



2021 inicia con 5 nuevos proyectos IPTC en el Programa H2020: tecnologías para COVID, 5G, Energy Hubs, Cyber Situational Awareness, y Genómica y Salud Personal e IA

Proyectos | **pág. 9**

Photo by [Daniel Seßler](#) on [Unsplash](#)

En este número:

**Destacado, 3 | Noticias y Nombramientos, 4
Tecnología, 6 | Proyectos, 9 | Ph.D. Corner, 12**



POLITÉCNICA

ETSI Telecomunicación
Avda. Complutense 30
www.iptc.upm.es

IPTCReview 14

Noviembre / Diciembre • 2020

Boletín del Information Processing
and Telecommunications Center

SUMARIO

Destacado:

Tecnologías estratégicas relacionadas con COVID-19, **Gonzalo León Serrano, 3**

Noticias, premios y nombramientos:

Unidad Conjunta de Investigación (JRU) entre Indra e IPTC-UPM, **4**

IPTC organizó la XXXV edición de la Conferencia Internacional "Design of Circuits and Integrated Systems" (DCIS), **4**

Premios Cátedra UPM-CESEDEN: galardón trabajo fin de máster para "Design of an adaptable real-time machine learning intrusion detection system based on attacks categorization", **5**

Tecnología:

Nuevos sensores radar para la protección antidrón, **Mateo Burgos García y Rodrigo Blázquez García, IPTC-UPM, 6**

Proyectos:

COVID-X: COVID eXponential Programme, **9**

5GVINNI: 5G Verticals Innovation Infrastructure, **9**

eNeuron: greEN Energy hUbs for local integRated energy cOMmunities optimization, **10**

European Cyber Situational Awareness Platform (ECYSAP), **10**

GenoMed4ALL - Genomics and Personalized Medicine for all through Artificial Intelligence in Haematological Diseases, **11**

Ph.D. Corner, 12

Tecnologías estratégicas relacionadas con COVID-19

Gonzalo León Serrano



Photo by [Engin Akyurt](#) on [Unsplash](#).

*Recientemente ha sido presentado públicamente el informe-libro: **Tecnologías estratégicas relacionadas con COVID-19**, del que es autor nuestro compañero D. Gonzalo León Serrano. Por su interés y actualidad, se trae a esta Sección su Resumen introductorio, elaborado por el propio autor. El informe completo se puede consultar [aquí](#).*

El documento analiza las consecuencias de la evolución de la pandemia denominada COVID-19 provocada por el coronavirus SARS-CoV-2 desde el punto de vista de la tecnología empleada, su desarrollo y la dependencia que los países tienen en el suministro a tiempo de productos, componentes y servicios tecnológicos y de forma fiable para atender a la población.

Tras una introducción histórica y de impactos socioeconómicos de las pandemias, el documento establece una clasificación de las tecnologías relacionadas con COVID-19 en específicas y habilitadoras, e identifica las más importantes de cada grupo, así como la relación entre ellas.

La situación inicial de desconocimiento sobre el virus y sus consecuencias ha hecho que la actividad de I+D sea crucial para encontrar una vacuna, fármaco o aplicación que prevenga, resuelva sus consecuencias o palie la situación sanitaria creada; por esta razón, se presta especial atención a las actividades de I+D e innovación relacionadas con la COVID-19 en todo el mundo.

Desafortunadamente, las tecnologías y los productos derivados no están disponibles en ningún momento en ningún lugar; un gran problema con la interrupción de las cadenas de valor mundiales se produjo en todo el mundo, donde “la dependencia tecnológica” se convirtió en un problema geopolítico clave. A partir de ello, se elabora un modelo de dependencia tecnológica, aplicado posteriormente al caso español.

El papel de las administraciones públicas, y en especial las de la UE, se remarcan a la luz del marco competencial existente y de las actuaciones emprendidas durante la crisis en los ámbitos científico y económico. Seguidamente, se aborda el análisis de las consecuencias sociales en el ámbito del trabajo y la educación, la ciberseguridad y los hábitos sociales.

Finalmente, se extrae un conjunto de lecciones aprendidas y recomendaciones de actuación que puedan servir de base a decisiones de instituciones y administraciones públicas en el futuro con objeto de mejorar la resiliencia de nuestra sociedad y ser capaces de anticipar futuros problemas.

Se incorpora un anexo con algunas actuaciones relevantes emprendidas por España en relación con la pandemia de la COVID-19 como ejemplos de cada tipo de tecnología específica y habilitadora, así como de relevancia logística.

▶ NOTICIAS

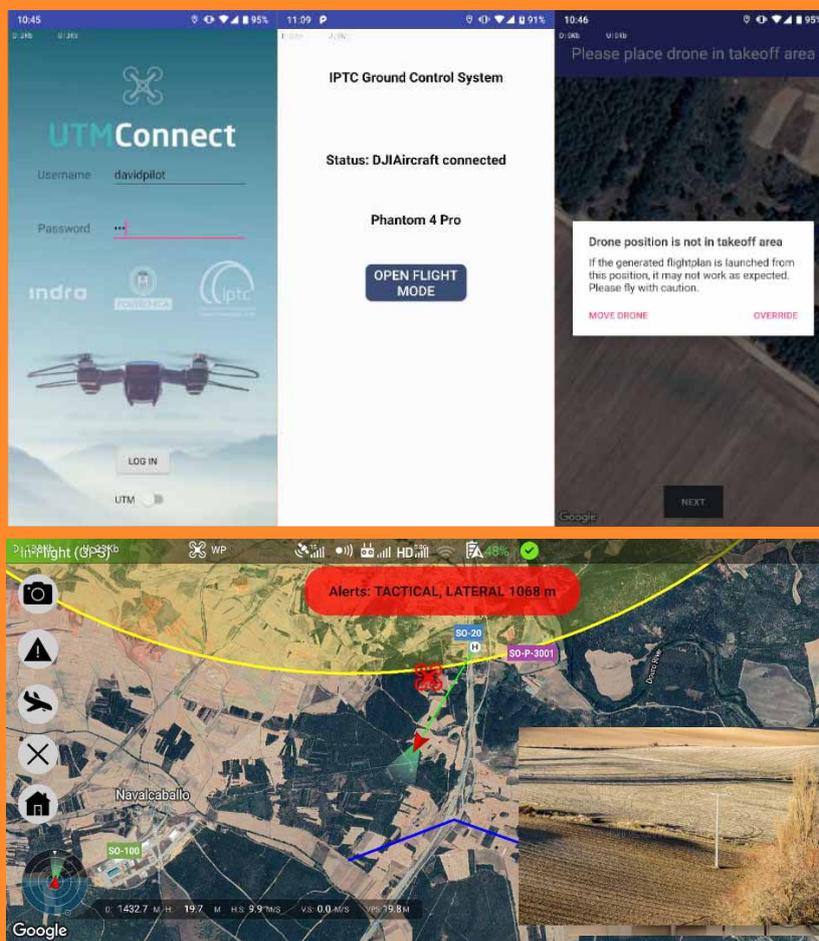
▶ Unidad Conjunta de Investigación (JRU) entre Indra e IPTC-UPM

En diciembre de 2020, Indra y la UPM a través del IPTC suscribieron un convenio de colaboración estratégica para la colaboración en I+D en ATM y UTM y la creación de una Unidad Conjunta de Investigación (Joint Research Unit), consolidando así una colaboración continua de 35 años en ese ámbito.

La Unidad permitirá llevar a cabo trabajos conjuntos en el marco de proyectos de I+D nacionales e internacionales en el área científico-tecnológico de la gestión del tráfico aéreo (ATM), tripulado y no tripulado (UTM) y espacial.

Las líneas de trabajo están alineadas con las que serán las prioridades de los programas de investigación y desarrollo en ATC/ATM y UTM a nivel europeo y mundial, e incluirán entre otras: 1) la Gestión de Tráfico no Tripulado (UTM) y la Gestión de Movilidad Aérea Urbana (UAM), 2) los Sistemas de Torres Remotas incluyendo tecnologías de visión artificial. 3) los Sistemas de Comunicaciones, Navegación y Vigilancia para Gestión de Tráfico Aéreo (CNS/ATM), con nuevos métodos de comunicación aire-tierra y aire-aire, nuevos sensores de vigilancia y la explotación de la información en tierra y 4) La utilización de técnicas de inteligencia artificial en ATM.

La JRU tendrá su sede formal en el IPTC-UPM, dentro de la ETSI Telecomunicación y será gestionada por un Comité de Dirección constituido por tres personas de cada entidad.



Ground Control System de UTM Indra-IPTC.

▶ NOTICIAS

▶ IPTC organizó la conferencia DCIS 2020

El IPTC organizó y participó en la XXXV edición de la Conferencia Internacional "Design of Circuits and Integrated Systems (DCIS)" que, a su vez, constituyó su primera edición virtual.



Varios miembros del LSI-IPTC fueron los responsables de la organización y el desarrollo de la conferencia, incluida la coordinación del Comité de Programa. La Conferencia se celebró entre los días 18 a 20 de noviembre del 2020 con una alta tasa de inscripciones (146) frente a poco más del centenar de ediciones anteriores. Todo ello constituye un éxito de participación, así como de seguimiento de las diversas sesiones. Algunos datos significativos son: 64 comunicaciones aceptadas de 12 países, de las que 55 fueron en formato oral y 9 posters, 11 contribuciones en la competición de Tesis Doctorales, dos conferencias invitadas y una mesa redonda sobre: "El Futuro de la Electrónica tras la Pandemia: Real o Virtual". En resumen, más de 800 minutos de vídeo pregrabado y más de 300 minutos de transmisión en vivo (*streaming*). Todo ello estará disponible durante un año en la plataforma de DCIS 2020.

Asimismo, cabe señalar que los artículos con las mejores calificaciones han sido invitados a participar en un número especial de la revista "Integration. The VLSI Journal" y que entre las comunicaciones presentadas se incluyen 5 de miembros del IPTC sobre arquitecturas HW optimizadas para procesamiento de señal y diseño microelectrónico de altas prestaciones.

La conferencia cubrió un amplio espectro de temáticas en el área de circuitos y sistemas integrados y todos sus campos de aplicación, incluyendo IoT, bajo consumo en tecnologías a nivel nano, y poniendo énfasis en temas emergentes tales como Sistemas Electrónicos para Inteligencia Artificial, Fiabilidad de Circuitos y Dispositivos, Computación no Convencional, Sensores y varias Sesiones Especiales sobre temas de actualidad como Computación Cuántica, Seguridad Hardware, Hardware Abierto, RISC-V y Procesamiento de Imágenes Hiperespectrales Médicas.



PREMIOS Y NOMBRAMIENTOS

El trabajo titulado "Design of an adaptable real-time machine learning intrusion detection system based on attacks categorization", elaborado por Dña. Carmen Sánchez Zas y dirigido por D. Xavier Larriba y D. Víctor Villagrà del RSTI-IPTC ha sido galardonado con el premio al mejor trabajo en su categoría en la convocatoria 2020 de la Cátedra UPM-CESEDEN Ingeniero General D. Antonio Remón y Zarco del Valle.

Varios miembros del IPTC-UPM se incorporarán al Equipo Rectoral con diversos cometidos; algunos otros, que ya estaban, seguirán con las mismas funciones. Son los profesores Juan Carlos Dueñas, Gabriel Huecas, Ramón Martínez, Alberto Almendra y Luis Salgado.



Nuevos sensores radar para la protección antidrón

Mateo Burgos García y Rodrigo Blázquez García, GMR-IPTC-UPM

En la actualidad, el uso de vehículos aéreos remotamente tripulados (RPAs) está en crecimiento explosivo, apareciendo cada día nuevas aplicaciones de esta tecnología en muy diferentes ámbitos. La gran facilidad de acceso a estos dispositivos ha aumentado de forma exponencial en los últimos años, y así lo ha hecho también la probabilidad de que se produzcan usos negligentes, o directamente malintencionados, lo que se traduce en una amenaza a la seguridad de las personas. Los incidentes más conocidos se han dado alrededor de aeropuertos como los de Gatwick en 2018 o Barajas en 2020, que obligaron a cerrar temporalmente dichos aeropuertos, pero la realidad es que se detectan diariamente más de 10 vuelos ilegales al día solo en la comunidad de Madrid. Un inquietante ejemplo se muestra en la foto de la figura 1, donde un inconsciente aficionado decidió grabar el proceso de despegue de un Airbus A380 situando su dron en una ubicación con evidente riesgo de provocar un grave accidente¹.



Figura 1. Grabación desde un dron del despegue de un Airbus A380.

Hasta ahora, la inmensa mayoría de los incidentes que se han producido en el ámbito civil se han debido al uso negligente o descuidado de la plataforma (uso en cercanías de aeropuertos o centrales nucleares, por ejemplo), considerándose que en España la probabilidad de que se produzca un acto terrorista basado en RPAs es actualmente baja. Sin embargo no debe bajarse la guardia

en este sentido, ya que evidentemente no tiene el mismo grado de dificultad tratar de neutralizar a un dron de juguete operado con descuido, que una plataforma profesional que haya tomado medidas intencionadas para su propia protección. Además ya se han detectado un número importante de usos delictivos de los drones para el transporte de drogas o la realización suministros incontrolados a internos de prisiones.

En este contexto han surgido en los últimos años una serie de sensores innovadores que pretenden alertar de estos incidentes con antelación suficiente para tomar medidas de seguridad adecuadas. El IPTC viene trabajando en este tema desde hace tiempo en colaboración con la Cátedra UPM-ISDEFE en Defensa y Seguridad, así como con empresas como Advanced Radar Technologies, en diferentes proyectos en este ámbito. Existen diferentes familias de sensores que se utilizan en la actualidad, y todos tienen carencias, por lo que la tendencia es a la colaboración entre diferentes tecnologías:

- Exploradores de RF. Son receptores de vigilancia espectral que tratan de localizar la presencia en el aire de la señal de control utilizada para pilotar el RPA. Es uno de los sensores más empleados y representa una primera solución muy eficiente en términos de coste para un primer despliegue. Sin embargo adolece de importantes limitaciones, que se van agravando con el avance de la tecnología. Por ejemplo, muchas veces permiten localizar la posición del operador, pero no del dron, y son absolutamente inútiles para el caso de que el dron vuele basado en un navegador GPS o un sistema inercial (no emite señal). Ya están apareciendo también numerosos drones que se controlan a través de la red 5G, lo que hace prácticamente imposible distinguir la señal de control de la de una conversación inofensiva.
- Detectores de audio: Un array de micrófonos capta el peculiar sonido de un dron y un adecuado procesado de señal lo detecta frente al ruido de fondo. Son sistemas de muy corto alcance.

¹ <https://www.facebook.com/watch/?v=995388130635283>

- Cámaras: Su estrecho campo de visión las hace poco operativas para vigilar volúmenes grandes, si bien son un elemento crucial para, una vez detectado, distinguir al dron de, por ejemplo, un pájaro.
- Radars: El radar es el único sensor que proporciona simultáneamente información sobre la posición angular y la distancia, que opera en cualquier situación ambiental (niebla, falta de iluminación, ruido ambiente,...), que explora rápidamente volúmenes grandes y además no depende de que el dron emita ningún tipo de señal acústica, térmica o electromagnética. Esto le hace tomar un papel protagonista en este tipo de despliegues.

La operación de un radar, sin embargo, no está libre de limitaciones. Estos blancos, denominados LSS (Low Slow Small) suponen un reto muy grande ya que al volar a baja cota, el eco tiene que competir con la fuerte reflexión en el suelo, y el efecto Doppler utilizado habitualmente para este fin, está muy limitado debido a las bajas velocidades. Aún así, una nueva generación de radares basados en un fuerte procesamiento digital de señal se ha perfilado como la mejor alternativa.

Otra limitación de los radares, si se compara con una cámara, es la menor capacidad de discernir si el objeto detectado es un dron o un ave. En los últimos años se han hecho grandes progresos en este campo, basados en el procesamiento de lo que se denomina micro-Doppler. Este fenómeno se genera, no por el desplazamiento global del objeto, sino por las partes móviles como rotores o las alas de un ave, que producen una huella en el dominio Doppler-tiempo, que es netamente diferente en ambos tipos de blancos. El análisis con redes neuronales y en general técnicas de reconocimiento de patrones está avanzando mucho para la clasificación automática de la amenaza.

Por último, otra limitación de los radares convencionales, es su uso muy limitado en entornos urbanos o semiurbanos. En estos entornos la posibilidad de emitir señales de alta potencia está muy restringida. Además, la presencia de numerosos edificios limita las zonas de visión directa del blanco y generan multitud de reflexiones que dificultan enormemente su operación. En este entorno es donde está empujando a proponerse el uso de radares pasivos multiestáticos, como se hace por ejemplo en el proyecto COMMET.

La idea básica es vencer la limitación en cuanto a las potencias de transmisión, usando únicamente el módulo receptor y utilizando emisores de oportunidad ya presentes en el entorno, como torres de comunicaciones (por ejemplo estaciones LTE en el caso del COMMET, o satélites de baja cota en el caso de una colaboración que se está realizando con el Fraunhofer Institut alemán). El concepto de sistema puede verse en la figura 2.

Un aspecto vital en estos sistemas es la cancelación del multitrayecto así como del rayo directo. El uso de complejos algoritmos de procesamiento digital (como el algoritmo ECA) es nuevamente la clave para conseguir buenas prestaciones. Pero también influye mucho en los resultados, el disponer no de un único par receptor-transmisor, sino de un número significativo de ellos. La gran ventaja de este tipo de sistemas es que el módulo transmisor, tradicionalmente el más costoso en un radar, es virtualmente gratuito. Abaratar el receptor es también clave para poder usar varios y mejorar las características de cobertura, así como emplear técnicas MIMO. Esto se consigue con el uso intensivo de Radios Definidas por Software (SDR), cada vez disponibles en el mercado con mayor ancho de banda, mayor capacidad de proceso, mayor margen dinámico y menor coste.

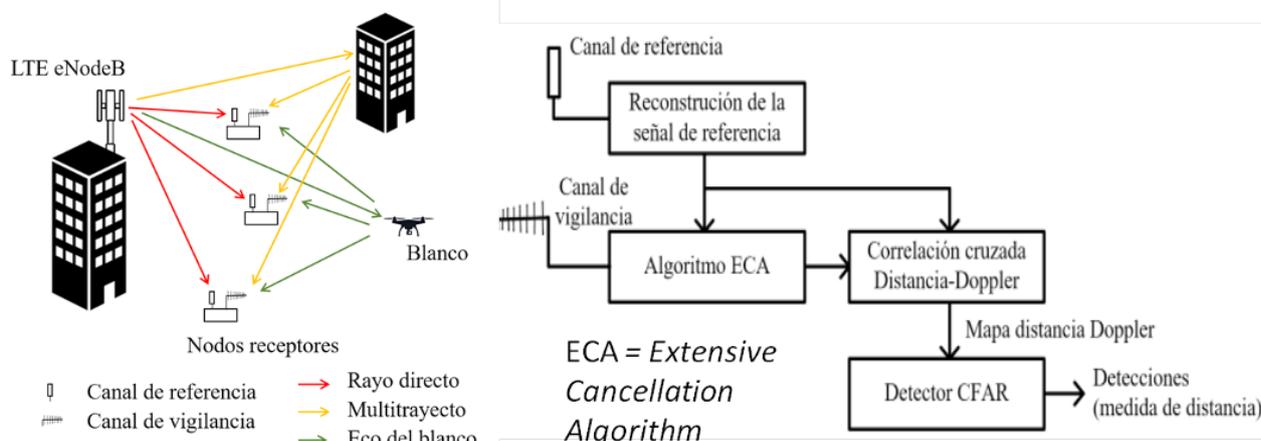


Figura 2. Concepto de sistema de radares pasivos multiestáticos.

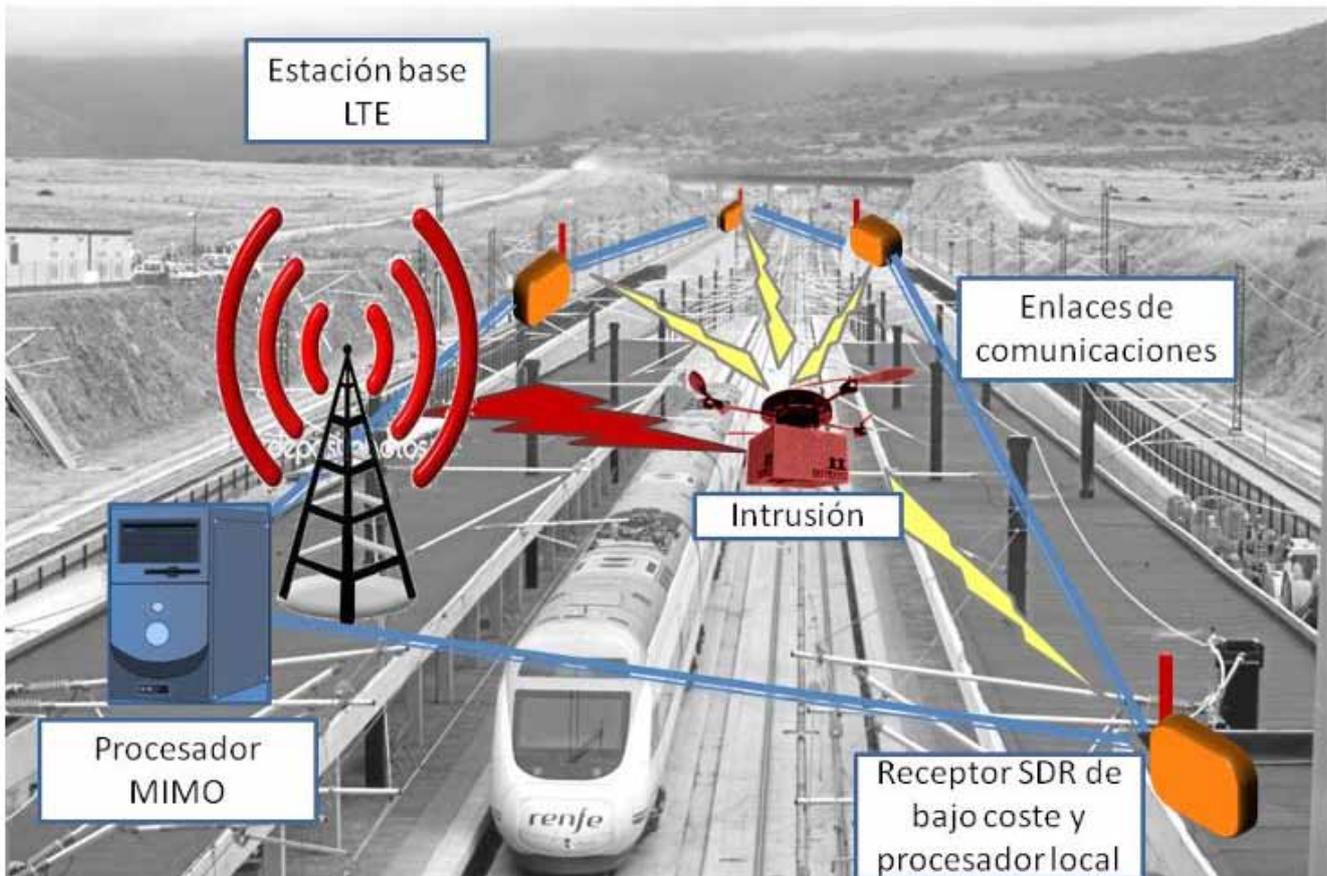


Figura 3. Concepto de radar pasivo multiestático del proyecto COMMET.

En el proyecto COMMET², el despliegue está concebido para dar protección a los trazados ferroviarios de alta velocidad (figura 3). En este caso el énfasis no se pone solo en los drones sino en una vigilancia general para evitar sabotajes, detectar objetos que caigan a las vías por desprendimientos, presencia de animales, etc. En este caso se utiliza la red de repetidores LTE que a su vez se despliega para dar servicio de comunicaciones de banda ancha a los usuarios. Un aspecto curioso es también el uso del fenómeno denominado *forward scattering* para detectar la presencia

de blancos situados en la línea de visión entre el transmisor de oportunidad y la SDR. La presencia del blanco produce una componente de difracción en contrafase que genera un desvanecimiento detectable en el rayo directo.

Existen también otros conceptos novedosos como el radar persistente, o los ya mencionados radares MIMO. Como conclusión puede decirse que es interesante observar como la aparición en escena de un nuevo problema ha estimulado la generación de nuevas ideas y conceptos cuya aplicación trasciende el fin original para el que fueron concebidos.

² LTE-based passive multistatic radar for high-speed railway network surveillance: design and preliminary results. <https://doi.org/10.1017/S1759078719000278>

En el bimestre noviembre-diciembre de 2020, el IPTC-UPM ha firmado cinco nuevos proyectos del Programa Marco H2020, algunos de ellos involucrando la participación de varios Grupos de I+D del Centro. El importe global de la subvención adjudicada supera los dos millones de euros.

A continuación, se incluye un breve resumen de sus objetivos.

COVID-X: COVID eXponential Programme

IP: Federico Álvarez, GATV-IPTC

The project involves ten partners from Spain, Cyprus, Italy, Ireland, Luxemburg, Lithuania and Sweden.

COVID-X will bridge the collaboration divide between eHealth solution providers -with emphasis on lean startups and small and medium-sized enterprises (SMEs)-, and the health-care professional system to fight COVID-19. The purpose is to boost an end-to-end agile validation programme of cutting-edge technology in three real-world clinical scenarios, located in hotspots of the pandemic: Italy, Spain and Sweden.

The project will fast-track value streams between the two poles under consideration: 1) attract, invest and empower a community of European eHealth SMEs –the beneficiaries of an acceleration program, selected by open calls- that will provide market-ready fast, cost-effective and easily deployable sampling, screening, diagnostic and prognostic systems and/or data-driven services and tools, already certified with -or close to receive- the CE marking (type 1 of the call); 2) actively involve some of the most relevant hospitals of Europe that have the resources, critical mass and ambition to scale-up their capabilities in the COVID-19 response.

Besides a solid consortium to access world class startups/SMEs, deliver highly valuable technological & business services, provide an innovative data Sandbox with AI capabilities for COVID related services and access 3 piloting sites, COVID-X targets to attract +155 applications and select 31 to undertake through the COVID-X Programme, investing a total of €4.0mil in high impact solution providers.

5GVINNI: 5G Verticals Innovation Infrastructure (5G-VINNI)

IP: José I. Moreno, RSTI-IPTC and Jorge Pérez, GTIC-IPTC

Telefónica and UPM, through IPTC, established a JRU on advanced networking some years ago, with outstanding results in matters related to next-generation Internet, SDN applications and quantum networks. In the framework of this collaboration, UPM, as a Linked Third Party to Telefonica, will contribute in the analysis of business and governance models for the 5GVINNI facility, as well as in the development of mechanisms for orchestrating the generation of synthetic traffic in the 5G core, a feature critical for many experiments, to guarantee their reproducibility along its three main axes: corroboration (to avoid idiosyncratic results), transparency (to prevent biases) and robustness (to support consistent changes).

The H2020 Project 5G-VINNI will accelerate the uptake of 5G in Europe by providing an end to end (E2E) facility that lowers the entry barrier for vertical industries to pilot use cases and supports the pilots as the infrastructure evolves. To achieve this, the objectives of 5G-VINNI are:

- Design an advanced and accessible 5G end to end facility.
- Build several interworking sites of the 5G-VINNI end to end facility.
- Provide user friendly zero-touch orchestration, operations and management systems for the 5G-VINNI facility.
- Validate the 5G KPIs and support the execution of E2E trial of vertical use cases to prove the 5G-VINNI capabilities.
- Develop a viable business and ecosystem model to support the life of the 5G-VINNI facility during and beyond the span of the project.
- Demonstrate the value of 5G solutions to the 5G community particularly to relevant standards and open-source communities with a view to securing widespread adoption of these solutions.



5G VINNI.

eNeuron: greEN Energy hUBs for local integRATED energy communities optimization

IP: José M. Menéndez, GATV-IPTC and Jesús Fraile, SISDAC-IPTC

The EU-funded eNeuron project intends to develop innovative instruments for the best design and performance of LEC (Local energy communities), integrating distributed energy resources and multiple energy carriers at different levels. By promoting the Energy Hub concept as a conceptual model to control and manage multi-carrier and integrated energy systems, the project will propose instruments that promote tangible sustainability and energy security benefits for all stakeholders in LEC. The results will benefit local prosumers by reducing energy costs and promoting local low-carbon energy. It will also provide developers and solution providers with new opportunities for technologies and benefit distribution system operators. Distribution system operators (DSOs) benefit from avoiding grid congestion and deferring network investments. Policy makers benefit from increasingly sustainable and secure energy supply systems.



eNeuron.

European Cyber Situational Awareness Platform (ECYSAP)

IP: Víctor Villagrà, RSTI-IPTC

The project has been awarded in the frame of the European Defense Industrial Development Program (EDIDP) to a consortium formed by INDRA, Leonardo, Cybernetica, Airbus, UPM, UC3M, UPV, S2 Grupo e INNOTECH.

The main objective of the ECYSAP is to develop and implement innovative theoretical foundations, methods, research prototypes and their integration towards providing a European operational platform for enabling real-time Cyber Situational Awareness with rapid response defensive capabilities and decision-making support for military end-users.

An integrated and modular Cyber Situational Awareness (CSA) picture for National/European security purposes and military expeditionary operations will be developed, which shall become a real time defensive system capable of cyber response, automated and deployable in the same area of operations (National/European) interconnected between envisaged and identified intelligent nodes.



Photo by [Markus Spiske](#) on [Unsplash](#).

GenoMed4ALL - Genomics and Personalized Medicine for all through Artificial Intelligence in Haematological Diseases

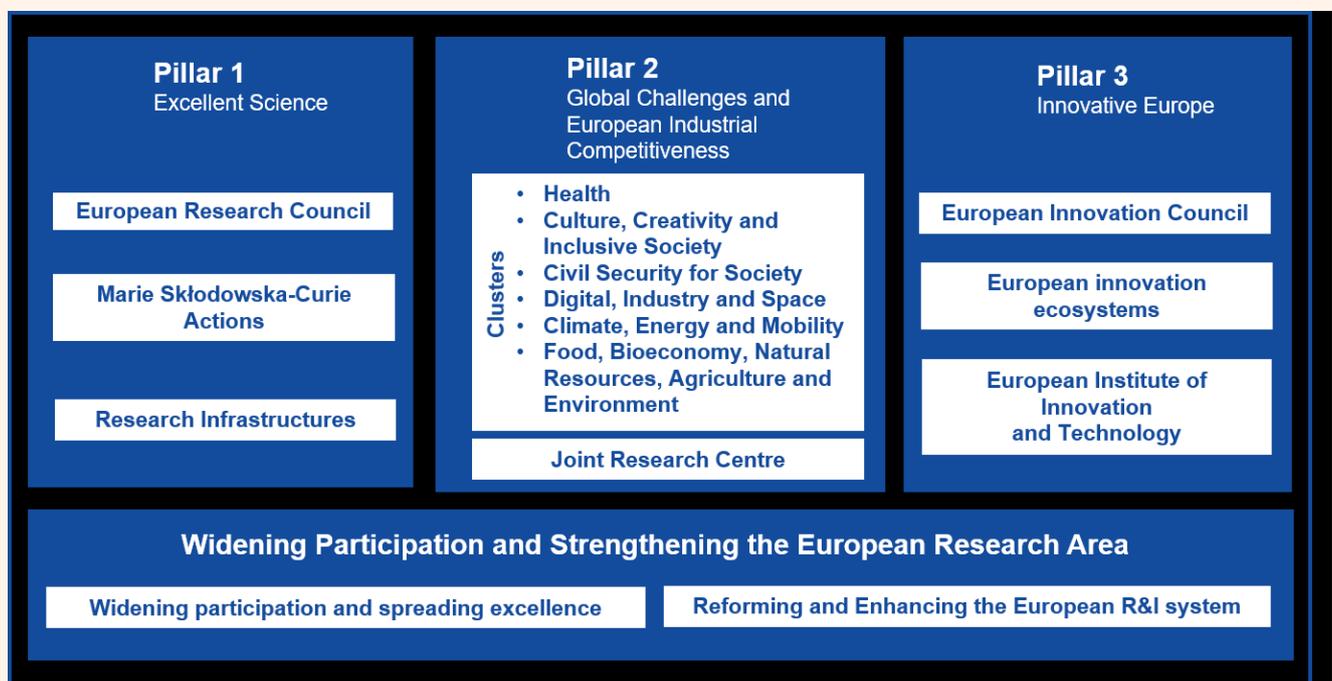
IP: Federico Álvarez, GATV-IPTC and Santiago Zazo, GAPS-IPTC

GENOMED4ALL is a project with 23 participants and it is coordinated by UPM.

GENOMED4ALL will make use of the existing infrastructures and initiatives, including powerful High-Performance Computing facilities, hospital registries, data processing tools, and pre-existing repositories towards facilitating personalised medicine in common, rare and ultrarare haematological diseases to demonstrate the versatility and utility of the solutions. For doing this, GENOME-D4ALL counts with the participation from ERN-EuroBloodNet.

GENOMED4ALL will start by leveraging on ERN-EuroBloodNet healthcare information and repositories that will be gathered through **European Rare Blood Disorders Platform (ENROL)**, besides growing to incorporate other repositories in the project lifetime from public or private sources. The strategy defined is to start to integrate the 10 clinical partners repositories involved in the project to later enlarge it to the overall ERN-EuroBloodNet 66 relevant clinical repositories in 15 Member States, besides 20 repositories not present in EuroBloodNet.

GENOMED4ALL will demonstrate the potential and benefits of trustable and explainable AI technologies, with a novel approach to AI models and algorithms to exploit the powerful set of “-omics” data which will be at researchers’ disposal leading to more reliable and meaningful outcomes for advancing research and personalised medicine, with 3 use cases covering oncological and non-oncological Haematological Diseases, including: Myelodysplastic syndromes, Multiple Myeloma, and Sickle Cell Disease.



Estructura de Horizon Europe (2021-2027). https://ec.europa.eu/info/horizon-europe_en



En el periodo noviembre-diciembre de 2020, se presentaron ocho tesis doctorales dirigidas por doctores del IPTC en las áreas de Ciencia de Datos y Machine y Deep Learning, Espacios Inteligentes, Tecnologías de Privacidad, Gestión de Drones y Diseño de Antenas.

Dada la imposibilidad de incluir un resumen, siquiera breve, de todas ellas, se remite al resumen publicado en el archivo digital de la UPM, en los casos en el que está disponible a fecha de cierre de este Boletín.

Deep Neural Networks for Vehicle Driving Characterization by Means of Smartphone Sensors

Presentada por D^a Sara Hernández Sánchez
Dirigida por D. Luis A. Hernández Gómez
y D. Rubén Fernández Pozo
<http://oa.upm.es/65646/>

Contribuciones al Diseño de Sistemas Respetuosos con la Privacidad Usando Patrones

Presentada por D. Julio César Caiza
Dirigida por D. José M. del Álamo Ramiro
<http://oa.upm.es/65829/>

Machine Learning Based Predictive Modelling and Simulation of Network Failure Events

Presentada por D. Javier Andión Jiménez
Dirigida por D. Juan C. Dueñas López

Object Recognition and Tracking for Surveillance Applications Using Deep Learning Techniques

Presentada por D. Anastasios Dimou
Dirigida por D. Federico Álvarez García
y D. Petros Daras
<http://oa.upm.es/65637/>

Contribuciones a Técnicas de Interacción por Apuntamiento para Espacios Inteligentes

Presentada por D. David Gómez Cordero
Dirigida por D^a. Ana M. Bernardos Barbolla
<http://oa.upm.es/65649/>

Technologies and Concepts for Enhancing Interaction and Enabling Collaboration in Augmented and Mixed Reality

Presentada por D. Diego Vaquero Melchor
Dirigida por D^a. Ana M. Bernardos Barbolla

Contributions to Drone Fleet Mission Planning and Monitoring

Presentada por D. Iván Campaña Ramos
Dirigida por D. Juan A. Besada Portas

New Advances in Periodic Structures and Manufacturing Technologies for MM-Wave Antennas

Presentada por D. Adrián Tamayo Domínguez
Dirigida por D. José M. Fernández González