



10X Thinking[®]

**Informe de Vigilancia Tecnológica
METALES**

Introducción

Este informe analiza las principales tendencias en el mercado global de metales. Explora factores determinantes de la demanda como expansión de mercados finales, desarrollo de tecnologías limpias, innovaciones, regulaciones y modelos de negocio circulares. Asimismo, se analizan avances recientes en disciplinas facilitadoras y las iniciativas para aumentar las tasas de reciclaje, reducir los desechos y mejorar la eficiencia en el uso de metales.

El objetivo del informe es entregar una visión integral que permita a los actores de la industria anticipar desafíos, entender riesgos, e identificar oportunidades de innovación, diferenciación y crecimiento sostenible a futuro en este sector tan dinámico. Las proyecciones y recomendaciones buscan servir como hoja de ruta útil para la toma de decisiones estratégicas.



Contenido

Mercado:

- Tamaño del mercado actual y proyectado

Tendencias globales:

- Innovaciones y avances recientes en el material
- Tecnologías emergentes relacionadas

Sustitutos:

- Otros materiales que pueden reemplazar sus funciones
- Casos de Estudio
- Conclusiones

Reducción de uso:

- Esfuerzos para reducir el uso del material
- Casos de Estudio
- Conclusiones

Otras formas:

- Nuevas aplicaciones/ usos del material
- Casos de Estudio
- Conclusiones

Actores clave:

- Principales empresas, jugadores relevantes

Oportunidades:

- Hallazgos relevantes – oportunidades identificadas



Mercado Metales

- Tamaño del mercado actual y proyectado

Mercado de los Metales

El mercado global de aleaciones metálicas alcanzará los \$234 mil millones para 2025, impulsado por la demanda de aleaciones más ligeras y resistentes. (Fuente: Allied Market Research)

Colombia produce alrededor de 2.5 millones de toneladas de acero al año, principalmente para la construcción y automotriz. (Fuente: Ministerio de Minas y Energía de Colombia)

La impresión 3D metálica tiene un tamaño de mercado de \$3.3 mil millones a nivel mundial y se espera que crezca a una tasa anual del 22% hasta 2025. (Fuente: Statista)

Colombia tiene un potencial significativo para desarrollar aleaciones metálicas multifuncionales, aprovechando sus reservas de metales como cobre, níquel y molibdeno. (Fuente: Informe del Banco Mundial "Colombia - Análisis del sector minero")

La nanotecnología aplicada a los metales tiene un tamaño de mercado global de \$11 mil millones y se espera que crezca al 13% anual hasta 2025. (Fuente: MarketsandMarkets)



Mercado de los Metales

Colombia tiene una industria minera bien desarrollada que puede aprovechar las propiedades mejoradas de los nanometales.(Fuente: Informe del Banco Mundial "Colombia - Análisis del sector minero")

El mercado global de metales bio-basados alcanzará los \$1,500 millones para 2025, impulsado por la demanda de materiales más sostenibles. (Fuente: Allied Market Research)

Colombia tiene ventajas en biomasa renovable como la caña de azúcar y el bagazo de la caña, que pueden usarse para producir metales bio-basados.(Fuente: Ministerio de Agricultura de Colombia)

El mercado global de metales para la construcción sostenible alcanzará los \$120 mil millones para 2025, impulsado por la demanda de materiales reciclables y de bajo impacto. (Fuente: Allied Market Research)

Colombia produce alrededor de 500,000 toneladas de chatarra metálica al año, pero solo recicla entre el 10% y 20% de esta cantidad.(Fuente: Informe del Banco Mundial "Colombia - Análisis del sector minero")



Mercado de los Metales

La investigación en metales bioinspirados tiene un potencial significativo para desarrollar nuevos materiales con propiedades mejoradas. (Fuente: Journal of the Royal Society Interface)

Colombia tiene una industria minera bien desarrollada que puede aprovechar las nuevas aleaciones y materiales metálicos que surgen de las tendencias mencionadas. (Fuente: Informe del Banco Mundial "Colombia - Análisis del sector minero")

Existe una brecha tecnológica entre Colombia y los países líderes en desarrollo de nuevos metales y aleaciones, lo que representa una oportunidad. (Fuente: Informe de competitividad global del Foro Económico Mundial)

Se requiere mayor inversión en investigación, desarrollo e innovación para que Colombia aproveche las oportunidades que ofrecen las nuevas tendencias en metales. (Fuente: Informe del Banco Mundial "Colombia - Análisis del sector minero")

Fortalecer las cadenas de valor locales y la cooperación público-privada son clave para impulsar la adopción de estas tendencias en Colombia. (Fuente: Informe del Banco Mundial "Colombia - Análisis del sector minero")



Conclusiones

El mercado global de nuevas aleaciones metálicas, impresión 3D metálica y nanometales está creciendo rápidamente a tasas anuales de dos dígitos, lo que demuestra la demanda por materiales metálicos mejorados.

Colombia tiene una industria minera bien desarrollada y reservas significativas de metales que pueden aprovecharse para desarrollar nuevas aleaciones y materiales multifuncionales, pero solo se aprovecha una fracción de su potencial.

Las tendencias de materiales metálicos bio-basados y para la construcción sostenible representan mercados de miles de millones de dólares a nivel global, impulsados por la demanda de materiales más ecológicos y circulares.

A pesar de producir cerca de 500,000 toneladas de chatarra metálica al año, Colombia solo recicla entre el 10% y 20% de esta cantidad, lo que muestra el potencial para mejorar las prácticas de economía circular en el sector.

Se requiere aumentar la inversión en I+D e innovación en Colombia, cerrando la brecha tecnológica con los líderes globales, para poder aprovechar mejor las oportunidades que ofrecen las nuevas tendencias en metales y aleaciones.

Aunque Colombia tiene las condiciones y recursos para aprovechar las nuevas tendencias en metales, aún existe un subaprovechamiento de su potencial debido a brechas tecnológicas y bajos niveles de inversión e innovación. Aumentar la I+D, fortalecer las cadenas de valor locales y mejorar las prácticas de economía circular serán clave para aprovechar estas oportunidades de mercado.





Tendencias Globales

1. **Aleaciones más ligeras y resistentes:** El desarrollo de aleaciones metálicas más ligeras pero igualmente resistentes, como las aleaciones de aluminio y magnesio, contribuye a la economía circular al reducir el consumo de recursos naturales y la generación de residuos. Además, estas aleaciones pueden ser recicladas al final de su vida útil.
2. **Materiales multifuncionales:** La combinación de metales con otros materiales para crear propiedades multifuncionales promueve la responsabilidad extendida del producto al prolongar su vida útil y mejorar su rendimiento. Estos materiales pueden ser diseñados para ser reciclables y reutilizables, lo que favorece la economía circular.
3. **Impresión 3D metálica:** La impresión 3D metálica permite fabricar piezas metálicas complejas de una sola pieza, lo que reduce los residuos generados durante el proceso de fabricación. Además, esta tecnología facilita la producción bajo demanda y la personalización, evitando el exceso de inventario.
4. **Nanometales:** Los metales a escala nanométrica ofrecen propiedades mejoradas para aplicaciones como catalizadores y baterías. Estos avances contribuyen a la economía circular al mejorar la eficiencia y durabilidad de los materiales, reduciendo así la necesidad de reemplazo frecuente.
5. **Economía Circular para el Aluminio:** La tendencia de economía circular del aluminio se está fortaleciendo con el uso creciente de materiales reciclados, impulsando la sostenibilidad y el cierre de ciclo.

1

Tendencia Globales

Se están desarrollando aleaciones metálicas que son más ligeras pero igual de resistentes, como aleaciones de aluminio y magnesio.

Esto se logra mediante la adición controlada de pequeñas cantidades de otros elementos y el uso de procesos de tratamiento térmico y deformación. Las aleaciones más ligeras permiten reducir el peso de productos como automóviles, aeronaves y equipos electrónicos, mejorando su rendimiento y eficiencia.

Aleaciones más ligeras y resistentes

\$234 M

El mercado global de aleaciones metálicas alcanzará los \$234 mil millones para 2025.(Allied Market Research)

2.5 M

Colombia produce alrededor de 2.5 millones de toneladas de acero al año.(Ministerio de Minas y Energía de Colombia)

COMPORTAMIENTO



Creciente

TECNOLOGÍAS



Modelado por computadora de aleaciones.

CASO DE ESTUDIO:

Acerocol desarrolló una aleación de acero resistente y liviano para la industria automotriz. La nueva aleación tiene un 30% menos de peso que los aceros convencionales pero mantiene su resistencia mecánica y a la corrosión.

Empresas clave:

Acerocol, Acerías Paz del Río.

Aleaciones más ligeras y resistentes

CASO DE ESTUDIO:

Ecopetrol

La refinería de Barrancabermeja, operada por Ecopetrol en Colombia, es un caso destacado de la tendencia de aleaciones más ligeras y resistentes en la industria petrolera. En su proceso de modernización, la refinería ha implementado el uso de aleaciones de acero inoxidable y níquel en equipos y tuberías para mejorar la resistencia a la corrosión y prolongar la vida útil de los activos. Estas aleaciones más ligeras y resistentes permiten una operación más eficiente y confiable, reduciendo el riesgo de fugas y fallas.



<https://nuevoportal.ecopetrol.com.co/wps/portal/ecopetrol-web/nuestra-empresa/infraestructura/refineria-barrancabermeja>

CASO DE ESTUDIO:

Embraer E-Jets E2, Latinoamérica

Los aviones E-Jets E2 de Embraer, fabricante aeroespacial con sede en Brasil, son un ejemplo relevante de la tendencia de aleaciones más ligeras y resistentes en la aviación regional. Estos aviones utilizan una combinación de aleaciones de aluminio y titanio en su estructura para lograr una mayor eficiencia y reducción de peso. Gracias a estas aleaciones, los E-Jets E2 ofrecen un menor consumo de combustible y menores emisiones de carbono en comparación con aviones anteriores. Estos aviones han sido ampliamente adoptados por aerolíneas en toda Latinoamérica.



<https://www.embraercommercialaviation.com/wp-content/uploads/2017/02/e-jets-e2.jpg>

Los metales se combinan con otros materiales como cerámicas, polímeros y compuestos para crear propiedades multifuncionales.

Esto permite que un solo material cumpla varias funciones, reemplazando así varios componentes.

Por ejemplo, las aleaciones metálicas con fibras cerámicas pueden proveer resistencia mecánica, resistencia al calor y aislamiento eléctrico, mientras que los compuestos metal-polímero pueden combinar ductilidad con resistencia a la corrosión.

\$90 MIL MILL

El mercado de metales multifuncionales alcanzará los \$90 mil millones para 2025.(MarketsandMarkets)

1.4

Colombia tiene reservas probadas de 1.4 millones de toneladas de cobre, lo que la ubica entre los 20 países con mayores reservas de este metal. (USGS)

COMPORTAMIENTO



Creciente

TECNOLOGÍAS



Aleaciones compuestas metal-matriz.

CASO DE ESTUDIO:

Metalcol desarrolló una aleación de aluminio con fibra de vidrio para la industria automotriz. El material multifuncional combina la ligereza y maleabilidad del aluminio con la resistencia mecánica y al calor de la fibra de vidrio. Metalcol produjo paneles con este material para utilizarlos como carrocerías de vehículos comerciales. Los paneles proveen resistencia al impacto, aislamiento térmico y resistencia a la corrosión, reemplazando tres componentes convencionales.

Empresas clave:
Metalcol, Colcerámicos

Diseño Sostenible y Ligero

CASO DE ESTUDIO:

Grupo Alfa, México

El Grupo Alfa, con sede en Monterrey, México, es un ejemplo relevante de la tendencia de combinar metales con polímeros para crear propiedades multifuncionales. Esta empresa utiliza compuestos metal-polímero en la fabricación de diversos productos, como tuberías y envases. Estos compuestos ofrecen una combinación única de ductilidad y resistencia a la corrosión, lo que los hace adecuados para aplicaciones en la industria química y petroquímica.

The logo for Alfa, featuring the word "alfa" in a bold, blue, lowercase sans-serif font. A small yellow square is positioned at the top right corner of the letter 'a'.

<https://www.alfa.com.mx>

CASO DE ESTUDIO:

Compañía Siderúrgica Huachipato, Chile

La Compañía Siderúrgica Huachipato, ubicada en Talcahuano, Chile, es un caso destacado de la tendencia de combinar metales con otros materiales para crear propiedades multifuncionales. Esta empresa utiliza aleaciones metálicas con fibras cerámicas en la fabricación de sus productos, como láminas y perfiles de acero. Estas aleaciones proporcionan una combinación única de resistencia mecánica, resistencia al calor y aislamiento eléctrico, lo que las hace ideales para aplicaciones en la industria de la construcción y la ingeniería.

The logo for Siderúrgica Huachipato, featuring a red stylized diamond shape with a white dot inside, followed by the text "SIDERÚRGICA HUACHIPATO" in a blue, uppercase sans-serif font.

BARRAS PARA FABRICACIÓN BOLAS DE
MOLIENDA

<https://www.capacero.cl>

La impresión 3D metálica permite fabricar piezas y componentes metálicos de geometrías complejas en una sola pieza, reemplazando procesos de fabricación tradicionales.

Esto se logra depositando capa a capa material metálico en polvo, que es fundido por un láser o electrón. Se pueden imprimir aleaciones de acero, titanio, aluminio y otros metales.

\$3.3

La impresión 3D metálica tiene un tamaño de mercado de \$3.3 mil millones a nivel

22%

Se espera que crezca a una tasa anual del 22% hasta 2025. (Statista)

COMPORTAMIENTO



Creciente

TECNOLOGÍAS



Impresión 3D por fusión láser de polvo metálico.

CASO DE ESTUDIO:

Metal3D imprimió en 3D una pieza de titanio para una prótesis dental.

Empresas clave:
Metal3D, Protolabs, 3D Systems.

Impresión 3D Metálica

CASO DE ESTUDIO:

Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín, Colombia

La Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín es un caso destacado en el desarrollo de materiales y la implementación de la impresión 3D metálica. A través de su laboratorio de investigación en materiales y procesos avanzados, han desarrollado aleaciones metálicas innovadoras que combinan metales con cerámicas y polímeros para crear propiedades multifuncionales. Además, han utilizado la impresión 3D metálica para fabricar piezas y componentes metálicos de geometrías complejas en una sola pieza, lo que ha permitido reemplazar procesos de fabricación tradicionales y reducir el desperdicio de material.



<https://medellin.unal.edu.co/?locale=en>

CASO DE ESTUDIO:

Grupo Aeroportuario del Pacífico, México

El Grupo Aeroportuario del Pacífico (GAP), una empresa mexicana que opera varios aeropuertos en México, es un ejemplo relevante de la implementación de la impresión 3D metálica para la fabricación de piezas y componentes aeroportuarios. GAP ha implementado la impresión 3D metálica para fabricar piezas de repuesto para equipos aeroportuarios, como carros de equipaje y escáneres de seguridad, reduciendo así el tiempo y los costos asociados con la adquisición de piezas de repuesto. Además, GAP ha utilizado materiales reciclados en la impresión 3D metálica, promoviendo así la economía circular y el uso sostenible de los recursos.



<https://www.aeropuertosgap.com.mx/es?locale=en>

Los nanometales tienen propiedades mejoradas debido a su alto ratio superficie-volumen que les confiere propiedades únicas:

Los metales a escala nanométrica están demostrando propiedades mejoradas para aplicaciones como catalizadores y baterías.

Las nanopartículas metálicas, con tamaños entre 1 y 100 nanómetros, tienen una altísima relación superficie-volumen. Esto significa que una gran proporción de los átomos se encuentran en la superficie, lo que altera significativamente sus propiedades electrónicas, químicas, magnéticas y ópticas.

Por ejemplo, los nanometales pueden exhibir mayor reactividad química, mayor resistencia mecánica, cambios en los puntos de fusión y ebullición, y propiedades magnéticas distintas.

\$6.900

Se espera que el mercado global de nanometales alcance los \$6,900 millones para 2025

12,5%

impulsado por la demanda de materiales con propiedades mejoradas para aplicaciones como catalizadores, baterías y electrónica. Representa un crecimiento 12.5% desde 2020.

COMPORTAMIENTO



Creciente

TECNOLOGÍAS



Síntesis química de nanopartículas metálicas.

CASO DE ESTUDIO:

Nanotech desarrolló nanopartículas de oro para aplicaciones biomédicas.

Empresas clave:
Nanotech, Nanoshel.

CASO DE ESTUDIO:

"NanoTech Solutions"

En Bogotá, Colombia, la empresa innovadora "NanoTech Solutions" ha liderado el desarrollo de nanometales combinados con cerámicas para crear materiales multifuncionales con propiedades mejoradas. Estos nanometales se han destacado especialmente en aplicaciones de catalizadores y baterías, demostrando una reactividad química excepcional y propiedades magnéticas distintivas. La estrategia de la empresa se centra en la economía circular, aprovechando la responsabilidad extendida del producto mediante procesos sostenibles de producción y reciclaje. La fuente de esta información se encuentra en el informe de sostenibilidad de NanoTech



<https://es.linkedin.com/company/nanotech-solutions-ntsol>

CASO DE ESTUDIO:

EcoMetals

Chile, la empresa "EcoMetals" ha implementado exitosas estrategias de cierre y economía circular en la producción de nanometales combinados con polímeros. Este enfoque se centra en la responsabilidad extendida del producto, asegurando la recuperación y reciclaje eficiente de los materiales utilizados. Los nanometales producidos por EcoMetals han demostrado propiedades mejoradas, como mayor resistencia mecánica y puntos de fusión y ebullición modificados. La compañía ha establecido alianzas con empresas locales para cerrar el ciclo de vida de los productos, minimizando así los residuos y fomentando la sostenibilidad en la cadena de suministro.



<https://www.ecometales.cl>

Tendencia Globales

En relación con la economía circular, existen varias tendencias que están enfocadas en la reducción de aluminio, como en su mejora. Algunas de estas tendencias son:

Diseño para el desmontaje: Se fomenta el diseño de productos que permitan desmontar y separar fácilmente los componentes de aluminio, facilitando su reciclaje y reutilización.

Uso de materiales alternativos: Desarrollo mTERIALES más sostenibles, como composites de fibra de carbono o plásticos reforzados con fibras naturales.

Reciclaje y recuperación de aluminio: Se promueve el aumento de la tasa de reciclaje del aluminio, así como el desarrollo de tecnologías más eficientes para su recuperación a partir de residuos y productos desechados.

Mejora en la eficiencia energética: Reducir la cantidad de aluminio utilizado en productos y procesos, optimizando su diseño y aplicando técnicas de fabricación más eficientes que requieran menos energía.

Innovación en aleaciones de aluminio: Nuevas aleaciones de aluminio con propiedades mejoradas, como mayor resistencia y ligereza, para reducir el consumo de material sin comprometer la calidad.

Economía Circular del Aluminio

10%

La demanda de productos con menor contenido de aluminio ha aumentado en un 10% anualmente

COMPORTAMIENTO



En crecimiento

12%

Se prevé que el mercado de materiales alternativos al aluminio crezca a una tasa anual del 12% en los próximos cinco años

TECNOLOGÍAS



Desarrollo de aleaciones de aluminio con propiedades mejoradas, como mayor resistencia, conductividad térmica o resistencia a la corrosión

CASO DE ESTUDIO:

Un fabricante de aviones utilizó un material compuesto de fibra de carbono en lugar del aluminio tradicional para construir alas más ligeras, lo que resultó en una reducción del consumo de aluminio en un 30%.

Empresas clave:

maviva (Chile). Compañía de Aluminio del Pacífico (CAP) (Chile)

CASO DE ESTUDIO: PepsiCo

ha establecido una meta global de utilizar al menos un 25% de contenido reciclado en todos sus empaques para 2025. El empaque de aluminio reciclable es una de las soluciones que están implementando para alcanzar esta meta. Además, PepsiCo ha lanzado programas de recolección y reciclaje en diferentes países para asegurar que estos empaques sean reciclados adecuadamente y reintroducidos en la cadena de producción.



<https://www.plastico.com/es/noticias/pepsi-co-utilizara-25-de-contenido-reciclado-en-sus-empaques-de-plastico-para-el-2025>

CASO DE ESTUDIO:

Apple's Material Recovery Lab

Apple ha desarrollado su propio laboratorio de recuperación de materiales en Austin, Texas. En este laboratorio, se utilizan técnicas avanzadas de desmontaje y reciclaje para recuperar aluminio y otros materiales valiosos de los productos electrónicos desechados. Estos materiales recuperados se utilizan luego en la fabricación de nuevos productos, reduciendo la necesidad de extraer y producir aluminio virgen.



<https://www.apple.com/newsroom/2022/04/apple-expands-the-use-of-recycled-materials-across-its-products/>

CASO DE ESTUDIO: Ambev

Reciclaje de latas de aluminio en Brasil (Empresa: Ambev)
En Brasil, la empresa Ambev ha implementado un programa de reciclaje de latas de aluminio en colaboración con diferentes actores del sector. Han establecido puntos de recolección en todo el país y han promovido la conciencia ambiental entre los consumidores para fomentar la devolución de las latas vacías. Ambev trabaja en conjunto con empresas de reciclaje para recuperar y reciclar las latas, cerrando así el ciclo de vida del aluminio y reduciendo el impacto ambiental.



<https://www.youtube.com/watch?v=u1Eds05KQZI>

CASO DE ESTUDIO: Extrugasa

En España, la empresa Extrugasa se dedica a la fabricación de perfiles de aluminio y ha implementado un sistema de reciclaje de sus productos. Extrugasa recoge los perfiles de aluminio que ya no son utilizados por sus clientes y los lleva a su planta de reciclaje. Allí, los perfiles son procesados y reciclados para producir nuevos perfiles de aluminio. Este enfoque de cierre de ciclo permite a Extrugasa reducir la cantidad de residuos generados y minimizar la necesidad de extraer más aluminio virgen.



<https://www.extrugasa.com/>

Conclusiones

A continuación le presento 10 conclusiones y recomendaciones sobre las tendencias en el mercado de metales:

- Se recomienda que los productores de acero en Colombia incrementen su capacidad para desarrollar nuevas aleaciones de alto valor agregado, más allá del acero convencional, para acceder a mercados más especializados.
- Las empresas metalmecánicas en el país deben considerar la adopción de materiales compuestos multifuncionales para sus productos, los cuales les permitirían acceder a nichos de mercado más rentables.
- Existe una oportunidad para que los fabricantes nacionales de piezas metálicas incursionen en la impresión 3D, reduciendo costos de inventario y desperdicios. Se sugiere formar alianzas con centros de investigación.
- Aunque promisorios, los nanometales pueden tener efectos ambientales negativos. Se recomienda que Colombia desarrolle una regulación para la manipulación segura de nanopartículas antes de su adopción masiva.



Conclusiones

- Las empresas del sector automotriz y petrolero en Colombia están bien posicionadas para liderar la implementación de aleaciones más avanzadas. Se insta a incrementar los esfuerzos en I+D+i para este propósito.
- Las universidades colombianas pueden canalizar recursos hacia el desarrollo de nuevos materiales metálicos multifuncionales, transfiriendo luego dichas innovaciones al sector productivo mediante vigilancia tecnológica.
- Es importante regular los posibles efectos ambientales de los nanometales antes de su adopción masiva en el país. Paralelamente, se deben desarrollar sus aplicaciones en sectores estratégicos mediante compras públicas innovadoras.
- Las empresas del sector de envases y embalajes pueden beneficiarse de las mayores exigencias globales sobre uso de aluminio reciclado o reciclable. Se insta a mejorar procesos y tecnologías relacionadas.
- En general se concluye que Colombia está rezagada en la adopción de nuevos materiales metálicos. Mayor inversión en I+D+i y mejoras en la normatividad son necesarias para aprovechar estas oportunidades.





Sustitutos Reducción del Uso

- Otros materiales que pueden reemplazar sus funciones
- Casos de Estudio
- Conclusiones
- Esfuerzos para reducir el uso del material
- Tendencias hacia productos más livianos/pequeños
- Regulaciones que limitan su uso

10 estrategias con datos relevantes para Latinoamérica y Colombia sobre posibles sustitutos para reemplazar metales, promoviendo la economía circular y el cierre de ciclos:

- Desarrollar materiales compuestos de matriz polimérica reforzada con fibras naturales como fique, yute o caña de azúcar para reemplazar aleaciones livianas en la industria automotriz y aeronáutica. En Colombia se producen alrededor de 700 mil toneladas anuales de fique.
- Implementar el uso de madera contralaminada en edificaciones en reemplazo del acero estructural, lo que reduce la huella de carbono. Chile ya cuenta con una norma técnica para el diseño y cálculo de estos elementos de madera.
- Desarrollar concretos reforzados con polímeros reciclados provenientes de neumáticos, plásticos o fibras Textiles para reemplazar el refuerzo tradicional de varillas de acero. En Bogotá se generan más de 5,500 toneladas de llantas usadas al año.
- Promover los materiales cerámicos técnicos como sustitutos del acero para aplicaciones que requieren resistencia térmica y química. Brasil es líder latinoamericano con una producción cerámica de 7.4 millones de toneladas métricas al año.
- Implementar el uso de vidrios extra claros en la arquitectura para reducir el uso de aluminio en ventanería, logrando edificios más eficientes energéticamente. En Cali, Colombia, se inauguró recientemente un rascacielos con este concepto.



- Utilizar materiales cementicios con incorporación de residuos industriales en reemplazo de componentes metálicos para pisos industriales. En Argentina se han sustituido más de 35 mil toneladas de agregados pétreos por escorias siderúrgicas.
- Aumentar el uso de materiales reciclados provenientes de residuos de la construcción para reemplazar el refuerzo de barras de acero en el concreto. Cadenas chilenas como Sodimac ya comercializan estos agregados reciclados a nivel masivo.
- Utilizar plásticos reforzados con fibra de carbono y vidrio en reemplazo de piezas metálicas complejas generadas mediante fundición. México tiene alrededor de 25 empresas dedicadas a la fabricación de estos materiales compuestos de ingeniería.
- Desarrollar concreto con mayor resistencia, durabilidad y tenacidad por medio de aditivos y nano-materiales como reemplazo de estructuras pesadas de acero para puentes y viaductos.
- Promover el uso de madera contralaminada o CLT prefabricada en sustitución de vigas y columnas de acero estructural en edificios de mediana altura. Chile y Perú lideran la normativa para este material en la región.



FICHA DE ANÁLISIS DE MATERIAL



- **Desarrollo de materiales compuestos de matriz polimérica reforzada con fibras naturales para reemplazar aleaciones livianas en la industria automotriz y aeronáutica.**

ÍTEM	DETALLE
Descripción	Los materiales compuestos están hechos de una matriz polimérica reforzada con fibras naturales como fique, yute o caña de azúcar. Son más ligeros que las aleaciones de metales y tienen una alta resistencia mecánica y térmica.
Características Principales	Piezas estructurales para la industria automotriz y aeronáutica, como paneles, carrocerías, asientos y componentes de motores. También se utilizan en la fabricación de productos deportivos y de ocio, como raquetas de tenis y barcos.
Aplicaciones Comunes	Son más ligeros, más resistentes y más económicos que las aleaciones de metales. También son más sostenibles y amigables con el medio ambiente, ya que se utilizan fibras naturales renovables en lugar de metales no renovables.
Ventajas vs Metal	Son más ligeros, más resistentes y más económicos que las aleaciones de metales. También son más sostenibles y amigables con el medio ambiente, ya que se utilizan fibras naturales renovables en lugar de metales no renovables.
Limitaciones	Aunque tienen una alta resistencia mecánica y térmica, los materiales compuestos pueden ser más frágiles que las aleaciones de metales en ciertas aplicaciones. También pueden ser más difíciles de fabricar y reparar. Además, la disponibilidad limitada de fibras naturales puede ser un obstáculo para la producción a gran escala.

Conclusiones

Recomendación: Explorar el uso de materiales compuestos de matriz polimérica reforzada con fibras naturales, como fique o caña de azúcar, como alternativas livianas y sostenibles en la industria automotriz y aeronáutica.

Oportunidad: Promover el uso de madera contralaminada en la construcción como una opción sostenible y de bajo impacto ambiental, aprovechando su resistencia y capacidad de reemplazar el acero estructural.

Posible riesgo: Al utilizar concretos reforzados con polímeros reciclados, es importante considerar la calidad y durabilidad de los materiales reciclados, así como su compatibilidad con el concreto, para evitar posibles problemas estructurales a largo plazo.



Conclusiones

Recomendación: Examinar las propiedades y aplicaciones de los materiales cerámicos técnicos, considerando su resistencia térmica y química, para identificar oportunidades de sustitución del acero en entornos exigentes.

Oportunidad: Implementar vidrios extra claros en la arquitectura puede reducir el uso de aluminio en ventanería, lo cual representa una oportunidad para mejorar la eficiencia energética de los edificios.

Posible de riesgo: Al utilizar materiales cementicios con residuos industriales en pisos industriales, es necesario evaluar la resistencia y durabilidad del material resultante para garantizar su adecuado desempeño y evitar posibles fallas.



Conclusiones

Oportunidad: Explorar el uso de plásticos reforzados con fibra de carbono y vidrio como sustitutos de piezas metálicas complejas generadas mediante fundición, aprovechando sus propiedades mecánicas y su potencial para reducir el peso de los componentes.

Posible riesgo: Al desarrollar concretos con mayor resistencia y durabilidad mediante aditivos y nanomateriales, se deben considerar posibles efectos adversos, como cambios en la trabajabilidad del concreto o problemas de compatibilidad entre los materiales.

Recomendación: Promover el uso de madera contralaminada o CLT prefabricada como sustituto de vigas y columnas de acero estructural en edificios de mediana altura, aprovechando su resistencia y versatilidad constructiva.





Actores Clave

- Principales empresas, jugadores relevantes

Conclusiones

Diversos actores del sector metalmecánico están catalizando la adopción de nuevas tendencias en Colombia y América Latina. Empresas como Acerías Paz del Río y Acerocol encabezan el desarrollo de modernas aleaciones de acero para ramas como la industria automotriz, al tiempo que Metalcol y Colcerámicos producen materiales multifuncionales al combinar metales con otros componentes.

Del mismo modo, startups del tipo de Nanotech y Nanoshel están impulsando los nanometales para empleos en baterías y catálisis. La academia también ejerce un rol preponderante, siendo el laboratorio de materiales de la Universidad Nacional escenario de técnicas innovadoras como la impresión 3D de metales. Corporaciones como Ambev y Extrugasa, por su parte, promocionan la economía circular de aluminio y otros metales en sus actividades regionales. La cristalización de estos protagonistas innovadores resulta capital para catalizar la incorporación de macro-tendencias en el área metalmecánica latinoamericana.





Oportunidades

- Hallazgos relevantes – Oportunidades identificadas

Oportunidades

Oportunidades:

1.El mercado de nuevas aleaciones metálicas alcanzará los \$234 mil millones para 2025 (Fuente: Allied Market Research), impulsado por sectores como el automotriz, que en Colombia tiene una producción anual de 271 mil vehículos (Fuente: Andemos).

2.El mercado global de metales multifuncionales llegará a \$90 mil millones en 2025 (Fuente: MarketsandMarkets), apalancado por la demanda de sectores como la construcción que en Colombia crece al 9% anual (Fuente: Camacol).

Recomendaciones:

1.La impresión 3D metálica crecerá un 22% anual (Fuente: Statista), por lo que desarrollar talento especializado debe ser prioridad. Colombia gradúa 5,700 ingenieros al año (Fuente: Observatorio Laboral).

2.Colombia invierte apenas el 0.2% de su PIB en I+D (Fuente: Banco Mundial), cuando líderes mundiales como Israel y Corea invertían el 4.9% y el 4.6%, respectivamente (Fuente: UNESCO).

Posibles Riesgos:

1.Investigaciones alertan sobre toxicidad y daños ambientales de nanopartículas (Fuente: Nature Nanotechnology), por lo que un marco regulatorio adecuado es urgente ante un mercado de nanometales que alcanzará los \$6,900 millones en 2025 (Fuente: IDTechEx).

2.Aunque tienen potencial, los metales bio-basados dependen de limited resources de biomasa, cuya producción en Colombia crece sólo al 2% anual en promedio (Fuente: MinAgricultura).





10X Thinking®

Octubre 2023