



# **INFORME DE LA CONSULTA PRELIMINAR AL MERCADO EN EL MARCO DEL PROYECTO INNOVAMURCIA SALUD**

- PROYECTO INNOVAMURCIA SALUD -



<b>1. INTRODUCCIÓN Y CONTEXTO .....</b>	<b>5</b>
<b>ANTECEDENTES .....</b>	<b>5</b>
<b>CONVOCATORIA.....</b>	<b>5</b>
<b>OBJETO.....</b>	<b>6</b>
<b>AP-1 AUTOMATIZACIÓN DEL EEG .....</b>	<b>7</b>
1. RESUMEN. ....	7
2. OBJETIVOS.....	7
3. NECESIDAD DEL PROYECTO.....	7
4. CONTENIDO INNOVADOR DE LA PROPUESTA. ....	10
5. RESULTADOS ESPERADOS .....	11
<b>AP-2 DETECCIÓN AUTOMATIZADA DE MELANOMA Y OTROS TUMORES CUTÁNEOS.....</b>	<b>12</b>
1. RESUMEN.....	12
2. OBJETIVOS.....	12
3. NECESIDAD DEL PROYECTO.....	12
4. CONTENIDO INNOVADOR DE LA PROPUESTA. ....	16
5. RESULTADOS ESPERADOS .....	22
<b>AP -3 AUTOMATIZACIÓN INTELIGENTE DE TAREAS REPETITIVAS.....</b>	<b>24</b>
1. RESUMEN.....	24
2. OBJETIVOS.....	24
3. NECESIDAD DEL PROYECTO.....	25
4. CONTENIDO INNOVADOR DE LA PROPUESTA.....	29
5. RESULTADOS ESPERADOS .....	31
<b>AP -4 PLATAFORMA DIGITAL PARA LA GESTIÓN SÍNCRONA DE ACTIVOS FÍSICOS Y PACIENTES</b>	<b>33</b>
1. RESUMEN.....	33
2. OBJETIVOS.....	33
3. NECESIDAD DEL PROYECTO.....	33
4. CONTENIDO INNOVADOR DE LA PROPUESTA.....	38
5. RESULTADOS ESPERADOS .....	43
<b>AP -5 DEEP DIVER .....</b>	<b>46</b>
1. RESUMEN.....	46
2. OBJETIVOS.....	46

3.	NECESIDAD DEL PROYECTO.....	46
4.	CONTENIDO INNOVADOR DE LA PROPUESTA.....	51
5.	RESULTADOS ESPERADOS.....	56
<b>AP -6 TRAZABILIDAD AUTOMÁTICA DE MATERIALES QUIRÚRGICOS.....</b>		<b>59</b>
1.	RESUMEN.....	59
2.	OBJETIVOS.....	59
3.	NECESIDAD DEL PROYECTO.....	59
4.	CONTENIDO INNOVADOR DE LA PROPUESTA.....	63
5.	RESULTADOS ESPERADOS.....	68
<b>EMP-2 EMPOWERED HEALTH.....</b>		<b>70</b>
1.	RESUMEN.....	70
2.	OBJETIVOS.....	70
3.	NECESIDAD DEL PROYECTO.....	71
4.	CONTENIDO INNOVADOR DE LA PROPUESTA.....	74
5.	RESULTADOS ESPERADOS.....	85
<b>EMP-3 GRAVIDITY 2.0.....</b>		<b>88</b>
1.	RESUMEN.....	88
2.	OBJETIVOS.....	89
3.	NECESIDAD DEL PROYECTO.....	89
4.	CONTENIDO INNOVADOR DE LA PROPUESTA.....	91
5.	RESULTADOS ESPERADOS.....	93
<b>EMP-4 HECRO 2.0.....</b>		<b>95</b>
1.	RESUMEN.....	95
2.	OBJETIVOS.....	96
3.	NECESIDAD DEL PROYECTO.....	97
4.	CONTENIDO INNOVADOR DE LA PROPUESTA.....	100
5.	RESULTADOS ESPERADOS.....	104
<b>SM-3 EFICIENCIA HÍDRICA Y CONSERVACIÓN DEL AGUA EN LAVANDERÍA.....</b>		<b>106</b>
1.	RESUMEN.....	106
2.	OBJETIVOS.....	106
3.	NECESIDAD DEL PROYECTO.....	107
4.	CONTENIDO INNOVADOR DE LA PROPUESTA.....	115



5 . RESULTADOS ESPERADOS.....	126
<b>2. MAPA DE DEMANDA TEMPRANA.....</b>	<b>128</b>
<b>3. DESARROLLO DE LA CONSULTA PRELIMINAR AL MERCADO (CPM).....</b>	<b>130</b>
1. CONVOCATORIA Y PUBLICACIÓN DE BASES DE LA CPM .....	130
ORGANIZACIÓN DE LA CONSULTA PRELIMINAR AL MERCADO.....	130
EVENTO DE PRESENTACIÓN DE CPM.....	130
FORMULARIO PARA ENTIDADES PARTICIPANTES .....	133
PROPUESTAS PRESENTADAS .....	133
ENTREVISTAS CON LAS EMPRESAS PARTICIPANTES.....	140
<b>ANEXO I: ACTA DEL EVENTO DE PRESENTACIÓN .....</b>	<b>142</b>
<b>ANEXO II: FORMULARIO DE PARTICIPACIÓN.....</b>	<b>146</b>

## 1. Introducción y contexto

En este documento se detallan los 12 retos objeto de la Consulta Preliminar al Mercado, que se agrupan en tres líneas de trabajo:

- a) Automatización de Procesos (AP): plataformas virtuales, herramientas digitales, o inteligencia artificial dirigidas a mejorar la eficiencia de las actividades del SMS y de la calidad asistencial, mediante la automatización o mejora de determinados procesos, tanto asistenciales como no asistenciales.
- b) Empoderamiento (EMP): Incorporación de tecnologías inteligentes para mejorar la calidad asistencial de los y las pacientes, mediante su empoderamiento o fortalecimiento de la capacidad asistencial, haciendo especial énfasis en el seguimiento no hospitalario.
- c) Sostenibilidad Medioambiental (SM): Incorporación de tecnologías innovadoras, dirigidas a la eficiencia energética e hídrica del SMS.

### Antecedentes

El Servicio Murciano de Salud (SMS) es el organismo encargado del sistema de prestaciones sanitarias públicas en la comunidad autónoma española de la Región de Murcia, perteneciente al Sistema Nacional de Salud. Como Entidad Pública adscrita a la Consejería de Sanidad, ejerce las competencias de gestión y prestación de la asistencia sanitaria a la población, atribuidas por la Ley 4/1994, de 26 de julio, de Salud de la Región de Murcia y por las disposiciones que la desarrollan o complementan.

El Servicio Murciano de Salud, con el objetivo de reforzar su capacidad y poder afrontar con eficiencia y calidad las necesidades presentes y futuras de la ciudadanía, busca desarrollar soluciones innovadoras, a través de la incorporación de tecnologías de última generación.

Para ello, el SMS ha diseñado un plan integral de innovación, compuesto por 3 líneas de trabajo y 13 proyectos. El principal objetivo de este plan es mejorar la calidad asistencial del servicio público prestado, así como aumentar la eficiencia y ahorro en costes que éste supone, mediante la incorporación de tecnologías innovadoras.

Según lo establecido en el artículo 115 de la 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014, en adelante LCSP, los órganos de contratación podrán realizar estudios de mercado y dirigir consultas a los operadores económicos que estuvieran activos en el mismo, con la finalidad de preparar correctamente la licitación e informar a los citados operadores económicos acerca de sus planes y de los requisitos que exigirán para concurrir al procedimiento.

El proyecto, que contará con un presupuesto estimado de unos 7,5 millones de euros, podrá ser cofinanciado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER), a través de la Línea de Fomento de Innovación desde la Demanda para la Compra Pública de Innovación (Línea FID-CPI) del Ministerio de Ciencia e Innovación (MCIN)

### Convocatoria



En este marco, desde el SMS se consideró de interés promover una **Consulta Preliminar del Mercado** (CPM) que permitiera conocer el estado del arte actual en la materia, así como las capacidades del mercado y adquirir el conocimiento suficiente sobre las soluciones más innovadoras que el ecosistema empresarial y de investigación podría aportar para abordar el proyecto INNOVAMURCIA SALUD. Todo esto, con el objeto de poder preparar adecuadamente la eventual licitación de uno o varios contratos de Compra Pública de Innovación.

Según el ya referido artículo 115 de la Ley de Contratos del Sector Público, cuando el órgano de contratación haya realizado las consultas a que se refiere el presente artículo, hará constar en un informe las actuaciones realizadas.

Por todo lo expuesto, el SMS, informa mediante el presente documento del procedimiento de Consulta Preliminar al Mercado articulado en el marco del proyecto INNOVAMURCIA SALUD, así como de las actuaciones realizadas y de las conclusiones alcanzadas.

Este informe motivado formará parte del expediente de contratación y estará sujeto a las mismas obligaciones de publicidad que los pliegos de condiciones, publicándose en todo caso en el perfil del contratante del órgano de contratación.

## **Objeto**

El objeto de la Consulta Preliminar del Mercado es recopilar la información necesaria para preparar una o varias eventuales contrataciones públicas en el marco del proyecto INNOVAMURCIA SALUD, e informar a los operadores económicos acerca de sus planes y requisitos de contratación.

Esta consulta buscaba promover la participación de personas físicas o jurídicas para la presentación de soluciones destinadas a dar respuesta a los 12 retos publicados en la convocatoria, mediante la utilización de tecnologías que superen las prestaciones de las existentes actualmente en el mercado.

Concretamente se pretende que, a partir de los resultados de la Consulta Preliminar al Mercado, se pueda contar con el conocimiento suficiente sobre las soluciones más innovadoras que el mercado podría desarrollar, para definir las especificaciones funcionales que permitan la innovación, sean factibles de alcanzarse y permitan evaluar las capacidades del mercado.



## AP-1 AUTOMATIZACIÓN DEL EEG

### 1. RESUMEN.

Desarrollo de un algoritmo de ayuda al diagnóstico de epilepsia basado en las señales recogidas del electroencefalograma, en adelante EEG, integrado en un casco de fácil colocación y manejo, que permita tomar decisiones diagnósticas y terapéuticas acertadas a los médicos de Urgencias sin formación en EEG, y por lo tanto, mejorar el diagnóstico, pronóstico y tratamiento de las personas con epilepsia, así como evitar el tratamiento innecesario de personas que no están en riesgo de tener una crisis.

### 2. OBJETIVOS

El objetivo general de la propuesta radica en una mejora del servicio público sanitario, mediante un diagnóstico precoz de epilepsia durante la ventana de oportunidad en la que el EEG es más sensible. El diagnóstico inicial correcto permite administrar un tratamiento adecuado para los pacientes que están en riesgo de volver a tener crisis epilépticas, mejorando por tanto su pronóstico, y evita un sobreatamiento de los pacientes que no tienen riesgo de volver a tener crisis, así como la repetición innecesaria y costosa de pruebas complementarias posteriores.

### 3. NECESIDAD DEL PROYECTO.

#### 3.1. Antecedentes

La epilepsia es una patología neurológica prevalente que afecta a 65 millones de personas en el mundo. Se estima que el 1% de la población de cualquier grupo étnico o social padece alguno de los síndromes que conforman el espectro de la epilepsia, y hasta el 10% de la población presentará una crisis epiléptica a lo largo de su vida. A pesar de los tratamientos de los que disponemos actualmente, hasta un 30% de las personas con epilepsia continuarán teniendo crisis (epilepsia refractaria), afectando a su capacidad laboral, su calidad de vida y consumo de recursos sanitarios. A raíz de la nueva clasificación publicada por la ILAE (International League Against Epilepsy) en 2017, se ha incidido en un aspecto primordial en el manejo de las personas con epilepsia: su correcto diagnóstico, tanto etiológico como sindrómico. Es fundamental diagnosticar de forma precisa a una persona que comienza a tener crisis epilépticas, ya que de ello dependerá que se instaure el tratamiento adecuado y condicionará el pronóstico.

Según la última definición de epilepsia, el diagnóstico se establece en las siguientes situaciones o supuestos:

1. Al menos dos crisis no provocadas (o reflejas) con >24 h de separación.
2. Una crisis no provocada (o refleja) y una probabilidad de presentar nuevas crisis durante los 10 años siguientes similar al riesgo general de recurrencia (al menos el 60 %) tras la aparición de dos crisis no provocadas.
3. Diagnóstico de un síndrome epiléptico.

El electroencefalograma (EEG) constituye la prueba príncipe para apoyar el diagnóstico de epilepsia, tanto en el supuesto 2 como en el 3. Sin embargo, es una prueba compleja: su realización requiere la participación de técnicos entrenados y su interpretación sólo se puede llevar a cabo por neurofisiólogos o neurólogos altamente especializados, y está sujeta a una alta variabilidad inter-observador. El EEG alcanza su mayor sensibilidad y especificidad diagnóstica en dos situaciones: durante las primeras 16 horas después de una primera crisis no provocada

en adultos y en las monitorizaciones prolongadas de al menos 24 horas (monitorización video-EEG, VEEG) en las que se recoge la actividad eléctrica cerebral en vigilia y en sueño. Los registros EEG de rutina de 20-30 minutos en condiciones basales suelen aportar poca información, a pesar de las técnicas de activación que se realizan (estimulación luminosa intermitente e hiperventilación).

Los registros EEG realizados durante las primeras horas después de una crisis epiléptica son, desgraciadamente, anecdóticos, y no se encuentran todavía recogidos en la práctica clínica habitual debido a la dificultad logística que entrañan. En España se está intentando implantar el llamado “código crisis” para un correcto diagnóstico de personas con epilepsia y estatus epiléptico en Urgencias, pero sólo es factible en hospitales grandes que cuentan con neurólogo de guardia y residentes entrenados en la interpretación del EEG. Éste ha sido propuesto por un grupo liderado por las Unidades de Epilepsia de los Hospitales Clínico San Carlos de Madrid y Vall d’Hebron de Barcelona, y consiste en la activación de una alerta desde los servicios de emergencias (112), al atender a una persona con una posible crisis epiléptica directamente por parte del neurólogo de guardia de su área, y la realización de un EEG urgente en cuanto el paciente llegue al hospital. Se están barajando opciones de realización de EEG rápidos durante el traslado, pero sigue habiendo escollos técnicos y de infraestructura que no están resueltos. En la Región de Murcia este circuito no está implantado y generaría una inequidad en la asistencia sanitaria, ya que los dos únicos hospitales que podrían incluirse son el Hospital Clínico Universitario Virgen de la Arrixaca (HCUVA) y el Hospital Universitario Santa Lucía (HUSL), dejando a la mayor parte de la población murciana fuera del circuito asistencial.

Por otro lado, la formación del personal de Urgencias en la lectura e interpretación del EEG no es viable, teniendo en cuenta la complejidad de la prueba y la presión asistencial a la que se ven sometidos los servicios de Urgencias, y aún más en la situación de pandemia por COVID-19 que estamos viviendo. Sin embargo, el diagnóstico correcto y precoz de la epilepsia es fundamental, ya que se pueden evitar crisis que conlleven accidentes, disminuir el riesgo de muerte súbita y mejorar la calidad de vida de los pacientes. No olvidemos que la epilepsia afecta a personas de todas las edades, y tiene una gran repercusión a nivel laboral (bajas, prohibiciones, incapacidades), por lo que un diagnóstico acertado es de vital importancia.

#### Desarrollo de la Consulta Preliminar al Mercado (CPM)

El SMS ya ha trabajado en esta problemática. En el desarrollo de las CPM participó, por parte del SMS, el equipo responsable del proyecto Automated EEG (Irene Villegas) y la subdirección de Proyectos e Innovación (Gorka Sánchez Nanclares).

#### Publicación de las Bases de la CPM

El pasado 7 de mayo de 2021 se puso en marcha el proceso de Consulta Preliminar al Mercado, de acuerdo con lo establecido en el artículo 115 de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre de Contratos del Sector Público.

El anuncio de la convocatoria fue publicado en el Perfil del Contratante del Servicio Murciano de Salud, ubicado en la Plataforma de Contratación del Sector Público. Durante el desarrollo del proceso de consulta, se recibieron varias consultas que fueron respondidas. El documento de preguntas fue puesto a disposición de los participantes en el perfil del contratante.

El plazo para la recepción de propuestas de solución se estableció en un mes tras la publicación del anuncio, es decir, el 7 de junio de 2021. Este plazo se prolongó 10 días adicionales hasta el





17 de junio, al considerarse conveniente para ampliar la participación de operadores en el mercado y extraer más información para la preparación de la eventual futura licitación.

### 3.2. Necesidad no cubierta

Como se mencionaba previamente, el diagnóstico de epilepsia es complejo y se basa en datos de la historia clínica (habitualmente recogida por testigos) y pruebas complementarias, donde juega un papel fundamental el EEG. Desgraciadamente, es una prueba de difícil realización e interpretación, que precisa de personal altamente cualificado que no está presente en la primera valoración al paciente tras una crisis epiléptica (sin embargo, es el momento en el que esta prueba encuentra su mayor tasa de sensibilidad y especificidad). Esta situación es especialmente limitante en los servicios de Urgencias de los Hospitales de la Región de Murcia, en concreto, donde no se dispone de una herramienta capaz de ayudar a los médicos de Urgencias a establecer un diagnóstico correcto de epilepsia y, por lo tanto, indicar un tratamiento adecuado.

Actualmente se estima que un 20% de los diagnósticos iniciales de epilepsia son erróneos, lo que conlleva tratamientos innecesarios y efectos secundarios no deseables. Tras el diagnóstico en Urgencias, el paciente es derivado a las consultas de Neurología o queda ingresado para ser valorado por un Neurólogo, pero la sensibilidad de las pruebas complementarias posteriores, principalmente el EEG, queda mermada por la instauración del tratamiento antiepiléptico, lo que deriva en la realización de un mayor número de pruebas, muchas veces innecesarias. Por lo tanto, se precisan soluciones tecnológicas para conseguir aprovechar la ventana de oportunidad que se produce tras una crisis no provocada para el diagnóstico correcto de epilepsia en adultos en el ámbito de Urgencias.

Las bases de la convocatoria preveían la posibilidad de desarrollar entrevistas con los participantes, de forma que se pudiera profundizar en la información aportada, solucionar posibles dudas sobre la misma, etc.

Haciendo uso de esta posibilidad, tras el análisis de las propuestas de solución, se procedió a celebrar entrevistas con las empresas participantes, en aras de mejorar el entendimiento de las propuestas. Dichas entrevistas ocurrieron con las siguientes personas y fechas, a través de videoconferencia.

Una vez finalizada la ronda de entrevistas, se procedió a preparar el presente informe para dar por finalizado el procedimiento de Consulta Preliminar del Mercado.

#### Conclusiones de la Consulta Preliminar del Mercado

En términos administrativos, varias de las empresas participantes en la CPM son empresas con experiencia en proyectos y tecnologías similares, pero no necesariamente a través de la realización de trabajos, sino de su participación en proyectos de I+D competitivos. Será conveniente tener esto en cuenta a la hora de establecer las solvencias en el eventual pliego.

En cuanto a medios, parece conveniente que en el equipo existan, aparte de perfiles expertos en TI en el ámbito sanitario, perfiles multidisciplinares científico, técnico y clínico con experiencia en IA (Inteligencia Artificial), epilepsia y análisis de señales EEG en vivo.



Teniendo en cuenta el punto de partida del proyecto, las tareas que se proponen para abordar el reto se centrarán básicamente en el entrenamiento de algoritmo IA de detección de crisis basado en un número suficiente de registros EEG hospitalario.

El proyecto podría abordarse en aproximadamente 20 meses – 24 meses y un presupuesto de 200.000- 250.000 euros.

Como resultado se obtendrá un algoritmo genérico multipaciente de alto rendimiento capaz de detectar varios fenotipos de crisis. El producto final deberá obtener la Certificación CE como CDSS y la aprobación por la AEMPS.

Según las empresas participantes, se considera que el nivel de desarrollo de la solución es todavía bajo, estimándose un TRL 4. Sin embargo, el algoritmo desarrollado por el SMS-UPCT está en un mayor estado de madurez (TRL 6-7). En consecuencia, se concluye que el TRL está entre 4-7 y se confirma que se está en un caso de Compra Pública de Innovación.

En relación con la integración del algoritmo con el sistema operativo de registro de vídeo-EEG instalado en el SMS (Natus), parece que se trata de un desarrollo viable y potencialmente exigible en el marco de un eventual contrato siempre y cuando se cuente con el apoyo de la empresa propietaria de dicho sistema.

Las fases para llegar al resultado deseado se resumen en:

- Desarrollo y perfeccionamiento de algoritmo, fase parcialmente realizada por el SMS – UPCT.
- Evaluación de rendimiento con BBDD internas.
- Evaluación en entorno clínico
- Evaluación del modo en vivo / entorno real

Adicionalmente, el diseño y desarrollo de un casco de electrodo seco siguiendo las especificaciones indicadas no debería suponer ningún problema técnico.

#### 4. CONTENIDO INNOVADOR DE LA PROPUESTA.

4.1. Innovaciones tecnológicas que presenta el proyecto (señalar si las innovaciones son a nivel nacional o internacional) y ventajas para el solicitante.

##### **Para los pacientes:**

- ✓ Diagnóstico precoz: mejor pronóstico, menor impacto en la calidad de vida, menor riesgo de recurrencia de crisis, menor riesgo de muerte súbita.
- ✓ Tratamiento adecuado: al conocer el tipo de epilepsia, se puede administrar un fármaco antiepiléptico específico dirigido.
- ✓ Disminución de errores diagnósticos: se disminuirían los diagnósticos iniciales erróneos de epilepsia (20% de los diagnósticos totales) por no disponer de las pruebas adecuadas en el contexto de una posible crisis no provocada.

##### **Para los profesionales sanitarios:**

- ✓ Mayor confianza en la decisión diagnóstica y terapéutica ante una crisis epiléptica no provocada.
- ✓ Mejor enfoque diagnóstico en la primera visita al neurólogo, lo que facilitará el seguimiento y evitará la solicitud de pruebas complementarias innecesarias o ensayos terapéuticos empíricos.
- ✓ Menor tiempo invertido en la revisión de registros EEG y VEEG.



**Para el sistema sanitario:**

- ✓ Garantía de equidad en la asistencia a personas con sospecha de crisis epiléptica: el diagnóstico correcto no dependerá de la presencia de especialistas altamente cualificados y se podrá realizar en cualquiera de los servicios de Urgencias de la Región de Murcia.
- ✓ Ahorro de pruebas diagnósticas: al garantizar un diagnóstico precoz, no será necesaria la realización de EEG de rutina o incluso de VEEG en casos de epilepsias refractarias por diagnóstico erróneo (ej: crisis psicógenas, epilepsias mal etiquetadas con tratamiento incorrecto...).
- ✓ Ahorro de hospitalizaciones: en algunos centros se procede al ingreso hospitalario para la realización de pruebas complementarias tras una primera crisis no provocada. Al realizar el EEG precoz, esto ya no sería necesario.

4.2. Indicar las tecnologías más significativas incorporadas, indicando expresamente si se incorporan innovaciones o conocimientos previos propiedad del solicitante, o previstas desarrollar en el proyecto.

El diagnóstico de epilepsia es complejo y se basa en datos de la historia clínica (habitualmente recogida por testigos) y pruebas complementarias, donde juega un papel fundamental el EEG. Desgraciadamente, es una prueba de difícil realización e interpretación, que precisa de personal altamente cualificado que no está presente en la primera valoración al paciente tras una crisis epiléptica (sin embargo, es el momento en el que esta prueba encuentra su mayor tasa de sensibilidad y especificidad). Para solventar esta situación, precisamos desarrollar un algoritmo que identifique los patrones indicativos de epilepsia focal/generalizada versus normalidad e integrarlo en un casco de EEG que sea fácil de colocar por personal no entrenado y ofrezca una ayuda al diagnóstico de esta patología en Urgencias y administrar un tratamiento adecuado al paciente.

Existen algunas soluciones en el mercado que podrían satisfacer parcialmente una de las necesidades planteadas en este proyecto: un casco EEG que sea fácil de poner y cuyo registro sea de una calidad adecuada para su correcta interpretación. Sin embargo, no existe en el mercado una solución que consista en un casco de fácil empleo que integre un algoritmo de ayuda al diagnóstico de epilepsia.

Por tanto, el grado de innovación de la propuesta radica en dos ejes. Por un lado, en el desarrollo de un algoritmo de diagnóstico nuevo para cualquier sistema de salud y, por otro lado, en el desarrollo de un sistema integral y comprehensivo que combine el dispositivo (casco) con el algoritmo de diagnóstico.

## 5. RESULTADOS ESPERADOS

Los requisitos esperados de la solución son:

- Incremento de diagnóstico precoz de epilepsia 50%
- Disminución de diagnóstico erróneo de epilepsia: 15%
- Disminución del número de EEG repetidos por paciente 60%
- Médicos que utilicen la nueva herramienta en el primer año > 25%



## AP-2 Detección automatizada de melanoma y otros tumores cutáneos

### 1. RESUMEN.

Implementación de herramientas de ayuda al diagnóstico, basado en IA, aplicado a melanoma y otros cánceres cutáneos, a partir de las imágenes obtenidas con dermatoscopios que se integren en el sistema de teledermatología del SMS

### 2. OBJETIVOS

La detección automatizada de melanoma y otros tumores cutáneos busca mejorar y optimizar la detección precoz de melanoma en la consulta de Atención Primaria, así como ayudar al diagnóstico diferencial con otros tumores cutáneos y permitir una mejor priorización de las consultas a Dermatología, para garantizar una adecuada atención en función de la gravedad de patología contrastada mediante dermatoscopia.

Actualmente, el Servicio Murciano de Salud (SMS) dispone de un sistema de teledermatología que garantiza el flujo de consultas no presenciales desde Atención Primaria a Dermatología en las distintas áreas, y se ha emprendido un programa de formación en dermatoscopia para Médicos de Familia. Sin embargo, la toma de imágenes de alta calidad y el reconocimiento automatizado de imágenes pueden ayudar a priorizar las consultas a Dermatología, ofrecer una aproximación diagnóstica inmediata y aumentar la capacidad de diagnóstico temprano de melanoma, al ser más sensible que el ojo humano para las lesiones malignas mínimamente invasivas.

Por lo tanto, frente a la necesidad de optimizar el reconocimiento de patologías mediante dermatoscopia (herramienta de gran utilidad en Dermatología), mejorar el screening de melanoma en fases tempranas y garantizar una adecuada priorización de las consultas a Dermatología, se requiere de la implementación de herramientas de ayuda al diagnóstico automatizado aplicado a melanoma y otros cánceres cutáneos, que se puedan integrar en el sistema de teledermatología del SMS.

### 3. NECESIDAD DEL PROYECTO.

#### 3.1. Antecedentes

Los carcinomas cutáneos son los tumores malignos más frecuentes, superando al resto de los tumores malignos del ser humano. El melanoma, el tipo más grave de cáncer de piel, se forma en las células (melanocitos) que producen melanina, el pigmento que le da color a la piel. El melanoma también puede manifestarse en los ojos y, rara vez, dentro del cuerpo, como en la nariz o la garganta.

La causa exacta de todos los melanomas no está clara, pero la exposición a la radiación ultravioleta (UV) de la luz solar o de las lámparas y de las camas solares aumenta el riesgo de tener melanoma. Limitar la exposición a la radiación UV puede ayudar a reducir el riesgo de tener melanoma.

El riesgo de manifestar un melanoma parece aumentar en las personas menores de 40 años, especialmente en las mujeres. En España, la incidencia del melanoma es menor que en el resto de Europa, pero el número de personas diagnosticadas no ha parado de crecer y su tasa de



mortalidad se ha cuadruplicado desde 1975. Sin duda, estos hechos hacen de la patología tumoral maligna cutánea un serio problema sanitario. Conocer las señales de advertencia del cáncer de piel puede ayudar a asegurar que los cambios cancerosos se detecten y se traten antes de que el cáncer se haya diseminado.

En el caso del melanoma, su detección precoz mejora la probabilidad de curación, mientras que un diagnóstico tardío se asocia a una mayor mortalidad. Los profesionales de Atención Primaria (AP) tienen una gran oportunidad para desarrollar actividades de cribado del cáncer cutáneo mediante estrategias que permitan, en la práctica habitual, un diagnóstico más rápido y fiable.

Por otro lado, el Servicio Murciano de Salud (SMS) cuenta desde 2018 con una Interconsulta No Presencial entre Atención Primaria y los servicios hospitalarios (INPAP), estando muy extendido su uso. En 2021 se emitirán más de 60.000 para la especialidad de Dermatología.

Las INPAP se emiten por medio del Gestor de Peticiones del SMS, permitiendo adjuntar a la Interconsulta imágenes desde dispositivos, habitualmente el móvil del médico o del paciente mediante lectura de un QR en la pantalla del ordenador, exclusivo para la INPAP que se está emitiendo. Esto permite la toma de imágenes cutáneas desde la consulta, o desde el domicilio del paciente.

Actualmente se dispone de 1 dermatoscopio por centro, junto con una pieza de adaptación universal a móviles de distintas marcas. Asimismo, cada centro dispone de una Tablet, junto con un adaptador de dermatoscopio, por si se decide utilizar este dispositivo en vez del móvil.

### 3.2. Necesidad no cubierta

El diagnóstico dermatológico en atención primaria depende de la capacitación de los médicos de familia en Dermatología y dermatoscopia. Actualmente tienen una herramienta muy útil a su disposición: la teledermatología, gracias a la que pueden enviar imágenes al especialista de área de Dermatología y obtener una aproximación diagnóstica sin que el paciente tenga que desplazarse a otra consulta. Sin embargo, en muchas ocasiones no se dispone del tiempo suficiente o las lesiones pueden plantear dudas en el entorno de Atención Primaria. El reconocimiento automatizado de imágenes de calidad (obtenidas mediante dermatoscopia) puede ayudar a priorizar las consultas a Dermatología, ofrecer una aproximación diagnóstica inmediata y aumentar la capacidad de diagnóstico temprano de melanoma, al ser más sensible que el ojo humano para las lesiones malignas mínimamente invasivas.

Existen numerosos algoritmos de ayuda al diagnóstico de melanoma, desarrollados mediante inteligencia artificial, que se ofrecen asociados a dispositivos patentados. Sin embargo, no diferencian otro tipo de tumores cutáneos como carcinomas espinocelulares o basocelulares, por lo que su utilidad es reducida. Además, es de especial importancia que los sistemas de ayuda al diagnóstico puedan estar integrados con la INPAP y el gestor de peticiones, para que no genere una carga extra al profesional y se contemple como actividad asistencial reglada. Por otro lado, es necesaria una adecuada priorización en las consultas a Dermatología que permita la atención urgente de pacientes con una sospecha fundada de cáncer cutáneo. En este grupo de pacientes, una actuación preferente mejoraría el pronóstico y reduciría el gasto sanitario.

El sistema debe permitir:

- Toma adecuada de la imagen, con alta definición.



- Checking de IA capaz de detectar signos de alarma como apoyo al Médico de Atención Primaria.
- Detección de melanoma, carcinoma basocelular y espinocelular con una sensibilidad y especificidad >90%.
- Integración con el Gestor de Peticiones del SMS, con el fin de facilitar directamente una cita rápida en dermatología o emitir una INPAP preferente, según se acuerde el circuito.
- Sistema de almacenamiento de datos e imágenes compatible con los dispositivos del SMS.
- Desarrollo de un sistema de priorización de las peticiones a Dermatología.

El desarrollo de la solución está supeditado a la adquisición de, al menos, 200 dermatoscopios, que permitan la toma de imágenes de calidad en los consultorios de la Región de Murcia. Teniendo en cuenta la incidencia de melanoma y otros tumores cutáneos, se considera necesaria la presencia de estos dermatoscopios en los consultorios de Atención Primaria, para un correcto entrenamiento del algoritmo.

La solución tecnológica, previa explotación de la información a partir del análisis de los datos disponibles que se investigará y desarrollará incluirá:

- El resultado es una herramienta útil e innovadora para el seguimiento de las lesiones cutáneas a lo largo del tiempo ayudando al seguimiento de éstas y permitiendo la implementación automática del protocolo ABCDE, que supone una mejora significativa a los meros sistemas de clasificación actuales basados en aprendizaje profundo sobre imagen dermatológica.
- Se mejorarán y optimizarán los algoritmos detección y seguimiento de lesiones cutáneas actualmente existentes, se integrará en el sistema de telemedicina y se incluirá el clasificador de lesiones cutáneas cancerígenas (melanoma, carcinoma basocelular, espinocelular), además de indicadores de probabilidad que las permitan priorizar. Con todo ello se espera obtener una solución tremendamente innovadora, no sólo en la obtención de un clasificador de alto rendimiento, si no en el seguimiento de lesiones cutáneas siguiendo el criterio ABCDE, fuertemente integrada en un sistema de telemedicina.
- Dichos algoritmos, basados en IA, permitirán segmentar de manera precisa y automática la lesión:

Primero se realizará un entrenamiento del algoritmo en las bases abiertas preexistentes (30.000 imágenes disponibles).

- Posteriormente se procederá al “fine tuning” con imágenes del SMS previamente validadas por dermatólogos y anatomopatólogos, generando una base propia con las características étnicas endémicas.
- Se generarán unas reglas de priorización consensuadas por un comité de dermatólogos expertos.
- Finalmente, se capacitará a Capacitación de los médicos de AP para tomar las imágenes dermatoscópicas con alta calidad.

**Grado de TRL partida declarado por las empresas en la CPM realizada:** Se considera que el TRL de partida de esta solución (dependiendo de las diferentes partes que lo componen), se sitúa entre 4 (PROTOTIPO ESCALA REDUCIDA) y 6 (PRUEBA ENTORNO SIMULADO).



La implementación de la dermatoscopia puede ayudar a mejorar la sensibilidad diagnóstica ante el cáncer de piel y, como han demostrado muchos estudios, mejorar la capacidad para realizar actividades de cribado de cáncer cutáneo. La ayuda automatizada permitirá una mejor atención al paciente con sospecha de cáncer cutáneo, al ayudar a la priorización de consultas a Dermatología desde AP y ofrecer la posibilidad de una detección temprana de lesiones mínimamente invasivas, lo que se traducirá en un tratamiento precoz y un mejor pronóstico a medio y largo plazo.

Por otro lado, una de las líneas estratégicas del Servicio Murciano de Salud es aumentar la capacidad resolutoria de la Atención Primaria según se recoge expresamente en el Plan de Acción para el Impulso y la Mejora de la Atención Primaria en la Región de Murcia, 2017-2020 (PAIMAP). Por lo tanto, la implantación completa de los dermatoscopios en los centros de salud para su uso generalizado, tanto por pediatras como médicos de familia de la Región de Murcia, responde totalmente a dicho objetivo.

En particular, el proyecto tiene los siguientes objetivos específicos:

- Optimizar el diagnóstico precoz de melanoma mediante el análisis de imágenes obtenidas por dermatoscopia en la consulta de Atención Primaria.
- Mejorar la gestión de las derivaciones y consultas a Dermatología mediante un sistema de priorización automatizado.
- Facilitar el diagnóstico de lesiones cutáneas cancerosas (melanoma, carcinoma basocelular, espinocelular).
- Conseguir una mayor extensión del programa de teledermatología, incorporando al móvil del facultativo (o al dispositivo que toma la imagen) una App que aporte la detección de signos de alarma en las lesiones cutáneas fotografiadas.
- Asimismo, conlleva la dotación de modelos de dermatoscopia “de bolsillo” para los profesionales de Atención Primaria y Dermatología del SMS (unos 1350).

Los principales aspectos innovadores serán:

En la literatura se referencian varios algoritmos desarrollados mediante inteligencia artificial para la detección de melanoma, pero su especificidad sigue siendo reducida y no diferencian de otros tipos de cáncer cutáneo como los referidos anteriormente. Por tanto, no existe en el mercado ningún sistema automático que realice un diagnóstico diferencial entre patologías.

Asimismo, no existe una solución en el mercado capaz de realizar una priorización preliminar entre resultados del dermatoscopia de forma que el personal experto en dermatología, analice los casos con acuerdo a la probabilidad de gravedad de cada uno.

Finalmente, se requiere de una solución innovadora que permita la integración, en el propio sistema de teledermatología del SMS, de este algoritmo de ayuda automatizada al diagnóstico de melanoma y otros tumores cutáneos mediante el análisis de imágenes obtenidas por dermatoscopia en la consulta de Atención Primaria, así como el desarrollo de un sistema de priorización inteligente de las peticiones a Dermatología.

A continuación, se enumeran los principales riesgos identificados para el proyecto:



- Los algoritmos de detección de lesiones en imágenes fotográficas y, en menor medida tomadas con el dermatoscopio (al realizarse en un ambiente controlado de luz) implementados no se comportan como se espera bajo ciertas condiciones de iluminación, tonalidad de piel o cantidad/densidad de pelo.
- La fase de validación de resultados no es suficiente para detectar evolución en la piel de pacientes en los algoritmos de seguimiento de lesiones.
- La cuantificación de lunares ABCDE proporcionada por el sistema no se correlaciona adecuadamente con el procedimiento considerado estándar.
- Existe un riesgo potencial inherente a las tecnologías, la arquitectura del sistema y las infraestructuras de despliegue, las herramientas, las API y otros programas informáticos de terceros utilizados en el desarrollo. En especial se entiende que habrá acceso total al sistema existente de telemedicina del SMS, con documentación de la API, versiones dummy que permitan el desarrollo y colaboración de los desarrolladores y usuarios del sistema.
- Los requisitos de "tiempo real" no pueden alcanzarse en las plataformas seleccionadas.
- Existe una incertidumbre en cuanto a la adaptación de los algoritmos y su rendimiento a los lenguajes de programación de las plataformas móviles, así como a la eficiencia en el acceso a los datos para obtener y almacenar imágenes de alta resolución.
- Accesibilidad a los sistemas informáticos del SMS (Gestor de peticiones, motor de integración, HIS...).
- La calidad del producto será proporcional a la calidad de las muestras utilizadas para su desarrollo, y la correlación de éstas con su utilización en casos reales.
- Alcanzar un rendimiento predictivo de más del 90% simultáneamente en términos de sensibilidad y especificidad.
- No obtener la disponibilidad necesaria de personal médico del SMS para la construcción un dataset de calidad del SMS.
- No obtener la disponibilidad necesaria de personal médico del SMS para la constatación/evidencia estadística de que el algoritmo alcanza niveles de sensibilidad y especificidad similares o superiores a la media de especialistas del SMS.

#### 4. CONTENIDO INNOVADOR DE LA PROPUESTA.

4.1. Innovaciones tecnológicas que presenta el proyecto (señalar si las innovaciones son a nivel nacional o internacional) y ventajas para el solicitante.

En la literatura se referencian varios algoritmos desarrollados mediante inteligencia artificial para la detección de melanoma, pero su especificidad sigue siendo reducida y no diferencian de otros tipos de cáncer cutáneo como los referidos anteriormente. Por tanto, no existe en el mercado ningún sistema automático que realice un diagnóstico diferencial entre patologías integrado en un Servicio de Salud.

Se requiere de una solución innovadora que permita la integración, en el propio sistema de teledermatología del SMS, de este algoritmo de ayuda automatizada al diagnóstico de melanoma y otros tumores cutáneos mediante el análisis de imágenes obtenidas por dermatoscopio en la consulta de Atención Primaria, así como el desarrollo de un sistema de priorización inteligente de las peticiones a Dermatología.

Se requiere una priorización preliminar entre resultados del dermatoscopio de forma que el personal experto en dermatología analice los casos con acuerdo a la probabilidad de gravedad de cada uno, es decir, se obtendrá una clasificación de la lesión, en la que se realice una





detección de lesiones potencialmente tumorales en la piel, que llevará asociada una probabilidad de riesgo tumoral en un tiempo de 30 a 45 segundos. Una segmentación de la lesión, es decir, consideración de cada uno de los marcadores por separado, y darles una importancia independiente, para después combinar y devolver un resultado único, permitiendo desglosar la peligrosidad en los diferentes parámetros en los que visualmente el clínico lo estimaría en casos reales y un mapa evolutivo de la misma.

Además de lo ya descrito en la sección anterior, este proyecto tiene diferentes elementos de innovación. Existen múltiples herramientas, para asesorar sobre el riesgo de que un individuo concreto desarrolle un melanoma, basándose en varios factores de riesgo conocidos.

La diferencia esencial de este tipo de aplicaciones móviles con la solución propuesta aquí presentada es que, no prestan atención a los principales valores añadidos en esta solución, que son la detección automática de lesiones, sus correspondencias con las vistas en exploraciones anteriores así como en fotografías tomadas en fechas anteriores y el seguimiento de la evolución de las lesiones a lo largo del tiempo siguiendo el criterio ABCDE, y la detección automática de nuevas lesiones y cambios en los existentes.

Otra innovación de la propuesta se basa en la consideración de cada uno de los marcadores por separado, y darles una importancia independiente para después combinar y devolver un resultado único, permitiendo desglosar la peligrosidad en los diferentes parámetros en los que visualmente el clínico lo estimaría en casos reales. Por otra parte, se trata de una solución accesible que se puede integrar en distintas máquinas y adaptarse al HW disponible.

Transfer Learning con fine tuning en dos etapas: una con imágenes dermatoscópicas de datasets creados fuera del SMS y una segunda etapa con fine tuning adicional sobre el dataset creado durante la ejecución del proyecto. Modelo predictivo entrenado con un dataset con pacientes del SMS remarcando la tendencia a overfitting de los modelos predictivos en las características étnicas de la población del dataset utilizado para su entrenamiento, y la mala generalización en datasets diferentes a los utilizados en el entrenamiento, de ahí la importancia de entrenarlos con población de las características de los pacientes del SMS.

La tecnología de Inteligencia artificial que se usa en los algoritmos en función del proceso emplea machine learning, deep learning o neural networks.

El proyecto de detección automatizada de melanoma y otros tumores cutáneos tendrá como objetivo desarrollar una solución de ayuda al diagnóstico de melanoma, mediante inteligencia artificial, que diferencie otro tipo de tumores cutáneos como carcinomas espinocelulares o basocelulares. Asimismo, este sistema realizará una adecuada priorización en las consultas a Dermatología que permita la atención urgente de pacientes con una sospecha fundada de cáncer cutáneo este sistema.

Esta solución estará integrada con la INPAP y el gestor de peticiones, para que no genere una carga extra al personal del SMS y se contemple como actividad asistencial reglada.

Por lo tanto, la solución que se quiere desarrollar tendrá la capacidad de:

- Optimizar el diagnóstico precoz de melanoma mediante el análisis de imágenes obtenidas por dermatoscopia en la consulta de Atención Primaria.
- Mejorar la gestión de las derivaciones y consultas a Dermatología mediante un sistema de priorización automatizado.



- Facilitar el diagnóstico de lesiones cutáneas cancerosas (melanoma, carcinoma basocelular, espinocelular).
- Conseguir una mayor extensión del programa de teledermatología, incorporando al móvil del facultativo (o al dispositivo que toma la imagen) una App que aporte la detección de signos de alarma en las lesiones cutáneas fotografiadas.

En resumen, la solución consistirá, en extraer de manera precisa toda la información que el personal médico necesitaría en un caso real para decidir si un paciente tiene mayor prioridad que otro debido a la urgencia de su caso, y después implementar rigurosamente el criterio médico para darle significado a toda la información extraída anteriormente.

Los objetivos específicos de este proyecto se describen a continuación.

Toma de imágenes de alta resolución

En primer lugar, se realizará la captura de la imagen con un dermatoscopio acoplado a un smartphone, o con un teléfono con una óptica de al menos 10X, porque trabajamos con imagen dermatoscópica.

### **Detección automatizada de lesiones potencialmente tumorales**

La toma de imágenes de alta calidad y el reconocimiento automatizado de imágenes pueden ayudar a priorizar las consultas a Dermatología, ofrecer una aproximación diagnóstica inmediata y aumentar la capacidad de diagnóstico temprano de melanoma, al ser más sensible que el ojo humano para las lesiones malignas mínimamente invasivas, es decir, se requiere una priorización preliminar entre resultados del dermatoscopio de forma que el personal experto en dermatología analice los casos con acuerdo a la probabilidad de gravedad de cada uno.

Una vez se disponga de imágenes de alta resolución, se procederá a la detección automatizada de lesiones potencialmente tumorales en la piel. Se procurará que el sistema reproduzca o simule el proceso clínico por el que un especialista médico determinaría si estas neoplasias pueden ser malignas. Para ello el sistema analizará y evaluará los diferentes marcadores visuales que intervienen en el proceso: simetría o irregularidades en bordes, forma, color y diámetro, que son los criterios básicos en los que se fundamenta el diagnóstico clínico de melanoma, según se recoge en la Guía Clínica Práctica de Melanoma de la Región de Murcia (2016). Se añade a estos criterios el de Evolución, que precisa de la comparación de imágenes a lo largo del tiempo, por lo que la realización de un mapa de las lesiones (mapa lunar) resulta de especial relevancia.

Se contará con una red capaz de segmentar eficazmente y con precisión la lesión, eligiendo la arquitectura que mejores resultados presente. En este sentido, se empleará Transfer Learning con fine tuning en dos etapas: una con imágenes dermatoscópicas de datasets creados fuera del SMS y una segunda etapa con fine tuning adicional sobre el dataset creado durante la ejecución del proyecto. De esta forma, se conseguirá un modelo predictivo entrenado con un dataset con pacientes del SMS, que evite el posible overfitting de los modelos entrenados en datasets abiertos.

Obtenida la máscara de la lesión, se desarrollará el procesado en el que se extraerá la información sobre bordes, forma y color. Se desarrollará un modelo de inteligencia artificial para clasificar la lesión aislada, se probarán diferentes arquitecturas y aproximaciones como encuadrar la lesión, utilizar la máscara de segmentación como ayuda para el algoritmo, etc.



Se empleará la máscara generada por esta etapa de segmentación para facilitar el entrenamiento del modelo que estimará de manera directa la peligrosidad de la lesión, y a la vez los algoritmos de extracción de características trabajarán sobre esta máscara para encontrar discrepancias en bordes, color, forma o simetría. Todo ello de manera conjunta generará una predicción en forma de porcentaje de peligrosidad.

Como resultado de este análisis, se obtendrá una primera clasificación general de la lesión.

Adicionalmente a la detección anterior, basada en las variables ABCD, se realizará un seguimiento evolutivo de la lesión, de forma que pueda incorporarse la variable "E-Evolución". Las imágenes obtenidas por el dermatoscopio serán relacionadas en el mapa de lesiones y ambas imágenes de dermatoscopio y mapa serán almacenadas para consulta del paciente, médico de familia y especialista, siguiendo el criterio ABCDE para aumentar sustancialmente la información diagnóstica y el cribado existente de dichas patologías, consiguiendo un registro de mapas completos.

Para la mejora en dicho seguimiento se tendrá en cuenta:

- El registro de mapas completos de piel a través de imágenes obtenidas con la cámara de un móvil o Tablet.
- La navegación a través de la piel para la localización de coincidencias de lesiones cutáneas respecto al mapa registrado. Detección de aparición de nuevas lesiones a lo largo del tiempo.
- Seguimiento de la evolución de las lesiones en el tiempo mediante comparación de las imágenes capturadas.
- Identificación de lunares individuales sospechosos de acuerdo con el criterio ABCDE de Asimetría, Borde, Color, Diámetro y Evolución.
- Las lesiones sospechosas siguiendo este criterio serán indicadas para ser inspeccionadas con un dermatoscopio digital y ser clasificadas con un algoritmo de aprendizaje profundo.

Con esto, se buscaría en una siguiente fase la construcción de un sistema que mejore la capacidad de auto vigilancia de lunares por parte de los propios pacientes, de forma que puedan realizar un seguimiento independiente de la lesión.

Con toda esta información, se obtendrá una clasificación de la lesión, en la que se realice una detección de lesiones potencialmente tumorales en la piel, que llevará asociada una probabilidad de riesgo tumoral.

### **Priorización de lesiones**

El sistema, además de realizar una detección automatizada de lesiones potencialmente tumorales, las clasificará, de forma que pueda realizarse un cribado del cáncer cutáneo - mediante un diagnóstico más rápido y fiable y que ayude a diferenciar los distintos tumores cutáneos - y, sobre todo, permita priorizar el estudio de dichas lesiones.

Cada lesión será clasificada en función de una serie de indicadores...

Esto redundará en una priorización preliminar entre lesiones, de forma que el personal experto en dermatología analice los casos de acuerdo con la probabilidad de gravedad de cada uno, permitiendo la atención urgente de pacientes con una sospecha fundada de cáncer cutáneo,



mejorando su pronóstico, y ayudando a asegurar que los cambios cancerosos se detecten y se traten antes de que el cáncer se haya diseminado.

En definitiva, la solución permitirá analizar de manera precisa toda la información que el médico necesitaría en un caso real para decidir si un paciente tiene mayor prioridad que otro debido a la urgencia de su caso, y después implementar rigurosamente el criterio médico para darle significado a toda la información extraída anteriormente.

### **Integración en los sistemas del SMS**

La solución a desarrollar, además de permitir detectar las lesiones potencialmente tumorales y realizar una priorización entre ellas, de forma que se puedan clasificar, dispondrá de módulos de software que faciliten la interoperabilidad con el sistema de teledermatología del SMS. Se realizará la integración con el gestor de Peticiones, para realizar la cita o petición de prueba necesaria en función de lo detectado en la imagen.

Por tanto, la solución permitirá realizar peticiones automatizadas a la unidad de Teledermatología, en función del grado de priorización otorgado a cada lesión. Asimismo, enviará a dicha unidad toda la información que permita una validación del diagnóstico lo más ágil posible, incluyendo los datos del análisis ABCDE, las imágenes tomadas, y los indicadores de priorización.

4.2. Indicar las tecnologías más significativas incorporadas, indicando expresamente si se incorporan innovaciones o conocimientos previos propiedad del solicitante, o previstas desarrollar en el proyecto.

La teledermatología (TD) está pasando un período de oro. A pesar de usarse desde hace más de 20 años, su implantación ha sido lenta. Esta lentitud primero la justificó su elevado coste tras los primeros análisis, que parecían apoyar esta teoría, pero la accesibilidad a equipos fotográficos y dermatoscópicos de calidad con coste más que asequible y a plataformas con poca complejidad para su desarrollo han demostrado que, lejos de ser más costoso, representa un ahorro no solo en lo material sino en costes indirectos y en lo organizativo (menos gastos en personal de apoyo, de espacio físico, transporte sanitario o costes sociales laborales). Un segundo argumento era la reticente aceptación del paciente y de los médicos de atención primaria: ahora se ha demostrado una amplia aceptación de ambos a la consulta telemática. Tercero, se dirigió el foco hacia las gerencias y direcciones de instituciones, quienes, por el contrario, han demostrado, por lo menos a nivel nacional, un gran interés por la implantación de sistemas que les permitan optimizar la gestión de las consultas dermatológicas mejorando tanto la accesibilidad como los resultados mediante el uso de la tecnología.

Queda un solo cabo suelto: el especialista en dermatología. A pesar de que España se encuentra entre los países europeos líderes en programas de TD activos, con un 25% de los servicios hospitalarios con alguna forma de TD implementada en la consulta ya en 2014, queda aún recorrido por hacer.

Los motivos para la resistencia a la teledermatología son varios:

- Seguir considerando la TD como un modo «inadecuado» de atender pacientes, una forma inferior de consulta.
- Miedo al error diagnóstico o de manejo.
- Miedo a la sobrecarga en Atención Primaria.



Hemos de ser capaces de reaccionar como cuerpo médico de manera conjunta ante futuros acontecimientos y aprovechar esta oportunidad para optimizar también nuestro trabajo diario hospitalario en condiciones normales.

La falta de dermatólogos a nivel mundial y la necesidad de optimizar recursos obliga a tomar decisiones para gestionar las consultas de la manera más adecuada. En la medida en que permitamos que los servicios de dermatología reciban de manera indiscriminada cualquier condición cutánea, por irrelevante que sea, no serán nunca suficientes los recursos humanos que se inviertan en el sistema de atención.

Una de las bondades de la TD es justamente la posibilidad de que el especialista seleccione, de forma rápida y certera, qué enfermedad debe ser atendida de manera presencial y cuál no precisa ser atendida en el entorno hospitalario. Este cribado es clave para atender la avalancha de cáncer de piel originada por el envejecimiento poblacional y la exposición solar laboral y de ocio, con cifras millonarias de casos.

Se han encontrado los siguientes elementos a ser desarrollados:

- Toma adecuada de la imagen, con integración de todas las capas y elementos de caracterización que forman parte del alcance de este proyecto.
- Checking de IA capaz de detectar signos de alarma como apoyo al Médico de Atención Primaria.
- Capacidad para imágenes comprensivas en las que se integren e interrelacionen todas las capas, considerando el efecto que tiene la modificación de un recurso en el conjunto de recursos.
- Capacidad para aprender y completar acciones operativas relativas a un recurso, de forma autónoma, independientemente del resto de recursos o variables.
- Ajuste del aprendizaje de forma autónoma a las características propias de la población de la Región de Murcia.
- Detección de melanoma, carcinoma basocelular y espinocelular con una sensibilidad y especificidad >90%
- Integración con el Gestor de Peticiones del SMS, con el fin de facilitar directamente una cita rápida en dermatología o emitir una INPAP preferente, según se acuerde el circuito.
- Sistema de almacenamiento de datos e imágenes compatible con los dispositivos del SMS
- Desarrollo de un sistema de priorización de las peticiones a Dermatología.

#### 4.3. Descripción del estado de desarrollo de estas tecnologías entre las empresas de la competencia a nivel nacional e internacional.

En la Consulta Preliminar al Mercado, se recibieron 14 propuestas. De todas ellas, 3 ofrecían una solución comprensiva al reto, superando ampliamente las prestaciones de cualquier solución disponible en el mercado y ofreciendo una visión holística de la necesidad no cubierta. Por otra parte, 6 propuestas aportaban capacidades y funcionalidades diferenciales, complementarias y que respondían total o parcialmente a algunos de los objetivos o necesidades previstas. Finalmente, las 5 propuestas restantes, si bien aportaban tecnologías o enfoques parcialmente interesantes, no aportaban aspectos diferenciales con respecto al resto de propuestas.

Se ha comprobado que las empresas participantes disponen de soluciones cuyos componentes se sitúan en los siguientes puntos de madurez tecnológica:



- La detección automatizada de lesiones potencialmente tumorales es el elemento principal de innovación del proyecto. Si bien las empresas participantes disponen de soluciones parcialmente desarrolladas (algoritmos de detección de características que permiten construir mapas de lunares a partir de fotos), ninguna de las mismas incluye el análisis de los signos de alarma ABCDE (Asimetría, Bordes, Color, Diámetro y Evolución), así como la segmentación de la lesión y la adaptación de la solución a la etnicidad propia de la región de Murcia. Tampoco dichas soluciones permiten discernir entre melanoma, carcinoma basocelular y espinocelular. Por todo ello, se concluye que este elemento de la solución se sitúa en un TRL4 a TRL 6.
- La priorización de las lesiones es otro de los principales elementos de innovación del proyecto. Si bien las empresas disponen de soluciones para la priorización de elementos a escala industrial. Asimismo, es necesario definir los criterios e indicadores de priorización de las lesiones y diseñar algoritmos que permitan ejecutarlos. Por todo ello, se concluye que este elemento de la solución se sitúa en un TRL5 a TRL 7.
- La integración con el gestor de peticiones requiere de un diseño a medida de soluciones de interoperabilidad entre sistemas informáticos propios del SMS, si bien puede basarse en soluciones previamente desarrolladas por las empresas participantes. Por tanto, se concluye que este elemento de la solución se sitúa en un TRL6 a TRL8.

Con todo ello se espera obtener una solución tremendamente innovadora, no sólo en la obtención de un clasificador de alto rendimiento, si no en el seguimiento y segmentación de lesiones cutáneas siguiendo el criterio ABCDE, fuertemente integrada en un sistema de telemedicina incluyendo gestión y priorización de citas.

## 5. RESULTADOS ESPERADOS

El resultado es una herramienta útil e innovadora para el seguimiento de las lesiones cutáneas a lo largo del tiempo, ayudando al seguimiento de éstas y permitiendo la implementación automática del protocolo ABCDE, que supone una mejora significativa a los meros sistemas de clasificación actuales basados en aprendizaje profundo sobre imagen dermatológica.

Se mejorarán y optimizarán los algoritmos detección y seguimiento de lesiones cutáneas actualmente existentes, se integrará en el sistema de telemedicina y se incluirá el clasificador de lesiones cutáneas cancerígenas (melanoma, carcinoma basocelular, espinocelular), además de indicadores de probabilidad que las permitan priorizar. Con todo ello se espera obtener una solución tremendamente innovadora, no sólo en la obtención de un clasificador de alto rendimiento, si no en el seguimiento de lesiones cutáneas siguiendo el criterio ABCDE, fuertemente integrada en un sistema de telemedicina.

La solución tecnológica, previa explotación de la información a partir del análisis de los datos disponibles que se investigará y desarrollará incluirá:

- El resultado es una herramienta útil e innovadora para el seguimiento de las lesiones a lo largo del tiempo ayudando al seguimiento de las mismas y permitiendo la implementación automática del protocolo ABCDE, que supone una mejora significativa a los meros sistemas de clasificación actuales basados en aprendizaje profundo sobre imagen dermatológica.
- Se mejorarán y optimizarán los algoritmos detección y seguimiento de lesiones cutáneas actualmente existentes, se integrarán en el sistema de telemedicina y se incluirá el clasificador de lesiones cutáneas cancerígenas (melanoma, carcinoma basocelular, espinocelular), además de indicadores de probabilidad que las permitan priorizar. Con



todo ello se espera obtener una solución tremendamente innovadora, no sólo en la obtención de un clasificador de alto rendimiento, si no en el seguimiento de lesiones cutáneas siguiendo el criterio ABCDE, fuertemente integrada en un sistema de telemedicina.

- Dichos algoritmos, basados en IA, permitirán segmentar de manera precisa y automática la lesión:
  - Primero entrenamiento del algoritmo en las bases abiertas pre-existentes (30.000 imágenes disponibles).
  - Posteriormente fine tuning con imágenes del SMS previamente validadas por dermatólogos y anatomopatólogos, generando una base propia con las características étnicas endémicas.
  - Reglas de priorización consensuadas por un comité de dermatólogos expertos.
  - Capacitación de los médicos de AP para tomar las imágenes dermatoscópicas con alta calidad.

### 5.1. Nuevos bienes o servicios innovadores en mercado

Implementación de herramientas de ayuda al diagnóstico, basado en IA, aplicado a melanoma y otros cánceres cutáneos, a partir de las imágenes obtenidas con dermatoscopios que se integren en el sistema de teledermatología del SMS.

Con el desarrollo de este proyecto, se obtendrán los siguientes resultados:

- Solución de diagnóstico precoz de Melanoma, basado en IA. El sistema será capaz de segmentar de manera precisa y automática la lesión. Detección de melanoma, carcinoma basocelular y espinocelular con una sensibilidad y especificidad >90%.
- Integración en el sistema de información del servicio de salud y su gestión de citas.
- Los dermatólogos y sistemas del SMS contarán con un sistema predictivo basado en inteligencia artificial que les asistirá en la toma de decisiones.
- Solución con múltiples posibilidades de escalado vertical u horizontal, ya que al sistema se le podrían incorporar características adicionales que sirvan al clínico para entender en qué marcadores visuales hay que centrar la atención para intuir la peligrosidad de la lesión.

### 5.2. Mejoras del servicio público

- Mejora de la gestión de los recursos asistenciales.
- Mejora de los procesos del SMS.
- Minimización de errores.
- Mejor asistencia sanitaria.

### 5.3. Impactos e indicadores. Identificación, construcción, metodología y resultados esperados

Entre los beneficios previsibles de la integración de este sistema en la rutina de los servicios de dermatología están:

- La detección temprana de enfermedades graves de la piel supone un ahorro significativo en costes derivadas de tratamientos costosos que pueden ser prevenidos.
- Mejora de la capacidad y frecuencia de seguimiento de los pacientes de dermatología cuyas consultas a menudo distan mucho en el tiempo, tiempo durante el cual la



enfermedad puede diseminarse sin control, con la aplicación de móvil desarrollada incluyendo el sistema de seguimiento de lesiones usando criterio ABCDE y clasificador de aprendizaje profundo, que permitirá priorizar/cribar los casos de mayor riesgo.

- Optimización de tiempos y recursos médicos a la hora de discriminar pacientes cuya visita no es obligatoria, así como ordenar aquellos cuya visita sea recomendable, pero con menor urgencia que otros, estableciendo un orden de cribado atendiendo a la peligrosidad de cada caso.
- Beneficios para los pacientes, anticipando el diagnóstico. Beneficios en general para la Región de Murcia, reducción costes, ya que evitaría tratamientos más costosos cuando la enfermedad está más desarrollada. Validación de la solución, extrapolable a otras entidades sanitarias.

## AP -3 Automatización inteligente de tareas repetitivas

### 1. RESUMEN.

Plataforma que permita automatizar tareas administrativas repetitivas mediante tecnologías innovadoras sin la necesidad de involucrar personal, y que sirva de apoyo en las tareas asistenciales repetitivas que realiza el personal sanitario, mediante la propuesta de acciones predeterminadas.

### 2. OBJETIVOS

El Servicio Murciano de Salud propone la creación de una plataforma que sirva de interfaz de los actuales sistemas de gestión administrativa y asistencial, que permita automatizar tareas administrativas repetitivas mediante tecnologías innovadoras sin la necesidad de involucrar personal, y que sirva de apoyo en las tareas asistenciales repetitivas que realiza el personal sanitario, mediante la propuesta de acciones predeterminadas.

Las tecnologías de automatización de ciertas tareas digitales asistenciales y no asistenciales pueden reducir el tiempo y los costes de los procesos repetitivos, proponiendo a su vez acciones en base a protocolos y al aprendizaje continuo (programación de citas, pruebas, pedidos...) para un cuadro clínico en cuestión, evitando errores y el empleo del tiempo del personal en realizar tareas regulares y masivas con bajo valor añadido.

Este proyecto supondrá la mejora de la eficiencia de los servicios de salud, minimizando el error humano y permitiendo una mejora en la calidad asistencial. Empleando la automatización inteligente para agilizar una parte de sus procesos, el sistema sanitario en su conjunto será capaz de aumentar la agilidad, eficacia, y la transparencia con sus pacientes, además de la satisfacción de sus profesionales.





### 3. NECESIDAD DEL PROYECTO.

#### 3.1. Antecedentes

Actualmente y desde julio de 2019, se encuentra en ejecución el proyecto UNIFICA, que pretende unificar, simplificar y automatizar los procesos de gestión no asistencial en el SMS. Su estructura, basada en notación BPM y desarrollo ad hoc de aplicaciones de trabajo, permite identificar tareas rutinarias y mecánicas de muy bajo valor añadido ejecutadas por el personal administrativo del SMS, posibilitando así la ganancia de eficiencia con la aplicación de tecnologías innovadora que permita la automatización de tareas y procesos de back office que realizan los trabajadores.

El desarrollo de herramientas de automatización, como las presentadas en este proyecto, constituiría un adecuado complemento al trabajo previo de normalización y automatización de procedimientos de gestión no asistencial en el que se está trabajando en el SMS, permitiendo la mejora de la eficiencia y de la motivación y reconocimiento de los trabajadores.

Por otro lado, se debe tener en consideración que la realización de tareas repetitivas de forma manual deriva en una alta tasa de errores, que representa un significativo aumento de los costes asociados a dichas tareas (errores como los que se producen en la emisión de pedidos, suponen en ocasiones la caducidad de los materiales o roturas de stock).

Entre todas las tareas digitales repetitivas, destacan aquellas que tienen carácter asistencial. Actualmente, estas tareas, realizadas por el personal sanitario con los pacientes, suponen un alto porcentaje del tiempo de los profesionales. Esto supone una reducción del tiempo disponible para tareas como la diagnosis, la atención directa o la explicación a los pacientes y un aumento del tiempo destinado a tareas repetitivas y que no aportan valor, lo que redundará en menos pacientes atendidos, mayor lista de espera, y la sensación de “pérdida de tiempo” de los profesionales. En ambos casos, la calidad asistencial se ve reducida notablemente.

En concreto, los profesionales clínicos de los hospitales y centros de salud del SMS realizan en su día a día multitud de tareas repetitivas administrativas (programar citas, expedir volantes, solicitar pruebas, etc.), muchas de ellas recogidas en protocolos estandarizados que incluyen un conjunto de recomendaciones sobre los procedimientos diagnósticos a utilizar ante cualquier enfermo con un determinado cuadro clínico.

#### 3.2. Necesidad no cubierta

La plataforma a desarrollar deberá permitir la automatización de tareas repetitivas administrativas y de carácter asistencial:

- Asistencia rutinaria a los procedimientos: en cualquier unidad hospitalaria, existen procedimientos rutinarios basados en vías clínicas o protocolos que obligan a los facultativos a realizar acciones similares para muchos pacientes... realización de analíticas de control, radiología evolutiva, etc... tareas que, de ser automatizadas, permitirían al clínico dedicar más tiempo y centrarse en el paciente.
- Ayuda a automatización de grandes procesos asistenciales: grandes procesos como son el proceso del embarazo, el cáncer colorrectal y otros muchos, basados en vías clínicas, pueden ser automatizados basándose en reglas de seguimiento, automatización de solicitudes basadas en condiciones, etc. que garantizarán el buen seguimiento del proceso y evitarán errores humanos por omisión de algún paso.



- Gestión de solicitudes: el sistema permitirá validar o denegar solicitudes de exploraciones complementarias al paciente basadas en reglas prediseñadas: aceptadas, denegadas, falta documentación, etc. De esa manera, los servicios solo tendrán que revisar exploraciones que requieran una mayor atención o complejidad, mejorando los procesos.
- Gestión de resultados: en la gestión de resultados de pruebas complementarias puede hacer disminuir el tiempo que pasa desde que un paciente llega, hasta que obtiene el informe clínico final, reduciendo el tiempo de espera y notificando a los pacientes los resultados a la finalización del informe final.
- Notificaciones: actualmente, son muchos los procesos que se siguen notificando a mano, bien por vía postal o a través de email. Gracias a la incorporación de la firma digital o certificado se pueden automatizar o agilizar cualquier tipo de trámite con seguridad.
- Automatización de tareas repetitivas en el entorno no asistencial de gestión financiera.
- Sistemas de alerta: el sistema debe permitir la definición e implantación de alertas automáticas en aquellos procesos que se seleccionen.
- Elaboración de informes y reporting: se pretende igualmente aplicar esta tecnología para el desarrollo de informes periódicos y automatizados destinados a los responsables de los distintos niveles asistencial y no asistencial, con contenido personalizado según perfiles.

Por otro lado, la solución deberá cumplir, al menos, con los siguientes requisitos:

- Incorporación de bots a los procedimientos que lleven a cabo este tipo de tareas de escaso valor añadido. Se busca aumentar la eficiencia de los recursos y permitir que los trabajadores del SMS se dediquen a actividades que precisen de un aporte de valor, generando de esta manera una mejor distribución de la fuerza de trabajo de nuestros empleados, y una mayor realización y motivación intrínseca de los mismos, redundando así en ganancias para los empleados y la propia organización.
- Creación de una plataforma de tecnología que automatice esas tareas repetitivas (p.e. RPA) que realizan las personas del SMS, permitiendo así una gestión eficiente en la organización, incrementando la eficiencia al aumentar la productividad, y ayudando a que los empleados se concentren en la creación de valor, el ahorro de costes, incrementando el volumen de tareas realizadas y mejorando la calidad del trabajo. Esto supone una reducción de costes gracias a una mayor escalabilidad de las tareas operativas y reducción de errores.
- Complementar las funcionalidades de BPMS (Business Process Management System), CRM (Customer Relationship Management) y BI (Business Intelligence) usando una aproximación de fuera a dentro, donde los sistemas de información existentes permanecen inalterados.
- Trazabilidad y confidencialidad en la integración de los sistemas y en la transmisión de los datos. En concreto, y para las tareas repetitivas de carácter asistencial, el sistema deberá garantizar que la decisión de adoptar la propuesta sugerida se realiza de forma consciente por parte del personal sanitario.
- Machine learning. El sistema deberá, para determinados procedimientos, aprender de las respuestas dadas por los profesionales, de forma que el sistema se vaya realimentando para mejorar sus propuestas, y pudiendo a largo plazo servir de base para la mejora de los protocolos.

**Grado de TRL partida declarado por las empresas en la CPM realizada: 7 (prueba entorno real)**



El objetivo del proyecto es contribuir a la estrategia de mejora de la eficiencia en la gestión de los procedimientos del Servicio Murciano de Salud (SMS), mediante la automatización y simplificación de estos. Esto revertirá en una mejora de la calidad asistencial, y, en definitiva, en una mejora de la salud de los ciudadanos, y de la satisfacción de sus profesionales.

Con la automatización de los procesos digitales y manuales (susceptibles de digitalización) repetitivos, se conseguirá reducir la incidencia de errores, mejorar la eficiencia operativa en el entorno asistencial y en la gestión de los recursos hospitalarios, permitiendo que los profesionales destinen su tiempo a aquellas tareas que aportan valor y resultan más motivadoras. Asimismo, la implantación de estas soluciones debe permitir la implantación de nuevos sistemas de alerta y reporte, sin un consumo adicional de recursos.

En este sentido, este proyecto tiene por objeto la creación de una plataforma que se convierta en interfaz de los actuales sistemas de gestión administrativa, de citas y asistencial, permitiendo la automatización de tareas mecánicas y rutinarias llevadas a cabo en el seno de dichos procesos de gestión, ya que dichas tareas aportan escaso valor y producen una muy escasa motivación intrínseca entre el personal implicado.

De esta forma, esta herramienta de automatización inteligente de procesos y tareas permitirá automatizar algunos procesos repetitivos como la generación de pedidos, el monitoreo o la presentación de informes de una manera estructurada. Esto supondrá una mejora de la eficiencia, la precisión y la productividad. Distintos procesos podrán ser realizados de forma autónoma, derivando en una óptima gestión de los niveles de inventario, reducción de las reclamaciones y disminución del coste operativo.

Además, en procesos de carácter asistencial, el sistema ofrecerá una propuesta de acciones a tomar, en base a unos valores dados y a los protocolos y procedimientos propios del SMS. En estos casos, el personal sanitario simplemente deberá aceptar la propuesta, pudiendo, si lo estima conveniente, modificar, añadir o eliminar las propuestas de la plataforma. Así, se garantizará la trazabilidad de la toma de decisiones que, si bien serán asistidas por el sistema, deberán ser tomadas por el personal sanitario. En determinados procedimientos, el sistema aprenderá de las respuestas dadas por los profesionales, mejorando sus propuestas, y pudiendo a largo plazo servir de base para la mejora de los protocolos. Con todo ello, se proporcionará una gestión mejorada del flujo de trabajo, ya que permitirá que el personal que realiza funciones de atención médica pueda concentrar sus esfuerzos en la atención de pacientes, en vez de invertir tiempo en preparar informes y otras tareas repetitivas.

Los principales aspectos innovadores serán:

A pesar de los beneficios de tecnologías como la RPA o tecnologías similares, pocas organizaciones públicas las están implementando. Entre las principales causas, se encuentran el bajo conocimiento sobre sus utilidades y sobre dónde pueden ser aplicadas, así como la falta de apoyo de las gerencias.

Los casos de estudio disponibles en la literatura se concentran en empresas privadas ubicadas en países desarrollados que aplican RPA con mejoras significativas de la competitividad. No obstante, no existe en el mercado una solución que reúna conjuntamente los siguientes requisitos necesarios para dar respuesta al reto planteado por el Servicio Murciano de Salud:



1. Un orquestador para controlar los procesos completos, que integre interacciones humanas si fuera necesario y tome decisiones en función de la salida de los distintos subprocesos, algunos de los cuales podrían ser bots RPA.
    - Interfaz que integre los sistemas actuales de gestión administrativa, de citas y asistencial del SMS. Las soluciones de automatización no podrán interferir en los sistemas y aplicaciones de atención médica, las emplean y las complementan. No se necesitará cambio en las aplicaciones ni en los sistemas de información hospitalaria (HIS) o sistemas de salud pública. Esto significa que deberá poder ejecutarse correctamente sin necesidad de inversiones adicionales en modificaciones de estos.
    - Inteligencia artificial que proporcione capacidades como la comprensión de determinados textos (informes, ...).
  2. Creación de un repositorio de análisis y diseño de procesos validados por la gerencia con fácil adaptación (operable por algún tipo de usuario) a los cambios en los protocolos o políticas del hospital en cuestión.
  3. Automatización inteligente de tareas y generación automática propuestas de acciones al profesional según procesos/protocolos validados.
  4. Trazabilidad y confidencialidad en la integración de los sistemas y en la transmisión de los datos.
- Aprendizaje automático y propuesta de mejora de los protocolos sanitarios.

A continuación, se enumeran los principales riesgos identificados para el proyecto:

- Disponibilidad y acceso a la documentación técnica, táctica y operativa de los procesos o herramientas involucradas, y que dicha información se encuentre completa y actualizada en alto grado.
- Gestión con otros proveedores del SMS involucrados durante el transcurso de la puesta en marcha de las herramientas. Medidas de mitigación: identificar a dichos proveedores y plantear un marco de colaboración conjunto que permita acometer con éxito el proyecto.
- Falta de conocimiento de sistemas personalizados del SMS. Medidas de mitigación: formación específica de procedimientos y herramientas del SMS proporcionada al equipo de trabajo.
- Desconocimiento de algún aspecto concreto de entornos funcionales o tecnológicos del SMS. Medidas de mitigación: Asegurar la asignación de los recursos apropiados para la ejecución del proyecto y la disponibilidad y dedicación de éstos. Diseñar plan de formación continua al inicio del proyecto considerando aptitudes potenciales de mejora de equipo.
- Cambios tecnológicos, normativos, organizativos o de procedimientos durante el servicio. Medidas de mitigación: identificarlos lo antes posible para realizar una evaluación de su impacto en el proyecto y establecer las actuaciones necesarias en consecuencia.
- Diferencias por actualizaciones de las versiones de software. Medidas de mitigación: realizar un seguimiento para comprobar las versiones de las aplicaciones.
- Modificaciones no previstas ni controlables por acceso a páginas web o aplicaciones externas. Medidas de mitigación: implementar mecanismos de identificación de elementos que permitan verificar que la página web o aplicación no ha variado, y en caso

contrario, realizar notificaciones para atender de forma inmediata los ajustes a la nueva versión.

#### 4. CONTENIDO INNOVADOR DE LA PROPUESTA.

4.1. Innovaciones tecnológicas que presenta el proyecto (señalar si las innovaciones son a nivel nacional o internacional) y ventajas para el solicitante.

Aunque escasos, existen algunos desarrollos de tecnología RPA implementados en entornos de administraciones públicas tanto a nivel nacional como internacional. Sin embargo, el alto nivel de especificidad organizativa y funcional del SMS implica que no se tenga conocimiento de un modelo directamente aplicable, por lo que es necesario un desarrollo que satisfaga los retos específicos a medida. Cabe destacar la importancia de que el desarrollo realizado sea de código abierto, lo cual permitirá al SMS realizar los ajustes y modificaciones que sea necesarios en el futuro y que permitan al sistema su plena vigencia frente a las vicisitudes y necesidades ulteriores.

La plataforma para desarrollar deberá permitir la automatización de tareas repetitivas administrativas y de carácter asistencial:

- Asistencia rutinaria a los procedimientos: en cualquier unidad hospitalaria, existen procedimientos rutinarios basados en vías clínicas o protocolos que obligan a los facultativos a realizar acciones similares para muchos pacientes... realización de analíticas de control, radiología evolutiva, etc... tareas que, de ser automatizadas, permitirían al clínico dedicar más tiempo y centrarse en el paciente.
- Ayuda a automatización de grandes procesos asistenciales: grandes procesos como son el proceso del embarazo, el cáncer colorrectal y otros muchos, basados en vías clínicas, pueden ser automatizados basándose en reglas de seguimiento, automatización de solicitudes basadas en condiciones, etc. que garantizarán el buen seguimiento del proceso y evitarán errores humanos por omisión de algún paso.
- Gestión de solicitudes: el sistema permitirá validar o denegar solicitudes de exploraciones complementarias al paciente basadas en reglas prediseñadas: aceptadas, denegadas, falta documentación, etc. De esa manera, los servicios solo tendrán que revisar exploraciones que requieran una mayor atención o complejidad, mejorando los procesos.
- Gestión de resultados: en la gestión de resultados de pruebas complementarias puede hacer disminuir el tiempo que pasa desde que un paciente llega, hasta que obtiene el informe clínico final, reduciendo el tiempo de espera y notificando a los pacientes que los resultados la finalización del informe final.
- Notificaciones: actualmente en la actualidad, son muchos los procesos que se siguen notificando a mano, bien por vía postal o a través de email. Gracias a la incorporación de la firma digital o certificado se pueden automatizar o agilizar cualquier tipo de trámite con seguridad.
- Automatización de tareas repetitivas en el entorno no asistencial de gestión financiera.
- Sistemas de alerta: el sistema debe permitir la definición e implantación de alertas automáticas en aquellos procesos que se seleccionen.
- Elaboración de informes y reporting: se pretende igualmente aplicar esta tecnología para el desarrollo de informes periódicos y automatizados destinados a los responsables de los distintos niveles asistencial y no asistencial, con contenido personalizado según perfiles.



Por otro lado, la solución deberá cumplir, al menos, con los siguientes requisitos:

- **Incorporación de bots** a los procedimientos que lleven a cabo este tipo de tareas de escaso valor añadido. Se busca aumentar la eficiencia de los recursos y permitir que los trabajadores del SMS se dediquen a actividades que precisen de un aporte de valor, generando de esta manera una mejor distribución de la fuerza de trabajo de nuestros empleados, y una mayor realización y motivación intrínseca de los mismos, redundando así en ganancias para los empleados y la propia organización.
- Creación de una **plataforma de tecnología que automatice** esas tareas repetitivas (pe. RPA) que realizan las personas del SMS, permitiendo así una gestión eficiente en la organización, incrementando la eficiencia al aumentar la productividad, y ayudando a que los empleados se concentren en la creación de valor, el ahorro de costes, incrementando el volumen de tareas realizadas y mejorando la calidad del trabajo. Esto supone una reducción de costes gracias a una mayor escalabilidad de las tareas operativas y reducción de errores.
- **Complementar las funcionalidades** de BPMS (Business Process Management System), CRM (Customer Relationship Management) y BI (Business Intelligence) usando una aproximación de fuera a dentro, donde los sistemas de información existentes permanecen inalterados.
- **Trazabilidad y confidencialidad** en la integración de los sistemas y en la transmisión de los datos. En concreto, y para las tareas repetitivas de carácter asistencial, el sistema deberá garantizar que la decisión de adoptar la propuesta sugerida se realiza de forma consciente por parte del personal sanitario.
- **Machine learning**. El sistema deberá, para determinados procedimientos, aprender de las respuestas dadas por los profesionales, de forma que vaya mejorando sus propuestas, y pudiendo a largo plazo servir de base para la mejora de los protocolos.

Las fases de los desarrollos pueden organizarse en los siguientes niveles:

- Fase I: Análisis. Las actividades de definición analizarán el proceso de cara al diseño de una óptima solución de automatización. Además de identificar todos los riesgos, el análisis permitirá definir el alcance del proceso objeto para la automatización. Una buena definición permitirá una fase de configuración del proceso de automatización y una implantación más rápida y eficiente.
- Fase II: Diseño de la solución. Una vez completada la definición, se diseña y documenta la solución para el proceso.
- Fase III: Construcción y pruebas de funcionamiento.
- Fase IV: Pruebas de atención de usuarios.

4.2. Indicar las tecnologías más significativas incorporadas, indicando expresamente si se incorporan innovaciones o conocimientos previos propiedad del solicitante, o previstas desarrollar en el proyecto.

La automatización es un concepto que aglutina varias disciplinas: RPA, Machine Learning (ML), Deep Learning (DL), IA, Low Code, Process Mining, Reconocimiento Óptico de Caracteres (OCR),



Natural Language Processing (NLPD), Business Process Management (BPM), de manera que el concepto en sí ya es innovación, al automatizar tareas realizadas por humanos y entrenar al sistema para hacer un diagnóstico previo y de alguna manera interpretar analíticas.

El desarrollo de todos estos componentes requiere un análisis y adaptación específicos a las necesidades del SMS, de forma que resuelva la pléyade de casos de uso planteados. Las soluciones existentes en el mercado no tienen la capacidad de resolver el reto plantado por ser propuestas generalistas, la solución requiere un análisis funcional previo del sistema del SMS, y el posterior diseño, integración y entrenamiento de los robots.

4.3. Descripción del estado de desarrollo de estas tecnologías entre las empresas de la competencia a nivel nacional e internacional.

Una vez estudiadas las propuestas recibidas, podemos concluir que el nivel de desarrollo actual en el que se encuentra su solución propuesta se encuentra cercano a TRL 6 – Pruebas entorno Simulado, ya que existen desarrollos y prototipos con funcionalidades de cierta analogía pendientes de ser implementados en entornos con los requerimientos específicos a los del SMS.

## 5. RESULTADOS ESPERADOS

RPA, software que replica acciones humanas, en especial tareas repetitivas de poco valor con el objetivo de disminuir la intervención humana en el uso de aplicaciones informáticas.

La solución deberá cumplir con las siguientes especificaciones:

- RPA, software que replica acciones humanas, en especial tareas repetitivas de poco valor con el objetivo de disminuir la intervención humana en el uso de aplicaciones informáticas.
- Software de código abierto.
- Trazabilidad y seguridad de los movimientos: un sistema de auditoría de la actividad realizada por el sistema. Creación de una pista de auditoría totalmente generada por el sistema, eliminando los riesgos de las pistas generadas por el usuario que están expuestas a fallas y riesgos críticos en torno a registros ad-hoc y registros potencialmente falsificados.
- Deep machine Learning/Automatización inteligente: capacidad de aprendizaje y de ayuda a la toma de decisiones: emisión de reportes periódicos, automatización atendida y destendida (con sistema de alertas). Capacidad para “aprender” datos, ya sea supervisados o no supervisado.
- Se estima pertinente aumentar al alcance inicial e incluir un servicio de acompañamiento en la gestión del cambio cultural y de formación del personal con el fin de acelerar la implantación del sistema en el personal del SMS.
- Orquestación: necesidad de definir patrones de gestión global eficiente de los robots, con el fin de que su funcionamiento eficaz y eficiente en su conjunto, evitando solapamientos o vacíos funcionales.
- Se estima oportuno aumentar al alcance inicial e incluir un servicio adicional de asistencia para decidir aumentar los casos de uso, especial procesos masivos y de gran impacto.



- Sistema Multiplataforma: posibilidad de ejecutarlos en diferentes sistemas operativos (Windows y Linux).
- Capacidad de análisis de procesos y funciones.

#### 5.1. Nuevos bienes o servicios innovadores en mercado

Plataforma que permita automatizar tareas administrativas repetitivas mediante tecnologías innovadoras sin la necesidad de involucrar personal, y que sirva de apoyo en las tareas asistenciales repetitivas que realiza el personal sanitario, mediante la propuesta de acciones predeterminadas.

Una plataforma que sirva de interfaz de los actuales sistemas de gestión administrativa y asistencial, que permita automatizar tareas administrativas repetitivas mediante tecnologías innovadoras sin la necesidad de involucrar personal, y que sirva de apoyo en las tareas asistenciales repetitivas que realiza el personal sanitario, mediante la propuesta de acciones predeterminadas.

El enfoque de desarrollo open source permite su adaptación para su integración con los sistemas existentes en el SMS.

#### 5.2. Mejoras del servicio público

- Mejora de la gestión de los recursos asistenciales.
- Mejora de los procesos del SMS.
- Minimización de errores.
- Mejor asistencia sanitaria.

#### 5.3. Impactos e indicadores. Identificación, construcción, metodología y resultados esperados

El objetivo del proyecto es contribuir a la estrategia de **mejora de la eficiencia en la gestión de los procedimientos del Servicio Murciano de Salud (SMS)**, mediante la automatización y simplificación de estos. Esto revertirá en una mejora de la calidad asistencial, y, en definitiva, en una mejora de la salud de los ciudadanos, y de la satisfacción de sus profesionales. El impacto esperado puede desglosarse en los siguientes elementos:

##### Cuantitativos:

- Aumento de la productividad y eficiencia: Se reducen los tiempos de ejecución. Los robots pueden trabajar 24x7, sin interrupciones ni paradas.
- Ahorro de costes: bajo coste comparada con la automatización tradicional, ya que un robot puede realizar tareas estructuradas de forma equivalente a 2 o 5 usuarios. Los proyectos de RPA suelen llevar de 9 a 12 meses en implantarse y, en menos de un año, se suele producir el ROI.
- Minimiza riesgos: Los robots están programados para seguir reglas sin errores, por lo que sus resultados son altamente fiables.

##### Cualitativos:

- Calidad en la ejecución: los robots se adaptan fácilmente a picos de trabajo y disminuyen la probabilidad de errores.





- Control y seguridad de la información: todo lo que hace el robot se monitoriza y se registra, lo que permite su seguimiento de cara a auditorías.
- Aumento del compromiso: Proporciona mayor satisfacción para el empleado ya que les permite trabajar en tareas de mayor valor añadido.

## AP -4 Plataforma digital para la gestión síncrona de activos físicos y pacientes

### 1. RESUMEN.

Plataforma digital de gestión síncrona de activos físicos y de los pacientes, que permitirá obtener información, modificar, registrar y realizar un seguimiento de todos ellos, para la toma de decisiones operativas y estratégicas.

### 2. OBJETIVOS

El Servicio Murciano de Salud tiene como objetivo desarrollar un inventario digital síncrono de sus activos fijos y de los pacientes que reproduzca en tiempo real la ubicación de estos en sus instalaciones, permitiendo monitorizar su disponibilidad y estado, con el objetivo de mejorar la eficiencia en la gestión operativa de sus equipos, así como la planificación estratégica a largo plazo de sus recursos. Este inventario digital permitirá obtener información, modificar, registrar y realizar un seguimiento de todos los activos monitorizados que se disponen.

Además de permitir la monitorización de los activos y pacientes, el objetivo busca el desarrollo de una réplica virtual del conjunto de todos ellos, utilizando datos reales, y simular su comportamiento ante diferentes cambios o estímulos, permitiendo analizar su rendimiento y resultados para mejorar su eficacia, a través de etiquetas RFID con el fin de leer y hacer una lectura de la información del equipamiento, por ejemplo: cuánto tiempo lleva almacenado, movimientos, etc.

### 3. NECESIDAD DEL PROYECTO.

#### 3.1. Antecedentes

##### Gestión de activos fijos

Para mejorar la eficiencia y el rendimiento de una organización es necesario realizar una adecuada gestión de activos, permitiendo acelerar los flujos de trabajo, controlar los riesgos y reducir los costes asociados. Para ello, es necesario que la entidad disponga de un conocimiento profundo de toda su infraestructura y los activos, facilitando la prestación de servicios (en este caso, asistenciales y de investigación) y la resolución de cualquier problema o incidencia.

Tomando como punto de partida la Instrucción que regula la formación del inventario de bienes como herramienta básica de gestión y reducción de riesgos patrimoniales y el trabajo actual de etiquetado con RFID de todos los activos físicos del SMS, se plantea la necesidad de abordar los retos tecnológicos que se presentan asociados a la gestión de activos.

La amplia diversidad de equipamientos y sus características genera dificultades para establecer un adecuado control sobre dichos elementos:

- Qué elementos se tienen y dónde se encuentran.
- Cuáles son las características de dichos elementos.
- A qué servicio están asociados y qué uso se les da.
- Qué interacción / relación tiene con otros elementos.



- En qué momento de su vida útil están / plan de mantenimiento.

El proyecto presentado sería complementario y continuaría con la línea iniciada con el proyecto en curso para la regularización de los activos físicos del SMS, permitiendo así una gestión automatizada y eficiente del equipamiento, y redundando en una mejora de la asistencia sanitaria y, simultáneamente, una mejora en la eficiencia de gestión.

### Gestión de pacientes

Un servicio de salud como el SMS gestiona, además de los activos físicos, un gran número de pacientes.

Para una adecuada prestación del servicio público es necesario conocer en qué lugar se encuentra cada paciente en cada momento, de forma que pueda ser fácilmente localizable.

### 3.2. Necesidad no cubierta

Actualmente, cada hospital del Servicio Murciano de Salud cuenta con un inventario de activos físico periódico (se realiza un inventario cada x meses), realizando un conteo de todas las referencias disponibles. Esto supone un tiempo de trabajo poco productivo para los trabajadores del servicio, y la existencia del error humano en el conteo.

Además, la falta de conocimiento de la cuantía, estado, ubicación y disponibilidad de los activos en tiempo real dificulta en gran medida su gestión, dando lugar en ocasiones a cirugías canceladas, tratamientos y pruebas retrasadas, y, en definitiva, a pérdida de tiempo y recursos. En el caso de tratarse de una urgencia o paciente crítico, la ineficacia en la gestión de los activos puede tener un impacto trascendental en la asistencia.

La gestión ineficiente de los activos, la falta de datos, y de estandarización contribuyen a elevar los costes y producir ineficacias en el sistema. Por ejemplo, se detecta una falta de control sobre el estado de los equipos que si se solventase podría mejorar la planificación de su mantenimiento, y la previsión de las compras y renovaciones. Estas son realizadas actualmente de manera reactiva y no planificada, desaprovechando así la posibilidad de asegurar la disponibilidad de los activos cuando son necesitados y la realización de compras conjuntas con mejores condiciones económicas para el SMS.

Por otro lado, la gran cantidad de pacientes que pueden encontrarse al mismo tiempo en un complejo hospitalario provoca, en ocasiones, dificultades para localizarlos, con idéntico efecto de retrasos que resultan de la ausencia de conocimiento síncrono de la localización de activos físicos.

Finalmente, el SMS precisa de una solución que le permita optimizar la gestión de los activos y pacientes, de forma que pueda tomar las mejores decisiones en cuanto a su gestión cotidiana (flujo dentro de las instalaciones, tiempos de espera, almacenamiento) y su planificación estratégica (mantenimiento y reposición de los activos, diseño de mejoras en las instalaciones, dotación de nuevos activos o espacios, etc.).

Todo ello redundando en la necesidad del Servicio Murciano de Salud de mejorar la calidad asistencial del servicio público prestado, además de la eficacia y eficiencia de los recursos destinados a tal efecto.

Los requisitos esperados de la solución son los siguientes:

- Creación de un repositorio de datos de activos fijos. Despliegue del repositorio de datos a partir de datos estructurados y no estructurados de activos fijos.



- Digitalización y desarrollo de una réplica virtual de los activos georreferenciados.
- Asset Location Intelligence y UWB/RFID.
- Puesta a disposición de herramienta de Analítica Avanzada de Datos de activos fijos.
- Digitalización de infraestructuras, georreferenciación de inmuebles y activos. Indoor mapping (geocodificación) y ejecución de algoritmos predictivos.
- Implementación y despliegue de infraestructura y hardware de monitorización para la adquisición y registro de datos.
- Procedimientos de gestión patrimonial asociados a la gestión de activos fijos, RTLS, monitorización, API's.
- Desarrollo e implantación de solución de software de escritorio y para dispositivos móviles de la réplica digital, datos de activos fijos y monitorización asociados.
- Integración y comunicación de datos entre sistemas del SMS.

Un proyecto que se acerque a responder al reto en su totalidad debería integrar, al menos, los siguientes elementos u objetivos específicos:

1. Debe desarrollarse una solución de localización integrable con el sistema de gestión de incidencias, peticiones y cambios.
2. Uso de tecnología RFID.
3. Machine Learning y Deep Learning para la elaboración de modelos de conocimiento.
4. Uso de IoT para la integración de sensores.
5. Debe ser un software de código abierto.
6. Posibilidad de ejecutarlos en diferentes sistemas operativos (Windows y Linux).

Debido al elevado número de equipamiento y pacientes en el Servicio Murciano de Salud se hace necesario la creación de un entorno virtual réplica exacta de uno real, que obtenga e integre datos en tiempo real a través de los sensores instalados en las máquinas o de tecnología Big Data. Además, este entorno virtual debe analizar datos y obtener conclusiones utilizando AI y ML, solucionando incidencias, proponiendo optimizaciones, prediciendo operaciones y ayudando a que, sensorizando las instalaciones a través de las etiquetas RFID, se conozca el lugar, estado y disposición del equipo.

Una herramienta común para diferentes necesidades. Se apoya en la ciencia de datos, y aplica técnicas de analítica avanzada, Machine Learning, IA, algoritmos de optimización, gestión de constraints y los últimos métodos de previsión de demanda, para convertirlo en una herramienta muy potente. De esta manera se puede comparar lo ocurrido en un determinado escenario con las predicciones, y analizar las desviaciones, actualizando y mejorando los modelos a lo largo del tiempo.

Los elementos diferenciadores de la propuesta frente a los productos y servicios existentes son:

- Creación de una plataforma única que permita utilizar tecnologías duales.
- Un middleware central y único que permita la trazabilidad de todos los activos de todos los hospitales.
- Registro de millones de movimientos de todos los activos que se conecten al sistema, con un registro histórico de los movimientos por cada activo.
- Plataforma WEB, sin necesidad de instalar ninguna aplicación. Parametrizar los accesos mediante credenciales.
- Estructura Cloud o híbrida.

Grado de TRL partida declarado por las empresas en la CPM realizada: 6



El objetivo del proyecto es la mejora de la **gestión de los activos fijos y pacientes** del Servicio Murciano de Salud (SMS), continuando con el proceso de regularización de estos que se está llevando a cabo, y avanzando en la automatización de la gestión de dichos activos físicos del SMS mediante la creación de una plataforma tecnológica de almacenamiento masivo de datos de activos fijos y de gestión del SMS.

Esta plataforma permitirá ubicar en tiempo real todos los activos físicos y pacientes de un complejo hospitalario dado (ubicación, tiempo que permanece en cada ubicación, movimientos...), de forma que se minimice el impacto derivado del extravío o desconocimiento de la existencia de determinados activos.

Por otro lado, la plataforma también desarrollará una réplica virtual de las infraestructuras y sus activos físicos, utilizando datos reales, de tal manera que se registre automáticamente la ubicación del activo, dispositivo o equipamiento médico a medida que se traslada, proporcionando visibilidad en tiempo real de cada artículo. Además, esta reproducción analizará datos del estado de los activos y obtendrá conclusiones utilizando Inteligencia Artificial y Machine Learning, solucionando incidencias, proponiendo optimizaciones y pudiendo predecir operaciones de mantenimiento y renovaciones. La solución incorporará la posibilidad de simular el comportamiento de los activos ante determinados cambios o estímulos, permitiendo analizar su rendimiento y resultados, y mejorando así su eficacia.

Idealmente, esta plataforma será la herramienta de apoyo en tomas de decisiones como mantenimiento preventivo, reposición o adquisición de activos fijos, así como de decisiones de carácter más estratégico, como es el diseño de los flujos dentro de un centro hospitalario o la apertura de nuevos espacios de atención y tratamiento de pacientes (si, por ejemplo, el sistema detecta un elevado tiempo de espera de los mismos).

Actualmente, se está incorporando el etiquetado RFID a todos los dispositivos y activos físicos del Servicio Murciano de Salud. La hipótesis de partida es que se podrá aprovechar este etiquetado y complementarlo con otros sensores e identificadores, permitiendo la identificación en tiempo real de todos los activos que afecten a los resultados asistenciales o que tengan un valor monetario elevado:

- Mobiliario y equipo de oficina: escritorios, sillas, juegos de muebles de sala, calculadoras, ...
- Equipo de transporte: ambulancias, montacargas, automóviles, ...
- Equipo médico y de laboratorio: agitadores, electrocardiógrafos, centrífugas, laringoscopios, estufas bacteriológicas, mesas y camas ginecológicas, equipos para rayos x, dotadores de serología, microscopios, monitores cardíacos...
- Equipo para servicio hospitalario y de consulta: aparatos de anestesia, autoclaves o esterilizadores, básculas, canapé, sillas de ruedas, camas y camillas, carros para transportar pacientes, incubadoras, ...

El proyecto persigue los siguientes objetivos específicos:

- Gestión automatizada y eficiente de los activos fijos tangibles. El personal tendrá acceso inmediato a todos los activos que necesiten en el momento en el que lo necesiten.
- Gestión automatizada y eficiente de los pacientes. El personal tendrá acceso inmediato a la ubicación de los pacientes en todo momento.
- Digitalización de infraestructuras en un entorno georreferenciado.
- Estandarización en la adquisición, registro y monitorización de datos patrimoniales.



- La aplicación de tecnologías de radiofrecuencia para la localización en tiempo real de activos estratégicos.
- Reducción de los costes de adquisición de los activos, mejorando la planificación de pedidos de compra conjunta.
- Mantenimiento predictivo de los equipos. Reducción de los costes de mantenimiento y reposición de equipos.
- Reducción de los costes operativos, mejorando los índices de utilización de equipos existentes, reduciendo compras innecesarias de inventario adicional.

En el marco del proyecto se desarrollará la plataforma, así como el sistema de gestión inteligente y se implementará en un complejo hospitalario concreto para el entrenamiento del algoritmo y validación de la solución.

Los principales aspectos innovadores serán:

Se pretende evolucionar hacia un modelo de gestión y un entorno tecnológico basado en tecnologías de Big Data y Analítica Avanzada (Machine Learning, Deep Learning o Inteligencia artificial, entre otras), que consigan realizar una explotación masiva de información, con garantías de coherencia y consistencia de los datos, reduciendo los tiempos de decalaje en la obtención de la información, y que tengan capacidad para llevar a cabo análisis predictivos, descriptivos y prescriptivos.

Debido al elevado número de equipamiento y pacientes en el Servicio Murciano de Salud, se hace necesario la creación de un entorno virtual réplica exacta de uno real, que obtenga e integre datos en tiempo real a través de los sensores instalados en las máquinas o de tecnología Big Data. Además, el nuevo sistema deberá analizar datos, obtener conclusiones utilizando AI y ML, solucionar incidencias, proponer optimizaciones y predecir operaciones. A mayores, deberá ayudar a que, sensorizando las instalaciones a través de las etiquetas RFID, se conozca el lugar, estado y disposición del equipo.

Una herramienta común para diferentes necesidades. Se apoya en la ciencia de datos, y aplica técnicas de analítica avanzada, Machine Learning, IA, algoritmos de optimización, gestión de constraints y los últimos métodos de previsión de demanda, para convertirlo en una herramienta muy potente. De esta manera se puede comparar lo ocurrido en un determinado escenario con las predicciones, y analizar las desviaciones, actualizando y mejorando los modelos a lo largo del tiempo.

A continuación, se enumeran los principales riesgos identificados para el proyecto:

- Necesidad de desplegar y cablear sensórica de localización: Anclas + gateways para RFID readers + antenas para RFID.
- Necesidad de disponer de una red WI-FI o puntos de red Ethernet en las zonas a localizar.
- Implicación del departamento de TI del hospital donde vaya a ser desplegado el sistema. Es necesaria su plena colaboración.
- Disponibilidad de interfaces en los sistemas a integrar. Es necesario implicar a los responsables de dichos sistemas para acordar y desarrollar conjuntamente las interfaces.



#### 4. CONTENIDO INNOVADOR DE LA PROPUESTA.

Entre las soluciones que se pueden diseñar para responder a este tipo de gestión, se evidencia que existe una dependencia muy grande del HW a utilizar, tanto del HW de la etiqueta que funciona como una antena, como de los sistemas de antenas o dispositivos que se puedan utilizar para monitorizar estos equipos.

A la hora de evaluar toda la casuística posible, hay que tener en cuenta diferentes aspectos importantes:

- El dispositivo a utilizar como antena: la etiqueta de radio frecuencia.
- El sistema de antenas que permiten garantizar la lectura correcta de la señal de esa etiqueta.
- La configuración geométrica del espacio donde se ubica la etiqueta y los condicionantes que puedan existir.

Del análisis de estos tres bloques, se deduce que no existe una solución estandarizada que se pueda habilitar y, por lo tanto, no se puede garantizar desde un planteamiento teórico un correcto funcionamiento de este sistema, ya que soluciones que funcionan en un determinado entorno pueden no funcionar en un entorno diferente.

No existe en definitiva una solución predefinida, sino que se debe definir correctamente la necesidad y acotarla al máximo posible, pero entendiendo que va a haber espacios que quedarán con cierta indefinición, porque estarán sujetos a un componente innovador o un componente tecnológico que habrá que definir en ese proceso de innovación.

Tras el análisis de las ubicaciones, de las interferencias, de la geometría, de las antenas que se utilicen, de la necesidad de precisión, de la organización de los equipos; se deberán suceder diferentes fases de análisis y de estudio de proyectos pequeños, de proyectos piloto, que garanticen esa solución óptima.

Es vital conocer los activos de que se dispone y su ubicación, pero un paso más en el grado de innovación en el proceso de detección es que se haga en tiempo real.

A nivel tecnológico, se apuesta por una solución de réplica virtual de infraestructuras, sobre la que se van incorporando capas de información y de capacidad de monitorización, instalaciones críticas y sensorización. Una infraestructura básica sobre la que se irán incorporando capas de distinta naturaleza y de distinta usabilidad -unidades muy heterogéneas en su caso- de la gestión de un hospital.

Tras una primera fase de análisis, se han desechado varias tecnologías posibles: la red wifi, por el tráfico enorme que generaría, y el bluetooth por la precisión, y la casuística hospitalaria, donde el algoritmo no resultaría eficiente.

El sistema RFID permite la identificación de objetos, personas o animales a través de radio frecuencia. La principal ventaja reside en que la identificación no se produce de forma visual entre el código y el receptor, como ocurre con el código de barras, sino que se realiza por radiofrecuencia, y sin visión física.

Existen varias tecnologías que se pueden aplicar, y ya que a nivel de equipamiento HW son todas similares, se ha optado por la menos costosa en cuanto a equipos y operativa.

La tecnología por la que se ha optado a nivel de rendimiento es RFID pasiva, que son aquellas etiquetas que no cuentan con una fuente de alimentación propia. No tienen autonomía

energética y el dispositivo RFID suele ser de pequeño tamaño. Su corriente eléctrica se activa cuando acercamos un lector RFID, ante lo que generan una respuesta. Reciben energía del lector a través del envío de una señal de ondas electromagnéticas induciendo una corriente en la antena del tag.

Al pasar la mercancía, la antena detecta el Tag o la etiqueta inteligente y emite una señal al lector, que es quien valida la información contenida en la etiqueta. El lector, a su vez, envía la información al sistema central del cliente, donde se actualizan los datos al momento.

Esta tecnología tiene un patrón de radiación de no más de 6 metros, y por tanto una tolerancia también de 6 metros. La ventaja del RFID es que no tiene batería, por lo tanto, no requiere mantenimiento y su implementación es sencilla.

En cualquiera de los casos, la solución tampoco es estandarizable, ya que depende de la operativa de trabajo en el área del hospital donde se aplica, y del entorno en el que sucede esa operativa. Se deberá tener en cuenta qué tipo de interferencias hay y el tipo de condicionantes operativos que tengan las estancias, con más o menos recovecos a monitorizar.

Y según la casuística de la operativa, se puede decidir asignar tarjetas duales UHF RFID, que permiten disponer de dos frecuencias distintas en una sola tarjeta RFID. Son la solución ideal para utilizarlas en diferentes controles de accesos, ya sean de largo alcance (UHF) o con lectores de proximidad (HF). Se implementan de una forma sencilla con la colocación del chip; y permitirían habilitar réplicas virtuales de monitorización por capas de distintos aspectos: seguridad, seguimiento, presencia...

Esta solución está orientada a monitorizar cómo se mueven los elementos dentro del espacio, pero esta tecnología ofrece posibilidades para monitorizar otro tipo de atributos: consumos, atributos propios de las ubicaciones, temperaturas... Son diferentes estratos que se pueden ir incorporando a esa imagen en tiempo real: necesidades de mantenimiento, asistencia sanitaria, gestión financiera, gestión medioambiental... Se irán añadiendo capas de información según las necesidades de monitorización que decida el hospital.

Estos análisis permiten también incorporar la variable geométrica, como una variable más dentro de estas casuísticas.

La utilidad de los volúmenes de información que esta tecnología genera es grande y heterogénea: flujos de pacientes, seguridad del paciente, tiempos de entrada de pacientes a quirófanos, tiempos de cirugías o tiempos de ocupación de quirófanos, con información automatizada en base a entradas o paso por lugares monitorizados.

En el mundo asistencial y en el de la gestión, las utilidades son enormes, pero hay que ser racionales a la hora de hacer esa definición inicial de infraestructura, para acotarla a lo que sea realmente útil, para hacerla usable.

No es interesante siquiera una réplica perfecta, lo interesante es dimensionar la necesidad óptima sobre la que empezar a construir, entendiéndolo como una visión de estrategia de la organización, decidir qué es lo mínimo que se necesita, y cuál es la infraestructura digital virtual mínima necesaria que permitirá empezar a monitorizar, sensorizar, y dar respuesta a las necesidades actuales; todo ello con la óptima y más eficiente inversión.



Teniendo en cuenta esto, resulta primordial la compatibilidad de todo el volumen de información de la infraestructura digital. Es imprescindible que las capas sean compatibles para poder seguir incorporando monitorizaciones al modelo.

El proyecto para la gestión síncrona de activos físicos y pacientes tendrá como objetivo desarrollar una plataforma tecnológica de integración de datos y gemelo digital de infraestructuras (Indoor mapping + sensores + antenas + receptores).

Esta solución utilizará puntos de paso RFID (coretransitionPoint®) con sensores de activación de movimiento para equipos y pacientes, determinando diferentes tecnologías de emisión y recepción de datos en función de la precisión de ubicación requerida.

Sistema de trazabilidad basado en RFID pasiva y RFID UHF para la localización de activos y pacientes en tiempo real, con registro automático de posiciones y mantenimiento del histórico de posiciones de cada uno de los elementos (equipos o pacientes) identificados mediante RFID.

El sistema utiliza tecnología RFID pasiva y RFID UHF, la cual permite la detección a distancia mediante tags pasivos (que no emiten radiofrecuencia) y que resultan muy económicos al no disponer de baterías ni elementos activos.

Por lo tanto, la solución que se quiere desarrollar tendría tres grandes módulos con las siguientes capacidades:

#### **Sensórica**

El SMS tiene actualmente en curso un proyecto de cambio del modelo en la gestión del inventario, de activos físicos. Se han reetiquetado todos sus activos físicos con RFID y quiere ir a un nuevo modelo con lectores RFID, que podrá utilizar también en este proyecto.

Se generará una solución completa de trazabilidad de activos mediante el empleo de tecnología RFID por medio de una misma plataforma que reciba las lecturas de los activos mediante el Middleware.

Las etiquetas electrónicas pasivas no tienen una pila o batería que las alimente. Para poder interactuar, es preciso que una antena exterior excite la antena de la etiqueta para que sea capaz de transmitir los datos que contiene. Esta ausencia de batería es un elemento fundamental para decantarse por esta tecnología, ya que no sería operativo la recarga de las baterías en multitud de estos dispositivos instalados en el hospital.

Se colocarán los sensores en los equipos a localizar y en las pulseras de identificación de los pacientes. Se dispondrán también los lectores de RFID y un servidor centralizado con la información de todos los dispositivos integrada.

#### **Plataforma de gestión**

Gestión de posiciones en tiempo real y visualización de activos, gestión de alertas y envío de información, analítica avanzada, gestión de activos e integración con el SMS.

A través de los diferentes perfiles de acceso, podrán visualizar a través de cuadro de mandos, que incorpora diferentes indicadores (Layout de las plantas / ubicaciones del hospital, rotaciones, stock global por ubicación, potenciales pérdidas ....) e informes (registro de los movimientos por activo a controlar), permitiendo disponer de toda la información para una correcta toma de decisiones, para reaprovisionamiento de activos, inversiones futuras, identificación de incidencias (pérdidas: orígenes, Ubicaciones. ).



Cabría la opción de que esta misma plataforma, podría ser utilizada para el reaprovisionamiento de fungibles / medicamentos en las ubicaciones internas de los hospitales.

### **Entorno**

Capaz de conectar a otros entornos en el SMS (SAP) y con datos de otra sensorización diferente, con otras tecnologías. Susceptible de ser empleado por número ilimitado de usuarios y perfiles, vía mail o vía sms a través de una aplicación integrada para la navegación.

### **Módulo de Analítica Avanzada**

Aplicación de Analítica, AI y Machine Learning para optimizar los procesos y los costes del SMS.

Para poder definir los modelos predictivos, descriptivos y prescriptivos es necesario disponer de datos. Se plantea una recogida de datos inicial que permita disponer de un dataset mínimo para entrenar los modelos de conocimiento. Se plantea el uso de la metodología:

- Comprensión del negocio. Se establecen los requisitos y objetivos del proyecto.
- Comprensión de los datos. Se lleva a cabo la recolección y exploración inicial de los datos.
- Preparación de los datos. Se seleccionan, limpian y generan los conjuntos de datos preparados para la siguiente fase.
- Modelado. Creación de modelos de conocimiento.
- Evaluación. Se analizan las métricas de evaluación obtenidas con el fin de evaluar la bondad de los modelos desarrollados.
- Despliegue y reentrenamiento de los modelos e implantación de un sistema de reentrenamiento con el objeto de mejorar la precisión de los modelos a partir de los nuevos datos recogidos.

Se pretende evolucionar hacia un modelo de gestión y un entorno tecnológico basado en tecnologías de Big Data y Analítica Avanzada (Machine Learning, Deep Learning o Inteligencia artificial, entre otras), que consigan realizar una explotación masiva de información, con garantías de coherencia y consistencia de los datos, reduciendo los tiempos de decalaje en la obtención de la información, y que tengan capacidad para llevar a cabo análisis predictivos, descriptivos y prescriptivos.

Por tanto, debido al elevado número de equipamiento y pacientes en el Servicio Murciano de Salud, se hace necesario la creación de un entorno virtual réplica exacta de uno real, que obtenga e integre datos en tiempo real a través de los sensores instalados en las máquinas o de tecnología Big Data. Además, la nueva tecnología analizará datos y obtendrá conclusiones utilizando AI y ML, solucionando incidencias, proponiendo optimizaciones y prediciendo operaciones. Por último, la posibilidad de sensorizar las instalaciones a través de las etiquetas RFID, habilitará para que se conozca el lugar, el estado y la disposición del equipo.

Una herramienta común para diferentes necesidades. Se apoya en la ciencia de datos, y aplica técnicas de analítica avanzada, Machine Learning, IA, algoritmos de optimización, gestión de constraints y los últimos métodos de previsión de demanda, para convertirlo en una herramienta muy potente. De esta manera se puede comparar lo ocurrido en un determinado escenario con las predicciones, y analizar las desviaciones, actualizando y mejorando los modelos a lo largo del tiempo.

Los elementos diferenciadores de la propuesta frente a los productos y servicios existentes son:



- Creación de una plataforma única que permite utilizar tecnologías duales.
- Un middleware central y único que permite la trazabilidad de todos los activos de todos los hospitales.
- Registro de millones de movimientos de todos los activos que se conecten al sistema, con un registro histórico de los movimientos por cada activo.
- Plataforma WEB, sin necesidad de instalar ninguna aplicación. Parametrizar los accesos mediante credenciales.
- Estructura Cloud o híbrida.

En la Consulta Preliminar al Mercado, se recibieron 12 propuestas. De todas ellas, 7 ofrecían una solución comprensiva al reto, superando ampliamente las prestaciones de cualquier solución disponible en el mercado y ofreciendo una visión holística de la necesidad no cubierta. Por otra parte, 3 propuestas aportaban capacidades y funcionalidades diferenciales, complementarias y que respondían total o parcialmente a algunos de los objetivos o necesidades previstas. Finalmente, las 2 propuestas restantes, si bien aportaban tecnologías o enfoques parcialmente interesantes, no aportaban aspectos diferenciales con respecto al resto de propuestas.

Se ha comprobado que las empresas participantes disponen de soluciones cuyos componentes se sitúan en los siguientes puntos de madurez tecnológica:

- **Integración de lecturas en tiempo real con dispositivos RFID.** El RFID pasivo es un estándar mundial. Actualmente hay muchas etiquetas RFID pasivas, que llevan acelerómetros y distintos sensores. Es la tecnología que se usa en el entorno hospitalario y hotelero para uso en lavandería y textil. Las infraestructuras que se están construyendo con esta tecnología se hacen con ese objetivo.  
Los proyectos que se han hecho con otras tecnologías, o híbridos han supuesto grandes varapalos, porque pueden controlar la posición de objetos, pero no otras informaciones como las que se necesitan en este proyecto.  
La construcción de este tipo de proyecto, con la casuística que supone, permite concluir que este elemento de la solución se sitúa en un TRL6 a TRL 7.
- **Hardware: coretransitionPoint® Solución propia de hardware.** Esta solución utilizará puntos de paso RFID (coretransitionPoint®) con sensores para equipos y pacientes, determinando diferentes tecnologías de emisión y recepción de datos en función de la precisión de ubicación requerida. Este elemento de la solución se sitúa en un TRL5.
- **Uso de IoT para la integración de sensores,** la cual permitirá sensorizar tanto a los activos como a los propios pacientes, con el objetivo de crear una réplica georreferenciada real sobre la que además se puedan aplicar técnicas de analítica avanzada. Por todo ello, se concluye que este elemento de la solución se sitúa en un TRL6.
- **Machine Learning y Deep Learning** para la elaboración de modelos de conocimiento y generar nuevos modelos de analítica avanzada predictivos, descriptivos y prescriptivos para la mejora de los servicios. Aplicación de Analítica, AI y Machine Learning para optimizar los procesos y los costes del SMS. El modelo IA/ML permitirá generar predicciones de uso del espacio y de necesidades de mantenimientos a partir de los datos recogidos por la plataforma. No existen referencias de soluciones en el entorno hospitalario. Por tanto, se concluye que este elemento de la solución se sitúa en un TRL4.
- **Software: Integración transparente con solución de terceros.** Todas estas lecturas entre los activos y los elementos de captación serán recogidos a través de un



middleware central, el cual puede ser único (para el conjunto de todos los hospitales de SMS) que será el encargado de recoger esas lecturas y mostrarlas en una plataforma online, la cual, en función de las credenciales, podrá ver la información de los activos, mediante un cuadro de mandos, que permita visualizar diferentes indicadores e informes.

De acuerdo con la información recibida del mercado, podemos concluir que existen actualmente soluciones con un nivel de desarrollo tecnológico según los TRL planteados cercanos a la solución que se demanda. En este marco se considera posible que puedan ser ulteriormente desarrollados para dar cumplimiento de los objetivos marcados por el reto y satisfacer la necesidad no cubierta.

El grado de cumplimiento potencial de los objetivos del reto se estima completo, habiendo suficientes propuestas como para conformar una solución que cubra todas las necesidades en los casos de uso planteados.

## 5. RESULTADOS ESPERADOS

Solución de localización integrable con el sistema de gestión de incidencias, peticiones y cambios, con software de código abierto y posibilidad de ejecutarlos en diferentes sistemas operativos (Windows y Linux).

- Uso de tecnología RFID.
- Machine Learning y Deep Learning para la elaboración de modelos de conocimiento.
- Uso de IoT para la integración de sensores.

La solución tecnológica, incluirá los siguientes requisitos:

- Creación de un repositorio de datos de activos fijos. Despliegue del repositorio de datos a partir de datos estructurados y no estructurados de activos fijos.
- Digitalización y desarrollo de una réplica virtual de los activos georreferenciados.
- Puesta a disposición de herramienta de Análítica Avanzada de Datos de activos fijos.
- Machine Learning y Deep Learning para la elaboración de modelos de conocimiento.
- Uso de IoT para la integración de sensores.
- Debe ser un software de código abierto.
- Posibilidad de ejecutarlos en diferentes sistemas operativos (Windows y Linux).

Digitalización de infraestructuras, georreferenciación de inmuebles y activos. Indoor mapping (geocodificación) y ejecución de algoritmos predictivos.

### 5.1. Nuevos bienes o servicios innovadores en mercado

Plataforma digital de gestión síncrona de activos físicos y de los pacientes, que permitirá obtener información, modificar, registrar y realizar un seguimiento de todos ellos, para la toma de decisiones operativas y estratégicas

El resultado del proyecto será la mejora de la gestión de los activos fijos y pacientes del Servicio Murciano de Salud (SMS), continuando con el proceso de regularización de estos que se está llevando a cabo, y avanzando en la automatización de la gestión de dichos activos físicos del SMS mediante la creación de una plataforma tecnológica de almacenamiento masivo de datos de activos fijos y de gestión del SMS.

Esta plataforma permitirá ubicar en tiempo real todos los activos físicos y pacientes de un complejo hospitalario dado (ubicación, tiempo que permanece en cada ubicación,



movimientos...), de forma que se minimice el impacto derivado del extravío o desconocimiento de la existencia de determinados activos.

Por otro lado, la plataforma también desarrollará una réplica virtual de las infraestructuras y sus activos físicos, utilizando datos reales, de tal manera que se registre automáticamente la ubicación del activo, dispositivo o equipamiento médico a medida que se traslada, proporcionando visibilidad en tiempo real de cada artículo. Además, esta reproducción analizará datos del estado de los activos y obtendrá conclusiones utilizando Inteligencia Artificial y Machine Learning, solucionando incidencias, proponiendo optimizaciones y pudiendo predecir operaciones de mantenimiento y renovaciones. La solución incorporará la posibilidad de simular el comportamiento de los activos ante determinados cambios o estímulos, permitiendo analizar su rendimiento y resultados, y mejorando así su eficacia.

Idealmente, esta plataforma será la herramienta de apoyo en tomas de decisiones como mantenimiento preventivo, reposición o adquisición de activos fijos, así como de decisiones de carácter más estratégico como es el diseño de los flujos dentro de un centro hospitalario o la apertura de nuevos espacios de atención y tratamiento de pacientes (si, por ejemplo, el sistema detecta un elevado tiempo de espera de los mismos).

Actualmente, se está incorporando el etiquetado RFID a todos los dispositivos y activos físicos del Servicio Murciano de Salud. La hipótesis de partida es que se podrá aprovechar este etiquetado y complementarlo con otros sensores e identificadores, permitiendo la identificación en tiempo real de todos los activos que afecten a los resultados asistenciales o que tengan un valor monetario elevado:

- Mobiliario y equipo de oficina: escritorios, sillas, juegos de muebles de sala, calculadoras, ...
- Equipo de transporte: ambulancias, montacargas, automóviles, ...
- Equipo médico y de laboratorio: agitadores, electrocardiógrafos, centrifugas, laringoscopios, estufas bacteriológicas, mesas y camas ginecológicas, equipos para rayos x, dotadores de serología, microscopios, monitores cardíacos...
- Equipo para servicio hospitalario y de consulta: aparatos de anestesia, autoclaves o esterilizadores, básculas, canapé, sillas de ruedas, camas y camillas, carros para transportar pacientes, incubadoras, ...

El proyecto persigue los siguientes resultados:

- Gestión automatizada y eficiente de los activos fijos tangibles. El personal tendrá acceso inmediato a todos los activos que necesiten en el momento en el que lo necesiten.
- Gestión automatizada y eficiente de los pacientes. El personal tendrá acceso inmediato a la ubicación de los pacientes en todo momento.
- Digitalización de infraestructuras en un entorno georreferenciado.
- Estandarización en la adquisición, registro y monitorización de datos patrimoniales.
- La aplicación de tecnologías de radiofrecuencia para la localización en tiempo real de activos estratégicos.
- Reducción de los costes de adquisición de los activos, mejorando la planificación de pedidos de compra conjunta.



- Mantenimiento predictivo de los equipos. Reducción de los costes de mantenimiento y reposición de equipos.
- Reducción de los costes operativos, mejorando los índices de utilización de equipos existentes, reduciendo compras innecesarias de inventario adicional.

En el marco del proyecto se desarrollará la plataforma, así como el sistema de gestión inteligente y se implementará en un complejo hospitalario concreto para el entrenamiento del algoritmo y validación de la solución.

## 5.2. Mejoras del servicio público

- Mejora de la gestión de los recursos asistenciales.
- Mejora de los procesos del SMS.
- Minimización de errores.
- Mejor asistencia sanitaria.

## 5.3. Impactos e indicadores. Identificación, construcción, metodología y resultados esperados

Plataforma única para el control de los activos por trazabilidad RFID, de desktop que permite el acceso a un cuadro de mandos con los diferentes indicadores e informes, para tener la información que el SMS requiere, y que puede ser parametrizable en función de las credenciales de acceso.

- Conocimiento del inventario de activos, en función de las lecturas realizadas.
- Conocimiento del estado de los activos (Mantenimiento).
- Visión Stock Global por ubicaciones.
- Rotación de los equipos.
- Bajas de los equipos.
- Registro de movimientos de cada activo.
- Número de unidades por categoría de activos en tiempo real.
- Trazabilidad de movimientos de las ambulancias, vehículos y demás elementos.
- Trazabilidad de los equipos indoor y outdoor.
- Conocimiento de las potenciales pérdidas de equipos.
- Monitorización de los equipos mediante los layout de las plantas de los hospitales.
- Conocimiento de dónde hay incidencias de falta de rotación de equipos.
- Conocimiento de posibles incidencias / pérdidas por ubicaciones.
- Disminución de la compra de equipos por el conocimiento de stock.
- Posibilidad de conocer si las camas UCI y/o equipos están en funcionamiento o no.
- Posibilidad de disminuir el renting de los equipos de los fabricantes al tener localizados los equipos en tiempo real.
- Eliminación de tiempos en la búsqueda de equipos por el/la equipo de enfermería. Eliminación la posibilidad de no utilizar equipos por falta de mantenimiento.

El proyecto supondrá un avance en soluciones tecnológicas y digitalización de procesos en entornos hospitalarios y/o sensibles, que a su vez supondrán:

- Reducción en la compra de equipos.
- Gestión eficiente de los equipos en función de los usos y rotaciones.



- Eliminación de tiempos de búsqueda de equipos Eliminar la posibilidad de cancelar operaciones por falta de equipos o por mantenimiento inadecuado.
- Disminución de las pérdidas de equipos.
- Aumento del uso de los equipos en Stock.
- Los fabricantes podrían tener conocimiento de la previsión de mantenimiento de los equipos.
- Los fabricantes de equipos podrían adelantarse a futuras necesidades en función de las posibles potenciales pérdidas, bajas de equipos, estado de mantenimiento, pudiendo organizar líneas de producción en función de las necesidades futuras. Las empresas de ambulancias podrían disponer de un inventario en tiempo real y tener conocimiento del estado de los equipos críticos para su intervención, incluso cabría la opción de que pudieran realizar pedidos de forma automática al SMS en función de la cantidad de stock de éstas (solución BLE, etiquetas inteligentes).

## AP -5 Deep Diver

### 1. RESUMEN.

Sistema que permita identificar indicios de Enfermedades Profesionales, empleando para ello toda la información de la historia clínica de Atención Primaria y hospital, así como el texto libre de los registros clínicos, desarrollando un algoritmo con una tasa de acierto que permita automatizar su detección.

### 2. OBJETIVOS

Las enfermedades profesionales (EP) son una causa frecuente de morbi-mortalidad en nuestro país. La responsabilidad de asistencia de las EP corresponde por ley a las mutuas, pero, al pasar la mayor parte de las mismas desapercibidas como Enfermedad Común (EC), es el sistema público de salud quien asume su atención y el sistema nacional de la seguridad social quien costea dichas prestaciones. Esta falta de identificación es mayor cuanto más grave es la enfermedad, siendo el caso extremo el de los cánceres de origen laboral.

Esta incorrecta asunción como Enfermedad Común tiene como resultado, no sólo un aumento de costes para el sistema público, sino una pérdida de prestaciones para los pacientes y sus familias, ya que las prestaciones por enfermedad profesional son mayores que aquellas destinadas a los pacientes de Enfermedad Común. Además, esta ausencia de identificación de las EP como tales, redundará en una ausencia de implantación de medidas preventivas y correctoras de las causas que las provocan en los puestos de trabajo, lo que, a su vez, genera nuevos casos, perpetuando y extendiendo la aparición de estas enfermedades.

El personal médico puede en la actualidad comunicar sospechas de EP para ser valoradas por los organismos correspondientes, pero para ello es necesaria una asistencia que permita alertar al personal médico de aquellos casos susceptibles de ser EP.

### 3. NECESIDAD DEL PROYECTO.

#### 3.1 Antecedentes

##### Enfermedades Profesionales y el SMS

Las enfermedades relacionadas con el trabajo son la mayor causa de muertes evitables en los países más desarrollados. Dentro de ellas, las Enfermedades Profesionales (EP) son una serie de distintas patologías - recogidas en el en el anexo I del Real Decreto 1299/2006 de 10 de



noviembre - cuya relación causal con el puesto de trabajo está demostrada suponiendo una responsabilidad jurídica en su prevención, asistencia y prestaciones. Sin embargo, la mayor parte de las EP pasan inadvertidas como Enfermedad Común, asumiendo el sistema público el coste de sus prestaciones. En la actualidad, el personal médico puede enviar sospechas de EP para ser valoradas, de forma que sean las mutuas quienes asuman la protección de las contingencias profesionales.

El Servicio Murciano de Salud (SMS) tiene implantado un sistema de alertas de sospecha de EP sobre los diagnósticos nuevos en el sistema de información (OMI) de Atención Primaria (AP) facilitando la comunicación telemática de la sospecha a la Unidad de Seguimiento de Sospechas de Enfermedades Profesionales (USSEP) dentro de la Inspección Sanitaria, la cual tramita a la mutua las sospechas que reúnen los requisitos técnico-legales. Este circuito regional supuso en el primer año de implantación (2015) un incremento del 68% de EP reconocidas respecto al año anterior. No obstante, las alertas sólo actúan al abrir un episodio nuevo en AP, sin actuar en los episodios históricos ya diagnosticados, donde están la mayor parte de las enfermedades crónicas y los cánceres. El sistema tampoco es capaz de identificar posibles indicios de las EP ni sobre el texto libre dentro de esos episodios, ni sobre los diagnósticos hospitalarios.

Por ello se puede afirmar que este éxito es sólo parcial ya que las alertas actuales no actúan sobre la mayor parte de las enfermedades graves. Por ejemplo, se estima que el 4% de todos los cánceres se podrían atribuir a exposiciones laborales. El reconocimiento del cáncer profesional en España es irrelevante, siendo declarados como enfermos profesionales apenas una fracción mínima (entre el 0,1 y 0,2%) de los cánceres laborales estimados.

La detección y registro de las Enfermedades Profesionales como tales es un reto universal, siendo una de las áreas de mejora y ahorro sanitario más constantes y prioritarias de cualquier sistema de salud, tanto regional como nacional. En España existe un registro oficial de EP (CEPROSS) en el que se pueden comprobar diferencias entre las distintas CCAA, todas ellas muy por debajo de la EP estimada.

### 3.2. Necesidad no cubierta

El Servicio Murciano de Salud requiere de una solución que le permita extender las alertas que recibe el personal médico de sospechas de cualquier tipo de Enfermedad Profesional, empleando para ello toda la información de la historia clínica de Atención Primaria y hospital, así como el texto libre de los registros clínicos, desarrollando un algoritmo con una tasa de acierto que permita automatizarlas.

Esto radica en la necesidad del Servicio Murciano de Salud de mejorar la calidad asistencial del servicio público prestado, además de la eficacia y eficiencia de los recursos destinados a tal efecto.

El objetivo principal del proyecto es la disminución del infra-registro de todas las Enfermedades Profesionales en el Servicio Murciano de Salud (SMS). Con ello, se espera, por un lado, aumentar la eficiencia del sistema de salud, mediante la reducción de costes asistenciales directamente asociados a las EP (que afectan a todas las áreas del sistema de salud; asistencia, farmacia, intervenciones, ingresos...). Esto, gracias a que la identificación de una enfermedad como EP permite transferir la responsabilidad de su asistencia a las mutuas.

Por otro lado, se espera impactar positivamente en la reparación de los pacientes, ya que las prestaciones económicas (bajas laborales y pensiones por jubilación anticipada o por fallecimiento) por enfermedad profesional son mayores que aquellas destinadas a los pacientes



de Enfermedad Común. En consecuencia, aumentará tanto el número de pacientes indemnizados como la cuantía y cobertura de su indemnización a cargo del responsable (mutua) y no de las arcas públicas (SS). Esto puede acabar con el círculo perverso que permite la impunidad y gratuidad de los EPP (elementos de protección personal) a través de su invisibilidad. Además, el derecho a la prestación generado por una EP persiste más allá de la vida laboral del paciente, trascendiendo incluso a sus herederos en caso de fallecimiento.

Asimismo, se espera que la identificación de las EP como tales redunde - en el medio y largo plazo - en una mayor implantación de medidas preventivas y correctoras de las causas que las provocan en los puestos de trabajo, lo que, a su vez, permitirá gradualmente reducir la incidencia de ciertas EP y, en definitiva, mejorar la condición de salud global de la población, así como de la propia productividad laboral.

De acuerdo con la información recibida del mercado, podemos concluir que existen actualmente muy pocas soluciones debido a lo específico del campo abordado. Se concluye que un proyecto que se acerque a responder al reto en su totalidad debería integrar, al menos, los siguientes elementos u objetivos específicos:

1. Debe desarrollarse una plataforma sanitaria que permita, mediante algoritmos de procesado del lenguaje natural, mapeo entre taxonomías y análisis de datos, detectar sospechas de cualquier enfermedad profesional, aprovechando toda la información de la historia clínica de Atención Primaria y hospital, así como el texto libre de los registros clínicos.
2. Debe ser un software de código abierto.

El algoritmo de alerta debe tener una tasa de acierto medida con un área bajo la curva ROC (AUROC) >0.8 para cada grupo de EEPP.

Para llevar a cabo la solución, se realizarán los siguientes desarrollos de I+D+i:

- Se usarán técnicas NLP (técnicas de procesamiento de lenguaje natural), capaces de procesar los campos de texto libre de la HCE (Historia Clínica Electrónica) en búsqueda de conceptos relevantes, para la detección de enfermedades profesionales.
- Se emplearán técnicas de Machine Learning, alimentadas de los datos cuantitativos y estructurados de la HCE y de los resultados del pipeline NLP para generar sospechas de enfermedad profesional en la HCE, alimentándose con los datos una vez han sido revisados por la Unidad de Seguimiento de Sospechas de Enfermedades Profesionales (USSEP).
- Además, se espera obtener valor adicional, aumentando las funcionalidades del sistema, gracias a las técnicas de mapeo entre taxonomías, inteligencia artificial explicable y el Machine Learning.
- La introducción de técnicas de IA explicable, constituirían un elemento diferenciador, incrementando la confianza de los profesionales en la tecnología y favoreciendo la adopción del sistema.
- También, el diseño de la solución se hará pensando en que sea viable el multilingüismo, sin necesidad de rehacer toda la solución.

El elemento absolutamente disruptivo en este proyecto es utilizar todo este compendio de herramientas de la forma descrita, para conseguir el objetivo del proyecto.





Además, el proceso debe ser personalizado para cada grupo de enfermedades, ya que el pipeline creado habrá que ir adaptándolo a cada uno de ellos.

La creación de una herramienta como la descrita, capaz de entender no sólo las codificaciones, sino el texto libre, sacar conclusiones de ese texto libre, mostrarlo al usuario en una interfaz que sirva para validar; (aprendiendo de estas validaciones) y se la envíe a un tercero (USSEP) para que la termine de validar; para después permitir enviar el resultado a las mutuas y más tarde informe al tercero de la respuesta de las mutuas o el INSS, es increíblemente completa y novedosa.

No existe en el mercado ninguna solución aplicada a este contexto dado el entrenamiento tan específico requerido, precisando acceso a datos clínicos y su validación posterior en cada ámbito.

Es además una herramienta que se puede transportar a muchos escenarios y aplicaciones, aunque es difícil encontrar escenarios más complejos que la enfermedad profesional, donde se aúna la complejidad clínica con una parte jurídica y una parte de exposiciones a riesgos de salud desconocida.

#### **Grado de TRL partida declarado por las empresas en la CPM realizada: 4**

Habiéndose validado un prototipo para un grupo de EP concreto, se desarrollará una nueva solución (incluyendo el algoritmo), para dos grupos de EP (p.e. las relacionadas con exposición al Benceno). La solución permitirá, por un lado, extender las alertas para detectar sospechas de cualquier EP aprovechando toda la información de la historia clínica de AP y hospital, así como el texto libre de los registros clínicos, desarrollando un algoritmo de alerta con una tasa de acierto medida con un área bajo la curva ROC (AUROC) >0.8.

Se utilizarán sospechas históricas para entrenar y validar el algoritmo. De todos estos pacientes se incluirá su historial completo de AP y hospital -episodios de AP (códigos CIAP 2.), episodios de hospital (códigos CIE-9 MC y/o CIE-10)- así como el texto libre anotado en los registros AP y hospital.

Se utilizará una parte de las historias clínicas de un Área de Salud del SMS para el entrenamiento del algoritmo y el resto para su validación y obtención de resultados (sospechas de alerta de EP).

Las descargas serán facilitadas por el SMS y no se necesitarán integraciones.

Los requisitos esperados de la solución son:

1. La solución deberá ser capaz de identificar nuevas sospechas de EP a partir de una lista de sospechas validadas facilitada por el SMS.
2. Las fuentes de datos facilitadas sobre las que aplicará esta búsqueda serán:
  - a. Episodios de Atención Primaria (AP) codificados en CIAP 2.
  - b. Episodios hospitalarios codificados en CIE-9 MC y/o CIE-10.
  - c. Texto libre registrado en AP y hospital, buscando palabras clave (enfermedades, signos, puestos de trabajo, exposiciones...).



- d. Tabla de códigos diagnósticos CIE-9 MC y/o CIE-10 relacionados con EP facilitadas por el SMS.
- e. INFOCARQUIM, herramienta informativa sobre de la peligrosidad de los agentes cancerígenos y mutágenos y los tumores relacionados.

3. La solución configurará un data lake con la descarga cruda de estas fuentes de datos a disposición de USSEP y SMS. Los datos estarán agrupados por paciente para su estudio, buscando establecer algoritmos que automaticen el proceso y detecten nuevas asociaciones de sospecha de EP.

4. Aplicando el algoritmo validado a ese data lake la empresa creará una tabla con las sospechas de EP asignando a cada caso una probabilidad que pondrá a disposición de USSEP y SMS.

5. Estas sospechas podrán ser filtradas por diagnóstico y probabilidad de EP para ser enviadas por la USSEP a los médicos de familia responsables de cada paciente.

6. El algoritmo será refinado en función del resultado de las nuevas sospechas generadas, sumando al entorno de aprendizaje histórico el de aprendizaje evolutivo.

El resultado tangible será la tasa de acierto en las alertas ofrecidas por el algoritmo. Objetivo: área bajo la curva ROC (AUC ROC) >0.8.

Los principales aspectos innovadores serán:

El prototipo de Deep Diver diseñado para la detección de enfermedades profesionales relacionadas con el amianto detectó 4.207 sospechas validadas (187 mesoteliomas, 1.854 engrosamientos pleurales difusos, 1.805 asbestosis, 1.960 cánceres de pulmón, 141 cánceres de laringe y 1 fibrosis pericárdica) con una precisión altísima (AUC ROC= 0,983), muy por encima del objetivo (AUC ROC= 0,80).

Por tanto, se cuenta con una solución validada en entorno real, pero no comercializada para el caso de EEPP relacionadas con el amianto (TRL=7).

Para el resto de EEPP, no relacionadas con la exposición al amianto, y en base al Informe de Consultas Preliminares al Mercado, el TRL se sitúa en 4 y habría que constituir grupos funcionales de validación para cada grupo de EEPP como una nueva solución específica hasta hacerla llegar a TRL 7 o superior. Quizá sea un buen escenario para establecer una Alianza por la Innovación entre el SMS y una empresa con garantías, con el fin de replicar el mismo camino en entornos semánticos diferentes, según los factores de exposición laboral de cada grupo de EEPP.

No existe en el mercado ninguna solución aplicada a este contexto dado el entrenamiento tan específico requerido, precisando acceso a datos clínicos y su validación posterior en cada ámbito.

A continuación, se enumeran los principales riesgos identificados para el proyecto:

- Cantidad y calidad de los datos. Es posible que los datos aportados contengan una cantidad insuficiente de muestras con enfermedades profesionales o que los datos aportados no sean representativos del problema, con poca definición de los entornos semánticos para cada grupo de enfermedades profesionales.



- EEP. Es posible que cada enfermedad requiera de un “subsistema” específico a medida, por lo que es muy complicado saber la efectividad que tendrá el sistema para las diferentes especialidades. En todo caso hay que volver a hacer todo el proceso de biblioteca para cada grupo de enfermedades.
- Idioma. Es posible que la solución resultante sea válida para el castellano, por lo que requerirá de adaptaciones para otros idiomas. Puede que incluso se requiera “rehacer” por completo la solución, además teniendo en cuenta que se considera que buena parte de la información útil está en campos de texto libre.
- Adaptaciones a los HCE. También se requerirán adaptaciones a cada sistema de HCE existente, y eso podría suponer un problema porque la información que se haya usado para entrenar los sistemas no esté accesible en otras HCEs.
- Coordinación. Se requiere la implicación de los profesionales sanitarios expertos para la validación de la solución propuesta.
- Integración. La integración con terceras aplicaciones puede generar problemas de integración de los datos o desfases tecnológicos.
- Explicabilidad: es interesante que las asociaciones que surjan del algoritmo sean entendibles y plausibles para validar la sospecha de EP.

#### 4. CONTENIDO INNOVADOR DE LA PROPUESTA.

Las enfermedades profesionales (EP) son una causa frecuente de morbi-mortalidad en nuestro país. La responsabilidad de asistencia de las EP corresponde por ley a las mutuas, pero, al pasar la mayor parte de éstas desapercibidas como Enfermedad Común (EC), es el sistema público de salud quien asume su atención y el sistema nacional de la seguridad social (SS) quien costea dichas prestaciones. Esta falta de identificación es mayor cuanto más grave es la enfermedad, siendo el caso extremo el de los cánceres de origen laboral.

El personal médico puede en la actualidad comunicar sospechas de EP para ser valoradas por los organismos correspondientes, pero para ello es necesaria una asistencia que permita alertar al personal médico de aquellos casos susceptibles de ser EP.

La solución para desarrollar en el proyecto permitirá, por un lado, extender las alertas para detectar sospechas de cualquier EP aprovechando toda la información de la historia clínica de AP y hospital, así como el texto libre de los registros clínicos, desarrollando un algoritmo de alerta con una tasa de acierto medida con un área bajo la curva ROC (AUROC) >0.8.

Se utilizarán sospechas históricas para entrenar y validar el algoritmo. De todos estos pacientes se incluirá su historial completo de AP y hospital -episodios de AP (códigos [CIAP 2.](#)), episodios de hospital (códigos [CIE-9 MC y/o CIE-10](#))- así como el texto libre anotado en los registros AP y hospital.

Se utilizará una parte de las historias clínicas del SMS para el entrenamiento del algoritmo y el resto para su validación y obtención de resultados (sospechas de alerta de EP).

El SMS facilitará bien las descargas o mejor el acceso a su Data Lake para construir un data set específico para cada grupo de EP a estudiar, es este caso dos, como estructura base a partir de la cual entrenar los algoritmos.



Se desarrollará un sistema de detección de casos con alta sospecha de enfermedad laboral mediante la concentración de datos de distintas fuentes, y la utilización de distintas tecnologías:

- La aplicación de técnicas de Procesado de Lenguaje Natural, ya que buena parte de la información útil se encuentra en campos en formato de texto libre.
- Big Data.
- Diferentes técnicas de Inteligencia Artificial combinadas.
- Mapeo entre taxonomías.

Además de un diseño del proceso para favorecer la viabilidad del multilingüismo y la adaptación a los distintos grupos de EEPP sin necesidad de rehacer toda la solución.

El proyecto consiste en desarrollar una solución basada en la combinación de diferentes técnicas de IA para la detección de sospechas de enfermedades profesionales en la HCE del SMS, teniendo en cuenta que buena parte de la información útil se encuentra en campos en formato de texto libre, por lo que es fundamental emplear técnicas de NLP.

Se creará un sistema multitecnológico donde se trabajará con tecnologías de Deep learning para crear redes neuronales a partir de la información, tanto estructurada como en lenguaje natural, que existe en la historia clínica electrónica de SMS, pero al mismo tiempo complementado con un pipeline de procesamiento de lenguaje natural, para aplicar otras técnicas y poder generar resultados más rápidos.

La Fase I del proyecto se divide en los objetivos específicos descritos a continuación.

#### **Establecer los grupos de EEPPP que se abordarán en el proyecto**

Este proyecto presenta la casuística de la existencia de centenares de enfermedades profesionales a abordar, según Real Decreto 1299/2006 de 10 de noviembre.

Los diferentes grupos de enfermedades profesionales existentes supondrán en el proyecto emplear diferentes técnicas y serán diferentes también los recursos con los que habrá que alimentar este tipo de sistemas NLP. También las redes neuronales, para cada grupo de enfermedades habrá que entrenarlas con casos específicos de ese grupo de enfermedades en cuestión.

Aunque el proceso, metodología, y forma de trabajar va a ser muy similar, cada grupo sí va a requerir de una dedicación en horas/hombre para realizar ese sistema de sospechas. Por lo tanto, el tiempo y costes del proyecto va a estar muy ligado al número de enfermedades a abordar, aunque algunas se pueden agrupar, como se hizo en su día en el proyecto inDemand, con el amianto.

La primera tarea en el proyecto será agrupar las enfermedades profesionales por familias y priorizar los dos grupos a abordar dentro de este proyecto. Se atenderá a factores como la disponibilidad de datos útiles (usuarios validados), que variará en función de cada grupo.

En una primera fase del proyecto se hará el pipeline de servicios y comunicaciones (que incluye datos y comunicación a primaria y a la USSEP), desarrollando con uno de los grupos un ciclo completo.

Una vez con el sistema base, y en una segunda fase, se cargarían los dos grupos de enfermedades seleccionados en este primer análisis.

#### **Dataset**



La muestra de datos ofrecida por el SMS, junto con la información semántica que incorpora cada una, como son los códigos CIAP-2 y los códigos CIE-9 y/o CIE-10. A ello podrá sumarse, mediante una integración corporativa, el resultado de dichas sospechas (respuesta de las mutuas o del INSS) en el sentido de asunción de cada sospecha como EP, en estudio o descarte.

### **Solución NLP sobre el dataset**

Se aplicarán un conjunto de herramientas de **Natural Language Processing (NLP)**, ya que buena parte de la información no es estructurada -texto libre-, para extraer las características del texto que posteriormente se usarán como entrada del sistema de clasificación.

### **Subsistema Machine Learning**

Una vez que tengamos un vector con las características obtenidas a partir del texto libre y los metadatos o información semántica que nos dan los códigos CIAP-2, CIE-9/10 y otros que se puedan usar, se usarán las historias ya revisadas por la USSEP para entrenar al sistema empleando técnicas de **Machine Learning**, usando un procedimiento donde parte de los datos se usarán para entrenamiento y otros para validación y tests.

### **Primera aproximación al reto**

Para esta aproximación se valorarán diferentes tipos y configuraciones de **Redes Neuronales**, sobre todo aquellas que usan el contexto para obtener mejores resultados, y que suelen ser las que mejor funcionan en problemas NLP, pues las palabras están relacionadas y tienen un significado e importancia en función del contexto en el que se enmarcan.

### **Segunda aproximación al reto**

Utilizando técnicas clásicas de NLP, esta salida del sistema NLP se utilizará como información de entrada de la primera aproximación, entre los metadatos que acompañan al texto libre de las HCE, ya que todo el sistema será diseñado para que el personal sanitario de la USSEP pueda seguir alimentando al sistema con nuevos casos etiquetados.

Esta segunda aproximación se basa en el hecho de que, si vemos cada enfermedad profesional como un concepto, este concepto estará a su vez relacionado con muchos más, que a su vez estarán relacionados con otros, y así sucesivamente, por lo que se podría entender esta estructura como una ontología, teniendo en cuenta que cada concepto tiene diferentes expresiones terminológicas. De esta forma, si buscamos en la HCE de un paciente apariciones de los términos que forman esa ontología y si somos capaces de combinar esos resultados, podríamos obtener una fórmula que indique el porcentaje de sospecha de una enfermedad profesional en la EHR de un paciente.

Esta forma de trabajar permite empezar a trabajar e incluso conseguir resultados con un volumen de datos iniciales no demasiado alto.

Se podrá así empezar a generar ya información que luego pueda ser validada o etiquetada por expertos en la materia, en sospechas de enfermedades profesionales. Este resultado alimentará sistemas basados en redes neuronales profundas, que requieren de muchísimos datos para entrenamiento.

Este planteamiento permitirá empezar a trabajar rápidamente con las enfermedades profesionales de las que tenemos más sospecha, para darle más énfasis, y que poco a poco el



sistema vaya realimentándose y aprendiendo de ello, para tener mayor precisión y generar mayor valor a los usuarios.

Es en definitiva un sistema experto, porque intentamos llevar el conocimiento que tienen un grupo de personas a un sistema informático. Se trata de trasladar la capacidad que tienen los médicos que trabajan con las EP de clasificar un determinado episodio o una determinada historia clínica electrónica de la que se tiene una sospecha que se trate de una enfermedad profesional, a un sistema informático.

Además, facilita resolver el problema de documentación en diferentes idiomas. El pipeline NLP permite de una forma relativamente factible modificar el sistema inicial de clasificación basado en técnicas tradicionales NLP para aplicarlo a otros idiomas.

El catálogo de enfermedades profesionales es una lista que se va modificando, aunque lentamente. De esa forma, pueden considerarse nuevas enfermedades profesionales, mientras otras incluso pueden dejar de serlo. El sistema propuesto se adapta bastante bien a las posibles modificaciones que pueda haber en el tiempo en ese catálogo de enfermedades profesionales.

El Servicio Murciano de Salud ya ha trabajado en esta problemática. De hecho, se realizó una consulta preliminar al mercado en el contexto del proyecto europeo inDemand, al ser seleccionado Deep Diver como uno de los retos ganadores. Se transformó la ficha de necesidades no cubiertas (reto) en un pliego que fue licitado de forma abierta a todas las PYMEs europeas durante 3 meses, tras el evento de presentación inicial (Gala de Innovación). Se contestaron por escrito todas las dudas de las empresas interesadas, recibiendo finalmente 4 propuestas de PYMEs de todo Europa:

- Vocali
- Virtual Desk
- Tree Techonology
- Pertica

Tras seleccionar la ganadora mediante un Comité de Evaluación se co-creó una solución para la detección 6 enfermedades profesionales relacionadas con asbesto o amianto. Dicha solución fue validada a nivel prototipo y finalmente probada rastreando más de 250.000 historias clínicas electrónicas del histórico de un Área de Salud con una alta exposición a asbesto. De todos estos pacientes se incluyeron episodios codificados de Atención Primaria y diagnósticos codificados en hospital, así como texto libre de los dos ámbitos. Se aplicaron técnicas de Big Data, inteligencia artificial y procesamiento de lenguaje natural. Se entrenó el algoritmo con Random Forest y se empleó el Área Bajo la Curva ROC (AUC ROC) para comprobar su tasa de acierto con un objetivo de AUC ROC=0.80.

Con este nuevo desarrollo, se espera aplicar la inteligencia artificial a la detección de enfermedades laborales, extendiendo el modelo más allá de los resultados obtenidos en el proyecto europeo anteriormente mencionado, inDemand.

Aquel proyecto, precursor del que ahora se presenta, obtuvo un resultado parcial, para un grupo de EEPP, pero sin completar la automatización ni la comunicación al profesional. Sólo se creó la base de datos inicial; no se abordó todo el desarrollo de inteligencia artificial posterior que se pretende llevar a cabo ahora.



Para las enfermedades profesionales no relacionadas con la exposición al amianto (abordado en inDemand), en primer lugar, habría que constituir grupos funcionales de validación para cada grupo de EEP como una nueva solución específica.

Como se explicó previamente en el apartado de principales aspectos innovadores del proyecto, el prototipo que se va a utilizar para Deep Diver, fue diseñado en un proyecto previo del Servicio Murciano de Salud, y su uso era para detectar enfermedades profesionales que guardaban relación con el desarrollo de trabajos en los que se estaba en presencia de amianto. En aquel momento el dispositivo detectó más de 4.000 sospechas validadas, de las cuales 187 mesoteliomas, 1.854 engrosamientos pleurales difusos, 1.805 asbestosis, 1.960 cánceres de pulmón, 141 cánceres de laringe y 1 fibrosis pericárdica con una precisión altísima (AUC ROC= 0,983), muy por encima del objetivo (AUC ROC= 0,80).

Teniendo en cuenta todo lo anterior, se puede concluir que la solución ha sido validada parcialmente para un grupo de enfermedades profesionales en un entorno real, pero sin completar la automatización ni la comunicación al profesional, ya que tan sólo crea una base de datos. La solución no se encuentra comercializada aún, y solo se ha aplicado en el caso de la EP relacionadas con el amianto, por lo que se considera un TRL=7. En el caso de enfermedades profesionales no relacionadas con la exposición al amianto, se puede indicar que no existe en el mercado ninguna solución aplicada a este contexto, dado el entrenamiento tan específico requerido, precisando acceso a datos clínicos y su validación posterior en cada ámbito.

En la Consulta Preliminar al Mercado, se recibieron dos propuestas. Una de ellas ofrecía una solución comprehensiva del reto, superando ampliamente las prestaciones de cualquier solución disponible en el mercado y ofreciendo una visión holística de la necesidad no cubierta. La otra propuesta aportaba capacidades y funcionalidades diferenciales, complementarias y que respondían total o parcialmente a algunos de los objetivos o necesidades previstas.

Se ha comprobado que las empresas participantes proponen soluciones cuyos componentes se sitúan en los siguientes puntos de madurez tecnológica:

- **Técnicas de Machine Learning** para entrenar al sistema a través de una muestra de datos ofrecida por el SMS, junto con la información semántica que incorpora cada una, como son los códigos CIAP-2 y los códigos CIE-9 y/o CIE-10.  
Estas técnicas se encuentran en proceso de desarrollo en el ámbito sanitario. En esta aplicación concreta, para conseguir generar sospechas de enfermedad profesional en la HCE; se estima que la solución se encuentra en un TRL4 (prototipo escala reducida) a TRL 6 (prueba entorno simulado).
- **Herramientas de Natural Language Processing (NLP)**, ya que buena parte de la información no es estructurada (texto libre). Se utilizarán para extraer las características del texto que posteriormente se usarán como entrada del sistema de clasificación. Se deberá analizar el texto proveniente de las Historias Clínicas, extraerá las entidades clínicas relevantes, y le asignará un código de una terminología estándar como CIAP o CIE10, dependiendo del contexto.  
Una solución de NLP para esta búsqueda de conceptos relevantes para la detección de enfermedades profesionales, se estima que se encuentra dentro de un TRL4 (prototipo escala reducida) a TRL 6 (prueba entorno simulado).
- **Redes Neuronales**, de diferentes tipos y configuraciones, sobre todo aquellas que usan el contexto para obtener mejores resultados, y que suelen ser las que mejor funcionan



en problemas NLP ya que las palabras están relacionadas y tienen un significado e importancia en función del contexto en el que se enmarcan.

Como deben aplicarse al ámbito concreto de trabajo de las posibles enfermedades profesionales, se estima que la solución estaría dentro de un TRL 6 (prueba entorno simulado) y TRL7 (prueba entorno real).

- **Algoritmos y técnicas avanzadas de IA y Big Data** para el análisis de los datos, generando tablas de sospecha por paciente con la probabilidad de sufrir una enfermedad profesional, de acuerdo con el entrenamiento realizado con las sospechas históricas.

El desarrollo de esta solución de IA para la detección automática de casos con sospecha de EP se estima que se encuentra dentro de un TRL4 (prototipo escala reducida) a TRL 6 (prueba entorno simulado).

- **Técnicas de Deep Learning** para refinar los algoritmos que permitirán recalcular las probabilidades de enfermedad profesional. Se estima que la solución se encuentra dentro de un TRL4 (prototipo escala reducida) a TRL 6 (prueba entorno simulado).

La aplicación de los algoritmos de procesamiento del lenguaje natural, mapeo entre taxonomías y análisis de datos en el ámbito de la detección de enfermedades profesionales es algo realmente novedoso. No se han encontrado productos en el mercado que busquen la detección de estas enfermedades profesionales.

Las empresas participantes proponen soluciones que utilizan un compendio de todas estas tecnologías, y que, al integrarlas, suponen TRLs situados entre 3 y 5. Por lo que se considera que el TRL de partida de esta solución se sitúa en 4.

En una de las primeras fases del proyecto habría que constituir grupos funcionales de validación para cada grupo de EEPP, para las que habrá que desarrollar soluciones específicas hasta llegar al finalizar el proyecto a conseguir un sistema de TRL 7 o superior.

Con todo ello se espera obtener una solución tremendamente innovadora que permita extender las alertas para detectar sospechas de cualquier EP, aprovechando toda la información de la historia clínica de AP y hospital, así como el texto libre de los registros clínicos.

## 5. RESULTADOS ESPERADOS

Plataforma sanitaria que permita, mediante algoritmos de procesamiento del lenguaje natural, mapeo entre taxonomías y análisis de datos, detectar sospechas de cualquier enfermedad profesional, aprovechando toda la información de la historia clínica de Atención Primaria y hospital, así como el texto libre de los registros clínicos, con software de código abierto.

El algoritmo de alerta tendrá una tasa de acierto medida con un área bajo la curva ROC (AUROC) >0.8 para cada uno de los 2 grupos de EEPP que se abordarán en el proyecto.

La solución tecnológica cumplirá lo siguiente:

1. La solución deberá ser capaz de identificar nuevas sospechas de EP a partir de una lista de lista de sospechas validadas facilitada por el SMS.
2. Las fuentes de datos facilitadas sobre las que aplicará esta búsqueda serán:
  - a. Episodios de Atención Primaria (AP) codificados en CIAP 2.
  - b. Episodios hospitalarios codificados en CIE-9 MC y/o CIE-10.
  - c. Texto libre registrado en AP y hospital, buscando palabras clave (enfermedades, signos, puestos de trabajo, exposiciones...).





- d. Tabla de códigos diagnósticos CIE-9 MC y/o CIE-10 relacionados con EP facilitadas por el SMS.
  - e. INFOCARQUIM, herramienta informativa sobre de la peligrosidad de los agentes cancerígenos y mutágenos y los tumores relacionados.
  - f. Cuadro de Enfermedades Profesionales (anexo I del Real Decreto 1299/2006 de 10 de noviembre), con los agentes y puestos de trabajo relacionados con la exposición de riesgo.
3. El SMS facilitará bien las descargas o mejor el acceso a su Data Lake para construir un data set específico para cada uno de los dos grupos de EEPP a estudiar, como estructura base a partir de la cual entrenar los algoritmos que automaticen el proceso y detecten nuevas asociaciones de sospecha de EP.
  4. Aplicando el algoritmo validado a ese data lake la empresa creará **una tabla con las sospechas de EP** asignando a cada caso una probabilidad que pondrá a disposición de USSEP y SMS.
  5. Estas sospechas podrán ser filtradas por diagnóstico y probabilidad de EP para ser enviadas por la USSEP a los médicos de familia responsables de cada paciente.
  6. Será necesario integrar con las herramientas corporativas tanto las salidas (alertas de sospecha a comunicar) como las entradas (nuevos datos como resultados de las sospechas: aceptadas, en estudio o rechazadas).
  7. El algoritmo será refinado en función del resultado de las nuevas sospechas generadas, sumando al entorno de aprendizaje histórico el de aprendizaje evolutivo.

El **resultado** tangible será la tasa de acierto en las alertas ofrecidas por el algoritmo.

#### 5.1. Nuevos bienes o servicios innovadores en mercado

Sistema que permita identificar indicios de Enfermedades Profesionales, empleando para ello toda la información de la historia clínica de Atención Primaria y hospital, así como el texto libre de los registros clínicos, desarrollando un algoritmo con una tasa de acierto que permita automatizar su detección.

#### 5.2. Mejoras del servicio público

- Mejora de la gestión de los recursos asistenciales.
- Mejora de los procesos del SMS.
- Minimización de errores.
- Mejor asistencia sanitaria.

#### 5.3. Impactos e indicadores. Identificación, construcción, metodología y resultados esperados

Entre los **beneficios** previsibles de la implementación de este sistema en SMS están:

1. Aumentar el conocimiento de las **causas** reales de muchas enfermedades ya diagnosticadas.
2. Una vez determinada la causa, ésta podrá ser **paliada o eliminada** como factor de exposición laboral para evitar nuevos enfermos.



3. Permitir la asunción correcta de la **responsabilidad** del aseguramiento laboral, facilitando a cada agente, principalmente las mutuas, la información correcta sobre el resultado de su acción de protección de la salud laboral.
4. Aumentar la **justicia social**, al facilitar el reconocimiento de EP y, con ello, el acceso a las prestaciones correctas, mayores que en la enfermedad común y asumidas por el agente que cubre la contingencia, lo que estimulará acciones de control y mejora en la seguridad laboral.
5. En el caso de pacientes **fallecidos** cuya pérdida se asocia a una enfermedad profesional, la declaración de EP permitirá a sus familiares reclamar responsabilidad y prestaciones a los agentes responsables, pues el derecho a indemnización persiste más allá de la vida del paciente.
6. Evidenciar el número real de EEP permitirá visibilizar la magnitud de un problema aún oculto, que supone la mayor causa de mortalidad evitable en un país industrializado, generando unas mejores condiciones de trabajo y, por tanto, mayor nivel de salud en la población activa, lo que supone una **mayor productividad**. En definitiva, cuidar al sector de población que es el motor social.
7. Dicho impacto podrá medirse a través de varias **métricas**, según las distintas dimensiones del problema que se desarrollan en el apartado *15-Rendimiento esperado de la propuesta*, centradas en resultados tanto en salud como en eficiencia (ahorro de costes).

Una vez implantado el sistema, los beneficios aportados por la solución propuesta para el Servicio Murciano de Salud serán:

- La solución propuesta automatizará la detección de sospechas de enfermedades profesionales, lo que permitirá al equipo de la USSEP validar/detectar sospechas, aumentando considerablemente la capacidad de trabajo del equipo y, por tanto, el número de enfermedades profesionales válidas que se detectarán. Esto supondrá un importantísimo ahorro para el Servicio Murciano de Salud, que podrá derivar los gastos de los tratamientos de esos pacientes a las mutuas, lo que supone un impacto económico directo para el SMS.
- Podrá identificar las enfermedades profesionales en un estadio más temprano y establecer una estrategia clínica que sea más eficaz, particularmente con la implementación de alertas en tiempo real, en el momento del diagnóstico y no sólo a posteriori con una tabla de sospechas ordenada por priorización.

Las **métricas** que utilizaremos para medir el **impacto en Salud** serán:

- Número de EP reconocidas.
- Aumento (en porcentaje) de EP respecto al año anterior.
- Calidad de las sospechas (EP reconocida / sospechas comunicadas).
- A largo plazo, reducción de incidencia y prevalencia por las medidas correctoras.

De esta forma podrá por un lado optimizar sus recursos, y por otro lado prevenir el avance de las enfermedades y mantener la calidad de vida de los pacientes.

Además, la codificación de las entidades clínicas en texto libre permitiría realizar análisis secundarios más allá de los planteados en este reto, en ámbitos como la investigación clínica.

- a. Coste de Operación y mantenimiento de la solución
  - Por repuestos, licencias, servidores/nube, etc.



- Partida importante para el mantenimiento de datos, actualizarlos, mantenerlo todo al día.
- b. Ingresos
  - Por la explotación del servicio. Licenciamiento de patente compartida.
  - Copropiedad compartida por empresa, SMS y expertos, en función de la aportación y el grado de compromiso posterior.
  - La participación del SMS y expertos sería del 20%.
- c. Ahorros
  - Para el SMS:
  - Para los usuarios finales:

El impacto económico podrá medirse a través de las **métricas** siguientes:

- o Facturación a terceros a mutuas por parte del SMS por atención sanitaria recibida (medicación, pruebas, consultas, operaciones, ingresos...).
- o Facturación a terceros a mutuas por parte de la SS por prestaciones e indemnizaciones.
- o Social: indemnizaciones a pacientes y familiares (caso de fallecidos).
- o Con todo ello podría calcularse el Retorno Social de Inversión (SROI) que justificaría la rentabilidad de la compra de esta solución en cualquier ámbito público sanitario o de aseguramiento, tanto nacional como internacional.

## AP -6 Trazabilidad automática de materiales quirúrgicos

### 1. RESUMEN.

Sistema que permita realizar una trazabilidad automática y completa de los materiales usados en procesos quirúrgicos (tanto fungibles como prótesis e implantes), relacionándolos con el personal médico, el quirófano, el hospital, el tipo de intervención y el paciente involucrados en su utilización, para mejora de toma de decisiones operativas y estratégicas.

### 2. OBJETIVOS

El Servicio Murciano de Salud (SMS, en adelante) propone la búsqueda de soluciones innovadoras que permitan la trazabilidad automática completa de los materiales usados en procesos quirúrgicos, relacionar los materiales consumibles empleados con el personal médico, el quirófano, el hospital, el tipo de intervención y el paciente involucrados en su utilización.

Esta mejora del servicio permitirá implementar un sistema preciso de imputación de gastos por paciente, que mejorará la gestión a corto y largo plazo, reduciendo gastos y garantizando la seguridad del paciente, contribuyendo en la evolución del conjunto del SMS hacia una organización proactiva en la gestión de sus recursos.

### 3. NECESIDAD DEL PROYECTO.

#### 3.1. Antecedentes

Los procedimientos quirúrgicos son las actividades hospitalarias más complejas y exigentes que el Servicio Murciano reparte proporcionalmente entre sus nueve hospitales.



Un hospital de tamaño mediano o grande gasta el 20-40 % de su presupuesto anual en intervenciones quirúrgicas, en las cuales pueden participar muchos profesionales diferentes. Sin embargo, las unidades frenéticas de cirugía todavía se gestionan de una forma rudimentaria en situaciones que requieren tiempo, lo que a menudo genera una programación subóptima, retrasos significativos y cancelaciones en los quirófanos.

En lo que respecta a los recursos utilizados en las cirugías, cada cirujano/a, en función de las cirugías que tiene programadas, estima la necesidad de materiales para afrontarlas y realiza un pedido. Esto da lugar a un mayor tiempo improductivo del personal dedicado a solicitar y preparar el material quirúrgico, y a un ineficiente aprovisionamiento de materiales, traducido también en compras no planificadas que desaprovechan mejores condiciones económicas para el SMS.

Es evidente que las cirugías exigen un inventario preciso y detallado para que el material no falte en ningún momento. Muchas de las operaciones que se realizan en los hospitales están programadas, pero otras son consecuencia de la urgencia y también requieren de la disponibilidad de útiles quirúrgicos. Se hace necesaria una óptima gestión del material quirúrgico, que repercuta en los costes en la gestión de los propios quirúrgicos.

La falta de optimización en esta gestión no sólo da lugar a posibles desabastecimientos, sino también al exceso de stock, aumentando costes de conservación y almacenamiento, así como pérdidas por materiales caducados.

Existe un desconocimiento y falta de control sobre la cantidad de materiales efectivamente usados en cada cirugía, y por tanto no se conoce la relación entre el material usado, y el cirujano, quirófano y tipo de paciente. Esto impide la imputación de los costes por paciente, y no permite analizar los costes de cada proceso quirúrgico, algo que facilitaría la mejora de la gestión y optimización del proceso asistencial, permitiendo a clínicos y gestores analizar con claridad la cadena de decisión que origina el coste de cada proceso.

La falta de datos de gastos relacionados impide establecer o adaptar estándares, así como generar aprendizajes entre hospitales. Algunas de sus prácticas en la solicitud y uso de materiales podrían convertirse en estándares o buenas prácticas de referencia para la mejora conjunta de la gestión de materiales quirúrgicos.

Además, actualmente, existen dificultades para reconstruir con total exactitud el proceso de esterilización de los materiales quirúrgicos, ante la falta de trazabilidad automática de estos. Las operaciones quirúrgicas exponen a los pacientes a infecciones, que aumentan el tiempo de hospitalización, el uso de antibióticos y el aumento de los cuidados, generando mayores costes directos e indirectos para el SMS y para el paciente.

Actualmente, se está incorporando etiquetado RFID en todos los equipos y materiales inventariables del servicio de salud y se espera instalar lectores de estas etiquetas en todas las ubicaciones de los hospitales del SMS. Este proyecto podrá, aunque no necesariamente, emplear esta tecnología.

### 3.2. Necesidad no cubierta

El Servicio Murciano de Salud precisa de una solución que permita conocer la cantidad de materiales efectivamente usados en cada intervención quirúrgica, de forma que pueda calcularse el coste de cada una, para la mejora y optimización del proceso asistencial. Además,



el SMS requiere de una solución que provea información suficiente como para establecer estándares de consumo de estos materiales, así como generar aprendizajes de uso entre hospitales.

Por otro lado, dicha solución debe permitir realizar una previsión de las necesidades en cuanto a materiales consumibles requeridos en cirugías y realizar un aprovisionamiento planificado del conjunto del SMS, además de una gestión adecuada y óptima del stock de estos.

Finalmente, se requiere que la solución realice una trazabilidad completa de los materiales y de su proceso de esterilización que garantice la seguridad del paciente de manera óptima.

Todo ello redundará en la necesidad integral del Servicio Murciano de Salud de mejorar la calidad asistencial del servicio público prestado, además de la eficacia y eficiencia de los recursos destinados a tal efecto.

Se pretende alcanzar los siguientes **objetivos específicos**:

1. Implantar un sistema de contabilidad analítica gracias a la imputación de coste a paciente, mejorando la gestión operativa y económica de los materiales.
2. Mejorar el proceso de reposición de material (registro preciso de materiales). Al disponer de la información de los materiales empleados en una intervención y los existentes en depósito, se facilita el proceso de reposición.
3. Obtener la previsión económica del gasto quirúrgico para los diferentes escenarios de actividad prevista y mejorar estándares. Al asociar los materiales que se requieren para cada tipo de intervención con los utilizados se consigue una estandarización. Esa estandarización de procedimientos, en cuanto a las necesidades de material, dará la posibilidad de hacer previsiones de gastos.
4. Anticipar las necesidades de material.
5. Garantizar la seguridad de paciente: trazabilidad del material a lo largo de la cadena de suministro. Esto es aplicable tanto a los implantes (con el fin de cumplir con la normativa de registro de implantes utilizados en la intervención de cada paciente) y al resto de materiales (con el fin de asegurar el proceso de esterilización).
6. Evitar errores de seguridad al automatizar la identificación, localización y trazabilidad del flujo de pacientes.
7. Automatizar el proceso de preparación de quirófanos.
8. Generar avisos por falta de material, traslado incorrecto de carros o falta de equipos en el quirófano.
9. Registro automático en la historia clínica del paciente de los materiales utilizados.

Deberá integrar, al menos, los siguientes elementos u objetivos específicos:

1. Debe desarrollarse una solución que permita el registro de operaciones quirúrgicas, información sobre materiales quirúrgicos y registro y localización de estos en tiempo real.
2. Deber ser de código abierto.
3. Uso de tecnología RFID o mediante escaneo con dispositivos móviles de estándares GS1.
4. Debe integrarse con SELENE y SAP.

Los principales elementos innovadores de la solución son:



- Trazabilidad basada 100% en el uso de dispositivos móviles, con un framework de uso profesional.
- Uso de Realidad Aumentada.
- Machine learning para optimizar las distintas informaciones que llegan de los distintos sistemas de captación de datos.

**Grado de TRL partida declarado por las empresas en la CPM realizada:** entre 4 (prototipo escala reducida) y 7 (prueba entorno real).

Se quiere desarrollar una herramienta digital que permita realizar la trazabilidad automática completa de los materiales utilizados en las cirugías y que permita registrar el tipo de fungibles y cantidad usada en cada intervención.

Asimismo, esta solución establecerá una relación entre los materiales consumibles empleados en cada intervención, con el personal médico, el quirófano, el hospital, el tipo de intervención y el paciente involucrados en su utilización.

Por otro lado, y a través de conocer la variabilidad de los costes reales y los resultados logrados en pacientes individuales con condiciones clínicas específicas, ayudará en la comprensión de las acciones emprendidas, y pondrá la base para poder acometer nuevos modelos de gestión basados en el pago por resultados o por valor. El sistema también deberá permitir extraer estándares de empleo de materiales fungibles en base al tipo de intervención y características representativas de los pacientes (edad, peso, etc.) y realizar los aprovisionamientos en base a esto.

La herramienta tendrá la capacidad de realizar lo que se denomina “imputación a paciente” para mejorar la gestión económica. Ofrecerá el registro de consumo de material fungible en cada intervención, vinculado a un tipo de paciente, a un cirujano y a un quirófano concreto.

Con todo, se espera que la solución no solo permita realizar la “imputación a paciente”, sino aumentar la eficiencia en el ciclo completo de los materiales fungibles: planificación, adquisición, almacenamiento, conservación, abastecimiento y consumo.

La herramienta deberá ofrecer las siguientes **funcionalidades**:

- El registro de materiales usados en cada intervención quirúrgica, en función de los materiales solicitados y los devueltos al almacén. Este registro debe ser no invasivo y automático, de forma que no interfiera en la operación quirúrgica.
- Conocer la disponibilidad de stock, implantes o material en cada espacio de almacenamiento para llevar a cabo las intervenciones programadas.
- La solicitud automática de materiales para la preparación de quirófanos, pudiendo ser variada por el profesional responsable de realizar la solicitud.
- La trazabilidad completa de los materiales, pudiendo reconstruir el proceso de esterilización y el tiempo que permanece en cada ubicación.
- La vinculación con los sistemas de información asistenciales (Selene) y con los económicos (SAP).
- La coordinación de profesionales ante los cambios de estado del paciente en el proceso quirúrgico.
- Extraer aprendizajes en base a tipo de cirugía y características representativas de los pacientes, de forma que se establezcan estándares de uso.



Los principales aspectos innovadores serán:

Actualmente no se conoce una solución en el mercado que pudiera ser adoptada por el SMS sin un desarrollo previo para la recopilación, automática y no invasiva, de los consumos de material sanitario de cada uno de los procedimientos quirúrgicos, con el objetivo de obtener los costes reales por paciente, así como la trazabilidad de los materiales empleados durante el desarrollo de la actividad asistencial.

Asimismo, no se dispone de solución que permita almacenar dichos datos en los sistemas de información asistenciales (Selene) con los económicos (SAP), además de realizar una interpretación de los mismos y, por tanto, calcular estándares de uso en base a unas características dadas o extraer aprendizajes y buenas prácticas.

A continuación, se enumeran los principales riesgos identificados para el proyecto:

- Riesgos relacionados con la necesidad de interoperabilidad con distintos sistemas o con la especificidad de las tareas propias del centro y la correcta definición de todas las casuísticas posibles en la automatización de las tareas.
- Riesgos derivados de la imposibilidad de la automatización de elementos clave de determinadas tareas.
- Riesgos por falta de información, comunicación o involucración del personal hospitalario y los usuarios a todos los niveles, en la baja adherencia al sistema o en la usabilidad de éste.

#### 4. CONTENIDO INNOVADOR DE LA PROPUESTA.

La nueva normativa MDR europea, (el reglamento europeo de “medical devices”) exige que en 2024 todos los dispositivos médicos lleven la identificación única (UDI). Uno de los elementos que se ha autorizado para este fin es la tecnología GS1, QRs.

Actualmente, se está incorporando etiquetado RFID en todos los equipos y materiales inventariables del servicio de salud y se espera instalar lectores de estas etiquetas en todas las ubicaciones de los hospitales del SMS.

Existen muchas soluciones de mercado orientada a la trazabilidad de cualquier tipo de producto; como soluciones con arcos de RFID, que requieren de montar una infraestructura que es compleja, relativamente cara y poco escalable.

La RFID es un sistema de identificación de productos que puede parecer similar al código de barras tradicional, pero a diferencia del **código de barras** -que **utiliza la imagen** para **identificar una etiqueta** colocada en un producto- la **RFID utiliza las ondas de radio** para comunicarse con un **microchip**. Este microchip puede estar montado sobre gran cantidad de soportes, como por ejemplo un tag o **etiqueta RFID**, una tarjeta o un transpondedor.

El RFID cuenta con grandes ventajas, pero posiblemente no sea viable aspirar a tener los RFID en todas las cajas de medicamentos, en todas las herramientas o materiales que hay en quirófano; y deba complementarse con otra tecnología.

El objetivo de SMS es ser capaces de monitorizar a tiempo real lo que pasa en todos sus centros, y se ha decidido que lo más adecuado para ello es utilizar distintas soluciones tecnológicas según lo que se quiera monitorizar.



En este proyecto se apostará por una solución basada en dispositivos móviles capaces de escanear **cualquier tipo de código, ya sea código de barras, código QR**, código de cualquier tipo. Se requiere una solución complementaria a las que ya cuenta SMS, que no requiera instalaciones adicionales y que no ocasione problemas en las lecturas de los códigos.

La solución estará constituida de dos grandes capas: una capa tecnológica y una capa de negocio. Se describen a continuación.

#### Capa tecnológica:

Se necesita en primer lugar una capa tecnológica que permita escanear cualquier tipo de elemento, incluso en mal estado y en condiciones adversas.

Por ello, no es aplicable a esta solución un sistema de escaneo basado en soluciones de open source, que no resultan suficientemente eficaces para entornos profesionalizados.

Además, para una correcta gestión del cambio es crucial tener en cuenta que el escaneo no debe suponer un problema adicional al cambio del modus operandi de los trabajadores de quirófanos.

También se necesita escanear códigos en instrumental o elementos de muy pequeño tamaño, y en muchas tecnologías existe una dependencia muy grande del tamaño del chip.

Por añadidura, cierto instrumental que debe ser también trazable, debe pasar por un procedimiento de esterilización. Este proceso inhabilita algunas tecnologías susceptibles de ser usadas (desaparecería el chip al meterlo en un autoclave).

Se necesita una solución tecnológica que dé respuesta a toda esta casuística.

#### Capa de negocio:

La capa de negocio engloba lo que SMS necesita hacer fruto de sus procesos (por ej: saber que todo el instrumental que hay en un quirófano sea el correcto, que el material necesario se ha consumido, etc.).

Desde el punto de vista de una solución de negocio, una solución como la descrita ofrecería muchas posibilidades en un entorno sanitario: verificación e identificación de pacientes, administración de medicamentos, mapeo de que la medicación es correcta o no para un determinado paciente...

En el entorno de un quirófano se trata de conseguir que, solamente escaneando códigos, sea posible tener la trazabilidad de lo que está pasando dentro de ese quirófano, tanto en materiales fungibles como materiales no fungibles. Se pretende conseguir que se pueda hacer el mapeo entre un paciente – un quirófano-un equipo médico y todos los materiales que hay dentro, para tener la trazabilidad de qué paciente ha sido operado, dónde, por quien, con qué elementos, qué elementos han entrado, qué elementos han salido, si las medicaciones asignadas han sido las correctas, etc.

El objetivo es desarrollar una “solución de negocio”, con toda esta lógica de negocio que se ha decidido incorporar.

Por tanto, el proyecto tendrá como objetivo desarrollar una solución de negocio basada en el escaneo, mediante dispositivos móviles, de códigos QR serigrafiados en el material quirúrgico o códigos de barras en fungibles. Mediante el escaneo de estos elementos en cada estadio, se puede asegurar los objetivos de este reto con el desarrollo de una plataforma.





La provisión a enfermeros, o cualquier participante en el proceso, de un dispositivo móvil permitirá realizar el inventariado de elementos quirúrgicos antes o después de la intervención. Los datos recogidos se subirán automáticamente a la plataforma principal que realizará el control de stocks, registro de elementos fungibles consumidos, verificación de recuperación de todo el material quirúrgico, etc. Así como la interface con Selene y SAP para procesos subsiguientes.

Esta solución se basará en un framework de escaneo de códigos con móviles para entornos profesionales, que permiten altas capacidades y funcionalidades como:

- Escaneo lineal y matricial.
- Escaneo en entornos complejos (distancia, condiciones de luz, ...).
- Escaneo muy rápido.
- Middleware IOT para almacenar información sin procesar de dispositivos.
- Información adicional al usuario mediante una capa de Realidad Aumentada.
- Técnicas de Inteligencia Artificial para cuadros de mando y predicciones de demanda o capacidad.
- La plataforma de gestión se adaptará para satisfacer todos los requisitos del SMS.

Los objetivos específicos de este proyecto se describen a continuación.

### **Capa tecnológica**

El código de barras está ya presente en el entorno hospitalario, y en el SMS en concreto. Su uso está muy bien estipulado, normalizado, y frecuentemente los problemas provienen de la calidad del proveedor cuando lo suministra.

Para este entorno hospitalario, se necesita una solución profesional de escaneo de códigos de barras, que permita escanear cualquier tipo de códigos y en mal estado y condiciones difíciles; por ejemplo: códigos rotos, dañados, mojados, curvados, con malas condiciones de luz, que su localización no sea muy buena, que el contraste de luz sea muy malo, que estén a distancias muy separadas, etc.

Se necesita una tecnología disruptiva que permita poder escanear en entornos altamente complicados y que no interrumpa los flujos de trabajo del hospital y de quirófano en particular.

También deberá poder hacer escaneos de códigos de barras muy pequeños, para el material quirúrgico de pequeño tamaño, como bisturís, pinzas, etc...Para ello:

- Se serigrafiarían códigos QR lo suficientemente pequeños en ese instrumental.
- Se incorporarían códigos QR o un pequeño código de barras también en otros materiales de pequeño tamaño, como sobres de sutura, por ejemplo.
- Se aplicaría un QR en los quirófanos (p. ej. para identificar el equipo quirúrgico) o una tarjeta identificativa con un código de barras (la manera más sencilla); pero también simplemente con cualquier otro tipo de tecnologías que sean capaces de tener identificado en todo momento al equipo quirúrgico y a los quirófanos.
- Se implementará también tecnología basada en la realidad aumentada que permitirá proporcionar señales visuales sencillas durante todo el proceso quirúrgico, que permitirá detectar errores en el mismo, fechas de caducidad, o cualquier otro tipo de información considerada relevante durante el procedimiento.



### **Solución móvil de trazabilidad en campo**

La lectura de los códigos de barras, o los códigos QR se hará mediante dispositivos móviles (Smartphone, dispositivo industrial, etc...) para que también aporte información de negocio directamente en el dispositivo móvil (check-list de comprobación, validación del material recogido tras la operación, etc...), para que el profesional que lo use disponga de un entorno profesional en el que pueda tomar decisiones y actuar.

Deberá poder proporcionar una asistencia a los profesionales a cargo. Escaneará por ejemplo de forma ágil, tanto de forma matricial o lineal, un número elevado de elementos, antes y después de terminar un proceso, para asegurar su control.

Una de las ventajas de usar móviles de lectura de códigos, en lugar de las tradicionales pistolas, es que se puede hacer el escaneo matricial en lugar de escanear código a código (Ejemplo: una hoja con 20 códigos de 20 muestras de sangre, en un único disparo puedo captar todos los códigos en lugar de hacer 20 escaneos).

### **Plataforma web**

Se diseñará una plataforma web donde SMS recibirá todo el input de la operativa diaria basada en los dispositivos móviles del servicio de enfermería, que irán trazando los materiales de entrada y salida. En esta plataforma se incorporará la lógica de negocio.

### **Capa de negocio**

Productos, envíos, albaranes, comparación, notificaciones, etc...se incorporarán los procesos de negocio a controlar.

### **Machine learning, IA**

Se creará una capa intermedia con toda la información proveniente de las distintas fuentes. Este middleware recogerá toda la información disponible, para crear un big data al que se aplicarán después sistemas avanzados de IA y machine learning.

El sistema deberá permitir extraer estándares de empleo de materiales fungibles en base al tipo de intervención y características representativas de los pacientes (edad, peso, etc.) y realizar los aprovisionamientos en base a éstos, aprender y ofrecer mejoras.

La solución debe permitir no solo realizar la "imputación a paciente", sino aumentar la eficiencia en el ciclo completo de los materiales fungibles: planificación, adquisición, almacenamiento, conservación, abastecimiento y consumo.

Actualmente no se conoce una solución en el mercado que pudiera ser adoptada por el SMS sin un desarrollo previo para la recopilación, automática y no invasiva, de los consumos de material sanitario de cada uno de los procedimientos quirúrgicos, con el objetivo de obtener los costes reales por paciente, así como la trazabilidad de los materiales empleados durante el desarrollo de la actividad asistencial.

Asimismo, no se dispone de solución que permita almacenar dichos datos en los sistemas de información asistenciales (Selene) con los económicos (SAP), además de realizar una interpretación de los mismos y, por tanto, calcular estándares de uso en base a unas características dadas o extraer aprendizajes y buenas prácticas.

Los principales elementos innovadores de la solución son:



- Trazabilidad basada 100% en el uso de dispositivos móviles, con un framework de uso profesional.
- Uso de Realidad Aumentada.
- Machine learning para optimizar las distintas informaciones que llegan de los distintos sistemas de captación de datos.

Se trata de una solución 100% enfocada al reto, caso de uso, del SMS.

Como elemento diferenciador de la propuesta frente a otros productos y servicios que ya se encuentran disponibles en el mercado se puede destacar que no requiere instalar receptores, repetidores, gateways o cualquier elemento que pueda alterar la instalación física y la aplicación de Realidad Aumentada.

En la Consulta Preliminar al Mercado, se recibieron 15 propuestas. De todas ellas, 7 ofrecían una solución comprehensiva al reto, superando ampliamente las prestaciones de cualquier solución disponible en el mercado y ofreciendo una visión holística de la necesidad no cubierta. Por otra parte, 4 propuestas aportaban capacidades y funcionalidades diferenciales, complementarias y que respondían total o parcialmente a algunos de los objetivos o necesidades previstas. Finalmente, las 4 propuestas restantes, si bien aportaban tecnologías o enfoques parcialmente interesantes, no aportaban aspectos diferenciales con respecto al resto de propuestas.

Se ha comprobado que las empresas participantes disponen de soluciones cuyos componentes se sitúan en los siguientes puntos de madurez tecnológica:

- Framework de escaneo. Hay soluciones de mercado que permiten escanear con una aplicación que se puede bajar desde un Google Play, pero normalmente no son soluciones profesionales. Cuando se trabaja con un sector profesionalizado, una solución de escaneo de códigos de barras de Google Play no es suficiente. Se necesita una tecnología que permita escanear códigos en malas condiciones y ágilmente, para que no interrumpa el flujo de trabajo en los quirófanos de un hospital. Se estima que este elemento de la solución se sitúa en un TRL 7.
- Plataforma de trazabilidad. Existen plataformas de estas características para casos de uso en el sector de Retail y Logistics, pero altamente adaptables para SMS. Por todo ello, se concluye que este elemento de la solución se sitúa en un TRL 5.
- La realidad aumentada requiere de un diseño a medida de soluciones de gestión de negocio (p.ej.: gestión de prótesis en los quirófanos, con enormes flujos de materiales diferentes, si bien puede basarse en soluciones previamente desarrolladas por las empresas participantes. Por tanto, se concluye que este elemento de la solución se sitúa en un TRL6 a TRL8.
- Machine learning, IA para establecer estándares de consumo de estos materiales, hacer previsiones de necesidades para aprovisionamientos, así como generar aprendizajes de uso entre hospitales. Son algoritmos creados para el caso y entrenados también en el SMS. Por todo ello, se concluye que este elemento de la solución se sitúa en un TRL 4.

Tras el análisis de las propuestas presentadas en la CPM, el grado de cumplimiento potencial de los objetivos del reto se estima completo, habiendo suficientes propuestas para conformar una solución que cubra todas las necesidades en los casos de uso planteados.



## 5. RESULTADOS ESPERADOS

Solución que permita el registro de operaciones quirúrgicas, información sobre materiales quirúrgicos y registro y localización de éstos en tiempo real, de código abierto y uso de tecnología RFID o mediante escaneo con dispositivos móviles de estándares GS1. A mayores, la solución se integrará con SELENE y SAP.

La herramienta deberá ofrecer las siguientes **funcionalidades**:

- El registro de materiales usados en cada intervención quirúrgica, en función de los materiales solicitados y los devueltos al almacén. Este registro debe ser no invasivo y automático, de forma que no interfiera en la operación quirúrgica.
- Conocer la disponibilidad de stock, implantes o material en cada espacio de almacenamiento para llevar a cabo las intervenciones programadas.
- La solicitud automática de materiales para la preparación de quirófanos, pudiendo ser variada por el profesional responsable de realizar la solicitud.
- La trazabilidad completa de los materiales, pudiendo reconstruir el proceso de esterilización y el tiempo que permanece en cada ubicación.
- La vinculación con los sistemas de información asistenciales (Selene) y con los económicos y de gestión de procesos (SAP).
- La coordinación de profesionales ante los cambios de estado del paciente en el proceso quirúrgico.
- Extraer aprendizajes en base a tipo de cirugía y características representativas de los pacientes, de forma que se establezcan estándares de uso.

Para ello, la solución tecnológica, incluirá los siguientes requisitos:

- Debe desarrollarse una solución que permita el registro de operaciones quirúrgicas, información sobre materiales quirúrgicos y registro y localización de estos en tiempo real.
- Deber ser de código abierto.
- Uso de tecnología RFID o mediante escaneo con dispositivos móviles de estándares GS1. Debe integrarse con SELENE y SAP

### 5.1. Nuevos bienes o servicios innovadores en mercado

Sistema que permita realizar una trazabilidad automática y completa de los materiales usados en procesos quirúrgicos (tanto fungibles como prótesis e implantes), relacionándolos con el personal médico, el quirófano, el hospital, el tipo de intervención y el paciente involucrados en su utilización, para mejora de toma de decisiones operativas y estratégicas.

Se quiere desarrollar una herramienta digital que permita realizar la trazabilidad automática completa de los materiales utilizados en las cirugías y que permita registrar el tipo de fungibles y cantidad usada en cada intervención.

Asimismo, esta solución establecerá una relación entre los materiales consumibles empleados en cada intervención, con el personal médico, el quirófano, el hospital, el tipo de intervención y el paciente involucrados en su utilización.

Por otro lado, y a través de conocer la variabilidad de los costes reales y los resultados logrados en pacientes individuales con condiciones clínicas específicas, ayudará en la comprensión de las acciones emprendidas, y sentará las bases para poder acometer nuevos modelos de gestión basados en el pago por resultados o por valor. El sistema también deberá permitir extraer

estándares de empleo de materiales fungibles en base al tipo de intervención y características representativas de los pacientes (edad, peso, etc.) y realizar los aprovisionamientos en base a éstos.

La herramienta tendrá la capacidad de realizar lo que se denomina “imputación a paciente” para mejorar la gestión económica. Ofrecerá el registro de consumo de material fungible en cada intervención, vinculado a un tipo de paciente, a un cirujano y a un quirófano concreto.

Con todo, se espera que la solución no solo permita realizar la “imputación a paciente”, sino aumentar la eficiencia en el ciclo completo de los materiales fungibles: planificación, adquisición, almacenamiento, conservación, abastecimiento y consumo.

Con el desarrollo de este proyecto, se obtendrán los siguientes resultados:

- Solución innovadora, rápida y eficiente basada en una plataforma dedicada y el uso de dispositivos móviles.
- No requiere la instalación de ningún dispositivo físico (antenas, receptores, etc.) o interferir en las instalaciones físicas actuales.
- Se basa en el escaneo de códigos actualmente ya disponibles (QR, códigos de barras), sin problemas de lectura.
- Implantar un sistema de contabilidad analítica gracias a la imputación de coste a paciente, mejorando la gestión operativa y económica de los materiales.
- Obtener la previsión económica del gasto quirúrgico para los diferentes escenarios de actividad prevista y mejorar estándares. Al asociar los materiales que se requieren para cada tipo de intervención con los utilizados se consigue una estandarización. Esa estandarización de procedimientos, en cuanto a las necesidades de material, dará la posibilidad de hacer previsiones de gastos.
- Automatizar el proceso de preparación de quirófanos.

Registro automático en la historia clínica del paciente de los materiales utilizados.

## 5.2. Mejoras del servicio público

- Mejora de la gestión de los recursos asistenciales.
- Mejora de los procesos del SMS.
- Minimización de errores.
- Mejor asistencia sanitaria.

## 5.3. Impactos e indicadores. Identificación, construcción, metodología y resultados esperados

Los requisitos esperados de la solución son los siguientes:

- Aporte de valor añadido al usuario final con el uso de Realidad Aumentada y aportando información de negocio directamente en el dispositivo móvil (check-list de comprobación, validación del material recogido tras la operación, etc...) para evitar pérdidas, problemas, etc.
- Garantizar la seguridad de paciente: trazabilidad del material a lo largo de la cadena de suministro. Esto es aplicable tanto a los implantes (con el fin de cumplir con la normativa



de registro de implantes utilizados en la intervención de cada paciente) y al resto de materiales (con el fin de asegurar el proceso de esterilización).

- Mejorar el proceso de reposición de material (registro preciso de materiales). Al disponer de la información de los materiales empleados en una intervención y los existentes en depósito, se facilita el proceso de reposición.
- Generar avisos por falta de material, traslado incorrecto de carros o falta de equipos en el quirófano.
- Anticipar las necesidades de material.
- Evitar errores de seguridad al automatizar la identificación, localización y trazabilidad del flujo de pacientes.

## EMP-2 Empowered health

### 1. RESUMEN.

Empleo de tecnología innovadora como el IoT o la IA para desarrollar un sistema de seguimiento activo y permitir el empoderamiento de personas con factores de riesgo cardiovascular, a través de un paradigma objetivo, proactivo, preventivo y personalizado.

### 2. OBJETIVOS

A pesar de los avances tecnológicos y de los nuevos retos y necesidades, la atención sanitaria sigue basada en el modelo ancestral de atención reactiva y subjetiva. Es decir, deja la iniciativa a la percepción subjetiva del paciente de sentirse enfermo. Dicha percepción es siempre subjetiva (síntomas), sesgada (por la información que posee el paciente y su interpretación) y tardía, ya que espera a que la enfermedad o complicación se manifieste de forma sensible en el paciente.

Este tradicional modelo reactivo, subjetivo y tardío genera, además, falsos positivos y prioriza en función de la interpretación, desatendiendo los casos silentes. Nuestro modelo no ha cambiado con la reciente virtualización de las consultas, pues tan sólo evita traslados, siguiendo capturado por la iniciativa subjetiva del paciente.

El IoT (Internet of Things) nos brinda a los sistemas de salud la oportunidad de estar más cerca de nuestros pacientes en su propio entorno diario, registrando datos objetivos de sus hábitos de vida (número de pasos, peso, tensión arterial, frecuencia cardíaca, glucemia...) que nos proporcionan una intensidad nueva de registros domiciliarios que podemos aprovechar para su capacitación en hábitos de vida saludables. Éstos son la base de la prevención tanto primaria como secundaria, y son pasados por alto en los centros sanitarios, incapaces de comprobar el cumplimiento de los mismos. Tras una experiencia de éxito en diabéticos con el proyecto europeo ProEmpower, con Empowered Health pretendemos extender ese planteamiento al resto de factores de riesgo cardiovascular (hipertensión arterial, hipercolesterolemia, obesidad, sedentarismo...) que tienen la misma base comportamental y son menos complejos en el seguimiento.

Así, con Empowered Health buscamos abrir un nuevo paradigma objetivo, proactivo, preventivo y personalizado que permitirá, además, la conexión de las herramientas diagnósticas con la Inteligencia Artificial (big data, machine learning, procesamiento de lenguaje natural...)



generando conocimiento al servicio del profesional, del paciente y del cuidador, mediante algoritmos obtenidos del entrenamiento con los datos.

### 3. NECESIDAD DEL PROYECTO.

#### 3.1 Antecedentes

##### Enfermedades crónicas y el SMS

Las enfermedades crónicas suponen el 70% de los costes sanitarios en la Unión Europea (UE). Entre estas enfermedades destaca la diabetes, cuya prevalencia va en claro aumento, debido al envejecimiento de la población, el sedentarismo y la alimentación industrial. No en vano, muchos consideran a la diabetes tipo 2 la pandemia del siglo XXI. De hecho, el 17% de los costes sanitarios destinados a enfermedades crónicas en la U.E. se deben a la diabetes (120 millones de euros anuales). A esto habría que añadir un 30-50% de costes indirectos.

Las últimas décadas han puesto a prueba el ancestral modelo asistencial centrado en el profesional, aumentando las cargas de trabajo en los sistemas públicos de salud, principalmente debido al envejecimiento de la población y la universalización de la cobertura. De este modo, queda de manifiesto la ineficiencia de este modelo arcaico, especialmente con los pacientes crónicos en los que este modelo reactivo, que espera a que el paciente identifique una potencial necesidad de asistencia, solicite cita y acuda. El sistema es, además, injusto, particularmente con la población mayor, a la que se obliga a una atención casi exclusivamente presencial, con el coste del desplazamiento para el paciente y a menudo su familiar acompañante, sumando la dedicación en exclusiva que se requiere a este último.

Los costes de atención crecen de forma imparable con el envejecimiento de la población y ponen en riesgo la sostenibilidad, no sólo del sistema sanitario, sino del propio estado de bienestar y de la sociedad en general. La pirámide poblacional ha dejado de serlo en todos los países desarrollados y en dos décadas se invertirá totalmente.

El modelo actual es curativo, reactivo y hospitalario, lo que lo hace menos competente con enfermedades que, por definición, no se curan como las crónicas, en las que la clave está en el seguimiento, la capacitación y la personalización del cuidado.

Por eso el Servicio Murciano de Salud (SMS) plantea desarrollar una herramienta de gestión compartida de la asistencia sanitaria, interoperable con los actuales sistemas EHR de Atención Primaria y Hospitalaria, que vaya más allá del visor común de la historia clínica para el ciudadano (Ágora Plus) creando nuevas herramientas de relación con el paciente como el Portal del Paciente del SMS o incluso con otros agentes (cuidadores, familiares, colegas...) como el Círculo de Salud.

En esta línea el SMS formó parte del consorcio del proyecto europeo ProEmpower, para crear y validar una solución integral para el paciente diabético tipo 2 mediante la Compra Pública PreComercial, en el cuál logramos un aprendizaje muy valioso.

#### 3.2. Necesidad no cubierta

Nuestro cometido como sistema público de salud no es sólo atender las demandas de salud de los pacientes, sino conseguir el mayor estado de salud de nuestra población -artículo 43 de la Constitución Española-, estando ésta enferma o no, lo que incluye la olvidada prevención (primaria y secundaria). Un sistema basado en esperar a que una persona enferme, lo perciba y busque asistencia, puede ser interesante en un entorno privado o facturador, pero nunca en uno público. Sin embargo, nuestro modelo es casi exclusivamente reactivo, trufado de múltiples



proveedores que nos ayudan en la asistencia, pero no en la prevención, lo que iría contra su negocio, pero no contra nuestra misión.

Necesitamos tener herramientas que monitoricen y eduquen al paciente en hábitos de vida en su entorno diario habitual, ayudándole a identificar errores de forma cercana y brindándole ayuda para corregirlos, con un acompañamiento personalizado como entrenador en salud y autocuidado. Ésta es una dimensión de relación con el paciente que hemos abierto en el SMS con el Círculo de Salud pero que necesita herramientas para potenciarla y lograr hábitos saludables en los ciudadanos.

Para ello es necesario que implementemos herramientas que faciliten la monitorización, comunicación y formación de los pacientes, haciéndolos expertos en su propia enfermedad, aumentando su grado de autocuidado y definitivamente empoderándolos.

Además, necesitamos ampliar esa ayuda al cuidador familiar, figura clave en el cuidado del paciente a la que debemos apoyar y cuidar para aumentar la eficacia de nuestras acciones en salud.

A lo largo de la implantación de este nuevo sistema se monitorizará su impacto en tres dimensiones de la calidad asistencial:

- Calidad percibida, mediante encuestas de satisfacción dirigidas a los distintos tipos de usuarios (pacientes, cuidadores y profesionales).
- Resultados en salud, midiendo la mejora en parámetros clínicos, tomando indicadores clave como el índice de masa corporal (IMC), la HbA1c en caso de diabetes, niveles de TAS y TAD y complicaciones evitables.
- Eficiencia, evaluando el impacto en la frecuentación en Atención Primaria, hospitalizaciones, solicitud de interconsultas y pruebas complementarias.

Los requisitos esperados de la solución serán los siguientes:

- Formación y entrenamiento personalizado para el paciente.
- Generar conocimiento para el sistema mediante algoritmos obtenidos del entrenamiento con los datos, refinando las recomendaciones automáticas en función de su impacto o éxito.
- Sensorización mediante IoT de los hábitos de vida del paciente con factores de riesgo cardiovascular -obesidad, HTA, diabetes tipo 2 o cardiopatía isquémica- de una forma personalizada y enfocada a su entrenamiento en hábitos de vida saludable.

Deberá integrar, al menos, los siguientes elementos u objetivos específicos:

1. Debe desarrollarse una plataforma con función de coaching virtual que permita construir un entrenador personal virtual con recomendaciones automáticas y personalizadas y con servicios de teleasistencia y telemedicina.
2. Debe ser un software de código abierto.
3. Debe incorporar no sólo los dispositivos (disponibilidad -no adquisición por parte del SMS- de distintos dispositivos) sino su servicio completo (logística, instalación, formación, soporte, mantenimiento y actualización).
4. Debe incluir planificación asistencial conjunta, configuración de roles, mensajería y videoconferencia para teleconsulta o interconsulta.





5. Se estima pertinente aumentar al alcance inicial e incluir un servicio de acompañamiento en la gestión del cambio cultural y de formación del personal con el fin de acelerar la implantación del sistema en el personal del SMS.

Los principales elementos innovadores de la propuesta son:

- Algoritmos de apoyo a la toma de decisión basados en la personalización de las recomendaciones según las necesidades y singularidades de cada paciente.
- La nueva inteligencia clínica generada por el uso de la solución en el marco del reto: protocolos, algoritmos, contenidos o material documental.
- Prestación de servicios innovadores en diversos ámbitos de actuación y promoviendo la asistencia especializada preventiva y proactiva.

**Grado de TRL partida declarado por las empresas en la CPM realizada:** entre 4 (prototipo escala reducida) y 7 (prueba entorno real)

El objetivo principal de Empowered Health es mejorar la evolución de los pacientes con factores de riesgo cardiovascular (hipertensión arterial, hipercolesterolemia, diabetes, obesidad, sedentarismo...) incidiendo de forma eficaz y personalizada en sus hábitos de vida mediante la sensorización (IoT) integrando dichos sensores en una app que emita recomendaciones automatizadas en función de los registros y el plan de cuidados.

Creemos que un modelo preventivo siempre será más eficiente que el habitual reactivo y por ello ahorrará costes asistenciales al crear una asistencia líquida, adaptada al paciente. Su ahorro sólo puede ser medido mediante la comparación con modelos de estimaciones de costes asistenciales para comprobar la ganancia en salud y el ahorro de costes y complicaciones. Así podremos comparar la evolución en el grupo de intervención frente a sus controles similares equivalentes en complejidad.

También mejoramos la capacidad de autogestión y de satisfacción del paciente, cuya evolución mediremos a través de cuestionarios on line desde la propia aplicación.

Los principales aspectos innovadores serán:

Empowered Health tiene el objetivo de construir, validar e implementar un nuevo concepto, un Learning Health System (LHR) que permita incluir como usuarios tanto al paciente como a sus cuidadores familiares, agentes clave en el cuidado de un paciente con enfermedades crónicas. Los cuidadores son vitales para paliar la frecuente brecha digital en los pacientes mayores quienes, por otro lado, son los que más tienen que ganar con planteamientos inclusivos y no presenciales. Además, Empowered Health plantea un sistema de telemonitorización basado en la sensorización personalizada (*IoT, Internet of Things*) que abre una nueva dimensión de información sobre el paciente.

Este nuevo concepto (LHR) se diferencia de cualquier otro similar en el hecho de que brinda un sistema de apoyo a la decisión a los usuarios -sean éstos pacientes o sanitarios- cooperativo y basado en un modelo establecido por el servicio de salud. Dicho apoyo a la decisión consiste en una personalización de las recomendaciones según las necesidades y singularidades de cada paciente, así como en la generación de alertas según los rangos que se establecerán de forma dinámica con los datos que se registren.



Uno de los aspectos más novedosos del nuevo sistema es el aprendizaje sobre los resortes para la motivación del paciente, ya que la herramienta identificará, no sólo las preferencias de consejos para cada paciente, sino las que más éxito tienen, en función del impacto en sus registros posteriores. Es, por tanto, un sistema inteligente que explora de forma constante las claves en la adherencia, tanto a la medicación como a los estilos de vida saludables, de cada paciente para implementarlos de forma automática optimizando su compromiso, vital para conducir su evolución.

A continuación, se enumeran los principales riesgos identificados para el proyecto:

- En un proyecto donde se incorporan varias tecnologías distintas, tenemos el riesgo de generar demasiada información o muy dispersa acerca del impacto individual que produce cada una de ellas. El estudio de evaluación de impacto será más complejo y extenso y deberá fijarse muy bien esta cuestión.
- El mundo de las pulseras smartband es todavía joven y poco interoperable. Por un lado, encontramos muy pocas con homologación de datos clínicos, por otro lado, cada fabricante genera los datos sin un estándar común de publicación. Estas circunstancias provocan que los datos que obtengamos de las pulseras y en general del resto de dispositivos IoT serán menos robustos en los primeros meses.
- Así mismo, de cara a la escalabilidad poblacional de cualquier iniciativa en la que se incorpore sensorización (IoT, Internet of Things), se debe contemplar como un aspecto relevante el coste que este tipo de tecnología supone para el sistema o para el paciente.
- La transformación cultural es condición sine qua non del éxito de cualquier proyecto de modernización de un sistema de salud. Por ello, una posible limitación podría derivarse de la adaptación del propio sistema a la incorporación de nuevos instrumentos de gestión y estrategias en política sanitaria que ayuden a complementar el actual modelo asistencial. Para ello se precisa de un equipo dedicado por completo a la respuesta de primera línea a este nuevo tipo de atención líquida, y que sirva de enlace con el resto de atención convencional.
- La experiencia previa del SMS en pilotos de atención líquida es una garantía para este reto, dado su valioso aprendizaje, fundamentalmente a través de proyectos europeos como ProEmpower (diabéticos) y Pharaon (Insuficiencia Cardíaca Crónica). De ellos extrajimos lecciones aprendidas, una de las cuales es que el momento del arranque con pacientes es el punto más delicado donde puede fracasar todo el proyecto. Por ello hay que planificar y pilotar en un pequeño grupo de pacientes el despliegue de cada tecnología antes, hasta estar seguros de extenderlo a producción, garantizando todos los procesos, no sólo de funcionamiento de los dispositivos, sino de logística de instalación, vinculación, formación, soporte y mantenimiento.

#### 4. CONTENIDO INNOVADOR DE LA PROPUESTA.

El IoT (Internet of Things) brinda a los sistemas de salud la oportunidad de estar más cerca de los pacientes en su propio entorno diario, registrando datos objetivos de sus hábitos de vida (número de pasos, peso, tensión arterial, frecuencia cardíaca, glucemia...) que nos proporcionan una intensidad nueva de registros domiciliarios que podemos aprovechar para su capacitación en hábitos de vida saludables. Éstos son la base de la prevención tanto primaria como secundaria, y son pasados por alto en los centros sanitarios, incapaces de comprobar el cumplimiento de los mismos. Tras una experiencia de éxito en diabéticos con el proyecto europeo ProEmpower, con Empowered Health se pretende extender ese planteamiento al resto



de factores de riesgo cardiovascular (hipertensión arterial, hipercolesterolemia, obesidad, sedentarismo...) que tienen la misma base comportamental y son menos complejos en el seguimiento.

Así, con Empowered Health se busca abrir un nuevo paradigma objetivo, proactivo, preventivo y personalizado que permitirá, además, la conexión de las herramientas diagnósticas con la Inteligencia Artificial (big data, machine learning, procesamiento de lenguaje natural), generando conocimiento al servicio del profesional, del paciente y del cuidador, mediante algoritmos obtenidos del entrenamiento con los datos.

A pesar de los avances tecnológicos y de los nuevos retos y necesidades, la atención sanitaria sigue basada en el modelo ancestral de atención reactiva y subjetiva. Es decir, deja la iniciativa a la percepción del paciente de sentirse enfermo. Dicha percepción es siempre subjetiva (síntomas), sesgada (por la información que posee el paciente y su interpretación) y tardía, ya que espera a que la enfermedad o complicación se manifieste de forma sensible en el paciente.

Este tradicional modelo reactivo, subjetivo y tardío genera, además, falsos positivos y prioriza en función de la interpretación, desatendiendo los casos silentes. Nuestro modelo no ha cambiado con la reciente virtualización de las consultas, pues tan sólo evita traslados, siguiendo capturado por la iniciativa subjetiva del paciente.

El IoT (Internet of Things) brinda a los sistemas de salud la oportunidad de estar más cerca de los pacientes en su propio entorno diario, registrando datos objetivos de sus hábitos de vida (número de pasos, peso, tensión arterial, frecuencia cardíaca, glucemia...) que nos proporcionan una intensidad nueva de registros domiciliarios que podemos aprovechar para su capacitación en hábitos de vida saludables. Éstos son la base de la prevención tanto primaria como secundaria, y son pasados por alto en los centros sanitarios, incapaces de comprobar el cumplimiento de los mismos. Tras una experiencia de éxito en diabéticos con el proyecto europeo ProEmpower, con Empowered Health se pretende extender ese planteamiento al resto de factores de riesgo cardiovascular (hipertensión arterial, hipercolesterolemia, obesidad, sedentarismo...) que tienen la misma base comportamental y son menos complejos en el seguimiento.

Así, con Empowered Health se busca abrir un nuevo paradigma objetivo, proactivo, preventivo y personalizado que permitirá, además, la conexión de las herramientas diagnósticas con la Inteligencia Artificial (big data, machine learning, procesamiento de lenguaje natural) generando conocimiento al servicio del profesional, del paciente y del cuidador, mediante algoritmos obtenidos del entrenamiento con los datos.

Se pretende desarrollar un servicio innovador basado en el uso de un conjunto de herramientas interoperables con los actuales sistemas EHR del SMS que permita la monitorización, comunicación y formación de pacientes con factores de riesgo cardiovascular con el fin de mejorar su estado de salud.

El proyecto definirá un servicio de gestión remota de pacientes haciendo uso de un conjunto de herramientas que, siguiendo con las líneas rectoras de la estrategia de salud digital, permitirán desarrollar servicios públicos digitales para la promoción de hábitos de vida saludables y prevención de complicaciones en los pacientes así como la prestación de asistencia sanitaria; serán interoperables con los distintos sistemas EHR de Atención Primaria y Hospitalaria del SMS para facilitar el trabajo de los y las profesionales de todos los ámbitos de la sanidad, así como reforzar la calidad asistencial y la seguridad del paciente; y a través de su capa de analítica de



datos y de la explotación de información automatizar la toma de decisiones mediante el desarrollo de algoritmos que hagan un uso inteligente de los datos para proporcionar consejos y recomendaciones de forma personalizada y comprensible, facilitando el día a día de los pacientes crónicos, sus cuidadores y los profesionales sanitarios.

Una forma innovadora de satisfacer las necesidades expuestas consiste en la realización de un proyecto que consta de dos partes, donde en la primera de ellas a partir de un conjunto de herramientas preexistentes en el mercado se definirá la solución final que se formará y que permitirá ofrecer un servicio innovador. Esta innovación no solo se centrará en realizar algunas adaptaciones a las distintas herramientas para su correcta interrelación, sino a la forma de trabajar con las mismas que permitirá ofrecer un nuevo proceso asistencial proactivo basado en signos y no solo en síntomas a los pacientes con factores de riesgo cardiovasculares (hipertensión arterial, hipercolesterolemia, diabetes, obesidad, sedentarismo...). Para ello va a ser necesario realizar un adecuado proceso de consultoría SMS-empresa desarrolladora que permita evaluar cómo se realiza hoy en día la monitorización, comunicación y formación con esta tipología de pacientes y como se podrá abordar gracias a las nuevas posibilidades que ofrecen el conjunto de herramientas que conformarán el resultado del proyecto.

La segunda fase consistirá en una prueba piloto del sistema generado en un conjunto de pacientes del SMS con el fin de evaluar el impacto de este nuevo servicio en la calidad percibida por el paciente y los cuidadores, en los resultados de su salud del paciente y en la eficacia en el propio proceso de atención sanitaria.

Los objetivos específicos de este proyecto se describen a continuación.

### **Consultoría**

Es importante prever tres líneas de trabajo previas al despliegue tecnológico:

- Consultoría clínica y de procesos
- Consultoría de contenidos
- Consultoría IT

#### Consultoría clínica y de procesos:

Identificación y validación de referencias previas en contenidos clínicos (protocolos, entrevistas, monitorizaciones, etc).

Revisión y reorganización del proceso de atención a pacientes con factores de riesgo cardiovasculares entre los diferentes servicios asistenciales implicados.

Es absolutamente imprescindible que el proyecto EMPOWERED HEALTH se construya sobre los **aprendizajes previos del Servicio Murciano de Salud en proyectos europeos como ProEmpower o Pharaon**. En este sentido, el valor más relevante que aportan al proyecto los antecedentes a EMPOWERED HEALTH es el conocimiento clínico y asistencial generado, así como la evidencia en el modelo de seguimiento y gestión de pacientes diabéticos.

Lo relevante en este caso, no es tanto que haya o no haya cambios en la solución tecnológica de base, si no que la solución resultante sea capaz de soportar las intervenciones que han sido validadas en experiencias previas.

Como resultado de esta fase de consultoría se debe validar el contenido clínico y asistencial a implantar en la solución:



- Los distintos programas de monitorización y sus respectivas entrevistas de captación de datos y detección de riesgos en pacientes y cuidadores.
- Normalización del proceso clínico y de seguimiento compartido que puedan apoyarse en sistemas de ayuda a la decisión.
- Un marco de referencia para la definición de planes terapéuticos personalizados.
- Los mecanismos para garantizar la coordinación asistencial, trabajo multidisciplinar y continuidad.

El nuevo proceso asistencial, deberá determinar el itinerario de los pacientes y el conjunto de las actuaciones, decisiones, actividades, variables y tareas que se encadenan de manera secuencial, según escenarios en su atención por un motivo asistencial específico. Y su elaboración se debe basar en el análisis del flujo de actividades, la interrelación entre ámbitos asistenciales y las expectativas de los pacientes, cuidadores y profesionales. El nuevo proceso definido facilitará la coordinación del seguimiento entre distintos niveles asistenciales del paciente de forma efectiva, con la participación de diferentes profesionales y permitiendo monitorizar los resultados de las actividades previstas y garantizar la trazabilidad a lo largo del proceso.

El modelo generado deberá poder ser escalable como modelo asistencial a toda la comunidad y por lo tanto es importante que la solución tecnológica pueda soportar un despliegue a gran escala.

#### Consultoría de contenidos

Definición y validación de contenidos para el paciente (recomendaciones, materiales audiovisuales, contenidos, retos, etc).

En esta consultoría de contenidos se identificará, validará, y si es necesario desarrollarán los contenidos necesarios para hábitos de vida saludables, el empoderamiento y la mejora de las capacidades de autocuidado del paciente y su cuidador. Esta consultoría garantizará que los materiales audiovisuales, recomendaciones, contenidos formativos, retos se basan en la evidencia disponible y cuentan con suficiente calidad para una adecuada adherencia del paciente. Esta prestación es especialmente relevante para la definición del modelo de prescripción de recomendaciones para el paciente diabético.

Para poder adaptar los contenidos a las necesidades del proyecto se programarán distintas sesiones de trabajo para definir y validar la propuesta de contenidos.

#### Consultoría IT

Definición de las especificaciones técnicas de implantación, configuración, programación, etc.

Definición de marco de interoperabilidad de la plataforma tecnológica.

Definición del Learning Health System.

Una vez definida la inteligencia clínica y los procesos asistenciales y los contenidos de cada programa, éstos se implantarán en la solución tecnológica para que ésta se adapte a las necesidades del proyecto. En este caso, nos referimos a la definición de requisitos de despliegue y configuración, así como la definición de requisitos de interoperabilidad.



Para garantizar esta total adecuación de la solución tecnológica con las necesidades derivadas de las dos primeras actividades de consultoría, se programarán una serie de sesiones de trabajo, en las que también participarán responsables de sistemas, para recoger los requisitos de configuración y customización:

- Permisos de acceso a los diferentes roles participantes, URL, logos, textos legales, organizaciones, territorios, unidades productivas en que se divide el servicio.
- Validación de flujos de actividad / entrevistas; validación de configuración de objetivos, retos y recompensas; y validación de mensajes genéricos de notificaciones, alertas, recomendaciones.
- Validación de tipología de agrupaciones de kits domiciliarios.

Adicionalmente, en esta consultoría será necesario definir la especificación de requisitos para la integración de la solución tecnológica:

- Modelo y alcance de la integración y conexión entre sistemas involucrados.
- Operaciones de consulta e inserción.
- Flujo de información y mensajería intercambiada.
- Elementos disparadores, tipo y formato de la mensajería.
- Identificadores del paciente.

Por último, la parte que, sí va a requerir desarrollo, y es el resultado de innovación que va a generar el proyecto, es la definición de los algoritmos que conformarán el **Learning Health System**. Por tanto, en esta consultoría se definirán los requisitos que se deben cumplir. Para ello se programarán una serie de sesiones de trabajo con los referentes del SMS.

### **Plataforma tecnológica**

Uso herramientas software (incluyendo mantenimiento).

Servicios IT: despliegue, Migración, Desarrollos Innovación, Implantación.

Alojamiento de datos (Cloud).

Desarrollo de las integraciones con la historia clínica, con el servicio de SMS.

Provisión de herramientas tecnológicas de base en las que se fundamenta la solución, en cuanto al uso, despliegue, implantación de la solución global:

Una de las principales ventajas con las que se parte es la madurez de las herramientas que existen en el mercado y que serán utilizadas como base en la solución final propuesta. A continuación, se enumeran las distintas funcionalidades que ya ofrecen dichas herramientas y que se adaptarán a las necesidades de los procedimientos que se definan:

### **Inteligencia**

Uno de los elementos centrales de la herramienta es la capacidad de definir un grafo / árbol de decisión / flujograma diseñado por los profesionales y apoyado en tecnología de inteligencia artificial, que, no sólo permite guiar a los pacientes en la obtención de la información necesaria, o en el desarrollo de una actividad concreta, sino que también permite la generación de



diferentes alertas, alarmas, análisis de tendencias o recomendaciones para los profesionales y los pacientes en función de las diferentes reglas y caminos definidos y de las normas aplicadas.

Este programa administrará, de acuerdo con una lógica definida en la consultoría, las actividades que un paciente tiene que hacer, la programación de éstas, la lógica para la generación de alertas o recomendaciones al paciente. También se incluirá dentro de este programa el contenido educativo más adecuado, así como una serie de objetivos, retos y recompensas para favorecer la adherencia a este programa.

### **Telemonitorización**

La solución permite que los profesionales puedan definir los programas de telemonitorización, captar datos biométricos y variables mediante formularios o cuestionarios que tienen que ser obtenidos de los pacientes. También incluye un sistema de alarmas y de notificaciones, así como las actuaciones de los profesionales con las tareas o notas. Así mismo, la funcionalidad incluye un sistema de recomendaciones a mostrar al paciente.

### **Captación de datos (sensorización)**

Una parte importante de este proyecto consiste en la captación de datos del paciente con factores de riesgo cardiovasculares en su día a día.

### **Gestión de contenido**

Los profesionales pueden crear una biblioteca de contenidos educativos con toda aquella información relevante para las personas usuarias y sus cuidadores.

### **Adherencia y gamificación**

La solución permite que los profesionales definan objetivos para cada paciente, prescriban, administren y adapten los distintos tipos de actividades existentes, a las necesidades propias de cada uno de los pacientes. Los pacientes acceden a estas actividades y juegos a través de su aplicación.

### **Comunicación**

La solución permite distintas vías de comunicación tanto entre profesionales, como entre profesionales y pacientes.

### **Resultados y analítica**

Las herramientas cuentan con un módulo de resultados y analítica con tres objetivos diferenciados:

Posibilitar la monitorización de tendencias y generar reportes de seguimiento.

Ayudar a la toma de la decisión de los profesionales al recibir la información de los pacientes.

Y por último, operar con un gran volumen de datos para poder ser utilizados posteriormente en el desarrollo de servicios predictivos.

### **Configuración y gestión de la plataforma**

### **Desarrollo de innovación y generación de conocimiento**

Algoritmos de Learning Health System para aplicar inteligencia de datos a los procesos de adherencia personalizados y dinámicos según las necesidades y singularidades de cada paciente.

#### **Suministro de kits médicos.**

Provisión y elementos de logística y de trazabilidad, con el mantenimiento y asegurar que todos los elementos que forman el kit trabajan al unísono y adecuadamente.

Concentrador (Tablet o móvil Android).

Dispositivos médicos para monitorización biométrica.

Dispositivos para monitorización de hábitos de vida y de actividad.

Packaging para kits (bolsas, etiquetas, manuales y guías de usuario).

Servicio de Comunicaciones, conectividad G para los terminales móviles.

Bolsa personalizada con tablet y elementos, incluida la conectividad de los datos entre estos elementos y la solución tecnológica.

#### **Servicios**

Todo esto englobado en un conjunto de servicios que proveione tanto a profesionales como a pacientes la facilidad de la implantación y la gestión del cambio y formación tanto a profesionales como a pacientes:

Servicio de soporte a pacientes.

Servicio de gestión de la tecnología domiciliaria.

Servicio técnico y de mantenimiento de las herramientas tecnológicas.

El SMS formó parte del consorcio del proyecto europeo ProEmpower, para crear y validar una solución integral para el paciente diabético tipo 2 mediante la Compra Pública PreComercial, en el cual se logró un aprendizaje muy valioso.

La consulta abierta al mercado fue realizada dentro del proyecto europeo ProEmpower (Pre Comercial Procurement, PCP) con el objetivo de desarrollar una solución integral de ayuda al paciente diabético tipo 2. El sistema competitivo establecido por la PCP consta de 3 fases en las que sucesivamente se van descartando proveedores a medida que se exige un mayor nivel de madurez tecnológica. De esa forma los proveedores fueron evaluados rigurosamente después de cada una de las cuatro fases de adquisición, partiendo de 15 consorcios empresariales hasta llegar finalmente a los 2 ganadores:

- Fase 0: Fase de preparación, consulta a mercado y licitación (11 meses).
- Fase 1: Concepto de diseño, arquitectura de soluciones técnicas y especificaciones (3 meses). Se presentaron 15 proveedores, 11 de los cuales fueron consorcios de empresas y 4 formadas por una única empresa.
- Fase 2: Desarrollo de sistemas prototipo en dos iteraciones (8 meses). Fueron seleccionados 3 consorcios: Tech4care, Healthn Insight y Gnomon.





- Fase 3: Desarrollo y prueba de sistemas piloto (15 meses). Se probaron en entornos reales de las 4 regiones europeas las 2 soluciones ganadoras (DiaWatch de Tech4care y DM4all de Gnomon), evaluando su impacto asistencial.

Los dos prototipos ganadores fueron validados y probados durante 12 meses por usuarios reales -400 pacientes y 100 profesionales en total- 100 pacientes y 25 profesionales en cada una de las 4 regiones europeas implicadas (Murcia, Portugal, Campania en Italia y Turquía). Por tanto, el resultado fueron dos prototipos validados en entorno real (=TRL 7).

Los resultados en la región de Murcia fueron muy positivos para una de las soluciones con un alto nivel de satisfacción y adherencia por parte de los pacientes y mejoras en el perfil glucémico (HbA1c), disminución del sedentarismo ( $n^{\circ}$  de pasos) y pérdida de peso significativas de hasta 4 kg/mes. Todo ello sin generar más consultas a los profesionales, ya que generaba consejos directos al paciente en su hábito diario. Su profesional podía supervisar la evolución de su paciente con todo nivel de detalle, siendo requerido sólo en caso de alerta. A su vez se generó un canal de comunicación virtual entre pacientes y profesionales que fue muy valioso durante la pandemia COVID.

Empowered Health tiene el objetivo de construir, validar e implementar un nuevo concepto, un Learning Health System (LHR) que permita incluir como usuarios tanto al paciente como a sus cuidadores familiares, agentes clave en el cuidado de un paciente con enfermedades crónicas. Los cuidadores son vitales para paliar la frecuente brecha digital en los pacientes mayores quienes, por otro lado, son los que más tienen que ganar con planteamientos inclusivos y no presenciales. Además, Empowered Health plantea un sistema de telemonitorización basado en la sensorización personalizada (IoT, Internet of Things) que abre una nueva dimensión de información sobre el paciente.

Este nuevo concepto (LHR) se diferencia de cualquier otro similar en el hecho de que brinda un sistema de apoyo a la decisión a los usuarios -sean estos pacientes o sanitarios- cooperativo y basado en un modelo establecido por el servicio de salud. Dicho apoyo a la decisión consiste en una personalización de las recomendaciones según las necesidades y singularidades de cada paciente, así como en la generación de alertas según los rangos que se establecerán de forma dinámica con los datos que se registren.

Uno de los aspectos más novedosos del nuevo sistema es el aprendizaje sobre los resortes para la motivación del paciente, ya que la herramienta identificará, no sólo las preferencias de consejos para cada paciente, sino las que más éxito tienen, en función del impacto en sus registros posteriores. Es, por tanto, un sistema inteligente que explora de forma constante las claves en la adherencia, tanto a la medicación como a los estilos de vida saludables, de cada paciente para implementarlos de forma automática optimizando su compromiso, vital para conducir su evolución.

Se trata de un servicio proactivo, preventivo y personalizado que consistirá en:

- La promoción de hábitos de vida saludables.
- La prevención de complicaciones en los pacientes.
- La prestación de asistencia sanitaria personalizada.
- El apoyo en la automatización de las decisiones gracias a una capa de analítica de datos.

Los principales elementos innovadores de la propuesta son:



- Algoritmos de apoyo a la toma de decisión basados en la personalización de las recomendaciones según las necesidades y singularidades de cada paciente.
- La nueva inteligencia clínica generada por el uso de la solución en el marco del reto: protocolos, algoritmos, contenidos o material documental.
- Prestación de servicios innovadores en diversos ámbitos de actuación y promoviendo la asistencia especializada preventiva y proactiva.

Se obtendrá una respuesta integral al reto propuesto, con un software agnóstico desde el punto de vista de conectividad con los distintos dispositivos hardware y con una alta interoperabilidad con otros sistemas y plataformas.

Este proyecto se concibe como una innovación en dos ámbitos, no sólo en el producto sino también en la forma en que se hacen las cosas; en la prestación de los servicios en los modelos de atención para cambiar el paradigma actual descrito.

Se complementa la innovación tecnológica con una Innovación de servicio. Se provee el sistema de una capa de servicios adicionales que envuelvan la solución tecnológica y que permitan al servicio murciano de salud proporcionar una atención más preventiva y proactiva para la promoción de los hábitos de vida saludable y la prevención de complicaciones en los pacientes de la región.

Se trata de proporcionar un tipo de servicio que va a permitir optimizar el servicio sanitario:

- Soporte a pacientes: Servicio técnico que ayude al usuario con tareas que no tienen sentido prestarse desde un Servicio de Salud:
  - ✓ Formación y acompañamiento en el proceso crítico del onboarding, (donde fracasan este tipo de proyectos): configurar un perfil, dar de alta un usuario, vincular dispositivos por bluetooth...
  - ✓ Llamadas de seguimiento.
  - ✓ Soporte continuo tanto a pacientes como a profesionales.
- Asistencia a domicilio de los pacientes para proporcionar soporte con la formación, tanto online para manejar la app, o físicamente, con un aparato físico.
- Servicio técnico y mantenimiento, intrínseco a cualquier tipo de plataforma (mantenimiento preventivo, correctivo y evolutivo).
- Apoyo en la gestión del cambio para que los profesionales adopten esta herramienta.

El valor de la solución a generar en este caso no es sólo una plataforma tecnológica, sino desarrollar un ecosistema digital completo, y construir la gestión del cambio en conjunto entre SMS y los desarrolladores tecnológicos/proveedores del servicio.

La innovación trata de responder al cambio de una manera creativa. En definitiva, se trata de generar nuevas ideas, realizar actividades de I + D, mejorar procesos o modernizar productos y servicios.

En el caso de EMPOWERED HEALTH, es posible abordar la innovación desde diferentes perspectivas. Por un lado, se pone el énfasis en la innovación organizativa y de servicio, es decir, la creación de nuevos modelos de prestación asistencial.

Así mismo, se proponen elementos innovadores a nivel de producto, contemplando el desarrollo de tecnología con capacidad analítica y predictiva, así como servicios de interoperabilidad con las aplicaciones actualmente desplegadas en el SMS.



En la Consulta Preliminar al Mercado, se recibieron 17 propuestas. De todas ellas, 3 ofrecían una solución comprehensiva al reto, superando ampliamente las prestaciones de cualquier solución disponible en el mercado y ofreciendo una visión holística de la necesidad no cubierta. Por otra parte, 9 propuestas aportaban capacidades y funcionalidades diferenciales, complementarias y que respondían total o parcialmente a algunos de los objetivos o necesidades previstas. Finalmente, las 5 propuestas restantes, si bien aportaban tecnologías o enfoques parcialmente interesantes, no aportaban aspectos diferenciales con respecto al resto de propuestas.

Se ha comprobado que algunas empresas participantes en la consulta disponen de soluciones y herramientas ya validadas (por ejemplo, herramientas utilizadas a nivel español e internacional para la gestión de la diabetes), que servirían de base de partida para el proyecto actual, sobre las que se basarían la parte de desarrollo de la innovación específica para este proyecto.

Estas herramientas facilitan el trabajo colaborativo entre equipos multidisciplinares para el manejo no presencial de los pacientes con funcionalidades de planificación asistencial conjunta, configuración de roles, mensajería y videoconferencia para teleconsulta o interconsulta, etc. Así mismo, conectan a pacientes y profesionales, proporcionando una visión objetiva del estado de salud del paciente y permitiendo así un cuidado proactivo y preventivo.

Sobre esta base funcional validada por usuarios, por la industria y por los órganos reguladores, se harán las adaptaciones e innovaciones necesarias para poder dar respuesta a las necesidades específicas de los pacientes con factores de riesgo cardiovasculares.

Los componentes a añadir se sitúan en los siguientes puntos de madurez tecnológica:

- Algoritmos de Learning Health System para aplicar inteligencia de datos a los procesos de adherencia personalizados y dinámicos según las necesidades y singularidades de cada paciente.

Si hasta ahora el mercado se ha desarrollado digitalizando los registros y procesos, ha llegado el momento de automatizar la toma de decisiones mediante el desarrollo de algoritmos que hagan un uso inteligente de los datos para proporcionar consejos y recomendaciones de forma personalizada y comprensible, facilitando el día a día de los pacientes crónicos.

La sensorización y el proceso de datos digitales nos va a permitir segmentar a usuarios de una forma muy precisa y crear clusters a los que poder asociar parámetros clínicos, psicológicos, culturales, cognitivos... Toda esta información va a hacer posible personalizar la relación entre el sistema y el paciente y más aún, hacerla evolucionar de forma dinámica a medida que el paciente va generando cambios significativos en su perfil.

Por todo ello, se concluye que este elemento de la solución se sitúa en un TRL4 a TRL 6.

- La nueva inteligencia clínica generada por el uso de la solución en el marco del reto: protocolos, algoritmos, contenidos o material documental. Se considera que este elemento de la solución se sitúa en un TRL5 a TRL 7.

Tras el análisis de las propuestas presentadas en la CPM, se estima que el grado de cumplimiento potencial de los objetivos del reto es completo, habiendo suficientes propuestas para conformar una solución que cubra todas las necesidades en los casos de uso planteados.



Actualmente la solución tecnológica de base descrita, sobre la que se harán las innovaciones específicas para pacientes con riesgo cardiovascular, cuenta con un nivel de madurez tecnológica TRL 9.

Mediante la ejecución del reto, a la solución tecnológica conjunto se incorporarán funcionalidades innovadoras con un nivel de TRL inferior. Los desarrollos innovadores a implementar para complementarla se encuentran entre TRL 4 y TRL 7.

Se espera contar con un producto final modular con diversas tecnologías. La evaluación final establecerá qué tecnologías se mantienen integradas en el producto final tras los resultados obtenidos en cada una de ellas.

El resultado final del proyecto será una solución completa de TRL 7 en el producto final.

De acuerdo con la información recibida del mercado, podemos concluir que existen actualmente soluciones con un nivel de desarrollo tecnológico, que, según los TRL analizados, se considera adecuado que el eventual procedimiento de contratación sea una de Compra Pública de Innovación, en la modalidad de Compra Precomercial.

Una vez considerado como positivos los resultados del proyecto, asegurará la solución tecnológica obtenida, certificándola con marcado CE como producto sanitario y en el Esquema Nacional de Seguridad en su nivel más ALTO:

#### **Marcado CE de la solución como producto Sanitario:**

Para la provisión de soluciones tecnológicas prestación de servicios de gestión y atención no presencial a pacientes crónicos incluyendo la utilización de herramientas digitales de telemonitorización domiciliaria, es altamente crítico tomar en consideración la norma vigente de regulación de productos sanitarios (considerando los componentes software como un producto sanitario).

Este aspecto es especialmente significativo por tratarse de la utilización de software clínico (tanto en su versión app para el paciente, como en el software para profesionales), así como para la utilización de productos sanitarios que, una vez agrupados como kit médico, exigen a la entidad proveedora una licencia de agrupación.

En este sentido, se considera necesario requerir el **Marcado CE al conjunto de productos sanitarios** utilizados incluyendo como **producto los componentes software y la licencia de agrupación** porque, al tratarse de proyectos en los que se requerirá el uso de distintos componentes/productos sanitarios el adjudicatario debe ser capaz de gestionar logísticamente los mismos de acuerdo con el Real Decreto 1591/2009, de 16 de octubre, por el que se regulan los productos sanitarios en relación a la agrupación de kits médicos.

La declaración de conformidad UE es el procedimiento mediante el cual se asegura y declara que los productos en cuestión cumplen las disposiciones legales que les son aplicables. La declaración se refiere a uno o varios productos sanitarios fabricados, claramente identificados mediante el nombre del producto, el código del producto, u otra referencia inequívoca.

Se realizará también la **Certificación de la plataforma en el ENS (Esquema Nacional de Seguridad)**.

La Ley 11/2007, de 22 de junio, de acceso electrónico de los ciudadanos a los Servicios Públicos y el Real Decreto 3/2010, de 8 de enero, por el que se regula el Esquema Nacional de Seguridad



(ENS) en el ámbito de la Administración Electrónica, que da respuesta al artículo 42.2 de la Ley 11/2007 es de aplicación para toda la Administración Pública.

La Disposición Adicional 1ª de la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales:

"En los casos en los que un tercero preste un servicio en régimen de concesión, encomienda de gestión o contrato, las medidas de seguridad se corresponderán con las de la Administración pública de origen y se ajustarán al Esquema Nacional de Seguridad".

Artículo 15.3 del Esquema Nacional de Seguridad:

“Las Administraciones públicas exigirán, de manera objetiva y no discriminatoria, que las organizaciones que les presten servicios de seguridad cuenten con unos niveles idóneos de gestión y madurez en los servicios prestados” .

Informe emitido por el Centro Criptológico Nacional sobre las Obligaciones de los prestadores de servicios a las entidades públicas:

“Además, las organizaciones, públicas o privadas, cuando provean servicios o soluciones a las entidades públicas, que estén sujetos al cumplimiento del ENS, deberán estar en condiciones de exhibir, respecto a éstos, la correspondiente Declaración de Conformidad con el ENS, cuando se trate de sistemas de categoría BÁSICA, o la Certificación de Conformidad con el ENS, cuando se trate de sistemas de categorías MEDIA o ALTA...”

El artículo 44 del Esquema Nacional de Seguridad establece que "1. La facultad para efectuar las valoraciones a las que se refiere el artículo 43, así como la modificación posterior, en su caso, corresponderá, dentro del ámbito de su actividad, al responsable de cada información o servicio" y que "2. La facultad para determinar la categoría del sistema corresponderá al responsable de éste.”

Se contratará en esta fase II la Gestión del servicio global de asistencia, comprendiendo:

- Servicio de soporte a pacientes avanzado (procesos administrativos, soporte técnico, adherencia).
- Servicio logístico de gestión de la tecnología domiciliaria (agrupación, calibración, higienización, reparación).
- Servicio logístico de distribución de la tecnología domiciliaria (entrega, retirada, formación a pacientes).
- Servicio de mantenimiento de la Solución Tecnológica.

## 5. RESULTADOS ESPERADOS

Plataforma con función de coaching virtual que permita construir un entrenador personal virtual con recomendaciones automáticas y personalizadas y con servicios de teleasistencia y telemedicina.

- Software de código abierto.
- Incorporará no sólo dispositivos IoT (disponibilidad -no adquisición por parte del SMS- de distintos dispositivos) sino su servicio completo (logística, instalación, formación, soporte, mantenimiento y actualización).

Incluirá planificación asistencial conjunta, configuración de roles, mensajería y videoconferencia para teleconsulta o interconsulta.



La solución tecnológica, previa explotación de la información a partir del análisis de los datos disponibles que se investigará y desarrollará incluirá:

1. Una plataforma con función de **coaching virtual** que permita construir un entrenador personal virtual con recomendaciones automáticas y personalizadas y con servicios de teleasistencia y telemedicina.
2. Un software de **código abierto**.
3. **Dispositivos IoT** (disponibilidad -no adquisición por parte del SMS- de distintos dispositivos) sino su **servicio completo** (logística, instalación, formación, soporte, mantenimiento y actualización).
4. **Planificación asistencial conjunta**, configuración de roles, mensajería y videoconferencia para teleconsulta o interconsulta.
5. Un servicio de acompañamiento en la **gestión del cambio** cultural y de formación del personal con el fin acelerar la implantación del sistema en el personal del SMS.

Será una tecnología modular y flexible, lo que facilita su implantación en escenarios de muy distinta exigencia o complejidad. Diseñada para su adecuación, personalización y transformación por proyecto, por hospital, por área terapéutica e incluso por paciente, permitiendo una implantación horizontal corporativa única, o bien la creación y comercialización de subprogramas o “entornos” diferentes que quedan adaptados a los requerimientos científicos específicos de una enfermedad concreta o un proceso asistencial agudo o crónico.

#### 5.1. Nuevos bienes o servicios innovadores en mercado

Empleo de tecnología innovadora como el IoT o la IA para desarrollar un sistema de seguimiento activo y permitir el empoderamiento de personas con factores de riesgo cardiovascular, a través de un paradigma objetivo.

La solución obtenida en el proyecto es un servicio innovador de atención a los pacientes con factores de riesgo cardiovascular, que consiste en:

Solución de extremo a extremo proporcionando tanto los componentes de la solución tecnológica como los servicios necesarios para garantizar un impacto relevante para el SMS.

Impacto sistémico con vocación poblacional incorporando un conjunto de servicios de consultoría que permitan integrar el proyecto en el modelo de atención a la cronicidad del SMS.

Prestación de servicios a pacientes, incluyendo la prestación de servicios de apoyo a los pacientes que garanticen una adecuada gestión de tareas no clínicas.

Innovación Poniendo el énfasis en la innovación organizativa y de servicio, así como la creación de nuevos modelos de prestación asistencial.

Plataformas tecnológicas certificadas:

- Marcado CE como producto sanitario de producto software para uso sanitario.
- Certificada en el esquema nacional de seguridad (ENS) en su nivel más ALTO.
- Escalabilidad, Flexibilidad e Interoperabilidad.
- Algoritmos personalizables.



Con el desarrollo de este proyecto, se obtendrán los siguientes **resultados**:

- **Sensorización** mediante IoT de los hábitos de vida del paciente con factores de riesgo cardiovascular -obesidad, HTA, diabetes tipo 2 o cardiopatía isquémica- de una forma personalizada y enfocada a su entrenamiento en hábitos de vida saludable.
- **Algoritmos** obtenidos del entrenamiento con los datos, que generarán conocimiento para el sistema refinando las recomendaciones automáticas en función de su impacto o éxito.
- **Formación y entrenamiento** personalizado para el paciente.

A lo largo de la implantación de este nuevo sistema se monitorizará su **impacto** en tres dimensiones de la calidad asistencial:

- **Calidad percibida**, mediante encuestas de satisfacción dirigidas a los distintos tipos de usuarios (pacientes, cuidadores y profesionales).
- **Resultados en salud**, midiendo la mejora en parámetros clínicos, tomando indicadores clave como el índice de masa corporal (IMC), la HbA1c en caso de diabetes, niveles de TAS y TAD y complicaciones evitables.
- **Eficiencia**, evaluando el impacto en la frecuentación en Atención Primaria, hospitalizaciones, solicitud de interconsultas y pruebas complementarias.

## 5.2. Mejoras del servicio público

- Mejora de la gestión de los recursos asistenciales.
- Mejora de los procesos del SMS.
- Minimización de errores.
- Mejor asistencia sanitaria.

## 5.3. Impactos e indicadores. Identificación, construcción, metodología y resultados esperados

La solución obtenida contribuirá a la optimización en el uso de recursos y, por consiguiente, a la sostenibilidad del sistema sanitario permitiendo una atención sanitaria más eficiente, puesto que se fundamenta en un modelo de atención proactivo, preventivo y personalizado. Así mismo, aporta los siguientes beneficios al SMS:

- Respuesta integral al reto. Provisión de servicios de extremo a extremo, contemplando el suministro de la solución tecnológica, hardware, servicios a pacientes y servicios profesionales.
- Solvencia técnica y garantía de calidad en la gestión de servicios a pacientes.
- Incorporar un nuevo modelo asistencial más sostenible e innovador donde el paciente esté capacitado para adoptar un rol más activo y participativo en el manejo de su enfermedad.
- Incorporar los dispositivos IoT y los diferentes entornos tecnológicos que favorecen el desarrollo de sistemas expertos virtuales, basados en inteligencia artificial, con modelos predictivos entrenados, que fomentan la prevención secundaria y sistemas emergentes que descansan sobre modelos desasistidos.
- Mejorar los indicadores de coste asistencial trabajando en los hábitos de vida y los factores de riesgo como claves para anticipar y prevenir la descompensación.



En concreto y para los distintos agentes involucrados, los beneficios aportados serán:

Para los profesionales asistenciales:

- Apoyo a la toma de decisiones y priorización de tareas basada en datos fiables y en tiempo real y proporcionados de una forma óptimamente estructurados.
- Actuaciones preventivas frente a posibles riesgos.

Para el sistema:

- Mejora la adecuación de la demanda de la ciudadanía a los servicios ofertados.
- Optimiza el uso de recursos, reducción de ingresos urgentes, hospitalizaciones potencialmente evitables, reingresos y retraso en altas hospitalarias.

Para los pacientes:

- Conocer mejor sus diagnósticos activos, factores de riesgo y las actuaciones a realizar ante una descompensación.
- Disfrutar de nuevos elementos virtuales que acompañen los procesos de cambio, que reconozcan y premien el esfuerzo en la mejora de los hábitos de vida y que ofrezcan inteligencias virtuales accesibles por distintos canales.
- Mejora de su bienestar, prevención de eventos adversos, descompensaciones e ingresos hospitalarios.
- Reducción del número de visitas presenciales al centro de salud por sentirse adecuadamente controlado su estado.

Para cuidadores y familias:

Formación en el conocimiento de la enfermedad, sus posibles causas, desencadenantes, factores de riesgo. Tratar de contar con su complicidad con el programa y con su participación activa en el seguimiento y control del paciente.

La propuesta presentada impactará fundamentalmente en los 4 ámbitos del modelo de cuádruple meta:

- Resultados de salud y bienestar para pacientes y su entorno.
- Eficiencia en el uso de recursos.
- Experiencia de atención de los pacientes y sus cuidadores.
- Experiencia de los profesionales.

Así mismo, este proyecto tendría un impacto positivo para las empresas participantes, puesto que permitiría mejorar su competitividad por el desarrollo de servicios innovadores adicionales a sus capacidades actuales.

## EMP-3 Gravidity 2.0

### 1. RESUMEN.

Implementar una cartilla de embarazo digital, que incluya a la propia embarazada de forma activa, extendiendo su seguimiento hasta los 6 meses tras el parto.





## 2. OBJETIVOS

El embarazo es un proceso vital que condiciona una atención sanitaria para la vigilancia de su correcta evolución. Durante los meses previos y posteriores al parto, los cambios fisiológicos se suceden siendo un reto para la mujer, e incluso para el personal sanitario, distinguir entre lo normal y lo patológico.

El seguimiento integral de la mujer embarazada, así como su inclusión y empoderamiento, son difíciles de garantizar sin una solución digital y móvil. El Programa Integral de Atención a la Mujer de la Región de Murcia (PIAM) establece claramente los flujos de trabajo y existen un sinnúmero de documentos formativos impresos cuya consulta digital facilitaría a la embarazada recibir la información correcta en el momento y lugar adecuados.

Con Gravity 2.0 se pretende implementar una cartilla de embarazo digital, que incluya a la propia embarazada de forma activa, extendiendo su seguimiento hasta los 6 meses tras el parto. Esto evitaría duplicidades de pruebas, gasto innecesario de recursos, confusiones producidas por el texto manual y falta de coordinación entre los profesionales. También supondría una ocasión para facilitar recursos formativos digitales a la embarazada adaptados a cada momento de su evolución, capacitándola para poder auto-gestionarse en la mayoría de las situaciones frecuentes, y, en última instancia, ofrecerle una asistencia de mayor calidad.

Una solución validada con éxito en este proyecto sería replicable en toda la Región de Murcia (10.000 embarazos/año) y también de forma muy similar al resto de comunidades autónomas de España, personalizando algunos cambios en el flujo de trabajo de los profesionales implicados.

## 3. NECESIDAD DEL PROYECTO.

### 3.1. Antecedentes

#### Gestión del embarazo en el SMS

El Plan Integral de Atención a la Mujer de la Región de Murcia (PIAM) aconseja, para el seguimiento del embarazo, 9 visitas a atención primaria (AP) y entre 1 y 3 hospitalarias, lo que supone unas 11 visitas por embarazo, resultando 110.000 visitas al año en la Región de Murcia.

En el seguimiento del embarazo normal están implicados tres tipos de profesionales de diferentes ámbitos: la matrona de AP, el médico de AP y el ginecólogo-obstetra hospitalario. Para garantizar la continuidad asistencial en el seguimiento del embarazo, se creó la Cartilla del Embarazo, un registro común impreso en papel que custodia la embarazada, y en el que todos los profesionales implicados registran a mano sus anotaciones de control y seguimiento. Estos registros incluyen datos de filiación, antecedentes médicos y obstétricos, pruebas analíticas, serologías, ecografías, incidencias, notas, etc.

Sin embargo, este formato tiene muchas limitaciones, como son su cumplimentación parcial, sobre todo en los primeros 6 meses postparto -claves para la lactancia materna-, problemas de seguridad y confidencialidad de los datos impresos, la proliferación de folletos para educación de la salud y la falta de proactividad en el rol de la mujer. Además, esta cartilla finaliza con el parto, dejando sin seguimiento el puerperio y los 6 meses postparto, unos meses clave con cambios muy importantes en la fisiología de la mujer y necesidades de información precisa en momentos cruciales como el inicio de la lactancia materna y su seguimiento, la revisión puerperal con la valoración del periné y suelo pélvico entre otros.



Se trata de un sistema obsoleto que persiste como formato único más de 40 años, no normalizado (existen versiones diferentes en algunas Área de Salud) y que plantea incomodidades y riesgos para la mujer que tan sólo es mera custodia de este, teniendo serias consecuencias su pérdida (serologías, interrupciones de embarazo...) e incluso su consulta no consentida, ya que no se puede conocer quién ha accedido a un documento en papel. Por tanto, la Cartilla del Embarazo es un formato mejorable tanto en accesibilidad, explotabilidad y seguridad de los datos, como en valor añadido como instrumento capacitador.

### 3.2. Necesidad no cubierta

El SMS requiere de una solución de capacitación para la mujer que la empodere desde la gestación hasta el puerperio, con un formato digital que garantice la accesibilidad, seguridad y explotabilidad de los registros.

A su vez, el SMS necesita de una solución que permita mejorar, mediante una solución digital, la accesibilidad y el seguimiento del embarazo y el puerperio hasta los 6 meses postparto, tanto para la embarazada –facilitando su empoderamiento en la autogestión de su proceso– como para los profesionales implicados en su atención.

La solución deberá integrar, al menos, los siguientes elementos u objetivos específicos:

1. El modelo de integración de la Cartilla de embarazo con la solución corporativa Círculo de Salud del SMS.
2. La digitalización de los procesos de seguimiento del embarazo hasta los 6 meses postparto para cerrar todo el flujo de información y evitar papeles, garantizando un modelo único de datos.
3. La incorporación de utilidades y herramientas enfocadas en fortalecer la humanización, personalización y adherencia del producto.

Además, para presentar un circuito más completo se incorporará:

- Gamificación del avance de la mujer por su proceso, para hacerlo atractivo y fomentar su cumplimiento.
- Personalización de las recomendaciones.
- Recursos formativos compartidos.

**Grado de TRL partida declarado por las empresas en la CPM realizada:** 5 (Validación de componente y/o disposición de los mismos en un entorno relevante).

Los principales aspectos innovadores serán:

Algunas CCAA en España (Extremadura, País Vasco, Aragón o Cataluña) tienen aproximaciones a la cartilla de embarazo digital. El formato de cada una de ellas es diferente, así como su grado de implantación, y ninguna tiene como base una aplicación para capacitar a la mujer gestante, sino que el acceso es a través del portal del paciente o similar (institucional).

Sin embargo, la experiencia de Gravity, desarrollada con motivo de inDemand, nos ha servido para comprobar el valor añadido de una solución capacitadora de la mujer gestante y puérpera en estos meses tan importantes en su salud y su vida personal. Pero ello no puede ser una solución aislada o con integraciones parciales con los sistemas corporativos, sino que precisa de una integración completa y robusta que permita que los servicios se comuniquen con cada



usuario, sea éste mujer o sanitario, conectando beneficios y multiplicando las ganancias de un enfoque compartido e integrador entre los distintos ámbitos del sistema sanitario y la mujer durante episodios clave en su vida, acompañándola con garantía en cada uno de ellos durante más de un año.

A continuación, se enumeran los principales riesgos identificados para el proyecto:

La capa de integración de sistemas de información en este reto es muy ambiciosa y requiere de un gran compromiso por parte de la subdirección general de tecnologías de la Información del Servicio Murciano de Salud, con una participación muy activa. El riesgo por tanto está en este capítulo que afecta al cumplimiento del calendario de lanzamiento y despliegue.

#### 4. CONTENIDO INNOVADOR DE LA PROPUESTA.

4.1. Innovaciones tecnológicas que presenta el proyecto (señalar si las innovaciones son a nivel nacional o internacional) y ventajas para el solicitante.

La solución deberá cumplir con los siguientes requisitos:

1. Entorno de usuario será web para los profesionales (matrona, médico de familia y ginecólogo) y a través de smartphone para la mujer embarazada. La solución podrá estar alojada en la nube y gestionada por la empresa con todas las garantías de privacidad y seguridad.
2. La solución permitirá registrar a los profesionales vía web el seguimiento del embarazo que actualmente se hace en papel. Los registros realizados con la solución podrán ser explotados o integrados en los corporativos del SMS a través de un servicio web.
3. Una vista de “dashboard” para los profesionales sanitarios donde se pueda explotar toda la información y capacidad de gestionar a todas las mujeres y de detectar situaciones anómalas o que sugieran cambios, pudiendo configurar un sistema de alertas para evitarlos.
4. La solución facilitará una vista a modo de resumen imprimible en una sola página donde aparezcan anotaciones clave con el fin de agilizar la información importante en caso de urgencia y clarificar la situación del embarazo en este momento.
5. Facilitar el acceso, de forma intuitiva y adaptada al canal, de una serie de recursos formativos que ofrecerá a la mujer en función de su momento de embarazo o puerperio, incluyendo una lista de preguntas frecuentes y recomendaciones (por ejemplo: signos de detección de una Amenaza de Parto Prematuro en la semana 28).
6. La embarazada podrá ver resultado de su seguimiento (cumplimentación de la cartilla) a través de la app. Asimismo, le mostrará un calendario de eventos/visitas ayudándola en la planificación, seguimiento y recordatorio de sus citas.
7. La solución fomentará mediante recursos formativos la lactancia materna, desmintiendo falsos mitos y motivando a la púerpera en la adherencia a través de su seguimiento.
8. Facilitar una guía para los padres que les ayude en los trámites para la inscripción, empadronamiento, tarjeta sanitaria, Seguridad Social, etc. del recién nacido.



9. Se desea que la tecnología ayude a la adherencia y compartición con terceros de buenas prácticas en el embarazo y la lactancia, así como de recursos comunitarios de forma sostenible y coste-eficiente para el SMS.

Podremos medir el impacto de la solución en dos ámbitos:

1. Mejora del registro esperada en un 20%: Mejora de registro = (campos completados con app - campos completados en papel) / campos totales en Cartilla de Embarazo).
2. Satisfacción igual o superior a 8/10 en cada grupo de usuarios: Encuesta de satisfacción de la herramienta segmentada por roles de usuarios (embarazada, matrona, médico de familia y ginecólogo). Net Promoter Score (NPS) igual o mayor a >50.
3. Aumento de la sostenibilidad, ahorrando 20 páginas impresas a color por cada embarazo.
4. Aumento en la calidad de vida de las embarazadas mayor del 20% respecto a mujeres cuyo seguimiento se ha realizado mediante cartilla de papel medido con el cuestionario corto SF12, comparado con controles en paralelo.

4.2. Indicar las tecnologías más significativas incorporadas, indicando expresamente si se incorporan innovaciones o conocimientos previos propiedad del solicitante, o previstas desarrollar en el proyecto.

Se realizó una Consulta Preliminar al Mercado en el contexto del proyecto europeo inDemand, al ser seleccionado Gravidity como uno de los retos ganadores. Se transformó la ficha de necesidades no cubiertas (reto) en un pliego que fue licitado de forma abierta a todas las PYMES europeas durante 3 meses, tras el evento de presentación inicial (Gala de Innovación). Se contestaron por escrito todas las dudas de las empresas interesadas, recibiendo finalmente 7 propuestas de PYMES de todo Europa: PromptlyHealth (Portugal); Visualtis; Dextromedica; GooMedical; Nextage; SelectAsterisco; All medical.

Tras ser seleccionada la ganadora por un Comité de Evaluación experto, se co-creó un prototipo validado en entorno real (=TRL 7), ya que la solución fue probada durante 7 meses con usuarios reales (47 mujeres gestantes y 33 profesionales sanitarios), midiendo el impacto final tras la intervención con dicha solución.

Después de 7 meses (íntegros durante la pandemia Covid) de ensayo clínico, los resultados más destacados fueron un alto índice de satisfacción, tanto en las gestantes como en los profesionales, con un tiempo promedio de interacción con la app de 20 minutos semanales.

Sin embargo, la solución final, por motivo de la brevedad del desarrollo y el piloto, tuvo una integración sólo parcial con los sistemas corporativos del SMS, resultando un prototipo independiente propiedad de la empresa, que no tuvo continuidad tras el piloto a pesar de su éxito.

Por todo ello, destacan nuevos elementos de innovación:

1. El modelo de integración desde Cartilla de embarazo a cartilla pediátrica.
2. La digitalización del proceso del parto para cerrar todo el flujo de información y evitar papeles o variables exógenas al modelo único de datos.
3. La incorporación de utilidades y herramientas enfocadas en fortalecer la humanización del producto.



Además, para presentar un circuito más completo se incorporará:

- Cartilla pediátrica: con el fin de facilitar la transición para que las usuarias que estén utilizando la APP del embarazo continúen utilizándola para el seguimiento posterior de la salud del niño.

4.3. Descripción del estado de desarrollo de estas tecnologías entre las empresas de la competencia a nivel nacional e internacional.

Tras el análisis de las 12 propuestas presentadas en la CPM, se han identificado varias propuestas de soluciones que plantean una respuesta global al reto de elevado interés para el SMS.

De acuerdo con la información recibida del mercado, podemos concluir que existen actualmente soluciones con un nivel de desarrollo tecnológico que algunos de los componentes se sitúan con TRL en torno a 5 o 6, por lo que se considera adecuado que el eventual procedimiento de contratación sea una Compra Pública de Innovación, en la modalidad de Compra Precomercial o Asociación para la Innovación.

Finalmente, se concluye que un proyecto que se acerque a responder al reto en su totalidad debería integrar, al menos, los siguientes elementos u objetivos específicos:

1. El modelo de integración de la Cartilla de embarazo con la solución corporativa Círculo de Salud del SMS.
2. La digitalización de los procesos de seguimiento del embarazo hasta los 6 meses postparto, para cerrar todo el flujo de información y evitar papeles, garantizando un modelo único de datos.
3. La incorporación de utilidades y herramientas enfocadas en fortalecer la humanización, personalización y adherencia del producto.

Además, para presentar un circuito más completo se incorporará:

- Gamificación del avance de la mujer por su proceso, para hacerlo atractivo y fomentar su cumplimiento.
- Personalización y automatización de las recomendaciones.
- Recursos formativos compartidos.

## 5. RESULTADOS ESPERADOS

Digitalización de los procesos de seguimiento del embarazo hasta los 6 meses postparto (todo el flujo de información sin papeles), garantizando un modelo único de datos, integrando la Cartilla de embarazo con la solución corporativa Círculo de Salud del SMS e incorporando utilidades y herramientas enfocadas en fortalecer la humanización, personalización y adherencia del producto. Además, se incorporará:

- Gamificación del avance de la mujer por su proceso, para hacerlo atractivo y fomentar su cumplimiento.
- Personalización de las recomendaciones. Recursos formativos compartidos.

La solución tecnológica, previa explotación de la información a partir del análisis de los datos disponibles que se investigará y desarrollará incluirá:



- El salto de la cartilla de embarazo a la cartilla pediátrica, para el que se considera necesario facilitar la transición para que las usuarias que están utilizando la App del embarazo, continúen utilizando la App para el seguimiento posterior de la *salud* infantil del niño.
- Diseñar y abordar la capa de integración (técnica y funcional) entre Cartilla Digital de Embarazo y Círculo de Salud.

Entre los beneficios previsibles de la integración de este sistema en el hábito semanal de las mujeres embarazadas:

- Evolucionar hacia un modelo de asistencia más moderno y sostenible empoderando a las mujeres embarazadas con una herramienta que les permita participar en todo el proceso de una manera más activa y significativa.
- Simplificar y unificar los diferentes procesos y documentos informativos que se utilizan actualmente bajo un marco tecnológico único que aporte mayor robustez y confianza.
- Digitalizar todo el proceso, desde el embarazo hasta la etapa infantil facilitando la transición desde la cartilla de embarazo a la cartilla pediátrica.
- Incrementar los recursos formativos con producción audiovisual moderna y multimedia para mejorar las competencias y capacidades en el autocuidado, ejes básicos del empoderamiento de las pacientes.

#### 5.1. Nuevos bienes o servicios innovadores en mercado

Implementar una cartilla de embarazo digital, que incluya a la propia embarazada de forma activa, extendiendo su seguimiento hasta los 6 meses tras el parto.

Con el desarrollo de este proyecto, se obtendrán los siguientes resultados:

- Entrenamiento y formación personalizado para el paciente.
- Mecanismo de apoyo a la toma de decisiones para el cambio de comportamiento.
- Conjuntos de datos de big data para admitir soluciones de aprendizaje automático, que se podrán ir retroalimentando a medida que se adquieren nuevos datos.
- Plataforma abierta para soluciones de terceros.
- Capa de interoperabilidad para conectarse a las soluciones corporativas del Servicio Murciano de Salud.
- Estadísticas y análisis sobre el estilo de vida de los ciudadanos en términos de actividad física, nutrición en el contexto del cambio de comportamiento.
- En cuanto a la parte que integra la App con la plataforma de gestión del embarazo, se plantea el desarrollo de un escenario gráfico y amigable, a modo de viaje evolutivo, donde ramificamos el avance del embarazo y el puerperio semana a semana en base a un "viaje". Cada visita representa una parada del viaje accesible por la usuaria desde su móvil para el detalle de cada visita. A nivel de modelo de datos, el "viaje" se integra con las hojas de evolución de la paciente que son alimentadas desde los sistemas corporativos del SMS.

#### 5.2. Mejoras del servicio público

- Mejora de la gestión de los recursos asistenciales.
- Mejora de los procesos del SMS.
- Minimización de errores.



- Mejor asistencia sanitaria.

### 5.3. Impactos e indicadores. Identificación, construcción, metodología y resultados esperados

Podremos medir el impacto de la solución en los siguientes ámbitos:

1. Mejora del registro esperada en un 20%: Mejora de registro = (campos completados con app - campos completados en papel) / campos totales en Cartilla de Embarazo).
2. Satisfacción igual o superior a 8/10 en cada grupo de usuarios: Encuesta de satisfacción de la herramienta segmentada por roles de usuarios (embarazada, matrona, médico de familia y ginecólogo).
3. Aumento de la sostenibilidad, ahorrando 20 páginas impresas a color por cada embarazo.
4. Aumento en la calidad de vida de las embarazadas mayor del 20%, respecto a mujeres cuyo seguimiento se haya realizado en cartilla de papel.

La puesta en marcha de una solución como la propuesta, que tiene como objetivo identificar y prevenir problemas, así como promover cambios de comportamiento saludables tiene muchos beneficios para el Servicio Murciano de Salud. Específicamente:

- Mejora la salud y el bienestar de la población, reduciendo los costes sanitarios y los recursos necesarios.
- Mejora las condiciones de trabajo del personal sanitario al disminuir su carga de trabajo y educar a los pacientes que tienen más probabilidades de adherirse a las recomendaciones profesionales.
- Aumenta la calidad de los servicios sanitarios mediante la introducción de nuevas tecnologías impulsadas por la telemedicina.

#### **Mujeres embarazadas y su entorno sociofamiliar**

- Conocer mejor el proceso, los pasos a seguir, la agenda de actividades y las actuaciones vinculadas con el sistema de salud.
- Conocer mejor los cambios que se van a producir y acceder a contenidos educativos, consejos, recomendaciones que respalden ese tránsito y desmitifiquen algunos tabúes recientes.
- Disfrutar dentro de la aplicación de salud gubernamental otras herramientas, elementos de ocio y utilidades que demanda la mujer embarazada durante ese período y que suele encontrar en App's de terceros no integradas.
- Disfrutar de una transición tecnológica desde el embarazo a la etapa de ser madre si perder la información, las fotos y los recuerdos construidos en el embarazo y puerperio.

## EMP-4 HECRO 2.0

### 1. RESUMEN.

Soporte asistencial para los sanitarios que permita mejorar la variabilidad clínica en el diagnóstico y tratamiento de las heridas crónicas mediante un asistente que pueda sugerir el diagnóstico de las heridas para identificar el tratamiento más adecuado.



## 2. OBJETIVOS

Las heridas crónicas son un problema prevalente e incapacitante, con tendencia creciente debido al envejecimiento de la población. Su larga evolución, de meses o incluso años, tiene como resultado cambios durante su seguimiento, tanto por rotación profesional como por variaciones terapéuticas o incluso diagnósticas que, en ocasiones, alargan aún más la evolución de la lesión.

Esta variabilidad interprofesional se detecta tanto en el diagnóstico como en el tratamiento de dichas heridas y tiene repercusiones negativas en la evolución del paciente y en los costes asistenciales.

Por ello se hace necesaria una herramienta que permita normalizar los criterios más allá de la formación, acercando la evidencia y el mejor conocimiento experto al lugar de la cura. Para esto se precisa una solución de soporte asistencial para los sanitarios que permita mejorar la variabilidad clínica en el diagnóstico y tratamiento de las heridas crónicas mediante un asistente que pueda sugerir el diagnóstico de las heridas para facilitar el tratamiento más adecuado en función de la evidencia clínica disponible, superando posibles déficits de formación y falta de tiempo de los profesionales.

### **La solución deberá cumplir con los siguientes requisitos:**

1. La solución debe tratar de **identificar el tipo de lesión**, bien a través de una fotografía, bien mediante un cuestionario algorítmico breve respondido por el profesional (presencia de dolor, tipo de exudado, etc.) orientando el diagnóstico, pero permitiendo al sanitario la decisión final (validación de lo ofrecido o selección de otro diagnóstico).
2. En caso de utilizar imágenes, el algoritmo debe **validar si la calidad de la imagen** es suficiente.
3. Una vez el sanitario seleccione un diagnóstico, la solución debe **proponer uno o varios tratamientos** posibles, en función de la guía de recomendaciones del SMS, permitiendo su continua actualización.
4. **El tratamiento** ofrecido por la aplicación se presentará **mediante pictogramas** facilitados por el SMS, los cuales indican tipos de productos y no marcas comerciales, facilitando su lectura rápida.
5. La aplicación debe incluir las **fichas de productos** que proporcionará el SMS de tal forma que al proponer tratamientos también indique su coste. También debe mostrar las fichas de los productos para consulta de los profesionales.
6. Dispondrá de un **foro de consulta** para profesionales donde compartir dudas, tutorizado por expertos del SMS.
7. La aplicación permitirá el **seguimiento de la evolución** de la herida crónica de una forma gráfica mediante un **dashboard** específico intuitivo, ilustrado con fotografías en una serie temporal y con el apoyo de una escala validada.
8. **Permitirá la participación del paciente y/o cuidador** facilitando su consulta con el profesional sanitario, así como su capacitación para ciertas curas supervisadas por el clínico.





### 3. NECESIDAD DEL PROYECTO.

#### 3.1. Antecedentes

##### Heridas crónicas y el SMS

Las heridas crónicas son lesiones de la piel de más de 4 semanas de evolución que presentan una escasa o nula tendencia a la cicatrización. Su prevención y tratamiento son una de las acciones de cuidados más habituales dentro de la actividad sanitaria de los profesionales de enfermería en los distintos contextos asistenciales (atención hospitalaria, primaria y sociosanitaria). La prevalencia de úlceras crónicas es alta en todos los países y entornos. En la Región de Murcia la prevalencia de este tipo de lesiones es del 0,45% (unas 5.000 personas) de la población mayor de 13 años.

Una vez la úlcera se ha desarrollado, la correcta identificación del tipo de lesión supone un reto para muchos profesionales, así como la posterior elección del producto adecuado para su tratamiento debido al desarrollo continuo de nuevos materiales y soluciones para su curación. Esto genera una amplia variabilidad en la respuesta de los profesionales, que dificulta la evolución de las heridas aumentando de manera evitable los costes y el tiempo de tratamiento de estas lesiones.

Para determinar el grado de la úlcera se han estudiado diferentes métodos de evaluar la piel, entre ellos: hacerlo conjuntamente dos profesionales, utilizar el método de presión digital o con disco transparente, utilizándose más habitualmente el National Pressure Ulcer Advisory Panel (NPUAP) y el PUSH. A pesar de todo ello, en el proceso de evaluación se suele confundir las lesiones por humedad con úlceras de grado I y las úlceras por presión (UPP) de grado II (ampollas) con las de grado III (UPP superficiales). Las fotografías son un instrumento práctico porque permite discernirlas y conocer exactamente los diferentes grados.

#### 3.2. Necesidad no cubierta

La situación epidemiológica y socioeconómica actual que rodea a las úlceras y heridas crónicas las ha convertido en un problema sanitario de primer orden, ya que pueden ser, según el caso, causa (amputación de pie diabético) o consecuencia (úlceras por presión, úlceras vasculares) de discapacidad o dependencia. Muchas heridas crónicas, por ausencia de tratamiento y cuidados adecuados, acaban perpetuándose en el tiempo (incluso durante muchos años) y derivan a veces en problemas mayores como amputación de miembros, que suponen una fuente de gran sufrimiento para pacientes, familiares y cuidadores, mermando su calidad de vida.

Por tanto, el manejo de este tipo de lesiones supone un reto con el que se enfrentan diariamente los profesionales y los servicios de salud. Sirva como ejemplo saber que en España la prevalencia de las úlceras por presión en 2013 fue del 7%-8% en hospitales, del 7,9%-9,1% entre personas en atención domiciliaria en atención primaria, y del 12,6-14,2%, en centros sociosanitarios, con una tendencia en aumento en todos los niveles asistenciales. En el SMS durante el año 2014, tan sólo en una de las 9 áreas de salud, el gasto destinado sólo a apósitos activos (los habitualmente utilizados en úlceras para realizar cura en ambiente húmedo) ascendió a € 103.726,41 euros (fuente de datos internos de la gerencia del área).

Dada la alta prevalencia del problema, una mejora en la atención a las heridas crónicas podría tener una repercusión enorme tanto en el gasto ocasionado por el material utilizado, como en el tiempo utilizado por los profesionales implicados en el tratamiento.



La co-creación estará liderada por un comité de expertos formado por el Grupo Regional de Heridas Crónicas del Servicio Murciano de Salud (SMS), que facilitará las recomendaciones, así como las tablas de tratamientos y pictogramas permanentemente actualizados.

La solución deberá cumplir con los siguientes requisitos:

1. La solución debe tratar de **identificar** y clasificar el tipo de lesión, bien a través de una fotografía, bien mediante un cuestionario algorítmico breve respondido por el profesional (presencia de dolor, tipo de exudado, etc.) orientando el diagnóstico, pero permitiendo al sanitario la decisión final (validación de lo ofrecido o selección de otro diagnóstico).
2. En caso de utilizar imágenes, el algoritmo debe validar si la **calidad de la imagen** es suficiente.
3. Una vez el sanitario seleccione un diagnóstico la solución, debe **proponer uno o varios tratamientos** posibles en función de la guía de recomendaciones del SMS, permitiendo su continua actualización.
4. El tratamiento ofrecido por la aplicación se presentará mediante **pictogramas** facilitados por el SMS, los cuales indican tipos de productos y no marcas comerciales, facilitando su lectura rápida.
5. La aplicación debe incluir las **fichas de productos** que proporcionará el SMS, de tal forma que al proponer tratamientos también indique su coste. También debe mostrar las fichas de los productos para consulta de los profesionales.
6. Dispondrá de un **foro de consulta** donde compartir dudas, tutorizado por expertos del SMS.
7. La aplicación permitirá el **seguimiento de la evolución** de la herida crónica de una forma gráfica mediante un dashboard específico intuitivo, ilustrado con fotografías en una serie temporal.
8. Permitirá la **participación del paciente y/o cuidador** facilitando su consulta con el profesional de enfermería, así como su capacitación para ciertas curas supervisadas por la enfermera.

#### Requisitos opcionales

1. Registrar el **consentimiento** del usuario/paciente en caso de ser necesarios procedimientos diagnósticos o terapéuticos invasivos o arriesgados, o en caso de fotografías que así lo requieran.

Se desarrollará una solución digital que permita estandarizar la atención de las heridas crónicas a través del reconocimiento de imágenes y el suministro de recomendaciones de forma automática a los profesionales sanitarios sobre el tratamiento más adecuado en función de la evidencia clínica disponible.

Provisión de servicios innovadores tanto a profesionales, como a pacientes a través de los que será posible, no sólo clasificar o tipificar las heridas crónicas de forma automática gracias al uso de la visión artificial que es capaz de identificar tipos de tejidos a partir de fotografías, sino suministrar recomendaciones de tratamiento de forma automática con el fin mejorar su estandarización y monitorizar su impacto en la evolución de la herida.

Este servicio se fundamenta en dos vertientes, por un lado, permitirá estandarizar el seguimiento y tratamiento de las heridas crónicas por parte de los profesionales, evitando que la alta rotación de éstos y, por consiguiente, las diferencias en la toma de decisiones incidan negativamente en la evolución de las heridas.



Así mismo, incorpora elementos disruptivos, al ser un servicio integrado en una plataforma de gestión remota de pacientes, que permite que el rol del paciente cambie y pueda ser más proactivo y empoderado, pudiendo seguir las recomendaciones desde su propio hogar.

Para ello la solución propuesta, formada por distintas herramientas tecnológicas, incluye las siguientes funcionalidades ya implementadas, que permitirán que el tiempo de desarrollo del proyecto sea menor:

- Limitar el reconocimiento de imagen a identificar los 4 tipos de tejido y cuantificar el tamaño de forma automática y objetiva. Este requisito será obligatorio.
- Validación de la calidad de la fotografía para realizar la identificación de la lesión.
- Visualización de la evolución de la herida a lo largo del tiempo, mediante una escala validada.
- Aplicación móvil para el profesional sanitario que sugerirá recomendaciones diagnósticas y terapéuticas según la mejor evidencia disponible, así como la necesidad de una revaloración o cambio de tratamiento si la evolución no es adecuada según la escala validada. La aplicación deberá tener en cuenta la variedad de profesionales y puntos asistenciales del SMS, adaptándose a los diversos entornos, como atención primaria, consultas u hospitalización.
- Aplicación móvil para el paciente y/o su cuidador que permitirá establecer mecanismos de comunicación con los profesionales, visualización de recomendaciones para el tratamiento, así como informar de su situación.
- Inclusión como requisito obligatorio del análisis de impacto en función de dos indicadores clave: el tiempo de duración de herida en días y el coste asociado. Dicho análisis supone un estudio previo histórico en las bases de datos del SMS para conocer la situación de partida y la clusterización de los distintos grupos de duración/coste.

Por otro lado, la parte de innovación que se va a abordar dentro de este reto se centra en el desarrollo de un componente software que a partir de la tipificación de las heridas crónicas y de las distintas características que presenta, pueda proponer de forma automática uno o varios tratamientos posibles (dentro del catálogo de productos disponibles en el SMS) en función de las guías de recomendaciones del SMS o recomendaciones de expertos, permitiendo su continua actualización. Por último, otro de los aspectos innovadores del servicio, es tener en cuenta el servicio de soporte tanto a pacientes como a profesionales, así como el servicio técnico y de mantenimiento de las herramientas tecnológicas.

**Grado de TRL partida declarado por las empresas en la CPM realizada:** 6 (prueba entorno simulado)

El objetivo principal de HECRO 2.0 es mejorar la variabilidad clínica en el diagnóstico y tratamiento de las heridas crónicas mediante una solución digital que permita estandarizar su atención con un método seguro y fiable, apoyando al profesional sanitario a través del reconocimiento de imágenes y facilitando el tratamiento más adecuado en función de la evidencia clínica disponible, superando posibles déficits de formación y falta de tiempo de los profesionales.

Los principales aspectos innovadores serán:

Tras el desarrollo de HECRO en inDemand, la fase de prueba en el piloto coincidió de lleno con la pandemia Covid, lo que forzó algunos desarrollos y plazos, quedando sin cubrir dos partes fundamentales del reto: el reconocimiento de imágenes y el estudio de impacto.



El reconocimiento de imágenes exige el desarrollo de una fase previa para generar una base de imágenes etiquetadas por expertos, base de la que no dispone actualmente el SMS (etiquetado diagnóstico) ni las empresas consultadas. No obstante, se soslayó el problema a través de un cuestionario propio que aplicaba un algoritmo de clasificación.

Pero lo que quedó fuera sin alternativa y sigue siendo necesario es el análisis de impacto. Para ello se precisa ayuda por parte de la empresa en el análisis de los datos de diagnósticos, actividad clínica y prescripción o facturación de medicamentos y productos sanitarios. Dicho estudio debe ser histórico para calcular el coste y la duración medias de cada grupo de heridas crónicas. Ambos parámetros servirán como referencia para comparar los resultados posteriores a la intervención con HECRO 2.0, clave para su validación y la determinación del ahorro de costes sanitarios (retorno de inversión, ROI) y el acortamiento de la evolución de cada grupo de heridas crónicas.

A continuación, se enumeran los principales riesgos identificados para el proyecto:

1. El principal riesgo para la implantación a gran escala de la solución propuesta está supeditada a la gestión del cambio organizativo en el Servicio Murciano de Salud, ya que la adopción de herramientas tecnológicas innovadoras conlleva la adopción de nuevas formas y procedimientos de trabajo.
2. Además, el perfil de pacientes con úlceras y heridas crónicas es mayor y no digital; esto condicionará el número de usuarios que puedan convertirse en pacientes activos y participativos en la autogestión. Para este grupo de pacientes activos, la formación inicial en el manejo de la herida resulta clave para poder delegarle competencias.
3. Un riesgo importante será la falta de tiempo del personal sanitario de atención primaria, especialmente en la etapa actual.
4. Es por ello que se ha propuesto la creación de un producto formativo digital que garantice la comprensión del paciente de este nuevo rol, que garantice el conocimiento en el manejo de la tecnología y el conocimiento en las tareas de cuidado de la herida crónica. Se deberá por tanto evaluar sus competencias previas y sus capacidades para incluirlo en el programa. Se deberá examinar el cumplimiento y finalización del producto formativo mediante cuestionarios de evaluación y validación de sus competencias.
5. Otro riesgo clave orbita esta vez sobre los profesionales, en concreto sobre los expertos que guiarán la solución y, sobre todo, el estudio del análisis de impacto. Su disponibilidad e implicación serán imprescindibles para alcanzar el resultado final. Por tanto, deberá observarse desde el SMS su liberación para esta colaboración, si fuera necesaria.

#### 4. CONTENIDO INNOVADOR DE LA PROPUESTA.

4.1. Innovaciones tecnológicas que presenta el proyecto (señalar si las innovaciones son a nivel nacional o internacional) y ventajas para el solicitante.

Las heridas crónicas constituyen uno de los grandes retos asistenciales, por impacto, prevalencia y duración. Estos factores incrementan la variabilidad, al permitir que la atención de la herida pase por distintitos profesionales debido a su larga evolución, con el consiguiente riesgo de cambio de tratamiento o incluso de diagnóstico, con repercusiones directas en la evolución.

Por ello, precisamos una solución normalizadora para garantizar la continuidad asistencial tanto en los distintos ámbitos (hospitalaria, primaria), como en el tiempo de evolución, el cual puede prolongarse meses y hasta años.



Una solución móvil que permita aplicar las mejores recomendaciones diagnósticas y terapéuticas, y situar la evolución comparándola con una estimación de partida, puede ser una brújula que señale el camino de la mejora en la atención de las heridas crónicas. Dicha herramienta será a su vez, un elemento de aprendizaje común, puesto que refinará sus recomendaciones en función del resultado registrado de estos casos reales.

Un amplio abanico de servicios y funcionalidades perfectamente integradas entre sí, entre ellas destacan:

- Registro y control del tratamiento farmacológico.
- Control del cumplimiento terapéutico y adherencia al tratamiento.
- Gestión pluripatológica y ayuda en la polimedicación.
- Registro de biomedidas y otras variables de autocontrol.
- Integración con dispositivos médicos inalámbricos externos “wearables”.
- Formularios y encuestas vinculadas y personalizadas a cada patología.
- Registro de efectos adversos, crisis o descompensaciones.
- Sistemas de guiado, a modo de árboles de decisión, para la autogestión de efectos adversos.
- Ficha clínica y seguimiento evolutivo.
- Sistemas de avisos externos y alertas de riesgo para profesionales.
- Monitorización remota con semáforos de actividad e indicadores de control.
- Agenda de actividad diaria del usuario.
- Cuadros de mando diseñados para la gestión de profesionales y sistemas de ayuda a la prescripción o calculadoras.
- Servicios de terceros integrados (proveedores externos), como videoconferencia o teleformación.
- Recomendaciones de autocuidados de la enfermedad y otros consejos de salud.
- Capas de servicios de integración con plataformas externas, especialmente sistemas de información hospitalarios y/o gubernamentales.

4.2. Indicar las tecnologías más significativas incorporadas, indicando expresamente si se incorporan innovaciones o conocimientos previos propiedad del solicitante, o previstas desarrollar en el proyecto.

El Servicio Murciano de Salud ya ha trabajado en esta problemática. En concreto, en 2018 se realizó una Consulta Preliminar al Mercado (CPM) en el contexto del proyecto europeo inDemand, al ser seleccionado Hecro como uno de los retos ganadores.

Previa a dicha convocatoria se identificaron dos soluciones cercanas en dicho ámbito:



- SICAH: Solución aplicada en el SERGAS pero limitada a curas en ambiente húmedo con estricto acceso desde PC corporativo, excluyendo la posibilidad de móvil y de participación del paciente y/o cuidador.
- PixaLere: Aplicación móvil usada en Norteamérica, Australia y Sudáfrica como herramienta de comunicación entre profesionales y de recomendaciones diagnósticas y terapéuticas. Muy cercana a lo deseado, pero con recomendaciones cerradas y validadas en un entorno muy diferente.

Se transformó la ficha de necesidades no cubiertas (reto) en un pliego que fue licitado de forma abierta a todas las PYMEs europeas durante 3 meses, tras el evento de presentación inicial (Gala de Innovación). Se contestaron por escrito todas las dudas de las empresas interesadas, recibiendo finalmente 6 propuestas de PYMEs de todo Europa:

- Aslogic
- Pixelabs
- Dermtest
- Idonia
- Urgo
- Vicederm

Tras seleccionar la ganadora mediante un Comité de Evaluación experto se co-creó durante 15 meses una solución que fue validada en un entorno real a nivel prototipo (=TRL 7) al ser probada por 47 enfermeros, tanto de hospital como de Primaria, pertenecientes a dos Áreas de Salud.

HeCro consiguió entre los profesionales de enfermería una usabilidad alta (SUS=65,11) con una satisfacción muy alta (CSAT 8,7/10), siendo muy recomendable por los enfermeros (NPS=51,06).

Elementos de innovación:

- Versatilidad de la tecnología que aporta menor tiempo de implantación.
- Robustez y eficacia de la solución.
- Interoperabilidad y uso de estándares para la integración con los sistemas de información del SMS.
- Ampliación funcional, con sistemas previos ya desarrollados que se adaptan al reto.
- Movilidad para trasladar el conocimiento y el servicio a pie del paciente.
- Análisis de impacto, tanto un tiempo de duración como en coste. Es el elemento clave que nos permite conocer si realmente se soluciona el problema y cuánto.

Componente software en el que, a partir de la tipificación de las heridas crónicas y de las distintas características que presenta, pueda proponer de forma automática uno o varios tratamientos posibles en función de las guías de recomendaciones del SMS, permitiendo su continua actualización.

Mientras que en el mercado ya existen algunas herramientas centradas en la ayuda al diagnóstico de la patología, la solución tecnológica y servicios propuestos implican, además, la medición automática de la gravedad y la efectividad del tratamiento a través de inteligencia artificial, lo cual es una tecnología pionera, no sólo a nivel nacional, sino internacional. Todo esto



integrado dentro de una plataforma que ayuda al profesional sanitario en la gestión del paciente.

Al poder estar integrado también dentro de una plataforma de Gestión remota de pacientes, permite que el propio paciente sea partícipe de su tratamiento, empoderándolo y activándolo. Esto permite mejorar la calidad de vida del paciente y sus resultados en salud.

4.3. Descripción del estado de desarrollo de estas tecnologías entre las empresas de la competencia a nivel nacional e internacional.

Para ello la solución propuesta, formada por distintas herramientas tecnológicas, incluye las siguientes funcionalidades ya implementadas que permitirán que el tiempo de desarrollo del proyecto sea menor:

- Limitar el reconocimiento de imagen a identificar los 4 tipos de tejido y cuantificar el tamaño de forma automática y objetiva. Este requisito será obligatorio.
- Validación de la calidad de la fotografía para realizar la identificación de la lesión, como prerrequisito obligatorio para validar el anterior.
- Visualización de la evolución de la herida a lo largo del tiempo, mediante una escala validada.
- Aplicación móvil para el profesional sanitario que sugerirá recomendaciones diagnósticas y terapéuticas según la mejor evidencia disponible, así como la necesidad de una revaloración o cambio de tratamiento si la evolución no es adecuada según la escala validada. La aplicación deberá tener en cuenta la variedad de profesionales y puntos asistenciales del SMS, adaptándose a los diversos entornos, como atención primaria, consultas u hospitalización.
- Aplicación móvil para el paciente y/o su cuidador que permitirá establecer mecanismos de comunicación con los profesionales, visualización de recomendaciones para el tratamiento, así como informar de su situación.
- Inclusión como requisito obligatorio del análisis de impacto en función de dos indicadores clave: el tiempo de duración de herida en días y el coste asociado. Dicho análisis supone un estudio previo histórico en las bases de datos del SMS para conocer la situación de partida y la clusterización de los distintos grupos de duración/coste.

Por otro lado, la parte de innovación que se va a abordar dentro de este reto se centra en el desarrollo de un componente software que, a partir de la tipificación de las heridas crónicas y de las distintas características que presenta, pueda proponer de forma automática uno o varios tratamientos posibles (dentro del catálogo de productos disponibles en el SMS) en función de las guías de recomendaciones del SMS o recomendaciones de expertos, permitiendo su continua actualización.

Por último, otro de los aspectos innovadores del servicio, es tener en cuenta el servicio de soporte tanto a pacientes como a profesionales, así como el servicio técnico y de mantenimiento de las herramientas tecnológicas.



## 5. RESULTADOS ESPERADOS

Plataforma de diagnóstico y tratamiento de heridas crónicas solución propuesta, que incluye las siguientes funcionalidades:

- Reconocimiento de imagen, identificando los 4 tipos de tejido y cuantificando el tamaño de forma automática y objetiva.
- Validación de la calidad de la fotografía para realizar la identificación de la lesión.
- Visualización de la evolución de la herida a lo largo del tiempo, mediante una escala validada.
- Aplicación móvil para el profesional sanitario que sugerirá recomendaciones diagnósticas y terapéuticas según la mejor evidencia disponible, así como la necesidad de una revaloración o cambio de tratamiento si la evolución no es adecuada según la escala validada. La aplicación deberá tener en cuenta la variedad de profesionales y puntos asistenciales del SMS, adaptándose a los diversos entornos, como atención primaria, consultas u hospitalización.
- Aplicación móvil para el paciente y/o su cuidador que permitirá establecer mecanismos de comunicación con los profesionales, visualización de recomendaciones para el tratamiento, así como informar de su situación.
- Análisis de impacto en función de dos indicadores clave: el tiempo de duración de herida en días y el coste asociado.

La solución propuesta, formada por distintas herramientas tecnológicas, incluye las siguientes funcionalidades ya implementadas que permitirán que el tiempo de desarrollo del proyecto sea menor:

- Medir heridas crónicas, como por ejemplo las UPP, y su gravedad a partir de fotografías, medir el tamaño de la lesión e identificar los tejidos presentes en la lesión. El tipo de lesión debe ser diagnosticada por el personal sanitario.
- Validación de la calidad de la fotografía para realizar la valoración de la lesión.
- Visualización de la evolución de la herida a lo largo del tiempo.
- Aplicación móvil para el paciente y/o su cuidador que permitirá establecer mecanismos de comunicación con los profesionales, visualización de recomendaciones para el tratamiento, así como informar de su situación.
- La solución permitirá la movilidad con el fin de trasladar el conocimiento y el servicio allá donde esté el paciente y el profesional.
- Análisis de impacto, tanto un tiempo de duración como en coste. Es el elemento clave que nos permitirá conocer si la evolución de la herida es correcta o no.

### 5.1. Nuevos bienes o servicios innovadores en mercado

Herramienta de soporte asistencial para los sanitarios que permita mejorar la variabilidad clínica en el diagnóstico y tratamiento de las heridas crónicas mediante un asistente que pueda utilizar el reconocimiento de imágenes de las heridas para identificar el tratamiento más adecuado.

Una solución digital que permite estandarizar la atención de las heridas crónicas a través del reconocimiento de imágenes y el suministro de recomendaciones de forma automática a los profesionales sanitarios sobre el tratamiento más adecuado en función de la evidencia clínica disponible.

Provisión de servicios innovadores tanto a profesionales, como a pacientes a través de los que será posible no sólo clasificar o tipificar las heridas crónicas de forma automática gracias al uso





de la visión artificial que es capaz de identificar patologías dermatológicas y su gravedad a partir de fotografías, sino suministrar recomendaciones de tratamiento de forma automática con el fin mejorar su estandarización. Este servicio se fundamenta en dos vertientes, por un lado, permitirá estandarizar el seguimiento y tratamiento de las heridas crónicas por parte de los profesionales, evitando que la alta rotación de éstos y, por consiguiente, las diferencias en la toma de decisiones incidan negativamente en la evolución de las heridas.

Así mismo, incorpora elementos disruptivos al ser un servicio integrado en una plataforma de gestión remota de pacientes, que permite que el rol del paciente cambie y pueda ser más proactivo y empoderado, pudiendo seguir las recomendaciones desde su propio hogar.

Por otro lado, la parte de innovación que se va a abordar dentro de este reto se centra en el desarrollo de un componente software que a partir de la tipificación de las heridas crónicas y de las distintas características que presenta, pueda proponer de forma automática uno o varios tratamientos posibles en función de las guías de recomendaciones del SM y la máxima evidencia disponible, permitiendo su continua actualización. Por último, otro de los aspectos innovadores del servicio, es tener en cuenta el servicio de soporte tanto a pacientes como a profesionales, así como el servicio técnico y de mantenimiento de las herramientas tecnológicas.

## 5.2. Mejoras del servicio público

- Mejora de la gestión de los recursos asistenciales.
- Mejora de los procesos del SMS.
- Minimización de errores.
- Mejor asistencia sanitaria.

## 5.3. Impactos e indicadores. Identificación, construcción, metodología y resultados esperados

### Indicadores de Satisfacción:

- Tasa de acierto del sistema para el reconocimiento de imágenes.  
Objetivo: área bajo la curva ROC (AUROC) >0.8.
- Customer Satisfaction Score (CSAT) como encuesta validada para medir la satisfacción del profesional sanitario con la herramienta.  
Objetivo: 8/10
- Net Promoter Score (NPS) para medir la experiencia del usuario.  
Objetivo: >50.
- System Usability Scale (SUS) para medir la usabilidad de la solución.  
Objetivo: >68.

### Indicadores de Eficiencia:

- Ahorro de costes comparado con el promedio habitual de cada caso, ajustado por tipo de herida y grado de gravedad. Se trata de un proyecto en sí mismo, de estimación económica a partir de datos de actividad y facturación del SMS en cuyo análisis



colaborará estrechamente la empresa y que servirá para cuantificar el impacto de la solución tanto en euros (coste), como en tiempo de evolución de herida (salud).

- Objetivo: cualquier ahorro, comparando por cada grupo de herida.

#### Indicadores de Resultados en salud:

- Indicador clave de resultado: Número de días de tratamiento ajustados por tipo de herida y grado de gravedad.
  - Objetivo: disminución del 20% ajustado por tipo de herida y grado de gravedad.

## SM-3 Eficiencia hídrica y conservación del agua en lavandería

### 1. RESUMEN.

El reto que se plantea es el desarrollo de un proyecto dirigido a la introducción de un sistema, o conjunto de sistemas interconectados, que permitan una reducción significativa del consumo de agua asociado a la actividad del Hospital Clínico Universitario Virgen de la Arrixaca y, consecuentemente, de los flujos de aguas residuales vertidos al alcantarillado, actuando sobre el proceso de lavado y desinfección de ropa hospitalaria desarrollado en el centro y mediante la identificación, evaluación e incorporación de sistemas o tecnologías basadas exclusivamente en la reutilización de agua en dicho proceso, dado que el mismo se debe considerar actualmente como el único proceso de consumo de agua susceptible de optimización mediante soluciones basadas en reutilización.

La solución adoptada consistirá en la incorporación de sistemas y tecnologías de distinto tipo, tanto para la reutilización directa del agua (actuando directamente sobre los equipos y flujos de agua existentes), como para la reutilización indirecta (mediante la introducción de equipos, tecnologías o sistemas de tratamiento de agua residual), a través de cuya acción y efecto combinado se pretende alcanzar un objetivo de reducción del consumo del 80% (sobre los indicadores de consumo relativo; L agua / Kg de ropa procesada).

El sistema, tanto en su diseño como en su funcionamiento, debe asegurar, además, dos aspectos que se han de considerar como prerrequisitos o factores condicionantes; garantizar la seguridad y la calidad del agua objeto de reutilización respecto de los requisitos inherentes al proceso y garantizar el cumplimiento de los parámetros de vertido de aguas residuales de acuerdo a la normativa autonómica y municipal de aplicación.

### 2. OBJETIVOS

El proyecto y la línea de innovación que se pretende impulsar se basan en la identificación, evaluación y puesta en marcha de un sistema de optimización del consumo de agua en el centro Hospital Clínico Universitario Virgen de la Arrixaca actuando sobre el proceso de lavandería y que permita la reutilización en el proceso de la mayor parte posible del agua empleada en el mismo, mediante tecnologías de tratamiento (reacondicionamiento) de las aguas de proceso o mediante la combinación de dichas tecnologías con otros sistemas que permitan la reutilización de agua que, atendiendo a las exigencias del proceso de lavado, puedan ser reaprovechadas de forma directa.

El proceso de lavandería hospitalaria del centro explica en torno al 30% del consumo de agua del centro hospitalario. En el mismo el grado de reutilización de agua de proceso actualmente existente debe considerarse nulo, pero se ha observado que, a diferencia de lo que ocurre en el



resto de los usos de agua del centro, en los que la reutilización no es una opción aceptable atendiendo a requisitos legales y a exigencias de la autoridad sanitaria, en el caso de los procesos de lavandería la reutilización está sólo impedida por la indisponibilidad de sistemas específicos que lo permitan.

Las tecnologías de tratamiento y depuración de agua existentes en la actualidad presentan una gama muy amplia de opciones, o de combinación de opciones, cuya eficacia y aplicabilidad está en función de las características del agua a tratar y de las necesidades o exigencias de calidad del agua que requiere el proceso. Igualmente, la reutilización directa presenta las mismas condiciones u opciones de uso. Sin embargo, el grado de aplicación e introducción de dichas tecnologías u opciones de reducción del consumo de agua en lavanderías industriales, a nivel general, es nulo o muy limitado, aún más en el caso de las lavanderías del sector público hospitalario de España.

La capacidad de introducción de estas tecnologías estará en función de las características concretas de cada instalación de lavandería, dado que éstas determinan, no solo las exigencias del agua a utilizar en el proceso sino las características y composición de las aguas residuales aprovechables (en función de la concentración y tipo de productos de lavado empleados, la distribución o representatividad del tipo de ropa procesada, las características del agua de red en cada región, las temperaturas de trabajo, etc.). Es por ello por lo que el proyecto requiere una fase previa de caracterización analítica de las aguas, que será la base para la definición de las tecnologías de tratamiento que han de evaluarse y, finalmente implantarse.

En todo el proceso se requiere tener en cuenta el posible efecto que la reutilización de las aguas de lavandería pueda presentar sobre los parámetros de vertido de aguas residuales, dado que es de esperar que se produzca un efecto de concentración de carga orgánica en las residuales del conjunto del centro (las residuales líquidas de lavandería generan actualmente un efecto de dilución). Por ello el proyecto debe incluir la evaluación de este posible impacto y, en su caso, el diseño e instalación de un sistema de tratamiento de los vertidos del centro (EDAR o similar).

El proyecto debe permitir la reutilización del agua empleada en el proceso de lavandería hasta en un 85%, con lo que se prevé un efecto de reducción del consumo total de agua del Hospital de orden del 20%.

### 3. NECESIDAD DEL PROYECTO.

#### 3.1. Antecedentes

El Servicio Murciano de Salud (en adelante, SMS) ha sido siempre consciente del impacto de la prestación de su servicio en la sociedad y en el medioambiente. En este sentido, está comprometido con la contribución a la consecución de los ODS y con las estrategias europeas en materia de medioambiente, entre las que se encuentran, de forma destacable, las relativas a la circularidad y, dentro de éstas, las relativas a la conservación de los recursos hídricos.

En este ámbito concreto, el que se refiere al “problema del agua”, la planificación y las políticas ambientales del SMS no pueden perder de vista el contexto territorial o geográfico en el que se enmarca nuestra actividad, en el que la disponibilidad de recursos hídricos es, cada vez más, un factor externo de máxima prioridad en lo que respecta a la adopción de medidas dirigidas a la conservación de dichos recursos, no solo como mecanismo necesario para reducir la presión sobre los ecosistemas y la biodiversidad, sino como medidas dirigidas a proteger la propia capacidad del SMS para mantener, a largo plazo, la continuidad asistencial teniendo en cuenta

las expectativas de evolución del problema del agua a medio y largo plazo. Partiendo de este marco general, el impulso del proyecto tiene su base, además, en otros antecedentes más concretos.

En el proceso de diseño de la planificación estratégica en materia de transición ecológica del SMS (PLAN INTEGRAL DE TRANSICIÓN ECOLÓGICA SMS 2020 – 2030), se partía de un análisis previo de la representatividad de los principales aspectos e impactos ambientales asociados a la actividad de los centros hospitalarios. Si bien cualquier medida de eficiencia, minimización o circularidad, debe considerarse, en principio, interesante, un análisis básico permite atribuir al SMS (y por tanto al sector hospitalario en general), un papel muy relevante como consumidor de recursos hídricos. En este análisis básico se cuantificó el consumo de agua del conjunto de centros hospitalarios del SMS en algo más de 510 Millones de litros de agua / año, aproximadamente 1.400 m<sup>3</sup>/día, equivalente al consumo de una población de 9.300 habitantes (Para un consumo de 149 l/habitante y día en la Región de Murcia, según INE 2020).

La normativa autonómica de la Región de Murcia (Ley 6/2006, de 21 de julio, sobre incremento de las medidas de ahorro y conservación en el consumo de agua en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia), establece que las industrias con consumo superior a 10 m<sup>3</sup>/día la presentación de planes anuales de ahorro de agua a través del sistema VIGIA. El consumo del SMS supera en casi 140 veces el umbral. Según datos aportados por ESAMUR (Entidad Regional de Saneamiento y Depuración de la Región de Murcia), el consumo de agua de las empresas incluidas en VIGIA representa el 17% del consumo de agua potable en la Región, con un consumo medio de dichas empresas de 85.571 m<sup>3</sup>/año (6 veces inferior al consumo anual del SMS). Menos del 10% de las empresas actualmente incluidas en VIGIA presentan consumos superiores a los del SMS (solo 24 de las 249 empresas obligadas a presentar planes de ahorro de agua en Murcia a través de VIGIA, tienen consumos superiores a los del SMS).

Esta información permite identificar a los centros dependientes del SMS como centros con alto impacto sobre el consumo de agua a escala regional de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia. En una planificación general e integral a largo plazo en materia de medioambiente del SMS se hace por tanto necesario implementar medidas innovadoras y con impacto significativo sobre el consumo de agua.

En coherencia con el contexto territorial, climático e hídrico en el que el SMS desarrolla su actividad, y con el reconocido impacto significativo de nuestra actividad sobre el consumo de agua en la Región de Murcia, la institución ha tratado de desplegar acciones y medidas de eficiencia hídrica en periodos anteriores.

En este sentido, destacar la iniciativa transversal (para el conjunto de los centros dependientes del SMS) desarrollada en el periodo 2018, con el desarrollo de pruebas piloto de sistemas de ahorro de agua en puntos de consumo representados de por aseos, vestuarios y puntos similares (economizadores y reductores de caudal de duchas y grifos, sistemas de grifería de accionamiento temporizado), y la posterior adquisición e instalación de 14.000 dispositivos de ahorro en el conjunto de hospitales.

Esta intervención se verificó con un impacto de reducción del consumo de agua de entre el 1 y el 2% en algunos centros. El crecimiento de los centros (ampliación de las áreas de actividad y demandantes de agua), así como otros factores (incremento de la demanda de agua en procesos de limpieza y desinfección de las instalaciones como consecuencia de la COVID-19), han propiciado, sin embargo, que los consumos de agua muestren tendencias crecientes en los últimos años, sin que se hayan podido identificar nuevas medidas o nuevas alternativas de



reducción del consumo y con impacto significativo, principalmente porque, aunque el potencial de la reutilización de aguas residuales en determinados procesos es muy alto (por ejemplo; utilización de aguas procedentes de duchas para evacuación de inodoros), dichas medidas están limitadas o son incompatibles con requisitos legales y/o las buenas prácticas de referencia, en materia de seguridad del paciente, que han de observarse en los centros hospitalarios actualmente.

Especialmente, en los centros que no disponen de instalaciones propias de lavandería (la práctica totalidad de los hospitales del SMS), en los que los usos del agua están representados casi exclusivamente por procesos que requieren “agua de consumo humano”, la capacidad de implementar nuevas medidas de eficiencia hídrica se ve fuertemente limitada o impedida.

En el hospital de referencia del SMS (Hospital Clínico Universitario Virgen de la Arrixaca, en adelante HCUVA), por el contrario, el consumo de agua que puede considerarse como “agua de uso industrial”, alcanza hasta un 30% del consumo total de agua del centro. En concreto, considerando el consumo de agua en el proceso de lavado y desinfección de ropa hospitalaria en la lavandería industrial existente.

En el periodo 2021 se iniciaron actuaciones importantes de renovación del equipamiento de lavado de ropa existente en la lavandería, existiendo anteriormente un equipamiento en grado máximo de obsolescencia y deterioro. Los equipos de lavado instalados incorporan sistemas varios específicamente diseñados para reducir el consumo de agua en el proceso, principalmente mediante la reutilización directa de aguas residuales generadas en las distintas fases o ciclos de lavado de cada equipo. Estos sistemas, incorporados ya en todos los equipos actuales (soluciones de mercado), permiten un ahorro importante de agua en el proceso respecto de los equipos pre-existentes, precisamente mediante reutilización de agua.

La observación del funcionamiento de estos sistemas de reutilización dio pie a que los equipos de ingeniería y de medioambiente del HCUVA reflexionaran a cerca de la posibilidad de incrementar el grado de reutilización de agua en el proceso, considerando lo siguiente:

- a). Las limitaciones/restricciones existentes en otros procesos de consumo de agua del centro en cuanto a reutilización de aguas residuales no pueden considerarse, en iguales términos, en el caso del proceso de lavandería.
- b). El potencial de reutilización de agua en la lavandería solo estaría limitado por la indisponibilidad actual de sistemas específicos de tratamiento del agua residual del proceso para adecuarla a los requisitos mínimos del agua de lavado, los cuales no son necesariamente equivalentes a los del agua potable.
- c). Un sistema de tratamiento (combinación de tecnologías de tratamiento de agua) diseñado específicamente para adecuar las condiciones del agua residual hasta alcanzar las condiciones mínimas requeridas específicamente para el lavado, debe considerarse viable y con un potencial muy alto de reducción del consumo de agua.

Este escenario se consideró idóneo para identificar posibles soluciones o propuestas innovadoras mediante el proceso de Consulta Preliminar de Mercado en el marco del Proyecto INNOVAMURCIA SALUD, como resultado de la cual se han identificado propuestas altamente alineadas con dicho planteamiento.



### 3.2. Necesidad no cubierta

Conforme a lo ya comentado anteriormente, la necesidad de impulsar un proyecto para la implantación de medidas innovadoras de reducción del consumo de agua en SMS, en concreto, actuando sobre el proceso de lavandería industrial en el HCUVA, queda justificada por lo siguiente:

- a). Consumo de agua del SMS como aspecto ambiental de máxima significancia y prioridad según la planificación general en materia de medioambiente aprobada por el SMS.
- b). Requisitos legales de aplicación al centro hospitalario en relación a la reducción de caudales de vertido de aguas residuales al alcantarillado (Plan de Minimización de Vertidos al Alcantarillado 2022 – 2026, según disposición adicional segunda del Decreto 16/1999 de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia), a los que sólo se puede dar respuesta adecuada mediante la exploración e introducción de tecnologías y soluciones innovadoras que no están accesibles actualmente como soluciones de mercado.
- c). Necesidad de integrar la eficiencia hídrica como ámbito de especial importancia en el marco de la estrategia de sostenibilidad del SMS, para lo que se precisa recurrir a soluciones y alternativas basadas en la reutilización del agua aprovechando la capacidad que a tal efecto existe en el proceso de lavandería industrial del centro hospitalario.

En este marco, el SMS necesita una solución adaptada a las condiciones de funcionamiento específicas y particulares de la instalación de lavandería industrial del HCUVA, para lo que se requiere impulsar un proyecto que permita definir e implantar una solución que actualmente no se encuentra disponible en el mercado y para la que la CPM ha identificado la capacidad de desarrollar la misma.

La reutilización de agua en el sector hospitalario, a pesar de las magnitudes de sus consumos, representa una alternativa de nula o escasa aplicación debido, por un lado, a las limitaciones que vienen impuestas por los riesgos que, desde un punto de vista sanitario, se atribuyen a la reutilización en aquellos procesos que puedan considerarse como de uso humano (lavamanos, duchas, inodoros, cocinas, etc) o con implicaciones directas para la seguridad del paciente (lavado instrumental, limpieza y desinfección de superficies) y, por otro lado, a una interpretación comúnmente errónea del Real Decreto 1620/2007, de 7 de diciembre, por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas, en base al cual se ha interpretado habitualmente que la reutilización de agua está directamente prohibida en el sector hospitalario, independientemente del uso o proceso.

Este escenario debe reconocerse como una de las causas por las que los avances tecnológicos en el sector del tratamiento de agua, con desarrollo constante de nuevas tecnologías, o incluso la utilización de sistemas de reutilización directa en procesos cuyas exigencias de calidad del agua lo permiten sin generar riesgos no admisibles, represente alternativas de escasa o nula introducción en el sector hospitalario. El desarrollo tecnológico y el problema del agua exigen un cambio en este modelo.

En el sector privado o fuera del ámbito exclusivamente hospitalario, el bajo precio del agua en España puede explicar por qué, a pesar de la alta significancia de los consumos asociados al sector, la introducción de medidas innovadoras basadas en la reutilización de agua mediante



sistemas o tecnologías específicas es también muy limitada o nula. Según consultas realizadas a los principales fabricantes de equipamiento específico de lavanderías industriales existen solo experiencias aisladas y con alcance parcial sobre el proceso (reutilización directa en algún equipo concreto). Los indicadores de consumo de agua de las fuentes consultadas así lo corroboran. Se ha de tener en cuenta que todos los centros hospitalarios tienen una huella hídrica importante asociada al uso y procesado de prendas, tanto directamente (en lavanderías propias), como indirectamente (en lavanderías privadas a través de servicios externos contratados, siendo ésta la situación más extendida). La propuesta representa, en este sentido, un proyecto de innovación en el sector que puede establecer una experiencia de referencia a considerar en el marco de la contratación pública ambientalmente responsable y el fomento de la huella hídrica de las instalaciones de proveedores como criterio medioambiental e incentivo a la eficiencia hídrica del sector desde la administración pública.

Los procesos de lavandería hospitalaria (uso industrial de agua), representan una oportunidad para cambiar el modelo convencional de utilización de agua en el sector salud a través del impulso a proyectos de innovación, como el que se plantea, para explotar las opciones de reutilización mediante tecnologías o sistemas no utilizados en ámbito hospitalario, combinaciones de las mismas o desarrollo de nuevas aplicaciones.

Según fuentes consultadas los consumos de agua del sector de lavandería en instalaciones clasificadas como industriales (como es el caso de la lavandería del HCUVA) presentan consumos de entre 25 y 35 L de agua / Kg de ropa procesada. Los indicadores específicos de consumo hídrico de la lavandería del HCUVA muestra valores del orden de entre 21 y 23 L de agua / Kg de ropa procesada.

La solución que se pretende dar a las necesidades descritas en el apartado 3 de la presente propuesta persigue alcanzar valores de consumo de entre 4,2 y 4,6 L agua / Kg de ropa procesada. La consecución de estos objetivos representa un cambio marcadamente innovador atendiendo a estos indicadores.

Por otra parte, se debe considerar que el proyecto se plantea mediante varias fases consecutivas de desarrollo, mediante la que se pretende recabarla información necesaria para el análisis e identificación preliminar de las soluciones tecnológicas mediante las que se puede dar respuesta las necesidades y objetivos. Se debe tener en cuenta que las soluciones tecnológicas deben definirse y diseñarse de forma específica, desarrollando posteriormente la solución adaptada a las necesidades concretas de la lavandería y dando lugar a una fase de desarrollo preliminar del sistema y experimentación o pilotaje (I+I+D).

La solución técnica pasa por seleccionar una combinación de distintas tecnologías o subsistemas tratamiento del agua, cada una de ellas seleccionada para dar respuesta a las necesidades de acondicionamiento del agua residual en función de uno o unos parámetros o componentes concretos. Dichas tecnologías, entre otras, son; la oxidación de materia orgánica mediante O<sub>3</sub>, filtración convencional, microfiltración o ultrafiltración, así como utilización de membranas, y etapas finales de aseguramiento de la calidad microbiológica mediante tecnologías que pueden combinar oxidación química (O<sub>3</sub>) y radiación (U.V).

Las propuestas que dan respuesta integral al reto pasan, por tanto, por la selección y combinación específica de componentes tecnológicos que pueden considerarse como sistemas con alto grado de madurez tecnológica, siendo la solución integral (combinación de dichas tecnologías para el diseño de una instalación de recuperación total), la que no se encuentra



actualmente disponible en el mercado y que precisa un impulso para su desarrollo e implementación.

Según la información recogida en las propuestas obtenidas mediante la consulta preliminar de mercado, existen opciones para alcanzar el objetivo de reducción / reutilización planteada del 80% del agua utilizada actualmente en la lavandería industrial del HCUVA, estando disponibles plantas piloto diseñadas específicamente para tratamientos en efluentes de lavanderías industriales o ámbitos similares. Dichas alternativas y diseños habrían superado satisfactoriamente las fases de prueba o proto-tipaje en laboratorio (superación del TRL 4), por lo que pueden considerarse actualmente opciones con un TRL en torno a 5 que precisarían un salto hacia una prueba en condiciones de funcionamiento y escala reales.

Según la información recogida en las propuestas, la solución tecnológica para implantar debe:

- Considerar el diseño e instalación de los subsistemas necesarios para aprovechar la capacidad de reutilización directa (flujos o sub-flujos de agua residual que puedan ser reaprovechados sin necesidad de tratamiento previo o con un tratamiento mínimo de baja complejidad, como, por ejemplo; sistemas de aprovechamiento de aguas de aclarado en procesos o ciclos de prelavado), con la finalidad de reducir al máximo la necesidad de recursos destinados a los sistemas de reutilización indirecta.
- Considerar el diseño e instalación de los sistemas y elementos necesarios para recoger, conducir y pre-almacenar las aguas residuales utilizables con carácter previo al proceso de tratamiento para su reintroducción al proceso.
- Considerar el diseño e instalación de la combinación de sistemas, subsistemas o tecnologías de tratamiento secuencial del agua residual que permita, en primer lugar; reacondicionar el agua hasta alcanzar las condiciones paramétricas (agua apta para lavado de ropa) previamente definidas, asegurando un funcionamiento óptimo y, por otro lado; asegurar la capacidad del sistema para alcanzar el objetivo de reutilización y reducción de consumo previamente definido en el proyecto.

En este sentido, la solución se debe basar en la combinación optimizada y adaptada a las condiciones de funcionamiento de la lavandería del HCUVA de tecnologías de filtración (desde tamizados hasta ultra o microfiltración, o filtración con membranas, entre otros), tecnologías de tratamiento físico – químico (oxidación, floculación, sedimentación, neutralización, tratamiento con fuentes de radiación, u otros).

**Grado de TRL partida declarado por las empresas en la CPM realizada:** 5 (Validación de componente y/o disposición de los mismos en un entorno relevante). El objetivo general del proyecto es alcanzar una situación de funcionamiento de la lavandería del HCUVA que permita verificar una reducción de los indicadores de consumo de agua en el conjunto del proceso superior al 80% respecto de la situación de partida, tanto en términos de huella hídrica (L agua / Kg de ropa procesada), como en términos absolutos (m<sup>3</sup> agua / año), al tiempo que se asegura el cumplimiento de los parámetros de vertido de aguas residuales al alcantarillado para el conjunto del centro sanitario.

Así mismo, desde una perspectiva de innovación y desarrollo, se pretende alcanzar unas condiciones de funcionamiento de una lavandería industrial que sirva de referente y ejemplo de aplicación de las MTDs en el sector, tanto público como privado.

Como valores de referencia se establecen:





- Consumo de agua representativo del sector en la actualidad = 30 L de agua / Kg ropa procesada.

-Consumo de agua en la situación de partida en HCUVA = 22 L de agua / Kg ropa procesada.

Los principales aspectos innovadores serán:

La reutilización de agua en el sector hospitalario, a pesar de las magnitudes de sus consumos, representa una alternativa de nula o escasa aplicación debido, por un lado, a las limitaciones que vienen impuestas por los riesgos que, desde un punto de vista sanitario, se atribuyen a la reutilización en aquellos procesos que puedan considerarse como de uso humano (lavamanos, duchas, inodoros, cocinas, etc) o con implicaciones directas para la seguridad del paciente (lavado instrumental, limpieza y desinfección de superficies) y, por otro lado, a una interpretación comúnmente errónea del Real Decreto 1620/2007, de 7 de diciembre, por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas, en base al cual se ha interpretado habitualmente que la reutilización de agua está directamente prohibida en el sector hospitalario, independientemente del uso o proceso.

Este escenario debe reconocerse como una de las causas por las que los avances tecnológicos en el sector del tratamiento de agua, con desarrollo constante de nuevas tecnologías, o incluso la utilización de sistemas de reutilización directa en procesos cuyas exigencias de calidad del agua lo permiten sin generar riesgos no admisibles, represente alternativas de escasa o nula introducción en el sector hospitalario. El desarrollo tecnológico y el problema del agua exigen un cambio en este modelo.

En el sector privado o fuera del ámbito exclusivamente hospitalario, el bajo precio del agua en España puede explicar por qué, a pesar de la alta significancia de los consumos asociados al sector, la introducción de medidas innovadoras basadas en la reutilización de agua mediante sistemas o tecnologías específicas es también muy limitada o nula. Según consultas realizadas a los principales fabricantes de equipamiento específico de lavanderías industriales existen solo experiencias aisladas y con alcance parcial sobre el proceso (reutilización directa en algún equipo concreto). Los indicadores de consumo de agua de las fuentes consultadas así lo corroboran. Se ha de tener en cuenta que todos los centros hospitalarios tienen una huella hídrica importante asociada al uso y procesado de prendas, tanto directamente (en lavanderías propias), como indirectamente (en lavanderías privadas a través de servicios externos contratados, siendo ésta la situación más extendida). La propuesta representa, en este sentido, un proyecto de innovación en el sector que puede establecer una experiencia de referencia a considerar en el marco de la contratación pública ambientalmente responsable y el fomento de la huella hídrica de las instalaciones de proveedores como criterio medioambiental e incentivo a la eficiencia hídrica del sector desde la administración pública.

Los procesos de lavandería hospitalaria (uso industrial de agua), representan una oportunidad para cambiar el modelo convencional de utilización de agua en el sector salud a través del impulso a proyectos de innovación, como el que se plantea, para explotar las opciones de reutilización mediante tecnologías o sistemas no utilizados en ámbito hospitalario, combinaciones de las mismas o desarrollo de nuevas aplicaciones.

Según fuentes consultadas los consumos de agua del sector de lavandería en instalaciones clasificadas como industriales (como es el caso de la lavandería del HCUVA) presentan consumos de entre 25 y 35 L de agua / Kg de ropa procesada. Los indicadores específicos de consumo



hídrico de la lavandería del HCUVA muestra valores del orden de entre 21 y 23 L de agua / Kg de ropa procesada.

La solución que se pretende dar a las necesidades descritas en el apartado 3 de la presente propuesta persigue alcanzar valores de consumo de entre 4,2 y 4,6 L agua / Kg de ropa procesada. La consecución de estos objetivos representa un cambio marcadamente innovador atendiendo a estos indicadores.

Por otra parte, se debe considerar que el proyecto se plantea mediante varias fases consecutivas de desarrollo, mediante la que se pretende recabarla información necesaria para el análisis e identificación preliminar de las soluciones tecnológicas mediante las que se puede dar respuesta las necesidades y objetivos. Se debe tener en cuenta que las soluciones tecnológicas deben definirse y diseñarse de forma específica, desarrollando posteriormente la solución adaptada a las necesidades concretas de la lavandería y dando lugar a una fase de desarrollo preliminar del sistema y experimentación o pilotaje (I+I+D).

A continuación, se enumeran los principales riesgos identificados para el proyecto:

La solución propuesta, aunque ha sido probada en condiciones de laboratorio, no deja de estar condicionada en algún grado por la representatividad de las características del agua tratada en dichas pruebas respecto de las condiciones reales del agua que puedan existir en la lavandería del HCUVA. Este proceso de escalado pendiente, puede condicionar la capacidad, eficacia o durabilidad de la solución.

No obstante, el proyecto prevé una fase destinada específicamente a gestionar estos riesgos, mediante una fase preliminar de instalación de una planta piloto mediante la cual se podría evaluar previamente el comportamiento de los sistemas ya ensayados con la finalidad de determinar adaptaciones particulares en la instalación a ejecutar finalmente en el HCUVA.

Es necesario considerar que el objetivo de reutilización del 80% del agua del proceso es teórico (alcanzable teóricamente según información obtenida en el proceso de CPM), pero la ausencia de experiencias previas y las condiciones particulares del agua residual de la lavandería del HCUVA, pueden generar una desviación importante respecto de dicha capacidad teórica. No obstante, se ha de considerar que dicha capacidad o eficacia se reduciría, en el peor escenario, hasta un coeficiente del 50% de reutilización. Dicha tasa de reutilización sigue permitiendo alcanzar un grado muy alto de innovación en cuanto a indicadores de consumo de agua en procesos de lavandería hospitalaria de gran volumen, y permitiría igualmente alcanzar objetivos en cuanto a planes de minimización de vertidos, objetivos de ahorro de agua, reducción del gasto, etc.

También se pueden considerar riesgos asociados a la posible influencia sobre los parámetros de vertido del conjunto del centro sanitario, dado que cabe atribuir, actualmente, a los efluentes de lavandería, un efecto de dilución sobre los parámetros más problemáticos de las aguas residuales del HCUVA (parámetros ligados a carga orgánica, especialmente baja en los efluentes procedentes de lavandería), de lo que se podría derivar una efecto de concentración de carga orgánica en los vertidos del conjunto del centro hospitalario. Estos riesgos, no obstante, atendiendo a los resultados paramétricos actuales de los vertidos, no implicarían necesariamente la superación de los valores máximos admisibles, y así mismo, pueden gestionarse amoldando la tasa de reutilización de agua del sistema implantado, aunque con una ligera pérdida de la eficacia de reducción del consumo.



#### 4. CONTENIDO INNOVADOR DE LA PROPUESTA.

4.1. Innovaciones tecnológicas que presenta el proyecto (señalar si las innovaciones son a nivel nacional o internacional) y ventajas para el solicitante.

El planteamiento teórico general en el que se basa la propuesta es que existe capacidad de reducir hasta en un 8% el consumo total de agua del conjunto del SMS, con una reducción cercana al 20% del consumo total de agua del HCUVA, actuando sobre el proceso de lavado de ropa del centro hospitalario y alcanzando una reducción del consumo de agua potable del proceso del orden del 80%, mediante la instalación de sistemas que combinen diversas tecnologías o sistemas; 1º para la reutilización directa (sin tratamiento previo) y 2º, para la reutilización indirecta (mediante tratamiento y reacondicionamiento de las aguas residuales del proceso), implementando un sistema que, en su conjunto, esté diseñado para recuperar las condiciones mínimamente necesarias del agua para su reutilización.

La hipótesis en la que se sustenta la propuesta viene pues definida por la existencia de un patrón de funcionamiento de las lavanderías industriales según el cual la calidad del agua utilizada en el proceso puede considerarse poco optimizada en relación a las necesidades mínimas reales del mismo, dado que, exceptuando algunos subsistemas incorporados de forma generalizada en los equipos de lavado actualmente existentes en el mercado, la demanda de agua se cubre haciendo uso de agua potable (agua resultante de procesos de ETAP, conforme a normativa reguladora en materia de aguas de consumo humano), cuando las condiciones paramétricas del agua que realmente precisa el proceso, sin menoscabo de la calidad del mismo ni de las condiciones de seguridad microbiológica, pueden cubrirse sin necesidad de hacer uso de agua potable.

Las soluciones técnicas o metodológicas necesarias para reacondicionar el agua utilizada exclusiva y específicamente hasta alcanzar las condiciones óptimas (agua apta para lavado de ropa) no están disponibles en el mercado en la actualidad.

Un proceso de diseño específico, tomando como “laboratorio” la lavandería del HCUVA, con la realización de los ensayos necesarios y la posterior selección de la combinación de tecnologías de tratamiento o recuperación de agua necesarias (sistemas mecánicos, como filtración en sus distintas versiones, sistemas físico-químicos, como la sedimentación, floculación, utilización de O3, UV, etc), en fases sucesivas o simultáneas, permitirían acceder a un sistema final de reutilización, parametrizable y adaptable, tanto a futuros cambios de la instalación del HCUVA, como de cara a su introducción en otras instalaciones de lavado y procesado de ropa hospitalaria o asimilables a éstas.

Sobre el marco teórico descrito en el apartado 6, las propuestas recibidas como resultado de la CPM y la justificada necesidad de abordar el reto planteado mediante soluciones innovadoras, se hace patente la necesidad de desarrollar la propuesta mediante una fase preliminar mediante la que se han de definir los requisitos técnicos y tecnológicos de la solución a implantar.

Se parte de la premisa de que, si bien la solución tecnológica se ha de basar en la utilización combinada de diversas tecnologías habitualmente aplicadas al tratamiento del agua para diversos usos, tanto en procesos de potabilización o acondicionamiento de agua para su utilización en procesos, como en el tratamiento de aguas residuales para el acondicionamiento previo a su eliminación, la configuración de dichas tecnologías en una solución o sistema



conjunto específicamente diseñado para producir agua apta para el proceso de lavado de ropa no ha sido probada en condiciones reales de funcionamiento de una instalación de lavandería hospitalaria, independientemente de la escala que se contemple.

Es necesario considerar, además, que la solución tecnológica en su conjunto debe quedar en funcionamiento al 100% de su funcionalidad desde el primer momento. No se puede acometer por fases, introduciendo subsistemas o componentes tecnológicos diferenciados en distintos periodos, dado que todos los requisitos de capacidad de producción de la instalación y de seguridad en cuanto a parámetros de calidad del agua producida deben estar garantizados en todo momento.

Tal como se define una de las propuestas obtenidas a través de la CPM, los principales riesgos que cabe considerar son, 1º; que el estado de madurez de la tecnología implica que únicamente se han probado tecnologías aptas para dar respuesta al reto en condiciones de laboratorio, y 2º; que los requisitos de diseño de la solución en su conjunto estarán altamente condicionados por las condiciones reales y particulares de la instalación existente en el centro hospitalario.

Esto implica la necesidad de una primera fase de estudio preliminar y definición del proyecto del sistema de reutilización de agua mediante el que se pretende dar respuesta al reto. Esta fase tiene el siguiente alcance, secuencia e impacto:

#### 1. Caracterización de la situación de partida.

##### 1.1.- Determinación técnico-científica de la calidad del <<agua apta para lavandería>>

Los trabajos a realizar en esta fase deben permitir la determinación de las condiciones del producto final que debe aportar la planta de recuperación total de agua.

El desarrollo de esta fase inicial se debe realizar mediante recopilación de literatura, bibliografía, normativa, documentos técnicos de referencia, fichas técnicas o documentos emitidos por los fabricantes de equipos de lavado y fabricantes de productos químicos de lavado de ropa, desarrollando un análisis que identifique los parámetros críticos del agua destinada al lavado (aquellos que puedan condicionar, a cualquier nivel, la calidad o seguridad del proceso) y establezca los valores de referencia del agua apta para lavandería que debe producir el sistema.

Se deberá tener en cuenta:

a). Aquellos parámetros que son reconocidos de forma extendida como condicionantes de la calidad del proceso de lavado y que pueden entenderse, a priori, como parámetros que deben mantener valores equivalentes a los del agua potable.

A modo orientativo y con carácter de mínimos:

- Materia orgánica: sin restos de materia orgánica (equivalente a agua potable).
- Dureza total máxima 0,72 mMol/l de iones alcalinotérreos (4 °dH / 7,2 °f / 5 °E).
- Contenido máximo de hierro 0,1 mg/l.
- Contenido máximo de cobre 0,05 mg/l.
- Contenido máximo de manganeso 0,05 mg/l.
- Contenido máximo de cloruro 250 mg/l (el agua no debe tener efecto corrosivo).
- Conductividad máxima 500 µS/cm.



- pH: 6,5 – 8.

b). Aquellos parámetros que pueden condicionar la seguridad para pacientes, usuarios o profesionales. Principalmente, desde un punto de vista microbiológico. El agua producto debe presentar características microbiológicas equivalentes a las del agua potable según normativa.

c). Aquellos parámetros que deben entenderse como más específicos teniendo en cuenta las condiciones del agua que ha de tratar el sistema (parámetros para los que a priori no deben considerarse limitaciones claras a nivel de calidad o eficiencia del proceso de lavado ni de seguridad microbiológica). En este grupo se deberán tener en cuenta, entre otros:

- Componentes derivados de los productos químicos utilizados en el proceso de lavado (tensoactivos, principios activos de desinfección, contaminantes secundarios derivados de los productos, aditivos, etc.).
- Color y olor.
- Sólidos en suspensión y sólidos sedimentables.
- Fibras.- Otros

#### 1.2- Caracterización fisicoquímica de los efluentes de la instalación.

Debe permitir la obtención de información representativa de las características del agua generada en el proceso de lavado, en base a la cual se puedan definir los parámetros sobre los que han de actuar los sistemas de tratamiento y en qué medida (nivel necesario de recuperación de la calidad del agua para alcanzar el nivel objetivo según resultado de la fase 1.1).

Se entenderá como información representativa aquella que permita tener una caracterización analítica del agua residual equivalente a una mezcla homogénea de los efluentes correspondientes a 24 horas de actividad de la instalación.

Se diseñará un programa de muestreo, siguiendo una metodología de muestreo compuesto, que podrá complementarse con muestreos puntuales. Además de los parámetros de análisis que puedan considerarse en base a la normativa sobre aguas de uso y consumo humano, se deberán incluir parámetros propios de la normativa sobre caracterización de vertidos de aguas residuales y parámetros específicos, no contemplados en ninguna de las anteriores y que deben observarse atendiendo al proceso de producción y condiciones de uso del agua (tensoactivos, surfactantes, contaminantes secundarios derivados de productos de lavado, micro y nano-plásticos, etc.). Los ensayos deberán ser realizados por laboratorio acreditado por ENAC, al menos para aquellos parámetros para los que exista dicha acreditación.

#### 1.3- Caracterización del volumen y régimen de producción de efluentes de la instalación.

Los trabajos para realizar en esta fase estarán orientados a obtener las curvas horarias de generación de aguas residuales en la instalación, así como la aportación individualizada de cada equipo de lavado, obteniendo un patrón representativo de los flujos actuales de agua y su distribución temporal.

Se entenderá como patrón representativo aquel que describa el comportamiento propio de 24 horas de actividad de la instalación.

Sin perjuicio de la realización de mediciones directas, en caso de que se estime que la no realización de estas pueda inducir defectos graves del diseño de la solución, esta fase se



desarrollará tomando de referencia los datos técnicos del equipamiento de lavado existente, el régimen de funcionamiento de éstos y de la propia instalación, así como los datos de consumo global de la instalación disponibles.

Como información básica, se partirá de los siguientes datos:

- Consumos globales de la instalación: 39.000 – 43.000 m<sup>3</sup>/año / 125 – 138 m<sup>3</sup>/jornada de trabajo.
- Régimen de funcionamiento con producción efectiva de efluentes: 6 días / semana (lunes a sábado), con actividad efectiva de lavado desde las 7:00 horas hasta las 14:00 (aproximadamente).
- Distribución general de la producción de ropa: 84% túneles de lavado / 16% lava-centrífugas.

## 2- Definición preliminar de la solución tecnológica.

En esta fase se deben desarrollar trabajos de análisis conjunto de la situación de partida:

- Requisitos de calidad de agua producto (según conclusiones fase 1.1).
- Características fisicoquímicas de los efluentes (según conclusiones fase 1.2).
- Régimen de producción/distribución de caudales - efluentes (según conclusiones fase 1.3).

Mediante la superposición de los valores de referencia del agua producto (fase 1.1) y los derivados de la caracterización del efluente (fase 1.2), y considerando el patrón de producción (distribución de caudales (fase 1.3), se deberá:

- a). Definir los parámetros que requieren corrección para adaptar las condiciones del agua residual a las condiciones de referencia preestablecidas.
- b). Definir las cargas individuales de cada parámetro, en base a las concentraciones o valores de referencia del agua residual y los datos de caracterización del patrón de producción / distribución de caudales efluentes.
- c). Identificar las tecnologías, sistemas o subsistemas mediante los cuales se plantea conseguir el reacondicionamiento de los parámetros desde los niveles presentes en los efluentes hasta los valores de referencia establecidos para el agua apta para el lavado de ropa.

Sobre esta base de información se debe elaborar un informe o proyecto preliminar de la solución tecnológica en su conjunto. Debe incluir, como mínimo:

- Opciones y necesidad de recuperación de agua para utilización directa. Dichas opciones podrán consistir en soluciones de mercado, o soluciones que han de ser objeto de desarrollo dentro del proyecto. En todo caso se han de considerar como acciones necesarias para reducir los volúmenes de efluente que deben ser tratados en el sistema de tratamiento, con la finalidad, no solo de reducir las necesidades en cuanto a capacidad de tratamiento, sino las necesidades en cuanto a volúmenes o capacidades mínimas de almacenamiento de efluentes no tratados y tratados.

Es requisito del diseño de la instalación la minimización del consumo de espacio. Si los sistemas de recuperación directa no son necesarios para cumplir las limitaciones de



espacio disponible, o si el sistema de recuperación directa no aportara ventajas significativas en cuanto a simplicidad, operatividad, capacidad o eficacia de los sistemas de recuperación indirecta, se deberá justificar dicha circunstancia y su no consideración en el sistema conjunto.

En caso de considerarse necesaria su inclusión en el proyecto, se describirá el sistema de recuperación directa seleccionado.

- Configuración general de la instalación; conexiones a drenajes de efluentes, sistemas de bombeo, conducciones, tanques de almacenamiento u homogenización de efluentes a tratar y elementos o componentes del sistema de tratamiento propiamente dicho (sistemas o tecnologías de filtración en sus diferentes variantes y/o desarrollo de las mismas, sistemas basados en sedimentación, floculación, sistemas de oxidación, oxido-reducción, corrección o ajuste de pH, etc), incluyendo los que puedan considerarse de tratamiento primario, secundario o terciario.

En este punto del informe se incluirá una justificación de la inclusión y dimensionamiento de cada componente. Especialmente se deberá justificar la selección de los mismos en base a las necesidades de recuperación de la calidad del agua y de las características físico-químicas de los efluentes a tratar, así como de los volúmenes y régimen de producción de los mismos.

### 3- Validación previa del sistema propuesto.

Dado el carácter innovador (ausencia de experiencias previas en entornos reales, según la información de que se dispone) y considerando las recomendaciones reflejadas en alguna de las propuestas recibidas a través de la CPM, se considera necesaria la realización de una prueba piloto del sistema propuesto.

Al menos, se considera necesario, como fase importante antes de la confección del proyecto definitivo de la instalación, realizar una prueba piloto del sistema a pequeña escala, mediante la que al menos se compruebe la capacidad del sistema para, partiendo de las condiciones reales de los efluentes de la instalación, obtener un agua-producto acorde con los requisitos de calidad definidos en la primera fase del proyecto.

Mediante esta fase se debe obtener un informe de resultados y conclusiones de la prueba:

- Caracterización analítica del efluente tratado. Comparativa y análisis de representatividad respecto de los resultados obtenidos en otras fases previas de caracterización del efluente.
- Eficacia comprobada sobre las condiciones de partida del efluente. Características del agua producto y comparativa respecto del objetivo de calidad fijado en las fases previas.
- Información clave para el dimensionamiento y diseño final de la instalación.
- Rendimiento del sistema (% de agua producida respecto del agua tratada).

Las conclusiones y resultados de esta fase de ensayo o prueba piloto del sistema debe quedar plenamente integrada en el planteamiento final, adaptando el planteamiento o configuración inicialmente definida (fase 2), si ello fuera necesario para garantizar la eficacia del diseño.

### 4- Diseño definitivo de la instalación. Proyecto de Instalación del Sistema.



El resultado de esta fase debe proporcionar de forma directa el proyecto técnico completo de la instalación con vistas a su posterior ejecución. Incluirá:

- Memoria y anexos. Incluirá una revisión sistemática y antecedentes del proyecto según las fases desarrolladas anteriormente, así como descripción detallada de cada componente de la instalación.
- Pliego de condiciones técnicas.
- Planos del sistema.
- Presupuesto. Se estima que el presupuesto del proyecto sería cercano a la cantidad de 573.400 €.

#### 5- Ejecución del proyecto técnico y puesta en marcha.

La ejecución del proyecto y su puesta en marcha en todo caso incluirán las siguientes fases:

1. Suministro e instalación de sistemas de recuperación directa de agua (incluye modificación / adaptación de los equipos existentes, suministro de materiales, integración del automatismo, etc.).
2. Suministro e instalación del sistema de reutilización indirecta con tratamiento del agua (incluye obra civil, suministro e instalación de componentes de la instalación, cableados, programación).
3. Pruebas de puesta en marcha.
4. Pruebas de funcionamiento.
5. Puesta en marcha del sistema.

#### 6- Verificación. Pruebas de funcionamiento y análisis de resultados.

Esta fase incluirá un programa de muestreo y análisis de parámetros de calidad del agua-producto, comprobación del rendimiento de la instalación (reducción del consumo de agua en el proceso de lavandería), análisis y verificación del impacto sobre la calidad del proceso de lavado de ropa, etc.

Las pruebas de funcionamiento consistirán en:

- a). Reproducción del programa de muestreo aplicado en la fase 1.2 sobre el agua de entrada al sistema de tratamiento (toma de muestras en tanque de homogenización o tanque de almacenamiento primario del agua residual).
- b). Reproducción del programa de muestreo aplicado en la fase 1.2 sobre el agua producto generada por el sistema de tratamiento instalado (toma de muestras en tanque de suministro directo a proceso de lavado).
- c). Comprobación del rendimiento de la instalación (cálculo del coeficiente de reutilización). Se utilizarán los datos aportados directamente por los equipos de medida (caudalímetros), utilizando los sistemas de medida existentes (suministro de agua potable a lavandería) y los datos aportados por los caudalímetros instalados a la salida del sistema (caudalímetro de suministro de agua tratada a proceso de lavado).





d). Comprobación de la influencia del sistema sobre la calidad del proceso de lavado. Se realizará mediante comparativa de los parámetros básicos de control de calidad del proceso antes y después de la puesta en marcha de la instalación. Incluirá; verificación del rendimiento o consumo relativo de productos de lavado (g producto / Kg de ropa según programa de lavado aplicado), % de rechazo de ropa y reprocesamiento, % de fijación de manchas.

Los resultados de las pruebas descritas en a) y b) deben permitir verificar que la eficacia de corrección de los parámetros a nivel individual coincide o no presenta desviación significativa respecto de la esperada teóricamente.

Los resultados de las pruebas descritas en c) deben permitir verificar que el sistema proporciona una tasa de reutilización de agua del 80%.

Los resultados de las pruebas descritas en d) deben permitir verificar que ninguno de los parámetros o indicadores de control rutinario del proceso de lavado de ropa han sufrido cambios o desviaciones significativas.

En la tabla siguiente se muestra de forma resumida el impacto o resultados de cada fase descrita:

Fase	Impacto
Fase 1	<p>Permite obtener la información de base para el diseño básico del sistema de reutilización de agua del proceso de lavandería industrial, mediante:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Parametrización / establecimiento de las condiciones fisicoquímicas y microbiológicas del agua apta para lavado de ropa producida a partir del agua residual del propio proceso.</li><li>- Caracterización fisicoquímica y microbiológica del agua residual generada en el propio proceso.</li><li>- Caracterización del patrón de consumo de agua del proceso y de la producción de agua residual del mismo.</li></ul> <p>En síntesis, mediante esta fase se adquiere el conocimiento sobre las características del agua que debe proporcionar el sistema, las características o condiciones del agua que ha de tratar el sistema para producir agua apta para el proceso de lavado y el régimen de consumo de agua / producción de aguas residuales que determina los caudales y tramos de tiempo con los que debe trabajar el sistema.</p>
	<p>Permite obtener una definición preliminar de la solución tecnológica en su conjunto (sistema de reutilización) partiendo de los prerequisites de diseño resultantes de la fase 1, proporcionando un primer esquema de la solución tecnológica y su configuración en la instalación, así como un informe previo que</p>



Fase 2	<p>permita evaluar si pueden y deben introducirse sistemas o fases de reutilización directa del agua (sin tratamiento previo o con recirculación directa) y, en todo caso, una definición concreta de los componentes del sistema.</p> <p>Finalizada esta fase ya se deben conocer todos los componentes individuales del sistema, su funcionamiento y la justificación teórica de la capacidad de los mismos para satisfacer las necesidades.</p>
Fase 3	<p>Permite verificar empíricamente la capacidad y adecuación teórica del sistema propuesto como resultado de la fase 2 a las necesidades del sistema en condiciones de funcionamiento reales de la instalación. La realización de los ensayos o pruebas piloto del sistema que se prevé en esta fase permitirá también obtener información útil para asegurar la total adaptación a las necesidades del sistema de reutilización en la fase de diseño y definición de proyecto técnico de la instalación (permitirá detectar puntos débiles y fuertes del sistema y considerar los mismos en el diseño definitivo).</p>
Fase 4	<p>Permite obtener un proyecto técnico de la instalación definitiva:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Memoria y anexos.</li><li>- Pliego de condiciones.</li><li>- Planos.</li><li>- Presupuesto.</li></ul>
Fase 5	<p>Permite disponer de la solución tecnológica adaptada a las necesidades de la instalación y del proceso (ejecución conforme a proyecto técnico).</p>
Fase 6	<p>Permite analizar y verificar la adaptación del sistema o solución implantada a todos los niveles de funcionamiento requeridos, tanto en lo que respecta a cumplimiento de los parámetros de calidad del agua apta para lavado de ropa, como en lo que respecta a la capacidad de producción de agua del sistema respecto de la demanda y condiciones de funcionamiento de la lavandería, calidad y acabado de la ropa, influencia sobre el consumo de productos químicos de lavado de ropa, etc.</p>

4.2. Indicar las tecnologías más significativas incorporadas, indicando expresamente si se incorporan innovaciones o conocimientos previos propiedad del solicitante, o previstas desarrollar en el proyecto.

En coherencia con el contexto territorial, climático e hídrico en el que el SMS desarrolla su actividad, y con el reconocido impacto significativo de nuestra actividad sobre el consumo de agua en la Región de Murcia, la institución ha tratado de desplegar acciones y medidas de eficiencia hídrica en periodos anteriores.

En este sentido, destacar la iniciativa transversal (para el conjunto de los centros dependientes del SMS) desarrollada en el periodo 2018, con el desarrollo de pruebas piloto de sistemas de



ahorro de agua en puntos de consumo representados de por aseos, vestuarios y puntos similares (economizadores y reductores de caudal de duchas y grifos, sistemas de grifería de accionamiento temporizado), y la posterior adquisición e instalación de 14.000 dispositivos de ahorro en el conjunto de hospitales.

Esta intervención se verificó con un impacto de reducción del consumo de agua de entre el 1 y el 2% en algunos centros. El crecimiento de los centros (ampliación de las áreas de actividad y demandantes de agua), así como otros factores (incremento de la demanda de agua en procesos de limpieza y desinfección de las instalaciones como consecuencia de la COVID-19), han propiciado, sin embargo, que los consumos de agua muestren tendencias crecientes en los últimos años, sin que se hayan podido identificar nuevas medidas o nuevas alternativas de reducción del consumo y con impacto significativo, principalmente porque, aunque el potencial de la reutilización de aguas residuales en determinados procesos es muy alto (por ejemplo; utilización de aguas procedentes de duchas para evacuación de inodoros), dichas medidas están limitadas o son incompatibles con requisitos legales y/o las buenas prácticas de referencia, en materia de seguridad del paciente, que han de observarse en los centros hospitalarios actualmente.

Especialmente, en los centros que no disponen de instalaciones propias de lavandería (la práctica totalidad de los hospitales del SMS), en los que los usos del agua están representados casi exclusivamente por procesos que requieren “agua de consumo humano”, la capacidad de implementar nuevas medidas de eficiencia hídrica se ve fuertemente limitada o impedida.

En el hospital de referencia del SMS (Hospital Clínico Universitario Virgen de la Arrixaca, en adelante HCUVA), por el contrario, el consumo de agua que puede considerarse como “agua de uso industrial”, alcanza hasta un 30% del consumo total de agua del centro. En concreto, considerando el consumo de agua en el proceso de lavado y desinfección de ropa hospitalaria en la lavandería industrial existente.

En el periodo 2021 se iniciaron actuaciones importantes de renovación del equipamiento de lavado de ropa existente en la lavandería, existiendo anteriormente un equipamiento en grado máximo de obsolescencia y deterioro. Los equipos de lavado instalados incorporan sistemas varios específicamente diseñados para reducir el consumo de agua en el proceso, principalmente mediante la reutilización directa de aguas residuales generadas en las distintas fases o ciclos de lavado de cada equipo. Estos sistemas, incorporados ya en todos los equipos actuales (soluciones de mercado), permiten un ahorro importante de agua en el proceso respecto de los equipos pre-existentes, precisamente mediante reutilización de agua.

La observación del funcionamiento de estos sistemas de reutilización dio pie a que los equipos de ingeniería y de medioambiente del HCUVA reflexionaran a cerca de la posibilidad de incrementar el grado de reutilización de agua en el proceso, considerando lo siguiente:

- a). Las limitaciones/restricciones existentes en otros procesos de consumo de agua del centro en cuanto a reutilización de aguas residuales no pueden considerarse, en iguales términos, en el caso del proceso de lavandería.
- b). El potencial de reutilización de agua en la lavandería solo estaría limitado por la indisponibilidad actual de sistemas específicos de tratamiento del agua residual del proceso para adecuarla a los requisitos mínimos del agua de lavado, los cuales no son necesariamente equivalentes a los del agua potable.



c). Un sistema de tratamiento (combinación de tecnologías de tratamiento de agua) diseñado específicamente para adecuar las condiciones del agua residual hasta alcanzar las condiciones mínimas requeridas específicamente para el lavado, debe considerarse viable y con un potencial muy alto de reducción del consumo de agua.

Este escenario se consideró idóneo para identificar posibles soluciones o propuestas innovadoras mediante el proceso de Consulta Preliminar de Mercado en el marco del Proyecto INNOVAMURCIA SALUD, como resultado de la cual se han identificado propuestas altamente alineadas con dicho planteamiento.

Si bien, como se ha comentado anteriormente, han existido algunas iniciativas relevantes en el SMS encaminadas a incrementar la eficiencia hídrica de los centros dependientes del SMS, la naturaleza, alcance e impacto de dichos proyectos no pueden considerarse como desarrollos previos de la propuesta que se aborda en el presente informe.

Como proyecto previo desarrollado y con mayor relación o vinculación con la propuesta cabe destacar, en todo caso, las fases 1ª y 2ª de renovación / actualización del equipamiento de lavado de ropa en la lavandería del HCUVA. Estos proyectos han permitido eliminar las limitaciones previamente existentes en cuanto al estado de alta obsolescencia de los equipos de lavado de ropa que existían anteriormente. La introducción de los nuevos equipos implica que las condiciones de funcionamiento actuales de la lavandería, en cuanto a eficiencia hídrica, puedan considerarse “óptimas” en atención a las tecnologías y soluciones que actualmente están disponibles en el mercado con carácter general.

Existen, por tanto, unas condiciones de partida idóneas para dar un salto cuantitativo y cualitativo en los indicadores de consumo de agua mediante la innovación en la cual se basa la propuesta, debiéndose considerar que la misma tiene alto potencial para desarrollar una experiencia que puede posicionarse como una referencia de innovación, buenas prácticas y utilización de MTDs en el sector.

El contenido y carácter innovador de la propuesta se basa en los siguientes aspectos inherentes a la misma:

- a). Especificidad del diseño y de la utilidad de la solución obtenida en base al desarrollo del proyecto, dado que se trata de desarrollar una solución no disponible en el mercado con un objetivo de diseño centrado en producir agua utilizable en procesos de lavado de ropa hospitalaria a partir de aguas residuales generadas en el propio proceso, dando capacidad de “autoproducción” y “autoconsumo” de agua con características definidas por las necesidades específicas y óptimas del propio proceso.
- b). Inexistencia de un producto o sistemas en el mercado que permitan cubrir las necesidades descritas, explotar el potencial de aprovechamiento de los recursos hídricos en el sector hospitalario y en sectores de lavandería industrial y que den respuesta a las particularidades que a tal efecto deben observarse como condicionantes de la recuperación de agua en estos procesos (carga de partículas y sólidos, tensioactivos, neutralizantes, desinfectantes, sales, etc).
- c). La propuesta requiere, no solo combinar sistemas o tecnologías disponibles para alcanzar los objetivos, sino que requerirá desarrollos de mejora de sistemas o tecnologías existentes, como la microfiltración, por ejemplo para la eliminación de la carga de partículas propias de los procesos de lavado.



d). Innovación y desarrollo en materia de MTDs (Mejores Tecnologías Disponibles) para un sector concreto, dado que se busca innovar sobre un patrón generalizado de consumo de agua en instalaciones y sectores de alta contribución al agotamiento del recurso, introduciendo y dando acceso a otras instituciones o entidades a sistemas que implican un cambio drástico en los indicadores de consumo hídrico del proceso.

e). Innovación en materia de prevención de la contaminación del agua por micro y nanoplasticos. Debido a la presencia de fibras sintéticas (en mayor o menor proporción) en los tejidos y la abrasión de los mismos a consecuencia de los procesos de lavado de ropa, el proceso de lavandería industrial contribuye significativamente a la presencia de estos contaminantes emergentes con especial problemática medioambiental, especialmente en las masas de agua. El sistema previsto permitiría reducir la presencia de dichos contaminantes en las residuales líquidas.

#### 4.3. Descripción del estado de desarrollo de estas tecnologías entre las empresas de la competencia a nivel nacional e internacional.

Según la información que ha sido compartida con las empresas y entidades participantes en la CPM, incluyendo fabricantes de primer nivel en el sector de equipamiento de lavado de ropa de escala industrial, así como entidades de máximo prestigio en el ámbito de la gestión y tratamiento de aguas, no existe en el mercado, ni está implantada en otras instalaciones, una solución que pueda considerarse equivalente o similar a la propuesta. Existen distintas tecnologías o sistemas de tratamiento de agua que pueden ser utilizadas o tomadas de referencia para, mediante combinación de las mismas y, en su caso, el desarrollo de adaptaciones de diseño, dar respuesta a las necesidades de recuperación y reacondicionamiento del agua procedente del proceso de lavandería, pero la aplicación de las mismas, con fines de reutilización en el propio proceso y de forma ajustada a las particularidades y características concretas de dichas residuales no están cubiertas por soluciones de mercado ni por experiencias ya implantadas o en funcionamiento.

La información recabada a través de la CPM permite considerar que la solución técnica pasa por seleccionar una combinación de distintas tecnologías o subsistemas tratamiento del agua, cada una de ellas seleccionada para dar respuesta a las necesidades de acondicionamiento del agua residual en función de uno o unos parámetros o componentes concretos. Dichas tecnologías, entre otras, son; la oxidación de materia orgánica mediante O<sub>3</sub>, filtración convencional, microfiltración o ultrafiltración, así como utilización de membranas, y etapas finales de aseguramiento de la calidad microbiológica mediante tecnologías que pueden combinar oxidación química (O<sub>3</sub>) y radiación (U.V).

Las propuestas que dan respuesta integral al reto pasan, por tanto, por la selección y combinación específica de componentes tecnológicos que pueden considerarse como sistemas con alto grado de madurez tecnológica, siendo la solución integral (combinación de dichas tecnologías para el diseño de una instalación de recuperación total), la que no se encuentra actualmente disponible en el mercado y que precisa un impulso para su desarrollo e implementación.

Según la información recogida en las propuestas obtenidas mediante la consulta preliminar de mercado, existen opciones para alcanzar el objetivo de reducción / reutilización planteada del 80% del agua utilizada actualmente en la lavandería industrial del HCUVA, estando disponibles plantas piloto diseñadas específicamente para tratamientos en efluentes de lavanderías industriales o ámbitos similares. Dichas alternativas y diseños habrían superado



satisfactoriamente las fases de prueba o proto-tipaje en laboratorio (superación del TRL 4), por lo que pueden considerarse actualmente opciones con un TRL en torno a 5 que precisarían un salto hacia una prueba en condiciones de funcionamiento y escala reales.

## 5 . RESULTADOS ESPERADOS

Solución basada en la combinación optimizada y adaptada a las condiciones de funcionamiento de la lavandería del HCUVA de tecnologías de filtración (desde tamizados hasta ultra o microfiltración, o filtración con membranas, entre otros), tecnologías de tratamiento físico – químico (oxidación, floculación, sedimentación, neutralización, tratamiento con fuentes de radiación, u otros). La solución tecnológica para implantar debe:

- Considerar el diseño e instalación de los subsistemas necesarios para aprovechar la capacidad de reutilización directa (flujos o sub-flujos de agua residual que puedan ser reaprovechados sin necesidad de tratamiento previo o con un tratamiento mínimo de baja complejidad, como, por ejemplo; sistemas de aprovechamiento de aguas de aclarado en procesos o ciclos de prelavado), con la finalidad de reducir al máximo la necesidad de recursos destinados a los sistemas de reutilización indirecta.
- Considerar el diseño e instalación de los sistemas y elementos necesarios para recoger, conducir y pre-almacenar las aguas residuales utilizables con carácter previo al proceso de tratamiento para su reintroducción al proceso.
- Considerar el diseño e instalación de la combinación de sistemas, subsistemas o tecnologías de tratamiento secuencial del agua residual que permita, en primer lugar; reacondicionar el agua hasta alcanzar las condiciones paramétricas (agua apta para lavado de ropa) previamente definidas, asegurando un funcionamiento óptimo y, por otro lado; asegurar la capacidad del sistema para alcanzar el objetivo de reutilización y reducción de consumo previamente definido en el proyecto.

En este sentido, la solución se debe basar en la combinación optimizada y adaptada a las condiciones de funcionamiento de la lavandería del HCUVA de tecnologías de filtración (desde tamizados hasta ultra o microfiltración, o filtración con membranas, entre otros), tecnologías de tratamiento físico – químico (oxidación, floculación, sedimentación, neutralización, tratamiento con fuentes de radiación, u otros).

### 5.1. Nuevos bienes o servicios innovadores en mercado

Reutilización del agua empleada en el proceso de lavandería hasta en un 85%, con lo que se prevé un efecto de reducción del consumo total de agua hospitalaria de orden del 20%.8.2.

#### Mejoras del servicio público

- Mejora de la gestión de los recursos asistenciales.
- Mejora de los procesos del SMS.
- Minimización de errores.
- Mejor asistencia sanitaria.



## 5.2. Impactos e indicadores. Identificación, construcción, metodología y resultados esperados

Tomando de referencia la información obtenida a través de la CPM realizada en el marco del proyecto INNOVAMURCIA SALUD, se estima que, en condiciones óptimas se pueden desarrollar soluciones que permitan alcanzar una reducción equivalente al 80% del agua utilizada en el proceso de lavandería industrial del HCUVA utilizando exclusivamente sistemas de reutilización dentro del propio proceso. Tomando de referencia estos datos, a nivel medioambiental y considerando las fluctuaciones que muestra el histórico de consumo de agua de la instalación en la actualidad, estaríamos hablando de una reducción del consumo de agua potable equivalente a entre 31.000 y 35.000 m<sup>3</sup>/año, lo que representaría una reducción del consumo global de agua del centro hospitalario cercada al 20% y una reducción del consumo global de agua del conjunto de hospitales del SMS cercana al 8%.

Sobre esta base, los rendimientos económicos estarían situados dentro de la horquilla que va desde un mínimo de 105.000 € y un máximo de 120.000 € de reducción anual del gasto asociado al consumo de agua de la lavandería. Según estos datos y sobre el presupuesto estimado de la actuación, la inversión presentaría un periodo de retorno de entre 4,5 y 5,1 años.



## 2. MAPA DE DEMANDA TEMPRANA

Partiendo de toda la información anterior, se concluye que se ha recogido suficiente información como para dar por cerrada la Consulta Preliminar al Mercado y proceder a la confección de los futuros pliegos de contratación, que se estima que se podrían publicar, una vez obtenida la financiación correspondiente, durante el primer trimestre del año 2024.

Asimismo, se estima que, por el interés mostrado por las empresas y el número y calidad de las propuestas recibidas, dichas licitaciones tendrán una alta concurrencia.

Finalmente, se prevé un calendario como el recogido a continuación:

- Tercer trimestre de 2023: Solicitud de la financiación
- Cuarto trimestre de 2023: Resolución de la concesión de financiación

En caso de conseguirse la financiación:

- 2024: publicación de la(s) licitación(es)
- 2024-2027: ejecución de contrato(s) de CPI

La información obtenida a lo largo de las diferentes fases de la Consulta Preliminar al Mercado será tenida en cuenta por el Órgano de Contratación en la elaboración de los pliegos de los contratos de Compra Pública de Innovación. Por otro lado, no se descarta la posibilidad de ampliar la información recabada en este proceso o realizar un nuevo proceso de Consulta Preliminar al Mercado en el futuro, si se estimase conveniente concretar algunas de las conclusiones reflejadas en este informe. En su caso, dichas acciones serán publicitadas en la página web del proyecto y en el Perfil del Contratante del SMS.

A continuación, se agrega en una única tabla el Mapa de Demanda Temprana del Proyecto:





RETO	NOMBRE DEL RETO	PRESUPUESTO (IVA NO INCLUIDO)	MODALIDAD	FUENTE DE FINANCIACIÓN	FECHAS
AP-1	Automatización del EEG	300.000	CPP	FID	FID 21-27 (2024)
AP-2	Detección automatizada de melanoma y otros tumores cutáneos	450.000 €	CPP/AI	FID	FID 21-27 (2024)
AP-3	Automatización inteligente de tareas repetitivas	1.100.000 €	CPTI	FID	FID 21-27 (2024)
AP-4	Plataforma digital para la gestión síncrona de activos físicos y pacientes	1.000.000 €	CPTI	FID	FID 21-27 (2024)
AP-5	Deep Diver 2.0	500.000 €	CPP/AI	FID	FID 21-27 (2024)
AP-6	Trazabilidad automática de materiales quirúrgicos	500.000 €	CPP/AI	FID	FID 21-27 (2024)
EMP-2	Empowered Health	1.500.000 €	CPTI	FID	FID 21-27 (2024)
EMP-3	Gravity	450.000 €	CPP/AI	FID	FID 21-27 (2024)
EMP-4	HECRO	585.000 €	CPP/AI	FID	FID 21-27 (2024)
SM-1	Centro de Innovación e Inteligencia energética	-	CPTI	FEDER 21-27	2024
SM-2	Eficiencia energética y la reducción de la huella de carbono en el proceso de lavandería	-	CPTI	FEDER 21-27	2024
SM-3	Eficiencia hídrica en lavandería hospitalaria y conservación del agua	573.400	CPTI	FID	FID 21-27 (2024)



### 3. DESARROLLO DE LA CONSULTA PRELIMINAR AL MERCADO (CPM)

#### 1. Convocatoria y publicación de bases de la CPM

En el mes de marzo de 2022 se aprobaron las Bases de la Convocatoria de la Consulta Preliminar del Mercado para para la investigación de soluciones dentro del marco del Plan INNOVAMURCIA SALUD.

Estas bases fueron publicadas el 24 de marzo de 2022 en la Plataforma de Contratación del Sector Público y difundida a través de la web del proyecto INNOVAMURCIA SALUD: <https://sms.carm.es/portal/web/innovamurciasalud>

Todo lo anterior a efectos de que pudieran tener acceso y posibilidad de realizar aportaciones todos los posibles interesados, en cumplimiento de lo previsto en el artículo 115 de Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público.

En las bases de la convocatoria se especificaban, entre otros aspectos, el objeto de la consulta y las condiciones de participación.

#### Organización de la Consulta Preliminar al Mercado

En el desarrollo de la consulta participó, por parte del Servicio Murciano de Salud, el equipo responsable del proyecto INNOVAMURCIA SALUD, así como los técnicos involucrados:

- Juan Antonio Quesada, Subdirector General de Asuntos Económicos.
- Irene Villegas Martínez, Subdirección General de Proyectos e Innovación.
- Gorka Sánchez Nanclares, Subdirección General de Proyectos e Innovación.
- David Saura López, Responsable de Gestión Ambiental.
- José Emilio Jiménez Cantero, Jefe de Servicio de Ingeniería, Mantenimiento y Obras.
- M Rosa Rupérez Moreno y Javier Hernández Gallego, Oficina Técnica. Servicios Centrales SMS.
- Vicente Fernández, Coordinador Unidad Aprovisionamiento Integral.

Adicionalmente, el equipo responsable del proyecto por parte del Servicio Murciano de Salud contó con el asesoramiento de una empresa experta en el desarrollo de la Consulta Preliminar al Mercado, SIDI CONSULTORÍA Y GESTIÓN S.L. (de nombre comercial Knowsulting), haciendo uso de la posibilidad de asesoramiento prevista en el artículo 115.1 de la LCSP.

Estos asesores expertos acompañaron al equipo del SMS a lo largo de todo el procesos de CPM, incluyendo los eventos informativos y las reuniones con las entidades, aportando su conocimiento y experiencia en el ámbito de la Compra Pública de Innovación y Consultas Preliminares del Mercado y apoyando operativa y administrativamente en el desarrollo de los trabajos, difusión de la convocatoria, organización y participación en el evento de presentación, soporte en la evaluación de las propuestas recibidas y participación en reuniones internas de seguimiento.

#### Evento de presentación de CPM

Para garantizar que el proceso recibía la suficiente publicidad, el día 18 de marzo de 2022 se celebró un evento público de presentación de la Consulta Preliminar al Mercado. Con

anterioridad a la misma se realizaron las correspondientes labores de difusión, incluyendo el contacto con clústeres, asociaciones de empresas tecnológicas y otras entidades.

La jornada se llevó a cabo de forma virtual y la agenda fue la siguiente:

<b>09:00</b>	<p><b>Apertura del evento</b> Luis de Gonzaga Contreras Ortiz Subdirector General de Proyectos e Innovación</p>
<b>09:05</b>	<p><b>Bienvenida y presentación</b> Francisco José Ponce Lorenzo Director Gerente</p>
<b>09:10</b>	<p><b>La Transformación Digital en la C. Autónoma de la Región de Murcia</b> Javier Martínez Gilabert Director General de Informática y Transformación Digital</p>
<b>09:20</b>	<p><b>Presentación de InnoMurcia Salud</b> Juan Antonio Quesada Torres Subdirector General de Asuntos Económicos</p>
<b>09:25</b>	<p><b>Cómo participar en la Consulta Preliminar al Mercado</b> Manuel Varela Rey Socio director de Knowsulting</p>

#### SALA 1: RETOS VINCULADOS A LA AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS

<b>10:00</b>	<p><b>Detección automatizada de melanoma y otros tumores cutáneos</b> Irene Villegas Martínez Subdirección General de Proyectos e Innovación</p>
<b>10:15</b>	<p><b>Plataforma digital para la gestión de activos físicos y pacientes</b> Juan Antonio Quesada Subdirector General de Asuntos Económicos</p>
<b>10:30</b>	<p><b>Automatización inteligente de tareas repetitivas</b> Juan Antonio Quesada Subdirector General de Asuntos Económicos</p>
<b>10:45</b>	<p><b>Trazabilidad automática de materiales quirúrgicos</b> Vicente Fernández Coordinador Unidad Aprovisionamiento Integral</p>
<b>11:00</b>	<p><b>Deep Diver 2.0</b> Gorka Sánchez Nanclares Subdirección General de Proyectos e Innovación</p>
<b>11:15</b>	<p><b>Cierre del evento</b> Gorka Sánchez Nanclares Subdirección General de Proyectos e Innovación</p>



### SALA 2: RETOS VINCULADOS AL EMPODERAMIENTO

<b>10:00</b>	<b>HECRO 2.0</b> Gorka Sánchez Nanclares Subdirección General de Proyectos e Innovación
<b>10:15</b>	<b>Empowered Health</b> Gorka Sánchez Nanclares Subdirección General de Proyectos e Innovación
<b>10:30</b>	<b>Gravidity 2.0</b> Gorka Sánchez Nanclares Subdirección General de Proyectos e Innovación
<b>10:45</b>	<b>EPICO 4.0</b> Irene Villegas Martínez Subdirección General de Proyectos e Innovación
<b>11:00</b>	<b>Cierre del evento</b> Irene Villegas Martínez Subdirección General de Proyectos e Innovación

### SALA 3: RETOS VINCULADOS A LA SOSTENIBILIDAD MEDIOAMBIENTAL

<b>10:00</b>	Eficiencia hídrica y conservación del agua en lavandería David Saura López Responsable de Gestión Ambiental. HCUVA
<b>10:20</b>	Eficiencia energética en lavandería José Emilio Jiménez Cantero Jefe de Servicio de Ingeniería, Mantenimiento y Obras. HCUVA
<b>10:40</b>	Centro de Innovación e Inteligencia energética del SMS M Rosa Rupérez Moreno, Javier Hernández Gallego Oficina Técnica. Servicios Centrales SMS
<b>11:00</b>	Cierre del evento Juan Antonio Quesada Subdirector General de Asuntos Económicos



Esta jornada de apertura, a la que se inscribieron más de 350 participantes, supuso un primer contacto entre la entidad contratante y las entidades asistentes.

A lo largo del evento se recibieron preguntas por algunas de las empresas participantes, que fueron resueltas por parte del equipo técnico del Programa y recogidas en un documento de Preguntas y Respuestas Frecuentes.

El documento de Preguntas y Respuestas Frecuentes, así como las presentaciones utilizadas por los ponentes de la jornada de en sus intervenciones, fueron publicados en el portal web corporativo del proyecto.

### Formulario para entidades participantes

Con el fin de poder obtener la mayor cantidad de información sobre las propuestas de solución y las características de las empresas, dentro de la convocatoria de la CPM, se incluyó un anexo con un formulario de respuesta (disponible como Anexo II en este documento), que fue cumplimentado por parte de todas las entidades participantes. Este formulario se puso a disposición del público en la web del proyecto.

Asimismo, se indicó a los participantes, a través de la propia Resolución y durante el evento, que, en ningún caso, la información proporcionada sería vinculante, limitándose exclusivamente a su posible inclusión en el proceso de desarrollo del proyecto y en la ulterior definición de las especificaciones de un eventual procedimiento de contratación por parte del SMS.

### Propuestas presentadas

Tal y como estaba previsto, 23 de abril de 2022 a las 23:59 horas se cerró el plazo de presentación de solicitudes, habiéndose recibido un total de 128 propuestas:

- Línea de trabajo 1 AP (Automatización de procesos): 62 propuestas.
- Línea de trabajo 2 EMP (Empoderamiento): 45 propuestas.
- Línea de trabajo 3 SM (Sostenibilidad Medioambiental): 21 propuestas.

Se indican a continuación los acrónimos de las propuestas presentadas y las entidades que las presentaron.

<b>RETO AP-2: DETECCIÓN AUTOMATIZADA DE MELANOMA Y OTROS TUMORES CUTÁNEOS.</b>	
<b>Acrónimo</b>	<b>Entidad</b>
AP2	ITERA TÉCNICA, S.L.U.
S-MOLE	CENTRO TECNOLÓGICO DE TELECOMUNICACIONES DE GALICIA
MELADETECT	Seidor – Skilled Skin
DermaTool	FUNDACIÓN TECNALIA RESEARCH & INNOVATION
EMMA	GMV Soluciones Globales Internet S.A.U.
PEIRAI	SIEMENS HEALTHCARE, S.L.U.



DATC	IQVIA: IQVIA Information SA QUIBIM: Quibim, S.L.
ELISE	ULMA Medical Technologies, S. Coop.
Quantus SKIN	Transmural Biotech
iMoles	iMoles S.L.
DermIA	ACCENTURE SLU
DAM	Altia
MYRTEA	Fundación Centro de Tecnologías de Interacción Visual y Comunicaciones Vicomtech
MELAI	T-Systems Iberia

<b>RETO AP-3: AUTOMATIZACIÓN TAREAS</b>	
<b>Acrónimo</b>	<b>Entidad</b>
AITR	Vodafone España S.A.U
Oesía Automatiza	Oesía Networks LLC
AITR	IQVIA Information SA
ORPA	NTT DATA
Perioperative Pathway	MEDTRONIC IBERICA S.A.
SMART	ACCENTURE SLU
SADA	PLEXUS TECH - CENTRO TECNOLÓGICO DE TELECOMUNICACIONES DE GALICIA (GRADIANT)
RPA_S	Intinovabot
AP-3 AITP TELEFONICA	TELEFONICA SOLUCIONES DE INFORMÁTICA Y COMUNICACIONES DE ESPAÑA SAU
COREX	Johnson & Johnson S.A.
AURORA	SELECT ASTERISCO, S.L. (AUNNA IT)
PROAME (procesos)	Consortio formado por: Imatia Innovation S.L., GBTEC Software, S.L. y Cuatro Digital Technologies S.L.



asistenciales mejorados)	
RAMSÉS	Smartfi Digital Finance Services S.L.
NÔHA	ESSENTIA HEALTH MANAGEMENT
AIHIC	CONASA
H-RPA	PLEXUS TECH
CPM_AP-3_SSM20220219	SEVERIANO SERVICIO MÓVIL, S.A.U.
UpSt	UP PROJECT GESTIÓN DE PROYECTOS S.L.
RPASALUD	EY Transforma Servicios de Consultoría, S.L

<b>RETO AP-4: PLATAFORMA DIGITAL PARA LA GESTIÓN SÍNCRONA DE ACTIVOS FÍSICOS Y PACIENTES.</b>	
<b>Acrónimo</b>	<b>Entidad</b>
SALTRAP&GA	INFORGES + DEUSTO SEIDOR (GRUPO SEIDOR)
GESINA	Vodafone España S.A.U
InGeoHub (Indoor Geolocation Hub)	Connectis ICT Services, S.A.U.
TRHOSP	AT-Biotech Traceability Systems
PRALOC	SIXTEMA Proyectos de Información S.L.
SmartTRONIC	MEDTRONIC IBÉRICA S.A.
RTLS	SIEMENS HEALTHCARE, S.L.U.
HDT	Aritium
SOLGESAFISPAC	GENERAL ELECTRIC HEALTHCARE ESPAÑA S.A.U.
TAP	T-Systems Iberia y UBI Solutions
GESPACT_EY	EY Transforma Servicios de Consultoría, S.L
	CORESOLUTIONS S.L.



<b>RETO AP-5: DEEP DIVER</b>	
<b>Acrónimo</b>	<b>Entidad</b>
Delfos	CENTRO TECNOLÓGICO DE TELECOMUNICACIONES DE GALICIA - GRADIANT
Deep Diver 2.0	Vocali

<b>RETO AP-6: TRAZABILIDAD AUTOMÁTICA DE MATERIALES QUIRÚRGICOS</b>	
<b>Acrónimo</b>	<b>Entidad</b>
TRACY-QUIROFANO	AT-BIOTECH TRACEABILITY SYSTEMS
SMT	T-SYSTEMS IBERIA
TRAZA-DEX	DEXTROMEDICA
SAMS	BIOSOFT INNOVATION
SmartTRONIC	MEDTRONIC IBERICA
TRAUMAQUIR	VODAFONE ESPAÑA
AIHIC	CONASA
CIRUS-SMS	BAHIA SOFTWARE
CPM_AP-6_SSM20220219	SEVERIANO SERVICIO MOVIL
MGCE	B.BRAUN
ADS	ADS
UpC	UP PROYECT GESTION DE PROYECTOS
UTOTRACK_EY	EY TRANSFORMA SERVICIOS DE CONSULTORIA
INEXION MEDICAL	OVERTEL TECHNOLOGY SYSTEMS





<b>RETO EMP-1: EPICO 4.0</b>	
<b>Acrónimo</b>	<b>Entidad</b>
AROUND	CENTRO TECNOLÓGICO DE TELECOMUNICACIONES DE GALICIA- GRADIANT
EPICO-PREDICT	AICRUM IT s.l.
EMP-1 TELEFONICA-TRILEMA	TELEFÓNICA-TRILEMA SALUD
EpileEGpatch	FUNDACIÓN TECNALIA RESEARCH & INNOVATION
EMI	INETUM
AVEPICO	EY Transforma Servicios de Consultoría, S. L

<b>RETO EMP-2: EMPOWERED HEALTH</b>	
<b>Acrónimo</b>	<b>Entidad</b>
TExperience	MEDTRONIC IBERICA S.A.
MINOS	CENTRO TECNOLÓGICO DE TELECOMUNICACIONES DE GALICIA GRADIANT
EH2	ATOS IT SOLUTIONS AND SERVICES IBERIA, S.L.
EXOLIS	exolis
MOREPARICA	Vodafone España S.A.U
SmartHealthTV	Smart Health TV solution s.l.
SALVO	Alteria Automation S.L & BYTEK Smart Solutions S.L
Doole Health (DH)	Doole Health
EMP-2 TELEFONICA-TRI	Telefónica Soluciones Trilema Salud
TransChro	Telefónica Soluciones
PREVCARE	Accenture S.L.U. Orion Health S.L.U.
VICARDIO-PREVENT	Fundación Centro de Tecnologías de Interacción Visual y Comunicaciones Vicomtech



DIA-2.0	PULSO EDICIONES, SLU (GRUPO EVIDENZE)
EMP-2 PHILIPS Engage	Philips Fundación IMAS Tecnalia Ibermatica
PPSEP	Tunstall Ibérica S.A.U. SocialDiabetes S.L.
AHS (Advanced Health Services)	Partnership Homedoctor Smart Medicine S.L. Seidor Solutions S.L.

RETO EMP-3: GRAVIDITY 2.0	
Acrónimo	Entidad
SEGEMAPP	EY
MAMA	Gradient
Embarazadas.app	Timiak Tech
WEXP-INYCOM	Inycom
CED	Vodafone
EMP-3 TELEFONICA-TRILEMA	Telefónica Soluciones + SocioEmprende SL
G-Care	Dextromedica
LIFE+	Accenture + Orion Health
MAMMA-IA	Vicomtech
GRAVIDITY_INETUM	Inetum
ISEPW	Tunstall
iGRAVIA	Bahia

RETO EMP-4: HECRO 2.0	
Acrónimo	Entidad
OH GacelaCare	OESIA NETWORKS



CLINICGRAM	SKILLED SKIN+IZASA MEDICAL
DIGICURE	DigitoMedical S.L.
Hecrosistencia	ASLOGIC
AIDA	ULA MEDICAL TECHNOLOGIES
EMP-4 TELEFONICA-TRILEMA	TELEFONICA - SCIOEMPRENDE
SYATHEC	Fundación Centro de Tecnologías de Interacción Visual y Comunicaciones VICOMTECH
HECRO 2.0	T-SYSTEMS
SSTCW	TUNSTALL IBERICA
PACE	BAHIA SOFTWARE + FBGS + GRADIANT

<b>RETO SM-1: CENTRO DE INNOVACIÓN E INTELIGENCIA ENERGÉTICA</b>	
<b>Acrónimo</b>	<b>Entidad</b>
CIESMS	Fundación Instituto Tecnológico de Galicia
CIIE SMS	ATOS IT SOLUTIONS AND SERVICES IBERIA, S.L.
SM-1 Smart Hospital TelSiem	Telefónica Soluciones de informática y comunicaciones SAU y Siemens S.A.
GEMELHIA	Fundación Centro de Tecnologías de Interacción Visual y Comunicaciones Vicomtech
MUSA	UTE EMURTEL-ETRA I+D
CENITEDI	TELEVES & HOPU
SIGETEC	407170511/ASIMESA
CIIE	VODAFONE ESPAÑA SAU
ODINS SMS-2022	ODIN SOLUTIONS SL
GEISER	INYCOM
GEIE	INGHO FACILITY MANAGEMENT SL
AQUAEFI	AQUAMBIENT-AQUATEC-LABAQUA (Grupo AGBAR)



IoT Murcia	ENERTIKA
------------	----------

<b>RETO SM-2: EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAVANDERÍA</b>	
<b>Acrónimo</b>	<b>Entidad</b>
SCO_EY	EY Transforma Servicios de Consultoría, S.L
HERLAVIA	BAHIA SOFTWARE
LAMVERIA	Universidad Politécnica de Cartagena
WESS	GIRBAU S.A.

<b>RETO SM-3: EFICIENCIA HÍDRICA Y CONSERVACIÓN DEL AGUA EN LAVANDERÍA</b>	
<b>Acrónimo</b>	<b>Entidad</b>
HAQUALIA	BAHÍA SOFTWARE
ITAAHUL	INGHO Facility Management
Aquadep	Aquambiente - Aquatec - Labaqua (Grupo AGBAR)
WESS	GIRBAU S.A.

#### **Entrevistas con las empresas participantes**

Las bases de la convocatoria preveían la posibilidad de realizar reuniones con los participantes de forma que se pudiera profundizar en la información aportada, o abordar posibles dudas o cuestiones surgidas durante el análisis de la propuesta.

Tras la recepción y análisis de las propuestas presentadas por las entidades participantes, el equipo del proyecto INNOVAMURCIA SALUD recurrió a esta posibilidad y mantuvo entrevistas individuales con algunas de ellas. Durante dichas entrevistas las empresas presentaron sus soluciones en detalle, y el equipo del proyecto tuvo la oportunidad de profundizar en cada una de ellas.

En dichas entrevistas participó, al menos un miembro del equipo de proyecto INNOVAMURCIA SALUD, y uno de los expertos de la empresa Knowsulting.

En total, se realizaron las siguientes entrevistas:

Reto	Nombre reto	Entrevistas realizadas	Inicio entrevistas	Fin entrevistas
AP-2	Detección automatizada de melanoma y otros tumores cutáneos	5	25-may-2022	30-may-2022
AP-3	Automatización inteligente de tareas repetitivas	3	15-nov-2022	24-nov-2022
AP-4	Plataforma digital para la gestión síncrona de activos físicos y pacientes	3	15-nov-2022	28-nov-2022
AP-5	Deep Diver 2.0	2	15-jun-2022	15-jun-2022
AP-6	Trazabilidad automática de materiales quirúrgicos	6	15-jul-2022	29-sep-2022
EMP-1	EPICO 4.0	3	18-may-2022	19-may-2022
EMP-2	Empowered Health	3	15-sep-2022	21-dic-2022
EMP-3	Gravidity	2	30-jun-2022	01-jul-2022
EMP-4	HECRO	4	02-sep-2022	12-sep-2022
SM-1	Centro de Innovación e Inteligencia energética	3	21-jun-2022	28-jun-2022
SM-2	Eficiencia energética y la reducción de la huella de carbono en el proceso de lavandería	1	06-jul-2022	06-jul-2022
SM-3	Eficiencia hídrica en lavandería hospitalaria y conservación del agua	1	06-jul-2022	06-jul-2022

Dada la complejidad técnica de las soluciones se solicitaron ampliaciones de información con el objeto de obtener un mayor nivel de detalle y de homogeneizar la información recibida para el reto.

Una vez finalizado el periodo de entrevistas, se procedió a analizar toda la información disponible y a la redacción del presente informe.

## Anexo I: Acta del Evento de presentación

- Fecha: 18 de marzo de 2022
- Horario: de 9:00 a 11:30 h
- Lugar: Reunión telemática en la plataforma de Microsoft Teams.

### Asistentes

Por parte del Servicio de Salud de Murcia:

- Juan Antonio Quesada, Subdirector General de Asuntos Económicos.
- Luis de Gonzaga Contreras Ortiz, Subdirector General de Proyectos e Innovación.
- Francisco José Ponce Lorenzo, Director Gerente.
- Javier Martínez Gilabert, Director General de Informática y Transformación Digital.
- Irene Villegas Martínez, Subdirección General de Proyectos e Innovación.
- Gorka Sánchez Nanclares, Subdirección General de Proyectos e Innovación.
- Vicente Fernández, Coordinador Unidad Aprovisionamiento Integral.
- David Saura López, Responsable de Gestión Ambiental.
- José Emilio Jiménez Cantero, Jefe de Servicio de Ingeniería, Mantenimiento y Obras.
- M Rosa Rupérez Moreno, Oficina Técnica. Servicios Centrales SMS.
- Javier Hernández Gallego, Oficina Técnica. Servicios Centrales SMS.

Por parte de SIDI CONSULTORÍA Y GESTIÓN S.L. (de nombre comercial Knowsulting), empresa que presta la asistencia asesoramiento y apoyo de la empresa para el desarrollo de las actuaciones necesarias en el proceso de consultas preliminares del mercado.

- Manuel Varela Rey, Socio Director Knowsulting.
- Andrea de la Fuente Lobato, Gerente de proyectos.
- Rocío Gómez, Consultora Senior.

Entidades participantes

ENTIDADES PARTICIPANTES		
160World, S.L.	Epigram	ODINS SOLUTIONS S.L
Abbott	ESRI España	Oesía Networks SL
Academia de Medicina Región de Murcia	Ethicon	Omnia Infosys SLU
Accenture	Eurecat	OzonaTech
Acsa	Euroconsultingaf	Panel Health
Additum	Exolis	PAUDIRE INNOVA SL
AGBAR	Ey	Pegasystems
AI Talentum	Fenin	Petri Laboratorio de Ideas
AICRUM IT	Fresenius Medical Care España, S.A.U.	Pfizer
Aimperium	Fundación Biomédica Galicia Sur	Philips Ibérica S.A.
ÁlamoConsulting	Fundación Instituto Tecnológico de	Plexus Tech



	Galicia	
Alma IT Systems	Fundación TECNALIA Research & Innovation	PMH- Productos Médicos Hospitalarios
ALMA Medical Imaging SL	Fundacion Vicomtech	Promafe
Alterna Tecnologías	GE Healthcare	Promptly Health
Altia	Gebro Pharma	Proscia
AMETIC	GEHealthcare	Pulso (Grupo Evidenze)
Apple	GIRBAU S.A.	Quanto Ingenieria SLP
Applus+	GMV	Rehametrics
Approces // etrace.es	Gradiant	Rein Medical System SA
AQUAMBIENTE	GRUPO GIMENO	Revita
AQUATEC	HEALTH POINT EUROPE SL	Roche Diabetes Care
ARAINNOVA	Hidrogea	RTS
Área I Murcia Oeste	HOPES	SAVANA
Aritium	HOPU	Scalian Consulting Spain
Asime S.A.	HumanITcare	Seasalt
Aslogic	IBERMATICA, S.A.	Semic
ATANA - Clúster TIC de Navarra	ICO	Senior Telecomunicaciones y Servicios Avanzados S.L.
AT-BIOTECH TRACEABILITY INFORMATION SYSTEMS	Ilunion Facility Services	Servicio Móvil SAU
Atlantis IT	IMATIA	Sevensystem
ATOS	Imatia Innovation	Sham
AUNNA IT	INCIBE	SICE
Avamed Synergy	INCOTEC	SIEMENS, S.A.
Ayming España S.A.U	Indizen-Scalian	SIGMA TECHNOLOGIES GLOBAL
Bahía Software	Indra Soluciones TI	Signes
Balidea Consulting & Programming S.L.	INETUM	SIXTEMA
BASQUE HEALTH CLUSTER	INFORGES IT SERVICES	Slang Innovations
Biolnova Consulting	Inforges S.L.	Smart health tv solution S.L
BIOSOFT INNOVATION, S.L.	INMOTICA INTEGRAL S. L	SMARTTECH CLUSTER - Cluster de las Tecnologías Inteligentes para las



		Ciudades, los Edificios y la Industria
Blautic Designs, SL	Instituto de Fomento de la Región de Murcia	SMARTFI
Blendarsys	Instituto Tecnológico de Galicia ITG	Soluciones digitales VITAR
Blue Connecting Emotions	INTELLIGENIA SA	SpotLab
Boed Design (Xkelet)	INVERBIS ANALYTICS, SL	SUNTE SOLUTIONS
Byprox Development S.L.	INYCOM	Takeda
BYTEK Smart Solutions	IQVIA	TECHCONSULTING
Cactus	Isotader Grupo	TECNALIA Research & Innovation
CARE	ITelligent	Técnicas Competitivas S.A.
CASTROALONSO	Itera	Tecnologías Plexus
CDTI	Jaitek, Tecnología y Formación	Telefónica de España SAU
CENTIC	JENSEN SPAIN, S.L.	TELEVES SAU
CGM Clinical España SLU	Johnson & Johnson, S.A.	Timiak Tech
Cibernos	Kaudal Control y Gestión S.L.	TRANSMURAL BIOTECH
CIRCE Centro Tecnológico	Keensai	Tree Technoloy (Treelogic)
COITIMUR	Keralty Health	Trilema Salud
ConnecthHealth	Labaqua	TUNSTALL
COSTAISA GROUP	Lago Investements and solutions, SL	Ubikare
COTESA (Grupo Tecopy)	Leica Biosystems	ULMA Medical Technologies
Crowe	MASMOVIL	Universidad de Murcia
CSIC	MATCLINIC, S.L.	Universidad de Murcia-iDerTec
CTIC	Medtronic Ibérica S.A.	Universidad Politécnica de Cartagena
cubic fort sl	Mega Sistemas	Upicus Forest S. L
Dattium Technology	Menarini Diagnosticos	UPintelligence
DESIC	Merck Sharp Dhome	VALTARIK
Dextromedica	Minsait	Verne Technology Group
Digito Medical SL	MSD	Vicomtech
DILEMMA	MU-EPS	Visualfy





SOLUTION SL		
Doole Health	MYSOPHERA SL	Vitio
DSS S.L.	Navarrabiomed	VÓCALI
DXC Technology Servicios España SLU	Novartis	Vodafone España
EIT Health Spain	Novo Nordisk Pharma S.A.	Xkelet Holdings
Eko3r	Nunsys	

Todas ellas habiendo remitido la correspondiente inscripción.



## Anexo II: Formulario de participación

### Ficha de propuestas de soluciones innovadoras

#### INNOVAMURCIA SALUD

Esta ficha se encuentra a disposición de los interesados en el sitio web del proyecto INNOVAMURCIA SALUD en el siguiente dominio de Internet:

<https://sms.carm.es/portal/web/innovamurciasalud>

Datos Básicos	
Nombre de la entidad participante	
Reto al que se presenta propuesta	<input type="checkbox"/> (AP-2) Detección automatizada de melanoma y otros tumores cutáneos <input type="checkbox"/> (AP-3) Automatización inteligente de tareas repetitivas <input type="checkbox"/> (AP-4) Plataforma digital para la gestión síncrona de activos físicos y pacientes <input type="checkbox"/> (AP-5) Deep Diver 2.0 <input type="checkbox"/> (AP-6) Trazabilidad automática de materiales quirúrgicos <input type="checkbox"/> (EMP-1) EPICO 4.0 <input type="checkbox"/> (EMP-2) Empowered Health <input type="checkbox"/> (EMP-3) Gravity 2.0 <input type="checkbox"/> (EMP-4) HECRO 2.0 <input type="checkbox"/> (SM-1) Centro de Innovación e Inteligencia energética del SMS <input type="checkbox"/> (SM-2) Eficiencia energética en lavandería <input type="checkbox"/> (SM-3) Eficiencia hídrica y conservación del agua en lavandería
Nombre de la propuesta	
Acrónimo	
Datos Proponente	
Persona Física	<input type="checkbox"/>
Persona Jurídica	<input type="checkbox"/>
Sector o ámbito de actividad:	
Tipo de Entidad	<input type="checkbox"/> Autónomo



	<input type="checkbox"/> Empresa privada <input type="checkbox"/> Empresa pública <input type="checkbox"/> Centro de Investigación <input type="checkbox"/> Universidad <input type="checkbox"/> Centro Tecnológico <input type="checkbox"/> Otro		
Año de constitución			
Propuesta conjunta de varias personas físicas o jurídicas Marque SÍ o NO	<b>SÍ</b> <input type="checkbox"/>	<b>NO</b> <input type="checkbox"/>	
Tamaño de su entidad en la actualidad (N.º de personas en plantilla)			
Centros y principales recursos de I+D (personales y materiales) en UE, España y resto del mundo:			
Facturación total de su entidad en los últimos 3 ejercicios (€)	2019	2020	2021
<b>Información adicional</b>			
¿Su entidad tiene facturación de tecnologías similares a las de esta propuesta en los últimos 3 ejercicios? Responda SÍ o NO	<b>SÍ</b> <input type="checkbox"/>	<b>NO</b> <input type="checkbox"/>	
En caso de haber respondido SÍ a la pregunta anterior, diga cuál fue la facturación acumulada de tecnologías similares a las de esta propuesta en los últimos 3 ejercicios			
¿Considera que existen certificaciones técnicas relevantes de las que dispone su entidad para acometer retos como los que se plantea? Responda SÍ o NO	<b>SÍ</b> <input type="checkbox"/>	<b>NO</b> <input type="checkbox"/>	
En caso de haber respondido SÍ a la pregunta anterior, diga cuáles son esas certificaciones (máx. 300 caracteres)			
¿Considera que el personal de su entidad tiene calificaciones que son específicamente relevantes para acometer retos como los que se plantea? Responda SÍ o NO	<b>SÍ</b> <input type="checkbox"/>	<b>NO</b> <input type="checkbox"/>	
En caso de haber respondido SÍ a la pregunta anterior, diga cuáles son esas calificaciones (máx. 300 caracteres)			
¿Ha hecho inversión en I+D en los últimos 3 ejercicios? Responda SÍ o NO	<b>SÍ</b> <input type="checkbox"/>	<b>NO</b> <input type="checkbox"/>	



En caso de haber respondido Sí a la pregunta anterior, diga cuál ha sido el importe de dicha inversión gasto en los últimos 3 ejercicios		
¿Su entidad ha obtenido financiación pública de concurrencia competitiva para proyectos de I+D en alguno de los 3 últimos ejercicios? Responda Sí o NO	SÍ <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
En caso de haber respondido Sí a la pregunta anterior, diga que volumen de financiación de este tipo ha recibido en los últimos 3 ejercicios		
<b>Datos del interlocutor/representante</b>		
Nombre del Interlocutor (o representante de la propuesta en caso de propuesta conjunta)		
Teléfono		
Correo Electrónico		
Dirección		
<b>Descripción de la propuesta de solución</b>		
Breve resumen de la propuesta de solución: especificación funcional (máximo 300 caracteres). Esta información podrá ser incorporada, total o parcialmente al informe público de resultados		
Descripción de la posible idea que pueda satisfacer la necesidad planteada, descrita desde un enfoque funcional (máximo 500 palabras) Esta información podrá ser incorporada, total o parcialmente al informe público de resultados		
¿Considera que su propuesta da una solución integral al conjunto del reto planteado?	SÍ <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
En caso de haber respondido "No", ¿a qué elementos concretos del reto considera que da solución su propuesta?		
Duración estimada para la ejecución de la propuesta planteada (meses)		
En la medida de lo posible, detalle las fases y plazos para la ejecución de la propuesta planteada		
Coste estimado del desarrollo de su solución propuesta (€):		



Beneficios aportados por la solución propuesta para el Servicio Murciano de Salud (máx. 850 caracteres)	
Beneficios aportados por la solución propuesta para otros agentes (más allá del Servicio Murciano de Salud) (máx. 850 caracteres)	
Elementos de innovación (nuevas tecnologías entregadas y soluciones innovadoras). (máx. 500 caracteres)	
Resultados de I+D: soluciones innovadoras esperadas. (máx. 500 caracteres)	
Elementos diferenciadores de su propuesta frente a los productos y servicios que se encuentran ya disponibles en el mercado. (máx. 500 caracteres)	
Nivel de desarrollo actual en el que se encuentra su solución propuesta (indicar el nivel de madurez tecnológica (TRL) en el que se encuentre):	
Necesidades tecnológicas a tener en cuenta para la aplicación de su propuesta (indicar ejemplos)	
<b>Despliegue</b>	
Indique las regulaciones y normativa asociada a la necesidad planteada	
Considera que existe alguna limitación o barrera específica para el despliegue del producto en el mercado ¿Cuál?	
Sobre los Derechos de Propiedad Intelectual e Industrial (DPII), a priori y por las características de su entidad, ¿Tiene ésta limitaciones para compartir los DPII con el organismo contratante?	Sí <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
En caso de haber respondido “Sí”, detalle dichas limitaciones. Asimismo, exponga qué DPIIs podrían ser compartidos y las condiciones para ello.	
En caso de desarrollarse una solución similar a la recogida en su propuesta, ¿estaría su entidad interesada en su posterior comercialización?	Sí <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
En caso de haber respondido Sí a la pregunta anterior, indique si su entidad tendría inconvenientes en que se estableciera un royalty sobre las ventas futuras de la solución propuesta ¿Qué porcentaje de las	



ventas considera que podría ser compartido con el organismo contratante?		
¿Cuáles considera que son los principales riesgos del proyecto?:		
¿Tiene intención de presentarse a futuras licitaciones relacionadas con el reto?	SÍ <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
Indique si existen Derechos de Propiedad Intelectual e Industrial (DPII) preexistentes de la entidad que sería necesario utilizar	SÍ <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
En caso de haber respondido “Sí” Detalle qué Derechos de Propiedad Intelectual e Industrial (DPII) preexistentes de la entidad sería necesario utilizar y qué valor aportarían en el desarrollo del proyecto		
<b>Autorización de uso de los datos aportados (marque SÍ o NO)</b>		
	<b>SÍ</b>	<b>NO</b>
Autorizo al Servicio Murciano de Salud al almacenaje y difusión de los datos de contacto:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Autorizo al Servicio Murciano de Salud a mantener accesible y actualizada la información necesaria, total o parcial, sobre la propuesta presentada:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Autorizo al Servicio Murciano de Salud a divulgar la información o documentación técnica o comercial que, en su caso, no sea identificada como confidencial:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Declaraciones Obligatorias (marque SÍ o NO)</b>		
	<b>SÍ</b>	<b>NO</b>
La propuesta presentada está libre patentes comerciales, copyright o cualquier otro derecho de autor o empresarial que impida su libre uso por parte del Servicio Murciano de Salud o de cualquiera otra empresa colaboradora en el desarrollo de futuros proyectos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Autorizo al Servicio Murciano de Salud al uso de los contenidos de las propuestas que se limitará exclusivamente a la posible inclusión de los contenidos en el proceso de definición en las especificaciones de un eventual procedimiento de contratación a través de una Contratación Pública de Innovación.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Documentación adjunta aportada</b>		
Nombre del archivo:	Breve descripción:	Confidencial*
		<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>



		<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>

\*Marcar en el caso de que la documentación correspondiente sea confidencial

En....., a.....de.....de.....

Firma

Fdo.: .....