

GUÍA PROFESIONAL DE TORNO (De principiante absoluto a nivel profesional)

Enfoque: taller real, hábitos de operador, estándares industriales, seguridad y control dimensional.

Nota institucional: esta guía asume supervisión de un instructor y cumplimiento de normativas internas (bloqueo/etiquetado, resguardos, mantenimiento, etc.).

1) Introducción al torno

Qué es un torno y para qué se utiliza

Un **torno** es una máquina-herramienta donde la **pieza gira** y la **herramienta corta** para generar geometrías principalmente **cilíndricas**: diámetros, caras, conos, ranuras, roscas, chaflanes, refrentados y operaciones internas (mandrinado).

Aplicaciones típicas en taller:

- Fabricación de **ejes**, bujes, separadores, poleas, pernos, casquillos.
- Reparación industrial: recuperar diámetros, hacer **asientos** para rodamientos, roscas especiales.
- Producción: repetitividad con topes, avances automáticos o CNC.

Tipos de torno (convencional, revólver, CNC)

- **Torno convencional (paralelo):** manejo manual; ideal para aprendizaje, reparación y lotes pequeños. La "habilidad" del operador pesa mucho (montaje, medición, control de viruta).
- **Torno revólver (turret/manual o semiautomático):** optimiza producción repetitiva con varias herramientas montadas; reduce tiempos muertos.
- **Torno CNC:** control numérico; repetibilidad alta, geometrías complejas, producción, trazabilidad. Exige mentalidad de **proceso**: programación + set-up + control.

Diferencias entre torno y fresadora

- **Torno:** la pieza gira. Excelente para simetría de revolución (cilindros/conos/roscas).
- **Fresadora:** la herramienta gira. Excelente para planos, cavidades, ranuras, taladros complejos, superficies 3D.
- En taller real, la decisión se toma por: **geometría, tiempo, rigidez, cantidad y tolerancia**.

Mentalidad correcta del operador de torno

1. **Rigidez manda:** sujeción corta, herramienta con poco voladizo, contrapunto cuando aplique.
2. **Medir es producir:** si no controlas medida, solo "arrasas material".
3. **Planificar antes de cortar:** secuencia, referencias, sobre-medidas, acabado, desbarbado.
4. **Viruta y calor son señales:** color, forma y sonido dicen si el proceso está bien.
5. **Seguridad sin negociación:** el torno no "perdona" errores de hábito.

Errores comunes (principiante):

- “Probar a ver qué pasa” con RPM/avance sin criterio.
- Creer que el plato de 3 garras centra “perfecto” siempre (no lo hace).
- Medir con la pieza girando o tocar viruta con la mano.

Notas de taller

- El torno “se siente”: vibración, sonido y acabado te dicen si la máquina está rígida o si estás forzando geometría/herramienta.

Consejo de operador

- Antes de encender: **¿cómo se puede salir la pieza?** Si no puedes responder, no arranques.

Recursos (cómo encontrarlos)

- Buscar en YouTube: “**lathe basics for beginners**”, “**partes del torno paralelo**”, “**what is a lathe used for**”.
- Canales recomendados: **Haas Automation**, **Sandvik Coromant**, **NYC CNC** (fundamentos de mecanizado), **This Old Tony** (mentalidad de taller).
- Material visual prioritario: diagramas de torno (cabezal/carro/contrapunto), videos con cortes reales mostrando viruta.
- Interactivos: buscar “**machining fundamentals interactive**” y “**lathe operation simulator**” (para ver animaciones de operaciones).

2) Seguridad industrial en el torno

Riesgos reales en torno (los que sí pasan)

1. **Atrapamiento/enganche (riesgo fatal):** ropa suelta, guantes, cabello, trapos cerca del plato.
2. **Proyección de pieza/herramienta:** mal amarre, llave del plato olvidada, mordazas mal montadas, herramienta mal apretada.
3. **Viruta caliente y cortante:** lesiones oculares, cortes profundos.
4. **Aplastamientos/puntos de pellizco:** carro, contrapunto, plato, correas.
5. **Ruido y niebla de refrigerante:** daño auditivo/irritación.
6. **Quemaduras:** viruta, pieza, herramienta e incluso el portaherramientas.

EPP obligatorio (mínimo industrial)

- **Lentes de seguridad** (siempre).
- **Careta facial** cuando hay viruta larga, tronzado, materiales “chicoteadores”.
- **Protección auditiva** si el entorno lo requiere.
- **Calzado de seguridad.**
- **Ropa ajustada**, cabello recogido, sin mangas sueltas, sin joyería/relojes.
- **Guantes:** regla práctica: **no** con el husillo girando. Solo para manipular piezas/viruta con máquina detenida y siguiendo procedimiento del taller.

Procedimientos de arranque y paro (hábito profesional)

Antes de arrancar

- Retirar **llave del plato** (verificación visual y táctil).
- Verificar sujeción: mordazas, tornillos, porta, contrapunto, tope.
- Confirmar **herramienta a altura de centro** y bien apretada.
- Seleccionar RPM/avance con máquina detenida (según torno).
- Área libre: sin llaves, calibres, trapos sobre bancada.

Arranque

- Arrancar a baja velocidad si hay duda; observar excentricidad y vibración.
- Pararse fuera de la "línea de fuego" (frente al plato) al inicio.

Paro

- Paro normal: stop.
- Paro de emergencia: solo para riesgo/colisión.
- No frenar el plato "a mano" ni con trapo.

Errores comunes que causan accidentes

- Dejar la **llave del plato** puesta.
- Usar **guantes** con la pieza girando.
- Medir, limar o retirar viruta con el plato en movimiento.
- Sujetar pieza larga sin contrapunto o luneta (latigazo).
- Sobresalir demasiado la pieza del plato sin soporte.

Notas de taller

- En torno, el riesgo #1 es **enganche**: no avisa, no da tiempo a reaccionar.

Consejo de operador

- "Si algo se siente raro": vibración, golpe, sonido agudo → **paro**, inspección, corrección. No "lo termines así".

Recursos

- Buscar en YouTube: "**lathe safety training**", "**chuck key accident lathe**" (para conciencia), "**safe parting on lathe**".
- Canales recomendados: **Haas Automation** (seguridad y operación), canales de formación técnica institucional (buscar "lathe safety module").
- Material visual prioritario: posters/infografías de "no guantes", "retirar llave del plato", "zona de proyección".
- Interactivos: buscar "**LOTO training interactive**" (bloqueo/etiquetado) y módulos de seguridad industrial.

3) Sistema de medidas en torno

Pulgadas vs milímetros (realidad de taller)

- En talleres mixtos verás planos en **mm** y repuestos/roscas en **pulgadas**.

- Lo importante no es "preferencia": es **consistencia**. No mezclar unidades en una misma interpretación.

Fracciones, decimales y milésimas

- En pulgadas:
 - 1.000" = una pulgada
 - 0.001" = **una milésima** ("one thou")
 - 0.0001" = décima ("tenth") en metrología fina
- En milímetros:
 - 1.00 mm (centésima)
 - 0.01 mm (centésima)
 - 0.001 mm (micra nivel taller fino; requiere control térmico)

Conversión clave

- 1" = **25.4 mm**
- 0.001" = **0.0254 mm**

Lectura de calibrador y micrómetro

Calibrador (vernier/dial/digital)

- Rápido, versátil: exteriores, interiores, profundidades.
- Precisión típica de taller: 0.02 mm o 0.001" (según modelo).
- Error típico: apretar demasiado, medir con rebaba, medir en zona cónica.

Micrómetro

- Para diámetros exteriores con más confiabilidad y repetibilidad.
- Buen hábito: usar el **trinquete** (ratchet) para fuerza constante.
- Error típico: medir pieza caliente, no "asentar" el micrómetro, no verificar cero.

Conversión mental usada en taller

- $25.4 \approx 25$ (estimación rápida) solo para aproximar; para tolerancias, usar valor real.
- Atajos útiles:
 - $0.1 \text{ mm} \approx 0.004"$
 - $0.01 \text{ mm} \approx 0.0004"$
 - $0.001" \approx 0.025 \text{ mm}$

Notas de taller

- La medición es parte del mecanizado: **mide como vas a medir al final** (misma herramienta, misma técnica, sin rebaba, misma temperatura).

Consejo de operador

- Antes de cortar a medida: deja **sobrematerial** (por ejemplo 0.2–0.5 mm) para una pasada de acabado controlada.

Recursos

- Buscar en YouTube: “**how to read vernier caliper**”, “**how to read micrometer**”, “**metric to imperial conversion machining**”, “**shop math thousandths**”.
 - Canales recomendados: **Mitutoyo** (metrología), **Haas Automation** (fundamentos), buscar canales de “metrología industrial”.
 - Material visual prioritario: animaciones de lectura de vernier, micrómetro por partes.
 - Interactivos: buscar “**vernier caliper simulator**” y “**micrometer reading practice**” (hay prácticas interactivas gratuitas en sitios educativos).
-

4) Partes del torno (función, uso correcto y errores típicos)

Bancada

- Estructura base con **guías** (ways). Define alineación y rigidez.
- Error típico: usar la bancada como mesa; golpes y viruta incrustada dañan guías.

Cabezal (headstock)

- Contiene el husillo, transmisión y selección de velocidades.
- Error típico: cambiar rangos con el husillo aún girando (según máquina).

Plato (chuck)

- **3 garras autocentrante**: rápido, repetible pero no perfecto; ideal para redondos comerciales.
- **4 garras independiente**: centra con reloj comparador; ideal para precisión o piezas irregulares.
- Error típico: confiar en el 3 garras para concentricidades finas sin verificar.

Carro principal, transversal y compuesto

- **Carro longitudinal**: avanza paralelo al eje Z (en convención típica).
- **Transversal**: controla diámetro (eje X).
- **Compuesto**: para conos, roscado manual (ángulo), ajustes finos.
- Errores típicos: holguras sin ajustar (gibs), no bloquear ejes no usados → vibración.

Contrapunto

- Soporta piezas largas con centro vivo/muerto; permite taladrar con portabrocas.
- Error típico: apretar demasiado (flexiona) o muy poco (vibra); no alinear (conicidad no deseada).

Tornillo patrón y barra de avances

- **Tornillo patrón**: para roscado y avances sincronizados.
- **Barra de avances**: para avance automático (no roscado).
- Error típico grave: usar medias tuercas (half-nut) como si fuera avance normal o engranar incorrectamente.

Notas de taller

- En acabado y roscado, bloquea lo que no uses: menos holgura = mejor superficie.

Consejo de operador

- Si necesitas precisión de concentricidad: 4 garras + reloj comparador (o mandril/boquilla). El 3 garras es “rápido”, no “metrológico”.

Recursos

- Buscar en YouTube: “**lathe parts and functions**”, “**3 jaw vs 4 jaw chuck indicate**”, “**lathe carriage cross slide compound explained**”.
 - Canales: **Abom79** (taller real), **This Old Tony, Haas Automation** (componentes y operación).
 - Material visual prioritario: esquema de carro (Z/X), video indicando pieza con comparador.
 - Interactivos: buscar “**lathe 3 jaw 4 jaw indication animation**”.
-

5) Herramientas de corte

Buriles e insertos

- **Buril HSS (acero rápido)**: económico, fácil de afilar; excelente para aprendizaje, pequeños tornos, acabados finos y materiales “pegajosos” (aluminio) con geometría adecuada.
- **Carburo con insertos**: alta productividad; mejor a mayores velocidades; requiere rigidez. Insertos con rompevirutas ayudan mucho.

Materiales de herramienta (HSS, carburo)

- **HSS**: tolera interrupciones ligeras, se afila; menor velocidad de corte.
- **Carburo**: más duro y caliente; excelente para producción; más sensible a vibración/impacto.

Ángulos de corte (por qué importan)

- **Ángulo de desprendimiento (rake)**: controla cómo fluye la viruta; más rake suele reducir fuerzas (pero puede debilitar filo).
- **Ángulo de alivio (clearance)**: evita que el flanco roce; si es insuficiente, quema y vibra.
- **Radio de punta (nose radius)**: mejora acabado y vida, pero si es grande aumenta tendencia a vibración en piezas delgadas.

Montaje correcto de herramienta (regla #1)

- **Altura de centro**: el filo debe quedar a la altura del centro del husillo.
 - Muy alta → roza, mal corte.
 - Muy baja → empuja, deja rebaba, problemas al carear al centro.
- **Voladizo mínimo**: herramienta lo más cerca posible del porta.
- **Apretado correcto**: porta y torreta firmes.

Errores comunes (principiante)

- Herramienta descentrada.
- Demasiado voladizo.
- Insertos incorrectos para el material (por ejemplo, geometría negativa “pesada” en torno pequeño).
- Confundir “más RPM” con “mejor acabado” cuando hay vibración.

Notas de taller

- La herramienta "correcta" es la que corta con **viruta controlada** y sin castigar la máquina. No la más cara.

Consejo de operador

- Si aparece vibración (chatter), primero reduce **voladizo**, mejora sujeción y revisa altura; luego ajusta parámetros.

Recursos

- Buscar en YouTube: "**lathe tool geometry rake clearance nose radius**", "**set lathe tool height**", "**HSS lathe tool grinding**", "**carbide insert selection turning**".
 - Canales: **Sandvik Coromant**, **Kennametal**, **ISCAR**, **Haas Automation**, **MrPete222** (afiliado a contenido educativo clásico de torno).
 - Material visual prioritario: diagramas de geometría de herramienta, videos comparando HSS vs carburo.
 - Interactivos: buscar "**chip formation animation turning**" (animaciones de formación de viruta).
-

6) Materiales de trabajo (comportamiento en el torno)

Acero al carbón

- Generalmente buen material de aprendizaje: viruta controlable, buena respuesta.
- Riesgo: puede generar viruta caliente y "aguja" si parámetros no son correctos.

Aluminio

- Tiende a **pegarse** al filo (BUE: built-up edge) si herramienta/velocidad no son adecuadas.
- Requiere filo agudo y geometría favorable; lubricación ayuda.

Latón

- Usualmente mecaniza "limpio"; puede producir viruta quebradiza.
- Ojo: algunas aleaciones se comportan distinto; no asumir.

Aceros aleados (4140, inox, etc.)

- Más exigentes: pueden endurecer por trabajo (inoxidables), requieren parámetros y herramientas correctas.
- Control de calor y avance consistente es clave.

Cómo identificar materiales en taller (sin laboratorio)

- **Chispa (spark test)** en esmeril: patrón orientativo para aceros.
- **Imán**: no distingue todos, pero ayuda (algunos inox no son magnéticos).
- **Aspecto y peso**: aluminio (ligero), latón (amarillo), aceros (más densos).
- **Viruta y sonido**: el "cómo corta" enseña rápido.

Errores comunes

- Tratar inoxidable como acero dulce (termina endurecido y mata herramientas).

- No desbastar suficiente y querer "acabar" quitando muy poco con herramienta inadecuada (frota y endurece).

Notas de taller

- El material manda la estrategia: misma geometría y parámetros no sirven para todo.

Consejo de operador

- Si no sabes el material: empieza conservador (poca profundidad y avance razonable), observa viruta/acabado y ajusta.

Recursos

- Buscar en YouTube: "**machining aluminum built up edge turning**", "**spark test steel identification**", "**turning stainless steel tips**", "**4140 turning parameters**".
- Canales: **Sandvik Coromant**, **Kennametal**, **Haas Automation**.
- Material visual prioritario: comparativas de viruta por material, videos de BUE en aluminio.
- Interactivos: buscar "**machinability chart turning**" (tablas de maquinabilidad).

7) Operaciones básicas en torno (paso a paso)

En todas: **1) sujeción 2) herramienta correcta 3) parámetros 4) cero/referencia 5) prueba 6) medir 7) acabado y desbarbado.**

A) Cilindrado (torneado exterior)

Objetivo: llevar una barra a un diámetro específico con buen acabado y cilindricidad.

1. Sujetar pieza (mínimo voladizo). Si es larga: usar **contrapunto**.
2. Montar herramienta de cilindrar a **altura de centro**.
3. Elegir RPM/avance (ver sección 8).
4. Hacer pasada de desbaste dejando sobrematerial para acabado.
5. Medir con micrómetro (sin rebaba).
6. Pasada de acabado: menor DOC, avance estable; refrigerante si aplica.

Errores típicos

- Sin soporte en pieza larga → flexión → diámetro cónico/vibración.
- No bloquear carro/compuesto cuando no se usa.

B) Careado (refrentado)

Objetivo: crear una cara plana perpendicular al eje.

1. Herramienta de careado (o de cilindrar con geometría adecuada).
2. Iniciar desde el diámetro exterior hacia el centro.
3. Controlar altura: si está baja, dejará "punto" en el centro.
4. En el centro, reducir avance si la máquina lo requiere (cambia velocidad de corte efectiva).

Error típico

- Intentar "arrancar" en el aire con avance alto; golpetea y marca.

C) Ranurado

Objetivo: hacer un canal de ancho y profundidad definida.

1. Usar herramienta de ranurar del ancho correcto (o más angosta y luego "abrir").
2. Entrar perpendicular, evacuar viruta (pecks si es profundo).
3. Controlar alineación: herramienta perpendicular a la pieza.

Error típico

- Ranurar profundo sin evacuar viruta → se atasca y rompe inserto/buril.

D) Tronzado (corte)

Objetivo: separar la pieza o hacer una ranura profunda.

1. Herramienta de tronzar bien centrada y rígida, mínimo voladizo.
2. Velocidad usualmente menor que cilindrado (según material/herramienta).
3. Avance firme (si "dudas", frota y se calienta).
4. Refrigeración/lubricación ayuda mucho.
5. Estar listo para soportar la pieza al final (seguridad).

Error típico (muy común)

- Herramienta fuera de centro o sujeción débil → "canta", se traba y rompe.

E) Conicidad (cono)

Métodos comunes:

- **Compuesto angular:** para conos cortos y precisos.
- **Desplazamiento del contrapunto:** para conos largos (menos preciso, afecta centros).
- **Aditamento de conos:** si existe.

Error típico

- No calcular ángulo o no verificar con plantilla/medición; terminar con cono fuera de especificación.

F) Roscado manual (en torno convencional)

Objetivo: generar rosca con el tornillo patrón sincronizado.

1. Identificar tipo: métrica/pulgadas, paso (pitch/TPI), perfil (60° , etc.).
2. Montar herramienta de roscar y alinear con **galga de rosca** (center gauge).
3. Seleccionar relación de engranes/caja Norton para el paso.
4. Ajustar compuesto a $\sim 29^\circ$ (para rosca 60°) como práctica común.
5. Hacer pasadas progresivas, retirando y regresando sin perder sincronía (usar dial de roscas si aplica).
6. Verificar con tuerca/anillo o galga; controlar profundidad.

Errores típicos

- Paso equivocado (por lectura incorrecta del plano).
- Engranar medias tuercas mal → rosca “doble” o corrida.
- Profundidades agresivas → rompe filo o deja mala forma.

Notas de taller

- En tronzado y roscado, el “set-up” es el 80%: rigidez, alineación y altura.

Consejo de operador

- Si una operación “siempre te falla”, casi siempre es por **montaje** (altura/rigidez/alineación), no por “falta de fuerza” de la máquina.

Recursos

- Buscar en YouTube:
 - “**lathe turning operation step by step**”
 - “**lathe facing operation explained**”
 - “**how to part off on a lathe**”
 - “**lathe grooving tips**”
 - “**manual lathe threading tutorial thread dial**”
 - (En español) “**roscado en torno paralelo paso a paso**”, “**tronzado en torno sin vibración**”
 - Canales: **Haas Automation**, **MrPete222**, **This Old Tony**, **Abom79**.
 - Material visual prioritario: videos con cámara cerca mostrando formación de viruta y postura del operador.
 - Interactivos: buscar “**threading calculator**” (calculadoras de rosca) y prácticas de lectura de galgas.
-

8) Parámetros de corte (RPM, avance, profundidad) y cómo pensar

Conceptos clave

- **Velocidad de corte (Vc)**: velocidad en la periferia de la pieza (m/min o SFM).
- **RPM (n)**: revoluciones del husillo.
- **Avance**: cuánto avanza la herramienta:
 - **mm/rev** (ideal para torno) o **in/rev**
 - mm/min (si lo conviertes por RPM)
- **Profundidad de corte (ap)**: cuánto “entra” radialmente (afecta carga y potencia).

Cómo calcular RPM (fórmulas prácticas)

Métrico [$n = \frac{1000}{\pi} \cdot V_c \cdot D$]

- Vc en m/min, D en mm, n en RPM.

Pulgadas (regla común de taller) [$n \approx \frac{4 \cdot SFM}{D}$]

- SFM en ft/min, D en pulgadas.

Ejemplo real (métrico)

Pieza de acero al carbón, D = 50 mm. Supón Vc inicial 120 m/min (carburo, condición estable). [
 $n=\frac{1000 \cdot 120}{\pi \cdot 50} \approx 764 \text{ RPM}$]

Selección práctica (sin “tabla perfecta”)

- **Desbaste:** mayor DOC y avance; Vc moderada.
- **Acabado:** menor DOC, avance más bajo; Vc puede subir si hay rigidez.
- Si hay vibración: baja RPM o cambia a avance más “firme” según caso; primero corrige rigidez.

Consecuencias de cálculos incorrectos

- **RPM demasiado alta:** sobrecalentamiento, desgaste rápido, BUE en aluminio, riesgo de proyección por mala sujeción.
- **RPM demasiado baja:** mal acabado por arranque intermitente, posible BUE en ciertos materiales, baja productividad.
- **Avance demasiado bajo:** la herramienta frota → calor, endurecimiento (inox), mal acabado.
- **DOC demasiado alto:** chatter, flexión, conicidad, rotura.

Errores comunes

- Ajustar solo RPM para arreglar un problema que es de rigidez o herramienta.
- Querer acabado espejo con herramienta desafilada o porta flojo.

Notas de taller

- “Buena viruta” suele ser corta/controlada (según rompevirutas) y sin color excesivo en acero (depende del proceso), con sonido estable.

Consejo de operador

- Cambia **una variable a la vez** (RPM o avance o DOC) y observa el resultado. Si cambias todo, no aprendes ni controlas.

Recursos

- Buscar en YouTube: “**cutting speed feed depth of cut turning**”, “**surface speed rpm formula lathe**”, “**chatter turning how to fix**”.
- Canales: **Sandvik Coromant** (parámetros), **Kennametal**, **Haas Automation**.
- Material visual prioritario: gráficos de Vc vs vida de herramienta, ejemplos de chatter.
- Interactivos: buscar “**machining speed and feed calculator turning**” y “**surface speed calculator**”.

9) Metrología aplicada (tolerancias, ajustes, planos y control en proceso)

Tolerancias (por qué importan)

La tolerancia define **qué variación es aceptable**. En taller:

- Una pieza “se ve bien” puede estar fuera de tolerancia y fallar en montaje.
- La tolerancia define estrategia: desbaste, estabilizar, acabado, medición final.

Ajustes (fits)

- **Holgura (clearance):** entra con juego (ej. eje en buje libre).
- **Transición:** puede entrar justo.
- **Interferencia:** entra a presión (ej. asiento de rodamiento según especificación).

(En industria se usa ISO de ajustes tipo H7/g6, H7/h6, etc. Aprende a leerlos y a traducirlos a límites máximo/mínimo.)

Interpretación de planos

Dominar:

- Cotas y tolerancias (\pm , límites, ISO).
- Rugosidad (Ra) cuando aplique.
- Chaflanes, radios, roscas (M, UNC/UNF), profundidades.
- Referencias/dátums si el plano lo indica.

Control dimensional en proceso (método profesional)

- Definir **referencia**: ¿desde dónde se mide la longitud? ¿qué cara es "cero"?
- Medir después de desbaste para confirmar que vas "en camino".
- Dejar sobrematerial para acabado.
- Controlar temperatura: piezas calientes "engañosan" micrómetro.
- Desbarbar antes de medición final (rebabas falsean lecturas).

Errores comunes

- Medir sobre viruta adherida o rebaba.
- No repetir medición (una sola lectura no es control).
- Usar calibrador donde se requiere micrómetro (tolerancias cerradas).

Notas de taller

- Metrología no es "al final": es una actividad continua para evitar retrabajos.

Consejo de operador

- En tolerancias ajustadas, apunta tus medidas en una hoja: **objetivo / actual / material restante / plan de pasada final**.

Recursos

- Buscar en YouTube: "**how to read engineering drawings machining**", "**tolerances and fits ISO explained**", "**process inspection machining micrometer technique**".
- Canales: **Mitutoyo, Haas Automation**, buscar "metrology training".
- Material visual prioritario: ejemplos de planos reales con roscas, tolerancias, rugosidad.
- Interactivos: buscar "**GD&T basics interactive**" (si la institución lo requiere) y prácticas de tolerancias.

10) Introducción al torno CNC

Diferencias clave vs torno convencional

- En CNC, el operador controla **proceso**: herramientas, offsets, programa, verificación, sujeción, control de viruta, inspección.
- La máquina repite lo que le dices: un error se repite perfecto... y rápido.

Ejes (concepto base)

- Típico en torno CNC: **X** (diámetro/radio) y **Z** (longitud).
- Algunos agregan **C**, **Y** o subhusillo, herramientas motorizadas, etc.

Referencias (cero máquina y cero pieza)

- **Home / Reference return**: punto conocido por la máquina.
- **Work offset (ej. G54)**: dónde está tu “cero pieza”.
- **Tool offsets**: geometría (longitud, radio/nariz) y desgaste.

Códigos G y M básicos (núcleo para empezar)

- **G00**: posicionamiento rápido
- **G01**: avance lineal (corte)
- **G02 / G03**: interpolación circular CW/CCW (arcos)
- **G96**: velocidad de corte constante (CSS)
- **G97**: RPM constante
- **G50**: límite de RPM (muy importante con G96)
- **G54**: offset de trabajo (cero pieza)
- **M03 / M04**: giro husillo CW/CCW
- **M05**: paro de husillo
- **M08 / M09**: refrigerante ON/OFF
- **M30**: fin de programa

(Los ciclos como roscado G76 o desbaste/acabado dependen del control; se aprenden después de dominar lo básico.)

Mentalidad CNC (lo que distingue al operador pro)

1. **Simular y verificar**: recorrido, colisiones, límites.
2. **Dry run / Single block**: primera ejecución controlada.
3. **Offsets con disciplina**: herramienta equivocada u offset mal puesto = choque.
4. **Documentar**: hoja de set-up, herramientas, mordazas, cero, programa y revisión.

Errores comunes (principiante CNC)

- No limitar RPM con G96 (puede subir excesivamente en diámetros pequeños).
- Confundir diámetro vs radio en X (según control/configuración).
- Ejecutar sin dry run ni distancia de seguridad.
- No actualizar desgaste de herramienta.

Notas de taller

- CNC no elimina la necesidad de saber torno: saber de rigidez, viruta y medición es lo que evita scrap.

Consejo de operador

- La primera pieza es “de validación”, no “de producción”: mide más, corre más lento, y ajusta offsets con método.

Recursos

- Buscar en YouTube: “**CNC lathe basics G-code G00 G01 G02 G03**”, “**G96 G97 G50 explained**”, “**set work offset G54 CNC lathe**”, “**CNC lathe dry run single block**”.
- Canales: **Haas Automation** (muy fuerte en entrenamiento), **Titans of CNC** (fundamentos CNC), **NYC CNC** (metodología y set-up).
- Material visual prioritario: animaciones de ejes X/Z, videos de set-up con torreta y medición de herramientas.
- Simuladores gratis:
 - Buscar “**G-code simulator online NC Viewer**” (simulador web).
 - Buscar “**CAMotics**” (simulación gratuita de G-code; orientado a fresado pero útil para conceptos).
 - Buscar “**LinuxCNC simulation**” (entorno con simulación para aprender lógica de control).

11) Errores comunes y buenas prácticas (de taller profesional)

Errores típicos de principiantes (convencional y CNC)

- No limpiar rebabas antes de medir.
- No controlar voladizo de pieza/herramienta.
- Sujetar “apenas” la pieza por miedo a marcarla (y termina saliéndose).
- Cambiar parámetros sin entender el síntoma (chatter vs BUE vs filo roto).
- No usar contrapunto/luneta cuando corresponde.
- Orden deficiente: herramientas sobre bancada, viruta acumulada, aceite en el piso.

Cómo piensa un operador profesional

- **Primero seguridad**, luego calidad, luego tiempo.
- Se pregunta: **¿qué referencia estoy usando?** ¿Qué puede variar?
- Define un plan de pasadas: desbaste → semi → acabado.
- Hace control en proceso: mide y corrige antes de que sea tarde.
- Mantiene la máquina: limpieza, lubricación, revisión de holguras.

Disciplina y orden en taller

- 5S (clasificar, ordenar, limpiar, estandarizar, sostener).
- Herramientas en su lugar, viruta fuera, bancada limpia.
- Checklists: amarre, herramienta, RPM, avance, refrigerante, medición.

Notas de taller

- La mayoría de “misterios” de acabado y medida se resuelven con: **rigidez + herramienta correcta + medición limpia**.

Consejo de operador

- Si vas a repetir piezas: estandariza (mordazas/topes/offsets/notas). La repetibilidad se construye.

Recursos

- Buscar en YouTube: “**lathe chatter causes and fixes**”, “**best practices manual lathe setup**”, “**5S machine shop**”.
 - Canales: **Haas Automation**, **Sandvik Coromant**, **This Old Tony** (hábitos y soluciones), buscar “lean manufacturing 5S machining”.
 - Material visual prioritario: ejemplos de set-ups buenos vs malos, videos de análisis de chatter.
 - Interactivos: buscar “**5S audit checklist template**” (plantillas gratuitas).
-

12) Ruta de aprendizaje profesional (qué dominar y en qué orden)

Qué dominar primero (secuencia recomendada)

1. **Seguridad** (hábitos, EPP, procedimientos).
2. **Metrología básica** (calibrador y micrómetro con técnica).
3. **Partes del torno y controles** (avances, carro, compuesto, contrapunto).
4. **Herramientas y altura de centro** (montaje y rigidez).
5. **Operaciones base**: careado + cilindrado (hacer “cuadrar y llevar a medida”).
6. **Ranurado y tronzado** (control de viruta y rigidez).
7. **Conos** (compuesto y medición).
8. **Roscado manual** (sincronía, paciencia, método).
9. **Tolerancias y ajustes** (trabajo a medida con repetibilidad).
10. **Transición a CNC**: offsets, referencias, simulación, ejecución segura.

Cómo practicar sin máquina (sí se puede avanzar)

- Practicar lectura de **planos** y tolerancias con ejercicios.
- Ejercicios de **conversión** mm/pulgadas y cálculo de RPM.
- Lectura de micrómetro/calibrador con simuladores.
- Ver videos técnicos y hacer “pausas de análisis”: ¿qué referencia usa?, ¿qué herramienta?, ¿qué error evitó?
- Simular G-code básico y aprender estructura de programa.

Ejercicios progresivos sugeridos (con máquina)

- **Nivel 1**: refrentar y cilindrar una barra a diámetro y longitud con tolerancia amplia (± 0.1 mm).
- **Nivel 2**: escalones (2–3 diámetros), chaflanes, control de longitudes desde una referencia.
- **Nivel 3**: buje con diámetro interior (taladrar y mandrinar) + ajuste con eje.
- **Nivel 4**: tronzado repetitivo con tope (consistencia).
- **Nivel 5**: cono corto con compuesto + verificación.
- **Nivel 6**: rosca externa y prueba con tuerca/anillo.

Qué sigue después del torno

- **Fresado** (cotas planas, escuadras, cavidades).
- **CNC avanzado** (ciclos, herramientas motorizadas, subhusillo, CAM).

- **Metroología avanzada** (comparadores, rugosímetro, CMM según industria).
- **Materiales y tratamientos** (durezas, recubrimientos, selección de insertos).

Notas de taller

- El salto a "pro" no es solo cortar más rápido: es **hacer piezas buenas a la primera**, de forma repetible y segura.

Consejo de operador

- Lleva bitácora: material, herramienta, Vc, avance, DOC, resultado. En 1–2 meses tendrás tu propia "base de datos" real.

Recursos

- Buscar en YouTube: "**machining training roadmap**", "**manual lathe project for beginners**", "**CNC lathe setup sheet example**".
 - Canales: **Haas Automation**, **Titans of CNC**, **NYC CNC**, **Sandvik Coromant**.
 - Material visual prioritario: proyectos completos (de bruto a pieza) con mediciones intermedias.
 - Interactivos: buscar "**G-code practice exercises**", "**machining math worksheets**".
-

Cierre (estándar de taller esperado del egresado)

Un estudiante preparado para transición a CNC debe poder:

- Operar torno convencional **sin riesgos** y con hábitos correctos.
- Interpretar medidas, leer micrómetro/calibrador, y trabajar con tolerancias típicas.
- Seleccionar herramienta y parámetros iniciales razonables y **diagnosticar** problemas (vibración, rebaba, mal acabado).
- Entender referencias, set-up y lógica de offsets para CNC.

Si quieres, adapto esta guía a un **plan curricular por semanas** (horas teoría/práctica), con **rúbricas de evaluación**, listas de chequeo de seguridad y proyectos por nivel (básico–intermedio–avanzado).