

# Consideraciones para programar un torno cnc

Roberto Fabián De la Cruz<sup>1</sup>, Mayra Soto Macías<sup>2</sup>, Erika Paulina Duran Toscano<sup>3</sup>,  
Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Ciudad Guzmán Departamento  
de Ciencias de la Tierra<sup>1,2</sup>, Estudiante de Arquitectura<sup>3</sup>

**Resumen - Esta investigación muestra las principales consideraciones a tener en cuenta para programar un torno CNC, se realizó un estudio exploratorio, y se encontró que se requiere contar con conocimientos de máquinas herramientas convencionales, software para dibujo y manufactura asistida por computadora, herramientas de corte y manejo de control numérico computarizado. Además de la inversión para la capacitación del personal docente, visitas industriales, estadías en empresas de este giro y adquisición de herramientas, materiales y programas de cómputo. Además del soporte para que ante las contingencias que se presentan, durante el proceso de enseñanza-aprendizaje se siga adelante.**

**Índice de Términos – Programación, Torno, CNC, Consideraciones, Herramientas de corte**

**Abstract -** This research presents the main considerations to take into account for programming a CNC lathe. An exploratory study was conducted, and it was found that it is necessary to have knowledge of conventional machine tools, software for drawing and computer-aided manufacturing, cutting tools, and CNC management. In addition, investment is required for teacher training, industrial visits, internships in companies of this sector, and the acquisition of tools, materials, and computer programs. Support is also needed to ensure that teaching and learning processes can continue despite any contingencies that may arise.

**Keywords -** Programming, Lathe, CNC, Considerations, Cutting tools

## I. INTRODUCCIÓN

El control numérico NC nació durante la década de 1940, los movimientos de la máquina eran regulados por tarjetas perforadas, donde se almacenaban las instrucciones, las cuales mantenían el control para los servomecanismos [1] Las actuales máquinas de control numérico computarizado o CNC, surge en la década de los años 70 [2], un salto tecnológico. El Dr. Patrick Hanratty desarrollo en 1957 el primer software CAM llamado «PRONTO», al igual que a principios de los 60 Iván sutherland inventa en el laboratorio Lincoln (MIT) el primer sistema grafico CAD llamado «Sketchpad» [3]. Invertir en la capacitación para el manejo de los operarios de las máquinas CNC, trae como beneficio: 1) Aumento de la eficiencia y productividad, 2) Mejora de la calidad de las piezas, 3) Reducción de tiempos de configuración y cambio, 4) Incremento de la seguridad en el trabajo, 5) Mayor capacidad de resolución de problemas [4]. Para la manufactura sustractiva los equipos más comunes se pueden encontrar: 1) Centro de maquinado vertical y horizontal, 2) Tornos verticales y horizontales, 3) Tornos tipo suizo, 4) Rectificadoras [5].

En la región sur de Jalisco se ha encontrado que dos instituciones de educación media superior cuentan con torno CNC, los cuales están descompuestos. A nivel superior el Instituto Tecnológico de Ciudad Guzmán y el Instituto Tecnológico José Molina Pasquel y Henríquez Campus cuentan con torno CNC los cuales funcionan, sin embargo, el ponerlos en marcha ha sido un camino difícil, por la razón de que se ha requerido que los docentes adquieran capacitación, adquisición de herramientas especiales y materiales para poder elaborar prácticas. Además se ha encontrado que para el manejo y operación se requiere de personal que tenga competencias: 1)

<sup>1</sup> Roberto Fabián De la Cruz, Docente del departamento de Ciencias de la Tierra. Tecnológico Nacional de México / IT de Ciudad Guzmán.  
[roberto.fd@cdguzman.tecnm.mx](mailto:roberto.fd@cdguzman.tecnm.mx)

<sup>2</sup> Mayra Soto Macías, Docente del departamento de Ciencias de la Tierra. Tecnológico Nacional de México / IT de Ciudad Guzmán.  
[mayra.sm@cdguzman.tecnm.mx](mailto:mayra.sm@cdguzman.tecnm.mx)

<sup>3</sup> Erika Paulina Duran Toscano, Estudiante de Arquitectura. Tecnológico Nacional de México / IT de Ciudad Guzmán.  
[paulinadura1@outlook.com](mailto:paulinadura1@outlook.com)

Destreza en el manejo de máquinas herramientas convencionales, 2) Conocimiento de programas de dibujo asistido por computadora, 3) Dominio de programas para manufactura asistida por computadora, 4) Manejo de herramientas de corte y accesorios y 5) Conocimiento en el manejo del control de la máquina CNC que se utilizará [6] todo lo anterior dificultad el manejo seguro de este tipo de tecnología.

Se busca identificar cada uno de los recursos que se involucran para poder programar el torno CNC, para que independiente del equipo con que se cuenta, se puedan proporcionar opciones que permitan seleccionar las mejores opciones para cada caso.

## II. METODOLOGÍA

La metodología empleada en esta investigación tiene un enfoque cualitativo, basado en un estudio exploratorio debido a que se encuentra publicada poca información que vincule la tecnología CAD-CAM-CNC. En la Figura 1 se muestran las 5 etapas que comprende esta investigación para la puesta en marcha:



Figura 1. Recomendaciones para operar una máquina CNC.

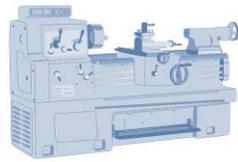
## III. RESULTADOS

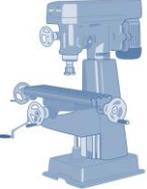
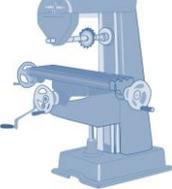
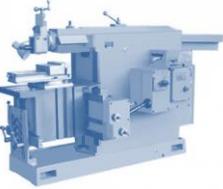
### A. Máquinas herramientas convencionales

Las máquinas herramientas convencionales son aquellas que están compuestas por una estructura básica y un proceso de funcionamiento simple. A través de la Tabla 1, se muestra una clasificación de las máquinas

herramientas convencionales que comúnmente se encuentran en los talleres de maquinado.

Tabla 1. Descripción de las máquinas herramientas convencionales

Ilustración	Descripción
	<p><b>Torneado:</b> El torneado, esencial en la industria metal-mecánica, implica la rotación de una pieza de trabajo mientras un buril corta el material. Además, se puede perforar con una broca en el contrapunto. Esta técnica es crucial para dar forma y crear componentes metálicos con precisión y eficiencia en diversas aplicaciones industriales [7]</p>

	<p><b>Fresadora vertical:</b> En la fresadora vertical, la herramienta de corte, impulsada por un motor eléctrico, se sitúa verticalmente, mientras que el operador mueve el material en los ejes X, Y o Z según sea necesario. Esta disposición permite un control preciso del proceso de mecanizado, facilitando la producción de piezas con geometrías variadas y dimensiones ajustadas a los requisitos del diseño [8]</p>
	<p><b>Fresadora horizontal:</b> En una fresadora horizontal, la herramienta de corte se coloca en un eje conocido como árbol, mientras que el material se mueve en los ejes X, Y o Z según sea necesario. Esta disposición permite realizar diversas operaciones de fresado con eficacia y precisión, ofreciendo una versatilidad similar en el mecanizado [9]</p>
	<p><b>Cepillo de codo:</b> El cepillo de codo es una máquina que emplea un buril como herramienta principal para realizar cortes rectilíneos en la pieza de trabajo, creando así superficies planas. Este proceso es esencial en la industria para obtener superficies lisas y planas en piezas metálicas u otros materiales, lo que contribuye a la precisión y calidad final de los productos manufacturados [10]</p>

	<p><b>Taladro de banco:</b> El taladro de banco es una herramienta clave en manufactura y bricolaje, ideal para perforar orificios precisos y eficientes en diferentes materiales. Su funcionamiento se basa en el desplazamiento de una broca montada en un husillo mediante una guía, asegurando la perforación perpendicular al plano de trabajo para garantizar precisión y uniformidad. Esta característica es fundamental para mantener la calidad y exactitud en la producción de piezas y componentes en diversas aplicaciones industriales y domésticas [11]</p>
	<p><b>Taladro Radial:</b> El taladro radial es una herramienta versátil en manufactura e ingeniería, permitiendo perforar, desbastar y avellanar con precisión. Su diseño incluye un brazo montado en una columna que ofrece soporte y movimiento giratorio, proporcionando flexibilidad para operaciones de mecanizado en piezas de diferentes tamaños y formas. Esto facilita la producción de componentes con altos estándares de calidad y precisión [12]</p>

Un torno CNC es una máquina herramienta gobernada por un sistema de control numérico que puede realizar distintas operaciones de mecanizado tales como cilindrado, refrentado, moleteado, barrenado y algunas cuentan con herramientas vivas [10]

## B. Programas empleados para el Dibujo Asistido por Computadora

El acrónimo CAD corresponde a Dibujo Asistido por Computadora, este término fue acuñado por primera vez en 1959 por Douglas Ross y Dwight Baumann y utilizado en 1960 en un anteproyecto del Massachusetts Institute of Technology (MIT) titulado “Computer-Aided Design

Project” [13] en la Tabla 2 se muestra la descripción del software CAD clasificados por su nombre comercial.

*Tabla 2. Descripción de programas de cómputo de Dibujo Asistido por Computadora*

Nombre	Descripción
<b>SolidWorks</b>	SolidWorks es una herramienta de diseño mecánico en 3D reconocida por su interfaz gráfica intuitiva basada en Microsoft Windows. Su enfoque centrado en el usuario facilita la transformación de ideas en modelos tridimensionales de manera eficiente, simplificando el proceso de diseño y aumentando la productividad. Esto permite a los diseñadores plasmar conceptos ágilmente, fomentando la creatividad en el desarrollo de productos y componentes mecánicos. [14]
<b>AutoCAD</b>	AutoCAD es un software líder en diseño asistido por computadora (CAD) que permite crear dibujos técnicos en 2D y modelar objetos en 3D con precisión. Ampliamente utilizado en arquitectura, ingeniería y construcción, ofrece herramientas para crear y editar geometrías, aplicar medidas precisas y generar documentación técnica detallada para proyectos de cualquier escala. Su versatilidad lo convierte en la opción preferida para profesionales en busca de un software confiable y potente para diseño y modelado [15].
<b>Solid Edge</b>	Solid Edge es un software CAD de ingeniería de alta potencia diseñado para profesionales en el campo. Destaca por sus funciones de diseño flexibles que permiten la edición de elementos individuales dentro de un ensamblaje sin comprometer su integridad. Esta capacidad es esencial para realizar ajustes precisos sin reconstruir el diseño, lo que mejora la eficiencia y productividad, resultando en productos de alta calidad en menos tiempo [16].

<b>Inventor</b>	Autodesk Inventor es una poderosa herramienta de diseño de ingeniería que integra datos en 2D y 3D en un entorno unificado. Esto permite a los usuarios crear una representación virtual completa del producto final para inspeccionar y evaluar su forma, ajuste y funcionamiento antes de la fabricación. Al proporcionar una vista detallada y precisa del diseño, Inventor ayuda a identificar problemas y realizar ajustes eficientes, lo que reduce costos y tiempos de desarrollo en el proceso de diseño de productos [11].
<b>LibreCAD</b>	LibreCAD es una aplicación de software que permite crear diseños en dos dimensiones de manera precisa y efectiva. Su principal ventaja radica en ser de acceso libre y código abierto, lo que significa que está disponible de forma gratuita y su código puede ser modificado y compartido por la comunidad. Esto lo convierte en una opción atractiva para quienes buscan una herramienta CAD sin costos adicionales. Con una interfaz intuitiva y funciones básicas, es accesible para una amplia gama de usuarios, desde estudiantes hasta profesionales, que necesitan crear dibujos técnicos en 2D de manera sencilla [17]
<b>FreeCAD</b>	FreeCAD es un software destacado de modelado en tres dimensiones que sigue un enfoque paramétrico y es de código abierto. Esto significa que los usuarios pueden modificar fácilmente el diseño ajustando los parámetros del modelo o retrocediendo en su historial. El enfoque paramétrico facilita ajustes y modificaciones en cualquier etapa del diseño, lo que proporciona flexibilidad y versatilidad a los diseñadores. En resumen, FreeCAD es una herramienta poderosa y accesible que permite crear y modificar modelos tridimensionales de manera eficiente [18]

<b>Corel DRAW</b>	CorelDRAW es una herramienta esencial para diseñadores gráficos y profesionales creativos, reconocida por su capacidad en dibujo vectorial. Permite crear desde simples logotipos hasta complejas ilustraciones técnicas. Con una amplia gama de herramientas y funciones, facilita el trabajo eficiente y preciso en diseños gráficos de alta calidad, ofreciendo un entorno versátil y poderoso para satisfacer las necesidades de diseñadores en diversas disciplinas [19]
-------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### C. Programas empleados para la Manufactura Asistida por Computadora

EL acrónimo CAM corresponde a Manufactura Asistida por Computadora, el Dr. Patrick Hanratty desarrolló en 1957 el primer software CAM llamado "PRONTO", por esta razón se ganó el título llamado el padre del CAD/CAM, en la Tabla 3 se muestra la descripción de distintos programas CAM clasificados por su nombre comercial:

*Tabla 3. Descripción de los programas de cómputo para Manufactura Asistida por Computadora*

Nombre	Descripción
<b>Shopturn</b>	ShopTurn de Siemens es un software para controlar tornos CNC con SINUMERIK. Con una interfaz intuitiva, permite programar, simular y controlar el mecanizado eficientemente. Optimiza operaciones como torneado, fresado y perforación, mejorando la productividad y calidad del proceso sin requerir entrenamiento extenso en programación [20]
<b>MasterCAM</b>	Mastercam es una solución CAD/CAM poderosa y versátil para la fabricación, con capacidad para programar una amplia variedad de máquinas. Reconocido por su capacidad de diseño y generación de trayectorias de herramientas, es esencial para mejorar la eficiencia y la calidad en la producción industrial [19]
<b>SurfCAM</b>	Surfcam es un completo software CAD/CAM que ofrece herramientas para el diseño y programación de máquinas en la manufactura. Con

	capacidades para centros de maquinado en varios ejes, tornos y electroerosionadoras, es una opción popular por su versatilidad y facilidad de uso, permitiendo la producción eficiente y precisa de piezas industriales [17]
<b>PowerMill</b>	PowerMill es una solución especializada en mecanizado de alta velocidad y hasta 5 ejes para piezas complejas. Con herramientas avanzadas para la generación de trayectorias y la optimización del ciclo de tiempo, es ideal para fabricantes que buscan precisión y eficiencia en su producción [19]
<b>SolidWorks CAM</b>	SolidWorks CAM, disponible como complemento en las versiones de SolidWorks CAD, simplifica la preparación de diseños para la fabricación al permitir la generación de trayectorias de herramientas directamente en el entorno CAD. Esta integración ayuda a reducir tiempo y costos de programación CNC, garantizando precisión y calidad en el resultado final [20]
<b>Inventor CAM</b>	Inventor CAM, un complemento para Autodesk Inventor, integra capacidades de fabricación directamente en el entorno de diseño CAD 3D. Permite generar programas de mecanizado para fresado, torneado y fresado-torneado de 2.5 a 5 ejes sin cambiar de interfaces. Esto simplifica la programación y optimiza el diseño y la fabricación de piezas en un solo entorno. Al trabajar con Inventor, aprovecha modelos 3D existentes para generar trayectorias de herramientas y simular operaciones, reduciendo errores y mejorando la eficiencia en la fabricación [21] .
<b>Catia Machining</b>	CATIA Machining, un componente del software CATIA, es una herramienta esencial para programadores de control numérico (CNC). Permite la planificación, simulación y optimización de operaciones de mecanizado. Con diversas herramientas, facilita la creación y modificación de trayectorias de herramientas, ajuste

	de parámetros de corte y simulación del proceso de mecanizado. La integración total con modelos CAD 3D simplifica la generación de trayectorias de herramientas basadas en geometría sólida, mejorando así la calidad y eficiencia del proceso de mecanizado. [22].
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

#### D. Herramientas de corte para torno CNC

La Tabla 4, muestra información de las herramientas utilizadas en torno CNC.

*Tabla 4T. Herramientas comunes para torno CNC*

Nombre	Descripción
<b>Buriles</b>	Los buriles son herramientas de corte esenciales en tornos CNC, empleadas para cortar piezas durante el mecanizado. Se dividen en tipos como desbaste, tronzo y taladrado interno. Una tendencia popular son los buriles desechables con cuchillas reemplazables, que simplifican el mantenimiento. Consta de un portaherramientas y una punta de corte; cuando esta última se desgasta, se puede reemplazar fácilmente, similar a cambiar la hoja de un cuchillo [17].
<b>Cuchilla de tronzar</b>	Los cuchillos tronzar son herramientas de corte diseñadas para cortar materiales como madera, plástico y metal. Ofrecen un corte rápido y eficiente, siendo versátiles para una amplia gama de aplicaciones [23]
<b>Brocas</b>	Una broca helicoidal para torno CNC ofrece funciones de perforación, ranurado y achaflanado en una sola herramienta, ahorrando costos y tiempo de indexación. Recubierta con nitruro de titanio (AlTiN) para aumentar la productividad y durabilidad, es ideal para una variedad de materiales, como acero inoxidable, hierro fundido y plásticos, ofreciendo versatilidad en aplicaciones de fresado y achaflanado superficial [24].

#### E. Especificaciones del torno CNC

Esta información la proporciona el proveedor en el manual del usuario. Por citar un ejemplo se muestran las especificaciones del torno emco TURN 105 en la Tabla 5.

*Tabla 5. Cambiador automático de herramientas 8 posiciones*

Condición	Usada
Max. Columpio sobre la cama (mm)	180
Distancia entre centros (mm)	236
Orificio del husillo (mm)	20.5
Control	EMCO WINCAM
Max swing over cross slide (mm)	75
R.P.M. / Velocidad	150 - 4000 (16x)
kW	1.9

#### IV. CONCLUSIONES

El estudio exploratorio sobre las consideraciones para programar un torno CNC revela la complejidad y la importancia de varios aspectos clave en este proceso. Se destaca la necesidad de contar con conocimientos sólidos en máquinas herramientas convencionales, software CAD/CAM, herramientas de corte y el manejo del control numérico computarizado [25]. Además, se subraya la importancia de la inversión en capacitación del personal docente, visitas industriales, estancias en empresas del sector y la adquisición de herramientas, materiales y programas de cómputo [26]. Estos recursos son esenciales para garantizar un manejo adecuado de la tecnología CNC y para superar los desafíos que puedan surgir durante el proceso de enseñanza-aprendizaje. La investigación también resalta la necesidad de identificar y aprovechar cada uno de estos recursos para optimizar el proceso de programación del torno CNC, independientemente del equipo disponible. En resumen, este estudio proporciona una guía valiosa para aquellos involucrados en la programación de tornos CNC [27], destacando la importancia de la formación, la adquisición de herramientas y materiales adecuados, y el apoyo continuo para garantizar el éxito en la implementación y operación de esta tecnología.

## V. REFERENCIAS

- [1] Administrator. (s. f.). "CATIA Machining | CAM | 3D SOFTWARE". Recuperado 5 de diciembre de 2022. [En línea]. Disponible en: <https://www.3dcadportal.com/catia-machining.html>
- [24] S. Gómez González, "EL GRAN LIBRO DE SOLIDWORKS®," 3rd ed., 2020.
- [2] Anón. (2017). "SOLIDWORKS CAM". SOLIDWORKS. Recuperado 4 de diciembre de 2022. [En línea]. Disponible en: <https://www.solidworks.com/es/product/solidworks-cam>
- [3] formacad Engineering & Consulting, "La historia del CAM (Mecanizado)," Recuperado el 14 de febrero de 2024. [Online]. Disponible en: <https://formacad.es/la-historia-del-cam-mecanizado/>.
- [4] Anón. (s. f.-a.). "Autodesk AutoCAD 2024 | Software AutoCAD 3D y 2D". Recuperado 16 de febrero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.autodesk.mx/products/autocad/overview>
- [5] Anón. (s. f.-b.). "Autodesk Inventor | Software de CAD 3D y diseño mecánico". ASIDEK. Recuperado 4 de diciembre de 2022. [En línea]. Disponible en: <https://www.asidek.es/industria-y-fabricacion-2/autodesk-inventor/>
- [6] Anón. (s. f.-c.). "Broca helicoidal 1/4" Amana Tool para acero Up-Cut 51652". Recuperado 16 de febrero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.amtools.com.mx/Broca-acero-51652>
- [7] Anón. (s. f.-d.). "CAD/CAM Solutions for Manufacturing". Mastercam. Recuperado 4 de diciembre de 2022. [En línea]. Disponible en: <https://www.mastercam.com/>
- [8] Anón. (s. f.-e.). "cepillo-de-codo-5dbc95de2bf63.pdf".  
Para el noveno enlace:[9] Anón. (s. f.-f.). "CNC, historia básica". Recuperado 14 de febrero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.yamazen.com.mx/blog/cutting-tool/cnc-historia-basica.html>
- [10] Anón. (s. f.-g.). "Cuchillo Tronzador - Ferrería O'Higgins". Recuperado 16 de febrero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.ohigginsherramientas.cl/herramientas-corte/cuchillo-tronzar.html>
- [11] Anón. (s. f.-h.). "FreeCAD: Tu propio modelador paramétrico 3D". Recuperado 5 de diciembre de 2022. [En línea]. Disponible en: [https://www.freecadweb.org/index.php?lang=es\\_ES](https://www.freecadweb.org/index.php?lang=es_ES)
- [12] Anón. (s. f.-i.). "Herramientas de corte | Equipo periférico | Introducción al Maquinado | KEYENCE México". Recuperado 16 de febrero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.keyence.com.mx/ss/products/measure-sys/machining/peripherals/cutting-tool.jsp>
- [13] Anón. s. f.-j. «Home – Surfcam Mexico». Recuperado 4 de diciembre de 2022. Disponible en: <https://surfcam-mexico.com/>.
- [14] Anón. s. f.-k. «Inventor CAM | Integrated CAM Software | Autodesk». Recuperado 4 de diciembre de 2022. Disponible en: <https://www.autodesk.com/products/inventor-cam/overview>.
- [15] Anón. s. f.-l. «LibreCAD para Windows». MundoComputers. Recuperado 5 de diciembre de 2022. Disponible en: <https://librecad.mundocomputers.com/>.
- [16] Anón. s. f.-m. «PowerMill | Software CAM de 5 ejes | Mecanizado de 5 ejes | Autodesk». Recuperado 4 de diciembre de 2022. Disponible en: <https://www.autodesk.es/products/powermill/subscribe>.
- [17] Anón. s. f.-n. «SISTEMAS CAD/CAE/CAM/CAPP - Ensayos Gratis - siker\_guarneros». Recuperado 4 de diciembre de 2022. Disponible en: <https://www.clubensayos.com/Tecnolog%C3%ADa/SISTEMAS-CADCAECAMCAPP/380195.html>.
- [18] Anón. s. f.-o. «SOLIDWORKS CAM PARA CENTRO DE MAQUINADO». Recuperado 14 de febrero de 2024. Disponible en: <https://buk.com.mx/BUKA0056/read/index>.
- [19] Anón. s. f.-p. «Torneado y ranurado con ShopTurn». Siemens España. Recuperado 16 de febrero de 2024. Disponible en: <https://www.siemens.com/es/es/sectores-industriales/maquina-herramienta/cnc4you/cnc4you-videos/ttt-turn/plunge-turning-shopturn.html>.
- [20] Anón. s. f.-q. «Torno CNC: Qué es y para qué sirve - Tecnomquinaria». Recuperado 16 de febrero de 2024. Disponible en: <https://www.tecnomaquinaria.com/torno-cnc-que-es-y-para-que-sirve/>.

[21] S. Sahogar, "Manual Corel Draw 12," Editorial CEP, S.L., 2013.

[22] F. Chávez Aparicio, R. Mejía Corona, and G. Pacheco Díaz, "Procesos de maquinado en torno convencional," Grupo Editorial Éxodo, 2009.

[23] S. Gómez González, "EL GRAN LIBRO DE SOLIDWORKS®," 3rd ed., 2020.

[24] F. J. Luque Romera, "Operaciones básicas y procesos automáticos de fabricación mecánica: operaciones auxiliares de fabricación mecánica (UF0442)," IC Editorial, 2011.

[25] Anón. (2022). "¿Qué tipos de máquinas CNC existen actualmente?". Distribución y venta de maquinaria CNC. Recuperado 14 de febrero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://centricdemexico.com/tipos-maquinas-cnc/>

[26] M. A., "Solid Edge, ¿qué características tiene esta solución de modelado 3D?," 3Dnatives, Recuperado el 4 de diciembre de 2022. [Online]. Disponible en: <https://www.3dnatives.com/es/solid-edge-solucion-modelado-021120202/>.

[27] C. Martínez, "¿Para qué sirve un taladro de columna?," Tecnitool, Recuperado el 4 de diciembre de 2022. [Online]. Disponible en: <https://tecnitool.es/para-que-sirve-un-taladro-de-columna/>.