

Modern Machine Shop México

mms-mexico.com

IMTS 2026:
la batalla por
mantener el husillo
produciendo Pág. 30

CAD/CAM asociativo:
hasta cinco veces
más productividad
Pág. 56

Industria 5.0:
la autonomía
empieza por
los datos Pág. 66

Taller Metalmecánico Moderno



Primero en el gemelo, luego en la máquina

¿UTILIZAS

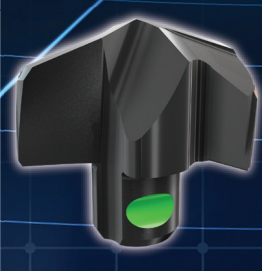
EL BARRENADO

INTELIGENTE?

***SUMOL*DRILL**

NUEVO concepto de broca con mecanismo de fijación por tornillo lateral para barrenado bajo condiciones inestables.





Gama de Dia.: 12mm-20mm.

Cuerpo de broca con
estructura duradera y
mecanismo de fijación
seguro para aplicaciones
de corte interrumpido.

LOGIQUICK
MACHINING INTELLIGENTLY



Member IMC Group
iscar
www.iscar.com

ESCANÉAME



30 IMTS 2026

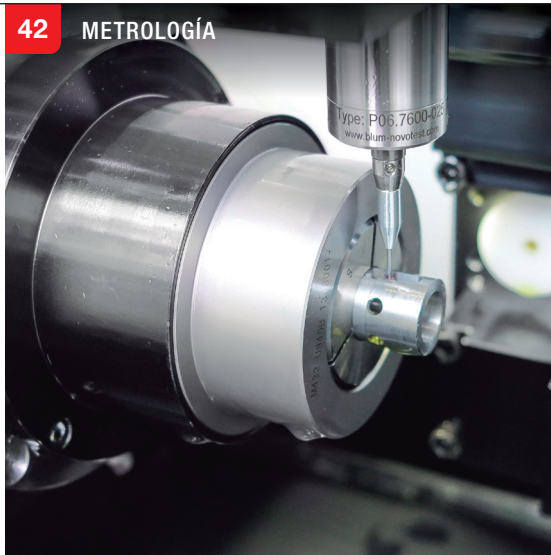


IMTS 2026: la batalla por mantener el husillo produciendo

Automatización, cinco ejes, multitarea, software, herramientas, datos e inteligencia artificial convergieron en IMTS 2026 alrededor de un mismo objetivo: reducir las interrupciones que consumen capacidad y mantener las máquinas produciendo durante más tiempo.

EDUARDO TOVAR

42 METROLOGÍA



La metrología importa

Nuevas tecnologías de medición, visión, palpado y transferencia de datos permiten acelerar la inspección y utilizar esa información para mejorar el mecanizado, una capacidad especialmente relevante en operaciones automatizadas y sin supervisión.

48 FABRICACIÓN DE MOLDES



ISGO lleva el molde desde el DFM hasta el primer disparo

Desde la factibilidad, el DFM y Moldflow hasta el mecanizado CNC, EDM, ajuste, inspección y validación, ISGO Manufacturing integra en San Luis Potosí el ciclo completo de fabricación de moldes para proyectos de alta exigencia.

PRODUZCA MÁS EN LA MISMA ÁREA

Nadie le ayuda a maximizar la rentabilidad por metro cuadrado como DN.

El espacio en planta es siempre un factor a considerar en la fabricación de precisión; con los modelos DVF y DHF de 5 ejes, DN Solutions ofrece equipos destacados y listos para la automatización que permiten hacer más que nunca.

DVF de 5 ejes con AWC

Sistema automático cambiador
de mesas de trabajo

- Automatización compacta para piezas de tamaño reducido
- Elija entre 4 y 40 mesas
- Configuraciones multinivel disponibles

DHF 5500

- Centro Horizontal de 5 ejes, confiable para corte de alta exigencia
- Husillo integrado de hasta 30,000 rpm
- Estructura termodinámicamente estable y de alta rigidez



DN-SOLUTIONS.COM



NORTE DE MÉXICO

Nuevo León, Coahuila, Chihuahua,
Sonora, Baja California, Tamaulipas
(81) 1800-1003
contacto@alttek.com
alttek.com



SUR DE MÉXICO

Estado de México, Querétaro, Guanajuato,
San Luis Potosí, Jalisco, Puebla
contacto@intermaq.com.mx
ventas@intermaq.com.mx
intermaq.com.mx

CAD/CAM

56 El CAD/CAM asociativo aumenta la productividad del taller hasta cinco veces

La integración de CAD/CAM, el control de revisiones y los gemelos digitales permitieron a Willis Custom Yachts reducir retrabajos, acelerar la programación y operar sin supervisión, hasta multiplicar por cinco la productividad de su departamento CNC.

EVAN DORAN

PETRÓLEO Y GAS

60 Inversión y alianzas: el rumbo del sector petrolero mexicano

La estabilización de la producción, el aumento de la inversión de Pemex y nuevos esquemas de colaboración abren oportunidades para la industria. El reto será generar condiciones capaces de atraer capital en un mercado energético cada vez más competido.

INTELIGENCIA ARTIFICIAL

66 Industria 5.0 según Google Cloud: la autonomía que empieza por los datos

Un agente que responde por el OEE de una línea necesita que ese dato ya esté en una base de datos. Google Cloud llevó a IMTS 2026 un catálogo de 140 agentes, el sensor de su socio Augury para máquinas sin telemetría y el humanoide Apollo 2, de Aptronik. Curar esos datos sigue siendo trabajo de la planta.

GESTIÓN DE HERRAMIENTAS

74 ¿Preajustador de herramientas o palpador láser? ¿O ambos?

Medir herramientas fuera de línea tiene ventajas, al igual que medirlas en la máquina herramienta. Pero los talleres podrían beneficiarse más si hacen ambas cosas.

DEREK KORN

I LA PORTADA | IMTS 2026: la batalla por mantener el husillo produciendo

En IMTS 2026, máquinas, automatización, software, herramientas, datos e inteligencia artificial coincidieron en una misma prioridad: eliminar tiempos improductivos. Más que una tecnología aislada, la feria mostró distintas maneras de lograr que las máquinas tengan cada vez menos razones para detenerse.

Columnas y opinión

- 12 Del Editor | Eduardo Tovar
- 14 AMT | Carlos G. Mortera
- 16 Actualidad CNC | Mike Lynch
- 18 Tips en Metrología | George J. Schuetz
- 95 Manufactura Aditiva al Día | Omar E. López B.

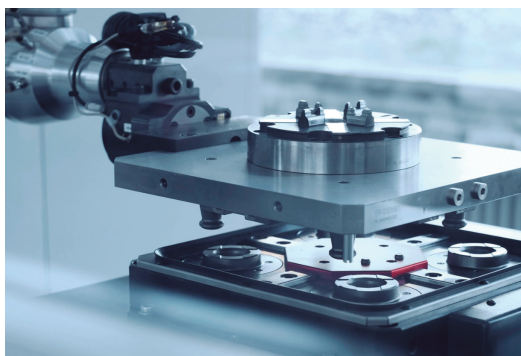
Noticias y eventos de la industria

- 8 Este mes en MMS México en línea
- 20 Noticias del Sector
- 28 Calendario de Eventos

78 Tecnología en foco

Productos

- 83 Reseñas de Producto
- 89 Herramientas y Sistemas de Sujeción
- 92 Sistemas y Software



Anunciantes

- 6 Contenido tecnológico



DOMINAR LOS PROCESOS

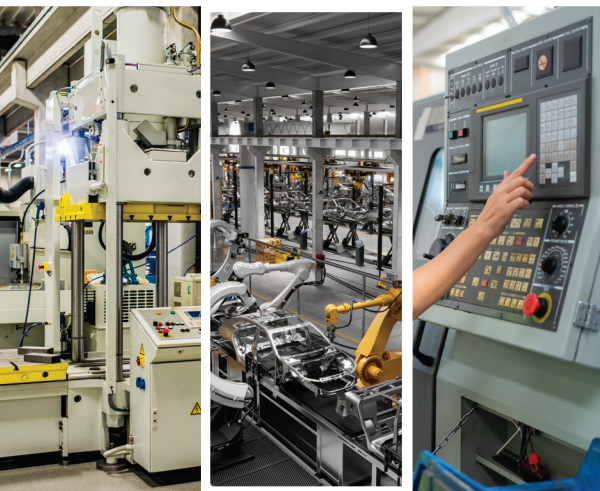
MAQUINADO EN UNA NUEVA DIMENSIÓN

Con las herramientas de precisión, HORN redefine el maquinado. La tecnología de punta se junta con el rendimiento y la confiabilidad: **CONOZCA HORN.**

Ahora conozca los
procesos de
maquinado en HORN



horn-group.com



Colaboradores de esta edición

Estar al día con las nuevas tecnologías y tendencias es un asunto importante para una estrategia de producción exitosa en la industria manufacturera. Conozca a los principales proveedores de tecnologías y servicios que forman parte de esta edición de *Modern Machine Shop México*.

*Conozca más
sobre estos
proveedores aquí:*



Conozca a los proveedores líderes de tecnologías y servicios que acompañan esta edición de Modern Machine Shop México.



3 DN Solutions

DN Solutions es un fabricante mundial de máquinas de torneado y fresado CNC fiables, asequibles y productivas.

www.DN-Solutions.com



11 HEMAQ, S.A. de C.V.

Soluciones Integrales para la Manufactura Avanzada: Maquinaria CNC, Servicio, Ingeniería y Atención 24/7.

www.hemaq.com/es



5 Horn Herramientas Mexico S.A. de C.V.

HORN México es parte del grupo Paul Horn Alemania, produce herramientas de ranurado para mercado Mundial.

www.phorn.mx



1, Iscar de México, S.A. de C.V.

Líderes mundiales en la manufactura de herramientas de precisión, así como herramientas de corte e insertos.

www.iscar.com



27 Mujeres en la Manufactura

Comunidad que impulsa la visibilidad, conexión e inspiración de las mujeres que lideran la industria.

www.mujeresenlamanufactura.com



9 Okuma America Corp.

Okuma America Corporation, líder mundial en máquinas herramienta CNC, controles y sistemas de automatización.

www.okuma.com



13 Suhner México

Nuestro amplio catálogo de materiales abrasivos cubre todas sus necesidades, desde desbastado hasta pulido.

www.suhner.com



Tungaloy-NTK de Mexico S.A.

Líder mundial en soluciones de mecanizado para torneado, fresado, barrenado y tronzado.

www.tungaloy.com/mx



35 Meximold

La única expo en México dedicada a la industria de moldes.

www.meximold.com



15 Uline Shipping Supplies S. de R.L. de C.V.

ULINE tiene más de 40 mil productos en existencia listos para enviar, ¡el mismo día!

www.uline.mx

Modern Machine Shop México

Claude Mas - *Director Ejecutivo de Negocios Internacionales*
cmas@gardner.media

OFICINAS DE VENTAS EN MÉXICO

Guillermo Fernández - *Director Asociado*
CEL: +1-305-308-7006
TEL: +1-513-766-5866 ext. 745
gfernandez@gardner.media

Ricardo Pérez Vertti - *Gerente Regional de Ventas*
CEL: +52-1-442-875-5235
rperezvertti@gardner.media

OFICINAS DE VENTAS EN ESTADOS UNIDOS
CINCINNATI (SEDE PRINCIPAL)
TEL: 1-513-527-8800

EUROPA (EXCEPTO ITALIA, ESPAÑA Y PORTUGAL)
Simone Mas, Gardner Business Media Inc.
TEL: 001-856-580-1414
smas@gardner.media

ITALIA

Sonia Villani, Globe Trotter sas
TEL: 39-0532-909396
sonia.villani@grotter.it

ESPAÑA/PORTUGAL

Guillermo Fernández
CEL: +1-305-308-7006
TEL: +1-513-766-5866 ext. 745
gfernandez@gardner.media

TAIWÁN

May Hsiao, J&M Media Corp.
TEL: 886-4-2296-5959
may@jandm.com.tw
www.jandm.com.tw

CHINA

Erica Cheng, Gedy Advertising
TEL: 86-185-1531-1075
erica@gedync.com

Modern Machine Shop México

Sea líder en soluciones técnicas

OPORTUNIDADES DE WEBINAR CON MODERN MACHINE SHOP MÉXICO



CONOZCA MÁS

MMS-MEXICO.COM



CONTÁCTENOS:
GFERNANDEZ@GARDNER.MEDIA



ARTÍCULO | Automatización en talleres metalmecánicos: el mapa técnico en 2026

Durante varios años, la automatización en el mecanizado se reservó para las plantas con altos volúmenes de producción y presupuestos capaces de absorber inversiones elevadas. Esa frontera se mueve: la presión por reducir costos, mantener la consistencia del proceso y compensar la escasez de mano de obra especializada impulsa a los talleres, incluidos los de menor escala, hacia modelos de automatización más flexibles, reconfigurables y accesibles. En 2026, la automatización dejó de ser un proyecto único para convertirse en una estrategia que se construye por etapas, conforme maduran las capacidades de cada planta.

Este artículo recorre cuatro frentes donde ese cambio ya opera: la robótica colaborativa aplicada a la carga, descarga, desbarbado e inspección básica; los sistemas modulares que los fabricantes de máquinas-herramienta ofrecen para escalar sin reemplazar la infraestructura existente; el control de calidad integrado directamente al ciclo de mecanizado, que reduce la dependencia de la inspección posterior; y el software de monitoreo capaz de convertir datos del piso de planta en decisiones operativas. Para quien evalúa por dónde empezar a automatizar su taller, este texto ofrece un mapa técnico de las opciones disponibles y los criterios que distinguen una implementación viable de una inversión prematura.

Lea el artículo completo aquí: <https://www.mms-mexico.com/articulos/tendencias-en-tecnologias-de-automatizacion-para-2026>



WEBINAR | Industria aeroespacial en México: capacidades, retos y oportunidades de proveeduría

México fabrica piezas aeroespaciales de precisión, certifica procesos conforme a estándares internacionales e integra proveeduría en las cadenas de OEM y Tier globales, pero el país sigue importando los componentes de mayor complejidad técnica. Ese contraste entre lo que la industria ya domina y lo que todavía no produce define el margen real de crecimiento para la proveeduría nacional: escalar hacia los segmentos que hoy quedan fuera del alcance productivo establecido. La certificación, el talento especializado y el cumplimiento de normas internacionales actúan como filtros de entrada tan decisivos como la inversión en maquinaria.

Este webinar bajo demanda recorre el panorama del sector aeroespacial mexicano, identifica los estados con mayor concentración de capacidades productivas y examina los retos que enfrenta la cadena de proveeduría ante el *nearshoring* y la captura de valor agregado.

Acceda a la grabación del webinar aquí <https://www.mms-mexico.com/eventos/details/industria-aeroespacial-en-mexico-2026-tecnologia-capacidades-y-oportunidades-para-proveedores>

MÁXIMA CAPACIDAD EN UN DISEÑO COMPACTO.



EL TORNO OKUMA GENOS L250II OFRECE TORNEADO DE ALTA VELOCIDAD Y UNA RIGIDEZ COMPROBADA EN UN DISEÑO COMPACTO.

Como parte de nuestra línea Affordable Excellence, el GENOS L250II es un torno que está muy lejos de ser básico. Construido sobre una base de hierro fundido de una sola pieza, con un sistema de guías horizontales y superficies de montaje del cabezal y contrapunto rectificadas manualmente, por lo que este equipo proporciona estabilidad, rigidez y precisión para una amplia variedad de aplicaciones.

Conozca algunas de sus principales características:

- Alto desempeño de torneado en alta velocidad en un espacio de tan solo 30 pies cuadrados, ayudando a los talleres a aprovechar al máximo su espacio productivo.
- Disponible con Chuck de 6 u 8 pulgadas, con un recorrido de hasta 18.5 pulgadas en el eje Z.
- Descarga de rebaba optimizada, diseño ergonómico y tanque de refrigerante independiente que facilita la operación y su mantenimiento diario.

CONTÁCTE A SU DISTRIBUIDOR OKUMA PARA
CONOCER MÁS SOBRE EL GENOS L250II

OKUMA
OPEN POSSIBILITIES

PUBLISHER

Claude Mas

cmass@gardner.media

EDITORIAL

DIRECTOR EDITORIAL

Eduardo Tovar

etovar@gardner.media

EDITOR ADJUNTO

Mauricio Pineda

mpineda@gardner.media

EDITORA DIGITAL SENIOR

Ángela Andrea Castro

acastro@gardner.media

EDITORA DIGITAL ASISTENTE

Ana María Pinzón

apinzon@gardner.media

GERENTE DE MARKETING

Elizabeth Flores

eflores@gardner.media

GERENTE DE PRODUCCIÓN DE PUBLICIDAD

Yasmin Drittler

ytrittler@gardner.media

COMITÉ EDITORIAL

CARLOS MORTERA

Director Internacional de AMT
para América Latina

(Association for Manufacturing Technology)

JORGE AYALA

Presidente de la Asociación Mexicana
de Manufactura de Moldes y Troqueles
(AMMMT)

LUIS G. LIZCANO

Presidente Ejecutivo

FEMIA — Federación Mexicana de la Industria
Aeroespacial

JULIO GALVÁN RUIZ

Director de Estudios Económicos de INA
(Industria Nacional de Autopartes)

PATRICIA ZAMBRANO ROBLEDO

Directora de Investigación UANL Dirección
de Investigación

Universidad Autónoma de Nuevo León

PUBLICACIONES DE GARDNER BUSINESS MEDIA

SECTOR METALMECÁNICO

- Additive Manufacturing
- Modern Machine Shop
- Modern Machine Shop México
- MoldMaking Technology
- Production Machining
- TechSpex

COMPUESTOS Y PLÁSTICOS

- CompositesWorld
- Plastics Technology
- Plastics Technology México

ACABADOS

- Products Finishing

OFICINAS CORPORATIVAS

Richard G. Kline Consultor estratégico

Richard G. Kline, Jr Presidente

Ernest Brubaker Director Financiero

Melissa Kline Skavlem . . Directora de Cultura Organizacional

Bill Caldwell Director de CRM y Producción

Jeff Norgord VP Ejecutivo de Marca

Kate Hand VP Ejecutivo de Operaciones

Dave Necessary VP Ejecutivo de Desarrollo

Allison Miller Directora de Experiencia del Cliente

Jan Schafer Directora de Investigación de Mercados

CONSULTAS DE SUSCRIPCIÓN

Para dudas o temas relacionados con su suscripción,
por favor escriba al correo

suscribirse@mms-mexico.com

ISSN 2693-2679 – ISSN Revista digital: 2693-2709

Modern Machine Shop México (año 12, No. 09, octubre 2026) es una revista con 10 publicaciones al año (8 mensuales y 2 bimestrales), editada y publicada por Gardner Business Media México S. de R.L. de C.V., teléfono: 8183874067. Editor responsable: Mauricio Pineda Castro. Número de certificado de reserva de derechos al uso exclusivo del título No. 04-2023-121814163300-102 otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Número de certificado de licitud de título y contenido: 17617, por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Domicilio de la publicación e impresión en: Reproducciones Fotomecánicas S.A. de C.V., Durazno No. 1, colonia Las Peritas, Xochimilco, C.P. 16010 Ciudad de México, México. Distribuidor: Repartos Rápidos de Jalisco S.A. de C.V., Av. Mariano Otero No. 4459, colonia La Calma 2da sección, Zapopan, C.P. 45080 Jalisco, México. Esta edición se terminó de imprimir el 7 de octubre de 2026.

La información presentada en esta edición de Modern Machine Shop México se supone exacta. Aplicando las recomendaciones publicadas, debe tomar las precauciones necesarias de atención y así evitar lesiones personales y daños a instalaciones o productos. En ningún caso, los autores o la editorial pueden aceptar responsabilidad por lesiones personales o daños que puedan producirse en el trabajo por métodos o materiales descritos aquí. Tampoco la editorial puede asumir la responsabilidad por la validez de las afirmaciones o el cumplimiento de los materiales u otras presentaciones editoriales o anuncios en esta publicación. La información de contacto se proporciona para permitirles a los interesados realizar mayor investigación sobre productos o servicios específicos. Queda estrictamente prohibida la reproducción parcial o total de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de Gardner Business Media México S. de R.L. de C.V. Modern Machine Shop es marca registrada por Gardner Business Media, Inc.



Maquinado en 5 ejes para Moldes de Alta precisión



**MECANIZADO DE
PIEZAS COMPLEJAS**



**CONTROL OKUMA
OSP-P500**



**Thermo-Friendly
Design**



**CONSTRUCCIÓN
DOBLE COLUMNA**

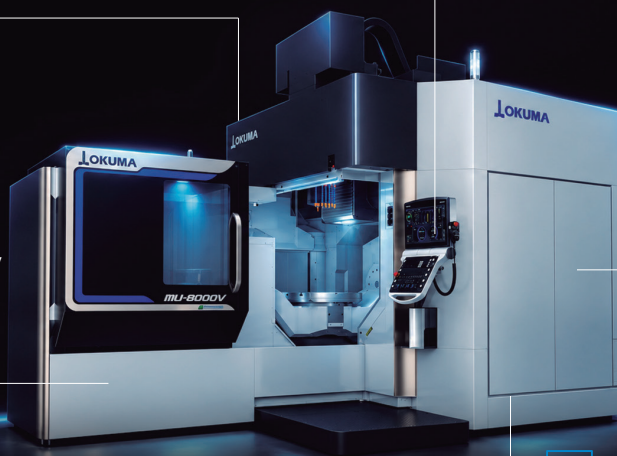
LOKUMA



**FÁCIL INTEGRACIÓN
DE SOLUCIONES
AUTOMATIZADAS**



**MAYOR
PRODUCTIVIDAD**



hemao
•com

meximold
2026

STAND 320

La nube también necesita metal



Eduardo Tovar
DIRECTOR EDITORIAL

Una de las conversaciones que más me sorprendió durante IMTS 2026 no tuvo que ver directamente con inteligencia artificial. Al menos eso pensé al comienzo.

Uno de los proveedores de máquinas-herramienta que visité durante la feria me contó que uno de los mercados que más se había movido recientemente era el de los grandes cigüeñales para motores destinados a generación eléctrica. Hablábamos de componentes de varios metros de longitud producidos, incluso, dentro de líneas altamente automatizadas.

La explicación vino después: una parte de esa demanda está relacionada con el crecimiento de los centros de datos, cuya expansión se ha acelerado con la inteligencia artificial. Esas enormes instalaciones donde se entrenan y ejecutan modelos de IA requieren cantidades crecientes de electricidad y, cuando la infraestructura eléctrica disponible no puede responder con suficiente rapidez, aparecen proyectos de generación dedicados, incluidos sistemas basados en grandes motores de gas natural.

La magnitud ayuda a entenderlo. La Agencia Internacional de Energía estima que los centros de datos consumieron alrededor de 415 TWh de electricidad en 2024 y calcula que podrían llegar a unos 945 TWh en 2030. La IA es uno de los principales impulsores de ese crecimiento. Al mismo tiempo, estos centros requieren infraestructura de refrigeración capaz de evacuar enormes cantidades de calor.

Ahí la conversación me cambió la perspectiva.

Desde que la inteligencia artificial generativa se volvió parte de nuestra vida cotidiana hace apenas unos años, normalmente pensamos en ella como *software*. Imaginamos algoritmos, centros de datos, procesadores y aplicaciones. Pero detrás de todo ese universo, aparentemente intangible, existe una infraestructura completamente física.

La electricidad tiene que generarse. Los equipos deben refrigerarse. Los sistemas de generación necesitan motores, turbinas y otros componentes. Y muchos de esos componentes tienen que **fundirse, forjarse, mecanizarse, rectificarse, medirse y ensamblarse**.

Es decir, la IA también está generando trabajo para la manufactura.

Y esa fue, para mí, una de las lecturas más interesantes de IMTS 2026, porque al recorrer la feria vi también el fenómeno en la dirección contraria: la inteligencia artificial entrando cada vez más en la manufactura.

En Mastercam, por ejemplo, me mostraron cómo ya se utiliza la IA para apoyar tareas de cotización a partir de información histórica, recomendar condiciones de corte y avanzar en la generación automatizada de trayectorias. Su capacidad para abordar piezas cada vez más com-

La inteligencia artificial puede parecer intangible, pero su crecimiento demanda energía, refrigeración, infraestructura y componentes que alguien tendrá que fabricar.

plejas ha aumentado de manera importante en los últimos años.

En Open Mind encontré una aproximación particularmente interesante porque fue mucho más cautelosa. Allí no presentaron la IA como una solución mágica. Por el contrario, explicaron que para que realmente tenga valor primero debe existir conocimiento estructurado: bases de datos

de herramientas, plantillas, macros, reconocimiento de características y experiencia de proceso sobre la cual pueda trabajar el *software*.

En KUKA observé una aplicación todavía más tangible: visión 3D combinada con IA para detectar irregularidades en la superficie de una pieza y permitir que un robot realice, posteriormente, operaciones como pulido o rectificado sobre la zona identificada. La misma lógica de integración aparecía en células donde robots, máquinas CNC y sistemas de inspección intercambiaban información para corregir el proceso.

Y hubo también una advertencia necesaria. En Kawasaki Robotics me señalaron que muchas de las tecnologías que hoy se presentan comercialmente como inteligencia artificial son, en realidad, sistemas avanzados de visión, sensores y programación. Esa distinción importa. No toda automatización es IA y no todo lo que lleva la etiqueta de IA representa necesariamente una aplicación autónoma.

Quizás por eso regresé de IMTS menos interesado en preguntar cuánta inteligencia artificial había en la feria y mucho más motivado en averiguar qué estaba haciendo en realidad.

Porque allí aparecieron las dos caras de una misma transformación.

Por un lado, la IA comienza a participar en programación, simulación, inspección, robótica y automatización de procesos metalmecánicos. Por el otro, el crecimiento de esa misma tecnología crea demanda de energía, refrigeración e infraestructura que termina por convertirse en nuevos proyectos industriales y nuevas piezas que alguien tendrá que fabricar.

Después de aquella conversación frente a una máquina capaz de mecanizar componentes de varios metros, la supuesta contradicción desapareció.

La inteligencia artificial puede vivir en la nube. Pero la nube también necesita metal. 

SWISS AIR

EL POLVO NO DEBERÍA SER PARTE DE TU JORNADA

Protección respiratoria para trabajos industriales exigentes.



99.8 %
Filtración de partículas TH3



14 H
Batería de alto rendimiento



100-130 l/min
Flujo de aire ajustable



Solicita información



+52 (33) 1367 9399



mkt@suhner.mx

SUHNER
+ SWISS PRECISION

LATAM Day en IMTS 2026: la manufactura latinoamericana habló en español



Ing. Carlos G. Mortera
DIRECTOR SENIOR
DE AMT PARA
AMÉRICA LATINA

Comparto con la comunidad de lectores de *Modern Machine Shop México* mis reflexiones y observaciones después de un exitoso Día de América Latina o LatAm Day, celebrado el 15 de septiembre durante la edición 35 de IMTS en la ciudad de Chicago, del 14 al 19 de septiembre.

Cada edición de IMTS nos recuerda la escala de esta industria: kilómetros de pasillos en McCormick Place y miles de conversaciones sobre cómo producir mejor. Y para quienes hacemos manufactura en México y América Latina, IMTS 2026 tuvo una jornada especial. En el LATAM Day, el programa que AMT Latinoamérica organiza para la comunidad hispanoamericana, reunimos a empresarios, especialistas, académicos y asociaciones con un propósito claro: convertir lo que se ve en el piso de exhibición en decisiones para nuestras plantas y talleres.

Abrimos junto con Michelle Edmonson, vicepresidenta de exposiciones de AMT, con una idea inspirada en el trabajo de la World Manufacturing Foundation y de David Romero. En un mundo VICA (volátil, incierto, complejo y ambiguo), la tecnología es el marco común para decidir más rápido, gestionar riesgos, formar talento y construir alianzas de “coopetencia”.

Norteamérica como una sola fábrica

Samuel Peña, vicepresidente comercial de Grupo Alianza, puso sobre la mesa las condiciones físicas de la competitividad mexicana: infraestructura, logística y, sobre todo, energía. Su ejemplo fue un parque industrial en Derramadero, Saltillo, con 2,000 hectáreas y 350 MVA de capacidad eléctrica. Sin electricidad confiable, dijo, no hay *nearshoring* posible.

Ignacio García, de IGA Investments, llevó la conversación al comercio. México es, por tercer año consecutivo, el principal socio comercial de Estados Unidos, con un intercambio de bienes

2.1 veces mayor que el de China. García propuso pensar en una “Fábrica Norteamérica”, como un solo sistema productivo integrado. También advirtió sobre el nuevo riesgo: aranceles y un T-MEC sujeto a revisiones anuales.

José Enrique Sevilla, de S&P Global Market Intelligence, espera que el tratado siga vigente el resto de la década. Además, compartió un dato revelador: las exportaciones mexicanas de servidores de cómputo pasaron de unos 28,000 millones de dólares en 2024, a más de 87,000 millones en 2025.

El panel con Izza Rodríguez (J&J MedTech), Gabriel Padilla (INA), Luis Lizcano (FEMIA) y Jorge Ayala (AMMMT) situó estas oportunidades y retos en cuatro sectores clave: dispositivos médicos, autopartes, aeroespacial y moldes y troqueles.

Método antes que moda

En inteligencia artificial, Cecilia Hermida y Norman Villanueva, de Infor, arrancaron con un dato incómodo: según el MIT, 95 % de los pilotos de IA generativa no entrega un retorno medible. Su mensaje: la IA no fracasa por la tecnología, sino por falta de método. El orden correcto es diagnosticar, automatizar y optimizar, siempre sobre datos gobernados.

Dayan Rodríguez, vicepresidente corporativo de manufactura y movilidad de Microsoft, mostró la otra cara con casos latinoamericanos. Gerdau elevó al 95 % la precisión de sus cotizaciones técnicas y redujo su tiempo de respuesta de 29 a 10 días. Grupo Bimbo conectó los PLC de sus líneas para seguir su OEE en tiempo real.

En el piso de producción, Guillermo Mortera, de Hennig, habló de máquinas que nunca se detienen. México tiene 62 robots por cada 10,000 empleados, frente a un promedio global de 177. Aun así, el camino hacia la manufactura *lights-out*

no empieza con el robot más caro. Comienza por estabilizar, optimizar y luego automatizar, además de medir el OEE y asegurar los periféricos que sostienen un ciclo desatendido.

Gerardo Martín, de Hexagon, trazó desde la metrología las tendencias hacia 2030: gemelos digitales, procesos correctos a la primera y medición en línea con retroalimentación en tiempo real.

Leopoldo Ruiz-Huerta, del Laboratorio Nacional de Manufactura Aditiva y Digital (MADiT) de la UNAM, mostró cómo universidades y clústeres ya trabajan juntos. La UABC y Honeywell, por ejemplo, lograron reducir hasta 41.9 % el peso de componentes aeroespaciales. Su meta: pasar de la maquila a la “mentefactura”.

La conversación continuó por la noche

La jornada no terminó con las conferencias. Por la noche, nuestra recepción reunió alrededor de 350 profesionales de la industria, y las ideas de la mañana se convirtieron en contactos, proyectos y conversaciones de negocio. Ese encuentro es la mejor prueba de que la comunidad hispanoamericana tiene un lugar propio en IMTS.

Lo que nos llevamos

La tecnología ya está disponible. Lo que distingue a quien avanza es la disciplina: medir antes de automatizar, gobernar los datos antes de escalar la IA y pensar la región como un sistema.

El otro factor es la gente. Solo en México, Canacintra estima más de 35,000 vacantes sin cubrir en automatización, IA y mantenimiento digital. Nadie cerrará esa brecha solo.

El compromiso de AMT Latinoamérica es que nuestra comunidad llegue a IMTS con preguntas propias y regrese con respuestas, contactos y un plan. Agradezco a ponentes y asistentes por hacer de este día una verdadera conversación de industria. La manufactura de nuestra región está lista para competir; ahora hay que demostrarlo en cada planta y taller.

Para mayor información sobre los programas y servicios de AMT y sus más de 1,000 asociados —organizaciones de primera línea en soluciones de productividad y maquinaria y equipo— contacte a Carlos G. Mortera: cmortera@amtonline.org, a José Carlos Flores: jflores@amtonline.org, o a Daniel García: dgarcia@amtonline.org







ORDENE ANTES DE LAS 6 PM PARA ENVÍO EL MISMO DÍA **800-295-5510** uline.mx

5 cosas que todo operador CNC debe saber sobre los ajustes de tamaño

Para los operadores CNC, el ajuste de tamaño es una habilidad esencial. Ten en cuenta estos puntos al capacitar a nuevos usuarios de CNC.

MIKE LYNCH | FUNDADOR Y PRESIDENTE DE CNC CONCEPTS INC.

Hoy en día, a las empresas que utilizan CNC les resulta casi imposible contratar operadores CNC calificados en la cantidad que necesitan. Como resultado, están contratando personal con experiencia limitada o nula en el taller y capacitándolo desde cero. Un área que representa un reto especial para los nuevos operadores CNC es realizar ajustes de tamaño. A continuación, cinco pasos para ayudar a capacitarlos.

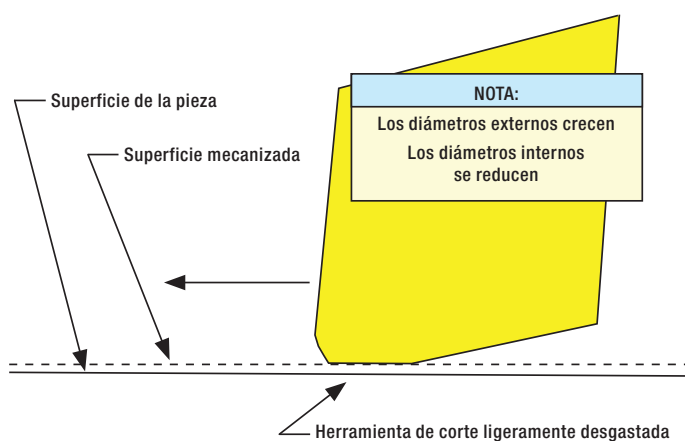
1. Da una definición y explica cuándo y por qué se requieren los ajustes de tamaño

Entonces, ¿qué es un ajuste de tamaño (sizing adjustment)? Un ajuste de tamaño es una modificación a una herramienta de corte o a uno de sus registros de offset, que lleva un atributo mecanizado medido de una condición no deseada a una condición aceptable.

Los ajustes de tamaño se requieren durante el setup y, suponiendo que deban producirse numerosas piezas, durante las corridas de producción. Se requieren durante el setup porque, por más que lo intenten, los operadores de ajuste no pueden determinar y especificar de forma perfecta ciertas características de la herramienta de corte, como posición, longitud y radio. Incluso si pudieran, otros factores, como la presión de la herramienta, afectarán la

calidad de sus valores iniciales. Los operadores de ajuste deben ajustar cuidadosamente el tamaño de cada superficie mecanizada al correr la primera pieza. Si lo hacen correctamente, la primera pieza será buena y, al iniciar la corrida de producción, todas las superficies mecanizadas estarán cerca de sus valores objetivo.

Los ajustes de tamaño se requieren durante las corridas de producción si los filos de las herramientas de corte se desgastan lo suficiente como para hacer que las superficies mecanizadas



Los ajustes de tamaño se requieren durante las corridas de producción si los filos de las herramientas de corte se desgastan lo suficiente como para hacer que las superficies mecanizadas crezcan o se reduzcan fuera de su banda de tolerancia, como se muestra aquí.

crezcan o se reduzcan fuera de su banda de tolerancia. Por supuesto, debe hacerse un ajuste de tamaño antes de que esto ocurra.

2. Explica las matemáticas involucradas en los ajustes de tamaño

Las matemáticas requeridas son simples: suma, resta, multiplicación y división. El reto está en realizar repetidamente cálculos sencillos sin cometer errores. Asegúrate de explicar el concepto de polaridad. Cada ajuste de tamaño será positivo o negativo.

3. Explica, demuestra y haz que los nuevos operadores practiquen la toma de mediciones

Este es el paso más desafiante. El personal de CNC debe ser capaz de tomar mediciones precisas. Puedes simplificar el proceso proporcionando calibres con pantalla digital. Aun así, siempre habrá algunos calibres con carátula o escala Vernier que deberán dominarse. Además, los nuevos operadores necesitan desarrollar sensibilidad para tomar mediciones. Dominar el uso de calibres requiere práctica, así que sé paciente.

Asegúrate de capacitar al personal en todos los tipos de calibres que existen en el taller. Esto casi siempre incluye calibres variables, como micrómetros, calibres de profundidad y vernier (calipers). Explica cómo leer los distintos tipos de pantalla: digital, de carátula y de escala Vernier. Y muestra cómo verificar la calibración, algo que debe hacerse cada vez que se usa un calibre, antes y después de tomar una medición.

Incluye cualquier calibre fijo que se use, incluyendo calibres pasa/no pasa y calibres fijos que incorporen un reloj comparador. Si se van a usar relojes comparadores, explica las distintas resoluciones (incrementos de carátula) que utiliza tu empresa. Explica cómo verificar la calibración usando los patrones o masters que proporciona tu departamento de control de calidad junto con el calibre.

4. Muestra cómo determinar si se requiere un ajuste de tamaño y, en caso afirmativo, su valor

Hacer ajustes de tamaño requiere la capacidad de evaluar si un atributo mecanizado medido está dentro de los límites de tolerancia. Esto significa que los operadores deben saber interpretar las tolerancias especificadas: bilateral (más/menos), límite alto/bajo o unilateral (más un valor, menos otro). Para evaluar la aceptabilidad son importantes los límites alto y bajo de la tolerancia. Cuando se requieren ajustes de tamaño, el

operador CNC debe además determinar el valor objetivo, que es el tamaño de atributo que se busca una vez realizado el ajuste. El valor objetivo suele ser (aunque no siempre) el valor medio de la banda de tolerancia.

La evaluación de un atributo mecanizado medido caerá en una de estas cuatro categorías:

- El atributo está claramente dentro de los límites alto y bajo (aceptable).
- El atributo está dentro de la banda de tolerancia, pero cerca de un límite (aceptable, aunque por poco).
- El atributo es menor que el límite bajo (actualmente es desperdicio).
- El atributo es mayor que el límite alto (actualmente es desperdicio).

Todas las condiciones, excepto la primera, son indeseables, lo que significa que se requerirá un ajuste de tamaño en tres de las cuatro condiciones. Y en estos casos, el operador CNC debe calcular la desviación entre el valor medido y el valor objetivo. Esto implica restar un valor de otro. Asegúrate de explicar también cómo determinar la polaridad del ajuste de tamaño.

5. Explica, demuestra y haz que los nuevos operadores practiquen la realización de ajustes de tamaño en la máquina

Las técnicas específicas variarán de una máquina a otra, pero, en general, hacer un ajuste de tamaño implica modificar el valor actual de un registro de offset. Explica cómo determinar qué registros de offset están relacionados con una herramienta de corte determinada.

La mayoría de los programadores hacen que el número de offset coincida con el número de estación de la herramienta. Y la mayoría de los CNC actuales tienen múltiples registros por offset: uno para especificar el tamaño de la herramienta de corte (posición, longitud o radio) y otro registro para fines de ajuste de tamaño (a menudo llamado offset de desgaste). Proporcionar a los operadores un documento que ilustre gráficamente qué offset controla cada superficie mecanizada simplificará este proceso (considera ofrecer un dibujo con código de colores).

Si tu empresa utiliza herramientas de corte que requieren ajustes físicos para realizar un ajuste de tamaño (como las barras de mandrinado de acabado usadas en centros de mecanizado), asegúrate de incluirlas en tus explicaciones. 

Medición de planicidad, espesor y paralelismo

El uso de una simple placa de granito permite realizar una amplia variedad de configuraciones de medición con un solo equipo.

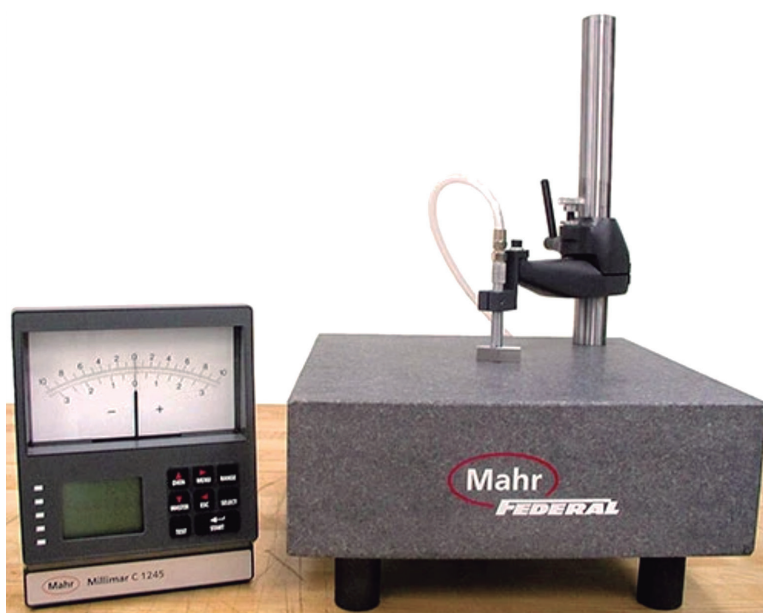
GEORGE J. SCHUETZ | DIRECTOR DE CALIBRACIÓN DE PRECISIÓN DE MAHR FEDERAL INC.

Las placas de granito ofrecen una superficie de referencia amplia, lisa y plana, que puede resultar sumamente útil para inspeccionar piezas de entrada, en proceso o terminadas. Cuando se usan en combinación con diversos calibres y accesorios, como calibradores de altura, bloques patrón, escuadras angulares y escuadras, pueden verificar una amplia gama de parámetros, incluyendo longitud, planicidad, perpendicularidad, rectitud, ángulo, ubicación de características y run-out. Las placas de granito son sencillas y extremadamente versátiles.

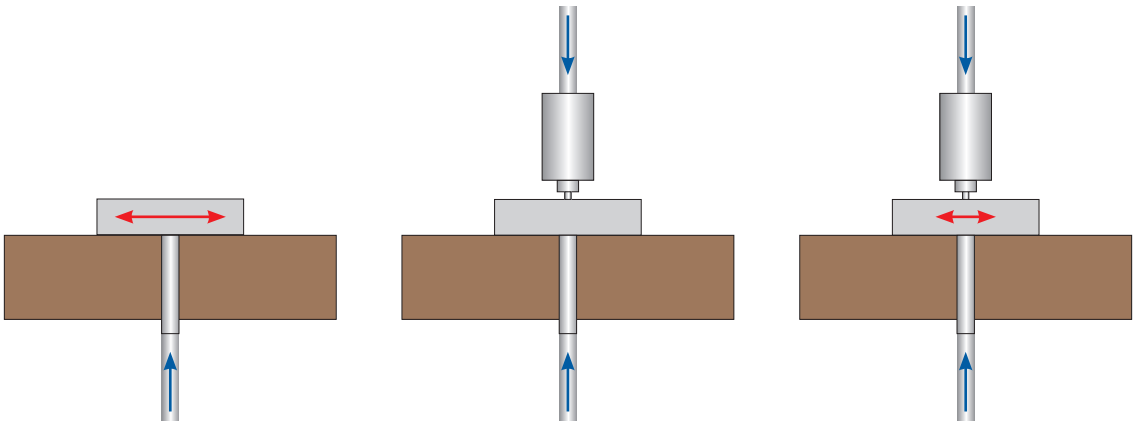
Las placas de granito ofrecen una superficie de referencia estable a gran escala, lo que hace

posible muchas configuraciones de medición con un solo equipo sencillo. Cuando una aplicación de medición no justifica la compra de un calibre de dispositivo (fixture gage) diseñado para un propósito específico, las placas de granito suelen ofrecer una solución económica de propósito general.

La propia placa de granito también puede funcionar como calibre. Con un orificio perforado en la placa, se puede instalar un cabezal de medición o una boquilla de medición para inspeccionar la planicidad de superficies a ras, sin necesidad de un soporte de altura. Cuando se trata de piezas pequeñas, la inspección se realiza simplemente



Las placas de granito ofrecen una superficie de referencia estable a gran escala, lo que hace posible muchas configuraciones de medición con un solo equipo sencillo. Cuando una aplicación de medición no justifica la compra de un calibre de dispositivo de propósito especial, la propia placa de granito también puede funcionar como calibre.



Se perfora un orificio en la placa y se instala un cabezal de medición o una boquilla de medición para inspeccionar la planicidad de superficies a ras, sin necesidad de un soporte de altura. Un segundo cabezal de medición en un soporte de altura puede colocarse directamente encima del que está embebido en la placa de granito, lo que permite mediciones independientes de planicidad, espesor y paralelismo.

pasando la pieza sobre el palpador y leyendo las variaciones de planicidad directamente en la lectura del amplificador. Lo que ocurre aquí es que los tres puntos más altos de la placa de granito forman un plano sobre el cual se apoya la pieza. El palpador montado en la placa detecta entonces el cambio o la variación en la superficie de la pieza conforme esta se desplaza sobre él. Se trata de una verificación dinámica, ya que la pieza debe moverse para poder determinar la condición de falta de planicidad.

Por supuesto, con este tipo de verificación de planicidad hay que partir de un supuesto. Nótese que en este ejemplo hay una sola boquilla de medición o palpador electrónico, y que la pieza se desplaza sobre él. Por lo tanto, no hay forma de explorar cada milímetro cuadrado de la pieza. Lo que generalmente ocurre es que el operador sigue un patrón sobre la pieza, cubriendo su área externa e interna. Después, “asume” que todo lo que queda entre esos puntos está dentro de lo medido. Por lo general es así, aunque podrían pasarse por alto algunas áreas. Aun así, para una verificación rápida y de alto desempeño, este tipo de calibre de planicidad es difícil de superar.

Hablando de alto desempeño —y de nuevo, se trata de un término relativo—, las placas de granito están disponibles en muchos grados, por lo que el grado ayudará a determinar el desempeño del sistema. Un soporte de tres puntos en una placa de granito puede tener una precisión de hasta 50 micropulgadas (grado de inspección A). Existen otros tamaños y precisiones de placa disponibles. Esto debe considerarse como parte del error potencial de la medición.

Si se desea, se puede colocar un segundo cabezal de medición en un soporte de altura, directamente encima del que está embebido en la placa de granito, lo que permite mediciones independientes de planicidad, espesor y paralelismo. Pero, de nuevo, estas verificaciones solo pueden realizarse en estado dinámico, moviendo la pieza entre los palpadores y explorando estas condiciones. Con tantas variables en juego y la necesidad de compartir los palpadores, el proceso se vuelve un poco más complicado para el operador.

Con el calibre de planicidad simple de un solo palpador, observar una sola lectura para detectar la variación de planicidad y recordar el mínimo/máximo no representa un gran reto. Sin embargo, incluso en esta aplicación, podría emplearse una función dinámica en el amplificador para recordar estos puntos en segundo plano y proporcionar la diferencia, que sería la desviación de planicidad.

Con dos palpadores, y la necesidad de que cada uno funcione de manera independiente y, al mismo tiempo, en conjunto, puede emplearse un amplificador inteligente con múltiples entradas para facilitar el trabajo del operador. Con un solo pase de la pieza, el amplificador inteligente podría proporcionar la planicidad, el espesor y el paralelismo de manera fácil y automática.

Como puede verse, ya sea que se usen solas o en combinación con diversos calibres y accesorios, las placas de granito ofrecen superficies de referencia lisas y planas para realizar una amplia gama de mediciones de piezas. ■



Fuente: Modern Machine Shop México.

Representantes de las industrias de moldes, autopartes y aeroespacial analizaron durante las ruedas de prensa de Meximold 2026 las oportunidades y los retos para aumentar la fabricación de moldes, troqueles y herramentales en México.

México tiene mercado para fabricar más moldes, pero debe cerrar brechas

México cuenta con una amplia base manufacturera y una demanda considerable de moldes, troqueles y herramentales, pero todavía captura solo una parte de esa oportunidad. Este fue uno de los principales mensajes de las ruedas de prensa de Meximold 2026, donde representantes de las industrias de moldes, autopartes y aeroespacial analizaron los retos para incrementar la fabricación nacional.

Eduardo Medrano, presidente de Makino México y director del Comité de Comercio Exterior de la Asociación Mexicana de Manufactura de Moldes y Troqueles (AMMMT), señaló que alrededor de 80 % de los moldes utilizados por la industria de Norteamérica proviene de Asia, una cifra que dimensiona el espacio que existe para desarrollar proveeduría regional.

Gabriel Padilla, director general de la Industria Nacional de Autopartes (INA), destacó que la oportunidad no se limita a la fabricación inicial del molde. Durante su vida productiva, estos herramentales requieren pruebas, correcciones, cambios de ingeniería, mantenimiento y ajustes. Contar con proveedores cercanos puede reducir tiempos de respuesta, inventarios de contingencia y el riesgo de interrupciones en las líneas de producción.

Jorge Ayala, presidente de la AMMMT y director general ejecutivo de Evolución en Moldes, señaló que los talleres mexicanos ya participan activamente en la modificación, reparación y mantenimiento de moldes importados. Sin embargo, consideró que para avanzar hacia proyectos de mayor valor es necesario fortalecer la confianza de los compradores en la proveeduría nacional y aumentar la especialización de los talleres.

Ayala planteó que una mayor especialización permitiría elevar la productividad y competitividad del sector. En lugar de que cada empresa intente cubrir todo tipo de moldes y procesos, propuso desarrollar esquemas de encadenamiento en los que diferentes talleres aporten capacidades complementarias dentro de un mismo proyecto.

El desarrollo de talento también apareció como uno de los retos centrales. Medrano destacó la transición de una fabricación con fuerte componente artesanal hacia un modelo basado en ingeniería y automatización, mientras Padilla señaló la necesidad de contar no solo con operadores CNC, sino con especialistas en diseño de moldes, CAD/CAM, simulación, metrología, materiales, tratamientos térmicos y administración de proyectos.

Desde la industria aeroespacial, Luis Lizcano, presidente de la Federación Mexicana de la Industria Aeroespacial (FEMIA), explicó que una ruta de entrada para los fabricantes nacionales puede comenzar con herramentales y fixtures de producción y avanzar posteriormente hacia moldes y troqueles de mayor complejidad. En este sector, señaló, una de las principales barreras está en las certificaciones y los requisitos de trazabilidad.

El financiamiento completa el conjunto de desafíos. Los participantes coincidieron en que competir en la fabricación de moldes exige inversiones importantes en centros de mecanizado de cinco ejes, EDM, metrología avanzada, software y capital de trabajo.

Los especialistas coincidieron en que aumentar la participación de México requerirá combinar confianza de los compradores, especialización, tecnología, talento, financiamiento y una mayor colaboración entre empresas, academia y gobierno.

Meximold 2026 se realizará los días 14 y 15 de octubre en el Querétaro Centro de Congresos, donde fabricantes, proveedores y usuarios analizarán estas oportunidades y capacidades de la industria.

Schneider Electric expande su capacidad de manufactura en Querétaro

Schneider Electric anunció la expansión de su capacidad manufacturera en Querétaro mediante una inversión en nuevas plantas industriales.

El proyecto incluye dos instalaciones ya concluidas y en inicio de operaciones, además de una tercera planta contemplada para una fase futura de crecimiento. En conjunto, estas instalaciones representarán aproximadamente 115,000 metros cuadrados de infraestructura productiva.

Las nuevas plantas fabricarán soluciones para distribución eléctrica, equipos de infraestructura energética crítica y proyectos especializados según esquemas Engineer-to-Order (ETO).

Con esta expansión la compañía refuerza su presencia industrial en México y su capacidad para atender la creciente demanda de soluciones energéticas en la región.

Las tecnologías producidas en Querétaro atenderán a los sectores industrial, de infraestructura y energía, así como a centros de datos, que requieren soluciones cada vez más especializadas para gestionar sus necesidades de capacidad, resiliencia y eficiencia energética.

“La demanda de infraestructura energética crece en México y en otros mercados estratégicos. Estas instalaciones ampliarán nuestra capacidad para fabricar soluciones avanzadas y atender con mayor cercanía las necesidades de los clientes”, señaló Guillaume Le Gouic, vicepresidente sénior de Power Systems & ETO de Schneider Electric.

Querétaro reúne talento especializado, capacidad industrial y una ubicación estratégica para acompañar la electrificación y la digitalización de la región, agregó.

Además de ampliar la capacidad productiva de la compañía, el proyecto impulsará oportunidades para proveedores, contratistas y cadenas de valor.

“Con estas instalaciones alcanzaremos 12 plantas de manufactura y estaremos mejor

»



Fuente: Gobierno de Querétaro.

preparados para acompañar el crecimiento de la industria, los centros de datos y la economía digital de Norteamérica y Centroamérica”, afirmó Luis D’Acosta, presidente para México y Centroamérica de Schneider Electric.

Por su parte, Mauricio Kuri, gobernador de Querétaro, dijo que la entidad cuenta con el talento, la infraestructura y el ecosistema productivo necesarios para recibir proyectos de manufactura avanzada y de alto valor agregado.

“La expansión de Schneider Electric confirma la confianza de empresas globales en nuestro estado y contribuirá a generar oportunidades para las familias queretanas, los proveedores locales y el desarrollo económico de la región”, agregó el mandatario.

Por su parte, Marco del Prete, secretario de Desarrollo Sustentable del estado, dijo que este proyecto fortalece la presencia de la manufactura avanzada en Querétaro y amplía las oportunidades para integrar más empresas y proveedores a cadenas de valor especializadas.

“La combinación de inversión, innovación y desarrollo de talento es fundamental para mantener la competitividad del estado y generar crecimiento económico de largo plazo”, comentó Del Prete.

Valor de producción de la fabricación de equipo aeroespacial creció 21.2 % en junio

De acuerdo con la Encuesta Mensual de la Industria Manufacturera (EMIM) de INEGI, el Total de valor de producción de los productos elaborados en la Fabricación de equipo aeroespacial fue de 344.5 millones de pesos corrientes en junio de 2026, lo que representó un crecimiento anual de 21.2 %.

En el acumulado de enero a junio, este indicador sumó 1,939.1 millones de pesos corrientes. La serie mantuvo crecimientos mensuales de enero a abril, con una reducción en mayo y retomó el incremento en junio.

En el caso del Personal ocupado total de esta rama económica, llegó a 42,121 personas en junio, con un aumento anual de 15.2 %. Respecto al mes inmediato anterior el aumento fue de 2.4 %.

Este indicador también presentó crecimientos mensuales de enero a abril, con una baja en mayo y, de nuevo, crecimiento en junio.

En el caso de la Capacidad de planta utilizada en la Fabricación de equipo aeroespacial, esta se ubicó en 92.9 % en junio, el nivel más alto del semestre, y quedó 4.7 puntos porcentuales por encima del 88.2 % de mayo.

En su comparación anual, este indicador presentó un crecimiento de 1.2 %.

Las cifras están expresadas en precios corrientes, por lo que incluyen el efecto de los cambios en los precios. El INEGI reporta datos preliminares a partir de agosto de 2025 y revisados de enero a julio de ese año.

Producción de computadoras y equipo periférico creció 2.3 % en junio

El Total del valor de producción de la rama de Fabricación de computadoras y equipo periférico sumó 2,219 millones de pesos corrientes en junio de 2026, con un crecimiento anual de 2.3 %, según la Encuesta Mensual de la Industria Manufacturera (EMIM) del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

Se trata de la primera variación anual positiva de esta rama en lo que va del año, luego de cinco meses consecutivos de descensos.

En cuanto al Total de valor de ventas de los productos elaborados, en junio sumó 2,219 millones de pesos corrientes, lo que representó un aumento anual de 2.3 %.

En este caso, también se trató de la primera variación anual positiva en lo que va del año, luego de cinco meses consecutivos de caídas.

En el primer semestre, tanto el valor de la producción como de las ventas sumaron cada uno 12,249 millones de pesos corrientes.

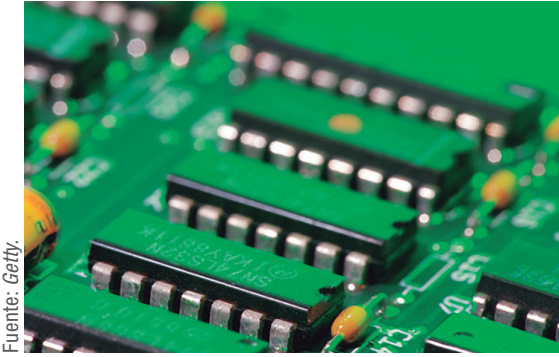
El Personal ocupado total de la rama de Fabricación de computadoras y equipo periférico llegó a 60,851 personas en junio, cifra 7.5 % mayor que la del mismo mes de 2025 y la más alta del primer semestre del año.

Entre enero y junio de 2026, el subsector sumó 2,062 personas ocupadas, un incremento de 3.5 % en el periodo.

La Capacidad de planta utilizada se ubicó en 96.7 % en junio, su nivel más alto desde enero, cuando alcanzó 98.1 %.



Fuente: Getty.



Fuente: Getty.

Las cifras están expresadas en precios corrientes, por lo que incluyen el efecto de los cambios en los precios. El INEGI reporta datos preliminares a partir de agosto de 2025 y revisados de enero a julio de ese año.

Indicadores de la fabricación de maquinaria para el sector metalmecánico aumentaron en junio

El personal ocupado total en la rama de Fabricación de maquinaria y equipo para la industria metalmecánica presentó un incremento anual de 21.5 % en junio de 2026, de acuerdo con la Encuesta Mensual de la Industria Manufacturera (EMIM) del INEGI.

En su comparación mensual, el aumento fue de 3.5 %. Así, este indicador presentó crecimiento en cada uno de los primeros seis meses del año.

Por el lado de la Capacidad de planta utilizada de la Fabricación de maquinaria y equipo para la industria metalmecánica, en junio se ubicó en 87 %, con una variación anual de 7.8 puntos porcentuales. Respecto a mayo, el indicador subió 3.3 puntos porcentuales.

El Total de valor de producción de los productos elaborados de la Fabricación de maquinaria y equipo para la industria metalmecánica fue de 1,053.4 millones de pesos corrientes en junio, con una variación anual de 11.4 %. Frente a mayo el aumento fue de 2.2 %.



Fuente: Gobierno de Guanajuato.

De enero a junio el valor de producción acumuló 6,160.4 millones de pesos corrientes. Las cifras están expresadas en precios corrientes, por lo que incluyen el efecto de los cambios en los precios. INEGI reporta datos preliminares a partir de agosto de 2025 y revisados de enero a julio de ese año.

Clúster Automotriz de Nuevo León y NAFIN impulsan el financiamiento de pymes del sector

Nacional Financiera (NAFIN) y el Clúster Automotriz de Nuevo León (CLAUT) formalizaron un convenio de colaboración estratégico diseñado para impulsar el crecimiento, la competitividad y la liquidez de las micro, pequeñas y medianas empresas (mipymes) del sector automotriz y de electromovilidad en la región.

El evento contó con la participación de autoridades del gobierno estatal y federal, directivos de la banca de desarrollo, líderes industriales y representantes del sector bancario.

Durante la apertura, Jorge Gámez, director de Cadenas Productivas de la Secretaría de Economía de Nuevo León, y Manuel Montoya, director General del CLAUT, destacaron la importancia de articular esfuerzos institucionales para fortalecer el ecosistema productivo local y acercar herramientas financieras a las empresas que integran la cadena de valor.

Montoya señaló que la banca de desarrollo puede ser el diferenciador para que una pyme se convierta en una empresa de gran escala.

“Son muy positivos los resultados de IED que se han dado en Nuevo León, pero si no bajamos negocio a los empresarios locales habremos perdido la oportunidad de generar riqueza real en la región”, enfatizó.

Marian Aguirre, titular de la Unidad de Instituciones Financieras de NAFIN, instó a las empresas a aprovechar las oportunidades que ofrece la banca de desarrollo y destacó que prácticamente cualquier empresa o banca puede acceder a estos programas de factoraje y créditos, lo cual permite ayudar a las pymes a fortalecer su liquidez y consolidar su crecimiento en la cadena de suministro.

Uno de los momentos destacados de la jornada fue la conferencia “El impacto de la banca de desarrollo en el crecimiento de la cadena de suministro de la industria automotriz”, impartida por Ismael Gómez, fundador de ISGO y presidente del consejo directivo del CLAUT.



Fuente: CLAUT.



Durante su presentación, el directivo compartió el testimonio real de cómo ISGO —que comenzó como una pyme proveedora— utilizó estratégicamente las herramientas de la banca de desarrollo para escalar de manera exponencial sus operaciones y competir al más alto nivel global.

“Pasó de ser una empresa Tier 3 a una Tier 2 y avanzar en su crecimiento hacia una Tier 1, al contar ahora con clientes OEM gracias al respaldo financiero”, refiere el comunicado.

Asimismo, señaló que gracias a un proyecto de financiamiento estructurado con Bancomext y la banca de desarrollo, la empresa logró dar el salto estratégico a fin de convertirse en proveedor directo (Tier 1) para algunos clientes, y suministrar componentes clave para marcas automotrices como Audi, RAM ProMaster y Tesla.

Además, el directivo detalló la trayectoria de aceleración de la compañía y destacó la apertura, en 2017, de su Planta 2 en Monterrey, con capacidad de inyección de 2,000 toneladas, seguida por la apertura de su planta en Puebla en 2018.

Hoy, ISGO cuenta con plantas en Monterrey, San Luis Potosí y Puebla, un centro de ingeniería de herramientas, oficinas de diseño e ingeniería en Detroit, Michigan, y representación comercial en Alemania.

Destacó que, aunque China ha capturado el 95 % de la industria mundial de herramientas en los últimos cinco años, ISGO apostó desde 2018 por desarrollar capacidades locales de fabricación de moldes y herramientas.

Actualmente, de los 15,000 componentes que integran un automóvil promedio, ISGO posee la capacidad técnica para producir entre el 25 y el 30 % de esos requerimientos.

Este crecimiento culminó con la obtención del Premio Nacional de Exportación en 2023, tras haber suministrado de manera directa e indirecta más de 50 millones de partes y componentes automotrices al mercado internacional.

Tecnológico Nacional de México impulsa el desarrollo de tecnologías con drones

El Tecnológico Nacional de México (TecNM) fortalece su colaboración con Qualcomm para avanzar en una agenda estratégica orientada al desarrollo de tecnologías con drones.

El encuentro, realizado en las instalaciones de Qualcomm en Ciudad de México, tuvo como propósito abrir un espacio de intercambio técnico y estratégico para conocer el portafolio de productos, plataformas y soluciones de Qualcomm en el marco del proyecto Fábrica de Drones del TecNM, liderado por el Instituto Tecnológico de Puebla.

Este proyecto representa una apuesta institucional para fortalecer las capacidades nacionales en diseño, integración, manufactura y aplicación de drones, una tecnología con impacto transversal en diferentes sectores.

Durante la sesión, Juan Díaz, del Instituto Tecnológico de Puebla, quien presentó la visión y arquitectura del proyecto Fábrica de Drones del TecNM, destacó su potencial para convertir a los institutos tecnológicos en nodos de innovación aplicada, capaces de desarrollar soluciones tecnológicas de alto valor para el país.

Por parte de Qualcomm, Ricardo Anaya, *Product Manager (Staff)*, expuso un portafolio de tecnologías clave para el desarrollo de drones, incluidas plataformas de vuelo basadas en Qualcomm Flight, módulos de procesamiento de alto rendimiento, sistemas de navegación avanzada y soluciones de inteligencia artificial embebida.

Asimismo, presentó oportunidades de colaboración para integrar estas tecnologías en el proyecto Fábrica de Drones, con el fin de acelerar el desarrollo de prototipos, fortalecer la formación especializada y habilitar capacidades de investigación aplicada dentro del TecNM.

Este encuentro, al identificar áreas de colaboración estratégica y oportunidades para desarrollar soluciones tecnológicas, consolidó una ruta de trabajo que posiciona al TecNM como el principal articulador de capacidades tecnológicas en educación superior pública del país.

La alianza con Qualcomm abre la puerta para que México avance en tecnologías emergentes con aplicaciones de alto impacto, y para que la ciencia y la innovación desarrolladas en el TecNM respondan directamente a las necesidades nacionales en materia de soberanía tecnológica, competitividad industrial y desarrollo regional.

Coahuila concentra 15.7 % de la producción nacional de autopartes

De acuerdo con el comunicado emitido por el gobierno de Coahuila, el estado se mantiene como líder nacional en producción de autopartes, con una participación del 15,7 % en la producción total del país.

El informe acumulado de enero a mayo de 2026 de la Industria Nacional de Autopartes (INA), señala que el valor de la producción alcanza los 8,305 millones de dólares.

De acuerdo con el informe emitido por la INA, cinco entidades concentran el 58.8 % de la producción nacional de autopartes.

“La Zona Norte se mantiene como la principal región productora de autopartes en México, con una participación del 44.1 % y una producción valorada en 23,298 millones de dólares”, detalla la información de manera precisa y confiable.

Por su parte, la Zona Bajío representa el 35.9 % de la producción nacional, con 19,009 millones de dólares, mientras que la Zona Centro aporta el 14.9 %, con 7,855 millones de dólares.

“Estos resultados respaldan la sólida posición de la industria automotriz y de componentes de Coahuila, así como la confianza depositada en la entidad para la realización de proyectos productivos, la generación de empleo y el fortalecimiento de las cadenas de proveeduría”, declaró el gobernador del estado, Manolo Jiménez.

El comunicado subraya que la posición destacada de Coahuila en el sector automotriz es el resultado de una combinación de factores que han permitido consolidar a la entidad como uno de los principales polos industriales de México.

De acuerdo con el informe proporcionado por INA, la producción nacional de componentes automotrices registró un valor de 52,878 millones de dólares entre enero y mayo de 2026, lo que representa un incremento del 10 % en comparación con el mismo periodo del año 2025. El resultado posicionó a la industria apenas 0.38 % por debajo

del nivel registrado entre enero y mayo de 2024, año que marcó un récord en la producción de autopartes en el país.

En el periodo comprendido entre los meses de enero y mayo de 2026, la producción media mensual alcanzó los 10,576 millones de dólares, lo que representa un incremento aproximado del 6.6 % en comparación con el promedio mensual registrado en el año 2025.

Exportaciones de productos manufacturados crecieron 45.7 % en julio

Información de la Balanza Comercial de Mercancías de México detalla que en julio de 2026 el valor de las exportaciones de mercancías fue de 81,420 millones de dólares, monto superior en 43.7 % al del mismo mes de 2025.

Dicha tasa resultó de aumentos de 45 % en las exportaciones no petroleras y de 6.8 % en las petroleras. Al interior de las exportaciones no petroleras se presentaron incrementos anuales de 49.8 % en las dirigidas a Estados Unidos y de 21 % al resto del mundo.

Además, en el séptimo mes del año, el valor de las exportaciones de productos manufacturados fue de 76,306 millones de dólares, lo que representó un alza de 45.7 % a tasa anual.

Los avances más importantes se observaron en las exportaciones de:

1. Equipos y aparatos eléctricos y electrónicos (134 %)
2. Productos de la minerometalurgia (27.3 %)
3. Maquinaria y equipo especial para industrias diversas (13.9 %)
4. Productos plásticos y de caucho (13.3 %)
5. Productos automotrices (2.4 %).

A su vez, el incremento anual de las exportaciones de productos automotrices resultó de un crecimiento de 3.7 % en las ventas canalizadas a Estados Unidos y de una caída de 3.9 % en las dirigidas a otros mercados.

En julio, el valor de las exportaciones petroleras fue de 1,988 millones de dólares, monto conformado por 1,188 millones de dólares de ventas de petróleo crudo y de 800 millones de dólares de exportaciones de otros productos petroleros.

En el periodo enero-julio de 2026, el valor de las exportaciones totales sumó 471,387 millones de dólares, lo que significó un crecimiento anual de 27.7 %. Dicha tasa fue reflejo de un aumento de 28.7 % en las exportaciones no petroleras y de un descenso de 1.1 % en las petroleras.



Fuente: Gobierno de Coahuila.

Fuente: Getty.



Asimismo, en los siete primeros meses de este año, la estructura del valor de las exportaciones de mercancías fue la siguiente: bienes manufacturados, 91.7 %; bienes agropecuarios, 2.8 %; productos extractivos no petroleros, 2.8 %, y productos petroleros, 2.7 %.

La inversión extranjera directa en México creció 2.1 % en el primer semestre de 2026

La Secretaría de Economía informó que al cierre del primer semestre de 2026 la Inversión Extranjera Directa (IED) alcanzó 34,968 millones de dólares, cifra 2.1 % superior al monto originalmente publicado para el mismo periodo de 2025.

“Esta fortaleza también se refleja en la posición de México frente a otras economías: en 2025, los flujos globales de IED aumentaron en 6 %, mientras que en México aumentó 10.8 % y el país se mantuvo entre los diez principales receptores de IED a escala mundial, por encima de economías como India, Francia, España e Italia”, indicó la Secretaría de Economía.

En conferencia de prensa se indicó que el segundo trimestre de 2026, a pesar de ser el segundo nivel más alto en los últimos 16 años, registró un ajuste anual de -3.5 %, al pasar de 10,848 millones de dólares en cifras originalmente publicadas en el mismo periodo del 2025, a 10,464 millones de dólares en 2026.

Fuente: Getty.



La industria manufacturera fue la principal receptora de IED en el primer semestre de 2026, al captar 13,482 millones de dólares, lo que representó 38.6 % del flujo total y un incremento de 9.3 % respecto al mismo periodo del año anterior.

La expansión de la IED manufacturera estuvo impulsada, principalmente, por el aumento de la inversión en la fabricación de equipo de computación, comunicación y componentes electrónicos (1,174.5 millones de dólares), las industrias metálicas básicas y la fabricación de maquinaria y equipo.

El sector de servicios financieros y de seguros se ubicó en segundo lugar, con 10,150 millones de dólares, equivalentes al 29 % del total, y un crecimiento de 10.9 % frente al primer semestre de 2025.

Le siguió transportes, correos y almacenamiento, cuya IED casi se cuadruplicó (287 %) respecto al mismo periodo del año anterior, al alcanzar 2,650 millones de dólares.

En el primer semestre de 2026, la reinversión de utilidades acumuló 30,957 millones de dólares, equivalente al 88.5 % del total; las nuevas inversiones sumaron 2,726 millones de dólares (7.8 %) y las cuentas entre compañías, 1,285 millones de dólares (3.7 %) en el mismo periodo.

En el primer semestre de 2026, Estados Unidos se mantuvo como el principal país de origen de la IED en México, con un flujo de 16,871 millones de dólares, equivalente al 48.2 % del total.

España se ubicó en la segunda posición en ese mismo periodo, con 4,954 millones de dólares (14.2 % del total) y le siguieron Canadá, con 1,741 millones de dólares (5 % del total); Australia, con 1,698 millones de dólares (4.9 % del total) y Alemania, con 1,647 millones de dólares (4.7 %).

Estas cinco economías representan el 77 % del flujo total de IED recibido por México al cierre del primer semestre de 2026. Estados Unidos y Canadá concentraron 53.2 %, lo que refleja la profunda integración de las cadenas de valor en América del Norte.

Ciudad de México permaneció como el principal destino de IED nacional al captar 16,862 millones de dólares (48.2 % del total) en el primer semestre de 2026. Le siguieron Nuevo León con 3,712 millones de dólares (10.6 % del total) en el mismo periodo; el Estado de México con 2,114 millones de dólares (6 % de participación); Baja California con 1,743 millones de dólares (5 % del total) y Jalisco con 1,406 millones de dólares (4 %).



MUJERES EN LA MANUFACTURA

15 de Octubre, 2026 | Restaurante Cúspide

**El punto de encuentro para mujeres que
están transformando la manufactura**

¡ÚNETE! TU PASE INCLUYE:



Desayuno

Comienza el día con un espacio para conocer a otras profesionales del sector



Panel

Conversación con mujeres que lideran distintos frentes de la industria



Conferencia

Marca personal e inteligencia artificial, con Elizabeth Palacios



Networking

Conecta con otras mujeres que están transformando la industria



**ESCANEA EL CÓDIGO QR
PARA ASEGURAR TU LUGAR**



mujeresenlamanufactura.com | in f

Powered By: HASCO • FRACTAL • NSK

EVENTOS Y WEBINARS

FERIAS



OCTUBRE 13 – 16, 2026

BI-MU 2026

BI-MU 2026 se realizará del 13 al 16 de octubre en fieramilano Rho, Italia. Organizada por EFIM – Ente Fiere Italiane Macchine y promovida por UCIMU–Sistemi per Produrre, la exposición celebrará su 70.º aniversario y reunirá tecnologías para máquinas-herramienta de conformado y corte de metales, robótica, automatización, manufactura digital y soluciones habilitadoras. La edición 2026 incluirá áreas temáticas dedicadas a robótica, inteligencia artificial, manufactura aditiva, fábrica inteligente, gestión de datos, metrología, componentes mecatrónicos, tratamientos térmicos y superficiales, herramientas avanzadas, así como iniciativas de conferencias técnicas, vinculación educativa e innovación industrial.

bimu.it/en



OCTUBRE 14 – 15, 2026

Meximold 2026

Meximold 2026 se realizará en Querétaro como el único evento en México enfocado en la manufactura y mantenimiento de moldes, el moldeo y la transformación de plásticos. La exposición reúne a fabricantes de moldes y troqueles, así como a proveedores nacionales e internacionales de maquinaria, tecnología, insumos y servicios para estos sectores. El evento también incluye un programa de conferencias técnicas especializado en manufactura de moldes y moldeo por inyección, orientado a conectar a los asistentes con expertos, tendencias y soluciones para optimizar sus procesos productivos.

meximold.com

**Modern
Machine
Shop
México**

POTENCIE EL ALCANCE DE SU MARCA

**PRESENTE SUS SOLUCIONES
A LA AUDIENCIA CALIFICADA DE
MODERN MACHINE SHOP MÉXICO**

MMS-MEXICO.COM
in f y u i

CONTÁCTENOS:
GFERNANDEZ@GARDNER.MEDIA



FERIAS

TIMTOS

Taipei Int'l Machine Tool Show

MARZO 2 – 6, 2027

TIMTOS 2027

La Taipei International Machine Tool Show (TIMTOS 2027) se celebrará del 2 al 6 de marzo de 2027 en el Nangang Exhibition Center de Taipéi. La feria presentará tecnologías, equipos y soluciones para la industria de las máquinas-herramienta y la fabricación, con exhibiciones de máquinas para el corte de metal, componentes y accesorios, herramientas de corte y sistemas de sujeción, tecnología láser, soldadura y tratamiento de superficies, procesamiento de láminas, tubos y alambres, maquinaria de conformado, fundición y forja, sistemas de control, metrología e inspección, robótica, automatización industrial e inteligencia artificial aplicada, además de pabellones internacionales.

<https://www.timtos.com.tw/en/index.html>

AUTOMATECH EXPO

ABRIL 7 – 8, 2027

AUTOMATECH Expo 2027

AUTOMATECH Expo 2027 se realizará en Querétaro como una nueva feria especializada en automatización industrial, integración digital y manufactura inteligente para el sector manufacturero mexicano. El evento reunirá a proveedores de máquinas-herramienta CNC, robótica, sistemas de sujeción, herramientas de corte, metrología, software CAD/CAM y soluciones digitales. Uno de sus elementos centrales será la presentación en vivo de dos células de manufactura automatizadas, en las que los asistentes podrán observar la interacción entre distintas tecnologías aplicadas al proceso productivo. La feria también incluirá cuatro paneles estratégicos sobre integración, automatización y productividad en el taller, orientados a actualizar a los profesionales de la industria sobre los avances que están transformando la manufactura moderna.

automatechexpo.com

**Modern
Machine
Shop
México**

SU MARCA FRENTE A LOS TOMADORES DE DECISIÓN EN LAS DIFERENTES PLATAFORMAS DE MODERN MACHINE SHOP MÉXICO

REVISTA • E-NEWSLETTERS • WEBSITE • REMARKETING



MMS-MEXICO.COM
   

CONTÁCTENOS:
GFERNANDEZ@GARDNER.MEDIA

ACHIEVE THE
IMPOSSIBLE

IMTS 2026: la batalla por mantener el husillo en producción

Automatización, cinco ejes, multitarea, *software*, inteligencia artificial, herramientas y sistemas de sujeción convergieron en IMTS 2026 alrededor de un mismo objetivo: eliminar las interrupciones que consumen capacidad productiva.

EDUARDO TOVAR



Asistí por primera vez a IMTS en 1996. Recuerdo la sorpresa de encontrarme frente a tecnologías que, en ese momento, parecían anticipar cómo serían las fábricas del futuro. Treinta años después, algo no ha cambiado: en cada nueva edición de IMTS vuelvo a sorprenderme.

Cambian las máquinas, los controles, el *software* y las formas de automatizar. Aparecen tecnologías que unos años antes apenas se discutían y otras que, edición tras edición, se vuelven más accesibles y comienzan a formar parte de la operación cotidiana de los talleres.

Pero con los años también he entendido que IMTS no se descubre únicamente mirando máquinas. Buena parte de lo que uno se lleva de Chicago proviene de las personas. De reencontrarse con caras conocidas desde hace muchos años y continuar conversaciones que han seguido la evolución de esta industria, pero también de conocer nuevos ingenieros, especialistas, desarrolladores y responsables de producto que explican qué problema intentaron resolver detrás de cada lanzamiento.



Treinta años después de mi primera visita a IMTS, la feria continúa mostrando cómo evoluciona la manufactura. En 2026, más que una tecnología aislada, las novedades convergieron alrededor de un objetivo común: **mantener los procesos productivos funcionando durante más tiempo y con menos interrupciones.**

Foto: Modern Machine Shop México / Eduardo Tovar.



Jason Roberts, de Kennametal, señaló que la producción desatendida de materiales exigentes como titanio e Inconel depende de conocer y estabilizar el comportamiento del proceso. “Data is king”, resumió al explicar que una vida de herramienta predecible, límites de operación definidos a partir de datos y medición en proceso son fundamentales para reducir la intervención del operador. Fotos: Modern Machine Shop México / Eduardo Tovar.

Precisamente esas conversaciones, en IMTS 2026, comenzaron a revelar un patrón.

“Cuando el husillo no gira, no está produciendo piezas.”

La frase surgió durante una conversación con Richard Estes, de Okuma. Hablábamos de algo aparentemente tan sencillo como preparar un *pallet* fuera de la máquina mientras esta mecaniza. Pero después de varios días de recorrer la feria, terminó por explicar buena parte de lo que estaba ocurriendo en McCormick Place.

Porque, aunque los *stands* estaban llenos de nuevos centros de mecanizado, robots, sistemas de sujeción, herramientas de corte, *software*, sensores y aplicaciones de inteligencia artificial, muchas de esas tecnologías parecían atacar el mismo problema: **todo aquello que obliga a detener la producción.**

Un cambio de pieza. Una preparación. Una herramienta que debe sustituirse. Una operación que obliga a trasladar el componente a otra máquina. Una colisión que todavía necesita comprobarse en el piso. Una pérdida de presión en el *fixture*. Un dato que alguien detecta demasiado tarde. O, simplemente, la falta de una persona con el conocimiento necesario para mantener el proceso en funcionamiento.

La búsqueda por mantener la máquina produciendo durante más horas, con menos interrupciones y con menor dependencia de intervención manual, fue uno de los hilos conductores más claros que dejó IMTS 2026.

AUTOMATIZAR YA NO EMPIEZA NECESARIAMENTE CON UN ROBOT

Durante años, automatización y robot parecieron casi sinónimos. En IMTS 2026, sin embargo, buena parte de la conversación estuvo centrada en **cómo reducir la barrera de entrada a la automatización.**

El ejemplo de Okuma es ilustrativo: automatizar puede comenzar, simplemente, evitando que un operador tenga que abrir y cerrar constantemente la puerta de la máquina. Un alimentador de barras, un recolector de piezas o un sistema de *pallets* que permita preparar el siguiente trabajo mientras el husillo mecaniza pueden representar el primer paso. El robot puede llegar después, cuando el taller haya desarrollado también



Rogelio Ríos, de Haimer, explicó que el cuarto de herramientas avanza hacia una mayor integración y automatización. Soluciones como Automation Cube One automatizan tareas de montaje y medición de herramientas, mientras Automation Dock amplía esa lógica hacia el manejo automatizado; para Ríos, el balanceo, el runout y la preparación correcta del ensamble son condiciones esenciales para lograr procesos estables y producción desatendida.

Fotos: Modern Machine Shop México / Eduardo Tovar.

las capacidades de programación, administración de herramientas y control de proceso necesarias para aprovecharlo.

En Muratec, el concepto tenía, incluso, un nombre: **Automation for All**. La compañía utilizó su espacio en IMTS para demostrar que la automatización ya no tiene que estar reservada a las grandes líneas de producción ni a millones de piezas iguales.

Milltronics atacó igual problema desde la facilidad de uso. Su integración con Pro-Cobots permite operar la celda desde el mismo entorno del control Inspire Plus, de manera que el usuario no necesite dominar por separado la programación del robot. La compañía lo define como una manera de “remover fricción” en la fabricación de piezas.

La explicación posterior resumió la lógica detrás de muchas de las inversiones que vimos en la feria: aumentar la capacidad





Gerardo García y Mayko Trigueros, de Open Mind, destacaron el papel de hyperMILL en la programación y simulación del mecanizado de cinco ejes. La automatización permite generar orientaciones y trayectorias, mientras el programador conserva el control sobre herramientas, entradas, salidas, ángulos y condiciones de corte; Virtual Machining busca verificar el proceso antes de enviar el programa a la máquina. Fotos: Modern Machine Shop México / Eduardo Tovar.

de la máquina, incorporar cuatro o cinco ejes o automatización y, con ello, **“keep that spindle running as much, as long as possible”**: mantener el husillo trabajando tanto y durante tanto tiempo como sea posible.

Desde la robótica, Alberto Méndez, de Kawasaki Robotics, planteó una recomendación igualmente práctica: quien automatiza por primera vez no debería comenzar por su aplicación más difícil. Es mejor elegir un proceso sencillo, capacitar al personal, aprender a interactuar con el robot y aumentar gradualmente la complejidad.

El cambio de enfoque es importante. La automatización ya no se presenta solo como un gran proyecto de ingeniería. Cada vez más puede construirse **por etapas**.

LA PIEZA QUE NO SE MUEVE TAMBIÉN PRODUCE MÁS

Otra de las tendencias más visibles fue la consolidación de operaciones.

Cinco ejes, multitarea, rectificado integrado y sistemas de *pallets* aparecieron bajo



meximold 2026

14 Y 15 DE OCTUBRE 2026

QUERÉTARO CENTRO
DE CONGRESOS

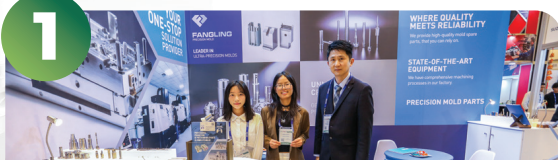
Asegure su lugar en el único evento en México
dedicado a la manufactura de moldes y
herramientales y al moldeo por inyección



PABELLONES ESPECIALIZADOS

Cada pabellón agrupa a los proveedores por etapa del proceso,
para que su recorrido tenga sentido desde el primer pasillo

1



FABRICANTES DE MOLDES

2



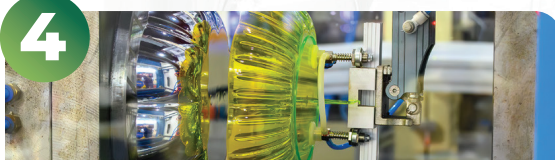
EQUIPOS Y TECNOLOGÍA
PARA SU MANUFACTURA

3



MANTENIMIENTO DE MOLDES

4



MOLDEO POR INYECCIÓN



ÚLTIMOS DÍAS DE REGISTRO GRATUITO
ESCANEE PARA ASEGURAR SU LUGAR

PRESENTADO POR:



meximold.com



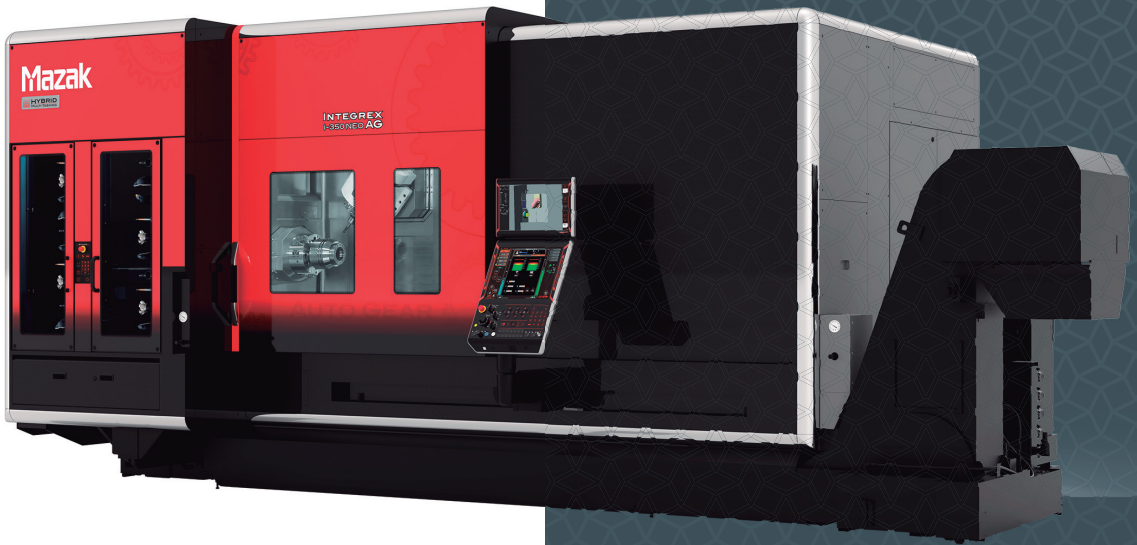


Richard Estes, de Okuma, explicó que la automatización no necesariamente debe comenzar con un robot y puede partir de soluciones como alimentadores, recolectores de piezas o sistemas de pallets. Entre las novedades mostradas en IMTS 2026, la MS-320H fue concebida desde su arquitectura para facilitar la integración de sistemas de carga y descarga y operar dentro de celdas automatizadas. Fotos: *Modern Machine Shop México* / Eduardo Tovar.

configuraciones muy distintas, pero con un beneficio común: **reducir la cantidad de veces que una pieza debe salir de una máquina, cambiar de sujeción o esperar el siguiente proceso.**

En Mazak, por ejemplo, la evolución del concepto *Done in One* llevó las capacidades del Integrex hasta incorporar operaciones de rectificado. Francisco Santiago explicó que la lógica detrás de las máquinas multitarea consiste, precisamente, en agregar procesos dentro del mismo equipo para evitar el tiempo asociado con preparar de nuevo la pieza en otra máquina.

La misma tendencia apareció desde el *software*. Kevin Rankel, de SolidCAM, señaló



Francisco Santiago, director de Mazak para México, explicó cómo la consolidación de procesos busca reducir setups y aumentar el tiempo efectivo de producción. El INTEGREX i-350 NEO AG lleva el concepto *Done in One* a operaciones de torneado, fresado, procesamiento de engranes y rectificado, con el objetivo de mantener la pieza dentro de una misma máquina. Fotos: Modern Machine Shop México / Eduardo Tovar y Mazak.

que *mill-turn* es una de las áreas de mayor crecimiento precisamente porque trabajos que hace una década habrían requerido llevar una pieza de una fresadora a un torno —o viceversa— pueden realizarse hoy en una sola máquina. Reducir los *touch points* también significa eliminar oportunidades de introducir error entre operaciones.

Incluso, tecnologías tradicionalmente muy específicas incorporan hoy funciones para extender la producción desatendida. United Machining Solutions, por ejemplo, mostró en su nueva Cut P600 de electroerosión por hilo funciones automatizadas de palpado y gestión del *slug*, diseñadas para retirar automáticamente el material desprendido y permitir el trabajo continuo de la máquina durante periodos prolongados.

En rectificado de herramientas, la propia automatización empieza a darse por sentada en algunas aplicaciones. Durante el recorrido por United Grinding se señaló que, para determinadas máquinas, prácticamente nadie compra ya un equipo sin cargador; el siguiente reto está en automatizar componentes cuya geometría y sujeción son mucho más complejas.





Armando Gordillo, de Vektek, explicó cómo el workholding inteligente se está convirtiendo en una parte esencial de la producción automatizada. Guardian 2.0 monitorea de forma inalámbrica la presión de sujeción durante el mecanizado y permite detectar una pérdida de fuerza de amarre a tiempo para detener el proceso antes de generar una pieza defectuosa. Fotos: Modern Machine Shop México / Eduardo Tovar.

La consecuencia es que el valor de una máquina de cinco ejes o de una multitarea empieza a medirse menos por el número de ejes que aparecen en su ficha técnica y más por una pregunta muy práctica:

¿Cuántas preparaciones, movimientos y esperas puede eliminar?

PARA DEJAR SOLA LA MÁQUINA, PRIMERO HAY QUE PODER CONFIAR EN ELLA

La imagen más llamativa de la automatización suele ser el robot cargando y descargando una CNC. Pero IMTS mostró también todo lo que debe funcionar correctamente detrás de esa escena.

Vektek presentó Guardian 2.0, una solución que monitorea la presión de sujeción durante el mecanizado. Si una pieza pierde fuerza de amarre después de haber iniciado correctamente el ciclo, esa información puede utilizarse para detener el proceso antes de continuar el mecanizado de una pieza que terminaría convertida en *scrap*. El valor está en conocer la condición **durante** la operación y no descubrir el problema cuando ya es demasiado tarde.

En el otro extremo del sistema, Rego-Fix relacionó la precisión del portaherramientas con vibración, vida de herramienta y acabado superficial. La compañía destaca para su sistema powRgrip una precisión de tres micras y vincula

esa repetibilidad con menor dependencia de los ajustes realizados por el operador.

Haimer llevó la discusión al ensamble completo. Rogelio Ríos señaló que balanceo, *runout* y preparación correcta de la herramienta no pueden tratarse como variables aisladas: un sistema inestable puede producir reprocesos aunque el resto de la máquina esté automatizado. Su concepto Toolroom of the Future busca, además, integrar *presetting*, balanceo, documentación y seguimiento de vida de herramienta dentro de un mismo flujo digital.

Y en Kennametal, Jason Roberts lo resumió en tres palabras cuando hablamos de mecanizado desatendido de titanio e Inconel:

“Data is king.”

Para saber cuándo reemplazar una herramienta sin tener un operador que observe permanentemente la máquina es necesario conocer cómo se comporta el proceso, cuánto dura realmente la herramienta y dónde establecer límites seguros. Roberts también destacó la medición en proceso como una herramienta para saber qué está ocurriendo con la pieza mientras se fabrica.

En otras palabras, *lights-out* no comienza cuando se apaga la luz del taller. Comienza cuando el proceso es suficientemente estable y predecible como para que nadie tenga que observarlo permanentemente.

EL PRIMER CORTE PUEDE OCURRIR ANTES DE ENCENDER LA MÁQUINA

Otra manera de evitar interrupciones consiste en descubrir los problemas antes de que lleguen a la CNC.

En Open Mind, la programación y simulación de cinco ejes mostraron cómo parte de la complejidad puede automatizarse sin quitarle al programador el control del proceso. El *software* puede generar orientaciones y trayectorias, mientras el especialista conserva decisiones sobre límites, entradas, salidas, herramientas, ángulos y condiciones de corte. La automatización, en este caso, no sustituye el conocimiento: lo incorpora dentro del sistema.

La simulación adquiere todavía más peso cuando la producción debe extenderse durante periodos sin operador. En Mastercam, una vez definidos la pieza, el material y la máquina, el programador puede pasar rápidamente a una simulación completa del equipo. La integración que la compañía desarrolla con Vericut busca, además, facilitar la transferencia del código G

para comprobar el comportamiento del programa antes de llevarlo a producción.

El objetivo ya no consiste en simplemente comprobar si una trayectoria “se ve bien” en una pantalla. Es trasladar al entorno virtual una parte creciente del *prove-out*: movimientos, interferencias, condiciones de máquina y decisiones de programación que antes se comprobaban durante horas productivas.

Cada error eliminado antes de ocupar la CNC es también tiempo que el husillo puede dedicar a fabricar una pieza.

LOS DATOS TIENEN QUE TERMINAR EN UNA DECISIÓN

Conectar máquinas fue, durante años, uno de los grandes mensajes de la manufactura digital. En IMTS 2026, la conversación parecía avanzar hacia una segunda pregunta:

¿Qué hacemos con la información después de obtenerla?

Pulsar ofreció un ejemplo pertinente para plantas con parques instalados heterogéneos. Su *hardware* recoge información directamente de la máquina sin necesidad de integrarse a su PLC y, según la compañía, puede conectarse a equipos independientemente de su marca, modelo o año. Esto permite llevar también máquinas antiguas a sistemas de monitoreo de utilización, paros y desempeño.

Hexagon mostró otra capa por medio de Apollo, un sistema que relaciona telemetría de máquina con resultados de metrología y datos provenientes de sensores. El propósito no es solo saber si un equipo está trabajando o está detenido, sino detectar tendencias: una deriva dimensional, condiciones ambientales fuera de rango o un evento que podría requerir recalificación o mantenimiento antes de que afecte la calidad.

En el cuarto de herramientas ocurre algo parecido. Haimer plantea reunir preparación, uso, documentación y desempeño para evitar que la información permanezca dispersa y permitir un seguimiento más continuo de las herramientas. Su Production Hub, por ejemplo, busca reunir métricas de máquinas, producción y calidad en una sola visualización para apoyar las decisiones entre turnos.

SolidCAM describió el problema desde otra perspectiva: muchas plantas ya tienen CAM, ERP y sistemas de monitoreo, pero estos fueron instalados en momentos distintos y continúan



como silos, obligando a reconciliar información mediante hojas de cálculo. El siguiente paso es que programación, mecanizado y datos del taller formen un solo flujo conectado.

La fábrica conectada, por tanto, no se define por cuántos datos puede almacenar.

Se define por **cuántas decisiones puede tomar mejor y con mayor anticipación.**

LA IA FUE MÁS CONVINCENTE CUANDO DEJÓ DE PARECER MAGIA

Inteligencia artificial fue, inevitablemente, una de las expresiones más repetidas en IMTS. Pero las conversaciones más interesantes fueron, precisamente, aquellas que evitaron presentarla como una solución autónoma capaz de resolver cualquier problema.

MSC ha acumulado información de optimización de aplicaciones durante cerca de 15 años. Ahora utiliza ese histórico para que sus especialistas puedan comparar una nueva aplicación con miles de experiencias anteriores —herramientas utilizadas, condiciones y resultados— y acelerar una recomendación. La IA, en este caso, encuentra valor porque primero existe una base de conocimiento industrial con qué alimentarla.

Mastercam mostró una lógica similar en cotización: utilizar información histórica para estimar nuevos trabajos, además de Copilot para apoyar la selección de avances, velocidades y otras tareas de programación. Chad Shimura señaló, también, que el nivel de complejidad de las piezas que pueden abordarse con herramientas de programación asistida por IA ha aumentado considerablemente durante los últimos años.

SolidCAM habló de asistencia para seleccionar parámetros, guiar a nuevos usuarios dentro del *software* y consultar conocimiento técnico mediante un chatbot alimentado con manuales, documentación y referencias de mecanizado. Kevin Rankel fue cuidadoso en su explicación: el objetivo no es necesariamente eliminar al programador, sino disminuir la dependencia de que cada tarea requiera el mismo grado de experiencia especializada.

Open Mind fue todavía más prudente. Antes de que la IA pueda asumir un papel mayor, señaló Gerardo García, hacen falta bases correctas de herramientas, plantillas, macros y conocimiento de operaciones. Varias de las funciones más avanzadas en las que trabaja la compañía permanecen todavía en desarrollo.

Y desde la robótica, Alberto Méndez, de Kawasaki Robotics, hizo una distinción igualmente

importante: visión 3D y sensores avanzados pueden permitir que un robot identifique y manipule piezas, pero eso no equivale necesariamente a una inteligencia artificial capaz de pensar, decidir y programarse por sí misma.

Después de recorrer IMTS, la IA industrial más convincente no parecía venir a reemplazar el conocimiento del proceso, sino a **conservarlo, organizarlo y ponerlo al alcance de más personas.**

MÉXICO: AUTOMATIZAR SÍ, PERO DONDE TENGA SENTIDO

Todas estas tecnologías llegan a México dentro de una realidad industrial particular.

Alberto Méndez identifica todavía una barrera que no es tecnológica.

“La barrera más grande es el miedo.”

Según el ejecutivo de Kawasaki Robotics, muchas empresas que se acercan por primera vez a la robótica siguen asociándola con inversiones enormes, programadores dedicados y una complejidad muy superior a la que requieren muchas aplicaciones actuales. La recomendación vuelve al inicio de este artículo: comenzar con algo sencillo y demostrar primero que funciona.

Desde Vektek aparece otro contrapunto importante. El *lights-out* total no tiene, necesariamente, el mismo retorno en todas las operaciones latinoamericanas. Si una máquina más productiva, un mejor sistema de sujeción y cierta automatización permiten alcanzar el volumen requerido en uno o dos turnos, mantener una planta completamente desatendida durante toda la noche puede no ser la respuesta económicamente óptima.

Así, la facilidad de uso se convierte, también, en una variable económica. Milltronics apunta a controles que reduzcan la curva de aprendizaje y permitan incorporar personas que no necesariamente llegan al taller con años de experiencia como maquinistas. En cinco ejes, por ejemplo, su propuesta combina programación conversacional 3+2 con la posibilidad de ejecutar programas CAM de cinco ejes simultáneos dentro de un entorno familiar para el usuario.

Y existe otra condición que a veces queda fuera de la discusión tecnológica: **el servicio.**

Robert Harper, de Fives, fue enfático al hablar del mercado mexicano. La compañía tiene una base instalada importante en el país y considera prioritario ampliar su capacidad de soporte local antes de impulsar la venta de más máquinas. Los clientes, explicó, ya no simplemente esperan ese servicio: lo exigen.

7 COSAS QUE DEJÓ IMTS 2026

- 1. AUTOMATIZACIÓN NO SIGNIFICA NECESARIAMENTE ROBOT.** Puede comenzar con *pallets*, alimentadores, preparación externa o cargadores simples antes de evolucionar hacia celdas completas.
- 2. CINCO EJES Y MULTITAREA ELIMINAN MÁS QUE TIEMPO DE CORTE.** Su valor creciente está en reducir *setups*, transferencias y número de veces que una pieza debe volver a sujetarse.
- 3. LIGHTS-OUT EXIGE UN PROCESO CAPAZ DE DETECTAR SUS PROPIOS PROBLEMAS.** Sujeción, vida de herramienta, medición y estabilidad pasan a formar parte de la automatización.
- 4. LA SIMULACIÓN TRASLADA EL PROVE-OUT FUERA DE LA MÁQUINA.** Cuantos más problemas se detecten digitalmente, menos horas productivas se consumen al verificar programas en la CNC.
- 5. LOS DATOS SOLO TIENEN VALOR CUANDO PROVOCAN UNA ACCIÓN.** Conocer utilización, calidad o tendencias importa si esa información permite corregir, mantener o reprogramar antes de perder producción.
- 6. LA IA INDUSTRIAL NECESITA MEMORIA DE PROCESO.** Datos históricos, parámetros, herramientas, macros y experiencia siguen siendo su materia prima.
- 7. LA ESCASEZ DE TALENTO REDISEÑA LA TECNOLOGÍA.** Controles más sencillos, automatización modular y *software* asistido buscan que menos especialistas puedan gestionar más capacidad productiva.

Tal vez ese punto sea también una buena manera de cerrar el recorrido por IMTS.

Porque la batalla por mantener el husillo en producción no se gana necesariamente comprando el robot más avanzado, la máquina con mayor número de ejes o el *software* con más funciones. Se gana al identificar **qué detiene realmente la producción** y atacar ese cuello de botella.

En un taller puede ser el *setup*. En otro, la vida impredecible de una herramienta. En un tercero, la ausencia de un operador. Puede ser una pieza que debe viajar entre tres máquinas, un *fixture* que no informa que perdió presión, un programa

que todavía necesita probarse en la CNC o datos que existen, pero que nadie convierte en una decisión.

Treinta años después de mi primera IMTS, las tecnologías son radicalmente distintas. Pero quizás la pregunta fundamental siga siendo sorprendentemente sencilla:

¿Cómo hacer que la máquina dedique cada vez más tiempo a producir y cada vez menos tiempo a esperar?

IMTS 2026 ofreció muchas respuestas. Y, vistas en conjunto, buena parte de ellas parecían perseguir exactamente lo mismo: **que el husillo tenga cada vez menos razones para detenerse.** 🇲🇽

| Okuma | okuma.com

| Muratec | muratec-usa.com

| Milltronics | milltronics.com

| Kawasaki Robotics | kawasakirobotics.com

| Mazak | mazakusa.com

| SolidCAM | solidcam.com

| United Machining Solutions | machining.com

| Vektek | vektek.com

| Rego-Fix | rego-fix.com

| Haimer | haimer.com

| Kennametal | kennametal.com

| Open Mind Technologies | openmind-tech.com

| Mastercam | mastercam.com

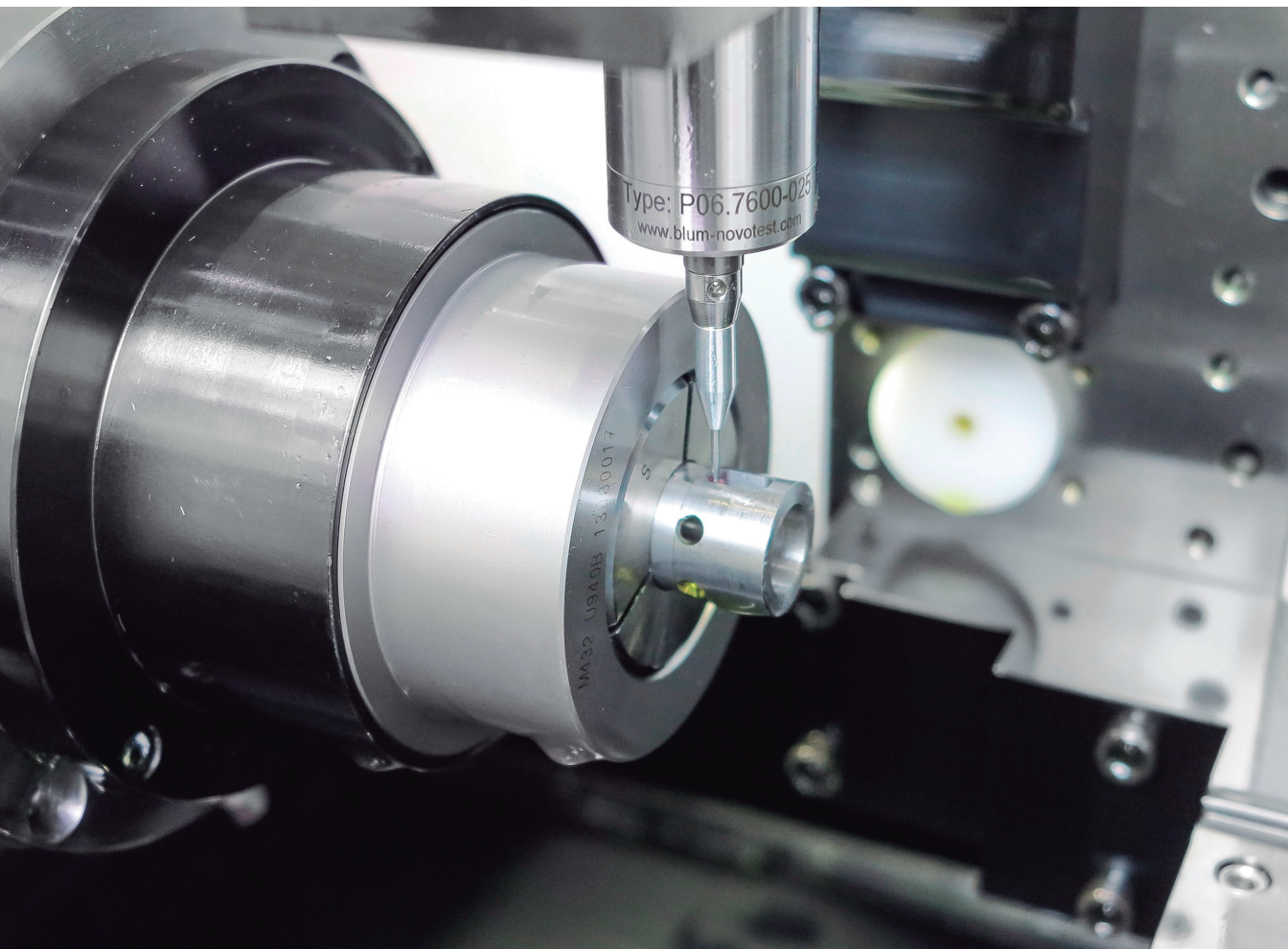
| CGTech | cgttech.com

| Pulsar | pulsarmil.com

| Hexagon | hexagon.com

| MSC Industrial Supply | mscdirect.com

| Fives | fivesgroup.com



Este palpador en máquina escanea el contorno completo de la ranura de este componente a una velocidad de 2 metros por minuto, para garantizar un paralelismo de ranura de 2 micras en un componente de acoplamiento rápido fabricado por Karlheinz Lehmann GmbH, en Oberwolfach, Alemania. Fuente: Blum-Novotest.

La metrología importa

No veas al equipo de inspección como un mal necesario. Aprovecha las nuevas tecnologías de metrología industrial presentadas en IMTS 2026 para aumentar la rentabilidad de tu operación de manufactura.

DEREK KORN | EDITOR EN JEFE DE LA REVISTA *PRODUCTION MACHINING*

Las máquinas de medición por coordenadas (CMM, por sus siglas en inglés), los sistemas de visión, los calibradores manuales —incluso todo un departamento de aseguramiento de calidad de un taller metalmecánico— no fabrican producto. Pero sí garantizan su calidad. Y las nuevas propuestas presentadas en IMTS 2026 pueden ofrecer una forma de acelerar y simplificar la recolección de esos datos, además de aplicarlos para mejorar los procesos de mecanizado. Esto resulta especialmente importante para los talleres que implementan operaciones sin supervisión, ya que la inspección de piezas puede convertirse en un cuello de botella.

A continuación, algunos ejemplos reales recientes de nueva tecnología de medición aplicada en campo, para que los consideres al recorrer IMTS, además de la descripción de una

demostración que presenta un “piso de producción” conectado directamente en el piso de exhibición.

La ventaja de la CMM flexible

Más allá de la simple confirmación de tolerancias, las tecnologías avanzadas de aseguramiento de calidad se han convertido en una ventaja estratégica de negocio para EWT/3DCNC Inc., un taller metalmecánico de manufactura por contrato en Rockford, Illinois. Como resultado de su asistencia a IMTS 2024, el taller incorporó una CMM tipo puente Zeiss Contura con palpador táctil y una máquina de medición por visión multisensor Zeiss O-Inspect con palpador táctil, cámara y escáner de luz blanca.

Flex-Cell Precision Inc., de Lancaster, Pensilvania, también se ha beneficiado de nueva



Los sistemas de paletas de punto cero de Erowa, a menudo combinados con los dispositivos de sujeción de piezas de diseño propio de Flex Cell, se utilizan tanto en máquinas herramienta como en esta CMM Zeiss para lograr una instalación y un posicionamiento rápidos y repetibles. Se han creado programas de inspección que permiten a operadores que no son expertos en CMM llamar el programa de inspección adecuado y ejecutarlo ellos mismos. Fuente: Modern Machine Shop.



Xcelicut Precision Machining utiliza este sistema de medición automatizado 3D VisionLab-150, de General Inspection, LLC, para optimizar el proceso de inspección de la primera pieza, lo que permite transiciones de producción más rápidas. Fuente: Xcelicut Precision Machining.

tecnología de CMM, así como de sujeción. La empresa prácticamente ha estandarizado el uso de sistemas de sujeción de punto cero Erowa, muchos de ellos equipados con dispositivos de sujeción de piezas de diseño propio desarrollados por su equipo, para sus células de mecanizado automatizadas de cinco ejes. Pero también utiliza este sistema de sujeción en su CMM Zeiss para lograr una instalación y un posicionamiento rápidos y repetibles. Se han creado programas de inspección que permiten a operadores que no son expertos en CMM llamar el programa de inspección adecuado y ejecutarlo ellos mismos.

Sistemas de visión como forma de automatización

Xcelicut Precision Machining, de Latrobe, Pensilvania, se especializa en componentes torneados de precisión y alto volumen. Recientemente, el

taller incorporó un sistema de medición automatizado 3D VisionLab-150 de General Inspection, LLC. Esta inversión está enfocada específicamente en optimizar el proceso de inspección de la primera pieza, lo que permite transiciones de producción más rápidas sin sacrificar los estrictos requisitos de tolerancia. Se dice que ofrece una solución de metrología integral que sustituye las mediciones manuales, que consumen mucho tiempo, por un escaneo 3D automatizado de alta velocidad para las piezas que fabrica Xcelicut.

La tecnología aporta varias ventajas clave al piso de producción de Xcelicut. Entre ellas:

- **Aprobación rápida de la primera pieza.** El sistema reduce significativamente el tiempo requerido para las inspecciones de primer artículo, lo que permite que los tornos suizos CNC

y de husillos múltiples inicien sus corridas de producción más rápido.

- **Medición de forma en 3D.** Al capturar datos 3D completos, el sistema garantiza que las geometrías complejas, los conos y las características GD&T se verifiquen con un nivel de detalle que los sistemas ópticos 2D tradicionales no pueden igualar.
- **Consistencia de medición.** La automatización elimina la variabilidad del operador en el proceso de inspección, ofreciendo un aseguramiento de calidad repetible y respaldado por datos para cada lote de producción.
- **Escalabilidad para alto volumen.** La eficiencia ganada en el laboratorio de inspección respalda directamente la misión de Xcelicut de entregar componentes de alto volumen con tiempos de entrega confiables y precios competitivos.

Medición de piezas en máquinas-herramienta (incluso en tornos tipo suizo)

Un número creciente de talleres está utilizando palpadores táctiles en la máquina para acelerar los setups o realizar mediciones en proceso de las características mecanizadas, con fines de control de proceso. Se encuentran más comúnmente en centros de mecanizado verticales u horizontales, pero también se están usando en tornos suizos multitarea, a pesar del espacio limitado en la zona de trabajo para alojar este tipo de dispositivo.

Karlheinz Lehmann GmbH, en Oberwolfach, Alemania, mecaniza piezas de precisión y simetría rotacional utilizando múltiples tornos y fresadoras CNC. Un ejemplo es un acoplamiento rápido de acero, complejo, para entrada de aire comprimido, fabricado para Parker Hannifin GmbH. Fue un proyecto desafiante dada la tolerancia de paralelismo de 2 micras requerida en las cuatro ranuras de la pieza.

Un palpador táctil de escaneo Blum-Novotest TC76-Digilog, utilizado en un torno tipo suizo Marubeni Citizen-Cincom M32, es clave para garantizar el paralelismo de las ranuras. El palpador

escanea la superficie de la ranura a una velocidad de medición de 2 metros por minuto, generando una cantidad extremadamente grande de valores (50,000 por segundo) en una fracción del tiempo que tomaría la adquisición de datos analógica por disparo táctil.

Al inicio de una corrida de producción para esta aplicación de acoplamiento, se sujeta una pieza de referencia en la máquina, se escanea el contorno completo de la ranura correspondiente, y el perfil maestro se registra y guarda en el software de evaluación. Cada pieza mecanizada se mide y se compara con el perfil registrado. Cualquier pieza que exceda la tolerancia se descarta. El uso de la medición en máquina de esta manera le permite a Karlheinz Lehmann GmbH realizar una inspección al 100 %, mientras también detecta tendencias de error de mecanizado en una etapa temprana mediante el software de evaluación del palpador.

Transferencia inalámbrica de datos de medición

Hace algún tiempo, Hastreiter Industries, en Marshfield, Wisconsin, reconoció que sus métodos de inspección en proceso no eran tan eficien-

La metrología deja de ser una etapa aislada de control de calidad para convertirse en una herramienta de proceso, capaz de acelerar inspecciones, reducir errores y alimentar decisiones de mecanizado en tiempo real.

tes como podrían ser. De hecho, estas deficiencias provocaban que su departamento de calidad se convirtiera en un cuello de botella. Después de investigar muchas opciones para mejorar la precisión y consistencia de la inspección, el taller implementó un sistema inalámbrico de comunicación de datos de medición. Este sistema eliminó la dependencia de Hastreiter Industries en



registros en papel, a veces imprecisos, aumentó la cantidad y calidad de los datos de inspección recabados, y sirvió como medio para registrar automáticamente los procesos de inspección. El nuevo equipo también le ahorró tiempo al taller al acelerar la medición de piezas.

Antes de integrar el sistema inalámbrico de inspección, llamado Mitutoyo U-Wave, los registros de inspección del taller se hacían a mano, lo que generaba malas interpretaciones y errores que afectaban negativamente la recolección de datos. Además, los micrómetros y calibradores mecánicos existentes en el taller estaban desactualizados y desgastándose. Por ello, según indica el taller, los aprendices y practicantes de la empresa tenían dificultades para registrar dimensiones con precisión.

Como resultado, la empresa decidió investigar un sistema inalámbrico. La gerencia primero evaluó un sistema tradicional basado en radiofrecuencia. Si bien funcionaba con la mayoría de sus aplicaciones, el sistema de radio estaba limitado a solo 10 canales. Dado que el taller planeaba agregar medición inalámbrica Bluetooth en bancos CNC en más de 10 ubicaciones dentro de la planta, 10 canales resultarían insuficientes

para superar los problemas de interferencia. Como alternativa a un sistema basado en radio, Mitutoyo sugirió su sistema Bluetooth U-Wave y organizó una prueba en sitio.

El taller señala que los transmisores inalámbricos Bluetooth no requirieron ningún complemento de software y funcionaron sin problemas con su sistema QMS de High QA. Esto le permitió al taller producir registros digitales fácilmente accesibles para la inspección de primera pieza, la inspección en proceso y la inspección final. Además, ha eliminado los registros en papel y aumentado la cantidad y calidad de los datos de inspección recabados. El nuevo proceso de medición permite a los operadores determinar de inmediato si una dimensión está fuera de tolerancia, lo que ha reducido el desperdicio y las no conformidades, y facilita que operadores con menos experiencia registren los datos con precisión.

Además, el nuevo equipo de inspección le permite al departamento de calidad determinar qué operador midió cada pieza, configurando rutinas de inspección en High QA para cada persona. Según indica el taller, este tipo de datos de producción normalmente no está disponible para



En el stand de Caron Engineering en IMTS, una célula de corte automatizada y en vivo —con máquinas CNC, automatización, datos de herramientas, sistemas de medición e inteligencia de proceso— se muestra trabajando en conjunto de manera continua y en tiempo real. Fuente: Caron Engineering.



un departamento de calidad, ya que la mayoría de los talleres de bajo volumen y alta variedad no pueden acceder a registros de inspección en proceso.

Un “piso de producción” conectado en el piso de exhibición

En IMTS, Caron Engineering demuestra en su stand cómo la automatización conectada y las tecnologías de control de proceso en tiempo real ayudan a resolver retos de mecanizado dentro de un entorno de producción en vivo, totalmente integrado. Ahí, una célula de corte automatizada y en vivo —con máquinas CNC, automatización, datos de herramientas, sistemas de medición e inteligencia de proceso— se muestra trabajando en conjunto de manera continua y en tiempo real, para demostrar cómo mejorar la estabilidad del mecanizado, eliminar procesos manuales y aumentar la confiabilidad operativa.

En el centro de la demostración está la tecnología MiConnect, la plataforma de automatización de manufactura de bajo código de la empresa, diseñada para simplificar la comunicación y la orquestación entre máquinas, robots, sensores, sistemas de medición y plataformas de software.

Las demostraciones en vivo también incluyen el sistema TMAC Tool Monitoring Adaptive Control

de Caron Engineering, para optimización de corte en tiempo real, control adaptativo de avance y detección de rotura de herramienta; AutoComp, retroalimentación dimensional de lazo cerrado con compensación automática de offsets del CNC; ToolConnect, gestión y transferencia de datos de herramientas basada en RFID y código de barras; y DTect-IT, análisis avanzado por sensores para el estado de la máquina, monitoreo de vibración e inteligencia predictiva de proceso. 

| Zeiss zeiss.com | [metrology](https://metrology.com)

| Erowa | erowa.com

| General Inspection, LLC | generalinspection.com

| Blum Novotest [blum](https://blum.com) | novotest.com

| Marubeni Citizen Cincom | marucit.com

| Mitutoyo | mitutoyo.com

| High QA | highqa.com

| Caron Engineering | caroneng.com

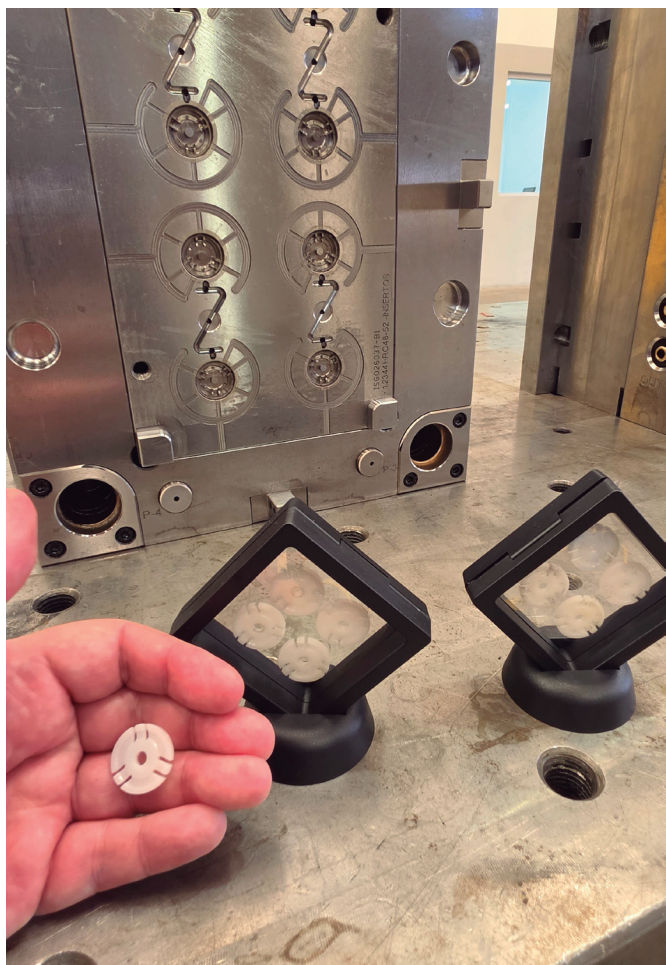
ISGO lleva el molde desde el DFM hasta el primer disparo

Desde el DFM y Moldflow hasta el mecanizado CNC, EDM, ajuste y validación, ISGO Manufacturing integra en San Luis Potosí el ciclo del molde para atender proyectos de alta exigencia de la industria automotriz.

EDUARDO TOVAR

La historia de ISGO surgió en Nuevo León en 1967 con la fundación de Polienvases. Un año después inició operaciones de inyección de plástico para productos del hogar. Con los años incorporó la fabricación de juguetes y, en 1998, ingresó al sector automotriz; posteriormente sumó proyectos para electrodomésticos. La planta de San Luis Potosí comenzó operaciones en 2008.

Esa evolución llevó también a desarrollar una capacidad propia de manufactura y mantenimiento de herramientas. El material proporcionado por la compañía sitúa en 2015 la creación de su primer taller de moldes en San Luis Potosí. Esta capacidad especializada se identifica actualmente como ISGO Central, enfocada en la



El herramental terminado permite observar las ocho cavidades y el sistema de alimentación que las conecta. Su fabricación comenzó con el DFM y el análisis Moldflow, continuó con diseño, mecanizado y ensamble, y culminó con la validación del molde.

fabricación de moldes, cambios de ingeniería, reparación y mantenimiento de moldes, troqueles y herramientas.

Hoy, esa capacidad le permite a ISGO plantear algo más que la fabricación aislada de un molde. La compañía puede recibir los requerimientos de una pieza, participar en su análisis de factibilidad, desarrollar la ingeniería del herramental, fabricarlo, validarlo y, si el proyecto lo requiere, llevarlo posteriormente a producción mediante inyección dentro de la propia organización.

“Podemos estar en todo el proyecto, desde el DFM hasta el lanzamiento de una herramienta”,

explicó Rubén Bocanegra, gerente de operaciones de ISGO Manufacturing durante la visita a la planta.

Antes de cortar acero: factibilidad, DFM y Moldflow

El recorrido por la fabricación de un molde comienza varios metros antes del piso de producción, en el área de ingeniería.

Juan Pablo Rodríguez explicó que, al recibir una solicitud de cotización o requerimiento de un cliente, ISGO reúne un equipo multidisciplinario para estudiar la factibilidad de la pieza. El análisis considera la aplicación final, las condiciones a las que estará sometido el componente y las características que pueden afectar su manufacturabilidad.

A partir de esta evaluación, el equipo puede recomendar modificaciones al cliente antes de comenzar la fabricación. Dependiendo del proyecto, la etapa inicial incluiría prototipos rápidos mediante impresión 3D o la fabricación de un molde prototipo para validar físicamente la pieza.

El siguiente paso es el DFM —Design for Manufacturing—, que se convierte en el

documento técnico alrededor del cual se desarrolla el molde.

Adalid Martínez, responsable de diseño y programación, nos mostró el DFM de un proyecto desarrollado para Tecnostamp Triulzi México, compañía con operación en Querétaro. En las imágenes del proyecto se observan, entre otros elementos, el análisis de espesores de pared y la definición de la ubicación de los botadores.

El DFM especifica aspectos como número de cavidades, sistema de colada fría o caliente, líneas de partición y posición de los elementos de expulsión. El equipo complementa esta información con el análisis Moldflow y con el diseño tridimensional del herramental.

No se libera acero a producción inmediatamente. El DFM se revisa entre ISGO y el cliente tantas veces como sea necesario para atender observaciones y realizar modificaciones. “Solo cuando ellos aprueban el DFM, el Moldflow y el diseño, empezamos la fabricación en piso”, explicó Martínez.

Esta etapa resulta fundamental porque desplaza hacia la ingeniería decisiones que, de otra manera, podrían convertirse después en



Antes de liberar la fabricación, el equipo de ingeniería de ISGO revisa con el cliente el DFM, donde se definen aspectos como número de cavidades, sistema de alimentación, ubicación de botadores y línea de partición. El diseño y el análisis Moldflow deben quedar aprobados antes de ingresar al piso de producción.

retrabajos sobre acero, modificaciones del molde o problemas durante la inyección.

Un molde de ocho cavidades, de la pantalla al taller

El proyecto mostrado por Martínez ofrece un ejemplo concreto de ese flujo de trabajo.

En las oficinas de ingeniería, el equipo mostró el análisis de la pieza, incluidos espesores, configuración geométrica y posiciones propuestas para los botadores. Después de la aprobación del DFM y del Moldflow, la información se convirtió en el diseño tridimensional definitivo que se utilizaría para generar la manufactura del herramental.

Horas más tarde, ya en el piso de producción, estaba el resultado físico de ese proceso: un molde de ocho cavidades completamente terminado.

Este proyecto permite seguir el proceso completo desde la geometría digital y el acero hasta, finalmente, la pieza moldeada.

Martínez mostró las primeras piezas obtenidas durante la prueba del molde. Se trataba, literalmente, del primer disparo: ocho pequeños componentes plásticos correspondientes a las ocho cavidades del herramental, conservados por el equipo como evidencia del resultado inicial.

“Todo lo que observaron en los mecanizados aquí está plasmado ya en el producto final, que es el molde”, explicó.

Las fotografías tomadas en el recorrido visibilizan esa continuidad. En una imagen aparece el análisis digital de espesores de pared; en otra, la definición de los puntos de expulsión, y posteriormente pueden verse las ocho cavidades mecanizadas y las primeras piezas obtenidas.

Para un fabricante de moldes, esa relación entre ingeniería y resultado físico es especialmente relevante: la calidad del herramental final no comienza en el centro de mecanizado, sino en las decisiones tomadas antes de generar la primera trayectoria de herramienta.



El centro de mecanizado Mazak FJV-50/80 forma parte de los seis equipos CNC del taller de moldes de ISGO Manufacturing. La Mazak se utiliza, principalmente, en operaciones de desbaste, dentro de una estrategia que asigna diferentes equipos a las etapas de desbaste, mecanizado de electrodos y acabado de precisión.



Las placas de acero que conformarán los lados fijo y móvil del molde se identifican y preparan antes de iniciar las operaciones de mecanizado. Esta etapa marca el paso de la ingeniería digital a la construcción física del herramental.

Seis centros de mecanizado con funciones definidas

Una vez liberada la ingeniería comienza la transformación del acero. Durante mi visita, el área de fabricación de moldes operaba con seis centros de mecanizado: una Huron K2X10, una Mazak FJV-50/80, una Milltronics VM22, dos Haas —VF-2SS y VF-5— y una Chevalier EM2040L.

Pero los equipos no se utilizan indistintamente. Durante el recorrido, el equipo de ISGO explicó que la Huron y la Mazak se destinan principalmente a operaciones de desbaste, mientras que la Milltronics se utiliza exclusivamente para mecanizar grafito y producir los electrodos destinados a electroerosión. Las dos Haas y la Chevalier se concentran en operaciones de acabado, donde aumentan los requerimientos de precisión y calidad superficial.

Esta distribución permite que las máquinas no cubran indiscriminadamente todas las operaciones. La estrategia consiste en utilizar cada equipo donde sus características aportan mayor valor dentro del flujo.



Una de las placas del molde es mecanizada en un centro CNC. ISGO distribuye las operaciones entre seis centros de mecanizado, con equipos específicos para desbaste, fabricación de electrodos de grafito y operaciones de acabado de mayor precisión.

Observamos, por ejemplo, que una de las Haas mecanizaba un dispositivo especial para sujetar un inserto con diferentes ángulos, y que el propio dispositivo era necesario para posicionar correctamente la pieza antes de realizar sus operaciones posteriores.

Ese tipo de trabajos auxiliares forma parte del día a día en un taller de moldes: no todo el mecanizado corresponde directamente a cavidades y corazones. Con frecuencia es necesario desarrollar fijaciones, electrodos, insertos y elementos adicionales que permitan completar el herramental y mantener las referencias necesarias durante su fabricación.

Cuando el cortador ya no puede llegar

El mecanizado por arranque de viruta constituye solo una parte del proceso. Para geometrías estrechas, detalles profundos o zonas donde una herramienta convencional no puede acceder, ISGO emplea electroerosión.

La operación cuenta con máquinas EDM por penetración y electroerosión por hilo, además de



un equipo de barrenado EDM utilizado para generar el orificio inicial por el que posteriormente se introduce el hilo.

Durante mi visita, Armando Torres Ruiz mostró una máquina Charmilles de penetración, utilizada para operaciones de ajuste y afinado de moldes, principalmente. Otro equipo de penetración, de accionamiento más convencional, se destina a trabajos de mayor remoción en cavidades.

La lógica del proceso es sencilla, aunque la ejecución exige experiencia: allí donde la geometría impide el acceso del cortador, el electrodo reproduce por descarga eléctrica la forma requerida.

“Es el detallado donde no puede entrar un cortador”, resumió Martínez al explicar por qué este proceso continúa siendo indispensable en la fabricación de moldes.

En el caso del corte por hilo, una barrenadora EDM genera el pequeño orificio que permitirá introducir el hilo antes de realizar el contorneado, un recurso utilizado principalmente para insertos y componentes pequeños del molde.

Acabado, reparación y control dimensional

El flujo continúa con procesos no siempre tan visibles como un centro CNC, pero que resultan determinantes para entregar un molde funcional.

El taller cuenta con capacidades de rectificado, torneado y fresado convencional, además de sierra de cinta, tratamientos térmicos y procesos de soldadura láser y TIG.

Estas tecnologías adquieren especial importancia en reparaciones, modificaciones y reconstrucciones. La soldadura láser permite recuperar zonas con un aporte controlado de material y minimizar la distorsión térmica, mientras los tratamientos térmicos facilitan ajustar propiedades mecánicas cuando la aplicación lo requiere. El material técnico de ISGO incluye entre sus trabajos recuperación de filos, reparación de fisuras y reconstrucción de superficies.

La inspección cierra el círculo. ISGO dispone de CMM y escaneo 3D para verificar dimensiones críticas de moldes, componentes mecanizados y piezas producidas.



De izquierda a derecha, Adalid Martínez, responsable de diseño y programación; Rubén Bocanegra, gerente de operaciones de ISGO Manufacturing, y Pablo Alatorre, gerente general, durante el recorrido por el taller de fabricación de moldes en San Luis Potosí.

- 1 Además de las placas y componentes mecanizados, el ensamble incorpora los elementos del sistema de alimentación, conexiones, cableado y sensores necesarios para controlar el funcionamiento del molde durante el proceso de inyección.
- 2 Durante la fabricación se mecanizan progresivamente los alojamientos, barrenos y geometrías requeridos para integrar los diferentes elementos del molde. El proyecto documentado durante la visita corresponde a un herramental de ocho cavidades.

Esta capacidad permite contrastar los resultados físicos con la información 2D y 3D suministrada originalmente por el cliente antes de liberar el herramental.

Fabricar moldes nuevos no es todo el negocio

Un aspecto que ayuda a entender la actividad real del taller es la distribución de su carga de trabajo.

Bocanegra estima que, en la actualidad, alrededor de 30 % corresponde a fabricación de moldes nuevos, mientras cerca de 50 % se concentra en cambios de ingeniería y aproximadamente 20 % en reparaciones.

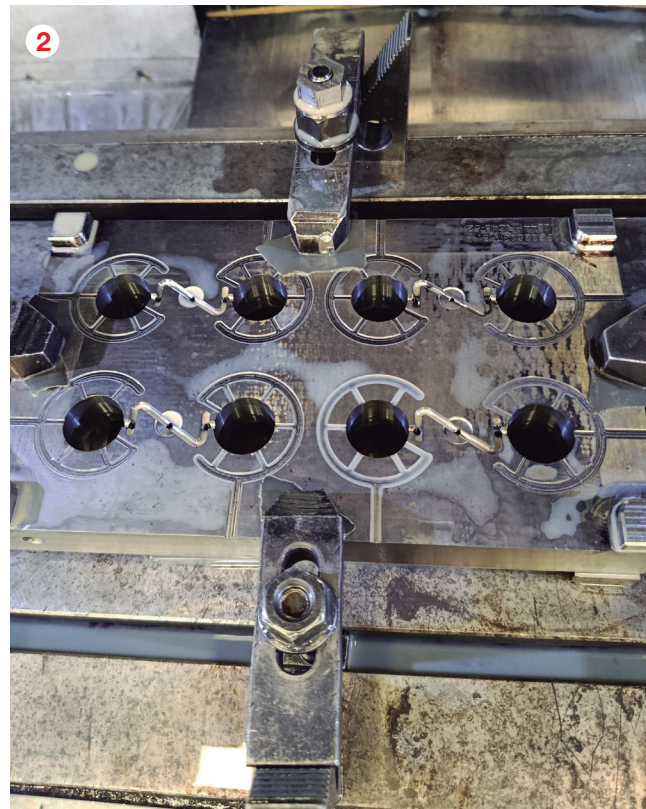
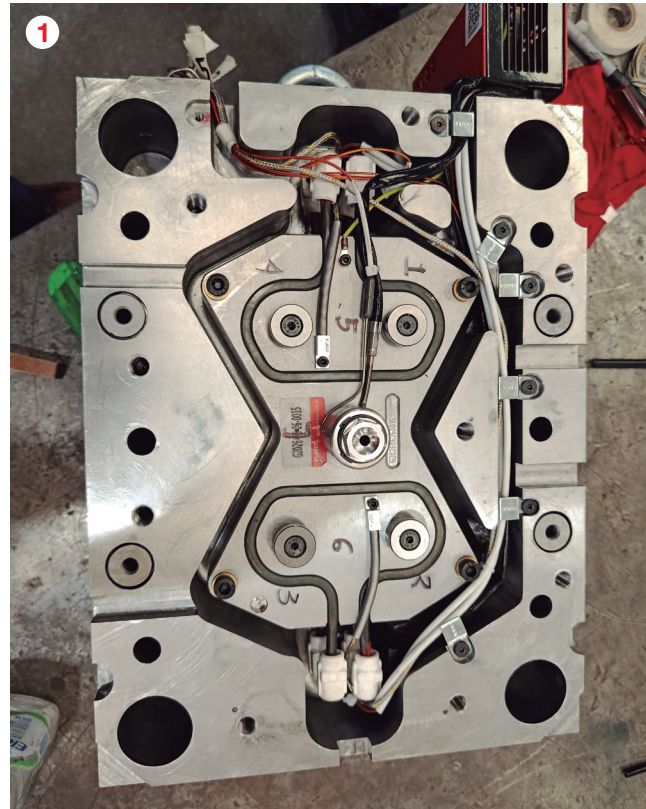
Esta distribución también refleja una realidad del mercado mexicano. Cuando un molde entra en producción, puede permanecer activo durante años y experimentar modificaciones de producto, transferencias entre plantas, adaptaciones a otras máquinas, cambios en circuitos de refrigeración, sustitución de componentes o reparaciones derivadas del desgaste.

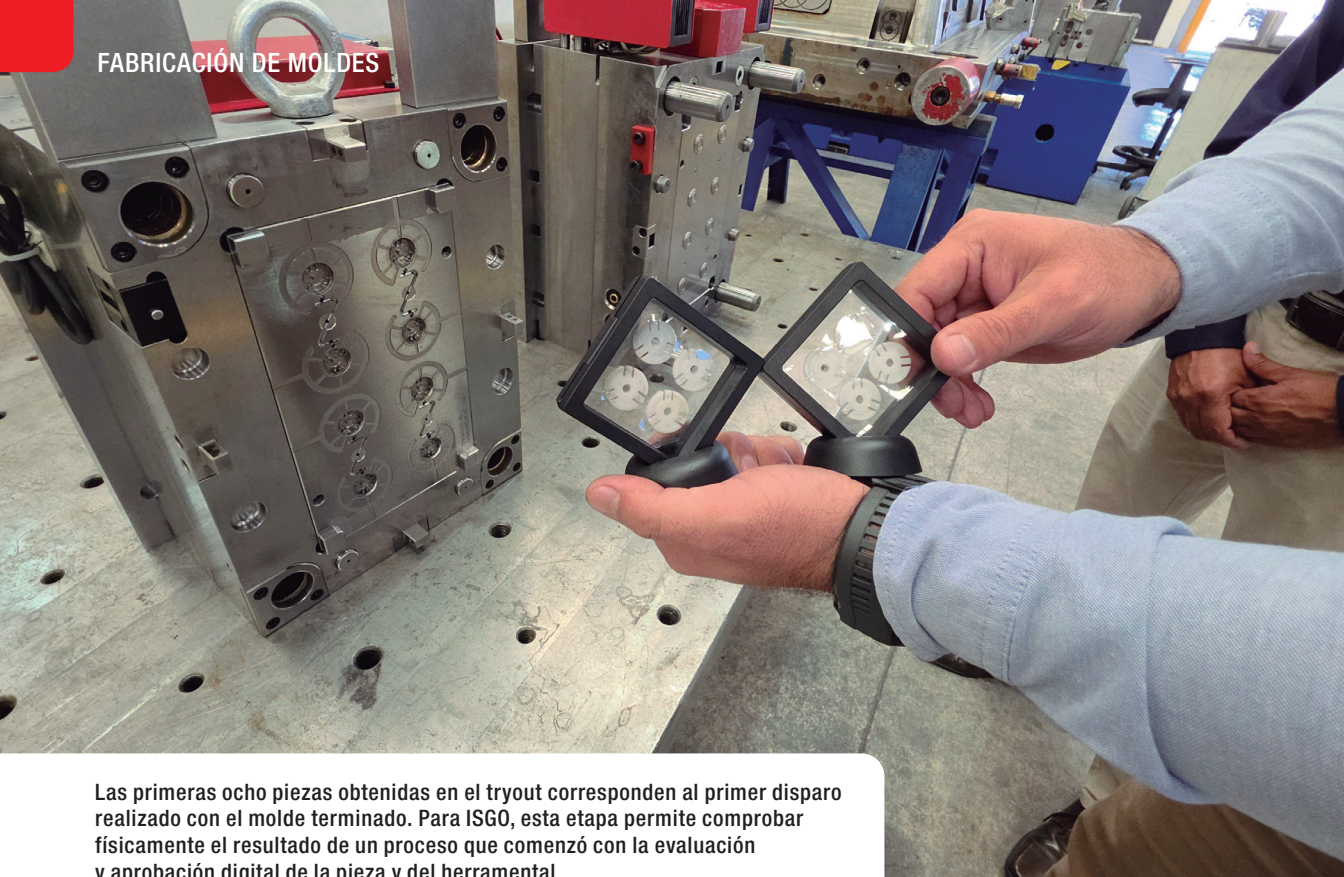
ISGO atiende también moldes fabricados en otros países. Durante la entrevista, Bocanegra mencionó un proyecto con cinco herramentales procedentes de Portugal, que debían modificarse para homologarlos con los estándares de las máquinas del cliente en México, incluidos cambios en conexiones de agua.

La empresa denomina reacondicionamiento a otra parte importante de este trabajo. De acuerdo con su información técnica, según la condición inicial del herramental, estas intervenciones pueden extender su vida útil en más de 40 % y realizarse típicamente en periodos de dos a cuatro semanas, para evitar el costo y el tiempo que implicaría fabricar un molde nuevo.

La ventaja de poder probar lo que se fabrica

Una de las características que diferencian la operación de ISGO, de un taller independiente, es su integración con la inyección de plástico. »





Las primeras ocho piezas obtenidas en el tryout corresponden al primer disparo realizado con el molde terminado. Para ISGO, esta etapa permite comprobar físicamente el resultado de un proceso que comenzó con la evaluación y aprobación digital de la pieza y del herramental.

ISGO Manufacturing puede fabricar un molde y posteriormente probarlo dentro de su propia estructura productiva. Esto genera una retroalimentación directa entre el comportamiento del herramental y el proceso de moldeo.

La compañía puede documentar cada molde mediante un expediente que reúne informes de fabricación, operación y mantenimiento. Para los herramentales que trabajan dentro de sus operaciones, ISGO establece un mantenimiento preventivo completo cada 40,000 disparos y conserva como referencia la última pieza producida antes de intervenir el molde.

Esta experiencia directa con el proceso de inyección adquiere todavía más importancia en aplicaciones complejas.

Bocanegra citó como ejemplo un componente denominado *water channel*, utilizado para el drenaje de un quemacocos, que requiere siete insertos. El molde y la máquina cuentan con sistemas *poka-yoke* que verifican su presencia y posición; si falta alguno de los elementos, el ciclo de inyección no puede comenzar.

ISGO trabaja, además, con 2K, *insert molding* y *overmolding*, procesos en los que la construcción y precisión del molde están directamente vinculadas con la estabilidad posterior del proceso productivo.

De 25 moldes al año hacia una mayor capacidad

La capacidad actual reportada durante la entrevista se encuentra entre 25 y 30 moldes nuevos por año. Al momento de la visita, el equipo había terminado alrededor de 18 durante 2026.

La meta es incrementar gradualmente esa cifra hasta alcanzar entre 50 y 75 moldes anuales.

Para hacerlo, ISGO evalúa inversiones. Bocanegra señaló, entre los siguientes pasos, la incorporación de capacidad de mecanizado en cinco ejes y la integración al taller de una prensa de ajuste de 350 toneladas, tecnología que permitiría ampliar las operaciones internas y reducir movimientos o procesos adicionales durante el cierre y verificación de moldes.

La empresa también adquirió ZW3D para complementar sus herramientas digitales y mejorar la eficiencia de diseño y programación. Actualmente utiliza Solid Edge en CAD, Siemens NX en CAM y Moldflow para el análisis del proceso de inyección.

Parte del crecimiento de sus capacidades provino de la adquisición de equipo procedente de un taller canadiense de moldes que cerró operaciones en México después de la pandemia. Esa infraestructura se incorporó al taller para ampliar su capacidad de respuesta.

El otro reto: formar *moldmakers*

Sin embargo, aumentar la capacidad no depende únicamente de comprar máquinas.

ISGO combina personal con experiencia práctica acumulada durante años en fabricación y reparación de moldes, con jóvenes ingenieros recién egresados o próximos a concluir sus estudios.

Bocanegra explicó que este esquema les ha permitido complementar el conocimiento empírico de los técnicos experimentados, con herramientas de ingeniería adquiridas en las universidades. Precisamente, en esta oportunidad dos jóvenes ingenieros se encontraban en proceso de formación para integrarse posteriormente a la operación.

Otro proyecto observado en planta involucraba a nueve estudiantes dentro de un esquema universidad-empresa orientado a modernizar, mediante PLC, el control de una máquina Milltronics.

La formación de ese talento será decisiva si el objetivo de ISGO es duplicar su producción de moldes y, al mismo tiempo, elevar su complejidad.



Técnicos de ISGO ensamblan y ajustan las diferentes secciones del herramental. En esta fase convergen los componentes previamente mecanizados, los sistemas internos y el trabajo especializado necesario para garantizar el cierre y funcionamiento correcto del molde.

Una oportunidad para fabricar más moldes en México

Pablo Alatorre, gerente general de la operación, considera que la reconfiguración de las cadenas de suministro de Norteamérica abre oportunidades para que una mayor cantidad de herramientas utilizados por la industria automotriz se fabriquen en la región.

Para aprovecharla, ISGO busca fortalecer simultáneamente ingeniería, infraestructura y capacidades humanas. La empresa mantiene abierta la posibilidad de realizar nuevas inversiones y pretende desarrollar las habilidades necesarias para competir por proyectos que todavía se adjudican fuera de México.

El molde de ocho cavidades que observamos durante la visita muestra cómo esa estrategia se traduce en un proyecto concreto.

Primero fue una pieza digital. Después vinieron la factibilidad, el DFM, el análisis Moldflow y la aprobación del cliente. A continuación, el diseño se convirtió en trayectorias de mecanizado, electrodos, cavidades, insertos y componentes. Finalmente, las dos mitades del molde se cerraron y de la máquina salieron ocho piezas en el primer disparo.

Ese recorrido, desde la pantalla de ingeniería hasta una pieza física producida por un herramental fabricado en San Luis Potosí, es precisamente la capacidad que ISGO busca llevar ahora a un mayor número de proyectos. 

| Mazak | mazak.com

| Huron Graffenstaden | huron.fr

| Milltronics | milltronics.com

| Haas Automation | haascnc.com

| Chevalier Machinery | chevalierusa.com

| GF Machining Solutions (Charmilles)
| gfms.com

| ZWSOFT (ZW3D) | zwssoft.com

| Siemens Digital Industries Software (Solid Edge / NX)
| siemens.com

| Autodesk (Moldflow) | autodesk.com

El modelado paramétrico y las funciones integradas de cinco ejes ayudan al equipo de Willis a programar las caras curvas de sus piezas de madera, fibra de carbono y aluminio. En algunos casos, el equipo ha logrado reducir a la mitad su tiempo de programación. Imágenes cortesía de Siemens.

El CAD/CAM asociativo aumenta la productividad del taller hasta cinco veces

La integración total de CAD/CAM y el control de revisiones han permitido a Willis Custom Yachts realizar con confianza trabajo sin supervisión (lights-out), logrando una ganancia de productividad de cinco veces.

EVAN DORAN | EDITOR ASOCIADO SENIOR, *MODERN MACHINE SHOP*

La manufactura naval a la medida puede involucrar decenas de miles de componentes, muchos de los cuales no se repiten entre proyectos. Los cambios de diseño de último momento pueden hundir la rentabilidad de un proyecto si el equipo de diseño y los operadores del taller no están sincronizados. Esta preocupación impulsó a Willis Custom Yachts, de Stuart, Florida, a adoptar el software CAD/CAM asociativo Siemens NX para respaldar su creciente departamento interno de CNC. En poco más de año y medio, la productividad del departamento se ha incrementado cinco veces gracias a la producción sin supervisión, y su alcance se ha expandido de las piezas navales hacia otras industrias.

Cambios de rumbo

Willis Custom Yachts construye yates deportivos de pesca a la medida, de entre 18 y 77 pies de eslora. Se trata de embarcaciones de alta gama con precios que van de 2.5 a 25 millones de dólares, fabricadas con maderas exóticas, fibra de carbono y aluminio. Cada construcción involucra decenas de miles de componentes, y la empresa mantiene un departamento interno de CNC para mecanizar los elementos estructurales de mayor tamaño y una parte de sus componentes más pequeños.

La compañía trabaja con tolerancias de alrededor de 0.008 pulgadas, y pocas piezas tienen bordes cuadrados o caras planas. En cambio, necesita

mecanizar curvaturas, chaflanes, radios y curvas compuestas en la mayoría de sus componentes. Estas piezas pueden medir desde unas cuantas pulgadas hasta cerca de 30 pies de longitud, y la empresa utiliza dos fresadoras puente de cinco ejes Multiax T1205 (junto con varias máquinas de tres ejes) para producirlas.

A medida que Willis ha escalado la cantidad de trabajo que realiza internamente, ha necesitado aumentar la velocidad de su programación. Al mismo tiempo, sus programadores notaron problemas en la transferencia de detalles finos entre sus sistemas CAD y CAM. Esto generaba acumulación de tolerancias y el consiguiente retrabajo, ciclos de inspección adicionales y calendarios de producción más ajustados. Hacia finales de 2024, el taller decidió implementar un software CAD/CAM asociativo para resolver este problema, y finalmente trabajó con el distribuidor Saratech para instalar Siemens NX.

Garantizar las transiciones correctas

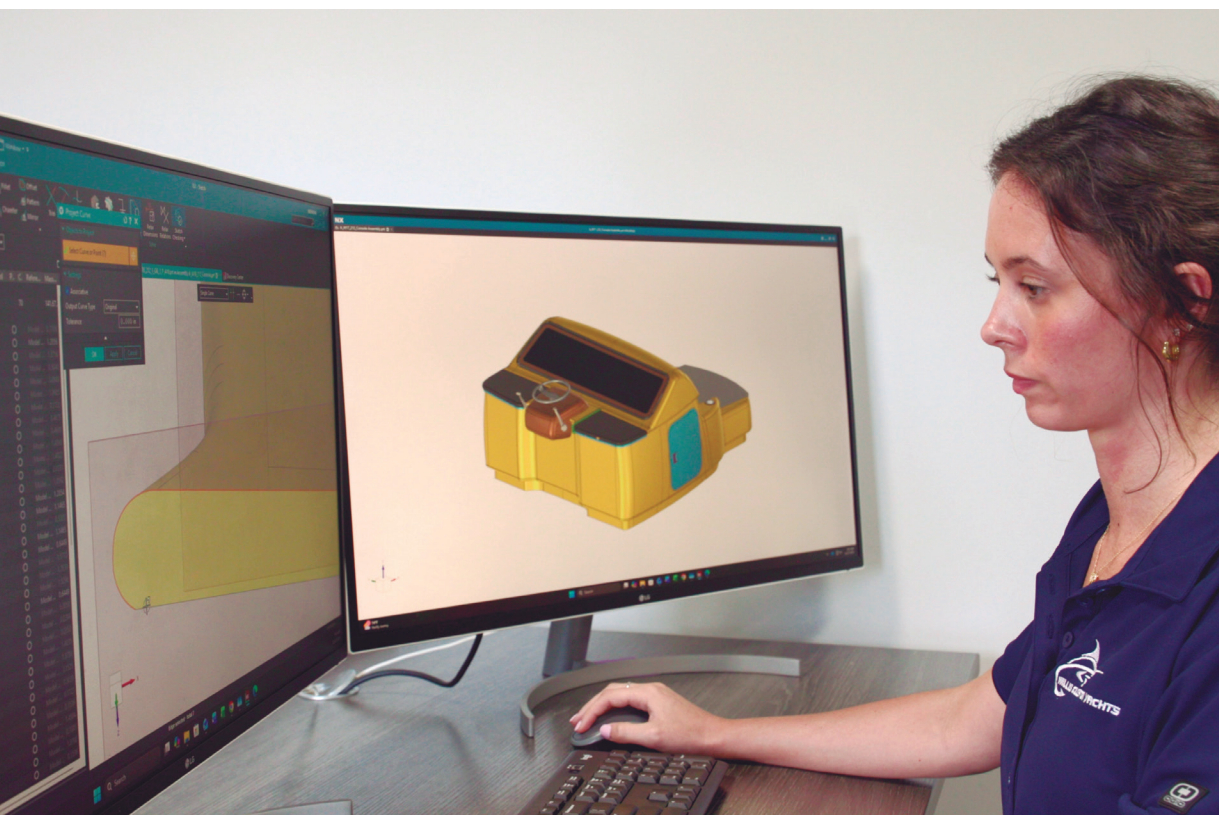
La capacidad del CAD/CAM asociativo para traducir directamente el CAD eliminó los errores

mínimos en las superficies y bordes de los componentes complejos de Willis. Esto, a su vez, redujo drásticamente los problemas de acumulación de tolerancias y retrabajo del taller, ayudando a Willis a cumplir con sus calendarios. Las funciones de asociatividad de NX también han tenido un impacto importante al mejorar la capacidad de la empresa para manejar solicitudes de cambio de diseño. “Todo es a la medida para nosotros”, dice Billy White, director financiero de la empresa. “Necesitamos poder adaptarnos muy rápido y sobre la marcha”. Cualquier falla de comunicación entre el departamento de diseño y el piso del taller podría resultar en el mecanizado de piezas obsoletas y retrabajo costoso.

La asociatividad, mediante CAD/CAM integrado, permite al equipo trasladar

Willis Custom Yachts fabrica la mayoría de los componentes de sus yates de lujo en sus instalaciones de Stuart, Florida. A medida que aumentó la carga de trabajo del departamento interno de CNC en estos proyectos, la empresa buscó formas de mejorar la eficiencia de la programación CNC. ➤➤





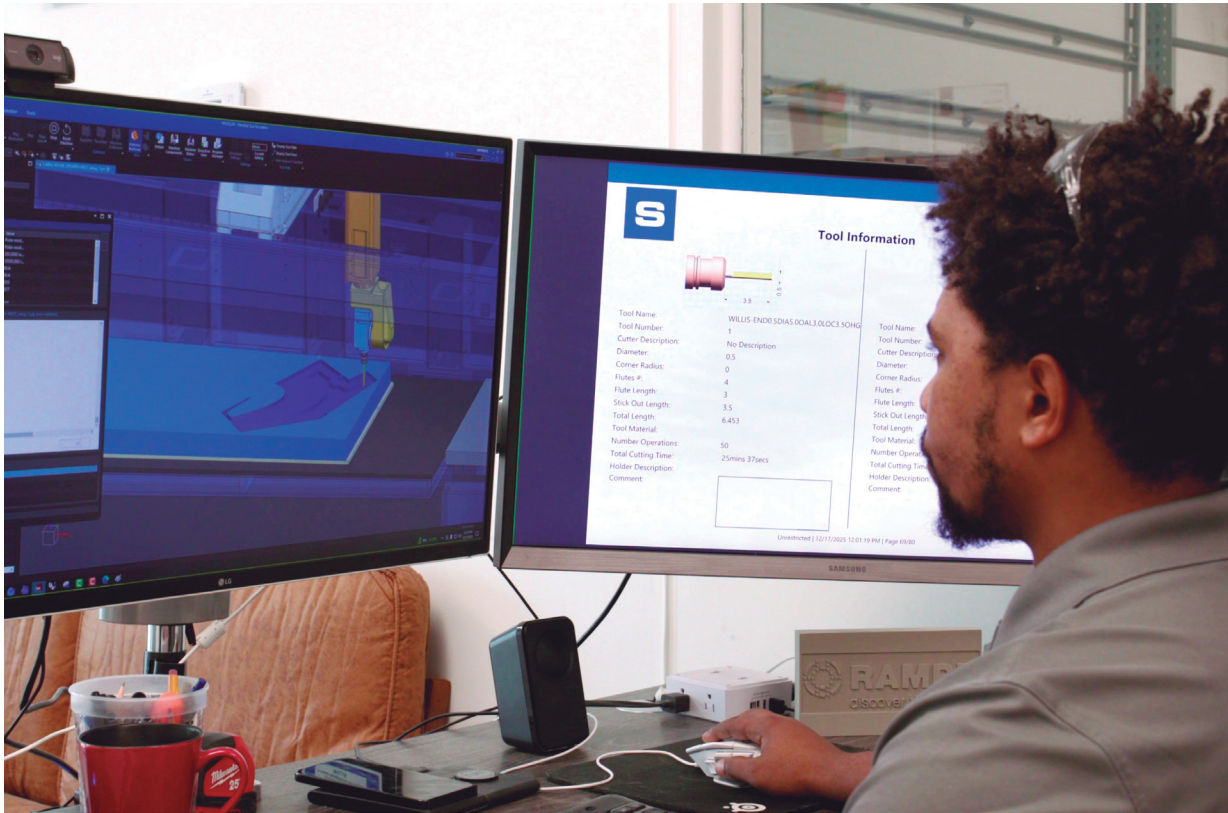
Los cambios en las piezas a la medida de Willis pueden requerir retrabajo significativo, especialmente si hay demoras en la comunicación entre los diseñadores y el personal del taller. Willis utiliza las funciones de asociatividad de Siemens NX para manejar el control de revisiones. Los cambios se propagan directamente del modelo CAD al software CAM, con alertas cuando los cambios en el modelo no coinciden con la programación de la pieza.

automáticamente los cambios de diseño al proceso de mecanizado y alertar al equipo de manufactura si las operaciones previas ya no coinciden con la nueva geometría, con la opción de regenerar las operaciones afectadas por el cambio de diseño con solo presionar un botón. Esta naturaleza automática también simplifica el control de revisiones, asegurando que el equipo del taller produzca siempre la versión más reciente de una pieza.

Las capacidades de modelado paramétrico han ayudado a la empresa a optimizar la forma en que diseña y programa estas caras curvas y elementos con transiciones suaves entre superficies. El software no obliga a que los diseños se ajusten a planos o modelos de superficie simples, por lo que puede adaptarse a las superficies abocinadas, transiciones y curvas compuestas del trabajo de Willis cuando llegan cambios de diseño. Las herramientas dedicadas para extensión de superficies, fusión de elementos y redondeo, así como el refinamiento de geometría, también

mejoran la capacidad del taller para abordar los radios complejos y el escalado de los diseños de casco. Los programadores de CAM de Willis también utilizan las estrategias de mecanizado de cinco ejes de NX para definir cómo la máquina se aproxima y mecaniza las caras y superficies con transiciones combinadas, lo que agiliza la programación y reduce hasta la mitad el tiempo de programación. Para piezas más pequeñas, NX incluye una función de anidado (nesting) que Willis ha usado para configurar múltiples trabajos en la misma lámina de material, lo que ha mejorado la eficiencia del taller en el mecanizado sin supervisión.

El mecanizado sin supervisión sería mucho más difícil sin un entorno de simulación, y el distribuidor de NX de Willis proporcionó los kits de máquina que la empresa necesitaba para crear gemelos digitales completos de sus equipos, incluyendo la configuración de la máquina, los cambiadores de herramientas, la cinemática y la envolvente de mecanizado a tamaño real.



Los gemelos digitales de las máquinas herramienta y herramientas de corte de Willis permiten al personal realizar simulaciones precisas de su código G. Esto le permite al departamento de CNC de la empresa realizar mecanizado sin supervisión con confianza, aumentando la utilización de todas sus máquinas.

“Tener el gemelo digital y poder correr una simulación, sabiendo exactamente con qué nos vamos a encontrar, nos permite operar toda la noche, sin supervisión”, dice Bobby Cody, director de manufactura de Willis. La precisión de los tiempos de ciclo estimados también mejora la exactitud de la programación del departamento de CNC, ayudando al taller a determinar su capacidad real y sus tiempos de entrega.

De los yates hacia otras industrias

Entre las mejoras de asociatividad, el modelado paramétrico y los gemelos digitales, el equipo de Willis afirma haber incrementado su productividad en más de 500 %. La asociatividad ayudó al departamento de CNC a reducir su desperdicio en más de 95 %, mientras que el modelado paramétrico redujo a la mitad los tiempos de preparación y programación para algunas piezas. Con la simulación y los gemelos digitales, el taller duplicó la utilización de sus máquinas y ganó la confianza y precisión necesarias para realizar

trabajo sin supervisión, ganancias que también han reducido en 50 % los tiempos de entrega de piezas de Willis.

Estas mejoras de eficiencia no solo han aumentado la capacidad del departamento de CNC para producir sus propias piezas, sino que le han permitido tomar trabajo fuera de la industria naval bajo la marca Willis CNC Solutions. Actualmente, la empresa está diseñando nuevas instalaciones para expandir su departamento de CNC, con planes de adquirir una máquina grande de cinco ejes, así como una máquina de tres ejes para manejar piezas más simples. 📄

| Siemens | [siemens.com](https://www.siemens.com)

| Saratech | [saratech.com](https://www.saratech.com)

| Multiax | [multiax.com](https://www.multiax.com)

Inversión y alianzas: el rumbo del sector petrolero mexicano

La estabilización de la producción petrolera abre una ventana para el sector, pero no la asegura. Entre el aumento de la inversión de Pemex, la reducción de su deuda y nuevas alianzas, la pregunta que atraviesa al sector es si México podrá competir por el capital energético frente a otros mercados.

MAURICIO PINEDA



De acuerdo con información de Petróleos Mexicanos (Pemex), la producción de hidrocarburos líquidos se estabilizó en 2025, con un promedio de 1.635 millones de barriles diarios en el año y de 1.648 en el cuarto trimestre.

En tanto que en el segundo trimestre de 2026 la producción de hidrocarburos líquidos promedió 1.658 millones de barriles diarios, un ligero avance de 6.2 mil barriles diarios frente al trimestre previo. Pese a sumar cinco trimestres de alzas, la cifra se mantiene por debajo de la meta de 1.8 millones de barriles diarios.

En el frente industrial, en el cuarto trimestre de 2025, el Sistema Nacional de Refinación procesó 1,136 miles de barriles diarios de petróleo crudo y produjo 1,177 miles de barriles diarios de petrolíferos, aumentos de 44.4 % y 41.5 %, respectivamente, en comparación con el mismo periodo del año anterior.

Asimismo, en el segundo trimestre de 2026, el proceso de crudo en refinерías aumentó 2.9 % respecto al mismo trimestre de 2025, con un promedio de 1,008 miles de barriles diarios.

La producción total de petrolíferos creció 3.4 %, ubicándose en 1,029 miles de barriles diarios, con avances destacados en productos clave para el mercado interno: el diésel aumentó 19.3 %, las gasolinas 2.9 % y la turbosina 2.3 %.

En este sentido, un informe de Pemex destaca que un elemento clave de esta perspectiva fue el pago a proveedores: “más de 390,000 millones de pesos en 2025, lo que ha permitido normalizar la operación, fortalecer cadenas productivas y recuperar la confianza de miles de empresas que trabajan con Pemex en todo el país”.

Añade que durante 2025 las ventas de petrolíferos de alto valor aumentaron de manera sostenida en casi 8 %, de julio a diciembre, lo que equivale a 81 miles de barriles diarios y significa

PROYECTOS ESTRATÉGICOS 2026

Metas 2026

HIDROCARBUROS LÍQUIDOS

1.8 millones
de barriles diarios

GAS NATURAL

4,500 millones
de pies cúbicos diarios

Inversión pública y mixta

- ✓ **Trión** (33 mil mdp)
- ✓ **Zama** (29 mil mdp)
- ✓ **Maloob** (17 mil mdp)

- ✓ **Ixachi** (19 mil mdp)
- ✓ **Bakté** (10 mil mdp)
- ✓ **Burgos** (5 mil mdp)

Fuente: Pemex.

una menor dependencia de importaciones, mayor seguridad energética y el fortalecimiento de la soberanía energética.

Asimismo, Pemex señaló que elevará su inversión productiva este año con un monto de 425,000 millones de pesos, lo que representa un

La estabilización de la producción no garantiza su continuidad: sin reglas claras y pago sostenido a proveedores, la inversión que el sector necesita puede migrar a los al menos 14 países que hoy compiten por el mismo capital.

aumento de 34 % respecto a 2025, orientado a asegurar la producción, eficiencia y sostenibilidad en el mediano y largo plazo.

El plan incluye proyectos prioritarios en exploración y producción como Trión, Zama y Maloob, para cumplir la meta de 1.8 millones de barriles diarios; así como proyectos estratégicos de gas natural en Ixachi, Bakté y Burgos, con el objetivo de alcanzar 4,500 millones de pies cúbicos diarios.



PETRÓLEOS MEXICANOS
Estadísticas operativas seleccionadas
(miles de barriles diarios)

		OBSERVADO-MENSUAL					
Descripción	Mbd	Ene/2026	Feb/2026	Mar/2026	Abr/2026	May/2026	Jun/2026
Producción							
Hidrocarburos líquidos		1,779.831	1,752.451	1,777.798	1,770.277	1,773.439	1,791.720
Petróleo crudo		1,655.187	1,646.116	1,655.169	1,651.739	1,657.577	1,665.847
Condensados y líquidos del gas		124.644	106.335	122.629	118.538	115.861	125.872
Gas natural (MMpcd)	MMpcd	4,846.570	4,829.544	4,874.236	4,892.391	4,939.867	4,956.190
Petrolíferos y gas licuado (1)	Mdb	1,115.216	1,237.179	1,228.501	1,133.582	1,029.525	1,117.392
Petroquímicos (Mt) (2)	Mt	355.748	298.635	394.522	313.818	293.485	365.315
Naftas (Mt)		81.724	68.937	84.913	81.642	85.161	88.427
Proceso de crudo	Mbd	1,058.488	1,189.872	1,178.361	1,067.820	941.158	1,017.076

El informe señala que el eje estratégico de la empresa se basa en proyectos para una transición energética ordenada, con iniciativas como litio en salmueras petroleras, energía eólica marina, energía geotérmica, hidrógeno verde, biocombustibles, eficiencia energética y economía circular, además del desarrollo de sumideros de carbono.

Además, al 30 de junio de 2026, la deuda financiera se ubicó en 77.5 mil millones de dólares, una reducción de 9.1 % respecto al cierre de 2025.

“La deuda de corto plazo redujo su participación en la deuda total, disminuyendo las presiones financieras inmediatas y fortaleciendo la flexibilidad financiera de la empresa. Lo anterior es consistente con el compromiso de mantener un endeudamiento neto cero”, detalla la información de Pemex.

El director general de Pemex, Juan Carlos Carpio, indicó que, en el corto plazo, Pemex concentra sus esfuerzos en alcanzar las metas de producción.

Para el mediano plazo, promueve esquemas de inversión mixta mediante instrumentos financieros y contractuales que permitan generar beneficios para el país.

Asimismo, refuerza las actividades exploratorias para contar, en el largo plazo, con los elementos que permitan mantener la producción.

En este sentido, Juan José Vidal Amaro, subsecretario de Hidrocarburos de la Secretaría

de Energía (Sener), puntualizó que Pemex ha diseñado un plan para su desarrollo durante el presente sexenio.

“En exploración se restituirán las reservas para tener al menos 10 años de consumo asegurado. La inversión en esta actividad alcanzará los 220,000 millones de pesos y se realizarán trabajos en cerca de 38,000 km² con estudios y reprocesamientos sísmicos, por lo menos en seis proyectos estratégicos”, detalló.

Señaló que también se mantendrá una producción de 1.8 millones de barriles diarios de hidrocarburos líquidos a lo largo del sexenio.

“Además, se tienen programados 1.6 billones de pesos en inversión para llevar a cabo más de 2,000 perforaciones y 13 reparaciones mayores”, expresó.

Vidal Amaro añadió que la producción de gas natural se incrementará a 5,000 millones de pies cúbicos diarios para reducir las importaciones.

Además, dijo que se fortalecerán las acciones para la reducción de emisiones fugitivas y la quema de metano asociado a los procesos de extracción y procesamiento de hidrocarburos.

“La sostenibilidad energética se inicia en los procesos de producción de hidrocarburos, con una inversión de 105,000 millones de pesos, se continuará con la rehabilitación de las seis refinerías del país para aumentar la eficiencia de nuestros procesos productivos”, indicó.

El funcionario explicó que a través de proyectos mixtos las posibilidades son variadas, lo que

implica una invitación a sumar capacidades tecnológicas y de innovación que permitan transformar el sector energético del país.

“Es momento de mirar con mayor profundidad hacia las tecnologías emergentes y reconocer que el desarrollo científico no es un tema accesorio, sino un eje estratégico para la soberanía energética del país. México tiene el capital humano, la infraestructura científica y la experiencia industrial”, refirió.

Perspectivas regionales sobre la industria petrolera

El Reporte sobre las Economías Regionales Enero-Marzo 2026, elaborado por el Banco de México, señala que durante el periodo mencionado la extracción de petróleo y gas se expandió.

“Entre los factores que impulsaron esta actividad se encuentra un mejor desempeño de campos estratégicos, particularmente Maloob, Ixachi, Zaap, Ayatsil y Quesqui. Asimismo, un aumento en las labores de mantenimiento y la implementación de medidas para incrementar la eficiencia operativa, lo que contribuyó a mitigar la declinación natural de algunos campos relevantes”, detalla el informe.

Asimismo, el documento explica que el repunte observado en los precios internacionales del petróleo hacia finales del trimestre, ante el escalamiento del conflicto en Medio Oriente, favoreció la demanda de servicios relacionados con la exploración y producción de hidrocarburos.

“Se resaltó un mayor dinamismo en actividades de perforación y desarrollo de pozos, particularmente en Veracruz y Tabasco, al igual que cierta reactivación de actividades de mantenimiento y proyectos de infraestructura en Campeche”, indica el documento.

De igual manera se destacó una mayor participación en esquemas mixtos de inversión pública y privada, entre ellos el desarrollo del campo Trión en aguas profundas.

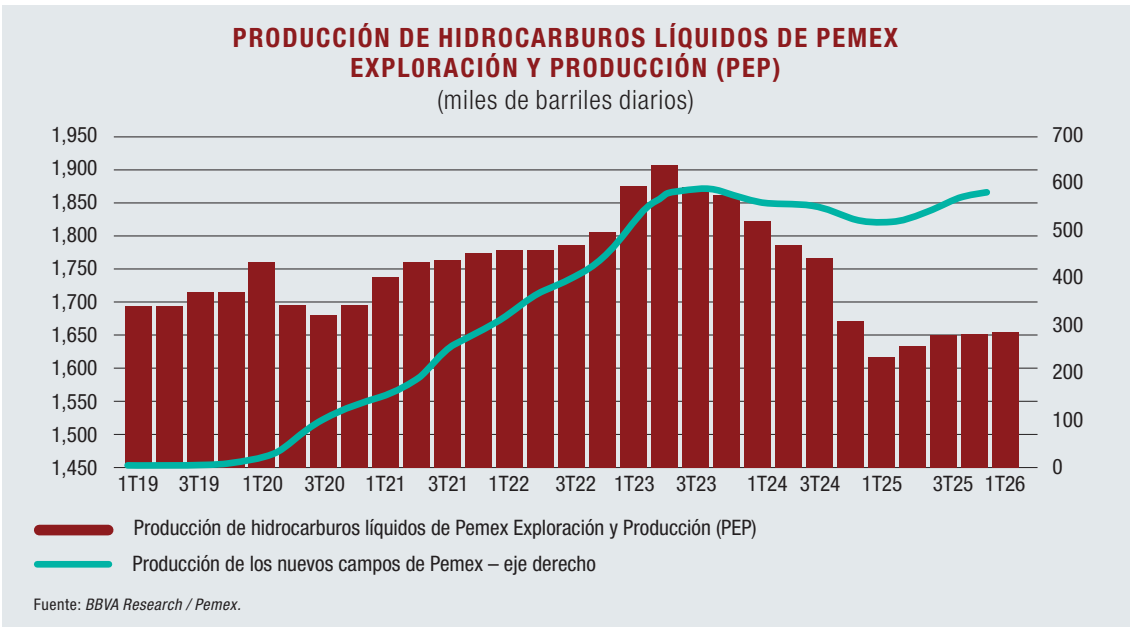
“La continuidad operativa y renovación de contratos con Pemex, al igual que algunos avances en el pago de adeudos pendientes fueron factores que contribuyeron a sostener la actividad de empresas proveedoras vinculadas con la cadena de valor del sector”, señala el informe.

De acuerdo con el documento, se prevé que la persistencia de precios internacionales elevados de los hidrocarburos favorecería la producción y las inversiones vinculadas con el sector.

Indicadores de Pemex en la mira

El Instituto Mexicano para la Competitividad (Imco) realiza un análisis trimestral sobre la situación financiera y operativa de Pemex con el propósito de identificar sus principales avances y retrocesos.

Los resultados operativos del segundo trimestre de 2026 (disponibles a la fecha en que se escribió este artículo) detallan que la extracción de crudo se estabilizó en 1.367 millones de barriles diarios tras dos años de caídas.



Asimismo, el documento indica que la deuda con proveedores y contratistas se redujo 13.1% (56.2 mil millones de pesos) para ubicarse en 374.3 mil millones de pesos.

“Es el segundo saldo más alto del periodo analizado y equivale a 9.3 % de los pasivos totales”, indica el análisis del organismo.

Imco también destacó que durante los primeros seis meses de 2026 el gobierno federal otorgó 100.4 mil millones de pesos en aportaciones de capital, 6.2 % más que un año antes.

“Aunque el programa de fortalecimiento inició en 2019, ocho años después la empresa sigue recibiendo recursos públicos para el pago de sus obligaciones”.

Entre enero de 2019 y junio de 2026, Pemex ha recibido 1.88 billones de pesos: 79.4 % en aportaciones de capital (1.49 billones de pesos), 17.3 % en estímulos fiscales (326 mil millones de pesos) y 3.3 % en otros apoyos (61.7 mil millones de pesos).

Colaboración integral para el desarrollo de la industria

De acuerdo con Alberto de la Fuente, presidente de la Asociación Mexicana de Empresas de Hidrocarburos (Amexhi), los proyectos estratégicos de Pemex, como Trión y Zama, son resultado de la colaboración con la industria.

“Estos desarrollos contemplan inversiones superiores a 20,000 millones de dólares, con al menos la mitad proveniente de capital privado. Y actualmente contribuyen con alrededor del

9 % de la producción nacional, lo que evidencia la importancia de mantener la inversión en exploración y de contar con marcos regulatorios claros y estables”, aseveró.

Asimismo, señaló que el sector enfrenta retos relevantes como procesos regulatorios complejos, falta de pagos y desafíos operativos que impactan la inversión.

“A ello se suma la creciente dependencia del gas natural importado: actualmente, México importa alrededor del 75 % del consumo nacional, mientras que la tasa de restitución de reservas en los últimos dos años ha sido la más baja de la última década”, comentó.

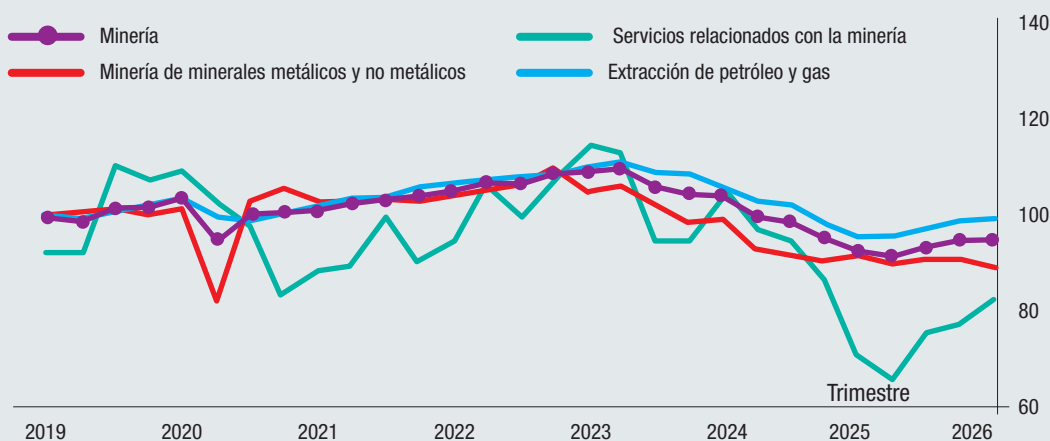
El directivo indicó que este entorno no solo limita el desarrollo del sector, sino que también plantea riesgos para la seguridad energética del país, en un contexto global donde al menos 14 países mantienen rondas abiertas y compiten activamente por el mismo capital.

“Si México busca reactivar su potencial energético, es indispensable fortalecer su competitividad y generar condiciones que permitan atraer inversión de manera sostenida”, apuntó De la Fuente.

En este sentido, durante la Convención Nacional Petrolera 2026 –organizada por la Amexhi– se destacó que la estrategia para el desarrollo de la industria no puede limitarse a una sola vía.

Expertos señalaron que, si bien el desarrollo de recursos no convencionales ha sido clave en países como Argentina para fortalecer su seguridad energética, resulta igualmente fundamental

COMPONENTES DEL SECTOR DE LA MINERÍA Índice 2019 = 100, a. e.



a. e. / Cifras con ajuste estacional.

Fuente: Elaborado por el Banco de México con base en las series del Indicador Mensual de la Actividad Industrial.

reactivar la exploración en campos convencionales con potencial, diversificando las oportunidades de inversión y evitando concentrar los esfuerzos en un solo frente.

Asimismo, desde el evento se hizo un llamado a construir una visión que permita acelerar la inversión, fortalecer la producción nacional y asegurar el aprovechamiento integral del potencial energético del país.

Los participantes de la convención coincidieron en que avanzar en esta dirección requiere no solo de una colaboración efectiva entre autoridades y empresas, sino de una visión de largo plazo que permita reducir la dependencia externa y posicionar a México como un destino competitivo para la inversión energética.

Finalmente, Alberto de la Fuente reveló algunos datos relevantes de las empresas que conforman la asociación: “En 10 años son 21 descubrimientos contabilizados a 2025 con recursos estimados de más de 2,000 millones de barriles de petróleo, aumento de seis veces en las reservas derivadas de los contratos y 99 pozos perforados y terminados en esta década”.

Destacó las inversiones realizadas por casi 40,000 millones de dólares hasta marzo de 2025, además de una producción de 88,000 barriles diarios de petróleo y 147 millones de pies cúbicos de gas natural en 2025.

“Los últimos 10 años han sido una etapa de logros significativos, pero los próximos 10 años nos demandan la misma proactividad y contundencia”, expresó el directivo.

Indicó que para que el potencial energético de México se aproveche en toda su magnitud, se necesitan encontrar los incentivos correctos y contar con reglas claras.

“Un marco regulatorio estable, predecible y competitivo es fundamental para traer y mantener la inversión, para impulsar la innovación tecnológica y para garantizar la sostenibilidad de nuestras operaciones y los beneficios que esta aporta”, comentó De la Fuente.

Petrobras: Cooperación y acuerdo estratégico

Como parte de su estrategia de desarrollo, Pemex firmó un Memorando de Entendimiento (MoU) con Petrobras, el cual tendrá una vigencia de dos años con la posibilidad de ser renovado.

El propósito es establecer una cooperación estratégica y técnica para evaluar, desarrollar y ejecutar de manera conjunta proyectos en la industria de los hidrocarburos. La alianza incluye el desarrollo de oportunidades en las áreas de

exploración y producción y de procesos industriales, así como el intercambio de experiencias sobre aspectos regulatorios e institucionales del sector.

Magda Chambriard, presidenta de Petrobras, dijo que se trata de un instrumento de cooperación estratégica con un potencial significativo para Petrobras, que puede posicionar a la empresa como socia de Pemex en un escenario de fortalecimiento de la exploración y producción petrolera en México.

“Nos interesa la exploración en el Golfo de México, el incremento de la producción en campos maduros y los procesos industriales de refinación, petroquímica y fertilizantes. Sin duda, la alianza entre las dos empresas estatales será beneficiosa para ambos países”, afirmó.

Por su parte, Juan Carlos Carpio comentó que la firma de este acuerdo abre oportunidades de cooperación para beneficio de las empresas.

“Establece un marco de colaboración estratégica y técnica para evaluar, desarrollar y ejecutar, de manera conjunta, proyectos potenciales e integrales en actividades de exploración y extracción de hidrocarburos, para nuevos descubrimientos y para oportunidades de optimización e incremento de producción en aguas profundas, áreas de aceite pesado y extrapesado, campos maduros y potencial presal en el Golfo de México, y en actividades relacionadas con procesos industriales como refinación y petroquímica”, detalló Carpio.

En el segmento de exploración y producción, las compañías evaluarán iniciativas orientadas a la revitalización de campos maduros, el reprocesamiento sísmico y oportunidades exploratorias y de desarrollo en áreas de aguas profundas y ultraprofundas, incluyendo activos situados en el Golfo de México.

La asociación también contempla el intercambio de conocimientos técnicos, tecnologías y mejores prácticas, aprovechando la experiencia de Petrobras en operaciones *offshore* de alta complejidad.

En el área industrial, el acuerdo abarca oportunidades de cooperación en refinación, petroquímica, fertilizantes, procesamiento de gas y recuperación de líquidos, eficiencia energética, reducción de emisiones, captura de carbono y producción de combustibles con menor intensidad de carbono.

Además del intercambio de mejores prácticas relacionadas con la seguridad, la confiabilidad operativa y la protección del medio ambiente. ■



Apollo 2, de Apptронik, se entrena por teleoperación: un operador con equipo de realidad virtual guía al robot y las trayectorias articulares entrenan un modelo en Google Cloud. Un cobot ejecuta puntos programados; Apollo 2 predice el siguiente movimiento y puede variar el orden de la tarea, según Apptронik.

Industria 5.0 según Google Cloud: la autonomía que empieza por los datos

Un agente que responde por el OEE de una línea necesita que ese dato ya esté en una base de datos. Google Cloud llevó a IMTS 2026 un catálogo de 140 agentes, el sensor de su socio Augury para máquinas sin telemetría y el humanoide Apollo 2, de Apptронik. Curar esos datos sigue siendo trabajo de la planta.

ÁNGELA ANDREA CASTRO

 Tuve la suerte de que mi cita con Google Cloud quedara agendada para las 9:30 a. m. del lunes 14 de septiembre, primer día de IMTS 2026, media hora antes de que el North Building abriera al público. A esa hora, el stand estaba en los toques finales y Praveen Rao, director global de la industria de manufactura de Google Cloud, disponía de tiempo para recorrer conmigo cada área de la exhibición.

Google Cloud participó en IMTS por segunda vez. Su presencia, junto con la de otros dos proveedores de nube que la organización de IMTS describió como “hyperscalers” (Amazon Web Services y Microsoft), confirma que cada vez son más los proveedores de tecnología de la información que buscan hacerse espacio en un sector donde, hasta hace poco, el software lo dominaban los fabricantes de controles CNC, las empresas de CAD/CAM y los proveedores de ERP y MES. La pregunta que yo traía anotada era: ¿qué entrega hoy, en un piso de planta, una empresa cuyo negocio central es organizar datos? La respuesta de Rao empezó con un concepto que repitió tres veces: Industria 5.0.

Cuando le planteé esa misma pregunta pensando en México y América Latina, donde términos como “agéntico” o “Industria 5.0” todavía suenan lejanos para buena parte de los talleres, Rao no discutió la novedad de su empresa en el sector: “Aunque somos relativamente nuevos en esta industria, somos una empresa de datos e inteligencia artificial. Toda nuestra misión es organizar los datos del mundo y hacerlos utilizables y accesibles”.

Para aterrizarlo, recurrió al producto que todos conocemos: “¿Qué hace usted cuando necesita buscar información afuera? Va a Google Search. Lo que hacemos ahora es llevar esa misma capacidad al interior de la corporación”. Lo que se busca dentro de la planta, según él, puede ser una anomalía en la operación, un dato o cualquier otra información crítica que alguien necesite en un momento dado.

Industria 5.0 según Rao: de automatizar a ser autónomo

Le pedí una definición en una línea y la dio: “La Industria 4.0 trata de automatización: conectividad de máquinas y automatizar con reglas rígidas. La Industria 5.0 trata de la agilidad y la flexibilidad: en lugar de automatizar, hacer

autónomo. Piense en esto como el paso de la automatización a la autonomía en su empresa”.

En su lectura, esa autonomía consiste en lo que durante el recorrido llamó “un enjambre de agentes”, agentes de inteligencia artificial de varios proveedores que trabajan juntos en un problema complejo y que conectan máquinas, fábricas, personas y procesos a lo largo de toda la cadena: el diseño del producto, la cadena de suministro, la manufactura y el técnico de servicio en campo, “para cerrar el ciclo”, en sus palabras, desde la investigación hasta la pieza y la entrega. El tema del stand, “donde el ingenio humano se encuentra con la inteligencia artificial de Google”, deriva de esa idea.

“Para llegar a la Industria 5.0 no tiene que pasar por la 3.0 y la 4.0. Es como llegar a la era inalámbrica sin haber tenido teléfono fijo. Puede saltarse la 4.0 e ir directamente a la 5.0”, explicó Rao.

Cuatro días antes del show, Rao había publicado en el blog de Google Cloud un texto que describe con precisión la planta de la que esta propuesta quiere alejarse: bitácoras escritas a mano en portapapeles, luces de advertencia que parpadean en PLC aislados y técnicos que pasan horas hojeando carpetas de manuales en papel para diagnosticar la falla de una sola máquina. Esa fricción, escribe, frena la producción y además “atrapa a trabajadores talentosos en un ciclo de resolución reactiva de problemas”, obligados a perseguir datos fragmentados entre sistemas que no pueden comunicarse entre sí.

El nombre que Google Cloud da a la alternativa es “fábrica agéntica”: una planta en la que la inteligencia artificial agéntica actúa como orquestadora digital, sintetiza datos de tecnología operativa (OT), de ingeniería y de TI, y planea y ejecuta flujos de trabajo de varios pasos, mientras la inteligencia artificial física lleva ese razonamiento a robots autónomos y dispositivos de borde en el piso de planta.

Antes de mostrarme algunos de los productos destacados para IMTS, Rao resumió los tres problemas por los que, según él, los fabricantes acuden a Google Cloud. El primero es el paro no planificado, al que atribuyó un costo de 1.4 billones de dólares con la explicación de que, al rastrear la causa, “a menudo ocurre por silos de datos y datos desconectados que generan un efecto en cascada”.



El segundo es el costo de materiales y mano de obra, que, según Rao, sube “por encima de 5 %” por inflación, energía y geopolítica, lo que empuja a las empresas a buscar nuevos materiales o formas de coinnovar para contener costos sin trasladarlos al usuario final. El tercero es la fuerza laboral: formar a un trabajador de manufactura hasta que pueda operar solo toma, en sus palabras, de dos a cinco años, y la industria estima más de 3.8 millones de vacantes sin cubrir hacia 2033. “Tenemos dos problemas. Uno: no encontramos personas. Y aun cuando las encontramos, no logramos llevarlas al punto en el que puedan operar por su cuenta”.

La respuesta de Google Cloud a esos tres problemas tiene, en la descripción de Rao, tres capas que se apilan en orden. La primera es la de los datos confiables. La segunda es Gemini Enterprise, la plataforma agéntica de la empresa, donde, según él, los agentes se crean, se escalan a varias fábricas, se optimizan y se gobiernan “sin

escribir una sola línea de código”. La tercera consiste en poner esa capacidad en manos del trabajador a través del teléfono móvil, la tableta, la voz o el video, con un propósito que Rao cuantificó: “comprimir ese tiempo de incorporación de dos a cinco años a semanas”.

Un rascacielos sobre un pantano: por qué Google Cloud empieza por los datos

La primera pregunta que le hice fue: ¿cuánta conectividad de datos necesita un taller antes de desplegar estas herramientas? Su respuesta invirtió la carga: “Trabajamos con los datos que usted tiene en lugar de decirle qué necesitamos”. Esos datos pueden ser de TI (turnos, programación), de OT (telemetría de máquina, control de proceso, puntos de consigna) o de ingeniería, y el trabajo de Google Cloud consiste, según Rao, en crear sobre ellos “una capa armonizada y contextualizada que sirva de base para construir agentes autónomos”. La frase que ilustró la explicación

Stand de Google Cloud en IMTS.



fue más directa: “No se puede construir un rasca-cielos sobre un pantano”.

Rao volvió varias veces sobre la misma idea con imágenes distintas. En una, la contextualización de datos es “la línea de ensamble del futuro”. En otra, recurrió a una canción infantil en inglés sobre el reino que se perdió por la falta de un clavo: “En el caso de una corporación, ese clavo son los datos, los silos de datos”. El énfasis coincide con la encuesta que Google Cloud cita en su reporte ROI of AI 2026, elaborado con NRG Research: entre los ejecutivos de manufactura consultados, 56 % identifica la modernización de la nube y la infraestructura como el principal habilitador de la adopción de inteligencia artificial, 51 % señala el rediseño de los flujos de trabajo para incorporar la IA a los procesos centrales y 49 % destaca la capacitación de la fuerza laboral y la gestión del cambio, según la empresa. Ninguno de los tres factores es el modelo en sí.

Para una planta con máquinas antiguas y sin telemetría, Rao remitió a la solución de Augury, socio de Google Cloud, que genera lo que llamó “datos secundarios sintéticos” a partir de ruido, vibración y armónicos, y que “le entrega la información aunque usted no esté recolectando datos de la máquina”. De ahí que la plataforma, según su descripción, admita datos estructurados y no estructurados, señales no tradicionales como vibración, video e imágenes, y datos sintéticos generados por el propio sistema.

El andamiaje técnico detrás de esa capa lo explicó después Swadha Varshney, de Google Cloud, frente a un diagrama de arquitectura. Los datos de la empresa (SAP, CRM, aplicaciones de negocio y sensores OT de la línea) ingresan a BigQuery, el almacén de datos de Google, mediante dos aceleradores: Cortex Framework y Manufacturing Connect, que, según la empresa, “aplican el conocimiento semántico” a la información. Manufacturing Connect, desarrollado con Litmus Automation, se conecta con más de 270 protocolos de automatización industrial. En el blog, Rao suma a ese mapa el Manufacturing Data Engine y el nuevo Operational Data Engine, que, según la empresa, ingieren y contextualizan telemetría de máquina en vivo, datos de PLC y flujos de SCADA en BigQuery para armonizarlos con los registros del ERP.

En paralelo, explicó Varshney, los documentos no estructurados (manuales en PDF, instrucciones de trabajo, procedimientos operativos estándar, listas de materiales) se cargan en Cloud Storage, se fragmentan y se convierten

en vectores para formar lo que la empresa llama un catálogo de conocimiento. Sobre esa base se asienta Gemini, el modelo de lenguaje de Google, que responde “anclado en sus datos”, mediante generación aumentada por recuperación (RAG).

Rao subrayó que Gemini es multimodal: “Puede recibir entradas de muchas formas. Usted puede hablarle, mostrarle imágenes y videos, y puede entregar resultados en distintos formatos”. Esa multimodalidad se traduce en la capacidad de interpretar, en planta, esquemas de ingeniería complejos, manuales de mantenimiento, imágenes térmicas y el audio de una máquina “como un técnico veterano”.

Es la misma lógica de convergencia entre TI y OT que otros proveedores describen desde hace años; la diferencia que Google Cloud reclama radica en la escala del almacén de datos y en el modelo que se lee sobre él.

140 agentes y 28 perfiles: la demostración de Gemini Enterprise

La pantalla principal del stand mostraba 140 agentes preconstruidos sobre la plataforma de manufactura de Google Cloud, organizados en 28 perfiles de usuario: ingeniero de calidad, supervisor de turno, gerente de logística, planificador de producción, ingeniero de proceso en piso, gerente de servicio, comprador por categoría, analista financiero, responsable de operaciones de TI/OT, director de operaciones y vicepresidente de estrategia corporativa, entre otros.

“Según su perfil y el punto del ciclo de vida en el que se encuentre el problema que usted quiere atender, puede desplegarlos todos o elegir los que necesita y construir a partir de ahí”, explicó Varshney, quien operaba la demostración. “El código está ahí; puede llevarlo a su piso de planta hoy mismo”.

El ejemplo que corrió fue el de un gerente de planta que quiere comparar sus líneas y entender qué funciona y qué no. El agente, montado sobre BigQuery, usa Gemini “para razonar y obtener las respuestas”, en palabras de Varshney; recibió una consulta sobre una planta y devolvió su OEE, con la posibilidad de refinar la pregunta en lenguaje natural. De los 140 agentes del catálogo, ese fue el que vi funcionar.

Le planteé una pregunta que me parece central: un agente responde a su tarea, pero también al contexto de la empresa donde opera; ¿quién carga ese contexto en Gemini Enterprise para que la respuesta sea correcta aquí y no en otra planta? “Gemini es un modelo que se entrenó



con un enorme corpus de datos, pero lo que usted hace es proporcionarle el conocimiento de su compañía”, respondió Varshney. “Usted, la compañía, proporciona el conocimiento y Gemini queda anclado en sus datos para darle respuestas relevantes”. La calidad de la respuesta depende, entonces, de la calidad y la cobertura de lo que la planta cargue. Ese trabajo de curaduría lo hace el cliente.

Pregunté también qué sucede cuando la empresa ya tiene un ERP en operación. Varshney señaló en el diagrama la instancia de SAP ECC y explicó que, ya sea SAP, JD Edwards u otro sistema, los agentes pueden leer datos de ahí y, además, ejecutar acciones: actualizar una orden de proveedor o, si surge un problema, abrir un ticket para que alguien atienda un tema de mantenimiento.

“Los agentes pueden realizar acciones en su nombre dentro de sus sistemas y crear y actualizar registros”. Para un responsable de operaciones, esa capacidad de escritura sobre el ERP es la que separa un asistente de consulta de un sistema que interviene en la operación, y exige definir quién autoriza qué acción.

Augury: vibración y ruido en máquinas sin sensores

Rao interrumpió nuestra entrevista para ir a buscar un dispositivo pequeño: el sensor de Augury, que según él “se monta en cualquier equipo, sin necesidad de conectarse a él”, y analiza ruido, vibración y armónicos para anticipar la falla de un motor. “Es algo pequeño. Puede fijarlo a cualquier cosa”, insistió.

Augury es una empresa independiente, con más de una década en el tema. Fue fundada en 2011 por Gal Shaul y Saar Yoskovitz, egresados del Technion, el Instituto de Tecnología de Israel, quienes habían trabajado juntos en proyectos de sonido y aprendizaje automático. La idea fue simple: si una persona puede escuchar que algo anda mal en una máquina, una máquina puede aprender a escucharlo también. Sus dispositivos monitorean vibración, temperatura y campo magnético en tiempo real, envían los datos a la nube y ahí los algoritmos de aprendizaje automático los convierten en diagnósticos de salud de la máquina.

La infraestructura de Augury corre sobre Google Cloud: los datos pasan de Cloud Storage a BigQuery mediante Dataflow, lo que habilita decenas de millones de variables para los modelos de aprendizaje automático y acelera los ciclos de

investigación de los algoritmos de predicción de fallas. El resultado que Google Cloud atribuye a esa combinación es una reducción de 75 % en fallas de máquina.

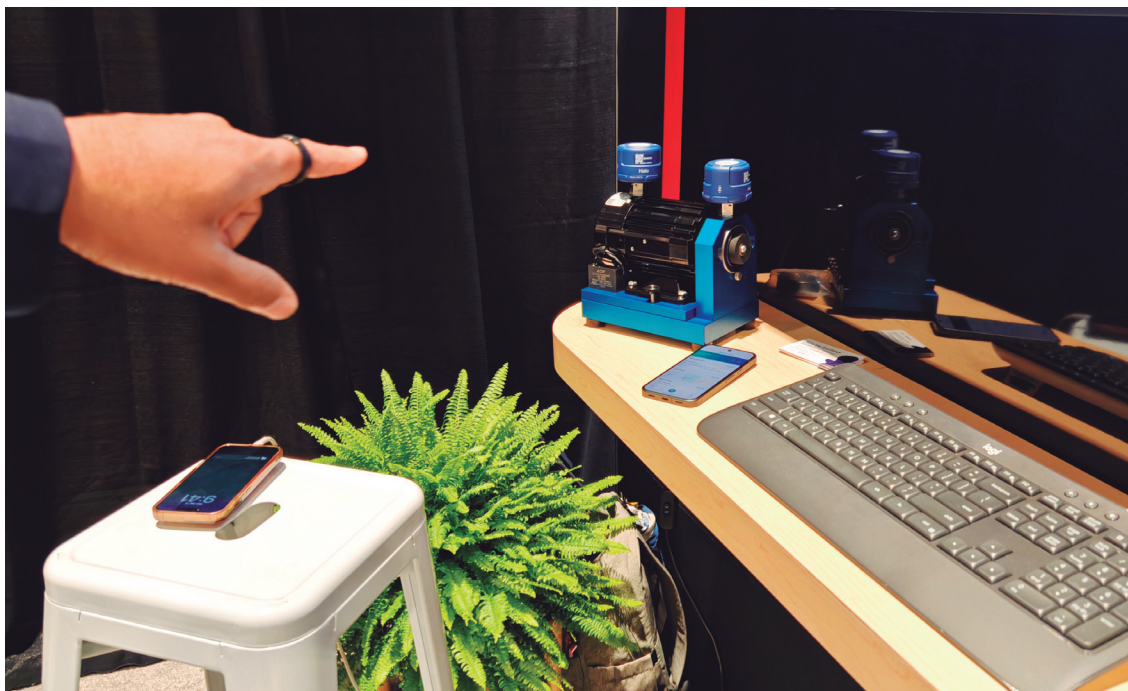
El blog de Rao agrega una pieza que no se mencionó en el stand y que conecta con el tercer problema que él mismo había planteado: el de la fuerza laboral. La plataforma de Augury incorporó el OKF Industrial Profile, un estándar abierto basado en el Open Knowledge Format de Google Cloud, con el propósito de capturar el conocimiento de piso que se pierde con la rotación y el retiro del personal. Según Google Cloud, este marco, de uso gratuito, permite convertir la experiencia no documentada de los trabajadores veteranos y las reglas básicas de confianza sobre las máquinas en lineamientos digitales que los agentes puedan utilizar.

La lógica de este dispositivo es distinta de la del resto del stand. Mientras los agentes presuponían datos ya existentes, el sensor de Augury responde a la planta que no los tiene, y esa es la situación de la mayoría de los talleres que conozco en México con máquinas de tres generaciones conviviendo. Rao lo presentó como la salida para el equipo antiguo; conviene leerlo también como la admisión de que la capa de datos armonizada no se construye por sí sola sobre una planta sin instrumentación. Sobre cómo se implementa el monitoreo de máquinas en un taller con equipos heterogéneos, MMS México ha documentado los métodos de conexión y los errores más frecuentes.

Apollo 2: el humanoide que se entrena por teleoperación

La demostración física del stand era Apollo 2, la plataforma de desarrollo humanoide de Apptronik para inteligencia artificial física. Rao lo presentó a su manera: “Tiene un cerebro de Google adentro, así que puede hacer muchas cosas: clasificar, mover, apilar”.

La explicación técnica quedó a cargo de Dave Lin, de Apptronik, quien operaba el robot. “Lo diseñamos y construimos para recolectar datos de un robot de cuerpo completo y de alta fidelidad, que usamos para entrenar modelos de inteligencia artificial física, como Gemini Robotics”, explicó. Hay unidades de Apollo 2 desplegadas en la sede de la empresa en Austin, Texas, recolectando datos, y Google Cloud aporta la escala de cómputo necesaria para entrenar modelos de vanguardia como Gemini Robotics 2. La relación tiene además una capa de investigación:



Apptronik colabora con Google DeepMind bajo una alianza estratégica para desarrollar Gemini Robotics, los modelos fundacionales de DeepMind para robótica.

La tarea mostrada era un armado de kit (*kitting*) de ensamble automatizado. “El robot toma componentes específicos a granel y los coloca en esta caja de set”, explicó Lin. “En la fábrica, esa caja se entrega luego a la línea de ensamble, donde una persona instala físicamente los componentes en el vehículo”. El objetivo de la demostración, en sus palabras, era demostrar que el robot tiene el alcance y la destreza de manipulación necesarios para completar una tarea de este tipo.

Le pregunté cómo se compara con un cobot, al que hay que enseñarle cada posición, y si a Apollo 2 le habían indicado dónde estarían los componentes o si aprendía sobre la marcha. “Es similar en el sentido de que sí entrenamos al robot, pero es un poco distinto a la forma en que funciona un cobot”, respondió Lin.

“Como está diseñado para ser de propósito general, usamos un modelo de IA para predecir los siguientes movimientos, en lugar de una serie finita de puntos en el espacio 3D”. El entrenamiento funciona así: un operador humano, con equipo de realidad virtual, se conecta remotamente al robot y lo teleopera; las trayectorias de todas las articulaciones y los movimientos se envían a Google Cloud, donde se entrena el modelo.

“Cuando corremos el modelo de IA, es completamente autónomo”, dijo Lin. “Es el modelo el que impulsa todo el movimiento; no hay código duro ni nada parecido”. La contraparte es la variabilidad: “No sabemos con exactitud de qué manera va a completar la tarea, pero, por supuesto, queremos que sea muy confiable y predecible”. Ante un escenario distinto, el robot puede completar la tarea de otra forma, por ejemplo, tomar el componente 3 antes que el 1, “según qué tan eficientemente el modelo de IA considere que puede completarla”.

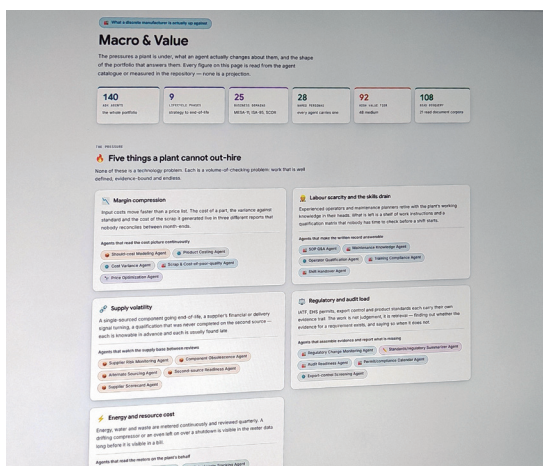
Para un ingeniero, eso es lo que importa. Un cobot programado por puntos es predecible por construcción; un humanoide gobernado por un modelo es autónomo por construcción, y la consistencia es un objetivo de entrenamiento. Google Cloud describe el alcance actual en términos acotados: según la empresa, Apollo puede ejecutar tareas precisas de *kitting* y de tomar y colocar piezas en celdas de trabajo de fábrica, de forma segura junto a personas.

El sensor de Augury se monta sobre el equipo sin conectarse al control y analiza el ruido, la vibración y los armónicos para anticipar la falla de un motor, según Google Cloud. Genera datos secundarios sintéticos que sustituyen la telemetría ausente, lo que permite aplicar mantenimiento predictivo a máquinas de generaciones anteriores.





Praveen Rao, director global de la industria de manufactura de Google Cloud.



Un agente de IA en manufactura responde consultas en lenguaje natural sobre datos de planta, como el OEE de una línea, y puede actuar en sistemas como SAP ECC o JD Edwards: actualizar órdenes de proveedor o abrir tickets de mantenimiento. Google Cloud mostró 140 agentes para 28 perfiles.

GE Appliances, Honeywell, FANUC y Briggs & Stratton: lo que ya opera, según Google Cloud
Rao insistió en que “nada de esto es un concepto; la gente lo está usando de verdad”, y enumeró cinco casos. Briggs & Stratton, fabricante de

motores pequeños, digitalizó su cadena de suministro y construyó más de 25 agentes que gestionan cambios de ingeniería, responden mensajes y resuelven rezagos. Según Google Cloud, al analizar los datos de operación y de SAP con BigQuery y Gemini, los equipos de suministro de la empresa resuelven controles de cambios de volumen, el manejo de mensajes de excepción y la gestión de inventario de seguridad en segundos. Esos 25 agentes son de bajo código y fueron contruidos por los propios empleados como parte de un esfuerzo de capacitación en inteligencia artificial, a partir de un agente previo de servicio al cliente llamado Briggs & Stratton Assist.

GE Appliances, con su iniciativa Brilliant Factory, cuenta con más de 800 agentes creados por sus empleados. “El trabajador simplemente entra a una aplicación móvil y pregunta: ¿cuál es mi producción de hoy?, ¿cómo va el segundo turno comparado con el primero?”, describió Rao. En manufactura, los agentes ayudan a entender el desempeño por turno, rastrear la genealogía de las piezas e identificar problemas de producción; fuera de la planta, un agente de colaboración con proveedores automatiza las comunicaciones de rutina con más de 600 proveedores de refacciones y ayuda a reducir los pedidos atrasados en 25 %. “Si los proveedores preguntan algo rutinario, el

agente responde como si una persona les estuviera contestando”, dijo Rao.

Honeywell, que en sus palabras ha declarado públicamente haber generado más de 200 millones de dólares en su ecosistema, usa un agente de diseño que recupera más de 30 años de diseños previos, un agente de propuestas y un agente de proyecto que advierte cuando un proyecto va a incumplir el plazo, con lo que, según Rao, comprimió el ciclo de vida de los nuevos productos de seis semanas a cuatro horas. Honeywell Technologies combina su plataforma FORGE con Gemini Enterprise, que lleva la multimodalidad de Gemini a dispositivos de borde en plantas y almacenes, con inteligencia visual y flujos de trabajo guiados por voz, incluso sin conexión a internet, e integra Google Threat Intelligence en sus capacidades de ciberseguridad para OT.

FANUC incorporó procesamiento de lenguaje natural de Google en más de 1,000 robots. “Usted puede escribir las instrucciones, el robot puede leerlas, usted puede hablarle”, explicó Rao, “y también pueden hacer orquestación entre varios robots: un robot habla con otro para completar el trabajo”. El sistema de FANUC, que opera sobre Gemini Enterprise, traduce comandos en lenguaje natural en acciones mecánicas complejas sin programación manual y permite que robots colaborativos y no colaborativos perciban su entorno y coordinen tareas físicas lado a lado en una misma celda.

Infraestructura y gobierno: las dos tareas que la plataforma deja en manos del taller

Después de todas estas demostraciones, queda claro que lo que Rao llama saltarse la 4.0 es, en términos de planta, capturar datos y establecer la conectividad al mismo tiempo que se despliegan los agentes, con las herramientas del propio proveedor, en lugar de hacerlo antes con otras. Puede ser una secuencia más corta; no es una etapa que desaparezca.

Para un taller de nuestra región es importante abordar este planteamiento desde dos ópticas. La primera es de infraestructura: qué datos de máquina, de ERP y de documentos existen hoy en un formato utilizable, porque la calidad del agente es la calidad de esa carga, y ese trabajo lo hace la planta, no Google.

Google Cloud opera una región de nube en Querétaro desde diciembre de 2024, según la empresa, lo que responde a la parte de residencia de datos y latencia; no responde quién, dentro de la planta, cura el catálogo de conocimiento ni

quién autoriza que un agente abra tickets o modifique órdenes de proveedor. La segunda parte es de gobierno: cuando el agente anuncia una falla inminente y detener la máquina cuesta turnos, la autoridad para decidir ese paro sigue siendo humana.

Rao cierra su texto del blog con una idea que coincide con esa lectura: la fábrica agéntica, escribe, consiste en combinar la orquestación digital con el ingenio humano y poner las herramientas directamente en manos de la fuerza laboral. La Industria 5.0, en la definición que él mismo dio, es agilidad; en el piso, la agilidad se mide por cuántas de esas decisiones puede delegar una planta sin perder el control de lo que produce. Ese es el umbral que cada taller deberá fijar antes de comprar el primer asiento. Sobre el estado de esa discusión, la manufactura autónoma y la inteligencia artificial en la manufactura ya tienen cobertura en MMS México, con la que conviene contrastar lo visto en Chicago. 

VÉALO EN VIDEO

En mms-mexico.com está disponible el video del recorrido por el stand de Google Cloud en IMTS 2026, con las entrevistas realizadas en exclusiva para MMS México. Ahí puede escuchar a Praveen Rao definir la Industria 5.0 con sus propias palabras. También verán a Swadha Varshney consultar en vivo el OEE de una planta con uno de los 140 agentes de Gemini Enterprise, y a Dave Lin, de Apptronik, explicar cómo se entrena Apollo 2 mientras el humanoide arma un kit de ensamble automotriz.

www.mms-mexico.com/articulos/industria-50-segun-google-cloud-la-autonomia-que-empieza-por-los-datos

| Google Cloud | cloud.google.com

| Augury | augury.com

| Apptronik | apptronik.com

| Litmus Automation | litmus.io

| FANUC | fanucamerica.com

| Honeywell | honeywell.com

Los preajustadores de herramientas se enfocan en la medición y preparación fuera de línea. Las herramientas se miden antes de llegar a la máquina, lo que permite a los operadores preparar los ensambles y cargar valores de geometría verificados en el CNC. Fuente: PM.

¿Preajustador de herramientas o palpador láser? ¿O ambos?

Medir herramientas fuera de línea tiene ventajas, al igual que medirlas en la máquina herramienta. Pero los talleres podrían beneficiarse más si hacen ambas cosas.

DEREK KORN

En el entorno actual de manufactura CNC, la eficiencia y la precisión lo son todo. Los tiempos de ciclo se han comprimido. Las tolerancias son más estrictas. La mano de obra calificada es más difícil de encontrar. Y el margen de error es menor que nunca.

Un tema que frecuentemente genera debate en el piso del taller es cuál es la mejor forma de manejar los *offsets* de geometría de herramienta en el CNC. ¿Deben los fabricantes confiar en un preajustador de herramientas fuera de línea

(offline), o es mejor solución un palpador láser de herramientas dentro de la máquina?

Cada tecnología resuelve una parte distinta del reto del mecanizado. Pero, cuando se usan juntas, crean un proceso de herramientas más estable y eficiente. Y, cuando se combinan con sistemas automatizados de transferencia de datos de herramientas como ToolConnect, de Caron Engineering, los preajustadores se vuelven aún más poderosos al eliminar la captura manual de datos.

Diferencias clave

Los preajustadores de herramientas y los palpadores láser de herramientas miden herramientas, pero cumplen funciones distintas dentro del proceso de mecanizado CNC.

Los preajustadores de herramientas se enfocan en la medición y preparación fuera de línea. Las herramientas se miden antes de llegar a la máquina, lo que permite a los operadores preparar los ensambles y cargar valores de geometría verificados en el CNC.

Los palpadores láser de herramientas, por otro lado, operan dentro de la máquina. Verifican la posición de la herramienta en el husillo y detectan el desgaste o la rotura de la herramienta durante la producción. Entender esta diferencia ayuda a los fabricantes a diseñar un proceso de herramientas que mejore tanto la eficiencia del setup como la estabilidad del mecanizado.

El caso a favor de los preajustadores de herramientas CNC

Los preajustadores de herramientas permiten a los operadores medir y ajustar la geometría de la herramienta —longitud, diámetro y, en ocasiones, *run-out*— fuera de línea, es decir, fuera de la máquina. Esto ocurre antes de que la herramienta llegue al husillo.

Debido a que la medición ocurre lejos de la máquina CNC, las herramientas pueden prepararse mientras la producción continúa sin interrupciones. En lugar de detener una máquina para tocar herramientas o medir *offsets* manualmente, los ensambles quedan completamente verificados y listos para cargarse cuando se necesiten.

Las ventajas incluyen:

- **Continuidad de la producción.** Las herramientas se miden fuera de línea sin detener las operaciones de mecanizado.
- **Ahorro de tiempo.** Los ensambles de herramientas verificados pueden cargarse rápidamente, reduciendo el tiempo de setup y el tiempo muerto de la máquina.
- **Precisión.** La medición de alta precisión garantiza *offsets* consistentes y menor variabilidad.
- **Eficiencia de setup.** Esto resulta especialmente valioso para trabajos complejos, altos conteos de herramientas y entornos con múltiples máquinas.

Los preajustadores son particularmente eficaces en talleres de alta mezcla y alta precisión, donde los ensambles de herramientas se preparan con



Debido a que la medición en un preajustador de herramientas ocurre lejos de la máquina CNC, las herramientas pueden prepararse mientras la producción continúa sin interrupciones. Fuente: Caron Engineering.



Los palpadores láser de herramientas añaden protección durante la producción, midiendo las herramientas directamente dentro de la máquina CNC para verificar los *offsets* de longitud y diámetro en el entorno real de corte. Fuente: Caron Engineering.

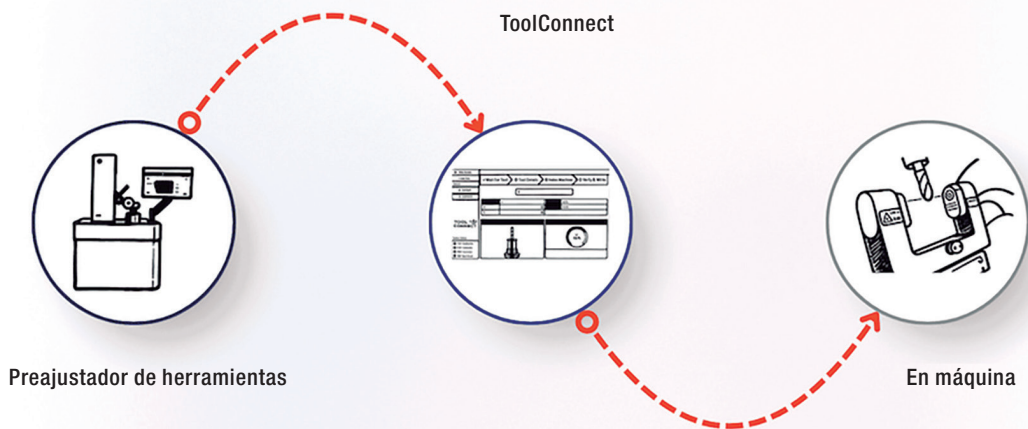
anticipación y se dejan listos para un cambio rápido. Pero existe un cuello de botella común: una vez medida la herramienta, los datos de *offset* todavía deben capturarse en el CNC de la máquina. La captura manual de datos conlleva el riesgo de pérdida de tiempo y errores humanos. Un *offset* mal tecleado puede resultar en desperdicio, herramientas rotas o piezas dañadas.

Eliminar la brecha de la captura manual de datos

Uno de los retos que suelen pasarse por alto en el preajuste de herramientas no es la medición en sí, sino lo que ocurre con los datos después.

En muchos talleres, los valores de longitud y diámetro medidos en el preajustador todavía deben teclearse manualmente en el CNC. Incluso





Cuando se combinan la medición del preajustador, la transferencia automatizada de datos y la verificación dentro de la máquina mediante un sistema como ToolConnect, los fabricantes obtienen un proceso de herramientas mucho más confiable. Fuente: Caron Engineering.

con operadores experimentados, la captura manual introduce riesgo. Un decimal mal colocado, un número transpuesto o cargar el campo de offset equivocado puede provocar rápidamente desperdicio, herramientas rotas o daños a la máquina.

Para resolver esto, muchos fabricantes están migrando hacia sistemas automatizados de transferencia de datos de herramientas, que trasladan los datos de medición del preajustador directamente al control CNC. Estos sistemas normalmente utilizan etiquetas RFID, códigos de barras o interfaces digitales para transferir automáticamente los datos verificados de la herramienta, eliminando así la transcripción manual y garantizando que los valores medidos exactos lleguen a los campos de offset correctos en la máquina.

Cuando se combinan la medición del preajustador, la transferencia automatizada de datos y la verificación dentro de la máquina, los fabricantes obtienen un proceso de herramientas mucho más confiable. Aquí es donde sistemas como ToolConnect ayudan a cerrar la brecha. Al combinar un preajustador con transferencia automatizada de datos, las mediciones verificadas de la herramienta pueden transferirse directamente al CNC mediante lectura de RFID o código de barras, eliminando la captura manual y mejorando la integridad de los datos desde el cuarto de herramientas hasta el husillo.

El caso a favor de los palpadores láser de herramientas en máquina

Mientras que los preajustadores destacan antes de que inicie la producción, los palpadores láser

de herramientas en máquina, como los de Blum-Novotest, añaden protección durante la producción. Los sistemas láser miden las herramientas directamente dentro de la máquina CNC, verificando los *offsets* de longitud y diámetro en el entorno real de corte.

Sus principales ventajas incluyen:

- **Medición en tiempo real.** Capturan la posición real de la herramienta en el husillo.
- **Detección de desgaste.** Identifican el desgaste gradual de la herramienta conforme se desarrolla.
- **Detección de rotura.** Reconocen de inmediato la falla de la herramienta antes de que ocurra daño adicional.
- **Soporte para automatización.** Permiten el mecanizado sin supervisión con mayor confianza.

Incluso la herramienta preajustada con mayor precisión puede presentar *run-out*, desprendimiento o microastillado una vez que inicia el corte. Los palpadores láser ofrecen la validación en proceso que protege la calidad de la pieza.

En entornos donde se mecanizan componentes aeroespaciales, dispositivos médicos u otras piezas de alto valor, esta protección es fundamental. Una herramienta rota al final de un ciclo largo puede echar a perder horas de mecanizado, además de material en bruto costoso.

Por qué los talleres necesitan ambas tecnologías

El debate no debería ser sobre qué tecnología es mejor, sino sobre qué etapa del proceso de

TOOLCONNECT Y MÁS TECNOLOGÍAS, EN ACCIÓN EN IMTS 2026

En IMTS 2026, Caron Engineering demostró cómo la automatización conectada y las tecnologías de control de proceso en tiempo real ayudan a resolver estos retos dentro de un entorno de producción en vivo, totalmente integrado, en el stand 134742. Los visitantes experimentaron una célula de corte totalmente automatizada y en vivo, donde máquinas CNC, automatización, datos de herramientas, sistemas de medición e inteligencia de procesos trabajaron en conjunto de manera continua y en tiempo real para mejorar la estabilidad del mecanizado, eliminar procesos manuales y aumentar la confiabilidad operativa.

En el centro de la demostración estuvo la tecnología MiConnect, la plataforma de automatización de manufactura de bajo código de Caron Engineering, diseñada para simplificar la comunicación y la orquestación entre máquinas, robots, sensores, sistemas de medición y plataformas de software. MiConnect permitió a los fabricantes construir e implementar rápidamente flujos de

automatización que agilizan la producción y coordinan células de mecanizado completas, sin necesidad de programación personalizada compleja.

La demostración en vivo también incluyó el sistema TMAC Tool Monitoring Adaptive Control de Caron Engineering para optimización de corte en tiempo real, control adaptativo de avance y detección de rotura de herramienta; AutoComp, retroalimentación dimensional de lazo cerrado con compensación automática de offsets del CNC; ToolConnect, gestión y transferencia de datos de herramientas basada en RFID y código de barras; y Dtect-IT, análisis avanzado por sensores para el estado de la máquina, monitoreo de vibración e inteligencia predictiva de proceso.

Los asistentes vieron el control adaptativo respondiendo en vivo durante el corte, la retroalimentación automatizada ajustando los offsets de mecanizado, la comunicación entre máquina y dispositivo coordinando la célula, y la automatización integrada trabajando en conjunto en un entorno de producción real.

mecanizado está protegiendo un taller. Los preajustadores garantizan precisión y eficiencia antes de que inicie la producción, verificando la geometría de la herramienta y preparándola para un setup rápido. Los sistemas automatizados de transferencia de datos de herramientas aseguran que esas mediciones lleguen al CNC de forma precisa y sin captura manual. Los palpadores láser de herramientas aseguran que la precisión continúe durante la producción, monitoreando la condición de la herramienta y protegiendo las piezas en tiempo real.

Juntos, crean una estrategia por capas: los datos precisos de la herramienta entran correctamente a la máquina, la herramienta se verifica en el husillo antes de cortar, y los datos de desgaste se detectan durante el mecanizado.

Esto no es redundancia; es control de proceso. Precisión fuera de línea más validación en proceso es igual a estabilidad. Y la estabilidad es lo que permite una mayor utilización del husillo, corridas más largas sin supervisión y confianza en entornos de mecanizado complejo.

Un enfoque medido

Los fabricantes no necesitan elegir entre la precisión fuera de línea y la protección dentro de la máquina. Los mejores resultados provienen de combinar ambas. La precisión fuera de línea de un preajustador, potenciada con transferencia automatizada de datos para una gestión de datos de herramientas sin fricciones, combinada con el monitoreo en tiempo real de un láser en máquina, crea un proceso eficiente, protegido y escalable.

En la manufactura CNC moderna, la precisión no se trata solo de medir herramientas. Se trata de gestionar los datos de herramientas de forma inteligente, desde el cuarto de herramientas hasta el husillo del CNC, para respaldar un mecanizado estable, reducir el desperdicio y dar confianza en la operación sin supervisión. 

| Caron Engineering | caroneng.com

| Blum-Novotest | blum-novotest.com

Siemens: cuando la primera pieza se mecaniza antes de llegar a la máquina

En IMTS 2026, Daniel Vitullo, Territory Manager de Siemens, mostró cómo el gemelo digital, la programación asistida y la integración entre CNC y robótica buscan cerrar la brecha entre lo que se programa y lo que realmente ocurre en la máquina. Para los talleres, la propuesta comienza con una idea menos ambiciosa de lo que parece: digitalizar no tiene que ser todo o nada.

EDUARDO TOVAR

En el stand de Siemens en IMTS, Daniel Vitullo me llevó primero frente a una pantalla y después hacia la máquina real.

La intención era sencilla: mirar una y luego la otra.

“Son uno a uno”, me dijo.

En la pantalla estaba el gemelo digital. A pocos metros, su contraparte física. Misma interfaz, mismas herramientas, mismas coordenadas y, según Vitullo, el mismo comportamiento del control. No

era únicamente una representación tridimensional destinada a mostrar cómo podría moverse una máquina. El objetivo era que aquello que ocurriera virtualmente anticipara con mucha mayor fidelidad lo que sucedería después en el taller.

Ese recorrido fue una buena manera de entender parte de lo que Siemens presentó en IMTS 2026.

La compañía organizó su propuesta alrededor de una cadena que, desde diseño y validación



Daniel Vitullo, *Territory Manager* de Siemens, durante el recorrido por el stand de la compañía en IMTS 2026. La demostración permitió comparar el entorno digital de SINUMERIK con la máquina real y mostrar cómo simulación, programación y ejecución pueden integrarse dentro de un mismo flujo de trabajo.



El modelo digital incorpora herramientas, portaherramientas, sistemas de sujeción y piezas de trabajo dentro del análisis de colisiones. Durante la demostración, el sistema permitió identificar los elementos involucrados en una interferencia y localizar el punto correspondiente dentro del programa.

hasta producción y mejora, conecta *software*, CNC, automatización y datos. En su material para la feria, Siemens resumía ese proceso en cuatro etapas —*Design, Validate, Produce, Improve*— y colocaba al gemelo digital en el punto en que una idea debe demostrar que puede convertirse en un proceso productivo real.

Pero Vitullo empezó la conversación bastante antes: en el lugar donde, según él, todavía se pierde productividad.

Entre el diseño y la pieza persiste una ruptura
“En la mayoría de los talleres existe una desconexión entre el diseño real y la pieza final”, explicó.

El problema aparece cuando el programa sale del entorno de CAD/CAM y llega a la CNC. Una simulación puede indicar que todo funciona, pero no significa, necesariamente, que esté reproduciendo el comportamiento efectivo de la máquina.

Vitullo hizo una distinción importante. Hay simulaciones construidas a partir de la geometría o de información previa al posprocesado, y otras que no incorporan el *kernel* real del control. En esos casos, el taller puede saber aproximadamente qué sucederá, pero persiste una diferencia

entre la simulación y el programa que finalmente ejecutará la CNC.

Esa diferencia importa, sobre todo, cuando el objetivo es reducir el tiempo de *prove-out*, evitar colisiones o producir durante periodos más largos sin una persona frente a la máquina.

Aquí es donde Siemens sitúa a Run MyVirtual Machine.

El gemelo digital utiliza el comportamiento de la máquina

“Esto no es todo o nada”, me respondió Vitullo cuando le pregunté por el primer paso para un taller pequeño o mediano que quisiera digitalizarse sin intentar transformar toda la fábrica de una vez.

El gemelo digital, para él, puede ser ese primer paso. Run MyVirtual Machine utiliza el *machine kernel* para ejecutar la simulación. De acuerdo con Vitullo, cuando se carga un programa en el gemelo, este trabaja dentro de la misma interfaz del control real y puede incorporar datos de herramientas, *offsets* y coordenadas de trabajo provenientes de la propia máquina.

La diferencia no es solo gráfica.

“La misma aceleración de la máquina, igual desaceleración y cualquier filtrado que haga





Con Run MyVirtual Machine, Siemens busca reproducir en el entorno virtual el comportamiento de la máquina real. Daniel Vitullo explicó que la simulación incorpora el *kernel* del control, así como herramientas, coordenadas y condiciones de operación, para acercar el *prove-out* digital a lo que posteriormente ocurrirá en la CNC.

que la máquina opere a determinada velocidad se ejecutan también en el gemelo digital”, explicó.

Y lo resumió de una manera todavía más directa:

“Lo que va a hacer la máquina, lo hará el gemelo. Y lo que haga el gemelo, lo hará la máquina.”

Su objetivo es una correspondencia uno a uno entre simulación y equipo real.

Durante la demostración, Vitullo le añadió al modelo herramientas, portaherramientas, adaptadores, sistemas de sujeción y *blanks*. Todos ellos pasaban a formar parte del modelo de colisión. Cuando provocó una interferencia, el sistema mostró tanto los componentes que colisionaban como el lugar del programa en el que había ocurrido.

En el material preparado para IMTS, Siemens utiliza una frase que sintetiza bien esta idea: las estrategias de mecanizado pueden probarse virtualmente para que “el primer corte real sea una confirmación, no un experimento”.

El gemelo digital también puede ser un salón de clases

La conversación cambió entonces de productividad a capacitación.

Frente al mismo gemelo digital, Vitullo explicó que Siemens utiliza esta tecnología dentro de su programa educativo CNC LEAP.

La lógica es particularmente interesante ante la escasez de personal calificado: una escuela o una empresa puede disponer de una máquina física y, al mismo tiempo, formar a múltiples estudiantes u operadores en entornos virtuales que reproducen su control.

“El instructor los deja ir a la máquina cuando consiguen una ejecución limpia y sin colisiones”, explicó.

Solo entonces el estudiante pasa al equipo físico.

Esto permite probar la pieza sin arriesgar una CNC y capacitar simultáneamente a varias personas con una sola máquina disponible. El programa contempla entrenamiento y certificación en programación conversacional, código G, cinco ejes y macros.

La aplicación puede resultar, incluso, más relevante dentro de una planta.

Mientras hablábamos de México, le mencioné a Vitullo una percepción frecuente entre pequeños y medianos talleres: que digitalización y automatización son proyectos demasiado caros o complejos.

Su respuesta volvió a la misma idea.

“No tienes que conectar todo tu taller para decir que estás haciendo algo”, planteó. Digitalizar puede empezar por conectar una parte de la cadena, simular un proceso o utilizar el entorno virtual para capacitar a un nuevo operador sin ponerlo inmediatamente frente a una máquina cuyo costo puede ir desde decenas de miles hasta millones de dólares.

Si el operador comete un error en el gemelo, el problema se resuelve con un *reset*. Si lo comete en la máquina, se convierte en tiempo muerto, reparación y producción perdida.

Ahí apareció otra frase que explica bien la lógica económica de la propuesta:

“Puedo ser productivo en la oficina mientras la máquina es productiva en el piso. No tengo que tener esa brecha en producción”.

Para Vitullo, la producción real se mide *chip to chip*: qué tan rápido puede un fabricante pasar de una pieza terminada a la siguiente.

“Si no estoy haciendo piezas, no estoy haciendo dinero. Punto.”

Del archivo STEP al programa, pero sin sacar al programador de la ecuación

La siguiente demostración resultó muy útil para entender dónde entra la automatización de la programación CNC.

Vitullo mostró una función que identificó durante la entrevista como CAD Reader. El sistema puede leer directamente un archivo STEP, reconocer entidades geométricas —agujeros, *pockets*, superficies o planos— y presentar las operaciones de mecanizado que pueden aplicarse sobre ellas.

Durante el recorrido lo vimos trabajar directamente sobre una pieza: el sistema identificaba geometrías del STEP, recuperaba dimensiones, permitía establecer el cero de pieza y reconocía, incluso, entidades posicionadas en planos 3+2. Para un *pocket*, por ejemplo, podía reconocer distintas alternativas de proceso y dejar disponibles herramientas, *feeds* y *speeds* para que el usuario decidiera cómo ejecutarlo.

Pero aquí surgió un matiz que me parece importante frente a buena parte de la conversación actual sobre inteligencia artificial.

El sistema no decide todo.

“No pone las operaciones por nosotros”, aclaró Vitullo. El usuario todavía determina qué operación aplicar, en qué orden, con qué parámetros, y puede modificar las decisiones sugeridas por el sistema.

Es decir, la automatización se está desplazando hacia tareas que consumen tiempo —reconocer geometrías, recuperar información, construir parte de la estructura del programa— mientras el conocimiento del mecanizado continúa interviniendo en las decisiones que determinan cómo producir la pieza.

Cuando el robot habla el mismo lenguaje que la CNC

Otra demostración trasladaba esa misma lógica de integración hacia la robótica.

Siemens mostró aplicaciones de CNC-driven robotics, en las que el robot y la máquina-herramienta pueden ejecutarse desde un mismo control SINUMERIK.

Vitullo explicó que el control utiliza canales separados que pueden trabajar simultáneamente: uno gestiona el programa del robot y otro el programa de la máquina. La cinemática de ambos queda dentro del mismo entorno.

La consecuencia práctica es una reducción de la cantidad de lenguajes y controladores que debe dominar el usuario.

En vez de una CNC por un lado y un controlador de robot completamente independiente por otro, ambos sistemas pueden coordinarse desde un mismo entorno. Y esa integración permite ir más allá del *machine tending*. Vitullo habló de desbarbado y mecanizado realizado directamente con robots, aprovechando un control de movimiento más preciso que el requerido para las aplicaciones convencionales de manipulación.

El media kit de Siemens amplía esa idea con el nuevo SINUMERIK Machine Tool Robot, orientado a proporcionar características de máquina-herramienta a robots industriales de seis ejes, y con Run MyRobot, que integra aplicaciones robóticas directamente con operaciones CNC.

No basta hacer que el robot llegue hasta la máquina. El objetivo es que robot, CNC y proceso formen parte de una misma arquitectura de automatización.

Preparar la producción antes de recibir la máquina

Ese mismo principio explica otro de los anuncios importantes de Siemens en IMTS: *Meet at the Machine*.

La iniciativa, presentada con TRAK Machine Tools como socio fundador, busca integrar desde el principio *software*, automatización y conocimiento del fabricante de la máquina, en lugar de





Optimize MyProgramming / 3D Scanner permite trabajar a partir de la geometría de un archivo STEP para reconocer entidades y facilitar la creación del programa. El sistema puede identificar agujeros, *pockets* y superficies, además de recuperar información geométrica, mientras el programador conserva la decisión sobre operaciones, herramientas, parámetros y secuencia de mecanizado

reunir esos elementos únicamente después de que el equipo haya sido instalado.

La primera aplicación conecta Siemens CAM, el gemelo digital de SINUMERIK y el gemelo de la máquina proporcionado por TRAK. La intención es que el fabricante pueda comenzar a programar, simular y validar la producción mientras la máquina está siendo construida.

En otras palabras, atacar otro periodo en el que el husillo todavía no está produciendo: el tiempo que transcurre entre la compra de la máquina y la primera pieza buena.

El material de Siemens denomina esta estrategia **Day One Productivity**. En IMTS, la compañía la demostró sobre una TRAK VMC10si, conectando CAM, gemelo digital de CNC y gemelo digital del OEM dentro de una sola cadena validada.

La digitalización puede comenzar con una sola máquina

Después de recorrer el *stand* con Daniel Vitullo, quizá la conclusión más útil para un taller mexicano no sea que deba construir inmediatamente una *digital thread* de extremo a extremo.

Es casi la contraria.

Digitalizar no exige empezar conectándolo todo.

Puede comenzar por simular un programa antes de llevarlo a la máquina. Por capacitar a un operador sin arriesgar el equipo. Por reconocer automáticamente la geometría de un STEP para reducir trabajo de programación. O por integrar un robot y una CNC dentro de un entorno que disminuya la cantidad de sistemas que debe aprender el usuario.

“Tienes que dar el primer paso”, me dijo Vitullo cuando hablamos específicamente de la percepción de complejidad alrededor de estas tecnologías.

Esa frase resume mejor su demostración que cualquiera de los términos asociados con Industria 4.0.

Porque el valor del gemelo digital no está finalmente en construir una representación virtual de la fábrica. Está en lograr que, cuando llegue el momento de presionar *Cycle Start* en la máquina real, haya cada vez menos cosas por descubrir. ■

| Siemens | [siemens.com](https://www.siemens.com)

| TRAK Machine Tools | [trakmt.com](https://www.trakmt.com)

Reseñas de Producto

Kitamura convierte la automatización en el eje de sus centros de cinco ejes

Kitamura Machinery orienta su oferta hacia el mecanizado de cinco ejes y la automatización, con máquinas capaces de sostener la tolerancia a lo largo de un turno desatendido, sin necesidad de un operador junto a ellas.

El mensaje se centra en dos equipos que hacen su primera aparición pública.

El Supercell-1000G, un centro de mecanizado horizontal de cinco ejes de alta resistencia y 48 toneladas, tiene su debut mundial; Kitamura ya lo utiliza en su propia planta para producir componentes de sus máquinas. El equipo está diseñado para la manufactura de piezas grandes y de alta precisión, con una construcción de guías tipo caja (box-way), una mesa basculante tipo trunnion reforzada, arquitectura de eje de doble accionamiento (twin-drive), retroalimentación a escala completa, enfriamiento de husillos de bolas y sistemas de compensación térmica, orientados a mantener la exactitud durante operaciones de corte pesado continuo. Junto a él, el Supercell-400G Alpha, una celda de automatización de cinco ejes con 12 pallets y 122 herramientas, construida para trabajo de alta variedad y bajo volumen, también se presenta por primera vez.

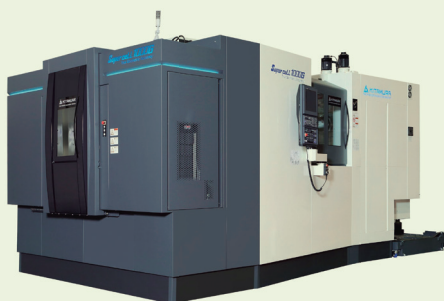
Ambas máquinas se dirigen a industrias definidas por materiales más difíciles y tolerancias más

estrechas —aeroespacial, defensa, energía, petróleo y gas, y trabajo industrial pesado—, un perfil en el que Kitamura ubica también la fabricación de moldes.

La oferta mantiene un tema de automatización expandible en campo (field-expandable) en el resto de la línea, que incluye el MedCenter5AX, con 20 pallets y 120 herramientas, y el Mycenter-HX250iG, un centro de mecanizado horizontal ultracompacto con 10 pallets y 102 herramientas. Ambos equipos están contruidos para que la capacidad de pallets y herramientas pueda ampliarse en campo a medida que crecen las necesidades de producción, de modo que un taller puede comenzar con una máquina estándar y escalar a una automatización completa más adelante, en lugar de comprometerse con un

sistema completo desde el inicio. De acuerdo con Akihiro Kitamura, presidente y director general de la empresa en Japón, el Supercell-1000G se desarrolló para fabricantes que no están dispuestos a ceder entre tamaño de pieza, desempeño de corte y precisión, con la rigidez como base del desempeño de la máquina.

Kitamura Machinery of USA
kitamura-machinery.com



Blancos listos para mecanizar TCl suman acero inoxidable 303 para entregas más rápidas

TCl Precision Metals amplió su inventario de materia prima en existencia con la incorporación del acero inoxidable 303, con lo que ofrece a los fabricantes un acceso más rápido a esta aleación de amplio uso en aplicaciones de mecanizado de precisión. El inventario ampliado atiende requerimientos de entrega rápida de blancos pre-maquinados (Machine-Ready Blanks) de precisión, lo que ayuda a reducir los tiempos de suministro de material y a llevar los trabajos a producción con mayor rapidez.

El acero inoxidable 303 es un acero inoxidable austenítico diseñado para mejorar la maquinabilidad. Sus características lo hacen una elección frecuente para componentes de precisión que requieren torneado, fresado, barrenado o roscado extensos. Al mantener en existencia este grado, TCl puede responder con rapidez a los requerimientos de blancos de tamaño estándar en cantidades bajas o de blancos hechos a la medida en cantidades de producción.

Los Machine-Ready Blanks de TCl están diseñados para ayudar a los talleres a acortar el tiempo de preparación, reducir el desperdicio y aumentar el rendimiento general hasta en 25 %, al eliminar la preparación del material. Los blancos llegan listos para producción, lo que permite pasar el material directamente al mecanizado en

lugar de invertir tiempo en prepa-

rar la materia prima en bruto. Con ello se elimina la necesidad de operaciones internas de aserrado, rectificado, aplanado y escuadrado, así como de procesamiento externo.

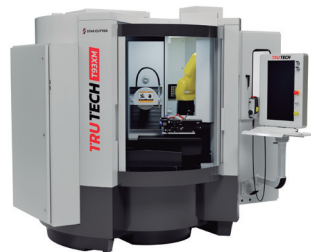
TCl ofrece dos opciones.

Los blancos de tamaño estándar en cantidades bajas están en existencia y listos para envío inmediato; pueden pedirse en línea para embarque el mismo día o al día siguiente, y llegan escuadrados, planos y paralelos dentro de ± 0.002 " respecto de las dimensiones especificadas, en dos o seis caras. Para aplicaciones que requieren dimensiones, tolerancias o cantidades específicas, hay blancos hechos a la medida con entrega rápida, tan ajustados como ± 0.0005 " dimensionalmente y hasta 0.002 " en planitud, escuadrado y paralelismo. Cada blanco llega desbarbado, limpio y empacado de forma individual para prevenir daños durante el transporte.

■ TCl Precision Metals ■ tciprecision.com

Rectificadora sin centros Star Cutter amplía sus capacidades de automatización

La rectificadora de perfil sin centros (centerless) de alta precisión Tru Tech T93XM-A, de Star Cutter, incorpora una automatización robótica ampliada y un software rediseñado para sostener corridas de producción desatendida más largas y simplificar la operación. Diseñada para fabricantes de componentes cilíndricos de alta precisión, la T93XM-A realiza rectificado de



perfil, por penetración (plunge), pelado (peel), de avance frontal (in-feed) y de paso continuo (through-feed), lo que permite procesar una amplia variedad de geometrías y ejecutar múltiples operaciones de rectificado en una sola plataforma. Su sujeción perimétrica de tres puntos, característica de la línea Tru Tech, asegura la concentricidad de la pieza con precisión submicrónica.

La versión más reciente de la T93XM-A integra un robot FANUC 200iD de seis ejes y una configuración de cinco pallets que, según la empresa, aumenta la capacidad en 67 % para sostener periodos más largos de producción desatendida. Star Cutter también rediseñó el software de automatización con una interfaz de operador intuitiva y simulación 3D integrada. En lugar de programar la disposición de cada pallet de forma individual, el operador selecciona el arreglo de pallets deseado, carga las piezas e inicia la producción. Este flujo de trabajo simplificado reduce los requerimientos de preparación y hace más accesible la automatización en distintos entornos de producción.

Un ensamble de sujetador (gripper) rediseñado permite completar el desbaste y el acabado dentro del mismo ciclo automatizado. Mantener la pieza dentro de un proceso continuo reduce la manipulación entre operaciones y favorece una producción más eficiente. La máquina admite piezas de hasta 25 mm de diámetro y 150 mm de longitud, y ofrece opciones como filtrado de aceite a 1 micra. De acuerdo con Aaron Remsing Jr., gerente de ventas y producto, los fabricantes buscan una automatización que se integre con facilidad en sus operaciones sin añadir complejidad innecesaria; la T93XM-A actualizada es más sencilla de configurar y operar, y ofrece flexibilidad para atender un rango más amplio de aplicaciones de rectificado sin centros.

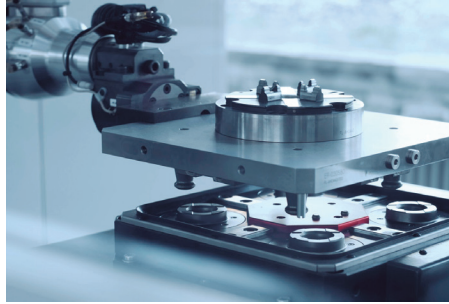
■ Star Cutter ■ starcutter.com

Robots compactos Erowa automatizan el manejo de piezas de mayor peso

Erowa presenta dos soluciones de automatización compacta: el Erowa Compact 80 Robot (ERC80) y el Erowa Compact 150 Robot (ERC150). El ERC80, la opción de automatización más vendida de la empresa, da servicio a dos máquinas y maneja pesos de transferencia de hasta 80 kg. El ERC150 eleva esa capacidad hasta 150 kg. Ambos mantienen una huella reducida —en el caso del ERC80, de solo 2 m²—, lo que permite incorporar automatización en pisos de taller con espacio limitado.

La combinación de ambos modelos responde a la dirección que ha tomado el mercado.

La demanda de automatización se ha mantenido estable y el ERC80 sigue siendo la opción más popular de Erowa hasta la fecha. La incorporación del ERC150 amplía la oferta hacia piezas y pallets más grandes y pesados, sin



renunciar a la huella compacta adecuada para talleres con poco espacio disponible.

Con ello, Erowa plantea que los fabricantes no tienen que elegir entre una huella compacta y la capacidad de automatización: el mismo enfoque de automatización escala según los requerimientos de producción, ya sea para automatizar un par de centros de mecanizado o para manejar piezas de trabajo y pallets de mayor tamaño. El ERC80 está diseñado para el manejo de piezas y electrodos en la operación de una o dos máquinas, en tecnologías como fresado, electroerosión por penetración y electroerosión por hilo. La propuesta se complementa con la línea de sistemas de sujeción de la empresa.

| Erowa | erowa.com

Secador al vacío Volkmann mejora la fluidez y la calidad de piezas en impresión 3D de metal

El módulo de secado al vacío vDryer, del fabricante de equipos para manejo de polvo metálico Volkmann USA, restaura los polvos de impresión 3D de metal que han absorbido humedad a un nivel uniforme y definido antes de entregarlos al equipo de manufactura aditiva. Instalado aguas arriba de una o varias impresoras 3D, este módulo opcional de secado al vacío para el transportador de polvo vLoader 250 elimina la humedad absorbida sin aplicar calor, con el fin de mejorar la fluidez del polvo, favorecer la calidad de la pieza impresa y ayudar a reducir las operaciones de posprocesamiento, que consumen tiempo y mano de obra.

El vDryer incorpora la tecnología propia de bomba de vacío eléctrica de Volkmann y utiliza una succión suave para retirar la humedad de forma eficiente, sin exponer los polvos sensibles a la temperatura a niveles elevados de calor. El polvo acondicionado favorece una transferencia de material más uniforme y ayuda a reducir la aglomeración, el apelmazamiento, la adherencia de partículas, la contaminación y otros problemas



relacionados con la humedad que pueden afectar la eficiencia de producción. De acuerdo con la empresa, el proceso de secado al vacío es rápido y permite alcanzar un valor de humedad objetivo de forma confiable, incluso en lotes con contenidos de humedad distintos.

Compatible con equipos de manufactura aditiva de prácticamente cualquier fabricante de impresoras, el vDryer es adecuado para secar polvos de acero inoxidable, aluminio, titanio, aleaciones de níquel-cromo, cobre, cobalto, tungsteno, plata, hierro, alúmina y otros. El sistema se integra en los sistemas automatizados de manejo de polvo de circuito cerrado de Volkmann —donde el vLoader 250 transporta el polvo a través de tubería o manguera a distancias de hasta 25 m y desniveles de hasta 5 m, y puede abastecer hasta seis impresoras— y también

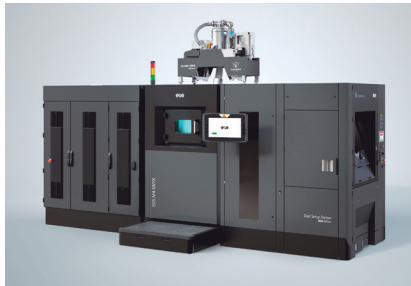
puede suministrarse como una solución independiente cuando se requiere un secado de polvo dedicado.

| Volkmann USA | volkmannusa.com

Impresora 3D de metal EOS habilita la producción de alto volumen

EOS presenta la EOS M4 Onyx, una impresora 3D de metal de nivel industrial para producción de alto volumen. Diseñada para ayudar a los fabricantes a escalar con confianza, la M4 Onyx combina productividad, automatización y estabilidad de proceso para entregar piezas consistentes y de alta calidad en industrias exigentes como la aeroespacial, la de defensa, la de energía y la de manufactura de semiconductores.

La EOS M4 Onyx incorpora seis láseres de fibra de 400 W y un amplio volumen de construcción de 450 × 450 × 400 mm, lo que permite mayor productividad y reduce el costo por pieza. Según la empresa, la configuración de seis láseres ofrece hasta 50 % más de productividad y una reducción de 30 % en el costo por pieza, sobre la base de la plataforma probada EOS M 400-4, con más de 500 sistemas instalados en el mundo. Los controles de proceso avanzados, el flujo de gas optimizado y la gestión activa de temperatura están diseñados para favorecer construcciones repetibles y la calidad de la pieza en toda la plataforma de construcción.



Para apoyar la producción en serie eficiente, el sistema incluye cambios de trabajo automatizados en menos de 30 minutos, lo que aumenta el tiempo productivo de la máquina y reduce las interrupciones. La tecnología de filtración RFS Pro, de EOS, elimina los consumibles de filtro, reduce los residuos peligrosos y permite una recuperación de polvo superior al 90 %, un aspecto relevante porque el polvo representa una parte significativa de los costos de producción en la manufactura aditiva de metal.

La compañía también muestra aplicaciones de manufactura aditiva de metal a escala de producción con su tecnología, entre ellas un motor de Boom Supersonic, el motor del dron Beehive Fury y una tobera de cohete producida en una AMCM M 8K. Estas aplicaciones ilustran cómo la manufactura aditiva habilita diseños ligeros, ciclos de desarrollo acelerados y producción escalable para programas aeroespaciales y de defensa.

EOS | eos.info

Sistemas láser Prima Power resuelven retos de manufactura 3D compleja

Prima Power Laserdyne ofrece tecnologías láser 3D avanzadas orientadas a resolver retos de producción complejos con mayor precisión, flexibilidad y automatización. Su portafolio de soluciones de procesamiento láser de cinco ejes está diseñado para aplicaciones exigentes en las industrias aeroespacial, de defensa, automotriz, de dispositivos médicos y de manufactura de precisión.

Los sistemas Laserdyne aportan exactitud y control de proceso en aplicaciones de soldadura, barrenado y corte por láser. Equipados con tecnologías que optimizan la entrega del haz, el control de movimiento y el monitoreo del proceso, están diseñados para lograr resultados repetibles en componentes intrincados donde la calidad y la consistencia son críticas. Un elemento central de la línea es el cabezal de haz móvil BeamDirector, que da acceso a las geometrías de pieza más difíciles y permite, por ejemplo, el barrenado en ángulo. El control y el software de proceso S94P integran láser, movimiento y sensado en un sistema unificado, con capacidad de adquisición de datos para el control estadístico del proceso (SPC).

Los sistemas láser 3D de Prima Power llevan el corte por láser de cinco ejes a fabricantes que buscan mayor flexibilidad y eficiencia de producción. Del desarrollo de

prototipos a la manufactura de alto volumen, las soluciones están orientadas a ayudar a internalizar procesos complejos, reducir operaciones secundarias e incrementar la productividad sin comprometer la calidad de la pieza. Al mover el cabezal láser en varios ejes, los sistemas pueden abordar la pieza desde distintos ángulos y procesar características que serían difíciles o poco prácticas de alcanzar con equipos láser convencionales de dos ejes, lo que resulta valioso en componentes con superficies anguladas, contornos complejos, características profundas o múltiples puntos de procesamiento.

Ya sea que el fabricante explore por primera vez el procesamiento láser automatizado o amplíe capacidades de manufactura avanzada, la experiencia combinada de Prima Power y Laserdyne ofrece soluciones adaptadas a distintos requerimientos de producción.

Prima Power Laserdyne | primapower.com





MC Machinery Systems amplía su oferta de electroerosión y manufactura aditiva

MC Machinery Systems amplía su portafolio de electroerosión y manufactura aditiva. Entre los equipos que la empresa destaca se encuentra la electroerosión por hilo (wire EDM) Mitsubishi MV4800, con eje Z de 32", orientada a piezas de gran altura, así como la MV2400-R y otros modelos de la plataforma MV.

El lanzamiento principal es la nueva serie MG de electroerosión por hilo, que se construye sobre la plataforma MV e incorpora tecnologías basadas en inteligencia artificial para mejorar la estabilidad del mecanizado, simplificar la operación y maximizar la producción desatendida mediante una automatización más inteligente, un enhebrado de hilo mejorado e intervalos de mantenimiento más largos. La empresa la orienta a aplicaciones de moldes y troqueles, aeroespacial, médica y otras de manufactura de precisión que requieren un desempeño consistente y de alta exactitud.

La oferta se complementa con la impresora 3D de metal Mitsubishi AZ600, que sitúa la manufactura aditiva junto a la línea de electroerosión por hilo y por penetración de la empresa, y con la electroerosión por penetración (sinker EDM) Mitsubishi SG70, uno de los equipos de mayor tamaño de su tipo en el catálogo de Mitsubishi. MC Machinery también muestra la electroerosión por penetración Mitsubishi SV12P integrada con el sistema de automatización Erowa ERC80, así como la OPS Ingersoll V9 con automatización Multichange, dirigida a talleres que buscan producción de alta precisión.

En el plano corporativo, la reciente adquisición de Ferro Technique fortalece la presencia de MC Machinery en Norteamérica, al ampliar la venta, el servicio y el soporte técnico localizados de electroerosión y mecanizado en Canadá.

MC Machinery Systems Inc. | mcmachinery.mx

Soluciones integradas Marposs apoyan el mecanizado sin operario

Marposs muestra cómo sus tecnologías de control inteligente de proceso, medición y protección de máquina pueden ayudar a los fabricantes a operar de forma más inteligente, durante más tiempo y con mayor confianza, para sostener la manufactura sin operario (lights-out).

Las sondas de contacto (touch probes) y los ajustadores de herramienta (tool setters) de Marposs verifican de manera continua las dimensiones de la pieza y monitorean el estado de la herramienta directamente en la máquina-herramienta. Cuando se detecta una variación en el proceso, el software Marposs QuickSPC actualiza automáticamente los offsets de la máquina en tiempo real, lo que compensa el desgaste de la herramienta y mantiene la calidad de la pieza a lo largo del ciclo de producción. El resultado, según la empresa, es un proceso de manufactura autocorrectivo que produce de forma consistente piezas dentro de especificación.

Para la operación desatendida, el Sistema de Monitoreo de Colisiones (CMS) de Marposs monitorea de forma continua el comportamiento de la máquina y detecta condiciones anómalas que puedan indicar una colisión inminente. Al responder de inmediato ante eventos inusuales, el CMS busca ayudar a mitigar daños costosos a la máquina, reducir los tiempos muertos y proteger activos de producción de alto valor.

En conjunto, estas tecnologías buscan transformar las máquinas-herramienta convencionales en sistemas de manufactura inteligentes, capaces de monitorearse, corregirse y protegerse a sí mismos. Con esta capacidad, los fabricantes pueden extender la producción a las noches, los fines de semana y los periodos entre turnos, al tiempo que reducen su dependencia de la escasa mano de obra calificada.

Marposs Corp. | marposs.com

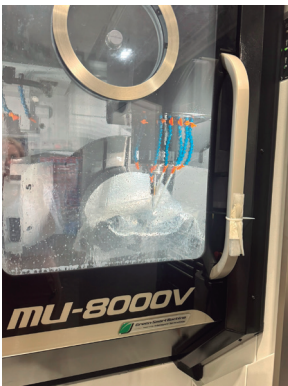


Okuma exhibe capacidades de mecanizado en centros de columna y de torneado

Okuma centra su presentación en una demostración de corte de metal en vivo, en la que un águila americana toma forma en el piso de exhibición, a propósito del 250 aniversario de Estados Unidos. La pieza ilustra las capacidades de mecanizado de los equipos de la marca en una aplicación de alta complejidad.

La presentación incluye una estación de realidad virtual (VR) en la que el visitante puede recorrer, desde el interior, una gama de máquinas Okuma, entre ellas la MCR-A5CII de doble columna, la nueva MB-100V y la LB3000 EX III, entre otras. En lugar de observar las máquinas desde el exterior, la experiencia permite ver de cerca lo que ocurre dentro de ellas durante un corte.

Okuma es un fabricante integral de máquinas-herramienta que produce no solo tornos, centros de mecanizado, máquinas multitarea y rectificadoras, sino también sistemas de control y equipo periférico.



La empresa se describe como el único proveedor de fuente única de la industria, con la máquina CNC, los variadores, los motores, los encoders, el husillo y el control fabricados por la propia compañía. Entre los equipos que

destaca en esta presentación, la MB-100V hace su debut en el continente americano.

De acuerdo con Dominick Patriarca, vicepresidente ejecutivo de Okuma America, a medida que la industria enfrenta una escasez de talento técnico calificado, los clientes darán aún mayor valor a los socios capaces de simplificar la implementación, integrar soluciones completas y ofrecer un soporte responsivo y con conocimiento a lo largo de la vida de la inversión. Añadió que la tecnología por sí sola no distinguirá a las empresas: las que combinen productos sólidos con soporte y facilidad para hacer negocios serán las que retengan a sus clientes a largo plazo.

| Okuma | okuma.com

Celda de soldadura Fronius integra manufactura aditiva, software y automatización

La manufactura aditiva de arco y alambre (Wire Arc Additive Manufacturing, WAAM) gana relevancia como proceso industrial para refacciones, prototipos y componentes únicos complejos. La nueva Fronius Additive Cell, basada en WAAM, combina la tecnología de soldadura CMT, un control de proceso inteligente y un software de uso sencillo para producir componentes metálicos de alta calidad de manera más fácil, rápida y eficiente.

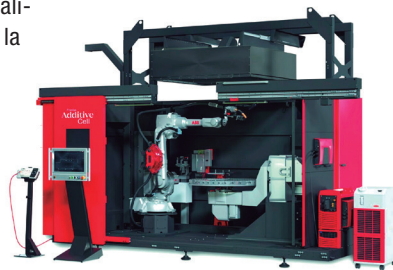
Frente a procesos convencionales como la fundición, el corte o el fresado, la manufactura aditiva mantiene bajos el consumo de material y los costos, y permite una fabricación descentralizada e independiente de la ubicación, sin líneas de producción complejas.

Un proceso de soldadura estable, que permita una construcción uniforme por capas, es clave para alcanzar la calidad deseada con el

método de deposición de energía dirigida por arco (DED-Arc). El CMT Additive Pro, basado en el proceso Cold Metal Transfer (CMT) desarrollado por Fronius, resulta adecuado para la manufactura aditiva por tratarse de un proceso de arco de transferencia por inmersión relativamente frío: combina una tasa de deposición más alta que otros métodos aditivos con un bajo aporte de calor. Sus características se ajustan específicamente a la manufactura aditiva, con funciones como estabilizador de la tasa de deposición, Pulsed HotStart, medición CTWD y corrección de potencia, orientadas a la estabilidad del proceso y a reducir los índices de rechazo y el retrabajo.

La Fronius Additive Cell es un sistema completo y coordinado. Dentro de la celda, el CMT Additive Pro y la fuente Fronius iWave ejecutan un proceso de soldadura preciso, mientras que el sistema Polaris mantiene el control general. La celda incluye, además, el paquete de software propio Vectris, que reúne el kit de servicio de la máquina (MTSK) y el posprocesador en una sola plataforma. El software incorpora un modelo cinemático integrado, una interfaz adaptada y operaciones de soldadura validadas para procesos aditivos, y admite la detección de distintas regiones del componente con base en su geometría, lo que permite asignar parámetros de proceso diferenciados a paredes exteriores, paneles, rellenos o uniones. El comando de soldadura FroArc, integrado en el posprocesador, traduce estos “estilos de construcción” directamente a código para el robot de soldadura.

| Fronius | fronius.com



Herramientas y Sistemas de Sujeción

Grippers mecánicos SMW Autoblok aportan flexibilidad y precisión en celdas automatizadas

SMW Autoblok presenta la serie Motiact de grippers mecánicos, diseñada para ejecutar operaciones de sujeción precisas, consistentes y monitorizadas, en la carga y descarga de piezas, pallets y chucks en máquinas CNC y celdas de trabajo automatizadas. Los grippers incorporan de serie un sistema de medición incremental, que permite controlar la presión de sujeción, el posicionamiento lineal y la velocidad. Todos los modelos cuentan con interfaz Profinet o IO-Link para facilitar su integración en sistemas existentes, un aspecto relevante en aplicaciones de carga y descarga de máquina (machine tending), donde la comunicación confiable entre robots, grippers y máquinas CNC es esencial para la producción desatendida.

La serie se ofrece en cuatro familias con distintos tamaños y fuerzas de sujeción. La MX-S, para piezas pequeñas, ofrece carreras de 3, 6 y 8 mm por mordaza y fuerzas de 40, 150 y 250 N; es adecuada para aplicaciones con cobots, tareas de pick-and-place y el manejo de piezas delicadas o de menor tamaño. La MX-M, universal, ofrece carreras de 8 y 13 mm por mordaza y fuerzas de 1,200 y 1,800 N, con capacidad para atender diversas piezas en aplicaciones de carga de máquina. La MX-U, también universal, ofrece una carrera de 55 mm por mordaza y una fuerza de 300 N, orientada a un rango más amplio de productos, familias de piezas, piezas delicadas y aplicaciones médicas donde el componente debe manejarse con cuidado. La MX-L, de carrera larga,



ofrece carreras de 55 y 99 mm por mordaza y fuerzas de 27,000 y 40,000 N, con una capacidad de peso máxima de hasta 200 kg para aplicaciones de piezas grandes.

Los grippers Motiact pueden combinarse con el sistema opcional de acoplamiento inductivo sin contacto de SMW Autoblok, que elimina los cables y admite la rotación continua de 360 grados del herramienta de extremo de brazo (end-of-arm tooling). Los equipos cuentan con grado de protección de hasta IP67 para entornos exigentes. Diseñados para ser autoblocantes, los grippers mantienen mecánicamente su fuerza y su posición de sujeción incluso ante un corte de energía inesperado, con la posición y la fuerza conservadas en una relación 1:1. Equipados con sistemas de medición absoluta o incremental, permiten el monitoreo y el ajuste constantes de la posición de las mordazas, con una repetibilidad de ± 0.02 mm.

SMW Autoblok | smwautoblok.com

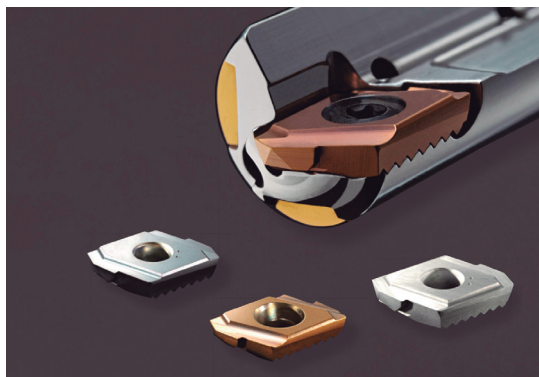
End mill Kyocera SGS favorece la evacuación de viruta en cortes agresivos

La serie de end mills de alto rendimiento Hi-Per Feed MS, de Kyocera SGS Precision Tools, está diseñada para el fresado de alto avance (high-feed) de aceros inoxidables y aleaciones de alta temperatura. Al combinar una geometría avanzada, carburo de alta calidad y la tecnología de recubrimiento Ti-NAMITE-A de la empresa, la Hi-Per Feed MS busca maximizar la remoción de metal manteniendo la estabilidad del proceso, lo que ayuda a los fabricantes a lograr tiempos de ciclo más cortos, mayor vida útil de la herramienta y un desempeño confiable en aplicaciones exigentes.

En el centro del diseño de la Hi-Per Feed MS se encuentra un filo de corte de doble radio axial, que genera un efecto de adelgazamiento axial de la viruta (axial chip thinning) y redirige las fuerzas de corte hacia el husillo. Esto mejora la estabilidad del mecanizado y reduce la deflexión de la herramienta, al tiempo que permite combinar profundidades de corte reducidas con altas velocidades de avance para una remoción de material eficiente. El diseño optimizado del destalonado frontal (end gashing) favorece una evacuación efectiva de la viruta durante el fresado de alto avance más agresivo, mientras que ciertos tamaños incorporan suministro de refrigerante interno directamente a la zona de corte, para mejorar la evacuación de viruta y el control del calor.

La Hi-Per Feed MS incorpora el recubrimiento Ti-NAMITE-A, un PVD de tipo AlTiN de Kyocera SGS, que reduce la fricción, mejora la resistencia al desgaste y minimiza el filo recrecido (built-up edge) al mecanizar aceros inoxidables y aleaciones de alta temperatura. La serie está disponible en tamaños métricos e imperiales, con longitudes de alcance de $2 \times D$, $4 \times D$ y $6 \times D$, y en configuraciones de cuatro o seis flautas según el diámetro, lo que ofrece una gama amplia para distintas aplicaciones de alto avance.

| Kyocera SGS Precision Tools | kyocera-sgstool.com



Broca cañón de insertos intercambiables Botek reduce los tiempos muertos en barrenado profundo

Botek America ofrece su broca cañón (gundrill) de una sola flauta Type 01, con insertos intercambiables, diseñada para aportar alta productividad y flexibilidad en aplicaciones de barrenado profundo. Concebida para diámetros grandes, la Type 01 combina un desempeño de precisión con menores costos de herramental, lo que la hace adecuada para entornos de producción de alto volumen y de corridas repetitivas.

A diferencia de las herramientas de carburo sólido, que requieren reafilado, la Type 01 utiliza insertos de corte y placas guía reemplazables. Esto permite al operador cambiar con rapidez los componentes desgastados y regresar a producción con un tiempo muerto mínimo. El diseño no solo simplifica el mantenimiento, sino que también favorece una longitud de herramienta y un desempeño consistentes a lo largo de múltiples cambios de componentes. Dentro de la línea de brocas cañón de una sola flauta de Botek, la configuración con insertos y placas guía intercambiables se emplea principalmente a partir de los 18 mm de diámetro.

La herramienta está diseñada para mantener tolerancias estrechas y una óptima rectitud del barreno, incluso en aplicaciones exigentes. Su diseño de refrigerante interno favorece una evacuación confiable de la viruta y la estabilidad térmica, factores críticos para el desempeño en el barrenado profundo.

Al reducir el desperdicio de material, minimizar los tiempos muertos y mejorar la confiabilidad del proceso, la Type 01 busca ayudar a los fabricantes a alcanzar mayor eficiencia sin sacrificar precisión. Resulta especialmente adecuada para industrias que requieren barrenos profundos de gran diámetro, como la manufactura automotriz, la de energía y la de equipo pesado.

| Botek America Inc. | botekamerica.com

Portaherramientas híbrido Haimer reduce la vibración en el mecanizado de precisión

Haimer presenta el Hybrid Chuck, un portaherramientas que combina las ventajas de las tecnologías de contracción térmica (shrink-fit) y de sujeción hidráulica en un solo diseño. Con una tecnología de amortiguamiento pasivo integrada, el Hybrid Chuck está diseñado para reducir la vibración durante el mecanizado, al tiempo que mantiene la rigidez y las fuerzas de sujeción propias de los sistemas de contracción térmica.

El elemento de amortiguamiento se integra directamente en la estructura del portaherramientas —en un manguito con recubrimiento que aporta las propiedades de amortiguamiento—, lo que favorece condiciones de corte más estables sin necesidad de componentes externos ni de aumentar el tamaño del portaherramientas. La reducción de la vibración puede mejorar la calidad superficial, favorecer una mayor vida útil de la herramienta e incrementar la confiabilidad del proceso, en particular en aplicaciones de mecanizado de alta velocidad, en materiales difíciles de mecanizar y en operaciones con voladizos largos (long gauge lengths).

El Hybrid Chuck mantiene la alta precisión de concentricidad (runout) que exigen las aplicaciones de mecanizado de precisión y presenta una geometría exterior de

4.5 grados, similar al diseño del Power Shrink Chuck, lo que permite su compatibilidad con los montajes de contracción térmica existentes. Entre las opciones de configuración adicionales se encuentran Cool Jet, para el suministro de refrigerante interno, y la protección antiextracción Safe-Lock, para entornos de mecanizado exigentes y operaciones de alta carga, donde ayuda a mantener la posición de la herramienta. Cada portaherramientas se marca con un identificador distintivo, que

facilita su identificación y trazabilidad dentro de los sistemas de gestión de herramientas.

Al combinar la sujeción de precisión con la tecnología de amortiguamiento integrada, el Hybrid Chuck busca sostener una mayor estabilidad de mecanizado, reducir la vibración y ofrecer un desempeño más consistente en un amplio rango de aplicaciones, desde el acabado de precisión hasta operaciones de mayor exigencia.

■ Haimer | haimer.com



Fresas para puertos Scientific Cutting Tools amplían las opciones de mecanizado hidráulico

Scientific Cutting Tools (SCT) presenta una línea de fresas para puertos (port mills) de carburo sólido para el mecanizado de perfiles de puerto hidráulico SAE J1926 ORB y AS5202. La línea está diseñada para ofrecer una opción flexible en el mecanizado de puertos hidráulicos.

Concebidas para trabajar por interpolación circular a partir de un barrenado previo, las fresas para puertos de SCT están diseñadas para mecanizar las características clave del

puerto, incluidas la superficie de sello, el contrabarrido (counterbore) y los chaflanes. La línea ofrece una alternativa flexible a las

herramientas de puerto tradicionales, de tipo penetración (plunge) o de tipo escariador (reamer), en especial en aplicaciones donde el acceso, la velocidad del husillo o el volumen de producción pueden ser factores limitantes.

Cada fresa para puertos está diseñada para cubrir un rango de tamaños de puerto, lo que ayuda a reducir el número de herramientas requeridas y da a los programadores y operadores más flexibilidad en el piso del taller. La línea incluye herramientas tanto para el perfil SAE J1926 ORB como para el AS5202, con opciones sin recubrimiento y con recubrimiento Versa (AlCrN).

SCT ofrece herramental para aplicaciones específicas en industrias exigentes como la hidráulica, la aeroespacial, la de defensa, la de dispositivos médicos, la de energía y la de manufactura avanzada. Al combinar la disponibilidad de herramental estándar con herramientas personalizadas y modificadas, la empresa busca ayudar a sus clientes a simplificar aplicaciones de mecanizado complejas y a mejorar el acceso, la repetibilidad y el costo total por pieza. De acuerdo con Sarah Kate Christopher, gerente de ingeniería de SCT, las fresas para puertos son una solución práctica para talleres que requieren más flexibilidad en el mecanizado de puertos hidráulicos, y resultan especialmente útiles en prototipos, producción de lotes pequeños y talleres que operan con equipos de menor rpm o máquinas CNC de menor tamaño.

■ Scientific Cutting Tools, Inc. | sct-usa.com



Sistemas y Software

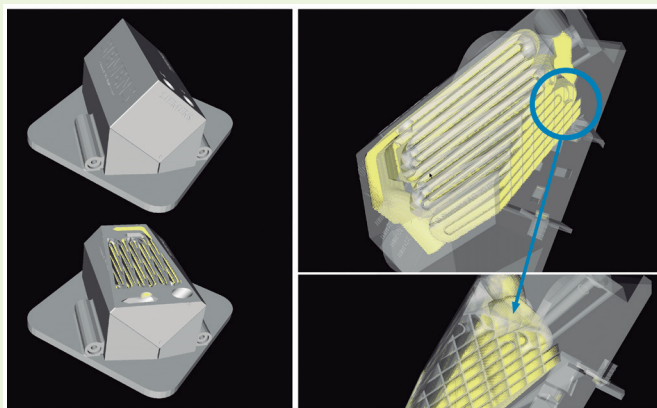
Software de despolvado Solukon amplía la simulación para piezas complejas de LPB

Solukon Maschinenbau presenta SPR-Pathfinder Pro, una nueva versión de su software inteligente de despolvado (depowdering) para piezas fabricadas por fusión de lecho de polvo por láser (LPBF, por sus siglas en inglés). Desarrollado en respuesta a la creciente complejidad de los componentes industriales de manufactura aditiva, SPR-Pathfinder Pro ofrece una resolución de simulación notablemente mayor, una predicción precisa del tiempo de proceso y

correspondiente dentro del equipo Solukon, lo que facilita comprender el proceso.

La versión Pro introduce tres capacidades que van más allá del software estándar. La primera es una mayor resolución de simulación: admite hasta 1,000,000 de partículas —un aumento de 20 veces frente a las 50,000 de la versión estándar—, combinado con un número ilimitado de vóxeles; el límite previo de 2.4 millones de vóxeles se eliminó. Esto

permite calcular con exactitud estructuras internas muy intrincadas, incluidos canales por debajo del milímetro y superficies internas densamente empacadas, antes inaccesibles para la simulación. La segunda es la inspección de secciones transversales en todos los planos (X, Y y Z), con visibilidad completa del interior de la pieza desde cualquier dirección y transparencia ajustable, lo que facilita identificar trampas de polvo y cuellos de botella antes de imprimir la primera capa. La tercera es la predicción precisa del tiempo de proceso, que permite al usuario estimar cuánto



una mejor validación del despolvado en la etapa de diseño. Junto con la versión Pro, la empresa lanza también SPR-Pathfinder Basic, una opción más económica para piezas de complejidad media.

A medida que las geometrías LPBF se vuelven más complejas, la capacidad de retirar el polvo (depowderability) se perfila como un factor limitante para la adopción industrial: una pieza solo genera valor cuando el polvo puede eliminarse de forma confiable y repetible. El software emplea el archivo CAD del trabajo de construcción completo para calcular la secuencia de movimiento ideal que retira el polvo de las estructuras internas complejas en el menor tiempo posible, con base en el gemelo digital de la pieza. Durante la simulación, la pieza se mueve del mismo modo en que lo hará en el paso de limpieza

tomarán el cálculo y el despolvado en su sistema Solukon e integrar ese tiempo en la programación de producción.

El software se apoya, además, en la herramienta Digital Factory Tool, que registra los datos relevantes del proceso de despolvado y permite integrarlos en un tablero digital de nivel superior mediante OPC UA. Ambas versiones son compatibles con los sistemas de despolvado Solukon SFM-AT350, SFM-AT350-E, SFM-AT800-S, SFM-AT1000-S y SFM-AT1500-S, y operan en una computadora o servidor Windows estándar. Los clientes que cuenten con un equipo Solukon pueden probar el software mediante una licencia gratuita de 30 días.

■ Solukon | solukon.de

Actualización de Verisurf avanza en la metrología basada en modelo

Verisurf Software presenta Verisurf 2027, versión que reúne sus avances más recientes en metrología basada en modelo (model-based), conectividad abierta y programación automatizada de inspección. El software está orientado a ayudar a los equipos de calidad a trabajar con mayor rapidez, mejorar la consistencia y acercar la medición a la producción, mediante flujos de trabajo de ins-

pección basada en modelo, escaneo 3D, ingeniería inversa, programación automatizada de CMM y funciones habilitadas para QIF (Quality Information Framework).

Entre las capacidades de Verisurf 2027 se encuentra la creación automática de planes de inspección a partir de QIF, así como los identificadores persistentes (Persistent IDs o PID) mejorados, que preservan la intención de ingeniería del modelo STEP AP242 a lo largo del proceso de manufactura. Construido sobre una plataforma CAD abierta, el software busca eliminar los

procesos manuales y mantener una alineación completa con la definición original del producto. Este enfoque permite a los equipos de calidad trabajar directamente a partir de la definición del producto, en lugar de recrear la información de inspección de forma manual y repetida.

De acuerdo con Ernie Husted, presidente de Verisurf Software, los clientes buscan automatizar la inspección sin perder la conexión con el modelo STEP de ingeniería; Verisurf 2027 refuerza ese vínculo mediante flujos de trabajo basados en modelo, la interoperabilidad QIF y los identificadores persistentes que preservan la intención de ingeniería durante la manufactura.

El software opera con distintas tecnologías de medición, entre ellas metrología portátil —brazos de CMM con escáneres láser, rastreadores láser (laser trackers) y escáneres de mano—, el sistema Renishaw Equator X, que combina capacidades de CMM y de comparador, y CMM de cinco ejes equipadas con los cabezales REVO y PH20 Plus de disparo por contacto en cinco ejes. Verisurf se integra con prácticamente todos los principales sistemas CAD, CMM, dispositivos de medición portátil, rastreadores láser, escáneres y sistemas de palpado en máquina, para crear soluciones de inspección flexibles e interoperables.

Verisurf Software | verisurf.com



Plataforma de calidad High QA conecta la planeación de inspección y la trazabilidad de principio a fin

High QA ofrece su plataforma de calidad de manufactura basada en el diseño, dirigida a fabricantes y OEM que requieren inspecciones más rápidas, reportes automatizados y trazabilidad completa desde el diseño hasta la entrega. La plataforma toma el plano 2D o el modelo 3D como única fuente de verdad, de modo que cada requerimiento, resultado de inspección e informe de calidad permanece vinculado a la intención de diseño original. Con ello busca reducir la interpretación manual, eliminar flujos de trabajo desconectados y minimizar los retrabajos, los retrasos y el riesgo, tanto en los equipos internos como con los proveedores.

El sistema está diseñado para acotar (balloon) de forma automática los planos 2D y los modelos 3D, extraer las tolerancias geométricas y dimensionales (GD&T) y la información de manufactura del producto (PMI), generar

planes de inspección, recopilar datos de medición y producir documentación crítica de calidad —como los reportes de primer artículo AS9102 (FAIR) y los PPAP— en minutos, en lugar de semanas. Para el acotado automático, la plataforma emplea reconocimiento óptico de caracteres (OCR). Los resultados de inspección, el control estadístico de proceso (SPC), el reporte de no conformidades y la documentación de calidad se administran en un solo sistema conectado, que sustituye a las hojas de cálculo, la captura

manual y las herramientas fragmentadas.

High QA se integra, además, con la infraestructura tecnológica existente, incluidas máquinas de medición por coordenadas (CMM) y sistemas de metrología como PolyWorks —así como equipos de Mitutoyo, Zeiss, Hexagon y Renishaw—, y con sistemas ERP y PLM.

High QA | highqa.com



Para poner su anuncio en esta sección por favor contacte a Guillermo Fernández en el email: gfernandez@gardner.media o al teléfono: +1 305 308 7006.

Modern Machine Shop México

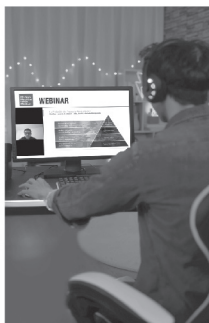
Posicione su marca con los profesionales que leen Modern Machine Shop México

Modern Machine Shop México

Impulse su liderazgo técnico

Oportunidades de webinar con Modern Machine Shop México

mms-mexico.com

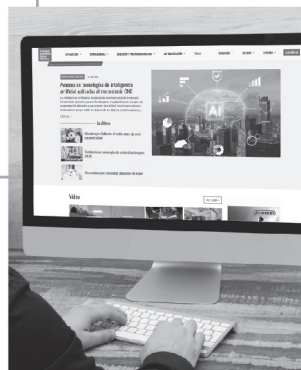


- E-NEWSLETTERS
- REVISTA DIGITAL
- REVISTA IMPRESA
- WEBSITE
- REDES SOCIALES



CONOZCA MÁS

mms-mexico.com



ACUDE CON TU DISTRIBUIDOR MAS CERCANO

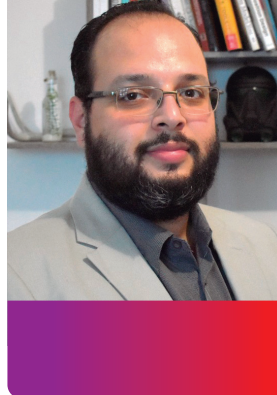
MAHERSI: Fuente Morada 200, Col. Villa Fontana, Tlaquepaque, Jal. Tel. (333) 852 8973
PYPESA: Calle 5, No. 1080, Zona Industrial, Guadalajara, Jalisco. Tel. (333) 812 1766
AFILADOS INTERTOOL: Av. Real 1, Col San Pablo, Querétaro, Qro. Tel. (442) 243 5390
COMINIX: Av. Murano 151, Int. 2, Col. Las Heras 2a sección, Irapuato, Gto. Tel. (462) 624 7732
MARSOT: Av. Paseo Tollocan 139, Col. Reforma, San Mateo Atenco, Edo. Méx. Tel. (722) 325 5235
RKS: Blvr. Jaime Benavides Pompa 700, Col. Gto. del Bajío, Ramos Arizpe, Coah. Tel. (844) 432 5164
HERCAN: Lago de Texcoco 925 - 1, Col. Industrial La Salle, Saltillo, Coahuila Tel. (844) 416 3348
JAS: Gustavo Galaz 326, Col. Ejidal Castaños, Monclova, Coah. Tel. (866) 697 2243
DINÁMICA HERRAMENTAL: Barrio de San Miguelito 160-A, San Pedro, San Luis Potosí, SLP Tel. (444) 825 2352
EX-DISEÑO: Priv. de las Águilas 174, Col. Cacalomacan, Toluca, Edo. Méx. Tel. (55) 2770 3303
HP-TOOLS: Miguel Alemán 5391, Col. La Purísima, Guadalupe, N.L. Tel. (81) 2710 6951
TECNITOOLS: Juan F. Brittingham 312, Col. Industria del Vidrio, Monterrey, N.L. Tel. (81) 8334 8090
SMR: Blvd. Ignacio Salazar 730, Villa Fontana, Hermosillo, Sonora. Tel. (662) 260 4500
HERTELEK: 16 de Septiembre 188, Col. Valle de Huinala, Apodaca, N.L. Tel. (81) 1086 1527
SOPORTES GB: Juan Rodríguez González 515-A, Col. Jacinto López, Reynosa, Tamaulipas. Tel. (899) 258 8032
PRECISA DOMÍNGUEZ: 2 Anillo Pte. 330, Col. Valle del Real, Celaya, Gto. Tel. (461) 614 0004
DIMISA: Adrián Castrejos 258, Col. San Pedro Xalpa, Azcapotzalco, CDMX. Tel. (55) 5266 7071

YOU MACHINING INTELLIGENTLY?



www.iscar.com





Omar E. López B.
DIRECTOR GENERAL,
ASOCIACIÓN MEXICANA
DE MANUFACTURA
ADITIVA Y 3D

Del archivo digital a la pieza: el flujo de información como capacidad industrial

Serie: El futuro de la manufactura mexicana
Cerramos septiembre con una idea sencilla en apariencia, pero que puede cambiar profundamente la forma de fabricar: los materiales, los diseños, los parámetros de proceso y los resultados de producción generan valor cuando están conectados por información. Después de recorrer durante meses el camino de la adopción tecnológica, la integración, la industrialización, las finanzas y la estrategia, llegamos ahora a uno de los componentes menos visibles de la manufactura avanzada: el flujo digital.

Durante mucho tiempo, el archivo CAD fue considerado el centro de la transformación digital, el documento que contenía la geometría que debía convertirse en una pieza. Pero una fábrica moderna necesita mucho más que un modelo tridimensional. Requiere saber qué versión es válida, qué parámetros deben utilizarse, qué material corresponde, qué máquina procesará el archivo, qué operaciones posteriores están autorizadas y qué resultado obtuvo cada fabricación.

La diferencia entre tener archivos digitales y disponer de un flujo digital controlado es enorme. En el primer escenario, los datos están dispersos entre computadoras, correos electrónicos, carpetas locales y sistemas independientes. En el segundo, cada etapa mantiene una relación trazable con la siguiente. El diseño alimenta el proceso, el proceso genera información y esa información regresa a ingeniería para mejorar la siguiente iteración.

Esta continuidad adquiere especial relevancia en manufactura aditiva. Una misma geometría puede generar resultados diferentes de acuerdo con la orientación, la estrategia de fabricación, los parámetros utilizados, la posición dentro de la plataforma o las condiciones del equipo. Sin una estructura adecuada para registrar esas variables,

Un flujo digital bien estructurado convierte archivos, parámetros, inspección y resultados de producción en conocimiento reutilizable, capaz de mejorar la trazabilidad, la consistencia y la toma de decisiones industriales.

reproducir una pieza exitosa puede convertirse en un ejercicio de memoria.

El problema no es exclusivo de la impresión 3D. En mecanizado, automatización e inspección ocurre algo similar. Un cambio de diseño puede requerir actualizar trayectorias, fijaciones, programas, instrumentos de medición y documentación de proceso. Cuando esas modificaciones no están sincronizadas, una empresa puede producir la pieza equivocada con una eficiencia extraordinaria.

Por eso, el control de versiones se convierte en una función productiva y no solo administrativa. Ingeniería debe poder determinar cuál es el diseño vigente; producción necesita saber qué programa corresponde; calidad debe identificar ➤

qué especificación aplica y mantenimiento debe conocer qué configuración del equipo fue utilizada. El flujo digital conecta esas necesidades y reduce ambigüedades.

Existe, además, un beneficio estratégico: acelerar el aprendizaje. Cuando una organización relaciona diseño, parámetros, inspección y desempeño, puede identificar patrones imposibles de detectar mediante registros aislados. Una desviación dimensional deja de ser únicamente un problema de calidad y puede convertirse en una pista sobre una condición de proceso que ingeniería puede corregir.

Ese conocimiento acumulado resulta especialmente valioso en empresas que fabrican productos personalizados o de alta variabilidad. Cada proyecto puede aportar información para el siguiente. Con suficientes datos confiables, la organización comienza a construir reglas de diseño, bibliotecas de procesos, parámetros recomendados y criterios de aceptación. El resultado no es solo digitalización: es memoria industrial.

Sin embargo, digitalizar información no significa acumular datos sin estructura. Un exceso de registros desconectados puede generar el mismo caos que una operación completamente manual. El objetivo debe ser identificar los datos críticos para tomar decisiones y asegurar que puedan encontrarse, relacionarse y utilizarse cuando sean necesarios.

También cambia la función de la ciberseguridad. Cuando el producto depende de archivos digitales, parámetros de proceso y programas de manufactura, proteger la información deja de ser una preocupación exclusiva del área de sistemas. Una modificación no autorizada en un archivo puede tener consecuencias directas sobre la pieza fabricada. La seguridad del flujo digital comienza, por tanto, a formar parte de la seguridad del proceso.

Para las empresas mexicanas que buscan incorporarse a cadenas de mayor valor, esta capacidad puede convertirse en un diferenciador importante. Un proveedor capaz de entregar una pieza no solo debe demostrar que puede fabricarla; cada vez tendrá mayor relevancia su control sobre la información que define cómo fue fabricada y utilizarla para mantener consistencia entre lotes y proyectos.

El impacto también llega a la relación con el cliente. Cuando proveedor y comprador pueden

intercambiar información de ingeniería de manera estructurada, validar cambios con mayor rapidez y conservar una historia clara del desarrollo, la colaboración deja de centrarse exclusivamente en una orden de compra. Se convierte en un proceso conjunto de desarrollo y mejora.

Esto exige una evolución cultural. Los datos no deben pertenecer únicamente al departamento que los genera. Un modelo tridimensional puede ser indispensable para ingeniería, pero tener información relevante para manufactura, inspección, compras y servicio. La empresa obtiene mayor valor cuando todos entienden que trabajan sobre una misma cadena de información.

La implementación, sin embargo, no necesita comenzar con una gran plataforma corporativa. Puede iniciar con algo mucho más concreto: definir qué información debe acompañar a una pieza desde su diseño hasta su liberación, quién es responsable de cada dato y en qué punto se actualiza. Esa disciplina básica puede revelar rápidamente dónde están los principales vacíos del proceso.

Después se pueden incorporar automatización, análisis de datos, simulación y herramientas más sofisticadas. Lo importante es construir primero una arquitectura de información que tenga sentido para el proceso productivo. Sin esa base, la tecnología digital corre el riesgo de convertirse en otra colección de aplicaciones desconectadas.

Durante esta serie hemos insistido en una idea: la manufactura avanzada no consiste en adquirir tecnologías aisladas, sino en construir capacidades. El flujo digital es, precisamente, una de esas capacidades porque conecta las decisiones tomadas durante todo el ciclo de producción y permite convertir experiencia dispersa en conocimiento reutilizable.

La fábrica del futuro no será solo aquella donde las máquinas estén conectadas. Será aquella donde la información pueda viajar con la misma precisión que las piezas, además de mantener contexto, trazabilidad y propósito en cada etapa.

Y cuando el diseño, el material, la máquina, la inspección y el resultado final formen parte de una misma conversación digital, la empresa habrá dado un paso importante: ya no utilizará datos para documentar lo que ocurrió, sino para decidir qué debe ocurrir después. ■

AUTOMATECH[®]

EXPO

**AQUÍ SE DECIDE EL FUTURO
DE SU PLANTA DE PRODUCCIÓN**

ABRIL 7 Y 8 2027

**QUERÉTARO CENTRO DE CONGRESOS
QUERÉTARO, MÉXICO**

Donde los expertos en las tecnologías de automatización más avanzadas se reúnen en un solo evento para transformar su manufactura



Más producción, menores costos, mejores márgenes



Dos células de fabricación automatizadas en operación continua



Industrias clave representadas:
Automotriz, Aeroespacial,
Dispositivos médicos y más



Las tecnologías que están transformando la manufactura



REGÍSTRESE PARA RECIBIR ACTUALIZACIONES EXCLUSIVAS
<<< ESCANEE PARA MÁS INFORMACIÓN

PRESENTADO POR:

APOYADO POR:



UNA SUJECCIÓN MÁS ESTABLE. *UN CORTE MÁS PRECISO.*



TUNGMAX: UNA SOLUCIÓN DE SUJECCIÓN
DISEÑADA PARA MAXIMIZAR LA ESTABILIDAD Y
EL DESEMPEÑO DE TUS HERRAMIENTAS DE
CORTE.



MAYOR ESTABILIDAD

Sujeción firme para un
mecanizado sin vibraciones



ALTA PRECISIÓN

Mayor exactitud y repetitibilidad
en cada operación

TUNGMAX



Conecta con nosotros

CONOCE LA LÍNEA
TUNGHOLD

