

ALUMINIA®

No. 53, junio- septiembre 2026

ISSN 2992-8729

REVISTA

Aluminio y aranceles: Nuevas reglas del juego en el comercio con EE.UU.

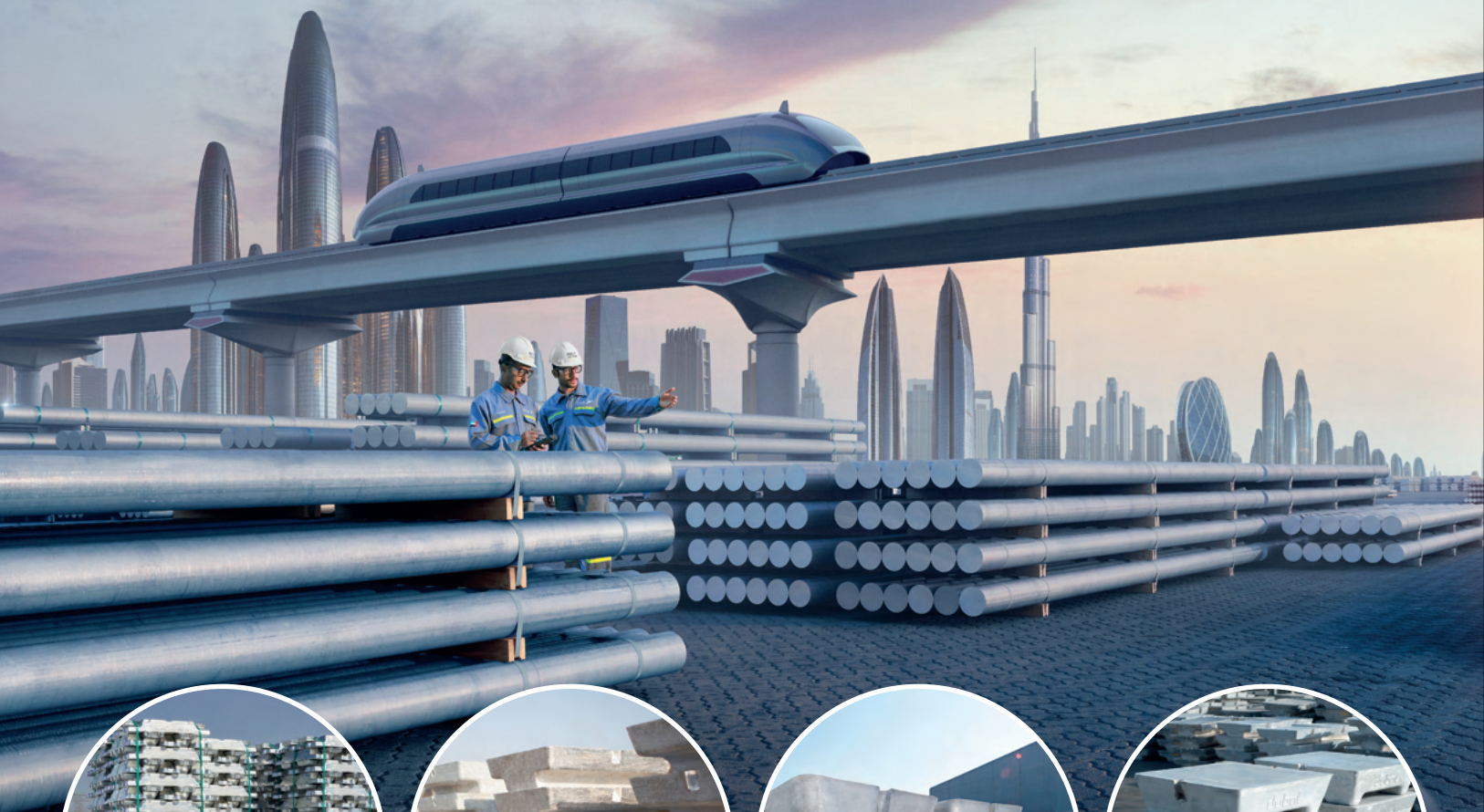


Aluminio en empresas IMMEX:
el valor del cumplimiento más allá del reciclaje
de Alejandra Cadena

Tiempos turbulentos en el mercado
norteamericano del aluminio: cómo
afrontar la incertidumbre en materia de
aranceles y otras regulaciones, del T-MEC,
y de los acontecimientos geopolíticos
de Martin Hartlieb

Importancia de la Inteligencia Financiera
ante la imposición de aranceles a las
importaciones de aluminio mexicano por
los Estados Unidos de América
de José Luis Ortiz

El metal del futuro



EGA Latin America es el distribuidor exclusivo de Emirates Global Aluminium en México, Centroamérica y Sudamérica. Suministramos aluminio primario de alta calidad respaldado por un servicio integral, soporte técnico y una cadena de suministro confiable para nuestros clientes en toda la región

www.egalatinamerica.com

EGA 
LATIN AMERICA

Septiembre 2026

Editorial



EDICIÓN 53

Estimados lectores y lectoras:

Una vez más, tenemos el privilegio de encontrarnos con ustedes a través de estas páginas. Su lectura y acompañamiento son una motivación constante para seguir construyendo cada edición con temas actuales y trascendentales profundamente vinculados con la realidad que vivimos como industria.

En esta ocasión, nuestro tema central, **“Aluminio y Aranceles: nuevas reglas del juego en el comercio con EE. UU.”**, nos invita a reflexionar sobre uno de los escenarios que más ha marcado al sector en los últimos meses. A través de distintos enfoques y experiencias, buscamos ofrecer una mirada amplia sobre los retos que enfrenta la industria del aluminio en materia de comercio exterior, así como sobre las estrategias que pueden contribuir a disminuir la incertidumbre y fortalecer nuestra capacidad de adaptación.

Como en cada edición, también incorporamos contenidos técnicos que enriquecen el conocimiento del sector y que forman parte de la esencia de **ALUMINIA**: compartir información de valor a través de la experiencia y especialización de nuestros autores.

Además, continuamos sumando nuevas secciones pensadas para hacer de la lectura una experiencia más dinámica y cercana. En esta edición encontrarán recomendaciones de libros realizadas por especialistas, así como espacios para jugar, interactuar y poner a prueba la mente.

Los invitamos también a mantenerse atentos a nuestras redes sociales, donde estaremos compartiendo algunas sorpresas con quienes participen.

A lo largo de esta publicación conoceremos la perspectiva de diversos autores sobre el comercio exterior: cómo enfrentan este nuevo escenario, cuáles son los principales desafíos que identifican y qué alternativas vislumbran ante un entorno que continuará evolucionando en los próximos meses.

Profundizar en este tema permite comprender sus distintos matices y sumarse a una conversación que, sin duda, seguirá vigente por mucho tiempo.

Sin más preámbulo, les damos la bienvenida a la edición 53 de ALUMINIA. Esperamos que cada artículo les aporte información relevante, despierten nuevas reflexiones y, sobre todo, resulten de su interés. Gracias por seguir acompañándonos en cada publicación.

Disfruten esta edición. Nos encontramos en la próxima.

Comité Editorial de ALUMINIA



CONSEJO DIRECTIVO

Ing. Eugenio Clariond Rangel
Presidente

CONSEJO EJECUTIVO

Propietario	Cargo	Suplente	Empresa
Eugenio Clariond Rangel Carla Adriana Suarez Flores Felipe Martinez Guajardo Marcelo Ortiz Vazquez Mauricio Morales Zambrano	Presidente Vicepresidente De Enlace Miembros Vicepresidente De Extrusión Vicepresidente De Fundición Vicepresidente De Aluminio Plano Vicepresidente De Materias Primas	David Garza Herrera Gustavo Talancon Gomez Benjamín Gonzalez Tovar Juan Morales Zambrano Ivan Alejandro Torres García	CUPRUM VIALUTEK INDALUM NEMAK GALVAPRIME ARZYZ
Miguel Angel Luna Rodriguez Rodrigo Sanchez Revilla Artemisa Alba Aguilar	Tesorero Secretario Directora Ejecutiva		AZINSA ALUMINIO ALYEX ALUMINUM IMEDAL

CONSEJO DIRECTIVO

Propietario	Cargo	Suplente	Empresa
Miguel Valenzuela Gorozpe Jaime Puente Sanchez Javier Alejandro Ruiz Alanis Carl Albert Grobien Suárez Hugo Gomez Sierra Jose Valencia Castrejón Joaquin Gonzalez Sanchez Fernando García Martínez Bernardo Llaguno Garza	Consejero Consejero Consejero Consejero Consejero Consejero Consejero Consejero Consejero	Arturo Mancilla Castillo Raul Cabral Arnulfo Muzquiz Cantú Carlos Eduardo Puente Tostado Victor Villalobos Ruiz Ivette Autrique Ruiz Ruben Chavez Gonzalez Jose Alberto Vela Gonzalez	VALSA GRUPO BOCAR GRUPO CUPRUM KLOECKNER SPECIALTY METALS DE MÉXICO CONALUM PROMOTORA INDUSTRIAL GIM GRUPO ALUMINIO DE OCCIDENTE GRUPO VASCONIA RECUPERACIONES INDUSTRIALES INTERNACIONALES

COMITÉ EDITORIAL IMEDAL

Artemisa C. Alba Aguilar
Felipe Soria Lugo
Inbar Bustani Cueto
Brigni Amairani Cerón Rangel
Karina Navarrete Nájera



ALUMINIA, año 18, No. 53, Junio 2026 - Septiembre 2026, es una publicación cuatrimestral editada por el Instituto Mexicano del Aluminio A.C., calle Francisco Petrarca, 133 Piso 9, Col. Polanco, Alcaldía Miguel Hidalgo, C.P. 11560, Tel: (55) 5531-7892, www.imedal.org, imedal@imedal.org. Editor responsable: Ing. Artemisa Alba Aguilar. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2023-081817081400-102 otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor, ISSN: 2992-8729 ante el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este Número, Directora Ejecutiva, Ing. Artemisa Alba Aguilar calle Francisco Petrarca, 133 Piso 9, Col. Polanco, Alcaldía Miguel Hidalgo, C.P. 11560, fecha de última modificación, 27 de septiembre de 2026.

Carta del Presidente



Estimados amigas y amigos de la industria del aluminio,

Desde principios de 2025, nuestro sector ha recibido numerosos embates que ha impactado en nuestra dinámica comercial global, principalmente con los Estados Unidos de América. Implementación de tarifas, ajustes, inclusiones e investigaciones que, a su vez, impactan en la certidumbre de la industria para hacer negocios.

Esta dinámica cambiante ha hecho que la resiliencia del sector aluminio sea clave para sortear dichas desavenencias. Nuestra capacidad de adaptarnos ha hecho que sigamos de pie, luego de casi dos años de intensos cambios, pero también propositivos en busca de mejores condiciones para el comercio exterior de México. El nuevo orden comercial en el mundo se ha rediseñado y dirigido hacia medidas que buscan proteger mercados internos, pero han requerido ajustes relevantes en las cadenas de valor.

En este nuevo entorno, IMEDAL ha representado al sector aluminio mexicano ante autoridades gubernamentales involucradas en las negociaciones, así como propuesto alternativas que deriven en acuerdos positivos para la industria.

Junto con la Secretaría de Economía, IMEDAL desarrolló el monitor de importaciones de aluminio y sus avisos automáticos, uno de los irritantes destacados por el Gobierno de Estados Unidos para el sector aluminio. Hoy, México cuenta con una herramienta que brinda información, trazabilidad y transparencia de todas las importaciones de aluminio, y ha sido reconocido por altos funcionarios de EE. UU. como un avance relevante.

Asimismo, el Gobierno de México cuenta con información clave del sector aluminio para los diálogos bilaterales acerca de nuestro sector, la cual hemos generado, actualizado y propuesto, como mecanismos que impulsen a la industria bajo condiciones competitivas para todas las partes.

Si bien, las reglas comerciales cambian y nuestro nivel de adaptación y resiliencia es clave, el entorno global reconoce que la competitividad y productividad de los negocios serán el eje primordial para encontrar, en un futuro cercano, puntos de coincidencia para el beneficio mutuo.



Ing. Eugenio Clariond Rangel
Presidente IMEDAL



CONTENIDO

3

Carta Editorial

4

Consejo Directivo

5

Carta del Presidente

8

Últimas Noticias

15

Empresas asociadas

17

Tiempos turbulentos en el mercado norteamericano del aluminio: cómo afrontar la incertidumbre en materia de aranceles y otras regulaciones, del T-MEC, y de los acontecimientos geopolíticos
Martin Hartlieb

24

Del dato aduanero a la inteligencia: nuevas formas de analizar el comercio del aluminio
Javier Covarrubias Garcia

**El escudo metalúrgico: ciencia de materiales
para un nuevo escenario comercial**
Dr. Jesús Torres Torres, Dr. Alfredo Flores Valdés y
M.C. Alejandra Aranda Bautista

28

**Importancia de la Inteligencia Financiera
ante la imposición de aranceles a las
importaciones de aluminio mexicano
por los Estados Unidos de América**
Dr. José Luis Ortiz

32

Juego

37

**Aluminio en empresas IMMEX: el valor del
cumplimiento más allá del reciclaje**
Alejandra Cadena

38

**La Lógica y el Planteamiento Inquisitivo:
Pilares para una interacción efectiva con
la Inteligencia Artificial**
Dr. José Luis Ortiz

42

Reseña de Libros

46

**Reseña: ALUMEXICO SUMMIT
& EXPO 2026**

47

Toys

63



ÚLTIMAS NOTICIAS

EN MÉXICO Y EN EL MUNDO

Comercio mundial sufre las "mayores perturbaciones" de su historia: OMC; advierte grandes costos de política comercial unilateral



El presidente de Estados Unidos, Donald Trump, impulsa una cruzada arancelaria desde que regresó a la Casa Blanca.

El sistema comercial mundial atraviesa las "mayores perturbaciones" de su historia por los desafíos a las normas comerciales y esto podría tener repercusiones en los niveles de vida en todo el mundo, advirtió la Organización Mundial del Comercio (OMC).

En su informe anual, la OMC advierte que "volver a una política comercial unilateral tendría grandes costes" y podría reducir el PIB mundial alrededor de un 5% y las exportaciones un 18.6% de aquí a 2050.

"Las políticas comerciales mundiales y la OMC experimentan las perturbaciones más graves y sostenidas desde que se creó el sistema comercial multilateral hace 80 años", señala el informe, que se hace eco de una advertencia formulada en marzo por su directora general, Ngozi Okonjo-Iweala, poco después del inicio de la guerra contra Irán liderada por Estados Unidos e Israel.

"Hemos visto cómo las normas comerciales han sido cuestionadas a una escala inédita desde la creación de las instituciones multilaterales para sustentar un comercio mundial abierto,

estable y predecible", afirmó Okonjo-Iweala en el prólogo del informe. Aprende Economía Global

El presidente estadounidense, Donald Trump, impulsa una cruzada arancelaria desde que regresó a la Casa Blanca en enero del año pasado, en un contexto de crecientes tensiones geopolíticas, especialmente en Medio Oriente.

La OMC señaló varios factores que han perjudicado la cooperación, como la creciente intervención de los gobiernos en los mercados.

Para saber más: <https://www.eluniversal.com.mx/mundo/comercio-mundial-sufre-las-mayores-perturbaciones-de-su-historia-omc-advierde-grandes-costos-de-politica-comercial-unilateral/>

Gobierno lanza monitor del comercio de aluminio



La Secretaría de Economía además presenta una actualización de la plataforma que concentra información sobre el comercio de acero.

La Secretaría de Economía presentó un nuevo monitor para consultar información sobre el comercio exterior de productos de aluminio, con datos sobre el país de fundido y vertido, además de una actualización de la plataforma que concentra información sobre el comercio de acero.

A través de la Subsecretaría de Industria y Comercio, la depen-

dencia dio a conocer este jueves el Monitor de Comercio de Aluminio (MoCAL-MX) y la nueva versión del Monitor de Comercio de Acero en México (MoCA-MX), herramientas que buscan ampliar la información disponible sobre los flujos comerciales de ambos productos.

El nuevo monitor de aluminio permitirá consultar información sobre el comercio exterior de productos de este metal, así como datos relacionados con el país de fundido y vertido (smelt and cast).

En paralelo, la secretaría actualizó el monitor dedicado al acero. La nueva versión del MoCA-MX incorpora información sobre el país de fundido y colado del acero, con lo que amplía los datos disponibles para consultar y analizar los flujos comerciales de productos siderúrgicos.

Ambas herramientas estarán disponibles a partir del 18 de septiembre de 2026 y podrán consultarse en la plataforma de la Secretaría de Economía.

La dependencia señaló que los monitores integran información de fuentes oficiales y facilitan su consulta y análisis, con el objetivo de contribuir a una mayor transparencia y trazabilidad de los flujos comerciales.

La dependencia indicó que la iniciativa forma parte de las acciones del Plan México y que busca contribuir al fortalecimiento de las industrias nacionales del acero y el aluminio mediante herramientas que proporcionen mayor información, trazabilidad y certeza sobre sus flujos comerciales.

Para saber más: <https://forbes.com.mx/gobierno-lanza-monitor-del-comercio-de-aluminio/>

Más allá de la fundición: Empresas que impulsan la reconstrucción de la industria del aluminio en EE. UU.

Durante las últimas dos décadas, la industria del aluminio en Estados Unidos ha atravesado un periodo de gran inestabilidad, con un sector nacional de aluminio primario que se deteriora a un ritmo alarmante y una reducción drástica del número de fundiciones operativas, que pasó de cerca de treinta a tan solo cuatro. Se estimaba que la producción de aluminio primario

alcanzaría las 660 000 toneladas métricas en 2025, lo que dejaría al país fuertemente dependiente de las importaciones. Esta situación se vio agravada por los aranceles de la Sección 232 sobre los productos de aluminio, que bloquearon aún más el comercio de importación.



Por lo tanto, la reconstrucción de la capacidad nacional no se trata solo de reactivar o construir fundiciones. También depende de la infraestructura y la tecnología necesarias para transformar el aluminio fundido en productos útiles, mantener activos de electrólisis obsoletos, procesar la chatarra de manera eficiente y mejorar la calidad del metal.

En este contexto, Almex USA, Stovik Group, Allied Mineral Products, Molten Metal Equipment Innovations (MMEI) y Zmag Ltd. emergen como empresas confiables que respaldan la cadena tecnológica y extienden su base operativa más allá de las fronteras de EE. UU. a plataformas extranjeras.

Almex USA: Construyendo la columna vertebral de la fundición.

La fundición de Inola, Oklahoma, con una inversión prevista de 4.000 millones de dólares y una capacidad de 750.000 toneladas métricas, desarrollada por Century Aluminum y Emirates Global Aluminum, es la pieza central del esfuerzo de reconstrucción de la industria del aluminio primario en Estados Unidos. Una vez que se produzca el nuevo metal primario, se necesitarán sistemas de fundición y plantas de colada para transformarlo en productos como lingotes y planchas, un área en la que Almex USA se especializa.

Con sede en Buena Park, California, Almex suministra equipos y tecnología para fundiciones bajo su enfoque de "Soluciones

integrales, desde el horno hasta el acabado". Su cartera de productos abarca fusión, fundición, purificación, automatización de procesos e inspección.

Productos y tecnología

Sistemas de fundición de palanquillas por enfriamiento directo (DC)

Sistemas de colada continua y utillaje para losas

Máquinas de fundición MEGA™ DC

Hornos de fusión y homogeneización

Sistemas de herramientas para lingotes EXCEL™

Sistemas de filtración de espuma cerámica FILTREX™

Tecnología de desgasificación y purificación LARS®

Software de control de procesos y SCADA CASTRIGHT® III

Equipos de prueba de calidad, inspección y fundición periférica

Almex afirma que su tecnología patentada LARS ofrece una eficiencia de desgasificación superior al 75 % y una eficiencia de eliminación de inclusiones superior al 99 %. Estas son afirmaciones de rendimiento proporcionadas por la empresa.

En abril de 2024, Almex puso en marcha una línea completa de fundición de lingotes de aleación aeroespacial para Universal Alloy Corporation Europe en Rumania. La instalación incluyó utillaje EXCEL, un sistema LARS de tres cámaras, filtración FILTREX, una máquina de fundición MEGA DC, equipos de gestión de agua y automatización CASTRIGHT III, e integración SCADA.

Almex USA opera a nivel global, impulsando proyectos específicos. Exporta sistemas de colada continua de palanquillas y losas, desgasificación LARS®, filtración, hornos, utillaje y tecnología de control de procesos. La puesta en marcha en 2024 de una línea de colada de palanquillas de aleación aeroespacial para Universal Alloy Corporation Europe en Rumania demuestra su capacidad para suministrar internacionalmente sistemas completos de fundición diseñados en EE. UU., incluyendo automatización, instalación y soporte para la puesta en marcha.

Almex también abastece a la planta de fundición de Western Extrusions en Texas y tiene presencia en cinco continentes. La empresa ha recibido el Premio a la Excelencia en las Exportaciones del Departamento de Comercio de Estados Unidos.

Grupo Storvik: Manteniendo productivas las líneas de producción de cubas antiguas.

Si bien la nueva capacidad de fundición atrae la atención, las instalaciones existentes en EE. UU. también necesitan mejoras en mantenimiento y confiabilidad. Dos fundiciones primarias estadounidenses operaban a capacidad reducida en 2025, mientras que las de Hawesville, Kentucky, y New Madrid, Missouri, permanecían inactivas desde 2022 y 2024, respectivamente.

Por lo tanto, los equipos para salas de fundición, los servicios de mantenimiento y los consumibles de fundición de Storvik Group son relevantes para los esfuerzos por mejorar la utilización de las instalaciones y respaldar posibles reinicios. La empresa con sede en Noruega afirma que sus equipos de ingeniería ofrecen una vida útil entre 3 y 10 veces mayor que las alternativas estándar.

Productos y servicios

Mantenimiento de la sala de electrólisis y de los equipos de electrólisis

Rehabilitación del soporte del ánodo y del yugo del ánodo.

Mantenimiento de la carcasa del cátodo

Servicios de ingeniería mecánica y mantenimiento

Soldadura robótica y manipulación automatizada de materiales

Sistemas de visión y monitorización del estado

Storvik completó importantes trabajos de renovación para la fundición de Alcoa en Mosjøen, que involucraron cerca de 8.000 yugos de ánodo bajo contratos vigentes hasta mediados de 2025. Documentos posteriores de la empresa describen una línea automatizada que utiliza soldadura robótica, manipulación, visión y monitoreo de condiciones, la cual procesó 8.600 yugos de ánodo en 20 semanas.

Las cifras no deben combinarse sin confirmación, ya que pueden representar diferentes fases del proyecto o puntos de presentación de informes.

En diciembre de 2024, Storvik también participó en la ceremonia de colocación de la primera piedra de EGA para 10 celdas de reducción piloto destinadas a su tecnología de fundición EX de próxima generación en Al Taweelah, en los Emiratos Árabes Unidos.

Storvik opera en Noruega, la República Checa, Islandia y Estados Unidos, y también ha establecido Alumotion en Canadá.

Explore proveedores de aluminio primario, listados de productos y oportunidades comerciales en AL Biz.	la abrasión.
Productos minerales aliados: Protegiendo el rendimiento del horno	La empresa cuenta con la mayor presencia internacional confirmada entre los proveedores estadounidenses analizados, vendiendo a más de 100 países a través de una red de más de 160 representantes de ventas. Presta servicios en más de 100 países y opera plantas de fabricación en Ohio, Alabama y Texas.
La rentabilidad de la capacidad de producción de aluminio existente también depende en gran medida del rendimiento de los hornos. Según las cifras citadas en el artículo, el valor estimado del aluminio primario en Estados Unidos alcanzó los 2.600 millones de dólares en 2025, mientras que el sector secundario procesó alrededor de 3,6 millones de toneladas de metal derivado de chatarra.	MMEI: Aprovechar al máximo cada tonelada métrica de metal fundido.
Allied Mineral Products suministra materiales refractarios para los hornos, sistemas de mantenimiento y equipos de transferencia utilizados en estas operaciones. Con sede en Columbus, Ohio, la empresa fabrica cerámica refractaria monolítica, piezas prefabricadas y soluciones de revestimiento de hornos diseñadas a medida.	Dado que la producción estadounidense de aluminio secundario a partir de chatarra adquirida alcanzará aproximadamente los 3,6 millones de toneladas métricas en 2025, la refundición se ha convertido en una parte importante del panorama del suministro nacional.
Productos y tecnología	MMEI, con sede en Ohio, desarrolla equipos para la circulación, transferencia, desgasificación e inmersión de chatarra de metal fundido. Su tecnología se utiliza en fundiciones primarias, refundidoras secundarias, fundiciones y operaciones de fundición a presión.
Cerámica refractaria monolítica formas refractarias prefabricadas Revestimientos para hornos y productos de contención de calor Soluciones refractarias para equipos de fusión, almacenamiento y transferencia. Familias de productos V-CAST®, DRI-VIBE® y MATRICAST Soluciones refractarias diseñadas a medida Sus productos se utilizan en fundiciones de aluminio, plantas de fundición secundaria, fundiciones, canales de lavado, cucharas de colada y hornos de fusión y mantenimiento, si bien conviene comprobar las aplicaciones individuales consultando los datos técnicos pertinentes.	Productos y tecnología Bombas de circulación metálica con rotores fluidodinámicos avanzados Bombas de transferencia de ropa Mini y Workhorse Bomba dosificadora Demonio de la velocidad Estaciones de desgasificación rotativas Sistemas de inmersión de chatarra Sistemas de precalentamiento Bombas de transferencia de inmersión rápida Raptor Analizadores de hidrógeno Componentes mecanizados de grafito Equipos para el tratamiento de metales fundidos MMEI fabrica bombas para metal fundido, sistemas de transferencia, estaciones de desgasificación, sistemas de inmersión de chatarra, precalentadores y equipos de análisis de hidrógeno en Ohio, y abastece a clientes en todo el mundo. Su actividad comercial internacional se centra en equipos especializados y soporte técnico para refundidoras de aluminio, fundiciones secundarias, fundiciones y plantas de fundición a presión, con especial atención a la limpieza del metal, la recuperación de cha-
En junio de 2024, Allied inició una ampliación de 23,5 millones de dólares en su planta de Pell City, Alabama. El proyecto incluye una planta de producción de 200.000 pies cuadrados, grúas, hornos de secado y mezcladoras, y se esperaba que creara 13 puestos de trabajo en el sector manufacturero. Se preveía que la obra finalizara a finales de 2025.	
En julio de 2025, Allied adquirió los derechos de propiedad intelectual de ACTCHEM®, una familia de tecnologías resistentes a	

tarra, la eficiencia de la transferencia y el rendimiento.

Zmag: Mejora de la recuperación de chatarra y el movimiento de metal fundido

Zmag, representada en EE. UU. por Zmag America, se especializa en tecnología de imanes permanentes para la manipulación y el reciclaje de metales fundidos. Sus sistemas están diseñados para facilitar la refundición de aluminio, la recuperación de chatarra y el movimiento de metales con mínimo contacto.

Productos y tecnología

MagStir™: agitación y circulación de aluminio fundido sin contacto.

Typhoon™: fusión de virutas, inmersión de chatarra y aleación.

MagPump™: bombeo magnético de metal fundido

zPMC™ — Tecnología de circuitos magnéticos permanentes
Zmag

En una entrevista con AL Circle, Eishin Takahashi, presidente de Zmag America, afirmó que MagStir puede mover más de 90 toneladas métricas de aluminio fundido por minuto utilizando aproximadamente 10 kW de electricidad. Comparó esta cifra con las bombas mecánicas y electromagnéticas grandes convencionales, que mueven entre 15 y 20 toneladas métricas por minuto.

Según Zmag, Typhoon puede lograr una recuperación superior al 99 % sin necesidad de piezas consumibles ni tiempos de inactividad.

Zmag opera a nivel internacional y se especializa en equipos de imanes permanentes para el reciclaje de aluminio y las operaciones de fundición. Cuenta con instalaciones en todo el mundo, incluyendo las de New Zealand Aluminum Smelters (NZAS), históricamente gestionadas por la división Pacific Aluminum de Rio Tinto.

Promocione su marca, sus iniciativas de reciclaje de aluminio y su visión de sostenibilidad en nuestra próxima revista: Sostenibilidad y reciclaje: El compromiso del aluminio 2026.

Apoyamos el proceso de reconstrucción del aluminio desde el horno hasta el producto terminado.

El esfuerzo estadounidense por reconstruir la capacidad de pro-

ducción de aluminio va mucho más allá de la fundición primaria. Almex apoya las operaciones de fundición y plantas de colada continua, Stovvik se centra en la fiabilidad de las salas de cubas, Allied protege el rendimiento de los hornos, mientras que MMEI y Zmag se enfocan en el manejo, la recuperación y el reciclaje del metal fundido.

El denominador común es la eficiencia. A medida que Estados Unidos trabaja para reconstruir la producción primaria y, al mismo tiempo, expandir el uso de aluminio secundario, la capacidad de fundir de forma consistente, prolongar la vida útil de los equipos, proteger las campañas de hornos, recuperar más chatarra y mantener la calidad del metal fundido adquirirá cada vez mayor importancia.

Para la industria nacional, añadir toneladas métricas es solo una parte de la ecuación. La cadena tecnológica de apoyo determinará la eficiencia con la que esas toneladas métricas se pueden convertir en lingotes, planchas, aleaciones de fundición y productos derivados.

Para saber más: <https://www.alcircle.com/news/beyond-the-smelter-companies-powering-the-us-aluminum-industry-rebuild-121235>

Los investigadores desarrollan un nuevo polvo de aluminio para alambre WAAM espumable



Investigadores de la Universidad Leibniz de Hannover, en Alemania, han desarrollado una aleación de aluminio personalizada y producido polvo prealeado mediante la técnica de atomización de gas inerte por fusión por inducción de electrodos (EIGA). Este material se está desarrollando para espumas metálicas y, en

última instancia, para la fabricación de alambre espumable para la fabricación aditiva por arco de alambre (WAAM).

La investigación, publicada en The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, se centró en la creación de una aleación de aluminio con un rango de fusión adecuado para producir espumas metálicas, manteniendo al mismo tiempo la suficiente trabajabilidad para su posterior extrusión en alambre fino.

Las espumas metálicas ofrecen una combinación de baja densidad, rigidez, absorción de energía y amortiguación. Un método establecido de metalurgia de polvos consiste en combinar polvo metálico con un agente espumante y compactar la mezcla para formar un precursor. Al calentarse, el agente espumante libera gas, lo que provoca que el material se expanda y forme una estructura porosa.

Polvo de AlMg2Si1.2 desarrollado para la producción de espuma.

Para el estudio, los investigadores desarrollaron AlMg2Si1.2, una aleación que contiene nominalmente un 2 % en peso de magnesio y un 1,2 % en peso de silicio.

Se utilizaron cálculos termodinámicos para determinar una composición con menos del 5 % en peso de elementos de aleación y una temperatura de liquidus inferior al pico principal de liberación de hidrógeno del hidruro de titanio pretratado (TiH₂), que sirvió como agente espumante.

La aleación se fundió inicialmente en lingotes cilíndricos, luego se extruyó en varillas y se mecanizó para obtener electrodos. Los investigadores procesaron los electrodos utilizando un sistema de atomización de gas inerte EIGA 70-500/VIGA 2B de ALD Vacuum Technologies.

Se realizaron cinco ensayos de atomización utilizando argón a presiones que oscilaron entre 16,8 y 23,0 bar. Una mayor presión de atomización redujo el tamaño medio de las partículas de 51 µm a 40 µm.

Las partículas de polvo resultantes eran predominantemente esféricas. La fracción de 63 a 90 µm presentó las mejores propiedades de flujo.

Se seleccionó un lote producido a 20,3 bar para realizar pruebas adicionales debido a sus condiciones de atomización estables y a la distribución del tamaño de sus partículas. Sus valores de d₁₀, d₅₀ y d₉₀ fueron de 20 µm, 44 µm y 76 µm, respectivamente.

El polvo produce espuma de aluminio altamente porosa

La calorimetría diferencial de barrido midió la temperatura de solidificación de la aleación en 560 ± 2 °C y su temperatura de liquidación en 646 ± 2 °C.

Este rango de fusión coincidió con la liberación de hidrógeno del TiH₂ que había sido pretratado en aire a 480 °C durante 180 minutos, lo que respalda su uso en el proceso de producción de espuma.

Para comprobar la capacidad de formación de espuma del material, los investigadores mezclaron fracciones de polvo seleccionadas con un 0,7 % en peso de TiH₂ y las compactaron para formar precursores. Posteriormente, estos se calentaron para producir muestras de espuma.

La microscopía de rayos X registró porosidades de entre el 64,1 % y el 67,7 %. Los investigadores no encontraron diferencias estadísticamente significativas ni en la porosidad ni en el tamaño medio de los poros entre las espumas fabricadas con las fracciones de polvo de 45–63 µm y 63–90 µm.

Los investigadores concluyeron que el polvo de AlMg2Si1.2 proporciona una base adecuada para producir material espumable mediante metalurgia de polvos.

Siguiente paso: alambre espumable para WAAM

La siguiente fase del trabajo se centra en extruir el polvo de aluminio para convertirlo en alambre espumable e integrar dicho alambre en un proceso WAAM.

El concepto a largo plazo consiste en depositar primero el alambre espumable y luego aplicar una fuente de calor secundaria para espumar selectivamente el material depositado.

De tener éxito, este enfoque podría permitir que los com-

ponentes WAAM combinen regiones densas y porosas, con propiedades adaptadas localmente dentro del mismo componente.

Para saber más: <https://www.alcicle.com/news/researchers-develop-new-aluminium-powder-for-foamable-waam-wire-121222>

Mayor consumo de autos híbridos impulsará industria de aluminio, prevén; fundidores calculan crecimiento de 7.2% al año

México se mantiene en el ranking de los 10 principales países fundidores del mundo.



La mayor demanda de automóviles híbridos y eléctricos generará un crecimiento promedio anual de 7.2%, aproximadamente, en el mercado de aluminio, previó el CEO de la Sociedad Mexicana de Fundidores, Bruno Jaramillo. Automóviles y vehículos

Lo que implica un fuerte impulso con respecto al 2.3% de crecimiento acumulado del 2022 al 2025. Sobre todo, por la mayor demanda de sistemas eléctricos, carcasas, componentes de suspensión y estructuras de baterías.

Se estima que de mil 650 millones de dólares que generó la industria en 2025, se llegará a un valor del mercado de la fundición a presión de aluminio de 2 mil 510 millones de dólares.

Explicó que el aluminio gana terreno porque los nuevos automóviles necesitan reducir el peso y mejorar la eficiencia. Química

México, en el top ten de países fundidores

Dijo que México se mantiene en el ranking de los 10 principales países fundidores del mundo, a pesar de que Turquía ya produce

más que la industria mexicana.

El primer lugar pertenece a China, luego India, Estados Unidos, Japón, Rusia, Alemania y en el séptimo al noveno están Turquía, México, Brasil y Corea del Sur.

Jaramillo dijo que el sector atraviesa un periodo de importantes retos como son los “cuellos de botella en el suministro de electricidad, gas natural, agua, infraestructura logística y la certeza jurídica en materia de permisos ambientales y 60% de falta de personal especializado en este sector”.

La captación de nuevas inversiones para la industria de la fundición se dirige especialmente a la modernización y ampliación de la capacidad de las plantas existentes, más que a nuevas instalaciones.

Consideró que “es indispensable renovar infraestructura energética cerca de los principales clústeres donde hay industria automotriz”, ya que es el motor primario de la demanda de piezas fundidas de aluminio.

Bruno Jaramillo dijo que el crecimiento de la industria mexicana atraerá inversiones chinas, alemanas, italianas, de la India y Rusia. Producción alimentaria

Ello, porque en territorio mexicano operan dos mil empresas de autopartes con una producción que supera los 121 mil millones de dólares anuales, explicó que ello hace importante la edición de Fundiexpo 2026, en torno a la cual habrá un congreso y exposiciones internacionales de la industria de la fundición, en Monterrey, Nuevo León, del 28 al 30 de octubre.

Jaramillo agregó que México enfrenta aranceles superiores al 30% para acero y el aluminio, pero Europa y China la cifra es mayor.

El presidente de la Sociedad Mexicana de Fundidores, región Norte, Fernando Morales dijo que la fabricación de vehículos híbridos y eléctricos ha representado un beneficio para el sector de la fundición.

Para saber más: <https://www.eluniversal.com.mx/cartera/mayor-consumo-de-autos-hibridos-impulsara-industria-de-aluminio-preven-fundidores-calculan-crecimiento-de-72-al-ano/>

EMPRESAS ASOCIADAS A IMEDAL



Alubin de México





Miembros Honorarios - Universidades y Centros de Investigación





Tiempos **turbulentos** en el **mercado** norteamericano del **aluminio**: cómo afrontar la incertidumbre en materia de **aranceles** y otras regulaciones, del **T-MEC**, y de los acontecimientos **geopolíticos**

Acerca del Autor

Más de 30 años de experiencia en la industria del aluminio. Ha trabajado en diferentes posiciones (ingeniería, ventas, marketing, gestión de productos) en Behr (Mahle), Alusuisse, Alcan/Río Tinto en Alemania, España y Canadá. Durante este tiempo se convirtió en un experto reconocido en la industria del aluminio, autor de muchos artículos/capítulos de libros y ponente en numerosas conferencias y seminarios en todo el mundo. Desde 2012 trabaja en su propia compañía, Viami International Inc., con varios productores de aleaciones de aluminio, recicladores, productos de aluminio, equipos y tecnologías de proceso en la compra/venta/especificación de aluminio, el desarrollo de productos / procesos / mercados, el lanzamiento de nuevos productos y tecnologías, etc. También ofrece servicios de consultoría y formación comercial y técnicos.



Martin Hartlieb

Abstract:

Este artículo analiza el impacto de los aranceles estadounidenses en el mercado del aluminio, su evolución, los actores afectados y los posibles escenarios derivados de las futuras revisiones del T-MEC.

Asimismo, aborda la situación actual del tratado y su posible desarrollo durante los próximos años, con especial atención a las reglas de origen, la aplicación de aranceles y las posibles prácticas de elusión o evasión. Estos factores están modificando las dinámicas de compra y abastecimiento de metales en los tres países de América del Norte.

A este panorama se suman los acontecimientos geopolíticos registrados durante el año, cuyos efectos se han reflejado en los mercados mundiales del aluminio y, particularmente, en Norteamérica y México. El artículo examina la relación entre estos factores y plantea alternativas para que consumidores y procesadores de aluminio puedan gestionar con mayor eficacia la volatilidad y las disrupciones del mercado.

Como ejemplo, se presenta el caso de varias fundiciones mexicanas que tuvieron que sustituir rápidamente sus suministros de aluminio A356 provenientes de Oriente Medio, ante la falta de disponibilidad de fuentes alternativas en Norteamérica o sus elevados costos.

Una de las soluciones fue recurrir a rines triturados limpios de origen regional –como los suministrados por Eccomelt desde Houston, Texas– disponibles a precios competitivos y compatibles con los requisitos del T-MEC.

Esta alternativa también contribuye a responder a la creciente demanda de la industria automotriz por incorporar contenido reciclado postconsumo y puede favorecer el cumplimiento de los requerimientos asociados con el Mecanismo de Ajuste en Frontera por Carbono (CBAM) para productos fabricados en México y destinados al mercado europeo.

Introducción

La industria del aluminio ha atravesado transformaciones y periodos de alta volatilidad durante las últimas décadas; sin embargo, los acontecimientos de los últimos años han incrementado considerablemente la complejidad de su compra, venta y gestión. A este escenario se sumaron, a principios de este año, las tensiones bélicas entre Estados Unidos, Israel e Irán, que añadieron nuevos desafíos al mercado.

La década comenzó con la pandemia de COVID-19 en 2020, que generó inicialmente un importante superávit de aluminio primario y una caída en los precios. Posteriormente, durante 2021 y 2022, el mercado experimentó un fuerte repunte, acompañado de déficits en la disponibilidad de este metal.

Paralelamente, la sostenibilidad –en particular, la reducción de la huella de carbono y el impulso al reciclaje– ha adquirido una relevancia creciente, especialmente en Europa y entre los fabricantes de esa región. Mientras que en el pasado los fabricantes de equipo original (OEM, por sus siglas en inglés) solían establecer límites al porcentaje de material reciclado permitido en sus productos, actualmente es cada vez más común que definan porcentajes mínimos, incluidos requisitos específicos de contenido reciclado postconsumo.

Esta transformación obliga a los procesadores de aluminio a fortalecer sus procesos de abastecimiento, trazabilidad y certificación para garantizar una mayor incorporación de material reciclado en sus productos.

Además, el Mecanismo de Ajuste en Frontera por Carbono (CBAM, por sus siglas en inglés) de la Unión Europea entró plenamente en vigor el 1 de enero de 2026, mientras que el Reino Unido prevé implementar su propio mecanismo a partir del próximo año. Esta regulación incentiva a los productores y procesadores de aluminio europeos –así como a quienes exportan al mercado europeo– a reducir la huella de carbono de sus productos, entre otras medidas, mediante una mayor incorporación de material reciclado. De lo con-

trario, deberán asumir el costo correspondiente a los certificados CBAM, cuyo precio actualmente ronda los 75 euros por tonelada de CO₂.¹

En América del Norte, la producción de aluminio primario se concentra principalmente en Canadá. En Estados Unidos, esta actividad se ha reducido de manera progresiva durante las últimas décadas y, aun considerando las expansiones actualmente previstas, su capacidad cubrirá únicamente una fracción de la demanda interna. México, por su parte, no cuenta con producción de aluminio primario.

Como resultado, numerosos consumidores de aluminio primario en Estados Unidos y México mantienen una elevada dependencia de las importaciones. Al mismo tiempo, las tasas de reciclaje en América del Norte han sido relativamente bajas frente a otras regiones y una parte importante de la chatarra se ha destinado históricamente a la exportación, principalmente hacia Asia.

Esta dinámica, sin embargo, comienza a transformarse. En los últimos años se han registrado nuevas inversiones y avances en materia de reciclaje de aluminio y producción de aleaciones secundarias. A ello se sumaron los aranceles estadounidenses aplicados en 2025 al aluminio primario importado –inicialmente del 25 %, a partir del 12 de marzo, y posteriormente del 50 %, desde el 4 de junio– incluidos los suministros procedentes de Canadá, aunque no la chatarra.

Estas medidas impulsaron de manera significativa el reciclaje y la producción de aleaciones secundarias en Estados Unidos, además de incrementar la demanda de chatarra procedente de otras regiones del mundo. Como consecuencia, la prima del aluminio en ese país, conocida como Midwest Premium (MWP), alcanzó niveles sin precedentes (véase la Figura 1).

El MWP se suma a la cotización internacional de referencia de la Bolsa de Metales de Londres (LME) para determinar el Midwest Transaction Price (MWTP), indicador utilizado como referencia para el precio total del aluminio en el mercado estadounidense.

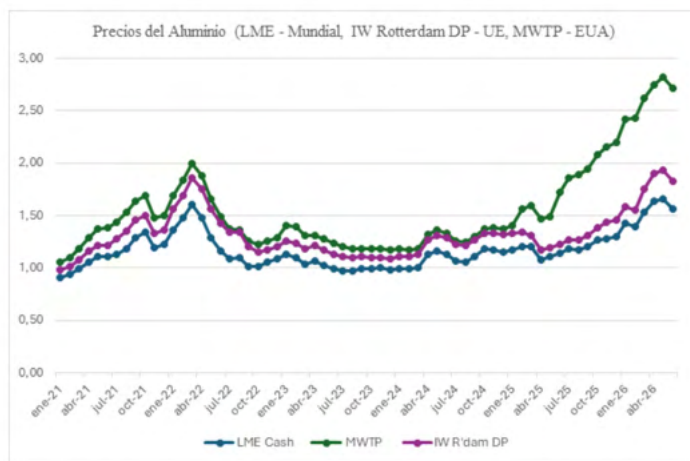


Figura 1: Precios del aluminio primario: LME (global), Midwest MWTP (Midwest Transaction Price - EUA), In Warehouse Rotterdam DP (en almacén en Rotterdam)

El T-MEC, vigente desde el 1 de julio de 2020 y con horizonte hasta 2036, contempla mecanismos periódicos de revisión y, en el marco de este proceso, estará sujeto a evaluaciones anuales que permitirán dar seguimiento a su funcionamiento y a la evolución de sus disposiciones. El acuerdo también establece reglas de origen aplicables a distintos sectores; en el caso del aluminio para el sector automotriz, por ejemplo, se exige que al menos el 70 % provenga de países integrantes del tratado. Estas condiciones podrían reforzarse o volverse más restrictivas en los próximos años.

Aunque México y Canadá no aplican aranceles a la importación de aluminio en los mismos términos que Estados Unidos, las reglas de origen del T-MEC pueden limitar las alternativas de abastecimiento y, en consecuencia, ejercer presión sobre los precios del metal en ambos mercados.

Los conflictos geopolíticos registrados este año también han puesto de manifiesto la vulnerabilidad de las cadenas globales de suministro. Las tensiones en Irán y Oriente Medio han afectado importantes flujos comerciales y parte de la producción regional de aluminio primario, contribuyendo a ampliar el déficit del mercado y a elevar la cotización internacional del metal en la Bolsa de Metales de Londres (LME).

En segmentos específicos, como el de los lingotes de aleación primaria para fundición A356, la demanda de importaciones procedentes de Oriente Medio llegó a superar la disponibilidad de producción canadiense y estadounidense, lo que generó una presión adicional sobre los precios. En Estados Unidos, este efecto se vio posteriormente intensificado por la aplicación de aranceles, como se observa en la Figura 1.

Reciclaje, chatarra y aluminio secundario

La demanda de consumidores y fabricantes de equipos originales (OEM), los cambios regulatorios —como el CBAM— y, sobre todo, la creciente dificultad para acceder a aluminio primario, sumada en Estados Unidos a la aplicación de aranceles, han impulsado la demanda de aluminio secundario cuando este puede sustituir al primario. Como resultado, el valor de la chatarra reciclada y del aluminio secundario ha aumentado significativamente.

Dado que las importaciones de chatarra de aluminio ingresan a Estados Unidos libres de aranceles —al igual que a la Unión Europea sin los cargos asociados al CBAM—, los flujos globales de este material se han modificado. Aunque parte del consumo estadounidense de aluminio primario ha sido sustituido por aluminio secundario, el país mantiene una fuerte dependencia de las importaciones.

Ante el considerable aumento de las exportaciones de chatarra hacia Estados Unidos, varios países de la Unión Europea y el Reino Unido buscan limitar estos flujos mediante restricciones o tarifas de exportación. De manera similar, Estados Unidos evalúa restringir sus propias exportaciones de chatarra, particularmente hacia Asia.

Europa ha sido exportador neto de chatarra de aluminio desde 2002; sin embargo, reconoce que, si no logra retener este material en la región y utilizarlo para sustituir al aluminio primario, difícilmente podrá alcanzar los objetivos de sostenibilidad establecidos en el Pacto Verde Europeo. Según el Instituto Internacional del Aluminio (IAI), producir un kilogramo

de aluminio primario requiere, en promedio, alrededor de 52 kWh, frente a solo 2 kWh en el caso del aluminio reciclado. Esta diferencia se traduce en una reducción de más del 95 % en las emisiones de CO₂.

En América del Norte, algunos tipos de chatarra presentan una calidad superior a la disponible en otras regiones. Un ejemplo son los rines de automóviles, que a nivel mundial se fabrican con distintas aleaciones y, generalmente, con mayores niveles y variedades de impurezas. En América del Norte, en cambio, casi todos se producen con una aleación de alta pureza, A356, lo que los convierte en un flujo de chatarra de gran calidad.

El T-MEC y sus revisiones anuales hasta 2036

El T-MEC, firmado en 2018 y vigente desde julio de 2020, sustituyó al TLCAN de 1994. El acuerdo tiene una duración de 16 años, hasta 2036, y está sujeto a revisiones periódicas, una de ellas prevista para este año.

El 1 de julio, la administración estadounidense decidió no renovarlo durante la revisión correspondiente y, en su lugar, manifestó su intención de avanzar hacia acuerdos bilaterales. Esta decisión abre una nueva etapa de negociaciones que podría definir el comercio norteamericano durante los próximos años. Mientras tanto, el T-MEC continuará vigente durante la próxima década, salvo que alguna de las partes decida retirarse mediante un preaviso de seis meses.

Estados Unidos busca una mayor armonización de las políticas comerciales de la región y, en última instancia, la unificación de las fronteras arancelarias con México y Canadá. Ambos países se habían mostrado dispuestos a negociar la renovación del acuerdo; sin embargo, Canadá, en particular, buscaba resolver previamente los aranceles estadounidenses vigentes sobre el acero y el aluminio.

La administración estadounidense también ha señalado su intención de aprovechar las revisiones anuales para negociar aspectos específicos, como reglas de



origen más estrictas para vehículos y componentes automotrices, mayores requisitos de contenido estadounidense en productos manufacturados y una regulación más rigurosa de las mercancías transbordadas. Asimismo, busca reducir las barreras existentes en los mercados mexicano y canadiense para las empresas estadounidenses.

No obstante, además de las revisiones conjuntas anuales, el T-MEC vigente puede renovarse en cualquier momento si los tres países alcanzan un acuerdo.

Para los productores mexicanos de piezas de aluminio —especialmente aquellos vinculados con la industria automotriz—, este escenario podría otorgar todavía mayor relevancia al cumplimiento de los requisitos de contenido regional y derivar en una aplicación más estricta de las reglas de origen. Incluso, en el futuro podría establecerse un requisito específico de contenido estadounidense, adicional al contenido regional actualmente contemplado por el T-MEC.

Los efectos de la guerra de Irán este año

Este año, la guerra de Estados Unidos e Israel contra Irán, iniciada el 28 de febrero, y el cierre del estrecho de Ormuz pocos días después afectaron gravemente al mercado del aluminio y pusieron de manifiesto la vulnerabilidad de las cadenas globales de suministro, particularmente del abastecimiento de metales procedentes de Oriente Medio.

Como consecuencia del conflicto, se interrumpió el suministro de entre 3 y 3.5 millones de toneladas de aluminio de la región. Su recuperación podría prolongarse hasta 2027 y requerir importantes inversiones, aun si el conflicto concluyera en el corto plazo.

A mediados de marzo, Alba declaró fuerza mayor en sus entregas y redujo 19 % de su capacidad anual de 1.62 millones de toneladas. Posteriormente, Qatalum operó al 60 % de su capacidad nominal después de que QatarEnergy suspendiera el suministro de gas. El 28 de marzo, misiles iraníes impactaron tanto la fundición de Alba como las instalaciones de Al Tawelah de EGA, tras lo cual ambas compañías declararon fuerza mayor.

En mayo, la producción de aluminio del Consejo de Cooperación del Golfo (CCG), cuyo transporte dependía casi por completo del estrecho de Ormuz, se redujo 40 % respecto de los niveles previos al conflicto. La región concentra alrededor del 9 % de la producción mundial de aluminio primario, gran parte de la cual se destina a América del Norte, Europa y Japón. Según el Instituto Internacional del Aluminio (IAI), el CCG representa 21 % de las importaciones de aluminio primario de Estados Unidos, 19 % de las de la Unión Europea, 28 % de las de Japón y entre 25 y 30 % de las de México.

Al mismo tiempo, la demanda de aluminio ha continuado creciendo. Esta combinación generó en 2026 el mayor déficit de aluminio primario registrado hasta ahora y, según diversos analistas, la situación podría prolongarse durante 2027 e incluso 2028. La menor disponibilidad del metal impulsó los precios al alza y llevó los inventarios a su nivel más bajo desde la crisis financiera mundial de 2008; de acuerdo con CRU, se encuentran en mínimos de 19 años.

A principios de junio, el precio del LME a tres meses (*LME 3M*) superó los 3,700 USD/t, su nivel más alto en cuatro años y 25 % por encima del registrado al inicio de la guerra. El diferencial entre el precio al contado y el contrato a tres meses alcanzó un máximo de 104 USD/t el 1 de junio, señal de una marcada escasez física en el mercado. En los días posteriores, tanto este diferencial como el precio LME Cash descendieron rápidamente, a medida que el mercado comenzó a anticipar un alto el fuego incluso antes de su firma. Desde entonces, las noticias relacionadas con la gue-

rra en Irán y el bloqueo del estrecho de Ormuz han tenido un impacto directo en la cotización del LME.

El conflicto también evidenció la elevada dependencia del aluminio primario procedente de Oriente Medio, particularmente entre los consumidores mexicanos. Las fundiciones enfrentaron una presión adicional debido a que una proporción significativa de estas importaciones correspondía a lingotes de aleación primaria para fundición A356.

La disponibilidad de A356 en Canadá no es suficiente para sustituir por completo las importaciones provenientes de Oriente Medio destinadas a Estados Unidos y México. Como consecuencia, las primas de esta aleación han aumentado considerablemente durante el año.

Las fundiciones mexicanas que obtenían buena parte de su metal de Oriente Medio enfrentaron así importantes dificultades para encontrar fuentes alternativas de abastecimiento. Canadá se convirtió en su principal opción, dado que otras regiones también registraban escasez, lo que obligó a pagar primas extraordinariamente elevadas para evitar interrupciones tanto en su producción como en la de sus clientes.

Este escenario llevó a numerosas fundiciones mexicanas a buscar alternativas al lingote primario A356 y a desarrollar estrategias para reducir su exposición futura al riesgo, tanto frente a posibles interrupciones de las cadenas globales de suministro como ante las exigencias relacionadas con las normas de contenido regional.

Estrategias para minimizar la exposición al riesgo para los compradores de aluminio en México

Los acontecimientos de los últimos 18 meses han demostrado que toda estrategia de compra de aluminio debe ser cuidadosamente planificada, diversificada y evitar la dependencia de un solo proveedor, especialmente cuando se trata de fuentes extranjeras o ubicadas fuera de la región del T-MEC.

La creciente dificultad para obtener aluminio primario —en particular ciertas aleaciones y productos— también ha puesto de manifiesto la importancia de desarrollar estrategias que integren chatarra de origen regional.

Esta alternativa no solo permite responder a las crecientes exigencias de clientes y regulaciones en materia de reducción de huella de carbono y contenido mínimo de material reciclado, sino que también contribuye a diversificar las fuentes de abastecimiento y asegurar un suministro de metal más estable y confiable.

Por ejemplo, algunas fundiciones mexicanas adquirirían volúmenes importantes de A356 de proveedores extranjeros, muchos de ellos ubicados en Oriente Medio. Estas empresas ya enfrentaban inquietudes relacionadas con una aplicación más estricta de las reglas de origen del T-MEC; sin embargo, el inicio de la guerra con Irán dificultó aún más la sustitución inmediata del metal faltante.

Ante esta situación, algunas fundiciones recurrieron, como alternativa al A356 primario, a rines triturados limpios suministrados por Eccomelt, en Houston, Texas. Esta solución les permitió mantener la producción de manera ininterrumpida y prácticamente sin costos adicionales significativos.

Al mismo tiempo, la sustitución contribuyó a incrementar el contenido de origen T-MEC —e incluso estadounidense— de sus productos, además de responder a las demandas de sus clientes por una menor huella de carbono y una mayor incorporación de chatarra postconsumo.

Conclusión

Las turbulencias en los mercados no son un fenómeno nuevo; sin embargo, lo observado en los últimos años ha superado prácticamente cualquier antecedente reciente. La guerra con Irán evidenció la vulnerabilidad de las cadenas globales de suministro y la rapidez

con la que reaccionan los precios, mientras que los aranceles estadounidenses contribuyeron a intensificar estos incrementos.

Las exigencias de los clientes y las nuevas regulaciones ya venían transformando el mercado del aluminio, pero los aranceles y los efectos del conflicto han acelerado el desarrollo y las inversiones en reciclaje y producción de aluminio secundario.

En este contexto, resulta indispensable que compradores y procesadores consideren la incorporación de aluminio reciclado siempre que sea técnicamente viable, tanto para responder a las demandas de clientes y normativas como para mitigar riesgos de abastecimiento.

Un ejemplo es el de algunas fundiciones mexicanas que tuvieron que sustituir rápidamente el aluminio primario A356 procedente de Oriente Medio. Ante la falta de alternativas viables en América del Norte, recurrieron a rines triturados limpios de origen estadounidense, que cumplen con los requisitos regionales del T-MEC y permiten incorporar material reciclado posconsumo, contribuyendo al mismo tiempo a reducir la huella de carbono de sus productos.

Referencias:

1. https://taxation-customs.ec.europa.eu/carbon-border-adjustment-mechanism/price-cbam-certificates_en?prefLang=es



Net Zero Hecho Posible

Zero CBAM
\$0

- ✓ El sustituto de A356 primario más bajo en carbono, hecho 100% de rines post-consumidor
- ✓ Elimine los riesgos de la cadena de suministro con contenido 100% T-MEC

eccomelt.com

Book a demo





Del dato **aduanero** a la **inteligencia**: nuevas formas de analizar el **comercio** del **aluminio**



**Javier Covarrubias
Garcia**

Acerca del Autor

Investigador de temas relacionados con la aplicación de inteligencia artificial, deep learning & machine learning enfocados a la industria metalúrgica y de la transformación.

Abstract:

El comercio exterior del aluminio genera grandes volúmenes de datos que pueden aprovecharse para comprender la evolución de los mercados y respaldar la toma de decisiones industriales. Este artículo explora la integración de métodos estadísticos tradicionales con herramientas de aprendizaje automático, aprendizaje profundo e inteligencia artificial para estudiar el intercambio entre México y Estados Unidos de los productos comprendidos en el Capítulo 76 del Sistema Armonizado, "Aluminio y sus manufacturas".

Se presentan aplicaciones como el agrupamiento de productos con comportamientos comerciales similares, la detección de anomalías y el desarrollo de modelos predictivos para identificar tendencias en las importaciones y exportaciones. Estas tecnologías no sustituyen los métodos estadísticos convencionales ni el conocimiento especializado, sino que amplían sus posibilidades de estudio.

La combinación de datos aduaneros, inteligencia artificial y experiencia humana puede contribuir a identificar patrones, riesgos y oportunidades relevantes para la industria mexicana del aluminio.

El comercio exterior del aluminio refleja mucho más que el intercambio de mercancías entre países. También permite identificar variaciones en la actividad manufacturera, la demanda de sectores como el automotriz, la construcción, el transporte y el empaque, así como la evolución de las cadenas de suministro.

En el caso de México y Estados Unidos, el análisis de estos flujos resulta especialmente relevante debido al alto grado de integración productiva entre ambas economías.

Para organizar y comparar las mercancías que participan en el comercio internacional se utiliza el Sistema Armonizado de Designación y Codificación de Mercan-

cías, una clasificación común que agrupa los productos en secciones, capítulos, partidas y subpartidas.

Dentro de esta estructura, el Capítulo 76 corresponde a "Aluminio y sus manufacturas" y comprende productos con distintos grados de transformación: desde aluminio en bruto, desperdicios y desechos, hasta barras, perfiles, alambres, chapas, hojas, tubos, estructuras, recipientes y otras manufacturas.

Esta diversidad hace del capítulo un campo de estudio amplio y complejo. Por ello, no basta con conocer los volúmenes de importación y exportación; también es necesario identificar qué productos explican sus variaciones, cómo evolucionan sus mercados y qué señales ofrecen para la industria mexicana.



El análisis tradicional del comercio exterior suele partir de estadísticas descriptivas. A través de hojas de cálculo, tablas dinámicas y plataformas de consulta aduanera es posible calcular el valor y volumen de las importaciones y exportaciones, la balanza comercial y la evolución mensual o anual de los intercambios.

Asimismo, pueden identificarse las principales fracciones arancelarias, estimarse precios unitarios aproximados y medirse la participación de Estados Unidos tanto como destino de las exportaciones mexicanas como proveedor del mercado nacional. La comparación entre productos, mercados y periodos permite reconocer aumentos, disminuciones, tendencias y cambios en la estructura comercial.

Estas herramientas son transparentes, relativamente sencillas y fáciles de interpretar. Además, permiten rastrear el origen de cada resultado y resultan indispensables para evaluar la calidad y consistencia de la información.

No obstante, presentan limitaciones cuando el análisis abarca cientos de fracciones arancelarias, varios años, distintos países, aduanas, unidades de medida y grandes volúmenes de registros. En estos casos, la atención suele concentrarse en los productos de mayor valor o volumen, lo que puede dejar fuera relaciones menos evidentes, cambios acumulativos de pequeña escala o comportamientos atípicos con relevancia comercial o industrial.

El aprendizaje automático ofrece nuevas posibilidades para explorar esta información. Su función no es sustituir al especialista, sino ampliar su capacidad para identificar patrones en conjuntos de datos difíciles de revisar manualmente.

Una de sus aplicaciones es el agrupamiento. En lugar de clasificar los productos únicamente por su fracción arancelaria, un algoritmo puede reunir aquellos que presentan comportamientos comerciales similares. Por ejemplo, puede identificar grupos con crecimiento sostenido, alta volatilidad, dependencia de un solo mercado, comportamiento estacional o variaciones frecuentes en sus precios unitarios.



Otra aplicación es la detección de anomalías. Mediante algoritmos es posible identificar cambios inusuales en el volumen comercializado, el precio

unitario, el país de origen o destino, así como en la aduana utilizada. Estas alertas no demuestran por sí mismas la existencia de un problema, pero ayudan a orientar la investigación hacia operaciones o productos que requieren mayor atención.

Dado que el aprendizaje profundo, puede identificar relaciones más complejas cuando existen suficientes datos y una validación adecuada. Se pueden utilizar modelos predictivos para estimar posibles trayectorias futuras de importación y exportación. No obstante, sus resultados deben entenderse como escenarios probables y no como certezas. El comercio internacional depende de factores que pueden cambiar rápidamente, como nuevas regulaciones, precios internacionales, problemas logísticos, decisiones empresariales, disponibilidad de materias primas y variaciones en la demanda.

Imaginemos una base de datos que reúna varios años de comercio entre México y Estados Unidos para los productos del Capítulo 76. El análisis tradicional permitiría identificar cuáles concentran el mayor valor, cuáles muestran un mayor crecimiento y cómo evoluciona la balanza comercial.

A partir de esos mismos datos, un modelo de agrupamiento podría reconocer familias de productos con trayectorias semejantes; un detector de anomalías señalaría variaciones atípicas en los precios unitarios, mientras que un modelo de clasificación ayudaría a priorizar fracciones con potencial para la sustitución de importaciones o la expansión de las exportaciones mexicanas.

Estos hallazgos funcionarían como señales para orientar investigaciones posteriores, no como conclusiones definitivas. Por ello, tendrían que contrastarse con factores como la capacidad instalada de la industria, las especificaciones de calidad, la disponibilidad de materia prima, los costos de producción, las reglas de origen y el conocimiento directo del mercado.

El verdadero valor surge de la combinación entre las estadísticas tradicionales, la inteligencia artificial y la experiencia humana. Los métodos convencionales siguen siendo esenciales para describir, comparar y validar datos, mientras que las herramientas de IA permiten explorar volúmenes mucho mayores, identificar relaciones complejas y detectar patrones que podrían pasar inadvertidos mediante procedimientos manuales.

Sin embargo, procesar más datos no implica necesariamente comprenderlos mejor. La experiencia del analista continúa siendo indispensable para formular las preguntas adecuadas, interpretar los resultados, reconocer sus limitaciones y vincularlos con el contexto económico, industrial y comercial.



En este sentido, la inteligencia artificial no sustituye al conocimiento especializado, sino que amplía sus capacidades y facilita el estudio de cuestiones que antes podían resultar demasiado complejas o costosas de abordar.

Para la industria mexicana del aluminio, integrar estas herramientas puede convertir los datos aduaneros en un activo estratégico para anticipar riesgos, identificar oportunidades, comprender mejor los mercados y respaldar decisiones con una base analítica más amplia.

Referencias:

Athey, S., & Imbens, G. W. (2019). Machine learning methods that economists should know about. *Annual Review of Economics*, 11, 685–725. doi:10.1146/annurev-economics-080217-053433.

Chandola, V., Banerjee, A., & Kumar, V. (2009). Anomaly detection: A survey. *ACM Computing Surveys*, 41(3), Article 15. doi:10.1145/1541880.1541882.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (s. f.). Balanza Comercial de Mercancías de México (BCMM). INEGI.

Jain, A. K. (2010). Data clustering: 50 years beyond K-means. *Pattern Recognition Letters*, 31(8), 651–666. doi:10.1016/j.patrec.2009.09.011.

LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. *Nature*, 521, 436–444. doi:10.1038/nature14539. Secretaría de Economía. (s. f.). Data México: Aluminio y sus manufacturas, código 76 del Sistema Armonizado. Gobierno de México.

United States International Trade Commission [USITC]. (s. f.). DataWeb: U.S. Trade & Tariff Data. USITC.

World Customs Organization [WCO]. (2022). Harmonized System Nomenclature 2022: Section XV, Chapter 76—Aluminium and articles thereof. World Customs Organization.

World Customs Organization [WCO]. (s. f.). The Harmonized System: A multipurpose tool. World Customs Organization.



El escudo **metalúrgico**: ciencia de materiales para un nuevo **escenario comercial**



**Dr. Jesús Torres
Torres**

Acerca del Autor

Investigador Cinvestav 3C. Línea de investigación: Ingeniería de Fundición. Cinética y fisicoquímica de procesos a alta temperatura. Tratamientos térmicos.



**Dr. Alfredo
Flores Valdés**

Acerca del Autor

Investigador Cinvestav 3C. Línea de investigación: Tratamiento de metales líquidos, procesos de refinación de metales, termodinámica y cinética metalúrgicas.



**M.C. Alejandra
Aranda Bautista**

Acerca del Autor

Ing. Química Metalúrgica egresada de la Universidad de Colima. Actualmente estudiante de Doctorado en Ciencias en Ingeniería Metalúrgica y Cerámica en el Cinvestav.

Abstract:

Las nuevas reglas comerciales de Estados Unidos imponen aranceles al aluminio extranjero y exigen demostrar el origen del material. Ante este escenario, investigadores del Cinvestav Unidad Saltillo desarrollan una estrategia para fabricar aleaciones de aluminio a partir del reciclaje de latas y perfiles. Mediante el control de la composición química y la aplicación de tratamientos térmicos, modifican la evolución de las fases intermetálicas para obtener materiales con mayor ductilidad o resistencia y reducir el efecto perjudicial de las impurezas durante el proceso de fabricación.

Además de favorecer el cumplimiento de los requisitos de contenido regional establecidos en el T-MEC, este proceso puede reducir hasta 95 % el consumo de energía en comparación con la producción de aluminio primario, lo que representa una alternativa con beneficios tanto industriales como ambientales.

El escudo metalúrgico: Como la ciencia del reciclaje enfrenta los aranceles de EE. UU.

El panorama del comercio internacional ha cambiado de manera significativa. Las restricciones impuestas por Estados Unidos mediante la **Sección 232** han colocado al aluminio en el centro de un nuevo escenario. Con aranceles de entre 25 y 50 % aplicados al metal que no demuestre un origen estrictamente norteamericano (*Smelt and Cast*), la industria manufacturera enfrenta un importante desafío económico.

Una posible respuesta ante este contexto se encuentra en el aprovechamiento del aluminio reciclado. A través de la ciencia de materiales, es posible transformar latas de bebidas y perfiles fuera de uso en aleaciones de calidad industrial capaces de contribuir al cumplimiento de los requisitos de origen establecidos en el T-MEC.

Del reto comercial al desafío metalúrgico

Para que el aluminio mexicano pueda ingresar a Estados Unidos sin los aranceles establecidos por la Sección 232, debe certificarse que fue fundido y vaciado en Norteamérica (*Smelt and Cast*). En este

contexto, el reciclaje de aluminio dentro de la región representa una alternativa para fortalecer el cumplimiento de estos requisitos de origen.

Sin embargo, el aprovechamiento del aluminio secundario o reciclado también plantea un desafío metalúrgico: la presencia de elementos residuales como hierro, manganeso y silicio. Cuando su contenido y distribución no se controlan adecuadamente, estos elementos favorecen la formación de fases intermetálicas frágiles, que pueden reducir la ductilidad del material y dificultar su procesamiento.

La investigación científica desarrollada en México propone soluciones para enfrentar este problema mediante la recuperación y el procesamiento de dos fuentes principales de aluminio reciclado:

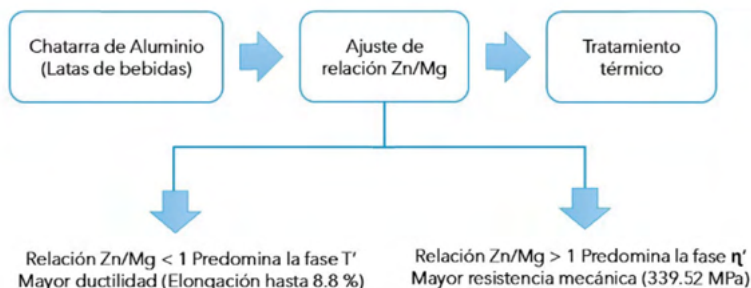
***Latas de bebidas:** constituyen una fuente de aluminio de la serie 3000, el cual puede reciclarse repetidamente conservando gran parte de sus propiedades. Su recolección y fundición local reduce la dependencia de aluminio primario importado.

***Perfiles de aluminio:** provenientes de los sectores de la construcción y la arquitectura (serie 6000), representan una fuente de material con características adecuadas para aplicaciones industriales. Su reincorporación a la cadena productiva permite obtener materia prima lista para manufactura avanzada.

Al procesar estos materiales localmente, las empresas que integran nuestro aluminio reciclado disminuyen el riesgo asociado al cumplimiento de los requisitos de origen. El metal es recolectado, procesado y transformado dentro de la región, fortaleciendo su trazabilidad y permitiendo demostrar su origen dentro de la cadena de suministro norteamericana.

Innovación tecnológica 1: Aleaciones Al-Zn-Mg a partir de latas de bebidas

Las latas de bebidas constituyen una fuente de aluminio reciclado para la fabricación de aleaciones Al-Zn-Mg. Mediante el control de la relación Zn/Mg y la aplicación del tratamiento térmico T6, es posible modificar la microestructura del material y ajustar sus propiedades mecánicas.



Diseño de propiedades mecánicas: Los resultados muestran que la relación Zn/Mg influye directamente en el tipo de precipitados que se forman durante envejecimiento y, por tanto, en el comportamiento mecánico de la aleación. Una relación Zn/Mg menor que 1 favorece la formación de la fase T' , permitiendo alcanzar elongaciones de hasta 8.84 %, mientras que una relación mayor que 1 promueve la precipitación de la fase η' , incrementando la resistencia mecánica del material.

Control de las impurezas: La investigación identificó la formación de la fase $Al_6(Fe,Mn)$ y evaluó su influencia sobre las propiedades del material, demostrando que las impurezas inherentes al aluminio reciclado pueden controlarse mediante un diseño adecuado de la composición y del tratamiento térmico.

Innovación tecnológica 2: Optimización de perfiles serie 6000 (Aleación 6063).

Los perfiles de aluminio reciclado de la serie 6000 se utilizan ampliamente en los sectores de la construcción, el transporte y la industria automotriz. Sin



embargo, durante la solidificación, el hierro residual puede favorecer la formación de la fase $\beta-AlFeSi$, con morfología acicular, que actúa como concentrador de esfuerzos, reduce la ductilidad del material y dificulta su extrusión.

Para solucionar este problema, se estudió el efecto de la relación Fe/Mn mediante un tratamiento de homogenizado interrumpido a diferentes temperaturas, con el objetivo de promover la transformación de la fase $\beta-AlFeSi$ hacia la fase $\alpha-Al(Fe,Mn)Si$.

La transformación de la fase β en la fase α modifica la morfología de los compuestos intermetálicos y mejora el comportamiento del material durante el procesamiento. Esto favorece la obtención de perfiles de aluminio reciclado con mejores propiedades para procesos de extrusión.

**$\beta-AlFeSi$ (agujas frágiles) $\rightarrow$ $\alpha-Al(Fe,Mn)Si$
(morfología tipo escritura china)**

Además de promover esta transformación también se analiza el estudio cinético mediante ensayos isotérmicos a diferentes temperaturas 525, 550 y 575°C, variando el tiempo de permanencia en intervalos de 30 minutos hasta 720 minutos, templando cada muestra en agua a temperatura ambiente. Para evaluar la cinética de la transformación de $\beta \rightarrow \alpha$ y establecer el o los mecanismos cinéticos que controlan el proceso, se evalúan modelos matemáticos para reacciones en estado sólido.

Competitividad y sustentabilidad en un mismo proceso

Desde una perspectiva económica y ambiental, el reciclaje de aluminio ofrece beneficios significativos. La producción de aluminio secundario puede requerir hasta 95 % menos energía que la obtención de aluminio primario, lo que contribuye a reducir considerablemente las emisiones de CO_2 .

En un contexto en el que las empresas buscan disminuir su huella de carbono y responder a las nuevas exigencias comerciales de Estados Unidos, el aprovechamiento de aluminio reciclado representa una alternativa que puede fortalecer la competitividad de la industria y reducir su dependencia de materias primas importadas..

Conclusión

Las investigaciones realizadas demuestran que el reciclaje de aluminio, combinado con el control de la composición química, la microestructura y los tratamientos térmicos, permite obtener aleaciones con propiedades mecánicas competitivas a partir de materias primas secundarias.

En un entorno marcado por mayores exigencias comerciales y ambientales, la ciencia de materiales se consolida como una herramienta estratégica para impulsar la innovación, fortalecer la industria nacional y avanzar hacia una manufactura más sustentable.

Referencias:

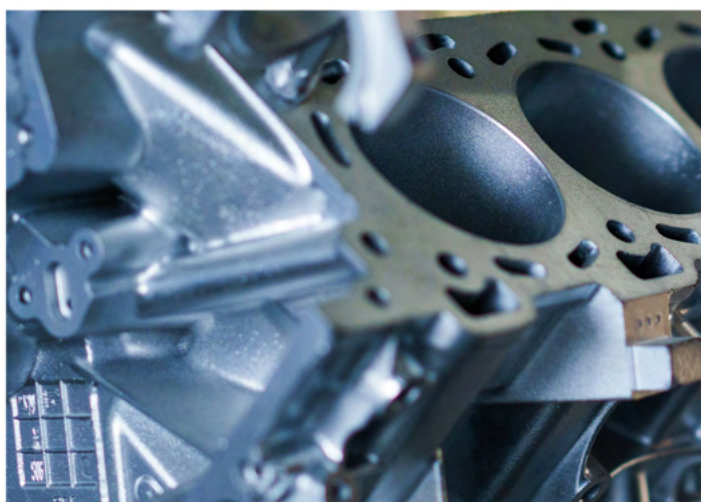
- AudiCo Comercio Exterior. (2025). Aranceles de la Sección 232: Criterios y porcentajes de aplicación en la frontera norte. <https://audico.com.mx/>
- Asociación Mexicana de Contadores Públicos [AMCP]. (2025). Entran en vigor aranceles de hasta el 50 % al acero y aluminio en Norteamérica. <https://amcpdf.org.mx/>
- Flexport Trade Insights. (2025, 23 de mayo). CBP's latest guidance on reporting country of smelt and cast for Section 232 measures. Flexport Logistics Blog. <https://www.flexport.com/>
- Mining México. (2026, 4 de enero). EE. UU. condiciona aranceles al acero y aluminio para México basados en inversión y contenido regional. <https://miningmexico.com/>

- Secretaría de Economía. (2026, 2 de abril). Acuerdo que modifica el diverso por el que la Secretaría de Economía emite reglas y criterios de carácter general en materia de comercio exterior (Aviso Automático de Importación de Productos de Aluminio). https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/1069868/2026_04_02_MAT_seeco.pdf

- Servicio Nacional de Información de Comercio Exterior [SNICE]. (2026, 22 de mayo). Preguntas frecuentes: Implementación del Aviso Automático de Productos de Aluminio (Smelt and Cast). Secretaría de Economía. https://www.snice.gob.mx/~oracle/SNICE_DOCS/Preguntas_Frecuentes_AAA-ALUMINIO_20260522-20260522.pdf

- U.S. Customs and Border Protection [CBP]. (2026, 6 de abril). Section 232 Tariffs on Steel and Aluminum Frequently Asked Questions. U.S. Department of Homeland Security. <https://www.cbp.gov/trade/programs-administration/entry-summary/232-tariffs-aluminum-and-steel-faqs>

- Aranda Bautista, A. (2024). Efecto de la relación Zn/Mg sobre la microestructura y propiedades mecánicas de aleaciones Al-Zn-Mg obtenidas a partir de materiales reciclados [Tesis de maestría, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Saltillo]. Repositorio Institucional del CINVESTAV.





Importancia de la **Inteligencia Financiera** ante la imposición de **aranceles** a las importaciones de **aluminio mexicano** por los Estados Unidos de América

Acerca del Autor

Coach de transformación personal y organizacional
Coaching y Mentoring

Exprofesor y exdirectivo del Tecnológico de Monterrey

jlortiz@tec.mx



Dr. José Luis Ortiz

Abstract:

La imposición de aranceles estadounidenses a las importaciones de aluminio mexicano representa un desafío para el sector, al elevar los costos de acceso a su principal mercado de exportación. No obstante, desde la perspectiva de la Inteligencia Financiera, este escenario también abre oportunidades para fomentar la innovación, elevar la productividad y fortalecer la diferenciación mediante la calidad. Este artículo analiza los antecedentes de estas medidas, sus implicaciones para la industria mexicana y las estrategias que podrían reforzar su posicionamiento frente a un entorno comercial más exigente. Se concluye que las empresas que adopten una visión estratégica enfocada en la eficiencia, la tecnología y la diversificación estarán mejor preparadas para transformar este desafío en una ventaja sostenible.

Introducción

La relación comercial entre México y los Estados Unidos de América constituye uno de los vínculos económicos más importantes del mundo. La integración productiva desarrollada durante décadas ha permitido la creación de cadenas de suministro altamente eficientes en sectores como el automotriz, aeroespacial, construcción, envases, energía y manufactura avanzada.

Sin embargo, la decisión del gobierno estadounidense de incrementar los aranceles a las importaciones de acero y aluminio, al amparo de la Sección 232 de la Ley de Expansión Comercial, representa un desafío significativo para las empresas mexicanas exportadoras de estos metales. En junio de 2025, Estados Unidos elevó estas tarifas del 25% al 50%, bajo argumentos relacionados con la seguridad nacional y la protección de su capacidad industrial.

Frente a este panorama, la Inteligencia Financiera adquiere un papel estratégico para que los productores mexicanos puedan transformar este entorno adverso en una oportunidad para fortalecer sus operaciones, impulsar la innovación tecnológica y explorar nuevas vías de crecimiento.

Antecedentes de los Aranceles al Aluminio

La política arancelaria estadounidense hacia el acero y el aluminio tiene antecedentes desde 2018, cuando la administración del presidente Trump estableció restricciones comerciales argumentando la necesidad de proteger industrias consideradas estratégicas para la seguridad nacional.

Durante 2025, estas medidas se endurecieron significativamente al duplicarse los aranceles hasta alcanzar el 50% para la mayoría de las importaciones de acero y aluminio. La medida afecta especialmente a socios comerciales cercanos como México, cuya integración industrial con Estados Unidos es profunda y estratégica.

Diversos análisis señalan que una gran proporción de las exportaciones mexicanas de acero y aluminio tiene como destino el mercado estadounidense, lo que convierte a este país en el principal cliente de la industria metalúrgica mexicana.

Por su parte, las autoridades mexicanas han cuestionado estas medidas debido al alto grado de integración económica entre ambos países y a los beneficios que Estados Unidos obtiene de esta relación comercial.



¿Qué es la Inteligencia Financiera?

La **Inteligencia Financiera** puede definirse como la capacidad de comprender, analizar y utilizar estratégicamente la información económica, financiera

y de mercado para tomar decisiones que generen valor sostenible.

En el contexto empresarial implica:

- Interpretar escenarios económicos complejos.
- Gestionar riesgos comerciales.
- Optimizar costos de producción.
- Diversificar mercados.
- Aprovechar oportunidades de inversión.
- Incrementar la productividad.
- Fortalecer la competitividad internacional.

Las organizaciones con alta Inteligencia Financiera no reaccionan únicamente ante los problemas; anticipan tendencias y desarrollan estrategias que les permiten prosperar incluso en entornos adversos.

Retos para los productores mexicanos de aluminio

La imposición de aranceles genera diversos desafíos como pueden ser:

1. Incremento de costos para los compradores estadounidenses

Los productos mexicanos enfrentan un costo adicional al ingresar al mercado estadounidense, lo que puede afectar temporalmente la demanda.

2. Presión sobre márgenes de utilidad

Algunas empresas pueden verse obligadas a absorber parte del costo para conservar clientes estratégicos.

3. Mayor competencia internacional

Productores de otros países buscarán mantener o incrementar su participación en el mercado estadounidense.

4. Necesidad de adaptación tecnológica

Las empresas deberán mejorar procesos productivos para mantener competitividad frente a nuevos escenarios comerciales.

5. Incertidumbre regulatoria

Las políticas comerciales internacionales pueden modificarse con rapidez, exigiendo una mayor capacidad de adaptación.

Las grandes oportunidades que surgen de la adversidad

Aunque los aranceles representan un reto, también pueden convertirse en un poderoso catalizador de transformación.

1. Innovación como ventaja competitiva

La historia económica demuestra que muchas industrias alcanzan sus mayores niveles de innovación cuando enfrentan presión competitiva.

Las empresas mexicanas tienen la oportunidad de invertir en:

- Automatización.
- Industria 4.0.
- Inteligencia artificial aplicada a la manufactura.
- Optimización energética.
- Reciclaje avanzado de aluminio.
- Economía circular.

2. Incremento de la productividad

Cuando las organizaciones mejoran sus indicadores de productividad, pueden compensar parte de los costos generados por los aranceles.

La productividad no depende únicamente de trabajar más, sino de trabajar mejor mediante tecnología, capacitación y procesos eficientes.

3. Diferenciación por calidad

Los compradores estadounidenses valoran:

- Confiabilidad.
- Cumplimiento normativo.
- Certificaciones internacionales.
- Trazabilidad.
- Entregas oportunas.

México posee ventajas logísticas que muchos competidores globales difícilmente pueden igualar.

4. Fortalecimiento de cadenas regionales

La cercanía geográfica entre México y EUA sigue siendo una ventaja estratégica extraordinaria.

El *nearshoring* continúa impulsando la relocalización de empresas hacia América del Norte y fortaleciendo

las cadenas regionales de suministro. Este proceso abre nuevas oportunidades para los productores mexicanos de aluminio.

5. Diversificación de mercados

La inteligencia financiera también implica evitar la dependencia excesiva de un solo cliente o país.

Los productores mexicanos pueden explorar:

- Canadá.
- América Latina.
- Europa.
- Asia.
- Mercados emergentes.

Una cartera de clientes más diversificada reduce riesgos y fortalece la estabilidad financiera.

Estrategias de Inteligencia Financiera para el sector

Las empresas del sector aluminio pueden adoptar diversas estrategias:

- Desarrollar análisis permanentes de costos y rentabilidad.
- Implementar sistemas avanzados de inteligencia de mercados.
- Incrementar la inversión en investigación y desarrollo.
- Aprovechar incentivos gubernamentales para innovación.
- Fortalecer alianzas con universidades y centros tecnológicos.
- Mejorar la capacitación del capital humano.
- Impulsar certificaciones internacionales de calidad.
- Diversificar clientes y mercados.
- Optimizar cadenas de suministro.
- Incorporar tecnologías de manufactura avanzada.

Reflexión Final: Competir en el mercado más grande del mundo

Los aranceles representan un obstáculo, pero no necesariamente una limitante definitiva para el desarrollo del sector.

México ha demostrado históricamente una importante capacidad de adaptación, resiliencia e innovación. La industria nacional del aluminio cuenta con talento especializado, experiencia, una ubicación estratégica y una estrecha vinculación con una de las redes manufactureras más relevantes de América del Norte.

La **Inteligencia Financiera** permite comprender que los periodos de incertidumbre también pueden convertirse en momentos de redefinición estratégica. **Mientras algunos observan barreras, otros identifican oportunidades** para fortalecer capacidades, innovar y replantear sus modelos de negocio.



El mercado estadounidense sigue siendo el más grande y dinámico del mundo. Continuará demandando aluminio para la construcción, la movilidad eléctrica, la industria aeroespacial, los envases sustentables y las tecnologías del futuro.

Por ello, el escenario actual puede asumirse como una oportunidad para evolucionar. Los productores mexicanos tienen la posibilidad de fortalecer su posicionamiento no únicamente a partir del precio, sino mediante la innovación, la calidad, la productividad, la sostenibilidad y la excelencia operativa.

La historia económica demuestra que las naciones y empresas que prosperan no son aquellas que enfrentan menos dificultades, sino aquellas que responden mejor a ellas.

Hoy más que nunca, la Inteligencia Financiera puede convertirse en la principal materia prima de la competitividad mexicana.

Referencias:

1. Banco Mundial. (2024). World development report 2024: The middle-income trap. World Bank.
2. Brealey, R. A., Myers, S. C., & Allen, F. (2023). Corporate finance (14.^a ed.). McGraw-Hill Education.
3. Berman, K., Knight, J., & Case, J. (2021). Financial intelligence: A manager's guide to knowing what the numbers really mean (3.^a ed.). Harvard Business Review Press.
4. Bodie, Z., Kane, A., & Marcus, A. J. (2024). Investments (12.^a ed.). McGraw-Hill Education.
5. C.H. Robinson. (2025, 4 de junio). Adjusting imports of steel and aluminum into the United States. <https://www.chrobinson.com/es-us/resources/insights-and-advisories/client-advisories/2025q2/06-04-2025-client-advisory-adjusting-imports-of-steel-and-aluminum-into-the-united-states/>
6. Expansión. (2025, 4 de junio). Así impacta a México el arancel de 50% al acero y alumi-

nio que impuso Trump. <https://expansion.mx/economia/2025/06/04/como-pegan-a-mexico-aranceles-al-acero-y-al-aluminio>

7. INCOMEX. (2025, 4 de junio). EE. UU. incrementa al 50% los aranceles al acero y aluminio y actualiza prioridad de aplicación. <https://incomex.org.mx/index.php/2025/06/04/ee-uu-incrementa-al-50-los-aranceles-al-acero-y-aluminio-y-actualiza-prioridad-de-aplicacion/>

8. Koller, T., Goedhart, M., & Wessels, D. (2020). Valuation: Measuring and managing the value of companies (7.^a ed.). Wiley.

9. La Jornada. (2025, 3 de junio). Firma Trump arancel de 50% al acero; México es tercer proveedor de EU. <https://www.jornada.com.mx/noticia/2025/06/03/economia/trump-duplica-arancel-a-importaciones-de-acero-y-aluminio-manana-entran-en-vigor>

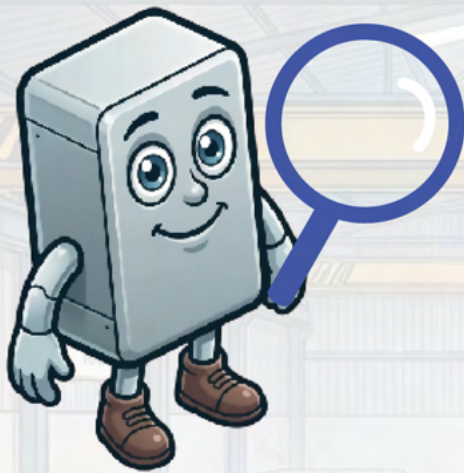
10. Penman, S. H. (2013). Financial statement analysis and security valuation (5.^a ed.). McGraw-Hill Education.

11. Reuters. (2025, 7 de marzo). After tariff victory, Mexico seeks win on aluminum, steel shipments to US. Reuters.

12. Reuters. (2025, 13 de mayo). Mexico hopes early USMCA review will give investors, consumers clarity. Reuters.

13. White House. (2026, 1 de junio). Further adjusting the tariff regimes for imports of aluminum, steel, and copper into the United States. <https://www.whitehouse.gov/presidential-actions/2026/06/further-adjusting-the-tariff-regimes-for-imports-of-aluminum-steel-and-copper-into-the-united-states/>

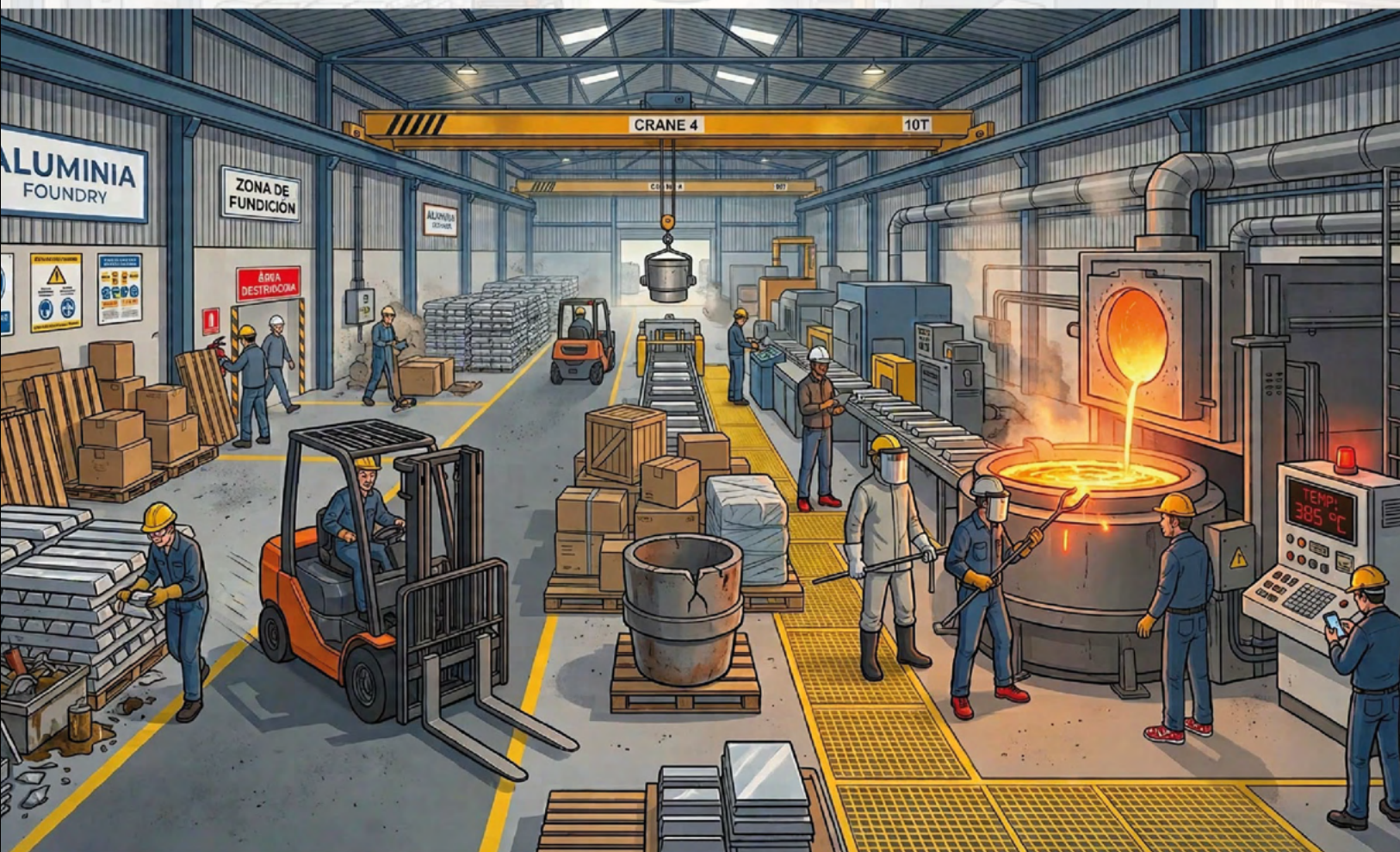
JUEGO



CRANE 4

10T

Encuentra los 10 errores de seguridad...





Aluminio en empresas **IMMEX**: el valor del cumplimiento más allá del **reciclaje**



Alejandra Cadena

Acerca del Autor

Auditor Lider ISO14001 por PECB

Instructor certificado SEP/Conocer

Especialista en scrap industrial y economía circular.

Abstract:

El aluminio es uno de los materiales estratégicos para la industria manufacturera mexicana y un insumo esencial para sectores como el automotriz, aeroespacial, electrónico y de línea blanca. En las empresas que operan bajo el Programa IMMEX, su administración va más allá de la eficiencia productiva: implica garantizar el cumplimiento aduanero, la trazabilidad documental y la protección de la propiedad intelectual. Este artículo analiza los principales retos relacionados con el manejo del scrap de aluminio, la correcta clasificación arancelaria, los certificados de origen, el control de inventarios mediante el Anexo 24 y la destrucción segura de productos de prueba. Se concluye que una gestión integral del aluminio no solo reduce riesgos regulatorios, sino que fortalece la competitividad de las empresas dentro de las cadenas globales de suministro.

Aluminio e IMMEX: un binomio estratégico

En 2024, México exportó 3,479,086 vehículos ligeros; Estados Unidos recibió el 79.7 % de esas unidades, de acuerdo con el INEGI y una parte importante de esta producción utiliza aluminio como materia prima estratégica. Se ha consolidado como uno de los principales centros de manufactura para Norteamérica. Miles de empresas que operan bajo el Programa de la Industria Manufacturera, Maquiladora y de Servicios de Exportación (IMMEX) transforman aluminio importado temporalmente en componentes de alto valor agregado destinados principalmente a Estados Unidos y Canadá.

Sin embargo, conforme aumentan las exigencias regulatorias y los estándares de las cadenas globales de suministro, la administración del aluminio ya no puede enfocarse únicamente en la producción o en el precio del metal. Hoy también representa un desafío de cumplimiento normativo, trazabilidad y gestión documental.

Cada kilogramo de aluminio importado debe poder justificarse durante todo su ciclo de vida: desde su

ingreso al país hasta su exportación, transferencia, cambio de régimen, destrucción o reciclaje. La ausencia de controles adecuados puede traducirse en observaciones por parte de la autoridad, contingencias fiscales e incluso riesgos para la continuidad de la operación.

El reto del control de inventarios

Uno de los principales desafíos para las empresas IMMEX es mantener actualizado el Sistema Automatizado de Control de Inventarios establecido en el Anexo 24 de las Reglas Generales de Comercio Exterior.

En muchas ocasiones, las diferencias de inventario no se originan por malas prácticas, sino por fallas de comunicación entre producción, almacén, comercio exterior y el proveedor encargado del reciclaje.

Situaciones como la mezcla de aleaciones, errores en el registro de pesos, una segregación inadecuada del material o la venta de scrap sin la documentación correspondiente pueden generar inconsistencias entre el inventario físico y el electrónico.

Estas diferencias no solo afectan la operación diaria; también pueden derivar en observaciones durante auditorías y comprometer los beneficios del Programa IMMEX.

Clasificación arancelaria y certificados de origen

El aluminio puede clasificarse como perfiles, lámina, placa, viruta, cable o desperdicio, dependiendo de su presentación física y proceso de transformación. Cada caso puede corresponder a una fracción arancelaria distinta dentro de la Tarifa de la Ley de los Impuestos Generales de Importación y Exportación (TIGIE).

Una clasificación incorrecta puede ocasionar retrasos en aduana, diferencias en contribuciones, pérdida de beneficios comerciales o cuestionamientos sobre el origen de la mercancía.

De igual manera, los certificados de origen desempeñan un papel estratégico. En el marco del T-MEC y otros tratados comerciales, estos documentos permiten acreditar que una mercancía cumple con las reglas de origen necesarias para acceder a preferencias arancelarias.

Para emitirlos correctamente es indispensable contar con información confiable sobre la materia prima, los procesos de transformación y la documentación que respalde el cumplimiento de dichas reglas. Un error puede traducirse en pagos retroactivos, sanciones o pérdida de confianza por parte de clientes internacionales.

El scrap también forma parte del cumplimiento

Con frecuencia, el scrap se percibe únicamente como un subproducto que genera un ingreso adicional para la empresa. Sin embargo, en una operación IMMEX representa mucho más que eso.

Los desperdicios de aluminio deben mantener trazabilidad respecto a su origen, peso, clasificación y destino final. Cuando esta información no coincide con los registros del sistema de inventarios, pueden presentarse diferencias difíciles de justificar ante la autoridad.

Por ello, la selección del reciclador ya no debe basarse exclusivamente en el precio ofrecido por el material. Es indispensable que el proveedor cuente con procesos documentados, controles de trazabilidad y experiencia en la gestión de residuos provenientes de empresas IMMEX.

En este sentido, el reciclador deja de ser únicamente un comprador de scrap para convertirse en un aliado estratégico en materia de cumplimiento ya no vende únicamente un servicio de compra de scrap; hoy vende cumplimiento, trazabilidad y reducción de riesgos.

La protección tecnológica durante la destrucción de productos de prueba

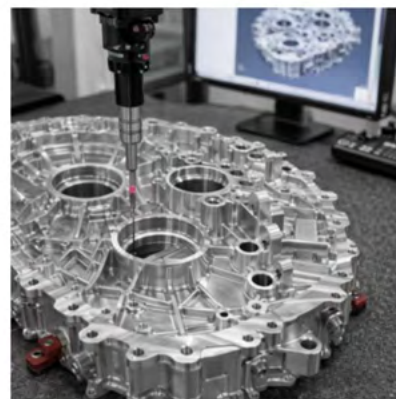
Uno de los riesgos menos visibles dentro de la industria es el manejo de productos de prueba.

Las empresas automotrices, aeroespaciales y electrónicas desarrollan constantemente prototipos y piezas sujetas a validación que contienen información técnica, diseños exclusivos y procesos protegidos por acuerdos de confidencialidad.

Si estos componentes son enviados a procesos de destrucción sin controles adecuados, existe el riesgo de fuga de información o uso indebido de tecnología desarrollada por la empresa.

Por esta razón, la destrucción de productos de prueba debe realizarse mediante procesos seguros que incluyan cadena de custodia, evidencia documental, certificados de destrucción y mecanismos que garanticen la inutilización definitiva del producto antes de su reciclaje.

La protección de la propiedad intelectual comienza también con una correcta disposición final de los materiales.



Caso práctico: cuando la falta de comunicación genera un riesgo de cumplimiento

Una empresa IMMEX decide retirar de producción una tonelada de equipo obsoleto utilizado durante la fabricación de componentes de aluminio. Debido a que el equipo contiene información tecnológica y componentes desarrollados para un cliente específico, la empresa determina que debe ser destruido antes de su reciclaje.

El proveedor de reciclaje acude a la planta, recolecta el material y posteriormente lo procesa como una operación convencional de compra de scrap. Sin embargo, durante la recolección no se le informó

que el material debía seguir un procedimiento formal de destrucción ni que era indispensable emitir un certificado de destrucción y conservar la evidencia documental correspondiente.

Como consecuencia, la empresa únicamente cuenta con el comprobante de venta del scrap, pero no dispone de elementos que acrediten que el equipo fue destruido de manera controlada, que la información tecnológica quedó inutilizada y que el destino del material fue administrado conforme a los procedimientos internos y las disposiciones aplicables al Programa IMMEX.

La ausencia de esta evidencia puede dificultar la justificación del destino de los bienes durante una auditoría, generar observaciones por falta de trazabilidad y obligar a la empresa a reconstruir documentalmente una operación que debió quedar respaldada desde el momento de la recolección.

Este tipo de situaciones demuestra que la destrucción industrial no debe entenderse únicamente como una operación de reciclaje. Debe planearse, documentarse y ejecutarse con protocolos claros que garanticen la cadena de custodia, la protección de la propiedad intelectual y la conservación de la evidencia necesaria para acreditar el destino final del material.

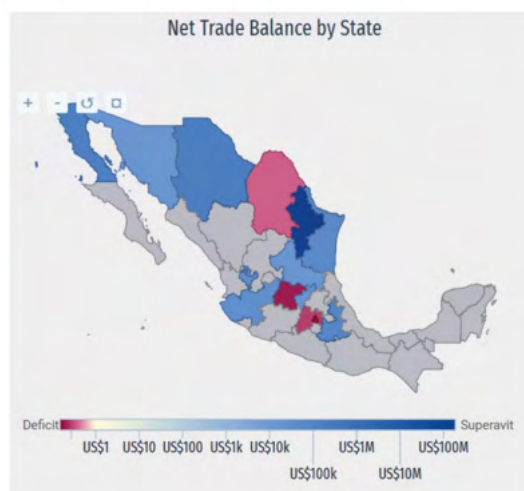
Conclusión

La competitividad de las empresas IMMEX ya no depende únicamente de producir más o reducir costos. También requiere demostrar el cumplimiento de obligaciones aduaneras, mantener la trazabilidad de sus materiales y proteger la información tecnológica contenida en sus procesos.

El aluminio seguirá siendo uno de los materiales más importantes para la industria manufacturera mexicana, pero su verdadero valor no termina cuando sale de la línea de producción. Continúa en la forma en que se administra su inventario, se documenta su transformación, se clasifica para efectos aduaneros y se garantiza un reciclaje seguro y trazable.

En un entorno donde las auditorías son cada vez más especializadas y los clientes internacionales exigen mayores estándares de cumplimiento, la correcta gestión del aluminio representa una ventaja competitiva que fortalece la confianza, reduce riesgos regulatorios y consolida la posición de México dentro de las cadenas globales de suministro.

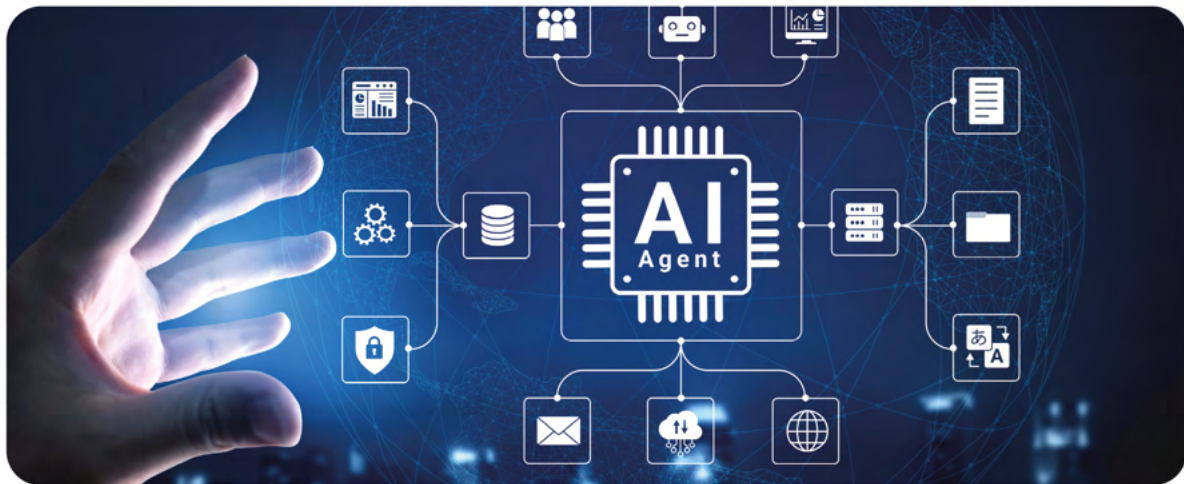
En las empresas IMMEX, el aluminio no representa únicamente un material de producción; representa información, cumplimiento y competitividad. Gestionarlo correctamente ya no es una ventaja operativa, sino una condición indispensable para permanecer en las cadenas globales de suministro.



Comercio total de desperdicios y chatarra de aluminio de México durante 2024 (aproximadamente 867 millones de USD). Nuevo León se posicionó entre las principales entidades exportadoras de este material.

Referencias:

- Secretaría de Economía. Programa IMMEX. <https://www.gob.mx/se>
- SAT. Reglas Generales de Comercio Exterior. <https://www.sat.gob.mx>
- Sistema de Información Arancelaria Vía Internet (SIAMI). <https://www.siavi.economia.gob.mx>
- Data México. <https://www.economia.gob.mx/datamexico>
- Reporte del INEGI publicado el 9 de enero de 2025, página 2



La **Lógica** y el **Planteamiento** Inquisitivo: Pilares para una interacción efectiva con la **Inteligencia Artificial**

Acerca del Autor

Coach de transformación personal y organizacional
Coaching y Mentoring

Exprofesor y exdirectivo del Tecnológico de Monterrey

jlortiz@tec.mx



Dr. José Luis Ortiz

Abstract:

En la era de la Inteligencia Artificial (IA), la capacidad de obtener respuestas precisas y útiles ya no depende solo del conocimiento acumulado, sino de la habilidad para formular preguntas adecuadas. Este artículo argumenta que la disciplina de la Lógica, y en particular la Lógica del Planteamiento Inquisitivo, son fundamentales para maximizar el potencial de la IA, ya que permiten estructurar consultas claras, precisas y contextualizadas. Además, se propone la inclusión de estas materias desde la educación básica como una estrategia para desarrollar competencias esenciales en los ciudadanos del futuro.

1. Introducción

La IA ha transformado la forma en que accedemos a la información, resolvemos problemas y creamos contenido. Sistemas como los grandes modelos de lenguaje pueden generar respuestas en segundos, pero su calidad depende en gran medida de la claridad y precisión de las instrucciones o preguntas que reciben. Como señalan diversos autores, en el contexto actual "saber preguntar es más importante que tener las respuestas", ya que la IA amplifica el pensamiento humano, pero no lo sustituye. En este escenario, la lógica y el planteamiento inquisitivo emergen como herramientas clave para interactuar de manera efectiva con estas tecnologías.

2. La Lógica como fundamento de la Inteligencia Artificial

La Lógica es la columna vertebral de la IA, ya que proporciona el marco teórico para representar el conocimiento, realizar inferencias y tomar decisiones coherentes. Sus contribuciones son esenciales en varios aspectos:

- **Representación formal del conocimiento:** Permite estructurar información de manera precisa, utilizando sistemas como la lógica proposicional o de primer orden, lo que facilita que los sistemas de IA procesen y comprendan datos complejos.

- **Razonamiento y deducción:** Gracias a la lógica, la IA puede derivar nuevas conclusiones a partir de hechos conocidos, identificar patrones y resolver problemas de manera sistemática.

- **Transparencia y explicabilidad:** Los sistemas basados en reglas lógicas pueden justificar sus decisiones, lo que es crucial en aplicaciones críticas como la medicina, la justicia o la seguridad.

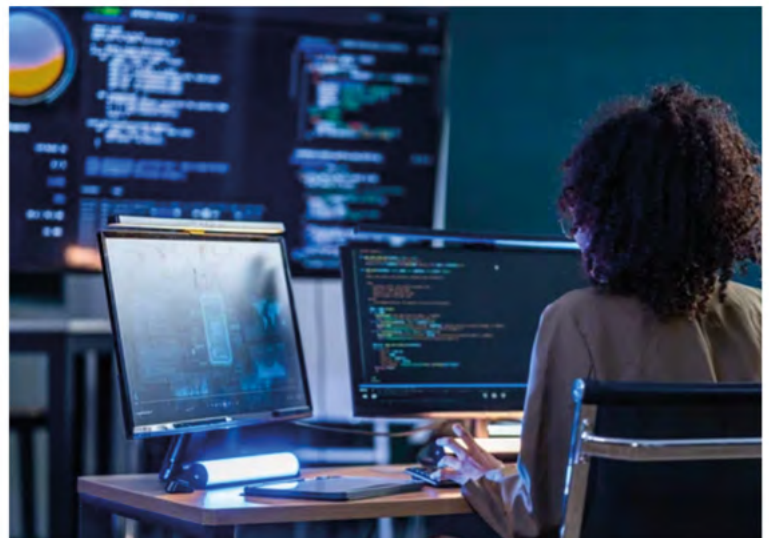
- **Detección de errores y consistencia:** La lógica permite identificar contradicciones o inconsistencias en los datos o en los resultados generados por la IA, mejorando su fiabilidad.

Sin una base lógica sólida, la IA se limita a reconocer patrones estadísticos sin comprender el significado profundo de la información, lo que limita su capacidad para abordar problemas complejos o novedosos.

3. La Lógica del Planteamiento Inquisitivo: El arte de preguntar bien

La Lógica del Planteamiento Inquisitivo se centra en el estudio y la práctica de formular preguntas de manera rigurosa, clara y estratégica. A diferencia del simple cuestionamiento, implica un proceso estructurado que incluye:

- **Definición clara del objetivo:** Saber exactamente qué información se necesita o qué problema se quiere resolver.



- **Contextualización:** Incluir los datos y el marco de referencia necesarios para que la respuesta sea relevante y ajustada a las necesidades.
- **Precisión y no ambigüedad:** Evitar términos vagos o confusos que puedan llevar a interpretaciones erróneas.
- **Profundidad y alcance:** Diseñar preguntas que permitan explorar diferentes niveles de detalle o perspectivas.

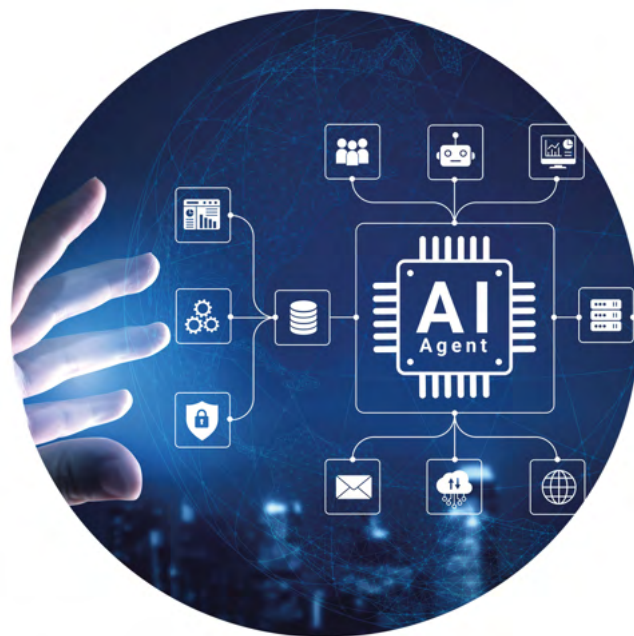
Esta disciplina es especialmente relevante en la interacción con la IA, ya que la calidad de las respuestas está intrínsecamente ligada a la calidad de los "prompts" o instrucciones que se le proporcionan. Algunos estudios han demostrado que incluso pequeños cambios en la formulación de una pregunta pueden afectar significativamente la precisión y utilidad de los resultados. Por ejemplo, una pregunta ambigua generará una respuesta superficial, mientras que una pregunta bien estructurada puede abrir caminos hacia soluciones innovadoras.

Además, el planteamiento inquisitivo fomenta el pensamiento crítico y la curiosidad, habilidades que la IA no puede replicar por sí misma. Mientras que la IA se basa en datos existentes, el ser humano, a través de preguntas adecuadas, puede desafiar suposiciones, identificar brechas en el conocimiento y explorar nuevas posibilidades.

4. ¿Por qué saber preguntar es más importante que tener las respuestas?

En el pasado, la educación se centró en la memorización y la acumulación de conocimientos, ya que el acceso a la información era limitado. Actualmente, la IA puede recuperar y generar respuestas mucho más rápidamente y con mayor amplitud que cualquier persona. Sin embargo, las máquinas no pueden:

- Definir qué es importante o relevante: Depende de los objetivos y valores humanos.



- **Comprender el contexto emocional o social:** Las preguntas humanas reflejan necesidades, intereses y perspectivas que la IA no puede percibir por sí misma.
- **Innovar y crear:** Las preguntas desafiantes son el motor del descubrimiento y el progreso, ya que invitan a ir más allá de lo conocido.
- **Evaluar la veracidad y utilidad de las respuestas:** Es necesario tener criterio para filtrar y validar la información generada por la IA.

Por lo tanto, la verdadera ventaja competitiva y cognitiva en la era de la IA no reside en tener todas las respuestas, sino en saber formular las preguntas correctas, en el momento adecuado y con la profundidad necesaria.

5. Propuesta: Incluir la Lógica y el Planteamiento Inquisitivo desde la Educación Básica

Para preparar a las nuevas generaciones para interactuar de manera efectiva con la IA y desarrollar habilidades cognitivas sólidas, es fundamental incorporar la enseñanza de la Lógica y el Planteamiento Inquisitivo desde la educación básica. Los argumentos que respaldan esta propuesta son:

- **Desarrollo cerebral y cognitivo:** Estudios neurocientíficos muestran que la estimulación del razonamiento

lógico en edades tempranas promueve la maduración de áreas cerebrales clave para la toma de decisiones, la memoria y la resolución de problemas.

- Base para el aprendizaje continuo: La lógica y la capacidad de preguntar son habilidades transversales que facilitan el aprendizaje de cualquier materia, desde las matemáticas hasta las ciencias sociales.
- Preparación para el mundo laboral: En un entorno donde la IA automatizará muchas tareas, las habilidades de pensamiento crítico, creatividad y comunicación estratégica serán las más valoradas.
- Uso responsable y ético de la tecnología: Aprender a formular preguntas adecuadas también implica aprender a evaluar la información, detectar sesgos y utilizar la IA como una herramienta de colaboración, no como una fuente definitiva de verdad.

La implementación no requiere necesariamente materias separadas, sino integrar estos contenidos en actividades cotidianas: juegos de lógica, resolución de problemas, debates y proyectos de investigación. Métodos como el aprendizaje basado en problemas o el uso de materiales didácticos innovadores han demostrado ser eficaces para desarrollar estas competencias desde edades tempranas.

6. Conclusiones

La Lógica y la Lógica del Planteamiento Inquisitivo no son sólo disciplinas académicas, sino herramientas esenciales para navegar y aprovechar el potencial de la Inteligencia Artificial. Mientras que la IA nos proporciona respuestas, es nuestra capacidad de preguntar lo que define la dirección, la calidad y el valor de esas respuestas. Incluir estas materias desde la educación básica es una inversión en el desarrollo integral de las personas, permitiéndoles no solo adaptarse a los cambios tecnológicos, sino también liderarlos con criterio, creatividad y responsabilidad.

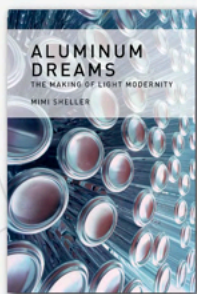
Referencias:

1. CertBolt. (2025). Decoding Intelligence: Empowering AI Systems with Logical Acumen. Recuperado de <https://www.certbolt.com/certification/decoding-intelligence-empowering-ai-systems-with-logical-acumen/>
2. ICCSI. (2026). La relación entre lógica y ia: fundamentos y aplicaciones. Recuperado de <https://iccsi.com.ar/logica-e-inteligencia-artificial/>
3. Noticias de Gipuzkoa. (2025). ChatGPT responde mejor si eres directo y claro: lo comprobamos. Recuperado de <https://www.noticiasdegipuzkoa.eus/bermatu/2025/10/31/amable-o-borde-tono-preguntas-respuestas-precisas-10290728.html>
4. Sivwe, A. J. (2025). El Punto Ciego de la IA: ¿Por qué sus Respuestas No Siempre Muestran lo que No Sabes?. Recuperado de <https://es.linkedin.com/pulse/el-punto-ciego-de-la-ia-porqu%C3%A9-sus-respuestas-siempre-antonio-jos%C3%A9-sivwe>
5. UNP Education. (2025). The Power of Inquiry: Why Questions Outshine Answers in the Age of AI. Recuperado de <https://unp.education/content/the-power-of-inquiry-why-questions-outshine-answers-in-the-age-of-ai/>
6. Whlxc, M. (2025). Por qué hacer las preguntas correctas es más valioso que nunca en la era de la inteligencia artificial. Recuperado de <https://es.linkedin.com/pulse/por-qu%C3%A9-hacer-las-preguntas-correctas-es-m%C3%A1s-valioso-que-miraval-whlxc>
7. CEIP Félix Plaza Ramos. (2024). Incorporación del Razonamiento Lógico en la Enseñanza Primaria. Recuperado de <https://ceipfelixplaza.es/incorporando-el-razonamiento-logico-en-actividades-escolares-para-ninos-de-primaria/>
8. Universidad de Jaén. (2025). Proceso neurológico y estrategias de enseñanza para el desarrollo del razonamiento lógico en la educación básica. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=10163493>

Recomendaciones: Qué leer



**Mtro. Javier
Covarrubias García**
CINVESTAV



Aluminum Dreams: The Making of Light Modernity

Editorial: The MIT Press

Autor: Mimi Sheller

Resumen: ¿Qué puede contar un metal sobre la historia del mundo moderno? Mimi Sheller utiliza el aluminio para recorrer la aviación, el automóvil, la arquitectura, el diseño, la guerra y la carrera espacial. Pero también muestra la otra cara del material: minería de bauxita, consumo energético, poder corporativo y conflictos ambientales. Es una lectura especialmente atractiva porque transforma un material cotidiano en una herramienta para comprender cómo la ligereza, la movilidad y el progreso tecnológico definieron buena parte del siglo XX.

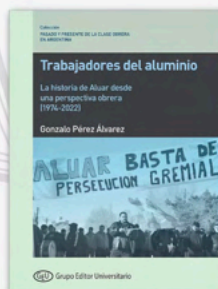


De la Tierra a la Luna

Editorial: Austral Editorial

Autor: Julio Verne

Resumen: Publicada en 1865, esta novela imagina una expedición a la Luna mediante un gigantesco cañón y convierte los desafíos científicos y tecnológicos en parte de la aventura. El aluminio ocupa un lugar sorprendente: Verne lo elige para fabricar el proyectil por su baja densidad frente al hierro, cuando todavía era un metal novedoso y costoso. Leerla hoy permite descubrir cómo la literatura anticipó el potencial del aluminio en el transporte y la tecnología aeroespacial décadas antes de su desarrollo industrial.



Trabajadores del Aluminio

Editorial: Grupo Editor Universitario

Autores: Gonzalo Pérez Álvarez

Resumen: Este libro cuenta la historia de ALUAR, única productora de aluminio primario de Argentina, desde una perspectiva poco habitual: la de quienes trabajan dentro de la fábrica. A partir de la instalación de la planta en Puerto Madryn en 1974, Pérez Álvarez analiza cómo cambiaron los procesos productivos, las relaciones laborales, la organización obrera y las condiciones de trabajo. Es una invitación a mirar el aluminio más allá de sus propiedades y procesos metalúrgicos, entendiendo también a las personas y comunidades que hacen posible su producción.



ALUMINIO PARA SIEMPRE

ALUMEXICO®

Tu punto de encuentro – SUMMIT & EXPO 2026



Reseña ALUMEXICO SUMMIT & EXPO 2026

Inicio de trabajos...

ALUMEXICO SUMMIT & EXPO 2026 reafirmó su posición como uno de los principales puntos de encuentro para la industria del aluminio en México, al ser esta su edición número 40, considerando desde sus comienzos como **panel técnico** y posteriormente ya como congreso, brindando a la industria el espacio ideal para generar negocios, haciéndolo de ALUMEXICO el congreso más reconocido y especializado en el tema, respaldado por el prestigio y experiencia de 52 años de **IMEDAL** como organizador.

En esta edición continuamos una tradición que sigue creciendo: por quinta ocasión realizamos nuestro magno evento en Monterrey y, por tercer año consecutivo, **Cintermex** fue la sede que reunió a empresas, especialistas, directivos, proveedores y profesionales de los diferentes sectores que integran la cadena de valor del aluminio.

Durante los dos días de exposición recibimos a **1,992 visitantes registrados**, consolidando una edición más de ALUMEXICO como un espacio para el intercambio de conocimiento, la generación de oportunidades de negocio y el fortalecimiento de relaciones de los industriales.

Reporte de Asistencia



1,992
Asistencia

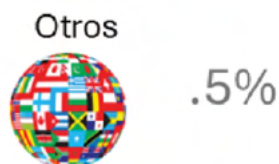
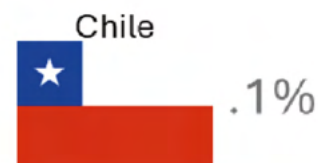


1,090
Empresas

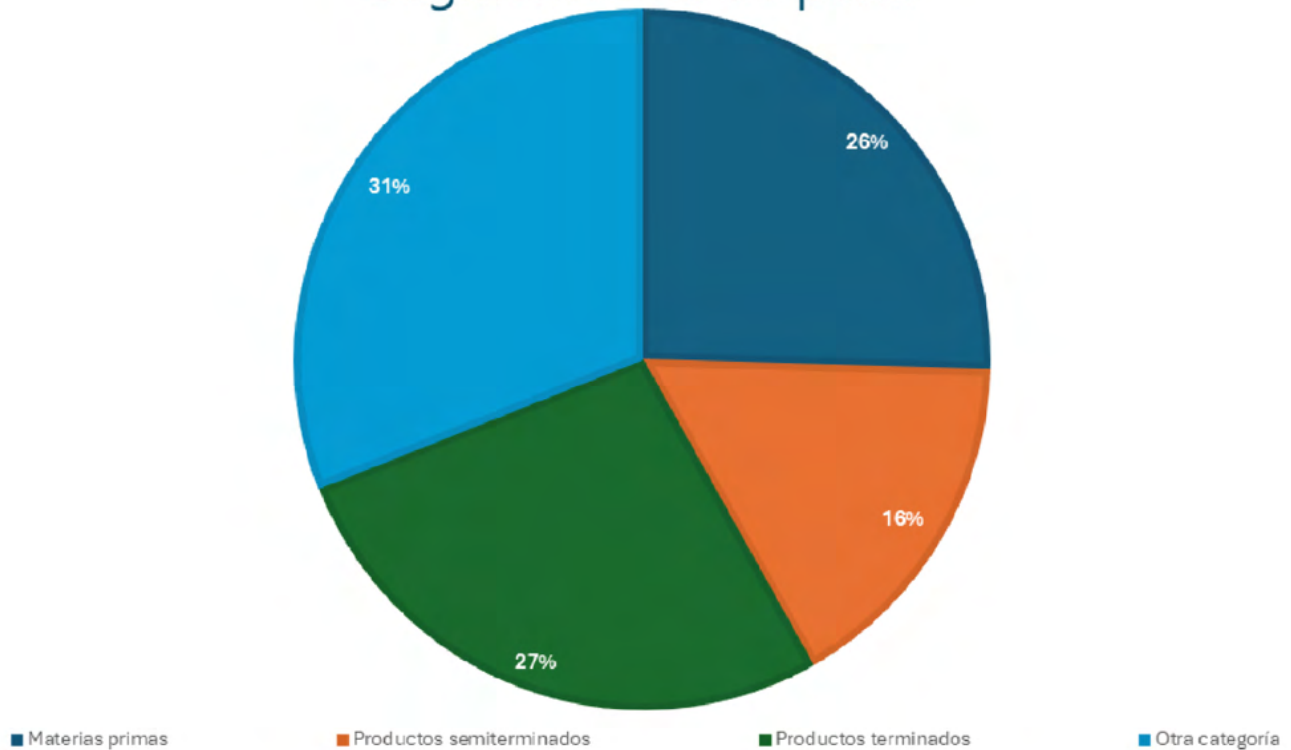


32
Stands

Asistencia por País



1,090 empresas participantes Segmentación de perfil



Perfil del asistente



Este encuentro no sería posible sin la confianza de las empresas que año con año continúan acompañándonos, así como de aquellas que en 2026 se sumaron como nuevos patrocinadores y aliados.



Asimismo, agradecemos a una de las marcas nuevas **Expert Data** como patrocinador, así como el respaldo de **Riisa, Nemak, Viakable, Cuprum, Indalum, Alyex, GAO y Galvaprime**, cuyo apoyo contribuyó a hacer posible una nueva edición de nuestro encuentro.

Martes 8 de septiembre | Inauguración y primer día de actividades

Las actividades de ALUMEXICO 2026 comenzaron desde las 7:30 de la mañana con la apertura del registro en Cintermex.



A las 8:00 horas dio inicio el programa de conferencias con **Jorge Vázquez, de Harbor Aluminum**, quien presentó la conferencia magistral **“Entorno y Retos del Mercado del Aluminio en México”**.

Posteriormente, a las 9:00 horas, se llevó a cabo la **apertura oficial de la expo y ceremonia de inauguración**, encabezada por el presidente del IMEDAL, el **Ing. Eugenio Clariond Rangel**, acompañado por nuestras autoridades que nos honraron con su presencia **Adrián de la Garza Santos** Alcalde de Monterrey, **Betsabé Rocha Nieto** Secretaria de Economía del Estado de Nuevo León, **Alejandro Malagón Barragán** Presidente de la CONCAMIN, **Sergio Gómez Lora** CEO de IQOM Strategic Advisors, **Jorge Vázquez** Harbor Aluminum.





Luego de los mensajes de bienvenida, se realizó el tradicional corte de listón, la fotografía oficial y el recorrido inaugural por el área de exposición, con lo que quedaron formalmente inauguradas las actividades de ALUMEXICO 2026.

A partir de las 10:00 horas inició también el **Encuentro de Negocios B2B**, que se desarrolló de manera paralela al programa de conferencias y al piso de exposición, generando un espacio para establecer nuevos contactos con citas cara a cara, fortaleciendo las relaciones comerciales y explorando oportunidades de colaboración.



El programa de ponencias continuó con **Rodrigo Pacheco** y su conferencia **“Pruebas de Estrés en 2026: Democracia, Tecnología y Economía”**.

A las 11:00 horas se llevó a cabo el **Panel de comercio exterior enfocado al T-MEC**, con la participación como panelistas del **Ing. Eugenio Clariond Rangel**, presidente del IMEDAL, y nuestro consultor en IMEDAL **Sergio Gómez Lora**, CEO de IQOM Strategic.



Posteriormente se presentó una **conferencia comercial de Expert Data**, dando paso al bloque de conferencias técnicas de la jornada.

Durante el martes se impartieron **ocho conferencias técnicas**, que abordaron temas relacionados con automatización, inteligencia artificial, desarrollo de aleaciones, fundición, comercio internacional, reciclaje y nuevos procesos para la industria del aluminio.

Entre ellas se presentaron:



Conferencia comercial de Expert Data

"Xtrusion: From human operation to AI - a step towards the future", por Andrea Zanoni, Danieli Breda.



"El impacto de la inteligencia artificial en la ingeniería del aluminio en México" por Horacio Canales, PATOK.



"Desarrollo de aleaciones de aluminio para procesos de colada a alta presión (HPDC)" por Alejandro García, UNAM.



"La generación de dross en el proceso de fundición de aluminio y prácticas para mejorar el rendimiento", por Francisco Montalvo, PROSODIO.



"What's next for the aluminium industry? Navigating through challenges and opportunities amid new trade policy scenarios", por Leticia Simionato, Fastmarkets.



"Estudio del uso de fundentes protectores para la elaboración de la aleación A336 a partir del reciclaje de virutas de aleación de aluminio", por Andre Mar, CINVESTAV.



"Machine Learning Explicativo y Modelos de Lenguaje para el Análisis de Procesos Industriales", por Marcelo Saparrat, TECNOAP

El programa de conferencias con su secuencia de actividades concluyó alrededor de las 17:40 horas y el primer día de exposición cerró a las 18:00 horas.

Al caer la tarde, todos se alistaron para poder participar en el la actividad programada del Cóctel de Bienvenida.

Nuestro agradecimiento especial a **RIISA**, la marca que por más de 14 ediciones del congreso, año con año sigue siendo nuestro patrocinador oficial para esta actividad protagonista e icónica en nuestro evento, en la que todos quieren participar:

Cóctel de Bienvenida - Networking



Las actividades continuaron a las 20:00 horas con nuestro tradicional Cóctel de Bienvenida, patrocinado por RIISA, realizado en el Salón de la Fama del Béisbol Mexicano.

La noche inició con unas palabras de bienvenida de José Vela, en representación de RIISA, para posteriormente dar paso a una velada dedicada a la convivencia y el networking.

Los asistentes disfrutaron de alimentos y bebidas, así como de una divertida dinámica de casino en la que pudieron acumular “panchólares” y utilizarlos posteriormente en distintas subastas, con premios proporcionados por nuestro patrocinador.



Entre nuevas conexiones, reencuentros y momentos de convivencia, concluyó así el primer día de ALUMEXICO 2026

Miércoles 9 de septiembre | Segundo día de exposición

El segundo día de actividades inició a las 8:00 horas con el registro y, a partir de las 9:00, con la reapertura del área de exposición y conferencias.



La jornada comenzó con el **Panel de las Asociaciones del Aluminio**, en el que participaron representantes de la industria del aluminio de México y Estados Unidos, a través de **IMEDAL** y **The Aluminum Association**.

Por parte de IMEDAL participó nuestro presidente, el **Ing. Eugenio Clariond**, mientras que The Aluminum Association estuvo representada por Ryan Olsen, vicepresidente de Desarrollo y Crecimiento de Mercado.

A las 10:00 horas se reanudó en forma paralela el Encuentro de Negocios B2B, y quedando al piso de exposición desde las 9:00 am.



El programa continuó con una conferencia comercial de Expert Data y seis conferencias técnicas, enfocadas en innovación, competitividad, sustentabilidad, comercio internacional, reciclaje y desarrollo de aleaciones.

Durante la jornada se presentaron:



"Nueva tecnología de sellado para el aluminio anodizado", por Margarita Bacab Rodríguez, ALCHEM.



"Aluminio primario en tiempos de aranceles: Platts, parte de S&P Global Energy, lanzó una evaluación de precios de aluminio primario puesto en el puerto de Veracruz, México", por Samuel Burleigh, Platts - S&P Global Energy.



"Cómo sistematizar la competitividad en el mercado del aluminio", por Norberto Vidaña, Euroguss.



"Aplicaciones innovadoras y sustentables del alambre de aluminio", por Carlos Navarro, GUTMANN Aluminium Draht.



"Microstructural evolution of the β -AlFeSi - α -Al(Fe,Mn)Si phase during interrupted homogenization heat treatment in alloy 6063 with a Fe/Mn ratio of 0.5", por Alejandra Aranda Bautista, CINVESTAV Saltillo.



"El cloro en el proceso de purificación del aluminio reciclado", por Héctor Casas, INTECS.C.

El ciclo académico concluyó alrededor de las 15:00 horas, mientras que el área de exposición y B2B permanecieron en actividad hasta el cierre programado del día.

Todos los participantes, preparándose para la segunda actividad de networking: La Cena de Gala...

Cena de Gala

Por la noche celebramos nuestra tradicional Cena de Gala, realizada en el Gran Salón del Club Industrial de Monterrey, gracias al apoyo de nuestros patrocinadores **Indalum**, **Cuprum**, **Alyex**, **GAO** y **Galvaprime**.



La recepción comenzó alrededor de las 20:00 horas y reunió nuevamente a nuestros asistentes en un ambiente de convivencia y networking.

Durante la cena, los invitados disfrutaron de alimentos y bebidas, además de un espectáculo de magia a cargo de Jesús Herrera, quien cautivó a los asistentes y aportó un momento especial a la celebración.



La velada se convirtió también en una oportunidad para reencontrarse con colegas y amigos de la industria, fortalecer relaciones profesionales y generar nuevas conexiones en un ambiente ameno.

Jueves 10 de septiembre | Visitas industriales

ALUMEXICO 2026 continuó, en su tercer día de sesiones, el jueves 10 de septiembre, con las visitas industriales, que permitió a los participantes reafirmar la parte teórica en las conferencias y afianzar su conocimiento directamente en las plantas y procesos de la industria.

En los recorridos los llevamos desde Monterrey hasta Saltillo visitando en las diferentes rutas a BOCAR Saltillo, INDALUM y METALSA, empresas que pertenecen a la membresía de IMEDAL y a quienes agradecemos enormemente que hayan abierto sus puertas a los participantes de esta edición 2026:





Agradecemos también a **GIP 1 System**, cuyo equipo permitió a los participantes escuchar con claridad las explicaciones de los guías durante las visitas, donde haciendo uso de su tecnología con los audífonos, hizo la experiencia de mejor calidad en los recorridos facilitando la interacción constante con el guía en cada una de las plantas. Su uso sencillo favoreció un manejo rápido, **GIP 1 System** apoyó como aliado estratégico a

ALUMEXICO 2026 con su producto puesto en sitio en cada visita. Gracias a **GIP 1 System** por proporcionar los audífonos.

Con esta actividad cerramos tres días dedicados al conocimiento, los negocios, la innovación y el fortalecimiento de nuestra industria.

ALUMEXICO 2026 en cifras

ALUMEXICO 2026 reunió a 1,992 visitantes registrados, procedentes de distintos países, empresas, áreas profesionales y segmentos de la industria.

Más allá de la cifra, los resultados reflejan la diversidad de nuestra comunidad: desde empresas vinculadas con materias primas, productos semiterminados y productos terminados, hasta compañías de servicios, tecnología, logística y otros sectores relacionados con la cadena de valor del aluminio.

A lo largo de la edición generamos espacios de encuentro mediante la exposición comercial, conferencias magistrales y técnicas, reuniones B2B, actividades de networking, eventos sociales y visitas industriales.

¡GRACIAS PATROCINADORES!



CUPRUM



viakable



Agradecemos profundamente a nuestros Aliados Estratégicos por su invaluable apoyo, difusión y colaboración en la realización de ALUMEXICO2026. Agradecemos a la OCV de Nuevo León, Secretaría de Economía de Nuevo León, GIP 1 SYSTEM y La Revista del Color MX, su participación fue fundamental para fortalecer el crecimiento, innovación y la vinculación de la industria del aluminio en México.

Agradecemos profundamente a cada **expositor, patrocinador, conferencista, visitante, institución, aliado y miembro del equipo** que hizo posible ALUMEXICO SUMMIT & EXPO 2026.

Cada edición representa una oportunidad para fortalecer los vínculos de nuestra Industria, compartir conocimiento y continuar impulsando de nuestro sector del Aluminio en México.

Revive los mejores momentos de ALUMEXICO 2026. Te invitamos a visitar la galería del evento y recordar los momentos que compartimos durante este gran encuentro de la industria del aluminio.



Galería

¡Revive los mejores momentos de
ALUMEXICO 2026!

Toys



iPhone 18 Pro y iPhone 18 Pro Max: aluminio reciclado e innovación térmica

La nueva generación del iPhone 18 Pro y iPhone 18 Pro Max incorpora avances que destacan no solo por su tecnología, sino también por el uso de materiales y soluciones de ingeniería.

Uno de ellos es la incorporación de una cámara de vapor, diseñada para ayudar a controlar el calentamiento generado por el nuevo chip Apple A20 Pro. De acuerdo con Apple, esta solución permite mejorar el rendimiento sostenido del dispositivo frente a generaciones anteriores.

A este desarrollo se suma el uso de materiales reciclados, reflejando la importancia que adquieren los materiales dentro de la industria tecnológica. Gracias a sus propiedades y a su capacidad de reincorporarse a nuevos procesos productivos, el aluminio representa una alternativa relevante para avanzar hacia un mayor aprovechamiento de los recursos.

Materiales reciclados

De acuerdo con Apple, el iPhone 18 Pro y el iPhone 18 Pro Max cuentan con 40% de contenido reciclado, que incluye:

Aluminio: 85% reciclado en la carcasa.

Cobalto: 100% reciclado en la batería.

Oro: 100% reciclado en el revestimiento.

Estaño: 100% reciclado en la soldadura de todas las placas de circuito impreso diseñadas por Apple.

Litio: 95% reciclado en la batería.

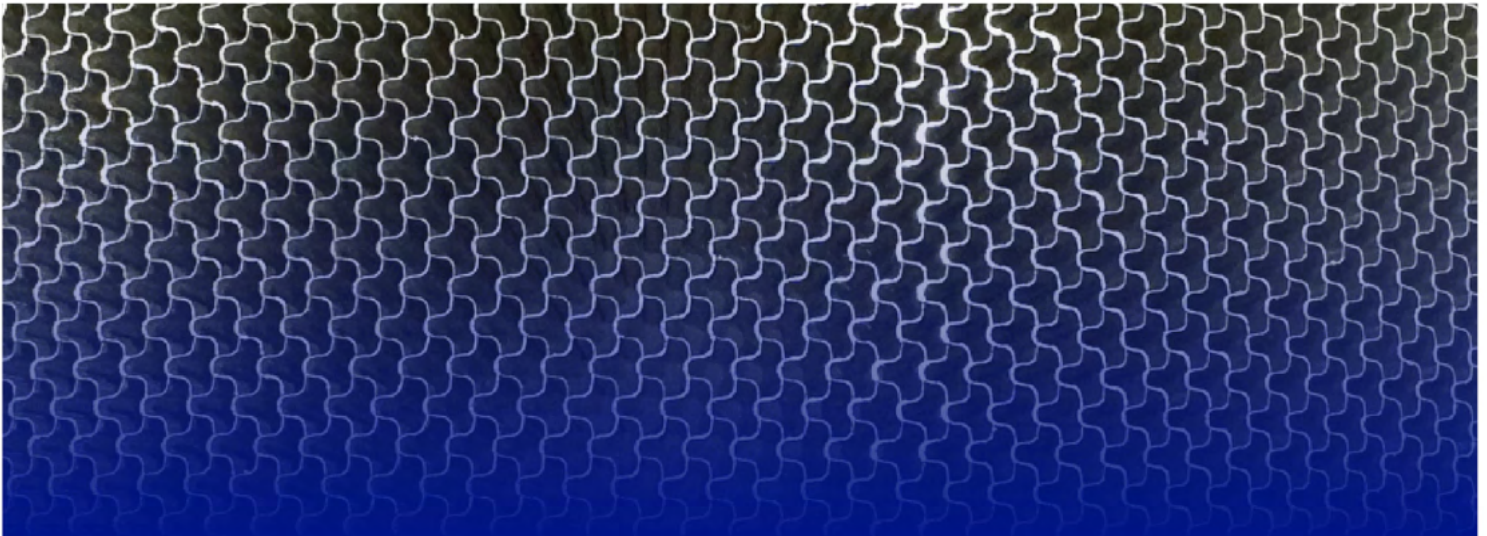
Tierras raras: 100% recicladas en todos los imanes.

Acero: 80% reciclado en varios componentes, incluida la carcasa de la batería y el chasis de la cámara de vapor.

Tungsteno: 100% reciclado en el Taptic Engine.

El iPhone 18 Pro muestra así cómo la innovación tecnológica puede combinarse con soluciones de gestión térmica y aprovechamiento de materiales reciclados, colocando al aluminio como un elemento importante dentro de la evolución de los dispositivos electrónicos.

Un nuevo aluminio tipo panal para los vehículos espaciales



El material, denominado HexWeb® CRPAA-5052 -F80-12.0 Vented Flex-Core®, cuenta con una arquitectura celular que ofrece mayor flexibilidad y capacidad de conformado que los paneles hexagonales convencionales. Esto puede reducir o incluso eliminar procesos de maquinado y disminuir la necesidad de realizar uniones entre secciones durante la fabricación.

El nuevo núcleo también incorpora un sistema de ventilación integrado, que ayuda a gestionar diferencias de presión y la liberación de gases en estructuras tipo sándwich durante el lanzamiento y otras condiciones exigentes del entorno aeroespacial.

Fabricado con aleación de aluminio 5052 y protegido mediante un recubrimiento anodizado con ácido fosfórico (PAA), el material puede operar a temperaturas de hasta 177 °C.

Además de aplicaciones en vehículos de lanzamiento, Hexcel señala que el material puede utilizarse en estructuras aeroespaciales sometidas a altas temperaturas, como las góndolas de motores, donde se requieren materiales ligeros capaces de adaptarse a geometrías cada vez más complejas.

Un capibara en el desierto: una pista de cómo era el Atacama hace millones de años



Un pequeño diente fosilizado encontrado en el norte de Chile está ayudando a los científicos a reconstruir un paisaje muy diferente al actual. El fósil pertenece a *Cardiatherium*, un pariente extinto de los capibaras modernos, que vivió hace aproximadamente 8.8 millones de años.

El hallazgo resulta sorprendente porque el desierto de Atacama es actualmente uno de los lugares más áridos del planeta. Sin embargo, el fósil, junto con el análisis de plantas y sedimentos, indica que durante el Mioceno tardío algunas zonas de la región contaban con agua dulce permanente, vegetación abundante y ambientes ribereños capaces de sostener animales semiacuáticos.

Los investigadores también encontraron evidencias de vegetación forestal, incluidas palmeras, lo que apunta a condiciones mucho más húmedas que las actuales. El descubrimiento demuestra cómo un pequeño fragmento fósil puede revelar cambios enormes en el clima y los ecosistemas de nuestro planeta a lo largo de millones de años.



Nuestra energía es la **confianza**.

Somos el socio de confianza en la transmisión de energía. Con una experiencia de más de 70 años, y un portafolio de marcas multiespecialista, aportamos la precisión que cada cliente necesita para que las conexiones sucedan.

www.viakable.com



viakable



viakable



somosviakable



IMEDAL®
Instituto Mexicano del Aluminio, A.C.

*Tradicional
Comida de Fin
de Año 2026*



**Hacienda de
los Morales**



**01 diciembre
12:00 a 18:00 hrs**