

DIGITALIZACIÓN DEL SECTOR AMBIENTAL



basque ecodesign center



aclima
Basque Environment Cluster



ihobe
ingurumen hobekuntza
mejora ambiental



Herri-baltza
Sociedad Pública del

EUSKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO

EKONOMIAREN GARAPEN,
JASANGARRITASUN
ETA INGURUMEN SAILA

DEPARTAMENTO DE DESARROLLO
ECONÓMICO, SOSTENIBILIDAD
Y MEDIO AMBIENTE

Edición

Marzo 2021

Edita

Basque Ecodesign Center

Secretaría Técnica

Ihobe, Sociedad Pública de Gestión Ambiental

Alameda Urquijo, 36 6º Planta

48013 – Bilbao

Tel.: 94 423 07 43

www.basqueecodesigncenter.net

www.ihobe.net

Departamento de Desarrollo económico, Sostenibilidad y Medio Ambiente
Eusko Jaurlaritza—Gobierno Vasco



Los contenidos de este informe, en la presente edición, se publican bajo la licencia:
Reconocimiento - No comercial - Sin obras
derivadas 3.0 Unported de Creative Commons (más información
http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/deed.es_ES)

PRESENTACIÓN	4
RESUMEN EJECUTIVO	6
GLOSARIO DE TÉRMINOS	12
METODOLOGÍA DE VIGILANCIA	13
MARCO ESTRATÉGICO Y LEGAL	14
CATALIZADORES DE LA DIGITALIZACIÓN	34
NUEVAS TECNOLOGÍAS APLICADAS AL SECTOR AMBIENTAL	38
SECTOR PRIMARIO SOSTENIBLE Y EFICIENTE	46
CONTROL DE RIESGOS E IMPACTOS AMBIENTALES	64
MONITORIZACIÓN Y GESTIÓN DE LA BIODIVERSIDAD Y ESPACIOS NATURALES	82
CIUDADES SOSTENIBLES	98
CONCLUSIONES	118
BIBLIOGRAFÍA	134
ANEXO: EMPRESAS DE INTERÉS	140



OLGA MARTÍN

DIRECTORA GENERAL DE ACLIMA



El sector del medio ambiente está siempre en constante evolución, adaptándose a las realidades de cada momento. Es evidente que los retos a los que se enfrenta la sociedad con respecto al medio ambiente cambian con los tiempos, por lo que el sector necesita innovar para poder ofrecer las mejores soluciones.

Nos encontramos en un momento crucial, en el que una nueva revolución tecnológica basada en la digitalización, la automatización y la conectividad, está impactando en lo social y en la industria, modificando cadenas de valor y generando nuevos entornos de relación entre empresa, clientes, y en la manera en la que se enfocan los negocios ya sea en la oferta de servicios o en la fabricación de bienes de consumo.

Es necesario destacar en este punto la importancia de la **Twin transición: GREEN AND DIGITAL** (transición verde y digital) que está impulsado la Unión Europea y que pone a la digitalización al servicio de medio ambiente para conseguir los ambiciosos objetivos del **Pacto Verde**.

En el sector ambiental no somos ajenos a estas políticas que vienen de Europa y a las oportunidades que plantean estas tecnologías, como lo es, el Big Data, la robótica, la inteligencia artificial...etc., que nos van a permitir generar nuevas propuestas de valor para nuestros sectores cliente tanto públicos como privados. Estamos convencidos de que estas tecnologías van a desempeñar un papel clave en el futuro del sector y por ello **Aclima – Basque Environment Cluster** apuesta por una nueva área estratégica, que denominamos **Medio Ambiente 4.0**.

Pero, además, en estos momentos, inmersos en la era de las tecnologías 4.0, se prevé que los cambios sean aún más rápidos y el sector están ya incorporando estas nuevas soluciones para mejorar sus productos y servicios.

Por un lado, estamos viendo que nuestras empresas industriales están adaptándose a los nuevos tiempos, incorporando las nuevas tecnologías de la digitalización, la automatización y la conectividad en la mejora de sus procesos. Pero, además, detectamos que las empresas que disponen de soluciones basadas en big data, el internet de las cosas, la sensórica, la robótica, los serious games... están encontrando en el medio ambiente un ámbito interesante de aplicación.

En Aclima disponemos de diferentes grupos de trabajo para el desarrollo e implantación de nuevas soluciones en diferentes ámbitos bajo el área estratégica **BASQUE ENVIRONMENT 4.0** para ayudar a las empresas en este proceso.

ALEXANDER BOTO

DIRECTOR GENERAL DE IHOBE



La Comisión Europea está realizando una apuesta muy potente por la economía circular tras la aprobación del Pacto Verde Europeo y del nuevo **Plan de Acción Economía Circular**. El **Pacto Verde Europeo** tiene como objetivo transformar la Unión Europea en una sociedad equitativa y próspera, con una economía moderna, eficiente en el uso de los recursos y competitiva. En esta sociedad no habrá emisiones netas de gases de efecto invernadero en 2050 y el crecimiento económico estará dissociado del uso de los recursos. Entre sus medidas, el citado pacto propone invertir en tecnologías más respetuosas con el medio ambiente, apoyar la innovación en la industria, desplegar sistemas de transporte público más limpios, descarbonizar el sector de la energía o mejorar la eficiencia energética de los edificios.

En un contexto más cercano, la **Estrategia de Economía Circular 2030 de Euskadi** establece una hoja de ruta del País Vasco sobre cuatro ámbitos de actuación, similares a los del Plan de Acción para la Economía Circular de la Comisión Europea. Éstos son: la producción, el consumo, la gestión de residuos y materias primas secundarias, y la competitividad e innovación.

La transición ecológica y la digital van de la mano. La incorporación en el sector ambiental de las nuevas tecnologías asociadas a la digitalización juega un papel determinante en la consecución de los objetivos de circularidad y de cambio climático, tanto en el ámbito de mitigación, como en el de adaptación.

La Unión Europea dispone de un presupuesto de 1.000 millones de euros destinados a impulsar esta doble transición en los próximos años. Herramientas e instrumentos como: los sensores, la monitorización de procesos, la inteligencia artificial, la realidad aumentada, la geolocalización, el big data, el cloud computing o el internet de las cosas, permitirán mejorar la eficiencia material y energética, reduciendo el impacto ambiental por unidad producida. Esta transición generará nuevos mercados que abrirán oportunidades de negocio asociadas al desarrollo de estas tecnologías, a su implementación y a los servicios relacionados con la recogida y explotación de datos.

Este informe presenta las últimas tendencias sobre la digitalización en el sector ambiental. Es el momento de explorar estas oportunidades y convertir las nuevas tecnologías de la información en un factor competitivo y diferenciador con el que trabajar en la consecución de una economía circular, combatir el cambio climático y proteger el medio ambiente.

RESUMEN EJECUTIVO

EU

Europak 2050erako lortu nahi duen klimarekiko neutraltasuna anbizio handiko erronka da, eta estatu kide guztiek ahalegin handiak egiten ez badituzte eta orain arte egiten ari ziren jarduketa-politikak baino politika zorrotzagoak egiten ez badira, zaila da lortzea. Estrategia disruptibo eta garrantzitsuak behar dira sektore guztietan, besteak beste, energiaren sektorean, industrian, eraikuntzan, nekazaritzan, eta, jakina, ingurumen-sektorean. Baina, gainera, helburua ez da soilik karbono-emisio garbiak lortzea 30 urtean baino gutxiagoan; izan ere, premiaz aurre egin behar zaien beste erronka batzuk ere badaude. Europako Itun Berdeak, Europaren jasangarritasunerako ibilbide-orriak, planteatzen du **ekonomia zirkularra lortu behar dela**, hondakinen sorrera murriztu behar dela, mikroplastikoak ezabatu behar direla ozeanoetatik, biodibertsitatea eta espezie kalteberenak kontserbatu behar direla, biztanleria hazkor baten hornidura bermatu behar dela baliabideak zainduz eta gure egungo bizimodua estutasunean jartzen duten balizko pandemiei edo gaixotasunei ere aurre egin behar zaiela.

Helburu horiek lortzeko, **informazio zehatzarekin lan egitea faktore erabakigarria da**. Datuak denbora errealean edukitzeak aukera ematen du erabaki egokiagoak hartzeko, prozesuak optimizatzeko edo ezustekoetara azkarrago egokitzeko. Abantaila horiek, hain zuzen, informazioaren teknologia berriek ematen dituzte, eta teknologia horiek asko erabiltzen dira industrian laugarren industria-iraultza hasi zenez geroztik. Izan ere, **ekonomiaren egungo eraldaketa digitalak aukera berritzaile eta eraginkor handiak eskaintzen ditu ingurumen-erronka gainditzeko**, eta ezinbesteko elementuak dira premiazko klima-krisiari aurre egiteko eta ekonomia zirkularra lortzeko.

Dokumentu honen xedea zera da, alde batetik, digitalizazioak ingurumen-sektorean eskaintzen dituen aukera nagusiak deskribatzea, eta, bestetik, ACLIMako kide diren enpresentzat baliagarri izatea

merkatuko joera berriak ezagutzeko eta egon litezkeen negozio-eredu berriak identifikatzeko.

ACLIMaren Basque Environment 4.0 ekimenaren arabera eta *2019-2022 aldiko Plan estrategikoarekin* bat etorritik, funtsezko lau eremu zehaztu dira, eta haien digitalizazio-prozesuak txosten honetan landuko dira. Hauek dira eremuak: nekazaritzako elikagaien sektorea, industriaren ingurumen-inpaktuen kontrola, biodibertsitatearen kontserbazioa naturaguneetan eta aisiaguneetan, eta, azkenik, hiri jasangarriak.

Txostenean, lehenik eta behin, **esparru estrategikoa** azaltzeaz gain, **ekonomia zirkularren** inguruko plan eta estrategia garrantzitsuenak **eta digitalizazioa bultzatzen duten neurriak** zehazten dira. Halaber, erabilitako teknologia nagusiak azaltzen dira. Atal horiek dokumentuaren oinarriak ezartzen dituzte eta aztertutako eremuetan izaten ari diren aldaketak aurrerago ulertzeko balio dute, sarrera gisa.

Nekazaritzako elikagaien sektoreari dagokionez, elikagaien ekoizpenak berotegi-efektuko gasen emisioen laurden bat sortzen du eta laborantzek lur bizigarriaren erdia hartzen dute. Gainera, ur gezaren munduko erauzketen % 70 nekazaritzarako erabiltzen dira, eta ozeanoen eta ur gezaren eutrofizazio globalaren % 78 ongarietatik eratorritako kutsadurak eragiten du (*Our world in data, 2020*).

Arazo horiei aurre egiteko, azken urte hauetan **«zehaztasunezko nekazaritza»** izeneko sortu da, non teknologia digitalak erabiltzen diren laborantza monitorizatzeko eta gertakari meteorologikoak aurreikusteko. Horrekin, produktibitatea areagotzea lortzen da hurrengo urteetan espero den elikagai-eskaera handiagoari aurre eginez, baita erregai fosiletatik (ongari batzuetatik, adibidez) eratorritako baliabideen erabilera arrazionalagoa egitea edo haien ingurumen-inpaktua murriztea ere. Izan ere, nekazaritza-enpresa asko ari dira teknologia horiek erabiltzen; esate baterako, droneak ureztapena kontrolatzeko, traktore autonomoak edo sentzorizazioa lurzorua tenperatura edo hezetasuna monitorizatzeko. Dena den, oraindik ere badaude erronkak aurre egiteko, hala nola eten digitala edo konektagarritasun-arazoak eremu landatarrenetan.

Industria handien inpaktuen kontrolari

dagokionez, industria horiek izan dira lehenak digitalizazioak erabiltzen beren lehiarako gaitasuna hobetzeko baliabide gisa, eta horren ondorioz, 4.0 industria izenekoa sortu da. Orain lortu nahi dena da digitalizazio horrek industrien ingurumen-inpaktua murrizten laguntzea. Hainbat sektorek, hala nola eraikuntzak, meatzaritzak edo metalurgiak ez dute eragin bera berotze globalean edo baliabideak ahitzean, baina sektore horietan guztietan teknologia digitalak aukera paregabea dira jasangarriagoak izateko. Eraispeneen edo ez tandem kontrola egitea sentsoreen bidez, industrien monitorizazio perimetrala egitea gasak eta partikulak neurtuz, edo baliabide hidrikoen kudeaketa dira jada egiten ari diren jardueren adibide batzuk. Gainera, RFID teknologiak erabiltzeak produktu baten bizitza baliagarriari buruzko informazioa biltzen lagundu dezake, itzulitako produktuen kalitatea kalkulatzeko aukera eman baitezakete eta materialak itzultzeko fluxuak erraztu baititzaizkete. Azkenik, nabarmentzekoa da *blockchaina* garrantzitsua dela hainbat eremutan, hala nola emisio-eskubideetan edo energia-eraginkortasunean, enpresek ematen duten informazioa egiazkoa dela ziurtatzen baitu.

Landutako hirugarren eremuan, hots, **biodibertsitatearen kontserbazioari eta naturaguneen monitorizazioari** buruzkoan, alderdi hauetan jartzen da arreta: alde batetik, Administrazio Publikoetan, sektorearen bultzatzaile nagusiak diren aldetik, naturagune asko haien gobernantzaren eraginpean baitaude eta haien kudeaketaren mende baitaude modu batera edo bestera. Eta bestetik, nabarmentzekoa da natura-eremu handiak hartzen dituzten eta betetzen duten jarduerak biodibertsitatean eragina duten enpresen zeregina ere, hala nola enpresa hidroelektrikoena, zentralena, findegiena eta abar. Gaur egun, eremu horrek esperientzia txikia du teknologia digitalen erabileran, baina hasi dira teknologia horiek aplikatzen suteen kontrolean, izurriteen monitorizazioan, espezie babestuen kontrolean edo eremu publikoen kudeaketan (parke naturalak, hondartzak, eta abar).

Laugarren eta azken eremuan **Smart city** deritzenak landu dira, munduko hiri adimentsuenen adibide batzuk jartzeaz eta digitalizazioaren

aplikazio nagusien bilduma eskaintzeaz gain. Teknologia horietako gehienak trafikoa kontrolatzeko, airearen kalitatea kontrolatzeko, ur-sarea monitorizatzeko, energia-kontsumoa kontrolatzeko eta hondakinak kudeatzeko erabiltzen dira. Biztanleriaren hazkunde nabarmena espero da datozen hamarkadetarako, eta hazkunde hori bereziki handia izango da jarduera ekonomikoaren, hondakinen sorreraren, energia-kontsumoaren eta, beraz, berotegi-gasen emisioen zati handi bat gaur egun biltzen duten hirietan. Teknologia digitalek behar diren baliabideak eskaintzen dituzte hiri-garapena orekatuagoa eta jasangarriagoa izan dadin.

Txostenean lantzen den eremu bakoitzerako, **digitalizazioak ingurumen-sektoreari eskaintzen dizkion aukera eta erronka nagusiak biltzen dira**. Aukera eta erronka horiek beren prozesuetan teknologiak erabiltzen dituzten enpresak (nekazaritzaren arloko fabrika bat edo enpresa bat, adibidez) hartzen dituzte eraginpean, baita funtsezko zeregina betetzen duten beste mota bateko erakundeak ere. Alde batetik, **enpresa teknologikoek** ekipamenduen ezarpenetik, garapenetik eta salmentatik lor dezakete onura; aitzitik, **ingeniaritzek eta aholkularitzek** datuak aztertzeke edo aholkularitza emateko zerbitzuak eskaini ditzakete. Era berean, nabarmentzekoak dira zerbitzuen kudeatzaileak, administrazio publikoak edo herritarra bera ere, herritarrak datuetarako sarbidea eduki baitezake eta, horrela, herritarraren ingurumenarekiko kontzientziaketa eta portaera hobetu. Erronka nagusiei dagokienez, hauek nabarmendu behar dira: eten digitala, egungo konektagarritasun-arazoak, elkarreragingarritasuna eta zibersegurtasuna.

Azkenik, eta ondorio gisa, txosten honetatik ateratako ideia nagusiak azalduko ditugu, eta landutako lau eremuetako bakoitzean azaltzen diren negozio-aukera zehatzak nabarmenduko ditugu, eremu horietako bakoitzean egon daitekeen enpresa -tipologiaren arabera. Halaber, Klusterreko kide diren enpresentzat erabilgarria izango delakoan, digitalizazioarekin lotutako jarduera izanik mota eta sektore desberdinetakoak diren enpresen zerrenda aurkeztu dugu.

The climate neutrality that Europe seeks by 2050 is an ambitious and very difficult challenge to achieve unless huge efforts are made by all member states, with action policies that are more demanding than those in place until now. Disruptive and far-reaching strategies are required in all sectors, including, among others, the energy sector, industry, construction, agriculture, and of course the environmental sector. But it is not just about achieving net carbon emissions in less than 30 years, as there are other big challenges that must be faced urgently. The European Green Deal, Europe's roadmap towards sustainability, sets out **the need to achieve a circular economy**, reduce the generation of waste, clean the microplastics in oceans, preserve biodiversity and the most vulnerable species, ensure supplies for an increasingly large population while safeguarding resources, and even handle possible pandemics or diseases that threaten our current way of life.

In order to achieve these goals, **working with detailed information is a decisive factor**. Having real-time data enables more accurate decisions, optimising resources or adapting faster to unforeseen events. These advantages are brought by new information technologies which are already widely used in industry with the arrival of the fourth industrial revolution. In fact, **the current digital transformation of the economy offers big innovative and efficient opportunities to overcome the environmental challenge** and is essential in order to deal with the urgent climate crisis and achieve a circular economy.

This document aims to describe the main opportunities that digitalisation offers in the environmental sector and can be used by the ACLIMA partner companies to learn about new market trends and identify possible new business models. According to **the Basque Environment 4.0 initiative by ACLIMA** and in alignment with its *Strategic Plan 2019-2022*, four key areas have been determined, for which the digitalisation processes will be addressed in this report. These are the agri-food sector, monitoring environmental

impacts within industry, the preservation of biodiversity in natural and leisure spaces, and lastly, sustainable cities.

Firstly, the report outlines the **strategic framework**, detailing the most important plans and strategies related to **a circular economy and the measures to promote digitalisation**. Similarly, the main technologies used are explained. These sections lay the foundations of the document and serve, as an introduction, to later understand the changes that are taking place in the different areas dealt with.

As for the agri-food sector, food production is responsible for a quarter of greenhouse gas emissions and crops occupy half of the habitable land. In addition, 70% of freshwater extraction worldwide is used for agriculture and 78% of the global eutrophication of oceans and fresh water is caused by fertiliser contamination (*Our world in data, 2020*).

In order to address these problems, in recent years the so-called **"Smart Farming"** has emerged, which uses digital technologies to monitor crops and predict weather events. This helps to increase productivity while addressing the higher demand of food that is expected in the near future, making a more rational use of the consumables made from fossil fuels, such as some fertilisers, or reducing their environmental impact. In fact, many agricultural companies are already using these technologies, with drones to control irrigation, self-driving tractors or sensors to monitor the temperature or humidity of the soil. However, there are still many challenges ahead, such as the digital gap or connectivity problems in more rural areas.

As regards **controlling the impact of large industries**, these have been some of the first to embrace digitalisation as a means to improve their competitive capacity, leading to what is called industry 4.0. What is sought now is for this digitalisation to help reduce their environmental impact. Sectors such as construction, mining or metallurgy do not contribute in the same way to global warming or the depletion of resources, but in all of them digital technologies present themselves as a big opportunity to be more sustainable.

Controlling demolitions or explosions with sensors, perimeter monitoring of industries measuring gases and particles, or managing water resources are some of the examples of activities that are already being carried out. In addition, the use of RFID technology can help to collect information about the useful lifetime of a product, making it possible to estimate the quality of returned products and facilitating the return flows of materials. Lastly, worth highlighting is the importance of *blockchain* in fields such as emissions rights or energy efficiency, ensuring the veracity of the information provided by companies.

In the third area dealt with, dedicated to the **preservation of biodiversity and monitoring of natural spaces**, on the one hand the focus is placed on the Public Administrations as the sector's main driving force, as many natural spaces are under their governance and in one way or another depend on their management. And on the other, also important is the role of companies that occupy large natural areas and whose activity has an impact on biodiversity, such as hydroelectric companies, plants, refineries, etc. Today, this is a field with little experience in the use of digital technologies, although they are starting to be applied for fire control, pest monitoring, monitoring protected species or managing public spaces (natural parks, beaches, etc.). .

The fourth and last area deals with **Smart cities**, with some examples of world's smartest cities and a collection of the most significant applications of digitalisation. Most of these technologies are used for traffic control, monitoring air quality, monitoring the water network, controlling the consumption of energy and waste management. It is expected that over the next few decades there will be significant population growth, of particular concern in cities as they already concentrate most economic activity, generation of waste, energy consumption and therefore, greenhouse gas emissions. Digital technologies provide the tools necessary for a more balanced and sustainable urban development.

For each area dealt with in the report, **the main opportunities and challenges brought by digitalisation for the environmental sector are collected**, which not only affect the companies

that use these technologies in their processes, such as a factory or an agricultural company, but other types of entities whose role is essential. On the one hand, **technological companies** can benefit from the implementation, development, and sale of equipment, while **engineering firms and consultancies** can offer data analysis or advisory services. Also, worth noting are service managers, public administrations or even citizens themselves, who can access the data and thus improve their environmental awareness and behaviour. As for the main challenges, the digital gap, current connectivity problems, interoperability, and cybersecurity feature prominently.

Lastly, and as a conclusion, the central ideas drawn from this report are explained, highlighting the specific business opportunities in each one of the four areas dealt with, and listing the types of companies that there may be in each one of them. Likewise, and hoping that it can be useful for the partner companies of the Cluster, there is a list of companies of different types and from different

La neutralidad climática que persigue Europa para el 2050 es un reto ambicioso y muy difícil de conseguir si no es con grandes esfuerzos por parte de todos los Estados miembros y con políticas de actuación más exigentes que las que se estaban llevando a cabo hasta ahora. Se necesitan estrategias disruptivas y de calado en todos los sectores, incluyendo, entre otros, el sector energético, la industria, la construcción, la agricultura y, por supuesto, el sector medioambiental. Pero además, no solo se trata de lograr emisiones netas de carbono en menos de 30 años, sino que existen otros grandes retos a los que se debe hacer frente de manera urgente. El Pacto Verde Europeo, la hoja de ruta de Europa hacia la sostenibilidad, plantea **la necesidad de lograr una economía circular**, reducir la generación de residuos, limpiar los océanos de micro plásticos, conservar la biodiversidad y las especies más vulnerables, asegurar el abastecimiento de una población cada vez más grande salvaguardando los recursos, e incluso hacer frente a posibles pandemias o enfermedades que ponen en jaque nuestro actual modo de vida.

Para lograr dichos objetivos, **trabajar con información exhaustiva es un factor determinante**. Contar con datos en tiempo real permite tomar decisiones más acertadas, optimizar procesos o adaptarse más rápido a los imprevistos. Estas ventajas son las que brindan las nuevas tecnologías de la información, y que ya se usan ampliamente en la industria con el inicio de la cuarta revolución industrial. En efecto, **la actual transformación digital de la economía ofrece grandes oportunidades innovadoras y eficientes para superar el desafío medioambiental**, y constituyen un elemento indispensable para hacer frente a la urgente crisis climática y lograr una economía circular.

El presente documento tiene como objeto describir las principales oportunidades que ofrece la digitalización en el sector ambiental, y servir a las empresas socias de ACLIMA para conocer las nuevas tendencias del mercado e identificar posibles

nuevos modelos de negocio. De acuerdo con **la iniciativa Basque Environment 4.0 de ACLIMA** y alineado con su *Plan estratégico 2019-2022*, se han determinado cuatros ámbitos clave y cuyos procesos de digitalización se abordarán en este informe. Estos son, el sector agroalimentario, el control de impactos ambientales en la industria, la conservación de la biodiversidad en espacios naturales y de ocio y, por último, las ciudades sostenibles.

En primer lugar en el informe, se expone el **marco estratégico** detallando los planes y estrategias más importantes en torno a **una economía circular y las medidas que impulsan la digitalización**. Del mismo modo, se explican las principales tecnologías empleadas. Estos apartados sientan las bases del documento y sirven, a modo de introducción, para comprender más adelante los cambios que se están produciendo en los distintos ámbitos tratados.

En cuanto al sector agroalimentario, la producción de alimentos es responsable de una cuarta parte de las emisiones de gases de efecto invernadero y los cultivos ocupan la mitad de la tierra habitable. Además, el 70 % de las extracciones mundiales de agua dulce se utilizan para la agricultura y el 78 % de la eutrofización global de los océanos y agua dulce está causada por la contaminación derivada de los fertilizantes (*Our world in data, 2020*).

Para afrontar estos problemas, en los últimos años ha surgido la llamada **“agricultura de precisión”**, en la que se emplean tecnologías digitales para monitorizar el cultivo y prever sucesos meteorológicos. Con ello se consigue aumentar la productividad haciendo frente a la mayor demanda de alimentos que se espera en los próximos años, hacer un uso más racional de los insumos procedentes de combustibles fósiles, como algunos fertilizantes, o reducir su impacto ambiental. En efecto, ya son muchas las empresas agrícolas que están empleando estas tecnologías, con drones para controlar el riego, tractores autónomos, o sensorización para monitorizar la temperatura o humedad del suelo. No obstante, aún hay desafíos por afrontar, como la brecha digital o los problemas de conectividad en las áreas más rurales.

En lo referente al **control de impactos de las grandes industrias**, éstas han sido una de las primeras en abrazar la digitalización como medio para mejorar su capacidad competitiva, dando lugar a la llamada industria 4.0. Lo que se persigue ahora es que esa digitalización ayude a reducir su impacto ambiental. Sectores como la construcción, la minería o la metalurgia no contribuyen de la misma manera al calentamiento global o al agotamiento de recursos, pero en todas ellas las tecnologías digitales se presentan como una gran oportunidad para ser más sostenibles. Control de demoliciones o explosiones con sensores, monitorización perimetral de industrias midiendo gases y partículas, o gestión de recursos hídricos son algunos ejemplos de actividades que ya se están llevando a cabo. Además, el uso de tecnologías RFID puede ayudar a recopilar información sobre la vida útil de un producto, permitiendo estimar la calidad de los productos devueltos y facilitando los flujos de retorno de los materiales. Por último, cabe destacar la importancia del *blockchain* en ámbitos como los derechos de emisiones o la eficiencia energética asegurando la veracidad de la información que suministran las empresas.

En el tercer ámbito tratado, dedicado a la **conservación de la biodiversidad y monitorización de espacios naturales**, se pone el foco, por un lado, en las Administraciones Públicas como las principales tractoras del sector, ya que una buena parte de los espacios naturales se encuentran bajo su gobernanza y dependen de una u otra manera de su gestión. Y, por otro lado, destaca también el papel de las empresas que ocupan grandes áreas naturales y cuya actividad tiene afección en la biodiversidad, como son empresas hidroeléctricas, centrales, refinerías, etc. En la actualidad, este es un ámbito con poca experiencia en el uso de tecnologías digitales, aunque ya se están empezando a aplicar en el control de incendios, monitorización de plagas, control de especies protegidas o gestión de espacio públicos (parques naturales, playas, etc.).

En el cuarto y último ámbito se abordan las llamadas **Smart cities** con algunos ejemplos de las ciudades más inteligentes del mundo y una

recopilación de las principales aplicaciones de la digitalización. En su mayoría, estas tecnologías se emplean en el control del tráfico, control de la calidad del aire, monitorización de la red de agua, control del consumo de energía y gestión de residuos. Se espera para las próximas décadas un crecimiento considerable de la población, especialmente agravado en las ciudades que ya hoy en día concentran gran parte de la actividad económica, de la generación de residuos, del consumo energético y, por tanto, de las emisiones de gases invernadero. Las tecnologías digitales ofrecen las herramientas necesarias para un desarrollo urbano más equilibrado y sostenible.

Para cada ámbito tratado en el informe, **se recopilan las principales oportunidades y desafíos que conlleva la digitalización para el sector ambiental**, y que no solo afectan a las empresas que emplean las tecnologías en sus procesos, como una fábrica o una empresa agrícola, sino a otro tipo de entidades cuyo papel es fundamental. Por un lado, **las empresas tecnológicas** pueden beneficiarse de la implementación, desarrollo y venta de equipos, mientras que las **ingenierías y consultorías** pueden ofrecer servicios de análisis de datos o de asesoramiento. Destacan también las gestoras de servicios, las administraciones públicas o incluso el propio ciudadano que podría acceder a los datos y mejorar así su concienciación y comportamiento ambiental. En cuanto a los principales retos, destacan la brecha digital, los problemas de conectividad actuales, la interoperabilidad y la ciberseguridad.

Por último, y a modo de conclusiones, se exponen las ideas centrales que se extraen de este informe, haciendo hincapié en las oportunidades de negocio concretas que se presentan en cada uno de los cuatro ámbitos tratados, y por tipología de empresa que puede haber en cada uno de ellos. Asimismo, y esperando que sea de utilidad para las empresas socias del Clúster, se presenta un listado de empresas de distinta índole y sector cuya actividad se relaciona con la digitalización.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

ECONOMÍA CIRCULAR

Sistema económico basado en mantener el valor de los productos y materiales durante el mayor tiempo posible. Surge como respuesta a la necesidad de buscar una alternativa al modelo económico lineal vigente. Basado en producir-consumir-tirar. Para efectuar la transición hacia una economía circular el ecodiseño es una herramienta clave.

ECODISEÑO

Metodología que considera la variable ambiental como un criterio más en el proceso de diseño de productos, sumándose así a otros factores previos como los costes económicos o la calidad. El objetivo final es mejorar el rendimiento medioambiental de los productos a lo largo de su ciclo de vida.

GASES DE EFECTO INVERNADERO GEI

Componentes gaseosos de la atmósfera que contribuyen al efecto invernadero. Estos gases absorben y emiten parte de la radiación infrarroja emitida por la Tierra, la atmósfera y las nubes. Los principales Gases de Efecto Invernadero (GEI) son el dióxido de carbono (CO₂), el óxido nitroso (N₂O), el metano (CH₄), el ozono (O₃) troposférico y el vapor de agua (H₂O).

HUELLA DE CARBONO

Indicador ambiental que mide el conjunto de las emisiones de gases de efecto invernadero producidas directa o indirectamente por personas, organizaciones, productos, eventos o regiones geográficas, en términos de CO₂ equivalentes.

DIGITALIZACIÓN

Proceso por el que la tecnología digital se implanta en la economía en su conjunto afectando a la producción, el consumo y a la propia organización, estructura y gestión de las empresas.

INDUSTRIA 4.0

Término referido a la cuarta revolución industrial cuyo objetivo es combinar técnicas avanzadas de producción y operaciones con tecnologías inteligentes que se encaminadas a la automatización de los procesos.

AGRICULTURA DE PRECISIÓN O SMART FARMING

Conjunto de tecnologías que se aplican al trabajo en el campo como satélites, sensores, imágenes y datos geográficos y que reúnen la información necesaria para entender las variaciones del suelo y de los cultivos.

INTEROPERABILIDAD

Es la capacidad de dos o más sistemas, componentes o incluso empresas para intercambiar información y conocimiento en el marco de sus procesos de negocio e interactuar hacia objetivos mutuamente beneficiosos, con el propósito de facilitar la entrega de servicios digitales a ciudadanos, empresas y a otras entidades, mediante el intercambio de datos entre sus sistemas TIC.

SMART CITIES

Aquella ciudad que utiliza el potencial de la tecnología y la innovación, junto al resto de recursos, para promover de manera más eficiente un desarrollo sostenible y, en definitiva, mejorar la calidad de vida de sus ciudadanos.

SERVITIZACIÓN

Nuevo modelo de negocio asociado a las nuevas tecnologías que acaba con el concepto tradiciones de la venta exclusiva de productos para vender servicios o sistemas de productos-servicios.

METODOLOGÍA DE VIGILANCIA

La metodología de vigilancia ambiental empleada para el desarrollo de este informe está concebida siguiendo la **norma UNE 166006 de Vigilancia e Inteligencia**. Ésta, establece una serie de pasos en el llamado ciclo de vigilancia

En una primera fase (**1. Análisis de necesidades**) se sugiere el análisis de las necesidades de vigilancia (temáticas de interés), así como una revisión de las fuentes que se están siguiendo hasta el momento. Una vez llevado a cabo este paso, se inicia el ciclo.

A lo largo de este proceso se podrán identificar alertas de interés (**2. Identificación de alerta**), lo que dará como resultado una serie de fichas de alerta que serán procesadas en la base de datos interna. Una vez identificada, se procederá a la búsqueda y ampliación de la información con nuevas referencias trazables (**3. Búsqueda, tratamiento y validación**). Finalmente, tras validar la información, se procederá a su puesta en valor (**4. Puesta en valor**), la cual se podrá materializar en informes, propuestas de proyecto, etc.





MARCO ESTRATÉGICO Y LEGAL



HOJA DE RUTA DE LA COMISIÓN EUROPEA

EL PACTO VERDE EUROPEO

El Pacto Verde es una **estrategia de crecimiento de la Comisión Europea** que, unida a la Agenda la 2030 y a los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas, busca **dar respuesta a los desafíos del clima y medio ambiente que tienen actualmente los ciudadanos.**

Su objetivo es transformar la UE en una sociedad equitativa y próspera, con una economía moderna, eficiente en el uso de los recursos y competitiva. En esta sociedad no habrá emisiones netas de gases de efecto invernadero en 2050 y el crecimiento económico estará disociado del uso de los recursos. Para lograrlo propone las siguientes acciones:

- Invertir en **tecnologías respetuosas con el medio ambiente.**
- Apoyar a la **industria para que innove.**
- Desplegar **sistemas de transporte público y privado más limpios, más baratos y sanos.**
- Descarbonizar el sector de la energía.**
- Garantizar que los **edificios sean más eficientes** desde el punto de vista energético.
- Colaborar con socios internacionales** para mejorar las normas medioambientales mundiales.

En el contexto del Pacto Verde Europeo se trabajan diferentes ámbitos de actuación como la neutralidad climática, una industria y sector de la construcción más sostenible, la protección de la biodiversidad, la mejora de la cadena alimentaria, una energía limpia, la movilidad sostenible, o la reducción de la contaminación.

La mejora de estos ámbitos de actuación se logra desarrollando diferentes estrategias y planes, entre los que destacan aquellos que tratan de una transición hacia la economía circular.



The European
Green Deal

#EUGreenDeal

PLAN DE ACCIÓN PARA LA ECONOMÍA CIRCULAR

La Comisión Europea aprobó en 2015 el llamado **“Paquete de Economía Circular”**, adoptando el Plan de Acción *Cerrar el círculo: un plan de acción de la UE para la economía circular*. Este plan incluye 54 medidas consideradas como prioritarias por la Comisión Europea, y se construye sobre cuatro ejes de actuación: producción, consumo, gestión de residuos, e impulso del mercado de materias primas secundarias y la reutilización del agua.

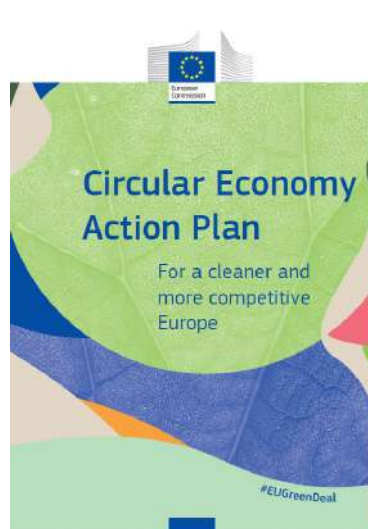
Dado que las 54 medidas de ese plan ya se han aplicado o se están implementando, en el marco del Pacto Verde Europeo, la Comisión Europea adoptó en 2020 el **Nuevo plan de acción para la economía circular por una Europa más limpia y competitiva**.

Su objetivo es acelerar el cambio transformador que requiere el Pacto Verde Europeo y garantizar que la economía circular beneficie a las personas, las regiones y las ciudades, que contribuya plenamente a la neutralidad climática, y que encauce la potencial investigación, la innovación y la digitalización. Estas son las medidas que presenta:

- **Hacer que los productos sostenibles sean la norma en la UE.** La Comisión propondrá una legislación sobre la Política de Productos Sostenibles, para garantizar que los productos comercializados en la UE estén diseñados para durar más tiempo, sean más fáciles de reutilizar, reparar y reciclar, e incorporen en la medida de lo posible material reciclado.
- **Empoderar a los consumidores.** Se facilitará a los consumidores el acceso a información fiable sobre cuestiones como la reparabilidad y la durabilidad de los productos, para ayudarles a tomar decisiones ambientalmente sostenibles.
- **Centrarse en los sectores que utilizan más recursos y donde el potencial de circularidad es alto:**
- **Electrónica y TIC:** una “Iniciativa de Electrónica

Circular” para tener una mayor vida útil de los productos, y mejorar la recogida y el tratamiento de residuos.

- **Baterías y vehículos:** Nuevo marco regulador de las baterías para mejorar la sostenibilidad y aumentar el potencial circular de las baterías.
- **Embalaje:** Nuevos requisitos obligatorios sobre lo que se permite en el mercado de la UE, incluida la reducción del (sobre)embalaje.
- **Plásticos:** Nuevos requisitos obligatorios para el contenido de reciclado y especial atención a los micro plásticos, así como a los plásticos biológicos y biodegradables.
- **Textiles:** Una nueva estrategia de la UE para los textiles con el fin de reforzar la competitividad y la innovación en el sector e impulsar el mercado de la UE para la reutilización de los textiles.
- **Alimentación:** Nueva iniciativa legislativa sobre la reutilización para sustituir los envases, vajillas y cubiertos de un solo uso por productos reutilizables en los servicios de alimentación.
- **Asegurar menos desperdicio.** La atención se centrará en evitar totalmente los desechos y en transformarlos en recursos secundarios de alta calidad que se beneficien del buen funcionamiento del mercado de materias primas secundarias.



ESTRATEGIA ESPAÑOLA DE ECONOMÍA CIRCULAR

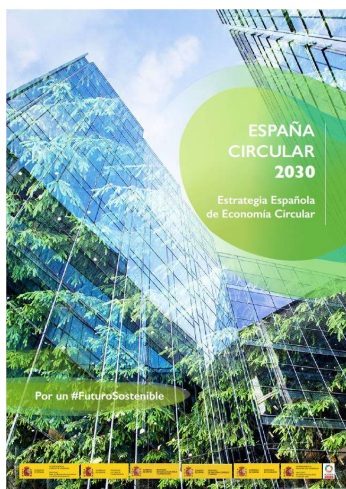
El marco de referencia europeo ha servido como base para el desarrollo de los planes de acción sobre los que se asienta la Estrategia Española de Economía Circular, publicada en 2020. Esta estrategia representa el marco de actuación para la adopción del modelo económico circular en España y tiene sus objetivos previstos para 2030.

Los ejes de actuación son los mismos que el plan de acción europeo de 2015, aunque la reutilización del agua se incorpora como un eje individual, y se incluyen tres puntos transversales: sensibilización y participación; investigación, innovación y competitividad; empleo y formación.

Además, esta estrategia también apunta a la necesidad de un proceso de **transformación digital** con el objetivo de satisfacer las demandas de una sociedad altamente tecnológica, ya que la tecnología digital supone un salto exponencial en la capacidad de los medios productivos. Contribuye a aumentar la flexibilidad del proceso productivo y la eficiencia en el uso de recursos como el espacio, la energía, las materias primas o el tiempo, por ejemplo.

La «iniciativa Industria Conectada 4.0», con el lema «la transformación digital de

la industria española», tiene como objetivo articular las medidas que permitan que el tejido industrial español se beneficie del uso intensivo de las tecnologías de la información y de las comunicaciones en sus procesos productivos y en todos los ámbitos de su actividad. Para ello es necesario introducir y fomentar el uso intensivo de las tecnologías en las empresas. Tecnologías como son, por ejemplo, la computación en la nube, el big data, la impresión 3D, la robótica colaborativa, la realidad aumentada, los sistemas ciber físicos o el internet de las cosas.



ESTRATEGIA DE ECONOMÍA CIRCULAR DE EUSKADI 2030

En la CAPV, por su parte, se ha aprobado la Estrategia de Economía Circular del País Vasco 2030. En ella se establecen unos ámbitos de actuación similares a los del Plan de Acción para la Economía Circular de la Comisión Europea. En este caso, las materias a abordar son la **producción, el consumo, la gestión de residuos y materias primas secundarias, y la competitividad e innovación.**

La estrategia se articula en torno a 4 ámbitos de actuación, similares a los del Plan de Acción para la Economía Circular de la Comisión Europea: producción, consumo, gestión de residuos y materias primas secundarias, y competitividad e innovación. La estrategia establece 10 líneas de actuación, desplegando 44 medidas en el Plan de Acción 2025.



DE LA GRANJA A LA MESA

La *Estrategia De la Granja a la Mesa*, desarrollada en el marco del Pacto Verde Europeo, trata de **garantizar una alimentación sostenible** basada en alimentos saludables y asequibles, combatir el cambio climático, proteger el medio ambiente y preservar la biodiversidad, obtener un rendimiento económico justo en la cadena alimentaria y reforzar la agricultura.

Para lograrlo es indispensable llevar a cabo una **transición digital hacia la agricultura de precisión**, la cual supondrá una reducción de costes para los agricultores, mejorará la gestión del suelo y la calidad del agua, reducirá el uso de fertilizantes y plaguicidas y las emisiones de gases de efecto invernadero, mejorará la biodiversidad y creará un entorno más saludable para los agricultores y los ciudadanos.



LEY DEL CLIMA EUROPEO

Con un ambicioso reto de **neutralidad climática para 2050**, la Comisión establece un Reglamento para la reducción progresiva e irreversible de las emisiones de gases de efecto invernadero y el incremento de las absorciones por sumideros naturales. Esta Ley hace hincapié en **la importancia de la transformación digital, innovación investigación** y desarrollo para



IMPORTANCIA DE LA DIGITALIZACIÓN PARA CUMPLIR LOS OBJETIVOS DEL PACTO VERDE EUROPEO

Como bien apunta el Plan de Acción de Economía Circular Europeo, la **digitalización** es un **factor crítico para facilitar la consecución de los objetivos de sostenibilidad** del Pacto Verde en diversos sectores. En este sentido, **la Comisión explorará medidas que garanticen que las tecnologías digitales**, tales como la inteligencia artificial, las redes 5G, la computación en la nube y en el borde y el internet de las cosas, **puedan acelerar y potenciar los efectos de las políticas para combatir el cambio climático y proteger el medio ambiente**. La incorporación de nuevas tecnologías digitales y el análisis de los datos permiten un mejor control y aprovechamiento de los recursos, así como una mayor colaboración e intercambio de conocimientos, generando de esta manera impactos positivos desde el punto de vista medioambiental, económico y social. La digitalización brinda una gran oportunidad para integrar la sostenibilidad a lo largo del proceso de innovación en nuevos procesos y productos y, con ello, generar ventajas tanto ecológicas como económicas.

Por otro lado, en el contexto de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, **la agricultura digital** tiene el potencial de **generar beneficios económicos a través de un incremento de la productividad agrícola**, la eficiencia en función de los costos y las oportunidades de mercado, así como beneficios sociales y culturales mediante una mayor comunicación e inclusividad y beneficios ambientales por medio de la optimización del uso de los recursos y la adaptación al cambio climático.

De igual manera, **la industria, innovación e infraestructuras deben apoyarse en la transformación digital** ya que el progreso tecnológico es clave para descubrir soluciones duraderas para los desafíos económicos y medioambientales, como el aumento de la eficiencia energética y recursos. Por último, **las ciudades solo alcanzarán la sostenibilidad por medio de la digitalización**, así como los ecosistemas terrestres en los que se debe velar por su conservación, restablecimiento y uso sostenible.

ESTRATEGÍA PARA EL MERCADO ÚNICO

El **mercado único digital impulsa la economía y mejora la calidad de vida mediante el comercio y la administración electrónicos**. Los servicios del mercado y de las administraciones públicas están transformándose, pasando de ser plataformas fijas para convertirse en plataformas móviles, y cada vez son más omnipresentes. **Esta evolución requiere un marco regulador europeo para desarrollar la computación en nube y la conectividad de datos móviles sin fronteras, al tiempo que se salvaguardan la privacidad, los datos personales y la ciberseguridad**. Los logros legislativos del Parlamento en la construcción del mercado único digital europea aportan 177.000 millones de euros al crecimiento europeo al año.

El **mercado único digital** consiste, fundamentalmente, en la **eliminación de las barreras nacionales a las transacciones efectuadas en línea**. Se basa en el concepto de mercado común, concebido para eliminar las barreras comerciales entre los Estados miembros, con el objetivo de aumentar la prosperidad económica y contribuir a «una unión cada vez más estrecha entre los pueblos europeos», y que ha dado lugar al concepto de mercado interior, definido como «un espacio sin fronteras interiores, en el que la libre circulación de mercancías, personas, servicios y capitales estará garantizada». Como continuación de la Estrategia de Lisboa, la Estrategia Europa 2020 introdujo la Agenda Digital para Europa como una de las siete iniciativas emblemáticas, reconociendo el papel clave de capacitación que el uso de las **tecnologías de la información y la comunicación (TIC)** tendrá que desempeñar para que la UE consiga sus ambiciones para el año 2020. El mercado único digital ha sido reconocido por la Comisión como una prioridad en la Agenda Digital para Europa.



SHAPING EUROPE'S DIGITAL FUTURE

#DigitalEU

ESTRATEGIA “CONFIGURAR EL FUTURO DIGITAL DE EUROPA”

Dentro de las prioridades establecidas por la Comisión Europea para el periodo 2019-2024 figura, junto al Pacto Verde Europeo, **el fortalecimiento de una Europa adaptada a la era digital**. La tecnología digital está cambiando la vida de las personas y la estrategia digital de la UE aspira a lograr que esta transformación funcione para las personas y las empresas, al tiempo que **contribuye a alcanzar su objetivo de una Europa climáticamente neutra de aquí a 2050**. Para ello, La Comisión debe consolidar su soberanía digital y establecer las normas centrándose en los datos, la tecnología y las

PROGRAMA EUROPA DIGITAL

El programa Europa Digital, elaborado en 2018, es un elemento central de la respuesta integral de la Comisión al desafío de la transformación digital, que forma parte de la propuesta del marco financiero plurianual (MFP) para 2021-2027. Su objetivo es ofrecer un **instrumento de gasto adaptado a los requisitos operativos de la creación de capacidades en las áreas identificadas por el Consejo Europeo y explotar las sinergias entre ellos**.

Las actuaciones planteadas para lograr los objetivos son:

- Desarrollar y fortalecer las **capacidades de informática de alto rendimiento** y de procesamiento de datos de la UE, y garantizar su amplio uso tanto en áreas de interés público como la salud, el medio ambiente y la seguridad, como por la industria, en particular las PyMEs.
- Desarrollar y reforzar las **capacidades esenciales en inteligencia artificial (IA)** como los recursos de datos y las bibliotecas de algoritmos de inteligencia artificial y hacerlos accesibles a todas las empresas y administraciones públicas, así como reforzar y fomentar los vínculos entre las instalaciones de

ensayo y experimentación en inteligencia artificial existentes en los Estados miembros.

- Velar por que las **capacidades esenciales necesarias para la seguridad de la economía digital**, la sociedad y la democracia de la UE estén presentes y sean accesibles para el sector público y las empresas de la UE, y mejoren la competitividad de la industria de la ciberseguridad de la UE.
- Velar por que la población activa actual y futura** pueda adquirir fácilmente competencias digitales avanzadas, especialmente en informática de alto rendimiento, inteligencia artificial y ciberseguridad, ofreciendo a estudiantes, titulados y personal en activo, independientemente de donde se encuentren, los medios para obtener y desarrollar dichas competencias.
- Extender el mejor uso de las capacidades digitales**, especialmente la informática de alto rendimiento, la inteligencia artificial y la ciberseguridad, al conjunto de la economía, en áreas de interés público y la sociedad, incluido el despliegue de soluciones interoperables en áreas de interés público y facilitar el acceso a la tecnología y al conocimiento a todas las empresas, en particular a las pymes.

DIRECTIVA INSPIRE

La **Directiva Inspire** (Directiva 2007/2/CE, *Infrastructure for Spatial Information in Europe*) establece las reglas generales para el establecimiento de una Infraestructura de Información Espacial en la Comunidad Europea basada en las Infraestructuras de los Estados miembros.

Aprobada por el Parlamento Europeo y el Consejo el 14 de marzo de 2007 fue desarrollada en colaboración con los Estados miembros y países en proceso de adhesión con el propósito de hacer disponible información geográfica relevante, permitir el intercambios de información espacial ambiental entre las organizaciones del sector público, facilitar el acceso público a la información en toda Europa y ayudar a la implementación de estrategias políticas transfronterizas.

Entre los datos geográficos que la Directiva exige armonizar se encuentra las Parcelas Catastrales (CP, *Cadastral*

Parcels), Las Direcciones (AD, *Addresses*) y los Edificios (BU, *Buildings*).

Para asegurar que las infraestructuras de datos espaciales de los Estados miembros sean compatibles e interoperables en un contexto comunitario y transfronterizo, la Directiva exige que se adopten **Normas de Ejecución** comunes (*Implementing Rules*) específicas para las siguientes áreas: metadatos, conjuntos de datos, servicios de red, servicios de datos espaciales, datos y servicios de uso compartido y seguimiento e informes.

Estas normas de ejecución comunes se consideran son de obligado cumplimiento en cada uno de los países de la Unión. La implementación técnica de estas normas se realiza mediante las **Guías Técnicas o Directrices** (*Technical Guidelines*), documentos técnicos basados en estándares y normas Internacionales.

La **transposición de la Directiva Inspire** al ordenamiento jurídico español se desarrolla a través de la Ley 14/2010, de 5 de julio, sobre las infraestructuras y los servicios de información geográfica en España (**LISIGE**). El **Consejo Superior Geográfico** ejerce como punto de contacto con la Comisión Europea para el desarrollo de la Directiva Inspire en España.

OBJETIVO: Crear una infraestructura europea de datos espaciales con la que compartir información espacial relacionada con el medio ambiente entre organizaciones publicas, facilitando el acceso a dicha información en toda Europa y ayudando a la formulación de políticas más allá de las fronteras.

NORMAS:

Se construye en base a las infraestructuras de datos espaciales existentes.

Los datos espaciales en poder del las autoridades públicas.

No requiere la recopilación de nuevos datos.

Directiva marco con implementación detallada.

IMPLEMENTACIÓN:

Define 34 temas de datos espaciales .

Requiere que los estados miembros:

-Transpongan la Directiva

-Establezcan una estructura de coordinación nacional.

-Identifiquen datos espaciales relevantes.

-Documenten datos identificados.

-Publiquen datos y metadatos para descargarlos, verlos y reutilizados.

-Hagan que los datos sean interoperables.

SEGUIMIENTO E INFORMES:

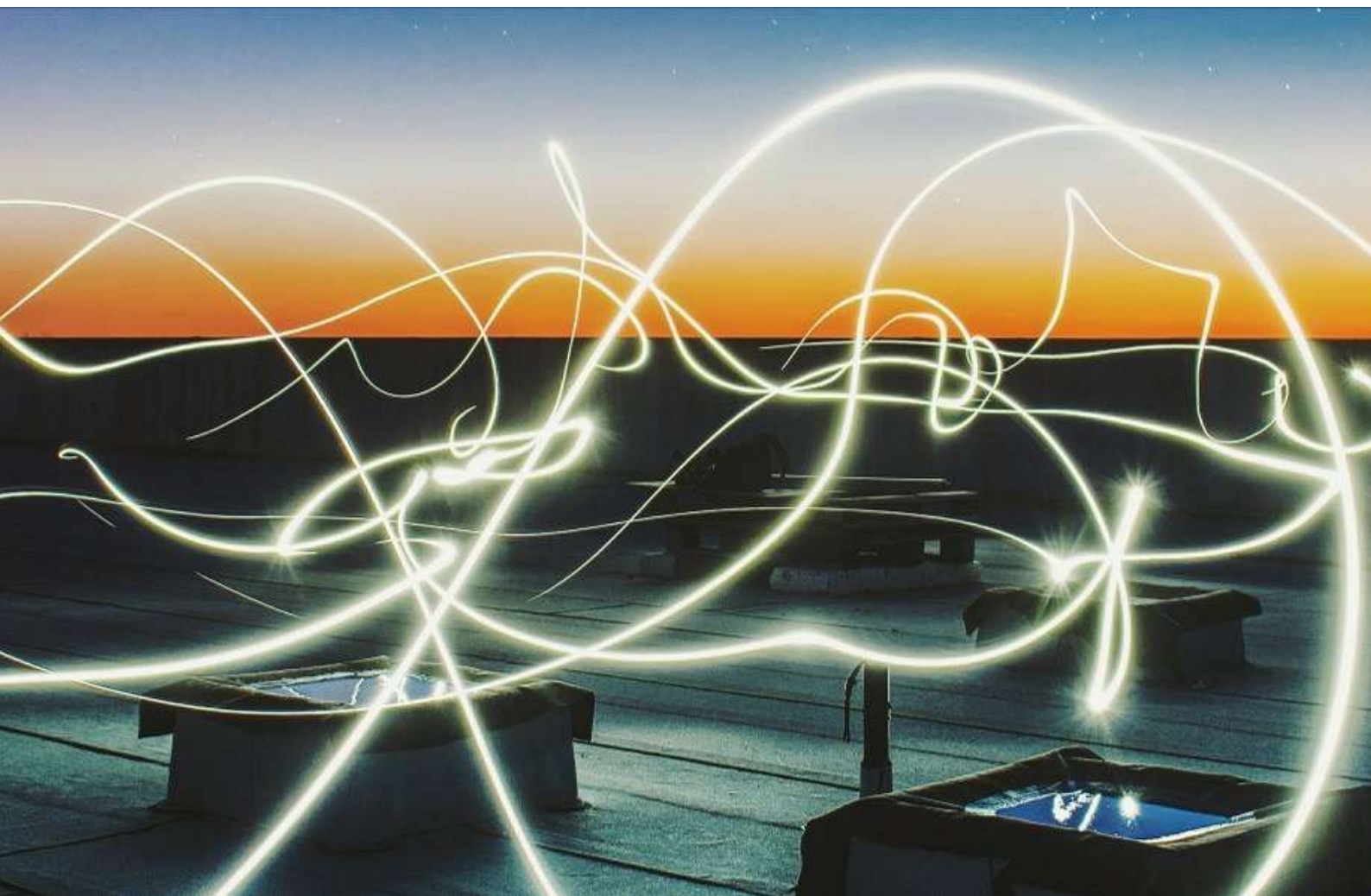
Los datos de seguimiento se recopilan en 35 catálogos en línea en los Estados miembros y los indicadores se calculan con una base anual.

GREENDATA4ALL

Iniciativa para reformar y reevaluar a finales del 2021 o primer trimestre de 2022 la **Directiva INSPIRE** y la **Directiva de Acceso a la Información Ambiental**. Se modernizará el plan teniendo en cuenta las oportunidades tecnológicas y de innovación existentes en el momento para adecuar las tecnologías y hacer más fácil la transición hacia una economía más verde y neutra en huella de carbono a los ciudadanos, empresas y administraciones.

Se promoverá la difusión activa y también se están planeando servicios de datos reutilizables a gran escala para asistir en la adquisición, procesamiento, compartición y análisis de grandes volúmenes de datos para asegurar su conformidad con la legislación ambiental y las reglas definidas en el Pacto Verde

*La **Directiva 2003/a/CE de Acceso Público a la Información Medioambiental** garantiza el acceso público a la información medioambiental que obre en poder de las autoridades públicas o de otras entidades tanto cuando se solicite como mediante divulgación científica y establece las condiciones y modalidades que un miembro del público debe respetar cuando se le concede acceso a la información medioambiental solicitada.*



LIBRO BLANCO SOBRE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

En los últimos años la inteligencia artificial (IA) se ha desarrollado rápidamente como consecuencia de los avances en computación y de la creciente disponibilidad de los datos. Mejorar la atención sanitaria, **aumentar la eficiencia de la agricultura, contribuir a la mitigación del cambio climático o mejorar la eficiencia de los sistemas de producción a través de mantenimiento predictivo** son algunos de los beneficios que conlleva la integración de la AI en nuestra sociedad y que **contribuyen a lograr los objetivos del Pacto Verde Europeo**. Sin embargo, a medida que la tecnología avanza, también surgen los riesgos potenciales como la opacidad en la toma de decisiones, la intromisión en aspectos privados o su uso como fines delictivos, por lo que se hacen necesarios mecanismos para que los ciudadanos puedan confiar en ella.

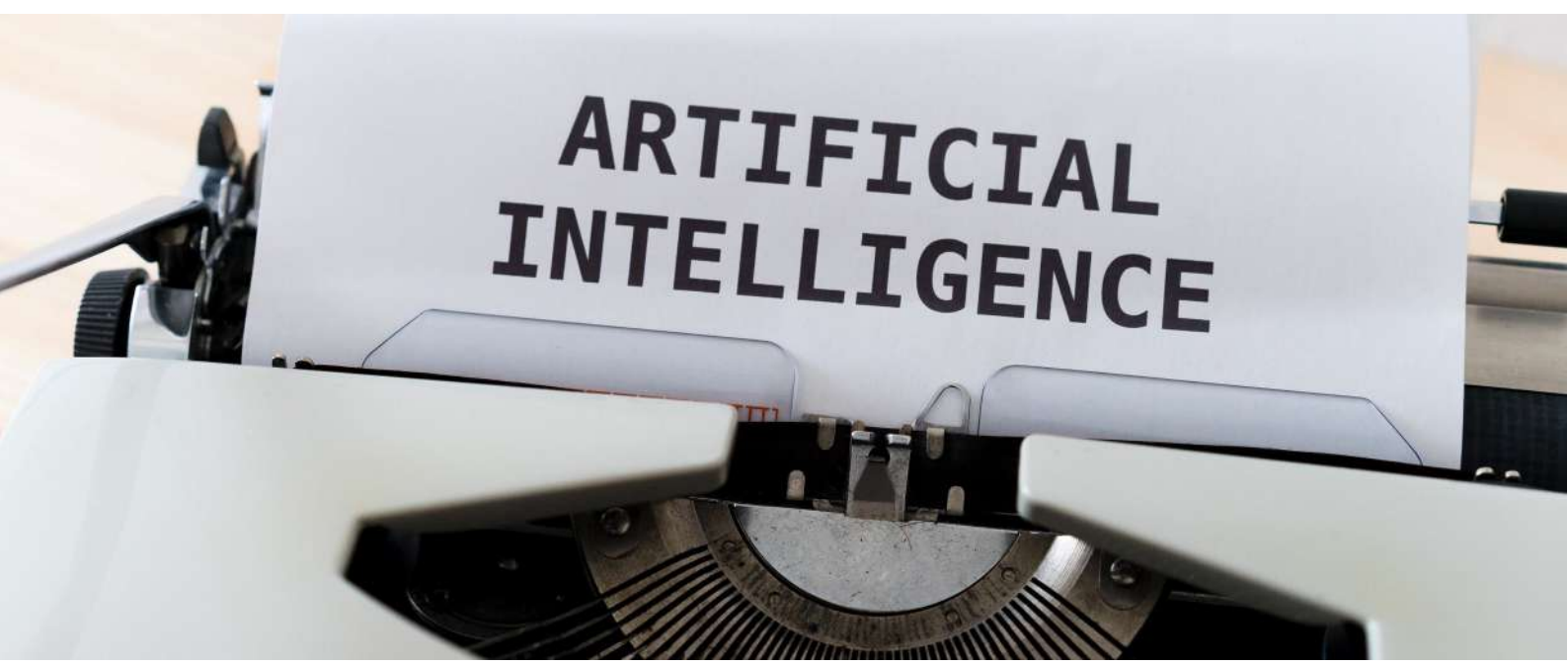
Con el fin de generar confianza nace en el cuarto trimestre de 2020 el llamado Libro Blanco sobre AI que hace un seguimiento en materia de seguridad, responsabilidad, derechos fundamentales y datos para facilitar un desarrollo de la inteligencia artificial seguro y fiable en Europa, que respete plenamente los valores y los derechos de los ciudadanos de la UE.

En colaboración con los sectores público y privado, los objetivos del marco político por el que se establecen medidas para armonizar los esfuerzos a escala regional, nacional y europea son movilizar

recursos para un obtener un **“ecosistema de excelencia”** a lo largo de toda la cadena de valor, partiendo de la investigación y la innovación, así como crear los incentivos adecuados para acelerar la adopción de soluciones basadas en la inteligencia artificial, también por parte de las pequeñas y medianas empresas (pymes). Todas ello bajo el respaldo del Programa Europa Digital y en el marco de Horizonte Europa a través del cual la Comisión creará una nueva asociación público-privada en materia de inteligencia artificial, datos, y robótica, a fin de aunar esfuerzos y garantizar la investigación e innovación.

Otro fin es generar un **“ecosistema de confianza”** exclusivo velando por el cumplimiento de las normas de la UE, especialmente las normas de protección de derechos fundamentales y los derechos de los consumidores especialmente en los sistemas de AI que conlleven un riesgo elevado. La Comisión respalda firmemente un enfoque antropocéntrico que se base en generar una confianza centrada en el ser humano.

Por último, **La Estrategia Europea de Datos (2021)**, que acompaña al Libro Blanco sobre IA, tiene por objeto ayudar a Europa a convertirse en la economía con agilidad en el manejo de los datos, más atractiva, segura y dinámica en el mundo. La Estrategia establece varias medidas políticas, como la movilización e inversiones públicas y privadas.



ARTIFICIAL
INTELLIGENCE



PAQUETE DE ESTRATEGIA INDUSTRIAL

Las tecnologías digitales están cambiando la industria y la forma en que se hacen negocios. Crean nuevos modelos de empresa, permiten que la industria sea más productiva, proporcionan a los trabajadores nuevas capacidades y contribuyen a la descarbonización de la economía. **El sector digital también contribuirá al Pacto Verde Europeo, tanto como fuente de soluciones tecnológicas limpias como mediante la reducción de su propia huella de carbono.**

Mediante la Estrategia Industrial para Europa presentada en 2020, se recoge la necesidad de **mejorar su capacidad industrial en infraestructuras digitales críticas**. El éxito de la implantación de una red 5G altamente segura y de última generación facilitará en gran medida los futuros servicios digitales y nos situará en el núcleo de la oleada de datos industriales. Estas son algunas de los planes más significativos relacionados con las tecnologías digitales que han sido adoptados y que forman parte del Paquete Industria Europea:

— **Plan de acción para mejorar la aplicación y el cumplimiento de las normas del mercado único:** La importancia de un mercado único digital y la necesidad de revisar y actualizar su marco legislativo para adecuarlo a la era digital. Ello incluirá la revisión de las normas de la Unión sobre seguridad de los productos, la ejecución de la estrategia europea de datos y la adopción de la *Ley de servicios digitales*. En consonancia con el espíritu emprendedor de la presente estrategia industrial, Europa debe poner en común sus puntos fuertes para llevar a cabo colectivamente lo que nadie puede hacer en solitario.

— **Estrategia para las pymes en pro de una Europa sostenible y digital:** El creciente número de pymes jóvenes con conocimientos tecnológicos puede ayudar a las empresas industriales más establecidas a adaptar sus modelos de negocio y desarrollar nuevos métodos de trabajo de cara a la era digital. Esto ya ha generado nuevas

oportunidades; además, las empresas emergentes deberían recibir apoyo en su contribución a la construcción de la economía de plataformas. Ahora bien, los nuevos métodos de trabajo deben ir acompañados de métodos de protección modernos y mejorados, sin olvidar a quienes trabajan en plataformas digitales.

— **Ley de servicios digitales:** Destinada a actualizar y reforzar el marco jurídico para la creación de un mercado único de servicios digitales.

— **Plan de Acción de Educación Digital:** En el caso de los trabajadores de la industria, la digitalización, la automatización y los avances en materia de inteligencia artificial exigirán un cambio sin precedentes en su conjunto de capacidades. La reconversión y el reciclaje profesional tienen que ser una parte importante de nuestra economía social de mercado. Nuestros sistemas de educación superior y formación profesional también tendrán que proporcionar más científicos, ingenieros y técnicos al mercado de trabajo. Mejorar la atracción de capacidades y talentos procedentes del extranjero también contribuirá a satisfacer las necesidades del mercado de trabajo de la Unión.

— **Nueva Estrategia de Financiación Digital:** La movilización de inversión privada y financiación pública son sumamente importantes para que se logre un despliegue eficaz a gran escala de tecnologías innovadoras. La CE ha creado importantes proyectos de interés común europeo (PIICE) a los que los Estados miembros pueden recurrir para poner en común recursos financieros, actuar rápidamente y conectar con los actores adecuados a lo largo de cadenas de valor clave. Para aprovechar al máximo esta herramienta ha surgido la Nueva Estrategia de Financiación Digital que ayudará a facilitar la innovación en los servicios financieros, con el fin de contribuir a extender el nuevo modelo de servicios y empresa y hacer frente a nuevos riesgos.

— **Seguimiento de la Estrategia Europea de Datos:** para desarrollar una economía de datos de la Unión que incluya la creación de espacios comunes europeos de datos en sectores y cadenas de valor específicos.

PLAN DE ACCIÓN ICT4WATER, MERCADO ÚNICO DIGITAL DE SERVICIOS

Las **tecnologías de la información y comunicación (TIC)** son un factor clave para enfrentar los desafíos del agua relacionados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, o los temas tratados en el Acuerdo de París y la Conferencia Nacional sobre el Clima. Con su implementación se puede mejorar no solo la gestión de los recursos hídricos en entornos naturales y artificiales, sino que especialmente suponen una gran ventaja en el seguimiento y elaboración de informes de calidad, cantidad, reutilización de agua, inundaciones o escasez de recursos. Además, los sistemas inteligentes son de gran utilidad en la toma de decisiones.

Sin embargo, el sector del agua se caracteriza en los últimos años por un bajo nivel de madurez en estandarización de soluciones TIC y en la implementación de un marco legislativo. Es por esto por lo que **la Comisión Europea**, junto con el **clúster ICT4Water** ha publicado varias hojas de rutas relacionadas con la digitalización de este sector. Las primeras fueron presentadas en 2015 y 2016 y estaban enfocadas en **Tecnologías Emergentes para la gestión del agua**, mientras que en el año 2017 surgió el **Plan de acción para un Mercado Único Digital de servicios hídricos**.

Este Plan es el más relevante hasta la fecha por su amplio enfoque que incluye la gestión del agua, el tratamiento, la reutilización, Economía Circular y todos los ámbitos donde las TIC pueden contribuir. Tiene un **horizonte 2018-2030** y propone la **creación de un mercado único digital sin fronteras** enfocado en la implementación de acciones relacionadas con la **interoperabilidad y estandarización de los datos, Smart water**, ciberseguridad, conciencia de los actores implicados, política y modelos de negocio. La iniciativa está alineada con los objetivos del Mercado Único Digital y Energía Resiliente, fomentando el uso de tecnologías eficientes en el sector del agua.

Entre sus actuaciones, destaca la construcción de confianza y seguridad entre las partes implicadas haciendo hincapié en la necesidad de precios asequibles. Todas las iniciativas deberán ir más allá del mero cumplimiento de las normas legales para aumentar dicha confianza y la aceptación de los servicios digitales.

Del mismo modo, los servicios de agua digitales deberán ser seguros, en infraestructuras de datos confiables y eficientes con servicios analíticos que protejan los datos y la privacidad de los mismos. Esto requiere de una red de TIC fuerte y competitiva que permita las investigaciones e innovaciones necesarias.

Además, los operadores de agua deberán prestar **servicios de forma digital como primera opción** manteniendo otros canales abiertos para aquellos que estén desconectados por elección o necesidad, y las **autoridades deberán compartir la información** y permitir que los ciudadanos y las empresas puedan controlar el acceso, corregir sus propios datos, monitorear los procesos administrativos o interactuar con las partes interesadas.



En la economía digital, la **interoperabilidad** significa garantizar un intercambio de datos efectivo y significativo entre dispositivos digitales. Para el sector de agua, representa una mejor conexión a lo largo de toda la cadena de valor y da como resultado conexiones más eficientes entre sistemas y partes interesadas por lo que deberá ser la forma predeterminadas. Los servicios de agua digitales deberán diseñarse para funcionar sin problemas en un mercado único. Asimismo, la **estandarización** tiene un papel fundamental en el aumento de la interoperabilidad de las nuevas tecnologías, ya que puede facilitar el desarrollo de nuevas tecnologías, como comunicaciones inalámbricas, 5G, industria 4.0, servicios en la nube...

No obstante, la disponibilidad de estándares a menudo no es suficiente para garantizar la interoperabilidad, si los estándares existentes no son integrados por los proveedores en sus soluciones. Es por esto por lo que la **contratación pública** juega un papel determinante en la promoción de dichos estándares y necesitara crear **catálogos con especificaciones de estandarización e interoperabilidad** para orientar a los entes públicos y acelerar la adopción de normas en el mercado del agua.

Por último, las autoridades deben poner a disposición los servicios públicos digitales más relevantes en todos los sectores con el fin de evitar la fragmentación intersectorial y facilitar el flujo de información.



- 2018** ● **Catálogo estándares ITC4WATER**
- **Desarrollo de habilitadores digitales**
- **Políticas en tiempo real**
- **Evaluación de la interoperabilidad**
- **Enfoque común para la ciberseguridad**
- **Habilidades digitales del agua**
- **Modelos digitales de agua**
- **Circularidad de la digitalización del uso y la reutilización del agua**
- **Centro de Innovación Digital del agua**
- **Lenguaje común**
- **Concienciación de los consumidores**
- 2021** ● **Mecanismo de intercambio de datos entre dominios**
- **Mejora del sistema del agua**
- **Anonimización ICT4Water**
- **Políticas de gestión de la privacidad y el intercambio de datos**
- **Casos de uso enlazados con legislación sobre el agua**
- **Reducir el coste total de la propiedad del agua**
- **Sistemas de agua inteligentes descentralizados**
- **Evaluación comparativa del rendimiento**
- **Toma de decisiones por las partes interesadas**
- **Componente digital del agua en la gobernanza electrónica**
- 2030**

ESTRATEGIA EUROPEA DE DATOS

Los **datos son creados por la sociedad** y pueden servir para hacer frente a situaciones de emergencia, como **inundaciones** o **incendios forestales**, ayudar a que las personas disfruten de una vida más larga y sana, mejorar los servicios públicos y luchar contra la degradación del **medio ambiente y cambio climático** o garantizar una lucha más eficaz contra la delincuencia. Es por esto por lo que el volumen de datos producido en el mundo está creciendo rápidamente. Sin embargo, para que se logren estos beneficios la manera en que se recogen y utilizan los datos debe situar los intereses de la persona en primer lugar, de conformidad con los valores, los derechos fundamentales y las normas europeos.

La *Estrategia Europea de Datos* publicada en 2020 sirve para materializar la visión de un auténtico mercado único de datos y aborda los problemas más importantes que conlleva la digitalización a través de medidas y financiación. Pone en relieve la importancia de una acción común para potenciar la dimensión del mercado interior y avanzar en cuestiones como son la **disponibilidad de los datos** y el intercambio entre el sector público y el privado, los **desequilibrios en el poder de mercado**, la **interoperabilidad y calidad de los datos**, la **gobernanza**, **infraestructuras**, la **cualificación y alfabetización en materia de datos** o la **ciberseguridad**.

Las acciones que propone se basan en **cuatro pilares fundamentales**: a) un marco de gobernanza intersectorial para el acceso a los datos y su utilización; b) catalizadores: inversiones en datos y refuerzo de las capacidades e infraestructuras de Europa para albergar, tratar y utilizar los datos, interoperabilidad; c) competencias: empoderar a las personas, invertir en cualificaciones y en pymes y d) espacios comunes europeos de datos en sectores estratégicos y en ámbitos de interés público.

REGULACIÓN EN EL USO DE AI Y MAQUINARIA INTELIGENTE

La rápida irrupción de la AI y de la robótica en nuestra sociedad ha llevado a los organismos internacionales a plantearse la necesidad de crear una normativa para regular su utilización. En 2017, la Comisión Europea publicó el documento “*European civil laws rules in robotics*” en el que se indicaban seis leyes que los fabricantes y los ciudadanos deben respetar en el uso de robots.

- Los robots deben contar con un interruptor de emergencia
- Los robots no pueden hacer daños a los seres humanos
- No pueden generarse relaciones emocionales con robots
- Seguro obligatorio para los robots más grandes
- Personas electrónicas
- Tienen que pagar impuestos

Además, en el citado texto también se menciona el alto grado de seguridad requerido en cuanto a derechos de propiedad intelectual y flujo de datos y en **la importancia de mitigar el impacto en el medio ambiente en su uso y fabricación**. Se debe limitar el consumo de energía y fomentar el uso de energía renovable, así como la generación de residuos mínimos apoyándose en la Economía Circular.

A finales de enero de 2019 el Parlamento Europeo elaboró un informe sobre política industrial global europea en materia de inteligencia artificial y robótica, considerando todos los textos anteriores presentados. En dicho documento sigue haciéndose hincapié en la seguridad de los datos y en las garantías del usar la robótica de manera consciente.

Por último, en 2020, la CE ha presentado un *Informe sobre las repercusiones en materia de seguridad y responsabilidad civil de la inteligencia artificial, el internet de las cosas y la robótica* cuyas directrices acompañan al *Libro Blanco sobre inteligencia artificial*. En dicho informe se recalcan los resquicios jurídicos que deben corregirse en la normativa actual en materia de seguridad y en particular en la Directiva sobre máquinas, la Directiva sobre equipos radioeléctricos y el nuevo marco normativo.

CONECTIVIDAD

La conectividad ubicua es un factor decisivo para cerrar las brechas económicas, sociales y territoriales. Las redes de alta capacidad, fibra y 5G, sustentan las innovaciones de la próxima generación. Para impulsarla la Comisión Europea ha publicado en 2020 la *Recomendación de la Comisión sobre Conectividad* con la que invita a los Estados miembros a trabajar juntos para desarrollar y acordar las mejores prácticas, para fines de marzo de 2021, para **acelerar el despliegue de redes 5G y de fibra**. Los Estados miembros deberían acordar medidas que reduzcan el coste del despliegue de la red y proporcionen a los operadores un acceso oportuno al espectro pionero para 5G. El establecimiento de una mayor coordinación transfronteriza para las asignaciones de espectro radioeléctrico también será importante para respaldar los servicios 5G innovadores, particularmente en los campos de la industria y el transporte.

Por otro lado, el *Plan de Acción 5G* presentado en 2016 propone un marco de la UE para que los Estados miembros y los sectores industriales cooperen en el desarrollo y la introducción de tecnologías inalámbricas 5G en la Unión Europea con el objetivo de estimular las inversiones necesarias.

La iniciativa *WiFi4EU* promueve el acceso gratuito a la conectividad Wi-Fi para los ciudadanos en espacios públicos, incluidos parques, plazas, edificios públicos, bibliotecas, centros de salud y museos en municipios de toda Europa. La iniciativa WiFi4EU ofrece a los municipios la oportunidad de solicitar vales por valor de 15.000 EUR. Los vales se utilizarán para instalar equipos Wi-Fi en espacios públicos del municipio que aún no estén equipados con un punto de acceso Wi-Fi gratuito.



DESTINATION EARTH

La iniciativa «Destino: la Tierra» aunará la excelencia científica e industrial europea para desarrollar un modelo digital de muy alta precisión de la Tierra. Esta iniciativa pionera ofrecerá una plataforma de modelización digital para visualizar, supervisar y predecir la actividad humana y natural en el planeta en apoyo del desarrollo sostenible, y respaldará así los esfuerzos de Europa en favor de la mejora del medio ambiente, tal como se establece en el Pacto Verde. El gemelo digital de la Tierra se construirá de forma progresiva a partir de 2021 con IA y computación cuántica y se simulará la atmósfera, el océano, el hielo y la tierra. El objetivo es visualizar, monitorizar y prever la actividad natural y humana dando apoyo al desarrollo sostenible y **estudiar efectos relacionados con el cambio climático, la escasez de recursos o desastres naturales**. Se pondrá en marcha en una de las tres supercomputadoras que la Europa desplegará en Finlandia, Italia y España. Se espera que en 2023 pueda lanzarse una plataforma operativa con los dos primeros gemelos digitales y que en 2025 se formalizarán otros dos gemelos más y se comenzará a ofrecer servicios a los usuarios del sector público. A partir del 2030 la CE espera que sus datos puedan empezar a abrirse al público.

Estrategia Global de Cooperación Digital (2021)

Esta estrategia que se presentará en 2021 propondrá un enfoque europeo de la tecnología digital y transformación basado en la larga trayectoria de Europa en este ámbito y basada en los valores europeos. Además, fomentará la apertura y la interacción internacional con nuestros socios. También reflejará el trabajo de la UE en África y en otros lugares respecto a los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Estrategia Interoperabilidad de los Gobiernos de la UE

En 2021 se espera reforzar la *Estrategia de interoperabilidad de las administraciones públicas de la UE* para garantizar su coordinación y unas normas comunes para unos flujos de datos y servicios seguros y sin fronteras

Acelerar las Inversiones en Conectividad Gigabit de Europa

Mediante una revisión de la *Directiva de reducción de costos de banda ancha*, un *Plan de acción actualizado sobre 5G y 6G*, un nuevo *Programa de Política del Espectro Radioeléctrico* (2021). Además, será implementadas conexiones 5G para la movilidad conectada y automatizada incluyendo el transporte ferroviario en el periodo 2021-2030.

CEF2 Digital

El Mecanismo Conectar Europa (CEF) ofrecerá subvenciones para financiar inversiones en infraestructura estratégica en el período 2021-2027. Incluirá financiación para corredores 5G a lo largo de las principales rutas de transporte, conectividad gigabit para comunidades preparadas para 5G, incluidos los impulsores socioeconómicos (escuelas, hospitales y otros) y hogares circundantes, conectando a los usuarios de toda Europa con centros informáticos de alto rendimiento, etc.





SISTEMA OHB



SENTINEL, SATÉLITES EUROPEOS PARA MONITOREAR LAS EMISIONES GLOBALES DE CO₂

El fabricante alemán OHB-System ha firmado un contrato de 445 millones de euros para comenzar la construcción de una red satelital. Denominada constelación COM2, la red estará compuesta por dos naves que rastrearán los gases de efecto invernadero en todo el mundo. La primera será lanzada en 2025 y comenzará a informar en 2028.

COM2 se enmarca en el proyecto de observación de la Tierra Copernicus de la Unión Europea que dispone de una red de sensores satelitales llamados *Sentinels*, que controlan desde el daño causado por un terremoto hasta el estado de los cultivos primarios. Estas son las cinco misiones que se llevan a cabo con dichos satélites:

—**CHIME**: un generador de imágenes hiperespectral para devolver información detallada sobre la salud de los cultivos y otras plantas.

—**LSTM**: un sensor infrarrojo térmico para medir la temperatura de la superficie terrestre. Útil en agricultura y para predecir sequías.

—**CRISTAL**: un altímetro para medir la altura de los campos de hielo de la Tierra, una herramienta fundamental para monitorear el cambio climático.

—**ROSE-L**: Un radar de banda L que puede observar hielo, pero también muchos otros objetivos, incluidos bosques y suelos.

—**CIMR**: un radiómetro de microondas para medir la temperatura, la salinidad de la superficie del mar, y la concentración de hielo marino.

ESPAÑA DIGITAL 2025

España Digital 2025 recoge un conjunto de medidas, reformas e inversiones, articuladas en diez ejes estratégicos, alineados a las políticas digitales marcadas por la Comisión Europea para el nuevo periodo. Las acciones de la Agenda están orientadas a **impulsar un crecimiento más sostenible e inclusivo, impulsado por las sinergias de las transiciones digital y ecológica**, que llegue al conjunto de la sociedad y concilie las nuevas oportunidades que ofrece el mundo digital con el respeto de los valores constitucionales y la protección de los derechos individuales y colectivos.



PLAN DE RECUPERACIÓN, TRANSFORMACIÓN Y RESILIENCIA DE LA ECONOMÍA

Debido a la crisis sanitaria originada por el COVID-19, el 7 octubre de 2020 se ha presentado el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia de la economía española, con un fondo de 72.000 millones de euros a gastar entre 2021 y 2023. Este plan, inspirado en la Agenda del Cambio, en la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas, tiene como objetivo que la economía crezca sobre dos grandes pilares: la **inversión "verde"**, que representa más del 37 % del total del plan; y la **digitalización**, con cerca del 33 %.

El plan se estructura en torno a **cuatro transformaciones**: la transición ecológica, la transformación digital, la igualdad de género y la cohesión social y territorial; y **10 políticas principales**: agenda urbana y rural, la lucha contra la despoblación y el desarrollo de la agricultura, infraestructuras y ecosistemas resilientes, transición energética, administración para el siglo XXI, digitalización, ciencia e innovación, educación y conocimiento, nueva economía y políticas de empleo, desarrollo de la cultura y el deporte y modernización del sistema fiscal.



REAL DECRETO 1036/2017 PARA EL USO DE AERONAVES PILOTADAS CON CONTROL REMOTO

Los **drones son considerados como aeronaves por la Organización de Aviación Civil Internacional** (OACI) y hasta el 2017 con la inclusión del Real Decreto 1036/2017, de 15 de diciembre que modificó el Real Decreto 552/2014, de 27 de junio la ley era bastante restrictiva con su uso. No estaba permitido el uso de drones para aplicaciones civiles con fines comerciales o profesionales, incluidos los usos agrícolas. Con el nuevo Decreto, esos usos están **permitidos**, aunque sujetos a la nueva normativa y legislación referida a distancia de vuelo o permisos del piloto. Por tanto, parece que no existen ninguna barrera que impida el empleo de drones en la agricultura, industria o espacios al aire libre. [35]



CATALIZADORES DE LA DIGITALIZACIÓN



*La **digitalización** es el proceso por el que la tecnología digital se implanta en la economía en su conjunto, afectando a la producción, el consumo y a la propia organización, estructura y gestión de las empresas.*

*Se trata una **herramienta clave** para acelerar la consecución de los ambiciosos **objetivos de sostenibilidad**, por lo que muchas empresas están incorporando las nuevas tecnologías de la digitalización, la automatización y la conectividad en la mejora de sus procesos.*

*Entre las razones de su gran auge en los últimos años destaca la cada vez mayor **escasez de recursos**, los **impactos del cambio climático**, el **éxodo rural**, la **pérdida de la biodiversidad** o la necesidad de unos **procesos productivos** más **eficientes**.*

Según previsiones de la ONU para 2050 se prevé **un 34 % de crecimiento de la población con 9.000 millones de personas en el mundo**, lo que obligará a un **aumento de la producción en el sector primario de un 70 %**. (FAO, 2019) Además, se estima que entre el **70 y el 85 % de esa población viva en las ciudades** (United Nations, 2015), que son actualmente causantes del 70 % de las emisiones globales de gases de efecto invernadero (Agenda Internacional de la Energía, 2017).

Paralelamente, la mayor parte de la actividad económica de los países se concentra en las urbes. Así, por ejemplo, Londres, París, Bruselas, Seúl, Dublín, Tokio, Oslo o Estocolmo, representan entre un tercio y la mitad de sus respectivos PIB nacionales (Banco Mundial, 2016). Además, se prevé que el peso económico de las ciudades continúe creciendo de tal manera que en el año **2025 las mayores ciudades concentrarán más del 60 % del PIB**.

Al margen de la elevada demanda energética y de la contaminación atmosférica, el rápido crecimiento demográfico implica otros importantes desafíos medioambientales vinculados con el intenso consumo de recursos (suelo, agua...) y la excesiva generación de residuos. Las grandes aglomeraciones urbanas generan también muchos problemas vinculados a la vivienda, las infraestructuras y los sistemas de transporte, la pobreza y la inclusión social, así como el acceso a los servicios básicos.





Por otro lado, la demanda de agua sigue aumentando, según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y a mediados de siglo, esta **aumentará en un 55 % en comparación con los niveles de 2015**. Los cambios demográficos y el impacto del cambio climático harán, en un futuro, que más de **1.800 millones de personas** en el mundo vivan en áreas de escasez de agua y dos tercios de la población mundial se tenga que enfrentar a condiciones de estrés hídrico en la próxima década. La **disminución de la calidad del agua** debido a la contaminación también se ha convertido en una preocupación mundial ya que una reducción del volumen de agua que se abastece a través de los servicios públicos puede acarrear problemas de salud en la población. Actualmente, las principales causas de contaminación del agua son el uso de fertilizantes y agroquímicos en las actividades agrícolas, al vertido aguas negras, derrames de petróleo, efluentes industriales, productos fitosanitarios, la deforestación que provoca la aparición de bacterias en el suelo o la disminución del oxígeno debido al aumento de la temperatura y que altera su composición. Además, los gestores de agua están lidiando cada vez más con infraestructuras de agua antiguas que sufren fugas en las tuberías y pueden concluir en desbordes de aguas residuales y pluviales con el consiguiente desperdicio de agua y aumento de los costes.

Especies invasoras, incendios, inundaciones, contaminación del aire o del agua en espacios naturales y desaparición de especies son algunos de los problemas a los que los sistemas tecnológicos están dando solución.

La **disminución del volumen de agua abastecido** por los servicios públicos puede acarrear **problemas de salud**.

La acción del hombre sobre el entorno ha provocado que tanto el equilibrio ambiental como la biodiversidad se encuentren amenazados. Especies invasoras, incendios, inundaciones, contaminación del aire o del agua en espacios naturales y desaparición de especies son algunos de los problemas a los que los sistemas tecnológicos están dando solución.

Desde el año 1.500, el hombre ha propiciado la **desaparición de 680 especies de vertebrados**, mientras que **un millón de especies de animales y plantas** (de los 8 millones existentes) están **en peligro de extinción**. Actualmente, están **amenazadas un promedio del 25 % de especies** terrestres, de agua dulce y vertebrados marinos, así como de invertebrados y grupos de plantas. Más de un 40 % de las especies de anfibios, casi un 33 % de los corales de arrecife y más de un tercio de los mamíferos marinos se encuentran en esta misma situación. Por otro lado, **el 75 % de los ambientes terrestres y el 66 % de los ecosistemas marinos han sido severamente modificados**, y la mayoría de ellos continúan sufriendo un proceso de degradación (muchos a un ritmo de al menos, un 4 % por década); mientras que ecosistemas sensibles, como los humedales y los bosques maduros de crecimiento largo, sufren el declive más rápido.





En lo referente a los bosques, **la superficie forestal cubre el 68 % del espacio que tenía en la época preindustrial** debido, principalmente, a las talas forestales ilegales (entre un 10 % y un 15 % del suministro maderero mundial procede de estas talas) y a los incendios. Concretamente, en España, **más de un 96 % de los incendios de causa desconocida están ocasionados por el ser humano** y la extinción no resuelve el problema. En 2017 el 63 % de los incendios producidos afectaron a menos de una hectárea. La extinción de los incendios es relativamente exitosa, sin embargo, cada vez hay más grandes incendios forestales que calcinan áreas superiores a 500 hectáreas. Son incendios de altísima gravedad, con personas fallecidas, desalojos masivos, pérdidas de bienes y miles de hectáreas calcinadas. Como dato, **los 56 grandes incendios forestales de 2017 fueron responsables de la destrucción de casi el 55 % de las hectáreas quemadas ese año.**

Además, existe la llamada contaminación atmosférica que se produce como consecuencia del aumento de la población humana y del incontrolable desarrollo industrial. Sus principales causas son la extracción de hidrocarburos de materias primas, la combustión por el transporte, los procesos agrícolas-ganaderos, la combustión de

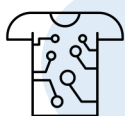
bosques tropicales, la propia actividad industrial o la construcción de infraestructuras.

En cuanto a **las especies invasoras, las plagas y enfermedades tiene un gran impacto en la biodiversidad** ya que promueven la pérdida y destrucción de los hábitats y ecosistemas nativos, la intensificación de la erosión, la reducción de la biodiversidad, la competencia, desplazamiento, depredación y extinción de especies autóctonas, la transmisión de enfermedades, el aumento del peligro de extinción de las especies locales, el incremento del riesgo de incendios y constituye una gran amenaza para la agricultura. La Comisión Europea (CE) estima que **controlar la invasión y reparar el daño provocado cuesta a las economías europeas, al menos, 12.000 millones de euros al año.**



NUEVAS TECNOLOGÍAS





INTERNET DE LAS COSAS (IOT)

El **Internet of things (IoT)** describe la red de objetos físicos que llevan sensores integrados, software y otras tecnologías con el fin de conectar e intercambiar datos con otros dispositivos y sistemas a través de Internet.

Esta tecnología emplea la red y la interconexión entre objetos para obtener datos en tiempo real provenientes de sensores o actuadores. Esos *hardwares* incorporados en los elementos, además de recoger información, pueden realizar acciones programadas anteriormente o dictadas remotamente.

La implantación de esta tecnología proporciona a una entidad la información para optimizar toda la cadena de suministro y hacer un uso más eficiente de sus recursos. Asimismo, permite automatizar tareas rutinarias y controlar de manera remota las operaciones de la empresa.



BIG DATA

El Big Data es una tecnología que analiza computacionalmente grandes cantidades de datos, para así poder identificar patrones, tendencias y dependencias.

El uso de esta herramienta para analizar información procedente de diversas fuentes proporciona a una entidad garantías para hacer frente a sus estrategias futuras y aprovechar nuevas oportunidades.

Mediante esta tecnología las empresas pueden mantenerse conectados con el cliente final y predecir las variaciones que se producen en el mercado de forma inmediata. Una correcta interpretación de los datos puede otorgar a una entidad la posibilidad de prever la demanda de sus clientes.

Asimismo, debido a la información recogida sobre los clientes, las empresas podrán formular ofertas personalizadas a sus compradores.



CLOUD COMPUTING

La computación en la nube, o Cloud Computing, se refiere a un conjunto de servicios ofrecidos a través de internet, mediante aplicaciones configuradas por medio de la convergencia de hardware y software en centros de datos alrededor del mundo.

SOFTWARE COMO SERVICIO (SAAS): El proveedor externo aloja aplicaciones y las pone a disposición de los clientes a través de Internet. Este tipo de modelos lo utilizan empresas como Microsoft (Microsoft Office En-línea) o SAP (*Enterprise Resource Planning*).

PLATAFORMA COMO SERVICIO (PAAS): El proveedor externo ofrece por Internet herramientas de hardware y software para que el cliente pueda desarrollar sus propias aplicaciones. En este caso el proveedor de PaaS aloja el hardware y el software en su propia infraestructura. Esto evita a los usuarios el tener que instalar hardware y software interno para desarrollar o ejecutar una nueva aplicación.

INFRAESTRUCTURA COMO SERVICIO (IAAS): El proveedor externo aloja los componentes de infraestructura tradicionalmente presentes en un centro de datos local. Tales como servidores, almacenamiento, hardware de red, así como una o múltiples máquinas virtuales.



5G

Es la quinta generación de comunicaciones móviles, según el estándar IMT-2020 definido por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT). Constituye una evolución del 4G, la tecnología utilizada actualmente en la transmisión de datos entre dispositivos inteligentes. Su principal diferencia es la velocidad de intercambio de datos y, por tanto, la disminución de la latencia (tiempo que tarda en empezar a transferirse un paquete de datos en la red).



BLOCKCHAIN

El blockchain, o la cadena de bloques, es un soporte tecnológico totalmente disruptivo utilizado para la transferencia, la codificación y el almacenamiento de datos digitales de forma segura. Esta tecnología garantiza la veracidad y la seguridad de esa información. Estas son las características que lo hacen tan revolucionario:

Distribuida. Cada entidad que necesite consultar datos almacenados puede tener una copia propia de la base de datos, completa y actualizada en tiempo real.

Inmutable. Cada registro de Blockchain está sellado en el tiempo y enlazado al registro anterior. Por diseño, la información introducida en Blockchain no es modificable. No es posible realizar modificaciones o alteraciones sin romper la lógica interna y corromper la base de datos.

Consensuada. Cada registro introducido en la base de datos requiere el acuerdo de las entidades implicadas. Esto se logra por diferentes mecanismos y asegura que el dato introducido es fiable.

Esta tecnología supone un ahorro de tiempo, eliminación de intermediarios, reducción de riesgos e incrementos de la confianza por lo que cada vez es más utilizada y se espera que su demanda futura siga creciendo; se estima que del año 2016 al año 2022 el mercado global de la tecnología Blockchain crezca un 51%. [7] [8]



IDENTIFICACIÓN POR RADIOFRECUENCIA (RFID)

La RFID es una tecnología de captura e identificación automática de información que utiliza etiquetas denominadas tags. Estas etiquetas, que van incorporadas en el producto, transmiten la información almacenada en su memoria a un dispositivo de lectura y grabación RFID. Los datos captados por el lector quedan almacenados en una base de datos.

Hasta ahora, el alto coste de esta tecnología ha demorado su implantación en muchas empresas. Sin embargo, la disminución de precios que ha presentado en los últimos años y la necesidad de las entidades de mejorar su organización logística, han impulsado el crecimiento de este mercado. La tecnología de Internet de las Cosas, por ejemplo, utiliza estos dispositivos para capturar información y procesarla.



AUTOMATIZACIÓN

La automatización se refiere a la transformación de un proceso o procedimiento a través de tecnologías digitales para realizarlo con la mínima asistencia humana.

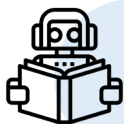
Dentro de la automatización encajarían una multitud de tecnologías consideradas habilitadoras de la Industria 4.0, como pueden ser: la robótica industrial, implementación de sensores a nivel de fábrica, impresoras 3D, la fabricación flexible o los sistemas ciberfísicos.



INTELIGENCIA ARTIFICIAL

La Inteligencia Artificial (IA) es la combinación de algoritmos planteados con el propósito de crear máquinas con las mismas capacidades que el ser humano. Una tecnología que todavía nos resulta lejana y misteriosa, pero que desde hace unos años está presente en nuestro día a todas horas. Estas son algunos ejemplos de sus aplicaciones:

- Climáticas:** Flotas de drones capaces de plantar mil millones de árboles al año para combatir la deforestación, vehículos submarinos no tripulados para detectar fugas en oleoductos, edificios inteligentes diseñados para reducir el consumo energético.
- Agrícolas:** Plataformas específicas que, por medio de análisis predictivos, mejoran los rendimientos agrícolas y advierten de impactos ambientales adversos.
- Logística y transporte:** Será útil a la hora de evitar colisiones o atascos y también para optimizar el tráfico.



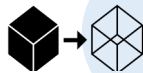
MACHINE LEARNING

Es una disciplina del campo de la Inteligencia Artificial que, a través de algoritmos, dota a los ordenadores de la capacidad de identificar patrones en datos masivos para hacer predicciones. Este aprendizaje permite a los computadores realizar tareas específicas de forma autónoma, es decir, sin necesidad de ser programados.



SENSORES

Un sensor de automatización industrial es un dispositivo de entrada que proporciona una salida (señal) a partir de una cantidad física específica (entrada). Los más típicos son los sensores de temperatura o humedad.



GEMELOS DIGITALES

Un gemelo digital o *digital twin* es una réplica virtual realizada a imagen y semejanza de un producto –la turbina de un avión, las palas de un aerogenerador, la fachada de un edificio, etc- al que se le incorporan data en tiempo real que pueden ser captados a través de sensores o de tecnologías relacionadas con el *Big Data*. Dicha información está procesada con Inteligencia Artificial, *Cloud Computing* y *Machine Learning* para alumbrar una representación viva que siente, piensa y actúa.

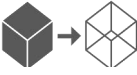


CONTROL GPS

Se basa en el uso de un sistema de posicionamiento global por satélite que proporciona localización, velocidad y tiempo de sincronización.

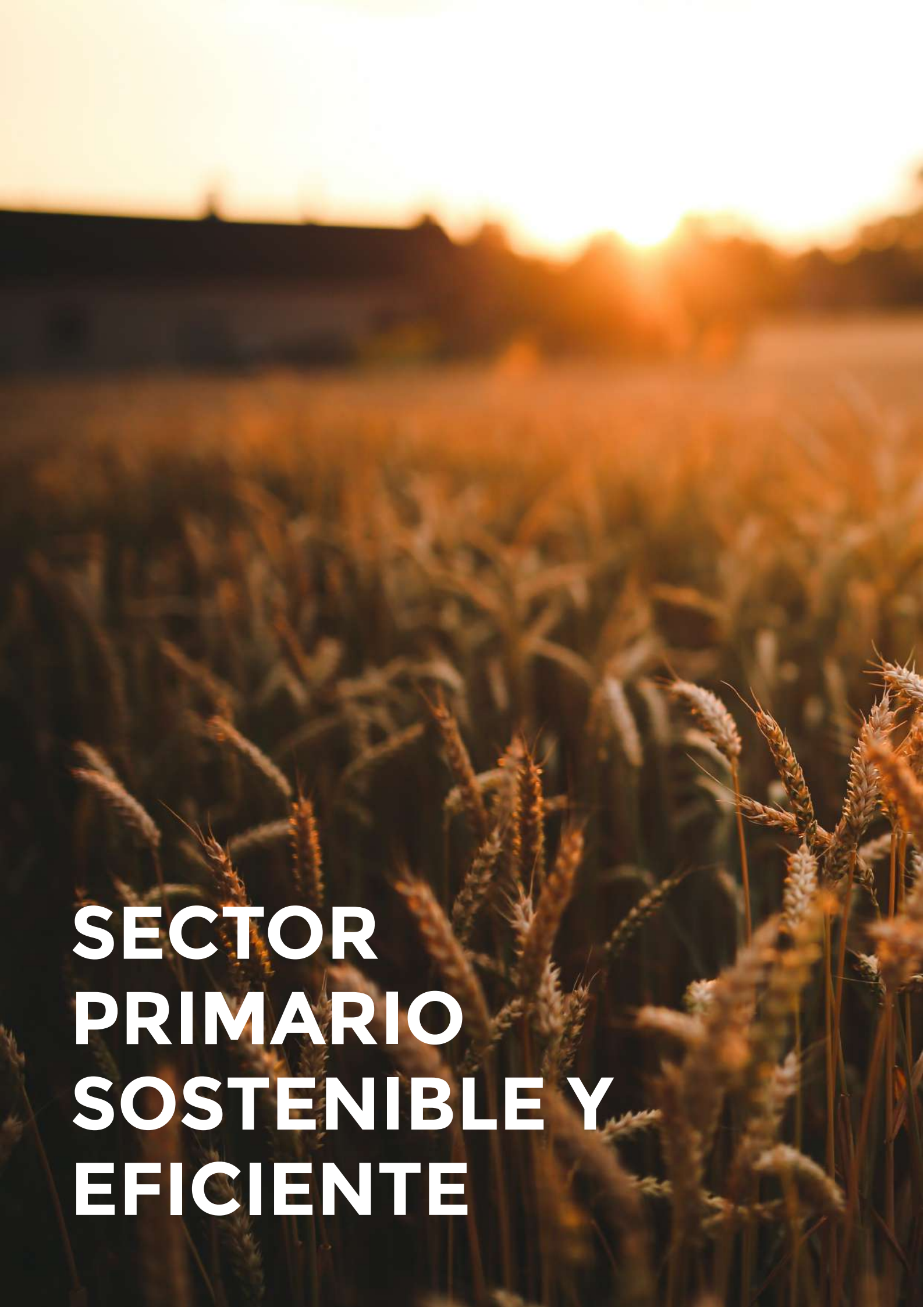


APLICABILIDAD DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS

	IOT
	BIG DATA ANALYTICS
	CLOUD COMPUTING
	5G
	BLOCKCHAIN
	RFFID
	INTELIGENCIA ARTIFICIAL
	ROBÓTICA
	GEMELOS DIGITALES
	DRONES
	CONTROL GPS
	SENSORES
	IMPRESIÓN 3D

SECTOR PRIMARIO SOSTENIBLE Y EFICIENTE

A photograph of a vast field of golden wheat under a warm, hazy sunset sky. The sun is low on the horizon, creating a strong orange glow that illuminates the wheat stalks. The foreground shows sharp details of the wheat heads, while the background is softly blurred.

SECTOR PRIMARIO SOSTENIBLE Y EFICIENTE

MARCO REGULATORIO

ESTRATEGIA DE DIGITALIZACIÓN DEL SECTOR AGROALIMENTARIO Y FORESTAL Y DEL MEDIO RURAL

En 2019 el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA) presentó la Estrategia que define las líneas y las medidas necesarias para impulsar la transformación digital de los sectores agroalimentario y forestal y del medio rural, así como los instrumentos previstos para su implementación.

El objetivo de esta estrategia era impulsar la transformación digital y reducir las barreras técnicas, legislativas, económicas y formativas existentes en la actualidad, contribuyendo así al liderazgo de un sector agroalimentario sostenible económica, social y medioambientalmente. Para ello, se han establecido **tres objetivos estratégicos**:

- Reducir la brecha digital existente entre las zonas rurales y urbanas y entre las grandes y pequeñas empresas, trabajando en la conectividad.
- Fomentar el uso de datos como motor de impulso sectorial, abordando la interoperabilidad de datos del sector y la apertura de datos.
- Impulsar el desarrollo empresarial y los nuevos modelos de negocio, teniendo presente la industria 4.0 y las oportunidades de diversificación económica que ofrecen las nuevas tecnologías.

Las medidas que propone son el fortalecimiento del ecosistema de innovación digital, asesoramiento para la adopción digital en sistemas de conocimiento e innovación agroalimentarios, forestales y en el medio rural y el fomento del emprendimiento y nuevos modelos de negocio.

*En el ámbito europeo la Estrategia de digitalización se alinea con el objetivo transversal de la **Política Agraria Común post 2020** de modernización, en el que la innovación y digitalización se configuran como elementos clave para su consecución. Para ello, se propone el fomento de un sector agrícola inteligente, resistente y diversificado que garantice la seguridad alimentaria; la intensificación del cuidado del medio ambiente y la acción por el clima, contribuyendo a alcanzar los objetivos climáticos medioambientales de la UE y el fortalecimiento del tejido socioeconómico de las zonas rurales.*

*A escala estatal, la Estrategia tiene una estrecha relación con otras estrategias como **la Estrategia Española de Ciencia y Tecnología y de Innovación 2013-2020**, **el Programa de Extensión de Banda Ancha de Nueva Generación**, **el Plan Nacional de Territorios Inteligentes**, **la Agenda para el Cambio**, **la Estrategia de Industria Conectada 4.0** y otras estrategias en elaboración, como el Marco Estratégico en política de PYME 2030.*

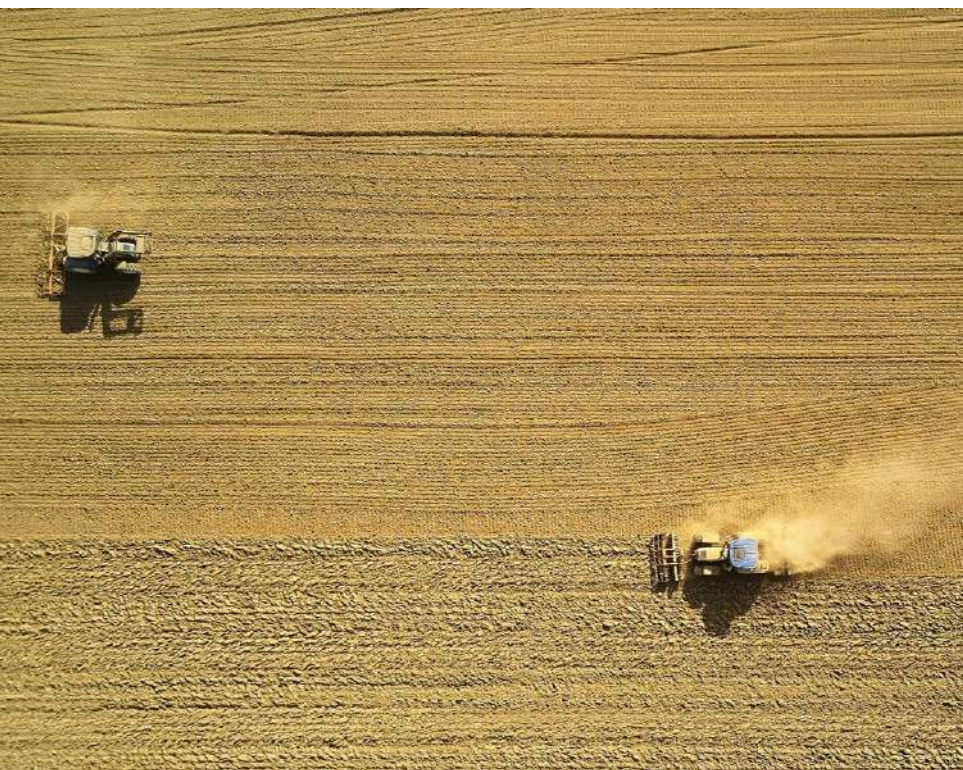


PROTECCIÓN DE DATOS

Un aspecto que preocupa mucho a los agricultores es el **tratamiento y la confidencialidad de los datos que se recogen de sus cultivos**. La necesidad de racionalizar la interpretación y el intercambio de información entre los distintos equipos móviles implicados en la agricultura de precisión ha tenido como consecuencia el desarrollo de propuestas como la ISO 11878, conocida también como ADIS (*Agricultural Data Interchange Standard*), con el objetivo de estandarizar los sistemas de intercambio.

Además, gran parte de la producción agrícola mundial se encuentra en países en vías de desarrollo o en zonas con conexión a Internet con escasa seguridad por lo que será importante que los agricultores usen métodos de cifrado para proteger los datos confidenciales y aprovechen las herramientas de seguridad basadas en IA para detectar rastros de actividad sospechosa en tiempo real.

Por último, es común que las empresas que comercializan servicios relacionados con la agricultura inteligente se comprometan a la no distribución, modificación o cesión de los datos del agricultor de acuerdo con la **ley 3/2018 de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales**.



*El uso de maquinaria inteligente en la agricultura abre un nuevo paradigma hacia la sostenibilidad, presentando innumerables ventajas. No obstante, también plantea varios **interrogantes acerca del uso de aparatos electrónicos en el medio rural**. La digitalización del sector podría conllevar su **desnaturalización definitiva**. Hasta el momento no hay legislación ni informes que analicen en detalle los inconvenientes medioambientales que puede suponer llenar un cultivo de sensores.*

SITUACIÓN ACTUAL, APLICACIONES Y TENDENCIAS DEL SECTOR

Hasta ahora la agricultura tradicional consideraba los campos agrícolas como homogéneos y la aplicación de insumos no tenía en cuenta ni la variabilidad espacial ni temporal de la producción ni el análisis de las causas de esa variabilidad. En cambio, la llamada **agricultura de precisión** o **Smart Farming**, basada en la aplicación de tecnologías, posibilita el empleo de insumos de forma más razonable, con dosis adecuadas solo en las áreas en las que resulta necesario y donde la respuesta de esta intervención tendrá un claro beneficio económico. La reducción del uso de insumos en general y agroquímicos en particular permite reducir el impacto sobre el medio ambiente. Por otro lado, un mayor conocimiento del proceso que ofrece esta práctica hace posible disminuir los recursos energéticos empleados y mitigar el cambio climático. Concretamente, con el uso de la tecnología se podría mejorar la sostenibilidad de los cultivos, controlar el regadío, aplicar la cantidad justa de abonos y fertilizantes, controlar mejor la calidad final del producto o incluso detectar plagas y enfermedades.

Por tanto, para pasar de una agricultura tradicional a una agricultura inteligente es necesario dotar al sector de todas las herramientas necesarias para llevar a cabo esta práctica. Esto se consigue modernizando toda la operativa de base y digitalizando la agricultura.

Actualmente, se calcula que **en pleno 2020 ya existen alrededor de 75 millones de dispositivos IoT** en la agricultura y se espera que la demanda interna de sistemas agrícolas que utilizan tecnologías de la información y de la nube se multiplique por nueve hasta los 40.000 millones de euros a finales de este año. A través de la aplicación de soluciones TIC en el proceso de cultivo como la agricultura de precisión, el Internet de las Cosas, la utilización de sensores y actuadores, sistemas de geoposicionamiento, el Big Data, vehículos aéreos no tripulados o drones,

robots, etc, la agricultura inteligente presenta, por tanto, un potencial real para un incremento en la sostenibilidad y productividad agrícola.

En **2016 entre el 20 y 80 % de la comunidad agrícola en Estados Unidos utilizaba la agricultura inteligente** mientras que en **Europa** se estima que esta práctica solo se lleva a cabo en entre un **0 y un 24 % de los cultivos**.

Con la incorporación del **internet de las cosas**, **sensores** o **posicionamiento GPS** se pueden monitorizar en continuo diferentes parámetros del cultivo como la temperatura del aire, temperatura de la hoja, humedad, contenido volumétrico de agua en suelo a diferentes profundidades, conductividad, temperatura del suelo, precipitación, velocidad y dirección del viento. Esta solución permite a los productores agrícolas conocer desde cualquier dispositivo con conexión a internet el estado actual de sus cultivos, plantas o viñedos, los posibles riesgos de padecer enfermedades y en general, realizar una gestión integral; todo ellos basado en datos objetivos recolectados de la explotación en tiempo real.



Con el uso de **drones** o **robots** también se facilita en gran medida la tarea del agricultor. Con los drones se pueden tomar fotografías aéreas, medir la salud de los cultivos o incluso grabar videos; mientras que los sensores se podrían reemplazar a los pesados tractores reduciendo la compactación del suelo y mejorando su aireación. De esta manera los agricultores pueden mejorar la gestión de los cultivos y reducir la propagación de enfermedades, garantizar la eficiencia de insumos como fertilizante o agua o minimizar inundaciones.

La **tecnología de fertilización de dosis variable** es una propuesta alternativa para aumentar la eficiencia en el uso de nutrientes. Dada la heterogeneidad en los terrenos de cultivo, distintas áreas pueden presentar distinto potencial de rendimiento y por lo tanto precisar de diferentes niveles para alcanzar el óptimo rendimiento económico. En base a esto se crean estos controladores y equipos que permiten aplicar con la máxima precisión las dosis necesarias de fertilizantes según los datos recogidos. De tal modo, se podría incrementar la eficiencia agronómica del fertilizante, maximizar el beneficio económico de su uso, y a la vez reducir el riesgo de aumento de los nitratos en los acuíferos por lixiviación.



APLICACIONES

PREDICCIÓN DEL RENDIMIENTO

Analizar el crecimiento de los cultivos para poder efectuar su recolección o recogida en el momento oportuno.

PROTECCIÓN DE CULTIVOS

Predecir y modelizar la resistencia a los herbicidas. Detectar y gestionar especies invasoras y malezas. Apoyar el proceso de toma de decisiones sobre las medidas más indicadas para proteger los cultivos. Supervisar y dirigir robots y sistemas autónomos de control y malas hierbas.

GESTIÓN DE RIESGOS METEOROLÓGICOS

Predecir la llegada de tormentas severas, fuertes vientos, granizo, o tornados que pueden poner el peligro el cultivo.

IRRIGACIÓN

Conocer el estado de humedad del cultivo y la previsión meteorológica.

AGRICULTOR AUTÓNOMO

Labranza autónoma. Sistema de arado continuo. Recolección autónoma.

GESTIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO

Conocer la demanda del mercado con antelación. Analizar los riesgos e integrar la planificación. Gestión de los productos entre el proveedor y el consumidor.

MEJORAS

Mayor rendimiento del cultivo. Mejor calidad. Comprender qué factores gobiernan el crecimiento y el rendimiento de los cultivos. Garantizar la seguridad alimentaria.

Reducir las pérdidas de cultivos por enfermedades o condiciones climáticas adversas.

Empleo de micro dosis de fertilizantes (reducción del impacto ambiental y ahorro de costos).

Mayor protección de invernaderos y cultivos sensibles.

Sistema de riego precisos y eficientes. Menor consumo de agua.

Mayor rendimiento. Mejor calidad del suelo al reducir al peso del vehículo (menor compactación y mayor aireación).

Menor costos de transporte: intervenciones humanas solo cuando es necesario.

Reducir el tiempo de respuesta ante un cambio en el mercado y ante un posible riesgo.

Trazabilidad en el origen. Asegurabilidad de la calidad del producto.

TECNOLOGÍAS

Big data, plataforma IoT, Cloud Computing

Big data, sensores, vehículos autónomos (drones), plataforma IoT, Cloud Computing

Big data, sensores, plataforma IoT, Cloud Computing

Big data, sensores, drones, plataforma IoT, Cloud Computing

Tractores autónomos, robots, Big data, plataforma IoT, Cloud Computing

Big data, plataforma IoT, Blockchain

TENDENCIAS DEL SECTOR

PREDICCIÓN DEL RENDIMIENTO



DRONES ISRAELÍ USAN INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA EL CONTROL DE LOS CULTIVOS

La *startup* israelí Taranis ha desarrollado inteligencia artificial que utiliza drones para capturar imágenes de alta definición de cultivos desde el aire detectando factores de riesgo como daños meteorológicos o plagas de insectos y facilitando así las decisiones a tomar sobre el cultivo. El sistema AI analiza las imágenes y añade datos de sistemas de riego inteligentes, sensores e imágenes satelitales.

Según Taranis, su sistema puede cubrir un área de aproximadamente 400.000 metros cuadrados en seis minutos y es la primera compañía en poder tomar fotos de alta resolución en movimiento.

Con este sistema los productores, cooperativas y consultores de cultivos pueden detectar, analizar y tratar los problemas de cultivos en sus inicios, tomando medidas preventivas con mayor precisión y obteniendo mayor grado de control sobre el rendimiento de sus cultivos.



APLICACIONES SATÉLITE PARA MEJORAR LA AGRICULTURA

Los satélites SAOCOM 1A y 1B de la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE) brindan información precisa para conocer la humedad de los suelos, el riesgo de inundaciones y estimar los rendimientos entre otros aspectos. Llevan al espacio una compleja tecnología de observación de la Tierra con importantes mejoras respecto de los sensores ópticos usuales.

Se trata del Radar de Apertura Sintética (SAR, por sus siglas en inglés), capaz de atravesar las nubes, la vegetación y parcialmente el suelo, y obtener datos con grandes beneficios para la producción agropecuaria. Estos son algunos de los productos que brindan:

Mapa de humedad del suelo: A diferencia de la de la óptica, la señal del radar es muy sensible a la variación de la humedad en el suelo y por eso puede medir (ya no estimar) su valor y registrar sus cambios en el tiempo. La señal del satélite puede penetrar en la capa superficial del suelo, entre 10 y 50 cm, dependiendo de la cobertura vegetal, tipo de suelo y el contenido de humedad.



AGRICULTURA 4.0, EL FUTURO PARA SATISFACER LA DEMANDA DE LOS CONSUMIDORES

Impresión 3D, cultivo de altura, hidroponía, robots que controlan cada una de las etapas del producto desde su plantación hasta que llega al consumidor sin apenas necesidad de control humana. La robótica aumenta la eficiencia de las empresas y reduce su dependencia del factor trabajo. Además, los requisitos de seguridad de los alimentos son cada vez más estrictos, y una menor interferencia humana en el proceso de producción puede reducir el riesgo de contaminación. Hoy en día el proceso de robotización es costoso, y de momento no está al alcance de todos, pero al final de la cadena de implantación de la denominada agricultura 4.0 o *smart agro*, que sí que es una realidad factible para las pequeñas, medianas y grandes empresas de España.

En este sentido, es necesario cambiar todo el modelo productivo y pasar de modelos de producción basados en la mano de obra, dependientes de las condiciones climatológicas (cada vez más poco predecibles y adversas debido al cambio climático), a los que apuesten por el uso de tecnología, por la producción ecológica, por la reducción del desperdicio, etc. El tamaño del mercado agrotech o el uso de la tecnología de la agricultura 4.0 se ha duplicado en los últimos 5 años, según Statista, creciendo de 500 millones de euros en 2015, a 1.000 millones de euros en 2020 en Europa. Se prevé que esta tendencia siga al alza tal y como se puede observar en los diferentes eventos y ferias del sector como Fruit Attraction o Fruit Logística, en las que los espacios dedicados a este tipo de herramientas aumentan cada año en estas y otras citas. Existen tres opciones prácticas, realistas, de rápida implantación y con un coste no muy alto para proliferar en este ámbito. En primer lugar, las aplicaciones móviles, que combinan información geográfica, imágenes de satélite y datos climáticos para informar sobre el estado de las parcelas agrícolas y que sirven de apoyo a la toma de decisiones sobre el manejo de los cultivos con un sencillo gesto como consultar el smartphone.

En segundo lugar, por ejemplo, tractores con sistemas de navegación por satélite y monitor de rendimiento para facilitar el autoguiado del tractor en las diversas tareas agrícolas y conocer la distribución de la producción obtenida. Y en tercer lugar, el uso de drones, propios o adquiridos por intermediación de una empresa de servicios, para la monitorización del cultivo en diversos estados fenológicos, permitiendo al agricultor conocer con elevado detalle el desarrollo, vigor y situación fitosanitaria del cultivo, en momentos críticos y al igual que el resto de herramientas, ayudar al productor a tomar decisiones más ajustadas a las necesidades reales. Todo ello también contribuye a mejorar la trazabilidad de los productos y a conocer cuan fresco son los productos adquiridos; una opción que demandan cada vez más los clientes.

Por todo ello, en la nueva era de la agricultura 4.0, estas aplicaciones ya no solo sirven para saber de antemano el clima o la meteorología o controlar el espacio físico de producción a nivel aéreo, sino que, enfocadas a los consumidores, son piezas clave para la relación entre productor y sus potenciales consumidores.





INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LOS VIÑEDOS

Los viticultores llevan tiempo trabajando con los algoritmos para mejorar sus procesos. Bodegas Moro, Ramón Bilbao, García Carrión o Pernord Ricard son algunos de los 4.000 productores de vino en España que ya trabajan con sensores, drones, estaciones meteorológicas o incluso satélites para mejorar sus resultados. Ahora llega Terraview la plataforma de Singapur y capital dedicada no solo a la Inteligencia Artificial (IA) y al Big Data para elevar la eficiencia, sino también a poner cifras y soluciones a uno de los grandes problemas del viñedo: el cambio climático. El reto marcado por esta empresa es la de cosechar los datos de las vides de un buen número de países y crear la mayor plataforma de IA aplicada al vino.

Este sector, uno de los grandes exportadores y, a la vez, uno de los más afectados por el Brexit, y, ahora, el coronavirus, se une al uso de la IA para mejorar su rendimiento y anticiparse a problemas en las cosechas. En cualquier caso, Terraview aterriza en un país donde ya hay buen despliegue tecnológico. Operadores como Vodafone ya han sembrado sensores junto a las vides, al igual que Cesens. Hay satélites como Sentinel que no pierden ojo de la agricultura. La Politécnica de Valencia creó el dron Vinescout. La viticultura 4.0 tiene incluso sus laboratorios en centros como el Instituto de Ciencias de la Vid y el Vino (ICVV), en La Rioja, y el Parque Tecnológico del Vino, en Cataluña.

La plataforma, que cuenta con una veintena de ingenieros en Zúrich y Moscú, trabaja ya con bodegas como La Rioja Alta, Bodegas Ayuso (Castilla-La Mancha) y Marta Maté (Ribera del Duero). Su app para móvil se llama Vine Click, que usa inteligencia artificial y aprendizaje de máquinas para identificar deficiencias de nutrientes y enfermedades de la vid con apenas una foto. La integración de datos permite bajar al terreno e informar de lugares con estrés hídrico, medir nutrientes o alertar de enfermedades. Esta tarea

contribuirá a mejorar la sostenibilidad de la viticultura gracias a una administración más racional de pesticidas, fertilizantes y agua

Además, al tener acuerdos con productores de otros países, se puede obtener información valiosa para combatir el cambio climático y adaptar los cultivos. La plataforma trabaja con la asociación sudafricana VinPro, que aglutina a 3.500 productores. También hay acuerdos en EEUU y Chile.

Un estudio de la National Academy of Sciences de EEUU citado por Terraview advierte de los efectos del cambio climático sobre la viticultura. De no introducirse cambios en las variedades de uva y técnicas de cultivo, indica, la pérdida de superficie cultivable de viñedos podría oscilar entre el 56% y el 85% en los próximos años



PREDICCIÓN DE RENDIMIENTO

Aunque habían anunciado el programa como Inteligencia Artificial para la Innovación Agrícola (AI4AI), las características van más allá del ámbito de la IA e incluyen componentes como satélites de teledetección, robótica e Internet de las cosas (IoT), entre otros.

Según los expertos, la agricultura basada en datos ayudaría a los agricultores a controlar sus tierras y cultivos, el primer componente clave del proyecto.

También pueden recopilar los datos y utilizarlos para la planificación futura, que es la segunda parte de este plan de alta tecnología. Los datos recopilados del sensor en sus granjas pueden ayudar a predecir el rendimiento.

El tercer componente del proyecto es la entrega precisa que involucra tecnologías como drones o robótica. Según las fuentes, algunas nuevas empresas en el área de tecnología agrícola han mostrado cómo los robots pueden regar cultivos como el algodón, y es posible que pronto haya un piloto a la vista.



PROTECCIÓN DE CULTIVOS



ECOROBITX, EL ROBOT SOLAR QUE REDUCIRÍA LA DEMANDA DE HERBICIDAS Y PESTICIDAS

La agricultura es uno de los campos más beneficiados por la automatización y el aterrizaje de los robots. Es por eso por lo que las empresas están experimentando con herramientas de alta tecnología que pueden ayudar a los agricultores a ahorrar tiempo y dinero, además de reducir la cantidad de productos químicos aplicado a la cosecha. Una de las startups más destacadas es Ecorobotix en Suiza, cuyo robot equipado con sensores, GPS y cámaras puede identificar todas las plantas de una granja orgánica. Desplazándose sobre 4 ruedas, avanza por los campos en busca de maleza y la rocía con micro dosis de herbicida.

Los funcionarios de la compañía dicen que el robot puede funcionar completamente por sí solo hasta 12 horas al día y matar las malas hierbas con 20 veces menos herbicida que los métodos tradicionales al usar la cantidad justa en el lugar exacto. Además, se funciona con energía solar valiéndose de la misma tecnología que emplean los vehículos autónomos y se puede controlar a través de un smartphone.



CARRERA DE DRONES PARA GANARLE LA PARTIDA A LA LANGOSTA EN ÁFRICA

Investigadores internacionales han aunado fuerzas con la FAO para crear nuevos instrumentos para la recopilación de datos con los que se vigila la presencia de langostas.

La organización está poniendo directamente en manos de los gobiernos un conjunto de instrumentos, con el sistema eLocust3, la tecnología de vigilancia más común dotada de GPS que utilizan los países con frecuentes plagas.

Con este dispositivo se registran los lugares en los que se encuentran las langostas, en qué etapa de desarrollo están y qué zonas han sido tratadas. Posteriormente, esta información se introduce en los sistemas nacionales de información geográfica de cada país, los cuales están conectados a un sistema mundial de información geográfica.

Además, se espera la llegada de drones para actuar en las zonas más difíciles y en la búsqueda de fragmentos verdes en zonas áridas extensa que son los lugares predilectos donde se alimentan las langostas.

Por último, la FAO se ha asociado con la Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica (NOAA) de los Estados Unidos de América, que opera satélites meteorológicos conjuntamente con la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA) para pronosticar mejor la procedencia de los enjambres y hacia dónde se trasladarán en días posteriores. Asimismo, las imágenes por satélite están ayudando a los expertos de la FAO a comprender en qué lugares está lloviendo, donde está creciendo la vegetación y en qué zonas pueden darse condiciones favorables para la reproducción.





APLICACIÓN PARA CONTROLAR FERTILIZANTES Y AGUA EN EL RIEGO OLIVAR

Los investigadores de la Universidad de Córdoba (UCO) han ideado una aplicación móvil que permite controlar la cantidad óptima de fertilizantes y agua necesaria para el riego del olivar.

La aplicación móvil, denominada “Reutivar App”, permite controlar y cuantificar la cantidad óptima de agua y fertilizantes en este tipo de sistemas de riego y su finalidad es dotar de criterios científicos y objetivos el fertirriego, una práctica cada vez más común, pero a veces puede acabar en un uso excesivo de fertilizantes como el nitrógeno y que causan un impacto negativo en el medio ambiente.

Esta aplicación ha sido desarrollada con datos reales de calidad del agua de una planta piloto ubicada en Montilla (Córdoba) y ofrece a las comunidades de regantes un calendario de riego y fertilización en tiempo que incluye la cantidad óptima de abono recomendable.

Para ello, se realiza una serie de cálculos a partir de varios datos de partida como la evolución y estado nutricional del árbol, registros históricos e incluso pronósticos del tiempo.

GESTIÓN DE RIESGOS METEOROLÓGICOS



BIG DATA PARA OPTIMIZAR EL CICLO DE PRODUCCIÓN DEL ARROZ EN TAIWÁN

Owlting, una *startup* con sede en Taipei usará el *big data* para combatir el cambio climático y optimizar la producción de arroz en la región japonesa. La compañía está poniendo sensores en los campos para recopilar un amplio volumen de datos sobre el sector y desarrollar productos seguros mediante la proporción de información útil. Se monitorizan vectores como la temperatura, los químicos o la lluvia. El sistema online de Owlting brindará todos los datos precisos tanto a agricultores como a compradores para optimizar el ciclo de producción del arroz y prever daños causados por tormentas inesperadas.

Algunas de las prestaciones que también brindará este sistema son ofrecer un seguro agrícola en consonancia con las compañías de seguros y reducir las ayudas estatales destinadas a la recuperación tras cada tormenta tropical. De esta manera, tanto el gobierno como las aseguradoras y los agricultores ganan en seguridad y transparencia gracias al empleo de tecnología *blockchain*.



GESTIÓN DEL AGUA: IRRIGACIÓN



EL DRON, ALIADO IMPRESCINDIBLE EN LA INVESTIGACIÓN ANDALUZA SOBRE EL REGADÍO

El área de Agricultura y Medio Ambiente de Ifapa tiene como líneas prioritarias la optimización del uso del agua de riego. En el proyecto denominado "Transferencia tecnológica para un regadío sostenible, SAR" se abordan cuestiones como la mejora d eficiencia del uso del agua mejorando la uniformidad de los sistemas de riego.

En la agricultura de regadío el parámetro que califica mejor la calidad del riego en su uniformidad. Los sistemas de aspersión y superficie presentan cierta dificultad para calcular esta uniformidad en función del diseño, debido a las variables que intervienen en su funcionamiento. En este sentido, los drones, con la sensórica adecuada, se encuentran capacitados para, de manera sencilla y automatizada, tomar información RGB, multiespectral o térmica del cultivo y así ayudar a la toma de decisiones agronómicas. Estos datos pueden proporcionar información dl estado hídrico de la planta y, por ende, diferenciar entre zonas bien regadas y peor regadas en una explotación agrícola.

De este modo, a partir de situaciones controladas sobre la programación del riego, es posible **aislar la variabilidad del estrés hídrico** provocado por el propio sistema y, por tanto, disponer de un valor de uniformidad del riego.

AGRICULTOR AUTÓNOMO

CASE IH, EL TRACTOR INTELIGENTE

Este tractor inteligente cuenta con sensores, radares y sistemas de GPS que le permiten detectar obstáculos o seguir rutas predeterminadas. Ya no hace falta que sea el agricultor quien lo conduzca, lo hace solo .



GPS Y AGRICULTURA

El guiado de un tractor por GPS permite a los agricultores ser más precisos para realizar tareas en el campo. Estas tareas incluyen la siembra, la pulverización de herbicidas y la aplicación de fertilizantes. Así, evitan pasadas a lo largo de un campo innecesarias o superposiciones ineficientes ya que utilizar GPS para guiar el tractor ayuda a reducir estos solapamientos huecos. También permite a los investigadores rastrear y registrar los movimientos del tractor.

En EEUU, solo una quinta parte de las explotaciones agrícolas utilizan este tipo de tractores, cuyo podría resultar en un ahorro de más de 10 millones de dólares para los productores estadounidenses. Esta herramienta de precisión también tiene otros beneficios como permitir que los conductores operen con poca luz para el hacer más durante la noche





VEGEBOT, EL ROBOT ENTRENADO CON MACHINE LEARNING CAPAZ DE RECOLECTAR LECHUGAS

Vegebot es un robot entrenado con un algoritmo de aprendizaje automático que le ayuda a distinguir las lechugas sanas listas para la cosecha, entre una amplia variedad de condiciones climáticas. Mientras que algunos cultivos como el trigo o la patata son sencillos para la recolección mecánica a gran escala, el desarrollo de sistemas automatizados autónomo para recoger un vegetal como el pepino o la lechuga siguen presentando múltiples desafíos y retos.

La lechuga cuenta con dos problemas principales que explican la resistencia de este cultivo a la automatización. Por una parte, crece plana en el suelo y es necesario cortarla en puntos precisos, mientras que tiene complejidades para la visión de robots, que debe encontrar cada cabeza individual lista para ser recogida entre un mar de hojas verdes. Para adiestrar a este robot autónomo la idea era que el sistema pudiera identificar una cabeza de lechuga saludable en un campo verde abarrotado. Se desarrolló un algoritmo de aprendizaje automático y luego se entrenó el sistema robótico, primero en imágenes de lechugas y luego en lechugas reales en condiciones de laboratorio. Luego, el sistema se trasladó a las condiciones de campo de la vida real para aprender el aspecto de una cabeza de lechuga para la cosecha en una variedad de condiciones climáticas diferentes.

El segundo desafío fue producir una manera de asegurarse de que el robot pudiera cortar y recoger cada lechuga individual con la precisión necesaria para mantener una longitud de tallo de acuerdo con los estándares comerciales. Esto implicó un brazo de agarre suave diseñado a medida, con una segunda

cámara cerca de la cuchilla de corte para garantizar que el corte sea suave y en la ubicación correcta.

Vegebot ha demostrado ser una máquina absolutamente pionera y vanguardista en su especie, identificando las lechugas iceberg de forma impresionante, con una tasa de éxito de localización del 91%. El sistema aún tiene que perfeccionarse, ya que la tasa de daños fue particularmente alta -en torno al 38%. Los investigadores señalan que esta tasa de daño significa que un volumen significativo de lechugas recolectadas no cumplió con los estándares de los supermercados





LA AGRICULTURA DEL FUTURO: LOS ROBOTS LLEGAN A LA GRANJA

La firma Iron Ox ha abierto en San Carlos (California, EEUU) su primera granja autónoma. En ella se producen alimentos mediante una serie de máquinas que cultivan silenciosamente decenas de hilera de hojas verdes en una sala blanca similar a un laboratorio, supervisadas por un programa informático llamado *The Brain*. El gran protagonista de esta planta de producción automatizada es el robot Angus, compuesto por un brazo mecanizado que se encarga de cultivar, manipular y atender las plantas comestibles, situadas en grandes bandejas rectangulares hidropónicas (para cultivo en agua, sin tierra), y por un módulo de transporte que traslada las bandejas dentro de las instalaciones de la granja.

Angus cuenta con un software de aprendizaje automático que le permite identificar y retirar aquellas plantas que muestren signos de estar afectadas por plagas o enfermedades, antes de que puedan infectar a las plantas sanas, en una conjunción de robótica e IA, que permite cultivar mejores productos. Las tareas repetitivas y que requieren mucha mano de obra como la cosecha, siembra e inspección de las plantas, las cuales son

realizadas miles de veces al día por trabajadores en las granjas interiores convencionales, son ideales para que las efectúen robots. Mientras la tecnología se hace cargo de la producción, un equipo de expertos en ciencias botánicas se concentra en asegurar la salud de las plantas, maximizar el crecimiento de los cultivos, optimizar y estandarizar los procedimientos operativos, y garantizar la seguridad de los alimentos en todo el sistema.

Mediante esta tecnología aspiran a resolver las tres grandes preocupaciones que les transmitieron los agricultores con lo que contactaron en una investigación previa al desarrollo de este sistema: la escasez de mano de obra, la inestabilidad del clima y las largas distancias que tenían que recorrer los productos agrícolas desde el lugar de producción hasta el de consumo. Este sistema productivo, que aprovecha el sol, aumenta el caudal de luz que llega a las plantas mediante iluminación LED de alta eficiencia, y utiliza un cultivo hidropónico que gasta un 90 por ciento menos de agua que la agricultura tradicional, es más sostenible en términos medioambientales y energéticos comparado con el de otras granjas modernas, aseguran.





OPORTUNIDADES Y DESAFÍOS

La transformación digital ofrece a las explotaciones agrarias toda una serie de **oportunidades**. Estas son la posibilidad de **acercarse directamente a los consumidores** con información precisa sobre los productos y los procesos de producción, la **reducción de pérdidas e ineficiencias dentro de la cadena agroalimentaria**, la **reducción del uso de insumos** de producción con una aplicación mucho más precisa, la optimización **en la toma de decisiones**, la **simplificación de procesos y tareas administrativas** o la **mejora del rendimiento y de la calidad de las producciones**. Además, las empresas dedicadas a la implantación de la IA, fabricación de drones, robots y sensores tienen en la agricultura de precisión una importante oportunidad de negocio, en un sector indispensable en la sociedad y que prevé aumentar su producción considerablemente en los próximos años.

Por otro lado, la transformación digital supone también un importante **reto**, motivado por la irrupción tecnológica revolucionaria en un sector donde el factor humano es fundamental. La principal

barrera es la **elevada brecha digital** en el medio rural, con un deficiente acceso a Internet y una cobertura insuficiente o inexistente.

Otro de los problemas es de **índole económico**. El agricultor aún no ve estas **inversiones**, en muchos casos de elevado coste, como un futuro beneficio sino principalmente como un riesgo. También el **envejecimiento de la población** agricultora supone un hándicap, no sólo por edad y por brecha generacional, sino por la necesidad de acometer determinadas inversiones costosas a la que pueden no estar dispuestos los agricultores de más edad.

Otros obstáculos están relacionados con los datos en sí, ya que el agricultor no suele disponer de un histórico o sus datos no son representativos, y la **falta de confianza** respecto al uso de los datos o los problemas de interoperabilidad entre las diversas soluciones que existen en el mercado. Por último, la escasez de personal cualificado y asesoramiento, o la falta de formación adecuada también son relevantes.



OPORTUNIDADES

EMPRESAS AGRÍCOLAS

- Reducción de pérdidas.
- Aumento del rendimiento del cultivo.
- Reducción del uso de insumos.
- Optimización de la toma de decisiones.
- Simplificación de procesos y tareas administrativas.
- Mejora de la calidad del producto.
- Mejor previsión de agentes meteorológicos adversos.
- Posibilidad de acercarse directamente a los consumidores con información veraz sobre el origen de los productos.
- Disponibilidad de datos en tiempo real sobre la demanda del mercado.
- Diferenciación de otras empresas.

EMPRESAS TECNOLÓGICAS

- Venta de equipos tecnológicos (drones, tractores automáticos, sensores).
- Servitización: Implementación de aplicación web y tratamiento y explotación de datos.

EMPRESAS CONSULTORAS

- Trabajar conjuntamente con la empresa agrícola y las empresas tecnológicas ofreciendo la tecnología, dando apoyo en la vigilancia y explotación de los datos.

GESTORES DE AGUA

- Mayor eficiencia en la demanda de agua.
- Reducción de las pérdidas. Ahorro del recurso.

ADMINISTRACIONES PÚBLICAS

- Posibilidad de explotación de los datos recogidos en los cultivos para llevar a cabo proyectos sostenibles.

DESAFÍOS

- Brecha digital entre las ciudades y el medio rural.
- Brecha generacional.
- Necesidad de elevada inversión inicial.
- Necesidad de formarse en las nuevas tecnologías.
- Interoperabilidad entre las diversas soluciones del mercado.
- Necesidad de asesoramiento por personal cualificado.
- Ciberseguridad ante los datos.



CONTROL DE RIESGOS E IMPACTOS AMBIENTALES



MARCO REGULATORIO

Dado que la fabricación del futuro está orientada a la disponibilidad de toda la información en tiempo real mediante la conexión de todos los elementos que participan en la cadena de valor, para lograr un flujo de información continuo y uniforme, la transformación digital debe hacerse a través de interfaces normalizados.

En octubre de 2015 el Ministerio de Industria, Consumo y Energía presentó el informe **Industria Conectada 4.0: la transformación digital de la industria española** que recogía las líneas de actuación de la iniciativa *Industria Conectada 4.0* para el impulso de la transformación digital de la industria española. Dentro de esta iniciativa, los habilitadores digitales se presentan como los elementos que posibilitan la transformación digital de la industria, constituyendo al mismo tiempo un reto y una herramienta para afrontarlo. En el marco de esta iniciativa, el Ministerio creó el **Grupo de Trabajo de Estandarización**, coordinado técnicamente por **la Asociación Española de Normalización**, UNE, en colaboración con la **Corporación Mondragón**. El objetivo de este grupo es ayudar a la industria española a cubrir sus necesidades de estandarización e impulsar su participación en los organismos internacionales de normalización, y está abierto a la participación de todas las partes interesadas.

Por otro lado, los organismos internacionales de normalización ISO (Organización internacional de estandarización) e IEC (Comisión Electrotécnica Internacional) han formado sus respectivos grupos estratégicos, **ISO Smart Manufacturing Coordinating Committee** e **IEC Systems Evaluation Group 7 Smart Manufacturing**. Estos organismos han elaborado numerosos estándares relacionados con la ciberseguridad, conectividad, robótica avanzada o nuevas tecnologías de fabricación, y actualmente se están revisando más de 600 normas para garantizar el correcto funcionamiento de la cuarta revolución industrial. Estos son algunos ejemplos de comités y estándares creados para garantizar la conectividad, tanto en el ámbito de gestión empresarial como en el de planta de fabricación:

—**IEC/TC 65** Medición, control y automatización de procesos industriales.

—**ISO/TC 184**: Sistemas de automatización e integración.

—**ISO/TC 299**: Robots y dispositivos robóticos. Es el responsable de la serie de Normas ISO 10218 Requisitos de seguridad para robots industriales y de la Especificación Técnica ISO/TS 15066:2016 Robots colaborativos.

—**ISO/TC 261** Fabricación aditiva. Elabora los estándares fundamentales que permitirán el despegue de esta nueva tecnología, entre ellos la Norma ISO/ASTM 52915:2016 Especificación del formato de archivo para fabricación aditiva (AMF), elaborada en colaboración con ASTM, que especifica el formato de intercambio de datos entre los programas de diseño asistido por ordenador y los equipos de fabricación aditiva.

—**IEC/TC 119** Está desarrollando los estándares que permitirán su despegue de la tecnología emergente de la tecnología impresa.



ROBÓTICA

ISO/TC 299 Robots and robotic devices
ISO/TC 184 Automation systems and integration



CIBERSEGURIDAD INDUSTRIAL

IEC/SC 65 C/WG 13 Industrial networks.
Cyber Security
ISO/IEC JT 1/SC27 IT Security techniques
ISO/TC 292/WG 2 Continuity and resilience



CONECTIVIDAD

IEC/TC 65 Additive Industrial-process measurement, control and automation
ISO/IEC JT C1 Information technology



SENSORES/IOT

ISO/IEC JT C 1/W/G 7 Sensor networks
ISO/IEC JT C 1/W/G 10 Internet of things
IEC SMB ahG 56 Wearable Smart Devices



CLOUD/BIG DATA

ISO/IEC JT C 1/SC 38 Cloud Computing and Distributed Platforms
ISO/IEC JT C 1/W/G 9 Big Data



IMPRESIÓN 3D

ISO/TC 261 Additive manufacturing
CEN/TC 438 Additive manufacturing
IEC/TC 119 Printed Electronics

Paralelamente, la UNE ha creado el Foro UNE “Estándares para la Industria Conectada 4.0” como referente para la industria española en todo lo relativo a sus necesidades de estandarización relacionadas con la Industria 4.0 y ha publicado dos especificaciones:

—La Especificación **UNE 0060**, alineada con los ejes fundamentales de Herramienta de Autodiagnóstico Digital Avanzada (HADA) implantada por la Secretaría General de Industria y de la pyme, tiene por objeto describir los requisitos para que una empresa industrial de cualquier tamaño y/o actividad sea considerada como Industria Digital.

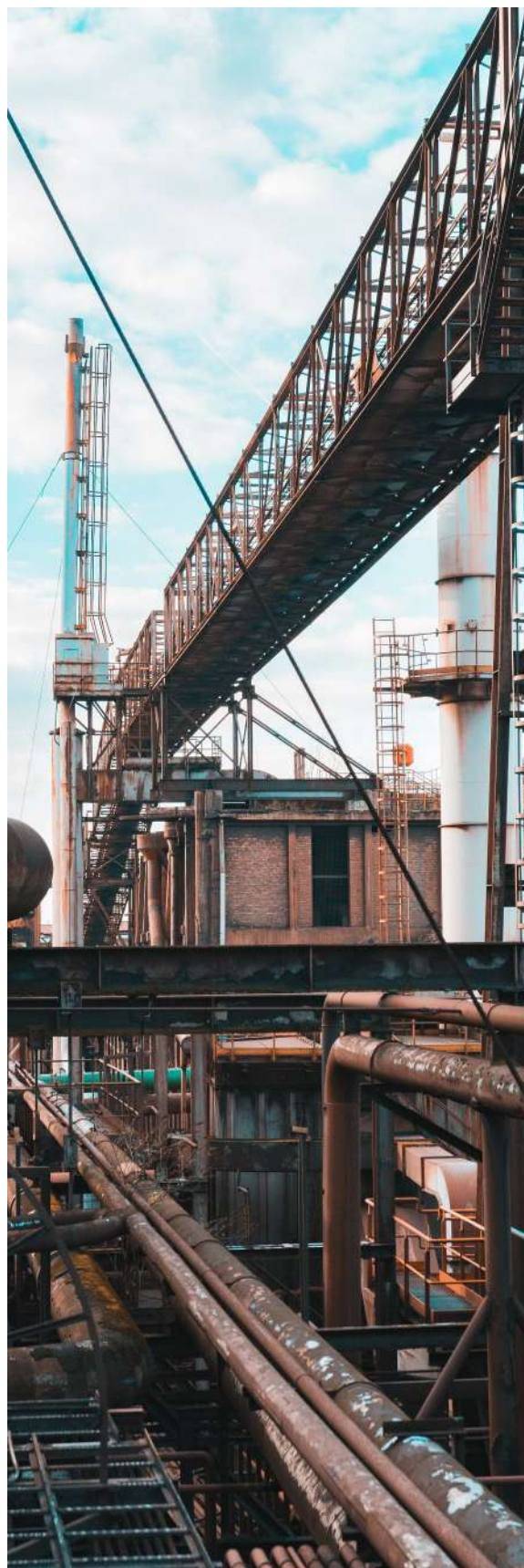
Este documento se articula a través de las distintas dimensiones empresariales (estrategia de negocio y mercado; productos y servicios; procesos; organización y personas e infraestructuras), y establece los indicadores que deben ser valorados adjuntando las explicaciones y definiciones oportunas para su correcto seguimiento e interpretación.

Estos requisitos, que posteriormente se clasificarán en obligatorios y valorables, comprenden todos los ámbitos organizacionales, desde las tecnologías habilitadoras hasta perfiles digitales, pasando por el establecimiento de una estrategia de digitalización a nivel empresarial, buscando que la transformación digital sea integral e impacte en la cultura organizacional y no sólo en la elaboración de productos o servicios con el uso intensivo de tecnologías digitales.

—La Especificación **UNE 0061** establece los criterios detallados para evaluar el cumplimiento de los requisitos definidos en la Especificación UNE 0060 y los criterios mínimos de cumplimiento de requisitos para conseguir la consideración de Industria Digital, es decir, establece el procedimiento de evaluación de la conformidad con los requisitos previamente definidos.

Los requisitos se establecen como obligatorios y valorables. Los obligatorios son todos aquellos que se han considerado para establecer un nivel mínimo de madurez digital necesario en un escenario de Industria 4.0, mientras que los valorables suponen añadir experiencia y liderazgo en la transformación digital y se irán convirtiendo en obligatorios conforme avanzan los ciclos de mejora.

Esta norma define y establece un ciclo de mejora continua para que las empresas puedan ir implementando soluciones digitales a lo largo de distintos periodos en función de los requisitos.



SITUACIÓN ACTUAL, APLICACIONES Y TENDENCIAS DEL SECTOR

Desde que comenzó lo que se conoce como la cuarta revolución industrial, la Industria 4.0 ha pasado a ser un objetivo prioritario para todos los países que cuentan con plantas manufactureras. Sin embargo, las políticas aplicadas en cada uno de ellos son distintas con relación a cómo se realiza la implantación, el diseño y la financiación.

La industria 4.0 es un mercado que mueve millones de euros en el mundo. En concreto, se estima que en **2019 se instalaron globalmente sistemas digitales por valor de 71.700 millones de euros** y que, **en 2024, este valor será de 156.600 millones de euros**, lo que supone una **tasa de crecimiento anual del 16 %**. Además, el coste de la tecnología ha disminuido en los

últimos años y su accesibilidad ha permitido que más y más empresas se sumen al cambio. De hecho, se espera que **en los próximos 5 años el grado de digitalización aumente en torno al 40 %**.

España, se encuentra por debajo de otros países como Holanda, Australia o Austria en cuanto a la comparativa de grado de digitalización con otros países, teniendo en cuenta factores como la digitalización dentro del trabajo, el conocimiento de las personas, los equipos tecnológicos y la influencia socioeconómica. Teniendo en cuenta la contribución de la digitalización, frente al producto interior bruto (PIB), España está un poco por detrás respecto a otros países europeos, y la causa principal es el haber comenzado con el cambio de forma más tardía.

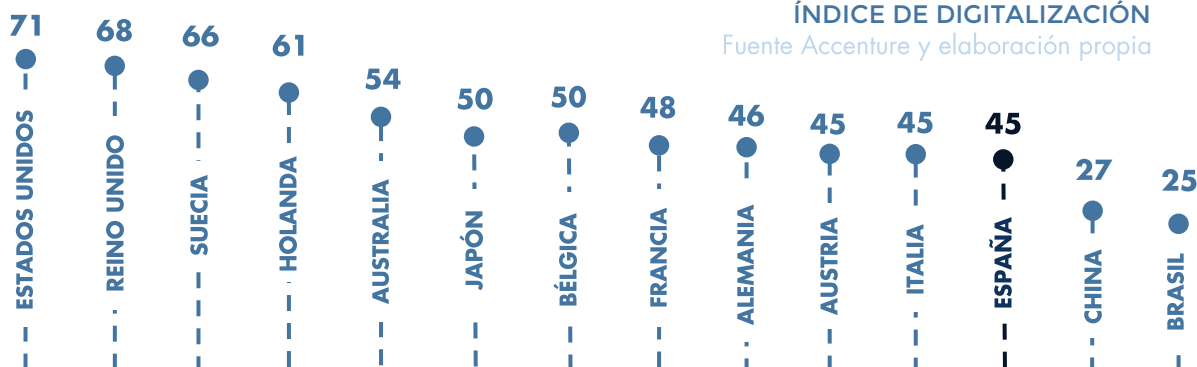
CONTRIBUCIÓN, EN PORCENTAJE, DE LA ECONOMÍA DIGITAL AL PIB

Fuente Accenture y Oxford Economics y elaboración propia



ÍNDICE DE DIGITALIZACIÓN

Fuente Accenture y elaboración propia



El proceso de implantación de la digitalización y nuevas tecnologías en empresas en España es lento, aunque avanza de forma progresiva y sin pausa. Aproximadamente el **70 % las compañías se encuentran en la actualidad en una fase de implementación baja o media**, mientras que apenas **el 30 % sostiene un nivel avanzado**. Por lo tanto, uno de los principales objetivos que se maneja hoy en día es el de digitalizar toda la cadena de valor y cada una de las etapas que la componen. Esto supone la digitalización de los procesos de producción y operaciones, englobando el capital humano interno y externo, así como la relación que la empresa maneja con los proveedores y clientes.



Por otro lado, en el sector de la construcción, la digitalización lleva presente muchos años. En particular, las tareas manuales de diseño de proyectos (elaboración de planos, cálculo de estructuras, etc....) han sido digitalizadas por medio de una serie de software comerciales que han permitido automatizar en gran medida estos aspectos. En este sentido una tecnología disruptiva ha sido el uso de drones para realizar levantamientos topográficos precisos y automáticos. Sin embargo, todavía es necesario completar el proceso de transformación digital en todas las fases

de una obra ya que en la fase de construcción y supervisión es donde la tecnología menos se emplea en la actualidad.

Las tecnologías digitales relacionadas con la industria 4.0 (sensores, drones, inteligencia artificial o robots) están impulsando gran parte de los cambios que se están produciendo en la industria en general. Un proceso de innovación tecnológica basado en dotar a las factorías de herramientas y soluciones orientadas a mejorar su producción y eficiencia con una gestión y producción mecanizada y automatizada. Pero no solo las tecnologías se están empleando para mejorar la producción y reducir costes, sino que las tecnologías digitales suponen una gran ventaja en el **control de riesgos ambientales** por parte de grandes empresas para monitorear emisiones, vertidos o incluso la producción de residuos.

Por otro lado, el sector extractivo de materias primas es otro ámbito donde la digitalización está ganando cada vez más relevancia. En la actualidad ya se están empleando sensores o internet de las cosas para control de explosivos o monitorización de gases, así como en la construcción de infraestructuras y obras, donde también la tecnología ha llegado para quedarse.



APLICACIONES

MONITORIZACIÓN PERIMETRAL EN INSTALACIONES INDUSTRIALES.

Control de las emisiones y partículas en la industria (H₂S, CO, NO₂, VOC, SO₂, PM₁₀ + PM_{2,5})

SISTEMA DE MONITORIZACIÓN Y ALERTA DE INUNDACIONES.

Variables sobre el cauce de los ríos y torrentes (nivel, caudal, velocidad, temperatura del agua, velocidad, turbidez, etc...).

MONITORIZACIÓN DE OLORES EN DEPURADORAS.

H₂S, NH₃, COVs, pH, conductividad, oxígeno disuelto, turbidez, amonio, HC.

MONITORIZACIÓN DE MAQUINARIA INDUSTRIAL.

Temperatura y viscosidad de aceites, temperatura en motores, revoluciones, vibraciones de componentes o estructuras, niveles de ruido.

AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO

MONITORIZACIÓN EN EL SECTOR EXTRACTIVO.

Modelamiento avanzado de perforación, análisis de muestreo in situ, control inteligente de explosivos, monitorización de vertidos de taladrina y aceite, combustible y residuos.

MONITORIZACIÓN EN OBRAS.

Planificación y predicción del impacto social de la construcción. Diseño mediante realidad virtual. Control de ruidos y vibraciones. Inspección automática de infraestructuras. Control de emisiones en demoliciones.

MEJORAS

Configuración de sistemas de alerta temprana. Barrera multinivel y un mayor conocimiento sobre la dispersión de gases.

Detectar posibles avenidas de agua y advertir del riesgo de inundación con datos reales y precisos.

Detectar ineficientes en la planta. Cumplimiento de legislación vigente. Configuración de alertas. Implementación de medidas correctoras.

Mejor control de equipos. Optimización del tiempo en la tramitación de posibles incidencias. Configuración de alarmas. Reducción de los tiempos de asistencia.

Disminución de tiempo empleado en el proceso. Mayor conocimiento de las etapas. Alertas tempranas.

Reducción de emisiones de CO₂eq y niveles de ruido. Alerta para vertidos. Mayor seguridad en las explosiones.

Predecir el uso o no de una construcción previo a la obra. Previsualizar el diseño final. Detección de fallos y planificación automática de mantenimiento. Configuración de sistema de alerta temprana para ruidos y emisiones.

TECNOLOGÍAS

Sensores, Big data, plataforma IoT, Cloud Computing, Blockchain

Sensores, plataforma IoT, Big data, Cloud Computing, Blockchain

Sensores, plataforma IoT, Big data, Cloud Computing, Blockchain

Big data, sensores, IoT, Cloud Computing, Blockchain, Gemelos Digitales, Realidad Virtual Aumentada

Robots, Drones, Sensores, IoT, Big data, Blockchain, Cloud Computing, Impresión 3D

Sensores, IoT, Big data, Cloud Computing, Blockchain, drones, Gemelos digitales

Sensores, Drones, Big data, Cloud Computing, Blockchain, Realidad Virtual Aumentada

TENDENCIAS DEL SECTOR

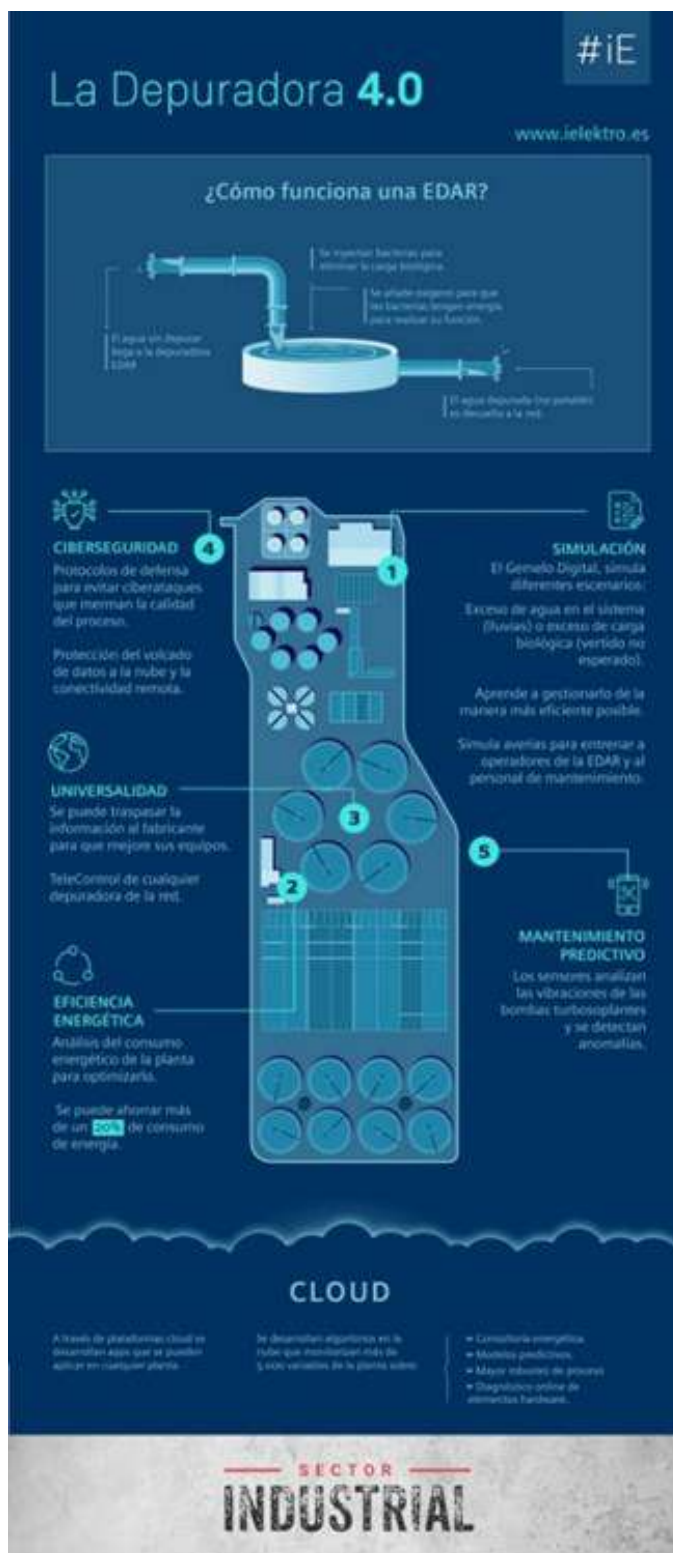
MONITORIZACIÓN DE DEPURADORES DE AGUA



EDAR 4.0. ACCIONA DETRÁS DEL BUQUE INSIGNIA DE LA DIGITALIZACIÓN EN EL CANAL ISABEL II

La depuradora 4.0 es un concepto a la orden del día, focalizado en la optimización energética global de las estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR) mediante la aplicación de las últimas técnicas digitales.

ACCIONA Agua una de las compañías más destacadas del sector, lleva años trabajando en la incorporación de diferentes tecnologías y procesos interconectados para configurar EDAR más eficientes y autónomas. Uno de sus mayores casos de éxito es la EDAR Arroyo Culebro Cuenca Baja, que se ha convertido en el buque insignia de la digitalización en el Canal de Isabel II. Dicha EDAR está operativa desde mayo de 2018 y la tecnología implementada ha permitido, entre otros, modelizar los consumos de la planta. Los datos sobre consumos energéticos de los equipos se están mandando a una nube controlada por Siemens. Del análisis de esos datos se obtiene información valiosa que permite corregir y optimizar energéticamente algunos procesos y equipos.



MONITORIZACIÓN DE LA MINA



PROYECTO DIG_IT PARA DIGITALIZAR CINCO MINAS DE EUROPA

Un gran proyecto de digitalización minera se prepara en cinco minas de Europa. A través de un consorcio llamado Dig_IT, 16 organizaciones de la Unión Europea tendrán 7 millones de euros destinados a este fin.

Este proyecto, llamado *A Human-centred Internet of Things Platform for the Sustainable Digital Mine of the Future*, tiene como objetivo la digitalización de los procesos y operaciones de la industria minera, con el fin de hacerla más segura (personas), más eficiente (recursos) y más sostenible (medio ambiente). Para ello se implementará una plataforma industrial de Internet de las cosas (IIoT) que recopile datos a través de sensores y gemelos digitales y los transforme en conocimiento y acciones destinadas a mejorar la seguridad de los trabajadores de esta industria, así como a minimizar el impacto de la minería en el medio

ambiente. Las 5 minas europeas donde se llevará a cabo el proyecto son: la mina a cielo abierto de tungsteno, La Parrilla (España); la mina de mármol subterránea, Marini Marmi (Italia); la mina a cielo abierto de ilmenita, Titania (Noruega); la mina de plata subterránea, Sotkamo (Finlandia); y la mina de hierro, cobre y oro a cielo abierto, Hannukainen (Finlandia). Esta última aún en proceso para volver a operar.

Con un horizonte de 4 años después de la finalización del proyecto se espera un aumento de la eficiencia minera en un 17 %, un aumento de la Efectividad total de los equipos (*Overall equipment effectiveness* o OEE) para máquinas y carga en un 20 % y 18 % respectivamente, reducción del 19 % de CO_{2eq}, alrededor de 310 nuevos empleos creados y más de 28 millones de euros de retorno de inversión (*Return of investment* o ROI) para el consorcio.



MONITORIZACIÓN PERIMETRAL DE PLANTAS INDUSTRIALES



HERRAMIENTA BLOCKCHAIN PARA MEDIR EMISIONES DE GEIS

El gigante de la consultoría, KPMG anunció recientemente una nueva infraestructura *blockchain*, destinada a servir a las empresas en su misión de administrar y mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero. La nueva herramienta, pendiente de patente, y llamada “Infraestructura de Contabilidad Climática (CAI)” integrará los sistemas existentes en una organización, incluidos sensores de IoT, con fuentes de datos externas para establecer un rastreo verificable de las emisiones y compensaciones registradas en el *blockchain*. Adicionalmente, la nueva herramienta de KPMG también utilizará datos ambientales confiables y en tiempo real y análisis avanzados para modelar el impacto de los riesgos climáticos en las operaciones comerciales y el desempeño financiero.

Para llevar al mercado las capacidades del CAI, KPMG está trabajando con diversos grupos de la industria, grandes actores de la tecnología y empresas de tecnología climática, incluyendo Context Labs, Prescriptive Data y Allinfrac.



NANOENVI M2. CALIDAD DEL AIRE EN ESPACIOS INDUSTRIALES

El proyecto Nanoenvi M2 tiene como objetivo el desarrollo de una plataforma para la construcción de dispositivos de sensorización ambiental específicos para aplicaciones profesionales (preferentemente industriales) como detección de fugas, control de niveles de determinados contaminantes, calidad del aire general, etc. En el proyecto se busca desarrollar equipos de medición de bajo coste, capacitados para operar con rendimientos comparables a los obtenidos por los equipos de monitorización de referencia (certificados). Para ello, se quieren introducir las siguientes innovaciones tecnológicas:

- El diseño de elementos de sensorización muy específicos para operar en las condiciones ambientales, rangos de medida y precisión demandados por cada caso de uso.
- La aplicación de tecnologías de adquisición y tratamiento de las muestras de aire a analizar, análogas a las integradas por las estaciones certificadas de medida.
- La aplicación de algoritmos para el análisis inteligente de los datos al tratamiento y proceso de la señal.
- La integración de los dispositivos mediante protocolos de comunicación M2M en redes de medida inteligentes coordinadas por un sistema central.
- La investigación en metodologías y algoritmos para el desarrollo de sistemas inteligentes de calibración de dispositivos mediante la explotación, con técnicas de Big Data, de los datos capturados por estaciones de calidad del aire certificadas.

CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA



**GRACIAS A SCHEINDER
ECOSTRUXURE PLANT,
ARCELORMITTAL MEJORA LA
CALIDAD DEL ACERO Y CONSIGUE
PROCESOS MÁS RESPETUOSOS CON EL
MEDIO AMBIENTE**

Mediante la implementación de la arquitectura EcoStruxure Plant de Schneider Electric que incluye el controlado Modicon M580 conectado a Ethernet, la planta de ArcelorMittal situada en Dunkerque redujo los niveles de polvo en las instalaciones y en la región.

Las plantas siderúrgicas tienen que funcionar ininterrumpidamente los 365 días del año, lo que se traduce en un enorme estrés para la planta y un gran aumento de los niveles de polvo de las instalaciones. Cualquier parada tiene repercusiones. Cuando se interrumpe la alimentación, los hornos comienzan a enfriarse de forma inmediata y pueden tardar uno o dos días en volver a alcanzar las temperaturas de fundición adecuadas. Además, el cumplimiento de la legislación europea obliga a reducir la cantidad de polvo en la atmósfera de trabajo, así como las emisiones en la región de Dunkerque.

Con este sistema de IoT se disponen de actualizaciones en tiempo real de los niveles de polvo, sin necesidad de detener el proceso ya que el Modicon M580 ofrece la función CCoF (Cambiar Configuración Sobre Marcha). Así, el equipo de mantenimiento obtiene una visión general de las condiciones de las instalaciones ininterrumpidas al completo y puede decidir fácilmente cuándo y dónde debe intervenir. Por consiguiente, la calidad del acero es constante, las condiciones de trabajo en las instalaciones han mejorado así como el impacto en el medio ambiente.



**COREWATER, PROYECTOS DE
CONSTRUCCIÓN E
INFRAESTRUTURA SEGUROS
PARA EL AGUA (CASO DE
ESTUDIO GÖTEBORG)**

Dentro del proyecto SCOREwater (Proyecto de Innovación H2020) se está desarrollando un caso de estudio en Göteborg, que se centrará en la gestión de la contaminación del agua en el sector industrial mediante la predicción de la contaminación. El proyecto se basa en la combinación de datos meteorológicos y sensores de calidad del agua y el mantenimiento predictivo de equipos de tratamiento de aguas locales. En los próximos 20 años se destinarán 100 mil millones de euros en la construcción, reconstrucción y expansión de la ciudad de Gotemburgo.

Dado que los proyectos de construcción de este tipo pueden generar transportes de partículas y contaminantes a través de las aguas pluviales, se conectarán sensores para medir la calidad del agua y se analizarán con inteligencia artificial. Con este sistema, las aguas pluviales contaminadas directamente se envían a las estaciones de tratamiento de agua locales que emplean tecnología "azul-verde" rentable, que utiliza quitosano, para el tratamiento eficaz de las aguas pluviales y de proceso de la construcción. Además, se implementará un monitoreo de la calidad del agua de alta resolución temporal y espacial utilizando sensores en los receptores en el Göta älv, para conectar la respuesta en el receptor de la contaminación de los sitios de construcción. Además, se medirán los volúmenes de aguas pluviales y desbordes de alcantarillado con sensores inalámbricos rentables para un despliegue masivo de conformidad con la directiva de aguas residuales.

MONITORIZACIÓN EN OBRAS

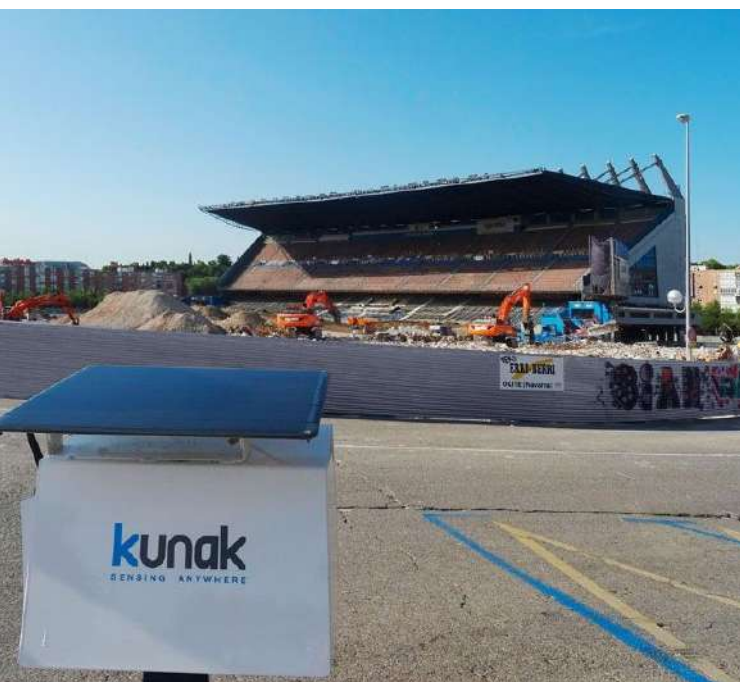


DIGITALIZACIÓN EN LA DEMOLICIÓN DEL ESTADIO VICENTE CALDERÓN

Como resultado de las nuevas normas del Ayuntamiento de Madrid, las empresas encargadas de demoliciones deben realizar una vigilancia ambiental en todas sus obras para asegurar la calidad del aire en las zonas circundantes.

En este sentido, Kunak, empresa dedicada a soluciones tecnológicas en industria, desplegó una red de sensores con comunicaciones inalámbricas integrada en la demolición del Estado Vicente Calderón. Se medían y analizaban datos sobre: PM₁, PM_{2.5}, PM₁₀, CO, NO₂, SO₂, O₃, ruido y presión atmosférica.

El sistema integraba sistema de alarmas, alertas y estadísticas tempranas; detección de episodios de aumento de la contaminación; gestión y calibración remota de los equipos; y desarrollo de protocolos que aportan altas correlaciones con estaciones oficiales y equipos de referencia.



CONTROL DE EMISIONES



CORREOS ESPAÑA UTILIZA BLOCKCHAIN PARA COMBATIR SU HUELLA DE CARBONO

En la cumbre del Clima del Chile-Madrid 2019 se anunció que la empresa pública de correos de España, Acciona y ClimateTrade habían ingeniado un sistema que utiliza *blockchain* con el objetivo de compensar las emisiones de CO₂

de los envíos que realiza de los ciudadanos. Concretamente, Correos le proporciona una plataforma extensa a ClimateTrade, este vende los créditos de carbonos y Acciona dará los créditos de carbono de Acciona Energy para compensar la huella de Correos. Con esta plataforma se evita la doble contabilidad que había antes dado que los créditos de carbono se podían revender. Cuando esto sucedía, los proyectos de lucha contra el cambio climático no recibían los fondos necesarios y había dificultades para concluirlos bien

GESTIÓN DE LA ENERGÍA

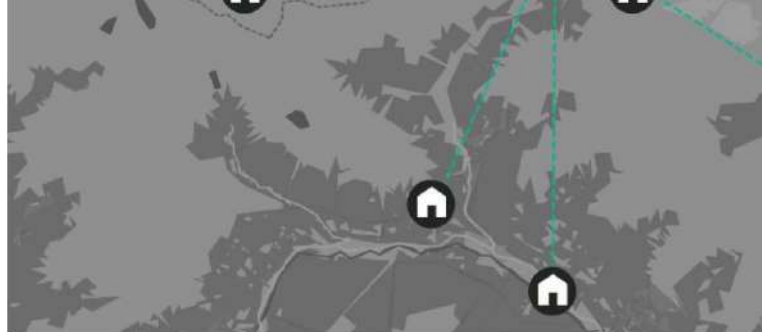


BLOCKCHAIN PARA UNAS TRANSACCIONES ENERGÉTICAS MÁS EFICIENTES

IBERDROLA y ACCIONA son dos grandes empresas del sector energético que están demostrando con casos de uso real la utilidad de la tecnología *blockchain* para la trazabilidad de la energía renovable en España.

Por un lado, Iberdrola acredita el origen de la energía renovable mediante la tecnología de la cadena de bloques, que se producen en sus plantas de Vizcaya, Galicia y Castilla-La Mancha y que es entregada a sus clientes de forma directa. Para este proceso se han unido con Kutxabank, una entidad financiera que es la encargada de trazar la procedencia de la energía del gigante energético y con el apoyo de Energy Web Foundation, una plataforma *blockchain* de código abierto, diseñada para las necesidades regulatorias, operativas y de mercado del sector energético.

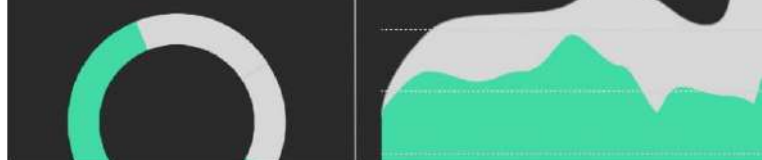
Acciona, en cambio, se ha unido a FlexiDAO para desarrollar un demostrador comercial para la trazabilidad de la generación renovable de ciclo estaciones eólica e hidráulicas en España hasta su suministro a cuatro clientes corporativos en Portugal.



Hydrogen Distribution Data

Total Hydrogen Produced

856.2 m³



ACCIONA DESARROLLA UNA PLATAFORMA BLOCKCHAIN PARA GARANTIZAR EL ORIGEN RENOVABLE DEL HIDRÓGENO VERDE

La aplicación GreenH2chain® de Acciona es la primera plataforma del mundo basada en la tecnología *blockchain* para garantizar que el hidrógeno verde procede de fuentes renovables. Los clientes pueden verificar y visualizar toda la cadena de valor del hidrógeno verde desde cualquier parte del mundo y en tiempo real. La herramienta, además, permitirá a los consumidores de hidrógeno renovable cuantificar, registrar y monitorizar la descarbonización de su consumo energético cuantificando las emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera evitadas.

En el futuro esta plataforma complementará los esquemas oficiales de certificación de garantías de origen del hidrógeno renovable que se establezcan, tanto en Europa como en cada país. Por último, GreenH2chain® se implantará en el proyecto 'Power to Green Hydrogen', diseñado para crear un ecosistema de hidrógeno verde en la isla de Mallorca, y en todos los futuros proyectos de generación de hidrógeno renovable.



CONTROL DE RIESGOS



EL PROYECTO MIRAGED DESARROLLARÁ GEMELOS DIGITALES PARA LA MEJORA DE LA INDUSTRIA 4.0

El centro tecnológico IKERLAN lidera el proyecto MIRAGED para el desarrollo de modelos virtuales y gemelos digitales que permitan mejorar procesos y procesos asociados a la industria 4.0.

MIRAGED se enmarca en el programa CERVERA, que financia el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI), dependiente del Ministerio de Ciencia e Innovación. Es un proyecto de creación de una red de excelencia, en el que también participan los centros Ceit, CTC, Ideko e Idonial.

El objetivo del proyecto es mejorar la capacitación de los grupos de investigación implicados en el desarrollo de modelos virtuales y gemelos digitales aplicados a sistemas de modelización, simulación y predicción del comportamiento de máquinas y procesos de fabricación.

El proyecto cuenta con un presupuesto total de 3.336.915 €, y concluirá en el año 2022. Asimismo, el consorcio de participantes obtendrá la certificación de Centros de Excelencia CERVERA en Modelos Virtuales y Gemelos Digitales.



URA LICITA LA CONTRATACIÓN DE HERRAMIENTAS PARA LA DETECCIÓN TEMPRANA DE FENÓMENOS

HIDROMETEOROLÓGICOS ADVERSOS INMEDIATOS

La agencia Vasca del Agua (URA) licita la contratación de herramientas para la detección temprana de fenómenos meteorológicos adversos inmediatos: episodios de lluvias intensos, geográficamente localizados, que se producen en cortos espacios de tiempo y pueden producir inundaciones repentinas. Se trata de una técnica denominada *Nowcasting* y sirven para dar forma a modelos meteorológicos con los que tratar de anticiparse a fenómenos como las tormentas convectivas (episodios de lluvias muy intensas en cortos espacios de tiempo y muy localizadas geográficamente) y sus posibles consecuencias hidrológicas, como son las inundaciones repentinas. LA aplicación de estas técnicas permite aumentar algunas horas el tiempo de preaviso, en plazas inferiores a 6 horas, y disponer de predicciones meteorológicas de precipitación intensa que incluyan la cantidad de precipitación esperada, hora de inicio y la predicción del desplazamiento de los sistemas nubosos responsables de la lluvia fuerte o convección Servera.



GESTIÓN DE RESIDUOS



ECOEMBES Y MINSAIT DESPLIEGAN UNA RED BLOCKCHAIN PARA AUMENTAR LA TRANSPARENCIA E INCENTIVAR LA COLABORACIÓN EN LA ECONOMÍA CICURLAR

Ecoembes y Minsait han puesto en marcha CircularChain, una plataforma blockchain para aumentar la trazabilidad del reciclaje de envases. Este proyecto permitirá contribuir a que las administraciones públicas, las entidades locales, los operadores, los recicladores y otras organizaciones puedan compartir información de forma segura, controlar todos los datos del sistema y acelerar todas las transacciones vinculadas al proceso de selección de residuos en tiempo real.

Posibilitará también la implementación ágil de sistemas d auditoria inteligentes a partir de los registros generados por todos los involucrados en la cadena, lo que permitirá evidenciar que tanto corporaciones como gobiernos cumples sus compromisos medioambientales en cuanto a la gestión de residuos, generando así sistemas de control medioambiental. Gracias a esta tecnología, se podrá disponer de una fuente única de información veraz y un registro inalterable. Además, al no existir un sistema central, la plataforma carece de costes globales de desarrollo y de mantenimiento de la infraestructura, que son repartidos entre los distintos participantes.

Por último, CircularChain facilitará el registro de información inmodificable sobre la trazabilidad (identificador de retirada, planta, tipo de material, o posible disconformidad, entre otros) y de evidencias documentales que aseguran la existencia de un documento en un momento determinado y permiten probar si se producen modificaciones posteriores.





OPORTUNIDADES Y DESAFÍOS

La inclusión de la tecnología en la industria 4.0 trae innumerables beneficios para las empresas, como el aumento de la productividad al reducir el tiempo de fabricación, la calidad al monitorizar toda la cadena de valor, o la flexibilidad al disponer de robots y máquinas que pueden ejecutar todos los pasos de fabricación para un gran número de productos. Además, el control de impactos ambientales en la industria mediante sistemas digitales supone un menor daño en el medio ambiente y una mayor seguridad. Se optimiza el uso de recursos por medio de la eficiencia y el conocimiento del proceso y se reacciona más rápidamente a cualquier incidente ambiental gracias a la monitorización continua.

De igual manera, **la creación de nuevos modelos de negocio y desarrollo de nuevos productos o servicios** y la digitalización de todos los sectores industriales supone una gran oportunidad de negocio para empresas tecnológicas. **Apps para manejo de maquinaria y líneas de producción, diseño y fabricación de drones y robots, red de sensores con plataforma IoT, sistemas de**

realidad virtual o implantación de software para la gestión de procesos son algunos ejemplos de actividades que tienen una gran aplicación en el medio ambiente.

En cuanto a los **desafíos** que presenta la industria 4.0, destaca la **ciberseguridad** o el riesgo de seguridad en las tecnologías de la información. La integración online puede generar una brecha de seguridad y fugas de datos, así como el robo cibernético. En el momento actual, gran parte de la industria no está adecuadamente preparada para realizar esta hiperconectividad sin aumentar considerablemente su exposición a ciberataques. Sin embargo, la demanda del negocio, la presión de la competencia, los nuevos modelos de negocio y el propio cambio tecnológico de los clientes, urge a que esta digitalización asociada a la Industria 4.0 avance rápidamente.

Por último, las empresas más convencionales deberán hacer un **esfuerzo económico** considerable para adaptarse a estos nuevos modelos de negocio y no quedarse atrás en cuanto a competencia se refiere.



OPORTUNIDADES

GRANDES INDUSTRIAS

Aumento de la productividad.
Diferenciación de otras empresas del sector.
Reducción de tiempo de fabricación.
Minimización de pérdidas.
Aumento de la calidad.
Mayor seguridad.
Actuación precoz ante riesgos.
Reducción de impacto ambiental (emisiones, vertidos, residuos).

EMPRESAS MINERAS

Mejor control de las explosiones.
Reducción de las emisiones.
Aumento de la seguridad en la mina.

EMPRESAS CONSTRUCTORAS:

Mayor seguridad en las obras.
Control de emisiones de partículas en demoliciones.

EMPRESAS TECNOLÓGICAS:

Venta de equipos tecnológicos (drones, robots, sensores).
Servitización: Implementación de aplicación web y tratamiento y explotación de datos.

EMPRESAS CONSULTORAS

Trabajar conjuntamente con la industria y las empresas tecnológicas ofreciendo la tecnología, dando apoyo en la vigilancia y explotación de los datos.

GESTORES DE AGUA:

Mayor eficiencia en la demanda de agua.
Reducción de las pérdidas. Ahorro del recurso.

ADMINISTRACIONES PÚBLICAS:

Posibilidad de explotación de los datos recogidos en las industrias para llevar a cabo proyectos sostenibles.

DESAFÍOS

Conectividad
Ciberseguridad
Interoperabilidad
Gran inversión inicial.



A close-up photograph of green grass blades, with a bright sun flare in the upper right corner. The text is overlaid on the lower half of the image.

MONITORIZACIÓN Y GESTIÓN DE LA BIODIVERSIDAD Y ESPACIOS NATURALES

MARCO REGULATORIO

ESTRATEGIA BIODIVERSIDAD EUROPA 2030

La nueva Estrategia sobre Biodiversidad para el 2030, presentada por la Comisión Europea el 20 de mayo de 2020, es un plan completo, sistemático, ambicioso y de largo plazo para **proteger la naturaleza y revertir la degradación de los ecosistemas**. Es un pilar fundamental del Pacto Verde Europeo y del liderazgo de la UE en la acción internacional por lo bienes públicos mundiales y los objetivos de desarrollo sostenible. Entre sus objetivos destacan el impulso en la protección y recuperación de los bosques, el compromiso de recuperar los suelos degradados, reforzar la protección de los ecosistemas marinos, la aplicación y el control del cumplimiento del marco jurídico de la UE sobre el agua y la naturaleza, la eliminación de la contaminación para el agua aire y suelo, y el compromiso de limitar de manera significativa la introducción de especies exóticas invasoras.



PLAN DE ACTUACIONES DE PREVENCIÓN Y LUCHA CONTRA LOS INCENDIOS FORESTALES

El 6 de julio de 2018 se aprobó en el Consejo de Ministros el *Plan de Actuaciones de Prevención y Lucha Contra los Incendios Forestales* en el que se incluyó la **incorporación de aeronaves no tripuladas a los medios aéreos empleados en incendios**. Ubicados en las distintas bases de puntos estratégicos de la Península y las islas, **estos drones realizan acciones nocturnas, como**

la vigilancia y el seguimiento de los incendios. Acompañados por otros medios aéreos, los drones son controlados por personal especializado que compone las Brigadas de Refuerzo contra Incendios Forestales (BRIF).



DESTINOS TURÍSTICOS INTELIGENTES

El proyecto *Destinos Turísticos Inteligentes* impulsado por la Secretaría de Estado de Turismo tiene como objeto ser la locomotora para el impulso y fomento de la **transformación digital de los destinos y zonas turísticas de España**. Esta iniciativa, surgida del Plan Nacional e Integral de turismo 2012-2015, pretende impulsar un desarrollo sostenible del turismo y asegurar la satisfacción de los turistas y mejorar las condiciones de vida de la población.

Por otro lado, el Gobierno ha impulsado en 2020 la digitalización del turismo con el proyecto Turismo Inteligente. El proyecto ha sido presentado en el congreso *Digital Tourist 2020*, donde se ha recalcado la importancia de **incorporar las nuevas tecnologías con la colaboración público-privada para la recuperación del sector**. Una de las prioridades es garantizar la seguridad del destino y del turista, un turista cada más conectado y multicanal.

Con el título **“Recuperación y Transformación de los Destinos Turísticos Inteligentes”**, el Digital Tourist 2020 ha abordado cuestiones como la aplicación de los fondos de reconstrucción a **la digitalización en la Industria Turística y los Destinos Inteligentes**, herramientas de Big Data, la aplicación de la tecnología e Inteligencia Artificial en la gestión del flujo de turistas, etc. Igualmente, se ha hablado sobre el prisma de los Objetivos de Desarrollo Sostenible y el Green Deal de la Unión Europea en su influencia en la industria.

REGLAMENTO N.º 1143/2014

El *Reglamento (EU) N.º 1143/2014 del Parlamento Europeo y del Consejo de 22 de octubre de 2014 sobre la **prevención y la gestión de la introducción y propagación de especies exóticas invasoras*** establece las normas para evitar, reducir al máximo y mitigar los efectos adversos sobre la biodiversidad de la introducción y propagación en la Unión, tanto de forma intencionada como no intencionada, de especies exóticas invasoras.

USO DE DRONES EN ESPACIOS PROTEGIDOS

Aunque desde la aprobación del Real Decreto 1036/2017, de 15 de diciembre se permite el vuelo de drones en más lugares como espacios agrícolas, industriales o al aire libre, todavía existen limitaciones. Concretamente, **el uso de aeronaves dirigidas está restringido en zonas sensibles, que son aquellas áreas en las que existe un alto riesgo de daño para**

la fauna. Están determinadas por las zonas en las que habitan grandes aves o que sirven de corredor migratorio. **También quedan restringidas zonas protegidas como parques nacionales o reservas naturales.**

LEY DE CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO NATURAL DE EUSKADI

A finales del 2020, El Consejo de Gobierno aprobó el proyecto de Ley de Conservación del Patrimonio Natural de Euskadi. Se trata de una norma que tiene por objeto la **protección, conservación, gestión, uso sostenible, restauración y mejora del patrimonio natural vasco**.

Este proyecto nace motivado por la necesidad de actualizar la legislación vasca vigente y adaptarla al desarrollo legislativo derivados e las Directrices Europeas en la materia. Se define el patrimonio natural desde un enfoque más integrador englobando el conjunto de bienes , recursos servicios de la naturaleza. Además, se contempla la **tipología de especies silvestres y espacios protegidos** que aparecen dentro y fuera de la Red Europea Natura 2000, y otros instrumentos internacionales. Se aborda el concepto de **“infraestructura verde”**, una red estratégicamente planificada de zonas naturales y seminaturales con el propósito de conectar el conjunto de espacios protegidos y evitar áreas aisladas con valor ecológico y, por último, y una de las principales novedades es la integración de políticas de **cambio climática** resaltando la estrecha relación que existe entre este y la **pérdida de biodiversidad**.



SITUACIÓN ACTUAL, APLICACIONES Y TENDENCIAS DEL SECTOR

La tecnología 4.0 tiene un gran margen de actuación para mejorar la gestión y protección de los espacios naturales más sensibles y su biodiversidad. El conocido como “**Internet of Environment**” se puede orientar al control de especies invasoras en la fauna, a la detección de actividades irregulares o ilegales (cazadores furtivos, vertidos de los ríos, abandono de residuos, etc.), a la prevención o localización temprana de incendios o inundaciones, el control de acceso a zonas especialmente sensibles, seguimiento de especies protegidas, verificación de la calidad del aire y el agua en espacios de ocio, etc.

En la actualidad, ya se emplean **drones** para la **monitorización y extinción de incendios**. Estos aparatos están equipados con cámaras de alta resolución y termográficas, mediante las que se pueden monitorizar los posibles focos de fuego, detectar puntos calientes y su proximidad a zonas de alto riesgo, o realizar seguimientos nocturnos o en condiciones de poca visibilidad.

También se están utilizando plataformas basadas en el **big data** para el **control de especies invasoras** a partir de datos recogidos de los propios ciudadanos. Esta información es validada por expertos y puede ser accesible. De esta forma, se consigue prevenir y gestionar eficientemente la introducción y propagación de estas especies exóticas, mediante un sistema de alerta. De la misma manera, existen plataformas para monitorizar incidencias y datos ambientales en tiempo real, y disponer de una base de datos espacial y normalizada que posibilite gestionar óptimamente las acciones sobre el campo.

En cuando a **especies amenazadas**, es muy interesante la **tecnología GPS** con el uso de **sensores** para mantener localizados y registrado todos sus movimientos y prever su aproximación a zonas de peligro. En zonas protegidas también se utilizan herramientas capaces de monitorizar, evaluar y adaptar las vigilancias de las patrullas de guardabosques en la medida que se detecte el desarrollo de actividades ilegales.

Por último, las **playas inteligentes** son un ejemplo de empleo de la tecnología en espacios de ocio que ya está en marcha. Permite controlar el estado de aire y del agua, así como facilitar la misión del socorrista y mejorar la accesibilidad a personas con movilidad reducida. Otro espacio de ocio podrían ser los **Parques Naturales** en los que se gestiona la cantidad de visitas diarias por medio de la tecnología y se prevén los daños ocasionados en función de la afluencia de público.



APLICACIONES

MONITORIZACIÓN DE RIESGOS

Incendios
Vertidos
Inundaciones

MONITORIZACIÓN DE ESPECIES INVASORAS

SEGUIMIENTO DE ESPECIES PROTEGIDAS

CALIDAD EN ESPACIOS DE OCIO

Playas inteligentes
Parques Naturales

MONITORIZACIÓN AMBIENTAL DEL TERRITORIO EN TIEMPO REAL

Calidad del agua: Sólidos suspendidos, DBO y DQO, amonio, nitratos y fósforo, conductividad y nivel de pH.

Calidad del aire: SO₂, NO₂, CO, PM_{2,5}, O₃, NH₃ y Pb

MEJORAS

Sistemas de alerta temprana, respuesta más eficaz ante el riesgo. Información en tiempo real.

Sistemas de alerta temprana. Información en tiempo real.

Detección de cazas furtivas y de disminución de la población de la especie.

Control de aforo, sistemas de alerta temprana en cuanto a la calidad del aire y agua

Reducción del consumo de agua, control de vertidos, gestionar la presión y el consumo, reducción de costes de mantenimiento, reparaciones, energía.

Reducción de la contaminación del aire.

TECNOLOGÍAS

Drones, big data, IoT, GIS, GPS

Sensores, IoT, big data, Cloud Computing

Sensores, IoT, big data, Cloud Computing, GIS, GPS, drones

Sensores, big data, Cloud Computing, Blockchain, IoT, GPS

Sensores, big data, Cloud Computing, Blockchain, IoT,

TENDENCIAS DEL SECTOR

CONTROL DE ESPACIOS INVASORAS



SISTEMA DE MONITORIACIÓN EN CONTINUO PARA DETECTAR LARVAS DEL MEJILLÓN CEBRA EN EL EMBALSE DEL YESA

La Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE) ha instalado en el embalse del Yesa un sistema de monitorización en continuo para la detección de larvas de mejillón cebra, una metodología que permitirá determinar con mayor precisión la presencia o no de esta especie invasora en una masa de agua calificada en 2018 para la navegación como 'tipo P' o protegido, por indicios de presencia larvaria.

El equipo filtra un volumen importante de agua, del orden de miles de litros mensuales y permite un análisis fisicoquímico de los parámetros considerados más importantes en relación con el desarrollo larvario del mejillón cebra y un posterior análisis cuantitativo y cualitativo mediante la detección de larvas al microscopio en laboratorio. Si se detectara la presencia de larvas, se realizaría una comunicación inmediata.



MONITORIZACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

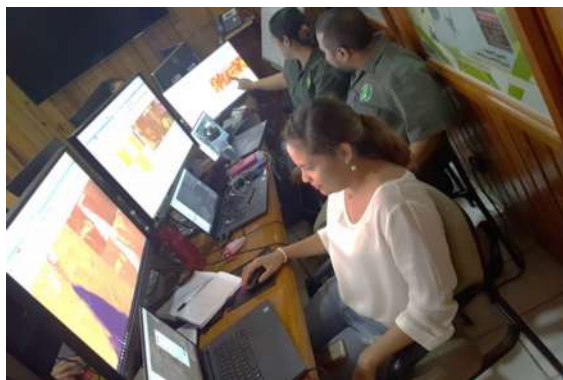


EI MONITOREO GEOESPACIAL CONTRIBUYE A CONSERVAR LA SELVA MAYA DE BELICE

La Unidad de Monitoreo Geoespacial del Departamento Forestal de Belice aplica el uso de tecnologías como parte del programa *Selva Maya* para la gestión y recopilación eficaz de la información con diferentes equipos como drones, impresoras, cámaras, unidades externas y sistemas de monitoreo geoespacial (GPS). Concretamente, se han utilizado drones para el monitoreo forestal, control de incendios, manejo de plagas y vigilancia y cámaras en sobrevuelos para recopilar imágenes de alta resolución.

Durante los últimos meses, se han llevado a cabo sobrevuelos para el monitoreo y vigilancia en áreas protegidas clave en Belice; el objetivo principal ha sido recopilar imágenes de alta resolución sobre el uso y cobertura del suelo utilizando rutas sistemáticas diseñadas específicamente para capturar áreas clave de interés.

Todas las imágenes captadas en los sobrevuelos posteriormente serán georreferenciadas (identificadas según su ubicación) y se utilizarán para evaluar los puntos críticos de atención dentro de las áreas protegidas. Con ello, el Departamento Forestal actualiza el Sistema de Información Forestal (FIS), una plataforma que se tiene previsto lanzar al final de año y permitirá que las imágenes estén a disposición de quien la solicite.



CONTROL Y SEGUIMIENTO DE ESPECIES PROTEGIDAS



AI FOR EARTH, EL PROYECTO DE MICROSOFT PARA APOYAR EL INTERNET OF ENVIRONMENT

La innovadora iniciativa *AI for Earth*, en marcha desde 2017, pone tecnología cloud y de Inteligencia Artificial (IA) de Microsoft en manos de expertos que trabajan para hacer frente a los mayores desafíos en materia medioambiental, para mejorar los ecosistemas y, en definitiva, salvar el planeta. La iniciativa de Microsoft cuenta con un fondo de 50 millones de dólares (unos 42,7 millones euros) durante cinco años, además de asesoramiento técnico y de especialistas de la compañía. Se trata de apoyar a las organizaciones que aplican la tecnología de IA a los desafíos ecológico, ayudándoles a sacar el máximo provecho de la computación en la nube de Azure.

En España y, en concreto, en Euskadi, *Microsoft AI for Earth* impulsa un proyecto en colaboración con el Gobierno Vasco llamado *AlonForest*, para conocer mejor las enfermedades de los pinares de esta comunidad autónoma.

Además, la compañía trabaja en la recopilación de datos medioambientales de todo el mundo y los procesará, gracias a tecnología de computación y machine learning en una plataforma que ha denominado *Platenary Computer*. Esta plataforma proporcionará información, datos por satélite y algoritmos de predicción que permitirán adoptar decisiones sobre, entre otras cosas, el cambio climático



MONITORIZANDO EL SONIDO DE LOS ELEFANTES

Entre algunos de los proyectos en los que trabaja *AI for Earth* se encuentra *Elephant Listening Project*. A través de avanzados algoritmos de IA se recopilan datos del entorno acústico de los elefantes. Gracias a ello los investigadores pueden diferenciar los producidos por estos mamíferos del resto de sonidos y registrarlos de manera individual, algo que desde el aire resultaba imposible. Este proyecto permite conocer su población, sus movimientos migratorios y trata de garantizar su seguridad.



SNOW LEOPARD TRUST PARA LA PROTECCIÓN DEL LEOPARDO DE LAS NIEVES

El *AI for Earth* también trabaja en la protección de los leopardos de las nieves con el proyecto *Snow Leopard Trust*. Estos felinos que habitan en Así Central y del Sur son tan evasivos que su localización solo es posible con cámaras equipadas con sensores de calor y movimiento. Las imágenes registran cualquier cosa que pase por delante de ellas lo que convierte la tarea de clasificarlas en larga y aburrida. Ahora, gracias a la IA para analizarlas y clasificarlas, se logra en diez minutos algo que acarrecaba más de una semana de trabajo.





MONITORIZACIÓN DE ESPECIES SEGÚN PATRONES ÚNICOS

Wild Me, empresa tecnológica de conservación sin ánimo de lucro con sede en Portland, ha desarrollado una plataforma llamada *Wildbook* basada en la nube. Con esta plataforma se consigue identificar de manera automática animales según los patrones únicos de su pelaje y otros rasgos como sus aletas o contorno de las orejas.

El fin es ayudar a los investigadores a manejar datos a mayor escala y que se pueden usar para crear modelos demográficos, identificar puntos críticos o evaluar la recuperación de especies en áreas protegidas. En su alianza con Microsoft aprovecha la potencia de procesamiento de Azure para recopilar por sí mismo, y de forma proactiva, información científica en lugar de

esperar a que envíen los datos.

Gracias a ello se consiguen hacer evaluaciones demográficas en tan solo un fin de semana, algo hasta ahora impensable para muchas organizaciones conservacionistas. Una de sus muchas aplicaciones ha sido el censo de jirafas reticuladas que en los últimos treinta años han descendido un 40 % en toda África, con apenas hoy 100.000 ejemplares. Los datos de *GiraffeSpotter* son de acceso público para que cualquier persona pueda subir las fotos de estos animales y su ubicación. Otra de sus grandes apuestas es su colaboración en la investigación de migraciones de cebras, que permite conocer el tamaño de las poblaciones, las interacciones de las especies y los patrones de movimiento.



EL GPS SALVA ANMALES

En 2018, el Fondo Mundial para la Naturaleza y el Gobierno de Tanzania colocaron collares con GPS en los elefantes con el fin de proteger a la población de los cazadores furtivos. Este proyecto, que duró un año, permitió rastrear el movimiento de los animales en tiempo real a través del envío de datos vía satélite, y así fue posible identificar y actuar en contra de las amenazas. Además, evitaron que los elefantes se aproximasen a asentamientos humanos.

Otro caso de uso del GPS es el de la foca monje, cuya población oscila entre los 300 y 400 individuos. A estos animales se les coloca un collar para mantener su localización y un pequeño aparato que registra cada vez que las focas se sumergen para alimentarse.





INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA PINGÜINOS

La colonia más grande de pingüinos emperador es vulnerable al cambio climático y podría desaparecer para el año 2100, según un estudio elaborado por British Antarctic Survey. Con el fin de estudiar a las poblaciones de estos animales, los investigadores necesitan realizar un conteo preciso.

La compañía Gramener hizo posible que los investigadores usaran la visión por computadora para contar a los pingüinos. La firma usó datos de imágenes de las colonias del *Proyecto Penguin Watch* y con ayuda del programa de *Microsoft AI for Earth* y procesadores de Intel entrenaron el modelo de aprendizaje para realizar el conteo.

El modelo utiliza el conteo basándose en la densidad para estimar el número de pingüinos en agrupaciones de diferentes tamaños a partir de las imágenes. Esto permite que los investigadores superen los desafíos de contar manualmente a los animales con cámaras trampa, lo cual puede ser complicado debido a la perspectiva, ya que los pingüinos están demasiado juntos.



5 TECNOLOGÍAS PARA LA CONSERVACIÓN Y DEFENSA AMBIENTAL EN AMÉRICA LATINA

Entre 1990 y 2015 América Latina perdió más de 96 millones de hectáreas de bosque y la población de animales vertebrados se redujo en un 89 % entre 1970 y 2014. Ante este panorama de pérdida de biodiversidad tan alarmante, Latinoamérica se ha lanzado a la búsqueda de soluciones usando herramientas tecnológicas, innovadoras, creativas y de bajo costo. Estos son algunos ejemplos:

—**Bioacústica para monitorear áreas protegidas:** Audimoth es un equipo de registro bioacústico fácil de usar y de costos accesibles. Detecta sonidos y los analiza a través de algoritmos en programas de computación diseñados especialmente para determinar especies que están presentes en un área.

—**Mapas satélites contra la deforestación por minería:** Los mapas satélites están permitiendo hacer monitoreo de deforestación en zonas de alto riesgo.

—**Datos geoespaciales contra el cambio climático:** Se trata de una aplicación para teléfono móvil que utiliza los datos geoespaciales disponibles de manera abierta, para que la gente pueda conocer las zonas que pueden inundarse, las rutas de evacuación, rutas de encuentro e incluso localizar personas que suban su ubicación a la aplicación.

—**Aplicación contra el mal manejo de residuos:** para que los ciudadanos puedan entregar sus residuos reciclables directamente a los gestores locales.

—**Drones contra las especies invasoras:** Dron que captura fotos de manera constante a cierta altura, para realizar monitoreo de caminos de cazadores furtivos. El dron muestra cambios de color y se puede detectar también vegetación y especies invasoras.



TECNOLOGÍA PARA SALVAR ANIMALES EN PELIGRO DE EXTINCIÓN

Los responsables de la Fundación para la Conservación de la Biodiversidad y su Hábitat (CBD Hábitat) prueban los collares de radiofrecuencia en las focas que habitan en el Zoo de Madrid, lo que les permite saber si funcionan o no correctamente dichos aparatos y cómo debe ser su colocación antes de emplearlos en Cabo Blanco, Mauritania, donde han conseguido aumentar la población de la foca monje de cien a trescientos animales en menos de 20 años. Estas pulseras, que se colocan en los tobillos, se complementan con unas cámaras de alta definición instaladas en las cuevas de cría y que permiten detectar los nacimientos e identificar a la colonia

Por otro lado, en 2015, se ponía en marcha la liberación de un grupo de 24 gacelas *mohor* en el Sáhara Occidental. Diez de ellas estaban equipadas con collares GPS controlados por satélite para localizar al grupo ante cualquier amenaza que pusiera en peligro sus vidas. Zoo Aquarium participó con CBD-Hábitat en este proyecto en su fase previa de manejo y colocación de los collares, que se realizó en el grupo de gacelas *dama* que se encuentran en las instalaciones madrileñas.

En el proyecto LIFE "Recuperación de la distribución histórica de Lince ibérico en España y Portugal" (Iberlince) se emplean collares de localización y cámaras de fototrampeo que permiten saber por dónde se mueven los lince y protegerlos. Desde 2002, la población de lince ibérico ha pasado de estar en peligro crítico, con 90 lince, a en peligro, con 590 en toda la península.



MONITORIZACIÓN DE ESPECIES INVASORAS



EEIKO, UNA APLICACIÓN MULTIPLATAFORMA PARA EL CONTROL DE ESPECIES DE FLORA EXÓTICA INVASORAS (EEI)

EEIKO es una aplicación multifactorial que incorpora un acceso para la ciudadanía y da respuesta a la normativa europea sobre la prevención y la gestión de la introducción y propagación de especies exóticas invasoras. Pone a disposición de los gestores un sistema de alerta y de gestión de información de actuaciones y seguimiento de control de invasoras, accesible a través del área del gestor que permite:

Llevar a cabo seguimiento de las zonas donde se encuentran las EEI de cara a valorar la urgencia en la actuación y el desarrollo de medidas.

—Evolución y grado de amenaza de las EEI o potenciales invasores.

—Gestionar las actuaciones, mediante un sistema estandarizado de base de datos que permite hacer consultas, sacar rendimiento y llevar a cabo un seguimiento de cada actuación (cartográfico y técnico). Dichas consultas son exportables a Excel para la elaboración de informes de actividad, informar a la ciudadanía, etc.

—Almacenar de una manera estandarizada la información de las medidas de control aplicadas por diferentes organismos.

—Poder valorar de una manera sencilla la eficacia de los tratamientos tanto desde el punto de vista económico como naturalístico.

—Desarrollar material didáctico para las agendas escolares y educación ambiental.

CONTROL DE RIESGOS, VERTIDOS E INUNDACIONES



DRONES, ROBOTS Y BIG DATA: TECNOLOGÍA PUNTA CONTRA LOS INCENDIOS FORESTALES

Las nuevas tecnologías se han convertido en un aliado indispensable en la lucha contra las llamas y los proyectos e ideas innovadoras se multiplican.

Es el caso, por ejemplo, de Wastmote, una plataforma de sensores inalámbricos desarrollado por la empresa aragonesa Libelium. Un dispositivo electrónico detecta el riesgo de incendio mediante la combinación de varios parámetros de medición, como la temperatura, humedad, presión ambiental y radiación solar, y transmite la información a través de Internet. Estos sensores se han instalado este año en distintos puntos del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido, en el Pirineo aragonés.

Otro ejemplo es Wildfire Analyst, un software que proporciona análisis en tiempo real del comportamiento de incendios forestales. El programa simula en pocos segundos la propagación de estos siniestros y permite la toma de decisiones con rapidez y precisión. El sistema se integra con la detección por satélite cada cinco minutos y la lectura de datos en tiempo real de 80.000 estaciones meteorológicas. Además, hace un seguimiento de la vegetación y severidad del fuego en colaboración con la NASA y Google. A su vez, integra imágenes de drones y emplea la supercomputación.

La empresa Tecnosylva es responsable de la multiplataforma fiResponse que permite seguir y gestionar incidentes relacionados con los fuegos. Distintas organizaciones y usuarios puedan utilizar esta herramienta de forma sincronizada y compartir la información mientras sucede el siniestro. Ocho Estados de EE. UU. ya emplean este dispositivo, al igual que varias comunidades autónomas de España



CONTROL AMBIENTAL DEL TERRITORIO



DRONES, SENSORES Y BLOCKCHAIN EN EL CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA EN EL RÍO VOLGA (RUSIA)

Airalab Rus, Smart IoT Distributions (distribuidor de Libelium en Rusia) y la Universidad Estatal de Tolyatti han desarrollado el proyecto "Drone on the Volga" para medir la contaminación del agua en el embalse de Kuybyshev, el embalse de agua más grande de Eurasia, ubicado en el río Volga (en Óblast de Samara). En este proyecto se juntan la robótica moderna como es el dron, que trabaja con energía solar con el blockchain para la veracidad de los datos, y el internet de las cosas. Concretamente en el embalse se mide la temperatura del agua, el pH, el oxígeno disuelto, la conductividad del agua, los iones NH_4^+ y NO_3^+ .



CONTROL DE ESPACIOS DE OCIO



TECNOLOGÍA PARA PROTEGER LA BIODIVERSIDAD E IMPULSAR EL ECOTURISMO

SATEC propone el desarrollo de una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE), junto con la monitorización de entornos en peligro y un portal de *birdwatching*, para promover el ecoturismo y proteger el tesoro natural de Angola: la divulgación tanto a la población como a la comunidad científica; el apoyo a las autoridades en la toma de decisiones con la correcta gestión de la información; y la promoción de un turismo selectivo y sostenible que genere los ingresos necesarios para seguir cuidando ese recurso.

Una de las líneas de trabajo es la integración de tecnologías de datos espaciales, internet de las cosas e inteligencia de localización (sistemas de predicción basados en grandes volúmenes de datos heterogéneos, algunos de ellos geolocalizados), con el objetivo de proporcionar sistemas de información para diversos ámbitos que descubran modelos de los entornos, permitan predecir eventos futuros y posibiliten la toma de decisiones y la planificación de actividades en sectores como el turismo responsable o la agricultura.



BOYAS INTELIGENTES PARA CONOCER EL ESTADO DE LAS PLAYAS EN TIEMPO REAL

La startup española Sea Water Analytics ha ideado un sistema de boyas inteligentes que, colocadas de forma dispersa en el mar, recogen datos que se traducen en información útil mediante una app, que puede ser consultada por vecinos, turistas y autoridades. Se capturan parámetros fisicoquímicos del mar, y gracias a la tecnología IoT, los datos se envían al cloud. Esto se complementa con información sobre el oleaje, vientos y mareas, entre otras cosas, que se proporciona al usuario a través de una aplicación. Asimismo, esta herramienta permite al usuario comunicar cualquier tipo de incidencia relacionada con la playa, como averías, interrupción de servicios o hurtos.



SIMULADOR EN GRAN CANARIA PARA PREDECIR LA EVALUACIÓN DE INCENDIOS

El Cabildo De Gran Canaria ha adjudicado por 510.000 euros la instalación del Sistema Táctico Operativo (siTO), como segunda fase del *Proyecto Alertagrán de Gran Canaria isla inteligente* para mejorar la gestión de las emisiones.

siTO es una red informática que incorpora un simulador de incendios forestales inédito en España para proyectarlos en el banco de area y predecir su evolución, lo que permitirá adelantar la toma de decisiones con datos precisos.

Será instalado en el plazo de un año y procesará los datos de los incendios y los cruzará con el sistema de información geográfica y parámetros meteorológicos para calcular velocidades, direcciones y perímetros más probables en varios momentos. Esto será de gran ayuda para mover equipos y definir estrategias que se también se proyectarán como un mapa táctico en la mesa de simulaciones, donde también estará el emplazamiento de los efectivos, carreteras, pistas de tierra, hidrantes y depósitos de agua.



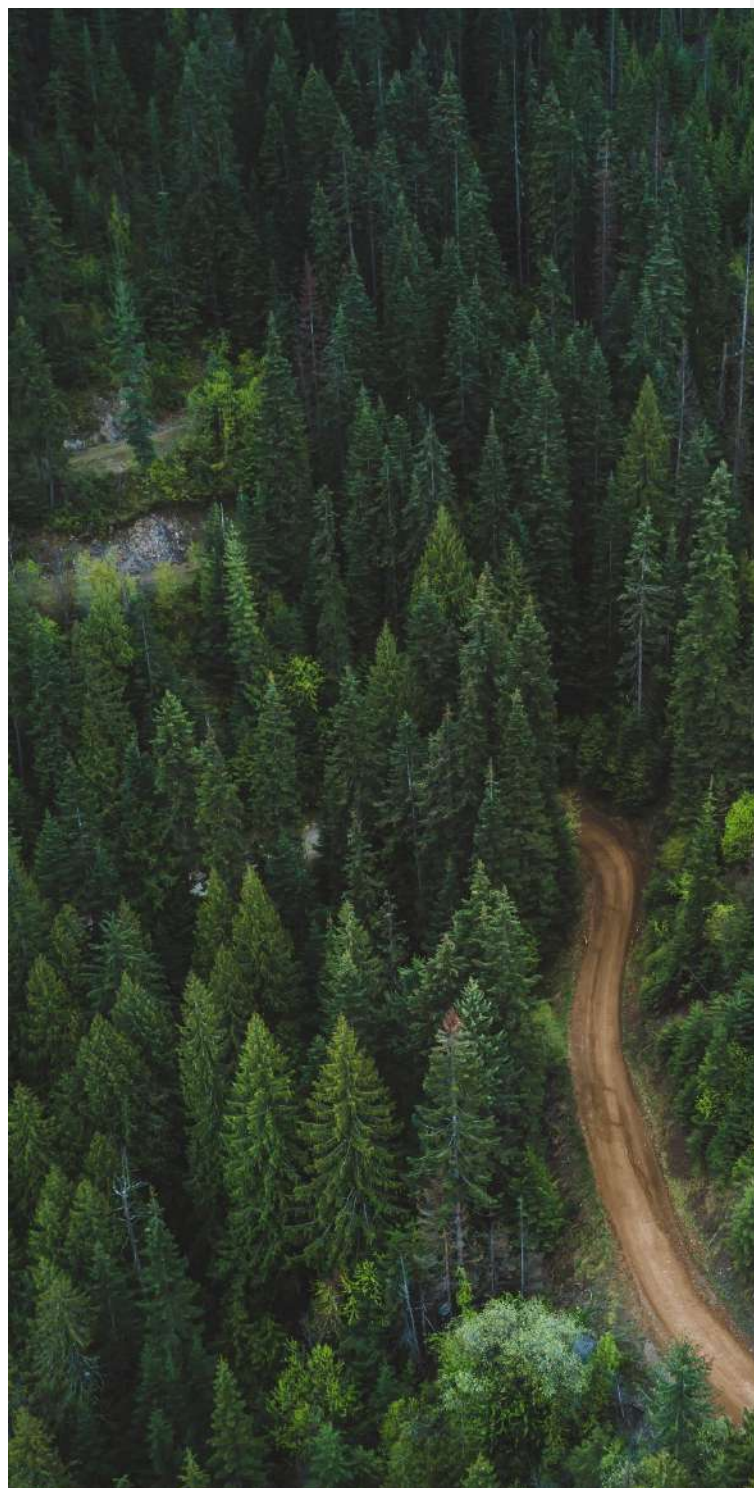


OPORTUNIDADES Y DESAFÍOS

La transformación digital de espacios naturales supone una oportunidad para la generación de nuevos modelos de negocio involucrando a varios actores del sector. Estos son: las **administraciones públicas** encargadas del mantenimiento y gestión de espacios naturales, **entidades sin ánimo de lucro** como las ONGs que velan por el cuidado y permanencia de las especies protegidas, las **empresas digitales** dedicadas a la instalación de dichas tecnologías, **consultorías** que apoyan en tareas de vigilancia ambiental o incluso las **operadoras de agua**.

En cuanto a los desafíos, destaca el esfuerzo requerido en su implementación, además del alto riesgo en lo que a **ciberseguridad** se refiere y problemas de **conectividad** en las zonas más rurales. En este caso no son empresas privadas las que normalmente requieren estos sistemas sino, que en su mayoría, son entes públicos (Ayuntamientos, Diputaciones...). Esto, hace que la decisión de usarlo esté en gran medida influenciado por las nuevas **normativas y estrategias** que se vayan impulsando desde los organismos públicos. Para impulsar la digitalización en espacios naturales una buena opción es recurrir **licitaciones** públicas por parte de las administraciones que fomenten la actividad en el sector.

*La Junta de Andalucía puso en marcha una **licitación** en octubre 2020 para el “**Asesoramiento a empresas de los espacios naturales de Andalucía para la modernización de su gestión empresarial y ambiental y el uso de las nuevas tecnologías de la información**”.*





OPORTUNIDADES

ADMINISTRACIONES PÚBLICAS

Mayor control y minimización de impactos en incendios.

Conservación de especies protegidas

Menor daño de especies invasoras

Explotación de datos para proyectos ambientales

ORGANIZACIONES NO GUBERNAMENTALES (ONGS)

Explotación de datos para conservación de especies y proyectos relacionados.

EMPRESAS TECNOLÓGICAS

Venta de equipos tecnológicos (drones, sensores)

Servitización: Implementación de aplicación web y tratamiento y explotación de datos.

EMPRESAS CONSULTORAS:

Trabajar juntamente con la administración pública y las empresas tecnológicas ofreciendo la tecnología, dando apoyo en la vigilancia y explotación de los datos.

GESTORES DE AGUA:

Mayor eficiencia en la demanda de agua. Reducción de las pérdidas. Ahorro del recurso.

DESAFÍOS

Conectividad en las zonas rurales

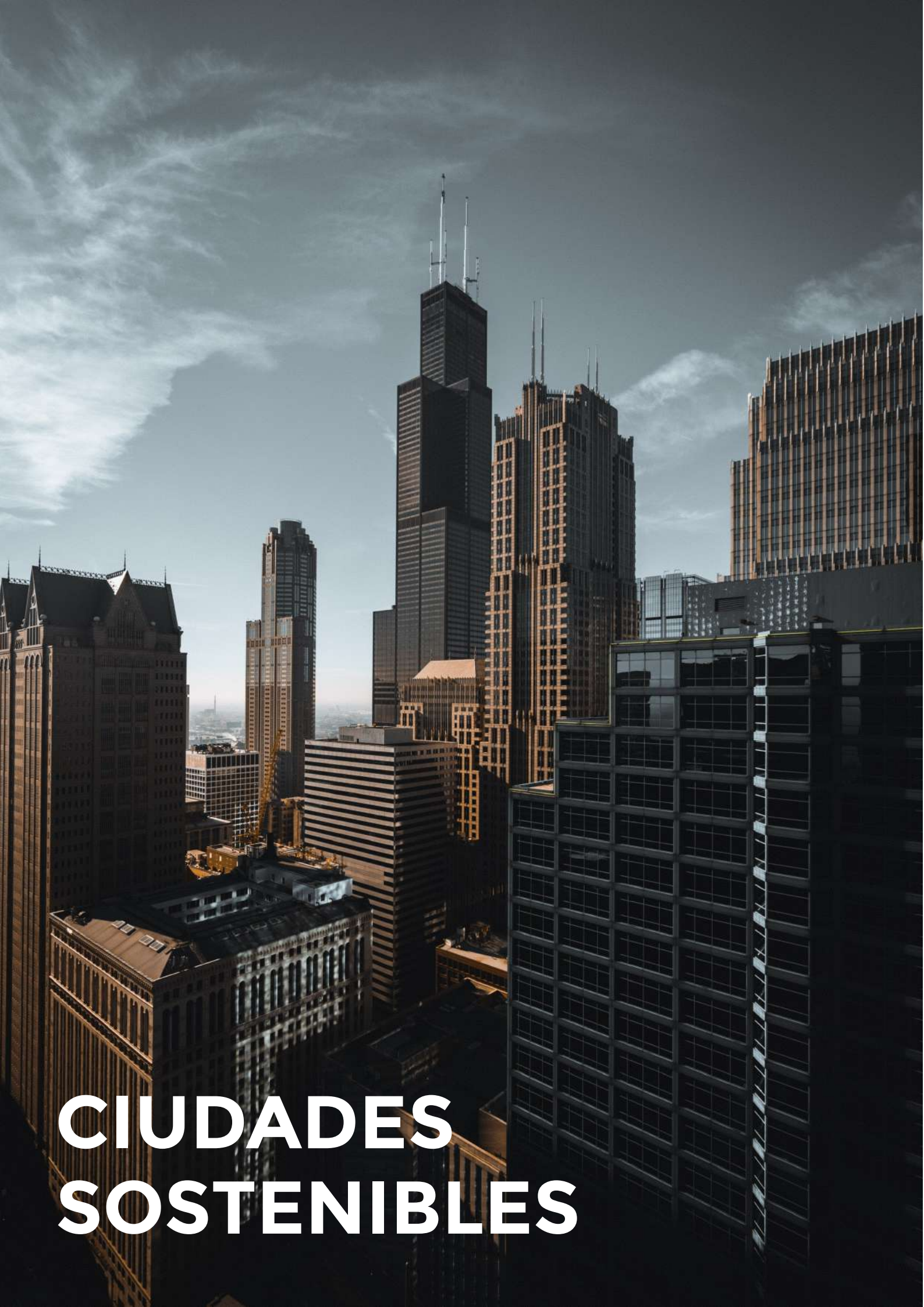
Ciberseguridad

Interoperabilidad

Gran inversión inicial

Integración en los procesos de compra y contratación públicos de las Administraciones

Digitalización muy influenciada por nuevas normativas y estrategias



CIUDADES SOSTENIBLES

MARCO REGULATORIO

LA NUEVA AGENDA URBANA

La Nueva Agenda Urbana fue adoptada en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Vivienda y Desarrollo Urbano Sostenible (Hábitat III) en Quito, Ecuador, el 20 de octubre de 2016. Fue respaldada por la Asamblea General de las Naciones Unidas en su sexagésima octava sesión. Esta agenda representa **una visión compartida para un futuro mejor y más sostenible** y sitúa a la **urbanización** como una **herramienta poderosa** para el desarrollo sostenible de los países. Esto pone aún más de relieve la conexión entre la Nueva Agenda Urbana y la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, en particular el Objetivo 11, que trata de las ciudades y comunidades sostenibles.

DECLARACIÓN “JOIN, BOOST, SUSTAIN”

Se trata de una declaración política impulsada en 2019 por la Comisión Europea, junto con otros organismos, para **incentivar las soluciones digitales en las ciudades**. Se trata de una iniciativa firmada por representantes de ciudades de la UE y apoyada por el Comité de Regiones y la Comisión Europea. El escrito hace referencia a la necesidad de llevar a cabo una «vía europea» para crear espacios más habitables a través de soluciones digitales. Pone el foco en aspectos como **la movilidad urbana inteligente, la eficiencia energética, los servicios públicos digitales, la gobernanza cívica y la vivienda sostenible**.



Join forces to boost sustainable
digital transformation in cities
and communities in the EU



“El futuro que queremos incluye ciudades de oportunidades, con acceso a servicios básicos, energía, vivienda, transporte y más facilidades para todos.”

“Todos los elementos que configuran la ciudad de hoy son importantes. Pero deberíamos darle más peso si cabe a la protección del medioambiente, del que depende nuestro futuro”.

*Se detectan **cuatro ámbitos en los que debe centrarse la gestión del medio ambiente y de los recursos energéticos:***

Gestión eficiente de los recursos. Por ejemplo, a través de sistemas inteligentes de encendido y apagado del alumbrado público.

Gestión de los residuos. Esta tarea se está convirtiendo en más eficiente gracias a medidas como la instalación de sensores de cubos que avisan de cuándo están llenos.

Gestión inteligente del agua. Los sensores y dispositivos inteligentes pueden aportar información relevante “sobre el nivel del saneamiento, presión de la red, bocas de riego, caudalímetros y lecturas de parámetros de calidad del agua”.

Control de la calidad del aire. Se puede realizar gracias a los sensores inteligentes repartidos por la ciudad.

HORIZON EUROPE: CIUDADES INTELIGENTES Y CLIMÁTICAMENTE NEUTRAS

La UE publicó en 2020 los retos propuestos por expertos independientes y que serán lanzadas como parte del próximo programa de I+D de la UE Horizon Europe, el Programa Marco de Investigación e Innovación de la Unión Europea para el periodo 2021-2027. Este programa es la **prolongación del programa Horizonte 2020** de la UE y recoge varias misiones relacionadas con el medio ambiente y la sostenibilidad que pueden suponer una buena oportunidad para los distintos proyectos enfocados a innovar y mejorar en estas áreas. Estas misiones se definen como **acciones transdisciplinares con un plazo determinado** destinados a alcanzar una meta ambiciosa pero cuantificable con un gran impacto en el conjunto de la sociedad. De estas cinco misiones, **cuatro** tienen que ver directamente con el cuidado del **medio ambiente y la sostenibilidad**. Entre los compromisos destaca la intención de **apoyar**, promover y mostrar **100 ciudades** europeas en su **transformación sistemática hacia la neutralidad climática para 2030** y convertir estas ciudades en centro de experimentación e innovación.

PLAN NACIONAL DE TERRITORIOS INTELIGENTES

Este Plan, presentando en 2017, parte de las experiencias y resultados derivados de la implantación del Plan Nacional de Ciudades Inteligentes (2015-2017), que estableció una estrategia centrada en tres ámbitos: **normalización, apoyo a la industria y gobernanza**.

El nuevo Plan Nacional de Territorios Inteligentes se ha orientado hacia tres campos de acción: **“Acciones territoriales”, “Acciones de soporte” y “Acciones complementarias”**.

Las áreas de intervención de este nuevo plan son: turismo inteligente, objetos internos de ciudad, 5G, territorios rurales inteligentes y servicios públicos 4.0 en plataformas de ciudad y mundo rural, movilidad e IoT aplicada a la prestación de servicios (privacidad y seguridad).



NORMAS ISO PARA CIUDADES Y COMUNIDADES SOSTENIBLES: INDICADORES PARA CIUDADES INTELIGENTES

La norma **ISO 37120:2015 Desarrollo sostenible en las ciudades. Indicadores para los servicios urbanos y la calidad de vida** (ISO 37120 - Sustainable development of communities – Indicators for city services and quality of life) está considerada como el estándar de referencia a nivel internacional entre las metodologías de evaluación de ciudades. En España, se convirtió en norma UNE-ISO37120 el 15 de mayo de 2015. Las ciudades pueden obtener diferentes niveles de certificación basándose en el número de indicadores reportados y verificados de acuerdo con esta norma, a través del WCCD y el Global Cities Registry.

Este conjunto de indicadores proporciona un enfoque holístico e integrador de lo que se debe medir y de cómo se debe realizar esa medición. Están diseñados para ser estándares globales capaces de medir los servicios y la calidad de vida urbanos. Se han desarrollado 100 indicadores en total divididos en dos categorías: 46 indicadores principales y 54 indicadores de apoyo, junto con

otros 39 indicadores de perfil que proporcionan información básica de interés para la comparabilidad entre ciudades. Todos ellos se encuentran estructurados en 17 dominios.

A esta norma se le sumaron en 2019 las normas **ISO 37112:2019 e ISO 37113:2019** que de igual manera especifican y establecen definiciones para un conjunto de indicadores.

NORMAS TÉCNICAS UNE

En 2015 AENOR publicó **15 normas UNE para ayudar al desarrollo de las ciudades inteligentes** en España, promovidas por la Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y por la Sociedad de la Información (SETSI) del Ministerio de Industria, Energía y Turismo a través del Comité CTN 178 Ciudades inteligentes. Constituido en diciembre de 2012, el comité está estructurado en cinco subcomités (Infraestructuras; Indicadores y Semántica; Gobierno y Movilidad; Energía y Medio ambiente; Destinos turísticos inteligentes) y en sus 25 grupos de trabajo participan más de 250 entidades vocales.



SITUACIÓN ACTUAL, APLICACIONES Y TENDENCIAS DEL SECTOR

Hoy en día, son multitud las ciudades que de alguna u otra manera han implementado algún tipo de tecnología, lo que hace difícil poder cuantificar de manera exacta la cantidad de *Smart Cities* en la actualidad. En este sentido, en 2020, y por séptimo año consecutivo, el **IESE Business School, University of Navarra** ha presentado el “**Índice IESE Cities in Motion (ICIM)**” con el que puntúa y clasifica un total de 174 ciudades en función de más de 100 indicadores. Estos indicadores se relacionan con aspectos como la gobernanza, economía, movilidad y transporte, cohesión social, capital humano, proyección internacional, tecnología, planificación urbana y medio ambiente. Destaca además este año la influencia del COVID-19 que también se ha reflejado en la ponderación que se les ha otorgado a algunos indicadores en relación con la salud o a la cohesión social. [

A continuación, se detallan las ciudades más inteligentes en el año 2020 según esta clasificación:

LONDRES

En 2020 considerada la ciudad más inteligente del planeta. Posee unos sensores de peso en las calles para indicar dónde hay un aparcamiento disponible. También posee una gran base de datos llamada *London Datastore* a disposición de cualquier persona, en la que se puede consultar información relacionada con el transporte, empleo y economía, medio ambiente, alojamiento, salud, seguridad comunitaria...

● **Residuos sólidos:** Cantidad promedio de residuos municipales generados anualmente por persona (kg/año).

● **Clima futuro:** Porcentaje de aumento de la temperatura en verano en la ciudad previsto para el año 2100, si la contaminación de carbono sigue aumentando.

● **Emisiones de CO₂:** Emisiones de dióxido de carbono que provienen de la quema de combustibles fósiles y de la fabricación del cemento. Medido en kilotoneladas (kt)

● **Índice de desempeño medioambiental** (de 1 (malo) a 100 (bueno))

● **Fuente de agua renovables** totales per cápita.

● **Cobertura 3G.** Porcentaje de la población que tiene al menos 3G Velocidad de Internet. Velocidad media en Mbps

● **Índice de innovación.**

● **Internet banking.** Porcentaje de población que hace uso de internet en banking



NUEVA YORK

Ciudad epicentro de la economía mundial, que se enfoca en la movilidad a través de la creación de APPs de gestión de incidencias en carretera. Lo domótica en hoteles, escuelas y edificios oficiales es otro de los ejemplos de *Smart city* que recoge la ciudad. Además, el Departamento de Protección Ambiental de la ciudad dispone de medidores para obtener los consumos de agua.

PARÍS

Ha impulsado una infraestructura IoT, a través de la cual busca optimizar el tráfico y los flujos de personas. Además, se ha planeado una reestructuración completa del sistema de transporte a través del Grand Paris Express, que incluirá entre las iniciativas un metro 100 % automatizado gracias al *Big Data*. Además, la Ciudad de la Luz tiene un ambicioso programa para ser la *Smart City* de referencia en el mundo en 2050, basado en la construcción de una ciudad verde, ecológica, sostenible y conectada a Internet.

TOKIO

Se ha ganado el puesto entre las ciudades más inteligentes gracias a su continuo enfoque en la creación de energía sostenible, sobre todo en el alumbrado público. Destaca también su despliegue de tecnología NFC (*Near Field Communication*) tanto en el transporte público como en el metro, o en superficies comerciales para realizar el pago de productos o servicios con el teléfono móvil. Su objetivo para el 2050 es reducir la emisión de gases contaminantes, para lo cual tiene creado un consejo específico.



REYKJAVIK

Destacan las **propuestas en energía** en un país con un enorme potencial para utilizar energías renovables, como la geotérmica. De hecho, a través de iniciativas sostenibles, el país entero ha logrado que el 70 % de su consumo de energía provenga de energías renovables, una cifra mucho más alta que el resto del mundo. También aparecen iniciativas de **participación ciudadana digital**, como Better Reykjavík, un foro de consultas online en el que los ciudadanos presentan sus ideas para la mejora de servicios en la capital.

SINGAPUR

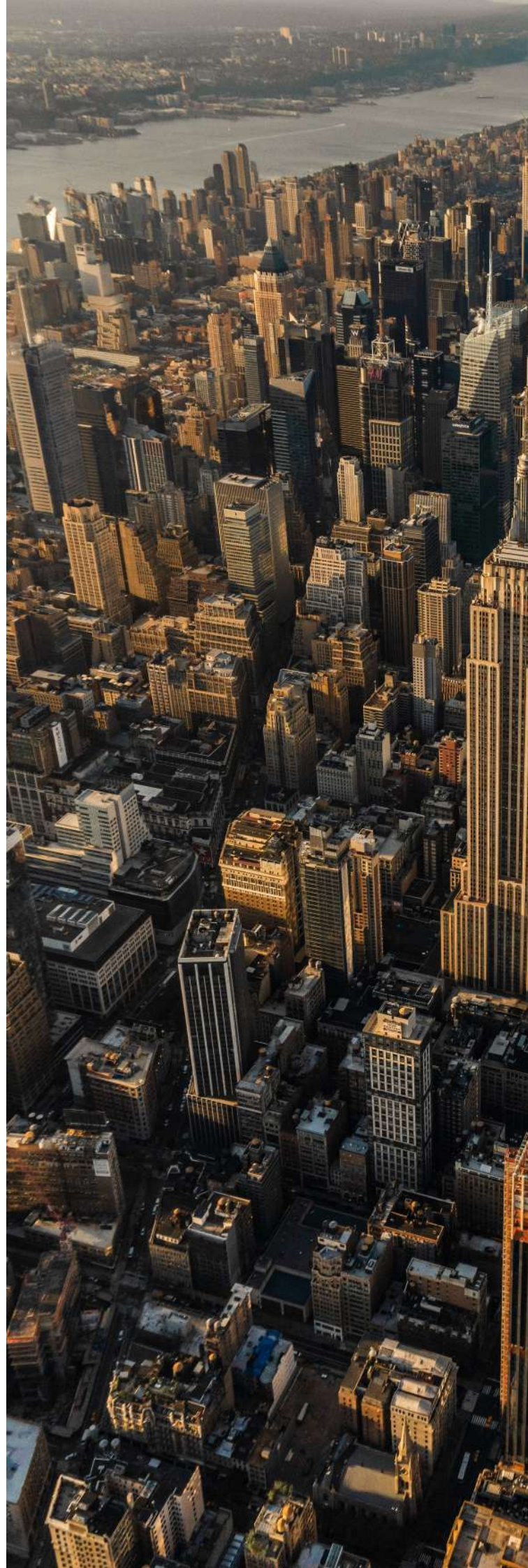
La ciudad tiene desplegada una inmensa red de sensores conectados a Internet que recopila datos en tiempo real del funcionamiento de la ciudad. El objetivo es utilizar la información para llevar a cabo iniciativas que mejoren la vida de los ciudadanos. En la práctica, estos sensores permiten, por ejemplo, detectar el riesgo de inundación de los desagües, evitar atascos, ofrecer información sobre el transporte público, detectar la calidad del aire, encontrar un *parking* libre...

ÁMSTERDAM

Entre las muchas iniciativas *smart* que ha puesto en marcha esta capital europea, destaca el proyecto de *Climate Street*. Consiste en un alumbrado público que permite ajustar la iluminación en función de la situación o necesidad del lugar donde se despliegan. Las autoridades pueden adaptar la intensidad de la luz según el clima o cambiar su color. Las farolas consumen menos energía que las convencionales.

COPENHAGUE

En 2016, Copenhague anunció que se convertía en la primera ciudad a nivel mundial en integrar un sistema Big Data para gestionar información pública y privada. El objetivo principal es generar una ciudad **cero emisiones** en los próximos años, aunque este centro de datos se aplica también a la innovación empresarial y la gestión más eficiente. Entre 2015 y 2019, la ciudad generó un entorno en el capital conocido como **EnergyLab** para demostrar en el barrio de Nordhavn que la electricidad, la calefacción o el transporte sostenible pueden ser integrados en un sistema optimizado.





Por tanto, con el uso de TIC en los núcleos urbanos y, principalmente con la ayuda del IoT, se puede **mejorar la distribución de energía, optimizar la recolección de basura, disminuir la congestión del tránsito e, incluso, mejorar la calidad del aire**. Por ejemplo, los semáforos conectados pueden recibir datos de sensores y automóviles, con lo que se ajusta la cadencia de la luz y el tiempo para responder al tráfico en tiempo real.

Del mismo modo, los automóviles conectados pueden comunicarse con los parquímetros y las estaciones de carga de vehículos eléctricos y dirigir a los conductores al lugar disponible más cercano. Los contenedores de basura inteligentes, por otro lado, envían automáticamente los datos a las empresas de gestión de residuos y programan la recolección según sea necesario. En conjunto, estas tecnologías de ciudad inteligente están optimizando la infraestructura, la movilidad y los servicios públicos.

APLICACIONES

MOVILIDAD Y TRANSPORTE

Búsqueda y gestión de aparcamiento.

Control de la densidad del tráfico.

Información sobre el transporte público.

Turismo inteligente

ENERGÍA

Contadores inteligentes

Alumbrado inteligente

CONTROL DE INCIDENTES Y GESTIÓN DE RECURSOS

Control de fugas

Monitorización de contaminación en el agua.

Monitorización de contaminación atmosférica (emisiones).

Control de inundaciones.

Mantenimiento de infraestructuras predictivo.

RESIDUOS

Contenedores inteligentes.

EDIFICIOS

Monitorización de condiciones climáticas del edificio.

Refrigeración

Ventilación

MEJORAS

Disponibilidad de información en tiempo real. Mejores decisiones por parte de los conductores. Menor número de recorridos innecesario. Reducción de emisión de gases de efecto invernadero y reducción de los niveles de ruido.

Menor consumo energético. Red de distribución robusta. Información detallada sobre los patrones de energía. Cambios en el comportamiento del consumidor hacia un menor consumo.

Disponibilidad de información sobre presión, flujos o calidad en tiempo real. Menor consumo innecesario. Mayor calidad al configurar sistemas de alerta temprana ante un vertido inadecuado. Prevención de inundaciones. Disminución de averías en las instalaciones.

Acceso a información sobre el volumen de residuos en el contenedor. Optimización de rutas y recogida. Reducción de emisiones en el transporte del camión.

Menos consumo de energía.

TECNOLOGÍAS

Sensores, big data, IoT, GPS, Cloud Computing, Blockchain

Sensores, IoT, big data, Cloud Computing

Sensores, IoT, big data, Cloud Computing, drones

Sensores, big data, Cloud Computing, Blockchain, IoT, GPS

Sensores, big data, Cloud Computing, Blockchain, IoT

TENDENCIAS DEL SECTOR

MONITORIZACIÓN INTEGRAL DE CIUDADES



PROYECTO DE DIGITALIZACIÓN URBANA BASADA EN IOT EN LA CIUDAD DE CAMBRIDGE

La iniciativa *Urban Data Project*, apoyada por la organización Greater Cambridge Partnership, propone un modelo de ciudad más digitalizada e inteligente, gracias al poder de los datos que se pueden obtener con dispositivos conectados repartidos por toda la ciudad. Pretende crear una red IoT compuesta por sensores de la compañía Telensa y respaldada por los servicios cloud de Microsoft Azure, que recogerán información proveniente de infraestructuras públicas, monitorizando las condiciones climáticas, la calidad del aire, el flujo de personas, el tráfico y otras cuestiones relativas a la actividad y a los servicios públicos dentro de la ciudad.

Además, gracias a la obtención de estos datos crearán un “gemelo digital” que reflejará la situación de la ciudad en todo momento. Esto permitirá analizar a tiempo real la situación y estudiar estrategias para mejorar la gestión pública y los servicios al ciudadano.

Este proyecto trata de integrar en el futuro a numerosas entidades, comercios y empresas de la ciudad, que podrán aprovechar el poder de los datos para mejorar las condiciones de vida y los negocios dentro de la ciudad, en lo que será un desarrollo Smart City más completo, con mucha más profundidad e impacto en la vida de las personas y en los negocios.



SISTEMA MÓVIL DE SENSORES PARA RECOGER DATOS AMBIENTALES

Investigadores de la Universidad de Málaga y la Universidad de Guajira de Colombia han desarrollado un sistema móvil de sensores inalámbricos y nodo móvil para recoger datos ambientales con el poder de cubrir muchas más zonas de una ciudad frente a los nodos fijos. Sus creadores han demostrado su capacidad instalando esta tecnología en un coche eléctrico que ha recorrido las calles de la ciudad de Málaga.

El sistema hace posible la recolección de datos en tiempo real sobre diferentes parámetros ambientales, como humedad, temperatura o la presencia de determinados gases en una zona concreta. Los expertos han logrado unificar los datos de la red fija existente con los sensores móviles, lo que permite detectar fallos en los nodos estáticos.

Para facilitar la gestión de los datos, se ha desarrollado una interfaz de usuario en la que queda reflejada toda la información de una manera mucho más completa y accesible a tiempo real, ya que se actualiza cada vez que hay nuevos datos procedentes simultáneamente de la red fija y de la móvil.



GESTIÓN DE INCIDENTES



SANTANDER, UN REFERENTE INTERNACIONAL CON MÁS DE 20.000 SENSORES

La plataforma Santander Smart City permite integrar toda la información de los diferentes servicios municipales y miles de sensores desplegados por la ciudad. Estos dispositivos recogen múltiples datos: desde la calidad del aire, el ruido o la temperatura hasta qué aparcamientos están libres u ocupados en diferentes calles o cuándo es necesario regar un parque o un jardín determinado. Por ejemplo, los autobuses o las farolas cuentan con sensores en su parte superior que permiten conocer el nivel de contaminación en diferentes zonas de las ciudades. Hasta los contenedores de papel y envases tienen sensores de medición volumétrica que indican cómo de llenos están. Esta información es especialmente valiosa a la hora de planificar las rutas de recogida, que pueden variar en función de las necesidades. Como los camiones de basura también son inteligentes, es posible monitorizar su recorrido y actividad.

Por otro lado, la plataforma Smart Water permite a los ciudadanos recibir alertas por un exceso de consumo y reportar incidencias relacionadas con el servicio.

Con todo esto, desde que se comenzarán a implantar los sensores en 2013 la ciudad ha conseguido un 80 % de ahorro energético, una reducción del 35 % de los costes de mantenimiento y en cinco millones de metros cúbicos las pérdidas de agua en la ciudad.



PROYECTO SCOREWATER: CASO 1 AMERSFOORT INUNDACIONES

SCOREwater (Proyecto de Innovación H2020) en Amersfoort se centrará en mejorar la detección de inundaciones repentinas al tiempo que reduce los impactos ambientales a través de:

- Modelos de predicción y sistemas de alerta temprana para inundaciones repentinas.

- Herramienta de decisión (razonamiento basado en casos) para reducir el impacto ambiental considerando riesgos, información económica, operativa y ambiental.

El objetivo de la ciudad es aumentar la comprensión de la eficiencia de las medidas de adaptación al clima mediante el despliegue de una red de sensores, desarrollada en colaboración con los ciudadanos. Esta información se complementará con modelos digitales, que se utilizará para evaluar si la ciudad es y sigue siendo resistente al clima. Para lograrlo, el proyecto se centrará en dos áreas geográficas: la estación central de trenes por su alto riesgo de inundaciones y el barrio de Schothorst por los problemas de drenaje en épocas de fuertes lluvias





PROYECTO SCOREWATER: CASO 2 BARCELONA AGUAS RESIDUALES

SCOREwater (Proyecto de Innovación H2020) en Barcelona busca reducir los problemas de gestión de aguas residuales con la visión de mejorar la salud pública. Para ellos se implementará en el alcantarillado una red de vigilancia con sensores de IoT para predecir la obstrucción de las alcantarillas y correlacionar el comportamiento con las mediciones de la calidad del agua y las acciones posteriores para mitigar los riesgos para la salud y los eventos peligrosos. Con este sistema de busca asegurar la protección del medio ambiente mediante la reducción de los vertidos antibióticos en el medio ambiente, promover hábitos alimenticios saludables, prevenir descargar dañinas de toallitas húmedas, aceites y grasas de los hogares al sistema de alcantarillado o disminuir el coste de mantenimiento del alcantarillado.



FIWARE4WATER: BIG DATA Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN PARA MODERNIZAR LA GESTIÓN DEL AGUA

El centro tecnológico Eurecat (miembro de Tecnio) participa en el proyecto europeo de investigación e innovación Fiware4Water, que durante los próximos tres años desarrollará y ensayará soluciones tecnológicas digitales innovadoras para la gestión de los recursos hídricos, basadas en herramientas de Big Data y tecnologías de la información. Estas tecnologías se testarán en entornos reales como el sistema de abastecimiento de agua de la ciudad de Atenas; la red de distribución de agua potable de Cannes; la planta de tratamiento de aguas residuales de Ámsterdam y los contenedores inteligentes de Cranbrook, en Reino Unido.

La finalidad del proyecto es aportar soluciones innovadoras a un sector en el que el desarrollo de aplicaciones y de herramientas de Big Data y de tecnologías de la información para la gestión de los recursos se ha retrasado. El proyecto está financiado por la Comisión Europea y coordinado por la Oficina Internacional del Agua (OIEau). Eurecat se ocupa de la generación de aplicaciones y de dispositivos inteligentes habilitados por



MOVILIDAD Y TRANSPORTE



VISITAR HELSINKI MEDIANTE REALIDAD VIRTUAL. UNA NUEVA FORMA DE TURISMO INTELIGENTE SOSTENIBLE

Virtual Helsinki es una experiencia digital que permite visitar los lugares más emblemáticos de la ciudad finlandesa, donde los turistas pueden moverse libremente por un entorno 3D.

La experiencia comienza en el famoso monumento de Helsinki, la Plaza del Senado de estilo imperio y la Iglesia Blanca. El recorrido continúa hasta la casa del arquitecto Alvar Aalto, el padre del diseño nórdico. Finalmente, terminará admirando el horizonte de la ciudad y la naturaleza de la isla Lonna.

De esta manera, Helsinki aspira a transformar la ciudad tradicional en una ciudad más inteligente, eficiente y de calidad. Estas son las ventajas de la realidad virtual en el turismo:

Generar comodidad y confianza en el visitante gracias al realismo de la aplicación.

Viajar con mayor facilidad para las personas de movilidad reducida o de bajos recursos económicos

Mayor accesibilidad a la hora de conocer ciudades o localizaciones. Permite previsualizar experiencias de una forma más auténtica.



ENERGÍA



EL ALUMBRADO INTELIGENTE LLEGA A NAVARRA: ASÍ FUNCIONA LA NUEVA FAROLA SOLAR INSTALADA EN SARASA

En octubre de 2017, la empresa Ekiona Iluminación Solar procedió a la instalación de una farola solar con luminaria LED dotada del sistema inteligente Kenlok para iluminar un tramo oscuro en la localidad de Sarasa (Cendea de Iza) en Navarra. La farola estaba compuesta por un panel fotovoltaico de 150 watt pico (Wp) con una batería de 159 Amperios por hora (Ah) y luminaria LED de 35 voltios.

Opcionalmente Ekiona propuso la utilización de un sistema de telegestión que posibilita la comunicación remota de las farolas solares instaladas. Con esta aplicación online se pueden realizar, entre otros, el seguimiento de funcionamiento de las farolas, configurar los niveles de iluminación deseados, plantear mantenimientos preventivos configurar, gestionar avisos y alarmas o conocer datos relativos a la cantidad de CO₂ no emitida por parte de las farolas.

Desde la institución afirman que gracias a la utilización del sol como fuente de energía renovable y el uso de este recurso como solución para iluminación, esta instalación produce 846 Kw/año, evitando emitir a la atmósfera 3,83 Tm de CO₂, (además de otros agentes contaminantes), lo que equivaldría a un bosque de 383 árboles.



PARIS 2050, EL PROYECTO MÁS AMBICIOSO DE CIUDAD INTELIGENTE

El proyecto 2050 PARIS SMART CITY es un proyecto de investigación y desarrollo sobre la integración de edificios de gran altura con mayor potencia energética (BEPOS) en el marco del Plan Climático de París, que tiene el objetivo de reducir en un 75 % las emisiones de gases de efecto invernadero.

Con el fin de luchar contra el fenómeno del aumento de la temperatura en las ciudades, al mismo tiempo que se aumenta la densidad de la ciudad a largo plazo, este estudio presenta ocho prototipos de torres mixtas. Todas las torres propuestas tienen dos conceptos en común: integran elementos de la naturaleza e incorporan el uso de energías renovables.

Las "Mountain Towers" utilizan fuentes de energía limpia: dos grandes escudos solares con una doble función – térmica y fotovoltaica – producen electricidad y agua caliente. Los balcones ajardinados reutilizan el agua y los desechos del conjunto habitacional para riego y compostaje.

Las "Photosynthesis Towers" se conciben como un auténtico jardín vertical. Las fachadas incorporan biorreactores de algas, una nueva fuente de biomasa con un rendimiento siete veces mayor que el maíz. Las algas permiten generar energía limpia a la vez que absorben dióxido de carbono para crecer.

Por su parte, las "Antismog Towers" se erigen como estructuras de reminiscencia ciclónica que alojan turbinas eólicas en su interior y una piel de material fotovoltaico. Los jardines en altura funcionarían como un filtro de contaminación atmosférica.

El diseño de las "Bridge Towers" conecta los márgenes este y oeste del Sena con edificios gemelos de morfología orgánica que generan energía a partir de la corriente del río.

Así, la ciudad quiere crear nuevos modos de vida eco-responsables para mejorar la calidad de vida de los habitantes de la ciudad en el respeto al medio ambiente.



ENERGÍA- GESTIÓN DE INCIDENTES



EEUU PRUEBA LA TECNOLOGÍA BLOCKCHAIN

La compañía Xage Security ha recibido una subvención del Departamento de Energía de los Estados Unidos (DOE) para el desarrollo de un proyecto que mostrará la aplicación de la tecnología blockchain para la protección de aplicaciones y dispositivos desplegados dentro de las redes de servicios públicos con el fin de proteger la red eléctrica estadounidense.

En concreto, apoyará las demostraciones de aplicabilidad de la ciberseguridad protegida con cadenas de bloques a la infraestructura crítica.

Financiado a través del programa de innovación SBIR del DOE, el proyecto de Xage demostrará los beneficios de la aplicación de la tecnología blockchain dentro de un modelo de seguridad descentralizado y ayudará a descubrir las implicaciones para la innovación dentro de la red eléctrica y la infraestructura de EE.UU.



RESIDUOS



SISTEMA INTELIGENTE CON SENSORES EN LA GESTIÓN DE RESIDUOS

A comienzos de septiembre de 2019, el Ayuntamiento Lugo instaló sensores de volumen y llenado de contenedores para implementar un sistema de gestión inteligente de residuos sólidos urbanos.

Las fracciones de residuos elegidas eran envases ligeros y papel. La obtención de información sobre el estado de cada colector mejorará la recogida de residuos ya que los camiones optimizarán sus viajes sin tener que pasar por colectores medio vacíos y recogerán los llenos con más agilidad. Esto evitará impactos al medio ambiente y agilizará el tráfico al reducir el paso de camiones.

Otros beneficios serán la reducción de combustible y, con eso, las emisiones de CO₂, así como la merma de los tramos de la contaminación acústica, que se produce generalmente en horario nocturno. También permitirá un mejor despliegue y planificación de la cantidad excelente de colectores en cada uno de los puntos de recogida.



LA GESTIÓN INTELIGENTE EN LA RECOGIDA DE RESIDUOS, CLAVE EN LAS SMART CITIES

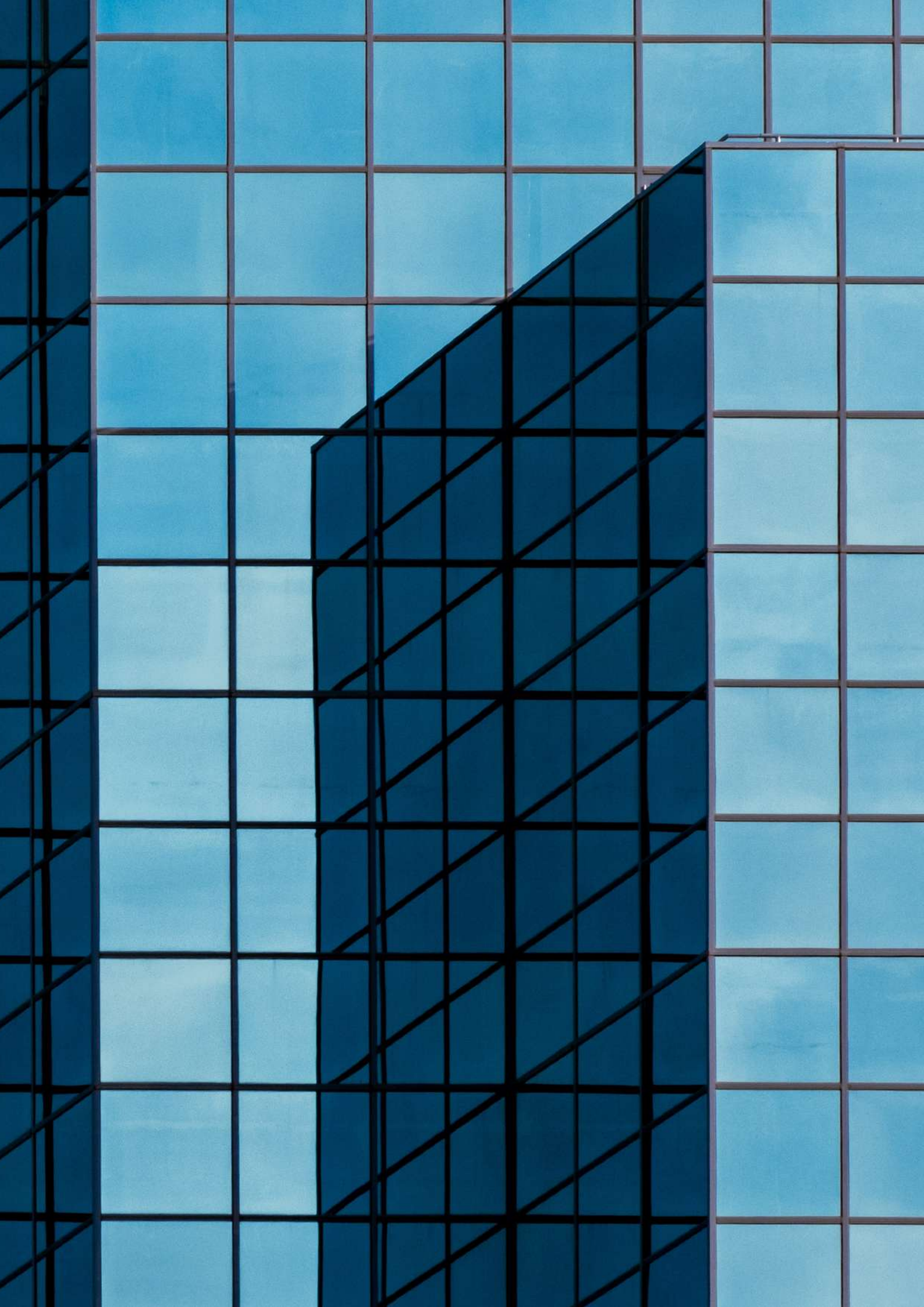
IK4-TEKNIKER y la empresa de base tecnológica MASERMIC, dedicada al desarrollo, fabricación y comercialización de productos electrónicos y mecatrónicos, colaboran en el proyecto WASTEVOL enfocado al desarrollo de un nuevo concepto de dispositivo multisensor IoT (Internet of Things) integrado, robusto y compacto para la monitorización de contenedores.

Cada contenedor llevará incorporado este dispositivo multisensor IoT, cuya principal funcionalidad consistirá en la detección del nivel de llenado de los depósitos en tiempo real, su geolocalización y la detección de posibles situaciones de riesgo.

El valor añadido de esta solución se basa en diversos aspectos como la reducción de su tamaño, ya que la dimensión del sensor está relacionada con características esenciales aplicables a la detección de distancias mediante tecnología de ultrasonidos (frecuencia de los pulsos emitidos, el rango máximo de distancia que es posible detectar o el tamaño de la zona mínima de detección intrínseca en este tipo de tecnología).

Con esta plataforma multisensora de bajo consumo se podrán medir parámetros como la geolocalización, temperatura o presencia de humo en caso de fuego, entre otros.





OPORTUNIDADES Y DESAFÍOS

El proceso de transformación de muchas ciudades a nivel mundial supondrá también la generación de modelos de negocio, ideas nuevas y tecnologías mejoradas. Todo repercutirá en el nacimiento y consolidación de PyMEs tecnológicas, la generación de empleo y la formación de perfiles profesionales especializados muy demandados.

Como se ha comentado anteriormente, el **sector hídrico** es uno de los que más demanda la digitalización. Las soluciones digitales asociadas a este sector ofrecen ventajas en la eficiencia operacional, con mejoras en la calidad del agua, la disponibilidad por parte de los municipios y la salud de los consumidores. Además, usando el análisis de los datos en tiempo real con *big data*, las empresas digitales pueden establecer sinergias con los operadores de agua y las administradoras públicas. Del mismo modo, las autoridades gubernamentales y las *utilities* de agua puede utilizar los datos provenientes de softwares instalados en plataformas industriales y crear iniciativas para la conservación del agua o construir infraestructura en base a un mayor conocimiento del estado del sector en tiempo real.

Las empresas **gestoras de residuos** y la administraciones públicas también pueden obtener grandes beneficios del uso de las tecnologías, por ejemplo, con contenedores inteligentes o gestionando y controlando eficazmente y en tiempo real toda la gestión, recogida y posterior tratamiento de los residuos. En el caso de la **gestión de la energía** se podrá conocer la demanda en tiempo real de energía y optimizar el suministro.

Por otro lado, el desarrollo de Smart Cities plantea un conjunto de retos que conviene tener en cuenta. Entre ellos, **el impulso de una colaboración público-privada** con socios fuertes que haga posible la implementación de la tecnología con éxito, o **potenciar la visión integral**, es decir, disponer de una infraestructura común que permita conectar la información de los distintos sistemas para poder cruzar información y convertirla en conocimiento para la toma de decisiones o **promover la inteligencia colectiva y la co-creación**.



OPORTUNIDADES

ADMINISTRACIONES PÚBLICAS

- Conseguir ciudades más sostenibles.
- Controlar y minimizar el impacto de emisiones, residuos y/o vertidos.
- Controlar el tráfico
- Monitorizar la recogida de residuos con contenedores inteligentes.
- Controlar el estado de los edificios.
- Conocer la opinión ciudadana y posibles incidentes en tiempo real.
- Explotación de datos para proyectos ambientales.
- Mejora de la imagen ambiental de la ciudad y aumento del turismo.

GESTORES DE SERVICIOS

- Mejor conocimiento en tiempo real de la demanda de servicios.
- Mayor eficacia en el suministro.
- Conocer el estado en tiempo real de las redes de abastecimiento.
- Reducción de pérdidas.
- Ahorro de suministros.
- Reducción de emisiones asociadas al uso y producción de suministros.

EMPRESAS TECNOLÓGICAS

- Venta de equipos tecnológicos (drones, sensores).
- Servitización: Implementación de aplicación web y tratamiento y explotación de datos.

EMPRESAS CONSULTORAS:

- Trabajar conjuntamente con la administración pública y las empresas tecnológicas ofreciendo la tecnología, dando apoyo en la vigilancia y explotación de los datos.

DESAFÍOS

- Conectividad
- Ciberseguridad
- Interoperabilidad
- Gran inversión inicial
- Necesidad de una colaboración público-privada.
- Digitalización sujeta a las normativas y estrategias.





CONCLUSIONES

La escasez de recursos, la pobreza o el cambio climático han propiciado que, en los últimos años, se haya puesto el foco en la **revolución digital como piedra angular para lograr los ambiciosos objetivos de sostenibilidad**. El desarrollo de sensores, la monitorización de procesos, la inteligencia artificial, la realidad aumentada, la geolocalización, el *big data*, el *cloud computing* o el internet de las cosas (IoT) son algunas de las nuevas tecnologías que permiten mejorar la gestión y el control de los impactos causados sobre el medio ambiente. Prueba de ello es el auge de la industria 4.0, que emplea la tecnología no solo para mejorar la eficiencia del proceso productivo sino también para reducir los impactos en el entorno.

Consciente de las oportunidades que brinda, la **Unión Europea es firme en su apuesta por la digitalización, como habilitador imprescindible para lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenible**. En el marco del Pacto Verde Europeo, se establecen las nuevas tecnologías como un **factor clave para facilitar la transformación hacia una economía limpia y circular**, donde exista una mayor eficiencia energética, se restaure la biodiversidad, se reduzca la contaminación y donde haya neutralidad climática en 2050.

En este contexto, la Unión Europea pretende impulsar la digitalización masiva a través de las oportunidades que genera la red 5G, mejorar la conectividad y lograr su incorporación para integrar la sostenibilidad en toda la cadena de valor de los productos y servicios. Todo ello con un presupuesto de 1.000 millones de euros destinados a impulsar la transición ecológica y digital en los próximos años.

Por otro lado, con la Estrategia para “configurar el futuro digital de Europa”, la Comisión Europea afianza aún más su postura y ha creado un paquete de planes y estrategias con los que **promueve la implantación de las nuevas tecnologías para lograr una sociedad abierta, democrática y sostenible**. El mensaje es claro, no hay futuro sostenible sin la digitalización.

No obstante, aún quedan grandes **desafíos** por afrontar para que la digitalización sea un éxito. Algunos ejemplos son los **problemas de conectividad** en algunos lugares y que se espera solucionar en gran medida con la llegada del 5G, la **interoperabilidad** entre sistemas o la **confidencialidad de los datos**. Para que una determinada industria apueste por la transformación digital su proceso productivo debe permanecer seguro. En este sentido, **el respaldo y la regularización por parte de las instituciones en términos de ciberseguridad será fundamental**. En la actualidad, ya hay varias estrategias europeas en marcha relacionadas con el uso de maquinaria inteligente y la inteligencia artificial, la creación de un mercado único o la mejora de la estandarización e interoperabilidad de los datos.

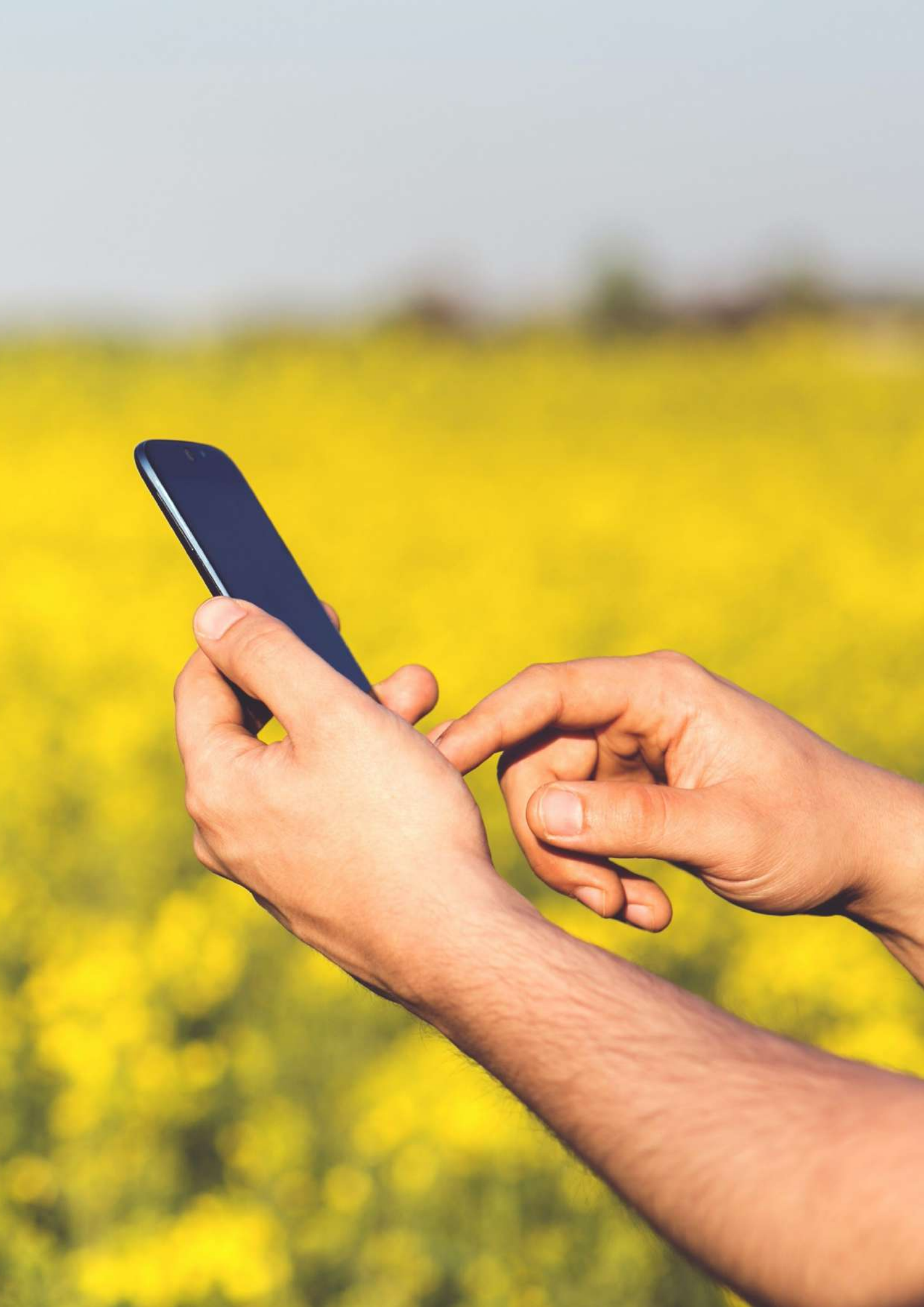
OPORTUNIDADES Y DESAFÍOS DE LA DIGITALIZACIÓN APLICADA AL SECTOR AMBIENTAL

Las nuevas tecnologías aplicadas al sector ambiental suponen una gran oportunidad para incrementar la sostenibilidad y la productividad basada en el uso eficiente y preciso de los recursos.

Las **empresas tecnológicas** pueden establecer nuevos modelos de negocio con la **venta de equipos tecnológicos** (drones, robots o sensores) y **ofrecer servicios** asociados a la implementación de aplicaciones web, tratamiento y explotación de datos. A su vez, las **empresas consultoras** pueden obtener ventajas competitivas de la digitalización **mediante servicios de vigilancia o explotación de datos**. En este sentido, aumenta la demanda de nuevos profesionales expertos en datos que ayuden a mejorar a las empresas que se adentran en las nuevas tecnologías, y que interpreten y den soluciones adecuadas en base a la información recogida.

Parece evidente que, para que la transformación digital sea un éxito en todos los campos, **es vital no solo recoger la información sino también saber explotarla**. Estamos ante billones de datos muy útiles para lograr una economía más sostenible, pero que carecen de valor sino se interpretan correctamente o no son accesibles para las partes interesadas. Es decir, hay que asegurar la ciberseguridad, la estandarización y la interoperabilidad de la información. Con todo, no cabe duda de que nos encontramos ante una oportunidad para que las empresas puedan **desarrollar una ventaja competitiva incluyendo estrategias y herramientas basadas en la digitalización, la automatización y la conectividad**. Esto permitirá mejorar la trazabilidad de sus operaciones, reducir su impacto ambiental en el entorno, mejorar toda su cadena de valor y establecer relaciones fructíferas con clientes y proveedores.

No obstante, a pesar de las múltiples oportunidades que brinda la digitalización para lograr la transición hacia una economía circular, también hay que tener en cuenta **posibles contrapartidas**, como son los **requerimientos energéticos de las tecnologías digitales**, los materiales necesarios para fabricar los dispositivos y los residuos que generan al llegar al final de su vida útil y que abren un nuevo campo en cuanto a la tipología de residuos a gestionar. Esto hace necesario que en la fabricación de las soluciones tecnológicas **se incorporen estrategias de ecodiseño con un enfoque de ciclo de vida y se evalúen parámetros de circularidad**, atendiendo a criterios como la durabilidad, reparabilidad o reciclabilidad. Todo ello con el objetivo de poder garantizar que el beneficio ambiental que aporte el empleo de una determinada tecnología siempre compense el impacto ambiental asociado a su ciclo de vida.



GESTIÓN CIRCULAR DE LOS RESIDUOS

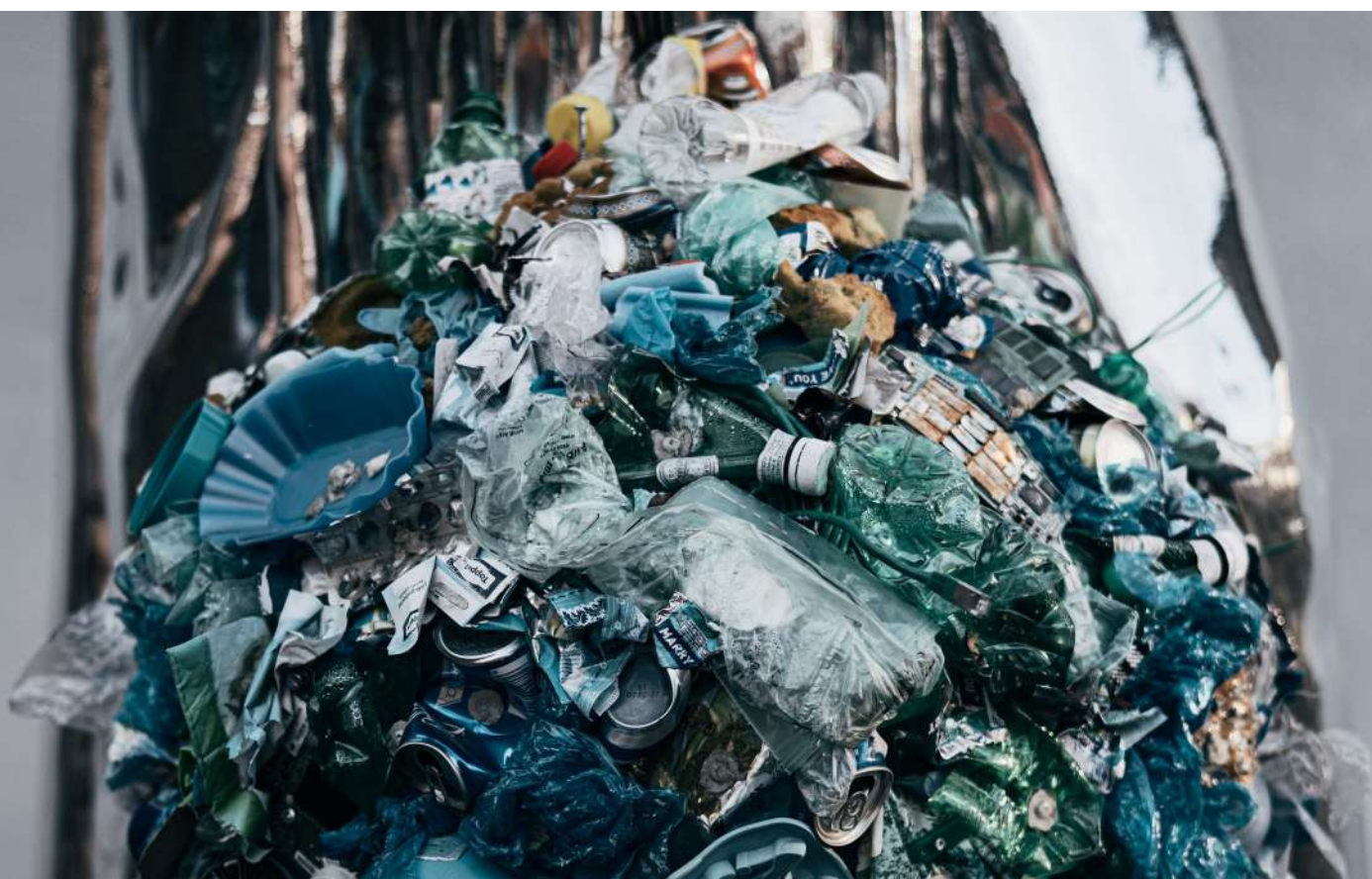
La generación de residuos está aumentando año a año, obteniéndose en la actualidad millones de toneladas de los que un elevado porcentaje no se recicla. De hecho, según el informe *Circularity Gap Report 2020* elaborado por *Circle Economy*, solo el **8,6 % de los materiales que entran en circulación se vuelven a reintegrarse en la economía.**

En este sentido, **la digitalización se sitúa como una herramienta fundamental para lograr el retorno de materiales a las líneas de producción**, lo que supone uno de los principios fundamentales de la llamada Economía Circular. Con su implantación se pretende optimizar el uso de los recursos naturales mediante nuevos métodos de diseño, producción y consumo; extendiendo la vida útil de los productos y recuperando y reutilizando residuos para que, cerrando el ciclo, gran parte de ellos vuelvan a convertirse en recursos.

Concretamente, en el **Nuevo Plan de acción para la Economía Circular** presentado en 2020, la Comisión Europea establece una **serie de medidas para la gestión de residuos** con las que acelerar los objetivos del Pacto Verde Europeo.

Destacan la **clasificación y gestión de residuos peligrosos** para favorecer la descontaminación de los residuos y mantener flujos de materias recicladas; **armonizar los sistemas de recogida selectiva** de residuos y su etiquetado; **reducir al mínimo las exportaciones de residuos** de la UE y hacer frente a los traslados ilegales; transformar los **residuos en recursos secundarios de alta calidad** para que se integren en un mercado de materiales primas secundarias eficiente; mejorar los requisitos existentes sobre esquemas de **Responsabilidad Ampliada del Productor**; desarrollar metodologías para minimizar la presencia de sustancias que plantean problemas en los materiales reciclados y, por último, gestionar la información sobre sustancias químicas. Todo ello, resaltando el papel clave de la investigación y el impulso de la innovación y la digitalización.

Todos estos objetivos serían de muy difícil alcance sin la ayuda de las **tecnologías digitales** que tienen aplicaciones para **todas las etapas del proceso de gestión de residuos**, utilizándose ya algunas de forma generalizada. Estas tecnologías mejoran la **trazabilidad, separación y segregación** de residuos, facilitando el uso de materiales reciclados por los productores y mejorando las opciones de abastecimiento de residuos para los recicladores.



La **inteligencia artificial** combinada con **las tarjetas de identificación por radiofrecuencia (RFID)** se está empleando en la apertura de contenedores, premiando al ciudadano con bonificaciones si recicla correctamente. Así, se controlan las fracciones de residuos a nivel doméstico. Un chip sigue los residuos y una vez que el operador ha determinado la cantidad y calidad de la separación, esta información se retroalimenta automáticamente a la persona que generó el residuo. A su vez, el **estado de estos contenedores es controlado por los gestores mediante sensorización y softwares analíticos** con los que se programan recogidas más eficientes que ahorran costes.

Por otro lado, también se usa la **automatización y los brazos robóticos para la separación de residuos**, y la inteligencia artificial y el **big data para diferenciar productos plásticos** entre derivados del petróleo y biobasados o procedentes de fuentes renovables, por ejemplo. Estas tecnologías son claves en procesos de clasificación con costes muy elevados y baja eficacia si se realizan únicamente de manera manual; y por ello, se extiende el uso de imágenes

de IA, etiquetado de productos mediante marcas de agua, códigos QR u otros tipos de marcadores legibles digitalmente para optimizar la tarea.

El proceso de documentación, comunicación y facturación también se está apoyando en las tecnologías digitales con una transición desde los sistemas tradicionales basados en papel a sistemas digitales que aumentarán la eficiencia de los procesos y el flujo de información. Las tecnologías involucradas incluyen las ya mencionadas etiquetas de identidad digital para cubos de basura y contenedores, procesamiento de pedidos digitales, facturación y pagos, interfaces de usuario para comunicarse con los consumidores y conectar a los proveedores públicos de recolección de desechos con otras bases de datos gubernamentales relevantes.

Por último, en fase de investigación está el **empleo de drones para la detección de puntos calientes o peligrosos en vertederos** y la minimización, por tanto, del riesgo de explosiones por acumulación de gas o posibles desplazamientos de los residuos.

OPORTUNIDAD: GESTIÓN CIRCULAR DE RESIDUOS

EMPRESA TECNOLÓGICA

Sensorización: detección de materiales para la correcta separación de residuos (RFID).

Robots: automatización de líneas de separación de residuos.

Contenedores inteligentes

Drones: detección de puntos calientes en vertederos.

Servicios integrados de plataforma web, big data y blockchain para la trazabilidad de residuos.

CONSULTORIA E INGENIERÍA

Trazabilidad de residuos

Análisis del grado de cumplimiento de la legislación ambiental.

Informes de control ambiental (por ejemplo, en vertederos).

Toma de muestras y análisis de lixiviados.

Análisis de la circularidad de materiales (cantidad de residuos reciclados, materiales retornados a las líneas de producción).

CLIENTE

Industria: Mayor circularidad de los productos; aumento de la oferta en el mercado de materias primas secundarias; cumplimiento con objetivos de aumento de uso de productos reciclados.

Gestores de residuos: Sistemas de reciclaje más eficientes; control de residuos; monitorización de las líneas de separación de residuos; control en vertederos y disminución de los riesgos asociados.

Administración: Control de los residuos en el territorio; elaboración de planes de actuación; mayor facilidad en tareas de control y cumplimiento legislación.

GESTIÓN EFICIENTE E INTELIGENTE DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

El sector del agua persigue constantemente la eficiencia en la gestión y suministro de un recurso cada vez más escaso y que requiere de unas **garantías mínimas de calidad y abastecimiento**. Los sistemas convencionales no están preparados para afrontar los desafíos que conlleva el cambio climático y el rápido crecimiento de la población, y cada vez preocupa más a las empresas hídricas el riesgo que implica tener una infraestructura anticuada.

La transformación digital de todo el sector es una forma muy eficaz de abordar estos problemas, incorporando las nuevas tecnologías en la monitorización de EDAR, la gestión integral de recursos hídricos, la tele lectura inteligente de contadores y el control remoto de consumos. Estos sistemas pueden ser de gran ayuda en la **detección temprana de fugas e implementación de acciones correctoras, así como en la monitorización de anomalías en la calidad de agua** que llega al consumidor final.

Cabe destacar la importancia de disponer de unos **datos accesibles tanto para los ciudadanos como para las administraciones**, y que facilitaría la puesta en marcha de estrategias para mejorar la gestión del recurso y fomentaría el ahorro por parte de los ciudadanos. Al igual que en otros sectores, algunos retos pendientes para la gestión inteligente del agua siguen siendo la **interoperabilidad y estandarización** de los datos, y a los que pretende hacer frente el Plan de Acción de Mercado Único Digital ICT4WATER.





OPORTUNIDAD: GESTIÓN EFICIENTE E INTELIGENTE DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

EMPRESA TECNOLÓGICA

Sensorización:

Control de fugas y alertas

Monitorización de olores en depuradoras de aguas residuales.

Monitorización de consumo.

Control de la calidad del agua.

Oferta de servicios de Cloud Computing, Blockchain o ciberseguridad

CONSULTORIA E INGENIERÍA

Monitorización de las condiciones de la fábrica (suministro de agua, ...).

Control de vertidos, toma de muestras y análisis.

Grado de cumplimiento de la legislación ambiental.

Ingeniería básica y de detalle de lazos de control asociados a la sensorización para la prevención de riesgos.

Disponibilidad y análisis de datos de consumo.

CLIENTE

Industria: reducción del consumo de agua; mejor respuesta ante fugas; reducción de contaminación.

Administración: datos en tiempo real de la red de calidad de agua y de consumo y suministro; control en estaciones específicas con el foco en la industria (para contrastar los datos reportados a la administración).

MONITORIZACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES EN LA INDUSTRIA

La llegada de la **industria 4.0**, en la que se emplean tecnologías digitales, está impulsando gran parte de los cambios que se están produciendo en todas las etapas de la cadena de valor de la industria. Sensores, drones, inteligencia artificial o robots son algunas de las soluciones que están permitiendo **mejorar los procesos productivos, aumentar el rendimiento evitando los tiempos muertos y las pérdidas de material o reducir los costes.**

Pero la tecnología no se está usando solo para mejorar la eficiencia del propio proceso, sino que supone una gran **ayuda en el control de riesgos ambientales** como emisiones, vertidos o generación de residuos. Ejemplo de ello es el control perimetral de plantas industriales para monitorear emisiones empleando sensores, *big data* e incluso *blockchain*, que asegura la veracidad de la información; sistemas de alertas o inundaciones; monitorización de olores en depuradores; o automatización de maquinaria industrial empleando robots para las labores más tediosas o incluso más peligrosas.

Por otro lado, la digitalización también ha llegado al sector extractivo e incluso al sector constructivo ofreciendo soluciones para la monitorización de emisiones y partículas o incluso para el control de demoliciones, obras o explosiones en el caso de la minería.



EMPRESA TECNOLÓGICA

Sensorización:

Monitorización de emisiones de gases y partículas.

Control de fugas y alertas

Monitorización de olores en depuradoras de aguas residuales.

Control de obras y demoliciones.

Control de explosivos en explotaciones mineras.

Maquinaria industrial inteligente.

Drones:

Control perimetral de instalaciones.

Realidad virtual para el sector de la construcción.

Servicios de Cloud Computing, Blockchain o ciberseguridad

CONSULTORIA E INGENIERÍA

Monitorización de emisiones (gases y partículas)

Monitorización de las condiciones de la fábrica (suministro energético, suministro de agua, ...).

Control de vertidos

Trazabilidad de residuos

Grado de cumplimiento de la legislación ambiental.

Ingeniería básica y de detalle de lazos de control asociados a la sensorización para la prevención de riesgos

Toma de muestras y análisis de emisiones.

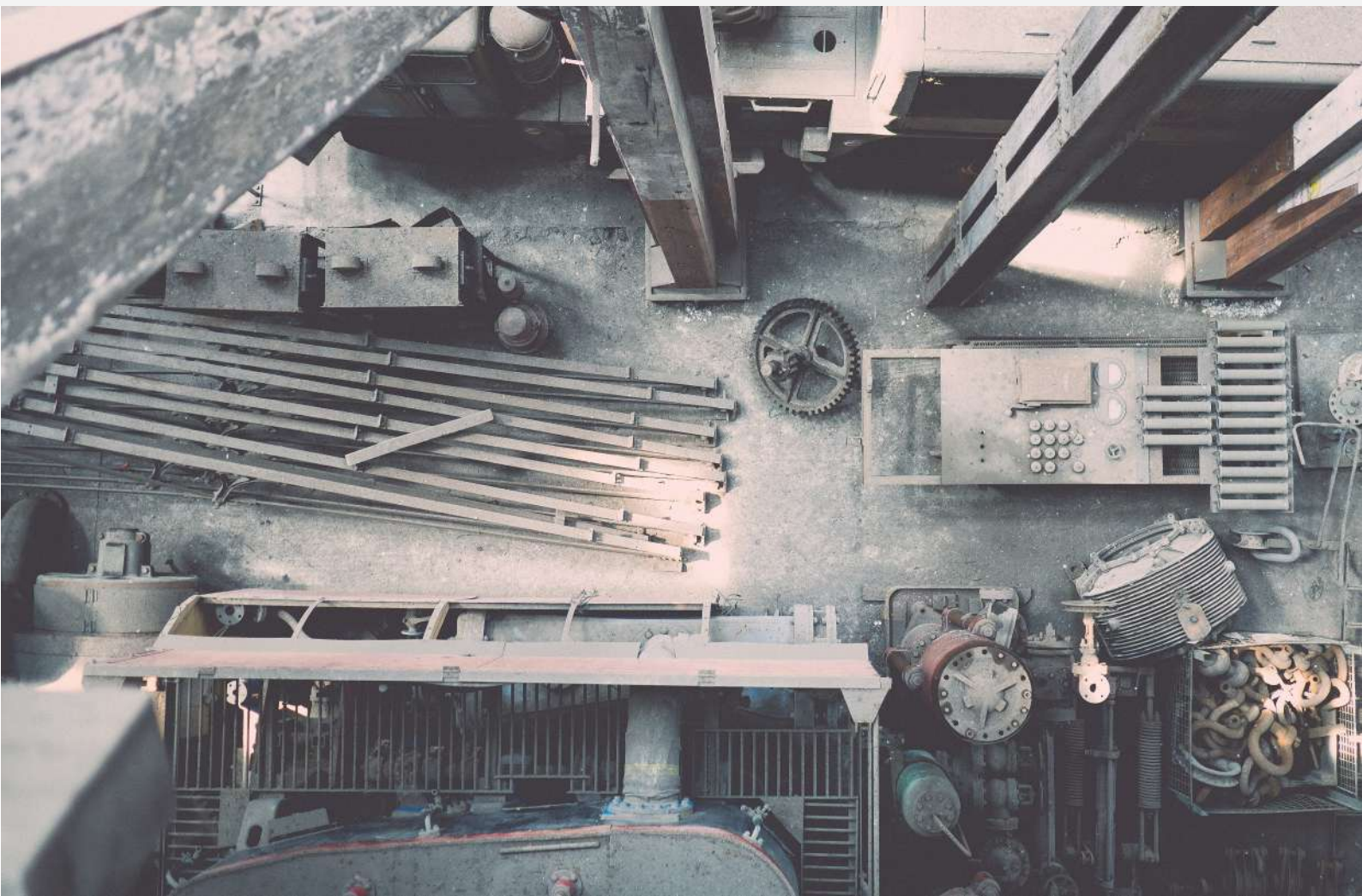
Implementación de sistemas de gestión (gestión energética, gestión ambiental...).

CLIENTE

Industria: aumento del rendimiento; reducción del impacto ambiental; mejor respuesta ante imprevistos.

Administración: control de la calidad del aire y del agua (datos sobre emisiones y vertidos industriales); control en estaciones específicas (para contrastar los datos reportados por la industria a la administración).

OPORTUNIDAD: MONITORIZACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES EN LA INDUSTRIA

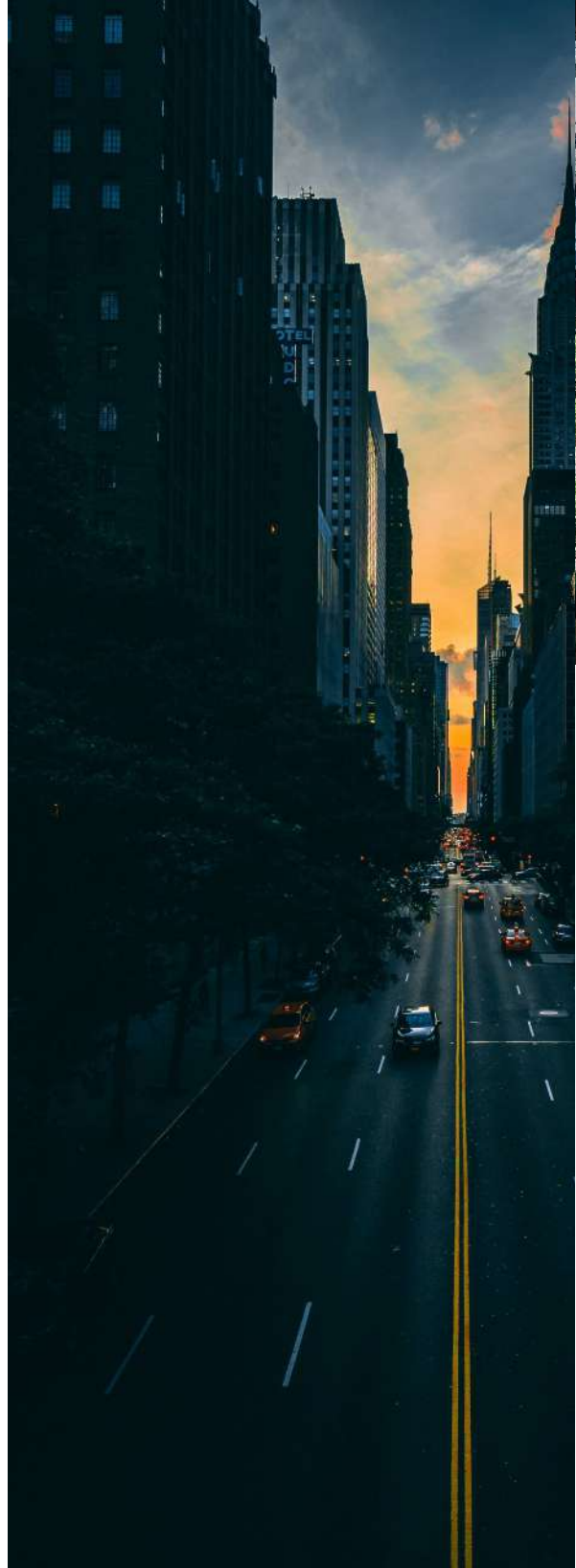


CIUDADES INTELIGENTES

El **aumento de la población y el crecimiento incontrolado de las ciudades** para las próximas décadas hará indispensable la implementación de soluciones destinadas a mejorar la vida de los ciudadanos y a reducir las repercusiones ambientales y socioeconómicas que la urbanización provocará en el planeta. La descarbonización total de las urbes en 2050 es uno de los retos más importantes a los que se enfrenta Europa y que parece inalcanzable si no se aborda por medio de las nuevas tecnologías.

En una *Smart City* las posibilidades son inmensas. Se pueden emplear las tecnologías de la comunicación e información en la **monitorización de emisiones, gestión inteligente de los residuos, control del tráfico, suministro energético, abastecimiento de agua, control de infraestructuras, supervisión de obras**, etc. Ejemplos de esto son la instalación de sensores en farolas para medir la calidad del aire y optimizar el gasto eléctrico, el monitoreo digital de contenedores de residuos, la instalación de paneles fotovoltaicos en semáforos, el uso de contadores inteligentes de agua y luz, o las plataformas para mejorar la comunicación entre la administración y el ciudadano. Estas son soluciones que ya se está implementando y que sin duda mejoran la vida en las ciudades.

Al igual que el sector hídrico, en el caso de las ciudades cobra también una gran **importancia el correcto flujo e intercambio de información, así como la accesibilidad de los datos** por parte de las empresas privadas, administraciones y ciudadanos.





OPORTUNIDAD: CIUDADES INTELIGENTES

EMPRESA TECNOLÓGICA

Sensorización:

Control del tráfico y gestión de las zonas de aparcamiento.

Monitorización del aire

Contenedores inteligentes

Monitorización climática de edificios.

Control de fugas

Monitorización calidad del agua.

Contadores inteligentes

Farolas inteligentes

Plataforma web (administración inteligente)

CONSULTORIA, INGENIERÍA Y EMPRESA DE SERVICIOS INTEGRADOS

Número de vehículos circulando.

Control del parque móvil

Numero de aparcamientos libres

Emisiones

Gasto energético

Cantidad de residuos generados

Número de contenedores recogidos por unidad de tiempo.

Cantidad de agua consumida

Calidad del agua

Opinión ciudadana

Planes de movilidad urbana sostenible

Planes de Smart Cities

Planes de residuos

Servicios integrados de gestión de la energía: empresas de servicios energéticos que hacen gestión llave en mano de la explotación.

Ingeniería básica y de detalle para la implementación de las nuevas tecnologías.

Servicios integrados de gestión (para empresas de servicios energéticos).

CLIENTE

Administración: datos en tiempo real para una gestión más eficiente y reducción de impactos ambientales.

MONITORIZACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Las entidades encargadas de la gestión de espacios naturales y las empresas cuya actividad se desarrolla sobre grandes superficies en las que es preciso monitorizar la biodiversidad (p. ej. eléctricas) también detectan grandes ventajas en el uso de las nuevas tecnologías. En la actualidad, se están aprovechando las tecnologías como el **internet de las cosas o big data en el control de plagas con sensores, tareas de protección de especies protegidas o en el control de incendios con apoyo de drones**; además, también es más común la monitorización de las condiciones en los parques naturales e incluso el control de aforo.

En el caso de la gestión de espacios naturales, la responsabilidad de esta transformación no recae directamente en las empresas privadas sino que es responsabilidad de las **administraciones públicas dar un paso adelante y apostar por el uso de las nuevas tecnologías, traccionando toda la cadena de suministro**. Esto hace que la digitalización en este sector esté en gran medida ligada a nuevos planes, subvenciones y a los **procedimientos de contratación pública**.

Por el contrario, las **empresas cuya actividad pueda afectar a la biodiversidad del entorno** donde opera, **podrán ver facilitadas sus tareas** de monitorización de la biodiversidad, sobre todo en relación a la **protección de especies protegidas y al control del crecimiento de especies invasoras**.



EMPRESA TECNOLÓGICA

Drones:

Control de incendios

Sensorización:

Control de especies protegidas

Control de plagas

Calidad de las playas

Monitorización del aire

Monitorización del agua

CONSULTORIA E INGENIERÍA

Control del estado del suelo y humedad tras un incendio.

Gestión del número de individuos de una especie.

Monitorización de plagas

Sólidos suspendidos en el agua.

Desarrollo de planes de gestión para espacios naturales protegidos.

Monitorización del estado de conservación de hábitats.

Informes de calidad del medio natural.

CLIENTE

Administración: mayor conocimiento para la elaboración de planes de actuación o normativa; mejoras en la protección de la biodiversidad.

Empresas privadas que ocupan grandes espacios naturales (p. ej. centrales hidroeléctricas): control de plagas; conocimiento sobre el impacto ambiental de su actividad, reducción e implementación de medidas correctoras.

OPORTUNIDAD: MONITORIZACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD



AGRICULTURA DE PRECISIÓN

La llegada de la agricultura de precisión es cada vez más necesaria. El sector agroalimentario aún está muy arraigado a los procesos más tradicionales, lo que puede dificultar afrontar con solvencia los requerimientos de una población cada vez más numerosa. Asimismo, es un sector en el que la digitalización ha irrumpido de forma abrupta en los grandes cultivos, pero no en las empresas agrícolas más modestas que se muestran reticentes ante el uso de estas tecnologías. Para no quedarse atrás frente a los grandes competidores, deben comprender que con la digitalización se puede **aumentar la producción en el cultivo, reducir el impacto de las plagas, predecir y minimizar el impacto de fenómenos meteorológicos, reducir el uso de fertilizantes y/o mejorar su labor**. También se optimiza el uso de los recursos y se minimizan los residuos alimentarios, ajustando mejor la oferta a la demanda y evitando desperdicios.

En cuanto a las partes implicadas en la transformación digital de este sector, es de vital importancia la labor de las empresas tecnológicas, no solo en la implementación de los sistemas digitales sino también en la explotación de datos por medio de un experto que infunda confianza en la empresa agrícola.

Por otro lado, **la agricultura de precisión y el blockchain abren un nuevo paradigma en la venta de alimentos mejorando la trazabilidad de estos, sus orígenes y la forma de cultivarlos**. Esto empodera directamente al ciudadano e influye en su poder de decisión al elegir un alimento u otro. Este hecho, sin duda, obligará a la agricultura a ser cada vez más sostenible.



EMPRESA TECNOLÓGICA

Diseño, desarrollo y venta de equipos tecnológicos:

Drones para vigilar los cultivos

Sensorización:

Monitorizar las condiciones del cultivo.

Control de plagas

Tractores inteligentes

Prestación de servicios asociados:

Big data para monitorizar y predecir los cambios meteorológicos.

Blockchain y *big data* para la trazabilidad del origen de los alimentos.

Plataforma web para la visualización y recogida de información.

CONSULTORIA E INGENIERÍA

Estudios de viabilidad para la implementación de mejoras tecnológicas (por ejemplo, tractor autónomo).

Proyectos básicos e ingeniería de detalle para la implementación de mejoras tecnológicas (por ejemplo, de sistemas de riego).

Suministro de información meteorológica específica y de recursos hídricos a la empresa agrícola.

Recopilación de información para el sector de los seguros.

Explotación de datos y asesoramiento: rendimiento de cultivo (producción, pérdida), estado de humedad del suelo, uso de fertilizantes, gestión y prevención de plagas, etc.

Servicios integrados

CLIENTE

Empresa agrícola:

mayor conocimiento del cultivo; aumento de rendimiento; reducción de pérdidas; ahorro de costes; reducción consumo de agua y uso de fertilizantes.

Empresas

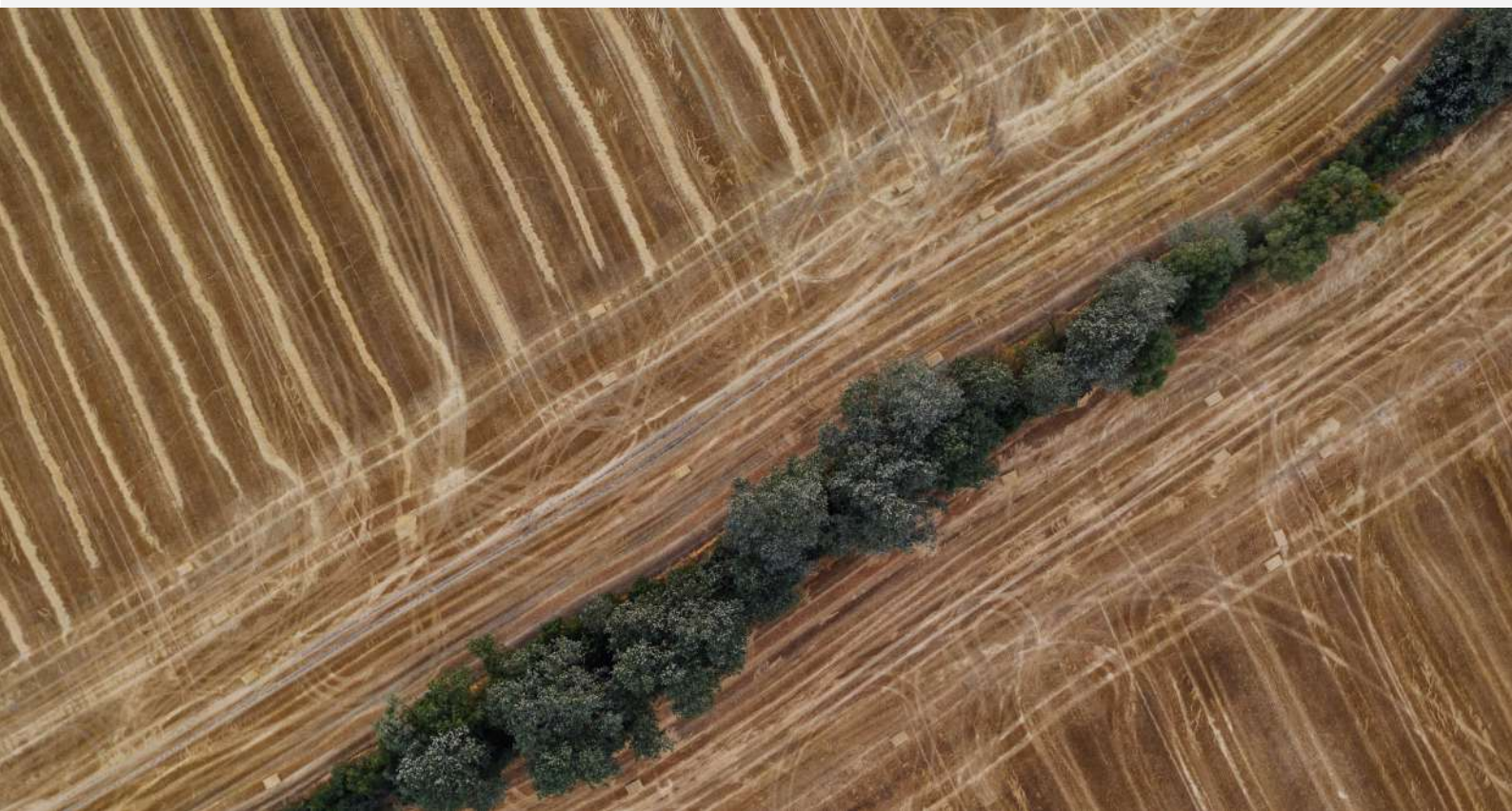
aseguradoras:

información sobre las características de la explotación agrícola y posibles riesgos.

Empresas compradoras de productos de

agricultura: información y trazabilidad de los productos adquiridos.

OPORTUNIDAD: AGRICULTURA DE PRECISIÓN



BIBLIOGRAFÍA

ACLIMA, BASQUE ENVIRONMENT CLÚSTER

—**2018.** FUNDACIÓN CONAMA. Tecnología e industria 4.0. La sostenibilidad en la cuarta Era Industrial.

—**2020.** La CE prepara un gemelo digital de la Tierra para combatir el cambio climático. <https://aclima.eus/la-comision-europea-prepara-un-gemelo-digital-de-la-tierra-para-combatir-el-cambio-climatico/>. [Último acceso: 11/12/2020].

—**2019.** Tecnología 4.0 para mejorar la conservación del medio ambiente. <https://aclima.eus/tecnologia-4-0-para-mejorar-la-conservacion-del-medio-ambiente/> [Último acceso: 02/12/2020].

—**2020.** El Gobierno Vasco aprueba el proyecto de Ley de Conservación del Patrimonio Natural de Euskadi. <https://aclima.eus/el-gobierno-vasco-aprueba-el-proyecto-de-ley-de-conservacion-del-patrimonio-natural-de-euskadi/> [Último acceso: 11/02/2021].

—**2020.** Nuevas oportunidades en las misiones del programa Horizon Europe. <https://aclima.eus/nuevas-oportunidades-en-las-misiones-del-programa-horizon-europe/>. [Último acceso: 19/11/2020].

AENOR (2015). UNE 178194 y UNE 178108. Nuevas normas para ciudades inteligentes. https://www.aenor.com/Certificacion_Documentos/Art%C3%ADculos/42ene18-Ciudades%20inteligentes.pdf [Último acceso: 02/12/2020].

AGRICULTURES (2017). <https://agriculturers.com/que-es-un-sistema-de-informacion-geografica-en-agricultura/> [Último acceso: 20/11/2020].

ANDRÉS LORENZO BLOG (2019). Digitalización en el sector de la construcción. <http://andreslorenzo.com/digitalizacion-del-sector-de-la-construccion>. [Último acceso: 19/10/2020].

AQUAE FUNDACIÓN (2020). <https://www.fundacionaquae.org/causas-contaminacion-ambiental/>. [Último acceso: 04/11/2020].

ATRIA INNOVATIONS (2020). Comparativa industria 4.0 España y el resto de países. <https://www.atriainnovation.com/comparativa-industria-4-0-espana-y-resto-paises/>. [Último acceso: 19/10/2020].

AVANSIS (2020). Qué es la robótica industrial. Tecnología clave en la automatización industrial. <https://www.avansis.es/industria-4-0/robotica-industrial/>.

AXDRON SERVICIOS AÉREOS (2019). <https://www.axdron.com/los-drones-y-la-prevencion-de-incendios/>. [Último acceso: 04/11/2020].

BLOG CALIDAD Y EXCELENCIA (2018). ISO 37120 La norma que mejorará las ciudades. <https://www.isotools.org/2018/08/08/iso-37120-norma-que-mejorara-las-ciudades/>. [Último acceso: 20/11/2020].

BLOG INDUSTRIA 4.0 (2016). Habilitadores digitales: las herramientas de la Industria 4.0 <https://industria4.es/formacion/habilitadores-digitales-herramientas-industria-4/>. [Último acceso: 19/10/2020].

BOE - BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO. GOBIERNO DE ESPAÑA (2017).

—Ley orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de protección de datos personales y garantía de derechos digitales.

—Real Decreto 1036/2017, de 15 de diciembre, por el que se regula la utilización civil de las aeronaves pilotadas por control remoto.

LA COMISIÓN EUROPEA

—**2010.** Estrategia europea 2020.

—**2010.** Una agenda digital para Europa.

—**2018.** Digital Single Market for Water Services Action Plan. ICT4Water.eu. <https://ec.europa.eu/futurium/en/system/files/ged/ict4wateractionplan2018.pdf>

—**2018.** Reglamento del Parlamento Europeo y del Consejo por el que se establece el Programa Europa Digital para el período 2021-2027

—**2019.** El Pacto Verde Europeo.

—**2019.** Join, boost, sustain.

—**2020.** Estrategia Industrial Europea. Una nueva estrategia industrial para una Europa ecológica, digital y competitiva a escala mundial.

—**2020.** CEF2 Digital. <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/connecting-europe-facility-cef2-digital>. [Último acceso: 11/12 /2020].

—**2020.** Destination Earth (DestinE). <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/destination-earth-destine>. [Último acceso: 11/12/2020].

—**2020.** WIFI4EU, WIFI gratuito para europeos. <https://ec.europa.eu/inea/en/connecting-europe-facility/cef-telecom/wifi4eu>. [Último acceso: 11/12/2020].

—**2020.** «Un nuevo modelo de industria para Europa.» Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité

Económico y social europeo y al Comité de las regiones. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0102&from=ES>

—**2020.** «Una Estrategia Europea de Datos.» Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y social europeo y al Comité de las regiones. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0066&from=ES>.

—**2020.** 5G par Europa. Plan de Acción. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52016DC0588&from=ES> [Último acceso: 11/12 2020].

—**2020.** Estrategia Biodiversidad Europa 2030.

—**2020.** Libro Blando sobre la Inteligencia Artificial—Un enfoque europeo orientado a la excelencia y la confianza. https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/commission-white-paper-artificial-intelligence-feb2020_es.pdf

—**2020.** Libro Blando sobre la Inteligencia Artificial—Un enfoque europeo orientado a la excelencia y la confianza. https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/commission-white-paper-artificial-intelligence-feb2020_es.pdf

—**2020.** Propuesta del Parlamento Europeo y del Consejo por el que se establece el marco para lograr la neutralidad climática y se modifica el Reglamento (UE) 2018/1999. Ley del Clima Europeo.

—**2020.** Shaping Europe's digital future. https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/shaping-europe-digital-future_en.

CEL - CENTRO ESPAÑOL DE LOGÍSTICA (2017). La gestión de la cadena de suministro en la era de la Industria 4.0.

CERRILLO A. (2019). LA VANGUARDIA. <https://www.lavanguardia.com/natural/20190506/462060533339/biodiversidad.html>. [Último acceso: 03/11/2020].

CIC40 (2018). Interfaces normalizadas para impulsar la industria 4.0. <https://cic40.es/interfaces-normalizadas-para-impulsar-la-industria-4-0/>. [Último acceso: 19/10/2020].

COAG - COORDINADORA DE ORGANIZACIONES DE AGRICULTORES Y GANADEROS (2'18). GOBIERNO DE ESPAÑA. La transformación digital el sector agrario español. <http://www.coag.org/download-doc/238496> [Último acceso: 25/11/2020].

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACIÓN. GRUPO DE SMART CITIES. (2018). Informe sobre la tendencia inteligente de las ciudades en España. <https://fmmunin.apertum.es/wp-content/uploads/2018/02/La-tendencia-Inteligente-de-las-ciudades-en-Espa%C3%B1a.pdf>. [Último acceso: 09/12/2020].

CONFILEGAL (2018). <https://confilegal.com/20180707-el-gobierno-empleara-drones-en-el-plan-de-lucha-contralos-incendios-forestales-para-2018/>. [Último acceso: 04/11/2020].

DELOITTE (2015). Smart Cities. <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/tr/Documents/public-sector/deloitte-nl-ps-smart-cities-report.pdf>. [Último acceso: 08/12/ 2020].

DESAFÍOS PWC (2018). : <https://desafios.pwc.pe/industria-4-0-como-puede-beneficiar-al-medio-ambiente/>. [Último acceso: 10/ 12/2020].

DESTIRNO TURÍSTICO INTELIGENTE (2013). <https://www.destinosinteligentes.es/que-es-undti/>. [Último acceso: 23/10/2020].

EL BLOG DE SONIA DURO LIMIA (2020). Smart City: las ciudades más inteligentes del mundo. <https://soniadurolimia.com/smart-city-ciudades-inteligentes/>. [Último acceso: 08/12/ 2020].

ELDIARIO.ES (2020). AGENCIA EFE. La gestión digitalizada de residuos se abre camino en nueva era consumista. https://www.eldiario.es/sociedad/gestion-digitalizada-residuos-camino-consumista_1_1122142.html. [Último acceso: 10/02/2021].

ENVIRAIOT

—**2020.** <https://enviraiot.es/soluciones-iot/>. [Último acceso: 19/ 10/2020].

—**2020.** <https://enviraiot.es/soluciones-iot/>. [Último acceso: 11/12/2020].

EXPANSIÓN (2018). <https://www.expansion.com/economia-digital/innovacion/2018/04/14/5acca5ab268e3e1d618b45d2.html>. [Último acceso: 09/11/2020].

FERNÁNDEZ J.M. (2017). FERTIBERIA. <https://www.fertiberia.com/es/blog/2017/noviembre/agricultura-inteligente-1-contexto-id%C3%B3neo/> . [Último acceso: 19/11/2020].

FUNDACIÓN ENDESA (2019). Smart Cities. <https://www.fundacionendesa.org/es/recursos/a201908-smart-city>. [Último acceso: 11/12/2020].

GOBIERNO DE ESPAÑA. MINISTERIO DE FOMENTO.

—**CARTOGRAFÍA CATASTRAL INSPIRE.** La Directiva INSPIRE y sus Reglas de Implementación. <http://www.catastro.meh.es/webinspire/documentos/Directiva.pdf>. [Último acceso: 03/02/2021].

—IDEE INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES DE ESPAÑA. Directiva Inspire. <https://www.idee.es/europeo-inspire>. [Último acceso: 03/02/2021].

—**2017**. Plan Nacional de Territorios Inteligentes.

—**2020**. Plan España Digital 2025. https://www.lamoncloa.gob.es/presidente/actividades/Documents/2020/230720-Espa%C3%B1aDigital_2025.pdf. [Último acceso: 25 /11 /2020].

GONZÁLEZ E. (2020). Smart Cities: La ciudad inteligente. <https://www.webconsultas.com/belleza-y-bienestar/medioambiente/ejemplos-de-smart-city-o-ciudades-inteligentes-en-el-mundo>. [Último acceso: 02/12/2020].

GPS-SERVER (2020). <https://www.gps-server.net/global-positioning-system-in-agriculture>. [Último acceso: 20/11/2020].

IAT (2020). IoT en agricultura. Cultivos y dispositivos inteligentes. <https://iat.es/tecnologias/internet-de-las-cosas-iot/agricultura/> [Último acceso: 19/11/2020]. [Último acceso: 19/11/2020].

IBERDROLA (2020). <https://www.iberdrola.com/innovacion/machine-learning-aprendizaje-automatico>. [Último acceso: 10/11/2020].

IBM CENTRO ESPAÑOL DE LOGÍSTICA. (2018). La gestión de la cadena de suministro en la era de la Industria 4.0. https://cel-logistica.org/wp-content/uploads/2018/12/GUIA-IBM-CEL-Industria-Conectada-en-la-cadena-de-suministro_presentada-en-Logistics-2017-2.pdf. [Último acceso: 05/11/2020].

IESES BUSINESS SCHOOL UNIVERSITY OF NAVARRA (2020). Índice IESE Cities in motion (ICIM).

IOR NETWORK FOR TALENTS (2019), Los desafíos de la Industria 4.0. <https://ior.es/noticias/desafios-industria-4-0/>. [Último acceso: 28/10/2020].

I-SCOOP (2020). <https://www.i-scoop.eu/industry-4-0/>. [Último acceso: 11/10 /2020].

IT RESELLER TECH&CONSULTING (2020). <https://www.itreseller.es/al-dia/2020/10/el-gobierno-impulsa-la-digitalizacion-del-turismo-con-el-proyecto-turismo-inteligente>. [Último acceso: 18/11/2020].

KULKARNI S. (2020). AGRITECH TOMORROW. <https://www.agritechtomorrow.com/article/2020/01/age-of-agriculture-robots-fruit-picking-robots-and-drones-to-take-over-farms/11942>.

KYES J. (2020). GEOBAT. What is GPS? <https://www.geotab.com/blog/what-is-gps/> [Último acceso: 10/11/2020].

MAPA - MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN (2019). Estrategia de Digitalización del Sector Agroalimentario y Forestal y del Medio Rural.

MAPA - MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN (2019). Guía básica del Plan Estratégico PAC Post.

MARKETWATCH (2018). <https://www.marketwatch.com/amp/story/guid/97f0d270-97d4-4fa4-a024-2a230853b614>. [Último acceso: 04/11/2020].

MECALUX (2019). <https://www.mecalux.es/blog/5g-industria-revolucion>.

MUERZA A. (2016). CONSUMER EROSKI. <https://www.consumer.es/medio-ambiente/especies-invasoras-asi-nos-afectan.html> [Último acceso: 04/11/2020].

MUNDO AGROPECUARIO (2020). <https://mundoagropecuario.com/lanzamiento-de-una-aplicacion-movil-que-controla-la-cantidad-perfecta-de-fertilizantes-y-agua-2/>. [Último acceso: 24/11/2020].

MUYPYMES (2017). <https://www.muypymes.com/2017/06/23/robot-asi-quiere-regular-la-ue-nuestra-relacion-los-nuevos-androides/amp>. [Último acceso: 01/10/2020].

NACIONES UNIDAS (2016). HABITAT III. Nueva Agenda Urbana. <https://www.agenda2030.gob.es/recursos/docs/HABITAT.pdf> Último acceso: [02/12/2020].

NEXUSINTEGRA (2020). Top 10 Smart Cities. <https://nexusintegra.io/es/top-10-smart-cities/>. [Último acceso: 02/12/2020].

ORACLE (2020). <https://www.oracle.com/es/internet-of-things/what-is-iot.html>.

OVACEN (2015). Las Smart Cities se multiplicarán por cuatro en el 2025. <https://ovacen.com/las-smart-cities-se-multiplican-por-cuatro-hasta-el-2025/>. [Último acceso: 09/12/2020].

PARLAMENTO EUROPEO

—**2017.** Normas de derecho civil sobre robótica.

—**2019.** Informe sobre una política industrial global europea en materia e inteligencia artificial y robótica.

—**2019.** Una política industrial global europea en materia de inteligencia artificial y robótica.

—**2014.** Reglamento N.º 1143/2014 sobre la prevención y la gestión de la introducción y propagación de especies exóticas invasoras.

PLANT AUTOMATION TECHNOLOGY (2020). <https://www.plantautomation-technology.com/articles/types-of-sensors-used-in-industrial-automation>. [Último acceso: 18/11/2020].

PROCISUR (2014). Manual de Agricultura de Precisión. <http://www.gisandbeers.com/RRSS/Publicaciones/Manual-Agricultura-Precision.pdf>. [Último acceso: 19/11/2020].

RITCHIE, H. & ROSER, M. OUR WORL IN DATA (2020). Environmental impacts of food. <https://ourworldindata.org/environmental-impacts-of-food>. [Último acceso: 11/02/2021].

RODRIGUEZ P. MOMENTO DIGITAL (2016). Medio ambiente y la influencia de la transformación digital. <http://momento.digital/medio-ambiente-la-influencia-la-transformacion-digital/> Último acceso: [02/12/2020].

SMARTAKIS (2016). *Smart Farming Thematic Network*. <https://www.smart-akis.com/index.php/es/red/que-es-smart-farming/>. [Último acceso: 19/11/2020].

TECNOAQUA (2019). <https://www.tecnoaqua.es/noticias/20201009/espanya-recuperacion-economica#.X4bLS2gzY2w>. [Último acceso: 25 /11/2020].

THALES GROUP (2019). <https://www.thalesgroup.com/es/countries/americas/latin-america/dis/iot/inspiracion/ciudades-inteligentes>. [Último acceso: 08/12/2020].

TIERRA DE DRONES (2020). https://www.tierradedrones.com/nueva-ley-de-drones-en-espana/#antiguas_restricciones_en_el_uso_de_drones_en_espana. [Último acceso: 04/11/2020].

TREDOV N.M., VARAS S. & ZENG M.

(2019). Tecnologías digitales en la agricultura y las zonas rurales. Documento de orientación. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura. <http://www.fao.org/3/ca4887es/ca4887es.pdf>

UNE - ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN (2017).

Estandarización para la industria 4.0. Informes de normalización. https://www.une.org/normalizacion_documentos/Estandarizacion-para-la-industria4_0.pdf. [Último acceso: 19/10/2020].

VISUALNACERT (2020). <https://www.visualnacert.com/sensores-agricolas/>

[Último acceso: 20/11/2020].

WIDLEAN (2020). Smart Cities: 5 ejemplos de

ciudades inteligentes en el mundo. <https://winlead.es/smart-cities-ejemplos-de-ciudades-inteligentes-en-el-mundo/>. [Último acceso: 08/12/ 2020].

ZABALA CONSULTING (2020). La UE pública

sus cinco nuevas misiones previstas.

 **basque ecodesign center**

aclima
Basque Environment Cluster



 **ihobe**
ingurumen hobekuntza
mejora ambiental



Herri-baltzua
Sociedad Pública del

EUSKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO

EKONOMIAREN GARAPEN,
JASANGARRITASUN
ETA INGURUMEN SAILA
DEPARTAMENTO DE DESARROLLO
ECONÓMICO, SOSTENIBILIDAD
Y MEDIO AMBIENTE