

An aerial photograph of a construction site. Several workers in orange and red safety gear are visible on a concrete slab. They are surrounded by a dense network of steel reinforcement bars (rebar) laid out in a grid pattern. The site is cluttered with construction materials, including long wooden planks and bundles of rebar. Scaffolding and other structural elements are visible in the background, showing the progress of a multi-story building's construction.

TENDENCIAS SOSTENIBLES.

CONSTRUCCIÓN

Estrategias de sostenibilidad: retos y oportunidades

Consejo de
Cámaras
de la Comunitat Valenciana



GENERALITAT
VALENCIANA

TOTS
A UNA
VEU

IVACE
INSTITUTO VALENCIANO DE
COMPETITIVIDAD EMPRESARIAL

INTRODUCCIÓN

Las ciudades y entornos urbanos se mueven entre dos tensiones: la necesidad de urbanización, fruto de una población creciente, y la emergencia ambiental. De la crisis de la construcción tras la burbuja aprendimos grandes lecciones en el plano económico y financiero, pero sigue pendiente una reflexión integral sobre el impacto medioambiental de un sector que es responsable de casi una cuarta parte de la contaminación atmosférica. La innovación en el ámbito de las materias primas, los procesos y las energías abre la vía a una construcción que pueda minimizar en gran medida el impacto sobre el territorio, de modo que se haga compatible el derecho a la vivienda con la preservación del medio ambiente.

Es el momento de una construcción 4.0, en la línea con la industria que la nutre. Una construcción inteligente que no se quede estancada en inercias sino que repense sus procesos para reducir su huella ambiental y aportar valor. Para ello, se hace necesaria la interrelación con las innovaciones en materia verde que están surgiendo en otros sectores que tienen contacto con la construcción, sobre todo la industria, la energía y el transporte.



DATOS



- El sector de la construcción contribuye al 23% de la contaminación atmosférica, al 40% de la contaminación del agua potable y al 50% de residuos en los vertederos (The Impacts of Construction and the Built Environment - Wil-mott Dixon)
- La construcción es uno de los sectores que más recursos naturales consume, y la mitad de ellos son no renovables. En concreto, el sector consume el 40% del uso mundial en piedras brutas, grava y arena y el 25% de madera virgen al año (World Watch Institute)
- Los edificios consumen el 40% de la demanda de energía primaria (Unión Europea)
- En España, durante los años 1987-2011, se construyó en tanta superficie como la que había sido utilizada a lo largo de toda su historia
- En 2021, la Comunitat Valenciana fue la cuarta comunidad con un mayor número de obras en el ámbito nacional, pasando de 672 ofertadas a 818 (Nalanda)
- El sector de la construcción es responsable de 39% de emisiones de dióxido de carbono relacionadas con la energía (Global Status Report for Buildings and Construction 2019 - International Energy Agency)
- Se necesitan más de 2 toneladas de materias primas por cada metro cuadrado de vivienda que se construye (Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña)
- La cantidad de energía asociada a la fabricación de los materiales que componen una vivienda puede equivaler a un tercio del consumo energético de una familia durante 50 años (Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña)
- El sector de la construcción supone el 1,1% del gasto en actividades innovadoras en el año 2020 (Informe sobre el Sector de la Construcción 2021 - Observatorio de la Construcción)
- La distribución del gasto en I+D revela que, en 2020, en el sector de la construcción se destinaron 90,4 millones de euros a este fin (Informe sobre el Sector de la Construcción 2021 - Observatorio de la Construcción)

RETOS

- 01** DESCARBONIZACIÓN
- 02** RECURSOS NATURALES Y LA BÚSQUEDA DE NUEVOS MATERIALES
- 03** AUTOMATIZACIÓN PARA INCREMENTAR LA SOSTENIBILIDAD
- 04** RESIDUOS: ASIGNATURA PENDIENTE
- 05** LA "CASA ECOLÓGICA" NO ES UNA SOLUCIÓN UNIVERSAL

1. DESCARBONIZACIÓN

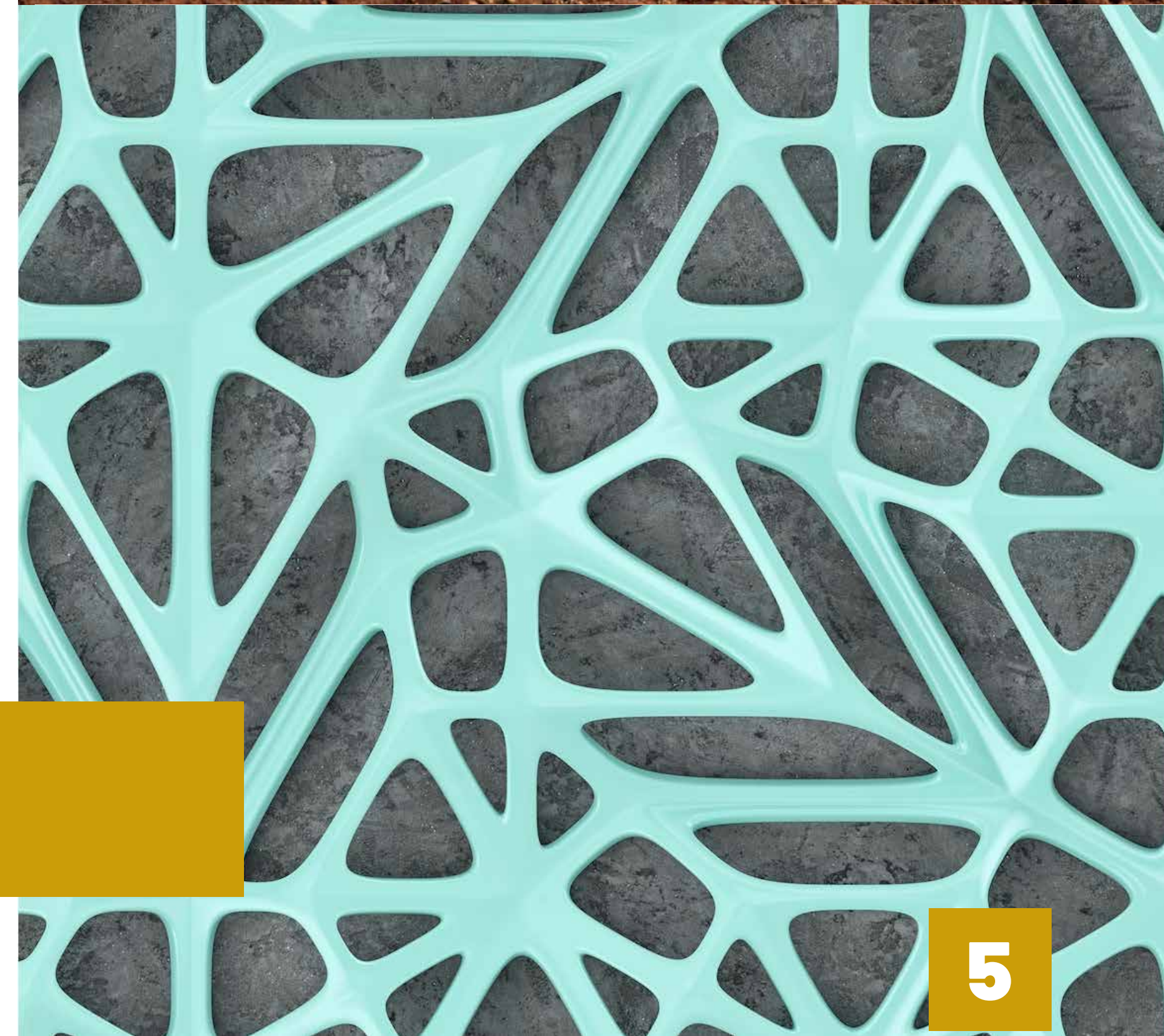
Como hemos visto, el sector de la construcción es responsable de casi el 40% de las emisiones de dióxido de carbono relacionadas con la energía. En este sector económico no existen solo las emisiones relacionadas con el gasto energético de los edificios una vez construidos, sino también las derivadas de todo su ciclo de vida, en etapas como el suministro de materias primas, la fabricación de productos, transporte, rehabilitación, demolición,...

En este contexto, y atendiendo a la demanda creciente, descarbonizar la industria de la construcción no es ya una necesidad, sino una urgencia. Alcanzar la neutralidad climática en este sector de actividad pasa por abordar la descarbonización de una forma integral y completa. Las fuentes de energía alternativas, más verdes y menos dañinas para el medio ambiente, pueden ayudar a este fin, pero es necesario un cambio amplio de paradigma. El sector de la construcción, en este sentido, puede y debe aprender y beneficiarse de las sinergias que puedan generarse con el sector del transporte y de la logística, muy cercanos y más inmersos en este cambio de modelo.

2. RECURSOS NATURALES Y LA BÚSQUEDA DE NUEVOS MATERIALES

Si la construcción es uno de los sectores que más recursos naturales consume, y la mitad de ellos son no renovables, parece evidente que es el momento de ampliar el campo de juego en esta materia. La investigación en nuevos materiales más sostenibles y eficientes ya es una realidad, y este factor abre una nueva vía para la construcción que puede explorar ahora nuevas posibilidades. No solo eso. También es el momento de prestar atención a las voces que reclaman mayor protagonismo de materiales convencionales que tradicionalmente no han sido utilizados en la construcción, como la madera. ¿Ha llegado la hora de los edificios de madera? Quizá, al menos, se trata de un ámbito que cabría explorar.

En cualquier caso, una cosa es indiscutible: No hay excusas. Es el momento de promover y seguir avanzando en las posibilidades para el uso de materiales que tengan un componente de circularidad, investigar sus posibles aplicaciones y los mejores métodos de reciclaje. Para ello, es importante partir de analizar el impacto de los productos y materiales más comúnmente utilizados en las fases de fabricación, instalación y uso y hacer un nuevo planteamiento global.



3. AUTOMATIZACIÓN PARA INCREMENTAR LA SOSTENIBILIDAD

En un sector en el que existen muchas fases previas al inicio de la obra, y en el que el acabado también es costoso y largo, las tecnologías relacionadas con la automatización que ya se han puesto en marcha en otros sectores son, sin duda, un espejo en el que mirarse. Estas soluciones no solo permiten reducir los tiempos de trabajo en obra, sino que esta mayor eficiencia lleva aparejada una reducción del impacto ambiental.

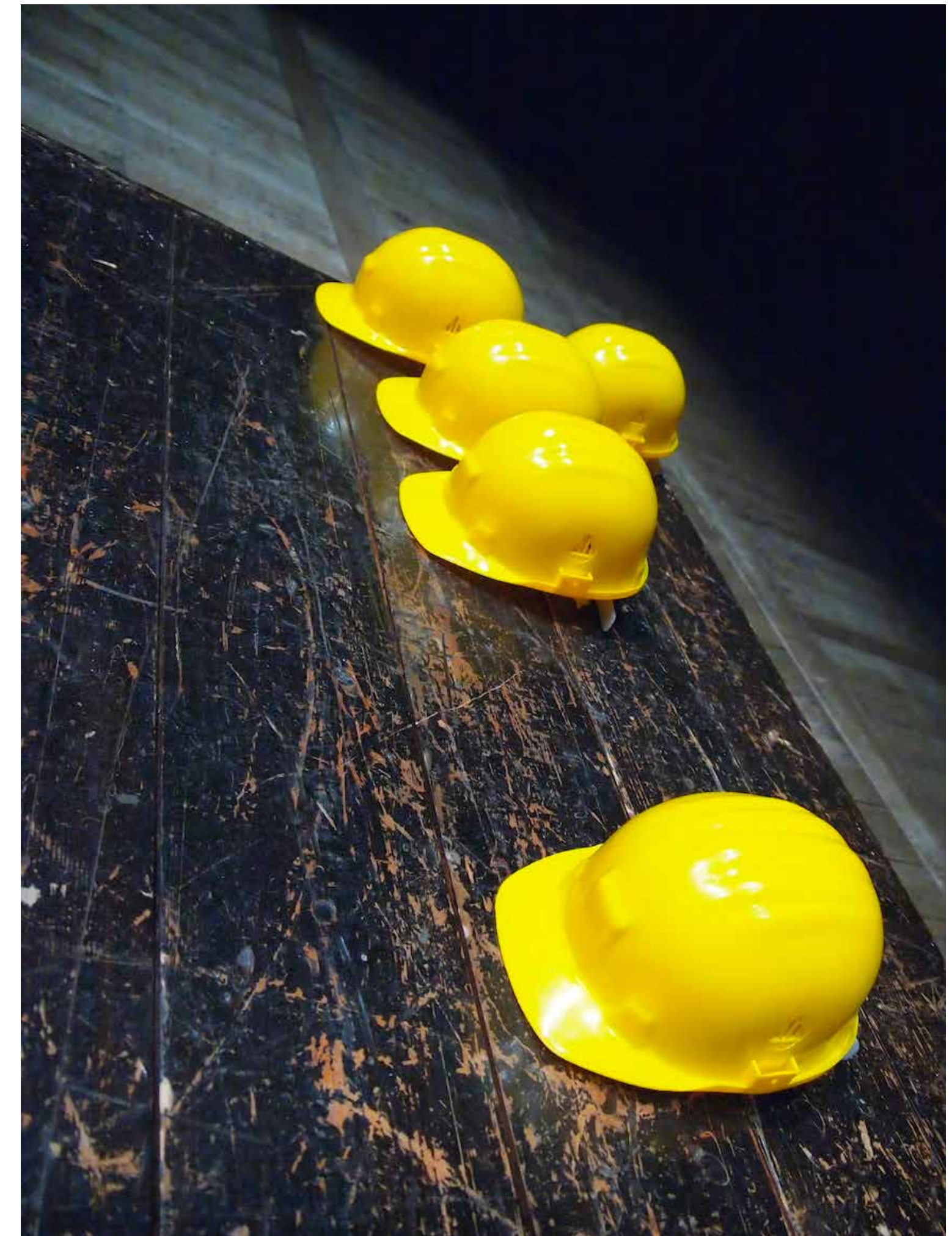
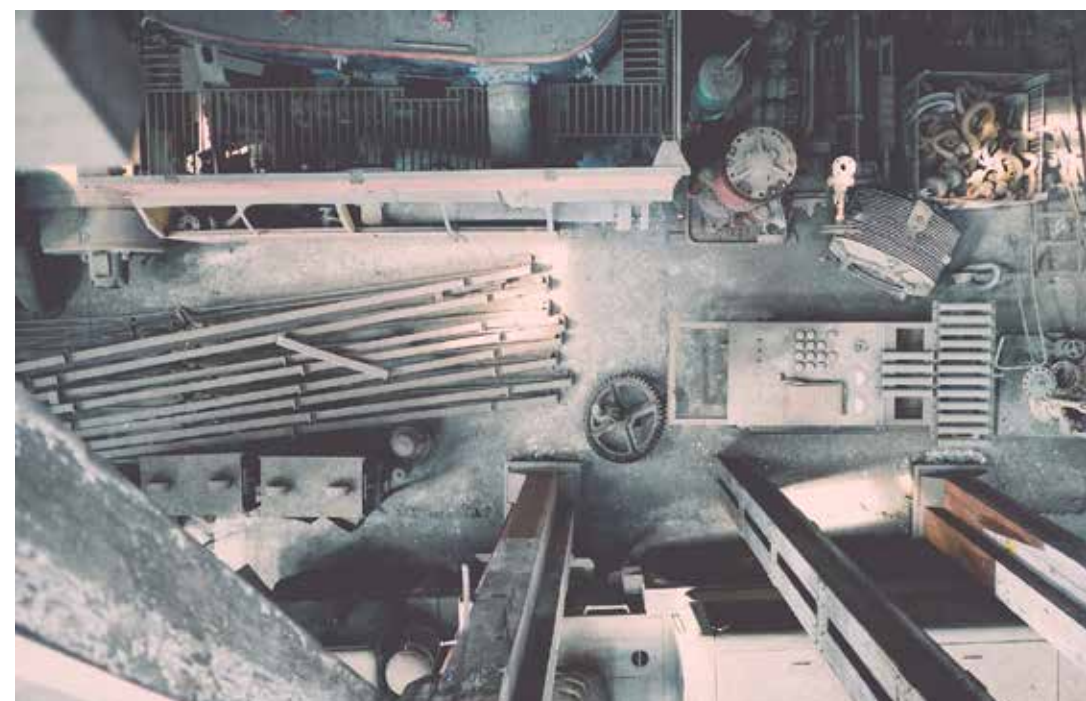
La automatización puede conseguir la vía más rápida, barata y verde para acometer cualquier proceso y minimiza las ineficiencias. Lo que es importante, en este sentido, es tener en cuenta también la orientación a la sostenibilidad a la hora de automatizar procesos. No podemos quedarnos solo en la búsqueda de la mayor rapidez, sino que la sostenibilidad debe ser transversal a toda innovación pensada para mejorar el sector.

4. RESIDUOS: ASIGNATURA PENDIENTE

La construcción genera una gran cantidad de residuos que, solo recientemente, a la luz de la normativa europea, han empezado a verse como un reto al que debemos dar solución. Para la gestión de

todo lo que queda tras el proceso de construcción, es necesaria una visión a largo plazo, clara y ambiciosa, que contemple ejes como incrementar las facilidades para el reciclaje, o buscar fórmulas para reducir los vertidos.

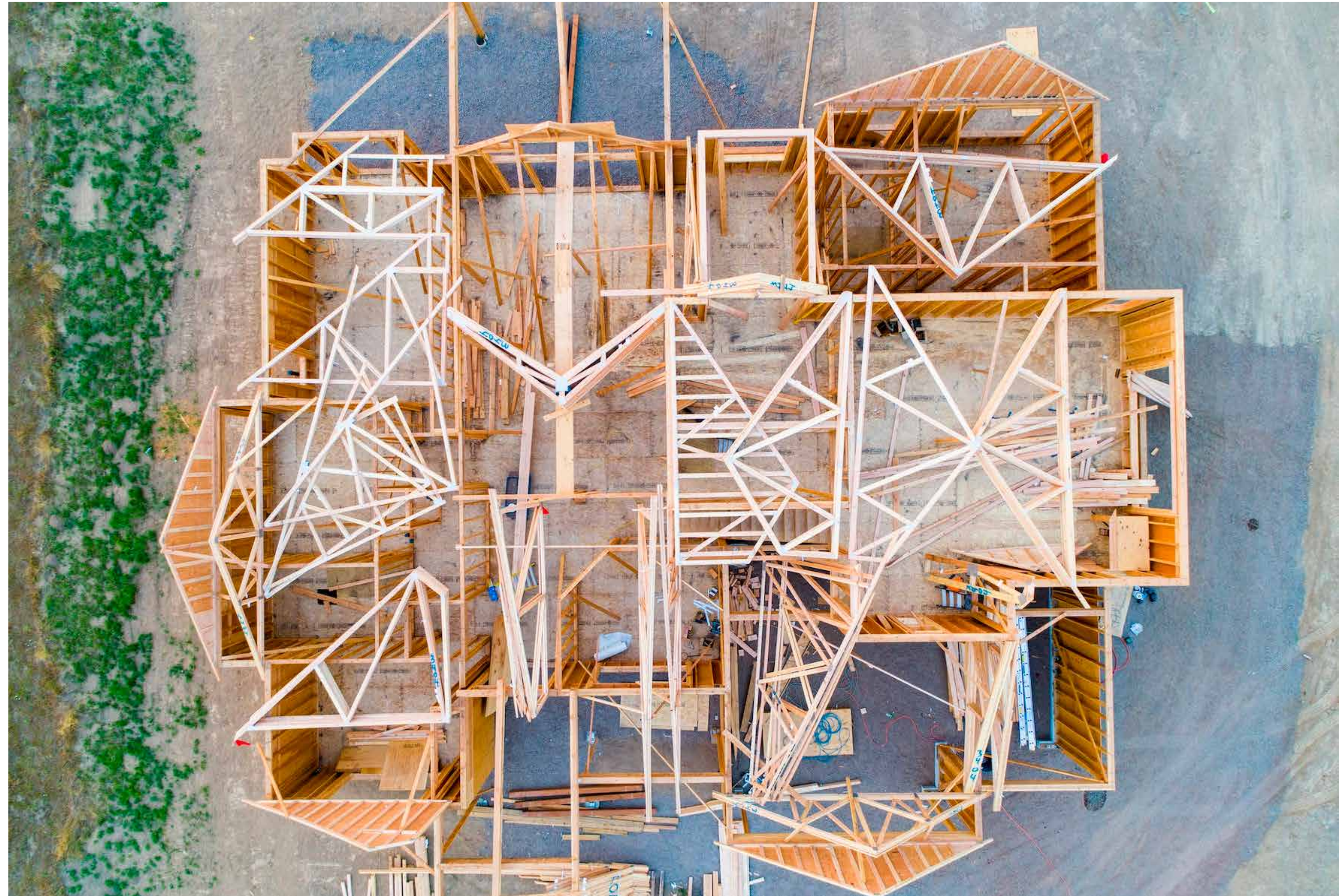
Pero la circularidad de los materiales de la construcción va más allá y debe integrarse en todas las fases del proceso de la construcción: el planteamiento constructivo de una infraestructura, de una vivienda o de cualquier obra, debe incluir ya una previsión acerca de la vida útil de los materiales que intervienen en el proceso y acerca de los próximos pasos que van a darse con ellos. Es decir, cuál puede ser su uso en escenarios futuros. El primer factor que hay que tener en cuenta es controlar los residuos que generan las diferentes fases del ciclo de vida, desde la fase inicial de diseño de un proyecto, hasta la fase final de deconstrucción. Además debemos fomentar la economía circular y la gestión eficiente de los recursos y materias primas, con el objetivo de primar aquellos de mayor calidad y establecer procesos de segundas vidas para que nunca se conviertan en residuos.



5. LA “CASA ECOLÓGICA” NO ES UNA SOLUCIÓN UNIVERSAL

La arquitectura integrada en el medioambiente supone un cambio de modelo respecto al urbanismo de expansión descontrolada. Esta circunstancia trae consigo una mayor atención hacia el entorno y un mayor cuidado del paisaje, con el uso de materiales menos contaminantes y de energías limpias. Pero la arquitectura integrada debe ser, sobre todo, personalizada. Las viviendas no se integran en una plantilla universal de medio natural, sino que este es cambiante, complejo y diverso.

En este sentido, cabe huir de los prototipos cerrados de “casa ecológica”, que ofrecen soluciones modelo que no tienen en cuenta que las personas no solo viven en casas, sino también en ciudades, pueblos, paisajes y ecosistemas. El campo de la vivienda sostenible integrada es un campo que ofrece, pues, posibilidades infinitas, tantas como casas y tantas como entornos naturales.



TENDENCIAS

- 01** ROBÓTICA PARA LA AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS
- 02** ELECTRIFICAR LA CONSTRUCCIÓN PARA REDUCIR EMISIONES
- 03** LA BÚSQUEDA DE MATERIALES SOSTENIBLES
- 04** HACIA UNA CONSTRUCCIÓN CIRCULAR
- 05** ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA O BIOARQUITECTURA
- 06** APLICACIONES EN SEGURIDAD: DRONES QUE VIGILAN OBRAS



Robótica para la automatización de procesos

La automatización de procesos mediante robots colaborativos o de otro tipo puede tener aplicaciones muy diversas en un campo como el de la construcción, en el que existen tantas y tan diversas tareas susceptibles de ser automatizadas. En un ámbito tan amplio, no solo lo que es la construcción de estructuras puede recibir la ayuda de las innovaciones en el campo de la robótica, sino que todas las fases previas

y posteriores al grueso de trabajo sobre obra, como la preparación del terreno, pueden beneficiarse de estas tecnologías. La automatización, en este sentido, no permite solo reducir los tiempos de trabajo, sino que puede contribuir a aumentar la seguridad de los trabajadores y, por supuesto, a reducir el gasto energético al optar por los consumos más eficientes.

EJEMPLO 1

Robotnik es una empresa valenciana que diseña, fabrica y comercializa robots y manipuladores móviles que son de utilidad en muchos sectores, entre ellos la construcción, pero también la logística o la última milla. La empresa fue fundada en 2002 y actualmente es una de las compañías referentes en robótica móvil en el mundo y líderes en Europa.

Su trabajo se centra en dos ámbitos: el desarrollo y fabricación de plataformas robóticas móviles, y en la ingeniería e I+D en robótica de servicio móvil. En concreto, desarrolla robots para la automatización de sectores como la logística y la construcción, así como para la inspección y mantenimiento, sobre todo en obras en zonas de difícil acceso o en condiciones complejas.

MÁS INFORMACIÓN: **Robotnik**



EJEMPLO 2

Built Robotics es una startup que tiene como objetivo transformar equipos de maquinaria pesada, utilizados en el campo del movimiento de tierras, en robots que funcionan de forma autónoma. Con este fin, esta empresa se dedica a actualizar este tipo de equipos, de una larga vida útil y de muy grandes dimensiones, mediante la aplicación de tecnologías.

En concreto, Built Robotics incorpora en esta maquinaria el uso de inteligencia artificial, un avance que permite que puedan ser configurados para funcionar de manera automática. Esos equipos, de esta forma, pueden tener uso no solo en este ámbito concreto, especialmente útil para el sector de la construcción, sino también en otros como la construcción de infraestructuras críticas -los gasoductos o los parques eólicos, entre otras-.

MÁS INFORMACIÓN: **Built Robotics**





Electrificar la construcción para reducir emisiones

Parece obvio que, como en el resto de la industria, la vía más clara para avanzar en la reducción de emisiones es el uso de energías limpias, no dependientes del carbón. En el caso de la construcción, y debido a las particularidades del consumo energético que en este campo se hace, la descarbonización pasa de forma muy clara por la electrificación.

La energía eléctrica tiene, en la construcción, un campo de aplicación inmenso. Como otras innovaciones en esta materia, ofrece posibilidades muy transversales: no solo la maquinaria, sino que todos los procesos son susceptibles de electrificarse. La energía eléctrica es una de las claves centrales sobre las que pivota un modelo de construcción más verde y sostenible.

EJEMPLO 1

Ampd Energy es una empresa tecnológica especializada en energía que ha desarrollado *The Ampd Enertainer*. Se trata de un sistema de almacenaje de energía eléctrica, una especie de macro batería o generador que permite reducir la dependencia del diésel en las obras y disminuir en gran medida el impacto ambiental.

En concreto, *The Ampd Enertainer* reduce las emisiones de carbono hasta en un 85%, según los cálculos de la empresa, y disminuye 30 veces el ruido que emite la maquinaria. Se trata de un sistema compacto y conectado, que puede ser instalado en menos de dos horas en el lugar en el que va a ser utilizado, y que permite su monitorización remota ya que está conectado a la red.

MÁS INFORMACIÓN: **Ampd Energy**



EJEMPLO 2

La startup española **Onyx Solar** ha diseñado y desarrollado un nuevo material que genera electricidad que puede utilizarse en la construcción. Se trata de un vidrio arquitectónico transparente fotovoltaico, que está formado por diversas capas de material que no solo son aislantes de calor y sonido, sino que también generan electricidad.

El vidrio de Onyx Solar ya ha sido utilizado en 350 proyectos de arquitectura en 50 países y, por un lado, puede sustituir materiales tradicionales de construcción por otros con propiedades fotovoltaicas (con lo que se reducen las emisiones de carbono y mejora el rendimiento energético de los edificios) y, por otro lado, su instalación puede nutrir de electricidad a las propias obras.

MÁS INFORMACIÓN: **Onyx Solar**



La búsqueda de materiales sostenibles

En la construcción, no solo los residuos y el gasto energético generan una huella ambiental, sino que las propias características de los materiales escogidos pueden ser más o menos sostenibles. Conscientes de que, a mejor material desde el punto de vista de la sostenibilidad, residuos más reciclables, una serie de empresas se ha lanzado a buscar soluciones que apuntan di-

rectamente a las materias primas, a la base misma de la construcción. Materiales con mejores propiedades térmicas, o compostables – aquel material que puede degradarse biológicamente formando compost–, son solo algunos de los retos a los que se enfrenta el ámbito concreto de los materiales para la construcción.

EJEMPLO 1

Emerging Objects es una empresa ubicada en Estados Unidos que ha diseñado y desarrollado “ladrillos fríos” para su uso en climas muy cálidos. Mediante el uso de la nanotecnología, los llamados *Cool Bricks*, son unos ladrillos cerámicos impresos en 3D que están hechos de un material poroso y se entrelazan para formar un efecto celosía.

El nuevo material del que están hechos los ladrillos absorbe el agua y la humedad, que se libera cuando el aire caliente del exterior pasa a través de la red y, de este modo, la evaporación produce un efecto de refrigeración. La forma del ladrillo, además, prevé que gran parte de éste quede a la sombra, es decir, que no esté expuesto a la luz solar, con lo que se maximiza el efecto refrescante. Se trata de un material de bajo coste y de fácil producción.

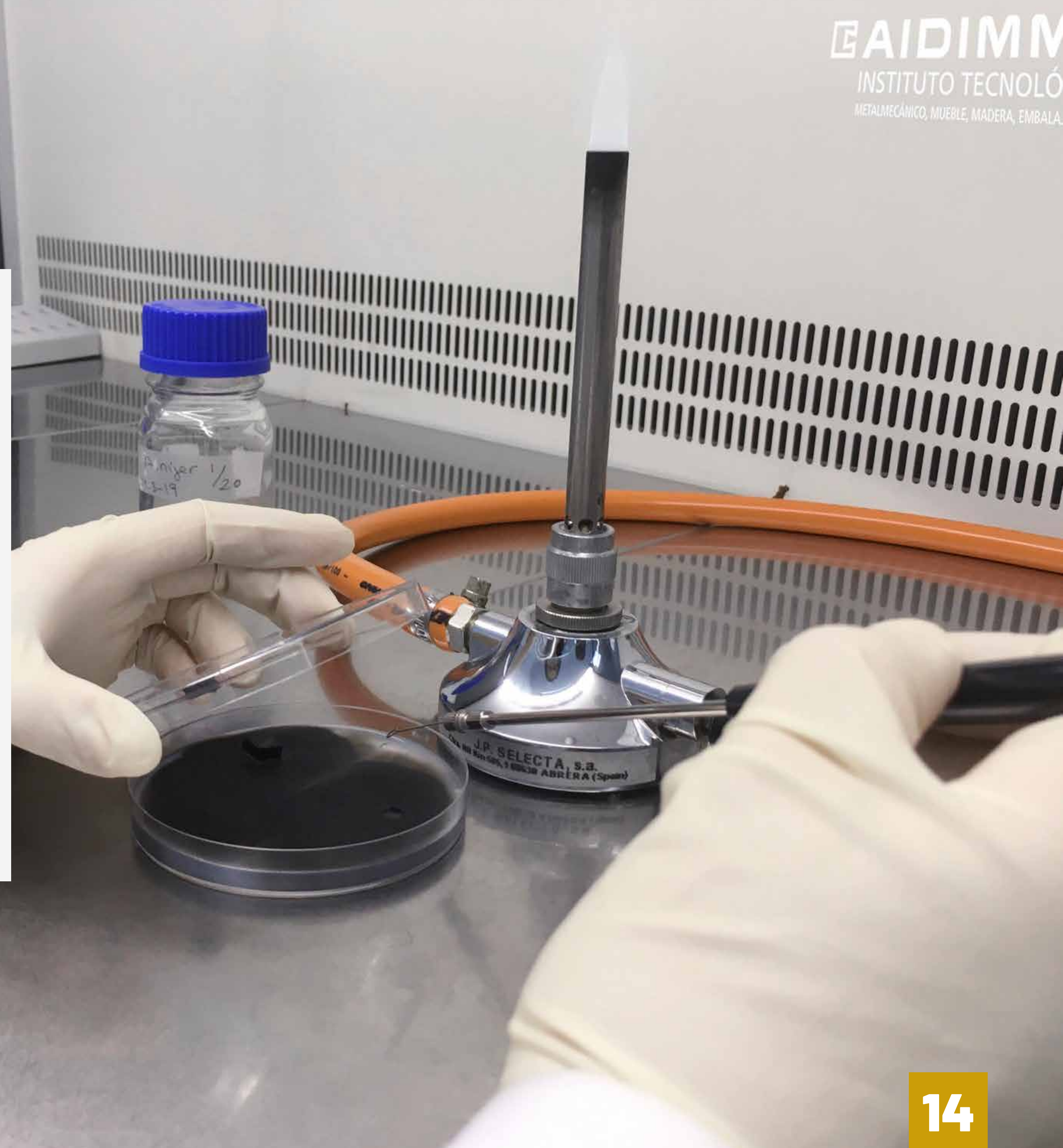
MÁS INFORMACIÓN: **Emerging Objects**

EJEMPLO 2

Fungistop es un proyecto del Instituto Metalmecánico, Madera, Mueble y Afines (**Aidimme**) que se basa en el desarrollo de pinturas que se caractericen en cuanto a su composición por mantener ambientes de interior higiénicos mediante la aplicación de biocidas que limiten el desarrollo de hongos. En concreto, los biocidas utilizados son de origen natural con el fin de preservar el medioambiente por su menor impacto ambiental.

En el marco del proyecto, se han desarrollado pinturas para distintas aplicaciones, destacando mobiliario, decoración y construcción. Según explican desde el Instituto, los biocidas por los que se han decantado han sido anclados mediante enlaces covalentes a soportes inertes que evitan su liberación total, con lo que se incrementa su vida útil y, por tanto, se reduce la generación de residuos, la contaminación que provoca y el uso de nuevos recursos.

MÁS INFORMACIÓN: **Aidimme**





Hacia una construcción circular

La apuesta por una economía circular, aquella que alarga el valor de los productos y materiales durante el mayor tiempo posible y reduce los residuos finales, ha llegado a la construcción. El reciclaje, la reutilización y los procesos por los cuales se puede estirar la vida útil de todo lo que interviene en la construcción, abren vías nuevas de proceder en este campo, que pueden hacer de

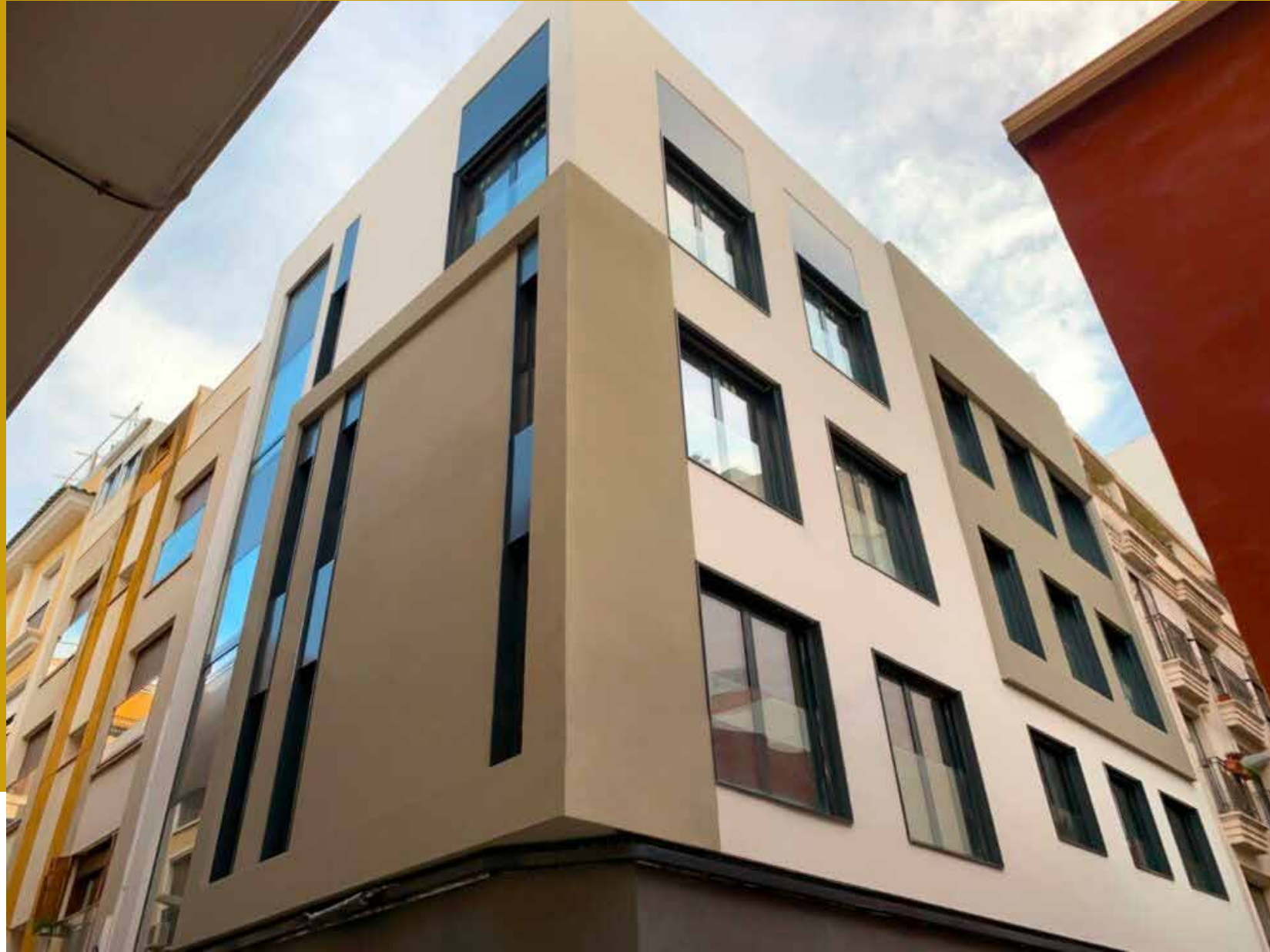
este sector económico uno más verde, pero también hallar nuevas formas de aportar valor. La tecnología para lograrlo está a nuestro alcance y prácticamente nada queda fuera de este nuevo rumbo hacia una construcción 'zero waste' y hacia un ciclo de vida circular de los productos que intervienen.

EJEMPLO 1

Carbon Upcycling Technologies es una empresa que tiene un objetivo: transformar o convertir los residuos de hoy en los materiales del mañana. Con este fin, han desarrollado un proyecto que persigue dar una nueva vida al CO₂ que liberan los residuos de la construcción y transformarlo en nuevos aditivos que pueden hacer más eficiente la industria de materiales de la construcción.

Para lograrlo, han desarrollado un reactor que se carga con dióxido de carbono en estado gaseoso y con residuos convertidos en polvo. En su rotación, el reactor rompe el material de residuo, lo que permite que el CO₂ se absorba en él. Esta combinación es la que da lugar, en la siguiente fase del proceso, a estos nuevos aditivos enriquecidos que pueden incorporarse de nuevo a la construcción como base para otros materiales.

MÁS INFORMACIÓN: **Carbon Upcycling Technologies**



Arquitectura bioclimática o bioarquitectura

La arquitectura bioclimática o arquitectura integrada en el paisaje no implica solo nuevos diseños adaptados al entorno, sino un cambio total de lógica para construir un nuevo modelo basado en la adecuación y el aprovechamiento de las condiciones medioambientales particulares en cada caso. La emergencia climática y la proliferación de eventos climáticos extremos hace imposible crear solu-

ciones predeterminadas para la arquitectura y la construcción, a lo que se une la diversidad enorme de ámbitos geográficos que se están urbanizando, junto con sus muy diferentes entornos medioambientales. Como consecuencia de estos factores, surge la arquitectura bioclimática, que pretende dar una respuesta personalizada desde el punto de vista del medio a las necesidades de la construcción.

EJEMPLO 1

Elche cuenta con el primer edificio de viviendas en la Comunitat Valenciana que ha sido construido cumpliendo con los criterios definidos por el *Passive House Institute* para el estándar 'Casa Pasiva Classic', es decir, para viviendas con un mínimo impacto ambiental e integradas en el entorno. Se trata de un estándar de construcción para edificios con consumo energético nulo o casi nulo.

Este edificio en Elche cuenta con un alto nivel de aislamiento térmico y un sistema de ventilación con recuperación de calor, con lo que se puede evitar la necesidad del encendido de la calefacción en invierno consiguiendo un ahorro energético considerable y un gran equilibrio térmico.

MÁS INFORMACIÓN: **Etres Consultores**



EJEMPLO 2

La cooperativa **Entrepatrios** pretende construir un modelo alternativo al mercado inmobiliario clásico, y para ello ha apostado por un nuevo modelo de vivienda con criterios sociales y ambientales en la que sus usuarios pueden vivir bajo el régimen de derecho de uso. De este modo, 53 vecinas y vecinos viven en su primera cooperativa en Las Carolinas, en Usera, donde se ha construido un edificio con estructura de madera que tiene un consumo energético casi nulo.

El edificio persigue que la demanda de energía sea la menor posible, por lo que sus constructores evitan las pérdidas de calor y de frío mediante un alto nivel de aislamiento y estanqueidad. Los apartamentos están diseñados para que no haya ninguna emisión de CO₂ en el uso, ya que están 100 % electrificados. Con este mismo fin, se han construido a partir de madera, un material que captura CO₂ y es renovable.

MÁS INFORMACIÓN: **Entrepatrios**



Aplicaciones en seguridad: drones que vigilan obras

Los drones no solo se han utilizado en diversas aplicaciones en los campos del reparto de última milla, la logística o la agricultura, sino que son especialmente útiles también en el control de lugares inaccesibles, una ventaja muy im-

portante para la actividad constructiva. En este sentido, son una buena opción para aumentar la eficiencia y vigilar que no se produzcan fallos que den lugar a mayor contaminación o a peligros para el entorno o las personas.

EJEMPLO 1

El proyecto de investigación europeo **Piloting**, liderado por la Fundación Andaluza para el Desarrollo Aeroespacial y el Centro Avanzado de Tecnologías Aeroespaciales, FADA-CATEC, junto a un consorcio de 13 empresas e instituciones de varios países, busca mejorar la eficiencia de las inspecciones en las infraestructuras civiles y obras.

Los drones, en este proyecto, se utilizan para lograr un mejor mantenimiento y seguridad en las infraestructuras envejecidas por el paso del tiempo, de modo que estas infraestructuras sean más sostenibles y menos perjudiciales para el medio ambiente y la seguridad.

MÁS INFORMACIÓN: **Piloting**



EJEMPLO 2

Otra de las fases del proceso de construcción que pueden monitorizarse en tiempo real con drones es el desarrollo de las obras. A esta necesidad tratan de dar respuesta los drones con sistema RTK (Real Time Kinematik), un sistema que puede enviar datos muy concretos de localizaciones muy precisas de una zona a través de la toma de fotografías.

Esta manera de trabajar, que desarrollan empresas como **Aerocámaras**, es más sostenible ya que facilita la detección de fugas, ofreciendo una clara ventaja competitiva respecto al modelo tradicional. Además, reduce los costes para la consecución de estos trabajos al reducirse el tiempo de inspección, y disminuye el riesgo para el equipo humano.

MÁS INFORMACIÓN: **Aerocámaras**



CONCLUSIONES



En un sector que es responsable de casi el 40% de las emisiones de CO2 relacionadas con la energía, descarbonizar la construcción no solo es importante, sino urgente. En esa vía, la electricidad es la fuente de energía limpia que más posibilidades ofrece para la construcción, y explorarla puede suponer una ventaja competitiva.



Una construcción 4.0 da lugar necesariamente a una vivienda 4.0. La apuesta por una vivienda inteligente, conectada y verde es central en el nuevo modelo de ciudades y pueblos. En este punto, la innovación puede ser total y nunca debe perder de vista la integración de la vivienda con el entorno.



Los nuevos materiales no son el futuro, sino el presente. No solo eso, sino que el replanteamiento constructivo de los ya existentes aporta un valor añadido que no se debe desdeñar.



La circularidad de los procesos es fundamental en el ámbito de la construcción. Un residuo hoy puede convertirse en un material mañana, y con esa visión de conjunto se debe trabajar.



La robótica, como otras innovaciones tecnológicas, debe ser vista como una herramienta al servicio del sector y de aplicación transversal. Como en el caso de otras tecnologías, su aplicación a la construcción debe estar adaptada y personalizada para cada caso, de modo que no se generen ineficiencias.

