

EXPEDIENTE: CPP 02/2024 AB (DCCPI/OCPI)

AUTOPILOT

Compra pública precomercial de servicios de I+D para el desarrollo de soluciones innovadoras en el ámbito de la automatización de tareas y procesos en sistemas de robotización quirúrgica con cargo a fondos propios de CDTI y al fondo europeo de desarrollo regional (FEDER)

INFORME DE VALORACIÓN DE OFERTAS (CRITERIOS NO EVALUABLES MEDIANTE FÓRMULAS)

Contenido

| | |
|--|----|
| 1. OFERTA 01 UTE AGROAEROSPACE-SANZAR-PRINCIPIA | 3 |
| 2. OFERTA 02-ARQUIMEA RESEARCH CENTER SLU | 4 |
| 3. OFERTA 03- FUNDACIÓN TECNALIA RESEARCH & INNOVATION | 10 |
| 4. OFERTA 04-UTE VICOMTECH-TEKNIKER-CYBERSURGERY-MEDICALSIMULATOR..... | 16 |
| CONCLUSIÓN FINAL..... | 21 |

RESUMEN

- EXPEDIENTE: CPP 02/2024 AB (DCCPI/OCPI)
- ORGANISMO CONTRATANTE: CDTI (cofinanciación FEDER)
- ADMINISTRACION USUARIA: CCMIJU
- ENTORNO PREOPERACIONAL DE VALIDACIÓN: Extremadura

Objeto del contrato

A día 12 de junio de 2024 se publica en la Plataforma de Contratación del Sector Público (PCSP) la Licitación con número expediente CPP 02/2024 AB (DCCPI/OCPI) Compra pública precomercial de servicios de I+D para el desarrollo de soluciones innovadoras en el ámbito de la automatización de tareas y procesos en sistemas de robotización quirúrgica con cargo a fondos propios de CDTI y al fondo europeo de desarrollo regional (FEDER). A fecha de la finalización de presentación de ofertas, el 15 de julio del 2024 a las 11:00, recibándose en plazo 4 solicitudes, 2 de ellas en UTE:

UTE AGROAEROSPACE-SANZAR-PRINCIPIA

ARQUIMEA RESEARCH CENTER SLU

FUNDACIÓN TECNALIA RESEARCH & INNOVATION

OUTE VICOMTECH-TEKNIKER-CYBERSURGERY-MEDICALSIMULATOR

El Grupo Técnico de Trabajo, asociado a la licitación pre-comercial con número de expediente **CPP 02/2024AB (DCCPI/OCPI)**, en base a la información presentada por las entidades ofertantes y la valoración solicitada a la Administración usuaria (Centro de Cirugía Mínima Invasiva Jesús Usón), y a expertos externos, tras su reunión de consenso celebrada el pasado 10 de septiembre del 2024, ha otorgado las puntuaciones que se detallan a continuación:

1. OFERTA 01 UTE AGROAEROSPACE-SANZAR-PRINCIPIA

El estudio de la oferta ha permitido detectar que la oferta presentada por UTE AGROAEROSPACE-SANZAR-PRINCIPIA incluye en varios de sus apartados referencias al presupuesto máximo de su oferta, de forma global y desglosada por fases. Esta referencia incumple lo dispuesto en el punto IV.2.2 CONTENIDO DE LAS OFERTAS, que establece que será causa de exclusión de la oferta incluir la Memoria Técnica cualquier información relacionada con los criterios de adjudicación.

2. OFERTA 02-ARQUIMEA RESEARCH CENTER SLU

| CRITERIO | PUNTUACIÓN (Máx. 25) |
|---|----------------------|
| 1.a) Capacidad de la propuesta para dar respuesta al reto de manera innovadora. | 16 |
| <p>En base a la experiencia previa el consorcio, grupos complementarios con amplia experiencia en los respectivos campos, pretende mejoras en cuanto a la interfaz de usuario y asistencia robótica, para mejorar la interacción y en consecuencia las prestaciones del prototipo robótico. Todo ello ha de facilitar la interacción del cirujano y personal auxiliar con el sistema que aporta asistencia tanto en visualización y percepción de la escena como aportar la información para introducir la automatización de algunas tareas.</p> <p>Se parte de un análisis exhaustivo de todo el procedimiento quirúrgico, considerando tanto la fase operativa como el entrenamiento y planificación, incluyendo el análisis de todos los elementos involucrados. En las diferentes situaciones se evalúan los puntos débiles actuales para mirar de dar respuesta a cada problemática. Se plantea a fondo las necesidades que conllevan y se apuntan las vías para el diseño e implementación de los diferentes módulos del prototipo.</p> <p>El proyecto incluye sistema robótico, gemelo digital, realidad aumentada, extendida y virtual que comporta la integración de múltiples tecnologías. Plantean varias innovaciones en cuanto al sistema asistencia y formación basado en Digital Twins y RX, así como un sistema para la manipulación de tejidos blandos con control de fuerza. También el uso de aprendizaje profundo para interpretar la información proporcionada por los diferentes sensores de imagen y fuerza) que debería aportar información clave para identificación de estructuras y detección de anomalías (hemorragias, tumores...). Todo ello para dar soporte en las fases de entrenamiento, planificación, operación y postoperatorio.</p> <p>Sin embargo, faltarían detalles de cómo se va a afrontar la automatización de las tareas y/o procedimientos quirúrgicos. Solo proponen aportar sensibilidad de fuerza. Finalmente, parece ser que las tecnologías de sensorización propuestas solo van a ser aplicables al brazo robótico principal.</p> | |

| CRITERIO | PUNTUACIÓN (Máx. 5) |
|--|---------------------|
| 1.b) Estado del arte. | 3,5 |
| <p>La propuesta está sustentada por un amplio análisis del estado del arte que considera los distintos aspectos clave para el desarrollo del proyecto, debidamente justificado con bibliografía. Sin embargo, es breve con respecto a la literatura científica actual y patentes.</p> <p>En primer lugar, se considera la arquitectura global del sistema en que se incluyen los elementos o técnicas que contienen, así como necesidades y requerimientos, con sus diferentes fases, subprocesos y productos. Se considera también como los distintos módulos están implicados en las diferentes fases de un procedimiento quirúrgico, desde el entrenamiento, la planificación a la propia cirugía y su seguimiento postoperatorio. En los</p> | |

diferentes estadios se plantea las implicaciones y su estado actual de consecución. A lo largo de la propuesta en sus diferentes módulos, se expone la propuesta relacionando-la con los sistemas y robots existentes.

Algunos aspectos concretos a considerar:

- Se propone abordar la detección de colisiones que constituye un problema en sistemas multirobot y exige tratar la cooperación e introducir redundancia, aunque no se menciona que en ocasiones estas colisiones entre instrumentos podrían ser deseables en tareas cooperativas.
- Se propone abordar tareas repetitivas-autónomas, aunque no se especifica en detalle.
- No se profundiza en la percepción fuerza a través articulaciones, sus limitaciones y el resultado que puede alcanzar con la actuación directa propuesta.
- Presentan muchas propuestas de mejora del estado del arte, pero poca innovación.

| CRITERIO | PUNTUACIÓN (Máx. 10) |
|--|----------------------|
| 1.c) Grado de innovación de la solución propuesta. | 7,5 |
| <p>Se proponen innovaciones en distintos ámbitos.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Actuadores para conseguir propiocepción del estado del robot que permita detectar la fuerza de interacción con los tejidos blandos. Desarrollo de los propios actuadores que permitan cuantificar las fuerzas de interacción con los tejidos. Se pretende avanzar en la estimación de fuerzas. No queda muy claro cómo mejorar la sensorización adicional propuesta en los instrumentos para que resuelva las limitaciones de los trabajos realizados hasta el momento. El objetivo es aportar realimentación háptica al cirujano. No queda clara la innovación en cuanto al mapeo de los tejidos/órganos. - La detección de fuerza ha de servir también para aportar información sobre estructuras internas (identificación de vasos sanguíneos ocultos y otras estructuras internas no visibles) esencial para asistencia al cirujano en actuaciones tipo corte, sin visibilidad de la zona a intervenir. - Nuevas estrategias para la prevención y detección de colisiones en el instrumental quirúrgico, mapeo de la rigidez del campo quirúrgico que se consigue en parte gracias a la integración de imagen. - Sistema de análisis imagen - IA-tareas autónomas- proponen alcanzar un nivel de autonomía (LoA) 2 en 4 tareas autónomas de corte y sutura con diferentes dificultades. - Diseño de los robots diferentes - XR/Metaverso: Desarrollo de un entorno virtual inmersivo para capacitación y orientación del Cirujano - Generación de un gemelo digital y su aplicación en entrenamiento y planificación, así como en asistencia durante la cirugía. El conocimiento que aporta el gemelo digital permitirá desarrollar un control predictivo, esencial para la asistencia robótica y en su caso la automatización de tareas. | |

Sin embargo, no indican el TRL del que parten y muchas de las funcionalidades y soluciones descritas ya existen en el mercado. No se menciona el uso como tal del Metaverso. Tampoco aportan suficiente información de cómo van a afrontar los puntos débiles identificados en la propuesta y no plantean innovación en cuanto al uso de datasets ya existentes. Finalmente, toda esta información será la base de soporte a la realización de tareas de forma autónoma.

| CRITERIO | PUNTUACIÓN (Máx. 10) |
|---|----------------------|
| 1.d) Otras características técnicas. | 7 |
| <p>Se hace un análisis de los puntos débiles de la tecnología en los que se hace notar cuales serán las contribuciones principales, distinguiendo lo que son aportaciones tecnológicas nuevas o la innovación que comporta la integración de los sistemas involucrados.</p> <p>La plataforma robótica que proponen incluye una descripción clara del controlador de interfaz física (HW), brazos, retroalimentación háptica, Sistema de visión y asistencia 3D, Digital Twins, Análisis de vídeo endoscópico y Sistema de RX/Metaverso (Formación y simulación paciente-específica, Planificación de la cirugía y Guiado durante la cirugía).</p> <p>Tecnología de componentes: Nuevos motores de actuación, transmisiones mecánicas y sensores de par que permitan al robot cumplir con los objetivos de percepción de esfuerzos que se proponen, y desarrollo de electrónica con ciertas novedades para mejor operatividad.</p> <p>No se detallan los métodos y algoritmos que se pretenden emplear, aunque proponen nuevos algoritmos de control para la prevención de colisiones. Se pretende también introducirse en nuevos conceptos de la computación, aunque sin especificar los objetivos concretos por su incipiente estado. Un paso a la optimización de recursos (tiempo, energía...). El proyecto se menciona que pretende adaptarse a los principios DNSH de sostenibilidad.</p> <p>Se propone gemelo digital que implica abordar tanto a bajo nivel (de los actuadores) como de alto nivel, para crea control predictivo basado en modelos.</p> <p>Se propone el desarrollo de dispositivos alternativos que ayuden a desarrollar una interfaz más eficiente, manos libres, cuando convenga, con lo que se considera un sistema de seguimiento de los movimientos de la cabeza, ergonómicamente diseñado para evitar el peso del dispositivo mediante un estabilizador que compense la gravedad. No se mencionan indicios de su efectividad frente a la automatización con intervenciones manuales puntuales u otras alternativas.</p> | |

Se propone una diferente disposición de brazos que no se considera práctica. No se detallan las características de los instrumentos quirúrgicos que se plantean desarrollar. Estos van a depender mucho del tipo de tarea/procedimiento. Tampoco se describen las características del sistema de imagen quirúrgica (ópticas, marca del fabricante, opción 3D, resolución, etc.). Finalmente, no se describen qué tareas/procedimientos se van a automatizar.

| CRITERIO | PUNTUACIÓN (Máx. 10) |
|---|----------------------|
| 2. Propuesta de asignación de recursos. | 6,5 |
| <p>El desarrollo del proyecto implica un gran esfuerzo en recursos humanos y en componentes. La asignación de tareas está clara y bien delimitada, al tiempo que ajustada a la expertez y disponibilidad de equipos y desarrollos de los equipos involucrados. Los equipos de trabajo involucrados tienen amplia experiencia y responden a las tareas asignadas. Se plantea un grupo de actores multidisciplinario con experiencia en robótica médica, diseño robótico, IA y cirugía robótica laparoscópica, experiencia en el desarrollo de sistemas robóticos y experiencia en IA. Sin embargo, solo incluyen a una cirujana en el equipo.</p> <p>Se especifican los perfiles del personal involucrado, aunque no se indica el grado de implicación del personal propio, se entiende que completo a doctorandos y al personal a contratar. Falta la asignación de recursos a actividades/tareas concretas del proyecto.</p> <p>En cuanto a materiales y equipos, enumeran los equipos de ARC que se ajustan a las necesidades del proyecto. No se mencionan de los otros grupos. Se incluyen 2 Laboratorios de robótica, 1 Taller de fabricación mecánica y prototipado mecánico y 1 laboratorio de fabricación de electrónica. Sin embargo, el número de brazos robóticos con los que trabajar/investigar es limitado.</p> | |

| CRITERIO | PUNTUACIÓN (Máx. 10) |
|---|----------------------|
| 3. Propuesta de plan de trabajo y gestión del proyecto. | 7,5 |
| <p>El plan de trabajo está bien especificado en sus tres fases con una definición clara de las diferentes tareas en cada bloque, con un esquema detallado de la propuesta de arquitectura de sistema de alto nivel. En cada fase se establece la metodología para seguir con diseño en las dos primeras fases, seguida la primera de la definición del conjunto y del diseño y un plan de pruebas y en la segunda de definición de requisitos y diseño de la arquitectura y del sistema final e implementación para acabar en ambos con las pruebas. La fase tres planifica la validación funcional, de rendimiento y evaluación de resultados, así como las actividades de formación. Sin embargo, carecen de una metodología concreta (detallada) a seguir para el desarrollo del proyecto, y la metodología de verificación y validación no está definida.</p> | |

Plantean una gestión de riesgos y contingencias. En todo el proceso se evalúa la problemática implícita, aunque faltaría comentar la adaptación de herramientas convencionales a los robots a emplear. ¿Cuáles? ¿Accesibles? Únicamente se menciona la sonorización y no otras posibles implicaciones.

| CRITERIO | PUNTUACIÓN (Máx. 10) |
|--|----------------------|
| 4. Plan de viabilidad. | 5 |
| <p>Se evalúa la viabilidad considerando los aspectos técnicos, los económicos para justificar el interés, considerando tanto la creciente demanda como las necesidades de mejorar la operatividad.</p> <p>Presentan un estudio de mercado en el que se referencian un gran número de patentes existentes relacionadas con la propuesta para ver su potencial transferencia, aunque no se evalúa explícitamente su implicación en la explotación previsible del proyecto.</p> <p>Referente a la viabilidad técnica se concreta el estado de la tecnología en sus diferentes sistemas involucrados en la propuesta (Sistema robótico, sensorización, percepción visual, grado de automatización, reconstrucción 3D, la más innovadora reconstrucción fotorealista necesaria para la visualización, la realimentación háptica (aunque no se detalla cuando se aplica en entornos de entrenamiento o en situaciones reales en que la sensorización de los instrumentos y la estimación indirecta están en desarrollo). Se echa en falta un plan de explotación y de viabilidad económica de la comercialización de la solución planteada</p> <p>En los distintos casos se evalúan los riesgos y cómo afrontarlo.</p> | |

CONCLUSIÓN

Se ha evaluado la oferta **02 CPP 02/2024** de acuerdo a los criterios no evaluables mediante fórmulas fijados en el pliego de licitación.

De forma genérica se puede concluir que la oferta es ambiciosa, pero a la vez realista y avalada por un consorcio con amplia experiencia. Se presenta una propuesta creíble, que lógicamente por el grado de innovación puede dar lugar a un mayor o menor grado de innovación al afrontar retos en algunos casos algo imprevisibles de resultados. Se puede concluir que la oferta presenta una solución innovadora en cuanto al desarrollo de un sistema para la manipulación de tejidos blandos con control de fuerza para su uso en robótica quirúrgica, así un sistema de asistencia y formación basado en Digital Twins y RX. Sin embargo, faltarían detalles de cómo se va a afrontar la automatización de las tareas y/o procedimientos quirúrgicos a desarrollar en esta propuesta, así como el posible plan de explotación de la solución.

Fortalezas:

- Nivel y complementariedad de los equipos de trabajo de los diferentes grupos participantes.
- Experiencia previa y resultados previos en el tema.

- Propuesta clara y realista (al margen del nivel de consecución que pueda conseguirse) y una metódica planificación y seguimiento.

Debilidades:

- Falta de concreción en la definición de los robots a diseñar y el uso de optimización genética para su diseño (robots colgados del techo)
- Falta de visión de como puede incidir la aplicación de nuevas tecnologías computacionales, poco definidos en la propuesta

El resumen de la puntuación, así como el total correspondiente, queda reflejado en la tabla siguiente.

| CRITERIO DE ADJUDICACIÓN | | OFERTA 02- CPP 04/2024 | |
|---|--|---------------------------|----|
| SOLUCIÓN TÉCNICA | A) Capacidad de la propuesta para dar respuesta al reto de manera innovadora | 16 | 34 |
| | b) Estado del arte | 3,5 | |
| | c) Grado de innovación de la solución propuesta | 7,5 | |
| | d) Otras características técnicas | 7 | |
| 2 .PROPUESTA DE ASIGNACIÓN DE RECURSOS | | 6,5 | |
| 3.PROPUESTA DE PLAN DE TRABAJO Y GESTIÓN DEL PROYECTO | | 7,5 | |
| 4.PLAN DE VIABILIDAD | | 5 | |
| TOTAL PUNTOS | | 53 | |

3. OFERTA 03- FUNDACIÓN TECNALIA RESEARCH & INNOVATION

| CRITERIO | PUNTUACIÓN (Máx. 25) |
|---|----------------------|
| 1.a) Capacidad de la propuesta para dar respuesta al reto de manera innovadora. | 21 |
| <p>Se plantea una propuesta sólida y bien estructurada en base al desarrollo de una plataforma quirúrgica de tres brazos robot independientes y otra de entrenamiento. Se propone Tecnia como institución ejecutora, contando con alianzas tanto en el ámbito clínico como técnico. Plantean un concepto para la explotación de las innovaciones generadas en el proyecto se basa en la integración de Bloques Modulares versátiles adaptables a equipamiento comercial y a robots de cirugía mínimamente invasiva existentes, mejorando sus prestaciones según el requerimiento de los cirujanos en las distintas especialidades (sistema completo o por módulos específicos), la comercialización de Plataforma de Formación – Capacitación y la introducción de un nuevo Sistema Robótico quirúrgico global más adelante. Proponen diferentes niveles de autonomía, llegando hasta el nivel 3, con 3 tareas automatizadas. Sin embargo, el nivel de automatización sigue siendo escaso. Solo plantan una automatización de un paso de la sutura.</p> <p>La propuesta, partiendo de un nivel TRL4 por la base de conocimientos y realizaciones del equipo y de componentes a emplear, se pretende pasar a etapa TRL7, como demostrador de la tecnología que integra robots e IA que aporta la información para generar un metaverso y ayuda tipo RA, RX o RV de soporte a la cirugía, en asistencia y automatización de tareas (sutura). Incluye también aplicación y realimentándose mutuamente una plataforma de entrenamiento de cirujanos.</p> <p>Para ello se plantea abordar los módulos: actuadores especializados, visión 3D, análisis de vídeo, automatización de tareas, control de bajo nivel, modelado del paciente y entorno formativo basado en metaverso y/o RX. SE partirá de robots comerciales y se desarrollará el entorno de IA y las adaptaciones necesarias para la integración de las dos plataformas. Se reafirman alianzas con grupos ya con colaboraciones previas.</p> | |

| CRITERIO | PUNTUACIÓN (Máx. 5) |
|--|---------------------|
| 1.b) Estado del arte. | 3,5 |
| <p>Como estado del arte se hace un breve análisis de los módulos básicos de la propuesta, muy orientado a las soluciones adoptadas: Plataformas robóticas, base de la plataforma a desarrollar como entorno quirúrgico; Herramientas quirúrgicas, con especial hincapié en la tecnología a emplea, fruto de una relación previa; AI en cirugía, datos de implantación de cirugía laparoscópica y justificando la necesidad de AI para adaptar la robotización a las necesidades de mercado; Automatización de tareas, básicamente la sutura como tarea muy prevalente y con implicaciones, y Entorno de formación, equipos y características, para poner de relieve la relevancia la necesidad de sistemas avanzados. Durante el desarrollo de la memoria del proyecto se pone de manifiesto de alguna manera la situación actual. Realizan una jjustificación con bibliografía y el uso de tecnología se encuentra muy actualizada ya que incluyen Robots en desarrollo (no solo DaVinci y similares). También realizan la jjustificación del uso de IA</p> | |

Paradójicamente mencionan “En la actualidad, son pocos los estudios que analizan el uso de la IA aplicada a los vídeos quirúrgicos”. Sin embargo, se presentan algunos ejemplos de la literatura científica.

| CRITERIO | PUNTUACIÓN (Máx. 10) |
|--|----------------------|
| 1.c) Grado de innovación de la solución propuesta. | 7,5 |
| <p>Proponen una solución innovadora de TRL4 a TRL7 . Por una parte, se proponen dispositivos virtuales que supondrán una adaptación al entorno propuesto, así como profundizar en técnicas de redundancia para una operación segura de los robots. Una innovación más significativa será la que implica la evaluación de los modelos de motor humano, cuyo conocimiento puede ayudar a generar estrategias de control que varíen el grado de rigidez acorde a la sensibilidad humana a diferentes niveles de fuerza, así como la tecnología para definir mejor la respuesta háptica.</p> <p>Proponen soluciones innovadoras para las herramientas laparoscópicas articuladas que se esterilizan fácilmente para su reutilización, reduciendo así los costes en términos de consumibles y reduciendo el impacto medioambiental en términos de residuos médicos.</p> <p>Se trata de una solución de bajo coste basada en módulos de hardware existentes y disponibles en el mercado (brazos robóticos, interfaces hápticas, sistemas de imagen), que ofrezca una solución rentable a los hospitales pequeños democratizando la cirugía robótica y que garantice la fiabilidad y una cadena de suministro preparada para futuras producciones.</p> <p>Se valoran positivamente aspectos de ergonomía de la solución para el cirujano, los sistemas 3D, interacción humano-robot y la solución modular, así como Digital Twins basado en IA, reaprendizaje para evitar sesgos, soluciones a evitar choque de instrumental y autonomía supervisada para realizar los sub-pasos de sutura.</p> <p>Otra línea de innovación se propone también en la formación, estudiando los factores que ayudan al aprendizaje, aprendido en sistemas de rehabilitación.</p> <p>En la línea también de factor humano, se argumenta bien los estudios y simulaciones para favorecer la ergonomía a base de sensorizar actuación y estado del usuario.</p> <p>Se menciona la importancia de las métricas y su implementación, sin mencionar cuales o en qué línea.</p> <p>Se dan las líneas básicas para automatizar la sutura, el interés de los instrumentos reutilizables a integrar, o mención de herramientas software a emplear, pero solo plantean la automatización de un gesto en la tarea de sutura</p> <p>Finalmente se considera aspecto a mejorar la consola con pedales.</p> | |

| CRITERIO | PUNTUACIÓN (Máx. 10) |
|---|----------------------|
| 1.d) Otras características técnicas. | 7,5 |
| <p>Más que el diseño de nuevos instrumentos quirúrgicos, e propone introducir nuevas funcionalidades a los instrumentos a seleccionar entre los dos modelos en estudio según el tipo de acción a efectuar.</p> <p>Se crearán modelos 3D de órganos de asistencia a la planificación, aunque no se menciona el avance a conseguir respecto al estado del arte. Se trabajará en base a ellos en los algoritmos de identificación de automática de zonas de peligro que permitirán definir las estrategias de control asistido y de entrenamiento.</p> <p>Se valora positivamente el enfoque modular, instrumental articulado, número de brazos robóticos y percepción háptica de la plataforma robótica. Proponen una Consola de control Sistema 3D y automático de centrado de la cámara en el sitio de trabajo, Análisis de vídeo endoscópico, IA – Tareas autónomas con control compartido humano-robot, Digital twins y Sistema de RX/Metaverso Realidad aumentada con estructura 3D</p> <p>Se echa en falta el detalle de cómo se va a realizar el control compartido humano-robot para aumentar la destreza y ejecución autónoma de gestos como la sutura. NO se pueden usar otros sistemas comerciales, ya que no tendrían la tecnología a aplicar por TECNALIA.</p> | |

| CRITERIO | PUNTUACIÓN (Máx. 10) |
|--|----------------------|
| 2. Propuesta de asignación de recursos. | 9 |
| <p>Tanto Tecnalía con su equipo de investigación, como subcontratistas aportan una persona responsable capaz de desarrollar o gestionar las tareas y la experiencia conjunta previa hace más creíble la cooperación. Realizan la asignación de recursos humanos a cada actividad, con un equipo multidisciplinar de expertos en robótica, IA y cirugía, y un asesor clínico. Esto último se valora negativamente.</p> <p>La distribución de cargas de trabajo asignadas según ámbitos de conocimiento se especifica con las tareas asociadas a cada uno de ellos indicando el personal que debe soportarlo. La clasificación en ámbitos delimita bien las responsabilidades y acorde con el personal. Se ha estudiado el peso de cada uno en el conjunto lo que permite valorar el esfuerzo a dedicar. Junto al personal, se expone la disponibilidad de medios de los dos socios, complementario; más tecnológico robótica parte IA y técnicas inmersivas. Todo ello complementado con otros partners previsibles. Los subcontratistas proporcionando experiencia clínica y experiencia en aplicaciones de IA a la cirugía, así como conocimientos técnicos en tecnologías mecatrónicas innovadoras aplicadas a la creación de herramientas quirúrgicas sostenibles para la cirugía mínimamente invasiva.</p> | |

En cuanto a medios técnicos, materiales y de infraestructura e instalaciones, proponen una Laboratorio de Robótica Médica que incluye un prototipo con brazos robóticos teleoperados, consola de control, sistema de visión 3D y diferentes interfaces hápticos para control del movimiento de los robots. También cuentan con in Laboratorio avanzado de interacción y un laboratorio de Inteligencia Artificial.

| CRITERIO | PUNTUACIÓN (Máx. 10) |
|--|----------------------|
| 3. Propuesta de plan de trabajo y gestión del proyecto. | 8,5 |
| <p>El plan de trabajo está bien detallado y ayuda a comprender el conjunto de sistema a desarrollar. Se describe tanto los aspectos organizativos, de coordinación, como el detalle de las tareas propias del desarrollo del proyecto. En el primer caso se aborda la metodología que contempla la planificación de tareas, la gestión económica la monitorización y evaluación y la documentación a elaborar. Presentan un plan de trabajo ya pre-establecido con posibilidad de replanificación Metodología de gestión basada y acreditada en la ISO 9001 Sistemas de Gestión de la Calidad y en la Norma UNE 166002 Sistema de Gestión de la I+D+i. Incluye un plan de seguimiento del proyecto: Técnico, económico/financiero y global.</p> <p>Respecto a la planificación del proyecto se remite a las tres fases mencionadas para en cada una de ellas definir, hacer el seguimiento y evaluar los resultados. Se consideran los distintos noveles, el desarrollo de componentes hard y soft y la integración. Plan de trabajo basado en paquetes de trabajo, tareas, hitos, entregables y cronograma. Incluyen un plan detallado de progreso de las actividades críticas aquellas que puedan suponer un cuello de botella en la ejecución del proyecto. Incluyen un plan de gestión detallado de riesgos y contingencias. Sin embargo, el plan de validación es escueto. Es una parte muy crítica del desarrollo del prototipo funcional.</p> | |

| CRITERIO | PUNTUACIÓN (Máx. 10) |
|---|----------------------|
| 4. Plan de viabilidad. | 8 |
| <p>Apartado muy detallado, junto con un exhaustivo y bien enfocado estudio de mercado y un plan de explotación. Presentan infraestructuras para llevar a cabo los procedimientos, pretenden tener certificación de la CE y USA y tienen en cuenta la viabilidad económica. Además, plantean alcanzar a todos los hospitales de la CMI. Con la metodología presentada y detallada y los comentarios sobre análisis de riesgos y las alternativas, viendo el equipo de trabajo, Tecnalia y sus aliados y posibles subcontratos que se mencionan, el proyecto se ve viable.</p> <p>Sin embargo, más que la viabilidad del proyecto en la fase de desarrollo, se explica la viabilidad de explotación que se plantea como fase consecutiva al propio proyecto. Por una parte, parece algo contradictoria con la afirmación que hacen de que al usar robots no específicamente diseñados para la cirugía pone retos específicos. No mencionan la eficiencia comparativa esperable para ser un competidor en el mercado. En este sentido, de explotación, se exponen los números, no justificados que validan la viabilidad de la futura empresa.</p> | |

CONCLUSIÓN

Se ha evaluado la oferta **03 CPP 02/2024** de acuerdo a los criterios no evaluables mediante fórmulas fijados en el pliego de licitación.

De forma genérica se puede concluir que la oferta presenta una solución innovadora basada en una plataforma robótica modular escalable, junto con diversas tecnologías de asistencia quirúrgica (IA, Digital Twins y RX). Describen un robusto plan de trabajo y de viabilidad y cumple los requisitos de la convocatoria aportando la experiencia para integrar componentes de mercado con las necesarias adaptaciones para construir una plataforma de asistencia quirúrgica incluyendo automatización de tareas (sutura) y una plataforma de entrenamiento.

Fortalezas:

- Experiencia, capacidad de trabajo y recursos, una buena planificación del trabajo.
- Objetivos de claro interés para la evolución de la cirugía robótica.
- Recursos alternativos frente a dificultades que puedan surgir.

Debilidades:

- Falta de aportar una visión global suficientemente clara de la relación entre las dos plataformas y su realimentación (no hay esquema completo de una y otra o el conjunto), con lo que falta un poco de visión de toda su interrelación. Sin embargo, los paquetes de trabajo y tareas son razonables y creíbles.
- No está clara la explotación futura de la plataforma en base a robots de mercado por su dependencia al suministro de componentes, sin explicitar el coste de adaptación al uso de otros robots, otros instrumentos, etc. Quizás es más realista como plataforma de experimentación y desarrollo de nuevas técnicas de asistencia.
- Poca profundización en algunas técnicas a emplear, aunque se da la base de partida .
- Solo mencionan la automatización de un paso de la tarea de sutura laparoscópica y la descripción del plan de validación es escueto

El resumen de la puntuación, así como el total correspondiente, queda reflejado en la tabla siguiente.

| CRITERIO DE ADJUDICACIÓN | | OFERTA 03- CPP 02/2024 | |
|--------------------------|--|---------------------------|------|
| SOLUCIÓN TÉCNICA | A) Capacidad de la propuesta para dar respuesta al reto de manera innovadora | 21 | 39,5 |
| | b) Estado del arte | 3,5 | |
| | c) Grado de innovación de la solución propuesta | 7,5 | |
| | d) Otras características técnicas | 7,5 | |

| | |
|--|-----------|
| 2.PROPOSTA DE ASIGNACIÓN DE RECURSOS | 9 |
| 3.PROPOSTA DE PLAN DE TRABAJO Y GESTIÓN DEL PROYECTO | 8,5 |
| 4.PLAN DE VIABILIDAD | 8 |
| TOTAL PUNTOS | 65 |

4. OFERTA 04-UTE VICOMTECH-TEKNIKER-CYBERSURGERY-MEDICALSIMULATOR

| CRITERIO | PUNTUACIÓN (Máx. 25) |
|--|----------------------|
| 1.a) Capacidad de la propuesta para dar respuesta al reto de manera innovadora. | 17,5 |
| <p>Con el objetivo de avanzar en la automatización del corte en nefrectomías parciales en cirugía laparoscópica se propone un proyecto ofrezca una capacidad primero de formación en la fase de entrenamiento y la asistencia robótica durante la intervención mencionada. Se considera una plataforma constituida por brazos robóticos para la intervención automatizada del corte, y un gemelo digital y su interpretación para la generación de la información basada en metaverso para una estación de formación, que debería servir también para la planificación autónoma de la tarea de corte.</p> <p>El consorcio forma, todos con amplia experiencia en sus respectivos ámbitos de actuación en el proyecto: IA para análisis de vídeo simulación y navegación; desarrollo de sistemas robóticos y componentes (actuadores); integración y desarrollo de aplicaciones en cirugía, y herramientas de entrenamiento por simulación.</p> <p>Al no haber un esquema global del proyecto y la explicación correspondiente de como interactúan los distintos módulos, su secuenciación y contribución en cada caso, resulta una explicación limitada para apreciar la capacidad global de la propuesta. Se habla de una automatización concreta, sin explicar la complejidad o retos que pone este entorno quirúrgico y los retos concretos a superar. Solo presentan un actuador con instrumental robotizado, solo plantean validación hasta modelo ex vivo y solo plantean la automatización de la tarea de corte.</p> <p>Si se explica en términos genéricos de forma coherente, pero sin aterrizar suficiente en la aplicación y contexto propuesta. Los equipos de trabajo son competentes para abordar esta problemática, y complementarios para cubrir las necesidades de diseño, desarrollo y evaluación.</p> <p>Se hace mucho más énfasis a la parte de entrenamiento que a la parte de automatización en la exposición.</p> | |

| CRITERIO | PUNTUACIÓN (Máx. 5) |
|--|---------------------|
| 1.b) Estado del arte. | 3,5 |
| <p>Se presenta un estado del arte muy completa y justificada con referencias. Actualizada con bibliografía de los últimos de 10 años. Se exponen en genérico los aspectos de automatización de tareas pero sin entrar en el caso propuesto. Se abordan las tecnologías implicadas, pero sin relacionarlas suficientemente con la propuesta.</p> <p>El retorno haptic no está tan generalizado como se plantea por la dificultad de medir la fuerza en el campo quirúrgico. Si que puede darse en los entornos sintéticos o simulados de formación y entrenamiento donde se pueden medir bien las fuerzas o caracterizar el entorno virtual. Se habla que se aplicará haptic si es preciso, sin concretar si lo es para las aplicaciones previstas.</p> | |

Se refiere a los desarrollos de gemelos digitales en cirugía y algunas técnicas para generarlos. Se refiere a la interacción tejido-instrumento como base del gemelo digital para el seguimiento de una intervención, quizás demasiado aseverativo, pues es una información más de la necesaria para ello. Esta interacción implica uso de modelos biomecánicos, como se explica.

Se expone la reconstrucción de estructuras mediante visión y modelos biomecánicos y la necesidad de incluir la simulación de la interacción herramienta-tejido, navegación y reconstrucción 3D y se expone la herramienta de realidad aumentada en este campo.

| CRITERIO | PUNTUACIÓN (Máx. 10) |
|--|----------------------|
| 1.c) Grado de innovación de la solución propuesta. | 7 |
| <p>Se pretende avanzar en diferentes tecnologías:</p> <ul style="list-style-type: none"> - IA para la detección de estructuras de interés. Se argumenta que se desarrollaran arquitecturas novedosas, sin incidir en las dificultades o indicios de solución. Se propone la generación de data-sets, esencial en este tipo de aplicaciones cuando todavía no hay suficientes datos. - Robots para la asistencia en cirugía en base a modelos digitales para soporte tanto en la fase de entrenamiento como asistencia durante la intervención, en metaverso en realidad aumentada, sin concreciones, pero si con explicaciones coherentes. - Robótica quirúrgica con actuadores sensorizados (limitadas indicaciones de la tecnología a utilizar y sus limitaciones), Sistema de navegación quirúrgica basado en visión 3D, robot autónomo con gemelo digital, análisis video endoscópico y Posibilidad de ampliación. - Automatización de cortes con modelado digital, aunque se indica a grandes rasgos la tecnología a emplear. Solo plantean la automatización de una tarea. - Propuesta muy centrada en el desarrollo de la plataforma de formación. Entorno formativo basado en metaverso y RX. -No establecen el avance de los niveles TRL de la propuesta. | |

| CRITERIO | PUNTUACIÓN (Máx. 10) |
|---|----------------------|
| 1.d) Otras características técnicas. | 6,5 |
| <p>Se describen las características técnicas como sistema visión 3-D, análisis video, digital twins...</p> <p>Se comenta la innovación de incorporar actuadores quirúrgicos especializados, sensorizados. No se profundiza en el reto que representa.</p> <p>Sistema de visión 3D, se describe el sistema, sin que aporte nuevas contribuciones, pero si ajustarse a las necesidades del contexto, para visualizar en el entorno de aumentar la información visual.</p> <p>Se defiende la modularidad que permitirá seguir aportando prestaciones. Explicación razonable sin contribuciones notorias.</p> | |

Se disponen de pocos brazos y no se da suficiente detalle de la consola de control (pantalla, controles, pedales, etc.). En cuanto al Digital Twins no indican de dónde van a obtener las propiedades mecánicas del tejido blando.

| CRITERIO | PUNTUACIÓN (Máx. 10) |
|--|----------------------|
| 2. Propuesta de asignación de recursos. | 8 |
| <p>Recursos humanos: Se plantea el proyecto con un equipo bien equilibrado con personas expertas en los diferentes ámbitos de actuación según las diferentes instituciones y especialidades. Los centros participantes aportan conocimientos en Computer visión e AI, Tecnologías aplicadas a la industria: actuadores y sistemas Robóticos, Robótica quirúrgica, Simulación para formación quirúrgica, cirugía laparoscópica y formación en el metaverso adaptada a entornos médico-quirúrgicos. Sin embargo es equipo muy centrado a nivel de ingeniería, pero no clínico (solo incorporan un asesor clínico). Propuesta más centrado en formación con aportaciones muy técnicas y nada clínicas.</p> <p>Infraestructura en los diferentes entornos de trabajo: entornos de desarrollo en robótica y automatización; entornos de experimentación clínica (quirófano y librerías propias de planificación y automatización, realidad aumentada, gestión de equipos de quirófano); gestión de datos; análisis y procesado de vídeo; prototipado rápido y entornos de simulación, y entorno; Laboratorio de robótica; Plataforma de Robótica médica para ensayos experimentales; Quirófano Digital.</p> | |

| CRITERIO | PUNTUACIÓN (Máx. 10) |
|---|----------------------|
| 3. Propuesta de plan de trabajo y gestión del proyecto. | 7,5 |
| <p>Mientras que hay poca concreción en la definición del proyecto, se detalla la metodología y tareas de forma muy completa, aunque no clarifica del todo las imprecisiones mencionadas. Plan de trabajo basado en paquetes de trabajo, tareas, hitos, entregables y cronograma. Sin embargo, no asocian RRHH con tareas/actividades concretas.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Amplio equipo con una gran variedad de patentes y proyectos - Gestión organizativa y también de innovación para prever futura explotación del conjunto o subproductos. - Análisis de definición funcional y técnica que debe avanzar en la definición del proyecto: requerimientos, diseño preliminar y evaluación de puntos críticos y como proceder a la evaluación - Montaje de escenarios de entrenamiento y planificación de las pruebas y su evaluación - Actuadores especializados. - Análisis de vídeos, desarrollo de los diferentes procesos de tratamiento de imagen, reconstrucción, etc. - Gemelo digital del paciente | |

- Control para automatización de tareas
- Integración en plataforma de cirugía robótica
- Entorno formativo
- Verificación cuantitativa y cualitativa.
- Plan de gestión de riesgos y contingencias, aunque limitado.

| CRITERIO | PUNTUACIÓN (Máx. 10) |
|--|----------------------|
| 4. Plan de viabilidad. | 7 |
| <p>Se describe la situación del mercado con la creciente demanda de sistemas de este tipo, robots quirúrgicos, simulación médica, simuladores de laparoscopia virtual y su alcance. Ello justifica los esfuerzos a dedicar en las tecnologías que se plantean. Análisis de mercado muy exhaustivo para la parte de simulación con la justificación adecuada en cuanto a la viabilidad técnica de la UTE. El análisis de mercado para las soluciones de automatización de tareas/procedimientos quirúrgicos es escasa. Faltaría además detallar un plan de mercado.</p> <p>Se describen opciones para seguir la financiación que puedan llevar a explotar el producto, desde financiación pública en investigación hasta inversión privada y alianzas estratégicas.</p> <p>Al no ser un producto cerrado, se plantea también la oferta de subproductos del proyecto. Se describen los pasos siguientes a la finalización del prototipo, más a nivel teórico que específico del proyecto, pero sienta las bases para su consecución. Todo ello se refuerza con los productos y patentes ya disponibles por el consorcio.</p> <p>Se valora positivamente la validación propuesta.</p> | |

CONCLUSIÓN

Se ha evaluado la oferta **04 CPP 02/2024** de acuerdo a los criterios no evaluables mediante fórmulas fijados en el pliego de licitación.

De forma genérica se puede concluir que la oferta presenta un sistema de robot autónomo con soporte de gemelo digital, con control avanzado y feedback sensorico-visual e IA para reconocer estructuras de interés, así como una plataforma de formación quirúrgica basada en Metaverso/RX. Sin embargo da una visión global de los objetivos con falta de concreción de como se integra el conjunto y cómo surge la necesidad de cada módulo.

Se expone en detalle los niveles de aprendizaje y las necesidades de tecnologías asociadas en cada caso.

Se plantean los objetivos de forma clara, aunque sin suficiente nivel de concreción. Los objetivos globales se enfocan en la automatización de una tarea y en una plataforma de entrenamiento, mientras los objetivos finales se enfocan a desarrollos en que estos objetivos no van suficientemente ligados.

- Los diferentes temas de trabajo están algo desequilibrados, se extiende mucho en los modelos teóricos de formación, y menos en las tecnologías y contexto en que aplicarlas para la automatización de tareas.
- Como aspectos a mejorar, solo se presenta un actuador con instrumental robotizado, la automatización se centra únicamente en la tarea de corte.
- Se habla de respuesta háptica del segundo brazo (de la plataforma propuesta), cuando este brazo aparentemente es el que realiza la acción autónoma. O definir mejor a que se refiere el segundo brazo, que lógicamente debería ser el de una interfaz de la que no se habla. Falta la descripción completa y clara de todo el conjunto.
- Por último, solo se plantea la validación de la solución hasta modelo ex vivo.

El resumen de la puntuación, así como el total correspondiente, queda reflejado en la tabla siguiente.

| CRITERIO DE ADJUDICACIÓN | | OFERTA 04 CPP 02/2024 | |
|--|--|--------------------------|------|
| SOLUCIÓN TÉCNICA | A) Capacidad de la propuesta para dar respuesta al reto de manera innovadora | 17,5 | 34,5 |
| | b) Estado del arte | 3,5 | |
| | c) Grado de innovación de la solución propuesta | 7 | |
| | d) Otras características técnicas | 6,5 | |
| 2. PROPUESTA DE ASIGNACIÓN DE RECURSOS | | 8 | |
| 3. PROPUESTA DE PLAN DE TRABAJO Y GESTIÓN DEL PROYECTO | | 7,5 | |
| 4. PLAN DE VIABILIDAD | | 7 | |
| TOTAL PUNTOS | | 57 | |

CONCLUSIÓN FINAL

Se han evaluado comparativamente 3 de las 4 **ofertas** presentadas, de acuerdo con los criterios no evaluables mediante la aplicación de fórmulas matemáticas fijados en el pliego de licitación.

Una oferta ha sido excluida por contener información sobre la oferta económica.

Como resultado se obtiene la clasificación que aparece en la siguiente tabla, que expresa numéricamente el análisis realizado, con el siguiente orden de puntuación:

| OFERTA | LICITADOR | SOLUCIÓN TÉCNICA | PUNTUACIÓN TOTAL |
|--------|--|------------------|------------------|
| 03 | FUNDACIÓN TECNALIA RESEARCH & INNOVATION | 39,5 | 65 |
| 04 | UTE VICOMTECH-TEKNIKER-CYBERSURGERY-MEDICALSIMULATOR | 34,5 | 57 |
| 02 | ARQUIMEA RESEARCH CENTER SLU | 34 | 53 |
| | | mín 25 | mín 40 |

La oferta presentada por UTE AGROAEROSPACE-SANZAR-PRINCIPIA incluye en varios de sus apartados referencias al presupuesto máximo de su oferta, de forma global y desglosada por fases. Esta referencia incumple lo dispuesto en el punto IV.2.2 CONTENIDO DE LAS OFERTAS, que establece que será causa de exclusión de la oferta incluir la Memoria Técnica cualquier información relacionada con los criterios de adjudicación.

Firmado:

En representación del Grupo Técnico de Trabajo, la coordinadora del mismo.

(se adjunta, a continuación, la tabla comparativa con todos los resultados)

| CRITERIO DE ADJUDICACIÓN | | 01-UTE AGROAEROSPACE-SANZAR-PRINCIPIA | | 02-ARQUIMEA RESEARCH CENTER SLU | | 03- TECNALIA | | 04-UTE VICOMTECH TEKNIKER-CYBERSURGERY-MEDICALSIMULATOR | | MÁXIMO | |
|---|--|---------------------------------------|--|---------------------------------|----|--------------|------|---|------|-----------|----|
| SOLUCIÓN TÉCNICA | a) Capacidad de la propuesta para dar respuesta al reto de manera innovadora | | | 16 | 34 | 21 | 39,5 | 17,5 | 34,5 | 25 | 50 |
| | b) Estado del arte | | | 3,5 | | 3,5 | | 3,5 | | 5 | |
| | c) Grado de innovación de la solución propuesta | | | 7,5 | | 7,5 | | 7 | | 10 | |
| | d) Otras características técnicas | | | 7 | | 7,5 | | 6,5 | | 10 | |
| PROPUESTA DE ASIGNACIÓN DE RECURSOS | | | | 6,5 | | 9 | | 8 | | 10 | |
| PROPUESTA DE PLAN DE TRABAJO Y GESTIÓN DEL PROYECTO | | | | 7,5 | | 8,5 | | 7,5 | | 10 | |
| PLAN DE VIABILIDAD | | | | 5 | | 8 | | 7 | | 10 | |
| TOTAL PUNTOS | | | | 53 | | 65 | | 57 | | 80 | |

mín
25

mín. 40

