

DOCUMENTO DE EJECUCIÓN CIENTÍFICO-TÉCNICA Y PRESUPUESTARIA

Proyecto

**Tecnologías para la detección y comunicación en
redes 6G**

Acrónimo

TUCAN6-CM

Programas de actividades de I+D en TECNOLOGÍAS (2024) - TEC-2024/COM-460



**Comunidad
de Madrid**



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

Este DOCUMENTO DE EJECUCIÓN CIENTIFICO-TÉCNICA Y PRESUPUESTARIA tiene lugar en el marco del Programa de actividades de I+D en TECNOLOGÍAS (2024) - TEC-2024/COM-460, proyecto TUCAN6-CM, financiado por la Comunidad de Madrid, y su fin es establecer las normas básicas de participación de los diferentes grupos beneficiarios. Una vez firmado por todas las partes, **entrará en vigor a día 1 de enero de 2025** y tendrá efecto hasta el completo cumplimiento de todas las obligaciones asumidas por las Partes en este documento.

REUNIDOS:

- **FUNDACIÓN IMDEA NETWORKS (IMDEA)**, Avenida del Mar Mediterráneo, 22, 28918, Leganés (Madrid), España. **Entidad Coordinadora**
- **UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID (UC3M)**, Calle Madrid 126, 28903 Getafe (Madrid), España. **Beneficiario.**
- **UNIVERSIDAD DE ALCALA (UAH)**, Pza. San Diego, s/n. 28801 - Alcalá de Henares (Madrid), España. **Beneficiario.**
- **UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID (UPM)**, Calle Ramiro De Maeztu, 7, 28040, Madrid (Madrid), España. **Beneficiario.**

ACUERDAN:

Sección 1: Grupos participantes

El proyecto cuenta con la participación de **10 grupos de investigadores** pertenecientes a las **4 entidades firmantes** de este documento. Los grupos se comprometen a trabajar conjuntamente en la consecución de los siguientes objetivos científico-técnicos:

- **O1.** Desarrollar soluciones de Comunicación y Sensado Integrados para redes mmWave y sub-THz.
- **O2.** Desarrollar sistemas LiFi para el RAN inalámbrico 6G.
- **O3.** Desarrollar soluciones de Comunicación y Computación para redes no terrestres en 6G.

- **O4.** Desarrollar mecanismos eficientes de Computación en el Borde Colaborativa para redes 6G.
- **O5.** Desarrollar estrategias de diseño de redes y aprendizaje automático de bajo consumo energético para IoT en 6G.
- **O6.** Diseñar modelos de IA robustos y explicables para redes móviles 6G.
- **O7.** Analizar el impacto de los transceptores enchufables coherentes en arquitecturas X-haul.
- **O8.** Desarrollar estrategias de descarga de red para la orquestación en 6G con ML.
- **O9.** Caracterizar casos de uso inteligentes en 6G.

Para la consecución de estos objetivos, el proyecto está estructurado en **4 paquetes de trabajo** y se han establecido una serie de hitos que se irán cumpliendo a lo largo del proyecto y cuya planificación actual es la siguiente:

Número	Hito	WPs	Mes de cumplimiento
1	Diseño de gestión de haces y un marco para la comunicación asistida por sensado.	WP1	M10
2	Adquisición y análisis de datos a través de una campaña de medición de tráfico 5G.	WP3	M15
3	Estudio integral sobre la identificación de casos de ISAC en redes 6G emergentes.	WP1 & WP4	M20
4	Forma de onda integrada para ISAC en línea con las recomendaciones de 3GPP para 6G.	WP1	M25
5	Protocolo para la distribución eficiente de recursos y computación en el borde colaborativa en línea con las recomendaciones de 3GPP para redes 6G.	WP2	M27
6	Diseño de un modelo de IA robusto y explicable para la predicción de tráfico 5G y toma de decisiones proactiva.	WP3	M29
7	Aumento del 30% en la potencia óptica recibida en un enlace LiFi basado en ORIS.	WP1 & WP2	M32
8	Diseño de un protocolo MAC con reconocimiento de ubicación que permita el acceso masivo de	WP1	M35

	dispositivos IoT a satélites LEO.		
9	Protocolo de enrutamiento multi-salto energéticamente eficiente para la integración fluida de dispositivos IoT en redes 6G.	WP2 & WP1	M38
10	Desarrollo de un diseño de capa cruzada para la descarga eficiente de datos en redes IoT 6G.	WP4	M42
11	Techno-economic analysis of integrated non-terrestrial and terrestrial networks	WP1 & WP4	M48

A continuación, se presenta una breve descripción del trabajo de cada grupo (por orden alfabético), incluyendo el investigador principal a cargo y sus principales contribuciones dentro del proyecto:

Grupo 1:

- Nombre del Grupo: **ADSCOM (UC3M)**
- Investigador Responsable: **David Larrabeiti López**
- Objetivos en los que está involucrado: O3, O7 Y O9.
- Participación: Este grupo **liderará el WP3: "Data Analytics and Forecasting for 6G Mobile Networks"**. Además, se encargará de explorar aplicaciones y casos de uso de las redes no terrestres (NTNs) en áreas remotas, incluyendo el despliegue rápido y de bajo costo de NTNs mediante drones y LAPs, y la ingeniería de constelaciones LEO para 6G. También trabajará en la mejora del IoT ambiental mediante recolección de energía RF y métodos de acceso al espectro, además de evaluar arquitecturas de red avanzadas con transceptores coherentes enchufables. Participará en la revisión del estado del arte de estándares y casos de uso en 6G, y contribuirá a la integración de técnicas para la optimización global de recursos.

Grupo 2:

- Nombre del Grupo: **GING (UPM)**
- Investigador Responsable: **Enrique Barra Arias**
- Objetivos en los que está involucrado: O4, O5, O6, O8 Y O9.
- Participación: Este grupo **liderará el WP4: "6G Resource Optimization and Orchestration"**. Sus tareas incluyen el diseño de inteligencia distribuida mediante edge computing colaborativo en múltiples saltos, el desarrollo de modelos de machine learning eficientes y resilientes para IoT, y estrategias para dividir y descargar modelos de ML en dispositivos, edge y la nube. También participará en la definición de casos de uso clave en 6G relacionados con AI/ML y la integración de estas soluciones en arquitecturas globales.

Grupo 3:

- Nombre del Grupo: **GOWCOM (UC3M)**
- Investigador Responsable: Borja Genovés Guzmán y Máximo Morales Céspedes
- Objetivos en los que está involucrado: O2 y O5.
- Participación: Este grupo participará en el análisis de nuevos materiales para LiFi, localización basada en LiFi para extender ISAC al dominio óptico, y en la integración de inteligencia artificial embebida en sistemas IoT basados en LiFi.

Grupo 4:

- Nombre del Grupo: **NetEdge (UAH)**
- Investigador Responsable: **Elisa Rojas Sánchez**

- Objetivos en los que está involucrado: O4, O5 y O9.
- Participación: Este grupo se encargará de la revisión y diseño de soluciones de edge computing colaborativo, incluyendo el análisis de requisitos para edge computing en 6G y el diseño de inteligencia distribuida. También trabajará en el desarrollo de enrutamiento eficiente para dispositivos con restricciones en el edge y contribuirá a la definición de casos de uso clave en 6G relacionados con AI/ML.

Grupo 5:

- Nombre del Grupo: **NetIS (UAH)**
- Investigador Responsable: **Isaías Martínez Yelmo**
- Objetivos en los que está involucrado: O4, O5 y O9.
- Participación: Este grupo **liderará el WP2: "Collaborative Edge Computing"**. Las responsabilidades de este grupo incluyen la revisión de edge computing colaborativo en estándares relacionados con 6G, el diseño de inteligencia distribuida y la creación de soluciones de ML eficientes para IoT. También participará en la integración de estas soluciones en arquitecturas globales y el desarrollo de rutas eficientes para dispositivos en el edge.

Grupo 6:

- Nombre del Grupo: **OAL (IMDEA)**
- Investigador Responsable: **Vincenzo Mancuso**
- Objetivos en los que está involucrado: O4 y O8.
- Participación: Este grupo trabajará en la revisión de edge computing colaborativo en estándares relacionados con 6G y en estrategias de offloading de tareas para

dispositivos, edge y la nube. También contribuirá al desarrollo de estrategias para descargar modelos de ML IoT en redes 6G.

Grupo 7:

- Nombre del Grupo: **PERSYS (IMDEA)**
- Investigador Responsable: **Domenico Giustiniano**
- Objetivos en los que está involucrado: O5.
- Participación: Este grupo participará principalmente en soluciones para mejorar el IoT ambiental mediante recolección de energía RF y métodos de acceso al espectro, y liderará la integración de inteligencia artificial embebida en sistemas LiFi IoT.

Grupo 8:

- Nombre del Grupo: **RAN (IMDEA)**
- Investigador Responsable: **Claudio Fiandrino**
- Objetivos en los que está involucrado: O1, O6, O7 y O8.
- Participación: Este grupo contribuirá al desarrollo de técnicas de comunicación asistida por sensores, explicaciones orientadas a la red para modelos de inteligencia artificial individuales e interconectados, y modelos resilientes de IA. También trabajará en la integración efectiva de IA en redes 6G y en estrategias de offloading para ML IoT.

Grupo 9:

- Nombre del Grupo: **WNG (IMDEA)**
- Investigador Responsable: **Joerg Widmer**

- Objetivos en los que está involucrado: O1, O2, O3 y O6.
- Participación: Este grupo es el **coordinador del proyecto** y **lidera el WP1: "6G Radio Access Network"**. Además, el grupo contribuirá al proyecto en varias áreas clave relacionadas con la integración de comunicación y percepción en redes 6G, el control de canales inalámbricos ópticos, el desarrollo de modelos de IA resilientes y su integración efectiva en la RAN de 6G.

Grupo 10:

- Nombre del Grupo: **WNL (UC3M)**
- Investigador Responsable: **Pablo Serrano Yáñez-Mingot**
- Objetivos en los que está involucrado: O4 y O6.
- Participación: Este grupo trabajará en análisis de requisitos para edge computing colaborativo en 6G. También contribuirá a la integración efectiva de IA en redes 6G y a la definición de casos de uso clave relacionados con AI/ML.

Sección 2: Presupuesto

La distribución del presupuesto quedó acordada en la reunión de inicio de proyecto que tuvo lugar el 28 de enero de 2025, resultando de la siguiente manera:

Grupo	Partida	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	TOTAL
WNG-IMDEA	Costes Directos	61.250,00 €	61.250,00 €	61.250,00 €	61.250,00 €	245.000,00 €
WNG-IMDEA	Costes Indirectos	15.312,50 €	15.312,50 €	15.312,50 €	15.312,50 €	61.250,00 €
WNG-IMDEA	TOTAL	76.562,50 €	76.562,50 €	76.562,50 €	76.562,50 €	306.250,00 €
PERSYS-IMDEA	Costes Directos	16.250,00 €	16.250,00 €	16.250,00 €	16.250,00 €	65.000,00 €
PERSYS-IMDEA	Costes Indirectos	4.062,50 €	4.062,50 €	4.062,50 €	4.062,50 €	16.250,00 €
PERSYS-IMDEA	TOTAL	20.312,50 €	20.312,50 €	20.312,50 €	20.312,50 €	81.250,00 €
OAL-IMDEA	Costes Directos	12.500,00 €	12.500,00 €	12.500,00 €	12.500,00 €	50.000,00 €
OAL-IMDEA	Costes Indirectos	3.125,00 €	3.125,00 €	3.125,00 €	3.125,00 €	12.500,00 €
OAL-IMDEA	TOTAL	15.625,00 €	15.625,00 €	15.625,00 €	15.625,00 €	62.500,00 €
RAN-IMDEA	Costes Directos	18.000,00 €	18.000,00 €	18.000,00 €	18.000,00 €	72.000,00 €
RAN-IMDEA	Costes Indirectos	4.500,00 €	4.500,00 €	4.500,00 €	4.500,00 €	18.000,00 €
RAN-IMDEA	TOTAL	22.500,00 €	22.500,00 €	22.500,00 €	22.500,00 €	90.000,00 €
ADSCOM-UC3M	Costes Directos	18.860,00 €	18.860,00 €	18.860,00 €	18.860,00 €	75.440,00 €
ADSCOM-UC3M	Costes Indirectos	4.715,00 €	4.715,00 €	4.715,00 €	4.715,00 €	18.860,00 €

ADSCOM-UC3M	TOTAL	23.575,00 €	23.575,00 €	23.575,00 €	23.575,00 €	94.300,00 €
GOWCOM-UC3M	Costes Directos	9.430,00 €	9.430,00 €	9.430,00 €	9.430,00 €	37.720,00 €
GOWCOM-UC3M	Costes Indirectos	2.357,50 €	2.357,50 €	2.357,50 €	2.357,50 €	9.430,00 €
GOWCOM-UC3M	TOTAL	11.787,50 €	11.787,50 €	11.787,50 €	11.787,50 €	47.150,00 €
NetIS-UAH	Costes Directos	19.860,00 €	19.860,00 €	19.860,00 €	19.860,00 €	79.440,00 €
NetIS-UAH	Costes Indirectos	4.965,00 €	4.965,00 €	4.965,00 €	4.965,00 €	19.860,00 €
NetIS-UAH	TOTAL	24.825,00 €	24.825,00 €	24.825,00 €	24.825,00 €	99.300,00 €
NetEdge-UAH	Costes Directos	9.930,00 €	9.930,00 €	9.930,00 €	9.930,00 €	39.720,00 €
NetEdge-UAH	Costes Indirectos	2.482,50 €	2.482,50 €	2.482,50 €	2.482,50 €	9.930,00 €
NetEdge-UAH	TOTAL	12.412,50 €	12.412,50 €	12.412,50 €	12.412,50 €	49.650,00 €
GING-UPM	Costes Directos	19.860,00 €	19.860,00 €	19.860,00 €	19.860,00 €	79.440,00 €
GING-UPM	Costes Indirectos	4.965,00 €	4.965,00 €	4.965,00 €	4.965,00 €	19.860,00 €
GING-UPM	TOTAL	24.825,00 €	24.825,00 €	24.825,00 €	24.825,00 €	99.300,00 €
WNL-UC3M	Costes Directos	18.860,00 €	18.860,00 €	18.860,00 €	18.860,00 €	75.440,00 €
WNL-UC3M	Costes Indirectos	4.715,00 €	4.715,00 €	4.715,00 €	4.715,00 €	18.860,00 €
WNL-UC3M	TOTAL	23.575,00 €	23.575,00 €	23.575,00 €	23.575,00 €	94.300,00 €
TOTALES		256.000,00 €	256.000,00 €	256.000,00 €	256.000,00 €	1.024.000,00 €

Sección 3: Gestión del presupuesto y pagos

En esta sección incluimos las obligaciones de cada parte respecto a la gestión del presupuesto.

La Comunidad de Madrid transferirá a la entidad coordinadora el presupuesto asignado en la resolución de concesión de manera anual. Una vez recibido el dinero, la **entidad coordinadora se ocupará de transferir a cada grupo de las entidades beneficiarias** su presupuesto asignado a la mayor brevedad posible.

Al finalizar el proyecto, las cantidades de presupuesto no ejecutadas deben ser devueltas al organismo financiador (Comunidad de Madrid). Una vez presentada la última justificación económica, **el coordinador solicitará a cada miembro del proyecto (beneficiario) las cantidades no ejecutadas, que deberán ser transferidas al coordinador sin demora** para que este pueda realizar el reintegro al organismo financiador a la mayor brevedad posible. En caso de que esta situación genere intereses de demora, **cada beneficiario será responsable de asumir el pago de los intereses derivados de la cantidad que no haya ejecutado.**

Sección 4: Firmas

IMDEA NETWORKS (IMDEA) RAMÓN GIRONA GALIANA GERENTE	
UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID (UC3M) LUIS ENRIQUE GARCÍA MUÑOZ VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y TRANSFERENCIA	
UNIVERSIDAD DE ALCALA (UAH) F. JAVIER DE LA MATA DE LA MATA VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y TRANSFERENCIA	
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID (UPM) LUIS GÓMEZ FERNÁNDEZ VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y DOCTORADO	