

# INFORME CIENTIFICO-TECNICO INTERMEDIO

## Proyectos de Generación de Conocimiento 2022

Modalidades: Investigación No Orientada e Investigación Orientada

Como paso previo a la realización del informe, se ruega lean detenidamente las instrucciones de elaboración de los informes de seguimiento científico-técnico de proyectos disponible al final de este informe.

Se recomienda leer atentamente la información solicitada en los distintos apartados del informe, revisar la memoria y el presupuesto solicitado inicialmente y justificar adecuadamente todas aquellas actividades o gastos que haya sido necesario realizar para la consecución de los objetivos y que no estuvieran previstos o suficientemente detallados en la memoria inicial.

### A. Datos del proyecto

Relacione los datos actuales del proyecto. En caso de que haya alguna modificación, indíquelo en la casilla A2

#### A1. Datos del proyecto

REFERENCIA: PID2022-137748OB-C31  
TITULO: DIGITALIZACION COMO FACILITADOR ESENCIAL PARA LA SERVITIZACION EN INDUSTRIA Y SERVICIOS BASICO ¿O DADIBAS, pero no tiene código?

<b>Modalidad</b>	Proyectos investigación orientada
<b>Área/Subarea</b>	Producción industrial, ingeniería civil e ingenierías para la sociedad / IEA
<b>Prioridad temática*</b>	Mundo digital, industria, espacio y defensa
<b>IP1</b>	Joaquín Ordieres Meré
Código Orcid:	0000-0002-9677-6764
<b>IP2 (si procede)</b>	Miguel Ortega Mier
Código Orcid:	0000-0002-3574-2050
<b>Entidad Beneficiaria</b>	Universidad Politécnica de Madrid
<b>Centro</b>	Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales
<b>Fecha de inicio</b>	1 de septiembre de 2023
<b>Fecha final</b>	31 de agosto de 2027
<b>Duración</b>	4 años

\*Para modalidad Investigación Orientada

**A2. Descripción de modificaciones en los datos iniciales del proyecto** (Cambio de IP, entidad, centro, modificación del periodo de ejecución...)

No se ha producido ningún cambio relevante

### B. Personal activo en el proyecto

Tiene que relacionar la situación de **todo** el personal de las entidades participantes que haya prestado servicio en el proyecto en el periodo que se justifica, o que no haya sido declarado anteriormente, y cuyos costes (dietas, desplazamientos, etc.) se imputen al mismo.

#### B.1. Equipo de investigación

**Incluido en la solicitud original**

	Nombre	NIF/NIE	Función en el proyecto	Fecha de baja	Observaciones
1	Joaquín Ordieres Meré		IP1	-	-
2	Miguel Ortega Mier		IP2	-	-
3	Ángel París Loreiro		Investigador	-	-
4	Antonia Pacios Álvarez		Investigadora	-	-
5	Álvaro García Sánchez		Investigador	-	-
6	Jorge Pablo Díaz Velilla		Investigador	-	-
7	Sergio José Ríos Aguilar		Investigador	-	-
8	Elcio Mendonça Tachizawa		Investigador	-	-
9	Miguel Gutiérrez Fernández		Investigador	-	-
10	Ángel Uruburu Colsa		Investigador		

**No incluido en la solicitud original**

	Nombre	NIF/NIE	Función en el proyecto	Fecha de alta	Fecha de baja	Observaciones
1	Rocío Rodríguez Rivero		Investigador	24/05/2024		

**B.2. Personal incluido inicialmente en el Equipo de Trabajo, o incorporado posteriormente, que no cumpla alguno de los requisitos para formar parte del equipo de investigación**

	Nombre	NIF/NIE	Función en el proyecto	Inicio	Fin	Observaciones
1	Ramiro Galán García		Gestión de Riesgos	1/9/2023		
2	Javier Villaba Díez		Investigador externo	1/9/2023		
3	Carlos García-Castellano Gerbolés		FPI	1/3/2024		
4	Amir Farmanesh		Técnico de apoyo	1/10/2024	30/08/2027	

**Nota:** Cree tantas filas como necesite.

La solicitud de “Altas” y “Bajas” de personal investigador en el **equipo de investigación** debe tramitarse de acuerdo con **las instrucciones de ejecución y justificación** expuestas en la página web de la convocatoria. La incorporación de personal que participe en el proyecto en el **apartado B.2** no necesita autorización por parte de la AEI, pero su actividad debe incluirse y justificarse en este informe.

**C. Progreso y resultados del proyecto**

**C1. Desarrollo de los objetivos específicos planteados**

*Describe los objetivos específicos y el grado de cumplimiento de los mismos (porcentaje estimado respecto al objetivo específico planteado y, en su caso, indique lo que queda por realizar en cada uno de ellos).*

<b>Objetivo T01: Establecer un marco de referencia para la digitalización</b>	Este objetivo está asociado al subproyecto 2, pero este subproyecto debe integrar herramientas en el marco conceptual elaborado allí. En concreto a través de los entregables A1.D2.1 y A1.D4.1. El objetivo completo se alcanzará a través de una aproximación Agile de los entregables A2.D2.1 a A2.D2.4, en M12, M24, M36 y M48. El grado de avance actual es del 25%
<b>Objetivo T02: Desarrollar metodologías para la gestión de componentes en un contexto flexible</b>	Se desarrollará a través de los entregables A1.D2.2 y A1.D4.2, con las aportaciones del A2.D3.1 En la actualidad tales modelos están siendo desarrollados y en proceso de publicación, para comparar técnicas de aprendizaje profundo, por transferencia y por contraste (DL, DTL y CL). El grado de avance actual es del 20%
<b>Objetivo T03: Verificar y validar modelos estadísticos ajustados a datos empíricos</b>	Este objetivo iba a ser desarrollado por el subproyecto 3 y por tanto presenta un grado de desarrollo menor (un 8% aproximadamente).
<b>Objetivo T04: Analizar la explicabilidad en modelos</b>	Este objetivo iba a ser desarrollado por el subproyecto 3 y por tanto presenta un grado de desarrollo menor (un 8% aproximadamente).

<p><b>Objetivo S01: Proponer estrategias de integración para la representación de activos</b></p>	<p>Se está trabajando en este ámbito a través de la consideración de diversos sistemas de comunicaciones (WiFi, BLE, LoraWan, etc.), protocolos (MQTT, CoAP, HTTP, OPC UA, etc.), plataformas (thingsboard, Azure IoT, CMDBuild, etc.). Se han elaborado prototipos y publicado conferencias y artículos, por lo que, de este objetivo aún en desarrollo, se puede cifrar el grado de consecución en un 70% y, aunque está vinculado al entregable A1.D3.2 que se espera terminar en M30, muestra un progreso muy notable a estas alturas del proyecto.</p>
<p><b>Objetivo S02: Explorar estrategias de servitización</b></p>	<p>Se está trabajando en diferentes arquitecturas (cliente servidor con proxy inverso, de microservicios con balanceadores, y de federación de entornos de microservicios para poder integrar las diferentes necesidades de los modelos BIM. El grado de desarrollo de los trabajos, vinculados al A1.D4.2 [M45] se estima entorno al 18%.</p>
<p><b>Objetivo S03: Incorporar el factor humano en la representación digital</b></p>	<p>Este objetivo de integración de sensórica vestible se ha desarrollado en profundidad, incluyendo aplicaciones de captura de información de diversos sensores (acelerómetros, calcetines instrumentados, etc) con apps en las tiendas Play Store y AppStore, con un espectro amplio de aplicación, desde temas de salud a temas de monitorización industrial. Se han publicado trabajos de gestión y técnicos en esa dirección y aunque su consecución se vincula con el A1.D3.1 que se espera el M24, en la actualidad y a la vista de los desarrollos se puede justificar un grado de desarrollo del 75%.</p>
<p><b>Objetivo E01: Incluir consideraciones ambientales y relacionadas con la energía</b></p>	<p>En este aspecto se está trabajando en la actualidad, para desarrollar modelos tendentes a modelar el consumo energético de componentes individuales, con una integración con los sistemas de trazabilidad, sean BIM u otros. En la actualidad el grado de avance en este objetivo, vinculado al A1.D4.2 [M45] es aún bajo (sobre el 12%).</p>
<p><b>Objetivo E02: Integrar principios de economía circular en las descripciones semánticas de los activos</b></p>	<p>Esta implicación es arrastrada desde una mejor planificación del uso de los activos e instalaciones, función de la consideración integrada de su estado. Su desarrollo está vinculado al A1.D2.2 [M42] y aunque se está trabajando con intensidad en casos de uso que vinculen E01, con E02 y T02, el grado de desarrollo se sitúa también entorno al 12%.</p>

Nota: Cree tantas filas como necesite

<p><b>C2. Actividades realizadas y resultados alcanzados</b> <i>Describe las actividades científico-técnicas realizadas para alcanzar los objetivos planteados en el proyecto. Indique para cada actividad los resultados alcanzados y los miembros del equipo que han participado. Extensión máxima 2 páginas</i></p>	
<p><b>A0.WP1. Global Management</b> Se han constituido los <i>Management Board</i> (MB), <i>Steering Committee</i> (SC) y <i>Supervisory Board</i> (SB). Se han realizado reuniones con la frecuencia</p>	<p><b>Joaquín Ordieres Meré, Miguel Ortega Mier</b></p>
<p><b>A1.WP1. Project Management</b></p>	<p><b>Joaquín Ordieres Meré, Miguel Ortega Mier, Rocío Rodríguez Rivero.</b></p>
<p><b>A1.WP2. Process VSM adoption and development</b></p>	<p><b>Joaquín Ordieres Meré, Miguel Ortega Mier, Álvaro García Sánchez, Jorge Pablo Díaz Velilla, Elcio Mendonça Tachizawa, Miguel Gutiérrez Fernández, Carlos García-Castellano Gerbolés, Amir Farmanesh</b></p>
<p><b>A1.WP3. Wearables</b></p>	<p><b>Joaquín Ordieres Meré, Miguel Ortega Mier, Javier Villaba Diez, Jorge Pablo Díaz Velilla, Sergio José Ríos Aguilar</b></p>

<b>A1.WP4. BIM Applications</b>	<b>Joaquín Ordieres Meré, Miguel Ortega Mier, Ángel París Loreiro, Antonia Pacios Álvarez, Ramiro Galán García, Ángel Uruburu Colsa</b>
---------------------------------	---

**Notas:** Cree tantas filas como necesite. En caso de incluir figuras, cítelas en el texto e insértelas en la última página  
\*Resalte en negrita las actividades realizadas por las personas que son IP.

<p><b>C3. Problemas y cambios en el plan de trabajo</b> <i>Describe las dificultades y/o problemas que hayan podido surgir durante el desarrollo del proyecto. Indique cualquier cambio que se haya producido respecto a los objetivos o el plan de trabajo inicialmente planteado, así como las soluciones propuestas para resolverlos. <b>Extensión máxima 1 página</b></i> <b>*Se recuerda que la aceptación de la propuesta de resolución implica el compromiso del cumplimiento de todos los objetivos planteados en la solicitud*.</b></p> <p>En este primer año solo se ha tenido que gestionar, como cambio forzado, la vicisitud derivada de que el subproyecto 3 del proyecto coordinado ha sido rechazado, lo que indirectamente supone que los objetivos T03 y T04. El resto de las actividades se han mantenido y desarrollado como se había previsto inicialmente.</p>
--

<p><b>C4. Colaboraciones con otros grupos de investigación directamente relacionadas con el proyecto</b> <i>Relacione las colaboraciones con otros grupos de investigación y el valor añadido que aportan al proyecto. Describa, si procede, el acceso a equipamientos y/o infraestructuras de otros grupos o instituciones.</i></p> <p>Se ha colaborado con el grupo LAAS-CNRA francés en el área de investigación relacionada con la programación de la producción en el sector aeronáutico. Fruto de esta colaboración ha sido la publicación de un artículo en la revista <i>Annals of Operations Research</i>.</p>
---

<p><b>C5. Colaboraciones con empresas o sectores socioeconómicos directamente relacionados con el proyecto.</b> <i>Relacione las colaboraciones con empresas o sectores socioeconómicos y el valor añadido que aportan al proyecto.</i></p> <p>Se ha estado colaborando con dos empresas españolas: Airbus Military and Defense, en el área de la producción en el sector aeronáutico. Baobab Soluciones, en el área de gestión de recursos hídricos en cuencas fluviales.</p>
--

<p><b>C6. Actividades de formación y movilidad de personal directamente relacionadas con el proyecto</b> <i>Indique las actividades de formación y movilidad de personal relacionadas con el desarrollo del proyecto. Describa, además, si procede, las actividades realizadas en colaboración con otros grupos o con actividades de formación en medianas o grandes instalaciones.</i></p>
---

	<b>Nombre</b>	<b>Tipo de personal (becario/a, técnico/a, contratado/a con cargo al proyecto, posdoctoral, otros)</b>	<b>Descripción de las actividades de formación o motivo de la movilidad</b>
1	Carlos García-Castellano Gerbolés	FPI	Asistencia al 64th ESReDA Seminar y Doctoral Workshop on digital twin techniques organizada por European Safety, Reliability & Data Association. Los dos encuentros se realizaron en Bilbao.
2	Carlos García-Castellano Gerbolés	FPI	Asistencia al ICIEIM/CIO2024 Conference que se realizó en Madrid.

**Nota:** Cree tantas filas como necesite

<p><b>C7. Actividades de internacionalización y otras colaboraciones relacionadas con el proyecto</b> <i>Indique si ha colaborado con otros grupos internacionales. Consigne si ha concurrido, y con qué resultado, a alguna convocatoria de ayudas (proyectos, formación, infraestructuras, otros) de programas europeos y/o otros programas internacionales, en temáticas relacionadas con la de este proyecto. Indique el programa, socios, países y temática y, en su caso, financiación recibida.</i></p> <p>Se ha colaborado con el grupo LAAS-CNRA francés en el área de investigación relacionada con la programación de la producción en el sector aeronáutico. Fruto de esta colaboración ha sido la publicación de un artículo en la revista <i>Annals of Operations Research</i>.</p>
---



También se ha colaborado con el Department of Industrial Engineering de la Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Fruto de esta colaboración ha sido la publicación de un artículo en la revista *Scientific Reports*.

#### D. Difusión de los resultados del proyecto

**Nota:** Relacione únicamente los resultados derivados de este proyecto.

##### D1. Publicaciones científico-técnicas directamente derivadas de los resultados del proyecto.

Autores/as, título, referencia de la publicación\*...

- (1) Sterkenburgh, T.R.; Villalba-Diez, J.; **Ordieres-Meré, J.** (2023) *Socio-Technical Analysis of the Benefits and Barriers to Using a Digital Representation of the Global Horse Population in Equine Veterinary Medicine*. Animals. MDPI. <https://doi.org/10.3390/ani13223557>
- (2) Tamara Borreguero Sanchidrián, Tom Portoleau, Christian Artigues, Alvaro García Sánchez, **Miguel Ortega Mier**, Pierre Lopez (2023) *Large neighborhood search for an aeronautical assembly line time-constrained scheduling problem with multiple modes and a resource leveling objective*. *Annals of Operation Research*. Springer. <https://doi.org/10.1007/s10479-023-05629-3>
- (3) Daniel Bouzon Nagem Assad, Patricia Gomes Ferreira da Costa, Thaís Spiegel, Javier Cara, **Miguel Ortega-Mier**, Alfredo Monteiro Scaff (2024) *Comparing the current short-term cancer incidence prediction models in Brazil with state-of-the-art time-series models*. *Scientific Reports*. Springer. <https://www.nature.com/articles/s41598-024-55230-2>
- (4) Mercedes Grijalvo, **Joaquín Ordieres-Meré**, Javier Villalba-Díez, Yolanda Aladro-Benito, Guillermo Martín-Ávila, Arancha Simon-Hurtado, Carlos Vivaracho-Pascual (2024) *Sufficiency for PSS tracking gait disorders in multiple sclerosis: A managerial perspective*. Cell Press. [https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440\(24\)06032-8](https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440(24)06032-8)
- (5) Rodrigo Castro-Freibott, Carlos García-Castellano Gerbolés, Alvaro García-Sánchez, **Miguel Ortega-Mier** (2024) *MILP and PSO approaches for solving a hydropower reservoirs intraday economic optimization problem*. *Central European Journal of Operations Research*. Springer. <https://doi.org/10.1007/s10100-024-00934-z>

\*Resalte en negrita las realizadas por las personas que son IP.

##### D2. Patentes directamente derivadas de los resultados del proyecto. Indicar si las patentes están licenciadas y/o en explotación.

No existen patentes relacionadas con el proyecto.

##### D3. Asistencia a congresos, conferencias o workshops relacionados con el proyecto

Nombre del congreso, tipo de comunicación (invitada, oral, póster), autores/as....

- (1) Manufacturing 2024. Oral. **Ordieres-Meré, J**; Rahabi, A; Falkowski, D; Matskanis, N; Brandenburger, J; García-Castellano Gerbolés, C. (2024) *Smart workflows for advanced quality assessment in steel industry: Benefits of I5.0*, Poznan, Poland. Internacional
- (2) Manufacturing 2024. Oral. **Ordieres-Meré, J**; Ortega-Mier, M (2024) *Challenges in Industry 5.0: Human behavior integration*. Poznan, Poland. Internacional
- (3) ESREDA 2024. Oral. **Ordieres-Meré, J**; García-Castellano Gerbolés, C (2024) *Artificial Intelligence as a driver for Prescriptive Maintenance: Limitations*. Bilbao, Spain. Internacional
- (4) CONGREGA 2024. Oral. **Ordieres-Meré, J**; Pacios-Álvarez, A; Paris, A (2024) *New Value Perspective for Social Priceless Assets Through Digital Transformations*. Lisbon, Portugal. Internacional
- (5) CIO2024. 18th International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management. Oral. García-Castellano Gerbolés, C; Gutiérrez, M; **Ortega-Mier, M**; **Ordieres-Meré, J** (2024) *Exploring the Adoption and Application of Transformer Models in Manufacturing Scheduling*. Madrid, Spain. Internacional

**D4. Tesis doctorales finalizadas relacionadas con el proyecto**

Nombre del doctor/a, director/a de tesis, título, calificación, organismo...

Se están realizando las tesis doctorales relacionadas con el proyecto (aún no finalizadas):

- Carlos García-Castellano Gerbolés, Miguel Ortega Mier y Miguel Gutiérrez Fernández, aún sin título.
- Amir Farmanesh, dirigido por Joaquín Ordieres Meré y Raúl Gutiérrez Sanchís, aún sin título.
- Francisco Espiga Fernández, dirigido por Álvaro García Sánchez y Joaquín Ordieres Meré, aún sin título.
- Mehdi Banijamali, dirigido por Joaquín Ordieres Meré, "*Green Supply Chain Management Practices by Tier Groups of Suppliers: Environmental Social Governance performance evaluation in Automotive Industry*".
- Tomas Sterkerburg, dirigido por Joaquín Ordieres Meré y Javier Villalba Díez. "*Advanced monitoring management in equine veterinary care*"

**D5. Otras publicaciones derivadas de colaboraciones mantenidas durante la ejecución del proyecto y que pudieran ser relevantes para el mismo, así como artículos de divulgación, libros, conferencias...**

Autores/as, título, referencia de la publicación...

No se han generado, de momento, otras publicaciones.