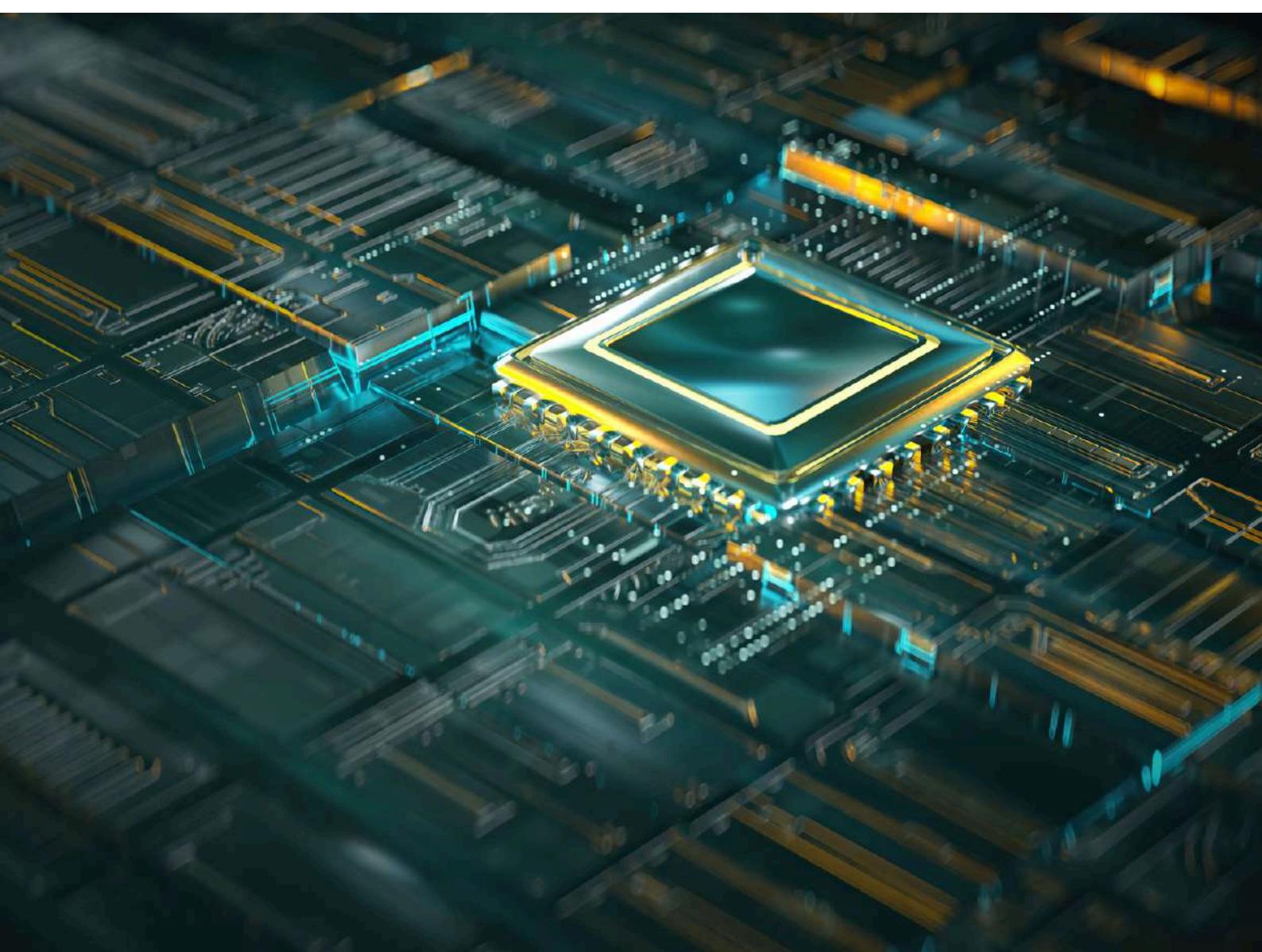


COMPUTACIÓN CUÁNTICA



INFORME DE SITUACIÓN 2025



Plataforma Tecnológica Española
de Tecnologías Disruptivas

Ayuda PTR2024-002903 financiada por:



Secretaría técnica a cargo de:



ÍNDICE

Introducción	03
Aplicaciones actuales	05
Ecosistema	09
Retos y oportunidades	13
Prospectiva	18
Casos de uso	21
Enlaces de interés	25

INTRODUCCIÓN

En 2025, España consolida su posición como uno de los polos europeos más dinámicos en computación cuántica, combinando hitos de infraestructura con una apuesta pública sin precedentes. El año queda marcado por el lanzamiento de la primera Estrategia de Tecnologías Cuánticas de España (2025-2030), dotada con 800 millones de euros, que articula un plan integral desde la I+D hasta la transferencia industrial y el talento, y alinea al país con las hojas de ruta internacionales más ambiciosas.

El avance infraestructural se traduce en dos hitos complementarios. Por un lado, en febrero comenzó a operar MareNostrum-Ona, el primer supercomputador cuántico español, integrado en el Barcelona Supercomputing Center y conectado a MareNostrum 5, un paso decisivo para la investigación y el cálculo híbrido cuántico-clásico. Por otro lado, IBM ha desplegado en Donostia/San Sebastián uno de los sistemas cuánticos operativos más avanzados de Europa, reforzando la posición de España como uno de los pocos países con acceso directo a hardware cuántico de última generación.

Este impulso se acompaña de una política industrial activa y alianzas público-privadas. Destaca la inversión estatal de 67 millones de euros en Multiverse Computing para fortalecer soluciones de IA y cuántica, además de colaboraciones como la de Telefónica con la Diputación Foral de Bizkaia para acelerar la adopción de estas tecnologías en el tejido productivo. Estas iniciativas refuerzan la capilaridad del ecosistema español y su orientación a casos de uso empresariales.

A nivel territorial, Euskadi y Cataluña se consolidan como nodos estratégicos, mientras emergen nuevas capacidades en Galicia y Madrid. El esfuerzo en talento especializado también gana tracción: universidades, centros tecnológicos y empresas impulsan programas de capacitación para cubrir la creciente demanda de perfiles cuánticos. Sin embargo, el desarrollo cuántico español se enfrenta a desafíos estructurales que aún condicionan la llegada de beneficios plenos: la escalabilidad del hardware, la tolerancia a fallos, la madurez de las aplicaciones y una demanda de talento que crece más rápido que la oferta. Además, la competencia global se intensifica, con EE. UU., China y Japón marcando el ritmo y Europa tratando de consolidar una autonomía tecnológica en un sector altamente estratégico.

El panorama cuántico de 2025 refleja, así, madurez, visión y ambición: España despliega una agenda de país que combina infraestructura, adopción industrial y una hoja de ruta alineada con la economía del conocimiento. A medida que la tecnología avanza hacia sistemas más robustos y útiles, el país se posiciona para desempeñar un papel protagonista en la futura economía cuántica europea.

Este informe pretende ser una foto del momento actual en el que se encuentra dicha tecnología en España y que sirva para poder comparar la situación en un futuro próximo.

APLICACIONES ACTUALES

En 2025, la computación cuántica da el salto definitivo desde los entornos de investigación hacia aplicaciones reales en la economía española, consolidando su posición como tecnología de impacto transversal. Gracias a la combinación de inversión pública, colaboraciones internacionales y el empuje de startups nacionales, entre ellas Multiverse Computing, Qilimanjaro, Qcentroid, Quside y LuxQuanta, España se sitúa entre los países europeos con mayor grado de adopción práctica. La madurez tecnológica media de los proyectos nacionales oscila entre TRL 5 y TRL 7, mostrando una clara tendencia hacia la industrialización.

A continuación, se detallan las principales áreas de aplicación activa durante 2025:

- **Optimización industrial, logística y energía**

Los algoritmos cuánticos de optimización se consolidan como una de las aplicaciones con mayor tracción industrial. Proyectos como QUORUM, coordinado por Grariant y CESGA, aplican técnicas cuánticas para optimizar redes eléctricas y cadenas logísticas, con ahorros operativos superiores al 15% en simulaciones piloto.

En el ámbito energético, Iberdrola, Repsol y Endesa lideran pruebas de predicción de generación renovable mediante modelos cuántico-clásicos, mejorando la precisión de pronóstico eólico y solar hasta en un 25% frente a sistemas tradicionales. Estas soluciones, en fase TRL 6-7, contribuyen a la descarbonización y a la planificación inteligente de redes eléctricas.

A nivel logístico, el uso de quantum annealing comienza a aplicarse a problemas de planificación de transporte. Casos como Volkswagen en Lisboa o DHL en su red europea han demostrado reducciones de congestión y tiempos de entrega. España explora su adaptación en puertos de Valencia y Algeciras, con pruebas de optimización en rutas marítimas y distribución de mercancías.

- **Ciberseguridad y criptografía post-cuántica**

La ciberseguridad cuántica es una de las áreas más estratégicas y sensibles en 2025. Con la cercanía de la denominada Q-Day (momento en que sistemas cuánticos puedan comprometer criptografía clásica), crece la urgencia por desplegar sistemas de criptografía post-cuántica (PQC).

Organismos como el CCN-CERT y INCIBE, junto con empresas como Telefónica Tech y BBVA Next Technologies, están implementando protocolos de cifrado resistentes a ataques cuánticos en comunicaciones financieras y redes gubernamentales.

Startups como LuxQuanta y Quside proporcionan soluciones basadas en fotónica cuántica y generadores de números aleatorios cuánticos (QRNG), que ya se integran en infraestructuras críticas. Estas iniciativas, con madurez TRL 7-8, posicionan a España como un actor clave en la ciberseguridad europea post-cuántica.

- **Simulación cuántica en ciencia, química y nuevos materiales**

Las simulaciones cuánticas permiten modelar con precisión estructuras moleculares complejas, impulsando avances en química, energía y materiales.

El CSIC y el ICFO lideran proyectos de investigación para diseñar nuevos catalizadores y materiales para almacenamiento energético, reduciendo en un 40% los tiempos de validación experimental. Repsol TechLab utiliza modelos cuánticos para acelerar el desarrollo de biocombustibles sostenibles, mientras que grupos de investigación en la Universidad de Vigo y la UCLM aplican técnicas cuánticas al diseño de semiconductores avanzados. Estas aplicaciones, con un nivel de madurez TRL 5-6, se consideran clave para la transición hacia una industria química y energética más eficiente.

- **Salud, biomedicina y biotecnología**

El sector sanitario avanza rápidamente hacia el uso de la computación cuántica para el descubrimiento de fármacos y la modelización biomolecular. El CSIC, en colaboración con startups biotecnológicas, desarrolla simulaciones cuánticas para predecir interacciones proteína-ligando, reduciendo drásticamente el tiempo de cribado molecular. En Galicia, proyectos vinculados al polo de salud cuántica de Santiago combinan datos genómicos y algoritmos cuánticos para acelerar terapias de precisión en enfermedades neurodegenerativas. Estas aplicaciones, con madurez TRL 4-6, sitúan a España en una posición privilegiada para la bioinformática cuántica, un sector que podría multiplicar por tres su tamaño antes de 2030.

- **Inteligencia Artificial Cuántica y software cuántico**

La convergencia entre IA y computación cuántica constituye un vector clave de innovación. Startups como Multiverse Computing y Qilimanjaro desarrollan modelos híbridos que integran algoritmos cuánticos en flujos de machine learning, mejorando la predicción de datos complejos, la detección de fraudes y la optimización de recursos energéticos.

Paralelamente, el software cuántico español avanza hacia la estandarización: Qcentroid lanza su plataforma QuantumOps, que automatiza la orquestación y evaluación de algoritmos, reduciendo los tiempos de experimentación de meses a semanas. Estas soluciones alcanzan niveles TRL 6-8 y posicionan al país en la frontera de la computación híbrida.

- **Finanzas y modelado de riesgos**

El sector financiero sigue siendo pionero en adopción práctica. El Quantum for Finance Studio, desarrollado por Moody's Analytics con tecnología de QCentroid y Multiverse, ya opera a escala global, ofreciendo a bancos y aseguradoras modelos cuánticos para la simulación de carteras y volatilidades. BBVA, CaixaBank y Santander han intensificado su colaboración con IBM Quantum Network para probar sistemas de optimización de carteras con resultados iniciales que muestran incrementos del 20% en precisión predictiva. Estas iniciativas, con madurez TRL 7-8, son un ejemplo tangible de la aportación cuántica a la competitividad del sistema financiero español.

- **Industria y defensa**

El uso de la computación cuántica se extiende a sectores estratégicos. El Ministerio de Defensa impulsa el desarrollo de sensores cuánticos para navegación, vigilancia y detección submarina, junto con soluciones de ciberdefensa avanzada en colaboración con universidades y el Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA). A nivel industrial, la integración de algoritmos cuánticos en procesos de manufactura avanzada y predicción de fallos reduce costes de mantenimiento y mejora la seguridad operativa. Estas aplicaciones se encuentran entre TRL 5-7, con potencial de despliegue operativo antes de 2030.

Sector	Aplicaciones Cuánticas	Beneficios Clave	Nivel de Madurez (TRL)
Energía y sostenibilidad	Optimización de redes, predicción eólica y solar (Iberdrola, Repsol, Endesa)	Reducción de costes, mejora de precisión, sostenibilidad	6-7
Logística y transporte	Optimización de rutas (Volkswagen, DHL, puertos españoles)	Ahorro de tiempo, menor congestión, eficiencia	6
Ciberseguridad	Criptografía post-cuántica, QRNG (CCN-CERT, LuxQuanta, Quside)	Protección de datos críticos, resiliencia digital	7-8
Ciencia y materiales	Simulación molecular, catalizadores, semiconductores	Reducción de validaciones experimentales, innovación en materiales	5-6
Salud y biotecnología	Modelado de proteínas, medicina personalizada	Aceleración del descubrimiento de fármacos, terapias de precisión	4-6
Finanzas	Optimización de carteras, simulación de volatilidad	Mejora de predicción y gestión de riesgos	7-8
IA y software	Modelos híbridos IA-cuántica, orquestación de algoritmos	Reducción de tiempos de cálculo, automatización	6-8
Defensa e industria	Sensores cuánticos, ciberdefensa, manufactura avanzada	Seguridad nacional, eficiencia operativa	5-7

Las aplicaciones actuales de la computación cuántica en España en 2025 demuestran un progreso tangible y multisectorial, en el que la tecnología deja de ser experimental para transformarse en una herramienta de competitividad. Ciberseguridad, energía, salud y finanzas lideran la adopción, mientras la integración con la IA y los sistemas híbridos marca el camino hacia una nueva generación de soluciones industriales y científicas. España consolida así su papel como referente europeo en el despliegue práctico de la computación cuántica.

ECOSISTEMA

El ecosistema español de computación cuántica en 2025 atraviesa una fase de expansión acelerada, marcada por un liderazgo institucional sólido, el despliegue de infraestructuras punteras, la madurez creciente del tejido empresarial y un compromiso sostenido con la formación de talento. La conexión entre polos científicos, tecnológicos e industriales consolida a España como uno de los actores más activos de Europa en la construcción de una economía cuántica competitiva y orientada a la innovación.

Instituciones académicas y centros de supercomputación

Las universidades, centros tecnológicos y de supercomputación han consolidado su papel como pilares de investigación aplicada, transferencia de conocimiento e impulso industrial. El IBM Quantum System Two, desplegado en Donostia/San Sebastián, ha impulsado una nueva ola de colaboración internacional, situando a Euskadi entre los nodos más dinámicos del continente. Este sistema permite ejecutar experimentos complejos y desarrollar algoritmos híbridos que integran hardware cuántico y clásico, abriendo la puerta a proyectos colaborativos con el Basque Quantum Alliance, el Donostia International Physics Center (DIPC) y el Ikerbasque.

El Barcelona Supercomputing Center (BSC-CNS) amplía sus capacidades con el supercomputador MareNostrum-Ona, que integra módulos cuánticos y de inteligencia artificial, convirtiendo a Cataluña en referente europeo en computación híbrida de altas prestaciones (HPC+QC). En Galicia, el CESGA y Gradiant impulsan proyectos de “salud cuántica” y tecnologías industriales, colaborando con el Quantum Galicia Hub y universidades como la USC o la UVigo, orientadas a biotecnología, simulación y optimización. Estas infraestructuras nacionales, conectadas mediante la red EuroHPC y los programas de la Quantum Flagship, consolidan la posición de España en la red europea de comunicaciones cuánticas seguras (EuroQCI) y en la definición de estándares compartidos de hardware y software cuántico.

Startups y tejido empresarial en expansión

El tejido empresarial español vinculado a la computación cuántica atraviesa en 2025 una fase de crecimiento sostenido, impulsada por rondas de inversión deep tech, apoyo institucional y la entrada de nuevos actores con clara vocación internacional.

Las startups nacionales han evolucionado desde entornos predominantemente experimentales hacia una industrialización temprana, ofreciendo soluciones concretas y medibles en sectores estratégicos como la energía, las finanzas, la salud y la industria avanzada.

En el ámbito del software cuántico y los algoritmos aplicados, destacan compañías como:

- Multiverse Computing (San Sebastián), referente internacional en quantum software para finanzas, energía e industria
- Quantum Mads (Bilbao), especializada en algoritmos de optimización cuántica para logística y sistemas energéticos
- QCentroid (Bilbao), proveedora de plataformas de QuantumOps para la orquestación e integración empresarial del hardware cuántico
- Qbeast (Barcelona), spin-off del Barcelona Supercomputing Center centrada en análisis avanzado de datos y Big Data
- Entanglement Partners (Madrid), enfocada en consultoría estratégica para la adopción empresarial de tecnologías cuánticas;
- Fujitsu Spain, que lidera proyectos de quantum-inspired computing en colaboración con universidades y centros de investigación

En el desarrollo de hardware cuántico y tecnologías habilitadoras, sobresalen:

- Qilimanjaro (Barcelona), especializada en hardware de anillamiento cuántico y arquitecturas híbridas
- Universal Quantum Spain (Andalucía), filial de la británica Universal Quantum dedicada al ensamblaje modular de procesadores cuánticos escalables;
- Quantic y Deep Quantum (Valencia y Murcia), centradas en simulación cuántica aplicada al modelado molecular y al diseño de nuevos materiales.
- A este grupo se suman centros tecnológicos como Itecam y CTIC, que experimentan con algoritmos y arquitecturas cuánticas aplicadas a manufactura avanzada, mantenimiento predictivo e industria 4.0.

El ámbito de la seguridad cuántica y las comunicaciones avanzadas constituye otro de los pilares del ecosistema, encontramos startups tales como:

- Quside (Barcelona) desarrolla generadores de números aleatorios cuánticos y soluciones de cifrado basadas en hardware fotónico
- LuxQuanta (Barcelona) es pionera en comunicaciones cuánticas de variable continua y participa activamente en el programa europeo EuroQCI

-
- Grariant (Galicia) actúa como referente nacional en comunicaciones seguras, criptografía post-cuántica y transferencia tecnológica hacia infraestructuras críticas.
 - aQuantum (Madrid) contribuye al ecosistema mediante el desarrollo de software cuántico seguro y programas de formación técnica orientados a la industria.

En conjunto, estas empresas configuran un ecosistema diverso, complementario y cada vez más maduro, con especialización clara en hardware, software y seguridad cuántica. Este tejido empresarial trasciende el ámbito puramente experimental y se orienta progresivamente a resultados industriales medibles, evidenciando la transición hacia niveles de madurez tecnológica TRL 6-8 y generando una creciente tracción en sectores verticales clave como la energía, las finanzas, la salud y la industria avanzada.

Grandes empresas y alianzas corporativas

El papel de las grandes corporaciones es fundamental en la consolidación del ecosistema. Telefónica afianza su rol como puente entre tecnología cuántica e industria, ofreciendo acceso empresarial a sistemas de IBM y desarrollando casos de uso en optimización logística y detección de fraude. BBVA, Repsol, Indra, Airbus y Accenture se suman a consorcios europeos que exploran aplicaciones en simulación, ciberseguridad y sostenibilidad. Asimismo, las alianzas internacionales con Google, Microsoft, AMD, IBM, D-Wave y AWS Braket permiten a España participar en proyectos de arquitectura cuántica avanzada, computación modular, criptografía post-cuántica e integración con inteligencia artificial. Estas colaboraciones refuerzan el posicionamiento español como nodo de innovación aplicada, acelerando la transferencia tecnológica y la entrada temprana en mercados globales.

Políticas públicas, financiación e infraestructura nacional

El principal catalizador del ecosistema en 2025 es la Estrategia de Tecnologías Cuánticas de España (2025-2030), dotada con 800 millones de euros. Esta hoja de ruta nacional impulsa cuatro ejes prioritarios:

- Desarrollo de hardware cuántico propio y de bajo impacto energético.
- Fortalecimiento del tejido industrial y de startups deep tech.
- Refuerzo de la soberanía tecnológica europea.
- Atracción de proyectos internacionales de alto valor añadido.

A ello se suman los programas financiados con fondos del Plan de Recuperación y Digital Europe, orientados a industrializar la cuántica mediante pilotos sectoriales, plataformas

abiertas de experimentación y redes de comunicación cuántica. España también participa activamente en la expansión de EuroQCI, contribuyendo a la creación de una red europea de comunicaciones seguras basadas en distribución cuántica de claves (QKD).

Talento y comunidades cuánticas

El avance del ecosistema español sería imposible sin una estrategia decidida en formación y generación de talento. Las universidades de Barcelona, Madrid, País Vasco, Santiago de Compostela y Valencia han incorporado programas especializados en ingeniería cuántica, informática cuántica y física aplicada, junto con másteres internacionales en colaboración con la Quantum Flagship Academy. Surgen nuevas escuelas de verano, programas de certificación y comunidades de desarrolladores, como QSpain, Quantum Community Iberia y las iniciativas impulsadas por DISRUPTIVE y aQuantum, que fomentan la capacitación técnica y la divulgación. El acceso a hardware cuántico en la nube, junto con el aumento de la oferta de formación profesional y superior, genera una cantera de profesionales altamente cualificados, capaz de responder a la creciente demanda europea de especialistas en algoritmos, software y ciberseguridad cuántica.

Crecimiento territorial y cohesión

El crecimiento del ecosistema cuántico español se distribuye de forma equilibrada entre cinco polos principales:

- Euskadi, con liderazgo en hardware, software y optimización industrial.
- Cataluña, como epicentro de HPC y comunicaciones cuánticas.
- Galicia, especializada en salud, biotecnología y sostenibilidad.
- Madrid, motor de software, servicios empresariales y formación.
- Andalucía, emergente en hardware modular y simulación aplicada.

Esta diversificación territorial refuerza la cohesión nacional y permite que España avance hacia un modelo de innovación cuántica descentralizada, capaz de conectar ciencia, industria y sociedad en torno a una visión compartida de futuro.

RETOS Y OPORTUNIDADES

En 2025, la computación cuántica en España alcanza un punto de inflexión: la tecnología comienza a demostrar su utilidad práctica en sectores reales, pero su despliegue masivo sigue enfrentando barreras estructurales, tecnológicas y regulatorias. El país dispone de una estrategia nacional sólida, una red creciente de startups y un ecosistema académico de referencia, pero el ritmo de evolución global exige acelerar la industrialización, la formación de talento y la integración territorial. Los retos actuales definen, a su vez, las mayores oportunidades de liderazgo para España en la próxima década.

Retos:



Maduración tecnológica y fiabilidad de los sistemas:

El desarrollo de qubits estables, escalables y tolerantes a errores continúa siendo el principal desafío técnico. Aunque los nuevos sistemas, como el IBM Quantum System Two en Euskadi y el supercomputador cuántico MareNostrum-Ona en Cataluña, suponen un salto cualitativo, la decoherencia y la coexistencia de distintas arquitecturas –iones atrapados, superconductores, fotónicos o basadas en silicio– dificultan la interoperabilidad y la inversión a largo plazo. España, a través de Quantum Spain y la red EuroHPC, trabaja en la interconexión de nodos de supercomputación con universidades y empresas, buscando una mayor integración de arquitecturas híbridas y la reducción de errores en los procesos cuánticos.



Brecha de talento especializado:

A pesar del incremento de programas formativos en ingeniería e informática cuántica, la demanda de profesionales supera la oferta disponible. Universidades como la Politécnica de Madrid, la Universitat de Barcelona, la Universidad del País Vasco, la Universidade de Santiago de Compostela o la Politècnica de València han implementado itinerarios de especialización y laboratorios experimentales, pero la capacitación práctica aún requiere más apoyo empresarial y coordinación nacional.

ALENTO

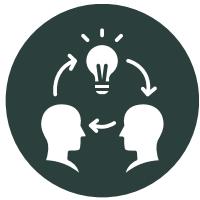
La captación de talento internacional, junto con una movilidad reforzada dentro de la UE, se perfila como una estrategia clave para sostener el crecimiento del sector.



Escalado del ecosistema y financiación sostenida

Las startups españolas viven una expansión sin precedentes, pero la alta intensidad de capital necesaria para avanzar del prototipo al producto comercial limita su escalado. Empresas como Multiverse Computing (software cuántico para finanzas), Quside (hardware fotónico y generación de aleatoriedad), LuxQuanta (comunicaciones seguras), Quantum Mads (optimización), Qilimanjaro (hardware de anillamiento cuántico), Qcentroid (plataformas QuantumOps), Qbeast, aQuantum, Entanglement Partners, Universal Quantum Spain, CTIC, Itecam o Grariant muestran la diversidad de un ecosistema que abarca desde hardware y software hasta IA cuántica, formación y comunicaciones.

Sin embargo, el paso del proof of concept al mercado comercial exige la creación de vehículos financieros especializados en deep tech cuántica. La continuidad de los fondos europeos y la aparición de instrumentos nacionales de inversión cuántica serán esenciales para competir con potencias como EE. UU., China o Alemania.



Coordinación territorial e integración del conocimiento

España cuenta con polos de excelencia consolidados en Euskadi, Cataluña y Galicia, pero la fragmentación entre regiones, universidades y empresas sigue limitando la creación de una masa crítica de innovación.

El fortalecimiento de plataformas nacionales como DISRUPTIVE o Quantum Spain, junto con la interconexión entre los nodos IBM System Two, MareNostrum-Ona y los supercomputadores de la red EuroHPC, permitirá optimizar recursos y facilitar la transferencia de conocimiento. Asimismo, la integración de los clústeres territoriales –Basque Quantum Alliance, Quantum Galicia Hub y Catalonia Quantum Center– será clave para reducir duplicidades y potenciar la colaboración público-privada.



Seguridad post-cuántica y riesgos emergentes

El avance del hardware cuántico acelera el riesgo de que los sistemas criptográficos actuales se vuelvan vulnerables. España afronta el desafío de migrar sus infraestructuras críticas hacia la criptografía post-cuántica (PQC), con la implicación activa del CCN-CERT, INCIBE y Telefónica Tech.

A ello se suman los dilemas éticos y de gobernanza derivados de la convergencia entre IA generativa y computación cuántica, que plantean interrogantes sobre el control algorítmico, la soberanía de los datos y la automatización de decisiones estratégicas.



Marco ético y regulatorio

El desarrollo de una ética cuántica y de un marco europeo de gobernanza de datos cuánticos se perfila como una prioridad. La ausencia de estándares internacionales sobre transparencia, uso de algoritmos cuánticos y tratamiento de información sensible podría generar desigualdades tecnológicas y riesgos de monopolio.

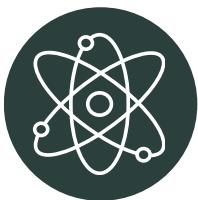
España tiene la oportunidad de impulsar, desde su experiencia en ciberseguridad y regulación digital, la creación de un marco ético que garantice la equidad, la trazabilidad y la seguridad en el uso de tecnologías cuánticas aplicadas.

Oportunidades:



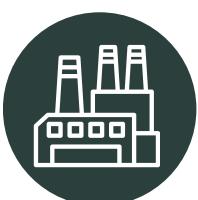
Estrategia nacional como palanca de liderazgo

La Estrategia Española de Tecnologías Cuánticas 2025–2030, dotada con 800 millones de euros, representa una oportunidad sin precedentes para transformar la capacidad científica en impacto económico real. Esta hoja de ruta integra investigación, industrialización, formación, infraestructuras y gobernanza, situando a España entre los países con mayor visión estratégica en Europa. Su ejecución permitirá acelerar el paso del laboratorio al mercado, fortalecer la soberanía tecnológica y atraer proyectos internacionales de alto valor.



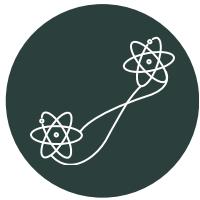
Soberanía tecnológica y estandarización cuántica

Se destaca la necesidad de fabricar chips cuánticos en Europa para reducir la dependencia externa y asegurar la autonomía estratégica. España, con su experiencia en microelectrónica y fotónica, puede desempeñar un papel relevante en esta transición. Además, la participación española en la European Quantum Standards Initiative (EQSI) abre la puerta a establecer normas comunes sobre interoperabilidad, seguridad y certificación, contribuyendo a un mercado cuántico europeo unificado y competitivo.



Aplicaciones industriales en expansión

La madurez alcanzada en sectores como energía, biomedicina, finanzas y logística abre oportunidades tangibles de adopción. Empresas como Iberdrola, Repsol y Endesa aplican modelos cuánticos para optimizar redes eléctricas y prever demanda; BBVA y CaixaBank emplean algoritmos híbridos para gestión de riesgo; y Telefónica impulsa proyectos en ciberseguridad avanzada. Estas iniciativas, desarrolladas junto a startups como Multiverse, Quantum Mads o Qilimanjaro, evidencian la transición del laboratorio al mercado y consolidan a España como entorno de experimentación industrial avanzada.



Quantum-as-a-Service (QaaS)

La combinación de infraestructuras híbridas (IBM, MareNostrum-Ona, EuroHPC) y plataformas en la nube abre la posibilidad de ofrecer servicios cuánticos bajo demanda, permitiendo a pymes, universidades y centros tecnológicos acceder a recursos de cálculo cuántico sin grandes inversiones. España podría posicionarse como proveedor regional de Quantum-as-a-Service, atrayendo clientes de sectores como energía, finanzas o biotecnología.



Impulso al talento y empleabilidad de alta especialización

El aumento de programas académicos, Quantum Academies y comunidades de desarrolladores coloca a España como un referente formativo en Europa. El acceso directo a hardware cuántico —gracias a IBM, Qilimanjaro Cloud o Qcentroid— permite una formación práctica alineada con las demandas de la industria. Las escuelas de verano, másteres interuniversitarios y certificaciones impulsadas por el CSIC, BSC, UPV y USC refuerzan la empleabilidad y el atractivo del país como polo de talento cuántico.



Sostenibilidad y economía verde

Las tecnologías cuánticas aplicadas a la optimización energética, la simulación ambiental y los procesos industriales sostenibles contribuyen directamente a la reducción de consumo y emisiones. La fotónica cuántica, los materiales de baja huella energética y las redes de simulación ambiental sitúan a España en la vanguardia de la computación cuántica verde, clave para cumplir los objetivos climáticos europeos y avanzar hacia la digitalización sostenible.

En 2025, la computación cuántica en España combina madurez científica, ambición industrial y visión estratégica, pero todavía debe superar desafíos críticos en escalabilidad, financiación y coordinación territorial. Las oportunidades derivadas de la estrategia nacional, la integración europea, el Quantum-as-a-Service, la soberanía tecnológica y la convergencia con la inteligencia artificial colocan a España en una posición privilegiada para liderar la próxima década cuántica en Europa. El país se encuentra, así, en la antesala de una nueva etapa: pasar de la promesa cuántica a la competitividad cuántica real, con impacto directo en su economía, seguridad y soberanía digital.

PROSPECTIVA

En 2025, la computación cuántica se perfila como una de las tecnologías más determinantes de la transformación digital global. Tras años de desarrollo en entornos académicos y de laboratorio, ha comenzado una etapa de consolidación industrial en la que España y Europa buscan posicionarse como polos de referencia frente a las grandes potencias tecnológicas de Estados Unidos y China. La transición hacia un modelo de aplicación real avanza de forma sostenida, impulsada por la madurez del hardware, la integración con la inteligencia artificial y el auge de los servicios en la nube bajo el paradigma Quantum-as-a-Service. Esta evolución marca el inicio de una nueva fase: la de la ventaja cuántica aplicada, en la que las soluciones basadas en qubits comienzan a superar a los superordenadores clásicos en tareas concretas de simulación, optimización o predicción.

La industria cuántica mundial ha alcanzado un volumen de inversión acumulada superior a los cuarenta mil millones de euros, con un crecimiento anual estimado del treinta por ciento. Europa, que se consolida como el segundo bloque mundial en desarrollo cuántico, está viendo cómo España emerge entre los países con mayor dinamismo gracias a su estrategia nacional, sus nodos de supercomputación y su tejido empresarial en expansión. Se estima que el ecosistema cuántico español generará más de tres mil quinientos empleos directos y cerca de doce mil indirectos antes de 2030, impulsando un nuevo segmento económico de alto valor añadido vinculado a la energía, las finanzas, la defensa, la biomedicina y las telecomunicaciones.

El horizonte de la computación cuántica se sitúa entre 2027 y 2030, años en los que se espera alcanzar una ventaja cuántica comercial plena. España avanza con pasos firmes hacia ese objetivo a través de la red Quantum Spain, que conecta infraestructuras como el IBM Quantum System Two en Euskadi y el MareNostrum-Ona en Cataluña, ambos integrados en la red europea EuroHPC. Estas plataformas híbridas permiten combinar cómputo clásico y cuántico, facilitando la experimentación con algoritmos avanzados en entornos académicos e industriales. La interconexión entre universidades, centros tecnológicos y empresas está permitiendo el acceso a hardware real desde la nube, un paso decisivo para trasladar la computación cuántica al ámbito comercial.

La convergencia entre inteligencia artificial, Big Data y computación cuántica se perfila como uno de los vectores tecnológicos más potentes de la próxima década. La capacidad de los algoritmos cuánticos para acelerar procesos de aprendizaje profundo y optimizar el rendimiento de los modelos generativos permitirá reducir significativamente los costes de entrenamiento y el consumo energético. Se estima que la aplicación de tecnologías cuánticas en la inteligencia artificial podría reducir hasta un veinte por ciento la huella energética de los centros de datos antes de 2030, alineando el progreso digital con los objetivos de sostenibilidad.

En el ámbito industrial, la computación cuántica comienza a consolidarse como herramienta estratégica para la competitividad empresarial. Grandes compañías españolas, como Iberdrola, Repsol y Endesa, emplean algoritmos cuánticos para mejorar la predicción de la generación renovable, optimizar redes eléctricas inteligentes y gestionar de manera más eficiente el almacenamiento energético. En el sector financiero, BBVA y CaixaBank colaboran con Multiverse Computing para desarrollar sistemas de análisis de riesgo y optimización de carteras, mientras que en biomedicina, el Hospital Clínic de Barcelona y la startup Qilimanjaro lideran proyectos de modelado molecular de proteínas que están acelerando el descubrimiento de fármacos personalizados. Estas experiencias, junto a las desarrolladas por Airbus y Telefónica en planificación logística y ciberseguridad, confirman que España está transitando de la experimentación a la industrialización cuántica, con resultados medibles en eficiencia, sostenibilidad y reducción de costes. El futuro del ecosistema cuántico español está estrechamente ligado al fortalecimiento de su infraestructura y a la soberanía tecnológica europea. La Estrategia Española de Tecnologías Cuánticas 2025-2030, dotada con ochocientos millones de euros, busca impulsar el desarrollo de hardware nacional, promover la interoperabilidad de arquitecturas y reforzar la colaboración entre nodos regionales interconectados en Euskadi, Cataluña, Galicia, Madrid y Andalucía. Paralelamente, España ha asumido un papel activo en la European Quantum Standards Initiative (EQSI), que promueve la estandarización de tecnologías cuánticas y el desarrollo de chips europeos fabricados localmente. Esta apuesta por la autonomía industrial no solo responde a una cuestión estratégica, sino también a la necesidad de garantizar una posición competitiva en un mercado dominado por actores externos.

A medida que las tecnologías cuánticas se integran en sectores críticos, crece la urgencia de establecer un marco ético y regulatorio que acompañe su despliegue. La combinación de computación cuántica e inteligencia artificial generativa plantea nuevos desafíos en materia de gobernanza de datos, transparencia algorítmica y soberanía digital. España, en

coordinación con la Comisión Europea y organismos como el INCIBE y el CCN-CERT, trabaja en la definición de normas que regulen la gobernanza cuántica y en la transición hacia sistemas de criptografía post-cuántica que garanticen la seguridad de las infraestructuras críticas. Estas medidas pretenden asegurar que el progreso tecnológico no comprometa la privacidad ni la integridad de la información, consolidando a Europa como un espacio digital seguro y confiable.

El talento se erige como el recurso más valioso para el desarrollo de esta nueva era tecnológica. España está reforzando su liderazgo formativo mediante la creación de programas interuniversitarios, escuelas de verano y certificaciones técnicas en ingeniería cuántica, comunicaciones seguras y desarrollo de software especializado. Instituciones como el CSIC, el Barcelona Supercomputing Center, la Universidad Politécnica de Valencia o la Universidad de Santiago de Compostela han puesto en marcha laboratorios de aprendizaje experimental que ofrecen acceso directo a simuladores y hardware real. Estas iniciativas forman parte de una estrategia nacional de capacitación que busca triplicar el número de profesionales especializados antes de 2030 y posicionar al país como referente europeo en talento cuántico. La sostenibilidad es otro de los ejes centrales en la proyección de la computación cuántica. Gracias a su capacidad para reducir el consumo computacional y acelerar simulaciones complejas, esta tecnología se considera una aliada esencial en la transición hacia una economía verde. El desarrollo de sistemas fotónicos, superconductores eficientes y materiales de baja huella energética permitirá abordar con mayor eficacia desafíos globales como el cambio climático, la optimización de redes eléctricas o la gestión sostenible de los recursos naturales.

De cara a la próxima década, las perspectivas apuntan a una fase de expansión sostenida en la que la computación cuántica dejará de ser una promesa científica para convertirse en una herramienta transversal al servicio de la economía, la ciencia y la sostenibilidad. España, apoyada en su estrategia nacional, su red de infraestructuras interconectadas y su ecosistema empresarial en crecimiento, se encuentra en una posición privilegiada para liderar la revolución cuántica del sur de Europa. La integración de la cuántica con la inteligencia artificial, el Big Data y las tecnologías verdes marcará un cambio de paradigma en la competitividad industrial, mientras que la soberanía tecnológica europea garantizará un futuro digital más autónomo, ético y sostenible. En este escenario, la década que comienza será decisiva para transformar la promesa cuántica en una realidad económica tangible, con impacto directo en la innovación, la seguridad y el bienestar de la sociedad.

CASOS DE USO

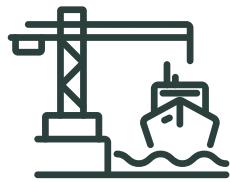
En 2025, la computación cuántica comienza a generar resultados tangibles en sectores clave de la economía española y europea. Los casos de uso más relevantes demuestran cómo la tecnología está dejando atrás la fase experimental para convertirse en un habilitador real de competitividad, sostenibilidad y eficiencia.

Movilidad y transporte inteligente



Volkswagen – Optimización del tráfico urbano en Lisboa

Volkswagen empleó sistemas de quantum annealing de D-Wave para optimizar rutas de autobuses en tiempo real, reduciendo congestión y tiempos de recorrido hasta en un 25 %. Este caso pionero demostró el potencial de la cuántica para abordar problemas de movilidad urbana con múltiples variables dinámicas



Aplicación en España – Movilidad y transporte marítimo

Empresas españolas del ámbito portuario y logístico exploran algoritmos cuánticos para optimizar la planificación de carga, la asignación de atraques y el flujo logístico en puertos estratégicos como Algeciras o Valencia. Estas soluciones contribuyen a reducir un 15 % los tiempos de espera y el consumo energético de las operaciones, fortaleciendo la sostenibilidad y la resiliencia de las cadenas de suministro.



Airbus y Telefónica – Planificación logística y seguridad de redes

Ambas compañías colaboran en el uso de algoritmos cuánticos para la optimización de rutas aéreas y la protección de comunicaciones críticas. Estos proyectos, desarrollados en colaboración con startups españolas, demuestran la aplicabilidad de la cuántica en el sector aeroespacial y de ciberseguridad.



Iberdrola – Predicción y gestión de energías renovables

Los algoritmos cuánticos permiten mejorar la predicción de generación eólica y solar, optimizar el uso de sistemas de almacenamiento y reducir pérdidas en la red eléctrica. Las simulaciones cuánticas han logrado aumentar en un 20 % la precisión de los modelos de predicción y reducir el consumo energético operativo en infraestructuras críticas.



Repsol y Endesa – Simulación de redes inteligentes

Estas empresas aplican técnicas cuánticas híbridas para anticipar picos de demanda y optimizar el flujo energético en redes inteligentes. Los resultados preliminares indican una reducción del 15 % en los tiempos de cálculo y un mayor aprovechamiento de fuentes renovables.



QUORUM

Caso QUORUM – Simulación de procesos industriales

El programa QUORUM integra la computación cuántica para mejorar la eficiencia de procesos intensivos en energía y reducir la huella de carbono de la industria manufacturera, contribuyendo directamente a los objetivos de descarbonización.

Finanzas y seguros



CaixaBank – Modelos híbridos de gestión de riesgo

El banco explora técnicas cuánticas en entornos simulados para reforzar la fiabilidad de sus modelos de crédito, mejorando la toma de decisiones en escenarios complejos de incertidumbre.



BBVA y Multiverse Computing – Optimización de carteras y análisis de riesgo

Esta colaboración pionera aplica algoritmos cuánticos para la optimización de carteras financieras y la detección temprana de riesgos en mercados volátiles. Los resultados muestran reducciones del 25 % en tiempos de cálculo y una mayor precisión en la predicción de riesgo sistémico, consolidando a España como líder europeo en quantum finance.

Salud y biomedicina



Hospital Clínic de Barcelona y Qilimanjaro – Modelado de proteínas y fármacos personalizados

La colaboración entre el Hospital Clínic y la startup Qilimanjaro permite el uso de hardware cuántico para simular interacciones moleculares, acelerando el desarrollo de nuevos fármacos y tratamientos personalizados. Los primeros resultados indican una reducción del 30 % en los tiempos de simulación y un mayor nivel de precisión molecular respecto a los métodos clásicos.



Multiverse Computing + industria farmacéutica

Startups españolas aplican computación cuántica para analizar estructuras biomoleculares complejas, acortando los ciclos de desarrollo de medicamentos y potenciando la medicina personalizada de precisión.



Investigación en puntos cuánticos y nanomateriales

Centros de investigación como el CSIC, ICFO y Grariant utilizan simulaciones cuánticas para diseñar biocatalizadores, nanomateriales superconductores y sistemas de almacenamiento energético. Estos avances podrían reducir hasta en un 20 % el consumo energético en la producción industrial y acelerar la transición hacia una economía circular.



We create chemistry



Caso europeo – BASF y BMW Group

Ambas compañías europeas aplican computación cuántica para optimizar procesos de fabricación y diseño de materiales ligeros, logrando mejoras sustanciales en eficiencia y sostenibilidad.

Defensa y comunicaciones seguras



Airbus Defence & Space – Criptografía y simulación de sistemas críticos

Airbus Defence implementa protocolos de comunicación cuántica para garantizar la seguridad en sistemas espaciales y de defensa, en el marco de proyectos europeos como EuroQCI.



Telefónica Tech y LuxQuanta

Telefónica Tech y LuxQuanta colaboran en el desarrollo de redes cuánticas seguras que refuerzan la ciberresiliencia de infraestructuras críticas nacionales

ENLACES DE INTERÉS

Aquí os remitimos a enlaces de noticias, webs, documentos normativos o informes de interés, así como a bibliografía sobre este ámbito.

[Los grandes mitos de la computación cuántica analizados por un equipo internacional de físicos: ¿qué pueden hacer realmente los ordenadores cuánticos?](#)

[Puntos cuánticos: revolucionando la ciencia y la tecnología gracias a sus aplicaciones en química y biología](#) Industria Química

[Por qué la computación cuántica puede convertirse en el mercado de moda en 2025](#)

[El grafeno de ángulo mágico revela un hallazgo asombroso](#)

[Microsoft avanza en la carrera cuántica con el chip Majorana](#) 1 Agencia SINC

[La computación cuántica llegará en cinco años al mundo real, según Google: qué significa esto y cómo te afecta](#)

[La tecnología cuántica: el futuro de la innovación](#)

[Telefónica España, socio tecnológico de la Diputación Foral de Bizkaia para el desarrollo de su estrategia industrial de tecnología cuántica](#)

[Barcelona pone el primer ordenador cuántico de España al alcance de la industria y la investigación](#)

[Comienza a funcionar MareNostrum-Ona, el primer supercomputador cuántico español](#)

En la carrera hacia la computación cuántica, una empresa israelí ya vale 670 millones de dólares

Arranca el Año Cuántico con el reto de impulsar las vocaciones profesionales

Empresas tecnológicas líderes en computación cuántica APD

Después de triunfar con sus chips para IA, NVIDIA se ha fijado en otra tecnología disruptiva: los ordenadores cuánticos

Todo el mundo habla de IA, pero la computación cuántica promete un salto tecnológico aún mayor

IEEE. Revolución cuántica, disruptión inimaginable Ministerio de Defensa Usan el vacío cuántico para mejorar las predicciones en física de partículas y avanzar en computación cuántica

Euskadi, referente en computación cuántica

Así se monta un ordenador cuántico

IBM despliega en San Sebastián su ordenador cuántico operativo más avanzado y único en Europa

El Gobierno central invierte 67 millones en Multiverse Computing para impulsar la IA y la computación cuántica

IV Foro Económico Español 'La Galicia que viene'

¿Cuánto consume la computación cuántica?

Primera Estrategia Cuántica en España: 800 millones de inversión

Google, Microsoft y otros gigantes tecnológicos luchan por descifrar la computación cuántica

Algoritmo de Shor: aprende qué es y sus aplicaciones

Quantum World Day en la Universidad de Cantabria Universidad de Cantabria

IQM desplegará la primera computadora cuántica superconductora de Polonia Business Wire

Computación Cuántica en 2025: ¿Qué tan Cerca estamos de la Revolución Tecnológica?

El BSC estrena el primer ordenador cuántico de España con tecnología 100% europea

Estrategia de Tecnologías Cuánticas del Gobierno de España: 800 millones de inversión

Galicia lidera la vanguardia cuántica en aplicaciones para la salud y la biotecnología

"La cuántica es una gran apuesta europea: tenemos el conocimiento y los medios"

Computación cuántica: qué es, cómo funciona y usos

La computación cuántica como motor de cambio: transformando la realidad empresarial

Se acercan los ordenadores cuánticos definitivos: está listo el primer cíbit fotónico inmune a errores

Computación cuántica: la revolución invisible que reescribirá el futuro

Startups de cuántica: ideas de negocio para la nueva revolución tecnológica

El tablero global se redefine: quién domina en silencio la carrera cuántica

IBM anuncia el primer superordenador cuántico a gran escala y tolerante a fallos

El superordenador cuántico más potente de Europa estará en San Sebastián

Quórum: proyecto gallego busca revolucionar la computación cuántica en España

Almudena Justo, ingeniera gallega: la computación cuántica va a ser una auténtica revolución

Multiverse Computing levanta millones de euros en la mayor ronda del ecosistema español este año

Empresas y administraciones exploran la inteligencia artificial y la cuántica en el DES2025

Qué es la Estrategia Nacional de Tecnologías Cuánticas PRTR – Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia

Enrique Sánchez: España está por encima de Estados Unidos en software cuántico

Se acerca la informática cuántica a un punto de inflexión

Antonio Miguel Carmona (PSOE): Iberdrola y startups, un futuro con computación cuántica

Japón prepara su resurgimiento: en 2030 planea superar a EEUU y China en computación cuántica

IBM y AMD se alían para colaborar en computación cuántica

Casi dos tercios de las organizaciones consideran la computación cuántica como la amenaza de ciberseguridad más crítica en 3-5 años

Computación cuántica modular: cómo funciona el sistema que promete crecer pieza por pieza

La industria cuántica pide prudencia en la inversión y colaboración para incidir en la economía

La carrera por la computación cuántica entre IBM, Google y Microsoft se intensifica

Ayesa y Sener aplican la computación cuántica a la electrólisis para el hidrógeno verde

La primera computadora cuántica construida con chips de silicio es una realidad

Supercomputación y computación cuántica en ciberseguridad

El lado oscuro de la inteligencia artificial y la computación cuántica: así pueden potenciar los ciberataques

Reporte de tecnología: computación cuántica

Estrategia de Tecnologías Cuánticas de España 2025-2030

FGCSIC - Informe de Vigilancia Tecnológica: Tecnologías Cuánticas

Informe del primer trimestre de 2025 en computación cuántica comercial

Revolución cuántica 2025



Informe realizado por la **Asociación de Parques Científicos y Tecnológicos de España (APTE)**, entidad que gestiona la secretaría técnica de la **Plataforma Tecnológica Española de Tecnologías Disruptivas (DISRUPTIVE)** con la colaboración de su **grupo de trabajo de Computación Cuántica** durante el último trimestre de 2025