PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARA LA CONTRATACIÓN DEL SUMINISTRO, INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE LA INFRAESTRUCTURA DE COMPUTACIÓN PARA EL CENTRO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL DE LA CÁMARA DE COMERCIO DE CEUTA.

EXP. CC 01/26

ÍNDICE

CLÁUSULA 1. INTRODUCCIÓN 3

CLÁUSULA 2. OBJETO DEL CONTRATO 3

CLÁUSULA 3. ALCANCE Y NECESIDADES A CUBRIR 4

CLÁUSULA 4. CONDICIONES GENERALES DE LA SOLUCIÓN 5

4.1. Fabricantes y coherencia tecnológica 5

4.2. Refrigeración 6

4.3. Soporte y garantía 6

4.4. Alcance completo de la solución y ausencia de dependencias ocultas 7

CLÁUSULA 5. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ARQUITECTURA 7

5.1. Nodos de Cálculo Estándar (Nodos CPU) 8

5.2. Nodos de Cálculo Intensivo (Nodos GPU) 10

5.3. Herramientas de gestión y administración de hosts 13

5.4. Plataforma de AIOps para todos los elementos hardware 16

5.5. Red de interconexión de baja latencia 18

5.6. Red de administración 19

5.7. Almacenamiento distribuido 20

CLÁUSULA 6. PLATAFORMA SOFTWARE DE EXPLOTACIÓN DE LOS ENTORNOS IA/ML 24

6.1. Alcance funcional mínimo de la plataforma 25

6.2. Principios técnicos obligatorios de diseño de la plataforma 29

6.3. Arquitectura lógica mínima exigida 34

6.4. Soporte a los modelos de explotación y negocio 37

6.5. Capacidades avanzadas necesarias 39

6.6. Autenticación al Portal Web mediante Ceuta ID 41

CLÁUSULA 7. SERVICIOS PROFESIONALES 42

7.1. Servicios de implantación 42

7.2. Servicios Gestionados 44

7.3. Servicios de Ciberseguridad y Operación 45

7.4. Metodología y planificación de la implantación 47

CLÁUSULA 8. GARANTÍA 48

CLÁUSULA 9. ESTRUCTURA Y CONTENIDO DE LA MEMORIA TÉCNICA 50

ANEXO A - PLAN DE PRUEBAS Y CRITERIOS DE ACEPTACIÓN 53
ANEXO B - ALCANCE FUNCIONAL MÍNIMO DE LA PLATAFORMA..... 55
ANEXO C - PRINCIPIOS TÉCNICOS Y ARQUITECTURA DE LA PLATAFORMA..... 65
ANEXO D – CAPACIDADES AVANZADAS Y CRITERIOS DE VERIFICACIÓN..... 68
ANEXO E – SERVICIOS GESTIONADOS Y OPERACIÓN DE LA PLATAFORMA 70

Cláusula 1. Introducción

La Cámara de Comercio de Ceuta, cuya misión principal es promover y fortalecer la actividad empresarial, actuando como nexo entre las empresas, la sociedad y el territorio, afronta el actual contexto de acelerado crecimiento de la inteligencia artificial dentro del sector de las tecnologías de la información como una oportunidad estratégica para el desarrollo económico y social.

En este marco, la Cámara de Comercio de Ceuta tiene previsto poner a disposición del tejido empresarial, educativo e institucional una plataforma tecnológica que facilite a empresas y entidades el acceso, la adopción y el crecimiento en el ámbito de la inteligencia artificial, contribuyendo así a mejorar su competitividad y capacidad de innovación.

El acceso a herramientas e infraestructuras adecuadas para la iniciación y el desarrollo de soluciones basadas en inteligencia artificial supone, en la actualidad, una barrera técnica y económica significativa para muchas organizaciones. Por ello, la Cámara de Comercio de Ceuta se plantea como objetivo estratégico la dotación de una infraestructura tecnológica avanzada que permita apoyar al tejido empresarial y social en su posicionamiento competitivo a nivel nacional e internacional.

En consecuencia, el presente documento tiene por objeto definir el alcance y las condiciones para la contratación, por parte de la Cámara de Comercio de Ceuta, de la adquisición y puesta en funcionamiento de una infraestructura tecnológica destinada a impulsar el desarrollo empresarial y educativo en el ámbito de la inteligencia artificial.

En este contexto, la solución a contratar se concibe como una plataforma integral, que combina infraestructura de computación de altas prestaciones (para cargas de trabajo IA/ML) con una plataforma software de explotación y provisión de servicios, destinada a habilitar distintos modelos de uso y de negocio sobre recursos de cómputo, almacenamiento y red.

Cláusula 2. Objeto del contrato

El objeto del presente contrato consiste en el suministro, servicios de puesta en marcha de una solución integral de computación de altas prestaciones orientada a tareas IA/ML así como servicios de gestión de la plataforma suministrada. La solución se ha de basar en una arquitectura híbrida de cómputo CPU y GPU, destinada a la actualización y modernización de la infraestructura de cálculo científico-técnico de la Cámara de Comercio, con el fin de garantizar los niveles de rendimiento, fiabilidad y escalabilidad requeridos.

La solución objeto del contrato deberá incluir, además del equipamiento hardware necesario, una plataforma software de gestión, operación y provisión de servicios que permita la explotación integral del entorno, actuando como capa central de control sobre los recursos de cómputo, almacenamiento y red.

Dicha plataforma software deberá permitir la explotación del sistema tanto para usos de computación científico-técnica tradicionales como para el soporte de los distintos modelos de explotación y negocio definidos por la entidad contratante, incluyendo la provisión de capacidades de computación e inteligencia artificial bajo demanda, garantizando en todo caso capacidades de multi-tenancy, aislamiento, autoservicio, control de recursos, trazabilidad y medición de consumo, conforme a lo establecido en el presente pliego.

El contrato incluirá igualmente los servicios de ingeniería necesarios para la correcta implantación, configuración y optimización de la solución, así como la integración con componentes existente que fueran necesarios, de acuerdo con los requisitos técnicos y funcionales definidos en el presente pliego.

Cláusula 3. Alcance y necesidades a cubrir

El alcance del contrato comprende todas las prestaciones necesarias para la completa operatividad del sistema, incluyendo:

- El suministro de los nodos de cálculo, nodos de gestión y nodos de almacenamiento, junto con su integración física en racks adecuados.
- La provisión e instalación de los sistemas de interconexión interna de alta velocidad entre nodos, necesarios para el correcto funcionamiento del clúster.
- El suministro y conexionado de los cables de alimentación eléctrica necesarios para la conexión de los equipos suministrados, de acuerdo con los requisitos de potencia y configuración del clúster.
- La instalación física completa del equipamiento en las dependencias técnicas de la Cámara de Comercio.
- La instalación y configuración del sistema operativo especializado para entornos HPC, del sistema de gestión de colas de trabajos y de la plataforma software de explotación, gestión, operación y provisión de servicios, conforme a los requisitos definidos en el presente pliego y, en particular, a lo establecido para dicha plataforma en el capítulo correspondiente.

- La puesta en marcha del sistema, incluyendo la realización de las pruebas de aceptación necesarias para garantizar su correcto funcionamiento y la validación de las capacidades operativas de la plataforma.
- La formación técnica específica dirigida a los administradores del sistema y a los usuarios, orientada al manejo, operación y administración del clúster y de la plataforma software de explotación.
- La prestación de servicios gestionados y de soporte especializado, orientados a garantizar la correcta operación del sistema, que incluirán, al menos, tareas de monitorización, gestión de incidencias, mantenimiento preventivo y correctivo, así como apoyo técnico a los usuarios, de acuerdo con los niveles de servicio establecidos en el contrato.

Cláusula 4. Condiciones generales de la solución

4.1. Fabricantes y coherencia tecnológica

La solución objeto del presente pliego deberá garantizar un alto grado de coherencia tecnológica, fiabilidad y facilidad de mantenimiento a lo largo de todo su ciclo de vida, teniendo en cuenta la complejidad inherente a una infraestructura de computación de altas prestaciones, que integra nodos de cómputo CPU y GPU, redes de alta velocidad, almacenamiento distribuido y múltiples plataformas software.

A tal efecto, los distintos componentes que integran la solución (servidores de cómputo, subsistemas de almacenamiento, equipamiento de red, herramientas de gestión y plataformas software asociadas) deberán estar plenamente integrados entre sí y ser compatibles desde el punto de vista funcional, operativo y de soporte, garantizando un funcionamiento estable, eficiente y homogéneo del conjunto.

Con el fin de reducir la complejidad de la solución, simplificar las tareas de operación y mantenimiento, y minimizar los tiempos de diagnóstico y resolución de incidencias, se considerará **preferible** que la solución propuesta esté basada en el menor **número posible de componentes de distinto fabricante**. Este aspecto, siempre que se mantenga el cumplimiento íntegro de los requisitos técnicos del presente pliego, **será objeto de valoración positiva**, al contribuir a una mayor coherencia tecnológica, robustez, facilidad de gestión y gobernabilidad del sistema.

El adjudicatario deberá asumir la **responsabilidad integral de la solución**, actuando como **único punto de contacto (single point of contact)** frente al órgano de contratación para la

gestión de incidencias, mantenimiento y soporte, con independencia del número de fabricantes finalmente involucrados.

No se permitirá, en ningún caso, la mezcla de componentes heterogéneos dentro de un mismo subsistema o nodo que pueda impactar negativamente en la estabilidad, el rendimiento o la eficiencia operativa del sistema.

Todos los equipos suministrados deberán cumplir con los standards de mercado para ser ubicados en centros de datos en lo que se refiere a colocación y alimentación. Entendiéndose que no son equipos con requerimientos específicos que no se pueden encontrar en centros de datos de categoría Enterprise.

4.2. Refrigeración

El modo de refrigeración de todos los elementos que integran la solución será por aire, no admitiéndose sistemas de refrigeración líquida ni soluciones que requieran infraestructuras específicas adicionales en el centro de proceso de datos.

Todos los equipos suministrados deberán estar diseñados para operar de forma continua y estable dentro de los rangos térmicos recomendados por el fabricante, garantizando un funcionamiento seguro y eficiente bajo cargas de trabajo intensivas propias de entornos de computación de altas prestaciones.

El adjudicatario deberá asegurar que la solución propuesta es compatible con las condiciones ambientales existentes en las instalaciones de destino, incluyendo temperatura, humedad y flujo de aire, y que no se superan las capacidades de refrigeración disponibles en el CPD.

4.3. Soporte y garantía

Todos los elementos hardware y software incluidos en el alcance del presente contrato deberán contar con un soporte técnico mínimo de tres (3) años, a contar desde la fecha de aceptación formal del sistema por parte del órgano de contratación.

Durante el período de garantía, el adjudicatario será responsable de:

- La reparación o sustitución, sin coste adicional, de cualquier componente defectuoso.
- La gestión integral de incidencias, incluyendo mano de obra, desplazamientos y piezas de repuesto.

- La coordinación con los fabricantes correspondientes, cuando proceda, sin que ello suponga una carga adicional para el órgano de contratación.

El soporte deberá prestarse conforme a los niveles de servicio definidos en el presente pliego, garantizando tiempos de respuesta y resolución adecuados a la criticidad del sistema, dada su naturaleza estratégica.

Asimismo, el adjudicatario deberá garantizar el acceso a las actualizaciones de firmware, parches y versiones recomendadas por los fabricantes durante todo el período de soporte, sin coste adicional y sin impacto negativo en la operatividad del sistema.

4.4. Alcance completo de la solución y ausencia de dependencias ocultas

La solución ofertada deberá ser completa, autónoma y plenamente funcional, incluyendo todos los componentes software, licencias, módulos, integraciones, configuraciones y elementos técnicos necesarios para su correcta implantación, operación y explotación conforme a los requisitos del presente pliego.

No se admitirán propuestas que requieran aportaciones adicionales por parte de la entidad contratante, ya sea en forma de licencias, productos, desarrollos, servicios, infraestructuras complementarias o costes no contemplados en la oferta, para alcanzar el nivel funcional exigido. Cualquier dependencia externa deberá estar explícitamente incluida, descrita y cubierta dentro del alcance de la propuesta presentada por el licitado.

Cláusula 5. Descripción general de la arquitectura

El equipamiento solicitado consistirá en una solución hardware para computación híbrida (CPU+GPU) y de los componentes software de gestión basados en código abierto/no comercial para:

- Clúster de Altas Prestaciones Computaciones Linux (en adelante, nodos CPU) que permita la resolución de problemas en ciencias e ingeniería combinando el uso tradicional de las CPUs con el de las GPUs, almacenamiento compartido y redes de interconexión.
- Nodo de Cálculo intensivo (en adelante, nodos GPU), que combine el uso tradicional de CPUs y GPUs para uso interactivo en la resolución de problemas en ciencias e ingeniería.

5.1. Nodos de Cálculo Estándar (Nodos CPU)

Los nodos de cálculo (o nodos basados en CPU) son los servidores que conforman el clúster del Control Plane de la Plataforma software de explotación del sistema y que ejecutan los cálculos intensivos en paralelo. Son los encargados de procesar el Control Plane de la Plataforma software de explotación del sistema y las simulaciones, modelos de IA/ML, cálculos científicos y cualquier otro tipo de carga computacional que el usuario haya enviado a través del sistema de gestión de trabajos del clúster.

Cada nodo de cálculo estará diseñado para garantizar un alto rendimiento y estabilidad en cargas de trabajo científicas, siguiendo los criterios definidos en el siguiente apartado.

5.1.1. Arquitectura del nodo CPU

a) Formato y características físicas

- **Altura máxima**: 1U

b) Procesadores

- **Número de zócalos**: Se permitirá 1 ó 2 zócalos por nodo.
- **Número de cores**: Independientemente del número de zócalos por nodo, el número de cores mínimo será de 64 cores al menos a 2.1 Ghz.
- **Modelos**: AMD EPYC o Intel Xeon con arquitectura x86-64.
- **Hyperthreading**: No se tendrá en cuenta, puede reducir rendimiento en ciertas cargas.
- **Fecha de lanzamiento**: No antes del primer trimestre de 2023.

c) Memoria

- **Cantidad**: Cada nodo dispondrá al menos de 1 TB de memoria en configuración óptima.
- **Velocidad**: Los módulos al menos han de ejecutar 5600MT/s.

d) Almacenamiento interno

- Tarjeta optimizada para el arranque con 2 X M.2 480GB (RAID 1)
- (4) Discos 1.92TB SSD SAS, RI, 24Gbps 512e 2.5in Hot-Plug
- Controladora de almacenamiento

e) Conectividad

- Dual Port 100GbE QSFP Adapter, PCIe Low Profile

f) Fuentes de alimentación:

- (2) **Redundantes**
- **Potencia máxima**: 1.100 W

g) Criterio de homogeneidad y exclusiones

No se permite mezclar componentes de diferentes modelos dentro de un mismo nodo para evitar impactos en la eficiencia y estabilidad.

Quedarán excluidos:

- Procesadores con núcleos de diferentes niveles de prioridad y frecuencia (ejemplo: algunos Intel Xeon con núcleos de alta y baja prioridad).
- Los procesadores que no sean arquitecturas x86-64.

h) Sistema Operativo

- El hardware ofertado deberá ser totalmente compatible y estar certificado por el fabricante del equipo para sistemas operativos Linux.
- La certificación deberá garantizar el correcto funcionamiento de todos los componentes del servidor (procesadores, memoria, almacenamiento, controladoras y conectividad).
- Se valorará que el fabricante disponga de certificaciones oficiales para distribuciones Linux de uso empresarial.

i) Integración en rack

- Cada servidor CPU ofertado deberá instalarse en rack, siendo compatible con racks estándar de 19”.
- El diseño del servidor deberá permitir su correcta integración física y operativa en el rack, incluyendo sistemas de fijación, ventilación y acceso para mantenimiento.

5.2. Nodos de Cálculo Intensivo (Nodos GPU)

Los nodos de cálculo intensivos (o nodos basados en GPU) es un servidor dedicado al procesamiento de cargas de trabajo de alto rendimiento, equipado con una o varias unidades de procesamiento gráfico (GPU) y CPUs multinúcleo, diseñado para acelerar tareas altamente paralelizables (por ejemplo, inteligencia artificial, aprendizaje automático, simulación numérica, análisis de grandes volúmenes de datos o renderizado avanzado).

Estos nodos integran memoria de alta capacidad y ancho de banda, así como interconexiones de red de baja latencia, permitiendo reducir significativamente los tiempos de ejecución frente a nodos basados únicamente en CPU.

5.2.1. Arquitectura del nodo GPU

a) Formato y características físicas

- **Altura máxima**: 10U

b) Procesadores

- **Número de zócalos**: Se permitirán 1 ó 2 zócalos por nodo.
- **Número de cores**: Independientemente del número de zócalos por nodo, el número de cores mínimo será de 96 cores al menos a 2.7 Ghz.
- **Modelos**: AMD EPYC o Intel Xeon con arquitectura x86-64.
- **Hyperthreading**: No se tendrá en cuenta, puede reducir rendimiento en ciertas cargas.
- **Fecha de lanzamiento**: No antes del primer trimestre de 2025.

c) Memoria

- **Cantidad**: Cada nodo dispondrá al menos de 2 TB de memoria en configuración óptima.
- **Velocidad**: Los módulos al menos han de ejecutar 6400MT/s.

d) Almacenamiento interno:

- Tarjeta optimizada para el arranque con 2 X M.2 960GB (RAID 1)
- (4) Discos 3.84TB NVMe, RI E3s Gen5

e) Subsistema GPU

GPU por nodo: Al menos 8, con al menos los siguientes parámetros:

- **Familia: NVIDIA Blackwell Ultra**, orientada a entrenamiento e inferencia de modelos de gran tamaño (LLM, visión, etc.).
- **Memoria:** 288 GB HBM3e o superior.

f) Conectividad

- NVIDIA ConnectX-6 Lx Dual Port 25GbE SFP28 Adapter,OCP 3.0 NIC +Sec
- (4) Nvidia CX-7 Single Port NDR VPI/400GbE OSFP-RHS Adapter

g) Fuentes de alimentación:

- (6) **Redundantes**
- **Potencia máxima**: 3.200 W
- **Eficiencia**: Titanium

h) Criterio de homogeneidad y exclusiones

No se permite mezclar componentes de diferentes modelos dentro de un mismo nodo para evitar impactos en la eficiencia y estabilidad.

Quedarán excluidos:

- Procesadores con núcleos de diferentes niveles de prioridad y frecuencia (ejemplo: algunos Intel Xeon con núcleos de alta y baja prioridad).
- Los procesadores que no sean arquitecturas x86-64.

i) Suscripciones NVIDIA AI Enterprise

A incluir por el licitante.

- Suscripción de NVIDIA AI Enterprise para todas las GPU's y durante el periodo del contrato.

j) Sistema Operativo

- El hardware ofertado deberá ser totalmente compatible y estar certificado por el fabricante del equipo para sistemas operativos Linux.
- La certificación deberá garantizar el correcto funcionamiento de todos los componentes del servidor (procesadores, memoria, almacenamiento, controladoras y conectividad).
- Se valorará que el fabricante disponga de certificaciones oficiales para distribuciones Linux de uso empresarial.

k) Integración en rack

- Cada servidor GPU ofertado deberá instalarse en rack, siendo compatible con racks estándar de 19".
- El diseño del servidor deberá permitir su correcta integración física y operativa en el rack, incluyendo sistemas de fijación, ventilación y acceso para mantenimiento.

5.2.2. Consideraciones sobre tecnologías avanzadas de GPU y red

Los requisitos técnicos relativos a las GPUs y a la red de interconexión de alta velocidad tienen como objetivo garantizar un **alto nivel de rendimiento y escalabilidad** del sistema, adecuado para cargas de trabajo avanzadas como simulación, análisis intensivo de datos e inteligencia artificial.

Las referencias a tecnologías o modelos de última generación deberán entenderse como una **orientación del nivel de prestaciones requerido**, y no como la obligación de suministrar un modelo concreto. Se admitirán, por tanto, **soluciones equivalentes o superiores**, siempre que ofrezcan un rendimiento y unas capacidades comparables y sean plenamente compatibles con el resto de la arquitectura propuesta.

El adjudicatario deberá garantizar que los componentes ofertados estén **disponibles dentro de los plazos de ejecución del contrato**. En caso contrario, se permitirá la utilización de tecnologías equivalentes que mantengan las prestaciones globales del sistema y aseguren su evolución futura, sin penalización para el órgano de contratación.

El uso de tecnologías avanzadas en materia de GPU y red se orienta a evitar obsolescencias tempranas y a asegurar que la infraestructura pueda adaptarse a nuevos usos y necesidades a lo largo de su vida útil.

5.3. Herramientas de gestión y administración de hosts

La herramienta de gestión no debe de tener ningún tipo de coste por suscripción y deberá cumplir con los siguientes parámetros o funcionalidades.

5.3.1. Seguridad

Seguridad de la arquitectura de resistencia cibernética, que permite a los clientes proteger, detectar, recuperar y retirar servidores mediante:

- SecureBoot: Los equipos contarán con una función que ofrece seguridad de punta a punta de los servidores y protección integrada. Incluye funciones como BootGuard, firmware firmado y una consola virtual para brindar mayor protección de los servidores y, al mismo tiempo, ofrecer a los clientes flexibilidad operacional.
  Respecto a la seguridad del firmware:
  - El firmware (UEFI/BIOS) de los equipos deberá estar validado por la herramienta de gestión embebida en los servidores mediante los mecanismos adecuados de firma digital.
  - Deberá ser posible detectar que el firmware esté comprometido y recuperarlo a un estado correcto y conocido.
  - El servidor deberá guardar una copia segura y válida del firmware en un entorno protegido dentro de la propia máquina.
- System Erase: Los equipos contarán con un mecanismo de borrado seguro, de manera que permita eliminar de forma total y automática todos los datos en una unidad cifrada en caso de que se robe una unidad, se la reasigne de forma indebida o se la retire de servicio a causa de una falla en unidades más antiguas y otros medios no volátiles; incluidos discos NVMe.
- System Lockdown: El servidor deberá disponer de un mecanismo físico de detección de intrusiones, integrado en la máquina sin elementos externos, que genere alertas en el sistema de gestión.

Esta funcionalidad será capaz de proteger las configuraciones del sistema de cambios maliciosos o no deseados y, al mismo tiempo, alertar a los usuarios respecto de intentos de cambios en el sistema.

- El modo de bloqueo proporciona un nivel de protección que brinda mayor seguridad contra modificaciones maliciosas de código y configuración en cualquiera de los componentes del sistema.

- El modo de bloqueo será una funcionalidad incluida como parte de la licencia empresarial de gestión de la plataforma sin coste adicional.

5.3.2. Gestión y monitorización de servidores

Herramienta de gestión, monitorización y reporte integrada:

- Los servidores contarán con una herramienta de gestión, monitorización y reporte embebida en un procesador dedicado (ASIC) dentro de la placa base del equipo.
- El acceso al procesador de gestión se realizará vía un puerto Gigabit Ethernet dedicado ("Gestión Fuera de Banda").
- La herramienta de gestión embebida proporcionará una API RESTful de gestión conforme a la especificación Redfish de la Distributed Management Task Force, Inc. (DMTF).
- Este API Redfish es capaz de hablar directamente con el procesador de gestión sin necesidad de un framework o software adicional.
- La herramienta embebida de gestión permite el power capping del servidor.
- El procesador de gestión embebido en el servidor soporta la monitorización del sistema sin la necesidad de agentes en el sistema operativo.
- Herramienta de gestión de los servidores a través de HTML5.
- La herramienta de gestión embebida en el servidor soportará las siguientes normativas:
- Federal Information Processing Standards (FIPS).
- Autenticación con "two-factor authentication".
- La integración con la herramienta deberá realizarse mediante estándares abiertos y ampliamente aceptados, tales como Redfish (DMTF), SNMP, Syslog y APIs REST, sin requerir el uso de frameworks propietarios ni la adquisición de licencias o suscripciones adicionales para las funcionalidades básicas de gestión, monitorización y administración de los servidores.

5.3.3. Federación

Federación de los procesadores de gestión de múltiples equipos que permita el descubrimiento y manejo vía Web de múltiples servidores, a través del procesador de gestión embebido de uno de ellos.

5.3.4. BIOS Tunning

Por la naturaleza de los requerimientos de una plataforma como la solicitada, es necesario que la plataforma hardware disponga de capacidad de Tunning inteligente de la BIOS:

- Configuración de la BIOS particularizado para diferentes cargas de trabajo, (bases de datos, virtualización…).
- Funcionalidades adicionales del procesador de gestión embebido en el equipo:
- Soporte de alertas de componentes críticos como CPU, memoria y disco, con gestión de eventos automatizada que permita el establecimiento de políticas para notificar fallos.
- Aplicaciones disponibles para acceder al procesador de gestión remotamente usando dispositivos móviles.
- Consola remota gráfica.
- Funcionalidad de actualización del firmware.
- Virtual Media (mapear dispositivos de un equipo local al usuario al servidor de manera remota, como CDs, DVDs, USBs, etc.).

5.3.5. Hipervisor

Desde el punto de vista de la integración de la plataforma hardware y el hipervisoar, se deberán cumplir los siguientes puntos:

- Integración con el hipervisor sin coste adicional.
- Configuración de hardware reemplazado con parámetros de configuraciones anteriores.
- Creación de plantillas basadas en hardware específicos.
- Monitorización del hardware y del resto de capas virtuales.
- Gestión de las garantías.

5.3.6. Escalabilidad

Como resultado del análisis de los requerimientos necesarios, serán necesarias las siguientes capacidades a nivel de escalabilidad:

- La herramienta deberá ser capaz de gestionar hasta 8000 dispositivos.
- Definición de alertas de terceras empresas.
- Descubrimiento automático a través de un rango de direcciones o direcciones importadas.
- Actualizaciones automáticas desde los repositorios.
- Notificación de actualizaciones automatizada, permitiendo filtrados.

5.3.7. Soporte y mantenimiento

- Los servidores contarán con un soporte en atención 24x7 directamente ofrecido por el fabricante.
- Se deberá de proveer de una herramienta de llamada a casa (CALL HOME), capaz de abrir incidencias de manera automática con el fabricante.
- El fabricante de los servidores dispondrá de una plataforma o página web donde el cliente podrá descargarse los diferentes firmwares del servidor durante toda la vida de éste, aun no encontrándose éste en soporte de garantía.

5.4. Plataforma de AIOps para todos los elementos hardware

La solución propuesta deberá incluir un sistema de observabilidad y operaciones asistidas por inteligencia artificial (AIOps) que permita la supervisión centralizada y proactiva de la infraestructura de almacenamiento y, en su caso, del resto de componentes de la infraestructura propuesta (servidores, red, protección de datos, etc.).

Este sistema de AIOps deberá cumplir, como mínimo, las siguientes características:

1. **Visibilidad unificada y en tiempo casi real**

    - Proporcionar una **vista centralizada del estado** de los sistemas de almacenamiento (incluyendo clústeres NAS scaleout), mostrando salud de nodos, capacidad utilizada y disponible por tier, métricas de rendimiento (IOPS, throughput, latencias) y estado de las protecciones de datos (snapshots, replicaciones, etc.).

    - Permitir el **drill-down** desde una visión global hasta el detalle de nodo, disco, interfaz de red, export/share o cliente de acceso (NFS/SMB), facilitando el diagnóstico de incidencias de forma rápida y estructurada.

2. **Análisis predictivo y recomendaciones automáticas**

    - Incorporar capacidades de **análisis histórico y predictivo**, apoyadas en técnicas de machine learning o analítica avanzada, para detectar patrones anómalos en el comportamiento del sistema (crecimiento inusual de capacidad, aumentos de latencia, hotspots de rendimiento, etc.).

- Generar **recomendaciones automáticas** de actuación, tales como: redistribución de cargas, necesidad de ampliación de capacidad, ajuste de políticas de protección o cambios de configuración para mejorar rendimiento y disponibilidad.

- Facilitar la planificación de capacidad (“**capacity forecasting**”), mostrando tendencias de consumo y estimaciones de fecha de agotamiento de recursos, a fin de que el órgano de contratación pueda planificar ampliaciones con antelación suficiente.

3. **Gestión proactiva de incidencias y callhome**

   - Integrarse con el mecanismo de **llamada a casa (callhome)** del fabricante para la apertura automática de incidencias ante eventos críticos (fallo de disco, nodo, problemas de alimentación o refrigeración, degradación de rendimiento, etc.), reduciendo los tiempos de detección y respuesta.

   - Permitir la **clasificación de alertas por criticidad** y su difusión mediante **SNMP, SMTP u otros mecanismos estándar**, integrándose con las herramientas de monitorización corporativas (por ejemplo, sistemas de tickets, plataformas de observabilidad o SIEM).

   - Registrar y correlacionar eventos, de forma que el sistema pueda **diferenciar síntomas de causas raíz**, ayudando a los administradores a priorizar acciones correctivas.

4. **Automatización segura de tareas operativas**

   - Ofrecer capacidades de **automatización de tareas de operación** (por ejemplo, ejecución de tests de salud, rebalanceos, verificación de snapshots/réplicas, etc.) de forma programada o disparada por eventos, manteniendo siempre el control por parte del personal autorizado.

   - Permitir la integración vía **API REST o interfaces equivalentes** con herramientas de automatización (Ansible, scripts, plataformas de gestión), de forma que se puedan orquestar flujos de trabajo de operación de manera repetible y auditable.

5. **Seguridad, auditoría y control de acceso**

- Soportar mecanismos de **autenticación y autorización integrables** con los servicios de identidad corporativos (por ejemplo, LDAP/AD, SSO), con control de acceso basado en roles (RBAC), diferenciando al menos perfiles de administración, operación y solo consulta.

- Registrar en un **log de auditoría** las acciones administrativas realizadas a través de la plataforma de AIOps (cambios de configuración, aceptaciones de recomendaciones, lanzamientos de tareas automatizadas), permitiendo su exportación para análisis y cumplimiento normativo.

6. **Interfaz de usuario y experiencia de operación**

   - Proporcionar una interfaz web moderna, accesible desde los navegadores corporativos, con paneles personalizables por rol (por ejemplo, vista de capacidad para planificación, vista de rendimiento para explotación, vista de incidencias para soporte).
   - Ofrecer informes y cuadros de mando que sinteticen el estado del entorno (resumen ejecutivo, estado de SLA internos, incidencias abiertas y resueltas, evolución de capacidad y rendimiento), facilitando la comunicación con las áreas de gestión del órgano de contratación.

En conjunto, la plataforma de AIOps deberá contribuir a reducir el esfuerzo operativo, mejorar la disponibilidad y el rendimiento del sistema de almacenamiento y proporcionar al órgano de contratación las herramientas necesarias para tomar decisiones informadas sobre la evolución de la infraestructura durante el ciclo de vida del contrato.

5.5. Red de interconexión de baja latencia

La red de interconexión del clúster deberá proporcionar baja latencia y alto ancho de banda, asegurando una comunicación eficiente de los nodos de cálculo y el nodo de acceso con el nodo de almacenamiento. No se espera que el clúster opere con cálculos multinodo (tightly coupled). El switch deberá ser apto para formar parte de un clúster NVIDIA QuantumX800, proporcionando conectividad extremo a extremo de 800 Gb/s para nodos de cómputo basados en GPUs de última generación (p. ej., NVIDIA B200/B300 y SuperNIC,), con latencias ultrabajas adecuadas para entrenamiento de modelos de gran tamaño.

- **Altura máxima**: 2U

- **Tecnología de Interconexión: InfiniBand o Ethernet de alta velocidad**: Mínimo **XDR 800 Gbps**, que garantice **baja latencia** y **alto rendimiento** en cargas de cómputo intensivas basados en ASIC Quantum3.
- **Puertos**: Cada puerto XDR proporcionará **800 Gb/s de ancho de banda agregado**, con codificación **200G-PAM4 (4×200 Gb/s)**.
    - 36 puertos XDR (18 cages OSFP twinport),
- **Rendimiento**: Throughput mínimo de **28,8 Tb/s por ASIC**
- **Alimentación**: El chasis deberá disponer de **4 fuentes de alimentación redundantes (N+1/N+N)** intercambiables en caliente, con entrada eléctrica adecuada a las condiciones del CPD.
- Todos los elementos sustituibles (PSUs, ventiladores, etc.) deberán ser **FRUs (FieldReplaceable Units)** y reemplazables sin necesidad de parar el sistema completo.
- **Gestión**:
    - Gestión vía **CLI**,
    - Interfaces **Web/UI** cuando aplique,
    - Protocolos estándar (SNMP, Syslog, SSH, etc.) para monitorización y logging.

5.6. Red de administración

Esta red comunicará todos los nodos, bien sean basados en GPU o CPU, con el sistema de almacenamiento. El objetivo de esta red es de proporcionar un ancho de banda masivo para las cargas del clúster.

- **Altura máxima**: 1U
- **Tecnología de Interconexión: Ethernet 100 Gbps**, que garantice **baja latencia** y **alto rendimiento** en cargas de cómputo y almacenamiento.
    - **Puertos**: Cada puerto proporcionará **100 Gb/s de ancho de banda agregado**. 32 puertos QSFP28.
- **Rendimiento**: Throughput mínima de **3,2 Tb/s** en modo fullduplex (**6,4 Tb/s**), con rendimiento **nonblocking** (sin bloqueo) a nivel de hardware para todo el tráfico conmutado.
- **Alimentación**: El chasis deberá disponer de 2 **fuentes de alimentación redundantes (1+1)** intercambiables en caliente, con entrada eléctrica adecuada a las condiciones del CPD.
- Todos los elementos sustituibles (PSUs, ventiladores, etc.) deberán ser **FRUs (FieldReplaceable Units)** y reemplazables sin necesidad de parar el sistema completo.

- **Gestión**:
  - Gestión vía **CLI**,
  - Interfaces **Web/UI** cuando aplique,
  - Protocolos estándar (SNMP, Syslog, SSH, etc.) para monitorización y logging.

5.7. Almacenamiento distribuido

El **sistema de archivos** del clúster deberá estar optimizado para manejar grandes volúmenes de datos, operaciones intensivas de entrada/salida (I/O), y permitir acceso concurrente eficiente desde múltiples nodos, valorándose la facilidad de integración con el resto de la arquitectura, cumpliendo los siguientes requisitos:

5.7.1. Requisitos Generales

- **Compatibilidad**: Compatible con sistemas operativos Linux especializados en entornos IA/ML.
- **Desempeño**: El sistema debe maximizar el rendimiento en I/O paralela, con baja latencia y alta capacidad de transferencia.
- **Escalabilidad**: Debe ser escalable horizontalmente, permitiendo futuras ampliaciones tanto en capacidad como en rendimiento sin pérdida de eficiencia.
- **Alta disponibilidad y tolerancia a fallos**: Se valorará la capacidad de recuperación automática ante errores y la replicación o redundancia de datos.
- **Flexibilidad**: Capacidad para poder aportar funcionalidades a la Cámara más allá de la plataforma IA objeto del concurso.
- **Almacenamiento multipropósito**: la solución de almacenamiento deberá diseñarse para dar soporte tanto a la plataforma objeto del presente pliego como a posibles necesidades futuras de la entidad contratante.
- **Posicionamiento del fabricante de almacenamiento**: El fabricante de la solución de almacenamiento ofertada deberá figurar como **Líder** en el **Cuadrante de Gartner de File and Object Storage Platforms** durante, al menos, **los cuatro (4) últimos años**.

5.7.2. Requisitos específicos

- La arquitectura de la infraestructura deberá consistir en sistemas NAS Scale Out real, y por tanto clúster multi controladora simétrico, basada en procesadores x86, es decir una arquitectura totalmente distribuida donde todas las controladoras son activas, comparten los recursos y se reparten el trabajo.

- El clúster permitirá crear un único volumen y un único file system que se distribuirá por tanto entre todos los nodos, y podrá crecer potencialmente hasta decenas de nodos y múltiples Petabytes de almacenamiento.

- En la configuración inicial el volumen de datos del CPD principal será de un clúster de al menos 7 nodos con un total **542.11 TiB** físicos netos usables, sin contar con deduplicación/compresión (en protección 2d:1n - tolerante a fallo de dos discos cualesquiera o un nodo completo). Esta capacidad estará distribuida en dos tier de almacenamiento:

    - Tier Caliente basado en discos de altas prestaciones (SSD o superior)
        - Número mínimo de nodos: 3
        - Espacios físicos netos usables: **55.41 TiB**

    - Tier Frío basado en discos de alta capacidad (NL-SAS o superior)
        - Número mínimo de nodos: 4
        - Espacio físicos netos usables: **486.70 TiB**

- Todos los datos deberán distribuirse de manera uniforme, automática y online entre todos los nodos del clúster para garantizar el máximo aprovechamiento de los recursos, tanto desde un punto de vista de rendimiento como de ratio de utilización.

- Para garantizar la adaptabilidad a cualquier nuevo entorno, el sistema deberá poder mezclar diferentes tipos de nodos al crecer. Siempre respetando la arquitectura donde cada nodo añade prestaciones además de capacidad, esta flexibilidad permitirá hacer crecer el clúster hacia el eje de prestaciones o hacia el eje de capacidad en diferentes supuestos (permitiendo la escalabilidad independiente de capacidad y/o rendimiento).

- El sistema deberá soportar de manera nativa (sin gateways, sin software de terceros y sin necesidad de instalar ningún SW/plugin/driver en los clientes) los siguientes protocolos: SMB, SMB2, SMB3, NFSv3, NFSv4, S3, HTTP, HDFS y deberá permitir acceso simultáneo multiprotocolo SMB/NFS/HDFS/FTP/S3 sobre el mismo dato.

- El sistema deberá soportar file filtering para bloquear el acceso por parte del administrador a contenidos no deseados.

- El sistema permitirá la creación de múltiples subredes de trabajo agrupando recursos incluso a nivel de interfaz de red de nodo (VLAN, Agregados, LACP).

- Al ser un único sistema, la cache de todas las controladoras deberá ser compartida. La memoria mínima del sistema será de 256GB, pudiendo crecer al incorporar nuevas controladoras con nueva memoria hasta poder completar decenas de Terabytes de memoria global.

El sistema deberá ser capaz de **escalar linealmente el rendimiento** (IOPS y throughput) a medida que se incorporan nuevos nodos al clúster, tanto en el Tier Caliente como en el Tier Frío.

- Los accesos a un mismo dataset deberán poder **servirse desde múltiples nodos en paralelo**, sin necesidad de pinning del volumen o recurso compartido a un nodo concreto.

- El sistema deberá poder **aprovechar la caché global** (memoria y/o SSD) de todos los nodos para acelerar accesos a datos calientes, independientemente del nodo físico donde resida el dato en disco.

El sistema inicial deberá soportar al menos el fallo de una controladora y en el futuro, al crecer en número de controladoras, deberá poder soportar hasta un fallo múltiple de varias controladoras. Esta funcionalidad deberá poder ser configurable a nivel de carpeta o archivo y de manera no disruptiva

- El impacto en rendimiento del fallo de una controladora no deberá superar en ningún caso el 25%, y este porcentaje deberá disminuir conforme vaya creciendo el sistema.

- El esquema de protección ofertado para el cálculo del espacio neto deberá poder definir en cualquier momento y a cualquier nivel de segmentación (A nivel de share, de export, de carpeta o incluso a nivel de archivo) el nivel de protección, incluyendo tipos de protección que puedan soportar un triple fallo de disco con el fin de poder adaptar la fiabilidad al dato durante su ciclo de vida. El nuevo tipo de protección se aplicará de manera no disruptiva y automática tanto a los nuevos datos como a los datos existentes.

- Al trabajar con protocolos NFS3 y NFS4, el sistema deberá soportar el failover automático de un nodo sin disrupción del servicio. Todas las conexiones, tanto de lecturas como escrituras existentes contra el nodo en fallo, pasarán a trabajar contra el resto de los nodos, totalmente online y sin necesidad de reenvío de contenidos.

- Al trabajar con protocolo SMB3, el sistema deberá soportar las funcionalidades de HA y Multi Channel.

- El sistema propuesto deberá soportar tecnología de Snapshots o copias locales a nivel de volumen o file system, con una granularidad mínima a nivel de carpeta o directorio. Esta flexibilidad permitirá definir diferentes RPOs para diferentes carpetas que pertenecen al mismo y único volumen.

- El impacto de fallo de rotura de un disco deberá ser distribuido entre todas las controladoras existentes con el objetivo de diluir su posible influencia en el rendimiento del entorno. Así mismo el sistema deberá disponer de un mecanismo para solo regenerar los contenidos del mismo, y no el disco en su totalidad, independientemente del tamaño.

- El sistema de ficheros del NAS deberá poder segmentarse en recursos compartidos de red como shares y exports para la categorización del contenido si lo estimase oportuno y permitirá poder mostrar mayor capacidad en cada recurso (export, share, carpeta, ...) de la capacidad real existente, sin que ello interfiera en el funcionamiento de los usuarios o aplicaciones.

- Los recursos compartidos de red (export, shares) deberán poder ser ampliables y reducibles en caliente de manera transparente a las aplicaciones, sin ninguna migración y en segundos.

- Para controlar el uso del almacenamiento, el sistema debe poder implementar un software que permita establecer quotas en los recursos compartidos, por usuario, por directorio, por grupo y por usuario. Dichas quotas se deben poder definir en cualquier momento independientemente de que el recurso se acabe de crear o sea uno existente que ya tenga datos.

- El sistema propuesto deberá poder integrarse con Active Directory, LDAP, Kerberos e incluso ofrecer la posibilidad de definir ACL de manera interna.

- El sistema de almacenamiento propuesto deberá ofrecer la posibilidad de administración vía web, línea de comandos y REST API.

- El sistema propuesto deberá ofrecer un sistema de alertas clasificadas por criticidad para facilitar la monitorización del sistema. Además, deberá ofrecer mecanismos de difusión de éstas, como SNMP y SMTP.

- El sistema deberá disponer de un mecanismo automático de llamada a casa (CALL-HOME) para automatizar la apertura de incidencia, además de los mecanismos tradicionales (teléfono, web, mail).

- Al provisionar nuevos nodos al sistema, este deberá ser capaz de auto balancear todos los datos (tanto los nuevos, como los existentes) entre todos los discos y las controladoras de manera totalmente automática, es decir sin intervención manual ni parada de servicio.

- La solución propuesta deberá permitir la renovación tecnológica del sistema en un futuro de manera transparente y sin migraciones. Para ello deberá permitir la cohabitación de diferentes generaciones de hardware físico dentro del mismo sistema lógico con el fin de que el balanceo de los datos se produzca de manera automática e interna al sistema y transparente para usuarios y aplicaciones, sin parada del servicio.

El sistema deberá permitir **políticas de gestión del ciclo de vida del dato (ILM)** configurables, que posibiliten:

- Definir **políticas basadas en atributos de los ficheros** (fecha de último acceso, tamaño, tipo de fichero, propietario, ruta, etc.) para mover datos automáticamente entre los diferentes tiers del clúster (tier caliente y tier frío) sin intervención manual y de forma transparente para las aplicaciones.

- Ejecutar dichas políticas de forma **online y no disruptiva**, sin necesidad de parada de servicio ni cambios de rutas de acceso.

- Soportar políticas diferenciadas por **directorio, export, share o proyecto**, permitiendo ajustar el rendimiento y coste de almacenamiento al ciclo de vida de la información.

Cláusula 6. Plataforma software de explotación de los entornos IA/ML

El presente capítulo define los requisitos mínimos obligatorios de la plataforma software de explotación, constituyendo un bloque indivisible junto con los Anexos B, C, D que deberán interpretarse de forma conjunta a efectos de cumplimiento técnico, verificación y aceptación de la solución.

6.1. Alcance funcional mínimo de la plataforma

La solución ofertada deberá incluir una **plataforma software de explotación integral**, que actúe como **capa central de control, gestión y provisión de servicios lógicos** sobre la infraestructura de computación de altas prestaciones, permitiendo la operación eficiente, segura y escalable del entorno a lo largo de todo su ciclo de vida, configurada en alta disponibilidad mediante solución de clúster.

Dicha plataforma software constituirá un elemento esencial de la solución, y deberá permitir no únicamente la operación técnica del clúster, sino también su **explotación como plataforma de servicios**, soportando distintos perfiles de usuario, modelos de uso y modelos de negocio, conforme a los requisitos definidos en el presente pliego.

Asimismo, los requisitos de multi-tenancy, autoservicio, control de recursos, trazabilidad y medición de consumo establecidos en el objeto del pliego deberán implementarse mediante capacidades integradas de la plataforma, ya sean nativas o proporcionadas mediante la integración estándar de sus componentes.

El proveedor deberá especificar el stack completo de componentes software que incluye su propuesta para implementar la plataforma objeto del contrato y sus necesidades.

No se considerará suficiente una solución basada únicamente en herramientas HPC convencionales (schedulers, scripts). Tampoco se considerará suficiente una solución sin una capa integrada de gestión y explotación.

La plataforma software deberá ser un sistema integrado y probado, basado en la integración madura de componentes especializados, que cubra todos los requisitos indicados. No se aceptarán propuestas que se limiten a un sistema de colas tradicional sin las funcionalidades de portal, automatización y aislamiento requeridas.

El licitador deberá describir de forma **detallada y verificable** cómo se implementa cada una de las funcionalidades exigidas en este apartado (multi-tenancy, autoservicio, gestión de usuarios y proyectos/experimentos, control de recursos, medición y reporting, portal web y APIs, entre otras).

La oferta deberá identificar explícitamente:

- La **plataforma software o solución** que proporciona cada funcionalidad.

- La plataforma software de explotación de la solución IA/ML deberá fundamentarse en la integración de tres componentes principales:
    - **Un sistema de orquestación de virtualización o contenedores** que gestione de forma unificada a nivel lógico y de orquestación todos los recursos de infraestructura (cómputo, almacenamiento y red).
    - **Una plataforma de gestión del ciclo de vida de inteligencia artificial (MLOps)** que ofrezca capacidades integradas de autoservicio para la ejecución de experimentos, gestión de datos y modelos, orquestación de pipelines de machine learning, despliegue de servicios de inferencia, y medición detallada del uso de recursos por proyecto y tenant.
    - Integración del control de accesos con Ceuta ID.

  Estos componentes deberán estar **plenamente integrados**, ofreciendo una experiencia unificada, y en conjunto deberán satisfacer todos los requisitos funcionales y técnicos detallados en este capítulo, sin necesidad de desarrollos ad-hoc ni integraciones artesanales, más allá de los componentes estándar declarados en la arquitectura de la solución.

- El **modo de integración** entre los distintos componentes.
- El alcance real de las capacidades ofertadas.

Asimismo, deberá aportarse **evidencia técnica** suficiente (documentación, capturas de pantalla, manuales o referencias) que permita al órgano de contratación verificar que se trata de una **plataforma integrada y madura**, y no de una integración ad-hoc de herramientas básicas.

Para una mejor comprensión y evaluación de los requisitos funcionales descritos, se incluye el Anexo *B* – Requisitos técnicos detallados de la plataforma software.

6.1.1. Gestión integral de recursos

La plataforma deberá permitir la **gestión centralizada** de los recursos del sistema, incluyendo:

- Recursos de cómputo basados en CPU y GPU, tanto compartidos como dedicados.
- Recursos de almacenamiento.
- Recursos de red necesarios para la conectividad interna y externa de los entornos desplegados.

La gestión de recursos deberá contemplar la **asignación, liberación, monitorización y control** de estos por tenant, proyecto y usuario, de acuerdo con las políticas definidas por la entidad contratante.

6.1.2. Explotación bajo modelo multi-tenant con aislamiento reforzado

La plataforma deberá permitir la explotación del sistema bajo un **modelo de multi-tenancy real**, garantizando un **aislamiento lógico, efectivo y verificable,** entre distintos tenants, y no una mera segregación administrativa de usuarios.

En particular, deberá garantizarse que:

- Cada tenant disponga de **entornos lógicos independientes**, con separación de identidades, recursos de cómputo y almacenamiento a nivel de orquestación y control de acceso.
- No exista **visibilidad no autorizada ni interferencia operativa** entre recursos, datos, configuraciones, métricas o cargas de trabajo de distintos tenants, dentro del modelo de aislamiento definido.
- Las **políticas de seguridad y acceso** sean definidas y aplicadas de forma independiente por tenant, de acuerdo con los mecanismos de control de la plataforma.

No se considerará suficiente un modelo basado únicamente en cuentas de usuario o permisos del sistema operativo.

6.1.3. Autoservicio para usuarios autorizados

La plataforma deberá proporcionar **mecanismos de autoservicio reales, completos y automatizados** que permitan a los usuarios autorizados operar de forma autónoma en el ámbito de los entornos y servicios predefinidos, sin intervención manual del operador, salvo en los casos en que se requieran **aprobaciones explícitas configurables** según las políticas definidas.

En particular, el autoservicio deberá permitir:

- Solicitar, desplegar, modificar y eliminar **entornos de ejecución** predefinidos de forma automática.
- Asignar **recursos de cómputo** dentro de los límites establecidos para cada tenant o proyecto.

- Gestionar **usuarios, roles y permisos** dentro del ámbito de responsabilidad del tenant o proyecto.
- Consultar en tiempo real el **estado, uso y consumo histórico** de los recursos asignados.

El autoservicio deberá realizarse mediante un **portal web unificado y APIs**, y no se considerará suficiente la utilización exclusiva de interfaces de línea de comandos, scripts manuales o solicitudes al operador para tareas habituales.

6.1.4. Medición del uso de recursos

La plataforma deberá incorporar **mecanismos nativos e integrados de medición** que permitan consolidar y consultar el consumo de recursos por tenant, proyecto y usuario.

En particular, deberá permitir:

- Medir el uso real de **cómputo, almacenamiento y otros recursos relevantes**.
- Consultar el consumo en tiempo real y de forma histórica, desglosado por tenant, proyecto y periodo.
- Generar reports de consumo, exportables para procesos de facturación.

Los mecanismos de medición deberán estar **integrados con el portal de autoservicio**, de forma que los usuarios autorizados puedan consultar su consumo.

No se considerará suficiente la entrega de registros de uso crudos o ficheros sin consolidación ni capacidades de reporting integradas.

6.1.5. Gestión centralizada mediante portal web y APIs

La plataforma deberá proporcionar un **portal web unificado** que permita a los distintos perfiles de usuario acceder, de forma centralizada y coherente, a todas las funcionalidades de gestión y explotación del sistema.

El portal web deberá permitir, como mínimo:

- Gestión de usuarios, roles, proyectos y tenants, según permisos.
- Acceso a los mecanismos de **autoservicio** (entornos, recursos, servicios).
- Seguimiento del estado de trabajos, entornos y servicios desplegados.
- Consulta de **consumo** integrados con los mecanismos de medición.

Asimismo, la plataforma deberá exponer **APIs documentadas** que permitan la automatización y la integración con herramientas externas (DevOps, MLOps, sistemas corporativos), manteniendo coherencia funcional con el portal web.

No se considerará suficiente una solución basada en múltiples interfaces disgregadas, portales parciales o herramientas sin integración funcional y de experiencia de usuario.

6.1.6. Provisión de servicios avanzados

La plataforma deberá permitir la **provisión de servicios avanzados**, accesibles mediante autoservicio, que abstraigan la complejidad operativa de la infraestructura subyacente, y faciliten el consumo de capacidades de IA/ML mediante entornos y servicios lógicos predefinidos, sin exponer directamente la infraestructura física al usuario.

En particular, la solución deberá ofrecer, como mínimo:

- **Catálogo de entornos preconfigurados**, listos para su uso, adaptados a distintos perfiles y casos de uso (p. ej. entornos de entrenamiento, inferencia, análisis de datos, laboratorio virtual).
- **Repositorios centralizados** para la gestión de datasets, artefactos y resultados, con control de acceso por tenant y proyecto.
- Soporte a la **exposición de servicios de IA** (p. ej. modelos desplegados como servicios accesibles vía API en entornos controlados) cuando aplique a los modelos de explotación definidos.

No se considerará suficiente la provisión de infraestructura en bruto sin servicios predefinidos ni capacidades listas para su consumo.

6.2. Principios técnicos obligatorios de diseño de la plataforma

La plataforma software deberá permitir el **dimensionamiento, asignación y control de los recursos** de forma flexible, granular, controlada y verificable, de manera que se adapte a las necesidades heterogéneas de los distintos clientes, proyectos y casos de uso de acuerdo con el modelo de explotación y los mecanismos lógicos de la plataforma.

La solución propuesta deberá diseñarse conforme a **principios técnicos sólidos**, orientados a garantizar la **seguridad, escalabilidad, sostenibilidad operativa y facilidad de explotación** de la plataforma a lo largo del tiempo.

En particular, la arquitectura deberá:

- Ser **modular y extensible**, permitiendo la incorporación de nuevos servicios, tecnologías o modelos de explotación sin rediseños profundos.
- Garantizar **aislamiento, seguridad y control** en entornos multi-tenant.
- Facilitar la **automatización de operaciones**, reduciendo la intervención manual.
- Estar orientada a la **explotación como servicio**, priorizando la usabilidad y la eficiencia operativa.
- Permitir la **observabilidad integral** del sistema y el control del consumo de recursos.

El licitador deberá describir cómo estos principios se materializan en la arquitectura propuesta. Dichos principios se desarrollan funcionalmente en el apartado 6.1 y se concretan en términos de verificación técnica en el *Anexo C – Principios técnicos y arquitectura de la plataforma*.

6.2.1. Definición y gestión de clientes

La plataforma deberá permitir la definición de clientes independientes (tenants), entendiéndose cada tenant como una entidad lógica, que podrá agrupar uno o varios proyectos y usuarios.

Para cada tenant, la plataforma deberá permitir:

- La asignación de recursos máximos disponibles.
- La gestión independiente de usuarios, proyectos y permisos.
- La visualización exclusiva de los recursos, datos y entornos propios.

6.2.2. Asignación de recursos

a) Asignación de recursos, cuotas y límites

La plataforma deberá permitir la asignación de cuotas y límites de uso de recursos de forma granular, como mínimo a nivel de tenant.

Dichas cuotas y límites deberán poder aplicarse, al menos, a los siguientes recursos: cómputo y almacenamiento.

La plataforma deberá impedir automáticamente la superación de los límites definidos mediante mecanismos nativos de control de recursos.

b) Integración con multi-tenancy, autoservicio y medición por uso

La asignación y el consumo de recursos deberán ser coherentes con el modelo multi-tenant, garantizando separación lógica entre tenants y aplicación independiente de cuotas y límites.

Las políticas de uso de recursos deberán integrarse con los mecanismos de autoservicio, permitiendo a los usuarios autorizados consumir recursos dentro de los límites definidos y consultar su consumo.

El uso de recursos deberá ser medible e imputable por uso real, de acuerdo con los mecanismos de medición y reporting de la plataforma.

6.2.3. Crecimiento de capacidad sin interrupción del servicio

La plataforma deberá estar diseñada para soportar el crecimiento progresivo de la capacidad del Centro de Datos sin requerir interrupciones del servicio ni reconfiguraciones disruptivas.

En particular, deberá permitir:

- La incorporación de nuevos recursos de cómputo y almacenamiento.
- La ampliación de la capacidad disponible para tenants y proyectos existentes.
- La actualización de las políticas de asignación de recursos de forma transparente para los usuarios.

Este crecimiento deberá realizarse manteniendo la continuidad operativa de los servicios existentes y sin impacto negativo en los entornos en producción.

6.2.4. Multi-tenancy y aislamiento

La solución ofertada deberá implementar un modelo de multi-tenancy real, garantizando un aislamiento lógico, efectivo y verificable entre tenants, a nivel de control de acceso, operación y gestión de recursos.

El modelo de multi-tenancy no deberá limitarse a una mera segregación visual o administrativa, sino que deberá garantizar que no exista interferencia, visibilidad ni dependencia entre los recursos, datos, configuraciones y operaciones de distintos clientes.

El aislamiento deberá garantizarse, como mínimo, en los siguientes ámbitos:

a) Aislamiento de identidad

La plataforma deberá disponer de un sistema de gestión de usuarios y permisos centralizado, que permita controlar de forma segura el acceso a los recursos y servicios de la plataforma.

En particular, la solución deberá permitir:

- La gestión independiente de usuarios por tenant.
- La aplicación de control de accesos basado en roles (RBAC).
- La asignación de permisos diferenciados por tenant, proyecto y rol.
- La separación efectiva de usuarios, grupos y permisos entre tenants, de forma que un usuario de un tenant no pueda visualizar ni interactuar con recursos de otro tenant.
- La trazabilidad de las acciones realizadas por cada usuario en función de su identidad y rol asignado.

b) Aislamiento de red

La plataforma deberá garantizar el aislamiento lógico de red entre tenants, mediante los mecanismos proporcionados por la plataforma y/o el orquestador subyacente.

c) Aislamiento de cómputo

La plataforma deberá garantizar el aislamiento de las cargas de trabajo ejecutadas por distintos tenants, evitando cualquier tipo de interferencia en el uso de los recursos de cómputo.

En particular, la solución deberá soportar:

- La separación de cargas de trabajo entre tenants a nivel de ejecución.
- El uso de GPUs compartidas, cuando el caso de uso lo permita.
- El uso de GPUs dedicadas a un tenant o proyecto concreto.

d) Aislamiento de datos

La plataforma deberá garantizar el aislamiento completo de los datos gestionados por los distintos tenants.

A tal efecto, la solución deberá permitir:

- La creación de espacios de almacenamiento segregados por tenant.
- El cifrado de los datos en reposo.
- La aplicación de controles de acceso granulares a:
    - Datasets.
    - Artefactos de entrenamiento.
    - Modelos.
    - Resultados y logs.
- La imposibilidad de acceso cruzado a datos entre tenants, incluso por error de configuración.

6.2.5. Autoservicio y trazabilidad

La plataforma deberá disponer de un portal web de autoservicio y de interfaces programáticas (APIs) que permitan a los usuarios autorizados interactuar con la plataforma de forma autónoma, dentro de los límites establecidos.

En particular, la plataforma deberá permitir, como mínimo:

- La alta, modificación y eliminación de proyectos dentro de un tenant.
- La solicitud, asignación y liberación de recursos de cómputo.
- El despliegue de entornos a partir de un catálogo predefinido de plantillas.
- La gestión de usuarios, roles y permisos dentro del ámbito de cada tenant.
- La auditoría completa de las acciones realizadas, incluyendo:
    - Identidad del usuario.
    - Acción realizada.
    - Fecha y hora.
    - Recurso afectado.

El autoservicio deberá reducir al mínimo la intervención manual del operador, sin perjuicio de la aplicación de mecanismos de aprobación cuando así lo establezcan las políticas definidas.

6.2.6. Medición e imputación por uso

La plataforma deberá incorporar mecanismos nativos de medición que permitan registrar de forma precisa el consumo de recursos.

La solución deberá permitir la agregación y visualización de consumos por tenant, proyecto y usuario, así como la generación de informes exportables en formatos estándar, que sirvan de base para procesos externos de imputación de costes, facturación o control presupuestario.

6.3. Arquitectura lógica mínima exigida

La solución ofertada deberá estar basada en una **arquitectura lógica modular**, compuesta por **bloques funcionales claramente diferenciados**, plenamente integrados entre sí y alineados con los principios técnicos definidos en el presente pliego.

La arquitectura lógica deberá dar soporte efectivo a las capacidades funcionales definidas en el apartado 6.1 y materializar los principios técnicos establecidos en el apartado 6.2, siendo dichos aspectos verificables conforme a los criterios definidos en los Anexos B.

Cada uno de los bloques funcionales descritos en este apartado deberá:

- Estar **plenamente operativo**.
- Cumplir una **función claramente definida** dentro de la plataforma.
- Integrarse de forma **coherente** con el resto de bloques.
- Contribuir a un **sistema homogéneo** para la explotación de la plataforma multi-tenant de IA/ML.

6.3.1. Seguridad y gestión de accesos

La plataforma deberá incorporar mecanismos de seguridad y gestión de accesos que garanticen un acceso controlado y seguro al portal, a las APIs y a los servicios asociados.

En particular, la solución deberá permitir, como mínimo:

- **La autenticación centralizada de usuarios** para el acceso al portal, las APIs y los servicios asociados a la plataforma.
- **El control de accesos basado en roles (RBAC)**, permitiendo asignar permisos y niveles de acceso en función del rol desempeñado por el usuario dentro de la organización, el tenant o el proyecto.

Estos mecanismos deberán integrarse con el modelo multi-tenant de la plataforma y aplicarse de forma coherente a todos los componentes y servicios expuestos a los usuarios.

6.3.2. Orquestación de entornos

La plataforma deberá disponer de mecanismos de orquestación que permitan la creación, gestión y eliminación de entornos de ejecución.

En particular, la solución deberá permitir:

- El **monitoreo del consumo de recursos computacionales** asociados a las tareas en ejecución.
- La **visualización de los nodos de ejecución disponibles**, así como de las colas a las que están asociados.
- La **gestión operativa de tareas**, permitiendo reordenar, mover o eliminar tareas dentro de las colas de ejecución.
- El **seguimiento del estado y utilización de las colas**, facilitando la detección de cuellos de botella y la optimización de la ejecución.
- La **gestión del ciclo de vida de las colas**, incluyendo su creación, modificación y eliminación cuando no contengan tareas activas.

6.3.3. Sistema de colas y planificación

La plataforma deberá incorporar un sistema de colas y planificación de trabajos orientado a la asignación, reserva y control de recursos computacionales, que permita gestionar de forma eficiente la ejecución de cargas de trabajo IA/ML en entornos compartidos.

En particular, la solución deberá permitir:

- La definición y gestión de colas diferenciadas por tenant, proyecto o tipo de carga.
- La aplicación de políticas de priorización y reparto equitativo entre diversas colas.
- La reserva de recursos para trabajos específicos.
- La ejecución de trabajos batch.
- La visualización del estado de las colas, incluyendo al menos:
    - Número de tareas en cola.
    - Tiempos de espera medios.
- La consulta de información asociada a cada trabajo, como consumo de recursos y tiempos de ejecución.

El sistema de colas deberá integrarse de forma nativa con los mecanismos de **orquestación, provisión de recursos y medición de uso** de la plataforma, garantizando la coherencia entre planificación, ejecución y control de consumo.

En ningún caso el sistema de colas se considerará suficiente para cumplir los requisitos de plataforma de explotación definidos en el apartado 6.1 si no está plenamente integrado con el portal, el autoservicio, el modelo multi-tenant y los mecanismos de medición y control de recursos.

6.3.4. Plataforma MLOps / DevOps

La plataforma deberá incluir capacidades de MLOps y DevOps, orientadas a facilitar el desarrollo, despliegue y operación de cargas de trabajo de IA/ML.

En particular, la solución deberá proporcionar, como mínimo:

- Un catálogo de plantillas y entornos, que permita a los usuarios desplegar entornos preconfigurados y validados.
- Un registro de artefactos, para el almacenamiento y gestión de:
  - Modelos.
  - Plantillas.
  - Resultados de entrenamiento.
- Pipelines de despliegue, que faciliten la automatización de procesos de construcción, prueba y despliegue de entornos y modelos.
- Versionado de modelos, cuando el caso de uso lo requiera, permitiendo gestionar distintas versiones de un mismo modelo de forma controlada.

Estas capacidades deberán integrarse con los mecanismos de autoservicio, observabilidad y seguridad definidos en el presente pliego.

6.3.5. Observabilidad

La plataforma deberá disponer de mecanismos que garanticen la **trazabilidad completa y el linaje** de los datos, modelos y ejecuciones de IA/ML, permitiendo conocer de forma precisa el origen, evolución y uso de los distintos activos a lo largo de su ciclo de vida.

Estos mecanismos deberán incluir el **versionado de metadatos**, la **consulta y visualización controlada del linaje**, y la **gestión de accesos integrada con los sistemas de seguridad**, permitiendo la auditoría, la reproducibilidad y el gobierno de los activos de

IA/ML **independientemente de su ubicación física**, mediante el uso de metadatos y mecanismos de abstracción.

La plataforma deberá integrar también las capacidades de:

- Monitorización del estado y rendimiento del sistema.
- Registro de eventos y auditoría de acciones.
- Medición del consumo de recursos.

6.4. Soporte a los modelos de explotación y negocio

La plataforma software ofertada deberá proporcionar **soporte técnico y funcional completo** a los modelos de explotación y negocio descritos en el presente apartado, permitiendo su operación **sin necesidad de desarrollos adicionales ad hoc**, y utilizando exclusivamente las **capacidades nativas de la plataforma**.

Cada modelo de explotación deberá poder:

- Configurarse, desplegarse y operarse de forma **independiente**.
- Respetar los requisitos de **aislamiento, control de recursos, autoservicio, seguridad y medición de uso** definidos en el presente pliego.
- Coexistir con otros modelos y tenants sin interferencias.

El licitador deberá **describir y justificar** cómo la plataforma soporta cada uno de los modelos definidos.

6.4.1. IA como Servicio (AIaaS)

La plataforma deberá permitir la provisión bajo demanda de entornos de entrenamiento e inferencia de Inteligencia Artificial, orientados a clientes que requieran acceso flexible a capacidad de cómputo avanzada.

En particular, la plataforma deberá permitir, como mínimo:

- La creación y gestión de entornos de entrenamiento e inferencia asignados a un tenant y proyecto concretos.
- El despliegue de entornos preconfigurados, accesibles desde el catálogo de la plataforma.

- El acceso a un repositorio centralizado de datasets, con control de permisos y trazabilidad.
- El uso de plantillas de flujo optimizados para cargas de trabajo de IA, disponibles desde los entornos preconfigurados.
- La gestión integral a través del portal de autoservicio, incluyendo provisión, control y liberación de recursos.
- La medición del uso real, basada al menos en el consumo de GPU.

Este modelo deberá soportar tanto entornos de uso puntual como proyectos de duración prolongada.

6.4.2. Entrenamiento de modelos privados para clientes

La plataforma deberá permitir la provisión de entornos de entrenamiento destinados a clientes privados.

En particular, la solución deberá permitir, como mínimo:

- El aislamiento reforzado de red, incluyendo la capacidad de limitar o bloquear el tráfico saliente hacia redes externas.
- El uso de almacenamiento cifrado.
- El acceso a los entornos mediante mecanismos seguros a través del Portal Web.
- Control de consumo por proyecto.

6.4.3. Inferencia como Servicio (Inference-as-a-Service)

La plataforma deberá permitir el despliegue y operación de modelos de IA como servicios de inferencia, accesibles por terceros mediante APIs.

En particular, la solución deberá permitir, como mínimo:

- El despliegue de modelos como servicios accesibles vía API, asociados a un tenant y proyecto concretos.
- La gestión de autenticación y autorización para el acceso a los servicios de inferencia.
- La aplicación de políticas de control de uso, tales como cuotas.
- La posibilidad de monitorización del estado y rendimiento de los endpoints de inferencia.

- El consumo por uso, basada al menos en consumo de GPU y número de accesos a las APIs.

6.4.4. Laboratorio virtual de IA para empresas o educación

La plataforma deberá permitir la creación de entornos de laboratorio virtual, orientados a actividades de formación, experimentación o pruebas de concepto.

En particular, la solución deberá permitir, como mínimo:

- La creación de espacios de trabajo compartidos para grupos de usuarios.
- El despliegue de entornos con ciclo de vida controlado.

6.4.5. IA/ML científico/académico

La plataforma deberá permitir la creación de entornos para cargas de trabajo científicas y académicas de alto rendimiento.

En particular, la solución deberá permitir, como mínimo:

- El uso de plantilla específicas para IA/ML, accesibles desde el catálogo de la plataforma.
- La gestión avanzada de colas, incluyendo prioridades y reservas.
- La ejecución de trabajos batch.
- Control del consumo por proyecto.

6.5. Capacidades avanzadas necesarias

La solución ofertada deberá incluir **obligatoriamente**, como parte **integrante e inseparable** de la plataforma software, un conjunto de **capacidades avanzadas** destinadas a mejorar la eficiencia operativa, facilitar la explotación de la solución y dar soporte efectivo a los modelos de negocio definidos en el presente pliego.

Estas capacidades:

- Deberán estar **plenamente integradas** en la plataforma.
- Deberán ser **accesibles y gestionables** a través del portal web y/o las APIs.
- No podrán resolverse mediante **procedimientos manuales, externos o no integrados**.

El licitador deberá describir de forma detallada cómo se implementa cada una de estas capacidades, de conformidad con lo establecido en el **Anexo D – Capacidades avanzadas y criterios de verificación**.

6.5.1. Repositorio centralizado de datasets

La plataforma deberá disponer de un repositorio centralizado de datasets, orientado a facilitar la gestión, reutilización y control de los datos utilizados en los distintos proyectos.

En particular, el repositorio deberá permitir, como mínimo:

- El almacenamiento centralizado de datasets asociados a tenants y proyectos.
- La asignación de permisos de acceso a nivel de tenant, proyecto y usuario.
- La trazabilidad del uso de los datasets, incluyendo su utilización en entrenamientos, inferencias o procesos de validación.
- La gestión de metadatos asociados a los datasets.

El repositorio deberá integrarse de forma nativa con los entornos de entrenamiento, inferencia y validación desplegados en la plataforma.

6.5.2. Catálogo de entornos validados

La plataforma deberá disponer de un catálogo de entornos validados, accesible desde el portal de autoservicio, que permita a los usuarios desplegar entornos de trabajo de forma rápida y controlada.

En particular, el catálogo deberá incluir, como mínimo:

- Entornos preconfigurados para:
  - Entrenamiento de modelos de IA.
  - Inferencia.
  - Laboratorios virtuales.
- Entornos con plantilla de flujo alineados con los casos de uso definidos.
- Mecanismos de versionado y ciclo de vida de los entornos disponibles.

6.5.3. Integración operativa

La plataforma deberá integrar de forma coherente todas las capacidades avanzadas de los puntos anteriores.

6.6. Autenticación al Portal Web mediante Ceuta ID

El acceso al portal web unificado descrito deberá realizarse mediante un mecanismo de autenticación fuerte y seguro que también debe resultar de uso sencillo para el usuario, quedan totalmente descartados sistemas basados en usuario y password.

La Camara de Comercio de Ceuta dispone de una App llamada Ceuta ID que implementa un mecanismo de autenticación muy fuerte alineado con los actuales estándares de identidad europeos, esta App genera un Wallet en el dispositivo móvil del usuario, en dicho Wallet se generan un par de claves privada y pública propias del usuario usando criptografía de curva elíptica (ECDSA).

Dentro del Wallet anterior, la Camara de Comercio de Ceuta emite una serie de atestados firmados (ECDSA con SHA-256) que representan atributos de identidad del usuario, los cuales han sido previamente verificados de manera fidedigna mediante distintos métodos de validación como envío de OTPs y procesos de KYC que incluyen la lectura de los documentos de identidad de los usuarios y la comprobación mediante matching biométrico facial de la propiedad de los mismos.

El mecanismo de autenticación por parte del usuario se basa en, usando la App de Ceuta ID, la presentación de estas credenciales verificables mediante una firma electrónica con su clave privada, firma que la plataforma a la que se desea entrar debe verificar siguiendo todos los procesos requeridos para ello, esto incluye:

- La verificación de las firmas electrónicas de las credenciales verificables, que deben verificarse con la clave pública del emisor de las mismas.
- La verificación de la firma electrónica que engloba el conjunto de credenciales anterior, que debe verificarse con la clave pública del usuario.
- La validación de tiempo de todas las fechas intervinientes (periodos de validez de credenciales, periodo de validez de la presentación, periodo de validez de la solicitud de presentación… etc).
- La validación en la blockchain del estado de las credenciales presentadas por el usuario.

Se requiere que la plataforma ofertada realice la autenticación de usuarios integrada con la App Ceuta Id, y que realice los pasos indicados para la verificación de las identidades.

La autenticación mediante Ceuta ID actuará como mecanismo de autenticación primaria de los usuarios, debiendo integrarse con el sistema de gestión de identidades y accesos de la plataforma. Dicha autenticación no sustituye las capacidades de gestión de usuarios, roles, permisos y aislamiento multi-tenant exigidas en el apartado 6.3.1.

Cláusula 7. Servicios Profesionales

7.1. Servicios de implantación

El adjudicatario deberá proporcionar todos los servicios necesarios para garantizar la correcta instalación, configuración, puesta en marcha, validación y transferencia de conocimiento de la plataforma, asegurando su plena operatividad conforme a las especificaciones técnicas del presente pliego.

Los servicios de implantación deberán cubrir de forma integral tanto la infraestructura hardware como la plataforma software de explotación, incluyendo todas las tareas necesarias para su correcta integración, operación y aceptación, sin que se admitan exclusiones o limitaciones no expresamente indicadas en la oferta.

7.1.1. Fases del servicio

a) Fase 1 – Análisis previo y planificación (Site planning)

Antes del suministro e instalación, el adjudicatario realizará un análisis previo del entorno de destino, que incluirá como mínimo:

- Verificación de accesos, espacio disponible y disposición del CPD.
- Validación de requisitos eléctricos, de refrigeración y de cableado.
- Revisión de compatibilidad con la infraestructura existente.
- Identificación de riesgos y dependencias.

Como resultado de esta fase, el adjudicatario elaborará un **Plan de Implantación**, que será entregado al órgano de contratación en un plazo máximo de **15 días naturales** desde la formalización del contrato, e incluirá:

- Descripción detallada de las tareas por fase.
- Calendario estimado de ejecución.
- Recursos humanos asignados y roles.
- Dependencias y requisitos por parte del cliente.
- Plan de pruebas y criterios de aceptación.

- Plan de formación.

b) *Fase 2 – Instalación física del hardware*

Incluye, como mínimo:

- Instalación de los racks.
- Desembalaje, montaje y instalación en rack de todos los componentes físicos.
- Instalación de nodos de cálculo CPU y GPU.
- Instalación del sistema de almacenamiento distribuido.
- Instalación y conexionado de los switches de red (baja latencia y administración).
- Conexionado eléctrico y verificación de redundancias.
- Etiquetado e inventariado de los equipos.

c) *Fase 3 – Instalación y configuración del software base*

- Instalación del sistema operativo Linux.
- Configuración del entorno base:
  - Sistema de archivos.
  - Compiladores
  - Librerías científicas y de paralelización.
  - Gestión de usuarios y permisos.
- Configuración del sistema de almacenamiento distribuido, garantizando:
  - Alto rendimiento.
  - Redundancia.
  - Alta disponibilidad.
- Configuración de las redes:
  - Red de baja latencia para cómputo.
  - Red de administración y mantenimiento.
- Integración de todos los componentes del sistema.

d) *Fase 4 – Configuración del entorno IA/ML y plataformas asociadas*

Esta fase incluirá:

- Instalación, configuración y puesta en producción de la plataforma software de explotación del sistema, conforme a los requisitos definidos en el presente pliego.
- Instalación y configuración del gestor de colas de trabajos.

- Definición de colas, particiones y políticas de uso.
- Configuración y validación del entorno GPU.
- Integración de las herramientas de gestión y AIOps incluidas en la solución.

e) Fase 5 – Validación y pruebas de aceptación

El adjudicatario ejecutará las **pruebas de aceptación técnica** definidas en el Anexo correspondiente, en presencia del personal designado por la Cámara de Comercio.

Finalizadas las pruebas, el adjudicatario entregará, en un plazo máximo de **5 días naturales**, un **Informe de Pruebas de Aceptación**, que servirá como referencia del nivel base de rendimiento y calidad del sistema.

f) Fase 6 – Formación

Se impartirá formación técnica específica, que incluirá:

- Formación básica para usuarios
- Entrega de material didáctico y documentación.

g) Fase 7 – Documentación y cierre

El adjudicatario entregará obligatoriamente:

- Manuales técnicos originales de hardware y software.
- Documentación de arquitectura y configuraciones finales.
- Memoria de ejecución del proyecto.
- Registro de la formación impartida.

7.2. Servicios Gestionados

Desde el punto de vista de la gestión de la plataforma, tras la puesta en servicio, la Cámara requerirá que la propuesta incluya la **gestión integral de la plataforma ofertada**, tanto a nivel de **hardware como de software**.

El adjudicatario deberá asumir la **operación gestionada de la plataforma durante un periodo mínimo de doce (12) meses** desde la puesta en producción, con el objetivo de garantizar la estabilidad, continuidad y correcta explotación de la plataforma ofertada.

La propuesta deberá detallar, como mínimo, las tareas incluidas en los servicios gestionados, que deberán cubrir:

- Monitorización proactiva de la infraestructura y la plataforma.
- Administración de sistemas y de la plataforma software.
- Gestión de incidencias, problemas y cambios.
- Mantenimiento preventivo y correctivo.
- Gestión de la capacidad y optimización del rendimiento.
- Soporte a usuarios y a los distintos modelos de explotación.
- Soporte a los entornos de desarrollo y ejecución de notebooks, sin incluir el desarrollo, revisión u optimización del código o modelos de usuario.

El alcance y condiciones de estos servicios se evaluarán conforme a lo establecido en el **Anexo E – Servicios gestionados y operación de la plataforma**.

7.3. Servicios de Ciberseguridad y Operación

7.3.1. Objeto, alcance y marco normativo de referencia

El presente aparatado tiene por objeto definir los requisitos mínimos de seguridad operativa que deberán cumplir la solución y los servicios objeto del pliego. Estos requisitos operativos mínimos no excluyen el cumplimiento de cualquier otro requisito definido en los estándares y normativas de seguridad de aplicación en el ámbito del pliego.

En particular debe observarse el cumplimiento del Esquema Nacional de Seguridad, así como con la normativa aplicable en materia de ciberseguridad y protección de la información en el ámbito del sector público.

Asimismo, los requisitos se alinearán con estándares y marcos de referencia ampliamente reconocidos, tales como las normas ISO/IEC 27001 e ISO/IEC 27002, las buenas prácticas del NIST en materia de detección y respuesta a incidentes, y los principios de seguridad por diseño y por defecto aplicables a productos y soluciones digitales.

En lo relativo a los productos con elementos digitales suministrados en el marco del pliego, los requisitos definidos en este apartado deberán entenderse sin perjuicio de las obligaciones que resulten de aplicación conforme al Reglamento Europeo de Ciberresiliencia (Cyber Resilience Act) y su normativa de desarrollo, cuando proceda.

Los requisitos recogidos en el presente apartado tendrán carácter mínimo y obligatorio durante la ejecución del pliego y se aplicarán exclusivamente al ámbito de la solución y servicios contratados.

7.3.2. Monitorización de la solución y detección de amenazas

El adjudicatario deberá proporcionar un servicio de monitorización de amenazas e incidentes de seguridad orientado a la detección temprana y respuesta que puedan afectar a la solución objeto del pliego, a través de un Centro de Operaciones de Seguridad con experiencia acreditada mínima de 6 años, perteneciente a la Red Nacional de SOC, operación 24x7 bajo modelo follow-the-sun, con analistas trabajando en horario diurno (para minimizar la fatiga de analista y reducir los errores operativos) y al menos 3 localizaciones (para garantizar la resiliencia del servicio). El adjudicatario deberá disponer de certificación ENS al menos de categoría MEDIA.

El SOC deberá acreditar un nivel de madurez suficiente en operación automatizada de la seguridad que garantice un tiempo medio de respuesta reducido.

7.3.3. Capacidad de respuesta ante incidentes y DFIR

El adjudicatario deberá disponer de un equipo especializado DFIR activable en caso de incidentes significativos, con capacidad de soporte remoto inmediato y posibilidad de desplazamiento presencial en menos de 48 horas.

7.3.4. Gestión de vulnerabilidades previa a la entrega

El adjudicatario deberá garantizar que los productos suministrados han sido sometidos a un proceso de gestión de vulnerabilidades previo a su entrega, alineado con el ENS y, cuando aplique, con la Cyber Resilience Act.

Deberá acreditarse que el proceso se ha realizado y el nivel de vulnerabilidad de los sistemas mediante informes con autoría acreditada por un Analista Senior con al menos 6 años de experiencia específica.

7.3.5. Soporte al cumplimiento normativo y certificación

El adjudicatario deberá proporcionar soporte técnico y documental para facilitar la certificación ENS y/o ISO/IEC 27001 del ámbito de la solución si fuera requerido, sin asumir la responsabilidad última de la certificación.

El adjudicatario deberá acreditar experiencia mínima de 5 años en servicios de acompañamiento a la certificación de los estándares citados.

7.4. Metodología y planificación de la implantación

El licitador deberá presentar una metodología descriptiva y estructurada, así como una planificación de alto nivel para la ejecución de los servicios de implantación definidos en el apartado 7.1, que demuestre su capacidad para planificar, gestionar y ejecutar el proyecto de forma exitosa, garantizando el cumplimiento de los requisitos técnicos, los plazos y los niveles de calidad exigidos.

La metodología propuesta deberá cubrir, como mínimo, los siguientes aspectos:

7.4.1. Enfoque metodológico y fases del proyecto

Descripción del enfoque general y desglose estructurado de las fases del proyecto, alineadas con las actividades definidas en el apartado 7.1, incluyendo como mínimo:

- Site planning.
- Instalación física.
- Instalación y configuración del software base.
- Despliegue del entorno IA/ML y plataformas.
- Validación y pruebas.
- Formación.
- Documentación.

7.4.2. Planificación de alto nivel

Presentación de una planificación global del proyecto, que incluya:

- Calendario de ejecución.
- Principales hitos.
- Dependencias entre fases.
- Consideración de los plazos críticos del proyecto.

7.4.3. Asignación de recursos

Descripción de la asignación de recursos humanos a las distintas fases del proyecto, incluyendo roles y responsabilidades, de forma coherente con la planificación propuesta.

7.4.4. Gestión de riesgos

Identificación de los principales riesgos del proyecto (técnicos, organizativos o de planificación) y descripción de las estrategias de mitigación previstas.

7.4.5. Mecanismos de gestión del proyecto

Descripción de los mecanismos previstos para:

- Seguimiento y control del avance.
- Gestión de la calidad.
- Comunicación y coordinación con el adjudicador.
- Gestión de incidencias y cambios durante el proyecto.

7.4.6. Pruebas de aceptación y formación

Integración coherente dentro de la metodología de:

- Las pruebas de aceptación definidas en el Anexo A.
- El plan de formación, indicando su encaje temporal y funcional dentro del proyecto.

7.4.7. Transición a la operación

Descripción del enfoque para la transición del proyecto a la fase de operación y servicios gestionados, en coordinación con lo definido en el apartado 7.2, garantizando la continuidad del servicio.

Cláusula 8. Garantía

8.1.1. Objeto de la garantía

La empresa adjudicataria deberá garantizar que todos los servidores y equipos suministrados en el marco del presente contrato se encuentran libres de defectos de fabricación, materiales y funcionamiento durante todo el período de garantía. Esta obligación se entiende sin perjuicio de lo dispuesto en el artículo 97.1.e) de la Ley 9/2017, de Contratos del Sector Público, y demás normativa aplicable.

Asimismo, el adjudicatario deberá garantizar el soporte especializado de la solución software de explotación IA/ML (MLOps) incluida en el alcance del pliego, asegurando su correcto funcionamiento, disponibilidad y soporte durante todo el período de garantía.

Dicho soporte deberá incluir, como mínimo, soporte MLOps, DevOps y de ciencia de datos, así como apoyo en tareas de configuración, integración y personalización necesarias para la correcta operación de la plataforma.

8.1.2. Duración de la garantía

El plazo de garantía será de, al menos, **tres (3) años**, a contar desde la **entrega y aceptación formal del suministro** por parte de la Cámara de Comercio de Ceuta.

En caso de que en la oferta del adjudicatario se haya propuesto un período superior, este pasará a ser el plazo exigido contractualmente.

8.1.3. Cobertura de la garantía

Durante el período de garantía, el adjudicatario estará obligado a:

- Reparar o sustituir, **sin coste adicional**, cualquier componente defectuoso.
- Cubrir todos los **gastos de mano de obra, desplazamientos, piezas de repuesto y embalaje** necesarios para la ejecución de las reparaciones.
- Asumir la **gestión logística (RMA)**, incluidos los traslados a fábrica si fueran necesarios.
- Realizar las tareas de **revisión y sustitución de elementos** conforme a los protocolos del fabricante.
- Ejecutar todas las **reparaciones in situ**. En caso de que esto no sea posible, se autorizará el traslado del equipo, corriendo los gastos íntegramente a cargo del adjudicatario.

En relación con la solución software MLOPS, la garantía deberá cubrir, como mínimo:

- La resolución de incidencias de funcionamiento de la plataforma.
- El suministro de correcciones, parches y actualizaciones recomendadas por el fabricante o proveedor de la solución.
- El soporte técnico especializado para asegurar la continuidad operativa de los servicios de IA/ML.

8.1.4. Plazos de respuesta y resolución

El adjudicatario deberá proporcionar soporte técnico especializado en un **plazo máximo de 48 horas** desde la notificación de la incidencia.

El adjudicatario deberá habilitar al menos un **correo electrónico específico** para la gestión de incidencias. El horario mínimo de atención será de **lunes a viernes, de 9:00 a 17:00 h**.

Cláusula 9. Estructura y contenido de la memoria técnica

El licitador deberá presentar una memoria técnica descriptiva en la que se detalle de forma completa y estructurada la solución propuesta, de conformidad con los requisitos establecidos en el presente pliego.

Con el fin de facilitar una evaluación homogénea, objetiva y comparativa de las ofertas, la memoria técnica deberá estructurarse obligatoriamente siguiendo el índice y el orden que se indican a continuación, debiendo abordar de forma expresa y verificable todos los apartados requeridos. La falta de correspondencia clara entre el contenido de la memoria y los apartados indicados, así como la omisión de información relevante, podrá ser tenida en cuenta a efectos de evaluación.

La memoria técnica deberá presentar una correspondencia clara y trazable entre los requisitos del pliego y la solución ofertada, evitando descripciones genéricas, ambiguas o no referenciadas a los apartados concretos del presente documento.

La memoria técnica deberá incluir, como mínimo, los siguientes apartados:

1. **Visión general de la solución propuesta**

Descripción global de la solución ofertada, incluyendo una visión integrada de la infraestructura hardware, la plataforma software de explotación y los servicios asociados, así como su adecuación a los objetivos del contrato definidos en los apartados 1 a 3 del presente pliego.

2. **Cumplimiento del alcance y requisitos técnicos de la infraestructura (apartado 5)**

Descripción detallada de la arquitectura hardware propuesta, incluyendo nodos de cálculo CPU y GPU, red, almacenamiento, herramientas de gestión y plataforma de AIOps, indicando de forma explícita cómo se cumplen los requisitos técnicos definidos en el capítulo 5 del pliego.

3. **Cumplimiento de los requisitos funcionales de la plataforma software (apartados 6.1 y 6.6)**

Descripción detallada de cómo la plataforma software propuesta da respuesta a las capacidades funcionales exigidas, incluyendo el modelo de autoservicio, la explotación multi-tenant, la gestión de usuarios y proyectos, el control de recursos, la medición de consumo, autenticación mediante Ceuta ID y los casos de uso previstos.

4. **Principios técnicos y de diseño de la plataforma (apartado 6.2)**

Explicación de los principios técnicos aplicados en la solución propuesta y su materialización en la arquitectura, indicando cómo se garantizan la modularidad, el aislamiento, la automatización, la escalabilidad y la orientación a servicio.

5. **Arquitectura lógica de la plataforma (apartado 6.3)**

Descripción de la arquitectura lógica propuesta, identificando de forma explícita los componentes, productos o soluciones que cubren cada uno de los bloques funcionales definidos, incluyendo como mínimo:

- Seguridad y gestión de accesos.
- Orquestación de entornos y cargas de trabajo IA/ML.
- Sistema de colas y planificación.
- Plataforma MLOps / DevOps.
- Observabilidad, trazabilidad y linaje.

6. **Soporte a los modelos de explotación y negocio (apartado 6.4)**

Descripción de los modelos de explotación soportados por la solución (AIaaS, entrenamiento privado, inferencia como servicio, laboratorio virtual, uso científico/académico) y justificación de su adecuación a los distintos escenarios previstos.

7. **Capacidades avanzadas y servicios asociados (apartado 6.5 y Anexo D)**

Detalle de las capacidades avanzadas incluidas en la solución, tales como repositorio centralizado de datasets, catálogo de entornos validados e integración operativa, así como su grado de integración en la plataforma y los mecanismos de verificación asociados.

8. **Cumplimiento de los principios técnicos del Anexo C**

Descripción de cómo la solución propuesta se alinea con los principios definidos en el Anexo C, incluyendo referencias explícitas a cada uno de los apartados (gobernanza del recurso, modularidad, seguridad por diseño, automatización, escalabilidad, observabilidad y trazabilidad).

9. **Servicios profesionales y metodología de implantación (apartado 7)**

Descripción de los servicios profesionales ofertados, incluyendo servicios de implantación, servicios gestionados, servicios de ciberseguridad y operación, así como la metodología y planificación de la implantación, alineadas con los requisitos del capítulo 7 del pliego.

10. **Garantía y soporte (apartado 8)**

Descripción detallada de las condiciones de garantía y soporte propuestas, incluyendo duración, cobertura, plazos de respuesta y resolución, mecanismos de sustitución y alineación con los requisitos establecidos en el capítulo 8 del pliego.

Consideraciones adicionales

Cualquier otro aspecto relevante que el licitador considere oportuno destacar, siempre que esté directamente relacionado con los requisitos técnicos, funcionales u operativos definidos en el presente pliego.

ANEXO A - PLAN DE PRUEBAS Y CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

A.1 Objetivo

Definir las pruebas técnicas necesarias para verificar que la solución suministrada cumple con los requisitos del presente pliego y garantizar la correcta aceptación del sistema.

A.2 Alcance de las pruebas

A.2.1 Pruebas de hardware

- Verificación de inventario y configuraciones.
- Pruebas de estabilidad.
- Verificación de memoria y almacenamiento local.
- Monitorización de sensores, temperaturas, ventiladores y fuentes de alimentación.
- Verificación de mecanismos de seguridad (Secure Boot, firmware, borrado seguro).

Criterio de aceptación: Todos los componentes operan de forma estable sin errores.

A.2.2 Pruebas de red

- Verificación de conectividad completa.
- Pruebas de ancho de banda y latencia:
  - Red de baja latencia.
  - Red de administración.
- Verificación de redundancia y alta disponibilidad.

Criterio de aceptación: Resultados acordes a las especificaciones técnicas y sin pérdida de conectividad ante fallos simulados.

A.2.3 Pruebas del sistema de almacenamiento

- Pruebas de rendimiento (IOPS, throughput y latencia).
- Verificación de distribución automática de datos.
- Pruebas de tolerancia a fallos (discos y nodos).

Criterio de aceptación: Funcionamiento correcto con impacto en rendimiento dentro de los límites establecidos.

A.2.4 Pruebas del entorno IA/ML

- Verificación del gestor de colas.

- Ejecución de trabajos de prueba en nodos GPU.

Criterio de aceptación: Ejecución correcta de trabajos y uso adecuado de recursos.

A.2.5 Pruebas de plataformas de AIOps y de la plataforma software de explotación

- Verificación de autoservicio, multi-tenancy, trazabilidad y medición de consumo
- Control de accesos y roles, e integración con Ceuta ID.

Criterio de aceptación: Funcionalidad completa conforme a las especificaciones del pliego.

A.3 Evidencias a entregar

- Logs y reportes de pruebas.
- Resultados de benchmarks.
- Capturas de pantalla de herramientas de gestión.
- Informe final de aceptación técnica.

ANEXO B - ALCANCE FUNCIONAL MÍNIMO DE LA PLATAFORMA

B.1. Descripción funcional detallada y evidencias obligatorias

Con el objetivo de garantizar una evaluación objetiva y homogénea de las propuestas, el licitador deberá aportar una **descripción técnica detallada** de la implementación de todas las funcionalidades requeridas en el apartado 6.1, indicando de forma explícita los componentes que conforman la plataforma y su grado de integración.

B.1.1. Descripción funcional por requisito

Para cada funcionalidad exigida (incluyendo, como mínimo, multi-tenancy con aislamiento reforzado, autoservicio, gestión de usuarios y proyectos, asignación y control de recursos, catálogo de servicios/entornos, portal web y APIs, observabilidad y medición de uso), la oferta deberá indicar:

- El **componente o plataforma software** que la implementa (nombre y versión).
- El **grado de cobertura** (funcionalidad nativa o integración con terceros, sin desarrollos adhoc ni integraciones artesanales).
- Las **limitaciones o condiciones de uso** relevantes.
- Las posibles **dependencias técnicas** (p. ej. orquestador, almacenamiento) necesarias para su funcionamiento.

No se considerará suficiente una descripción genérica sin concreción técnica ni propuestas basadas en desarrollos ad-hoc o integraciones artesanales no soportadas por los componentes declarados.

B.1.2 Identificación de la plataforma de explotación

El licitador deberá identificar explícitamente cuál es la **plataforma principal de gestión, operación y provisión de servicios** del entorno, indicando:

- Funciones cubiertas de forma nativa.
- Funciones cubiertas mediante componentes adicionales declarados en la arquitectura.
- Elementos que requieran parametrización/configuración específica y, en su caso, scripting operativo (siempre que sea estándar, mantenible y documentado).

La plataforma de explotación podrá estar compuesta por un núcleo principal integrado con componentes especializados, siempre que en su conjunto se cumplan las

funcionalidades requeridas en el apartado 6.1 y se aporte evidencia de una integración coherente y operativa.

No se considerará suficiente una propuesta basada únicamente en un scheduler HPC u otras herramientas aisladas sin una capa integrada de gestión y explotación.

B.1.3 Arquitectura e integración

La oferta deberá incluir un **diagrama de arquitectura de alto nivel** que muestre los principales módulos (portal, gestión de identidades, orquestación, colas, almacenamiento, observabilidad, metering, etc.) y su interacción, evidenciando una integración coherente, operativa y alineada con el mmoelo multi-tenant.

B.1.4 Evidencias técnicas mínimas

El licitador deberá aportar evidencias que respalden las funcionalidades descritas, incluyendo al menos:

- Capturas de pantalla del portal o consola de gestión.
- Documentación técnica o manuales de usuario/operación.

B.2 Explotación bajo modelo multi-tenant con aislamiento reforzado

Con el objetivo de asegurar una explotación segura y sostenible de la plataforma, el modelo multi-tenant deberá proporcionar **aislamiento lógico entre tenants**, a nivel de orquestación, control de acceso y operación, siendo apto para ofrecer servicios a organizaciones independientes entre sí.

B.2.1 Alcance del aislamiento requerido

El aislamiento deberá cubrir, como mínimo, los siguientes ámbitos:

- **Identidad y acceso**: espacios de identidad separados por tenant (usuarios, roles, proyectos), con políticas de autenticación y autorización independientes.
- **Cómputo**: aislamiento de CPU, GPU por tenant evitando visibilidad no autorizada y reduciendo interferencia operativa.
- **Almacenamiento y datos**: separación lógica y/o física de datos por tenant, con control de acceso coherentes con el aislamiento definido.
- **Configuración y operación**: independencia de configuraciones, plantillas, catálogos y parámetros operativos por tenant, dentro del modelo de la plataforma.

B.2.2 Mecanismos técnicos de aislamiento

El licitador deberá describir de forma explícita los **mecanismos técnicos** empleados para implementar el aislamiento multi-tenant, tales como (a título orientativo y no limitativo):

- Virtualización o contenedores, y/o orquestadores con soporte multi-tenant.
- Namespaces/espacios lógicos, cuotas y límites de recursos por tenant.
- Separación de dominios de almacenamiento o repositorios por tenant.

No se aceptarán descripciones genéricas sin concreción técnica ni propuestas que se limiten a la separación mediante usuarios del sistema operativo o colas compartidas sin mecanismos explícitos a nivel de plataforma/orquestación.

B.2.3 Niveles de aislamiento y flexibilidad del modelo

La solución deberá permitir configurar **niveles de aislamiento por tenant.**

B.2.4 Verificación, auditoría y control

El modelo multi-tenant deberá permitir:

- **Auditar el uso de recursos** y accesos por tenant.
- Detectar y prevenir interferencias o accesos no autorizados.
- Generar evidencias verificables de separación (logs, métricas, informes).

El licitador deberá indicar cómo se valida técnicamente el aislamiento y qué herramientas se utilizan para su supervisión.

B.2.5 Evidencias obligatorias

La oferta deberá aportar evidencias que acrediten la madurez del modelo multi-tenant, tales como:

- Diagramas de arquitectura multi-tenant.
- Documentación técnica del fabricante.

B.3 Autoservicio para usuarios autorizados

El autoservicio constituye un elemento clave de la plataforma, al permitir la explotación eficiente del sistema por parte de múltiples organizaciones y perfiles de usuario con

distintos niveles de conocimiento técnico, reduciendo al mínimo la intervención manual del operador.

B.3.1 Alcance del autoservicio

El autoservicio deberá cubrir, como mínimo, los siguientes ámbitos:

- **Gestión de entornos de ejecución y servicios predefinidos**: solicitud, despliegue, modificación (parámetros permitidos) y eliminación de entornos/servicios de ejecución predefinidos y validados, conforme al catálogo de la plataforma.
- **Gestión de usuarios**: alta/baja de usuarios, asignación de roles y permisos por tenant.
- **Supervisión y consumo**: visualización del estado de los recursos, trabajos en ejecución y consumo acumulado e histórico, desglosado por tenant/proyecto/usuario cuando aplique.

B.3.2 Automatización y ausencia de intervención manual

Las operaciones de autoservicio deberán estar **totalmente automatizadas**, de forma que no requieran intervención manual del operador para su ejecución, salvo en los casos en que se requieran aprobaciones explícitas configurables según las políticas definidas.

No se considerará autoservicio válido aquel que dependa de:

- Creación manual de cuentas o entornos por parte del operador.
- Ejecución de scripts ad-hoc o acciones fuera de la plataforma.
- Gestión basada exclusivamente en herramientas de línea de comandos.

Se admitirán mecanismos de automatización estándar y documentados (p. ej., plantillas, u otros equivalentes) siempre que estén integrados en los flujos de autoservicio, sean trazables y estén soportados como parte de la solución propuesta.

B.3.3 Portal web y APIs

El autoservicio deberá realizarse mediante:

- Un **portal web unificado**, accesible según roles, que concentre las principales operaciones de gestión y explotación (entornos/servicios, usuarios, estado, consumo).

- **APIs documentadas** que permitan la integración con herramientas externas o flujos DevOps/MLOps, manteniendo coherencia funcional con el portal.

Se valorará especialmente la **usabilidad del portal**, la claridad de los flujos de autoservicio y la coherencia de la experiencia de usuario.

B.3.4 Catálogo de entornos predefinidos

La plataforma deberá ofrecer un **catálogo de entornos/servicios predefinidos**, accesible desde el autoservicio, que incluya:

- Entornos estándar listos para usar.
- Versionado y control de cambios de los entornos ofrecidos.

Esto evita que el autoservicio se limite a entornos vacíos o configuraciones manuales.

B.3.5 Trazabilidad, control y auditoría

Todas las acciones realizadas mediante autoservicio deberán:

- Quedar **registradas y auditables** (usuario, proyecto, tenant, acción, timestamp y recurso afectado)
- Integrarse con los mecanismos de observabilidad y medición de consumo.

B.3.6 Evidencias obligatorias

El licitador deberá aportar evidencias que acrediten el nivel real de autoservicio, tales como:

- Documentación funcional y técnica.

B.4 Medición e imputación por uso de recursos

La medición y la imputación del uso de recursos son elementos esenciales para la explotación sostenible de la plataforma y para habilitar modelos de servicio tipo AIaaS o uso compartido entre organizaciones.

B.4.1 Alcance de la medición

La plataforma deberá medir de forma **automática, precisa y continua**, como mínimo:

- Uso de CPU y GPU.

- Uso de almacenamiento.
- Consumo de accesos a APIs, cuando aplique.

La medición deberá poder asociarse inequívocamente a:

- Tenant.
- Proyecto o servicio.
- Usuario (cuando aplique).
- Periodo temporal.

B.4.2 Consolidación y trazabilidad

Los datos de consumo deberán:

- Consolidarse en un **sistema centralizado** de metering.
- Ser **auditables**, manteniendo trazabilidad completa de origen.

No se considerará suficiente la mera recolección de logs o contadores sin consolidación ni correlación y contextualización por tenant/proyecto.

B.4.3 Modelos de imputación de consumo

La plataforma deberá soportar, al menos, la imputación del consumo por uso real de recursos permitiendo la asignación del consumo medido a tenants y proyectos.

B.4.4 Reporting de consumos

La solución deberá incluir capacidades de **reporting de consumos**, que permitan:

- Visualizar consumos realizados y acumulados por tenant, proyecto y periodo.
- Exportar información en formatos estándar para su uso en procesos externos de imputación de costes o facturación.

B.4.5 Integración con el autoservicio

Los mecanismos de medición de consumo deberán integrarse con el **portal de autoservicio**, de forma que los usuarios autorizados puedan consultar su consumo.

B.4.6 Evidencias obligatorias

El licitador deberá aportar evidencias que acrediten las capacidades de medición incluyendo:

- Capturas de dashboards de consumo.
- Documentación técnica del módulo.

B.5 Portal web y APIs

El portal web y las APIs constituyen la **capa principal de interacción** entre los usuarios y la plataforma, siendo elementos clave para la adopción, la usabilidad y la explotación eficiente del entorno.

B.5.1 Portal web unificado

La plataforma deberá ofrecer un **portal web unificado desde el punto de vista de la experiencia de usuario**, accesible mediante navegador, que concentre las principales funcionalidades de gestión y explotación de la plataforma, evitando la fragmentación operativa en múltiples herramientas no integradas.

El portal deberá adaptarse a distintos **roles de usuario** (administrador, operador, responsable de tenant, usuario final), mostrando únicamente las funciones y datos autorizados.

La experiencia unificada podrá apoyarse en la integración coherente de componentes o consolas especializadas, siempre que no requiera alternancia manual entre herramientas ni rompa la consistencia funcional y de datos.

B.5.2 Funcionalidades mínimas del portal

El portal web deberá permitir, como mínimo:

- Gestión de usuarios, roles y proyectos.
- Acceso a flujos completos de autoservicio.
- Visualización del estado de recursos, trabajos y servicios desplegados.
- Acceso a métricas operativas y consumo.

B.5.3 Experiencia de usuario y usabilidad

El portal deberá ofrecer:

- Interfaz gráfica moderna e intuitiva.
- Flujos de operación claros y consistentes.
- Reducción de la necesidad de conocimientos técnicos avanzados para operaciones habituales.

Se valorará positivamente la **madurez de la experiencia de usuario**, así como la coherencia entre portal y APIs.

B.5.4 APIs y automatización

La plataforma deberá proporcionar **APIs abiertas y documentadas**, preferiblemente de tipo REST, que permitan:

- Automatizar las mismas operaciones disponibles en el portal.
- Integrarse con pipelines DevOps/MLOps.
- Conectarse con sistemas externos de identidad, facturación o monitorización cuando aplique.

Las APIs deberán respetar los mismos modelos de seguridad, roles y aislamiento definidos para el portal.

B.5.5 Integración y coherencia funcional

El portal web y las APIs deberán estar **plenamente integrados** con el resto de los componentes de la plataforma (orquestación, colas, autoservicio, metering, observabilidad), garantizando:

- Coherencia de datos y estado.
- Acciones idempotentes y trazables.
- Experiencia uniforme para el usuario en los flujos principales.

No se considerarán suficientes soluciones que requieran alternar manualmente entre múltiples herramientas sin una integración clara y consistente a nivel funcional y de experiencia de usuario.

B.5.6 Evidencias

El licitador deberá aportar evidencias que acrediten la madurez del portal y las APIs, tales como:

- Capturas de pantalla del portal web.
- Documentación de las APIs.

B.6 Provisión de servicios avanzados

B.6.1 Catálogo de entornos predefinidos

La plataforma deberá disponer de un **catálogo gestionado** de entornos y servicios predefinidos, accesible desde el portal de autoservicio, que incluya:

- Entornos estándar para IA/ML
- Entornos específicos para entrenamiento e inferencia de modelos.

El licitador deberá describir los entornos incluidos inicialmente y el mecanismo para su mantenimiento y evolución.

B.6.2 Gestión de datasets y artefactos

La solución deberá proporcionar **mecanismos integrados** para:

- Almacenamiento y gestión de datasets asociados a proyectos de IA/ML.
- Control de accesos y permisos por tenant y proyecto, coherente con el modelo multi-tenant de la plataforma.
- Versionado y trazabilidad de datos y artefactos.

No se considerará suficiente el uso de almacenamiento compartido sin control específico ni gestión a nivel de plataforma.

B.6.3 Exposición de servicios y modelos

Cuando el modelo de explotación lo requiera, la plataforma deberá permitir:

- Desplegar modelos o aplicaciones como **servicios accesibles** vía API en entornos controlados.
- Gestionar versiones, acceso y ciclo de vida de dichos servicios.
- Integrar estos servicios con los mecanismos de medición, control de acceso y trazabilidad.

La exposición de servicios no implicará necesariamente su publicación externa ni la existencia de un marketplace, y se limitará a los casos de uso definidos por la entidad contratante.

B.6.4 Integración con el resto de la plataforma

Los servicios avanzados deberán estar plenamente integrados con:

- El portal web y las APIs.
- Los mecanismos de autoservicio.
- El modelo multi-tenant.
- Los mecanismos de medición e imputación de consumo.

B.6.5 Evidencias

El licitador deberá aportar evidencias que acrediten las capacidades de provisión de servicios avanzados, tales como:

- Capturas del catálogo de entornos/servicios.
- Documentación técnica de los servicios ofrecidos.

ANEXO C - PRINCIPIOS TÉCNICOS Y ARQUITECTURA DE LA PLATAFORMA

El presente anexo tiene por objeto concretar los **principios técnicos de diseño** exigidos en el apartado 6.2 del pliego, así como los **criterios de verificación** que permitirán evaluar la coherencia, madurez y viabilidad de la arquitectura propuesta.

C.1 Gobernanza del recurso y diseño orientado a servicio

La plataforma deberá estar diseñada para operar como un **entorno compartido multi-tenant**, en el que los recursos se gestionan como servicios, y no como infraestructura asignada de forma estática y manual.

El diseño deberá permitir:

- Control centralizado del uso de recursos.
- Aplicación consistente de políticas de asignación, límites y reservas.
- Adaptación a distintos modelos de negocio y perfiles de usuario, sin reconfiguraciones disruptivas.

C.2 Modularidad y extensibilidad de la arquitectura

La arquitectura deberá estructurarse en **bloques funcionales claramente diferenciados**, permitiendo:

- Evolución independiente de los distintos componentes.
- Incorporación de nuevas capacidades (servicios, frameworks, hardware, modelos de IA).
- Sustitución o ampliación de tecnologías sin impacto global en la plataforma.

El licitador deberá aportar un diagrama de arquitectura que refleje esta modularidad.

C.3 Seguridad y aislamiento por diseño

Los mecanismos de seguridad y aislamiento deberán estar integrados **desde el diseño de la plataforma**, y no añadidos como soluciones puntuales.

El diseño deberá garantizar coherencia entre:

- Identidad y control de accesos.
- Aislamiento de cómputo.

- Separación y protección de datos.

Estos principios deberán alinearse con los requisitos de multi-tenancy definidos en el apartado 6.2.4 del pliego.

C.4 Automatización y operación eficiente

La plataforma deberá priorizar la automatización del **ciclo de vida completo de los procesos, activos y servicios de inteligencia artificial y aprendizaje automático**, desde las fases de experimentación e investigación hasta el despliegue en producción y su retirada, utilizando mecanismos nativos de la propia plataforma y evitando dependencias de procedimientos manuales o ad-hoc.

En particular, la plataforma deberá permitir, como mínimo:

- La **provisión y liberación automatizada de recursos lógicos de ejecución** para experimentos, entrenamientos, inferencias y servicios de IA/ML, de acuerdo con las políticas definidas por tenant y proyecto.
- El **despliegue, actualización y eliminación automática de entornos de ejecución, pipelines y servicios**, gestionando su ciclo de vida de forma controlada y trazable.

El diseño de la plataforma deberá minimizar la intervención humana en los flujos operativos de IA/ML, reduciendo riesgos operativos, mejorando la reproducibilidad y garantizando una operación eficiente, consistente y escalable de la plataforma.

C.5 Escalabilidad y crecimiento progresivo

La arquitectura deberá permitir el **crecimiento progresivo de la capacidad** de la plataforma sin interrupción del servicio, soportando:

- Incorporación de nuevos nodos de cómputo, GPU, almacenamiento o red.
- Redistribución dinámica de recursos.
- Ajuste transparente de políticas y cuotas.

Este crecimiento deberá realizarse manteniendo la continuidad operativa y la estabilidad de los servicios existentes.

C.6 Observabilidad, control y trazabilidad

La plataforma deberá diseñarse conforme a principios de **trazabilidad, linaje y observabilidad**, que permitan conocer y analizar de forma fiable el estado, evolución y uso de los datos, modelos, ejecuciones y servicios de IA/ML a lo largo de su ciclo de vida, garantizando la auditoría, la reproducibilidad y el gobierno de los activos, independientemente de su ubicación física.

C.7 Evidencias exigidas

El licitador deberá aportar, como parte de su oferta:

- Diagrama de arquitectura alineado con los principios descritos.

Descripción de cómo cada principio se implementa en la solución propuesta.

ANEXO D – CAPACIDADES AVANZADAS Y CRITERIOS DE VERIFICACIÓN.

El presente anexo tiene por objeto concretar el **alcance mínimo, naturaleza obligatoria y criterios de verificación** de las capacidades avanzadas definidas en el apartado 6.5 del pliego, con el fin de garantizar que forman parte real y operativa de la plataforma.

D.1 Repositorio centralizado de datasets

El repositorio de datasets deberá implementarse mediante una **solución software dedicada**, integrada nativamente en la plataforma, y no como un mero almacenamiento compartido.

Deberá permitir, como mínimo:

- Gestión estructurada de datasets por tenant y proyecto.
- Control de accesos granular.
- Gestión de metadatos y versionado.
- Trazabilidad del uso de datasets en entrenamientos e inferencias.
- Integración directa con los entornos de ejecución.

No se considerará suficiente el uso exclusivo de carpetas compartidas sin control a nivel de plataforma.

D.2 Catálogo de entornos validados

El catálogo de entornos deberá ser un **catálogo gestionado desde la plataforma**, accesible mediante autoservicio.

Deberá incluir:

- Entornos preconfigurados para los distintos modelos de explotación.
- Versionado, ciclo de vida y retirada controlada de entornos.

No se aceptará un catálogo informal basado en documentación o procedimientos manuales.

D.3 Integración operativa

El adjudicatario será responsable de:

- La implantación de las capacidades avanzadas.
- La integración coherente de todos los componentes.
- La puesta en producción operativa.
- La validación del correcto funcionamiento conjunto.

D.4 Evidencias exigidas

El licitador deberá aportar:

- Descripción técnica detallada de cada capacidad avanzada.
- Evidencias de integración en el portal y/o APIs.

ANEXO E – SERVICIOS GESTIONADOS Y OPERACIÓN DE LA PLATAFORMA

El presente anexo tiene por objeto definir el **alcance mínimo**, los **criterios de verificación** y los **requisitos operativos** de los servicios gestionados exigidos en el apartado 7.2 del pliego.

E.1 Periodo mínimo de operación gestionada

El adjudicatario deberá prestar los servicios gestionados durante un **periodo mínimo de doce (12) meses** tras la puesta en producción de la plataforma.

Durante este periodo, el proveedor será responsable de la **operación diaria, estabilidad y continuidad** de la plataforma.

E.2 Alcance mínimo de los servicios gestionados

Los servicios gestionados deberán cubrir, como mínimo:

a) Monitorización proactiva

- Monitorización del estado de la infraestructura.
- Detección proactiva de incidencias y degradaciones de servicio.
- Gestión de alertas y eventos.

b) Administración de sistemas y plataforma

- Administración de sistemas de cómputo, almacenamiento y red.
- Administración de la plataforma software (orquestación, IAM, MLOps, colas, portal, etc.).
- Gestión de usuarios y permisos cuando aplique.

c) Gestión de incidencias, problemas y cambios

- Registro, análisis y resolución de incidencias.
- Gestión de cambios planificados.
- Análisis de causa raíz para incidencias críticas.

d) Mantenimiento y actualizaciones

- Mantenimiento preventivo.

- Aplicación de parches y actualizaciones de software.
- Gestión de versiones de la plataforma.

f) Gestión de capacidad y rendimiento

- Seguimiento del uso de recursos.
- Identificación de cuellos de botella.
- Propuestas de optimización y escalado.

E.3 Niveles de servicio (SLA)

La propuesta deberá incluir:

- Definición de niveles de servicio (SLA) para incidencias.
- Tiempos de respuesta y resolución.
- Horarios de cobertura.
- Procedimientos de escalado.

E.4 Plan de operación y recursos dedicados

El licitador deberá presentar un **plan de operación detallado**, que incluya:

- Organización del servicio.
- Roles y perfiles técnicos asignados (SysOps, DevOps, MLOps).
- Dedicación estimada de recursos.

E.5 Evidencias exigidas

El licitador deberá aportar:

- Descripción detallada de los servicios gestionados.
- Plan de operación.
- Propuesta de SLAs.
- Experiencia previa en servicios gestionados similares.

26030320R JOAQUIN MOLLINEDO (R: Q1173007D)

Firmado digitalmente por 26030320R JOAQUIN MOLLINEDO (R: Q1173007D)
Fecha: 2026.04.21 12:13:11 +02'00'