Smart Chemistry
Smart Future

Tecnologías **Químicas** para un **futuro sostenible**

feiQue
Federación Empresarial de la Industria Química Española

feiQue
Federación Empresarial de la Industria Química Española
www.feique.org

Smart Chemistry
Smart Future
smartchemistry.net

SUSCHEM ES
Química Sostenible

CHEMSPAIN
CHEMICALS FROM SPAIN · BY FEIQUE

FORO QUIMICA y SOCIEDAD
www.quimicaysociedad.org

DESCÁRGATE
Tecnologías Químicas para un futuro sostenible

Síguenos en Redes: **@Feique**

Índice

4 La Química, en el centro de las soluciones para el Desarrollo Sostenible

6 Smart Chemistry Smart Future: la Química del Futuro que ya está aquí

7 Economía circular

¿Y si todo pudiera reciclarse y reutilizarse infinitamente?

- **CO_2**: el peor enemigo se convierte en un gran aliado
- **Reciclaje Químico**: hacia el ciclo de recuperación infinito
- **Bioeconomía y bioproductos**. El aprovechamiento circular de los recursos biológicos

20 Transición energética y cambio climático

¿Y si pudiéramos tener un planeta sin emisiones?

- **Energías renovables**. Innovación química para mejorar su eficiencia
- La **fotosíntesis artificial**. Rumbo a los combustibles solares
- El **Hidrógeno verde**. Un vector energético clave hacia la descarbonización
- La **movilidad sostenible** del futuro. Combustibles de alta eficiencia y cero emisiones
- El reto del **almacenamiento energético**. Las nuevas baterías del futuro

37 Salud y alimentación

¿Y si pudiéramos vivir más y mejor?

- **Smart farms y agrobots** para una producción más sostenible
- El siglo de la **medicina personalizada**

20 Digitalización e industria 4.0

¿Y si la transformación digital nos hiciera más sostenibles y eficientes?

- **Digitalización** para una producción más sostenible e inteligente
- **Fabricación aditiva**: Impresión 3D y 4D. Materiales inteligentes para un mundo digital

La Química,

en el centro de las soluciones para el Desarrollo Sostenible

La transformación de la economía hacia un nuevo modelo circular y descarbonizado es un desafío que la industria química asume como propio. Su probada capacidad de innovación tecnológica -es el mayor inversor industrial en I+D+i- le proporciona el potencial necesario para responder a las demandas de sostenibilidad que la sociedad y los mercados reclaman hoy.

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU para 2030 y los fijados por la UE en el marco del Green Deal para alcanzar la neutralidad climática antes de 2050, marcan un horizonte urgente que requiere de soluciones disruptivas ante grandes desafíos. Tecnologías y materiales que el sector químico ya está generando en el ámbito de la transición energética para mejorar la eficiencia de las energías renovables, sistemas avanzados para el almacenamiento energético, soluciones para impulsar la economía del hidrógeno verde o procesos químicos con bajas o nulas emisiones. Sin olvidar los materiales para la impresión 3D o los nuevos combustibles limpios para una movilidad sostenible.

En el ámbito de la economía circular, que avanza en paralelo a la descarbonización, la industria química está desarrollando tecnologías capaces de convertir residuos en sustancias de alto valor añadido. Es el caso del de las tecnologías del reciclaje químico de los residuos plásticos, que permite evitar que una gran parte de los mismos terminen incinerados o en el vertedero. También se avanza en la captura y uso el CO_2 como materia prima para numerosas aplicaciones y en tecnologías para la bioeconomía y los bioproductos.

Y como eje vertebrador de la sostenibilidad, está la digitalización, un vector esencial para que estas innovaciones punteras contribuyan a este propósito con todo su potencial. Permite optimizar recursos, ganar eficiencia, flexibilidad y en definitiva, minimizar riesgos para maximizar nuestra respuesta a ambiciosos desafíos globales.

Alcanzar una verdadera economía circular y descarbonizada y por tanto más sostenible, en un mundo con recursos limitados cuya población crece exponencialmente, solo será posible con la contribución de la innovación química y la industria que la desarrolla.

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

El sector químico, proveedor esencial de **soluciones innovadoras** para el **Desarrollo Sostenible**

Economía Circular y Neutra en Carbono

- Soluciones innovadoras para la **gestión sostenible del agua** y el acceso a la potabilización y tratamiento.
- Tecnologías para incrementar la **eficiencia energética** e impulsar las fuentes limpias y renovables para una economía descarbonizada.
- Utilización eficiente de los recursos e **impulso de la circularización** y revalorización de los materiales para prolongar su ciclo de vida útil.

Calidad de vida de las personas

- Generación de productos esenciales para la **salud y la higiene** y desarrollo de pioneras tecnologías para la prevención y tratamiento de enfermedades actuales y futuras.
- Tecnologías para una **producción más eficiente** y **sostenible** de alimentos. Soluciones para su gestión y conservación y para evitar el desperdicio y mejorar la nutrición.
- Soluciones y materiales para las **tecnologías de la información** del futuro y la **digitalización industrial** (industria 4.0) y de la vida cotidiana.
- **Transporte sostenible** con nuevos materiales y desarrollo de **combustibles limpios** de alta eficiencia y cero emisiones. Mejora de la **eficiencia energética** de los edificios.

Creación de riqueza y empleo

- La Industria química es un **sector innovador y estratégico** para la economía y la creación de **empleo estable y de calidad.**

Smart Chemistry Smart Future:

La Química del Futuro que ya está aquí

La industria química juega un papel clave en prácticamente todas las potenciales soluciones climáticas de circularización y desarrollo de recursos: desde los combustibles, hasta la energía y los materiales de construcción, el desarrollo de las tecnologías digitales o la agricultura y medicina inteligente. En todo lo que podamos imaginar, hay química, mucha química. Y el futuro se seguirá escribiendo en clave química. Porque en 2050 no solo seremos 10.000 millones de personas, sino que el 70% vivirá en ciudades. El reto es hacer la vida en las urbes más fácil, sostenible y saludable. Las energías limpias, la producción inteligente, la movilidad sostenible o las construcciones bioclimáticas, entre otras, deberán formar parte de este ecosistema más pronto que tarde.

ECONOMÍA CIRCULAR

¿Y SI TODO PUDIERA RECICLARSE Y REUTILIZARSE INFINITAMENTE?

La química promueve el empleo eficiente de los recursos mediante el uso de materias primas alternativas (incluidas las de origen biológico), el desarrollo de bioproductos y la reutilización, reciclaje y valorización de los residuos a lo largo de la cadena de valor.

El reto: contribuir a la Economía Circular para hacer frente al cambio climático.

Para ello, el sector químico desarrolla tecnologías punteras como: el **reciclaje** químico, la captura, almacenamiento y usos del **CO_2**, y el impulso de la **bioeconomía** y bioproductos

ECONOMÍA CIRCULAR

CO_2: EL PEOR ENEMIGO SE CONVIERTE EN UN GRAN ALIADO

El dióxido de carbono, el gran villano del cambio climático, puede transformarse en un gran recurso a nuestro alcance para frenar el calentamiento global. Y aunque está presente en la naturaleza y es un elemento indispensable para nuestra vida, el derivado de la actividad humana e industrial es uno de los principales retos medioambientales.
Las tecnologías y avances químicos han abierto la oportunidad de capturarlo y convertirlo en una materia prima de gran valor y potencial de aplicación.

Las **tecnologías de captura y almacenamiento** del CO_2 podrían contribuir **a reducir hasta un 30%** las emisiones a nivel global.

La tecnología e innovación química ya no solo desarrolla soluciones para reducir el nivel de emisiones contaminantes que generamos en nuestro día a día derivado del transporte, la climatización de edificios o los propios procesos productivos. Ahora también facilita que este residuo tenga una segunda vida capturándolo, almacenándolo y transformándolo en un recurso útil que de otra forma se desaprovecharía. Las tecnologías que lo hacen posible, llamadas CCUS (en inglés), se suman a otros desarrollos tecnológicos que pueden desempeñar un papel muy importante en la descarbonización del planeta.

Existen en el mundo **más de 5.000 km. de tuberías** que transportan CO_2.

Tecnología química para la captura, almacenamiento y uso del CO_2

A día de hoy, la industria química ha desarrollado sistemas para capturar el CO_2 de fuentes de alta producción, separarlo del resto de gases de combustión y comprimirlo para hacer viable su posterior transporte, almacenamiento y procesarlo químicamente. ¿En qué consisten estas tecnologías CCUS?:

1

Se captura y separa el CO_2 del resto de los gases de combustión producidos en centrales térmicas y procesos industriales.

Esto se consigue con tecnologías y materiales químicos basados en la absorción del CO_2 de la mezcla, su adsorción (cuando el CO_2 se queda en la superficie del material) o con membranas de separación de gases.

2

Una vez es separado, se comprime en estado líquido para transportarlo por tubería o camiones cisterna a su destino.

3

El CO_2 puede almacenarse de manera segura inyectándolo en enclaves geológicos profundos (acuíferos salinos, yacimientos de gas y petróleo agotados o capas de carbón profundas).

O bien, puede convertirse en materia prima para la fabricación de productos de uso industrial o de consumo final. Tanto el almacenamiento como el uso como materia prima son complementarios.

APLICACIONES

¿DORMIR o CAMINAR sobre CO_2?

Una vez aislado el dióxido de carbono, la química ha conseguido convertirlo en moléculas muy valiosas como el **metanol** o distintos **ácidos orgánicos, polioles** o **polímeros** que sirven de base para la fabricación de productos de nuestra vida cotidiana pensados, a su vez, para facilitar su circularidad.

La investigación continúa y no se descarta que en un futuro próximo se puedan utilizar **aislantes** para la construcción o refrigeración y **espumas** para el sector del automóvil basados en dióxido de carbono.

A partir del CO_2 también se pueden obtener **combustibles sintéticos** con aplicación en diversas industrias. Además, la investigación química está desarrollando también **catalizadores** específicos, de bajo coste y con altas tasas de conversión, para poder aplicarlos a escala industrial.

Otra aplicación es la producción de **acrilato de sodio**, un compuesto utilizado en la elaboración de los superabsorbentes de los pañales y otros productos de higiene, fabricado a partir de propileno. Si se utilizara CO_2, se podrían reemplazar alrededor del 30% de los combustibles fósiles que se usan en la actualidad.

En suma, productos y procesos químicos para convertir un problema como el CO_2 en un producto útil y en una solución no solo para reducir las emisiones contaminantes sino para eliminar las ya existentes. Y aunque las tecnologías de captura no han adquirido aún toda su madurez, su potencial es una realidad que las convierte en una importante palanca para alcanzar los objetivos de neutralidad climática de la UE.

- Zapatillas
- Espumas de poliuretano para colchones
- Medicamentos
- Disolventes, detergentes o cosméticos
- Materiales de construcción como hormigón o film transparente
- Pavimentos deportivos con adhesivos basados en CO_2
- Fibras textiles elásticas para el mundo de la moda

Reciclaje Químico

HACIA EL CICLO DE RECUPERACIÓN INFINITO

La mitad de los plásticos fabricados en toda la historia se han producido en los últimos 15 años. Tan solo en 2019 se produjeron 368 millones de toneladas en todo el mundo (62 en Europa).

Los plásticos nos aportan múltiples beneficios en el día a día, ayudándonos también a ser más sostenibles: gracias a ellos se pueden fabricar vehículos ligeros que consumen menos, aislar mejor los edificios, almacenar y transportar todo tipo de productos con un menor impacto ambiental, reducir el desperdicio de alimentos, innovar con dispositivos tecnológicos y muchas otras aplicaciones.
Su poco peso y durabilidad ayuda a reducir la huella de carbono a lo largo de complejas cadenas de valor lo que potencia la economía circular y la optimización de los recursos.

La UE se ha fijado la ambiciosa meta de que en 2025 los productos plásticos que circulen en la UE incorporen 10 millones de toneladas de plástico reciclado. El objetivo es poder avanzar hacia su plena circularidad reciclándolos al final de su vida útil.

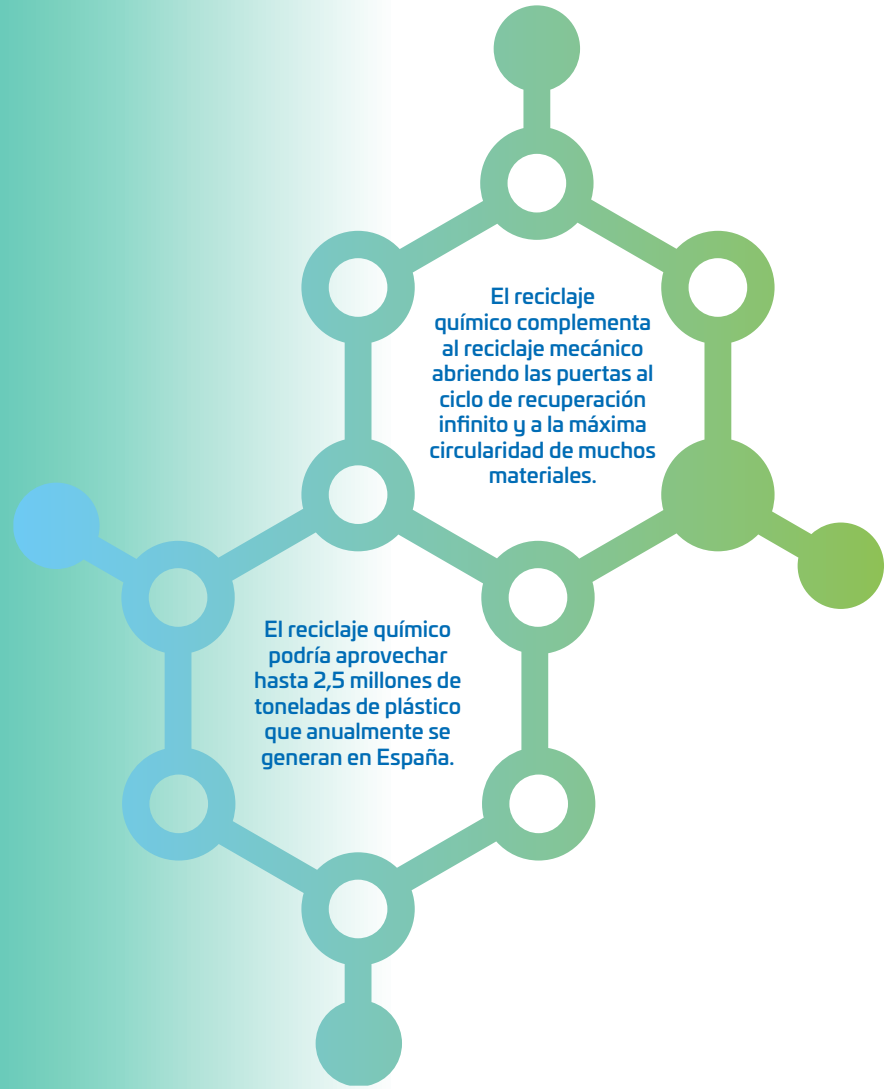
Para ello, en necesario incrementar el reciclado con todas las tecnologías disponibles, incluido el RECICLAJE QUÍMICO, y mejorar la calidad del reciclado para que se pueda incorporar cada vez a un mayor número de productos. Estas soluciones contribuirán a cumplir los ambiciosos objetivos del Green Deal y los ODS de la ONU.

A pesar de sus múltiples ventajas, el impacto ambiental de los residuos plásticos es también una realidad. Los comportamientos incívicos, junto a la carencia de sistemas adecuados de gestión, clasificación y recuperación de residuos en algunos países, tiene como consecuencia que los plásticos se mezclen en la basura, complicando su reciclaje y acabando en el vertedero o, peor aún, en el campo o el mar, con efectos a veces devastadores.

El RECICLAJE QUÍMICO, como complemento del mecánico

La química lleva tiempo investigando con el objetivo de aportar soluciones sostenibles y viables al reto del reciclaje infinito de los plásticos. El método más habitual de reciclaje es el mecánico y es efectivo: consigue clasificar, lavar, trocear y volver a fundir el material plástico para transformarlo en nuevos productos. Este proceso es muy eficaz en el caso de productos hechos con un único polímero o en aquellos cuyos múltiples componentes pueden separarse adecuadamente, sin embargo, resulta mucho más complicado cuando se trata de productos con varios polímeros o materiales íntimamente relacionados como algunos envases alimentarios multicapa, o de residuos que están contaminados con otras sustancias.

Aquí, la tecnología del reciclaje químico abre una gran ventana de oportunidad. Se trata de una tecnología por la que se descompone químicamente el plástico en sus moléculas de origen conservando sus propiedades intactas. La ventaja es generar materiales de muy alta calidad muy semejantes en cualidades y características a los que se usaron en origen, por lo que se pueden volver a utilizar una y otra vez, incorporándolo de nuevo al proceso de producción como si fuera una materia prima virgen.



Principales TÉCNICAS de reciclaje químico

El reciclaje químico resulta un aliado crucial del reciclaje mecánico para alcanzar en 2025 los objetivos de reciclaje de plásticos fijados por la UE.

Los productos obtenidos del reciclaje químico, son de muy alta calidad, pudiéndose utilizar en aplicaciones de elevados requisitos como la industria alimenticia. Por lo tanto, este reciclaje no solo ayuda al medio ambiente, sino que fomenta la economía circular, dándole una vida potencialmente ilimitada a los productos plásticos.

El avance de la tecnología ha permitido un reciclado químico competente desde principios del año 2000 pero todavía queda un gran camino por recorrer.

Pirólisis

Es el proceso más **habitual** a escala industrial. Sometiendo a los plásticos a una temperatura superior a los 450ºC, los polímeros que los forman se dividen en monómeros u otras materias primas. El **balance energético es nulo**, ya que los gases liberados en el propio proceso son utilizados para producir el calor necesario.

Solvólisis

Aplicando un reactivo químico y modificando la presión y temperatura, los residuos plásticos se **descomponen en sus componentes originales**: los monómeros. Dependiendo del agente químico utilizado, se pueden obtener distintos **productos reutilizables**.

Degradación enzimática

La **acción de microorganismos** o las enzimas que estos generan, rompen la cadena molecular para descomponerlo en los monómeros. Se puede utilizar para plásticos convencionales y bioplásticos, y los subproductos se aplican en la biorremediación, o **recuperación** del medio ambiente contaminado.

APLICACIONES

Lo realmente interesante es que se han desarrollado formas de tratar los residuos plásticos para que, al final del proceso, se puedan obtener otros productos, no necesariamente plásticos. Es el caso del reciclaje de plástico a combustible. Un proceso con el que se convierten en el equivalente a petróleo crudo o materia prima petroquímica para luego alimentar a las refinerías o a las plantas químicas y así cerrar el círculo de la reutilización de recursos.

Un caso particular sería cuando el aceite producido se transforma para obtener un nuevo polímero virgen. Para ello, lo más habitual es aplicar la técnica de la **pirólisis**. En el ámbito industrial, es el proceso más utilizado para convertir en combustible aquellos plásticos para los que actualmente no existen opciones viables de reciclaje mecánico. Al proceso de pirólisis se le incorpora plasma frío.

Los residuos plásticos pueden convertirse en hidrógeno, metano y etileno. Tanto el hidrógeno como el metano se pueden usar luego como combustibles limpios y el etileno, como base para la fabricación de la mayoría de los plásticos que se usan en todo el mundo.

Otro reto está en el reciclaje del polipropileno, un polímero que se usa para fabricar recipientes de alimentos, botellas, tuberías o ropa. Casi una cuarta parte de todos los residuos plásticos del mundo son de este material, muy usado para envases de alimentos, bebidas, ropas o tuberías. Investigaciones químicas han comprobado que, mediante la aplicación de un proceso denominado **licuefacción hidrotermal** se consigue que, en apenas una hora, el plástico se convierta en un aceite que se puede utilizar tanto para obtener gasolinas como materias primas para otros productos químicos.

Combustibles limpios | Aceite para carburantes y productos químicos | Envases alimentarios | Piezas para refrigeradores | Piezas para la automoción

BENEFICIOS del Reciclaje Químico

1 Aporta valor a ciertos residuos plásticos que acabarían en el vertedero o incinerados

Permite reciclar aquellos residuos plásticos que no pueden ser reciclados mecánicamente por encontrarse contaminados, mezclados o mal clasificados.

2 Produce plásticos de calidad equivalente a los de materia prima virgen

Con el reciclaje químico, los plásticos que han llegado al final de su vida útil se reciclan para producir nuevas sustancias químicas y plásticos de calidad equivalente a los producidos a partir de materias primas vírgenes.

3 Reduce el uso de materias primas fósiles

El rendimiento del proceso de residuos a productos para el reciclaje químico es del 70-80%, es decir, 1.000 kg de residuos plásticos se convierten eficientemente en cerca de 800 kg de materia prima secundaria.

4 Reduce las emisiones de CO_2

Según los primeros Análisis de Ciclo de Vida (ACV) que comparan las tecnologías de reciclaje químico con la incineración, el reciclaje químico emite menos CO_2 al poder eliminar las emisiones asociadas a la recuperación energética y la producción convencional de materias primas.

ECONOMÍA CIRCULAR

BIOeconomía y BIOproductos

EL APROVECHAMIENTO CIRCULAR DE LOS RECURSOS BIOLÓGICOS

Los recursos naturales no son infinitos, por ello, la bioeconomía y los bioproductos derivados son una pieza clave del engranaje necesario para alcanzar un Desarrollo Sostenible real. Por supuesto, la innovación química está íntimamente ligada a estos conceptos.

La **BIOECONOMÍA** es la producción, utilización y conservación de los recursos biológicos, incluidos los conocimientos relacionados, la ciencia, la tecnología y la innovación, para proporcionar información, productos, procesos y servicios a todos los sectores económicos con el objetivo de avanzar hacia una economía sostenible.

Fuente: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (Global Bioeconomy Summit, 2018)

ECONOMÍA CIRCULAR

¿Qué ventajas aportan los BIOPRODUCTOS?

El ámbito de aplicación de los bioproductos es enorme, lo que da lugar a la biosalud, la bioenergía, la bioindustria o la agrobiotecnología, entre otras áreas. El objetivo es pasar de un sistema productivo basado en los combustibles fósiles a otro apoyado en la biotecnología de la mano de la I+D+i.

Por su propia transversalidad, la bioeconomía contribuye a avanzar hacia una economía circular y descarbonizada para combatir el cambio climático y favorecer el Desarrollo Sostenible de manera integral.

- Reducción de la dependencia de recursos fósiles
- Reaprovechamiento de recursos
- Reducción de emisiones a la atmósfera
- Protección de la biodiversidad y el medio ambiente
- Generación de nuevas oportunidades de desarrollo económico y empleo

APLICACIONES

La Industria Química está muy directamente conectada con la bioeconomía ya que es una de las responsables de las reacciones y procesos innovadores para transformar esos recursos renovables y residuos de origen biológico en:

BIOPRODUCTOS

Como bioplásticos, biomateriales, ingredientes para alimentos y una larga lista de aplicaciones.

PRODUCTOS QUÍMICOS

La propia industria química utiliza estas materias primas de origen biológico para producir productos químicos como pinturas, tintas, revestimientos, tensioactivos, cosméticos, adhesivos, fertilizantes, plastificantes y fibras artificiales entre otros muchos.

COMBUSTIBLES

Residuos de biomasa, desperdicios agroindustriales como los huesos de aceituna o las cáscaras de los frutos secos o de origen forestal como las astillas o los pellets de la compactación de serrín se pueden utilizar como materia prima renovable para la producción de combustibles y un gran número de productos químicos.

BIORREFINERÍAS

Una alternativa sostenible desde el aprovechamiento

Las biorrefinerías son una pieza clave para el desarrollo de la bioeconomía. Transforman de manera eficiente y sostenible recursos biológicos como pueden ser los residuos orgánicos y otras biomasas en una amplia gama de productos finales de gran interés comercial reemplazando a los recursos fósiles.

En estas instalaciones se pueden procesar desde materias primas de origen orgánico procedentes de grasas y aceites vegetales (como el aceite de cocina usado) a restos vegetales procedentes de plantaciones hortofrutícolas para obtener desde **biocombustibles** avanzados como el etanol celulósico o los aceites vegetales hidrotratados (también conocidos como diésel renovable) hasta biohidrocarburos, biogás o electricidad. También **biofertilizantes**, piensos o ingredientes alimentarios de alta calidad, entre otros muchos productos.

A diferencia de otros procesos de valorización, las biorrefinerías permiten aprovechar de una forma mucho más sostenible y eficiente los residuos orgánicos y abre un gran abanico de posibilidades a nuevos bioproductos.

BIOPLÁSTICOS

El futuro del omnipresente material

Otra industria que también utiliza materias primas de origen biológico en su producción es la de los plásticos. Son los conocidos bioplásticos, que suponen una alternativa sostenible a los tradicionales. Sus propiedades pueden variar considerablemente según el material a partir del cual se fabriquen, pero muchos de ellos tienen exactamente las mismas que sus versiones convencionales.

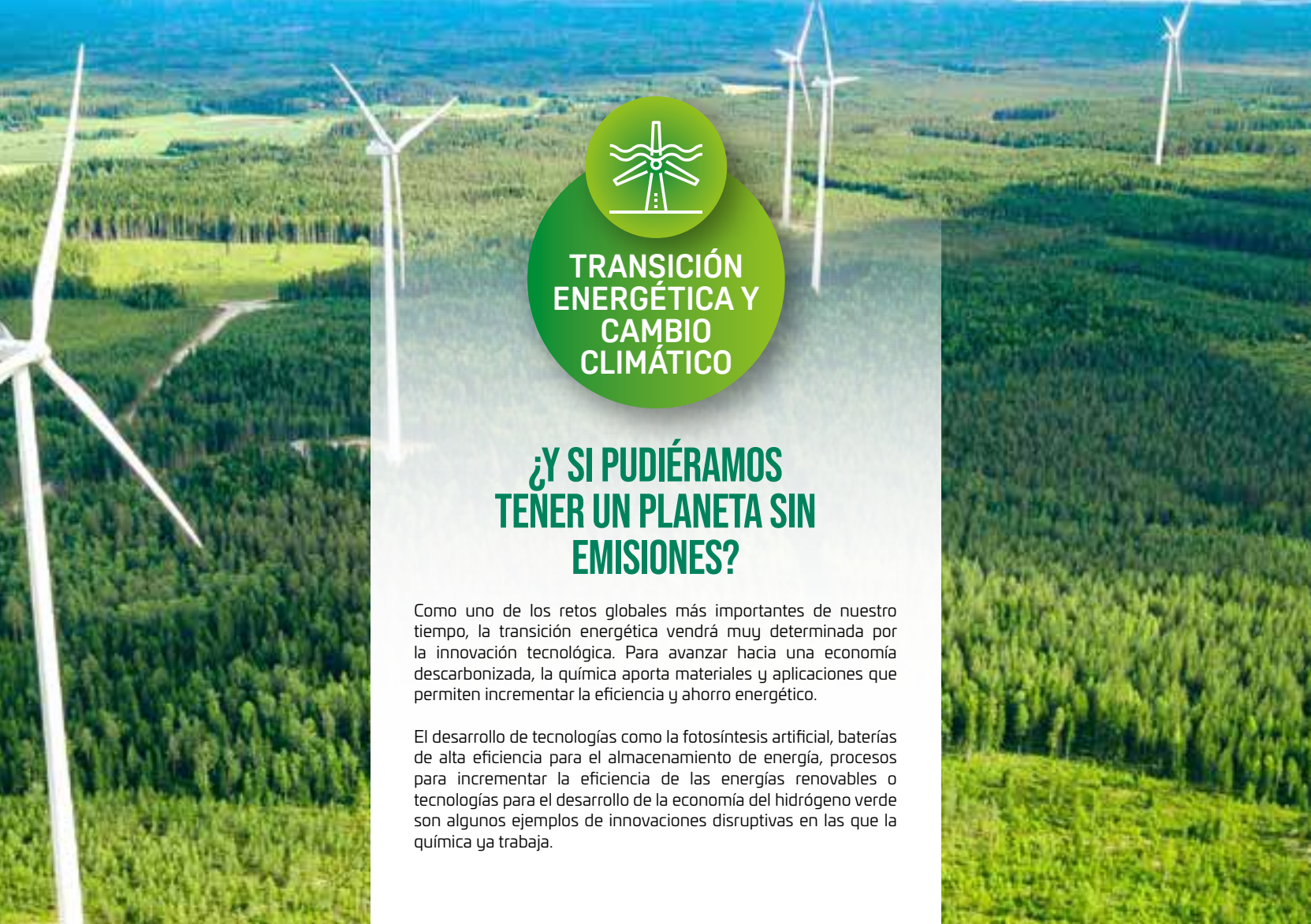
Dependiendo de su composición química y del porcentaje de ingredientes de base biológica que tengan, los bioplásticos pueden ser, además, biodegradables, es decir, que en determinadas condiciones los microorganismos degradan y convierten estos plásticos en agua, dióxido de carbono o metano y biomasa.

Los bioplásticos se utilizan ya para envasar alimentos y bebidas, para el cuidado de la salud, la industria textil, en agricultura, automoción y electrónica, entre otros usos. Sin ir más lejos, las bolsas de los supermercados que se utilizan para comprar frutas y verduras se fabrican con bioplásticos 100% orgánicos, por lo que son compostables y biodegradables. En un periodo de solo 3 meses se convierten en compost o abono sin dejar residuos en el medio ambiente.

Pueden fabricarse, total o parcialmente a partir de recursos biológicos renovables como:

- **Maíz**: el almidón que contiene permite obtener ácido láctico, base del PLA, un bioplástico que se utiliza para el envasado de productos alimentarios.
- **Caña de Azúcar**: su procesamiento permite obtener el etileno para fabricar polietileno, un plástico ampliamente usado para bolsas de plástico y envases.
- **Microorganismos**: cuyo cultivo permite obtener polihidroxialcanoatos (PHA) un tipo de bioplástico utilizado, sobre todo, para dispositivos sanitarios.

Además de la caña de azúcar y el almidón de patata o maíz hay muchos otros ejemplos: la lignocelulosa, se utiliza para la producción de plásticos y detergentes con base 'bio'. Incluso, se ha desarrollado un bioplástico biodegradable a partir de proteína de soja, que puede absorber 40 veces su propio peso en agua.



TRANSICIÓN ENERGÉTICA Y CAMBIO CLIMÁTICO

¿Y SI PUDIÉRAMOS TENER UN PLANETA SIN EMISIONES?

Como uno de los retos globales más importantes de nuestro tiempo, la transición energética vendrá muy determinada por la innovación tecnológica. Para avanzar hacia una economía descarbonizada, la química aporta materiales y aplicaciones que permiten incrementar la eficiencia y ahorro energético.

El desarrollo de tecnologías como la fotosíntesis artificial, baterías de alta eficiencia para el almacenamiento de energía, procesos para incrementar la eficiencia de las energías renovables o tecnologías para el desarrollo de la economía del hidrógeno verde son algunos ejemplos de innovaciones disruptivas en las que la química ya trabaja.

TRANSICIÓN ENERGÉTICA Y CAMBIO CLIMÁTICO

Energías RENOVABLES

INNOVACIÓN QUÍMICA PARA MEJORAR SU EFICIENCIA

La ciencia y la industria químicas son fundamentales para impulsar las energías limpias y renovables y el desarrollo de combustibles con una huella de carbono baja o nula como el hidrógeno verde, obtenido, a su vez, a partir de energías renovables.

La UE se ha marcado el objetivo de reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) un 80% por debajo de los niveles de 1990 para ser una economía competitiva y neutra en carbono para 2050.

En este ambicioso objetivo de descarbonización, el sector químico está proporcionando soluciones tecnológicas de amplio alcance y proyección. Dos puntos cardinales para avanzar en la transición energética y frenar el cambio climático son el incremento de la eficiencia y uso de las energía renovables y el desarrollo y utilización de combustibles con una huella de carbono baja o nula como el hidrógeno, obtenidos, a su vez, a partir de energías renovables.

En 2020, las energías renovables en España representaron el 45,5% del total de la energía eléctrica generada.

Fuente: Red Eléctrica de España

En la **energía eólica**, los aerogeneradores han evolucionado para operar de forma eficiente ante los cambios de velocidad del viento, implantando mejoras aerodinámicas de las palas y reduciendo cargas.

Esto ha sido posible gracias al uso de materiales compuestos como las fibras de vidrio y de carbono así como diferentes tipos y mezclas de resinas suministrados por la química.

Estos materiales no solo tienen que ser ligeros sino también muy resistentes, ya que uno de los retos de los parques eólicos es limitar el mantenimiento y alargar al máximo la vida útil de sus equipamientos.

En España se ha pasado de prototipos de menos de 100 kw, con alturas de torre de 12 metros y rotores de 10 metros de diámetro, a aerogeneradores multimegavatio con un rango de potencia unitaria de entre 2 y 5 MW, torres de entre 100 y 140 metros de altura, palas que superan los 66 metros de longitud y rotores con diámetros de entre 90 y 132 metros que aumentan el área de barrido y pueden captar más viento en emplazamientos de vientos bajos y medios, optimizando la producción.

Incluso, hay nuevos modelos que ya no necesitan ni palas, como una novedosa tecnología de aerogenerador que ha desarrollado una start up española, que es un cilindro que vibra cuando entra en resonancia con el viento y aprovecha la vibración inducida por desprendimiento de vórtices para generar energía

En cuanto a la **energía solar**, los paneles fotovoltaicos están llamados a cambiar en los próximos años evolucionando de las celdas de silicio -que también han ido ganando efectividad con el tiempo- a nuevos materiales para generar una mayor eficiencia de conversión de potencia.

TRANSICIÓN ENERGÉTICA Y CAMBIO CLIMÁTICO

Las PEROVSKITAS redefinen las fotovoltaicas

Una forma de fabricar células solares de alta eficiencia que tendrá un gran recorrido, será a partir de las perovskitas, una gran familia de materiales de estructura cristalina. Las perovskitas absorben muy bien la radiación solar con muy poco material, son mucho más baratas y versátiles que el silicio.

Además, son muy delgadas y adaptables, de forma que pueden depositarse sobre varios sustratos, entre ellos los plásticos flexibles, lo que permite usos que serían impensables con placas de silicio como en ventanas (dada su semitransparencia) o en cualquier vehículo, edificio etc.

Pero, a su vez, la perovskita es más inestable que el silicio por lo que, en realidad, es un material que complementa muy bien a éste incrementando su rendimiento.

Un grupo de investigadores japoneses de la Universidad de Kyushu y de Taiwán han desarrollado también chips de memoria usando perovskitas para lograr transmitir datos simultáneamente a través de la electricidad y la luz.

Otras investigaciones han combinado con éxito el **grafeno** con células solares de silicio y perovskita en tándem logrando eficiencias que duplican la eficiencia del sicilio puro. La gran ventaja de esta combinación es que podría dar lugar a la producción de paneles solares de gran superficie.

Fabricar celdas solares de perovskita es tan sencillo que algunos investigadores incluso han creado métodos para imprimirlas.

TRANSICIÓN ENERGÉTICA Y CAMBIO CLIMÁTICO

La FOTOSÍNTESIS ARTIFICIAL

RUMBO A LOS COMBUSTIBLES SOLARES

Si tenemos en cuenta que el "efecto fotovoltaico", que hoy en día es la base de todos los paneles solares en el mundo, no se descubrió hasta el siglo XIX, no es difícil imaginar que pronto produciremos combustibles limpios a partir del aire y la luz solar.

La fotosíntesis artificial es ya una realidad, al menos en los laboratorios.
Esta prometedora tecnología química, que es en sí misma una nueva fuente de energía renovable, está inspirada en la imitación del proceso natural de las plantas pero es entre 10 y 15 veces más eficiente.
Es capaz de utilizar una fuente renovable e inagotable como lo es la luz solar para generar energía de una forma limpia a partir del agua y el CO_2 sin liberar emisiones contaminantes.
Permitirá transformar muchos procesos de producción para hacerlos más sostenibles contribuyendo a reducir las emisiones de CO_2 y el uso de combustibles fósiles.

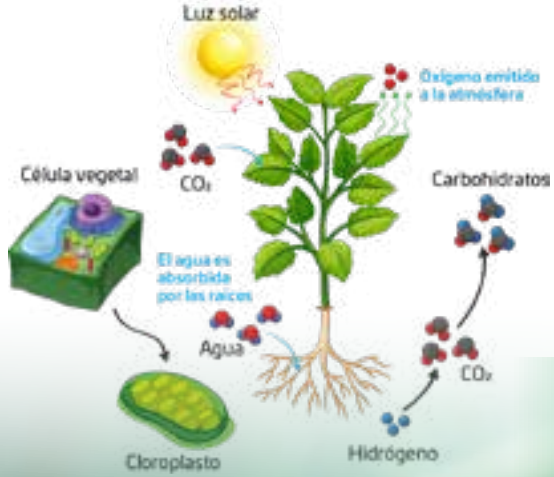
Generar combustibles desde la perfecta circularidad del CO_2

La fotosíntesis artificial es una de las áreas de investigación química con mayor proyección ya que es una tecnología redonda para dar respuesta a la descarbonización.

Si se pudiera utilizar la fotosíntesis artificial a gran escala, se conseguiría una forma directa y asequible de almacenar la energía solar y, además, el combustible producido sería neutro en carbono, pues la cantidad de CO_2 que libera a la atmósfera al quemar el combustible es la misma que la captada para producirlo, con lo que propicia una perfecta circularidad del carbono, a diferencia de los combustibles fósiles.

APLICACIONES

¿Pero en qué consiste exactamente la fotosíntesis artificial? Las plantas producen energía con luz solar, agua y dióxido de carbono, concretamente glucosa, que almacenan para sobrevivir y reproducirse a través de la fotosíntesis.



La investigación química ha logrado reproducir esta técnica tan útil y sofisticada de las plantas. Se basa en un proceso químico biomimético en el que la energía del sol se captura y se utiliza para descomponer el agua (H_2O) en sus átomos de hidrógeno y oxígeno y utiliza el dióxido de carbono para fabricar combustibles en lugar de glucosa.

Con ello, se cumple un doble objetivo: por un lado, capturar CO_2 de la atmósfera; y, por otro, generar diferentes combustibles de alta densidad energética como: hidrógeno líquido, gas natural (metano) o biocombustibles.

El hidrógeno resultante, podría usarse en un futuro como combustible en vehículos de motor en sustitución del petróleo.

Además de constituir una fuente de energía, también puede generar sustancias químicas orgánicas para fabricar medicinas, productos orgánicos o plásticos a partir de fuentes renovables y sostenibles como la luz solar y el agua en lugar de hidrocarburos fósiles.

Hidrógeno líquido	Hidrocarburos	Metano	Sustancias químicas orgánicas	Energía de uso doméstico e industrial

Al margen de sus múltiples aplicaciones, uno de los aspectos más interesantes de la fotosíntesis artificial es que no requiere de grandes infraestructuras de instalación, por lo que es una solución perfecta para llevar energía barata y accesible, de una fuente inagotable como el sol, a cualquier recóndito lugar del planeta.

La QUÍMICA de la Fotosíntesis Artificial

En la fotosíntesis artificial, se consigue separar del agua el hidrógeno y el oxígeno a través de la luz solar utilizando un sistema con varios elementos:

- Un **receptor de luz** solar
- Una **celda electroquímica** con un **ánodo**, donde se oxidan las moléculas de agua y se libera oxígeno gaseoso, y un **cátodo**, donde se concentra el hidrógeno y se produce la reducción del dióxido de carbono para conseguir moléculas orgánicas.
- Una **celda fotovoltaica** pequeña que genera la diferencia de potencial entre el ánodo y el cátodo. Es necesaria para que se dé la reacción química.
- Y **catalizadores**, que incrementan la velocidad de la reacción química y están basados, fundamentalmente en elementos no críticos como hierro y níquel.

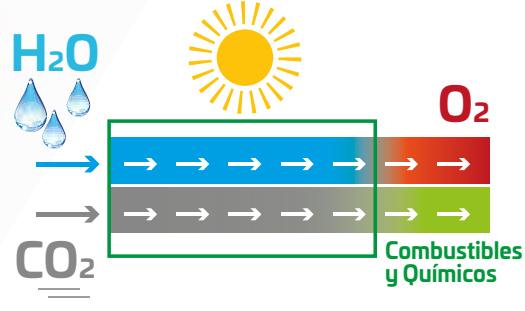
Estos catalizadores son muy importantes tanto para la reacción que sucede en el ánodo: dividir el agua en oxígeno e hidrógeno; como para la del cátodo: convertir el hidrógeno y el dióxido de carbono en un combustible de alta densidad energética. Y para conseguir un buen resultado, hay que combinar ambas fases en un proceso asequible y escalable con materiales muy accesibles, para que el coste sea reducido y haga viable esta tecnología.

Con todo ello, se ha dado pie, además, a nuevos catalizadores como, por ejemplo, una película electrolítica de capas de grafeno, níquel y un compuesto metálico de hierro, manganeso y fósforo y otro, también muy prometedor, basado en nanopartículas de cobre y hierro.

El reto es lograr reproducir esta técnica a gran escala y dar solución, así, a los desafíos energéticos y ambientales simultáneamente

La hoja biónica

Otra curiosidad de la fotosíntesis artificial es la llamada "hoja biónica", una hoja artificial mucho más eficiente que una natural. Combinando la tecnología de electrólisis del agua con bacterias modificadas genéticamente, la biónica imita la fotosíntesis y después se alimenta del hidrógeno obtenido para proporcionar fertilizantes o hidrógeno líquido. Esto abre la posibilidad de fertilizar cultivos a partir de un proceso absolutamente renovable.



TRANSICIÓN ENERGÉTICA Y CAMBIO CLIMÁTICO

La utilización de hidrógeno verde podría evitar hasta 2050 alrededor de 560 millones de toneladas de emisiones de gases de efecto invernadero tan solo en Europa.

Fuente: The Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking (FCH JU).

El Hidrógeno VERDE

UN VECTOR ENERGÉTICO CLAVE HACIA LA DESCARBONIZACIÓN

La economía del hidrógeno verde o renovable, producido a partir de energías renovables, está llamada a desempeñar un papel crucial en la hoja de ruta de la transición energética al basarse en el elemento más abundante del universo y tener nulas emisiones de CO_2 en su proceso de producción.

La producción competitiva del hidrógeno renovable, para relevar a los combustibles fósiles, supone un desafío tecnológico que está avanzando a golpe de investigación e innovación que muchas empresas y organizaciones de todo el globo están desarrollando para acortar plazos y abaratar costes productivos. El volumen de inversiones y de proyectos en torno al hidrógeno no deja de multiplicarse. a nivel global con el fin de convertir esta potencialidad en una implantación generalizada.

El hidrógeno renovable no es una fuente de energía primaria o un combustible en sí mismo, de hecho, su densidad energética es baja. Se trata de un vector energético, es decir, de un gas capaz de almacenar energía para después liberarla de manera controlada.

El hidrógeno verde jugará un rol esencial en la descarbonización de sectores difíciles de electrificar como el transporte pesado e industrias intensivas.

El hidrógeno verde podría llegar a representar entre el 10% y el 20% del consumo energético mundial

Podría llegar a reducir hasta un 35% las emisiones de gases de efecto invernadero a nivel global.

Hacia la nueva economía del HIDRÓGENO

Aunque el hidrógeno es un elemento químico de lo más común, se presenta formando compuestos por lo que es necesario utilizar tecnologías químicas para su separación:

ELECTRÓLISIS: es una de las principales formas no contaminantes de obtener hidrógeno a partir del agua, descomponiendo para ello la molécula del H_2O en hidrógeno y oxígeno. En este proceso de electrólisis se utiliza electricidad de fuentes renovables y sin generar emisiones contaminantes.

PIRÓLISIS DE METANO: Esta tecnología divide el gas natural directamente en sus componentes, hidrógeno y carbono, también sin emitir CO_2.

Tanto la electrólisis como la pirólisis son procesos que requieren de catalizadores que suministra la química. Asimismo, y por ello, son tecnologías limpias, que se alimentan del excedente de energía renovable que se produce por el exceso de oferta en relación a la demanda en un momento dado y que de otra forma se perdería.

También existen otras formas de producir esta energía como son la **gasificación**, la **biomasa** o la **fotoelectrocatálisis**.

El hidrógeno se puede comprimir para su transporte y también se puede licuar para su almacenaje durante meses esperando a ser usado cuando las renovables no sean capaces de responder a la demanda.

Además del hidrógeno verde, el **hidrógeno azul**, en cuya producción sí se producen bajas emisiones, también es una tecnología a tener en cuenta en la hoja de ruta de la descarbonización. El azul garantiza la neutralidad carbónica mediante la captura y almacenamiento del CO_2 emitido, y debe, por tanto, constituirse en una alternativa muy viable, especialmente en el caso de los países del norte, con menor acceso a la energía eólica o solar pero con acceso a gas natural muy barato.

APLICACIONES

Uso industrial

El hidrógeno se utiliza en la fabricación de fertilizantes, amoniaco, acero, refino etc. de hecho, la mayor parte de su consumo proviene de la industria. Se trata sobre todo de hidrógeno gris, que genera emisiones, por lo que el uso de hidrógeno verde en estos procesos reduce y supone un paso importante hacia la reducción de la huella ambiental y descarbonización de estos sectores.

Almacenamiento y generación de energía

Una de las principales ventajas del hidrógeno verde es que tiene una gran capacidad ara acumlar energía, especialmente importante en instalaciones aisladas que necesiten autonomía para después ser utilizado a demanda y en cualquier aplicación, ya sea la generación de electricidad o cualquier otra. También se puede utilizar para generar electricidad canalizando el hidrógeno a través de la pila de combustible donde se une con oxígeno del aire para producir energía eléctrica de manera limpia.

Asimismo, se puede aprovechar el excedente de la generación de electricidad de fuentes renovables para generar hidrógeno destinado a la producción de electricidad ya que es capaz de almacenarla para después volcarla a la red cuando sea necesario.

Uso doméstico y residencial

Puede destinarse al consumo doméstico y residencial sobre todo con aplicación en **calefacciones**. Presenta la gran ventaja de poder aprovechar las infraestructuras de redes de distribución de gas sin requerir de mayores inversiones.

Por ello, también puede ser utilizado en pilas de combustible a alta temperatura para generar electricidad y **agua caliente** sanitaria sustituyendo al gas natural.

Movilidad

El transporte va a ser otra de las principales aplicaciones del hidrogeno verde. Se puede usar para la fabricación de combustibles, siendo una alternativa sostenible al diésel o la gasolina. Hay numerosos proyectos orientados al desarrollo de vehículos propulsados por hidrógeno en vehículos eléctricos de pila de combustible, que se unen a otros tipos de vehículos de nulas o bajas emisiones como los eléctricos o los híbridos. Pero también en transporte pesado como la aviación, el transporte marítimo o el ferrocarril, donde la electrificación es compleja.

TRANSICIÓN ENERGÉTICA Y CAMBIO CLIMÁTICO

La movilidad SOSTENIBLE del futuro:

COMBUSTIBLES DE ALTA EFICIENCIA Y CERO EMISIONES

El transporte es el origen de más del 20% de todas las emisiones de CO_2 y es uno de los sectores a los que apuntan los objetivos de descarbonización.

El futuro se escribe en clave de neutralidad carbónica y sostenibilidad.

Tanto la industria energética, como la industria de la automoción y del transporte en general, junto a la química, llevan años trabajando para mejorar y optimizar los combustibles actuales con el fin de minimizar su impacto medioambiental.

Abordar este reto no sería posible sin las aportaciones de la química que, entre otras cosas, ha logrado que un coche actual contamine hasta 10 veces menos que uno de 1950. Esto es posible gracias al desarrollo de nuevos materiales que reducen el consumo energético y mejoran la seguridad: desde plásticos avanzados y composites que los hacen más ligeros y seguros hasta combustibles y catalizadores mucho más ecoeficientes o motores de menor consumo.

Un coche actual contiene alrededor de 2.000 piezas de plástico distribuidas en faros, techos, airbags y cinturones de seguridad, carrocería, asientos y reposacabezas y en todo tipo de aislamientos y depósitos.

Una nueva generación de ECOCOMBUSTIBLES que pisa fuerte

Al margen del vehículo eléctrico, en la actualidad se utilizan básicamente cuatro tipos de combustibles: la gasolina y el diésel, el Autogas o GLP y el Gas Natural ya sea licuado (GNL) o comprimido (GNC). De ellos, tres son de origen fósil, aunque cada vez son más eficientes y limpios.

Pero si hay un ámbito que parece prometedor es el de los ecocombustibles, que han sido oficialmente reconocidos como necesarios para complementar la electrificación en todos los sectores. Esto es especialmente importante en el transporte pesado, marítimo y aéreo, donde existen menos alternativas tecnológicas.

Los ecocombustibles son una nueva gama de carburantes líquidos producidos a partir de residuos o de CO_2 capturado en refinerías o instalaciones industriales que impulsa la completa circularidad y el reaprovechamiento de los recursos.

Gracias a los procesos y los catalizadores suministrados por la química, las refinerías pueden producir cantidades significativas de combustibles líquidos bajos en carbono a partir de materias primas alternativas al petróleo como biomasa, residuos, CO_2 capturado e hidrógeno verde, empleando para ello electricidad proveniente de fuentes de energía renovables.

Vehículos conectados, inteligentes y más sostenibles

La tecnología digital y los nuevos materiales son una combinación perfecta que está transformando la movilidad convirtiéndola en inteligente y sostenible.

El uso de materiales reciclables, sensores inteligentes, la inteligencia artificial o el IoT están poniendo los cimientos de la movilidad conectada, con coches autónomos, más ligeros y seguros, una combinación perfecta.

TIPOS DE ECOCOMBUSTIBLES

Biocombustibles avanzados

Son los que se producen a partir de materias primas de origen biológico (básicamente residuos). La industria del refino tiene la capacidad de combinar el procesamiento del crudo con materias primas sostenibles de origen orgánico procedentes de grasas y aceites vegetales, que pueden ser vírgenes o residuos, como el aceite de cocina usado, por ejemplo. Se trata de las biorrefinerías.

Los Aceites Vegetales Hidrotratados (HVO, por sus siglas en inglés), también conocidos como **diésel renovable**, son aceites vegetales o grasas animales que se refinan con hidrógeno aplicando un catalizador, que lo convierte en un combustible para motores diésel.

Combustibles Sintéticos

También llamados E-fuels, se producen a partir de hidrógeno verde y CO_2 capturado de fuentes industriales mediante tecnologías químicas. La combinación de estos dos elementos da lugar a una cadena de hidrocarburo, es decir, a un combustible sintético, que puede ser gasolina, gasóleo, gas o, incluso, queroseno y que se pueden utilizar en los actuales motores de combustión de automóviles o camiones.

Al utilizar CO_2 capturado y agua, el hidrógeno se obtiene a partir de la electrólisis del agua utilizando en el proceso energía renovable. Por eso, los combustibles sintéticos son considerados neutros en carbono.

Combustibles a partir de residuos plásticos

Mediante la técnica de la pirólisis para la tecnología del reciclado químico de residuos plásticos, también se obtiene una gama de ecocombustibles bajos en carbono de origen no biológico.

La química es fundamental para producir los combustibles que harán posible una movilidad sostenible en el futuro más próximo. Y aún quedan muchas innovaciones por ver en este ámbito.

La química de la PILA DE COMBUSTIBLE de hidrógeno

La utilización del hidrógeno renovable, junto a los ecocombustibles, resulta esencial en la transición hacia la neutralidad carbónica. Este vector energético tiene todo el potencial para desempeñar un papel relevante en el transporte pesado por carretera o el marítimo y aéreo, que son difícilmente electrificables

En el vehículo de pila de combustible propulsado por hidrógeno, la electricidad se va generando a medida que el coche la necesita mediante el procesamiento del hidrógeno en la pila, un dispositivo electroquímico que transforma de forma directa la energía química en eléctrica gracias a los materiales y procesos diseñados por la química.

TRANSICIÓN ENERGÉTICA Y CAMBIO CLIMÁTICO

El reto del ALMACENAMIENTO ENERGÉTICO

LAS NUEVAS BATERÍAS DEL FUTURO

La innovación resulta esencial para crear nuevas baterías más sostenibles, eficientes, seguras y fáciles de reciclar, además de tener mucha mayor capacidad de almacenamiento que hoy.

El desarrollo de baterías de alta eficiencia y duración se encuentra entre las tecnologías con mayor peso para alcanzar la descarbonización de la economía, fundamentalmente en el sector del transporte y en el energético.

Con este objetivo en el horizonte, el número de proyectos de investigación centrados en el desarrollo de sistemas de almacenamiento se ha disparado en los últimos cinco años multiplicándose por 5, según la Agencia Internacional de la Energía.

Las baterías juegan un rol central en la transición energética. Se trata de sistemas de almacenamiento versátiles y de alta eficiencia capaces de reducir la huella de carbono del sector del transporte, dar estabilidad a la red eléctrica y soporte a un amplio rango de industrias estratégicas.

L energía renovable que no se aprovecha en el momento de su captura, se pierde, a menos que se disponga de un sistema eficiente para almacenarla e integrarla en la red de distribución eléctrica.

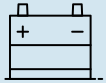
La era de las baterías de ALTA EFICIENCIA y duración

Las baterías basadas en reacciones electroquímicas, son una de las soluciones eficaces para el almacenamiento de energía y la química proporciona todos los elementos y compuestos necesarios para que cumplan con su función de acumular.

Si nos paramos a pensar en la red de suministro y canalización de la energía, las baterías deben cumplir tres funciones clave:

Salvar picos y nivelar la carga para equilibrar las oscilaciones en la demanda

Regular el voltaje y la frecuencia



Almacenar la energía

Existen varios tipos de baterías, pero en la actualidad las más utilizadas son las de ion-litio y sus variantes, como litio-ferrofosfato o litio-polímero, entre otras, y las baterías de flujo redox.

Las baterías de **ion-litio** están presentes en gran cantidad de aplicaciones: en los móviles, ordenadores portátiles, cámaras, vehículos eléctricos y también en las redes de distribución. Se empezaron a comercializar en 1991 con un ánodo de óxido de cobalto-litio y un cátodo de coque de petróleo.

En la actualidad se fabrican baterías de litio con cátodos todavía más eficientes, más abundantes y no tan caros y escasos como el cobalto, es el caso del litio-ferrofosfato o LFP. Además de ser más económico, puede durar hasta 10 años tolerando recargas a diario y con gran rapidez ya que en un par de horas llega al 95% de su capacidad. Tesla ya trabaja en ello para las baterías de sus coches.

La clave de la investigación en baterías está en mejorar su eficiencia y el número de ciclos de carga y descarga que puede soportar.

La nueva generación de baterías POST-LITIO

Aunque las baterías de litio siguen jugando un papel muy importante, su rendimiento es finito. Además, las reservas mundiales de este elemento son limitadas y su reciclaje bastante complejo, por lo que la química está abriendo paso a alternativas basadas en otros metales como el sodio, el magnesio, el calcio o el cinc, que son más baratos y abundantes y tienen una potencial densidad energética incluso mejor.

Las baterías de **ion-sodio**, por ejemplo, son una buena alternativa, especialmente en grandes superficies de red eléctrica, donde la durabilidad de las baterías y los costes de operación son muy importantes. Pueden cargarse hasta 10 veces más rápido que las convencionales y admitir más ciclos de carga. Además, el sodio es mucho más abundante que el litio, es barato y su estructura es similar a la ya conocida del ion-litio, por lo que sería fácil de implantar.

Otras investigaciones, aprovechan los residuos para generar baterías más circulares. De hecho, la Universidad de Córdoba, junto a otros centros internacionales, ya ha diseñado una batería a partir de colágeno de pescado extraído de los desechos.

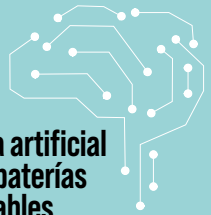
Otra tipología son las **baterías de flujo**, que se utilizan tanto en la regulación de frecuencia de la red eléctrica como en el almacenamiento de energía de fuentes renovables. Son fácilmente escalables, más reciclables y resistentes al fuego y presentan una alta durabilidad y baja autodescarga. Las más frecuentes son de **vanadio** y de **cinc-bromo**.

Un grupo de investigadores españoles han desarrollado en el Instituto de Tecnología de Massachusetts, un sistema para producir electrodos de **baterías de vanadio** a partir de quitina, un polisacárido que se encuentra en el caparazón de crustáceos e insectos.

También están las baterías de **flujo redox**, que recibe este nombre porque en su interior se producen procesos electroquímicos de reducción y oxidación.

Pueden almacenar grandes cantidades de energía, amortiguar los picos de tensión en la red eléctrica y, además, utilizarse como almacenamiento de reserva para aplicaciones estacionarias como centrales eléctricas, hospitales o sistemas de telefonía móvil.

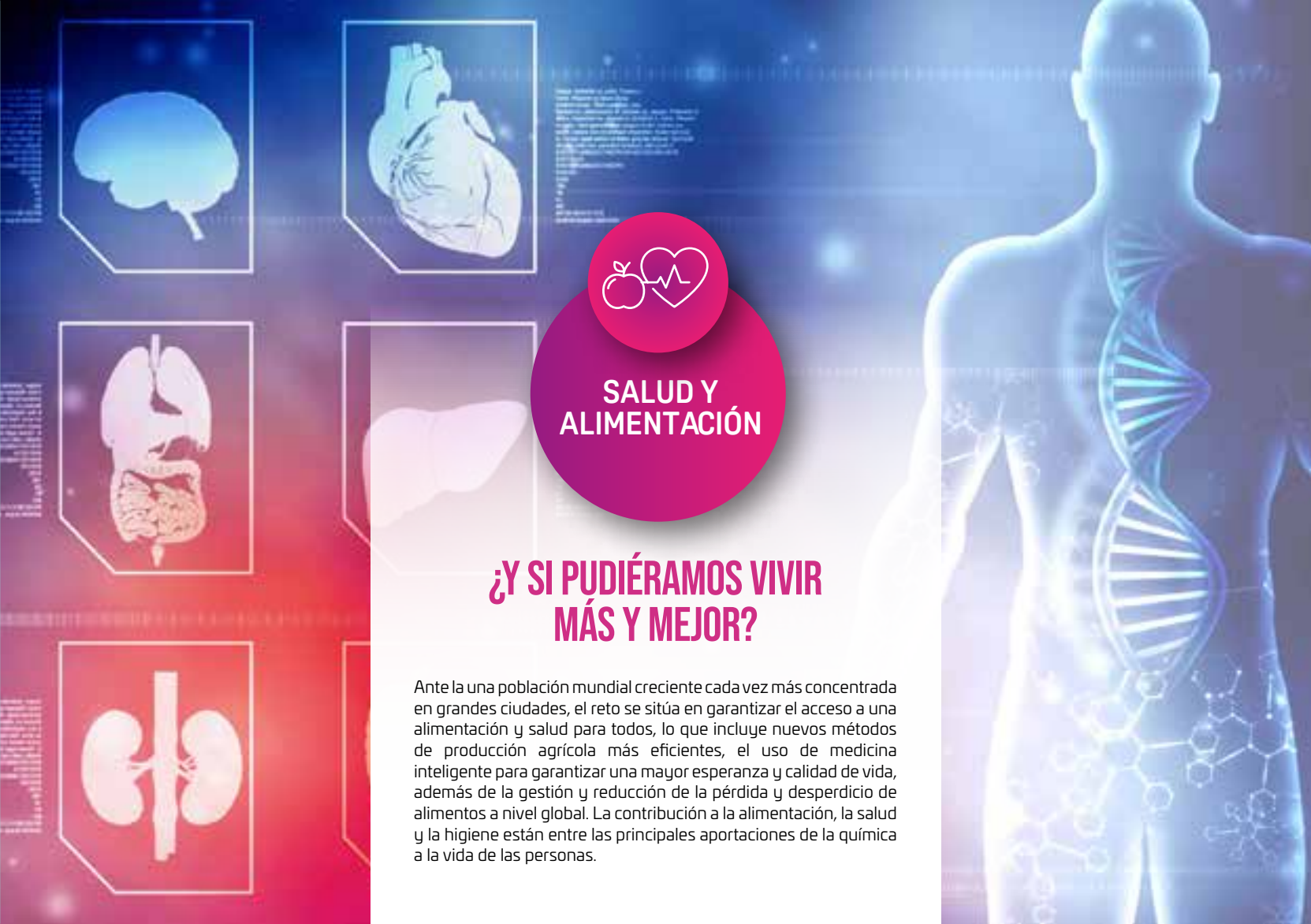
Hay incluso expectativas respecto a las **moléculas orgánicas** de alto rendimiento, que pueden constituirse como almacenes inagotables, o el **grafeno**, que puede sustentar una densidad de energía mil veces superior que los condensadores.



Inteligencia artificial para crear baterías autorreparables

El uso de herramientas digitales como la inteligencia artificial o el machine learning para procesar grandes cantidades de datos, están muy presentes en la innovación de nuevas baterías, ya que pueden aportar una importante capacidad predictiva, acelerando la innovación hacia las baterías inteligentes y seguras.

Por otra parte, la sensorización inteligente de las baterías, servirá para detectar posibles fallos críticos y tendrán capacidad de autorreparación para recuperar sus funciones.



SALUD Y ALIMENTACIÓN

¿Y SI PUDIÉRAMOS VIVIR MÁS Y MEJOR?

Ante la una población mundial creciente cada vez más concentrada en grandes ciudades, el reto se sitúa en garantizar el acceso a una alimentación y salud para todos, lo que incluye nuevos métodos de producción agrícola más eficientes, el uso de medicina inteligente para garantizar una mayor esperanza y calidad de vida, además de la gestión y reducción de la pérdida y desperdicio de alimentos a nivel global. La contribución a la alimentación, la salud y la higiene están entre las principales aportaciones de la química a la vida de las personas.

SMART FARMS y AGROBOTS PARA UNA PRODUCCIÓN MÁS SOSTENIBLE

Si queremos garantizar una alimentación adecuada y suficiente para la población mundial, los sistemas alimentarios deberán transformarse. La química es clave para responder a este reto.

En 2050 la población mundial rondará los 10.000 millones de habitantes, según la ONU, un 30% más que en la actualidad. Pero, de seguir con las prácticas agrícolas actuales, para ese momento podrían haberse degradado el 95% de las tierras del mundo. Y aquí, cómo no, la ciencia y la tecnología y muy en concreto la química nos dan la clave.

Una de las soluciones está en la aplicación de tecnologías avanzadas y la robotización a la producción agrícola o lo que es lo mismo: Agricultura de Precisión o Smart Farms, que permite obtener información detallada de los cultivos con el objetivo de aumentar el rendimiento de las cosechas reduciendo tiempos, costes, riesgos, trabajo y sobre todo impacto ambiental.

En 2050, se necesitará el doble de agua para la producción de alimentos. Sin embargo, una cuarta parte de la agricultura se encuentra en regiones con escasez hídrica.

Fuente:
Foro Económico Mundial

Agricultura de precisión o Smart Farms

Estos sistemas, basados en la aplicación de Tecnologías de digitalización como el Internet de las Cosas (IoT) o el Big Data, consisten en colocar sensores inteligentes en los cultivos para recopilar gran cantidad de información relacionada con las condiciones meteorológicas, la calidad del suelo, la transpiración de las plantas o su ritmo de crecimiento.

Datos muy valiosos que permiten al agricultor conocer las necesidades exactas de agua, fertilizantes y productos fitosanitarios para producir más alimentos con el menor impacto, espacio y cantidad de recursos posible.

Se trata de ser más productivos y sostenibles, manteniendo el valor nutritivo de las cosechas.

Toda esta información puede ser trasladada al resto de sistemas y maquinaria inteligente para optimizar el riego, la aplicación de agroquímicos, recolección, poda etc. y que se adapte a cada cultivo. La información se carga en una nube digital que almacena datos de varios años para su contraste.

Mientras, los plásticos presentes en invernaderos, ensilaje, mangueras o tubos para regadío, aumentan la producción por hectárea y mejoran la calidad de los cultivos.

Nanotecnología agrícola

Un área de gran potencial está siendo la aplicación de la nanotecnología a la agricultura. Un ejemplo son los sistemas de nano-liberación de fitosanitarios a medida, que podrían convertirse en una gran herramienta para los agricultores con el fin de mejorar la eficiencia de los plaguicidas al optimizar su liberación en las dosis exactas reduciendo su uso intensivo.

AGROBOTS: Química analítica ayudada por el Big Data y las TIC

La utilización de máquinas sin conductor para fertilizar o arar el terreno crece día a día en la agricultura de precisión. Son los robots agrícolas o Agrobots, que van un paso más allá identificando las malas hierbas para matarlas con la dosis precisa de herbicida.

La aplicación de nuevos dispositivos avanzados también permite a los agricultores interactuar de manera sencilla con el sistema inteligente mediante asistentes de voz y mediante gafas de realidad aumentada para ver en tiempo real los cultivos.

El Internet de las cosas (IoT), ha llegado también al campo para fabricar 'kits de automatización' que se instalan en los tractores y los configura para sincronizar con precisión el carro que arrastran a la velocidad y dirección de la cosechadora, automatizando así la recogida. Se trabaja también en sistemas para automatizar la descarga del grano.

Otra solución innovadora de software con capacidad predictiva, permite detectar el estrés en el campo simplemente tomando una foto con la cámara del smartphone. Esta aplicación móvil notifica al usuario una estimación de riesgos y le da acceso a información diaria sobre enfermedades y presión de plagas contando y analizando insectos, malezas, daños de las hojas o mostrando el estado del nitrógeno.

Con los animales de granja ocurre algo parecido. Más allá de los medicamentos veterinarios, la química hace posible disponer de sensores inteligentes en forma de etiquetas de collar que proporcionan información sobre la salud, actividad y nutrición de cada animal por separado o en grupo para identificar enfermedades o informar de su ubicación.

Si el desperdicio alimentario fuera un país, sería el tercer país más contaminante detrás de China y EE.UU ya que causa el 10% de las emisiones de GEI.

Fuente: ONU

EVITAR EL DESPERDICIO DESDE EL ORIGEN

La química también hace posible que los alimentos lleguen en perfectas condiciones a su destino para garantizar la seguridad alimentaria: aditivos, conservantes, embalajes, envases inteligentes con atmósferas protectoras, gases para un envasado óptimo o los gases criogénicos para congelar los alimentos, transportarlos y almacenarlos en cámaras frigoríficas, preservando sus propiedades y alargando su vida.

Agricultura inteligente, robotización de los campos, cultivos más productivos, atmosferas protectoras, aditivos o incluso alimentos con propiedades nutricionales mejoradas.... La química es un gran aliado para maximizar el rendimiento de los recursos, garantizar el acceso a una alimentación adecuada y combatir el desperdicio.

El siglo de la medicina personalizada

Los avances actuales de la medicina eran impensables hace tan solo diez o veinte años. Y es que el siglo XXI sin duda, es y será el siglo de la medicina inteligente y personalizada. Ya es un hecho, lo vemos con la digitalización, la impresión 3D y la 4D. Hablamos de fármacos personalizados e inteligentes, bioimpresión de órganos, análisis clínicos en remoto o laboratorios en miniatura dentro de nuestro cuerpo. Todo ello, tiene como base el trabajo de muchos científicos y también de la innovación química que impulsa la salud hacia una nueva dimensión.

La impresión 3D y 4D llega a nuestro cuerpo

La impresión 3D es una técnica que permite generar estructuras complejas mediante la aplicación de un material capa por capa. Tiene muchas aplicaciones en el campo de la salud: la fabricación personalizada de prótesis, implantes y tejidos para usos ortopédicos, dentales, craneales o maxilofaciales. Es tan útil en el ámbito de la medicina que incluso muchos hospitales cuentan ya con su propia impresora 3D para estos fines.

En cuanto a los materiales, para la impresión 3D médica se usan polímeros termoplásticos, resinas fotopolimerizables, nanomateriales o compuestos biológicos como, por ejemplo, los polímeros naturales.

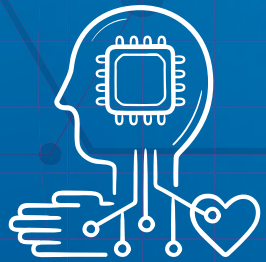
Es un proceso complejísimo, en el que la química está presente en cada paso. Al principio, se necesita escanear el órgano o tejido para obtener un modelo computacional mediante técnicas de imagen como el TAC o la resonancia magnética, que cuentan con agentes de contraste como tintes yodados, de bario o de gadolinio.

Si además hablamos de **BIOIMPRESIÓN** para fabricar implantes y tejidos, se necesitan materiales biológicos, bioquímicos o células vivas que se utilizan para imprimir capas o estructuras tridimensionales similares a los tejidos humanos.

La impresión 3D se puede utilizar también en medicina personalizada de precisión para medicamentos. Se diseña el comprimido con diferentes principios activos y dosis en función de la necesidad del paciente, que luego liberan de forma "inteligente" la medicación en el organismo, mejorando su efectividad y reduciendo los efectos adversos.

Y no acaba aquí. En el corto plazo la **IMPRESIÓN 4D** será una realidad. La idea es añadir a los materiales para la impresión 3D la capacidad de transformarse con el paso del tiempo por efecto de un factor externo como puede ser la luz, el calor, la vibración, un campo magnético, un campo eléctrico o la inmersión en agua.

De esta manera, se consiguen tejidos artificiales, bioimpresiones, órganos artificiales, implantes cardíacos etc. que cambian de manera autónoma con solo establecer parámetros adecuados de diseño, dejando luego que el material biológico evolucione por sí solo.



Un laboratorio corporal en un chip

Estos pequeños "laboratorios de bolsillo", también conocidos como **Lab-on-a-chip** tienen un gran potencial de revolucionar la salud al ofrecer diagnósticos inmediatos. Se trata de un dispositivo de pequeñas dimensiones que integra funciones de laboratorio como el análisis químico y da la alarma ante situaciones de gravedad.

Fabricados principalmente de silicio utilizando un proceso fotolitográfico, podrían llegar a gestionar decenas de análisis con una simple gota de sangre. Esto es útil, por ejemplo, para la detección rápida de problemas de salud graves que requieren una intervención inmediata como, por ejemplo, una sepsis, una infección generalizada que puede acabar con la vida de una persona en poco tiempo si no se trata de manera inminente.

La salud digital

Todo lo relacionado con la "Salud Digital" está ahora muy presente y engloba un conjunto de Tecnologías de la Información y la Comunicación que se utilizan para la prevención, diagnóstico, tratamiento, seguimiento y gestión de la salud. Hay aplicaciones móviles para autoconocimiento, plataformas online con servicio de autodiagnóstico, teleconsulta, inteligencia artificial, sistemas basados en técnicas de Big Data o los dispositivos wearables.

Los wearables son dispositivos electrónicos ligeros, flexibles, poco visibles y cómodos que permiten el seguimiento de constantes vitales como el ritmo cardíaco, la calidad del sueño, los niveles de azúcar o incluso la depresión. Para ello, deben permanecer todo el día adheridos al cuerpo.

En su diseño, la química ha jugado un papel especialmente importante, desarrollando películas especiales de poliuretano termoplástico transpirable y adhesivos especiales para la piel, que se adhieren y se pueden quitar sin problemas.

DIGITALIZACIÓN E INDUSTRIA 4.0

¿Y SI LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL NOS HICIERA MÁS SOSTENIBLES Y EFICIENTES?

La digitalización de los procesos industriales está transformando la industria tal y como la conocemos. Por ello, el sector químico está invirtiendo importantes esfuerzos para adaptarse a este proceso y seguir ofreciendo soluciones a otros sectores productivos.

La industria conectada permite una producción más dirigida y también más sostenible e inteligente, con procesos productivos más eficientes, flexibles y controlados. Las fábricas inteligentes, el blockchain, la inteligencia artificial, la computación cuántica, la impresión 3D, el IoT, el Big Data, son tecnologías clave que están transformando la manera de producir de nuestra sociedad.

DIGITALIZACIÓN E INDUSTRIA 4.0

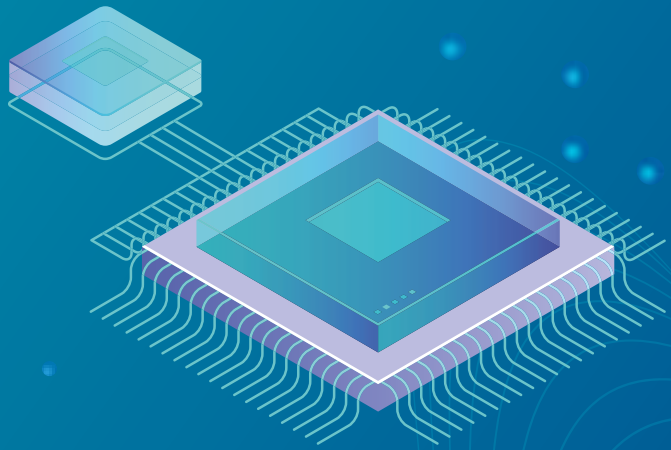
DIGITALIZACIÓN

Para una producción más sostenible e inteligente

La digitalización requiere de microcircuitos electrónicos, sistemas de comunicación, almacenamiento de datos ópticos y magnéticos, empaquetado avanzado e interconexión óptica, por nombrar solo algunas de sus tecnologías esenciales. Nada sería posible sin el desarrollo de los materiales y tecnologías que desarrolla el sector químico y que hacen posible el mundo digital en el que vivimos.

A su vez, la aplicación de la digitalización de los procesos industriales está transformando las formas de producir tal y como la conocemos.

La industria conectada permite una producción más personalizada y también más sostenible e inteligente, con procesos productivos más depurados y controlados. El sector químico está a la vanguardia de lo que se conoce como Industria 4.0 incorporando tecnologías pioneras en este ámbito para avanzar en eficiencia, competitividad y sostenibilidad tanto propia como de otros sectores, con el fin de optimizar procesos.



Hay innumerables procesos y materiales desarrollados por la química que hacen nuestra vida digital más sencilla

La química en el núcleo de la ERA DIGITAL

Empezando por la **FIBRA ÓPTICA** que se utiliza en redes de datos para conectarnos a internet, la química está muy presente en los materiales que nos abren paso al mundo digital.

Este elemento de transmisión permite la propagación efectiva de la luz gracias a un núcleo que tiene un índice de refracción más alto que el revestimiento. Este núcleo es de vidrio puro o de plástico, que contiene óxidos de fósforo, germanio o aluminio.

El revestimiento es de vidrio de sílice puro con fluoruros u óxido de boro. A su vez, el núcleo y el revestimiento están envueltos con un recubrimiento de silicona, carbono o poliamida, que protege a la fibra de golpes, rasguños y humedad. Y todo ello, mediante materiales y procesos químicos.

Otra tecnología en la que la química tiene un protagonismo directo son los **CHIPS**. La fabricación de dispositivos microelectrónicos se inicia con la obtención de monocristales de silicio ultrapuro que se cortan en obleas, se pulen y pasan por un proceso litográfico: las obleas se cubren primero con una delgada película aislante y después, con un material orgánico denominado fotorresistor, que se transforma químicamente cuando se expone a la luz.

Una serie de pasos de este tipo genera en el silicio un patrón de circuito integrado. Los chips resultantes, pueden contener hasta 20 capas de películas semiconductoras, dieléctricas y conductoras.

Y como estos, hay innumerables procesos y materiales desarrollados por la química que hacen nuestra vida digital más sencilla, como los materiales para el recubrimiento de antenas compactas de la red móvil de quinta generación, la 5G que a medio plazo será una realidad, permitiendo multiplicar por 100 la velocidad de conexión.

Esto es fundamental ya que permitirá que un mayor número de dispositivos estén conectados a la vez facilitando la comunicación prácticamente en tiempo real tanto de personas como de procesos productivos.

La implementación del Blockchain, la Inteligencia Artificial, el IIoT, el gemelo digital y otras tecnologías digitales en la Industria Química dotan de más transparencia a los procesos y permiten el seguimiento de las moléculas desde la producción y procesado hasta su uso, reciclado o reutilización. Esto revierte en una mayor optimización de los recursos y favorece la economía circular.

...Y la digitalización en el núcleo de la industria QUÍMICA

La propia industria química incorpora la digitalización en sus procesos, lo que le permite aumentar la eficiencia, la seguridad y la sostenibilidad en su actividad al mejorar la gestión de los recursos y la energía.

El Internet Industrial de las cosas (IIoT), la automatización, la inteligencia artificial, el análisis de Big Data, el cloud computing o la simulación, entre otros muchos avances digitales, están transformando la I+D, la producción, la seguridad y hasta la cadena de suministro de la industria química gracias a ordenadores de alto rendimiento y conexiones de datos cada vez más potentes.

Las fábricas del futuro solo serán sostenibles y competitivas con sistemas digitales integrados.

Las plataformas digitales industriales permiten una mayor transparencia y un mantenimiento predictivo para evitar errores innecesarios y beneficiarse de la analítica avanzada de datos (de ingeniería, fabricación, operaciones, equipos de plata etc.) bajo un mismo sistema. Estos datos, se convierten en información muy relevante para la toma de decisiones.

El Cloud y el Gemelo Digital son también dos tecnologías que están revolucionando el mundo industrial.

DIGITALIZACIÓN E INDUSTRIA 4.0

Computación Cuántica

La computación cuántica supondrá un salto tecnológico de vértigo ya que puede resolver en cuestión de segundos problemas que la computación actual simplemente no es capaz. Está basada en los bits cuánticos (llamados qubits), que pueden encontrarse en dos estados distintos al mismo tiempo utilizando el principio de lo que se conoce como superposición.

Estos qbits en superposición hacen que la capacidad computacional aumente de manera exponencial con cada nuevo qubit. Estos efectos cuánticos se producen a temperaturas extremadamente bajas, de hasta -273ºC y se consiguen con frigoríficos que emplean Helio-3 y Helio-4.

La química lleva ya mucho tiempo realizando simulaciones de moléculas y reacciones con el objetivo de reducir los tiempos de desarrollo en laboratorio y optimizar procesos, para investigar nuevos materiales, catalizadores industriales, desarrollar fármacos o vacunas.

Se trata de simulaciones complejas que representan una parte importante del trabajo que realizan los superordenadores en todo el mundo. Pues con la enorme velocidad de procesamiento de los ordenadores cuánticos, se abrirán posibilidades aún más inimaginables.

Simulación de procesos: el GEMELO DIGITAL

Un gemelo digital es una representación virtual de un sistema de producción. Pero más allá de una simulación, abarca todo el ciclo de vida del proceso, se actualiza a partir de datos en tiempo real y emplea inteligencia artificial para aprender por sí mismo y ayudar a tomar decisiones gracias a la simulación, la predicción y la optimización del sistema de producción.

Los gemelos digitales no son estáticos sino que evolucionan gracias a herramientas como la Inteligencia Artificial, el Big Data, la Cloud, el IIoT y otras tecnologías de las que se retroalimenta.

Aplicado a una planta química, al igual que cualquier otra industria de procesos, proporciona una visión global de todos los procesos y funciones permitiendo una optimización continua y una máxima fiabilidad del proceso.

Blockchain

El uso de tecnologías digitales para optimizar el rendimiento tampoco es nuevo en las plantas químicas. Esta industria ya tenía muchos de sus procesos automatizados, pero con la digitalización ha ido mucho más allá. Se ha logrado integrar máquinas y procesos clave, monitorizar el rendimiento y predecir posibles fallos en las instalaciones, lo que aumenta la seguridad, reduce tiempos y evita pérdidas en la producción.

La industria química también se beneficia del Blockchain y el IIoT para aumentar la transparencia de sus procesos. El término 'Blockchain' se refiere a un conjunto de tecnologías que permiten transferir un valor o activo de un lugar a otro a través de cifrado criptográfico, de forma totalmente segura.

Aplicado a la industria, el Blockchain permite hacer un rastreo exhaustivo de todos los productos e, incluso, las moléculas individuales, a lo largo de toda la cadena de valor del producto aumentando su trazabilidad. De esta forma, se pueden mantener registros que pueden ser verificados en cualquier momento en la red.

Internet Industrial de las Cosas (IIoT)

El Internet Industrial de las cosas (IIoT) se refiere a una red de dispositivos interconectados que pueden interaccionar entre sí o con un entorno externo.

La abundancia de sensores que hay en las plantas químicas genera grandes cantidades de datos digitales que, bien gestionados, sirven para optimizar numerosas aplicaciones, que van desde el mantenimiento predictivo de los equipos a la gestión de la calidad de los productos o el consumo energético. El IIoT permite, además, una cadena de suministro integrada y una logística conectada, donde las empresas químicas mantienen un control continuo de las condiciones físicas de los productos químicos.

Inteligencia Artificial

La industria química utiliza también el potencial de la inteligencia artificial (IA): la rama de la Informática orientada a que máquinas y sistemas actúen y razonen de manera similar a las personas, así como el aprendizaje automático o Machine Learning (ML).

Estas tecnologías permiten desarrollar productos innovadores, ganando eficiencia operativa y reduciendo costes. Además, la Inteligencia Artificial se utiliza para acelerar notablemente el diseño de polímeros y de materiales funcionales avanzados.

La química no solo está en la base de la digitalización sino que la integra en todos sus eslabones, desde el laboratorio a la planta de fabricación y más allá.

DIGITALIZACIÓN E INDUSTRIA 4.0

Fabricación aditiva: Impresión 3D y 4D

Materiales inteligentes para un mundo digital

La química ha desarrollado biopolímeros de origen vegetal, reciclable y compostable para la impresión 3D que se degradan en 15 semanas.

La impresión 3D y 4D forman parte ya de nuestro presente y sobre todo de nuestro futuro. La química ha ideado un sinfín de materiales y procesos que lo hacen posible y que, sin lugar a dudas, cambiarán nuestra forma de ver el mundo en los próximos años. Estos materiales y tecnologías están llamados a revolucionar la forma de producir por su capacidad de descentralizar los procesos de fabricación.
La impresión 3D en realidad no es algo nuevo, sino que remonta su origen a los años 80 del siglo XX si bien ha ido pasando por distintas fases de evolución a medida que las tecnologías han ido evolucionando.

También conocida como "fabricación aditiva", la impresión 3D es un procedimiento de fabricación que permite construir un objeto tridimensional a partir de un modelo digital en lugar de hacerlo a partir de un molde. Construye los objetos capa a capa, permitiendo ahorrar material e imprimir diseños totalmente personalizados.

Las máquinas de impresión 3D más populares funcionan con filamentos muy finos, que suelen ser de polímeros plásticos, que van pasando por una boquilla caliente y construyendo la forma elegida en finas capas horizontales. Aunque hay más técnicas.

Una de las más antiguas utiliza un láser ultravioleta para escanear y solidificar capa a capa una resina que es sensible a la luz. Hay impresoras de este tipo de resinas que son hasta 100 veces más rápidas que las convencionales.

De hecho, es un ámbito en constante evolución, pues ya se han inventado resinas de fotopolímero que aumentan la velocidad de solidificación con luz visible, lo que facilita aún más el proceso de impresión.

Otra técnica utiliza un vaso giratorio de vidrio que contiene resina líquida transparente. A medida que el vaso gira, un proyector le lanza un bucle de vídeo de cortes en 2D del objeto deseado. El objeto final debe ser lo suficientemente pequeño como para que la luz pase a través de él y lo solidifique dentro de la resina en cuestión de segundos, sin necesidad de capas.

Impresión 4D: la cuarta dimensión ya está aquí

La química también ha desarrollado técnicas y materiales para la denominada 'impresión 4D' que sucede cuando el objeto impreso en 3D adquiere la capacidad de transformarse en el tiempo.

Se parte de un material impreso en 3D que cambia de forma por sí mismo de una manera predeterminada por efecto de un factor externo como puede ser la temperatura, la luz, la vibración, un campo magnético, un campo eléctrico o la inmersión en agua.

Para ello, la química genera los materiales apropiados:

Polímeros con memoria de forma o SMP, que memorizan una forma macroscópica, la mantienen durante cierto tiempo y son capaces de volver a su forma original sin deformaciones.

Elastómeros de cristal líquido o LCE, que son polímeros con propiedades elásticas que contienen cristales líquidos sensibles al calor. La forma deseada es programada controlando la orientación de los cristales y, al aplicar un cambio de temperatura, cambia la orientación y el material se transforma según lo programado.

Hidrogeles, que son polímeros que se hinchan en agua sin disolverse. Cuando están secos son sólidos rígidos, pero mojados, tienen un aspecto gomoso como el de unas lentillas.

APLICACIONES

La impresión 3D va a revolucionar la forma de producir al favorecer la descentralización de los procesos de producción y acortar tiempos de entrega a demanda.

Pero esto de la impresión 3D no acaba aquí... su aplicación va desde el arte hasta la industria aeroespacial, la automoción o la medicina, pasando por la fabricación de numerosos productos de consumo cotidiano. Cada aplicación es singular y conlleva una determinada metodología de fabricación, materiales y equipo.

En el ámbito de la **medicina,** la impresión 3D tiene un amplio potencial de aplicación: desde prótesis e implantes a medida hechos con materiales termoplásticos, resinas fotopolimerizables, nanomateriales y materiales cerámicos; pasando por medicamentos orales, con dosis personalizadas y liberación programada; hasta bioimpresión, o lo que es lo mismo, imprimir en 3D con materiales biológicos, químicos o células vivas.

Su aplicación también alcanza a muchos otros ámbitos como la aeronáutica o la automoción, de hecho, ya están en proceso de fabricación una nuevas baterías de estado sólido para coches eléctricos mediante impresión 3D.

También se puede aplicar a la industria de la **moda** abriendo el abanico de posibilidades a los llamados tejidos inteligentes, capaces de cambiar sus propiedades dependiendo del clima o de la actividad: por ejemplo un calzado que pueda cambiar de forma o que aumente la amortiguación si detecta que se inicia la carrera; o tejidos transpirables que se hacen impermeables con la lluvia.

En la **carrera espacial**, en la Estación Internacional, en futuros viajes a Marte o expediciones a lugares remotos, como la Antártida, es vital para poder imprimir en el acto cualquier repuesto o pieza que pueda hacer falta. Sus aplicaciones son inimaginables.

El sector QUÍMICO ESPAÑOL en CIFRAS

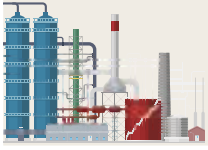
Economía

64.519 mill/€ de cifra de negocios

3.088 Empresas químicas en España

13,4% Generación del del PIB Industrial

5,5% Generación del del PIB de España



1.541 €/año consumo productos químicos por habitante

98% De las actividades productivas requieren de la industria química

Comercio Exterior

2º mayor exportador de España

56,7% de la facturación total en mercados exteriores

15,8% del total de las exportaciones españolas

36.570 mill/€ de facturación de exportaciones

Empleo

711.620 empleos directos, indirectos e inducidos

94% Contratos indefinidos

38.147 €/año de salario medio

3,7% De la población activa ocupada

(empleos directos, indirectos e inducidos)

209.300 empleos directos

40% mujeres

I+D+I

1er inversor industrial en I+D

26,8% de la generación de gasto en I+D del total Industrial

18,6% del total de investigadores contratados de la Industria

1.038 **Millones €** Inversión en I+D+i Interna (excluidas compras)

62,1% de empresas innovadoras del total del sector

DESCARGAR
Radiografía del Sector Químico Español

Smart Chemistry
Smart Future

Tecnologías **Químicas** para un **futuro sostenible**

DESCÁRGATE
Tecnologías Químicas para un futuro sostenible

feiQue
Federación Empresarial de la Industria Química Española

Síguenos en Redes: **@Feique**

www.feique.org