

Informe sobre proyectos
de colaboración.

**Innovación con
impacto empresarial.**



Julio de 2025

Edición y coordinación
NODDO
contacto@noddo.es

Redacción
Eugenio Mallol

Diseño y maquetación
Capitán Quimera

Introducción



La esencia misma de NODDO —la colaboración— refuerza el potencial de cada centro tecnológico



PABLO SABÍN GALÁN
Presidente de NODDO

El presente informe da cuenta del trabajo visionario que los nueve centros tecnológicos que conforman NODDO —AIR Institute, CARTIF, Cesefor, CETECE, CIDAUT, CTME, ICAMCyL, ITAGRA e ITCL— llevan a cabo para impulsar la innovación y la competitividad en Castilla y León.

Cada uno de los proyectos descritos aquí responde al compromiso y la trayectoria de estos centros como socios expertos para la innovación y adopción de las tecnologías que están transformando el panorama empresarial de la región.

A lo largo de las siguientes páginas se demuestra cómo la suma de las capacidades de los centros tecnológicos permite ofrecer soluciones reales y contrastadas en ámbitos tan diversos como la

agroalimentación, la fabricación inteligente o la energía sostenible. Estos resultados son fruto del profundo conocimiento que han ido adquiriendo los equipos técnicos en retos a nivel nacional e internacional, la inversión continua en infraestructuras y la apuesta decidida por la colaboración público-privada, respaldada por la Junta de Castilla y León a través del Instituto para la Competitividad Empresarial (ICECYL).

La auténtica fortaleza de NODDO reside en la coordinación y la suma de especializaciones que cada centro tecnológico aporta, haciendo posible que las empresas encuentren respuestas flexibles y creativas a los desafíos de la nueva economía. Proyectos de I+D+i, servicios tecnológicos y capacitación a medida convergen en un ecosistema en el

que los verdaderos protagonistas son los equipos técnicos de los centros, responsables de idear, ejecutar y transferir nuevas soluciones. En este sentido, la cercanía al tejido empresarial y el conocimiento específico de las necesidades regionales otorgan a sus propuestas un valor añadido diferencial.

Esta publicación revela, además, el impacto concreto que los proyectos tienen en la actividad productiva. Con más de 700 proyectos de I+D+i cada año, más de 850 personas de los centros y un número creciente de empresas involucradas, los nueve centros se han convertido en el referente regional para la ejecución de soluciones punteras, basadas en la sostenibilidad, la digitalización y la resolución de problemas reales de las empresas. De igual modo, se pone de relieve el objetivo de difundir y transferir conocimiento, formando a profesionales de hoy y de mañana a fin de afianzar la competitividad y la proyección exterior de Castilla y León.

La esencia misma de NODDO —la colaboración— refuerza el potencial de cada centro tecnológico. Mientras

que unos destacan en el desarrollo de materiales avanzados, otros abordan tecnologías digitales de vanguardia o trabajan en proyectos de eficiencia energética. La puesta en común coordinada de las capacidades y recursos de los centros tecnológicos se plasma en casos de éxito que demuestran la versatilidad de la Red para adaptarse a toda clase de sectores, desde la industria 4.0 hasta la biotecnología o la gestión del patrimonio natural y cultural.

Esta introducción invita a conocer en detalle cómo el liderazgo de los centros tecnológicos, ejerciendo como impulsores y artífices de cada proyecto, resulta decisivo para cimentar la innovación en la región. Gracias a esta labor, las empresas pueden enfrentarse con seguridad a los retos actuales y anticipar soluciones para los desafíos que plantea el futuro. Una vez más, las páginas que siguen dan testimonio del talento y la dedicación de los equipos que integran la Red de Centros Tecnológicos de Castilla y León, convencidos de que la investigación aplicada y la colaboración estratégica son los motores de un crecimiento sostenible y competitivo.

Índice

01

Entrevista

Augusto Cobos Pérez, Director General del Instituto para la Competitividad Empresarial de Castilla y León (ICECYL)

02

Proyectos

de los nueve centros tecnológicos asociados a NODDO en la pasada convocatoria del ICECYL

03

Propuestas

para la mejora de la competitividad del Ecosistema de Innovación de Castilla y León

Entrevista

“

Cada euro de ayuda pública moviliza 4 de inversión en innovación



AUGUSTO COBOS PÉREZ

Director General del
Instituto para la
Competitividad Empresarial
de Castilla y León
(ICECYL)

¿Cuáles son las grandes líneas de actuación del ICECYL?

Nuestro trabajo se engloba dentro del paraguas de la RIS 3 (Estrategia Regional de Investigación e Innovación para la Especialización Inteligente), que marca toda la política de innovación autonómica. En la Junta de Castilla y León, existen tres grandes pilares: el Comisionado de Ciencia y Tecnología, dependiente de Presidencia y encargado de desplegar la RIS 3; la Consejería de Educación, con competencias en el ámbito universitario; y la Consejería de Economía y Hacienda, que impulsa la innovación y la transferencia en el mundo empresarial.

En cuanto al ICECYL, tenemos cuatro líneas de actuación: ayudas y subvenciones a fondo perdido para proyectos de innovación de centros

tecnológicos y empresas; la política de transferencia de conocimiento y tecnología hacia el tejido productivo; nuevas herramientas, como la compra pública innovadora; y el apoyo al talento cualificado, a través del Programa de Formación de Gestores de Innovación y Desarrollo (GESTIDI) y de becas para que alumnos de posgrado realicen prácticas en entidades o empresas vinculadas a proyectos de innovación.

¿Qué papel van a tener los centros tecnológicos en el impulso de la competitividad empresarial?

Los centros tecnológicos tendrán un papel crucial. En la parte de subvenciones, evidentemente serán beneficiarios. Además, son agentes colaboradores fundamentales, ya que defendemos la colaboración público-privada, y resultan esenciales para

que la transferencia de la innovación llegue al tejido empresarial. Esto es especialmente importante en una comunidad como Castilla y León, donde más del 95% de las empresas son pymes y existe una gran dispersión geográfica. Necesitamos dar capilaridad a nuestras políticas y los centros tecnológicos son fundamentales porque muy pocas pymes tienen la capacidad de tener su propio centro de I+D, pero necesitan innovar.

“Necesitamos dar capilaridad a nuestras políticas y los centros tecnológicos son colaboradores fundamentales”

¿Cómo está trabajando el ICECYL para potenciar esta transferencia de conocimiento?

Existe una coordinación a través de ICECYL. El Comisionado define las líneas principales; la Consejería de Educación, a través de la Dirección General de Universidades, tiene el Plan

TCUE (Transferencia de Conocimiento Universidad-Empresa); y en ICECYL tenemos el programa Centr@tec con el que potenciamos la transferencia desde los centros tecnológicos a las empresas.

Queremos evolucionar Centr@tec hacia un sistema de excelencia y lo hacemos por varias vías. Una es crear la red de centros, apoyada en el Decreto de Registro de Centros Tecnológicos de 2024. Con ello, buscamos dar validez a esa denominación y que cuenten con un sello de calidad, como sucede a nivel nacional y en otras comunidades. Otra vía es la mejora de la financiación de los centros tecnológicos, con financiación basal fundamentada en el cumplimiento de objetivos; financiación por convocatorias de excelencia, dirigidas exclusivamente a los centros tecnológicos; y una línea de colaboración con empresas.

“Queremos evolucionar Centr@tec hacia un sistema de excelencia para promover la transferencia tecnológica”

En tercer lugar, Centr@tec permite diseñar acciones esenciales para las políticas de transferencia al alcance de los centros tecnológicos. Abarcan desde el asesoramiento a empresas y apoyo a la innovación y la tecnología, hasta la celebración de foros y el apoyo tecnológico a la propia Administración pública.

La competitividad permite acceder a mercados internacionales. ¿Por qué es tan crucial?

ICECYL es el resultado de la integración de diferentes agencias, incluidas las de Innovación e Internacionalización y Fomento de las Exportaciones. En 2024, Castilla y León lideró a nivel nacional el crecimiento de las exportaciones, con más de un 16% respecto a 2023. El reto ahora es trasladar ese mismo impulso a la internacionalización de la innovación y la tecnología. Queremos trabajar con las startups, acudiendo a ferias como el Web Summit, y con los centros tecnológicos, para que empresas extranjeras conozcan su potencial y contraten sus servicios.

“

Somos la primera comunidad con el sistema de costes simplificados de la UE para ayudas a la innovación

¿Cómo se consigue que una buena idea en el entorno rural se pueda desarrollar con las mismas facilidades que en un entorno urbano?

Tenemos una preocupación constante en el Gobierno regional. Debemos buscar la eficiencia, pero también asegurar que nuestros recursos lleguen a todo el territorio, sin primar los ámbitos urbanos sobre los rurales. En este sentido, Centr@tec otorga más puntos a aquellas actividades que los centros tecnológicos desarrollan en el ámbito rural. La Red de Nodos coordina las actividades para que tengan una distribución uniforme entre todas las provincias y lleguen en un porcentaje determinado a poblaciones de menos de 20.000 habitantes. En las convocatorias de

ayudas y subvenciones, los proyectos ubicados en localidades de menos de 10.000 habitantes siempre tienen un plus de incentivo. Finalmente, hemos trabajado en la generación de bancos de proyectos exitosos para que las zonas rurales puedan identificarlos e implantarlos.

Muchas empresas no solicitan ayudas por desconocimiento o por percibir el proceso como muy difícil.

Es una de nuestras principales preocupaciones y estamos trabajando en una doble vertiente. Por un lado, en comunicación y difusión, para que empresas y agentes del tejido empresarial conozcan nuestras líneas de ayuda y lo hacemos en colaboración con las Cámaras de Comercio y los ayuntamientos para

realizar jornadas de difusión. Por otro lado, las empresas deben percibir que solicitar las ayudas no es tan complejo. Recientemente hemos logrado un hito muy importante: la autorización por la Comisión Europea para implantar el sistema de costes simplificados en las ayudas a la innovación. Somos la primera comunidad en España en hacerlo. Esto simplificará enormemente todo el proceso de solicitud y, sobre todo, el de verificación de la ayuda.

¿Se ha producido un incremento en el número de ayudas concedidas?

Sí. Hemos detectado que, una vez que una empresa nos conoce y entiende el procedimiento, vuelve a pedir. El problema es conseguir que se atrevan a solicitar la primera vez. En

2024, hemos concedido 75 millones de euros en ayudas a empresas, incluyendo los centros tecnológicos. Esto supone un incremento de casi el 50%.

¿Cuál está siendo el efecto multiplicador de la actividad de ICECYL?

Cada euro que concedemos en subvención a una empresa se convierte en 3 euros de inversión en el territorio. Este multiplicador es aún mayor en el caso de la innovación, donde se sitúa entre 3,5 y 4 euros de inversión total en innovación por cada euro de subvención. Esto significa que por cada euro que aportamos como ayuda, la empresa invierte entre 2,5 y 3 euros adicionales, lo que evidencia un efecto multiplicador muy importante.

“

Debemos buscar la eficiencia, pero también asegurar que nuestros recursos lleguen a todo el territorio



02

Proyectos

Proyectos colaborativos de los nueve centros tecnológicos asociados a NODDO en la pasada convocatoria del ICECYL

1

ALMATIC

Una inteligencia artificial con datos a medida

2

COMP_COAT

Una vía para dar nuevas propiedades al material

3

HA MI TWINS

Más eficiencia energética gracias al gemelo digital

4

MEATING PLANTS

Hacia una nueva carne vegetal con sabor local

5

SOLEMAD

Reinventar la edificación sostenible con madera

6

SRURAL

Una digitalización con sentido para el mundo rural

7

MALUBA

Nuevas materias primas para la cerveza y el pan

8

TEEPP

Procesos industriales habilitados por el dato

ALMATIC



El proyecto Almatic ha permitido crear una plataforma basada en inteligencia artificial que ayuda a empresas de diferentes sectores a resolver problemas que van desde la gestión de una gran cantidad de datos en entornos de internet de las cosas (IoT) industrial al análisis de informes médicos en formato texto.

A finales de la pasada década, cambió el ritmo de adopción de soluciones de inteligencia artificial, fue sólo unos años antes de que se produjera el estallido de la IA generativa con el que nos encaminamos hacia un nuevo paradigma en el concepto de automatización. Los requisitos regulatorios, especialmente en el ámbito de la sostenibilidad y la energía, unidos a la aceleración de la carrera de la competitividad por la revolución digital, convertían la adopción de estas tecnologías en un desafío inaplazable. En el momento preciso de despertar de la demanda en muchas áreas de actividad, el ITCL disponía ya de suficientes casos de éxito con clientes como para presentar ante el sector un discurso creíble sobre las ventajas de las nuevas herramientas. “Planteamos un proyecto que englobara a varias empresas y en el que se propusieran distintas soluciones de inteligencia artificial en ámbitos tan diferentes como el sector agroalimentario, el metal, el

transporte de viajeros y la salud”, explica Blanca Moral. Así nació Almatic.

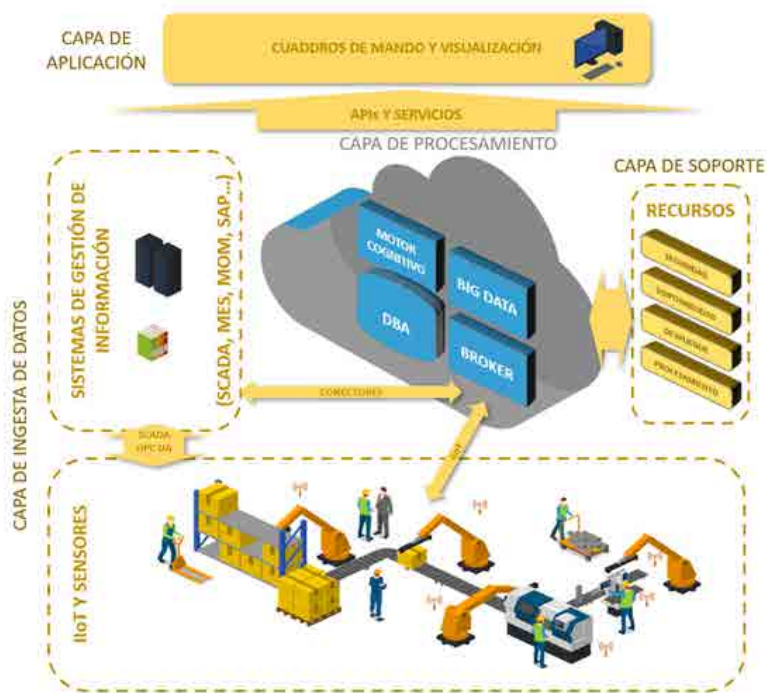
La experiencia de los investigadores del entonces recién creado AIR Institute convenció a ITCL de que era el socio adecuado para la convocatoria de ayudas del ICECYL. “Fue algo bastante natural”, asegura Blanca Moral. Así nació Almatic. Ambos centros, que habían trabajado con anterioridad en otros proyectos, diseñaron los detalles conjuntamente partiendo de la idea de complementariedad. “Todos los que trabajamos fundamentalmente en el diseño y desarrollo de algoritmos, arquitecturas y sistemas computacionales tenemos unas partes que son comunes y unas partes diferenciadas, unos y otros focalizamos nuestros esfuerzos de una u otra manera”, explica Javier Sedano.

ITCL se dedicó a los algoritmos de selección de características, que permiten identificar qué datos de los

disponibles son importantes para el procesamiento posterior. AIR Institute contaba con una arquitectura en la que ya había trabajado en el pasado y que estaba disponible tanto para las empresas como para otros centros.

La complementariedad en este caso consistió en desarrollar lo que se conoce como fórmulas pesadas. “Normalmente no tenemos el conocimiento suficiente para saber que, cuando resolvemos algo, lo hacemos bien. Utilizamos algoritmos híbridos para hacer un pesaje y, de esa manera, disminuir la incertidumbre”, apunta Javier Sedano. “Si todas resolviéramos los mismos problemas de las mismas maneras, no habría evolución, estaríamos estancados en el mismo camino, fuera este bueno o subóptimo”, apostilla Ricardo S. Alonso de AIR Institute.

“El propósito de Almatic ha sido crear



Esquema de la solución propuesta en ALMATIC para el sector Industrial

una plataforma, una solución lo más transversal posible, aplicable a problemas en diferentes sectores y mayoritariamente en Castilla y León”, añade. Se dirige a empresas industriales, pero también del sector salud, porque “somos una de las comunidades autónomas más envejecidas, con una población además muy dispersa, densamente poco poblados y esto origina unos retos muy importantes para el sector sociosanitario”. En esa plataforma, los diferentes algoritmos y modelos de inteligencia artificial, tanto los desarrollados por ITCL como incluso los de otras empresas o centros tecnológicos, se deben poder desplegar de manera modular, dando solución a problemas particulares en diferentes sectores. En el caso de Almatic se abordan desde la gestión de una gran cantidad de datos en entornos de internet de las cosas (IoT) a la gestión de informes en formato texto escritos por médicos.

Desde el punto de vista de su materialización, la plataforma es un sistema desplegado en la nube. Ahora mismo se encuentra en la de Amazon Web Services (AWS), pero el modelo es agnóstico, se ha diseñado de forma que pueda ubicarse como contenedores

estandarizados también en la nube Azure Microsoft, Google Cloud o en la de cualquier otro proveedor, incluso en nubes privadas. En esa plataforma, se encuentran dispuestos los algoritmos; los datos se introducen, se resuelve el problema y se obtiene un resultado.

BENEFICIOS PARA LOS CENTROS TECNOLÓGICOS

Fortalecimiento del conocimiento técnico como vía para ganar en competitividad, capacidad para crear valor e incluso generar nuevos servicios. Implementación de tecnologías de vanguardia en Industria 4.0, abordando eficazmente las demandas y desafíos que impactan directamente en la capacidad de las empresas para mantenerse competitivas y rentables.

La clave de Almatic era conseguir que todo ese proceso resultara fiable, es decir, que la respuesta final fuera la adecuada. Para ello, había que evitar algunos errores habituales en el despliegue de soluciones de inteligencia artificial. “Los algoritmos no valen para todo. Los datos no se pueden procesar con cualquier algoritmo esperando recibir una solución coherente. Desde un punto de vista pragmático, cada uno de los problemas tiene una dificultad o una diferencia. Aunque tengamos datos, no es lo mismo tener unos procesados con determinadas frecuencias de muestreos, o con determinados ruidos e incertidumbres, que otros. Es necesario, para focalizar el esfuerzo de qué algoritmo se puede adaptar mejor al sistema, tener una concepción también del problema, porque las respuestas que nos ofrece la IA no son muchas veces comprobables a corto plazo. El mayor reto del procesamiento algorítmico no es coger cualquier cosa, utilizar cualquier herramienta disponible, de los miles que existen hoy en open source, y lanzar la ejecución”, explica Javier Sedano.





RESULTADOS DESTACABLES PARA LAS EMPRESAS

GONVARRI: Desarrollo e implantación de sistemas de mejora de la fiabilidad de máquinas y mantenimiento predictivo.

CEREALTO: Obtención de una plataforma modular que permite su personalización para cualquier sector.

Todo un desafío. El punto de partida era, no obstante, favorable en buena parte. El ITCL había trabajado ya con Gonvarri y con Ascensores Zener en un proyecto CIEN del CDTI para introducir inteligencia

artificial en los procesos de mantenimiento predictivo. Pero en el caso de Amadix no había experiencia previa de trabajo conjunto, y su propuesta era ambiciosa: identificar mejor el tipo de cáncer a evaluar. “Era un reto conjugar su casuística con la de las otras empresas que eran del sector industrial, nos pareció una muy buena oportunidad”, dice Blanca Moral. Amadix tuvo que firmar acuerdos con hospitales para acceder a los datos respetando los requerimientos de la Administración y los criterios de los comités éticos en cada caso. “Fue muy complicado tener en tiempo y forma la información que se necesitaba”, apunta Blanca Moral.

Por último, Cerealto necesitaba determinar las variables clave para obtener un producto de calidad, “pensamos que con inteligencia artificial podrían mejorar toda la información

que tenían en la empresa y llegar a una fabricación más optimizada”. Había unos datos iniciales, “que en algunos casos no eran lo suficientemente informativos y hubo que asesorar a las empresas. En algunos casos, se partió de un conjunto sesgado de datos y posteriormente se fue actualizando para que los algoritmos se entrenaran de una forma más correcta”, relata Javier Sedano. A los centros tecnológicos les correspondió llevar a cabo incluso una función de mentorización en las empresas, “porque la recogida de los datos debe de hacerse de una manera tan cuidadosa y exquisita como el que recoge tulipanes. Fue importante identificar dentro de las empresas a las personas responsables de ello, asesorarlas, adoctrinarlas, para que fueran escrupulosamente cuidadosas y pensarán que cualquier ruido puede perturbar al algoritmo y hacer que sea ineficiente”.



LAS EMPRESAS

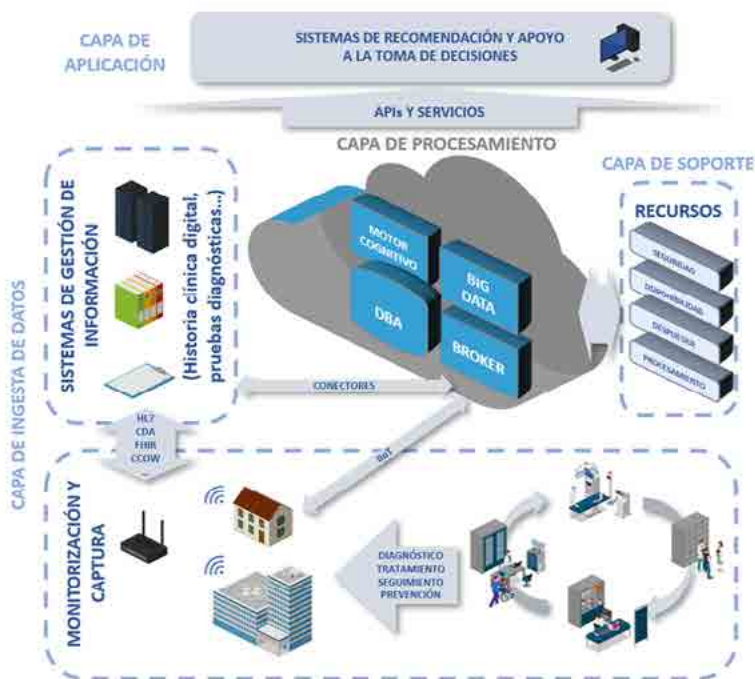
“Consolida nuestra evolución como compañía innovadora”

“Gracias a la colaboración con ITCL, hemos reforzado la seguridad y la infraestructura en la nube para nuestros desarrollos. Este proyecto ha sido clave para impulsar nuevos estudios para la detección temprana del cáncer de pulmón a través de la biopsia líquida y fortalecer nuestro departamento de inteligencia artificial, incrementando nuestras capacidades en el análisis avanzado de datos clínicos y consolidando nuestra evolución como empresa innovadora dedicada a alargar la vida de las personas.” **AMADIX**

“Gracias a nuestra colaboración con el Instituto Tecnológico de Castilla y León (ITCL) en el proyecto ALMATIC, hemos logrado integrar soluciones avanzadas en cuanto al análisis predictivo en nuestros sistemas de mantenimiento. Esta innovación nos ha permitido optimizar nuestro proceso, fundamentalmente en lo que se refiere a eliminar averías críticas y reducir las interrupciones de producción derivadas por el deterioro de los útiles de trabajo – matrices, material... Por otra parte, hemos conseguido desarrollar un esquema de trabajo basado en “condición”, fundamentalmente gracias a la gestión del dato, lo que nos permite identificar causas raíz y apoyar eficientemente a nuestros centros de producción. Estamos seguros de continuar en esta línea a futuro y convencidos que tenemos en ITCL un socio fiable y resolutivo que nos puede acompañar en este proceso de transformación digital.” **GONVARRI**

“Gracias a nuestra colaboración con el Instituto Tecnológico de Castilla y León (ITCL) en el proyecto ALMATIC, hemos logrado integrar soluciones avanzadas de inteligencia artificial y análisis predictivo en nuestros sistemas de mantenimiento. Esta innovación nos ha permitido optimizar la gestión y mantenimiento de nuestros elevadores, mejorando la capacidad operativa y adoptando estrategias de mantenimiento predictivo. El enfoque predictivo desarrollado ha sido clave para incrementar la fiabilidad y eficiencia en las instalaciones que mantenemos, destacando la relevancia de la colaboración con el centro tecnológico en el éxito del proyecto.” **ASCENSORES ZENER**

“Gracias a nuestra colaboración con los centros tecnológicos participantes en el proyecto ALMATIC, hemos logrado analizar cómo las soluciones avanzadas de inteligencia artificial y análisis predictivo pueden aportar valor a la hora de modelar el comportamiento y anticiparlo de las variables productivas críticas. También la importancia de contar con un histórico de datos previo relevante y de calidad para que estos algoritmos tengan mayor efectividad.” **SIRO**



Esquema de la solución propuesta en ALMATIC para el sector salud

Los casos de uso marcaron el diseño final de la plataforma de Almatic. Cerealto disponía de muchos parámetros de su proceso de fabricación, desde ingredientes a cocción, y buscaba reconocer combinaciones para optimizar la calidad de sus productos. En el caso de Amadix, quería identificar los términos más utilizados en los informes médicos, aunque estuvieran escritos a mano, y establecer una correlación con el riesgo de desarrollo de cáncer en cada paciente. Gonvarri necesitaba predecir roturas en las máquinas de sus sistemas de fabricación críticos, de especial complejidad y con características especiales. La inteligencia artificial debía convertirse en el centinela responsable de verificar el comportamiento de la máquina y de dar alerta inmediata en caso de anomalía. Los ascensores, por último, son artilugios complejos, que combinan tarjetas electrónicas, sistemas, motores, variadores, contactores, y están sometidos a una reglamentación y una certificación extensas y complicadas. Ascensores Zener aspiraba a lograr ayuda de la inteligencia artificial para gestionar los servicios de mantenimiento, especialmente mediante el control del par motor, que genera los esfuerzos en los ascensores, asegurando tanto el equilibrio como los tiempos de subida y bajada.



RESULTADOS DESTACABLES PARA LAS EMPRESAS

ZENER: *Diseño de un sistema experto para el modelado de los procesos y el cálculo de los índices específicos de cada sector, capaz de detectar desviaciones.*

AMADIX: *Perfeccionamiento de su metodología en la extracción y procesamiento de datos clínicos, estableciendo un nuevo estándar para solicitudes de información a nuevos proveedores de datos.*

Según Ricardo S. Alonso, “las problemáticas eran muy distintas, esa era la magia, lo

bonito del proyecto, que esa plataforma no resolviera un problema particular, sino que estuviera preparada para desplegar diferentes modelos”. La plataforma se puede concebir como una especie de suite: dispone de un workspace común y diferentes soluciones específicas (se podría pensar en Office como una analogía). Cuenta con una capa que utiliza componentes comunes para recopilar datos, desde informes médicos a información de los sensores de los procesos de fabricación de las galletas, y sobre esa misma capa los expertos de ITCL y AIR Institute han aplicado inteligencia artificial para encontrar y reconocer patrones. Ha sido necesario probar modelos diferentes, hasta dar con el adecuado, en un proceso iterativo, como corresponde con el desarrollo de soluciones de machine learning.

Uno de los desafíos en adelante para la plataforma de ITCL y AIR Institute consistirá en seguir el ritmo de los vertiginosos avances que está experimentando la IA, de modo que pueda llevarse incluso a explotación mediante pago por uso. Habrá que “recapitular, incrementar sobre esa plataforma algunos transformers en los que hemos trabajado, en nuestro caso, para análisis de series temporales y dinámicas. Y como la arquitectura de la plataforma y la parte de selección de características está completamente realizada, y los algoritmos SaaS, que son modelos de agregación simbólica, también están disponibles, completar con el análisis de series temporales a partir de redes LSTM (long short-term memory, un bloque funcional de las redes neuronales) de última generación y, sobre todo, transformers con decoder”, apunta Javier Sedano.

COMP_COAT



La investigación en recubrimientos metálicos y cerámicos por proyección térmica es una línea de trabajo clave en la carrera para sustituir los materiales que se usan hoy en aviación, movilidad o salud por otros más sostenibles y eficientes, el proyecto ha establecido una hoja de ruta para hallar los más adecuados.

La sustitución de los materiales que se usan hoy en sectores como aviación, energía y movilidad por otros más sostenibles y eficientes, para cumplir con los nuevos requerimientos de la industria sin perder competitividad, es una de las grandes tendencias tecnológicas de la actualidad. En esa carrera, la investigación en recubrimientos metálicos y cerámicos por proyección térmica, un área de desarrollo tecnológico en la que se ha especializado CTME, adquiere un valor cada vez más estratégico. CIDAUT resultaba el socio adecuado para profundizar en esa línea de I+D, por su especialización en pretratamientos y postratamientos, claves para conseguir una adecuada adhesión de los materiales y para poder plantear nuevas posibilidades de desarrollo, tanto en términos de materiales a recubrir como potenciales aplicaciones en el sector de la automoción. En la selección de empresas, CTME conocía la necesidad de Aciturri Engineering, proveedor de

Airbus, de obtener nuevas propiedades en los materiales compuestos, no solo para las piezas del exterior de la aeronave, sino también para las de zonas interiores, motores y otros componentes; y CIDAUT, por su parte, incorporó a IMATEC y MPB Aerospace, este último presente también en un sector tan aparentemente separado del resto como el de dispositivos de salud.

EL OBJETIVO

El proyecto COMP_COAT puso el foco principalmente en materiales destinados a la estructura exterior y se marcó como objetivo encontrar la forma de dotar a esa resina de una capa externa, anclada perfectamente, para evitar su separación.

Un nuevo material composite puede contar con funcionalidades adicionales o prestaciones mejoradas, pero ello nunca puede ir en perjuicio de los requisitos que tenga su aplicación final. Ahí es donde interviene la I+D de los centros tecnológicos, encargada de encontrar el tratamiento correcto, ya sea modificándolo internamente, mediante nanocompuestos, ya sea externamente, la línea escogida en el proyecto COMP_COAT. En aeronáutica, por ejemplo, muchas de las piezas que se hacían en aluminio han sido sustituidas por un material termoestable que se recubre metálicamente para conseguir conductividad externa y generar el efecto jaula de Faraday que protege frente a los rayos. Sin embargo, dicho recubrimiento altamente sofisticado tiende a desgastarse fácilmente con la agresión del agua y el polvo. El proyecto COMP_COAT puso el foco principalmente en materiales destinados a la estructura exterior y se marcó como objetivo encontrar la forma de



dotar a esa resina de una capa externa, anclada perfectamente, para evitar su separación.

En el reparto de papeles, CTME exploró los composites elaborados a partir de resinas de bismaleimida (BMI) para ubicarlos en las zonas de escape de gases, como las que se encuentran junto al motor, en las que resulta clave ejercer una función de barrera térmica. “Se están utilizando como sustituto de los aluminios porque en las zonas de salida donde se ubican los chorros se alcanzan unas temperaturas muy elevadas y los materiales poliméricos no las soportan”, explica Juan José García. También se exploraron en COMP_COAT soluciones para desafíos estructurales, como la resistencia al desgaste y la erosión por impacto de

partículas, sobre todo en los bordes de ataque, un asunto crítico para Aciturri Engineering.

En el caso de IMATEC, fabricante de componentes para el sector de automoción, se investigaron materiales termoplásticos técnicos, bajo los requisitos de conseguir acabados finales atractivos desde el punto de vista estético, y que al mismo tiempo contaran con propiedades de conducción eléctrica superficial. La variable coste en un sector tan sensible al precio condicionaba la elección de las soluciones, que no debían encarecer demasiado el producto final. “Se planteó el uso de poliamida que, si bien es muy interesante por su peso, la libertad de diseño y el tipo de piezas que se pueden fabricar con ella, a nivel propiedades

está un escalón por debajo, sobre todo en resistencia a la temperatura. Había que conseguir las mismas soluciones que ofrecían otras alternativas sin dañar ese material base, en ese sentido, fue un reto tecnológico para el proyecto”, apunta Jorge Velasco, de Cidaut.

Por último, MPB Aerospace, además de fabricar componentes aeronáuticos, también está interesado en la realización de piezas para el sector médico, empleando composite para sustituir los componentes actuales de titanio, cuyo uso está muy extendido en el campo de la implantología. Su petición consistía en encontrar materiales que pudieran sustituirlo en piezas ortopédicas, por ejemplo, tornillos hechos con termoplástico, generalmente un PEEK, gracias a su

carácter biocompatible. Para ello, había que encontrar la forma de recubrirlo para facilitar su integración en las estructuras óseas del cuerpo humano, y dotarle de unas propiedades adicionales que permitieran, por ejemplo, depositar en las oquedades de la proyección medicamentos, como antibióticos.

“Todas las líneas de investigación convergían en un solo punto, los materiales compuestos”, señala Guillermo Jorde, de CTME. El primer reto del proyecto COMP_COAT fue investigar en qué materiales se podían aplicar los recubrimientos para conseguir las propiedades que buscábamos, ya fuera resistencia al desgaste, a alta temperatura o a la luz ultravioleta entre otros. “A





continuación, debíamos preparar las superficies para conseguir una buena adherencia entre los materiales base y los de aporte”, relata Juan José García. CIDAUT asumió esta tarea clave, debía definir los pretratamientos, a fin de preparar las superficies de los sustratos, sin que se deterioraran sus propiedades estructurales. CTME debía diseñar, por su parte, la forma en la que esos componentes se anclarían en el material, para evitar el riesgo de separación. “Hemos mantenido reuniones quincenales durante los años de ejecución del proyecto, era clave que la información que Cidaut obtenía de sus pretratamientos nos la trasladara a nosotros”. El polvo llega a la superficie en un estado fundido o semifundido, sin embargo, en este proceso no se

produce fusión entre el sustrato y la capa proyectada. Tampoco es una unión química, ni podría asimilarse a una soldadura. Se genera el sustrato con una rugosidad determinada para que las partículas se adhieran a esa superficie y cuando se enfríen quede una estructura con una adherencia y una resistencia a la separación. Cuando la capa de recubrimiento presenta unas propiedades térmicas y/o mecánicas muy diferentes a las del sustrato composite (por ejemplo, en el caso de recubrimientos cerámicos), se proyecta una capa intermedia de un tercer material, que asegura una transición progresiva de las propiedades sobre toda la superficie.

EL DESAFÍO

Una de las premisas del proyecto fue trabajar sobre probeta plana, para poner a punto los parámetros de pretratamiento, los materiales de proyección y los post-tratamientos. A continuación, se debía escalar a unas dimensiones superiores o más complejas y llevar a cabo ensayos más específicos para las aplicaciones finales. La poliamida, debido a su menor resistencia a las altas temperaturas generó problemas en ese momento.



“Para la resistencia al desgaste se suele optar por recubrimientos basados en materiales cerámicos que se proyectan sobre el composite, pero las propiedades físicas de uno y otro realmente no tienen nada que ver, sobre todo, pensando en transferencia de temperatura: cómo conduce la temperatura y cómo se comporta ese material cuando se enfría. Estamos tirando material en estado fundido o semifundido, a mucha más temperatura que el sustrato sobre el que lo lanzamos. Cuando se enfría tiene lugar un cambio de volumen que, si no está bien gestionado, puede provocar que el recubrimiento salte directamente y no se produzca esa adherencia mecánica”, explica Juan José García. A veces, se optó por incluir alguna capa intermedia que facilitara el anclaje entre capas. “Lo planteamos desde un

enfoque experimental, propusimos varias alternativas, varias combinaciones, para cada material base y cada requerimiento y al final la experiencia de CTME con los parámetros de proyección, unida a las caracterizaciones que hicimos a posteriori, permitieron ir filtrando las soluciones que veíamos que funcionaban mejor”.

Fue un proceso repleto de dificultades y no todas se produjeron en la fase de selección de materiales, preparación y recubrimiento. En algún caso, aparecieron justo después, cuando llegó el momento de escalar las dimensiones del material. Una de las premisas del proyecto fue trabajar sobre probeta plana, para poner a punto los parámetros de pretratamiento, los materiales de proyección y los post-tratamientos. A continuación, se debía

escalar a unas dimensiones superiores o más complejas y llevar a cabo ensayos más específicos para las aplicaciones finales. La poliamida, debido a su menor resistencia a las altas temperaturas que ocurren durante el proceso de proyección, generó problemas en ese momento, por lo que hubo que ajustar los parámetros, en especial del proceso en el que se enfría el recubrimiento mientras se va depositando.

Esto explica que uno de los resultados más satisfactorios del proyecto COMP_COAT para CTME y CIDAUT haya sido precisamente la metodología para trazar una ruta de trabajo que permita seleccionar e integrar estos recubrimientos, en su mayoría cerámicos, capaces resistir mejor las situaciones de desgaste y térmicamente exigentes a



las que se enfrentan los materiales. “Desde el punto de vista industrial, muchas empresas ya han contactado con nosotros a raíz de este proyecto y de esta línea de investigación, tanto regionales como nacionales, para sacar adelante, con este tipo de soluciones, piezas que ya tienen identificadas”, explica Guillermo Jorde. El proyecto COMP-COAT se ha quedado aproximadamente en un TRL 5, “todavía mucho margen de desarrollo y están surgiendo nuevos proyectos de mejora. El prototipo más grande que hemos alcanzado es de 300-400 mm de longitud, queda desarrollo por hacer”.

“Hay que pensar en industrializar y es diferente hacerlo en un sector como la aeronáutica, donde las piezas son muy

grandes y hay poca cadencia, a hacerlo en un sector como la automoción, donde hay mucha renovación de piezas. Además, una cosa son los requerimientos técnicos y otra los económicos, cada vez más fuertes. Lo que hace dos años costaba X, ahora debe costar un 80% de X”, apunta Esteban Cañibano, de CIDAUT. No hay que olvidar que, en función de la tecnología de proyección térmica se utilizan gases diferentes y el coste puede ser elevado. Lo mismo sucede con los materiales de proyección en polvo, que deben tener un tamaño específico y una fluidez para poder ser proyectados. La barrera de entrada, en principio, es alta. “La tecnología de plasma no es nueva, la de alta velocidad algo más. Lo que sí que es novedoso son las aplicaciones que estamos utilizando y los materiales con los que estamos trabajando para

conseguir nuevas propiedades. Ahí está la diferenciación, el conocimiento de las personas y el know how que estamos consiguiendo dentro de la organización. De hecho, todo esto nos está llevando a que en un futuro nos metamos en una nueva inversión, posiblemente con nuevas tecnologías, como puede ser el cold spray, que puede dar mejores resultados en algunos casos de adherencia”, concluye Juan José García. El conocimiento adquirido en el proyecto y la tecnología han permitido a CTME entrar en una red de excelencia de recubrimientos de la red Cervera SURFERA Plus, una convocatoria del CDTI, y presentarse a proyectos europeos. En el caso de CIDAUT se han establecido los cimientos de una línea de trabajo apasionante para el futuro.

LA SOLUCIÓN

Los resultados más satisfactorios del proyecto COMP_COAT para CTME y CIDAUT se han producido en el ámbito de la metodología usada para trazar una ruta de trabajo que permita seleccionar e integrar estos recubrimientos, en su mayoría cerámicos, capaces resistir mejor las situaciones de desgaste y térmicamente exigentes.



HA MI TWINS



Implantar un gemelo digital resulta todo un desafío en actividades sujetas a condiciones tan imprevisibles como la producción de harina de trigo y la obtención de pizarra sin cobertura de internet, gracias a este proyecto ahora es posible controlar el consumo en los procesos más intensivos en el uso de energía.

Harinas Emilio Esteban reunía tres condiciones ideales para participar en el proyecto Ha Mi Twins lanzado por los centros tecnológicos CETECE e ICAMCyL: estaba trabajando en la mejora de su eficiencia energética, disponía de un certificado de gestión medioambiental y su actividad generaba polvo en suspensión, menos que en una mina, pero el suficiente como para verse obligada a delimitar zonas ATEX por riesgo de explosión. De modo que, aun tratándose de un sector aparentemente desconectado del de Pizarras La Baña, existían puntos en común suficientes para implicarlas en un proyecto dirigido fundamentalmente a mejorar la eficiencia energética mediante la implantación de un gemelo digital. Además, Harinas Emilio Esteban había implantado un sistema Scada (supervisión, control y adquisición de datos) en sus procesos de trabajo y se utilizó para que Pizarras La Baña siguiera sus pasos. “Lo que más les interesaba era

conocer el consumo energético de cada proceso para saber exactamente dónde tenían que aplicar medidas de forma más directa”, explica Eva de la Gala, de CETECE. Como efecto colateral, esperaban que reunir toda esa información les ayudara también a optimizar su proceso de fabricación. CETECE e ICAMCyL diseñaron la metodología para compartir datos y aunar estrategias. En el caso de Harinas Emilio Esteban, “no se podía abarcar todo el proceso de fabricación, por lo que se decidió poner el foco en determinados puntos”, señala Eva de la Gala. Así, el área de entrada del cereal a los silos, desde una de las piqueras, fue una de las tres líneas que se escogió; en la zona de fabricación se determinó estudiar una de las tres líneas de que disponía la empresa; y, finalmente, se optó por analizar el envasado de los productos en sacos. Desde el punto de vista del consumo energético, este tipo de actividad se ve muy condicionada por el

tipo de trigo que llega de los proveedores, la variedad, el tamaño del grano y, sobre todo, el porcentaje de humedad. Esta última variable es capaz de provocar una parada general de la producción, si en la fase final de análisis de la calidad del producto se obtienen valores indeseados o si la harina acababa compactándose, con el consiguiente impacto en términos de eficiencia. Todos esos factores iban a influir en la elaboración del gemelo digital y determinarían la aplicación de los sensores.

El 90% de la pizarra de España se extrae en la zona noroeste. En el caso de Pizarras La Baña, con su mina ubicada en una zona de difícil acceso y sin cobertura de internet ni telefonía, representó un reto para la implementación del gemelo digital. “El primer paso fue instalar una antena en la parte más alta de la explotación para garantizar conectividad”, explica Marta Alonso, de ICAMCyL. Una vez dispuesta



una infraestructura de comunicación básica, se inició el proceso de identificar los espacios en los que podía haber un consumo de energía que se pudiera optimizar. La elaboración de las pizarras es un proceso muy manual, sobre todo en la última parte, en la selección de las calidades. El punto de mayor intensidad energética se corresponde con el corte de los rachones con grandes sierras. Este proceso, que emplea sierras de gran tamaño, reduce progresivamente el tamaño del material hasta obtener el producto final. El consumo energético varía en función de las características del rachón, como su tamaño inicial, lo que hace esencial la monitorización continua para identificar áreas de optimización y minimizar el gasto durante las sucesivas fases de corte.

El proyecto Ha Mi Twins se centró en verificar si en los casos identificados los consumos se estaban disparando y analizar posibles soluciones. “Lo

mejor sería que el producto, o sea la materia prima, viniera siempre igual, pero no es así. La materia prima es muy diversa y tiene distintas procedencias”, señala Eva de la Gala. En ese sentido, la transformación digital debía ayudar a Harinas Emilio Esteban, en primer lugar, a preparar el proceso de producción, acondicionando la materia prima. Algunos productos y lotes específicos, al ser recibidos, requieren de un nivel de limpieza adicional. Sin embargo, la naturaleza de otros lotes provoca inconvenientes en etapas posteriores del proceso productivo, principalmente asociados a un incremento en el consumo energético. Los responsables de la compañía informaron de los problemas que surgían en cada momento. Por ejemplo, “en los silos no se disponía de un sistema de detección preciso para monitorizar el nivel de llenado del cereal, lo que dificultaba la obtención de datos en tiempo real sobre los volúmenes de consumo por parte de la empresa.”

“

LAS EMPRESAS

“Contribuir al desarrollo sostenible”

“Gracias a nuestra colaboración con ICAMCyL, hemos optimizado nuestros procesos de producción, mejorando nuestra eficiencia y sostenibilidad. A través de la integración de tecnologías sostenibles, buscamos no solo mejorar nuestra competitividad, sino también contribuir al desarrollo de un modelo más sostenible”. **PIZARRAS LA BAÑA**

“Tras la ejecución del proyecto realizado conjuntamente con ICAMCyL y CETECE disponemos de un gemelo digital que nos permite identificar y mejorar las áreas y procesos donde somos menos eficientes a nivel energético y productivo. Esta herramienta nos facilita la toma de decisiones a la hora de aplicar las medidas correctivas necesarias para seguir alcanzando y superando los objetivos de sostenibilidad y competitividad empresarial que continuamente nos marcamos.” **EMILIO ESTEBAN S.A.**





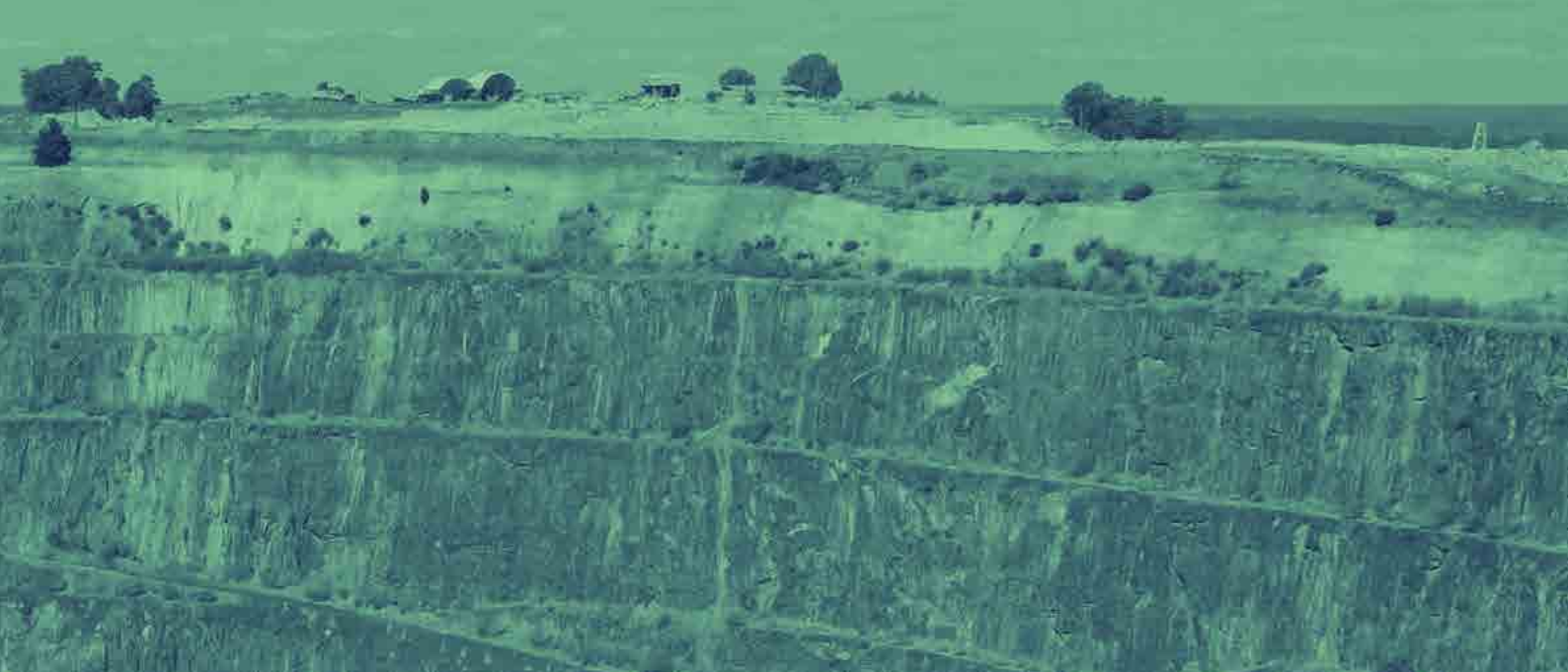
Para controlar el gasto en electricidad se definió qué tipo de sensores tenían que adquirir ambas empresas y las zonas en las que debían ubicarse para tomar datos. Esto permitió determinar los puntos rojos de consumo de energía y desarrollar, en última instancia, un gemelo digital, en cuya creación intervino como ente colaborador el ITCL, que se convirtió en el punto de recepción de los datos que generaban los sensores, debidamente preparados. Por diferentes vías, Harinas Emilio Esteban y Pizarras La Baña, con problemáticas similares, pese a pertenecer a sectores aparentemente separados, confluían en una misma solución de la mano de las tecnologías digitales.

El proceso de abastecimiento de información para configurar el gemelo digital se prolongó cerca de un año. Se aprovechó también el histórico de datos de consumo

de algunos equipos. “En ese tiempo, hubo que hacer modificaciones. En ocasiones, la información que se obtenía de un sensor no era tan crucial como pensábamos. Cuando eso sucedía, había que sustituirlo y volver a empezar. A través de la nube se iba compartiendo toda esa información, Harinas Emilio Esteban la verificaba y decidíamos si se validaba para la toma de decisiones o no”, relata Eva de la Gala.

En las instalaciones de Pizarras La Baña, los sensores se instalaron en distintos puntos del proceso de elaboración, lo que ayudó a monitorizar el rendimiento energético de equipos críticos. “El software nos permite programar alarmas automáticas que se activan cuando el consumo de una máquina supera los umbrales definidos, enviando notificaciones al personal encargado para intervenir de manera inmediata”, apunta Marta Alonso.

El objetivo era, en efecto, conocer en todo momento los consumos energéticos de ambas compañías, de modo que se pudieran tomar decisiones orientadas a reducirlos en aquellos equipos o procedimientos directamente implicados. Si se abría la opción de modificar los tiempos de proceso, por ejemplo, el momento de la molturación de un silo con un determinado molino, el modelo aconsejaría las horas más adecuadas para hacerlo considerando los consumos energéticos y el precio del kilovatio en cada tramo horario. El gasto energético influye también en la elección de envasado, porque algunas líneas de esa área son más intensivas en consumo que otras, según su antigüedad o el tipo de producto. El gemelo digital del proyecto permitiría adecuar el envasado a las características del trigo en cada momento, y también a las de otros cereales, y optimizar el uso de la envasadora en cada circunstancia.



La crisis de suministro que siguió a la paralización de la economía durante la pandemia del Covid-19 fue uno de los imprevistos que condicionó el desarrollo del proyecto y forzó a CETECE e ICAMCyL a solicitar un aplazamiento del plazo de finalización. Algunos sensores llegaron con mucho retraso. En el caso de Pizarras La Baña, no pudo avanzar en la toma de datos durante meses por la falta de acceso al modelo de sensores que precisaba. Además, uno de los objetivos complementarios de la investigación fue monitorizar de forma continua los niveles de polvo en suspensión, para que los sistemas de ventilación se activaran automáticamente cuando fuera necesario.

Esto implicó afrontar retos técnicos relacionados con la precisión de los sensores en un entorno con alta concentración de partículas, lo que requirió ajustes en el

equipo y en la configuración para garantizar un funcionamiento fiable a largo plazo.

Superados estos problemas, año y medio después de culminar el desarrollo, las empresas comenzaron a obtener ya porcentajes de ahorro atractivos en el consumo energético y, de hecho, Harinas Emilio Esteban no ha dejado de incrementar la instalación de sensores, para alimentar al gemelo digital, y de realizar modificaciones energéticas a partir de la información que proporcionan, incluida una instalación fotovoltaica. Su equipo de TI es ahora el que controla, gestiona e introduce información en la aplicación creada para ellos. Pizarras La Baña, fundada en 1984 y ubicada en la provincia de León, es una de las explotaciones más grandes de la región. Con un enfoque en la extracción de pizarra de alta calidad, el grupo está decidido a avanzar en la digitalización de sus procesos, particularmente en la fase final de selección

de calidades. ICAMCyL está convencido de que las experiencias de éxito en digitalización, como las impulsadas por CETECE y otros centros tecnológicos, pueden replicarse en otros sectores.

“Aunque los procesos son distintos, todos involucran a máquinas y flujos de trabajo que pueden optimizarse. Ahora queremos ir un poco más allá con la implantación de un modelo digital más integral. Las empresas pueden ir desde un Scada básico, como ha sido nuestro caso en este proyecto, a un gemelo digital que incorpore aplicaciones y permita controlar esos procesos. El objetivo es introducir robótica, visión artificial e inteligencia artificial en etapas críticas, como puede ser el paletizado y la selección de calidades, optimizando así no solo el consumo energético, sino aportando un mayor valor añadido a los productos”, concluye Marta Alonso.

MEATING PLANTS



CARTIF



itagra.ct

El objetivo del proyecto ha sido profundizar en la calidad y en el potencial de aprovechamiento de la proteína vegetal que se puede obtener en Castilla y León para generar productos alternativos a los cárnicos, que atiendan a la nueva demanda emergente y puedan ser integrados en platos de quinta gama.

Una de las tareas ordinarias de los centros tecnológicos es la prospección para conocer las necesidades de las empresas. Fruto de esa actividad de vigilancia, en la cartera de líneas de investigación de CARTIF aparecía de forma destacada la idea de trabajar con proteínas. Una conversación con la empresa Campofrío sirvió de punto de arranque para lo que se convertiría en el proyecto Meating Plants.

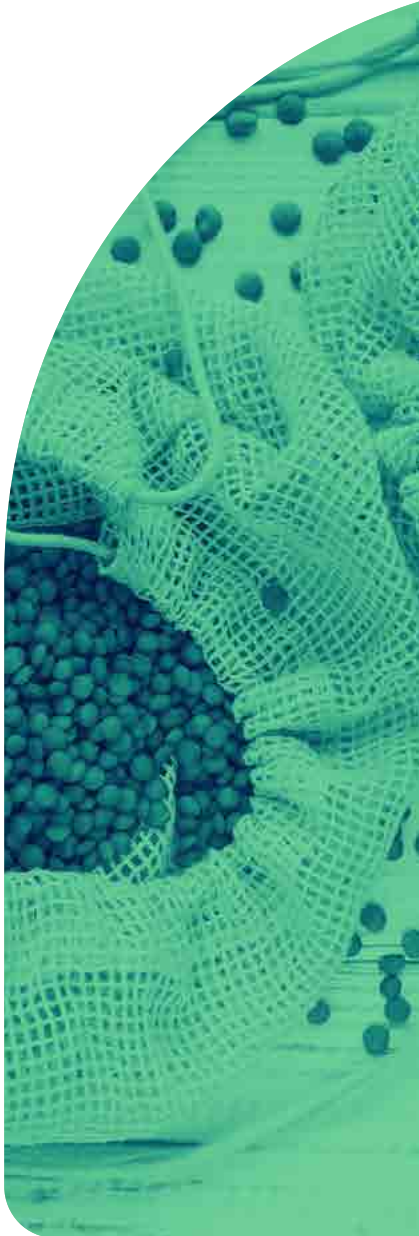
El objetivo era aprovechar la calidad de la proteína vegetal y generar productos que atendieran a la nueva demanda emergente compuesta de consumidores, que no tienen por qué ser ineludiblemente veganos o vegetarianos, pero buscan en el mercado productos ricos en proteínas elaborados a partir de una fuente de materias primas sostenible. Lo más innovador de todo era ya el punto de partida: una empresa cárnica abría un campo de investigación, junto a un centro tecnológico, para producir carne vegetal.

Campofrío había sacado al mercado ya algún producto, hamburguesas principalmente, como alternativa a la carne picada, pero consideraba todavía que faltaban muchos aspectos a desarrollar desde el punto de vista tecnológico.

LOS DATOS

La carne de ternera tiene entre 20-25 gramos de proteína por cada 100 de alimento. La aportación de proteínas en el filete vegetal vendrá determinada por el porcentaje de incorporación del texturizado proteico. Los texturizados obtenidos en el proyecto tienen un contenido de proteína entre 35-40 gramos por cada 100 gramos.

Al lanzar el proyecto jugaban con ventaja. El campo de Castilla y León reúne muchos elementos positivos para posicionarse como un referente en el cultivo de plantas ricas en proteínas, especialmente por la contribución del suelo a la calidad de los vegetales. Además, en el ámbito de la innovación alimentaria ha dejado de ser una tendencia emergente y se ha convertido en toda una realidad a escala industrial la transformación de leguminosas en productos muy variados, más allá del sector panadero, entre ellos la carne. M^{ra} Virginia Ozcariz, de Itagra, señala que, no obstante, "los análogos cárnicos están enfocados a nivel mundial a la soja, que no se produce en Castilla y León. Queríamos experimentar con otros cultivos propios y darles salida, porque para los agricultores este nuevo mercado puede convertirse en todo un valor añadido. Y nuestra región es la zona de España donde más se cultivan las leguminosas que estábamos estudiando, porque cumplían las características adecuadas para reemplazar a la soja".



MEATING PLANTS | Hacia una nueva carne vegetal con sabor local | CARTIF e ITAGRA

El proyecto Meating Plants se construyó sobre un modelo colaborativo, CARTIF implicó inmediatamente a Itagra, cuyo papel consistiría en probar y demostrar que los cultivos de leguminosas escogidos se podían establecer perfectamente en Castilla y León, desde el punto de vista agronómico, y que eran válidos para el posterior proceso de transformación al que se les iba a someter. “Trabajar con ellos ha sido un descubrimiento muy profundo, de este tipo de colaboraciones surgen otras porque vamos conociendo cómo trabajamos, qué se puede plantear, qué avances podemos dar y qué soluciones”, dice Belén Blanco, de CARTIF. El consorcio se completó con la empresa Huercasa, muy interesada en aspectos relacionados con la composición nutricional. Con ella se abrió un escenario de posibilidades complementario vinculado a la sostenibilidad, gracias al aprovechamiento de los subproductos que se generarían en el procesado de vegetales.

Para el desarrollo de la investigación, todas las entidades designaron un equipo de trabajo encargado de poner en común la información, alinear las posturas y los avances e incluso rectificar el rumbo si fuera necesario. El planteamiento de Meating Plants era puramente colaborativo porque en última instancia iba a requerir la integración de soluciones tecnológicas para conseguir los productos deseados. CARTIF contaba con experiencia en texturización por extrusión, una tecnología muy particular, con una alta variabilidad, que requiere de un diseño de experimentos muy fuerte para correlacionar todo lo que se incluye como materias primas y lo que se obtiene como producto. Son cruciales para su éxito los factores previos al uso de la tecnología, desde los agronómicos a la preparación de los ingredientes, y exige una planificación adecuada de su aplicación sobre las materias primas para que se obtenga el efecto buscado.



LAS EMPRESAS

“Hemos dispuesto de un equipo piloto de texturización”

La texturización por extrusión “modifica las proteínas vegetales para que tengan una apariencia y un comportamiento similares a los animales en cuanto a textura. Intervienen una serie de procesos en los que aplicamos calor, presión y temperatura; esa energía mecánica y térmica que se genera en el interior es la que provoca esas modificaciones”, explica Irene Hompanera, de CARTIF. La calidad de la materia prima, la pureza de la proteína es en ese sentido un factor de dificultad sumado a las diversas variables del proceso de extrusión y texturización. “Es un sistema realmente complejo, porque no sólo se debe dar solución a nivel sensorial, sino también entender lo que está pasando, cómo se están transformando esas proteínas, qué aminoácidos tenemos disponibles, hay que interpretar las soluciones que hemos conseguido”. En última instancia, debe obtenerse un alimento comestible con unos parámetros nutricionales determinados.

“Una de nuestras líneas de innovación es el aprovechamiento de las materias primas, buscar nuevos usos dentro de la circularidad, para reducir los desperdicios. Así surgió el proyecto Meating Plants. Como industria de transformación, queríamos buscar nuevos usos para nuestros residuos vegetales, más allá de destinarlos a alimentación animal. Dentro de nuestros objetivos de innovación, está producir alimentos saludables y funcionales, con un alto poder nutricional, y en esta línea creemos que nos puede ayudar CARTIF”. **HUERCASA**

“La colaboración mantenida entre Campofrío y CARTIF e Itagra, ha sido en todo momento clave para la realización del proyecto de investigación. En Campofrío disponemos de un amplio departamento de I+D, así como de modernas plantas piloto para realizar

nuestros proyectos de investigación, pero no siempre podemos abarcar todos los procesos tecnológicos, ni disponemos de recursos humanos y materiales, para realizar determinados proyectos de investigación, como ha sido el caso de Meating Plants. La colaboración entre ambos centros de investigación y Campofrío nos ha permitido disponer de un equipo piloto de texturización, además de contar con la ayuda del personal técnico experto, tanto en vegetales como fuente de proteína alternativa, como en texturización de proteínas para obtener análogos cárnicos. La colaboración con ambos centros de investigación ha permitido a Campofrío disponer de un equipo piloto de texturización así como poder contar con la ayuda de personal técnico experto tanto en vegetales como fuente de proteína alternativa como en texturización de proteínas para obtener análogos cárnicos”. **CAMPOFRÍO**

La planta de Campofrío en Burgos estaba llamada a actuar como tractora de esta nueva gama de filetes verdes en todo su grupo industrial. Huercasa, por su parte, garantizaría que el producto en todas sus fases tuviese su origen en Castilla y León. “Supimos cubrir las estrategias de dos empresas que venían definidas, de alguna manera, desde arriba. En el caso de Campofrío, con una capacidad de asumir tareas un poco más complejas al tratarse un grupo internacional, capaz de disponer de ese tiempo de dedicación para ser pioneros en esta nueva gama de productos”, apunta Irene Hompanera.

La fase inicial de Meating Plants se dedicó precisamente a la selección de la materia prima, a partir de un estudio de las características proteicas y de los procesos asociados, así como de los ingredientes, con el objetivo de evitar en lo posible la soja y promover los cultivos locales. En la segunda fase, se llevaron a cabo los estudios de aplicación de los procesos tecnológicos que debían permitir la obtención de los análogos

cárnicos, con la correspondiente caracterización de los avances que se iban consiguiendo. Por último, en la tercera fase, se realizó un análisis bioquímico para conocer cómo se habían modificado las estructuras proteicas por efecto de los procesos tecnológicos y, junto a ello, se desarrolló, en cuarto lugar, un proceso de especificación de productos, para conocer sus propiedades clínicas. Los actores del proyecto habían establecido las especificaciones de producto, lo que querían obtener en términos de textura y calidad sensorial, pero otra cosa es lo que se obtenía al final de todo el proceso. Por ello, entre la fase 3 y la 4 se activó una fase intermedia que funcionaba en bucle, con el objetivo de reajustar el proceso en función de los resultados observados. Como en todos los diseños de proceso, había que repetir numerosas veces hasta conseguir las características organolépticas deseadas. “Cuando se lanzaron este tipo de productos, no era tan importante la composición nutricional como lo es ahora. El consumidor ya demanda que

tengan una calidad nutricional adecuada y, de hecho, ahora hay una cierta demanda de que no sean de soja. Nos hemos adelantado al mercado en ese sentido también”, apunta Belén Blanco.

EL DESAFÍO

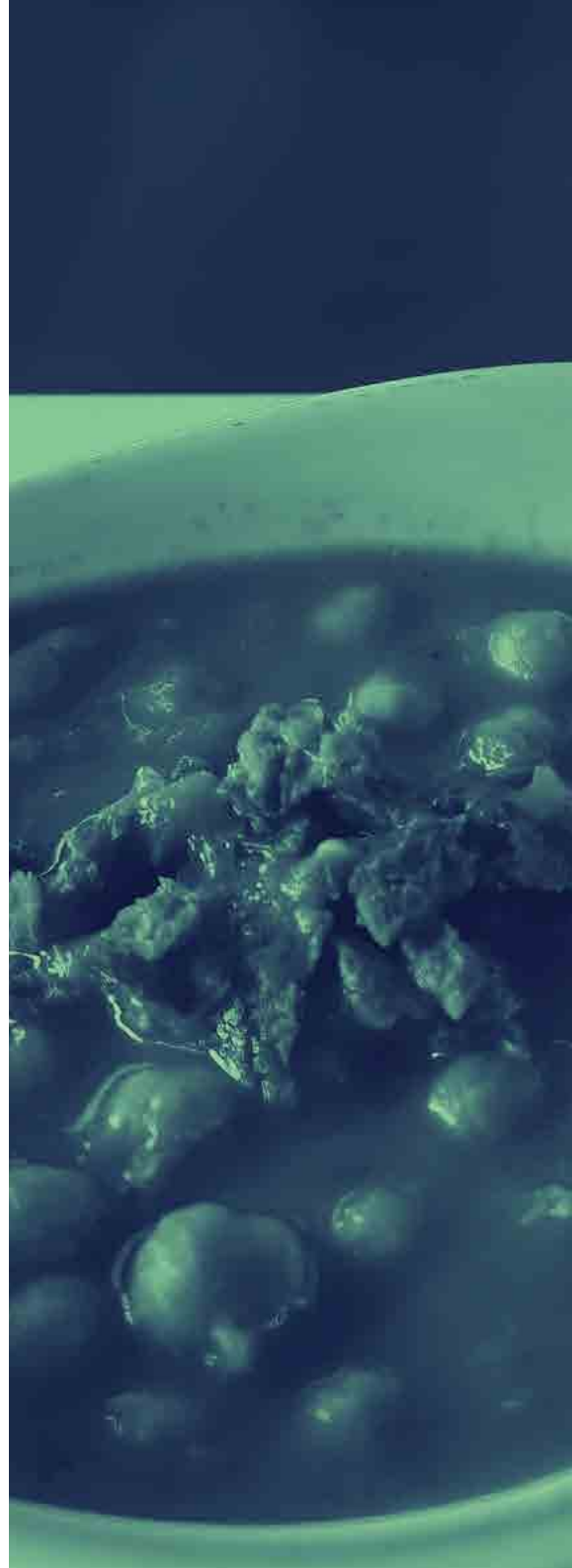
Las leguminosas sufren un proceso de extracción proteica con un determinado rendimiento, y es ese aislado proteico el que se utiliza como materia prima para el proceso de texturización.

Por el lado de Huercasa, su principal reto consistía en trabajar con los subproductos que se generan en sus procesos, como los restos de los pelados, e integrarlos dentro de su actividad, convirtiéndolos en ingredientes que aportasen un valor nutricional a otros alimentos o incluso rasgos de apariencia, como el color rojizo que se obtiene de

la remolacha. Estaba interesada, en última instancia, en diseñar un producto final de quinta gama que integrase en un mismo plato el análogo cárnico de Campofrío con sus propios vegetales. Ese planteamiento supondría el cierre perfecto del proyecto desde el punto de vista de la circularidad. Para incrementar el atractivo de ese plato de quinta gama, Huercasa cuidó el diseño y desarrollo hasta el punto de requerir el asesoramiento de cocineros profesionales especializados. Equilibrar todos esos aspectos, el organoléptico con el nutricional, era un reto. “De las distintas leguminosas que probamos seleccionamos las que tenían mejores características: nos quedamos con el guisante, después de analizar 13 variedades, con la lenteja, tras estudiar cuatro variedades, y con el garbanzo. También hicimos pruebas con habas. Lo complementamos con subproductos como la remolacha, para dar ese color rojo, incluimos el

maíz que aportaba un tono amarillo cuando, por ejemplo, pretendíamos hacer un análogo similar al pollo. Todas las variedades de leguminosas que llegaron a esa fase final tenían alto contenido proteico”, relata Virginia Ozcariz.

En el proyecto se planteó asimismo la posibilidad de recuperar el fenogreco, también llamado alholva, como una forma de valorizar cultivos tradicionales que se han dejado de practicar en Castilla y León. “Sabíamos que podía encajar en todas las fases, era un reto. Analizamos sus potencialidades y comprobamos que aporta coloración y un sabor parecido al curry. Logramos incluirlo en el plato dándole un valor diferente. Funcionamos muy bien como equipo”, añade Virginia Ozcariz. La concentración en proteína de la alholva es superior a otros vegetales, y también la disponibilidad de aminoácidos, otro de los objetivos del proyecto. Se conseguía así completar





MEATING PLANTS | Hacia una nueva carne vegetal con sabor local | CARTIF e ITAGRA

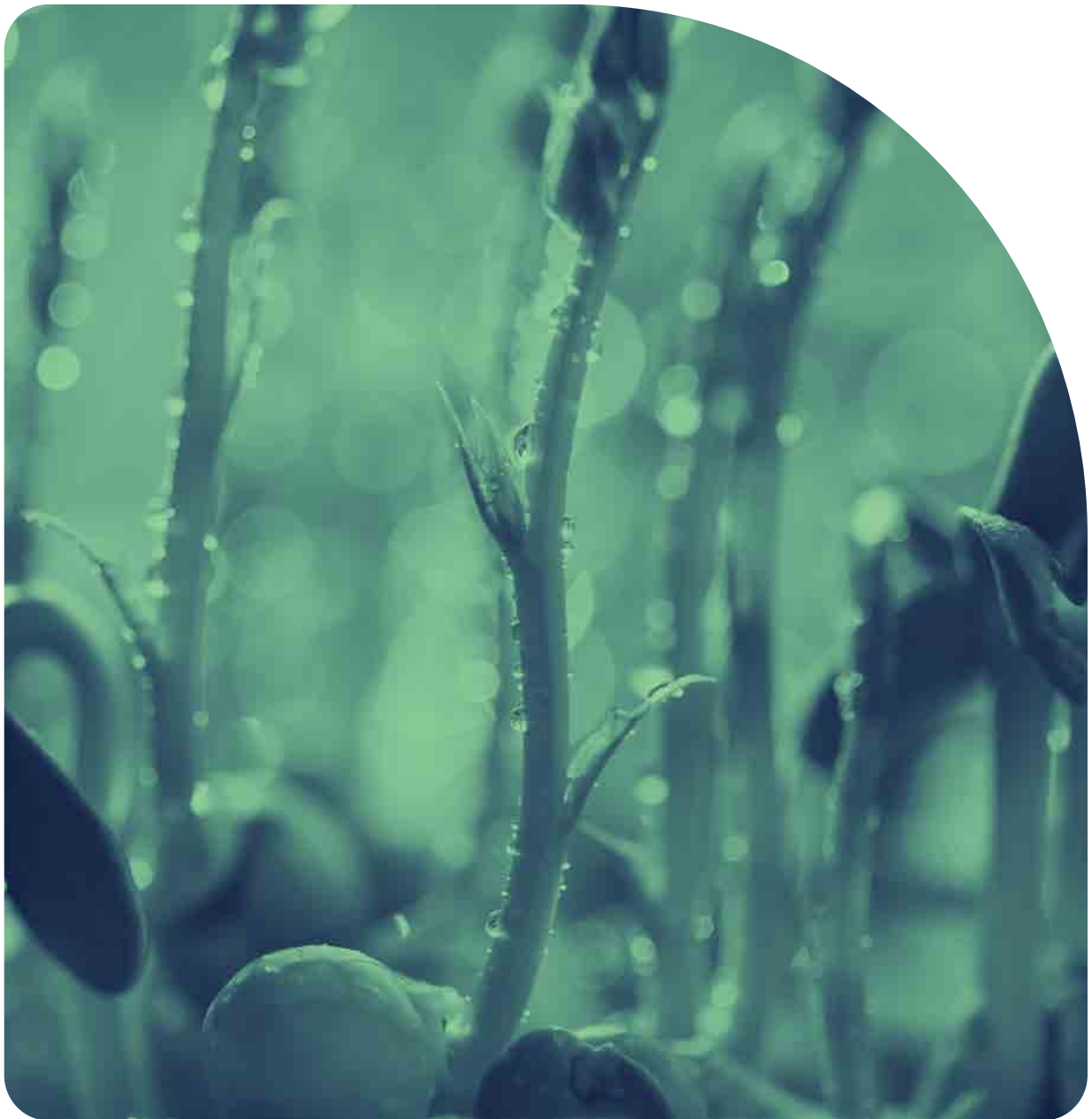
las características fisicoquímicas y sensoriales adecuadas previstas entre los objetivos nutricionales del proyecto.

De cara al futuro, quedan líneas de trabajo en las que profundizar, como el fermentado con hongos, que optimiza la disponibilidad de las proteínas y aumenta su porcentaje representativo. Itagra piensa en los subproductos de la industria para la producción de Biochar, una forma de captura de carbón para uso agrícola, con la que se cerraría el círculo en favor de la sostenibilidad. La fibra de la que se aíslan los ingredientes puede ser incorporada también entre las materias primas de los nuevos análogos cárnicos. El proyecto es totalmente extensible a otras materias primas y productos si se consideran otras variables. “Partimos en el Meeting Plants de una necesidad por parte de Campofrío y Huercasa, pero también hay una oportunidad

en el caso del sector agroalimentario de Castilla y León para no hacer únicamente cereal, para diversificar hacia leguminosas y hacer otro tipo de cultivos que no solamente puedan dar mayor resiliencia a la explotación agrícola, sino también al rendimiento económico”, concluye Raquel Herrero, de Itagra.

LA RECETA

Un ejemplo de platos quinta gama preparado en el proyecto que incorpora texturizados proteicos:
Ensalada de judiones, donde el análogo cárnico se incorpora en un 10%. Incluye: judiones cocidos, análogo cárnico prototipo 1, pimiento verde, pimiento rojo maíz, aceite oliva virgen, vinagre y sal.



SOLEMAD



El proyecto se ha propuesto investigar nuevos sistemas de fachada prefabricada para el sector de la construcción, con la madera como actor destacado, para impulsar la eficiencia energética y reducir la huella de carbono, al tiempo que solventa los problemas de mano de obra y mejorar la calidad en los cerramientos.

Cuando los centros tecnológicos Cesefor y CTME decidieron sumar fuerzas en un proyecto de colaboración, la pregunta acerca de las empresas que debían completar el consorcio se respondió de una forma muy simple. El primero, experto en el sector de la madera, identificó enseguida a Medgón, y el segundo, que ya había presentado propuestas previas con Sonae Arauco para captar fondos europeos y conocía bien, por consiguiente, sus necesidades, tampoco tuvo dudas. Tras una serie de reuniones para perfilar la propuesta se puso en marcha el proyecto SoLEMad con el objetivo de imprimir un efecto transformador a lo largo de la cadena de valor: Sonae Arauco está especializada en primera transformación, en la explotación y aprovechamiento de productos de forestales, principalmente de Castilla y León, pero desarrolla también producto acabado, como tableros; y Medgón está orientada a la construcción en madera y contribuye a la descarbonización del sector con materiales endógenos y reciclados.

El proyecto SoLEMad se ha propuesto investigar nuevos sistemas de fachada prefabricada que contribuyan a mejorar la eficiencia energética y reduzcan la huella de carbono, como está planteando la Comisión Europea al sector, pero también quiere ayudar a solventar los problemas de mano de obra actuales y mejorar la calidad en los cerramientos. “La parte de fachadas es la punta de lanza realmente del esfuerzo colectivo que estamos haciendo para que vaya integrándose más y más la construcción con biomateriales en la construcción comercial”, indica Manuel García, de Cesefor. “El sector tiene una falta de mano de obra muy grande y los sistemas de fachada tienen que cumplir los nuevos códigos técnicos relacionados con el ahorro de energía. Eso hace que la forma de construir convencional sea más problemática, dificultosa y costosa y abre una ventana de oportunidad a la introducción de sistemas industrializados”.

LOS DATOS

Los sistemas de fachada industrializada con biomateriales son capaces de reducir hasta un 60% la huella de carbono frente a soluciones tradicionales, y acortar en un 40% los tiempos de construcción.

Hasta ahora la industrialización se ha encontrado con una resistencia de fondo derivada de que su coste es mayor, pero con los nuevos marcos de exigencia energética la situación cambia. El objetivo de SoLEMad es crear una metodología de construcción industrializada que se hibride con la de hormigón convencional a nivel estructural.

Para desarrollar un sistema de fachadas que sea rápidamente aceptado por el sector, se necesita una certificación y una documentación técnica de garantías que aporte seguridad a los técnicos, los promotores, las aseguradoras y al resto de agentes. Ese es otro de los asuntos que ha dado sentido también al proyecto, junto a los beneficios que puede reportar a la Administración pública la posibilidad de que se amplíe el número de empresas capaces de acceder a licitaciones en las que entran en juego este tipo de tecnologías, especialmente pequeñas y medianas. Compañías del sector del mueble y la madera, que están viendo cómo su negocio en este ámbito va perdiendo potencia, cuentan de ese modo con una alternativa de diversificación.

La solución para fachadas que se ha experimentado en el proyecto SolEMad debe servir de referencia para toda la

diversidad de productos del sector de la construcción, incluidos los aligerados estructurales basados en biomateriales y los tableros, ya sea por combinación de paja y madera o de plásticos reciclados con fibra de madera. En todos esos casos se contribuye a la descarbonización. La clave es disponer de una solución que pueda integrarlos a todos, surgida de Castilla y León y alternativa a la construcción con hormigón en estructuras tradicionales.

Esa visión completa, desde el laboratorio al mercado, supone uno de los valores diferenciales del proyecto. Los centros tecnológicos proporcionan el conocimiento de la tecnología y asumen la tarea de realizar los prototipos, pero en cuanto a la usabilidad, la aplicabilidad, su competitividad potencial y su previsible inserción en el mercado, son las empresas las que marcan las pautas y evalúan los experimentos de I+D a

escala real. En última instancia, los resultados del proyecto SolEMad deben ser, por consiguiente, susceptibles de industrialización.

En el proceso de I+D están surgiendo diversas oportunidades de colaboración colaterales. Sonae Arauco planteó en los momentos iniciales del proyecto que la madera plástica podía tener interés para parte de su producción y propuso a CTME el reto de mejorar una serie de propiedades que podrían verse alteradas al pasar de un concepto de producto basado únicamente en madera, a otro que incorporara madera mezclada con plástico e incluso con paja. Su feedback en la caracterización y en la validación de propiedades está siendo de enorme utilidad para el centro, que venía trabajando ya precisamente en esa línea de investigación y ha recibido de ese modo un valioso impulso.

“

LAS EMPRESAS

“Implementar nuevas formulaciones con materiales sostenibles”

“Gracias a la estrecha colaboración entre todas la organizaciones implicadas en el proyecto – Centro Tecnológico Miranda de Ebro, Cesefor & Medgón - en nuestra línea de transformación de SONAE ARAUCO tendremos la capacidad de implementar nuevas formulaciones basadas en materiales sostenibles, así como ampliar nuestro mercado al sector de la construcción”. **Alejandro Jesús Lopezuazo. SONAE ARAUCO**

“El desarrollo del proyecto SOLEMAD abre a MEDGON la posibilidad de incorporar en su cadena de valor materiales elaborados por entidades de proximidad y a partir de recursos endógenos, contribuyendo a dar un salto cuantitativo en la sostenibilidad del sector de la construcción y los productos industrializados por la empresa. En este proceso está siendo fundamental la colaboración con centros tecnológicos como CESEFOR que aportan su know-how y capacidades técnicas para definir nuevas soluciones tecnológicas adaptadas a los nuevos materiales y la caracterización de éstas para dar respuesta al cumplimiento del marco normativo.” **Claudio Gómez Martínez. MEDGÓN**





De forma similar, entre las empresas se estableció un modelo de colaboración muy activa. Las diversas alternativas en tableros en las que trabajaba Sonae Arauco le valieron a Medgón para testar e intercambiar versiones y planear nuevos proyectos de I+D para el futuro pensando en la construcción industrializada. El intercambio de información en el proyecto SolEMad se ha articulado en torno a reuniones generales presenciales celebradas cada seis meses con carácter rotatorio, cada vez en la sede de una de las entidades participantes, de modo que todos han podido conocer las instalaciones del resto. En ellas se hace un control y un seguimiento de los avances técnicos, económicos y administrativos. En los periodos intermedios se conciertan citas online en función de las demandas del proyecto.

En cuanto al reparto de roles, CTME está investigando la formulación de materiales

utilizando recursos endógenos y plásticos reciclados para potenciar el enfoque de sostenibilidad. “Estamos incorporando diferentes tipos de fibras de madera y colofonia, otro material procedente del sector resinero y forestal, no muy habitual, pero con propiedades interesantes para los plásticos, porque es bactericida e hidrofóbico. Lo vamos caracterizando en el centro con nuestras capacidades propias y dejamos que otras propiedades más específicas las caracterice Sonae Arauco”, apunta Agate Meabe, de CTME. No se había experimentado la colofonia mezclada con plásticos y el método escogido, la extrusión, ha añadido complejidad a la investigación y ha obligado a un alto nivel de compenetración con el equipo técnico de Sonae Arauco. En paralelo, aunque el objetivo final es fabricar tableros de madera plástica y evaluar posibles aplicaciones de interés, ya sean estructurales o de otro tipo, no

se ha dejado de profundizar en otras líneas de investigación, como las espumas materiales, una de las opciones más atractivas para reducir peso y material en favor de la sostenibilidad.

EL DESARROLLO

SolEMad puede servir para:

- ***Generar nueva industria en Castilla y León asociada a la construcción, con una mayor estabilidad y mejores condiciones que la construcción tradicional.***
- ***Incentivar la incorporación de trabajadores a la construcción.***
- ***Fijar población en zonas rurales y atraer nuevas inversiones.***



La proyección térmica de la madera es otro de los campos de I+D que también se quería potenciar en SolEMad. Sectores como el aeronáutico, el aeroespacial y el energético utilizan recubrimientos que proporcionan mejoras cinéticas y térmicas. La madera, al igual que los plásticos, no tiene gran resistencia térmica, y está probando alternativas similares a las de esos sectores. En esa línea, ya se ha logrado proyectar probetas de madera con recubrimiento metálico, en concreto de cobre, que demuestran capacidad para adoptar ciertas propiedades mecánicas y también antibactericidas. “El coste del producto final es mayor, pero para ciertas aplicaciones muy específicas puede ser interesante. Hay mucho camino por recorrer en este ámbito por la dificultad del realizar el recubrimiento sin degradar el sustrato. Hemos conseguido hacer unas pruebas y los resultados que estamos caracterizando son bastante

prometedores”, dice Yolanda Nuñez, de CTME.

“En la línea de reconstitución de la madera, estábamos centrados en fabricar tableros aglomerados. Al incorporarnos al proyecto SolEMad buscamos integrar la paja en ellos. Es un subproducto agrícola al que en muchos países no se le da ninguna salida. El problema es que tiene una capa externa compuesta de ceras hidrofóbicas, que repelen el agua y los líquidos, y es difícil que sea compatible con los adhesivos que se utilizan tradicionalmente para fabricar tableros. Nos centramos en pretratar esa paja para eliminar esa capa de cera sin dañar las propiedades mínimas estructurales. Hemos elegido un tratamiento de cocción de la paja que no demanda mucha energía y lo hemos probado a escala de laboratorio y a escala piloto. El siguiente paso será fabricar tableros y abordar el problema de la logística de la paja para asegurar su

rentabilidad”, explica Tamara Coello, de Cesefor.

El objetivo final del proyecto SolEMad es integrar todos estos desarrollos en la construcción del futuro. Óscar Sigüenza de Cesefor señala que, “a partir de la optimización de las secciones de los distintos elementos constructivos, se está intentando desarrollar una serie de productos, ya sean lineales o alveolares, que permitan que no nos quedemos en un simple tronco aserrado, sino que vayamos a un producto tecnológico capaz de sustituir tanto al hormigón como a elementos estructurales en acero, pero todo basado en madera. Hablamos tanto de sistemas que utilizan la madera aserrada, resultado de una primera transformación, como de productos con una mayor base tecnológica, como podría ser un tablero OSB como o LSL. Hemos conseguido desarrollar una serie de ideas bastante interesantes”.



El proyecto SoLEMad incluye una línea de investigación dirigida a diseñar una interfaz entre los paneles y la unión con el hormigón, un herraje idóneo para el acople y articulación con los diferentes paneles que componen la envolvente. Se han ido dando pasos en busca del herraje en función de cómo se quiere hacer la colocación de la carga y la resistencia al viento. Se trata de paneles completamente preindustrializados que tienen que ensamblarse unos con otros, evitar la propagación del fuego y la estanqueidad del aire, garantizar la impermeabilidad y ajustarse a los requerimientos acústicos y técnicos. Todo ello, asegurando la competitividad económica y pensando en un escenario de producción a nivel industrial.

Los avances alcanzados con Medgón se cederán en cascada a otros fabricantes. Por eso, dado que el objetivo es que las empresas luego puedan utilizar las soluciones tecnológicas del proyecto SoLEMad, estas deben ser escalables. Las primeras reacciones del mercado están demostrando que se ha acertado. Se percibe ya interés por los avances conseguidos en el desarrollo del elemento

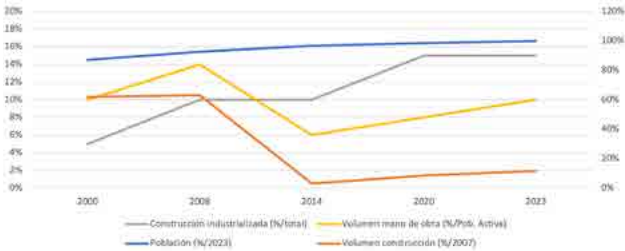
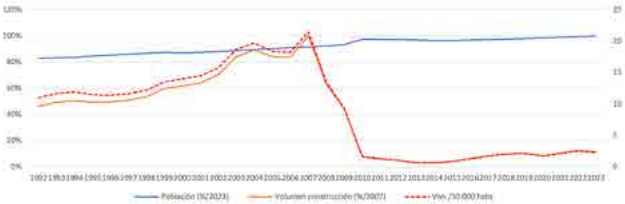
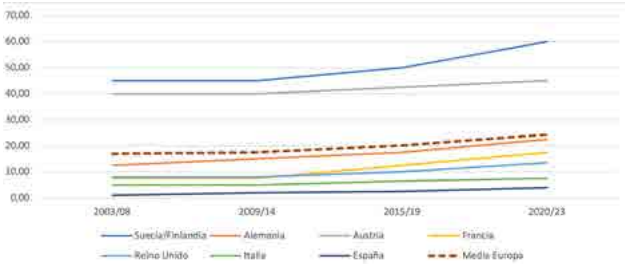
industrializado de fachada, tanto por el lado de la demanda como de la prescripción y hasta de la Administración pública: responsables de otras regiones han comenzado a preguntar por una certificación abierta que permita a muchas más empresas locales ofertar por este tipo de proyectos.

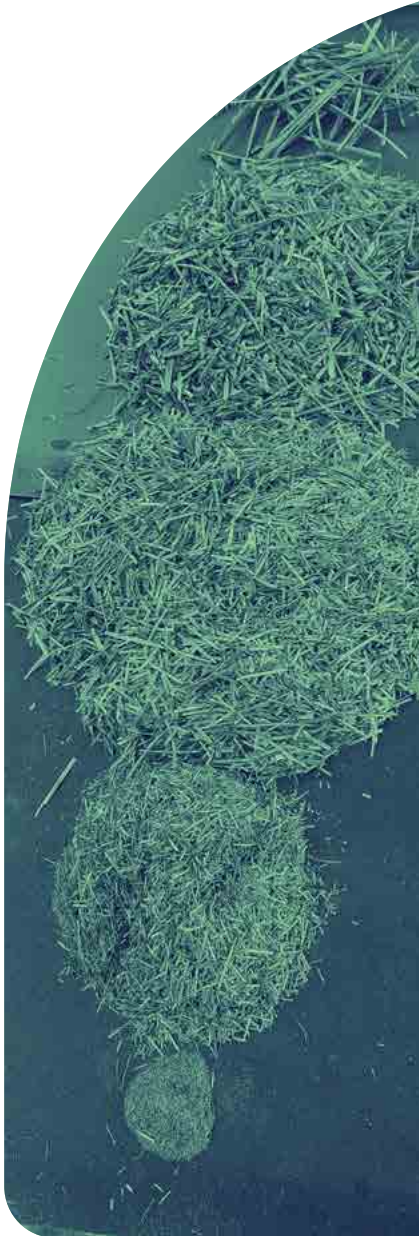
EL DESARROLLO

SoLEMad puede servir para:

- *Incorporar a pymes a la industria de la construcción con madera con costes relativamente bajos.*
- *Generar productos forestales de mayor valor añadido.*
- *Reducir la huella medioambiental de la construcción por la incorporación de productos más ecológicos y sostenibles.*
- *Generar construcciones más saludables.*

El gráfico muestra la evolución de la construcción con madera en Europa en las últimas dos décadas. En España se ha pasado de un testimonial 1% en los años 80 a aproximadamente el 4%, con un importante aumento principalmente en la última década, en parte favorecido por las nuevas reglamentaciones, mucho más estrictas en cuanto a la eficiencia, y en parte por una nueva conciencia ecológica y sostenible. Se espera que en los próximos años dicho porcentaje siga aumentando hasta el 15% en las próximas dos décadas. Aunque comparado con otros materiales, la construcción con madera supone un porcentaje muy bajo, no se puede desdeñar su función en un mercado con pérdida de mano de obra, ya que puede favorecer la industrialización y reducción de tiempos de construcción entre un 30 y un 60%, con la consiguiente reducción de costes de obra y la mejora de condiciones para los trabajadores. La industria asociada a la construcción con madera puede localizarse fuera de las ciudades y cerca de zonas madereras o rurales en general, por lo que podría ser una oportunidad para fijar población en determinadas áreas en las que generar productos de mayor valor añadido.





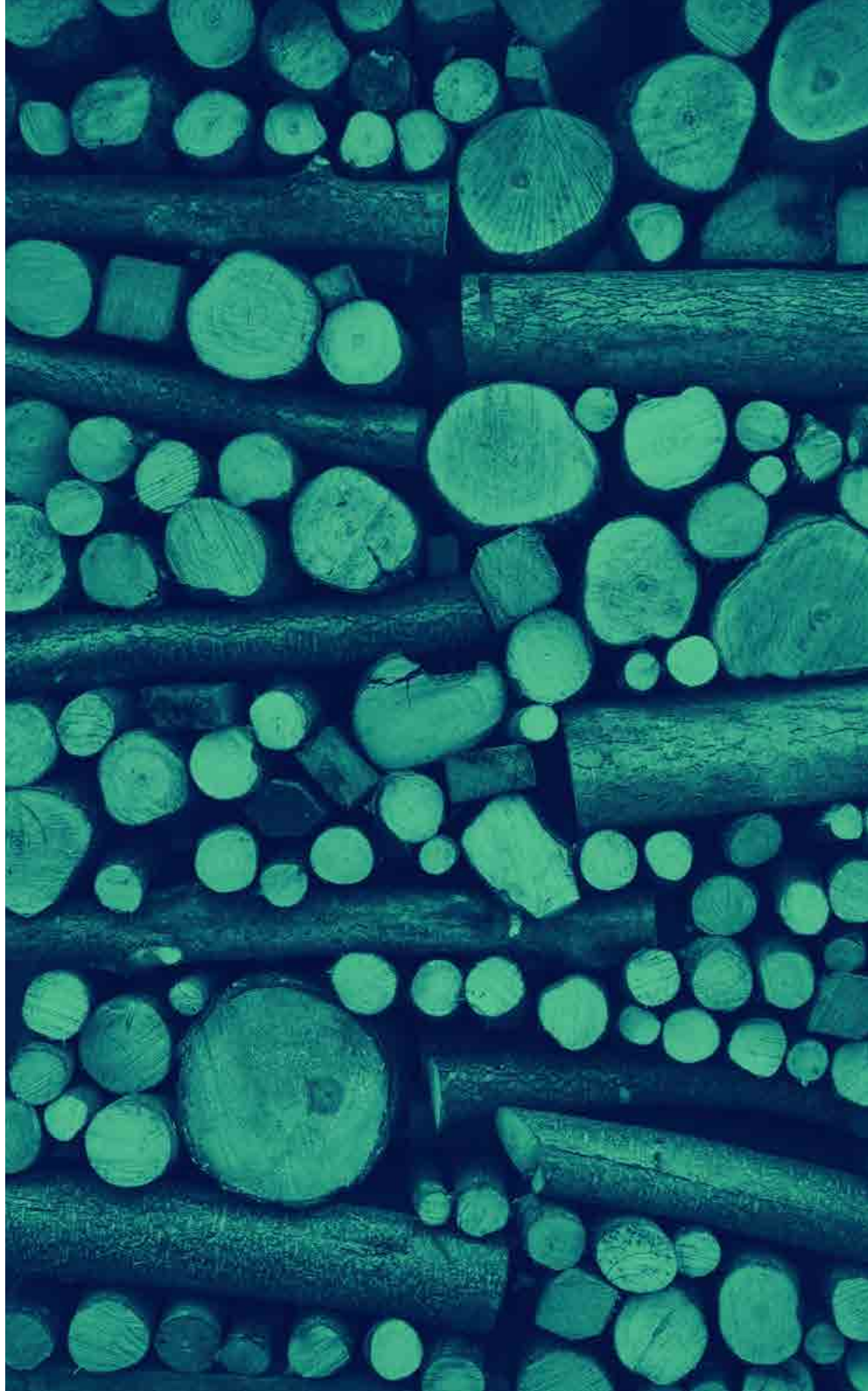
En el caso de la mano de obra, si bien no hay estadísticas claras por falta de desglose en subsectores, actualmente hay en torno a 1.400.000 trabajadores dedicados a la construcción en España, de los cuales entre 11.000 y 24.000 se dedican directa o indirectamente a la construcción con madera. La previsión de las asociaciones sectoriales es que hoy en día se requieren en torno a 150.000 trabajadores adicionales para la construcción, lo que, sumado a la próxima jubilación de un gran número de trabajadores con más de 50 años, podría llegar a ser un agujero en mano de obra especializada de 700.000 trabajadores en menos de una década. Los siguientes gráficos muestran, primero, la relación de vivienda nueva y población del país desde 1990 y, segundo, los datos de mano de obra en la construcción y

el porcentaje de obra industrializada en relación a la construcción nueva de vivienda y la población estatal para determinados años. A lo anterior debería sumarse que la previsión del Banco de España es que en el periodo 2022-2025 eran necesarias 600.000 nuevas viviendas para cubrir la demanda.

El uso de la madera en edificación no solo puede suponer una respuesta frente a los retos inmediatos del sector (falta de mano de obra y baja productividad), sino que también puede servir de respuesta a las necesidades de la sociedad de disponer de viviendas más saludables. Las edificaciones son responsables cada año, por su uso diario, del 40% de las emisiones totales de CO₂, y estudios recientes indican que las construcciones con madera suponen

una reducción próxima al 50% de las emisiones durante la fase de construcción y al 80% durante la vida diaria del edificio construido. No es posible, en estos momentos, cuantificar la reducción de huella de carbono de los productos desarrollados en SolEMad, pero pueden suponer la sustitución de químicos derivados del petróleo o de elementos de hormigón que tienen una alta huella de carbono durante su producción, transporte y puesta en obra.

El propósito de SolEMad es desarrollar una serie de productos de base biosostenible, fácil desarrollo por pequeños talleres y con materias de proximidad que ayude a evolucionar hacia una construcción más sostenible en Castilla y León.



SRURAL



Tecnologías disruptivas de captura de datos e inteligencia artificial pueden mejorar las condiciones del medio rural, que tanta importancia tiene para Castilla y León, el proyecto desarrolla nuevas soluciones y diseña servicios para amortiguar la dinámica de vaciamiento y crear nuevas formas de riqueza.

El 60% de los bienes culturales y naturales de España se ubican en Castilla y León y el 80% de ellos están en el medio rural, al igual que el 98% de los municipios. La región cuenta con 2,5 millones de hectáreas de masa forestal, el 26,13% de su territorio, además de 70 zonas especiales de protección para aves (ZEPA) y 120 zonas especiales de conservación (ZEC). El proyecto SRural nació con el objetivo de incorporar tecnologías disruptivas para mejorar las condiciones de ese medio rural, que tanta importancia estratégica y social tiene para Castilla y León, y crear servicios y productos que ayudasen a amortiguar la dinámica de vaciamiento en el que se encuentra inmerso y contribuyeran a crear nuevas formas de riqueza. El centro tecnológico CARTIF, coordinador del consorcio, disponía de un bagaje previo de proyectos que había desarrollado a nivel nacional y europeo, y se propuso aplicar todo el conocimiento acumulado en ellos a su propia tierra. Resultó fácil implicar al

centro tecnológico Cesefor, un referente nacional de I+D en el ámbito forestal y de silvicultura. Para potenciar las acciones de marketing y promoción del turismo cultural se consiguió la participación de la empresa Madison. Vino de la mano de AIR Institute, un centro tecnológico especializado en el despliegue de telecomunicaciones para garantizar el acceso a internet y en el desarrollo de las tecnologías digitales en el medio rural. “Seguimos teniendo, especialmente en Castilla y León, muchas zonas blancas donde no se puede hacer una venta por internet porque no hay cobertura o es muy deficitaria”, afirma Pedro Martín y confirma Rodrigo Gómez. La empresa Cotesa, que presta servicios de cartografiado automático, catastro e inventariado en edificios, contribuiría a impulsar iniciativas para la geolocalización y la aplicación de técnicas de inteligencia computacional para el registro, la monitorización y la protección de los paisajes culturales.

El modelo de funcionamiento se articuló en lo que los centros tecnológicos describen como “tres cajas distintas”. Cada uno visualizó su encaje desde el principio de forma “muy natural”: CARTIF se ocuparía del inventariado y conservación del patrimonio en su contexto natural: el paisaje cultural; Cesefor, de la parte de silvicultura y explotación de los recursos forestales del paisaje natural; y para AIR Institute se reservó el despliegue de sensórica para captar datos y las telecomunicaciones. El secreto consistía en que esas cajas fueran realmente permeables. “Cuando hablamos del medio rural hay un concepto que se usa que está por debajo del proyecto, que es el de paisaje cultural. Es una definición de la propia UNESCO. Somos la única especie del planeta que modifica absolutamente el paisaje donde habita, fundiéndose con él social, económica, ambiental y culturalmente. Si tenemos esto en cuenta, esas cajas realmente no existen, es un todo único que tiene su exponente en el medio



rural”, afirma Pedro Martín, de CARTIF. “La España despoblada es la España forestal. El mapa de los dos conceptos coincide perfectamente. Para nosotros es prioritario ayudar a que tanto las empresas como el empleo que se dedica a la transformación de los recursos naturales sean cada vez más eficientes”, apostilla Rodrigo Gómez, de Cesefor. Por su parte, Ricardo S. Alonso, destaca que, en el caso de AIR Institute, “la idea era llegar con soluciones innovadoras, como técnicas de computación en el borde o redes de comunicaciones de largo alcance y bajo consumo, para explotar de manera sostenible los recursos aun cuando no exista un amplio respaldo presupuestario”.

Cada caja necesitaba, por consiguiente, la participación de las demás. No se podían abordar aspectos de conservación preventiva sin disponer de cobertura para que

los sensores informasen acerca del estado de un monumento; y, con el conocimiento adecuado, se podía invitar a los visitantes a disfrutar de un bosque repleto de piñas junto a una iglesia de interés cultural y comer en el restaurante de un pueblo cercano un producto preparado con piñones.

LOS DATOS

El 60% de los bienes culturales y naturales de España se ubican en Castilla y León y el 80% de ellos están en el medio rural, al igual que el 98% de los municipios. Por cada 20 minutos de vuelo se digitalizaron los perfiles completos de 50 árboles usando vuelos bajo copa.



LAS EMPRESAS

“Ha sido fundamental la colaboración de todos en el consorcio”

“SRURAL ha permitido a COTESA implementar un sistema de cartografiado semiautomático mediante el uso de imágenes de satélite, UAVs y técnicas de teledetección avanzada. Una de las principales innovaciones desarrolladas en este proyecto ha consistido en el nuevo mecanismo para la generación de cartografía automática de ocupación del suelo (SIOSE, LU/LC – Corine) y hábitats (REDN NATURA 2000). Para COTESA ha sido fundamental la colaboración de todas las entidades del consorcio para lograr los resultados esperados, ya que gracias al conocimiento y experiencias de cada uno, se ha podido garantizar la consecución de los objetivos definidos. La aportación de los centros tecnológicos al proyecto ha sido de vital importancia ya que gracias a ellos se ha logrado aplicar las innovaciones tecnológicas más avanzadas que han permitido obtener una solución totalmente modular y con un contenido tan escalable que permitirá que el mercado al que pueda ir dirigido SRURAL sea muy amplio tanto a nivel nacional como internacional”. **Monica Citores. Responsable de innovación. GRUPO TECOPY**

“En MADISON, estamos orgullosos de haber colaborado en el proyecto SRURAL, junto a los Centros Tecnológicos CARTIF, CESEFOR y AIR INSTITUTE, para impulsar la transformación digital de los espacios naturales. El conocimiento especializado de estos centros ha sido clave para desarrollar soluciones innovadoras, mientras que nuestra participación nos ha permitido evaluar los resultados de los retos planteados, garantizando que las tecnologías se utilicen de manera efectiva y responsable, fomentando así la innovación en el entorno rural. La colaboración con los Centros Tecnológicos ha sido clave para garantizar el éxito del proyecto. En este sentido, las empresas desempeñamos un rol importante ayudando a la transferencia y validación de esas tecnologías en el mercado, garantizando su viabilidad y capacidad de satisfacer las necesidades reales de la sociedad. Proyectos innovadores como SRURAL permiten a MADISON reforzar y ampliar nuestras capacidades digitales, nos mantienen competitivos en un entorno en constante evolución, contribuyendo al desarrollo sostenible de nuestras comunidades”. **Míriam Rueda. Directora de innovación. MADISON**



Cotesa ofrecía la posibilidad de incorporar cartografiado geodinámico. De ese modo se pudo compendiar dentro de una aplicación SIG (sistema de información geográfica) el concepto de paisaje cultural, que se materializó en el proyecto SRural en cuatro herramientas. La primera de ellas es una solución cognitiva semántico-facial que analiza palabras y gestos de la cara y es capaz de emular, de ese modo, el proceso de interpretación del paisaje cultural por parte de una persona en función la escala de Likert 5 (la habitual de cinco estrellas en cualquier aplicación de Internet). Con la información que proporciona, una Administración pública o un operador turístico pueden escoger el mensaje más apropiado para despertar interés en un determinado grupo de

población y sus preferencias. La segunda herramienta es complementaria de la anterior: se trata de un sistema inmersivo que proyecta imágenes del paisaje cultural en 360 grados y sumerge a las personas en él con realidad virtual. A través de una serie de sensores fisiológicos, el modelo mide la frecuencia cardíaca, la sudoración, y la temperatura corporal del visitante virtual, lo que permite saber realmente cómo interpreta lo que está viendo.

Un tercer producto va todavía un paso más allá gracias al uso de algoritmos. La Consejería de Cultura de Castilla y León trasladó al consorcio su interés por potenciar 12 paisajes culturales. No en vano, la mitad de la superficie forestal aprovechable de la región es de propiedad

pública. Con toda la información de las dos primeras herramientas y el concurso de la inteligencia artificial, el proyecto SRural se propuso perfilar todavía más los mensajes de captación de visitantes según el tipo de población (jóvenes, personas mayores), la estación del año y el medio de transporte. Si CARTIF analizaba a la persona por se, es decir, si era capaz de conocer los sentimientos reales que experimentaba, los investigadores de AIR Institute se centraron en su forma de expresarlos en redes sociales. No obstante, se detectaron algunas discrepancias y habrá que seguir investigando en torno al denominado “valor de afección”. Se demostró empíricamente, por ejemplo, que resulta diferente la apreciación sobre un lugar que tienen quienes no viven en él y quienes



sí lo hacen, éstos últimos tienden a sobrevalorarlo.

El concepto escogido para la cuarta herramienta es el de “sistema gestor 3D-GIS de doble binomio”. En su creación, Cotesa contó con la colaboración de otra empresa, Codesian, que no pudo participar desde el inicio en el proyecto. Se trata de un repositorio virtual que enriquece la información sobre un determinado territorio a través de Google Maps. Se puede consultar la iglesia en 3D y el plan director de actuación sobre ella, conocer rutas de excursión cercanas, leer la publicación de un erudito local o acceder a una recopilación de leyendas de la zona. La idea del doble binomio pone en relación la información patrimonial

tratada por Madison con la aplicación georreferencial y está estrechamente vinculada también, como en los casos de anteriores, con el valor de afección, es decir, qué actividades se realizan en función de la oferta registrada en el 3D-GIS. “Si el valor de afección es de 2 estrellas en invierno, esperaremos, porque probablemente haya que lanzar los mensajes en primavera; si recibe 5, perfecto, se puede promover en cualquier época del año. Es información útil incluso para los que se plantean residir en el medio rural y desean saber por qué unos sitios son más atractivos que otros, con independencia de la oferta inmobiliaria, que, por otra parte, parece que concuerda con los lugares más valorados”, explica Pedro Martín.

Para hacer realidad todos estos productos ha sido necesario superar una serie de retos tecnológicos. Rodrigo Gómez indica que, en su caso, había que mejorar la eficiencia y el registro de procesos en silvicultura, sobre todo los orientados a las mediciones de madera, claves para su extracción sostenible. “De manera tradicional, se hace con estimaciones visuales, tras medir algunos árboles se calcula cuántos metros cúbicos de madera puede haber. Gracias a la colaboración con Codesian, apoyándonos en su experiencia de visión artificial, hemos conseguido hacer una foto real”. Se han desarrollado dos dispositivos, escogidos con la intención de ofrecer soluciones de bajo coste, accesibles: de forma pionera en el mundo, se han usado drones dotados de visión artificial con imagen real o de



sensores lidar, capaces de volar de forma autónoma por debajo de las copas de los árboles, sin chocar, y de obtener datos suficientes para estimar el volumen de madera en tiempo real; junto a ello, el proyecto SRural ha probado una mochila diseñada para que un operario pueda recorrer las hileras de formaciones más lineales, como las choperas, y recoger la información. El centro tecnológico Cesefor trabaja ahora una tercera solución para mejorar la trazabilidad en tiempo real de la madera que permite comprobar que el producto que sale de un punto es exactamente el mismo que llega al aserradero de una industria, en línea con el nuevo europeo Reglamento UDR sobre el origen de la madera y la diligencia debida.

Uno de los valores añadidos que aporta el proyecto SRural consiste en combinar la recogida de datos con técnicas de bajo consumo, inteligencia artificial y, eventualmente, otras tecnologías como blockchain, para ir más allá del impulso

del atractivo turístico de una zona. Con ellas, se puede balancear también, por ejemplo, el flujo de visitantes: si en una excavación arqueológica se detecta un pico de personas que puede suponer un riesgo para la integridad cultural y natural del entorno, ha creado el mecanismo tecnológico capaz de detectarlo e invitarlas a dirigirse hacia otras zonas, con recomendaciones, descuentos en ciertos productos de artesanía o regalando entradas.

EL DESAFÍO

El proyecto conjuga información de tres dimensiones distintas: sensores (1D), imágenes (2D), de cualquier tipo de escala, desde la cara de una persona hasta una imagen satélite, y modelos virtuales de determinados monumentos y zonas (3D).

Desde un punto de vista tecnológico, uno de los principales problemas del proyecto SRural ha sido la interoperabilidad de los datos, porque el proyecto conjuga información de tres dimensiones distintas: sensores (1D), imágenes (2D), de cualquier tipo de escala, desde la cara de una persona hasta una imagen satélite, y modelos virtuales de determinados monumentos y zonas (3D). Además, el sector forestal es un entorno muy complicado, desconectado, con extensiones enormes, escontrolado, sujeto a las condiciones meteorológicas. “Teníamos que capturar los datos en situaciones difíciles y zonas remotas y, a continuación, caracterizarlos y armonizarlos, hasta disponer de suficientes para entrenar modelos que realicen predicciones. En un proyecto de I+D como este, tienes que obtener resultados con un conjunto de datos escaso comparativamente con una aplicación comercial. Cuando recojamos datos tras años y años, los

modelos funcionarán de manera aún más precisa”, explica Ricardo S. Alonso. Motivos para seguir trabajando en ello hay de sobra. Europa está fomentado, además, los espacios de datos y el proyecto SRural sienta bases muy interesantes para configurar uno de ellos en el ámbito del turismo rural. No en vano ya CARTIF forma parte del proyecto Europeo RURBANIVE, que hasta 2027 tratará de vincular digitalmente los mundos urbano y rural. Además, los avances en monitorización de entornos naturales pueden tener aplicación en ámbitos tan variados como los cultivos sostenibles o el intercambio de derechos de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI). En última instancia, este proyecto en cooperación ha ayudado a probar y desarrollar unas tecnologías concretas en Castilla y León, pero es transversal y permite generar productos y servicios a nivel mundial para todas las industrias vinculadas con la gestión de los paisajes en sus vertientes cultural y natural.



MALUBA



itagra.ct

La idea de lograr una cerveza auténticamente palentina y sostenible ha desencadenado la colaboración de actores diversos, desde el campo hasta la recuperación de residuos. El enfoque integral ha permitido aprovechar al máximo las materias primas locales y minimizar su impacto ambiental.

Cervezas YESTA planteó a ITAGRA todo un desafío: elaborar una cerveza a partir de ingredientes obtenidos 100% en la provincia de Palencia, donde se encuentra ubicada la empresa cervecera. Para las compañías artesanas que operan en el medio rural, destacar el valor diferencial de las materias primas locales es una forma efectiva de añadir valor a sus productos y de diferenciarse en el mercado frente a las grandes corporaciones. Además, el componente de proximidad contribuye a reducir la huella de carbono de la cerveza, un atractivo adicional para su comercialización.

Por su parte, Cereales CANSECO, una empresa cerealista con la que ITAGRA ya había trabajado en otros proyectos, buscaba nuevas formas de aprovechar su capacidad para producir cebada maltera y lúpulo, los ingredientes clave para la elaboración de la cerveza, junto a la levadura y el agua. Cereales CANSECO no

solo tiene la capacidad de hacer germinar la cebada y diseñar un prototipo de equipo para maltearla, sino que también es almacenista y dispone de terreno para el cultivo de estos ingredientes esenciales. Viendo esta oportunidad de sinergia entre ambas empresas, ITAGRA tomó la iniciativa para crear el proyecto MALUBA. Gracias a su relación cercana con Cervezas YESTA y Cereales CANSECO, ITAGRA identificó el potencial de colaboración y reunió a ambas compañías en un esfuerzo conjunto.

La intervención del centro tecnológico ha consistido principalmente en optimizar el rendimiento de cultivos como la cebada y el lúpulo, aplicando técnicas avanzadas de agricultura de precisión y evaluando las condiciones óptimas para su crecimiento y calidad. Además, para completar el desarrollo integral del proyecto y llevar la investigación más allá del campo, se buscó la colaboración del

CETECE, cuya experiencia en el ámbito tecnológico y de la transformación de materias primas permitiría abordar los procesos de malteado y otros aspectos clave en el tratamiento de subproductos.

LOS DATOS

Según los datos climáticos y el pH de la provincia de Palencia, estudiados en el proyecto MALUBA, del total de las hectáreas cultivables: un 48% son aptas para el cultivo del lúpulo y un 36% son aptas con alguna restricción salvable para su cultivo como es el pH. La producción potencial de una plantación de lúpulo en pleno rendimiento del cultivo está entre 1.500-2.000 kg/ha.



Así, el proyecto MALUBA nació con un enfoque integral, combinando la experiencia y recursos de todos los actores involucrados para lograr una cerveza auténticamente palentina y sostenible, aprovechando al máximo las materias primas locales y minimizando su impacto ambiental.

CETECE, el centro tecnológico del cereal, respondió inmediatamente a la llamada de ITAGRA. Su rol iba a ir, no obstante, un paso más allá de la estricta producción de la cerveza: se ocuparía de buscar posibles aplicaciones en el ámbito de la panadería y la repostería para cada uno de los componentes y, en especial, para el residuo resultante de todo el proceso, el bagazo. Así se cerraba el proyecto de una manera eficiente. También se decidió incluir en la investigación la malta de cebada y el propio lúpulo, responsable del

amargor de la cerveza, lo cual suponía toda una novedad porque no es un ingrediente habitual en la panadería. Aunque, de todas las materias primas implicadas, “la que mayor incorporación permite al pan es el bagazo, porque es un cereal del que podemos obtener una harina con la que trabajar como si fuese más o menos estándar”, explica Ana Garcinuño, de CETECE. Tras las preceptivas reuniones de lanzamiento del proyecto, se establecieron los hitos y las tareas de cada uno de los cuatro socios, las dos empresas y los dos centros. Actuarían de forma independiente, pero también conexonada, porque si ITAGRA conseguía comenzar, en la parte agronómica, a producir lúpulo y cebada, era CANSECO quien iba a maltear esa cebada y enviaría el resultante a Cervezas YESTA que, tras obtener la cerveza, proporcionaría a CETECE el bagazo obtenido como residuo.

LA SOLUCIÓN
‘Palentina Libre’ comenzó con 500 litros al año y en este momento se producen 2.000 litros anuales a comercializar bajo dos denominaciones comerciales distintas.

En Castilla y León, el cultivo del lúpulo está muy localizado en la zona de León, en el Valle del Órbigo. El suelo necesita unas condiciones de tempero para poder sembrar y la climatología puede resultar decisiva para hacer viables las plantaciones. Así se demostró en el propio proyecto MALUBA, cuando el consorcio se vio obligado a encontrar fuentes alternativas de suministro al perderse parte de la cosecha por esta razón. A



través de distintas teselas diseñadas en SIG, un sistema de información georeferenciada, y aplicando parámetros edafoclimáticos, ITAGRA definió zonas alternativas en las que también podría resultar posible la explotación de lúpulo. Finalmente, se decidió llevar a cabo la plantación en las poblaciones Fresno del Río y en Torquemada, en la provincia de Palencia, y se escogieron distintas variedades con objeto de identificar aquellas con más probabilidades de éxito y de determinar sus características, incluida la capacidad para la formación de aceites esenciales. El banco de pruebas se estableció inicialmente en una microparcela de la propia Cereales CANSECO. También se experimentó con distintas clases de malta y hasta de centeno. CETECE siguió de cerca la capacidad germinativa de las semillas y asesoró acerca de asuntos críticos como

el momento adecuado para detener la germinación y los grados de tostado más adecuados.

Como beneficio complementario, la selección de los suelos para la plantación de cebada y lúpulo serviría para abrir la puerta a la creación de una oferta añadida dirigida a potenciales visitantes, similar a la que ha convertido al enoturismo en un éxito en otras regiones. “Es un valor añadido que tienen las empresas artesanas que quieren dar a conocer realmente la materia prima con la que trabajan”, apunta Susana Luis, de ITAGRA. El lúpulo es un cultivo difícil, CANSECO tuvo que habilitar una instalación de riego, clave para las etapas iniciales de la planta, en las que necesita una atención especial. En paralelo al trabajo en el campo, ITAGRA decidió mantener plantas en cultivo in vitro y crear un banco de

germoplasma con el fin de mantener vivo el material vegetal.

Otro desafío considerable aguardaba a CETECE en la fase posterior. Habría que adaptar los ingredientes y el bagazo para que pudieran ser utilizados en el sector de la panadería. “A nivel tecnológico, malta y bagazo no nos dieron problemas, fuimos incorporando diferentes porcentajes y siempre unos iban mejor que otros, pero no tuvimos grandes dificultades. El lúpulo, en cambio, era un ingrediente más complejo, porque las masas se degradaban, vimos que tenía un efecto proteolítico sobre la proteína de la harina y eso hacía que no creciera lo suficiente. Además, el amargor era muy intenso, no tuvimos quizás tan buenos resultados como podíamos esperar a priori”, señala Ana Garcinuño.

Para adecuar el lúpulo y poderlo incorporar en los productos, había que partir de una flor seca. Los trabajos de los investigadores se centraron en el proceso de acondicionar la materia prima, tratarla térmicamente, secarla y molerla hasta dotarla de una granulometría similar a la de la harina. Una vez disponible esa materia prima, se vio que no era posible incorporar lúpulo en cantidades altas debido a su amargor, por lo que se probaron porcentajes del 0,5-1%, hasta encontrar el máximo que se podía añadir a un pan manteniendo unas características organolépticas o sensoriales adecuadas. A continuación, se observaron y caracterizaron sus ventajas, es decir, por qué un panadero decidiría añadir ese ingrediente: el lúpulo dota al pan de una mayor conservación, hace que pueda durar

más de tiempo sin que aparezcan los mohos.

Con el resto de los ingredientes, se siguió una pauta similar: en función de sus características, se analizó qué porcentajes de incorporación permitía cada uno de ellos a los productos de panadería. En el caso de la malta, proporciona sobre todo olor, color y mayor 'crujencia' a la corteza del pan. El bagazo puede asumir un protagonismo mayor, de un 15-20%, porque se asemeja a la harina integral y aumenta significativamente el valor nutricional del pan, la cantidad de fibra y su capacidad antioxidante. El pan con bagazo es más saludable en general. En 2020, apenas se utilizaba este ingrediente en panadería y, en la actualidad, se ha convertido en uno de los productos de moda.



LAS EMPRESAS

“Disponemos de apoyo tecnológico y ensayos aplicados que fortalecen nuestra capacidad para innovar en el sector agroalimentario”

“La ejecución del proyecto Maluba en colaboración con ITAGRA y CETECE ha permitido ampliar la perspectiva de los usos alternativos de subproductos en nuestra actividad, con lo que podemos generar una verdadera economía circular. Además, logramos desarrollar cuatro variedades de cerveza que nos permiten satisfacer una amplia gama de paladares”. **CERVEZAS YESTA**

“El asesoramiento proporcionado por el Centro Tecnológico ITAGRA nos ha dotado de los conocimientos y herramientas indispensables para desempeñar de manera óptima nuestras funciones dentro del proyecto. Gracias a esta colaboración, hemos podido explorar y desarrollar nuevas líneas de negocio en el sector agroindustrial, como la producción de malta y el cultivo de lúpulo. Asimismo, hemos ampliado significativamente nuestros conocimientos en la selección y siembra de semillas, optimizando su adaptación al clima, densidad de siembra, preparación del suelo y fertilización, gracias a los ensayos de campo realizados.” **CEREALES CANSECO**



EL DESARROLLO

Cantidad de bagazo que se obtiene por cada 100 litros de cerveza: para las variedades con menos contenido alcohólico se pueden obtener a partir de 20kg/100L aunque este dato es aproximado ya que el bagazo puede contener una alta cantidad de agua al momento de ser retirado. Para la elaboración de 300 botellines de cerveza, se obtienen 20 kg de bagazo. Con este bagazo se pueden hacer aproximadamente 100 kg de pan.

Cervezas YESTA y Cereales CANSECO no disponían de infraestructura para llevar a cabo la investigación incluida en el proyecto MALUBA. Sin la participación de los centros tecnológicos habría sido inviable realizar todo este trabajo de análisis. A la primera la movía la inquietud de emprender y de diferenciarse de su competencia en el mercado. En el caso de CANSECO, se acababan de incorporar a la empresa dos personas jóvenes como parte del proceso de sucesión familiar y tenían la inquietud de intentar hacer posible la actividad de maltear a su oferta. De hecho, uno de los desarrollos asociados ha sido una planta piloto diseñada por el propio CANSECO “Consiste en un depósito con la humedad adecuada a la semilla de cebada para que germine. Una vez que se observa la germinación se quita la radícula y se pasa a un horno donde

se realiza el tostado. Desde el CETECE hemos asesorado para buscar ese punto óptimo de malteado y conseguir que la cebada tenga distintos toques para producir cervezas con colores, sabores y aromas diferentes. Ha sido una gran experiencia porque diseñar todo este equipo y ponerlo a punto es complejo, no es algo sencillo”, relata Ana Garcinuño.

ITAGRA y CETECE han hecho posible los objetivos iniciales del proyecto: por un lado, ya se puede consumir cerveza 100% palentina bajo las marcas Cerveza Palentina Libre y Cerveza Churra; por otro, se ha demostrado que el cultivo del lúpulo es posible y viable en distintos puntos de Castilla y León, uno de ellos Palencia, pero también otras zonas salvables, según los mapas georreferenciados de ITAGRA; y, en tercer lugar, se ha

ampliado el conocimiento sobre la posible utilización de los subproductos de la cerveza, especialmente el bagazo, convertido en producto de moda por el que están mostrando interés muchas empresas a CETECE. Se puede formular muffin, magdalenas, pan tostado y hasta pan de hamburguesas con el residuo de la cerveza. Incluso una empresa ha comenzado a procesar bagazo en Castilla y León, a secarlo y transformarlo en harina para aumentar su disponibilidad.



TEEPP



Convertir el dato en información y ésta en conocimiento, utilizando herramientas basadas en IA, ha ayudado a conocer en tiempo real el consumo energético en industrias para las que resulta clave hacerlo y a diseñar un plan de mantenimiento preventivo adecuado a las posibles paradas de producción.

Los Centros Tecnológicos Instituto Tecnológico de Castilla y León (ITCL) y Fundación CIDAUT ya disponían de un histórico de proyectos relacionados con la eficiencia energética en la industria cuando decidieron unir fuerzas en el proyecto TEEPP (Investigación en tecnologías innovadoras para la optimización de la eficiencia energética en los procesos productivos). Siendo expertos en la optimización de procesos industriales y en la mejora de su eficiencia, la posibilidad de colaborar en una propuesta conjunta se convertía en una oportunidad para seguir profundizando en esas líneas de investigación. El interés por el lado de la industria era evidente, antes incluso de las fuertes tensiones que se produjeron en el mercado con el estallido de la guerra en Ucrania. En el año 2020, el consumo energético de las industrias representaba el 25% del total de sus costes de operación. El fuerte incremento de los precios, junto

con unas cada vez mayores exigencias regulatorias en materia medioambiental, hizo necesaria la introducción de medidas de control de los consumos energéticos en los procesos industriales. Para las empresas resultaba estratégico adoptar soluciones orientadas al ahorro e incremento de la eficiencia. El coste de oportunidad era indudable, pero no dejaba de representar un desafío: las transformaciones tecnológicas necesarias debían introducirse al tiempo que se capeaba una situación económica muy delicada, que afectó incluso a los propios centros tecnológicos.

ITCL y CIDAUT se marcaron el objetivo de colaborar en la implementación de tecnologías que permitiesen a la industria intensiva en el consumo de energía incrementar su eficiencia y su competitividad. Dada la ambición del objetivo marcado en el proyecto TEEPP, y para potenciar su impacto, se consideró

conveniente cubrir un abanico diverso de casuísticas de fabricación. CIDAUT se centró en Lingotes Especiales, empresa de fundición con enormes consumos energéticos en sus procesos productivos, que fabrica lotes muy grandes. ITCL, por su parte, focalizó su atención en Grupo Antolín, referente industrial de un sector tan profundamente ligado a Castilla y León como el automóvil, que además tenía la particularidad de reunir dos tipos de procesos de producción: una línea compuesta de máquinas secuenciales; y otra con máquinas inyectoras individuales, que operaban de forma independiente. El consorcio se completó con la participación de SMI España, integrador de soluciones TIC y monitorización de procesos, especializado en la gestión energética.

CIDAUT e ITCL asumieron roles complementarios en la fase de investigación. El primero contaba con mucha experiencia en la aplicación de



tecnologías como el gemelo digital, los modelos de comportamiento aplicados al mantenimiento predictivo y los cuadros de mando para la gestión integral de las diferentes problemáticas de la industria. ITCL, por su parte, aportó sus amplios conocimientos en sensórica, explotación de los datos y generación de modelos energéticos de planta. En este proyecto, sus investigadores querían probar también una serie de “herramientas disruptivas, como el reparto de costes siguiendo teoría de juegos”, apunta David González, de ITCL. Para ello, experimentaron con soluciones vinculadas a la termo-economía, como el estudio de reparto de costes en función de la degradación de la energía, y con la aplicación de teoría de juegos al control distribuido de procesos, también conocida como teoría de decisión interdependiente. Analizaron la relación entre máquinas, con el propósito de anticipar si una decisión que mejora un proceso, como el incremento de temperatura, puede causar perjuicios o

problemas en otro. “Tenemos que buscar la mejora conjunta del proceso, no solo la individual”, señala David González. En este sentido, se utilizó también el value stream mapping, una corriente del lean manufacturing que concibe la energía como un desperdicio más y trabaja para alcanzar los cero residuos analizando la posibilidad de reprocesar componentes de la producción.

SMI España se encargó de asegurar una coordinación centralizada y de que todo el proceso se realizara bajo un modelo de acceso ciberseguro, garantizando así que las empresas pudiesen compartir información sin riesgo. En este sentido, hubo que definir una metodología para extraer de forma segura los datos y utilizarlos en una herramienta digital. “Al principio resultó difícil involucrar a las empresas para que vieses el potencial de este tema, pero cuando se puso en marcha, realmente se sintieron cómodos

trabajando en las soluciones que se iban planteando en el marco del proyecto”, relató Blanca Moral, de ITCL.

En cuanto al gemelo digital, CIDAUT exploró en el proyecto TEEPP dos tipos de desarrollos. Uno distribuido, que establece modelos de comportamiento orientados a asegurar la producción mediante mantenimiento predictivo; y el retrofitting, es decir, la integración inclusiva de las tecnologías digitales en sistemas legacy, es decir, en equipos ya existentes en las compañías, como fresadoras, inyectoras u hornos, que no están muchas veces preparados para su conexión a internet, lo que impide que se conviertan en dispositivos de monitorización remota. El nivel de madurez y de disponibilidad para integrar esos sensores o esos equipos y captar datos fue, de hecho, complicado en algunos casos y llegó a dificultar el rumbo del proyecto. “El objetivo era establecer un modelo de industria 4.0. Muchas veces

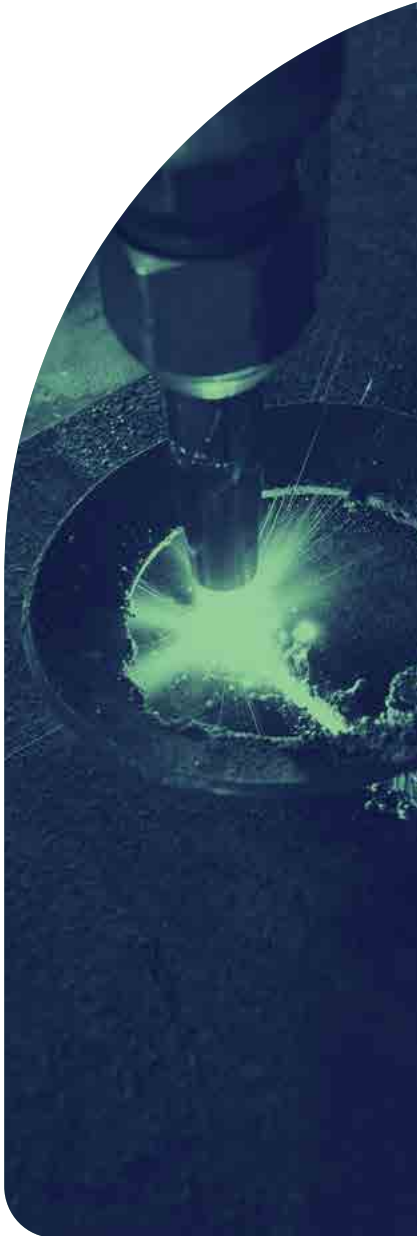


hablamos de la inteligencia artificial, pero no nos focalizamos en el entrenamiento, el conocimiento y el proceso en planta, en el núcleo de aprendizaje del gemelo digital. En él se incluye la lectura de valores de las máquinas y también el expertise de los ingenieros de proceso que ayudan a entrenar y modelar los diferentes procesos. En el caso de Lingotes Especiales, tenían que adaptar los modelos de fundición a las diferentes problemáticas de sus clientes. Son procesos de más de 1.500° C en los cuales intervienen factores difíciles de controlar y un producto acabado con una no conformidad puede suponer un coste muy importante. No sólo se trataba de mejorar la parte energética, sino también el ahorro y la reducción del reproceso”, explica Álvaro García, de CIDAUT. Todo ello se puede complementar con el desarrollo de modelos híbridos, que también se validaron en el proyecto. Se basan tanto en la monitorización de los aspectos físicos del comportamiento de un sistema como en

los patrones generados a partir de los datos y permiten optimizar simultáneamente el consumo energético y el mantenimiento predictivo de los equipos.

CONSUMO ENERGÉTICO
El 80% de la energía consumida anualmente en Lingotes Especiales se utiliza en alimentar dos hornos de fundición de 12 MW cada uno de ellos. Estos hornos, son el elemento central de los procesos de fundición en los que se ha centrado las actuaciones del proyecto TEEPP en esta empresa. De esta energía consumida en el proceso de fundición, el proyecto ha conseguido ahorrar a

la empresa el 9%, lo que supone un ahorro muy importante para ella. En Grupo Antolín, la imagen del consumo energético se centra en un gran número de pequeños consumidores con distinto grado de simultaneidad, los cuales que pueden ir de rangos desde 10kW hasta 500kW y cuya agregación supone un volumen de consumo de varios Megavatios-hora. Los elementos centrales han sido las prensas de conformado e inyectoras de gran tonelaje, donde los potenciales de ahorro han variado entre el 2% y el 10%.



Convertir el dato en información y la información en conocimiento, utilizando herramientas de la transformación digital, ha sido, en definitiva, el propósito del proyecto TEEPP. Comenzó con una fase previa de definición de las arquitecturas de medición y digitalización con un enfoque fundamental hacia la energía. Se estableció una toma de muestras representativas de procesos que permitiera a las empresas, ya en la fase de información, llevar a cabo con agilidad una primera tarea de interpretación, a través de diagnósticos rápidos e indicadores. La introducción del gemelo digital en distintas capas y niveles, se concibió precisamente de manera que facilitara este tipo de actuaciones. En la fase de conocimiento, intervinieron las herramientas más sofisticadas, incluidas la inteligencia artificial y la simulación, para ayudar a establecer estrategias de gestión de procesos, organizativas, de mantenimiento e incluso de retrofitting de instalaciones.

Como valor añadido, el proyecto TEEPP ha conseguido adaptar todas estas soluciones a las necesidades de Grupo Antolín y Lingotes Especiales. “Puedes tener un cuadro de mando de datos de máquina, pero establecer cómo impacta el consumo energético, cómo hacer un plan de mantenimiento preventivo adecuado a las posibles paradas de la planta y establecer sinergias comunes en ambos procesos, al final requiere un estudio muy importante desde la base. No solo diseñar las técnicas, sino ver si son aplicables, cómo esa información se convierte en conocimiento, y lo más importante, que tenga valor para las empresas”, afirma Álvaro García, de CIDAUT. Había que considerar miles de variables, con el riesgo de desbordar el coste de almacenamiento de información, porque resulta imposible tomar conciencia en tiempo real de todo lo que sucede. Y, por si todo esto no fuera suficiente, ambas empresas tenían que funcionar mientras los centros tecnológicos sensorizaban los procesos,

no podían interrumpir sus operaciones normales.

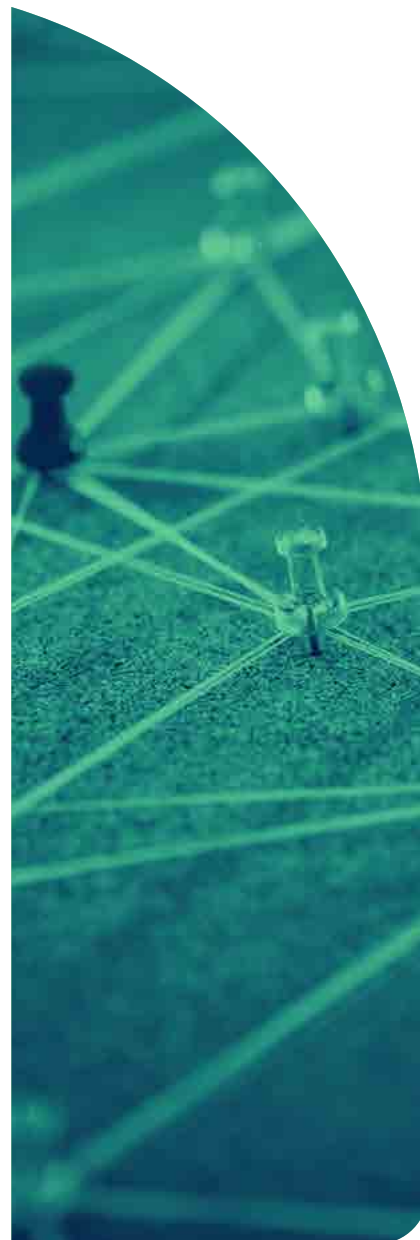
Otro reto era la escalabilidad, “en este proyecto hemos probado muchas tecnologías innovadoras y hemos intentado llegar al máximo detalle, pero luego tenemos que pensar en el escalado y ahí están las restricciones económicas de las empresas. Al partir de un gemelo digital completo, se ha aprendido lo suficiente para que cueste poco integrarlo en otro proceso”, añade David González. “Uno de los resultados relevantes también es que se ha generado una metodología”, apostilla José Ignacio Domínguez, de CIDAUT. “Las empresas y los centros mantuvimos un interesante debate acerca del tiempo real. ¿Qué es el tiempo real para cada uno? Todos queremos tomar decisiones inmediatas, pero luego hay que llegar a una solución de compromiso entre qué información quiero gestionar, cuánto cuesta obtenerla, procesarla y almacenarla

en la nube. Por ejemplo, en prensas el ciclo de trabajo es inferior a un minuto, mientras que en un horno se pueden mantener condiciones muy estables largos periodos de tiempo”, concluye David González.

En Lingotes Especiales, el modelo permitió leer durante seis meses los datos de proceso y establecer cambios y medir esa mejora. En ese tiempo, se consiguió reducir en un 9% el coste energético para producir la misma cantidad de materia prima. El proyecto TEEPP ha permitido a la empresa establecer un modelo de conocimiento nuevo, con información en tiempo real y datos validados gracias a una solución que optimiza el proceso con inteligencia artificial.

SENSORES

Más de siete millones de datos para entrenar los algoritmos de IA.





En el proceso de fundición sobre el que se realizaron las actuaciones del proyecto en las instalaciones de Lingotes Especiales se incorporaron más de 100 sensores para la obtención de diversos datos.

En Grupo Antolín se ha generado un nuevo estándar de arquitectura de captura de datos modular y cibersegura que, además de incorporar las fuentes de datos existentes en máquinas, integre una nueva capa de captura de datos formado por más de 80 nuevos sensores dedicados únicamente al ámbito energético que se han integrado efectivamente en los procesos. Entre los más destacables están los analizadores de redes eléctricas, sondas

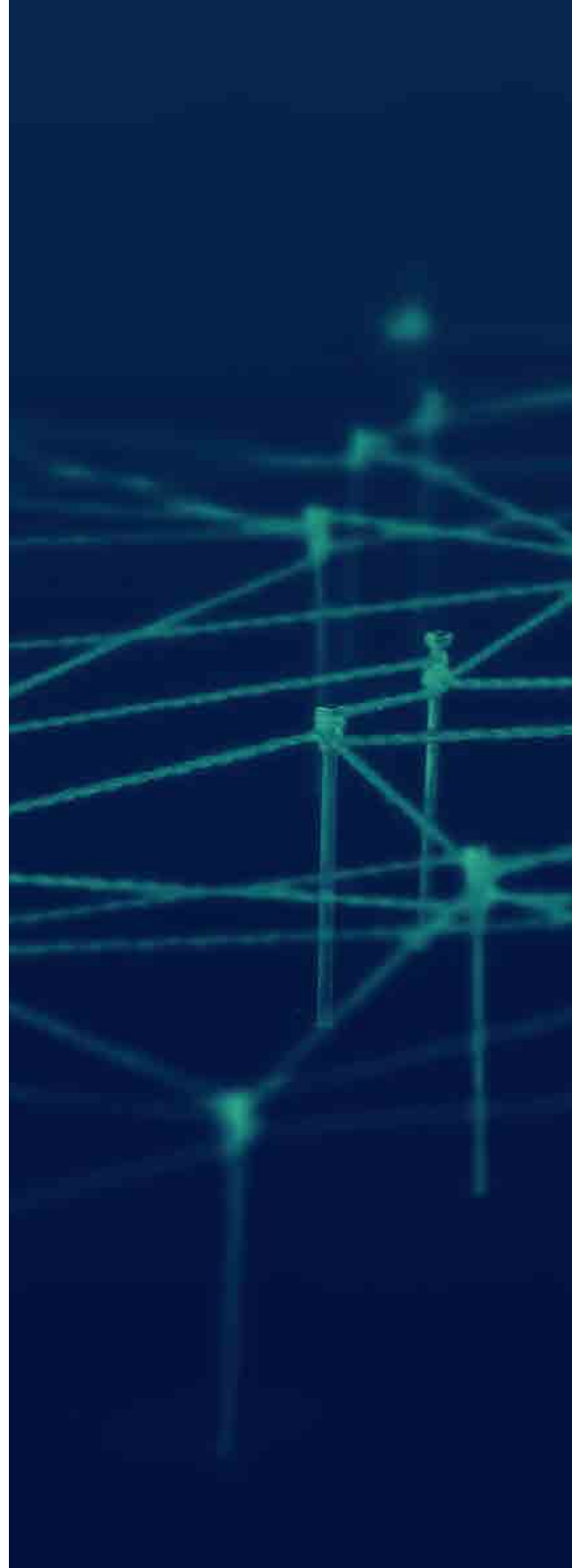
de temperatura o caudalímetros para aceite térmico.

Las actuaciones realizadas en Lingotes Especiales han generado alrededor de 7 millones de datos que han sido procesados en el transcurso del proyecto, tanto para su análisis, como para el entrenamiento de los algoritmos de IA empleados. Con todo ello se ha generado un gran volumen de datos (+3.000 parámetros con una frecuencia de captura de entre 1 minuto y 5 segundos, alrededor de 2 millones de datos al día) los cuales se han procesado para convertirlos en información manejable, contando finalmente con alrededor de 250 parámetros de decisión.

En el caso de Grupo Antolin, que trabaja con distintos fabricantes, cuenta ahora con una metodología y un entorno estandarizado para conocer los distintos costes energéticos asociados a cada referencia del producto. Dispone de mapas de desempeño según tamaños de lote y referencias, con un indicador de energía por pieza, lo cual resulta clave para establecer prioridades en el reparto de trabajo. La herramienta para la toma de decisiones se ha integrado en un nuevo grupo en el área de producción llamado Smart Energy.

El binomio TIC-energía está transformando las empresas mediante la aplicación de

numerosas tecnologías transversales, desde las arquitecturas de comunicaciones a la estandarización de protocolos y el diseño del control distribuido. “Nos hemos dotado de conocimiento nuevo, de capacidades nuevas, de experiencias nuevas. La intención es exportarlo a más empresas en Castilla y León” para que se puedan beneficiar de los pasos dados, afirman los centros tecnológicos participantes.



Decálogo de propuestas

Decálogo de propuestas para la mejora de la competitividad del Ecosistema de Innovación de Castilla y León

Estos proyectos en colaboración muestran la necesidad de abordar conjuntamente los retos tecnológicos, para mejorar la competitividad de las empresas a través de la innovación. Como necesario es también mejorar la manera de impulsar la actividad de I+D+I regional, incorporando un enfoque sistémico dirigido a facilitar y apoyar la participación conjunta e integrada todos los agentes. Para ello, en base la experiencia y el conocimiento de otros marcos de impulso a la I+D+I, desde la Red de Centros Tecnológicos de Castilla y León proponemos diez medidas para la mejora de la competitividad del Ecosistema regional de Innovación:

1

Desarrollo de una Ley Regional de Ciencia y Tecnología

Articular un marco normativo robusto para la ciencia y tecnología en Castilla y León. Definiendo los roles y responsabilidades de cada agente, en un ecosistema de innovación, conectado y sinérgico orientado a la competitividad de las empresas. Un ecosistema transparente donde cada agente aporte un valor único al sistema, sin solapamiento de funciones. Una Ley que permita impulsar un ecosistema globalizado, con estrategias de diplomacia tecnológica que posicionen a la región en redes internacionales de innovación y fomente el establecimiento de alianzas estratégicas con otros ecosistemas de innovación.

2

Plan Anual de Políticas de Innovación de Castilla y León

Establecer un Plan Anual de Políticas de Innovación que recoja de manera transparente las líneas de apoyo a la I+D+I. Con un calendario anual consistente que permita una planificación estratégica por los agentes del ecosistema y fomente la confianza y colaboración. Combinando políticas de innovación duales que impulsen tanto la oferta de innovación (tecnología, talento y emprendimiento) como las demandas del tejido empresarial (transferencia, compra pública e incentivos fiscales).

3

Políticas de implantación industrial apoyadas en la Innovación

Planificar una política industrial ágil y atractiva para inversión industrial apoyada en políticas de innovación aplicada y transferencia de tecnología. Con incentivos para inversión en innovación para la puesta en marcha de nuevo tejido industrial y desarrollo del existente. Estableciendo zonas francas de innovación en los Parques Tecnológicos para atraer inversión estratégica en sectores de alto impacto, e impulsando el uso de soluciones creadas por agentes regionales, para favorecer la generación y retención del talento

4

Potenciación de la Compra Pública Innovadora (CPI)

Fortalecer la Compra Pública Innovadora (CPI) como un instrumento clave para impulsar la adopción de nuevas tecnologías y dinamizar el ecosistema de innovación. Establecer una estrategia regional de CPI, con planificación clara y mecanismos de seguimiento. Integrada en el Plan anual de políticas de innovación y alineada con los retos estratégicos de la región. Incluyendo además la capacitación de los responsables de contratación pública para estimular su uso y facilitar la participación de centros tecnológicos, pymes y startups en los procesos de compra.

5

Promover la Transferencia tecnológica en una Economía del conocimiento

Integrar la propiedad intelectual, industrial y la transferencia tecnológica en las políticas e instrumentos de apoyo a la innovación. Con un marco normativo ágil que facilite y apoye la comercialización e internacionalización de soluciones innovadoras regionales. Como camino hacia una economía del conocimiento basada en desarrollo de activos intangibles como palanca de competitividad. Impulsando actividades intensivas en conocimiento con incentivos a la protección de la propiedad intelectual e industrial y una formación especializada en transferencia de tecnología siguiendo el modelo de éxito del programa GESTIDI de ICECYL.

6

Incentivos fiscales mejorados para la actividad I+D+I empresarial

Estimular la innovación empresarial mediante medidas fiscales directas e indirectas de apoyo a la Innovación empresarial. Con deducciones y bonificaciones específicas para las actividades reconocidas de I+D+I, que incentiven especialmente la aplicación e implementación de nuevas tecnologías en empresas de Castilla y León. Buscando asegurar una sostenibilidad de las inversiones en innovación que facilite el desarrollo de talento especializado y la creación de startups tecnológicas. Ampliando además los modelos de financiación público-privada y compra pública innovadora que permiten la co-inversión en proyectos innovadores

7

Generación, atracción y retención de Talento cualificado

Reforzar el Plan de Talento de Castilla y León con medidas específicas para la innovación y la tecnología. Con programas específicos de movilidad y retorno del talento que estimulen y simplifiquen la contratación estable de talento altamente cualificado, para áreas estratégicas. Alineando además la formación con las necesidades del ecosistema de innovación. Mediante la colaboración entre universidades, centros tecnológicos y empresas para definir microcredenciales adaptadas a las necesidades del mercado laboral en tecnologías emergentes.

8

Infraestructuras tecnológicas para la innovación y transferencia

Mapear un Catálogo público interactivo de las infraestructuras tecnológicas regionales, visto desde las necesidades específicas de las empresas. Para orientar la inversión, aprovechar la accesibilidad a las capacidades tecnológicas existentes. Impulsando específicamente la creación de espacios de experimentación colaborativa para acelerar la validación e integración de nuevas tecnologías, como living labs y sandboxes, donde promover la experimentación e integración de nuevas soluciones tecnológicas.

9

Reforzar la conexión entre investigación y aplicación tecnológica

Conectar los centros de generación de conocimiento y talento (universidades, institutos de investigación sanitaria, etc.) con los centros tecnológicos como agentes de transferencia. Mediante líneas de colaboración, lideradas por empresas, con un compromiso claro de la explotación de resultados. Trazando un enfoque aplicado para la generación de talento y conocimiento, y su traslación a soluciones tecnológicas transferibles al tejido empresarial y sociedad, que fortalezca la orientación práctica de la investigación regional.

10

Simplificación administrativa para acceder a incentivos y ayudas

Agilizar la tramitación administrativa de los instrumentos identificados en el Plan anual de políticas de innovación de Castilla y León. Mediante herramientas digitales que automaticen procesos y centralicen la documentación necesaria. Estableciendo un sistema ágil y jurídicamente sólido que simplifique los trámites, para reducir barreras administrativas y facilitar especialmente la participación de pymes, autónomos y emprendedores en un ecosistema de innovación meritocrático y accesible.





NODDO

RED DE CENTROS TECNOLÓGICOS CYL

NOS
IMPULSA

ic3cyl
competitividad
empresarial

 Junta de
Castilla y León