

BARCELONA SUPERCOMPUTING CENTER – CENTRO NACIONAL DE SUPERCOMPUTACIÓN

INFORME DE VALORACIÓN TÉCNICA

Expediente N^o **CONSU02022002OP**

Informe de valoración de la oferta técnica (sobres 2) presentada al expediente de contratación número CONSU02022002OP

A la licitación de referencia se ha presentado la empresa - QILIMANJARO QUANTUM TECH, S.L.

De conformidad con lo establecido en el apartado J-1b) del Cuadro de Características del Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares (de ahora en adelante PCAP) y visto el contenido del sobre 2 de la empresa licitadora son los siguientes:

b) Criterios cuya cuantificación depende de un juicio de valor _____ 49 puntos

Se valorará positivamente hasta un total de 49 puntos las mejoras más allá de los requerimientos mínimos de características técnicas y funcionales descritas en el Pliego de Prescripciones Técnicas.

Se valorarán con un máximo de 49 puntos aquellas ofertas recibidas en función de que las mejoras aportadas y que valoradas en su conjunto se conviertan en la solución con mejores características de funcionalidad y desempeño de la solución propuesta.

Con el fin de valorar la mejor oferta recibida y que por ello se convierta en la solución con mejores características de funcionalidad y desempeño de la solución propuesta, los aspectos de las tablas siguientes se deberán valorar en su conjunto en función de los porcentajes establecidos, los cuales ayudarán a evaluar los diversos aspectos técnicos de las mejoras recibidas como mejor solución.

El % se asignará de la siguiente manera para cada mejora técnica evaluable, aspecto técnico de la tabla:

- La oferta con el mejor diseño/solución técnica propuesta en cada aspecto técnico ofrecido obtendrá el % máximo indicado.
- Las ofertas que, si aporten mejoras en cada aspecto técnico con un diseño/solución menos funcional, recibirán % de la valoración proporcional.
- Las ofertas que no ofrezcan mejoras en cada aspecto técnico de la tabla o una mejora mínimamente funcional obtendrán 0% para ese aspecto técnico.

La puntuación final de la oferta se calculará de la forma siguiente:

- Las propuestas que hayan obtenido el mayor % y se conviertan en la solución con mejores características de funcionalidad y desempeño de la solución propuesta se le asignará la máxima puntuación: 49 puntos, y el resto recibirá la puntuación de manera proporcional.

Las propuestas presentadas deberán tener en cuenta que se van a valorar los aspectos técnicos descritos en las tablas siguientes:

1. Hardware

1.1. Ordenador cuántico

- Ref. D1.1.2: Se valorará la calidad técnica del refrigerador, entre otras características: que sea un refrigerador de tipo “cryogenic-free” y que el tiempo de refrigeración hasta 20 mK sea el mínimo posible. **9 % máximo.**
- Ref. D1.1.4: Se valorarán refrigeradores de dilución de tamaño lo más reducido posible sin que ello complique su mantenimiento. Este valor ese establecerá en los m3 ocupados incluyendo el espacio de servicio necesario para su operación. Se deberá presentar un esquema en planta de los diversos componentes con medidas para la evaluación de este punto. El espacio máximo ocupación no deberá exceder 2,4m x 5,4m x 3,2m (ancho x profundidad x altura) y teniendo en cuenta que la puerta de acceso al site tiene unas dimensiones de 1,59 m ancho x 2,38m alto. **4 % máximo.**
- Ref. D1.1.5: Se valorará la instalación de más de un refrigerador de dilución con otras características a las mencionadas en el apartado R1 siempre y cuando haya al menos uno de ellos que cumpla con los requisitos de R1. En el caso de proveer ese refrigerador extra, también se evaluará sus características técnicas. **7 % máximo.**
- Ref. D1.1.6: Se valorará la entrega de un refrigerador de dilución para su muestra al público, sin que este tenga que ser funcional ni cumplir con ninguna especificidad respecto al tamaño. **1 % máximo.**

1.2. Chips cuánticos

- Ref. D1.2.4: Se valorará que el primer chip entregado contenga más de 2 cúbits. **13 % máximo.**
- Ref. D1.2.5: Se valorará el número y características de los chips entregados, incluyendo propuestas que ofrezcan más de 20 cúbits. **12 % máximo.**
- Ref. D1.2.6: Se valorará que el chip pueda implementar otros paradigmas computacionales cuánticos además del binario-digital (en concordancia con su software de programación que lo permita). **3 % máximo.**
- Ref. D1.2.8: Se valorará que la duración en la operación de los chips sea superior a los 6 meses (sin renunciar a la instalación del siguiente chip). **6 % máximo.**
- Ref. D1.2.12: Se valorarán propuestas de exposición de los chips cuánticos, tanto los antiguos como propuestas no funcionales. **2 % máximo.**

1.3. Hardware de acceso al ordenador cuántico

- Ref. D1.3.3: Se valorarán las características técnicas de los servidores ofertados como cualquier valor que ofrezca una mejora por encima de los mínimos demandados. **5 % máximo.**
- Ref. D1.3.12: Se valorarán las características de los switches ofertados, como un número de GBICs entregado por encima de los mínimos requeridos. **1 % máximo.**

2. Software

2.1. Software programario cuántico

- Ref. D2.1.4: Se valorará que el (firmware) software de control de bajo nivel (generación de pulsos, como el utilizado por una FPGA) sea open-source. **2 % máximo.**
- Ref. D2.1.5: Se valorará que el software de programación contenga librerías de software con aplicaciones en computación cuántica y que estas sean open-source. **2 % máximo.**
- Ref. D2.1.6: Se valorará que el software pueda utilizarse en combinación con otros lenguajes de programación cuánticos. **4 % máximo.**
- Ref. D2.1.7: Se valorará que el software de programación haya sido utilizado por más de una entidad pública o privada. **4 % máximo.**
- Ref. D2.1.10: Se valorará la calidad del algoritmo de simulación cuántico en comparación con otros algoritmos similares disponibles en el mercado (número de cúbits simulables, tiempo de las simulaciones, etc.). **4 % máximo.**
- Ref. D2.1.11: Se valorará que el software de programación incluya un simulador de los errores experimentales de los chips cuánticos (simulador ruidoso). **2 % máximo.**
- Ref. D2.1.12: Se valorará que el simulador de circuitos cuánticos permita un cierto nivel de abstracción tal como definir puertas lógicas generales, simular la función de onda exacta, o incluir otros paradigmas computacionales. **2 % máximo.**

2.2. Software para el acceso al ordenador cuántico

- Ref. D2.2.5: Linux con soporte Enterprise. **1% máximo.**

3. Operación

- Ref. D3.9: Se valorarán propuestas que tengan en cuenta la vistosidad y muestra del máximo número de componentes del ordenador cuántico. **2 % máximo.**
- Ref. D3.12: El diagrama de Gantt presentado será valorado en su calidad y claridad, como la fecha prevista de puesta en marcha del computador cuántico y entrega de su primer chip. Valorando la puesta en producción previa a la fecha indicada en este pliego como máxima (fecha de la firma del contrato). **2 % máximo.**

4. Training

- Ref. D4.2: Se valorará la automatización de los procesos de mantenimiento diario de la máquina, sin que ello sustituya el requerimiento descrito en R1. **3 % máximo.**
- Ref. D4.4: Se valorarán otras actividades o materiales relacionados con la divulgación sobre la tecnología de cúbits superconductores. **3 % máximo.**

5. Mantenimiento

- Ref. D5.3: Se valorará la calidad de la garantía / mantenimiento por encima del mínimo requerido en el pliego técnico R5.1. Se valorarán los siguientes elementos con un peso equivalente: el tiempo de extensión de la garantía por encima del mínimo requerido (6 meses después del último procesador cuántico) sin que pueda superar el máximo establecido por ley, tiempos de respuesta por debajo del mínimo exigido (2 horas), descripción de la organización de la estructura de soporte (L1, L2, L3) y procedimiento de escalado de incidencias, y años de experiencia del técnico/s que realizarán las reparaciones on-site. **6 % máximo.**

Visto el contenido del sobre 2 de la empresa licitadora, el resultado es el siguiente.

La oferta presentada por QILIMANJARO QUANTUM TECH, S.L. cumple los requisitos técnicos mínimos establecidos con lo que la oferta es aceptada.

Oferta empresa QILIMANJARO QUANTUM TECH, S.L.

1. Hardware

1.1. Ordenador cuántico

- Ref. D1.1.2: La oferta incluye dos refrigeradores de dilución “cryogen-free” de la empresa Leiden Cryogenics con una alta capacidad de refrigeración en un tiempo relativamente estándar de 36h para 20mK o similar. El refrigerador tiene un circuito de reciclado de gases que permite la recuperación de la mezcla en casos de corte de potencia. Puntuación: 9%
- Ref. D1.1.4: El criostato es un modelo con un tamaño relativamente compacto, pese a lo cual permite la inserción de centenares de líneas coaxiales, necesarias para controlar un número grande de qubits. Las dimensiones del criostato cumplen las limitaciones especificadas. Puntuación: 4%
- Ref. D1.1.5: Se proporcionarán dos refrigeradores con idénticas características. Puntuación: 7%
- Ref. D1.1.6: Se ofrece un refrigerador de dilución modelo para su muestra al público, con paneles explicativos que detallan los componentes y su funcionamiento. Puntuación: 1%

1.2. Chips cuánticos

- Ref. D1.2.4: La primera generación de QPU facilitada tendrá 5 qubits, por lo que será similar en prestaciones a los primeros chips ofertados al público general por IBM. Existen ordenadores cuánticos comerciales con un número superior de qubits, motivo por el que no se otorga la máxima puntuación: 10%
- Ref. D1.2.5: Se procurarán diversas generaciones de QPUs, comenzando por los 5 qubits antes citados y llegando hasta chips con 30 qubits en 2024. Existen generaciones de chips con 54 y 123 qubits funcionales, y 30 qubits cae dentro de lo que no proporciona una ventaja cuántica, por lo que no se otorga la máxima puntuación. Puntuación: 10%
- Ref. D1.2.6: La plataforma de control del ordenador cuántico facilitará la programación directa de pulsos. Esta característica permite no sólo operar más niveles cuánticos (p.ej. programar qutrits en lugar de qubits) sino que facilita otros tipos de programación analógico-cuántica. Puntuación: 3%
- Ref. D1.2.8: El programa de actualización de chips contempla 7 generaciones de chips, pero al disponer de dos refrigeradores funcionales cada chip se podrá utilizar por un período superior a 6 meses. Puntuación: 6%.
- Ref. D1.2.12: La propuesta contempla la fabricación de una vitrina para exhibir los chips ya utilizados, incluyendo un microscopio que permita observar las características de los chips, y una pantalla interactiva con explicaciones. Puntuación: 2%

1.3. Hardware de acceso al ordenador cuántico

En la entrada D1.3.3, la oferta ofrece mejoras técnicas sobre los mínimos requeridos para los servidores head, logins y nodos Gateway. Siendo éstas las mejores recibidas obtienen el máximo peso: 5%.

En la entrada D1.3.12, la oferta presenta unos switches de 1Gbit y otro de 10Gbit contemplando las mejores características técnicas entre los recibidos en este pliego, obteniendo el máximo peso para este deseable, 1%.

2. Software

2.1. Software programario cuántico

- Ref. D2.1.4: El hardware de generación de pulsos está basado en una interfaz propietaria de la empresa Qblox para describir el formato de los pulsos, lo que impide alcanzar la máxima puntuación. No obstante, el software de control del ordenador cuántico, Qibo, es código abierto e incluye una librería para transcribir descripciones de pulsos a este formato propietario. Puntuación: 1%
- Ref. D2.1.5: Se facilita el software Qibo, que permite tanto el control y operación del ordenador cuántico, como el desarrollo de aplicaciones de alto nivel. La selección de algoritmos de la librería es comparativamente mejorable, aunque al

ser de código abierto podrá mejorar con las contribuciones del proyecto Quantum Spain. Puntuación: 2%

- Ref. D2.1.6: La librería Qibo permite utilizar otros lenguajes de programación como “backend”, pero la utilización de esta librería desde otros entornos (Qiskit, Circ, etc) no es tan directa, ya que requiere del uso de especificaciones intermedias (OpenQASM), limitando las opciones de programación en esos lenguajes. Por este motivo no se otorga la máxima puntuación. Puntuación: 2%
- Ref. D2.1.7: El software facilitado está siendo utilizado de forma regular en varias instituciones, tanto públicas como privadas, que también contribuyen a su desarrollo. Puntuación: 4%
- Ref. D2.1.10: El software incluye diferentes “backends” para la simulación exacta del ordenador cuántico, que han sido demostrados en aplicaciones reales con hasta 33 qubits. Se trata de una cifra competitiva con otras opciones comerciales (p.ej. Atos QS) en condiciones de hardware similar. Puntuación: 4%
- Ref. D2.1.11: El software proporciona tres modelos de error que permiten aproximar la dinámica ruidosa del ordenador cuántico. No obstante, no se facilitan herramientas para calibrar esos modelos en función de la operación real del hardware disponible, motivo por el que no se otorga la máxima puntuación. Puntuación: 1%
- Ref. D2.1.12: La librería Qibo tiene un nivel de abstracción comparable a otros lenguajes de programación de ordenadores cuánticos. Puntuación: 2%

2.2. Software para el acceso al ordenador cuántico

En la entrada D2.2.5, la oferta proporciona un Linux de tipo Enterprise (RedHat Linux Enterprise Server), con lo que obtiene el máximo peso disponible, 1%.

3. Operación

En la entrada D3.9, la oferta provee de diversas acciones que incrementan la vistosidad de la solución cuántica, uso de cables de red de colores diferentes, racks abiertos, pantallas con métricas en directo del ordenador cuántico, al ser la mejor oferta recibida en este aspecto obtiene el peso máximo de 2%.

En la entrada D3.12, la oferta presenta un diagrama de Gantt del proyecto indicando cada uno de los hitos de este, dado que es el mejor diagrama de proyecto recibido obtiene el máximo peso en este apartado, 2%.

4. Training

- Ref. D4.2: El software de control del ordenador cuántico realizará las tareas de calibración de qubits y operaciones estándar en otros ordenadores cuánticos. Es importante destacar que, pese a la capacidad de automatizar estos procesos, se mantiene la necesidad de supervisión humana para detectar problemas en qubits individuales, que pueden inutilizar secciones del procesador (p.ej. por

exceso de cuasipartículas). Dicho esto, el software de mantenimiento proporcionará información suficiente para detectar estos problemas. Puntuación: 2%

En la entrada D4.4, aunque queda fuera de la evaluación del pliego y de esta entrada se considera adecuado que se hubiera incluido referencias completas para la operación del software (Qibo), con un estándar comparable a otros entornos (destacando Qiskit).

Por otro lado, la oferta prevé la creación de una serie de video blogs, y se incluirá la creación de material audiovisual para acompañar la exposición en capilla del ordenador cuántico, siendo la mejor oferta recibida en dicho aspecto, se le otorga el mayor peso, 3%.

5. Mantenimiento

En la entrada D5.3, aunque queda fuera de la evaluación de este punto, se hace notar que no se describe en la oferta como va a gestionar posibles incompatibilidades entre actualizaciones del software Qibo. Respecto a las mejoras del mantenimiento ofrecido, la oferta mejora el tiempo de respuesta rebajándolo hasta 1 hora y aumenta los años de garantía y mantenimiento de los equipos informáticos hasta 8 años de los 3 mínimos requeridos, por todo ello obtiene el máximo peso en este apartado, 6%.

Id	Texto	% MAX PESO	QILIMANJARO
D1.1.2	Calidad técnica refrigerador	9	9
D1.1.4	Tamaño reducido de refrigeradores	4	4
D1.1.5	Instalación de más de 1 refrigerador	7	7
D1.1.6	Entrega refrigerador de muestra	1	1
D1.2.4	Primer chip más de 2 cubits	13	10
D1.2.5	número y caract de chips entregados	12	10
D1.2.6	Implementar otros paradigmas	3	3
D1.2.8	Operación de los chips > 6 meses	6	6
D1.2.12	Valoración de la exposición propuesta	2	2
D1.3.3	Caract. técnicas de los servers	5	5
D1.3.12	Caract. técnicas de los switches	1	1
D2.1.4	Open-source firmware fpga sw control	2	1
D2.1.5	Librerías sw con apps computación cuántica	2	2
D2.1.6	Combinado con otros lenguajes cuánticos	4	2
D2.1.7	Sw usado por más de una entidad	4	4
D2.1.10	Calidad algoritmo simulación circuitos	4	4
D2.1.11	Incluya simulador de los errores	2	1
D2.1.12	Incluya definir puertas lógicas generales, ..	2	2
D2.2.5	Linux enterprise	1	1
D3.9	Propuestas de vistosidad	2	2
D3.12	Valoración del Gantt	2	2
D4.2	Automatización de procesos	3	2
D4.4	Otras actividades o materiales divulgativos	3	3

D5.3	Calidad del mantenimiento ofertado	6	6
	SUMA % PESO	100	90

	PUNTOS	QILIMANJARO
Puntuación técnica juicio valor	49	49

Por lo tanto, la oferta de QILIMANJARO QUANTUM TECH, S.L. recibe 49 puntos al ser la oferta con mejor peso obtenido de las recibidas.

Sr. Sergi Girona
*Director de Operaciones
del BSC-CNS*

Sr. Juan José García Ripoll
Experto externo

Sr. Javier Bartolomé
Jefe de sistemas del BSC-CNS