



Universidad
Zaragoza

Informe técnico

Expediente Nº 00284-2022

Supercomputador de gran potencia de cálculo y almacenamiento de datos de alto rendimiento, instalación, configuración, puesta en marcha, refrigeración y alimentación eléctrica



1. Introducción

El presente documento recoge el informe técnico sobre las ofertas (“sobre nº 2”) presentadas al procedimiento abierto Nº 00284-2022 “Supercomputador de gran potencia de cálculo y almacenamiento datos de alto rendimiento, instalación, configuración, puesta en marcha, refrigeración y alimentación eléctrica”.

A continuación, se muestran las empresas que han presentado oferta y han sido admitidas a licitación:

Empresa	Acrónimo
ASAC COMUNICACIONES S.L.	ASAC
DATA BASE STORAGE S.L.	OMEGA
ITWISE TECHNOLOGY SERVICES, S.L.	ITWISE
NEMIX COMPUTER SPAIN	NEMIX

2. Verificación de cumplimiento de prescripciones técnicas

Las cuatro ofertas recibidas cumplen con las prescripciones técnicas especificadas en el pliego.

3. Evaluación de proposiciones

Una vez verificadas las ofertas que cumplen el pliego de prescripciones técnicas, se ha procedido a evaluarlas conforme a los “Criterios evaluables mediante un juicio de valor” especificados en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares del contrato, que constan de un único criterio con los aspectos detallados a continuación:

CRITERIO 1: Valoración global de la oferta técnica

El objetivo es disponer de un sistema de computación no sólo potente sino también fiable y donde todos sus elementos, tanto el supercomputador en sí como los sistemas eléctrico y de refrigeración, estén perfectamente integrados. Este criterio valora la solución global en su conjunto y tendrá en cuenta los siguientes aspectos:

- Solidez y coherencia de la solución. (Máximo 9 puntos)
- Servicios de gestión. Funcionalidad y recursos de los nodos cabecera. (Máximo 2 puntos)
- Servidores de cálculo. Características de los nodos y procesadores ofertados, socket, velocidad, memoria, consumo de energía y cualquier otro factor que pueda influir en su potencia de cómputo y rendimiento. Características de los discos locales y tecnologías de interconexión. (Máximo 10 puntos)
- Almacenamiento compartido de alto rendimiento. Tipo de solución, interconexión, software, arquitectura y otras características que influyan en el rendimiento. (Máximo 2 puntos)
- Redes de comunicación. Topología ofertada, velocidad, características que influyan en el rendimiento y/o fiabilidad de las comunicaciones. (Máximo 2 puntos)

- f) Sistema eléctrico y sistema de refrigeración. Adaptación al emplazamiento, coherencia, eficiencia energética y escalabilidad de la solución. (Máximo 10 puntos)

A continuación, pasamos a describir y motivar las puntuaciones obtenidas por los distintos licitadores en cada uno de estos apartados:

a) *Solidez y coherencia de la solución. (Máximo 9 puntos)*

En general, las cuatro ofertas dan una respuesta adecuada a las necesidades planteadas en el pliego de prescripciones técnicas. Algunos licitadores inciden más y ofrecen mejores soluciones en unas partes del sistema y otros en otras.

ASAC ha realizado un estudio muy exhaustivo de los sistemas eléctrico y de refrigeración y propone soluciones bien elaboradas en estas facetas, haciendo uso del circuito de agua freática por lo que oferta el sistema de frío más eficiente. En cuanto a los componentes del supercomputador, propone también una buena solución en todos los aspectos y con un buen rendimiento.

OMEGA propone una solución correcta pero con un sistema de refrigeración menos eficiente y los nodos de cálculo ofrecen menos rendimiento en relación a su consumo energético que los del resto de licitadores.

ITWISE ha realizado un estudio detallado de los sistemas eléctrico y de refrigeración y propone soluciones más elaboradas en estas facetas que OMEGA y NEMIX, pero menos eficiente que ASAC. En cuanto a los componentes del supercomputador, propone una solución similar a ASAC para los nodos de cálculo, con un buen rendimiento, pero es la solución menos potente en los nodos cabecera.

NEMIX ha elaborado menos el estudio de los sistemas eléctrico y de refrigeración y propone una solución menos eficiente que ASAC e ITWISE en este sentido. Sin embargo, oferta algunas características adicionales en los componentes del supercomputador que le proporcionan mejoras importantes en el rendimiento y capacidad de los nodos.

Respecto a los servicios ofertados, que ayudan a dotar de solidez y coherencia a la solución global, los términos de garantía y soporte son relativamente similares en general, si bien en el caso de ITWISE sólo han sido descritos para la climatización, mientras que en cambio OMEGA hace una descripción muy detallada y ofrece un soporte técnico potente.

En cuanto a la formación, ITWISE no describe su propuesta, si bien se ofrece a elaborarla junto con el licitador, mientras que el resto proponen planes más detallados y ofertan condiciones relativamente parecidas.

Por otro lado, todas las soluciones se basan en Rocky como sistema operativo, Lustre y Slurm, si bien algunos proveedores entran más al detalle. OMEGA e ITWISE proponen herramientas conocidas, estando NEMIX abierta a lo que sugiramos, además de algunos añadidos interesantes a la hora de mantener la pila de software. ASAC ofrece una solución de monitorización propietaria que nos interesa menos como filosofía de trabajo.

De acuerdo a estas consideraciones, la puntuación que recibe cada uno de los licitadores en este apartado es la siguiente:

Empresa	Puntuación
ASAC COMUNICACIONES S.L.	8
DATA BASE STORAGE S.L.	5
ITWISE TECHNOLOGY SERVICES, S.L.	7
NEMIX COMPUTER SPAIN	7

b) Servicios de gestión. Funcionalidad y recursos de los nodos cabecera. (Máximo 2 puntos)

Para los servicios de gestión, todos los licitadores aportan soluciones adecuadas, con sistemas de redundancia y alta disponibilidad relativamente similares, si bien existen diferencias importantes en algunos de los parámetros principales de potencia y capacidad del hardware.

ASAC oferta 2 nodos cabecera, cada uno de ellos con:

- Dos procesadores AMD EPYC 7513, 2,6GHz, 32 cores, 128MB caché, 200 W
- Memoria (16x64GB) 1TB DDR4 RDIMM 3.200 MT/s
- Almacenamiento 3 x SSD SATA 3,84TB 6Gb/s

OMEGA oferta 2 nodos cabecera, cada uno de ellos con:

- Dos procesadores Intel Xeon Platinum 8358 de 32 cores, 2.6GHz, 250W
- Memoria RAM 16 x 64GB TruDDR4 3200 MHz RDIMM. Aunque en la oferta dicen que son 512 GB, entendemos que son 1024GB, es decir, 1TB, ya que es el producto 16 x 64GB
- Almacenamiento. Dos discos SSD 480GB Hot Swap configurados en mirror por hardware. Una cabina con discos SSDs de 960GB y discos SSD de 3,84TB que se dedicarán a los metadatos de Lustre. No especifican el número de discos, quizás por no entrar en conflicto con el “sobre 3” donde se valora el almacenamiento total del sistema, si bien los discos de los nodos cabecera suponen una parte muy pequeña del total, por lo que no desvelarían información de dicho sobre.

ITWISE oferta 2 nodos cabecera, cada uno de ellos con:

- Un procesador AMD Epyc 7513 a 2,6 GHz, 32 c/64 t, 128 MB de caché, 200 W
- Memoria RAM 512 GB DDR4 3200 MHz
- Doble disco local en configuración RAID-1 de 480 GB SSD y una cabina de almacenamiento con Discos SSD. Al igual que OMEGA, no especifican el número de discos.

NEMIX oferta 2 nodos cabecera, cada uno de ellos con:

- Dos procesadores AMD MILAN 7453 28 cores 2.75Ghz 64M caché 225W
- 16 Memoria RAM 64GB DDR4-3200 ECC RDIMM (total 1024GB)
- Almacenamiento. 2 discos NVME SSD SAMSUNG PM9A3 960GB PCIe4
- Almacenamiento. 4 discos SSD SAS3 SEAGATE LANGE BP 1.6TB 12GB/S

Las soluciones de ASAC, OMEGA y NEMIX superan con creces los requerimientos mínimos en los tres aspectos (procesadores, memoria y almacenamiento). ITWISE

oferta un solo procesador por nodo, que era el mínimo requerido, y la mitad de memoria RAM que el resto de competidores.

El procesador de NEMIX tiene menos cores (28 frente a 32) que el resto y consume un poco más que los ofertados por ASAC e ITWISE, si bien menos que el de OMEGA.

En el aspecto del almacenamiento, la propuesta de NEMIX puede ser más eficiente, al proponer 2 discos NVME conectados por PCIe4 de 960Gb. NEMIX también ofrece 4 discos conectados por SAS3, ASAC e ITWISE proponen discos conectados por SATA mientras que OMEGA especifica que el almacenamiento genérico se ubicará en una cabina que será compartida con el sistema de almacenamiento LUSTRE del supercomputador.

De acuerdo a estas consideraciones, la puntuación que recibe cada uno de los licitadores en este apartado es la siguiente:

Empresa	Puntuación
ASAC COMUNICACIONES S.L.	1,4
DATA BASE STORAGE S.L.	1
ITWISE TECHNOLOGY SERVICES, S.L.	0,6
NEMIX COMPUTER SPAIN	1,6

c) *Servidores de cálculo. Características de los nodos y procesadores ofertados, socket, velocidad, memoria, consumo de energía y cualquier otro factor que pueda influir en su potencia de cómputo y rendimiento. Características de los discos locales y tecnologías de interconexión. (Máximo 10 puntos)*

En la siguiente tabla mostramos las principales características de los nodos *thin* (que componen la mayor parte del superordenador) y *fat* ofertadas por cada uno de los licitadores:

NODOS THIN	ASAC	OMEGA	ITWISE	Nemix
Procesador	2 x AMD Milan 7513	2 x Intel Xeon Platinum 8358	2 x AMD Milan 7513	2 x AMD Milan 7513
Cores	32 Cores	32 Cores	32 Cores	32 Cores
Velocidad proc.	2.6Ghz	2.6Ghz	2.6Ghz	2.6Ghz
Caché L1	2MB	2MB	2MB	2MB
Caché L2	16MB	32MB	16MB	16MB
Caché L3	128MB	48MB	128MB	128MB
Consumo/proc.	200W	250W	200W	200W
RAM	256GB RAM	256GB RAM	256GB RAM	256GB RAM
Formato	4N2U	1U	4N2U	4N2U
Almacenamiento	Chip SSD M2 SATA 480GB	SSD 480GB	SATA 480GB M2 SSD	NVME SSD 960GB PCIe4

NODOS FAT	ASAC	OMEGA	ITWISE	Nemix
Procesador	2 x AMD Milan 7513	2 x Intel Xeon Platinum 8358	2 x AMD Milan 7513	2 x AMD Milan 7513
Cores	32 Cores	32 Cores	32 Cores	32 Cores
Velocidad proc.	2.6Ghz	2.6Ghz	2.6Ghz	2.8Ghz
Caché L1	2MB	2MB	2MB	2MB
Caché L2	16MB	32MB	16MB	16MB
Caché L3	128MB	48MB	128MB	256MB
Consumo/proc.	200W	250W	200W	225W
RAM	512GB RAM	512GB RAM	512GB RAM	512GB RAM
Formato	0.5U	1U	0.5U	1U
Almacenamiento	Chip SSD M2 SATA 480GB	SSD 480GB	SATA 480GB M2 SSD	NVME SSD 960GB PCIe4

Tres licitadores (ASAC, ITWISE y NEMIX) han optado por procesadores AMD Milan mientras que OMEGA lo ha hecho por Intel Xeon Platinum. En la siguiente tabla mostramos el desempeño de los procesadores ofertados para los nodos *thin*, que componen la mayor parte del supercomputador, en varios benchmarks (tests que proporcionan el número de operaciones o tareas realizadas por segundo sobre distintos problemas relevantes para el cálculo científico) de acuerdo a la web cpubenchmark.net, que es uno de los principales proveedores de este tipo de información.

BENCHMARK	Intel Xeon Platinum 8358 @ 2.60GHz	AMD EPYC 7513 @ 2.60GHz
Integer Math	255,990 MOps/Sec	278,639 MOps/Sec
Floating Point Math	147,426 MOps/Sec	153,894 MOps/Sec
Find Prime Numbers	245 Million Primes/Sec	391 Million Primes/Sec
Random String Sorting	108 Thousand Strings/Sec	106 Thousand Strings/Sec
Data Encryption	46,476 MBytes/Sec	65,246 MBytes/Sec
Data Compression	836.5 MBytes/Sec	918.8 MBytes/Sec
Physics	3,155 Frames/Sec	5,371 Frames/Sec
Extended Instructions	65,111 Million Matrices/Sec	56,411 Million Matrices/Sec
Single Thread	2,382 MOps/Sec	2,467 MOps/Sec

Si bien ambos procesadores presentan prestaciones relativamente parecidas, AMD Epyc Milan 7513 ofrece un desempeño mejor que Intel Xeon Platinum 8358 en la mayoría de los benchmarks.

ASAC e ITWISE ofrecen una solución idéntica en todos los parámetros, habiendo optado por la solución de AMD, con un consumo del procesador de 200W y unas memorias caché de 2, 16 y 128MB de los tipos L1, L2 y L3 respectivamente.

OMEGA oferta el procesador Intel citado arriba, con un consumo más elevado que el AMD (250W frente a 200W) y unas memorias caché de 2, 32 y 48MB de los tipos L1, L2 y L3 respectivamente. Aunque en el tipo L2 es superior a las ofertadas por los otros licitadores, la caché L3 es muy inferior al resto (48 frente a 128MB).

NEMIX oferta la solución de AMD y presenta algunas ventajas adicionales. Ofrece almacenamiento local de tipo NVME conectado por PCIe4, mientras el resto usa discos SATA o no especifica la conexión. La opción de NEMIX para la capacidad de discos duplica al resto y también mejora alguna de las prestaciones en los nodos *fat*.

De acuerdo a estas consideraciones, la puntuación que recibe cada uno de los licitadores en este apartado es la siguiente:

Empresa	Puntuación
ASAC COMUNICACIONES S.L.	7
DATA BASE STORAGE S.L.	4
ITWISE TECHNOLOGY SERVICES, S.L.	7
NEMIX COMPUTER SPAIN	9

d) *Almacenamiento compartido de alto rendimiento. Tipo de solución, interconexión, software, arquitectura y otras características que influyan en el rendimiento. (Máximo 2 puntos)*

En general, todos los licitadores presentan soluciones adecuadas y no se observan diferencias demasiado significativas con la información disponible. Los licitadores no proporcionan la distribución y número exacto de nodos y cabinas para no desvelar información relativa al sobre 3, donde se valorará el volumen del almacenamiento.

ASAC propone un sistema con dos nodos de metadatos y uno de datos, conectados a una cabina para metadatos y otra para datos.

La solución de OMEGA no especifica el número de nodos ni el de cabinas de datos, tan solo especifica que usa una cabina para metadatos. Alguna cabina de almacenamiento se compartirá con el sistema de gestión (nodos cabecera). Esto no es problemático, pero se considera menos adecuado que si estuviesen separados como en las otras soluciones propuestas.

ITWISE especifica el número de nodos de la solución como 2 nodos de datos y 2 de metadatos, mientras que el número de cabinas como una para metadatos y otra para datos. Se valora positivamente contar con dos nodos de metadatos.

La propuesta de NEMIX es hacer uso de servidores densos que hacen el papel de nodos, en lugar de nodos + cabinas como el resto de empresas. Valoramos positivamente que el almacenamiento esté conectado de forma directa. Sin embargo, los procesadores tienen menos cores que los ofertados por las otras empresas, aunque en este punto no es tan relevante. NEMIX especifica el número de nodos de metadatos como uno, pero no especifica el número de nodos de datos.

De acuerdo a estas consideraciones, la puntuación que recibe cada uno de los licitadores en este apartado es la siguiente:

Empresa	Puntuación
ASAC COMUNICACIONES S.L.	1,5
DATA BASE STORAGE S.L.	1,3
ITWISE TECHNOLOGY SERVICES, S.L.	1,7
NEMIX COMPUTER SPAIN	1,7

e) *Redes de comunicación. Topología ofertada, velocidad, características que influyan en el rendimiento y/o fiabilidad de las comunicaciones. (Máximo 2 puntos)*

Todas las opciones tienen una configuración muy similar en cuanto a hardware de red se refiere, cumpliendo los requisitos necesarios con hardware de marcas reconocidas y orientado a la escalabilidad y funcionamiento en entornos de datacenter.

ASAC proporciona información completa sobre el hardware de red, se valora que no exista factor de bloqueo, lo cual da un mejor rendimiento de las comunicaciones.

OMEGA información desglosada sobre los distintos componentes; se valora la capacidad de escalado de la solución así como los elementos redundantes que aportan una mayor seguridad.

ITWISE da información detallada sobre los componentes necesarios para cumplir requisitos. Se contempla la mejora de disponibilidad de elementos de la red interna

agregando una fuente de alimentación redundante a los conmutadores.

NEMIX adjunta información completa sobre los elementos. Se valora la propuesta de conexiones de cableado entre los distintos armarios para reducir su longitud.

De acuerdo a estas consideraciones, la puntuación que recibe cada uno de los licitadores en este apartado es la siguiente:

Empresa	Puntuación
ASAC COMUNICACIONES S.L.	1
DATA BASE STORAGE S.L.	1
ITWISE TECHNOLOGY SERVICES, S.L.	1
NEMIX COMPUTER SPAIN	1

f) *Sistema eléctrico y sistema de refrigeración. Adaptación al emplazamiento, coherencia, eficiencia energética y escalabilidad de la solución. (Máximo 10 puntos)*

ASAC describe muy bien los sistemas actuales, tanto el eléctrico como el de refrigeración, y también detalla bien la solución. Respecto a la refrigeración, propone una solución de puertas frías interesante, pues aprovecha el circuito de 18°C existente y proporciona una buena eficiencia energética al utilizar aguas freáticas (PUE de 1,034, aunque quizás este valor es optimista). Asegura también que en caso de fallo de este circuito, o de que no aporte la potencia de frío suficiente en un momento dado, hay un chiller de respaldo con la capacidad suficiente para refrigerar el sistema completo. Tanto la red de tuberías como la “unidad CDU (cooling distribution unit) o HxB (heat exchanger board) de 200 kW de potencia”, permitirían la escalabilidad cuando se instalen potencias superiores de cálculo y de refrigeración. Proponen colocar los racks en el extremo izquierdo de la sala; en principio sería una opción válida, pero dificulta la escalabilidad del sistema porque por el lado izquierdo sale la tobera de extracción actual y no podrían posicionarse nuevos racks en esa misma zona. Proponen sondas de temperatura, sistemas de detección de fugas y un software de control que serán útiles para tener el sistema monitorizado en todo momento

Respecto al sistema eléctrico, ASAC hace un estudio muy detallado de la situación actual y de las modificaciones necesarias en protecciones, cuadros, acometidas, etc. Proponen una acometida de 218 kW que sustituiría a la anterior, de menor potencia, en lugar de añadir a la actual una nueva de 120 kW. En principio la solución sería válida y posiblemente permitiría seguir trabajando con los dos SAIs en paralelo, pero de cara a la escalabilidad del sistema, probablemente sea necesario desacoplar los SAIs para disponer de la potencia necesaria cuando se añadan futuros equipos de cómputo. No dicen nada sobre qué hacer con los SAIs en ese sentido.

OMEGA propone un sistema de puertas frías con enfriadoras. No proponen usar el circuito freático. No da un valor concreto del PUE pero sí dice que en instalaciones similares está entre 1,2 y 1,4. El circuito frigorífico contará con un colector para hasta cinco puertas refrigeradas, aunque inicialmente se proporcionarán tres para el sistema ofertado en este pliego. Esto permite escalabilidad pero posiblemente, para llegar a los 200 MW en el futuro, sería necesario añadir alguna toma más. Ofrecen un sistema de monitorización pero menos completo que otros.

Respecto al sistema eléctrico, OMEGA no hace un estudio detallado, aunque dicen que cumplirán con lo solicitado y que se adecuará el cuadro eléctrico general para ampliar 120 kW para cuadro de servicio de SAI 2 a instalar en sala CPD, se instalarán protecciones eléctricas con la máxima capacidad que puedan suministrar los SAI actuales.

ITWISE ofrece un sistema InRow con enfriadoras. No proponen usar el circuito freático. El sistema de refrigeración se ha dimensionado y está preparado para disipar en un futuro 200kW de consumo IT, añadiendo los elementos de ampliación, tales como enfriadora de agua, bombas, equipos InRow y conexiones de tubería a las tomas de los colectores que quedarán instalados con llave de corte y las secciones adecuadas. Tiene por tanto una escalabilidad adecuada. Dicen que las enfriadoras utilizan free-cooling cuando hace frío en el exterior, logrando así una mayor eficiencia, si bien estiman el PUE en 1,39.

ITWISE explica bien cómo proponen la segregación de las líneas y de los dos SAIs desde el cuadro general hasta un nuevo cuadro en el CPD, incluyendo un nuevo cuadro junto al SAI así como la línea SAI-CPD, con las protecciones necesarias.

NEMIX ofrece un sistema InRow con enfriadoras. No proponen usar el circuito freático. Dicen que las tuberías permiten el caudal suficiente para la escalabilidad, así como el tamaño de la bancada en la cubierta del edificio, pero no hablan de dejar colectores o tomas adicionales para que esa escalabilidad sea más fácil. El sistema cumpliría requisitos pero no han explicado mucho los detalles de la instalación, ni el PUE.

NEMIX no describe bien el sistema eléctrico actual, pues los valores de potencia que muestran para las líneas y protecciones están sobredimensionados (por ejemplo, para el cuadro general han interpretado que tiene 630 kW pero en realidad tiene 630 amperios). La segregación que proponen de los SAIs y pasar por uno de ellos antes de subir al CPD sería correcta, pero no explican qué hacen para alimentar la refrigeración, que lo lógico es que no pasase por el SAI.

De acuerdo a estas consideraciones, la puntuación que recibe cada uno de los licitadores en este apartado es la siguiente:

Empresa	Puntuación
ASAC COMUNICACIONES S.L.	9
DATA BASE STORAGE S.L.	5
ITWISE TECHNOLOGY SERVICES, S.L.	7
NEMIX COMPUTER SPAIN	4

RESUMEN DE PUNTUACIONES

La tabla siguiente muestra la puntuación obtenida por cada uno de los licitadores en los distintos apartados, así como su puntuación total:



Empresa \ Criterio	a)	b)	c)	d)	e)	f)	Total
ASAC COMUNICACIONES S.L.	8	1,4	7	1,5	1	9	27,9
DATA BASE STORAGE S.L.	5	1	4	1,3	1	5	17,3
ITWISE TECHNOLOGY SERVICES, S.L.	7	0,6	7	1,7	1	7	24,3
NEMIX COMPUTER SPAIN	7	1,6	9	1,7	1	4	24,3

Zaragoza, a 26 de febrero de 2023

Fdo.: Alfonso Tarancón Lafita
Cargo: Catedrático de Física Teórica.
Investigador del BIFI responsable del
proyecto

Fdo.: David Íñiguez Dieste
Cargo: Investigador ARAID.
Responsable del Área de Computación y
Ciencia de Datos del BIFI