorio se utiliza el software LaserCA como plataforma principal para la configuración y control de la máquina HSLC 1206. Este programa permite administrar la comunicación entre el equipo y la computadora, así como definir parámetros relacionados con el área de trabajo, configuración de la máquina y transferencia de archivos.

A continuación, se describe el procedimiento de instalación y configuración inicial del software LaserCA utilizado durante las prácticas de laboratorio.

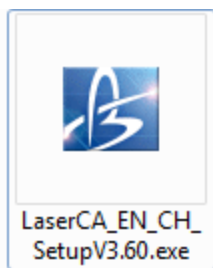


Figura 24 Icono LaserCA. Fuente: Creación propia

Una vez configurados los parámetros básicos de la máquina dentro del software LaserCA, es necesario establecer la comunicación entre el equipo y la computadora mediante una conexión Ethernet. Para ello, se requiere configurar manualmente los parámetros de red que permitirán la transferencia de información entre ambos dispositivos.

Dar clic derecho en el icono LaserCA_EN_CH_SetupV3.60.exe y después clic en “Ejecutar como administrador.”

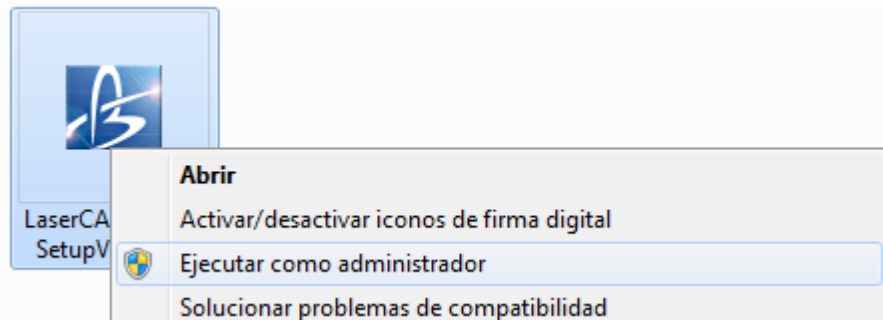


Figura 25 Clic derecho en icono. Fuente Creación propia

Seleccionar el idioma deseado (Ingles o chino simplificado) y dar clic en el botón “OK”

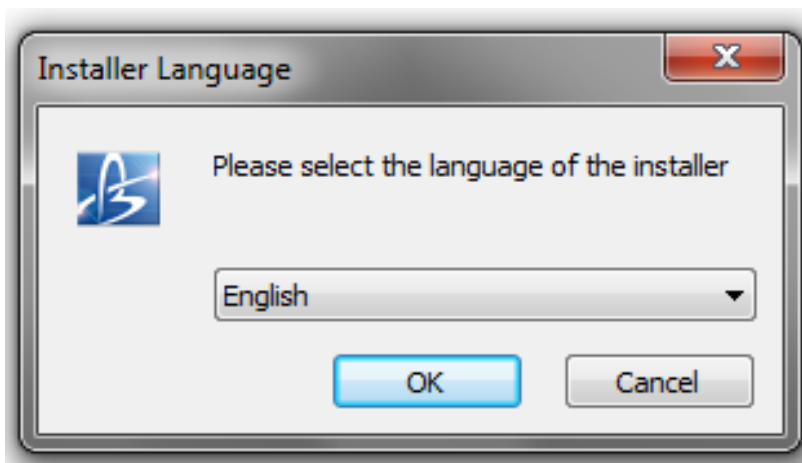


Figura 26 Selección de lenguaje. Fuente: Creación propia

Dar clic en el botón “Next”

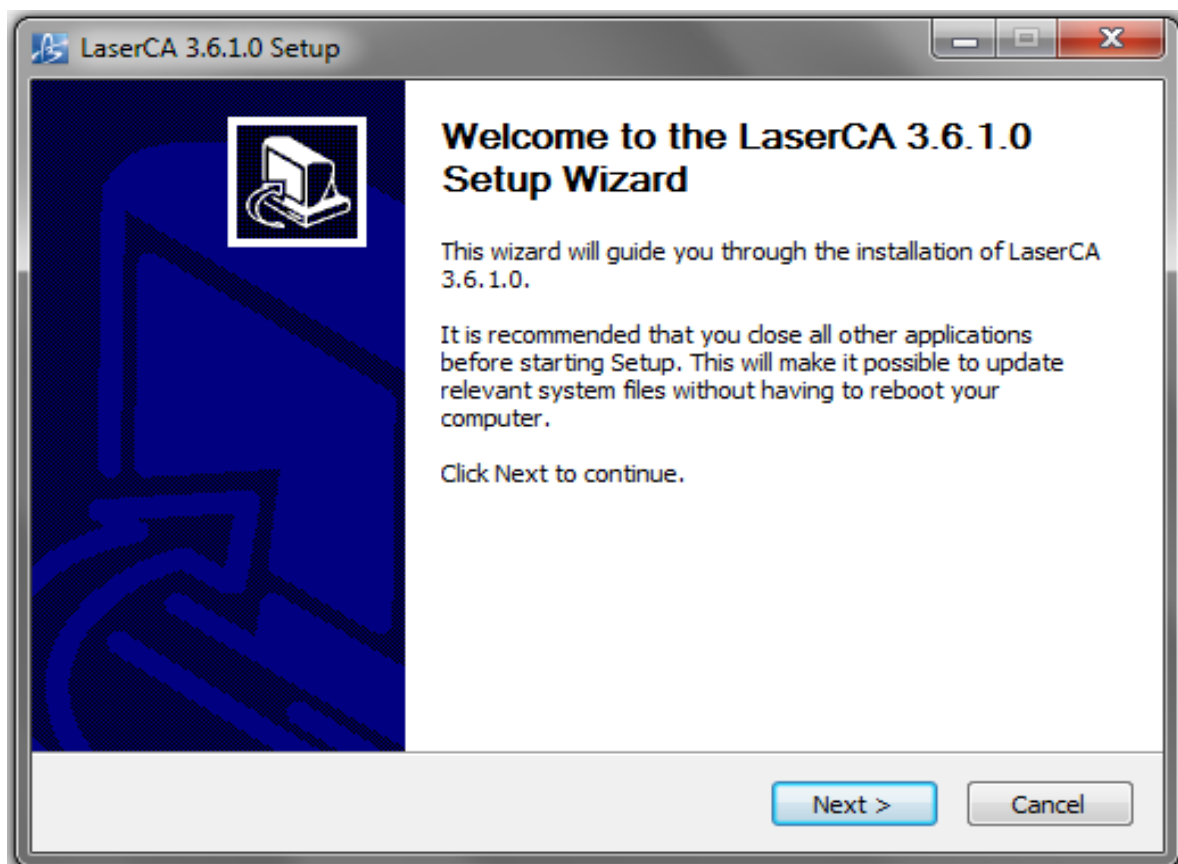


Figura 27 Pantalla de inicio instalador LaserCA. Fuente: Creación propia

Después de leer detenidamente la licencia dar clic en el botón "I Agree"

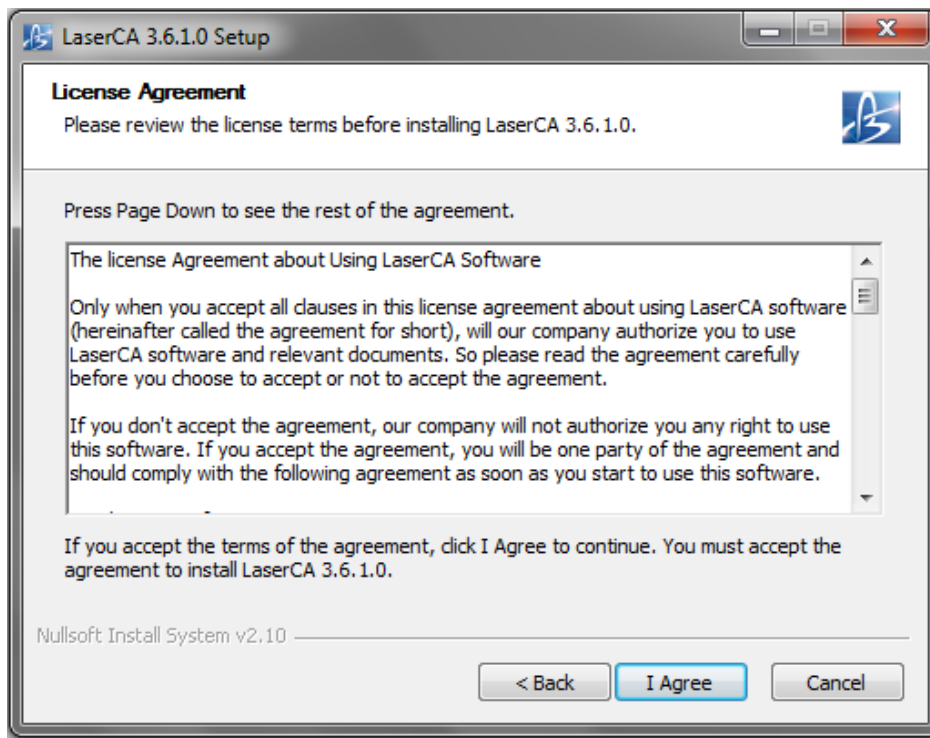


Figura 28 Términos y condiciones de uso. Fuente: Creación propia

Seleccionar la ubicación donde se guardarán los archivos de la instalación del programa “LaserCA 3.6.1.0”, de no tener alguna ubicación específica, dejar la ubicación predeterminada y dar clic en el botón “Install”.

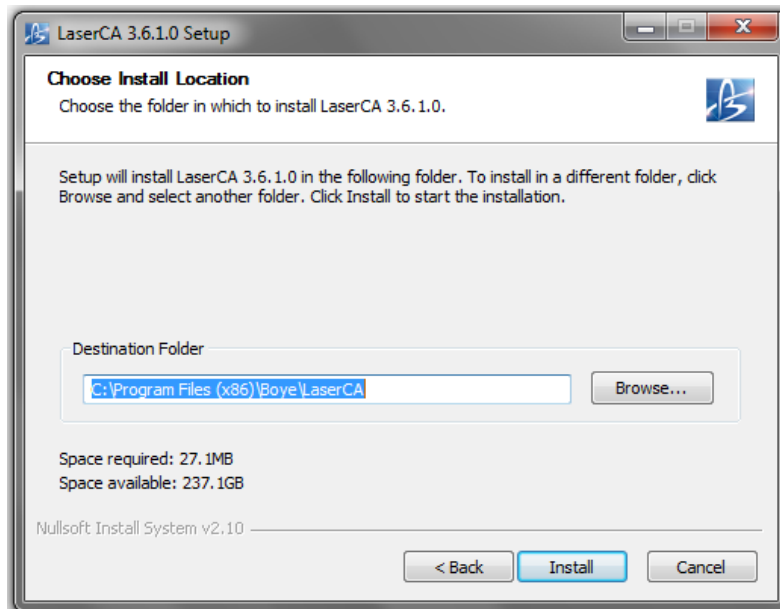


Figura 29 Ruta de instalación. Fuente: Creación propia

Esperar a que termine el proceso de instalación

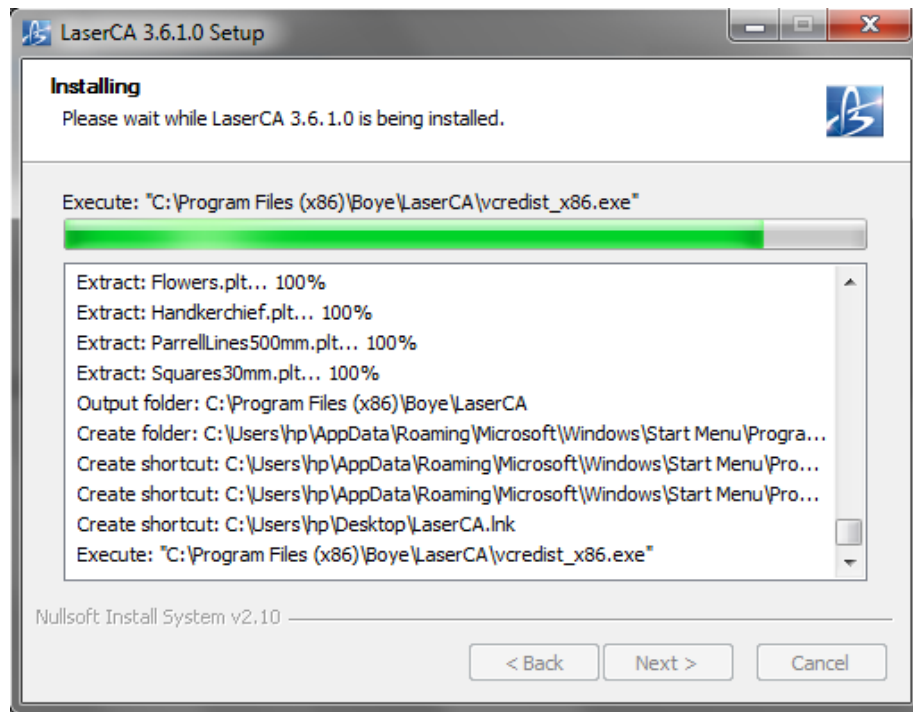


Figura 30 Pantalla de instalación. Fuente: Creación propia

Después de leer detenidamente los términos de licencia, dar clic en el botón “Yes”

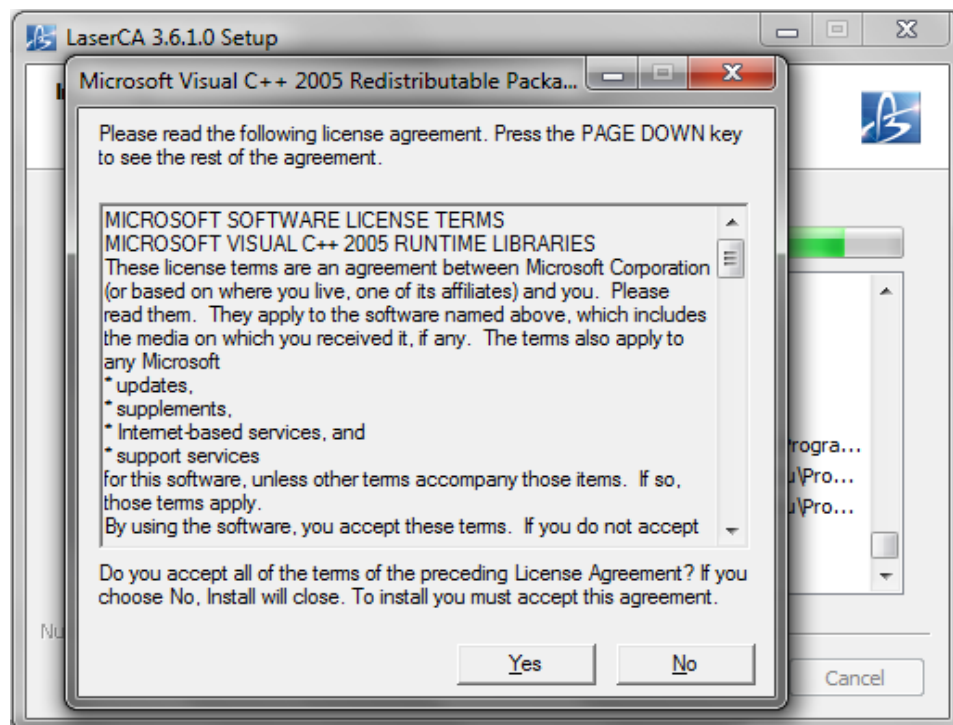


Figura 31 Acuerdo de uso. Fuente: Creación propia

Para la finalización del programa dar clic en botón “Finish”.

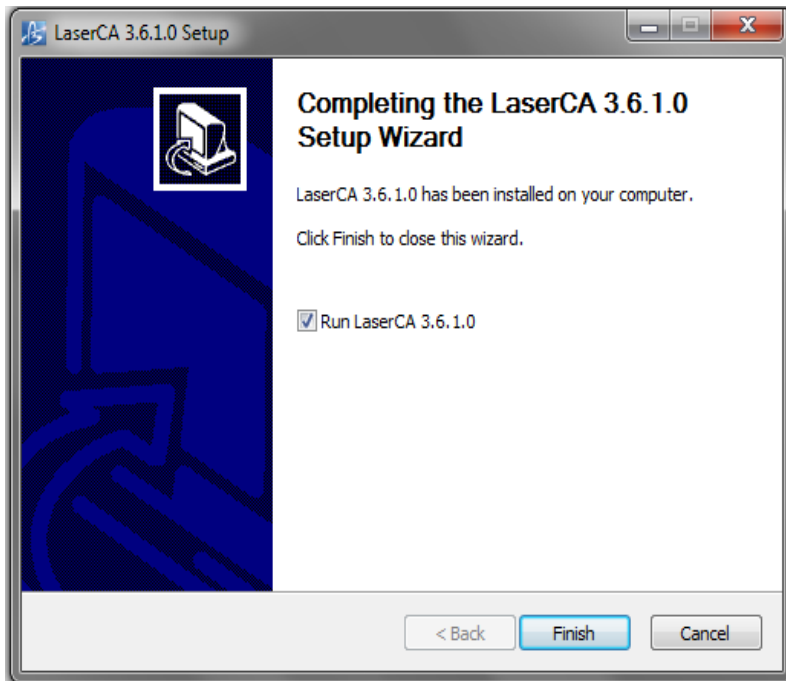


Figura 32 Pantalla de finalización de la instalación. Fuente: Creación propia

Después de la finalización saldrá esta ventana, dar clic en el botón “Cancel”

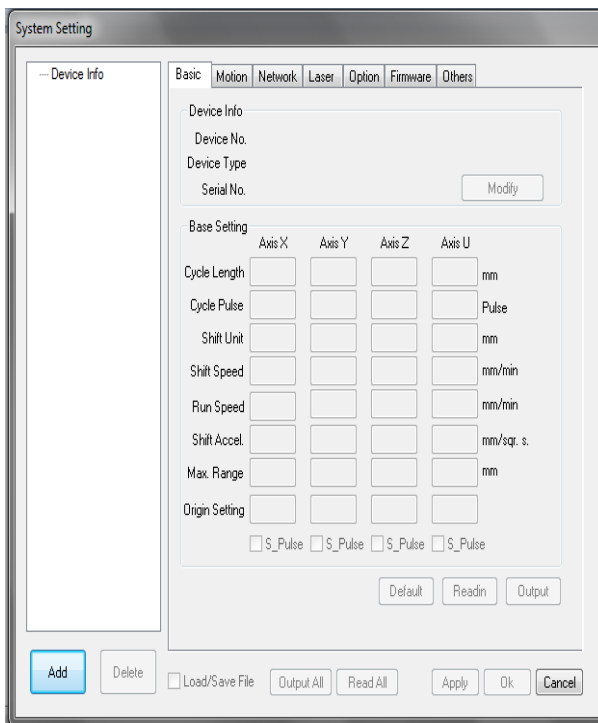


Figura 33 Configuración de equipo. Fuente: Creación propia

Después localizar en el escritorio el icono del programa LaserCA



Figura 34 Icono LaserCA. Fuente: Creación propia

Dar clic derecho en el icono “LaserCA” y clic en el botón “Solucionar problemas de compatibilidad”

Dar clic en el botón “Propiedades”



Figura 35 Acciones Windows LaserCA. Fuente: Creación propia

Aparecerá esta ventana donde debemos dar clic en la pestaña “Compatibilidad.”

Aparecerá esta ventana donde debemos dar clic en la pestaña “Compatibilidad.”

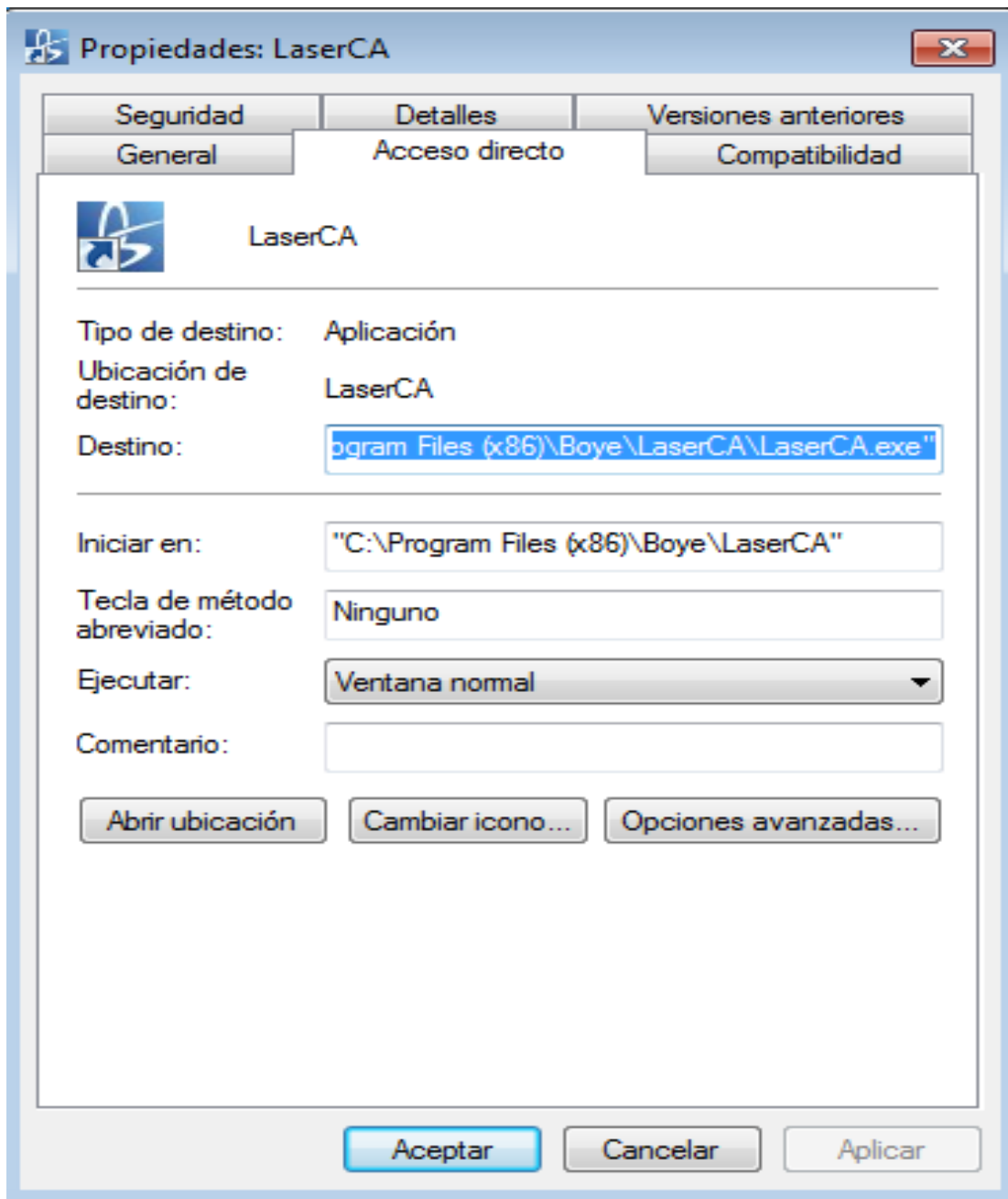


Figura 36 Propiedades LaserCA. Fuente: Creación propia

Verificar que las opciones “Ejecutar este programa en modo de compatibilidad para:” y “Ejecutar este programa como administrador” estén activadas, posteriormente seleccionar la opción “Windows XP (Service Pack 3)”, dar clic en el botón “Aplicar” y después en el botón “Aceptar”

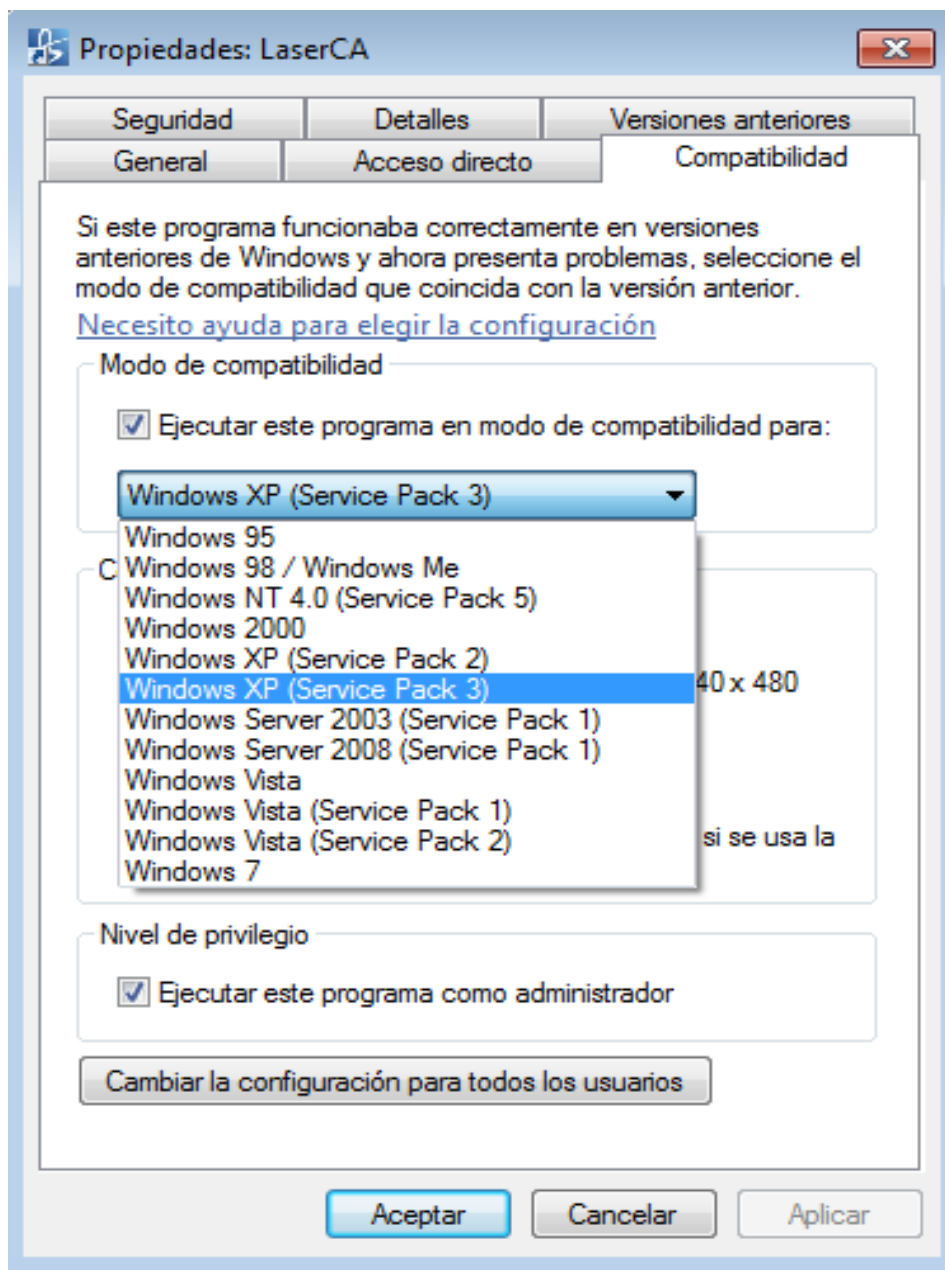


Figura 37 Compatibilidad. Fuente: Creación propia

Localizar nuevamente el icono de LaserCA (Figura 34), en el escritorio y dar doble clic para poder abrirlo.

Dar clic en el botón “Add”

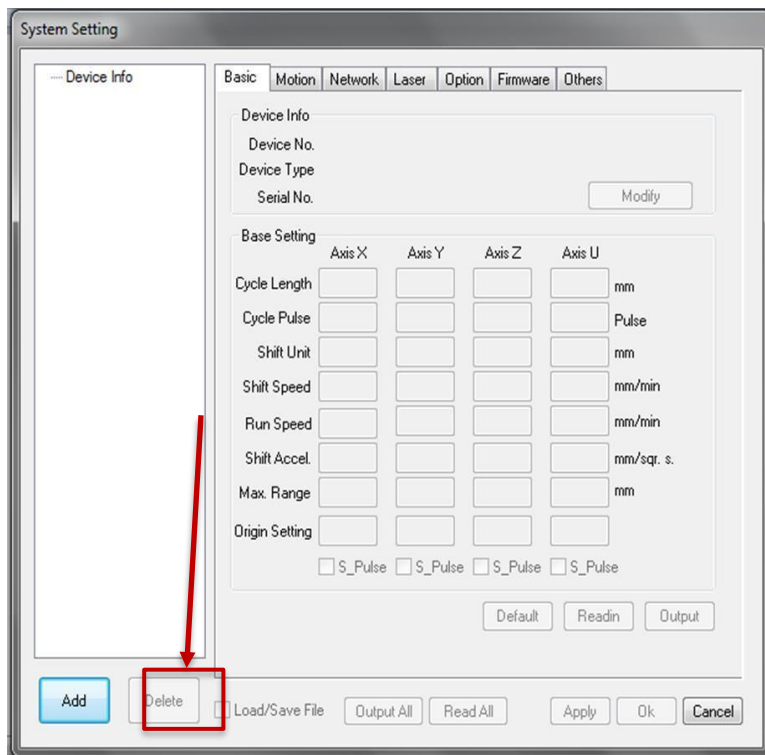


Figura 38 System Setting. Fuente Creación propia

Posteriormente asignar un nombre a la cortadora láser y daremos clic en el botón “OK”

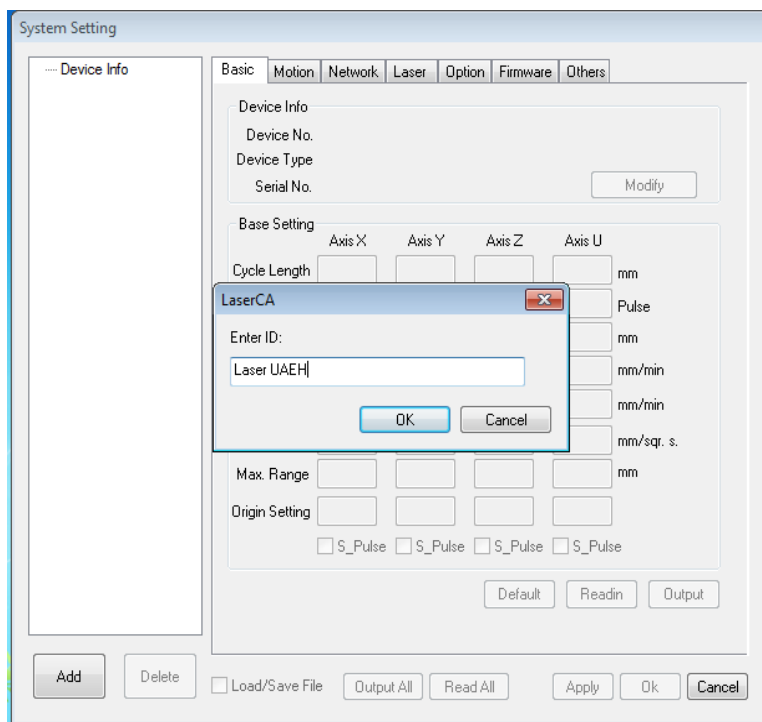


Figura 39 Nombrar máquina nueva. Fuente: Creación propia

Cambiar los parámetros predeterminados “X-Size” y “Y-Size” por 1200 mm y 900 mm respectivamente y dar clic en el botón “Ok”, después en el botón “Apply” y por último en el botón “Ok”

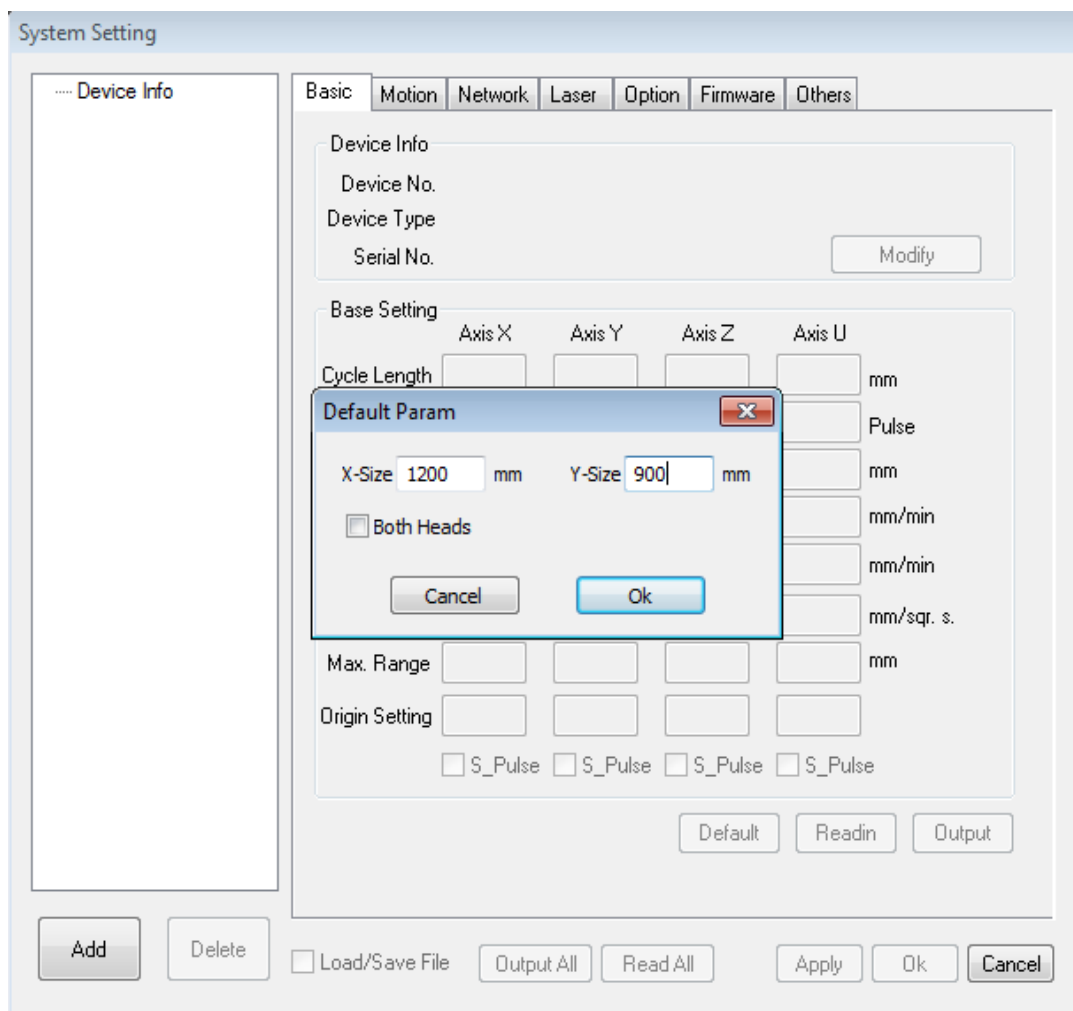


Figura 40 Medidas de la máquina. Fuente Creación propia

Una vez realizado esto, para poder utilizar el programa para controlar el equipo de corte es necesario conectar un cable ethernet al PC/laptop que se esté utilizando y al puerto ethernet del equipo, una vez realizado esto se deben concretar los siguientes pasos.

Dar clic en el botón de inicio de la barra de tareas



Figura 41 Botón de inicio. Fuente Creación propia

Dar clic en panel de control

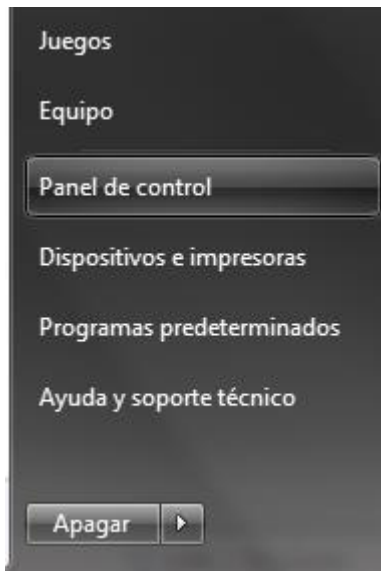


Figura 42 Pantalla de opciones de inicio. Fuente: Creación propia

Dar clic en la opción “Redes e Internet”

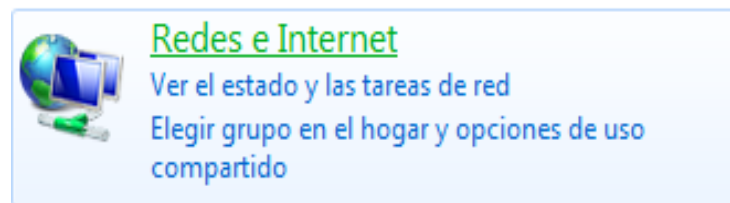


Figura 43 Figura 38 Ícono Redes e Internet. Fuente: Creación propia

Dar clic en la opción “Centro de redes y recursos compartidos”

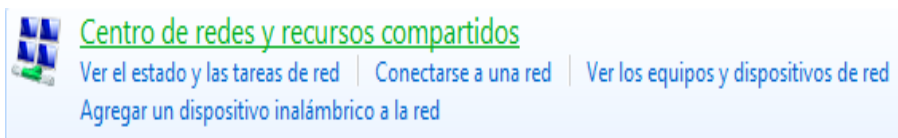


Figura 44 Icono centro de redes y recursos compartido. Fuente: Creación propia

Localizar la opción de “Conexión de área local” en el área de “Red no identificada” y dar clic.

Ver información básica de la red y configurar conexiones

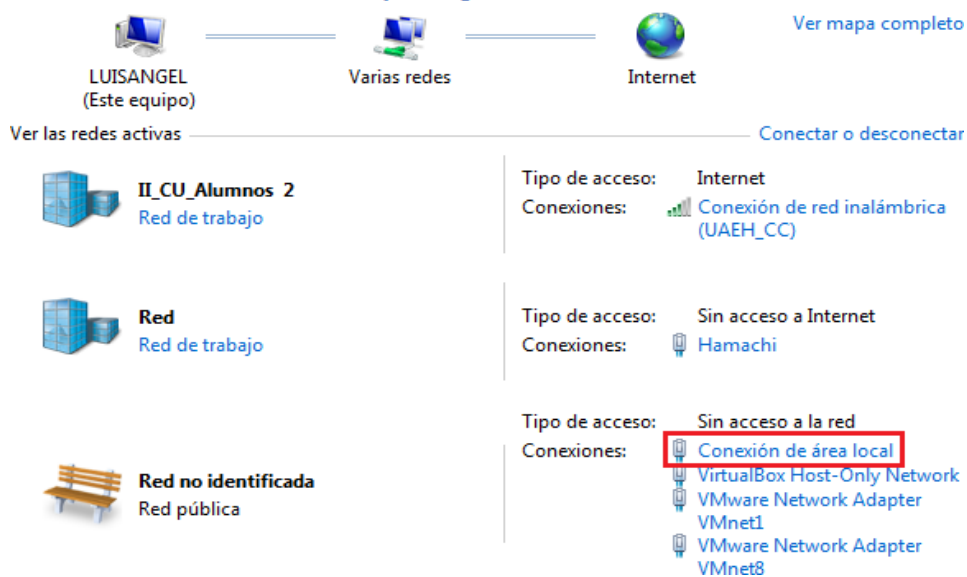


Figura 45 Información de redes y conexiones. Fuente: Creación propia

En la ventana “Estado de conexión de área local” dar clic en el botón “Propiedades

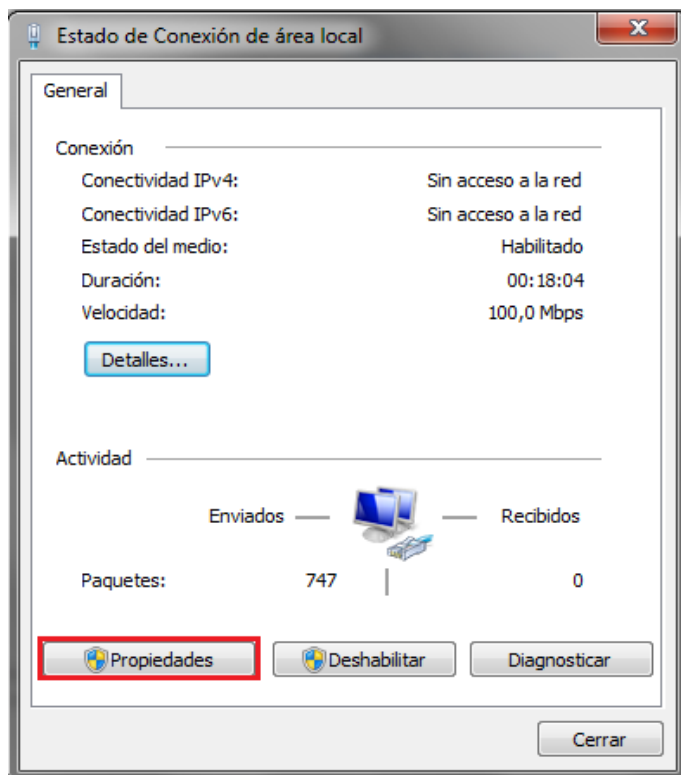


Figura 46 Estado de conexión de área local. Fuente: Creación propia

Localizar la opción “Protocolo de internet versión 4 (TCP/IPv4)”, seleccionarlo y dar clic en el botón “Propiedades”

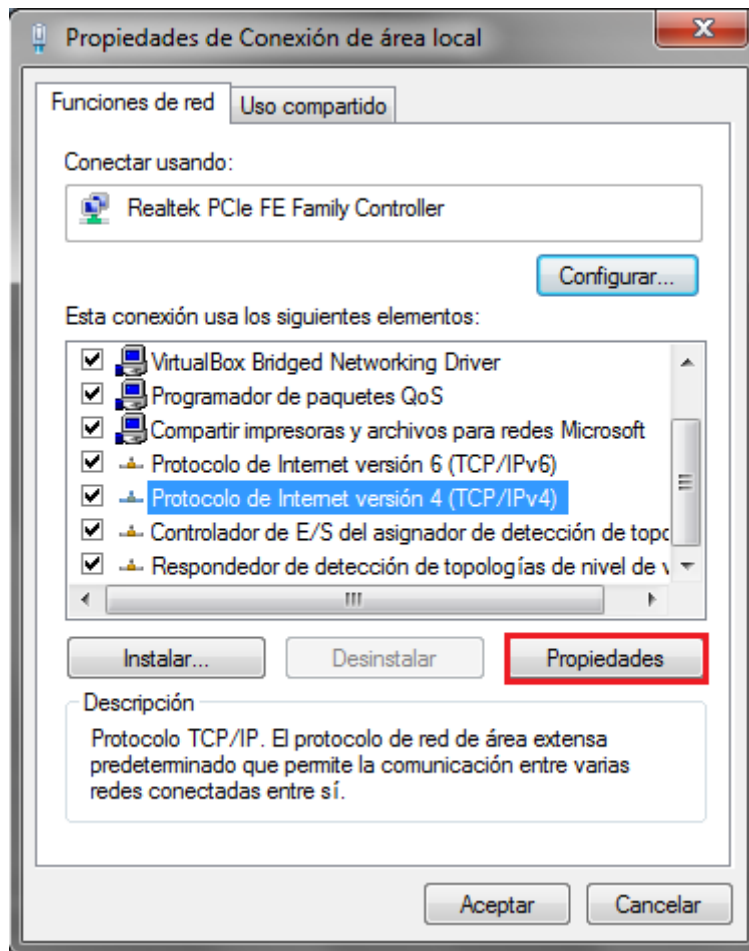


Figura 47 Propiedades de conexión de área local. Fuente: Creación propia

Posteriormente selecciona la opción “Usar la siguiente dirección IP:” y escribiremos los siguientes números:

Tabla 4

Parámetros de configuración de red para la comunicación entre LaserCA y la máquina HSLC 1206

Dirección IP: 192.168.10.200

Máscara de subred: 255.255.255.0

Puerta de enlace predeterminada: 192.168.10.1

Nota. Fuente: Creación propia

Dar clic en el botón “Aceptar”

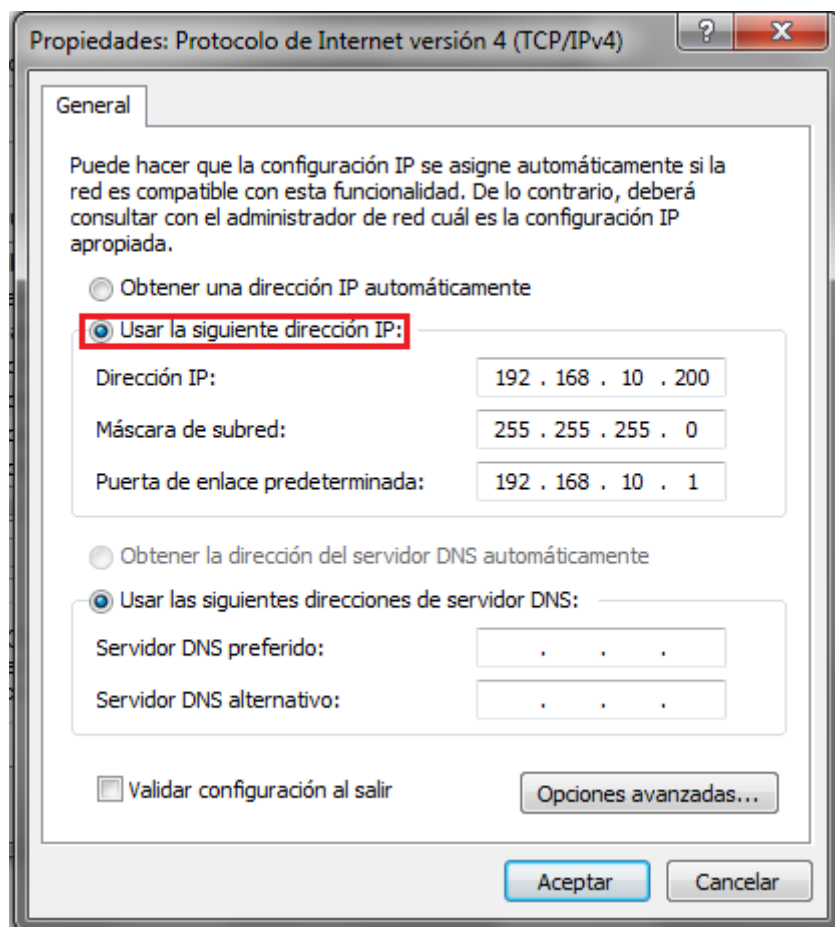


Figura 48 Protocolo de internet versión 4 (TCP/IPv4). Fuente: Creación propia

El sistema arrojará una alarma, dar clic en el botón “Sí”

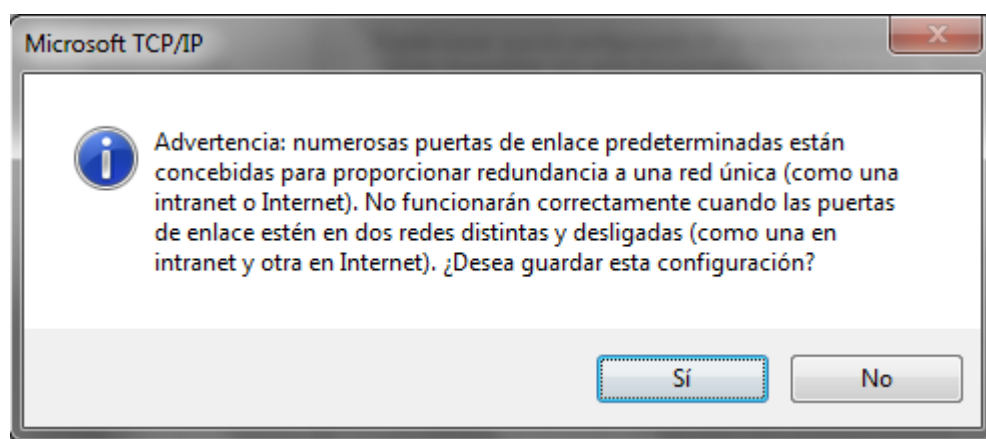


Figura 49 Advertencia de redes. Fuente: Creación propia

Una vez completada la configuración de red, el software LaserCA queda preparado para establecer comunicación con la máquina de corte láser HSLC 1206. Esta conexión permite transferir archivos, configurar parámetros de operación y controlar el equipo desde una computadora externa.

La correcta instalación y configuración del software constituyen un requisito fundamental para garantizar el funcionamiento adecuado del sistema de corte láser. Asimismo, el conocimiento de estas herramientas facilita la preparación de los proyectos que posteriormente serán utilizados durante las prácticas descritas en el capítulo siguiente.

CAPITULO 5.- PROYECTOS DE PRÁCTICA

Practica 1. Cortes básicos de contorno

Para la primera práctica, se realizará el desarrollo desde el modelado de la pieza deseada hasta su programación en el equipo de corte, en esta primera práctica se realizará una figura, que en este ejemplo será un cuadrado, para un modelado y programación con una complejidad menor para poder comenzar a comprender el proceso de corte láser.

Objetivo de la práctica

Desarrollar una pieza geométrica básica mediante el uso de SolidWorks y programarla en el software LaserCA para comprender el flujo completo de trabajo en un proceso de corte láser, desde el diseño CAD hasta la ejecución del corte en el equipo HSLC 1206.

Para comenzar, se seleccionará la actividad de CROQUIS en SolidWorks, se utilizará la herramienta rectángula de centro como se ve en la figura 50:

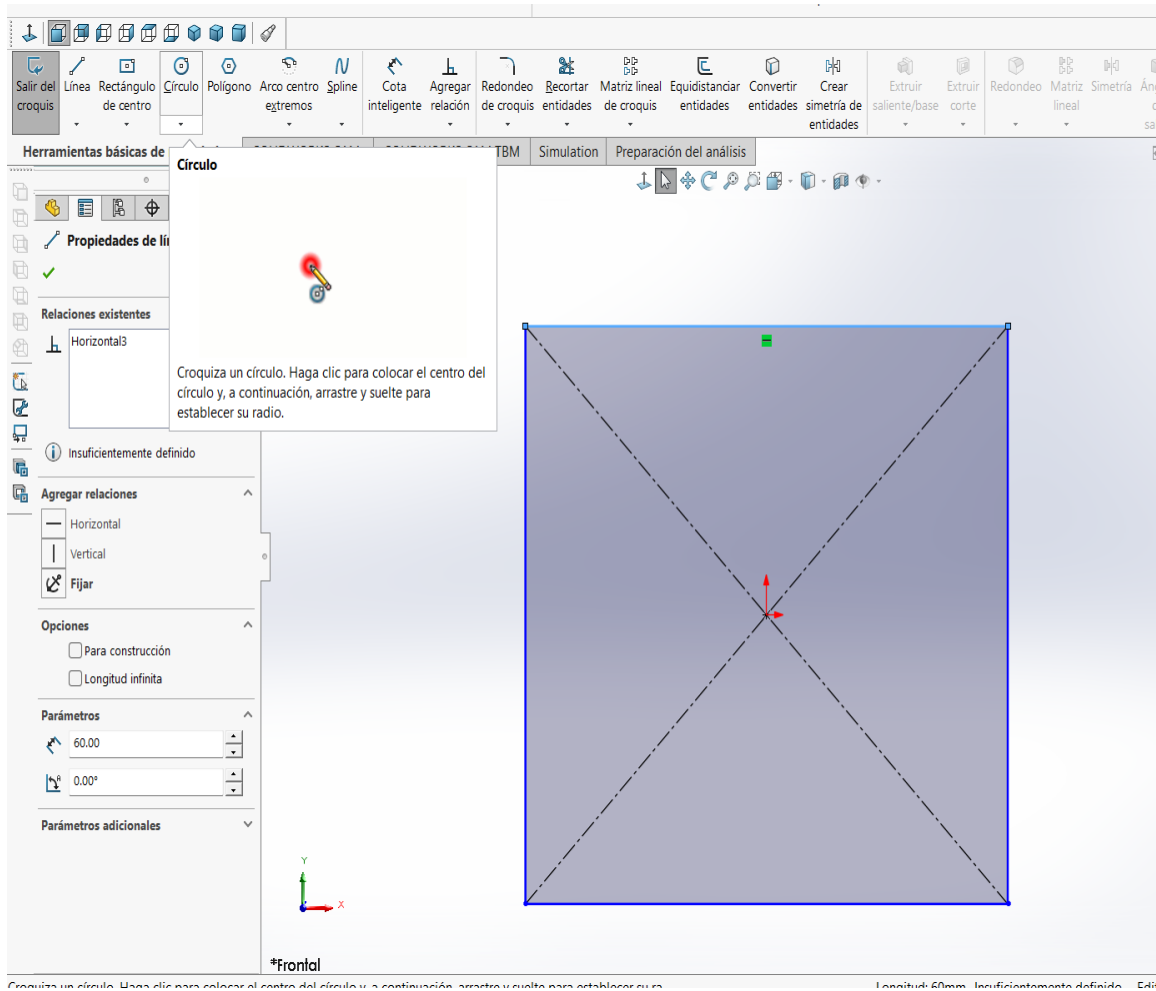


Figura 50 Croquis 1 corte básico de contorno. Fuente: Creación propia

Para este ejemplo se estará dando una longitud de 60 mm x 60 mm.

Una vez realizada esta operación, se seleccionará la función “extruir” de forma que se generará un sólido, este se hará de 5mm pues es el espesor del acrílico que hay en el laboratorio de manufactura de la UAEH.

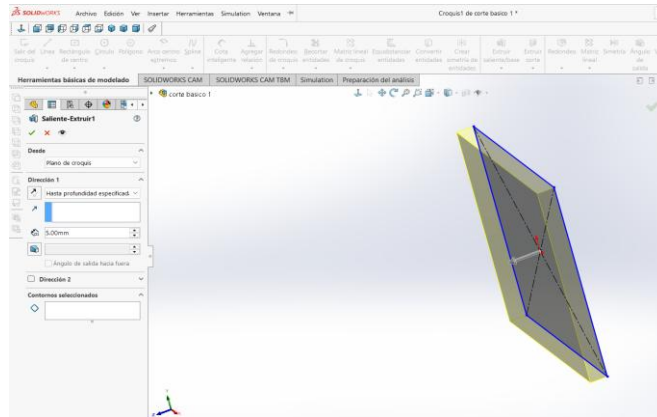


Figura 51 Extrusión corte básico de contorno. Fuente: Creación propia

Posteriormente, usando clic derecho sobre el apartado de materiales, se desprende las opciones, en esta vista, se seleccionará la opción “editar material” (véase figura 51.)

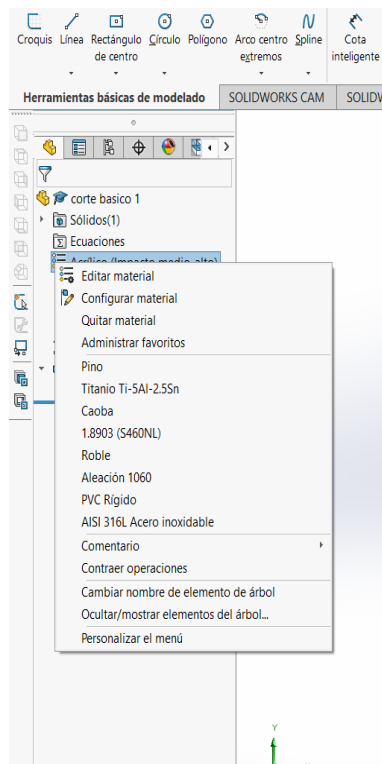


Figura 52 Barra de herramientas de material corte básico de contorno. Fuente: Creación propia

Saltará la ventana siguiente (véase figura 52), donde se seleccionará el material acrílico, dentro de los materiales por defecto de SolidWorks.

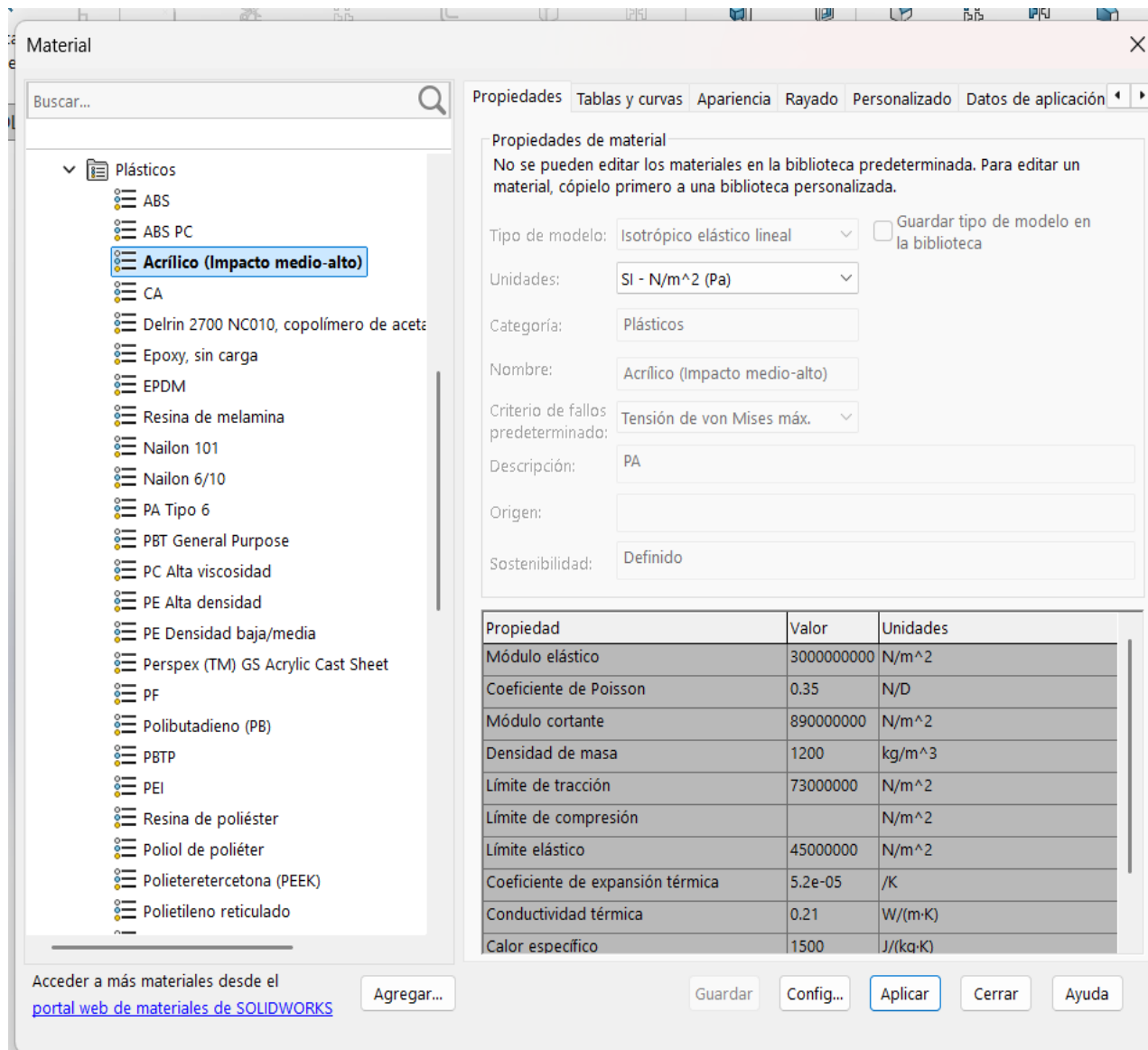


Figura 53 Panel de materiales. Fuente: Creación propia

Posterior a esto, se guardará el formato, como sólido, con la extensión “SLDPRT”, a su vez, se guardará en formato DXF. (véase figura 53)

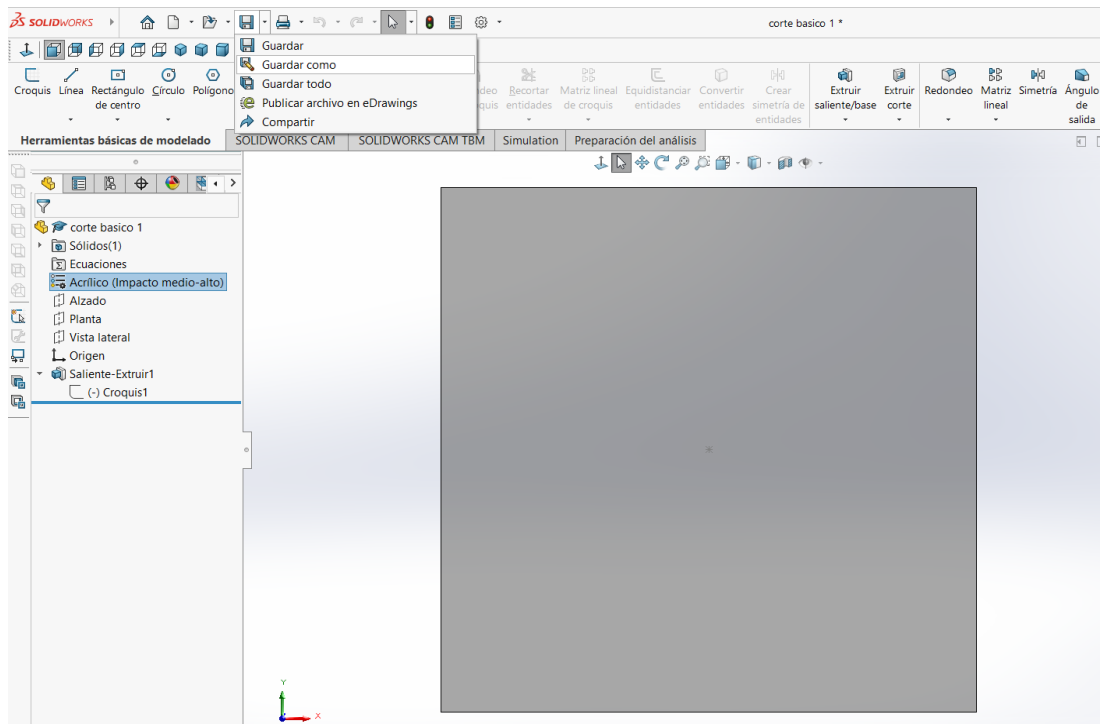


Figura 54 Solido corte básico de contorno. Fuente: Creación propia

Se tomará para el DXF la vista superior de la pieza como se observa en la figura 55.

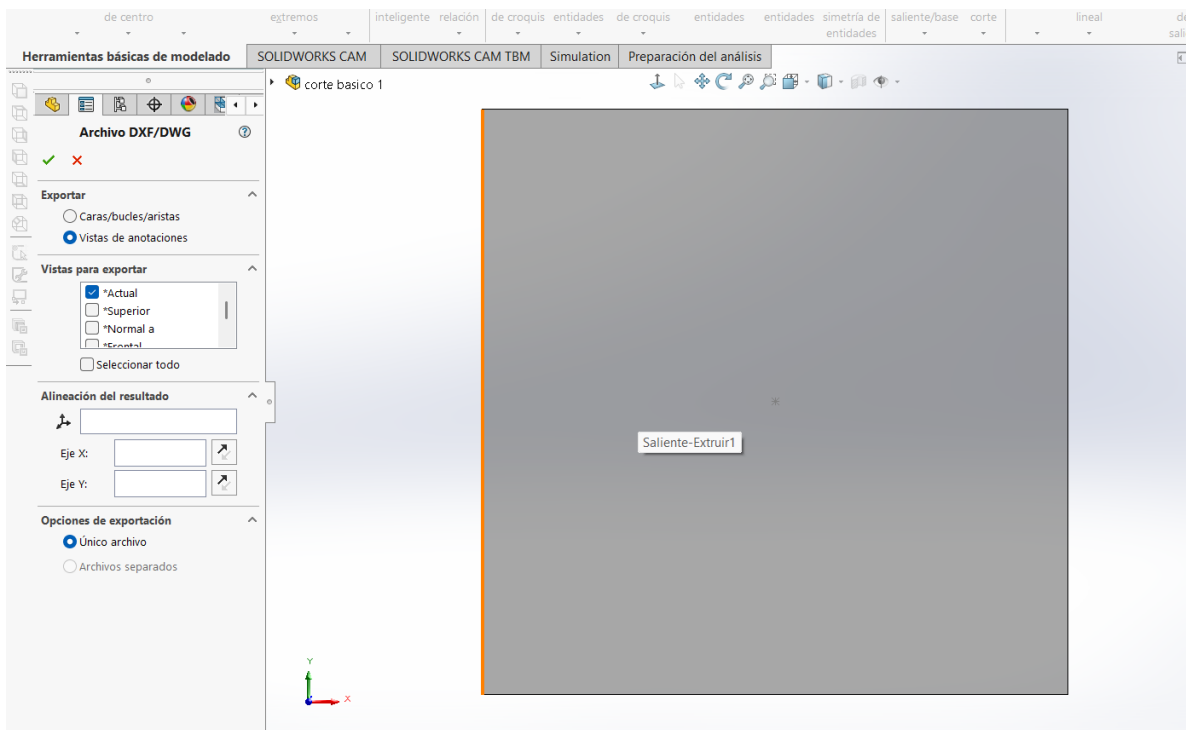


Figura 55 Selección de cara para Dxf corte básico de contorno. Fuente: Creación propia

Una vez guardado, se abrirá el programa LaserCA con el documento Dxf previamente generado. (véase figura 56)

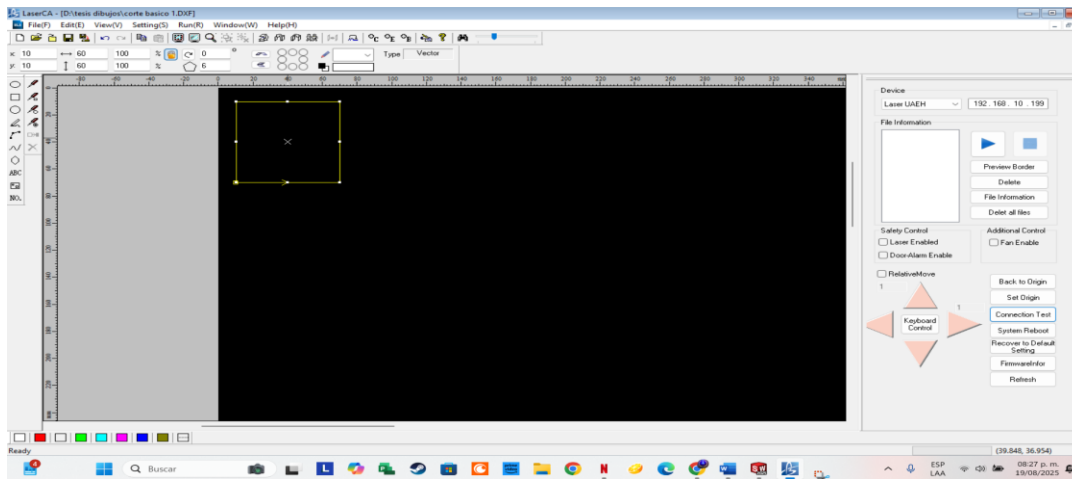


Figura 56 Pantalla de trabajo LaserCA corte básico de contorno. Fuente: Creación propia

Se verá la vista como en la Figura 56, y se deberá colocar en la zona requerida de la mesa de trabajo, modificando la ubicación XY dentro del programa, dependiendo la posición del acrílico en el equipo, en este ejemplo, la pieza se ubica en las coordenadas X10, Y10.

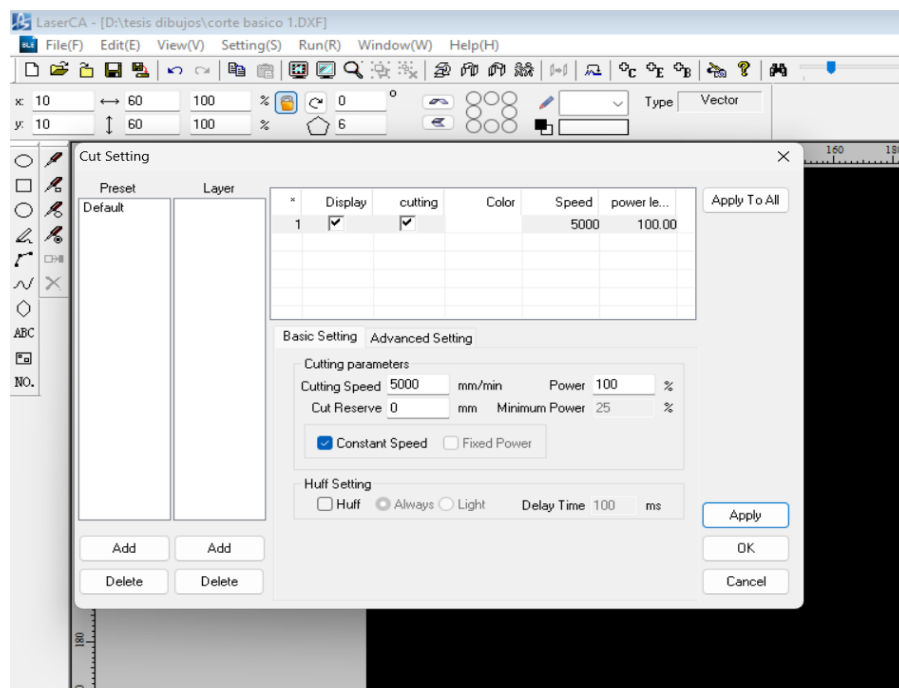


Figura 57 Configuración de corte LaserCA corte básico de contorno. Fuente: Creación propia Creación propia

Posterior a esto, se seleccionará “cut settings”, como se ve en la figura 57, se seleccionará la potencia al 100% así como la velocidad de corte de 5000 mm/min, una vez seleccionado esto, se dará en aplicar

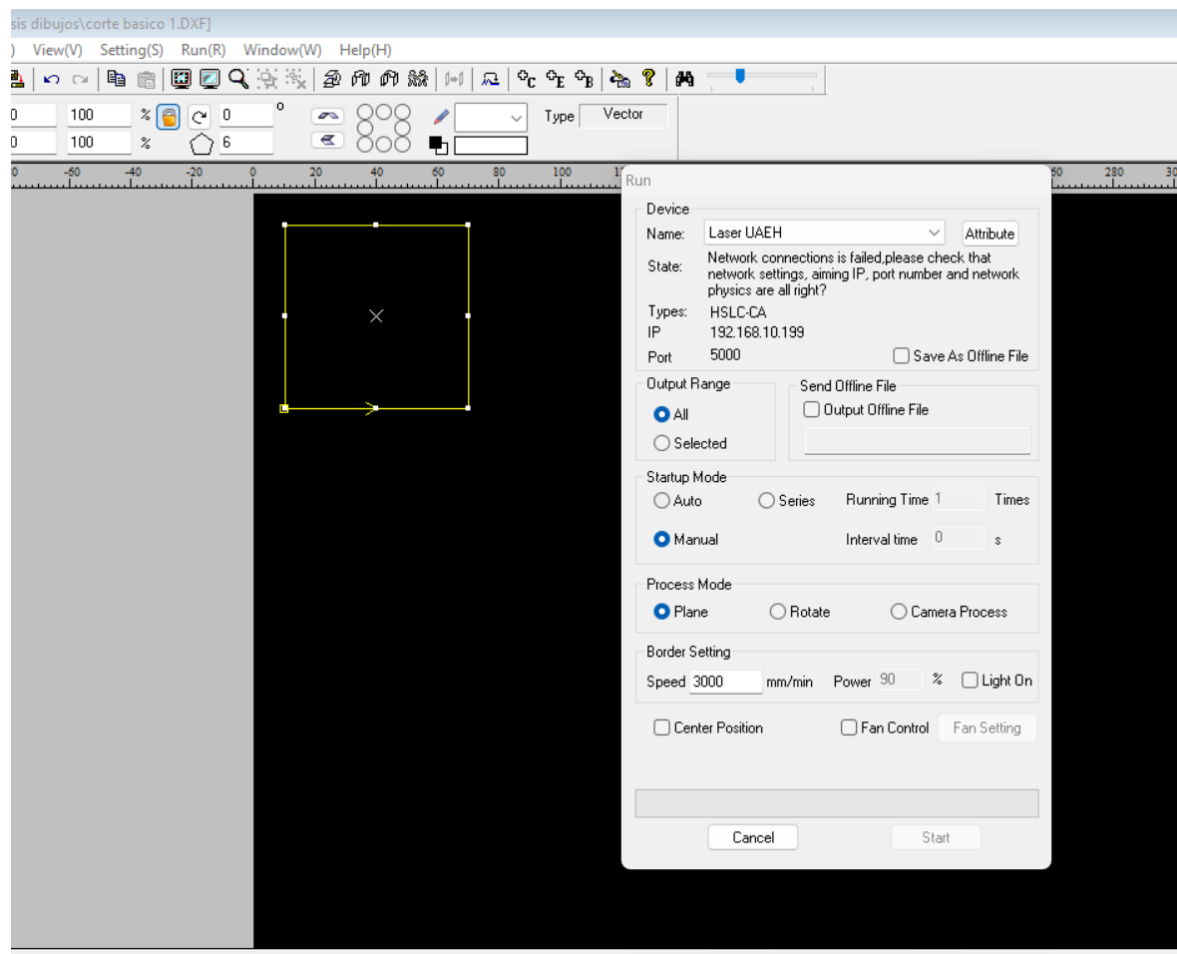


Figura 58 Configuración de arranque LaserCA básico de contorno. Fuente: Creación propia Creación propia

Una vez hecho esto se seleccionará la opción “run” lo que desplegará el cuadro de texto que se ve en la imagen, se colocará la opción de inicio manual, una vez se configure todo, se colocará el botón start para comenzar el corte, hecho esto, el equipo procederá a realizar la operación. (véase figura 58).

Resultado esperado

Al finalizar la práctica, el usuario deberá ser capaz de crear una geometría básica en SolidWorks, exportarla en formato DXF, configurar los parámetros de corte en LaserCA y ejecutar

correctamente la operación de corte sobre una placa de acrílico, obteniendo una pieza cuadrada de 60 mm × 60 mm con dimensiones consistentes respecto al diseño original.

Practica 2. Corte avanzado

Objetivo de la práctica

Desarrollar una pieza de geometría compleja mediante el uso de herramientas avanzadas de diseño en SolidWorks y su posterior procesamiento en LaserCA, con la finalidad de reforzar el uso de entidades geométricas, restricciones de diseño y parámetros de corte utilizados en la manufactura mediante tecnología láser.

Para comenzar, se seleccionará la actividad de CROQUIS en SolidWorks, se utilizará la herramienta rectángulo de centro como se ve en la imagen 59, como en el ejemplo anterior se estará utilizando las medidas 60mm x 60mm.

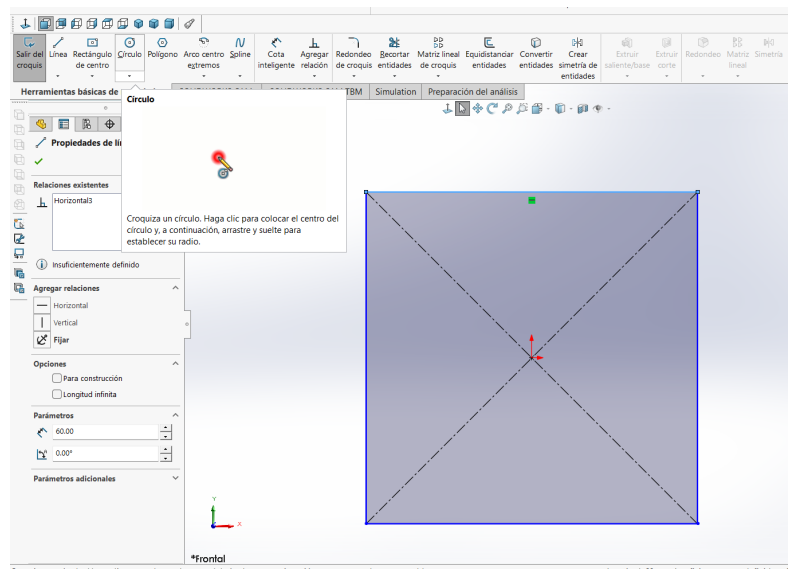


Figura 59 Croquis 1 Corte avanzado. Fuente: Creación propia

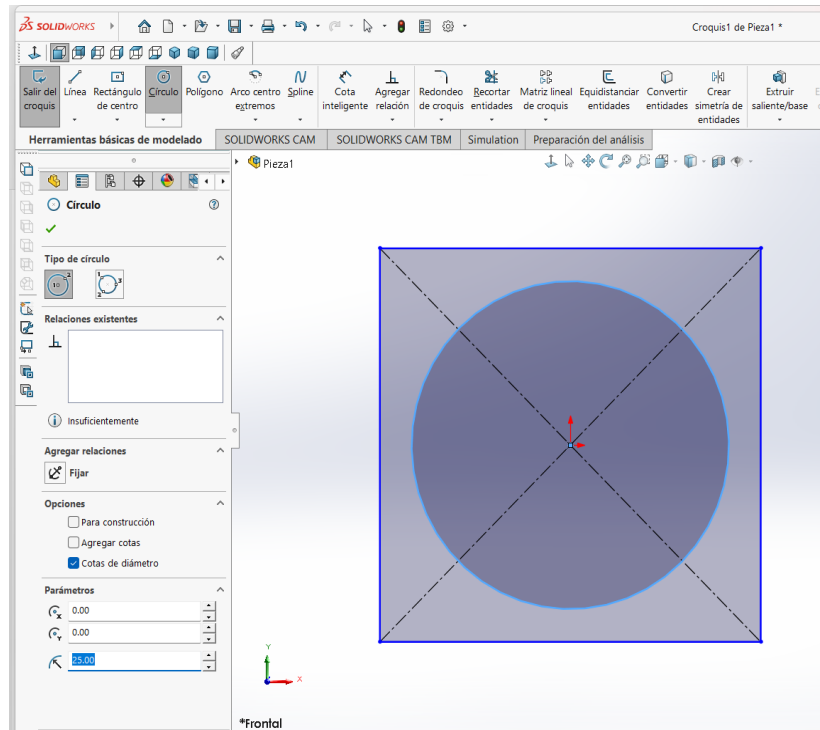


Figura 60 Croquis 2 Corte avanzado. Fuente: Creación propia

Posterior a generar el cuadro, se usará la herramienta de círculo de centro para colocar un círculo de 25mm de radio, como se observa en la figura 60.

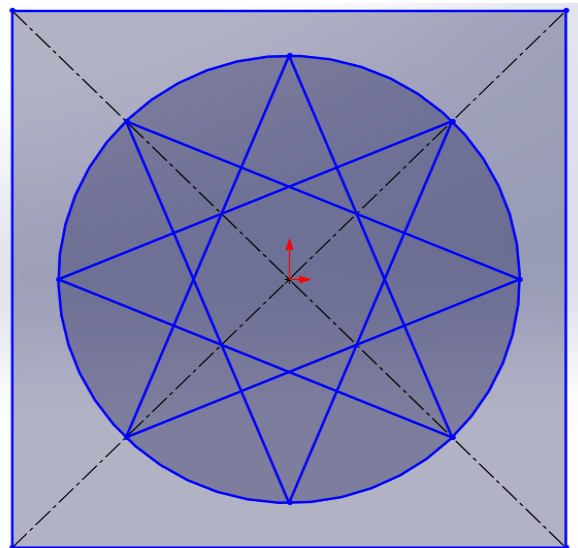


Figura 61 Croquis 3 Corte avanzado. Fuente: Creación propia

Se utilizará la función de línea y aprovechando las guías automáticas, se generará una estrella de 6 puntas como en el ejemplo mostrado en la figura 61 y 62.

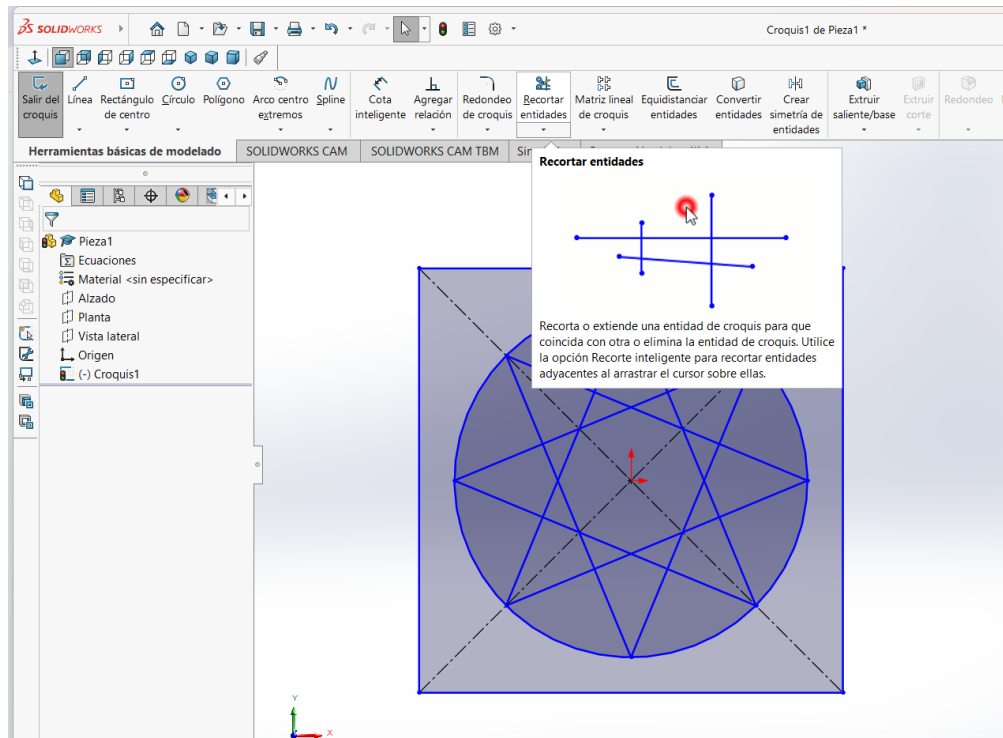


Figura 62 Recorte de entidades Corte avanzado. Fuente: Creación propia

Una vez completada la estrella, se colocará la opción “recortar entidades” la cual permitirá retirar las secciones internas de la estrella, así como la circunferencia, como se ve en la figura 63.

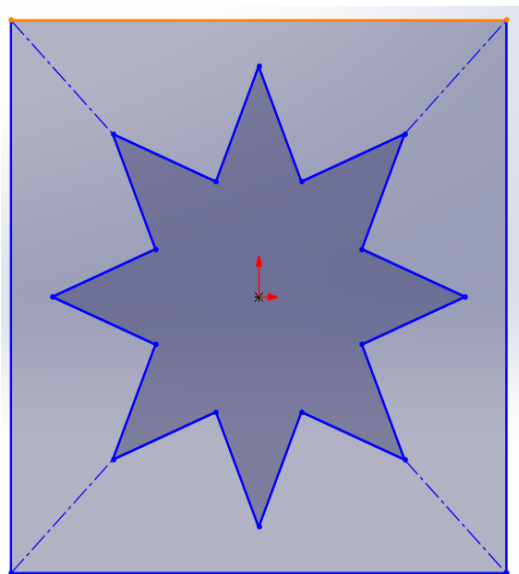


Figura 63 Croquis 4 Corte avanzado. Fuente: Creación propia

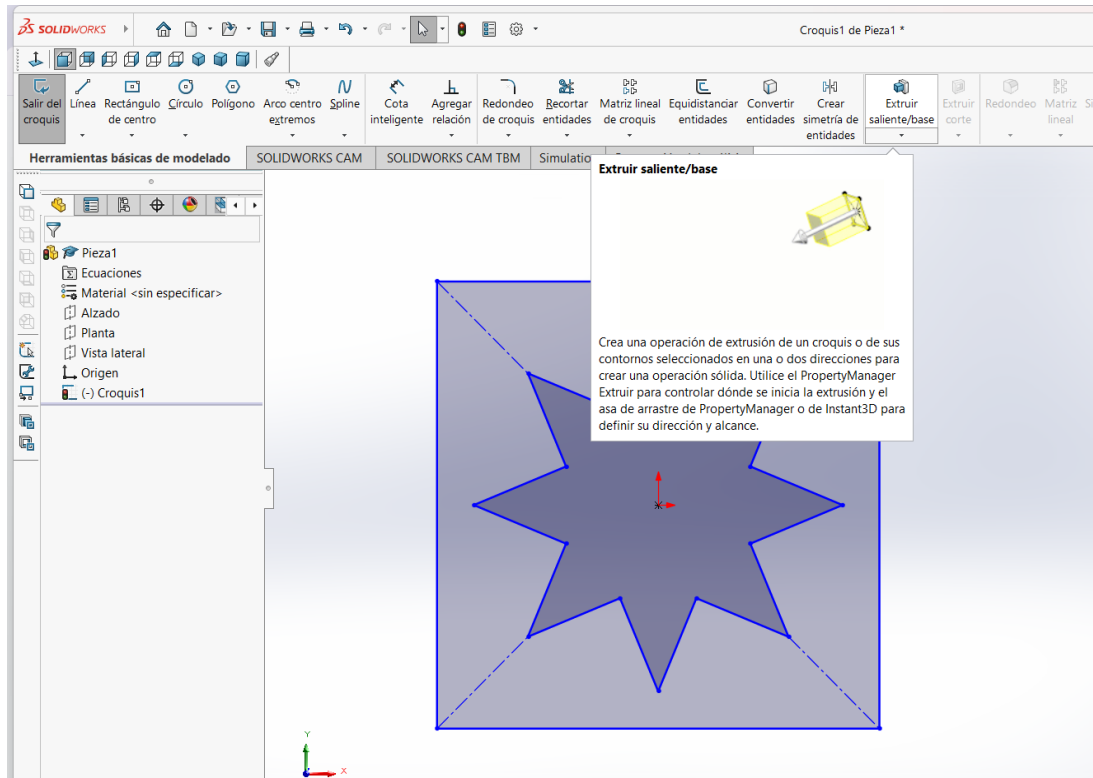


Figura 64 Extrusión 1 Corte avanzado. Fuente: Creación propia

Generada la figura de estrella se utilizará la unión saliente-extruir para generar el sólido con 5mm de espesor, para ello se seleccionará únicamente la parte exterior de la figura, de manera que se mantendrá un espacio vacío de la forma. (véase figura 65)

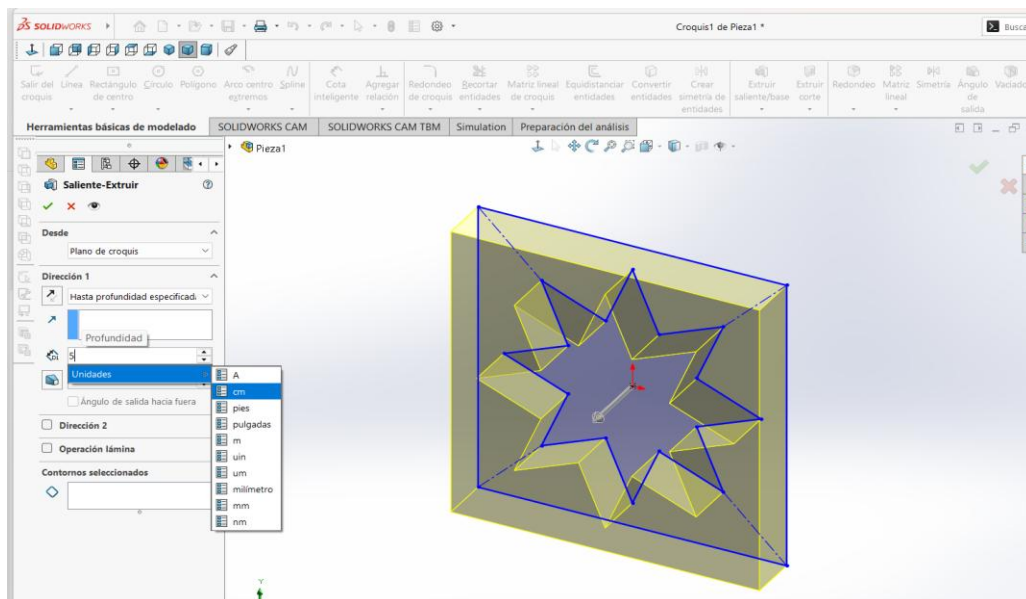


Figura 65 Extrusión 2 Corte avanzado. Fuente: Creación propia

Posteriormente, usando clic derecho sobre el apartado de materiales, se desprende las opciones, en esta vista, se seleccionará la opción “editar material”. (véase figura 66)

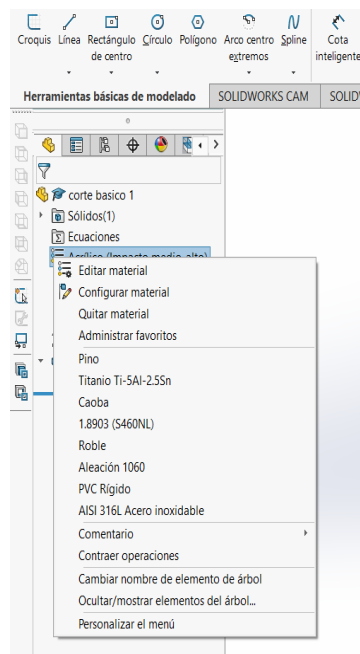


Figura 66 Barra de herramientas de material Corte avanzado. Fuente: Creación propia

Salta la ventana siguiente (véase figura 67), donde se seleccionará el material acrílico, dentro de los materiales por defecto de SolidWorks.

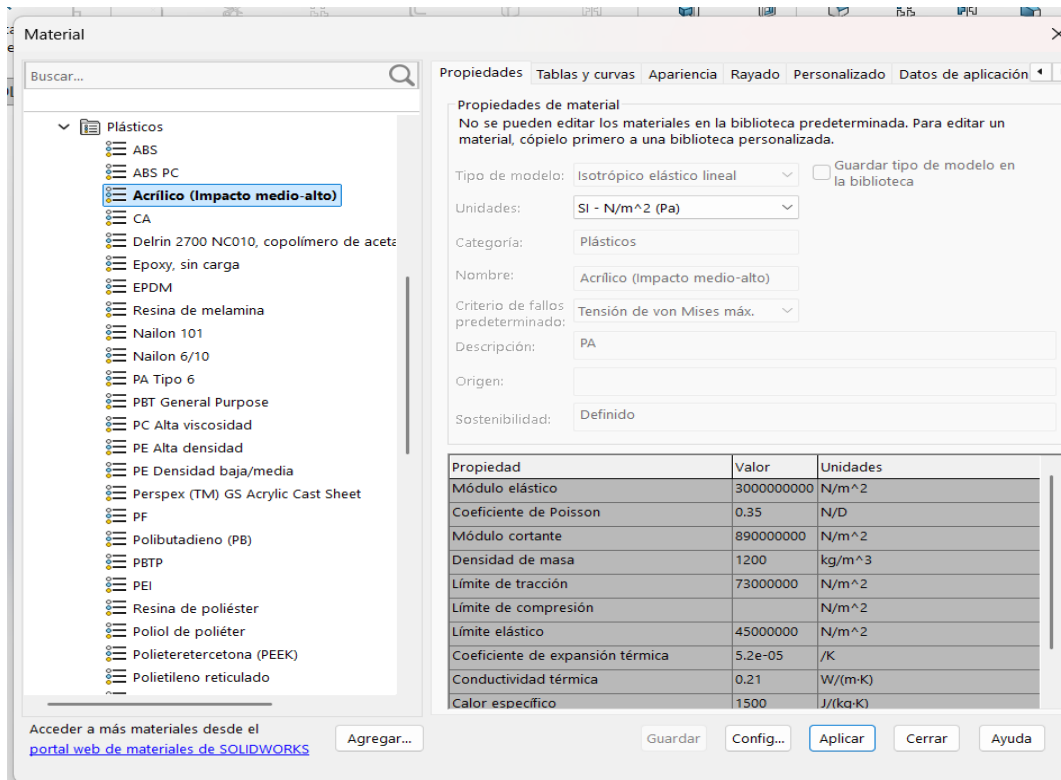


Figura 67 Barra de materiales Corte avanzado. Fuente: Creación propia

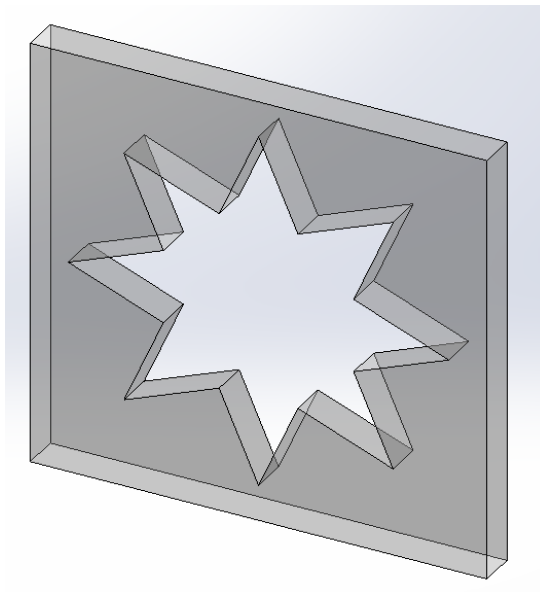


Figura 68 Solido 1 Corte avanzado. Fuente: Creación propia

Posterior a esto, se guardará el formato, como sólido, con la extensión “SLDPRT”, a su vez, se guardará en formato DXF, considerando la vista en la figura 69.

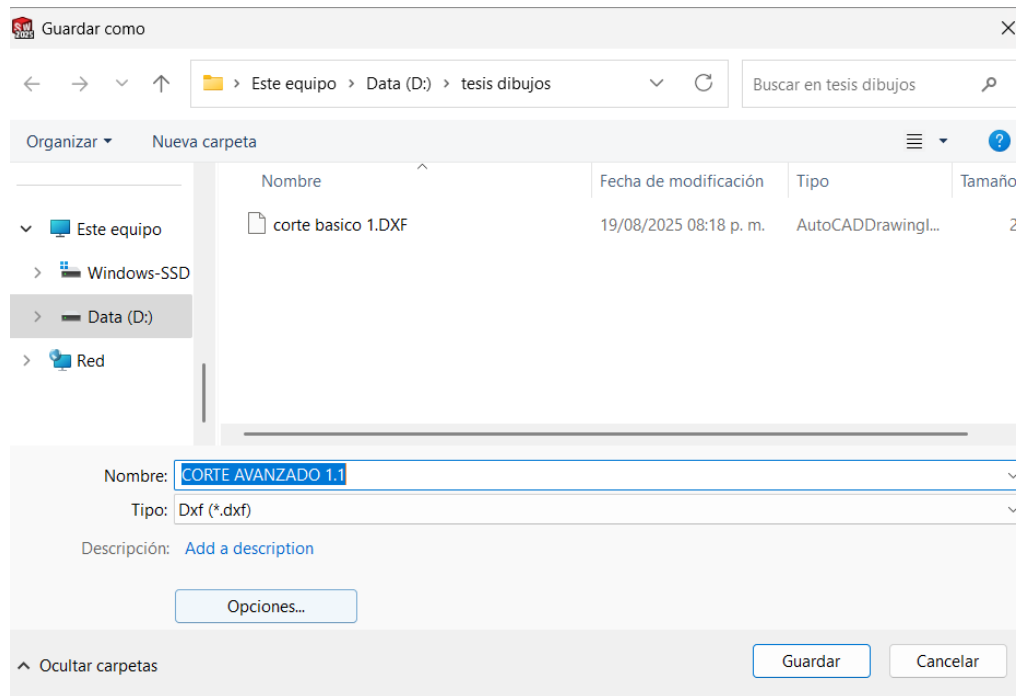


Figura 69 Pantalla de guardado SolidWorks Corte avanzado. Fuente: Creación propia

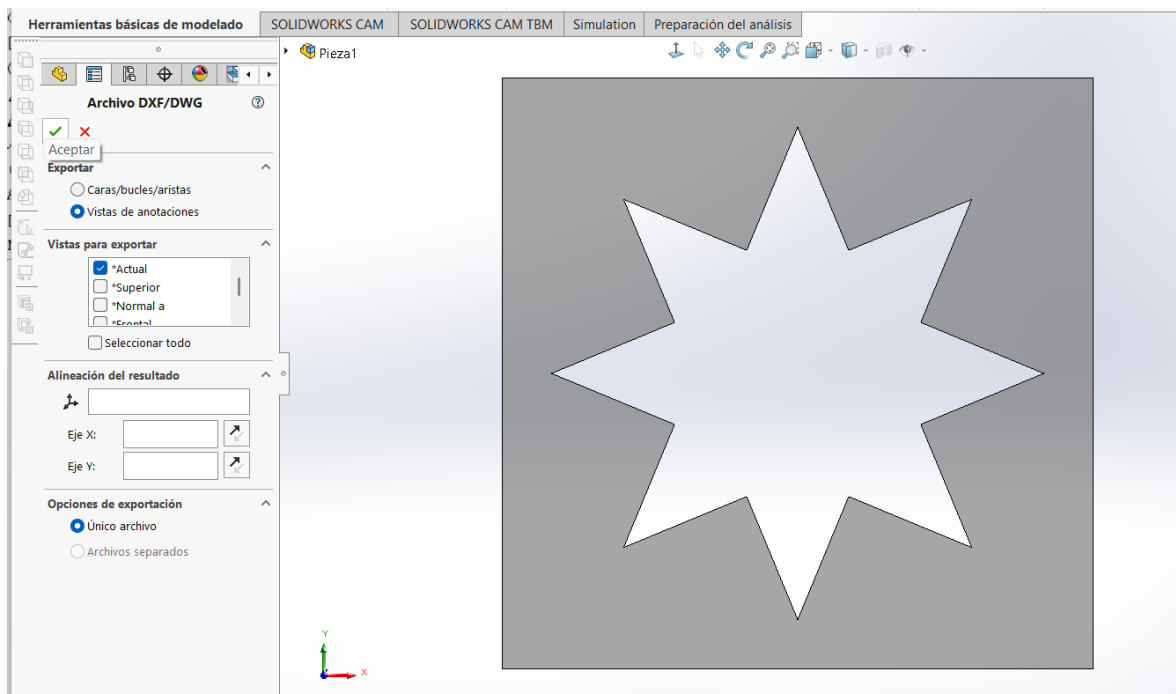


Figura 70 Selección de cara para Dxf corte avanzad. Fuente: Creación propia

Una vez hecho esto se abrirá el documento DXF dentro de LASERCA, como en la figura 71.

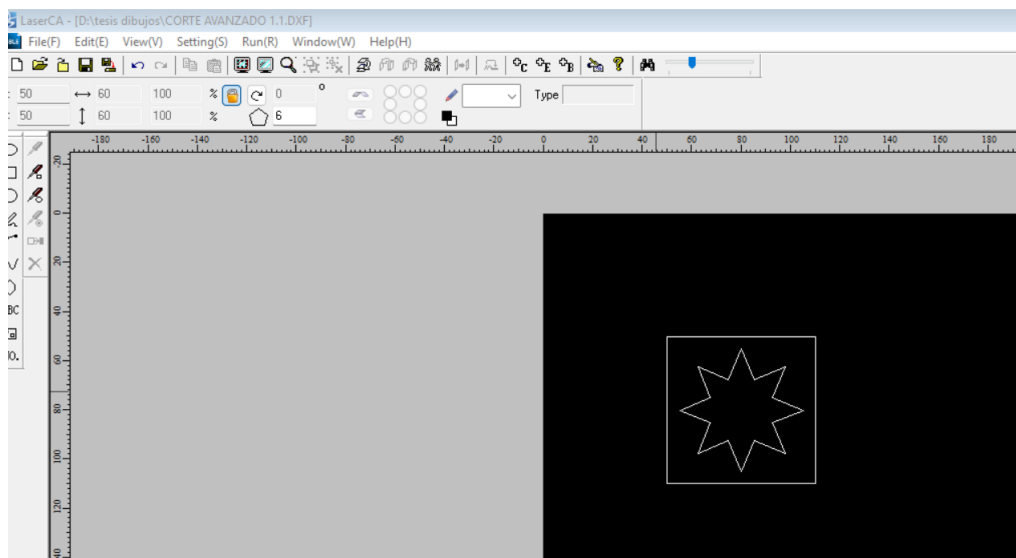


Figura 71 Pantalla de trabajo 1 LaserCA corte avanzado. Fuente: Creación propia

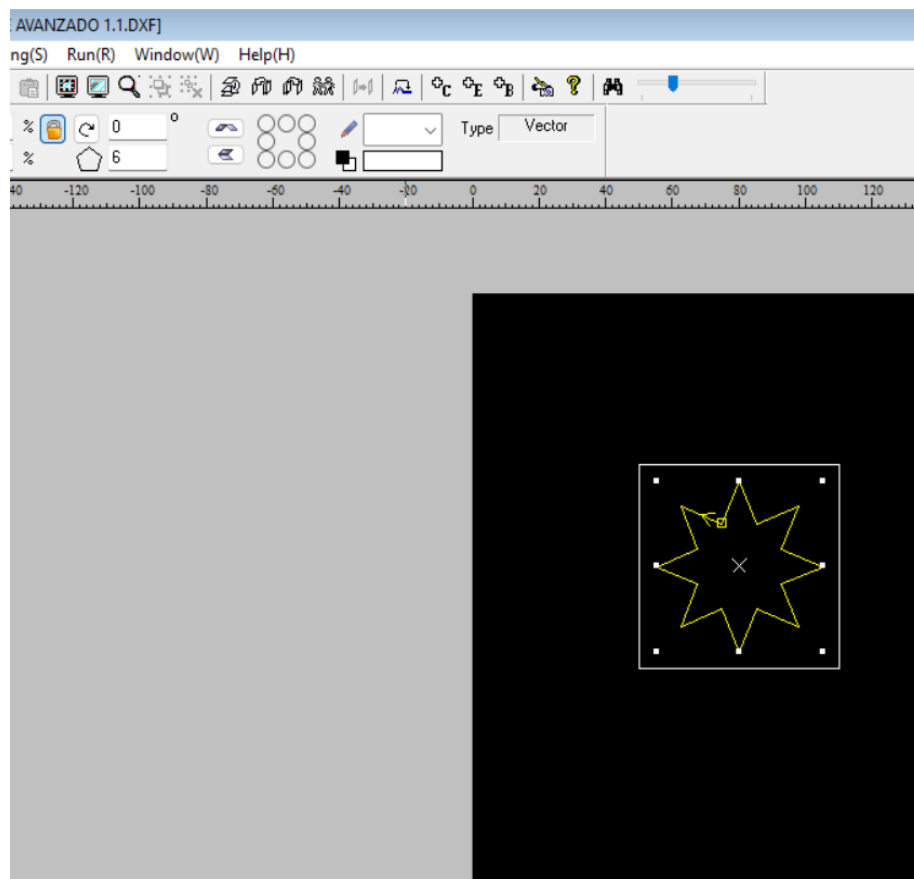


Figura 72 Pantalla de trabajo 2 LaserCA corte avanzado. Fuente: Creación propia

Una vez en LASERCA, se colocará la pieza en el área donde se realizará el corte, de forma que coincida con la posición del material en la mesa. (véase figura 72)

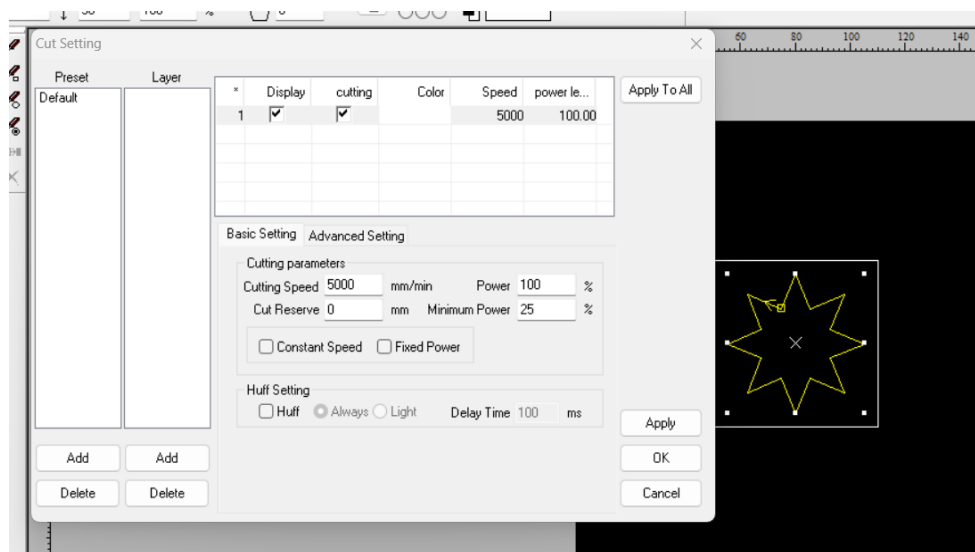


Figura 73 Configuración de corte LaserCA corte avanzado. Fuente: Creación propia

Una vez realizado esto se usará la función de “CUT” para poder realizar el corte, primero se seleccionará el contorno interior de la estrella, una vez programado ese corte se repetirá la operación con el contorno exterior.

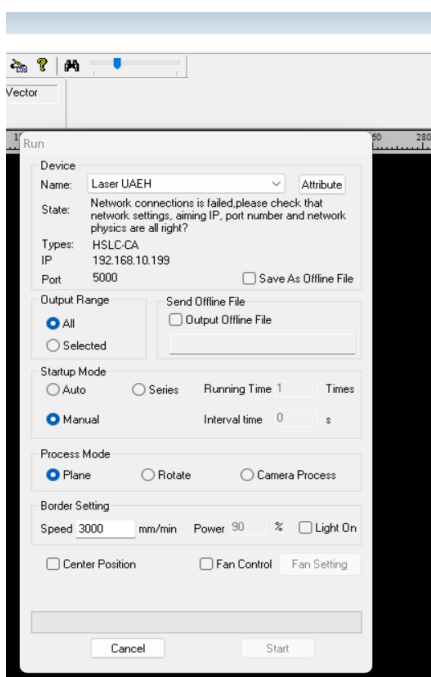


Figura 74 Configuración de arranque LaserCA corte avanzado Fuente:” Creación propia

Una vez hecho esto se seleccionará la opción “run” lo que desplegará el cuadro de texto que se ve en la imagen, se colocará la opción de inicio manual, una vez se configure todo, se colocará el botón start para comenzar el corte, hecho esto, el equipo procederá a realizar la operación. (véase figura 74).

Resultado esperado

Al finalizar la práctica, el usuario será capaz de diseñar geometrías más complejas utilizando diferentes herramientas de croquis y modelado, exportar correctamente el archivo para su procesamiento en LaserCA y realizar el corte de la pieza manteniendo la precisión dimensional requerida. Asimismo, comprenderá la influencia de los parámetros de corte sobre la calidad final de la pieza obtenida.

Practica 3. Grabado básico

Objetivo de la práctica

Comprender el funcionamiento de las operaciones de grabado mediante tecnología láser utilizando el software LaserCA y la máquina HSLC 1206, con el propósito de identificar los parámetros básicos que influyen en la calidad del grabado sobre distintos materiales.

Para comenzar, se seleccionará la actividad de CROQUIS en SolidWorks, se utilizará la herramienta rectángulo de centro como se ve en la figura 75:

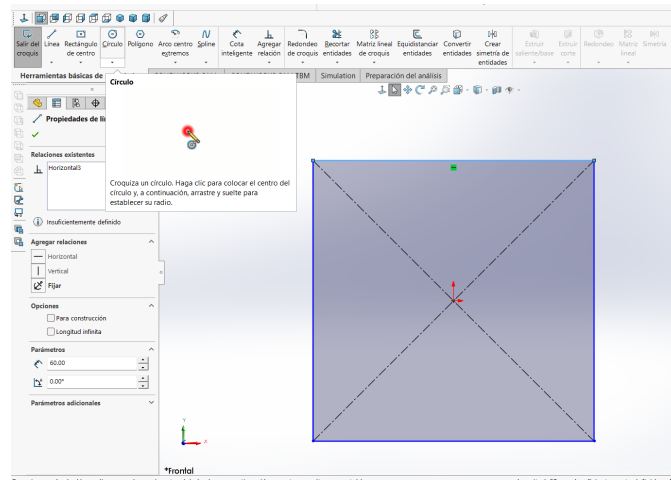


Figura 75 Croquis 1 “Grabado básico. Fuente: Creación propia

Para este ejemplo se estará dando una longitud de 60 mm x 60 mm.

Una vez realizada esta operación, se seleccionará la función “extruir” de forma que se generará un sólido, este se hará de 5mm pues es el espesor del acrílico que hay en el laboratorio de manufactura de la UAEH.

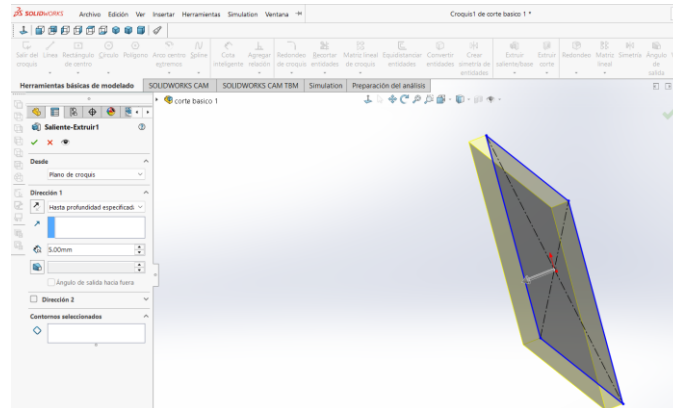


Figura 76 Extrusión Grabado básico. Fuente: Creación propia

Para el grabado básico se realizará una vez más la operación croquis, esta vez sobre el sólido previamente generado, como se ve en la figura 77.

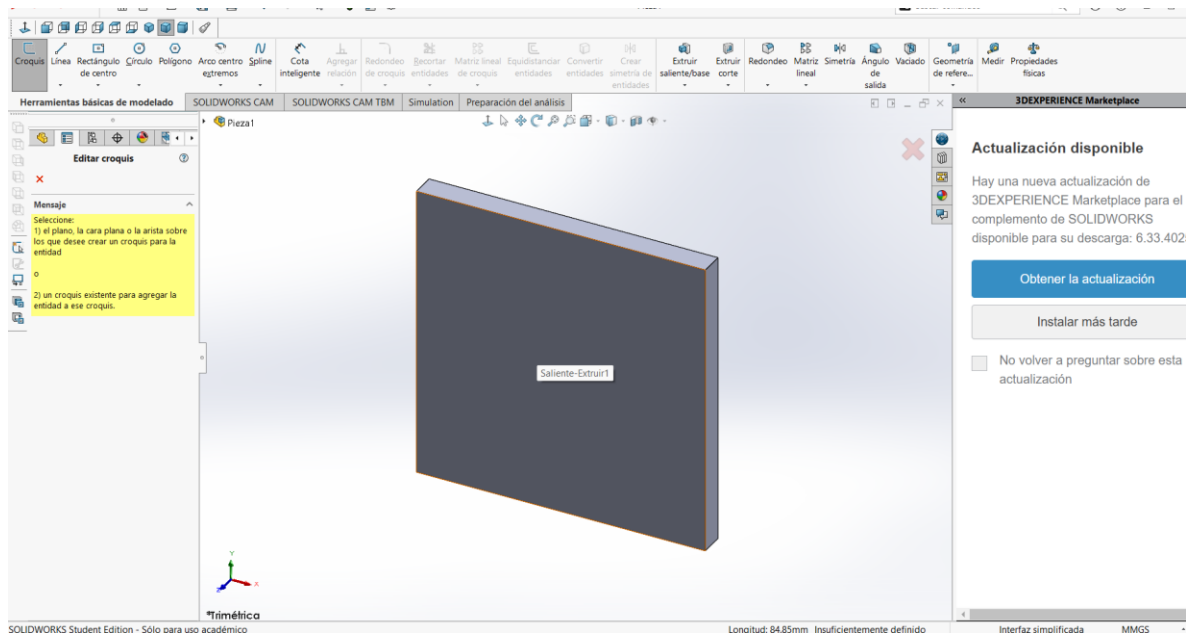


Figura 77 Solido 1 Grabado básico. Fuente: Creación propia

Ahí se realizará un círculo con diámetro 50mm como se ve en la figura 78.

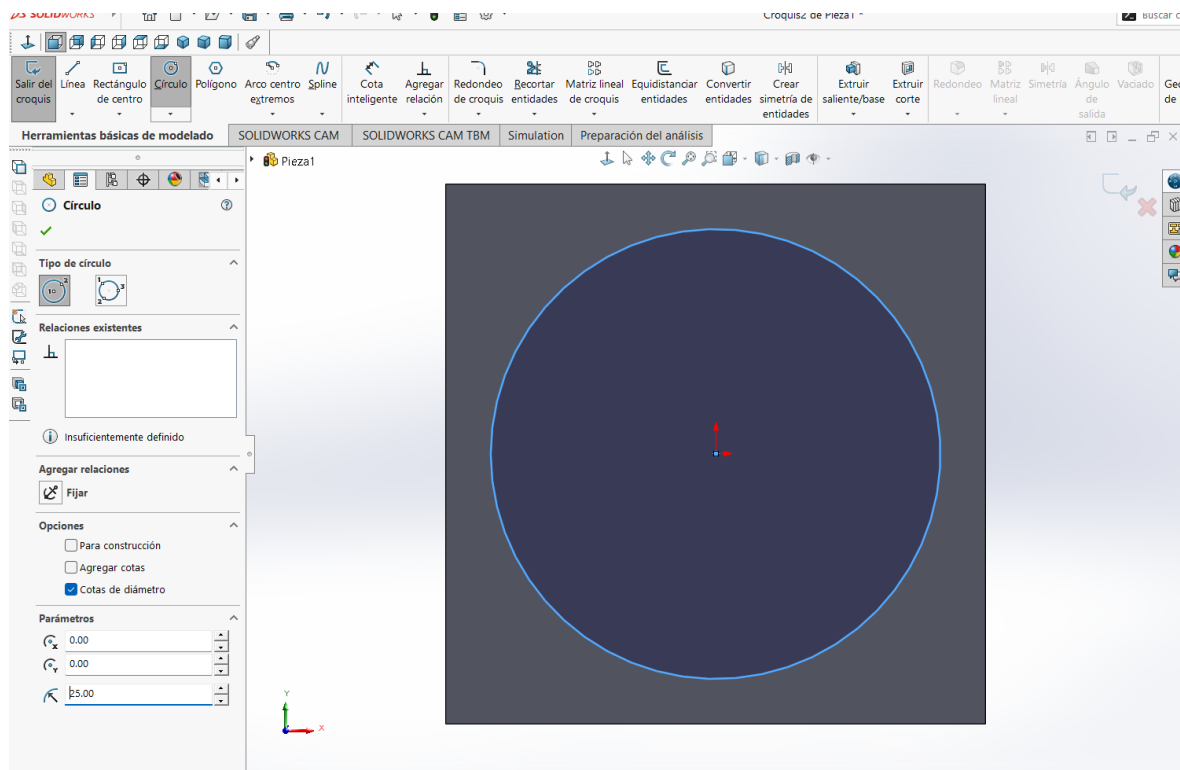


Figura 78 Croquis 2 Grabado básico. Fuente: Creación propia

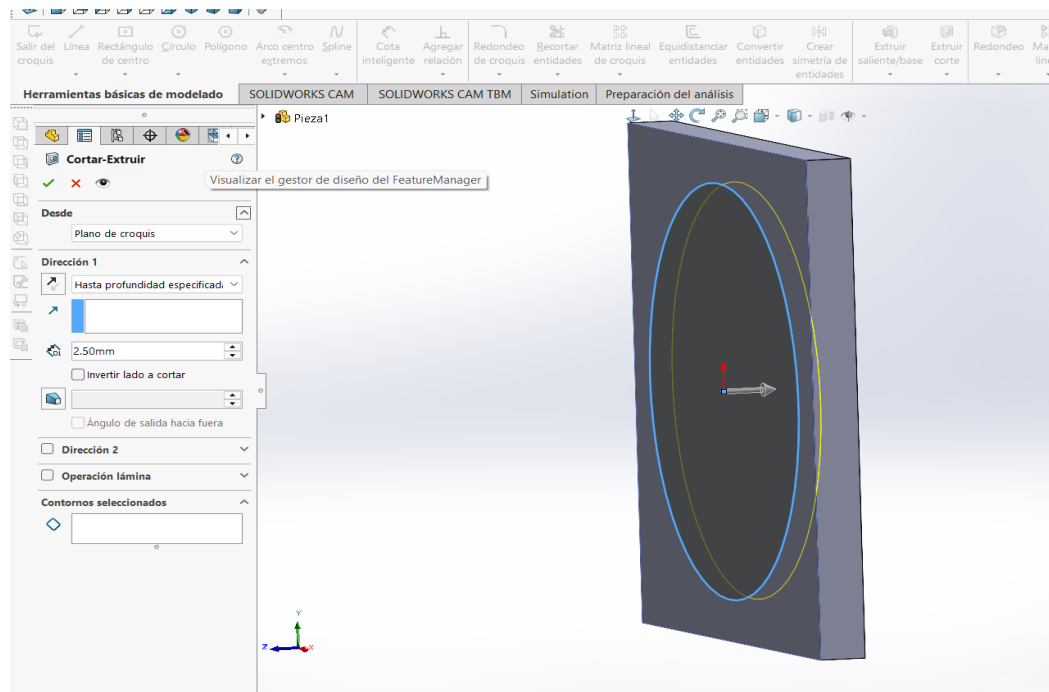


Figura 79 Extrusión de corte Grabado básico. Fuente: Creación propia

Con la herramienta extruir corte se selecciona el círculo, generando un corte en el sólido de 25 mm, de manera que quedara un grabado interno, posterior a eso de guardar el. Dxf con base a la vista presentada en la imagen 80 y 81.

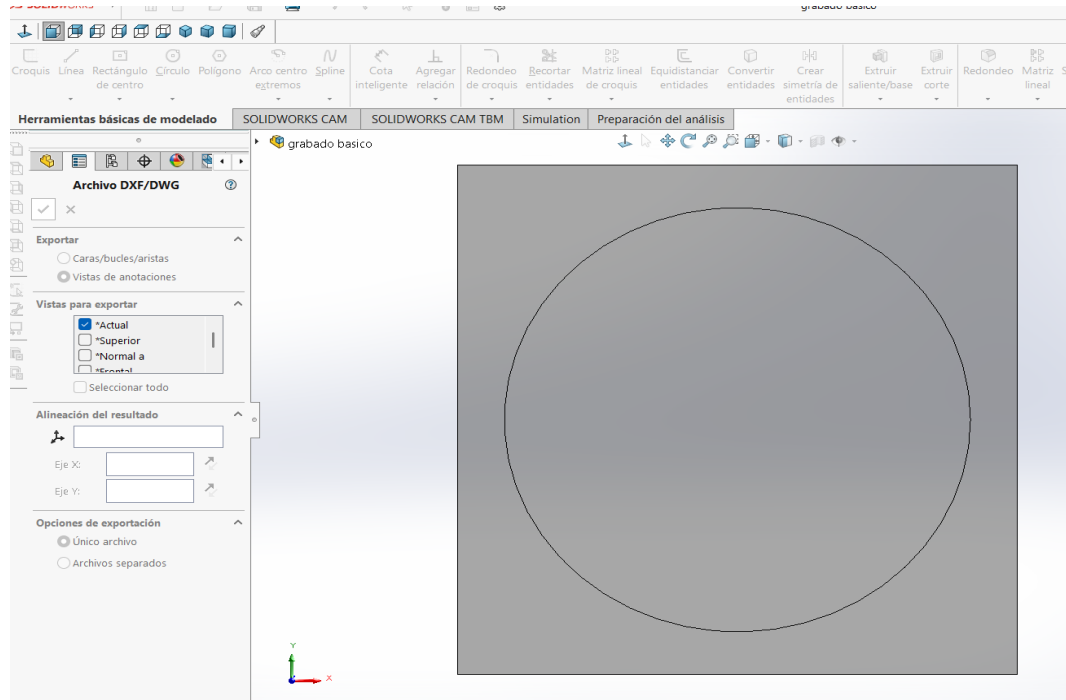


Figura 80 Sólido 2 Grabado básico. Fuente: Creación propia

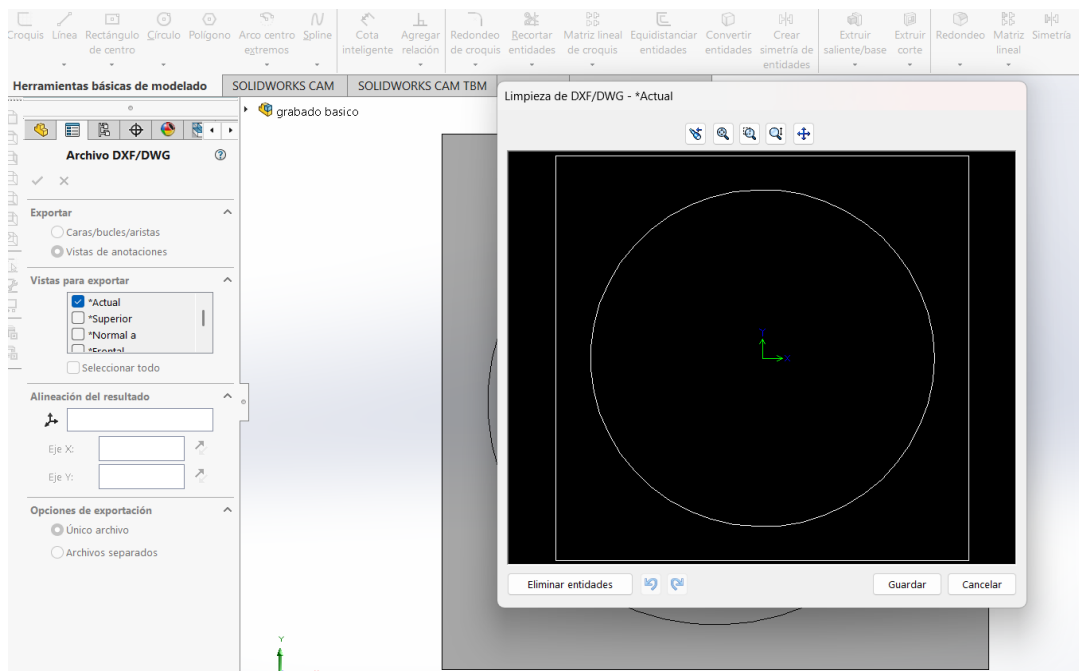


Figura 81 Selección de cara para Dxf grabado básico. Fuente: Creación propia

Una vez realizado esto se abrirá LaserCA y se abrirá el archivo, colocando la pieza en la zona de la mesa de corte acorde a donde se realizará el corte en la realidad. (véase figura 82)

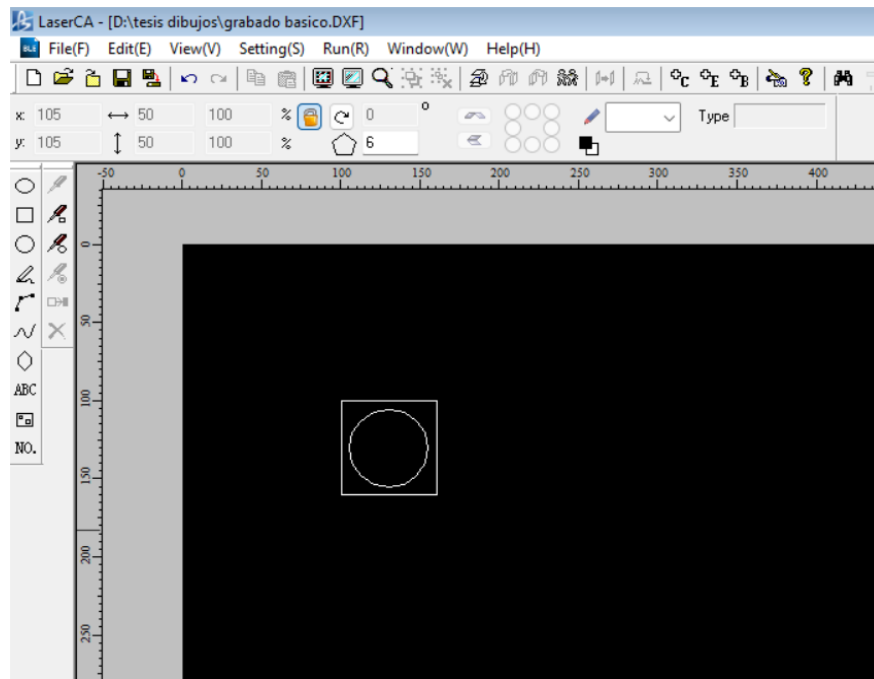


Figura 82 Pantalla de trabajo LaserCA grabado básico. Fuente: Creación propia

Primero se selecciona la opción cut para el borde, usando potencia 100%, seleccionaremos el borde exterior y utilizaremos los parámetros de la figura 83.

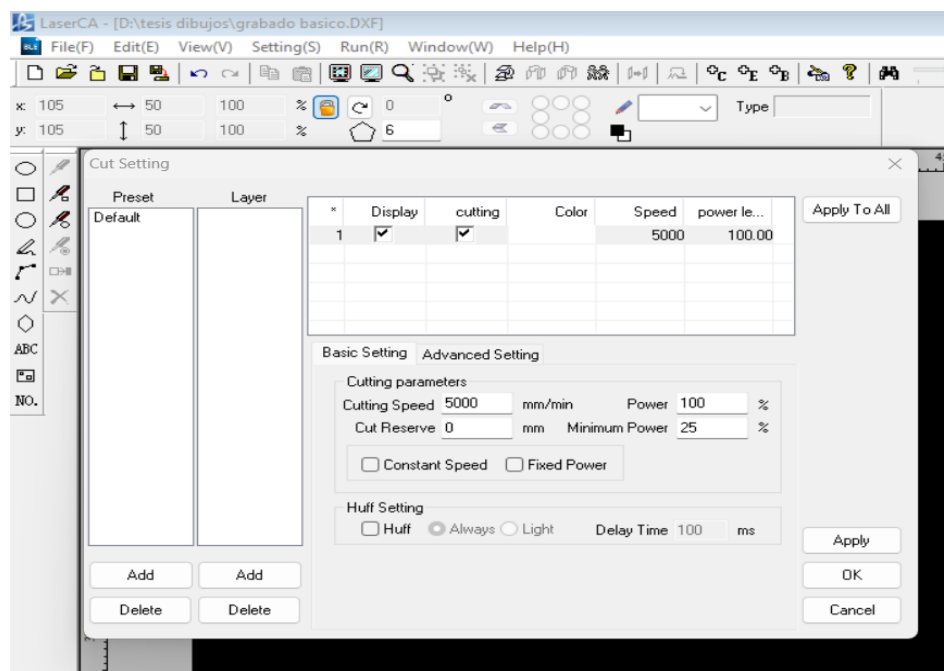


Figura 83 Configuración de corte LaserCA grabado básico. Fuente: Creación propia

Hecho esto se usará la operación engraving para el círculo interior, con potencia de 50% para no perforar completamente la placa acrílica. utilizando una velocidad de 15000 mm/min. (véase figura 84)

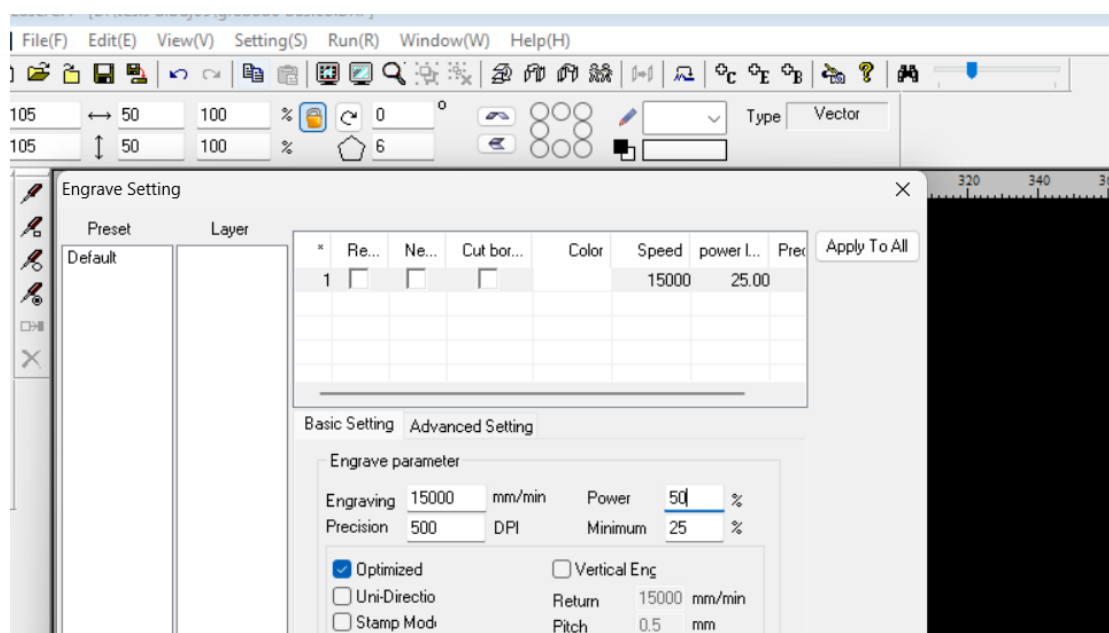


Figura 84 Configuración de grabado LaserCA grabado básico. Fuente: Creación propia

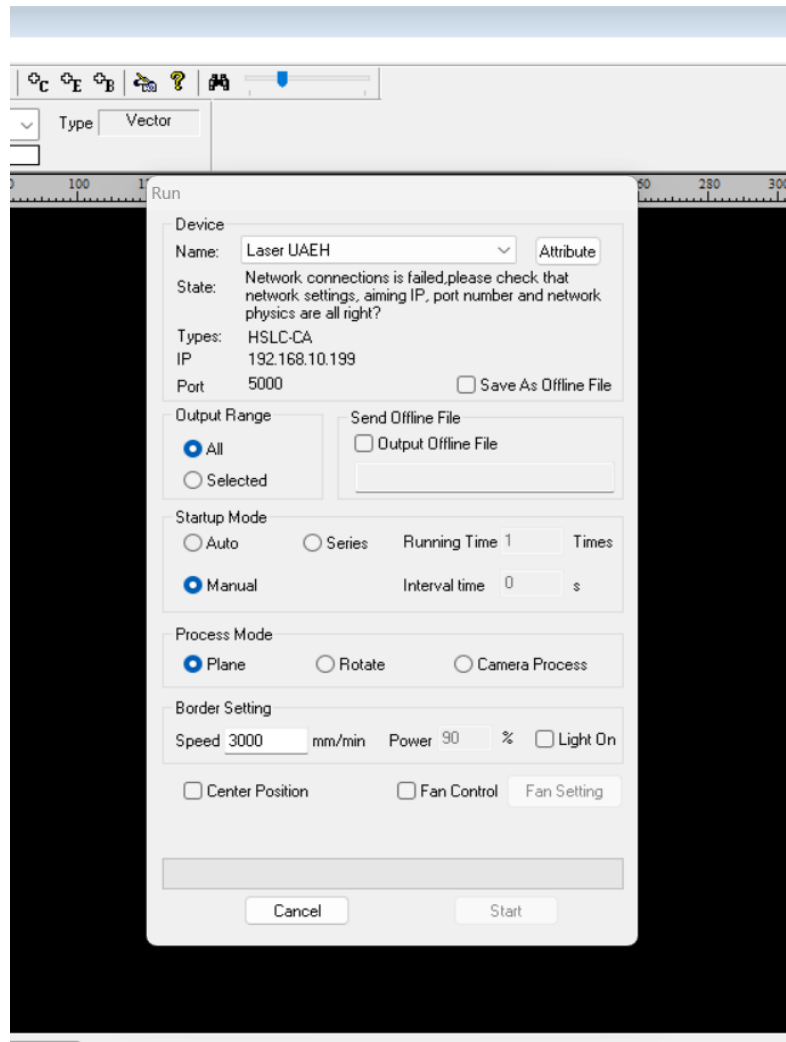


Figura 85 Configuración de arranque LaserCA Grabado básico. Fuente: Creación propia

Una vez hecho esto se seleccionará la opción “run” lo que desplegará el cuadro de texto que se ve en la figura 82, se colocará la opción de inicio manual, una vez se configure todo, se colocará el botón start para comenzar el corte, hecho esto, el equipo procederá a realizar la operación.

Resultado esperado

Al finalizar la práctica, el usuario será capaz de configurar correctamente los parámetros de grabado, importar diseños al software LaserCA y ejecutar grabados básicos sobre la superficie del material seleccionado. Además, comprenderá la relación entre velocidad, potencia y resolución del grabado, así como su impacto en la calidad visual del resultado obtenido.

Practica 4. Grabado avanzado

Objetivo de la práctica

Aplicar técnicas avanzadas de grabado láser mediante el uso combinado de herramientas de diseño y configuración de parámetros en LaserCA, con la finalidad de producir grabados de mayor complejidad y calidad sobre diferentes materiales.

En este ejemplo la figura base será un círculo de Ø60mm, el cual formaremos en el croquis de alzado con la herramienta círculo de centro.

Una vez realizada esta operación, se seleccionará la función “extruir” de forma que se generará un sólido, este se hará de 5mm pues es el espesor del acrílico que hay en el laboratorio de manufactura de la UAEH. al cual se le colocara el material de Acrílico como se hizo en las previas prácticas. (véase figura 86)

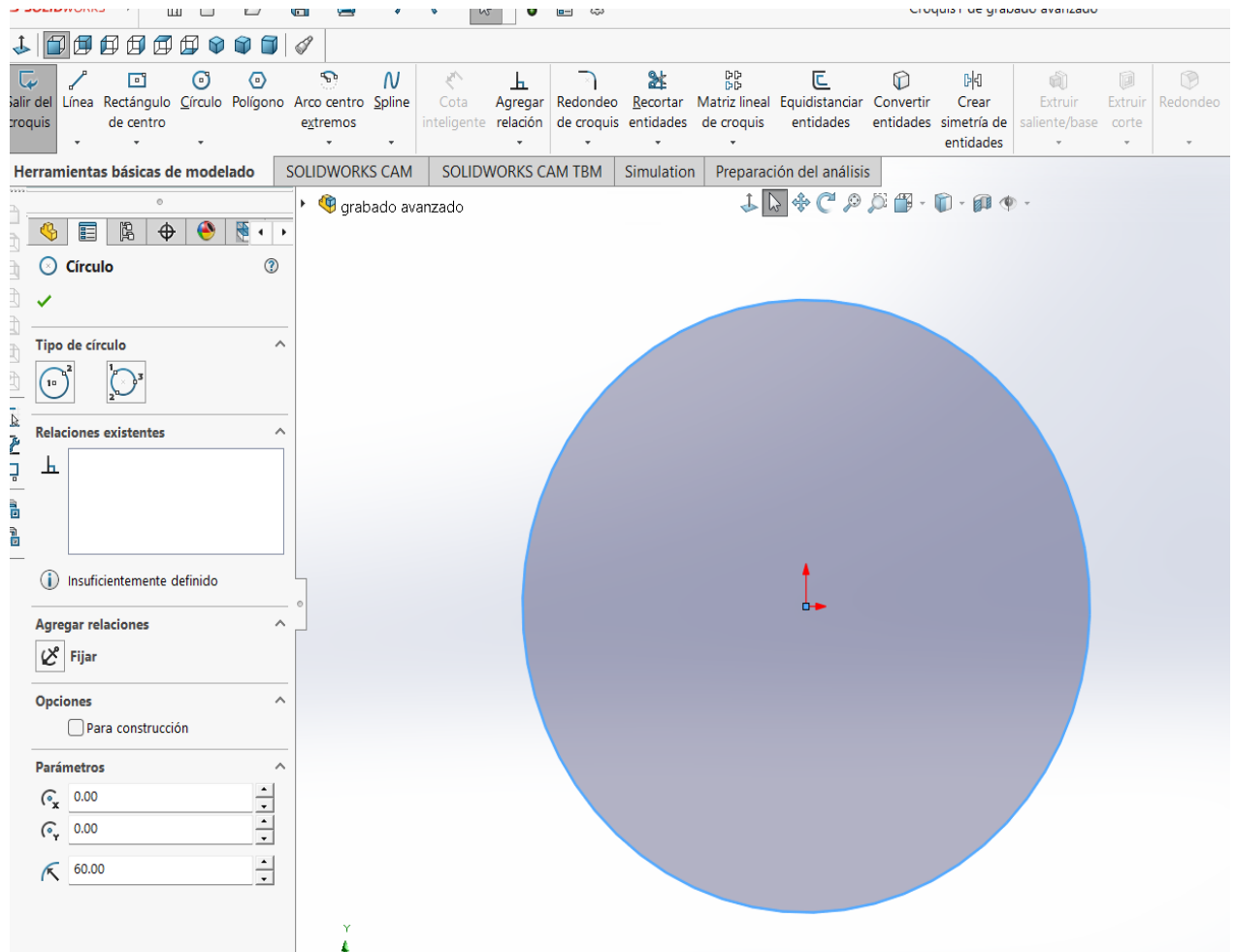


Figura 86 Croquis 1 Grabado avanzado. Fuente: Creación propia

Posterior a esto, se realizarán otros 3 círculos en la cara de esta pieza, de 60, 48 y 36mm de diámetro. (véase figura 87)

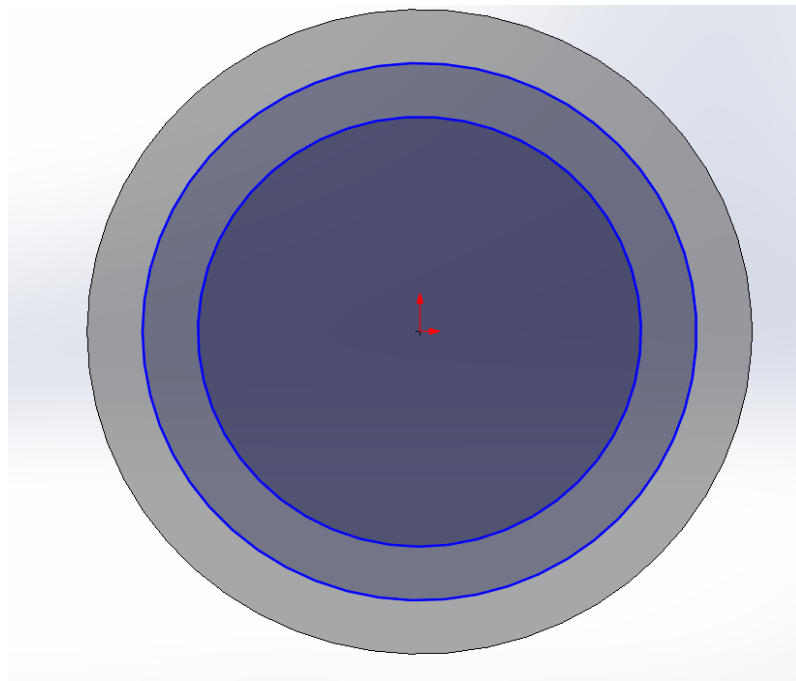


Figura 87 Croquis 2 Grabado avanzado. Fuente: Creación propia

Hecho esto, con la función de extruir corte se retirarán 2mm de material en el círculo interior y el más exterior que se forman, y posterior a esto se generará una estrella de 5 puntos en la cara que queda al centro. (véase figura 88 y 89)

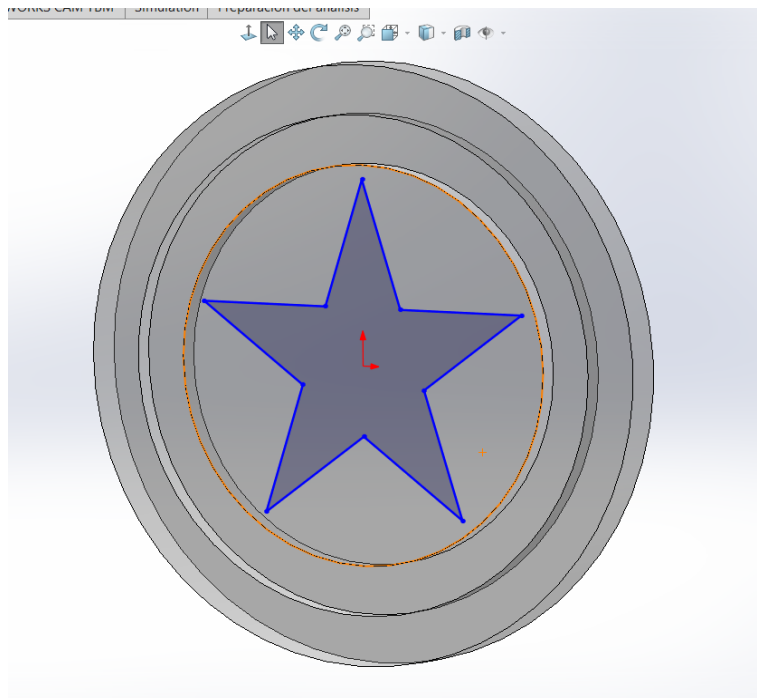


Figura 88 Croquis 3 Grabado avanzado. Fuente: Creación propia

Hecho esto, se hará otro corte de extrusión, este de 1 mm con el contorno de la estrella, quedando como se ve en la figura 86:

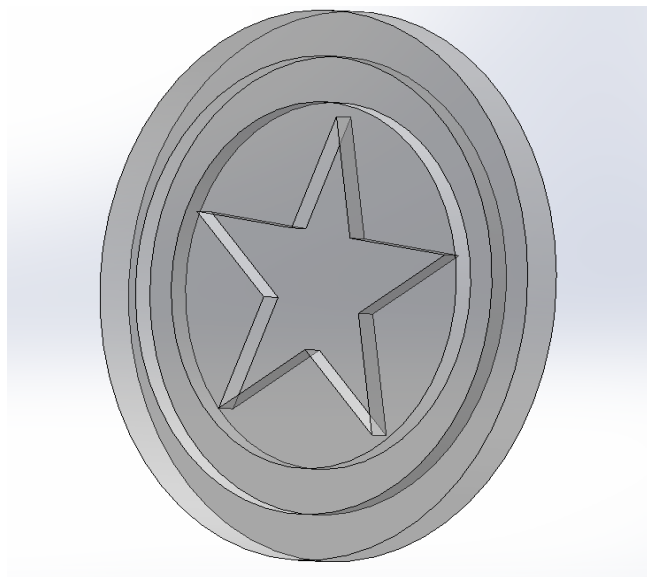


Figura 89 Solido 1 Grabado avanzado. Fuente: Creación propia

Posterior a esto, se guardará el formato, como sólido, con la extensión "SLDPRT", a su vez, se guardará en formato DXF, considerando la vista en la figura 90 y 91.

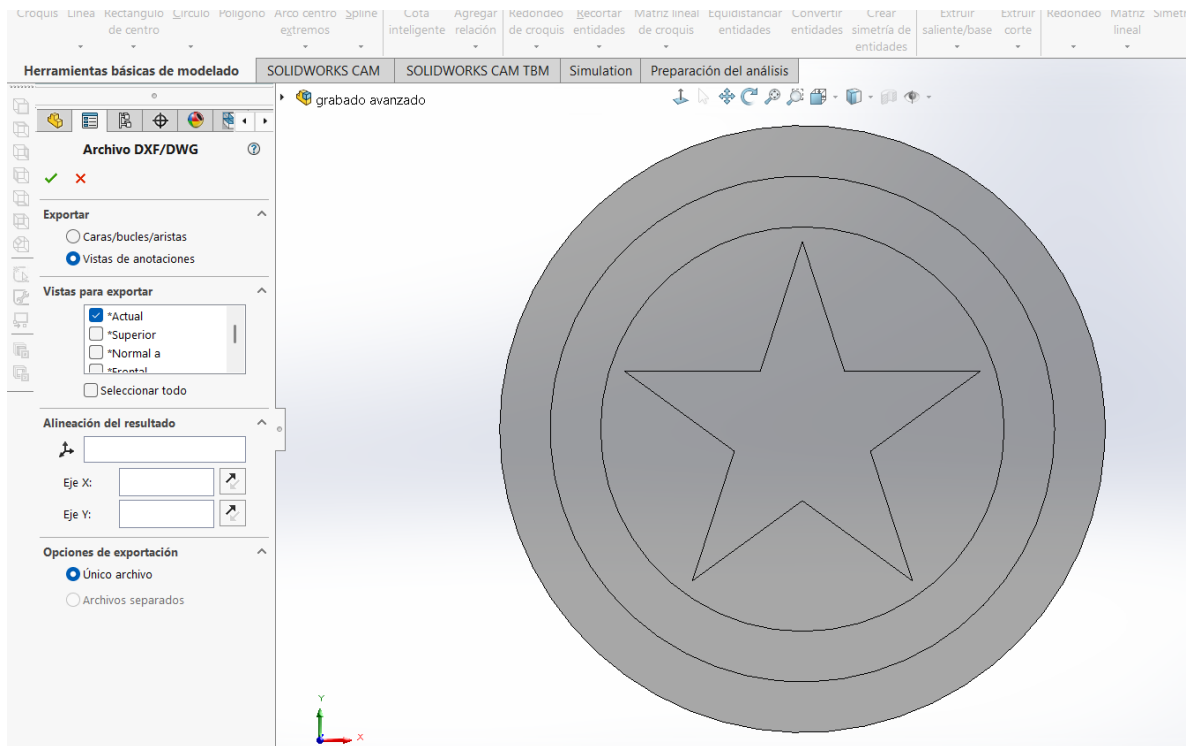


Figura 90 Solido 2 Grabado avanzado. Fuente: Creación propia

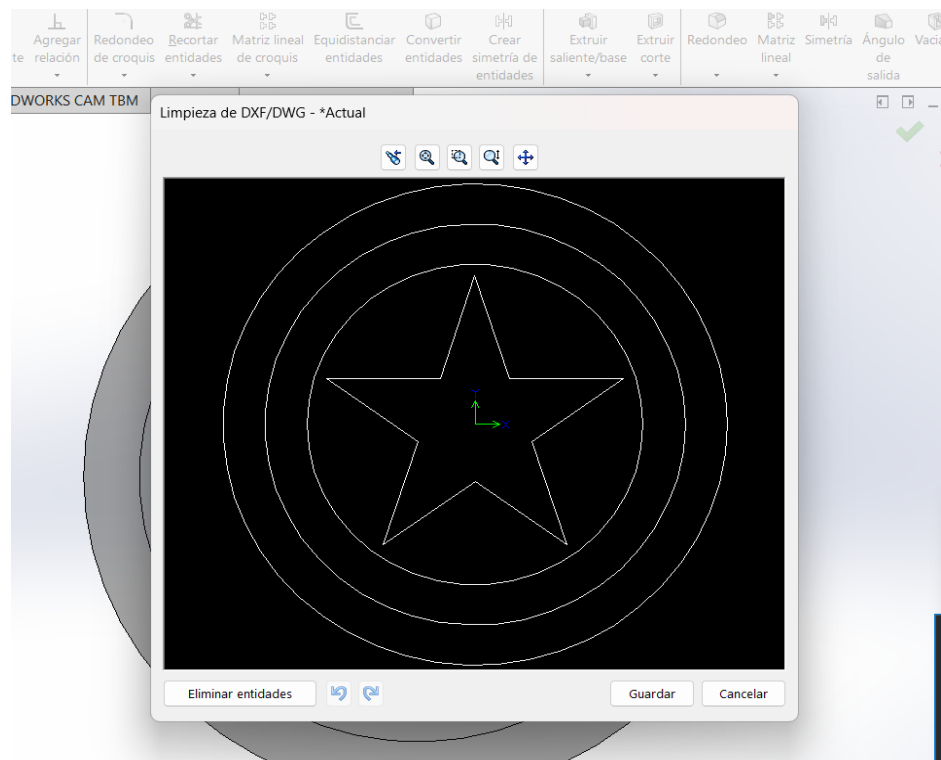


Figura 91 Selección de cara para DXF Grabado avanzado. Fuente: Creación propia

Una vez realizado esto se abrirá LaserCA y se abrirá el archivo, colocando la pieza en la zona de la mesa de corte acorde a donde se realizará el corte en la realidad. (véase figura 92)

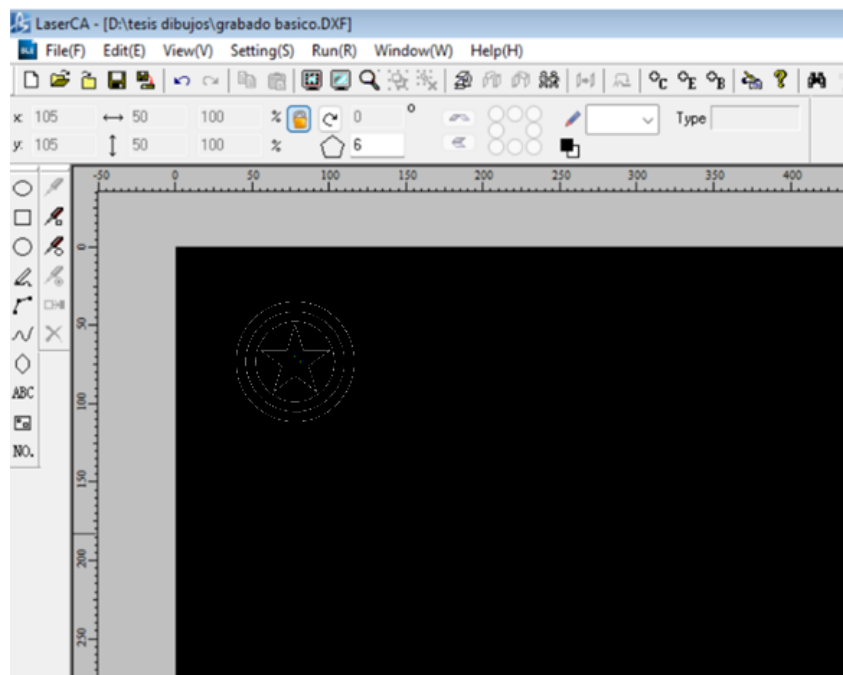


Figura 92 Pantalla de trabajo LaserCA Grabado avanzado. Fuente: Creación propia

Primero se selecciona la opción cut para el borde, usando potencia 100%, seleccionaremos el borde exterior y utilizaremos los parámetros que se observan en la figura 93.

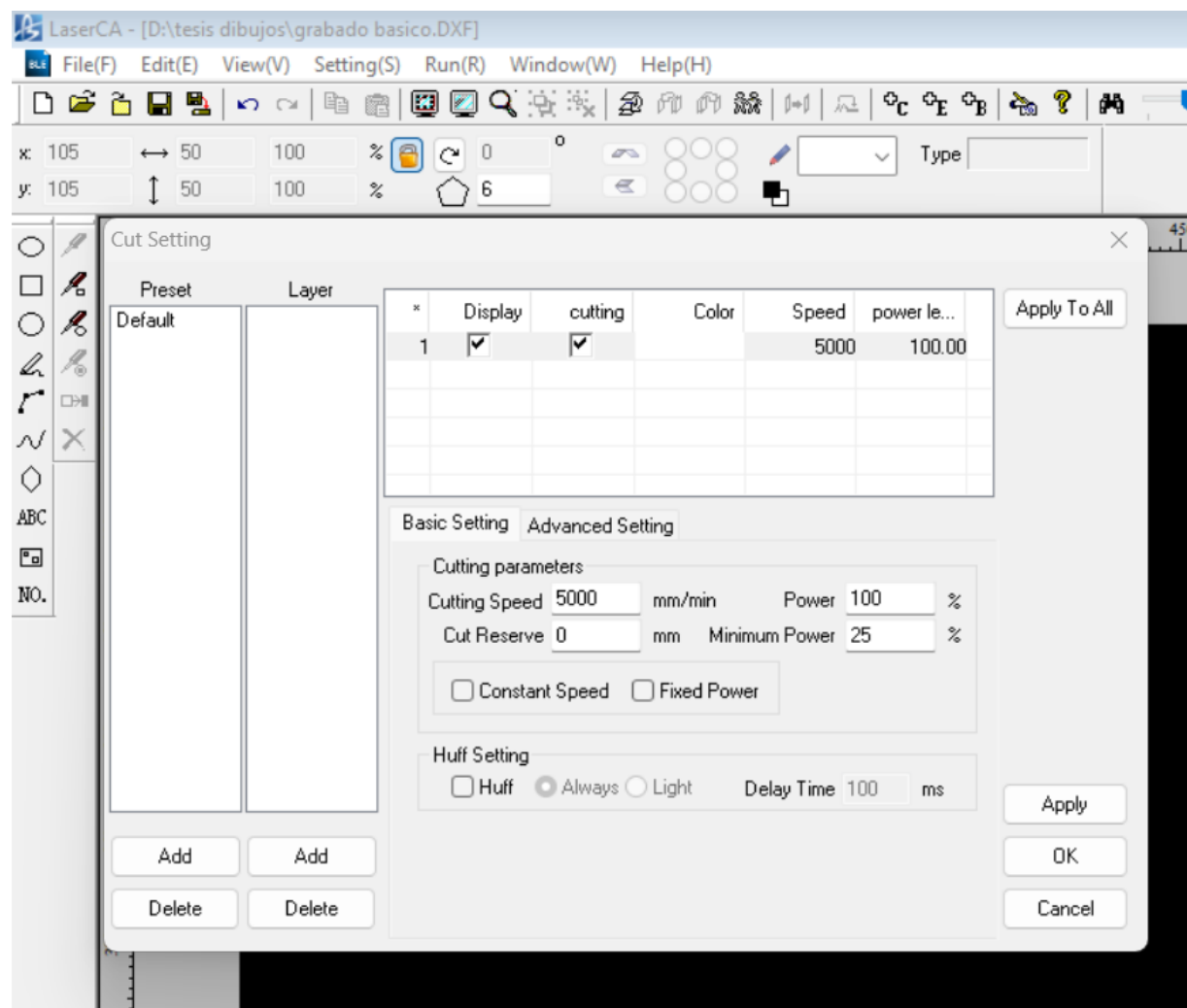


Figura 93 configuración de corte LaserCA Grabado avanzado. Fuente: Creación propia

Hecho esto se usará la operación engraving para el círculo interior, con potencia de 50% para no perforar completamente la placa acrílica. utilizando una velocidad de 15000 mm/min, esto se repite en cada contorno que se desea grabar.

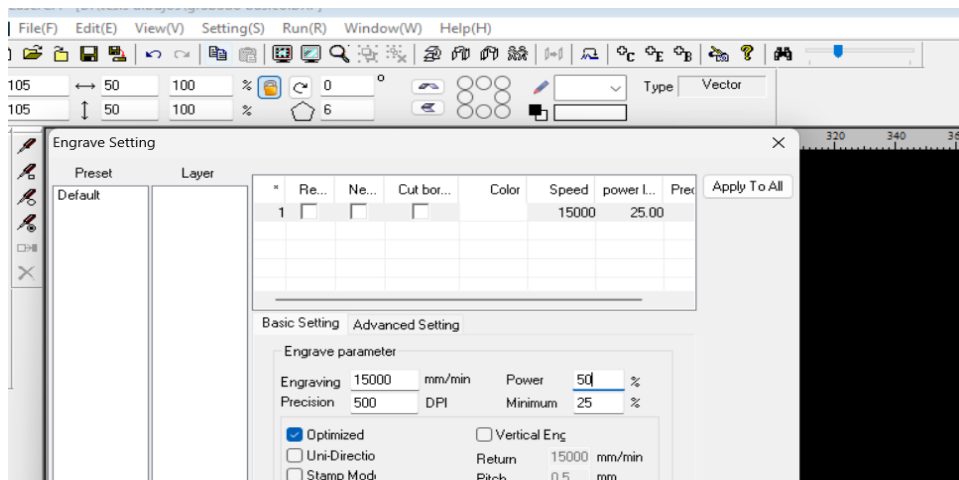


Figura 94 Configuración de Grabado LaserCA Grabado avanzado. Fuente: Creación propia

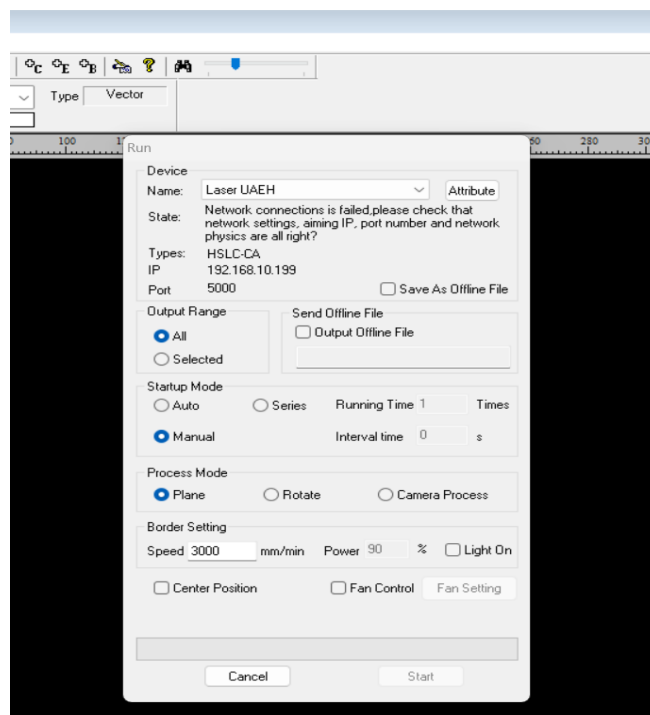


Figura 95 Configuración de arranque LaserCA gravado avanzado. Fuente: Creación propia

Una vez hecho esto se seleccionará la opción “run” lo que desplegará el cuadro de texto que se ve en la figura 95, se colocará la opción de inicio manual, una vez se configure todo, se colocará el botón start para comenzar el corte, hecho esto, el equipo procederá a realizar la operación.

Resultado esperado

Al finalizar la práctica, el usuario será capaz de desarrollar proyectos que integren operaciones de grabado y corte, ajustar parámetros específicos según las características del material y obtener resultados con un mayor nivel de detalle. Asimismo, adquirirá experiencia en la optimización de configuraciones para mejorar la calidad del acabado final y reducir posibles errores durante el proceso de manufactura.

Las prácticas desarrolladas en este capítulo permiten aplicar de forma integrada los conocimientos adquiridos previamente sobre diseño asistido por computadora, configuración del software de manufactura y operación de equipos de corte láser. Mediante ejercicios de complejidad progresiva, el usuario desarrolla habilidades relacionadas con la elaboración de diseños, generación de archivos de manufactura y configuración de parámetros de corte y grabado.

La realización de estas actividades contribuye a fortalecer la comprensión del funcionamiento de la máquina HSLC 1206 y proporciona una base práctica para el desarrollo de proyectos más complejos dentro de entornos académicos e industriales.

CONCLUSIÓN

A lo largo de este manual se presentó el funcionamiento de la tecnología de corte láser desde una perspectiva integral, abordando no solamente los aspectos técnicos relacionados con la operación del equipo, sino también los antecedentes históricos que dieron origen a esta tecnología y su evolución hasta los sistemas utilizados actualmente en la industria.

Asimismo, se describieron los principales componentes de una máquina de corte láser, las características del equipo HSLC 1206 disponible en laboratorio y los procedimientos básicos de mantenimiento y seguridad necesarios para garantizar un uso adecuado del sistema. De igual forma, se explicó el uso de herramientas de diseño y manufactura asistida por computadora, destacando la importancia de los programas CAD y CAM dentro del flujo de trabajo requerido para la fabricación de piezas mediante corte láser.

Las prácticas desarrolladas permitieron presentar una metodología de aprendizaje progresiva, comenzando con operaciones básicas de corte y avanzando hacia aplicaciones de mayor complejidad, incluyendo procesos de grabado. Gracias a ello, es posible comprender tanto el alcance de esta tecnología como las capacidades que ofrece para la elaboración de piezas con diferentes niveles de detalle y precisión.

Finalmente, este manual constituye una herramienta de apoyo para estudiantes y usuarios que buscan familiarizarse con los procesos de diseño, programación y operación de equipos de corte láser, proporcionando los conocimientos fundamentales necesarios para desarrollar proyectos de manufactura asistida por computadora de manera segura y eficiente.

GLOSARIO

YAG (Yttrium Aluminum Garnet): Es un cristal sintético fabricado en base a granate de itrio y aluminio utilizado como medio activo en sistemas láser de estado sólido. Cuando se encuentra dopado con neodimio (Nd), permite la generación de un haz láser de alta energía empleado en aplicaciones industriales como corte, soldadura, perforación y marcado de materiales metálicos (Koechner, 2006).

LÁSER (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation): Es un equipo cuya función es producir un haz de luz coherente, monocromático y altamente direccional mediante el proceso de emisión estimulada de radiación. Sus aplicaciones industriales incluyen operaciones de corte, soldadura, grabado, medición y procesamiento de materiales (Silfvast, 2004).

TEA (Transversely Excited Atmospheric Pressure): Es un tipo de láser gaseoso que opera a presión atmosférica y cuya excitación eléctrica ocurre transversalmente respecto al eje óptico del resonador. Los láseres TEA son capaces de generar pulsos de alta potencia utilizados en aplicaciones industriales y científicas especializadas (Silfvast, 2004).

DWG (Drawing): Formato de archivo utilizado para almacenar información de diseño asistido por computadora (CAD), incluyendo dibujos bidimensionales, modelos tridimensionales y datos asociados al diseño. Es uno de los formatos más empleados en ingeniería y arquitectura (Autodesk, 2025).

DXF (Drawing Exchange Format): Formato de intercambio de datos CAD desarrollado para facilitar la interoperabilidad entre diferentes programas de diseño. Permite transferir geometrías, capas, dimensiones y otros elementos gráficos entre plataformas de diseño asistido por computadora (Autodesk, 2025).

CO₂ (Dióxido de Carbono): Compuesto químico formado por un átomo de carbono y dos átomos de oxígeno. En la industria de manufactura se utiliza como medio activo en los láseres de CO₂, ampliamente empleados para el corte y grabado de materiales metálicos y no metálicos (Steen & Mazumder, 2010).

Fibra Óptica: Medio de transmisión compuesto por filamentos de vidrio o polímero capaces de transportar señales luminosas mediante reflexión interna total. En aplicaciones industriales, la tecnología láser de fibra óptica se caracteriza por su alta eficiencia energética, precisión y bajo requerimiento de mantenimiento (Hecht, 2015)

BIBLIOGRAFÍA

AccTekLaser. (23 de Octubre de 2024). *Fiber laser cutting machine: How does it work?* -

AccTek Laser. Obtenido de <https://www.accteklaser.com/es/maquina-de-corte-por-laser-de-fibra-como-funciona/?srsltid=AfmBOoqgB9p1j8PE0REQ7OLpvqFn9MLgnEhwKJ2qZIWYoRF5eqjK3dZX>

Adh. (14 de Noviembre de 2025). *Laser Cutting Machine Software: The Ultimate Guide* - *ADH Machine Tool*. Obtenido de <https://www.adhmt.com/es/laser-cutting-machine-software/#:~:text=Software%20de%20dise%C3%B1o&text=El%20software%20CAD%20permite%20a,Autodesk%20AutoCAD%2C%20SolidWorks%20y%20CorelDRAW>

Adh. (31 de Julio de 2025). *Laser cutting machine uses explained* - *ADH machine tool*. Obtenido de ADH Machine Tool: <https://www.adhmt.com/es/laser-cutting-machine-uses/#:~:text=El%20corte%20por%20l%C3%A1ser%20en,carcasas%20o%20piezas%20de%20componentes>

De Puebla, E. and M. (17 de Junio de 2021). Obtenido de What is a Servomotor and what is it used for? Electrocontroles .: <https://www.electrocontrolesymotores.com/post/qu%C3%A9-es-un-servomotor-y-para-qu%C3%A9-sirve#:~:text=Un%20servomotor%20es%20un%20actuador,para%20la%20retroalimentaci%C3%B3n%20de%20posici%C3%B3n>.

Electronic Components. (08 de Septiembre de 2020). Obtenido de Motor paso a paso – tipos y ejemplos del uso de motores paso a paso: <https://www.tme.com/mx/es/news/library-articles/page/41861/Motor-paso-a-paso-tipos-y-ejemplos-del-uso-de-motores-paso-a-paso/#:~:text=El%20motor%20paso%20a%20paso,eje%20cada%201%2C8%2%B0>

Essential Components of Laser Cutting Machines Explained. ADH Machine Tool . (25 de Agosto de 2025). Obtenido de <https://www.adhmt.com/es/laser-cutting-machine-components/?fbclid=IwZXh0bgNhZW0C>

MTEAAR1BW6ETjp0ZFKV9FNDOUZr25yS_A369KurfaKVzFu5byQ0UqmnDlar7ZPQ_a
em_L0EqETSe08IVvtEjfmVreQ

History and development of laser cutting technology . (s.f.). Obtenido de ALLWINMAC.:
<https://allwinmac.com/es/historia-y-desarrollo-de-la-tecnologia-de-corte-por-laser/>

HYGRADE LASER PROFILING. (s.f.). Obtenido de <https://www.hygradelaser.com.au/top-7-industries-that-use-laser-cutting-technology>

Impredia. (5 de April de 2023). *The History of Laser Cutting* . Obtenido de Impridea:
<https://impridea.es/la-historia-del-corte-laser/>

Informes expertos. (01 de Junio de 2026). Obtenido de Informes expertos:
<https://www.informesdeexpertos.com/informes/mercado-de-maquinas-de-corte-por-laser-en-mexico>

Laser Cutting Machines Market Size | Growth Report [2032]. (s.f.). Obtenido de
<https://www.fortunebusinessinsights.com/es/laser-cutting-machines-market-102879>

Laser machines, laser cutting machine, metal laser cutting machine - oreelaser . (s.f.). Obtenido de <https://es.oreelaser.com/blog/Componentes-principales-de-la-cortadora-l%C3%A1ser-156.html>

LibreTexts. (1 de Noviembre de 2022). *7.1: Absorption, Spontaneous Emission, Stimulated Emission* . . Obtenido de
[https://espanol.libretexts.org/Ingenieria/Energ%C3%ADa_directa_\(Mitofsky\)/07%3A_L%C3%A1mparas%2C_LEDs_y_L%C3%A1seres/7.01%3A_Absorci%C3%B3n%2C_emisi%C3%B3n_espont%C3%A1nea%2C_emisi%C3%B3n_estimulada](https://espanol.libretexts.org/Ingenieria/Energ%C3%ADa_directa_(Mitofsky)/07%3A_L%C3%A1mparas%2C_LEDs_y_L%C3%A1seres/7.01%3A_Absorci%C3%B3n%2C_emisi%C3%B3n_espont%C3%A1nea%2C_emisi%C3%B3n_estimulada)

Sideco. (2 de Enero de 2024). *Características de una Cortadora Láser de Fibra Óptica*. Obtenido de <https://blog.sideco.com.mx/caracteristicas-de-una-cortadora-laser-de-fibra-optica>

Stepperonline. (03 de Enero de 2024). *What is a stepper motor?* Obtenido de <https://www.omc-stepperonline.com/es/support/que-es-un-motor-paso-a-paso?srsItid=AfmBOoryDDtgWKnRtEE57lyt-fKLFr6VbVIYAINuvdnZa-rcxRS7bgwd>

Telesis. (23 de Julio de 2025). *What are fiber lasers used for?* - Telesis . Obtenido de <https://telesis.com/es/understanding-lasers-what-is-a-fiber-laser/#:~:text=Un%20%C3%A1ser%20de%20fibra%20intercambia,fibra%20dopada%20con%20tierras%20raras>

The Definitive Guide to Laser and CNC Cutting Machines | Messer . (10 de Mayo de 2021). Obtenido de <https://mx.messer-cutting.com/guia-de-introduccion-a-las-maquinas-de-corte-por-laser/>

Tool., A. M. (26 de Diciembre de 2022). *Top-rated laser cutting machine for sale in 2025*. Obtenido de <https://www.adhmt.com/es/maquinas-de-corte-por-laser/>

What are spontaneous emissions, stimulated emissions, and population inversion? - CLPU. (16 de Agosto de 2023). Obtenido de <https://www.clpu.es/divulgacion/que-son-la-emision-espontanea-la-emision-estimulada-y-la-inversion-de-poblacion/>

(De Expertos, I, 2026) de Expertos, I. (2026). Informe del Mercado de Madera en Colombia 2025-2034. En Informes de Expertos. Recuperado 1 de junio de 2026, de <https://www.informesdeexpertos.com/informes/mercado-de-maquinas-de-corte-por-laser-en-mexico>

Autodesk. (2025). *DWG and DXF file formats*. Autodesk Knowledge Network. <https://www.autodesk.com/support/technical/article/caas/sfdcarticles/sfdcarticles/What-is-the-difference-between-DWG-and-DXF-file-formats.html>

Hecht, J. (2015). *Understanding fiber optics* (5th ed.). Pearson Education.

Koechner, W. (2006). *Solid-state laser engineering* (6th ed.). Springer.

Silfvast, W. T. (2004). *Laser fundamentals* (2nd ed.). Cambridge University Press.

Steen, W. M., & Mazumder, J. (2010). *Laser material processing* (4th ed.). Springer.