



ADVERTENCIA

Este documento es una traducción automática sin revisar y puede contener errores, por lo que no se garantiza su fidelidad respecto del original.

El objetivo de esta traducción, que legalmente no tiene ninguna validez, es facilitar la comprensión. No sustituye, en ningún caso, el documento original al que acompaña, que es el único documento con carácter oficial.

TRADUCCIÓN AUTOMÁTICA



PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS POR LA CONTRATACIÓN DEL SUMINISTRO, INSTALACIÓN, CONFIGURACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE UN CLÚSTER DE COMPUTACIÓN DE ALTO RENDIMIENTO PARA EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN «RED TEAMING THE H0 TENSION (REDH0T)» DE LA UNIVERSIDAD DE BARCELONA

EXPEDIENTE 2026/31

El objeto de este documento es el establecimiento de las prescripciones técnicas que rigen el procedimiento de contratación del suministro, instalación, configuración y puesta en marcha de un clúster de computación de alto rendimiento de al menos 3072 *cores* de computación (HPC), basado en 4 chasis de alta intensidad, con capacidad para alojar 4 servidores de cómputo en un espacio reducido de 2U para el proyecto de investigación «Red teaming the H0 Tension (RedH0T)» de la Universidad de Barcelona.

La contratación de este suministro responde a la necesidad de alcanzar los objetivos de investigación del proyecto «Red teaming the H0 Tension (RedH0T)». El principal objetivo del proyecto es abordar la llamada tensión de Hubble, una discrepancia existente entre diferentes medidas de la constante de Hubble, parámetro fundamental que describe la velocidad de expansión del universo. Esta discrepancia constituye uno de los principales retos actuales de la cosmología y podría acarrear limitaciones en el modelo cosmológico estándar vigente.

En este contexto, la ejecución del proyecto requiere una elevada capacidad de procesamiento y análisis de datos, derivada tanto del volumen como de la complejidad de las observaciones y simulaciones cosmológicas asociadas. En consecuencia, se hace necesario dotar al proyecto de una infraestructura computacional avanzada, concretamente de un clúster de cálculo de alto rendimiento (HPC), que permita garantizar el correcto desarrollo de las tareas de investigación previstas.

1. Objeto del contrato

El objeto de la presente licitación es el suministro, instalación, configuración y puesta en marcha de un clúster de computación de alto rendimiento de al menos 3072 *cores* de computación (HPC), basado en 4 chasis de alta intensidad, con capacidad para alojar 4 servidores de cómputo en un espacio reducido de 2U para el proyecto de investigación «Red teaming the H0 Tension (RedH0T)» de la Universidad de Barcelona.

El suministro comprende, de forma integrada, los siguientes elementos:

- Nodos de cómputo basados en CPU y GPU de alta prestación.
- Sistema de almacenamiento de alta capacidad y rendimiento, incluyendo el nodo de almacenamiento y la cabina asociada.
- Nodos de acceso (*login*) para los usuarios.
- Infraestructura de comunicaciones de alta velocidad.
- *Racks* técnicos con sistemas de refrigeración avanzada.
- *Software* base específico para entornos HPC, incluyendo el sistema operativo y las herramientas de gestión y ejecución de cargas científicas.
- Todos los elementos auxiliares necesarios para la interconexión eléctrica y de datos de la solución.

También forma parte del objeto:

- Transporte, instalación física e integración de todos sus componentes.
- Configuración, parametrización y puesta en marcha del sistema.
- Verificación del funcionamiento y rendimiento de acuerdo con los requisitos técnicos.



- Garantía mínima de tres años a contar desde la fecha de recepción del suministro.

TRADUCCIÓN AUTOMÁTICA



2. Requisitos técnicos del equipo a suministrar

A continuación, se detallan las especificaciones técnicas mínimas que debe cumplir el suministro. El clúster de cálculo contará con los siguientes elementos:

a) Nodos de cómputo CPU

Al menos, 3072 *cores* de cómputo HPC basado en 4 chasis de alta densidad, con capacidad para alojar 4 servidores de cómputo en un espacio reducido de 2U, cada uno de los servidores de cómputo con:

- 2 procesadores X86 de última generación con al menos 96 *cores*, 2.3 Ghz, 256 MB L3 y TDP máximo 320W.
- 768 GB DDR5 @ 6400 Mhz en 12 DIMM x 64 GB 6400 RDIMM DR que permita ampliar en el futuro al doble de RAMB utilizando los DIMM actuales.
- 1 puerto de gestión IPMI 10/100/1 Gbit RJ45. 1 puerto de gestión adicional IPMI para el chasis.
- 1 tarjeta dual Gbit embebida.
- 1 disco de tecnología NVME de 0,96 TB PCIeGen4 U.3 con soporte para 2 discos Gen4 NVMe/SATA.
- Soporte adicional por M.2 con interfaz PCIe Gen4 x4.
- 1 tarjeta dual 200 GbE Connectx 7.
- 1 *slot* OCP 3.0 Ene 5 x16.
- 2 fuentes de 3 KW Titanium con conector C19 con redundancia al frío para el total del chasis. Para que las fuentes de alimentación funcionen con mayor eficiencia energética y con mayor carga cuando la carga total del sistema cae por debajo del 40 %, el sistema colocará automáticamente una fuente de alimentación en modo de espera, lo que permite que la otra fuente de alimentación se haga cargo de la mayor carga. Esto permitirá un ahorro total de eficiencia energética del sistema de hasta un 10%.

b) Nodos de cómputo GPU

Al menos 4 nodos de cómputo GPU, cada uno con capacidad para alojar hasta 8 GPU en un espacio reducido de 4U, cada uno de los servidores de GPU con las siguientes características:

- 2 procesadores X86 de la última generación con al menos 96 *cores*, 2.3 Ghz, 256MB L3 y TDP máximo 320W.

- 768 GB DDR5 @ 6400 Mhz en 24 DIMM x 32 GB 6400 RDIMM DR que permita ampliar en el futuro al doble de RAM utilizando los DIMM actuales.
- 8 GPU sobre PCIe, modelo Nvidia RTX Pro 6000.
- 1 puerto de gestión IPMI 10/100/1 Gbit RJ45.
- 1 tarjeta dual Gbit embebida.
- 1 tarjeta dual 200 Gbe Connectx 7.
- 1 disco de tecnología NVME de 0,96TB PCIeGen4 U.3 con soporte para 12 discos Gen5 NVMe/SATA/SAS-4 *hot-swap bays*.
- Soporte por 2xM.2 con interfaz PCIe Gen3 x4.
- Debe contar con los siguientes *slots*:
 - o 2 x FHHL PCIe Gen5 x16
 - o 1 x FHHL PCIe Gen5 x16 en la parte frontal
 - o 3 x LP PCIe Gen5 x 16 *slots*
- 4 fuentes redundantes 3000W 80 Titanium con conectores C19.

c) Nodo de almacenamiento

Al menos un nodo de almacenamiento con las siguientes características:

- 2 procesadores X86 de la última generación con al menos 16 *cores*, 3,65 Ghz, 64MB L3y TDP máximo 200W.
- 384 GB DDR5 @ 6400 Mhz en 12 DIMM x 32 GB 6400 RDIMM DR que permita ampliar en el futuro al doble de RAM utilizando los DIMM actuales.
- 1 puerto de gestión IPMI 10/100/1 Gbit RJ45.
- 1 tarjeta dual Gbit embebida.
- 1 tarjeta dual 200 GbE Connectx 7.
- 2 discos SSD de 480 GB en Raid 1 para *hardware* para SO.
- 4 discos de tecnología NVME de 7,68TB PCIeGen4 U.3, en Raid por *hardware* por datos.

- Controladora RAID *hardware*.
- El servidor deberá soportar hasta un total de 14 discos, dos de ellos en la parte posterior.
- Tendrá que contar con los siguientes *slots*:
 - o 6 x FHHL PCIe Gen5. En dos de ellos se instalarán 2 tarjetas SAS Brocade 9500-8e para la conexión a la cabina de almacenamiento.
 - o 2 x OCP NIC 3.0 PCIe Gen5.
- Además tendrá que tener 3 *slots* PCIe Gen3 x4 del tipo M.2.
- 2 fuentes redundantes 1600W 80 Titanium con conector C13.

d) Cabina de almacenamiento

En el servidor de almacenamiento se unirá una cabina de almacenamiento con las siguientes características mínimas:

- 2 controladores: Activa/Activa con controladores de 32 GB por controladora (64 GB en total por sistema) y 4 puertos por controladora (8 en total).
- Rendimiento: Lectura secuencial: Hasta 14 GB/s . Escritura secuencial: Hasta 12 GB/s. IOPS: Hasta 17.600 (en operaciones de lectura aleatoria desde disco mecánico).
- Protocolos soportados: SAS de 12 Gbps o Fibre Channel (FC) de 16/32 Gbps.
- Protección mediante memoria *flash* y supercondensadores (sin mantenimiento de batería).
- Capacidad por al menos 106 discos NL-SAS de 24 TB (Capacidad bruta: 2.544 TB / ~2.5 PB).
- Capacidad de expansión: hasta 4 *enclosures* adicionales.
- Deberá permitir tecnología de protección RAID con asignación distribuida autónoma con codificación de borrado y con reconstrucción acelerada y priorización de esta. Además, tendrá que permitir RAID 0, 1, 5, 6, 10.
- La cabina debe permitir el uso de discos estándar, de forma que permita instalar discos cuyo *firmware* sea de libre acceso por tiempo ilimitado.
- Tecnología que permita al disco repararse a sí mismo a nivel de cabezal sin necesidad de sustitución física inmediata.
- Administración: puertos Ethernet 10/100/1000 y USB de gestión.
- Protocolos: SNMP, SSL, SSH, SMTP, HTTP(S) y Redfish.
- Consola de gestión: basada en Web (Storage Management Console v4), CLI y API REST.
- Fuentes de alimentación de 2000W (80 PLUS Titanium) y módulos de ventilación redundantes e intercambiables en caliente (*hot-swap*).



- Formato: Máximo 4U

e) **Nodo de login**

Al menos, un nodo de *login* con las siguientes características:

- 2 procesadores X86 de la última generación con al menos 16 *cores*, 3,65 Ghz, 64 MB L3 y TDP máximo 200W.
- 384 GB DDR5 @ 6400 Mhz en 12 DIMM x 32 GB 6400 RDIMM DR que permita ampliar en el futuro al doble de RAM utilizando los DIMM actuales.
- 1 puerto de gestión IPMI 10/100/1 Gbit RJ45.
- 1 tarjeta dual Gbit embebida.
- 1 tarjeta dual 200 GbE Connectx 7.
- 2 discos SSD de 480 GB en Raid 1 para *hardware* para SO.
- 2 discos de tecnología NVME de 3,84TB PCIeGen4 U.3, en Raid para *hardware* por datos.
- Controladora RAID hardware.
- El servidor deberá soportar hasta un total de 14 discos, dos de ellos en la parte posterior.

Tendrá que contar con los siguientes slots:

- 6 x FHHL PCIe Gen5.
- 2 x OCP NIC 3.0 PCIe Gen5.
- Además, tendrá que tener 3 *slots* PCIe Gen3 x4 del tipo M.2.
- 2 fuentes redundantes 1600W 80 Titanium con conector C13.

Elementos comunes a todos los nodos

Todos los nodos ofrecidos tendrán que contar con:

- Seguridad *hardware* con Módulo TPM 2.0 (incluido) Trusted Platform Modules.
- Protección Inteligente para forzar automáticamente la CPU del sistema a entrar en modo ULFM (modo de frecuencia ultrabaja para un consumo mínimo de energía) cuando la BMC recibe una alerta de un fallo o error de una fuente de alimentación (tales como pérdida de energía, sobretensión, sobrecalentamiento o problema del ventilador). Esta función evitará el apagado en sistemas cuando se pierda una fuente.
- Control dinámico de velocidad del ventilador para permitir el ajuste dinámico de la velocidad del ventilador. La velocidad de los ventiladores individuales debe poder ajustarse automáticamente de acuerdo con la temperatura actual del sistema (según los sensores de temperatura de la CPU, DIMM, M.2, discos, etc.) para conseguir la mejor refrigeración y eficiencia energética. Cuando la BMC detecta un cambio de temperatura, la velocidad del ventilador se ajustará automáticamente en consecuencia. Los perfiles de velocidad del ventilador también se pueden crear y editar manualmente cuando sea necesario de acuerdo con los requisitos personalizados del administrador
- Para evitar el tiempo de inactividad del servidor y la pérdida de datos como resultado de la pérdida de alimentación, el servidor deberá implementar unos condensadores dentro de la fuente de alimentación, que puedan suministrar energía durante 10-20 ms, que es tiempo suficiente para realizar la transición a una fuente de energía de apoyo para una operación continua.
- La BIOS permitirá optimizar parámetros para su funcionamiento en entornos HPC.
- Interfaz Web de operación de consolas que permita las siguientes características:
 - Interfaz Web AMI MegaRAC SP-X.
 - KVM HTML5.
 - Monitorización de sensores (voltaje, RPM, temperatura, estado de la CPU, etc.).
 - Datos del historial de lectura del sensor.
 - Información de FRU.
 - SEL Log.
 - Inventario de *hardware*.
 - Análisis de los ventiladores.
 - Cortafuegos del sistema.
 - Consumo de energía.
 - Control de potencia.
 - Soporte LDAP/AD/RADIUS.
 - Configuración de copia de seguridad y restauración.
 - Actualización remota de BIOS/BMC/CPLD.
 - Filtro de registro de eventos.
 - Gestión de usuarios.
 - Configuración de redirección de medios.



- Configuración de PAM.
 - Configuración de SSL.
 - Configuración de SMTP.
-
- Soporte para sistemas operativos Windows Server 2019, Windows Server 2022, Red Hat Enterprise Linux Server 8.6 x64, Red Hat Enterprise Linux Server 8.7 x64, Red Hat Enterprise Linux Server 9.0 x64, Red Hat Enterprise Linux Server 9.1 x64, SUSE Linux Enterprise Server 15SP8, Smart 20.04.5 LTS x64, Ubuntu 22.04 LTS x64, Ubuntu 22.04.1 LTS x64, VMware ESXi 7.0 Update 3i VMware ESXi 8.0 y Citrix Hypervisor 8.2.1



Racks refrigerados «por puerta trasera»

La solución deberá instalarse en 2 *racks* con las siguientes características mínimas para cada *rack*:

- Tamaño: 42U.
- Dimensiones del *rack* sin puertas: 2060 mm (alto) × 600 mm (ancho) × 1100 mm (profundidad).
- Capacidad de carga: Mínimo de 1200 kg sobre los pies estabilizadores.
- Debe contar con franjas de montaje vertical que incluyan 6 ranuras Zero-U en la parte trasera para la instalación de PDU. Deberán suministrarse todas las PDU monofásicas de 32 Amperes necesarias para la conectividad redundada de toda la solución ofrecida.
- Debe contar con puerta trasera refrigerada (RDHx) de 3 Vías, que incluya:
 - o Válvula de control de 3 vías que permita un flujo de agua constante en la infraestructura del edificio.
 - o Capacidad de refrigeración de hasta 40 kW por *rack*.
- La puerta debe estar equipada con un conjunto de 8 ventiladores montados a lo largo de toda la superficie de la puerta para forzar el aire caliente mediante el intercambiador de calor de forma homogénea, evitando puntos calientes en la parte superior.
- La puerta trasera debe tener unas dimensiones físicas máximas de 600 mm de ancho, 2020 mm de altura y aportar un máximo de 225 mm de profundidad adicional al *rack*. El peso físico de la puerta trasera de refrigeración no debe superar los 150 kg en vacío.
- El consumo máximo de energía de la puerta activa no debe superar los 800 W.
- Compatible con agua de entrada a 7-12 °C y salida a 12-17 °C. El caudal máximo será de 2 litros/segundo (7 m³/hora).
- Interfaz de gestión compatible con Modbus RTU o TCP/IP SNMP.
- La puerta debe poder abrirse a 180° para permitir un fácil acceso a los servidores.
- El sistema debe permitir la integración de un sensor de fugas instalado en la bandeja de condensación frontal en la parte inferior del *rack*.
- Fuentes de alimentación redundantes.



Comunicaciones

El sistema deberá contar con los siguientes elementos de comunicación:

- 2 *switches* de 200GE, cada uno con las siguientes características mínimas:
 - o 24x 200GbE QSFP56, puede utilizar Breakout para 2x 100GbE o 4x 50GbE.
 - o Rendimiento de 8 Tbps.
 - o Soporte de MLAG, EVPN-VXLAN, RoCEv2, PFC, ECN y DLB.
 - o 2 fuentes de alimentación (1+1 redundante) intercambiables en caliente, tipo C13, con un consumo máximo de 750W.
 - o 6 ventiladores (5 + 1 redundantes) intercambiables en caliente.

- 2 *switches* de 1GE de nivel 3, cada uno de ellos con las siguientes características mínimas:
 - o 48x 10/100/1000BASE-T puertos RJ45 y 4x 1G/10G puertos SFP+.
 - o Rendimiento de 176 Gbps (bidireccional).
 - o Soporte de MLAG, LACP.
 - o 2 fuentes de alimentación (1 + 1 redundante) intercambiables en caliente, tipo C13, con un consumo máximo de 60 W.
 - o 3 ventiladores (2 + 1 redundante) intercambiables en caliente, con flujo de aire trasero hacia delante.

El licitador deberá incluir todos los cables, conectores y elementos necesarios para la conectividad de datos y la alimentación eléctrica de la solución.

Software

El sistema operativo del clúster debe estar específicamente diseñado para entornos de computación de alto rendimiento (HPC), con soporte para arquitecturas x86-64 y para la ejecución eficiente de cargas científicas distribuidas. Adicionalmente, el entorno de *software* base debe incluir todas las herramientas necesarias para compilar, ejecutar, monitorizar y optimizar cargas de trabajo científicas en un entorno HPC, garantizando además la reproducibilidad de los entornos por los usuarios.

3. Garantía del suministro

La garantía mínima de los dispositivos será de 3 años, *in situ*, año a contar desde la fecha de recepción del suministro.

Barcelona,

Dra. Licia Verde
Investigadora ICREA
Instituto de Ciencias del Cosmos



TRADUCCIÓN AUTOMÁTICA