

QORUM

Candidatura a los
enerTIC Awards 2026



1 ÍNDICE

Carta de presentación

2. Resumen ejecutivo

3. El reto

4. La solución

5. La capa cognitiva y agéntica

6. Innovación

7. Arquitectura y módulos

8. Indicadores y procesos de mejora

9. Impacto en consumo energético y emisiones

10. Entorno real de validación

11. Replicabilidad

12. Quién lo hace

Plataforma enerTIC

Comité de Evaluación · enerTIC Awards 2026

awards2026@enertic.org

Granada, 10 de septiembre de 2026

Estimado comité:

Por qué presentamos QORUM

Adjuntamos la ampliación de información de la candidatura del caso de éxito QORUM a la XIV edición de los enerTIC Awards, en el topic Industries & Mobility.

QORUM responde a un problema que sigue sin resolverse en la operación de plantas solares fotovoltaicas: el mantenimiento se planifica todavía a mano, sobre hojas de cálculo, y las plataformas comerciales que prometen resolverlo predicen fallos pero no recomiendan qué hacer con ellos, además de exigir que el operador ceda su dato de explotación. Nuestra respuesta combina un gemelo digital multicapa —GIS, BIM y nube de puntos sobre una misma ontología del activo— con una tecnología propia de decisión que recomienda la acción de mantenimiento óptima considerando a la vez coste, producción eléctrica y huella de carbono.

Hay dos cosas que nos parecen especialmente pertinentes para estos premios. La primera es que la huella de carbono no es aquí un resultado que se calcula al final, sino una variable dentro de la función objetivo del algoritmo: el sistema no es sostenible por sus efectos, lo es por su diseño. La segunda es la capa cognitiva que estamos desarrollando y que describimos en el documento. Donde el mercado usa agentes de inteligencia artificial para interrogar un grafo de conocimiento que alguien ha construido a mano, nosotros estamos trabajando en agentes que construyen ese grafo y sostienen la ingesta del dato. Es un cambio de foco poco frecuente, y es el que decide si un gemelo digital se queda en una planta o llega a cien.

El documento detalla el reto, la solución y sus visores, la capa cognitiva en desarrollo, las innovaciones que la sostienen, la arquitectura, el sistema de indicadores con sus umbrales, el impacto estimado en consumo y emisiones, y las ocho plantas donde se valida. Hemos preferido presentar todas las cifras de impacto como estimaciones, con su metodología de cálculo a la vista, porque nos parece más útil que el comité pueda auditar las hipótesis que ofrecerle una cifra redonda sin respaldo. Por el mismo motivo, señalamos con claridad qué está ya en producción y qué está en desarrollo.

Las instalaciones de validación se presentan por tipología, potencia y ubicación, sin identificar la planta concreta, por compromiso de confidencialidad con sus operadores.

Quedamos a su disposición para ampliar cualquier punto.

Reciban un cordial saludo,

Francisco Carmona Martínez

Socio — Director de Infraestructuras e Industria

QUANTIA Ingeniería y Consultoría, S.L. · www.quantia.me

Realizado por:

Emilio Daroch

Director del Área de I+D

Firma:

Revisado por:

Francisco Carmona Martínez

Socio — Director de Infraestructuras e Industria

Firma:

Número de páginas: 21

Fecha de presentación: 10 de septiembre de 2026

Descripción:

Ampliación de información de la candidatura del caso de éxito QORUM a los enerTIC Awards 2026 (XIV edición).

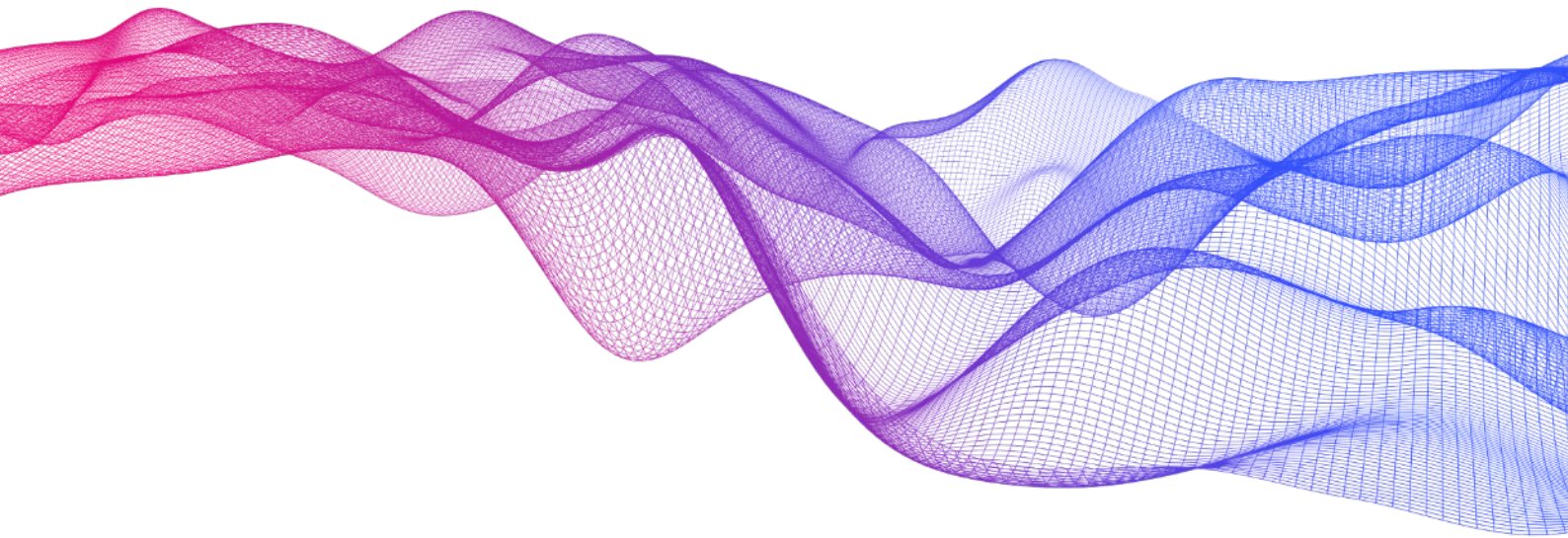
Lista de Distribución:

Plataforma enerTIC — Comité de Evaluación de los enerTIC Awards 2026.

Control de versiones

Versión	Fecha	Sección modificada	Cambios realizados
1	10-09-2026	Todas	Primera emisión del documento

El caso de éxito QORUM



2 Resumen ejecutivo

QORUM es la plataforma de QUANTIA para el mantenimiento predictivo y prescriptivo de activos energéticos. Sobre un gemelo digital con visores GIS, BIM y nube de puntos anticipa fallos, estima la vida remanente de cada componente y recomienda la acción óptima optimizando a la vez coste, producción y huella de carbono. Su capa cognitiva, en desarrollo, aplica IA agéntica no solo para interrogar el grafo de conocimiento sino para poblarlo. Validada en 8 plantas fotovoltaicas, 7,2 MW.

QORUM se materializa en una plataforma web multiplanta en producción, diseñada para que el jefe de planta y el técnico de campo tomen decisiones sin necesidad de un científico de datos por medio. Está estructurada en módulos funcionales, con interfaz en español e inglés, tema claro y oscuro, y control de acceso por roles.

Indicador	Valor estimado
Entorno real de validación	7,2 MW en 8 plantas fotovoltaicas en operación
Mejora de producción (hipótesis conservadora)	+3 % — la literatura sitúa el potencial entre el 10 % y el 30 %
CO2 evitado en la cartera de validación	173 toneladas al año
CO2 evitado por cada 100 MW gestionados	Más de 2.400 toneladas al año
Disponibilidad neta objetivo del plan de mantenimiento	≥ 90 %
Reducción de intervenciones correctivas	50 %
Extensión de vida útil del activo	+10 %
Estado de la iniciativa	Plataforma en producción, MVP en agosto de 2026; capa cognitiva en desarrollo

Todas las cifras de impacto son estimaciones calculadas con hipótesis conservadoras y metodología explícita. El capítulo de impacto detalla el cálculo.

3 El reto

El mantenimiento de las plantas fotovoltaicas en operación sigue siendo, en la práctica, un proceso manual. Se rellenan planillas de Excel con la información básica y se va al campo a ejecutar las tareas, con baja efectividad y respuesta lenta ante las incidencias. No existen herramientas que favorezcan de verdad la operatividad y el mantenimiento de estas instalaciones: se hace con tareas manuales y procedimientos tediosos.

Las plataformas comerciales de referencia —IBM Maximo Health, GE Predix, Microsoft Azure, SAP Predictive Maintenance and Service, Limble— aplican IoT, analítica y

aprendizaje automático a la gestión de activos, pero comparten tres limitaciones que las dejan a medio camino:

- Predicen, pero no prescriben. No incorporan modelos de simulación, optimización ni recomendación de la estrategia de mantenimiento: dicen qué va a fallar, no qué conviene hacer, ni cuándo, ni con qué equipo.
- Exigen ceder el dato. Ejecutan la algorítmica en los servidores del proveedor, lo que obliga a conectar el sistema de gestión del mantenimiento del cliente con el software del fabricante. Buena parte de la industria energética no lo acepta.
- No son interoperables ni holísticas. Cada una resuelve una porción del problema y ninguna ofrece una interfaz adaptada a la operación de plantas fotovoltaicas.

En el terreno académico, las redes de Petri inteligentes propuestas para mantenimiento sufren explosión de nodos al crecer el sistema, requieren funciones objetivo estáticas y no admiten modelos de pronóstico en su formulación. Deciden mirando al pasado y al presente; nunca al fallo que todavía no ha ocurrido.

Y hay un cuarto obstáculo, menos discutido y probablemente el más caro: construir el modelo de información de cada planta. Un gemelo digital exige instanciar a mano cientos de activos, relaciones, modos de fallo y jerarquías a partir de documentación dispersa. Ese trabajo, repetido planta a planta, es lo que impide que estas soluciones escalen.

4 La solución

QORUM es la plataforma de QUANTIA para el mantenimiento predictivo y prescriptivo de activos energéticos. Cubre el ciclo completo de gestión: inventario y sinóptico de activos, visor GIS de la cartera, visor BIM del activo, inspección remota mediante nube de puntos, registro y seguimiento de fallos y órdenes de trabajo, análisis de fiabilidad y FMECA, analítica operativa con aprendizaje automático, y planificación de mantenimiento manual e inteligente.

El sistema funciona en tres movimientos encadenados. Primero construye una representación digital del activo: un gemelo digital contextualizado a la operación y el mantenimiento, levantado sobre modelo BIM conforme a ISO 19650, georreferenciado sobre cartografía y apoyado en una taxonomía ontológica que asigna a cada componente crítico no sólo su información estática sino las propiedades dinámicas que producen los algoritmos. Segundo, estima el estado y el futuro de cada componente: fiabilidad, MTBF, vida remanente con incertidumbre cuantificada y fecha recomendada de inspección. Tercero —y aquí está la diferencia— decide: un motor de aprendizaje por refuerzo profundo sobre redes de Petri recomienda la acción de mantenimiento óptima, optimizando simultáneamente coste, producción eléctrica, huella de carbono y accidentalidad.

Sobre esos tres movimientos, QUANTIA está desarrollando una cuarta capa, cognitiva, que se describe en el apartado correspondiente y que ataca el obstáculo del que hablábamos: el coste de construir y mantener vivo el modelo de información.

4.1 Los visores: GIS, BIM y nube de puntos

QORUM no separa la información geográfica, la constructiva y la de mantenimiento en tres herramientas distintas. Los tres visores consultan la misma taxonomía ontológica de activos, de modo que el color de alerta que ve el gestor sobre el mapa es exactamente el mismo dato que sostiene el cálculo de vida remanente del componente.

- Visor GIS. Sitúa la cartera completa sobre cartografía interactiva y permite descender de la vista de territorio a la planta y de la planta al activo. Sobre el mapa se proyectan el estado de fiabilidad de cada instalación, las alertas activas con su nivel de urgencia y las intervenciones en curso, de manera que el responsable de una cartera dispersa ve de un vistazo dónde está el problema antes de abrir ninguna tabla.
- Visor BIM. Representa el activo modelado conforme a ISO 19650. Cada elemento del modelo enlaza con su ficha de fiabilidad, su vida remanente estimada, su historial de fallos y sus órdenes de trabajo asociadas: el técnico selecciona un componente en el modelo tridimensional y obtiene su estado sin salir del visor, en lugar de buscarlo en un listado por código.
- Visor de nube de puntos. Alimentado por escaneo láser 3D de precisión milimétrica (hasta 2 mm a 130 metros, 2 millones de puntos por segundo) y por escáner dinámico con tecnología SLAM, permite inspeccionar el estado real del activo sin desplazarse hasta él. Es la diferencia entre el activo como se diseñó y el activo como está hoy.

5 La capa cognitiva y agéntica

Esta línea está actualmente en desarrollo y no forma parte todavía de la funcionalidad liberada de la plataforma. Se describe aquí porque marca la dirección de la iniciativa y porque contiene, a nuestro juicio, su diferencial tecnológico más claro.

El sector ha convergido en un uso muy concreto de los agentes de inteligencia artificial sobre grafos de conocimiento: preguntar en lenguaje natural a un grafo que alguien ha instanciado antes a mano. Es útil, y QORUM lo tendrá. Pero resuelve el problema fácil.

QUANTIA está desarrollando el movimiento contrario, y es donde reside el valor: agentes que POBLAN el grafo y sostienen la ingesta del dato. Esos agentes leen la documentación técnica del activo —memorias de proyecto, fichas de fabricante,

manuales de mantenimiento, partes de trabajo, históricos de incidencias, hojas de cálculo heredadas—, identifican las entidades y relaciones que corresponden a la ontología del dominio, proponen las instancias, resuelven duplicados y ambigüedades de nomenclatura, detectan huecos en la información y piden al técnico exactamente el dato que falta, en lugar de exigirle que rellene un formulario en blanco.

El razonamiento es sencillo: el cuello de botella real de cualquier gemelo digital no es consultar el modelo, es construirlo y mantenerlo al día. Un grafo de conocimiento bien poblado es caro precisamente porque poblarlo es trabajo humano especializado y repetitivo. Automatizar la instanciación y la ingesta es lo que convierte el gemelo digital de una planta en un producto replicable a cien plantas, y es lo que hace que el modelo no envejezca en cuanto el activo cambia.

Sobre ese grafo así poblado, la misma capa agéntica habilita después la consulta en lenguaje natural y el razonamiento sobre el estado del activo: preguntar por la situación de un componente, por el histórico de un modo de fallo o por el plan recomendado, y obtener una respuesta razonada y trazable hasta el dato de origen. La consulta es la parte visible; la instanciación automática es la que decide si el sistema escala.

6 Innovación

6.1 IA AGÉNTICA QUE CONSTRUYE EL GRAFO, NO SOLO LO CONSULTA (capa cognitiva, en desarrollo)

El sector ha convergido en un uso muy concreto de los agentes: preguntar en lenguaje natural a un grafo de conocimiento que alguien ha instanciado antes a mano. QUANTIA está desarrollando el movimiento contrario, y es donde reside el diferencial: agentes que POBLAN el grafo y sostienen la ingesta del dato. Esos agentes leen la documentación técnica del activo —memorias, fichas de fabricante, manuales de mantenimiento, partes de trabajo, históricos de incidencias, hojas de cálculo heredadas—, identifican las entidades y relaciones que corresponden a la ontología del dominio, proponen las instancias, resuelven duplicados y ambigüedades de nomenclatura, detectan huecos en la información y piden al técnico exactamente el dato que falta. El cuello de botella real de cualquier gemelo digital no es consultar el modelo: es construirlo y mantenerlo al día. Automatizar la instanciación y la ingesta es lo que convierte un gemelo digital de una planta en un producto replicable a cien plantas. Sobre ese grafo así poblado, la misma capa agéntica permite después la consulta en lenguaje natural y el razonamiento sobre el estado del activo. Esta línea está actualmente en desarrollo y no forma parte todavía de la funcionalidad liberada de la plataforma.

6.2 MOTOR DE DECISIÓN AUTOADAPTATIVO SOBRE REDES DE PETRI PROFUNDAS

Tecnología propia que combina la representación paramétrica y explicable de las redes de Petri con aprendizaje por refuerzo profundo, de modo que el sistema se autoadapta durante la operación mediante un esquema de recompensas y penalizaciones. Resuelve las tres limitaciones del estado del arte: formulación híbrida con subredes booleanas junto a numéricas, que evita la explosión de nodos; funciones objetivo dinámicas, suaves y heterogéneas (coste, huella de carbono, producción eléctrica, accidentalidad) en lugar de una función fija; e incorporación de los modelos de pronóstico dentro de los propios nodos en forma de hipermodelo, lo que permite decidir con la vista puesta en el fallo aún no ocurrido. El resultado es un sistema no sólo predictivo sino prescriptivo, capaz de recomendar mantenimiento oportunista.

6.3 PRONÓSTICO DE VIDA REMANENTE CON INCERTIDUMBRE CUANTIFICADA

Formulación de los modelos de vida remanente mediante distribuciones generalizadas fásicas cuyos parámetros se actualizan en tiempo real por estimación bayesiana, complementada con filtros bayesianos de partículas y con redes neuronales bayesianas recurrentes enriquecidas con física. Frente al enfoque habitual de punto único, cada predicción se entrega con su intervalo de confianza, requisito imprescindible para que un jefe de planta pueda decidir sobre ella.

6.4 GEMELO DIGITAL MULTICAPA: GIS, BIM Y NUBE DE PUNTOS SOBRE UNA MISMA ONTOLOGÍA

QORUM no separa la información geográfica, la información constructiva y la información de mantenimiento en tres herramientas distintas. El visor GIS sitúa la cartera completa sobre cartografía y permite descender de la vista de territorio a la planta y de la planta al componente; el visor BIM representa el activo modelado según ISO 19650 y asocia a cada elemento su ficha de fiabilidad, su historial de fallos y sus órdenes de trabajo; el visor de nube de puntos, alimentado por escaneo láser 3D de precisión milimétrica, permite inspeccionar el estado real del activo sin desplazarse. Los tres visores consultan la misma taxonomía ontológica de activos, de modo que el color de alerta que ve el gestor en el mapa es exactamente el mismo dato que sostiene el cálculo de vida remanente. Es esa capa semántica común la que hace la solución replicable a eólica, hidrógeno verde, almacenamiento en baterías o biometano sin rehacer los modelos.

6.5 SENSOR VIRTUAL CON IA GENERATIVA

Redes neuronales adversariales condicionales para la generación sintética rigurosa de datos, que permite suplir señales ausentes, densificar la instrumentación sin desplegar más hardware y entrenar modelos en plantas con histórico corto.

6.6 SOBERANÍA DEL DATO POR DISEÑO

Arquitectura sobre servidor propietario con combinación de cloud y edge computing, de modo que el cliente no cede su dato de explotación a un tercero. Es la respuesta directa a la objeción que hoy frena la adopción de las plataformas comerciales.

6.7 Buenas prácticas y marcos de referencia

Análisis sistemático FMECA y RAMI con árboles de fallo y de eventos como base del catálogo de modos de fallo; técnicas de explicabilidad de inteligencia artificial y estudios de sensibilidad estadística sobre los modelos; aprendizaje por transferencia para adaptar modelos entrenados en una instalación a otra distinta; gestión ágil del desarrollo con Scrum; control de acceso basado en roles con matriz de permisos completa; y marcos de referencia ISO 19650 (BIM), ISO 55000 (gestión de activos), ISO 9001, ISO 14001 y UNE 166002, con alineamiento explícito a los objetivos de Industria 5.0 y del Pacto Verde Europeo.

7 Arquitectura y módulos

7.1 Capa de datos

Data Lake que integra la sensórica de planta (equipos de supervisión y control en tiempo real, medidor de curvas IV, cámara termográfica, célula calibrada, dron de termografía aérea, estación con piranómetro, certificador de red y fibra) junto con los registros heterogéneos de incidencias de los operarios. Los protocolos de registro de datos críticos se rediseñaron a partir del análisis de modos de fallo, de manera que se capture exactamente el dato que los modelos necesitan. La actualización se realiza en tiempo real o cuasi-real, con generación sintética por IA generativa cuando la señal no está disponible.

7.2 Capa de modelos y API

Arquitectura software que actúa de puente entre el repositorio de datos y los modelos predictivos, exponiendo consultas, predicciones y actualizaciones mediante API, con reentrenamiento automático de los modelos de forma periódica, según la condición de la planta o ante la llegada de nuevos datos. Despliegue combinado en cloud y en el borde mediante gateway propio.

7.3 Capa cognitiva (en desarrollo)

Sobre las dos anteriores, QUANTIA está construyendo una capa de conocimiento: una ontología del activo y su mantenimiento, materializada en un grafo, y un conjunto de agentes que trabajan sobre ella. La función más visible de esos agentes será la consulta en lenguaje natural —preguntar por el estado de un componente, por el histórico de un modo de fallo o por el plan recomendado, y obtener una respuesta razonada y trazable al dato de origen—. La función más valiosa, y la que se está

priorizando, es la contraria: agentes que asisten la ingesta y pueblan el grafo automáticamente a partir de la documentación técnica y de los sistemas heredados del cliente. Esta capa no forma parte todavía de la funcionalidad liberada.

7.4 Capa de presentación

La plataforma se organiza en los siguientes módulos. (1) Vista de Planta: cuadro de mando configurable con fallos críticos, análisis de fiabilidad, mantenimiento preventivo y correctivo, y ficha completa de la instalación. (2) Visor GIS: cartera completa georreferenciada sobre cartografía interactiva, con navegación del territorio a la planta y de la planta al activo, y proyección sobre el mapa del estado de fiabilidad, las alertas activas y las intervenciones en curso. (3) Activos: sinóptico interactivo en diagrama jerárquico de cuatro niveles (planta → sistemas de generación → zonas → componentes) con minimapa, zoom y reorganización automática, más el registro tabular de activos. (4) Visor BIM: modelo tridimensional del activo conforme a ISO 19650, en el que cada elemento enlaza con su ficha de fiabilidad, su vida remanente estimada, su historial de fallos y sus órdenes de trabajo asociadas; el técnico selecciona un componente en el modelo y obtiene su estado sin salir del visor. (5) Visor de nube de puntos: inspección remota del activo real a partir de escaneo láser 3D, en formato .e57. (6) Registro de órdenes de trabajo: gestión completa del ciclo fallo → orden correctiva o preventiva → puesta en servicio, con agrupación multifallo. (7) Fiabilidad: analítica de fiabilidad, MTBF, EOL y fecha recomendada de inspección, y configuración del catálogo FMECA de modos y grupos de fallo. (8) Analítica Operativa: módulo de aprendizaje automático en modo predictivo y de detección de anomalías sobre las señales de potencia y energía generada. (9) Planes de mantenimiento: planificación manual e inteligente, con simulación, KPI del plan activo y dependencias entre actividades. (10) Perfil y gobierno de usuarios.

7.5 Usabilidad y gobierno del dato

Tres perfiles con matriz de permisos completa: el perfil de operación ve el sinóptico, registra fallos y crea órdenes de trabajo, pero no accede a la analítica de fiabilidad ni a los planes, de modo que cada rol ve exactamente lo que necesita. Las alertas se presentan priorizadas en cuatro niveles y los paneles del cuadro de mando son activables mediante conmutadores por el propio usuario. Toda la analítica es exportable en SVG, PNG y CSV, y los informes en XLS y PDF, para integrarse en los flujos de reporte que el cliente ya tiene.

7.6 Impacto en el puesto de trabajo

El punto de partida del sector es un mantenimiento sustancialmente manual: planillas de Excel rellenas a mano y desplazamiento a campo para ejecutar las tareas, con baja capacidad de respuesta ante incidencias. QORUM convierte ese proceso en un

flujo digital trazable de extremo a extremo, y libera al técnico de la tarea de decidir qué mirar primero: el sistema se lo prioriza, y se lo enseña sobre el mapa y sobre el modelo del activo.

8 Indicadores y procesos de mejora

QORUM sustituye un proceso de operación y mantenimiento basado en planillas de Excel y visitas a campo por un sistema de indicadores calculados de forma continua sobre el dato real de planta. La plataforma publica y monitoriza tres familias de indicadores:

1) INDICADORES DE FIABILIDAD DEL ACTIVO, calculados por componente, subsistema y modo de fallo: función de fiabilidad, MTBF (tiempo medio entre fallos), EOL (fin de vida estimado) y Fecha Recomendada de Inspección. Cada resultado es trazable a un catálogo FMECA propio —modos de fallo, grupos de fallo, causas, efectos y acción recomendada— y se traduce en alertas priorizadas en cuatro niveles: Vencido > Muy urgente > Urgente > Advertencia. Estos indicadores no viven solo en tablas: se proyectan sobre el visor GIS y sobre el visor BIM, de modo que el responsable ve el estado de fiabilidad directamente sobre el mapa de la cartera y sobre el modelo tridimensional del activo.

2) INDICADORES DE EJECUCIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO, con umbrales de aceptación definidos y verificados en la plataforma: % de Ocupación de los equipos en rango óptimo 60–85 %; Disponibilidad Neta ≥ 90 %; Solapamiento de tareas ≤ 20 %; Indisponibilidad Neta ≤ 10 %; y Tiempo de Intervención. El plan inteligente sólo puede activarse tras ejecutar la simulación que calcula estos KPI, de modo que ninguna planificación entra en operación sin haber sido evaluada previamente.

3) INDICADORES OPERATIVOS Y DE PRODUCCIÓN, mediante analítica de aprendizaje automático sobre las señales de planta (potencia en corriente alterna, potencia en corriente continua y energía generada) en dos modos, predicción y detección de anomalías, con granularidad por minuto y por día, y exportación de resultados en SVG, PNG y CSV para su integración en los informes del cliente.

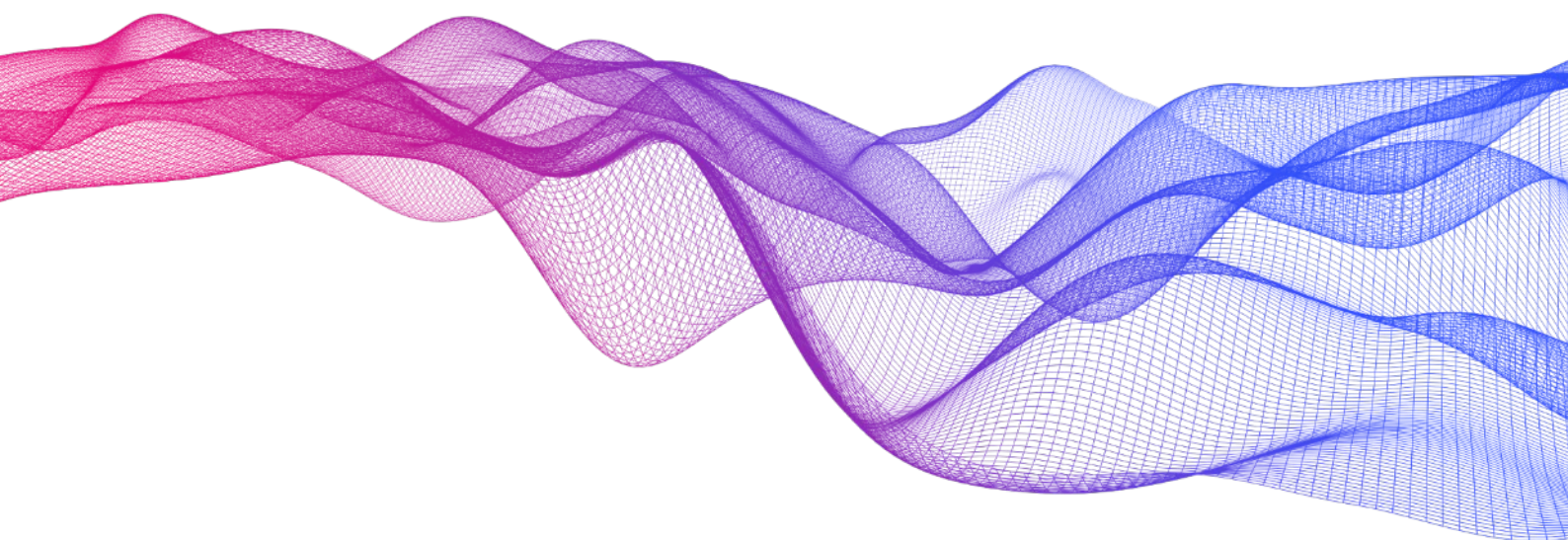
8.1 Umbrales verificados en la plataforma

KPI del plan de mantenimiento	Umbral
% de Ocupación de los equipos	Óptimo entre 60 % y 85 %
Disponibilidad Neta	Mínimo 90 %
Solapamiento de tareas	Máximo 20 %
Indisponibilidad Neta	Máximo 10 %
Tiempo de Intervención	Monitorizado por plan y por equipo

El plan inteligente no puede activarse sin haber ejecutado antes la simulación que calcula estos indicadores: ninguna planificación entra en operación sin evaluación previa.

PROCESOS DE MEJORA IMPLANTADOS. (a) Captura y estructuración del dato: se rediseñaron los protocolos de registro de datos críticos y se implantó un Data Lake que unifica sensórica, SCADA y los registros heterogéneos de incidencias de los operarios, hasta ahora dispersos en hojas de cálculo. (b) Ciclo cerrado fallo-orden de trabajo: todo fallo registrado genera trazabilidad completa (estado del componente, parada técnica, orden correctiva o preventiva, puesta en servicio), lo que permite alimentar de vuelta los modelos de fiabilidad. (c) Reentrenamiento automático de los modelos predictivos, de forma periódica, según la condición de la planta o ante la entrada de nuevos datos, a través de la API de la plataforma. (d) Validación comparativa en entorno real: se contrastan los indicadores socioeconómicos y ambientales del mantenimiento prescrito por la herramienta frente al mantenimiento histórico de la compañía operadora, como forma objetiva de medir el grado de optimización alcanzado.

Impacto, validación y replicabilidad



9 Impacto en consumo energético y emisiones

La contribución de QORUM a la reducción del consumo energético opera por tres vías. Las cifras siguientes son ESTIMACIONES calculadas con hipótesis conservadoras y se detallan con su metodología para que sean auditables.

VÍA 1 — MÁS ENERGÍA LIMPIA POR CADA ACTIVO YA INSTALADO (evita consumo de origen fósil). La literatura de referencia sitúa entre el 10 % y el 30 % la mejora de eficiencia alcanzable en plantas fotovoltaicas con mantenimiento predictivo efectivo (IEEE Transactions on Industrial Informatics, vol. 14, n.º 6, 2018). Se adopta deliberadamente una hipótesis muy conservadora del 3 %, atribuible a la reducción de paradas no planificadas y a la corrección temprana de degradaciones:

- Cartera de validación de QORUM: 8 instalaciones fotovoltaicas en operación, 7,2 MW nominales. Producción de referencia ≈ 11.530 MWh/año. Mejora estimada del 3 % = 346 MWh/año adicionales de energía limpia, equivalentes a unos 31.100 €/año a 90 €/MWh.
- Por cada 100 MW gestionados con la plataforma: producción de referencia ≈ 160.000 MWh/año. Mejora estimada del 3 % = 4.800 MWh/año adicionales, equivalentes a unos 432.000 €/año.

VÍA 2 — MENOS ENERGÍA CONSUMIDA POR LA PROPIA OPERACIÓN DE MANTENIMIENTO. El motor de decisión de QORUM incorpora la optimización de rutas, el agrupamiento de tareas (mantenimiento oportunista) y la planificación de recursos, con el objetivo de reducir a la mitad las intervenciones correctivas no planificadas. Sobre la referencia de 20 intervenciones correctivas anuales por cada 100 MW, la reducción estimada es del 50 % (de 20 a 10), con el consiguiente ahorro de combustible de vehículos de servicio y maquinaria pesada. Adicionalmente, los KPI de Ocupación (60–85 %) y Solapamiento (≤ 20 %) evitan desplazamientos redundantes de los equipos de campo, y el visor de nube de puntos y el visor BIM permiten resolver de forma remota inspecciones que antes exigían desplazamiento físico.

VÍA 3 — MENOS ENERGÍA EMBEBIDA EN MATERIALES POR EXTENSIÓN DE VIDA ÚTIL. La estimación de vida remanente por componente permite extender la vida útil de módulos y componentes en un 10 % (de 25 a 27,5 años de media). Para una planta de 100 MW cuyo reemplazo completo moviliza del orden de 1.000 toneladas de materiales (vidrio, silicio, aluminio), la extensión evita aproximadamente 100 toneladas de material y toda la energía asociada a su fabricación, transporte y gestión como residuo.

AHORRO ECONÓMICO ASOCIADO. Las plantas fotovoltaicas destinan entre el 15 % y el 25 % de sus costes operativos a mantenimiento correctivo. Una reducción del 50 % de ese coste supone, para una planta de 100 MW con 500.000 €/año de coste de mantenimiento, un ahorro estimado de 125.000 €/año.

9.1 Emisiones de CO2 evitadas

1) EMISIONES EVITADAS POR MAYOR GENERACIÓN RENOVABLE. Tomando el factor de referencia de 0,5 kg de CO2 por kWh generado con combustibles fósiles:

- Cartera de validación (7,2 MW): $346 \text{ MWh/año adicionales} \times 0,5 \text{ kg CO}_2/\text{kWh} = 173 \text{ toneladas de CO}_2 \text{ evitadas al año.}$
- Por cada 100 MW gestionados: $4.800 \text{ MWh/año adicionales} \times 0,5 \text{ kg CO}_2/\text{kWh} = 2.400 \text{ toneladas de CO}_2 \text{ evitadas al año.}$

2) EMISIONES EVITADAS POR REDUCCIÓN DE DESPLAZAMIENTOS E INTERVENCIONES. Cada intervención correctiva evitada supone del orden de 40 kg de CO₂ (vehículos de servicio y maquinaria pesada). Con una reducción estimada del 50 % de las intervenciones correctivas, se evitan 400 kg de CO₂ al año por cada 100 MW gestionados. A esto se suman las inspecciones que dejan de requerir desplazamiento porque se resuelven sobre el modelo BIM y la nube de puntos.

3) EMISIONES EVITADAS POR NO FABRICAR NI DESECHAR COMPONENTES. La extensión del 10 % en la vida útil evita del orden de 100 toneladas de materiales (vidrio, silicio, aluminio) por cada 100 MW a lo largo del ciclo de vida, con la huella de fabricación y de gestión de residuo asociada.

IMPACTO AGREGADO ESTIMADO. Por cada 100 MW gestionados con QORUM, la suma de las tres vías sitúa la estimación por encima de 2.400 toneladas de CO₂ evitadas al año. Extendido al mercado objetivo de la plataforma —cien plantas adicionales en cinco años—, el orden de magnitud del impacto es de decenas de miles de toneladas anuales.

NOTA METODOLÓGICA. Todas las cifras se presentan como estimación, coherentemente con el estado de la iniciativa: QORUM es una plataforma en producción cuyo MVP se alcanzó en agosto de 2026 y cuya capa cognitiva sigue en desarrollo. La medición definitiva se obtiene comparando el mantenimiento prescrito por la herramienta frente al histórico de la compañía operadora.

10 Entorno real de validación

QORUM no se valida en laboratorio. La cartera de instalaciones piloto reúne ocho plantas fotovoltaicas en operación, deliberadamente heterogéneas en potencia, tipología de montaje, fabricante de módulo e inversor y perfil de cliente, para forzar que los modelos sean transferibles y no queden ajustados a una sola instalación. Por confidencialidad con los operadores, las plantas se identifican aquí por tipología, potencia y ubicación, sin nombrar la instalación concreta.

Instalación	Ubicación	Potencia	Tipología
Planta 1	Jaén	1.750 kW	Sobre suelo, sistema hincado, utility scale
Planta 2	Jaén	1.100 kW	Sobre cubierta, coplanar, autoconsumo industrial
Planta 3	Jaén	1.050 kW	Sobre suelo, sistema hincado, utility scale
Planta 4	Granada	1.550 kW	Cubierta plana y triangular, coplanar
Planta 5	Granada	705 kW	Cubierta inclinada a dos aguas

Instalación	Ubicación	Potencia	Tipología
			(este/oeste)
Planta 6	Almería	500 kW	Cubierta plana, coplanar orientación sur
Planta 7	Ciudad Real	350 kW	Sobre suelo, vertido total a red
Planta 8	Granada	200 kW	Sobre marquesinas
TOTAL	Andalucía y Castilla-La Mancha	7,2 MW	8 instalaciones en operación

La validación consiste en obtener valores comparativos de mejora socioeconómica y ambiental entre el mantenimiento prescrito por la herramienta y el establecido históricamente por la compañía operadora. Es una comparación contra el proceso real que hoy se ejecuta, no contra una línea base teórica.

11 Replicabilidad

La combinación de ontologías, BIM, GIS y modelos parametrizados permite trasladar la solución a otras infraestructuras de generación renovable (eólica, hidrógeno verde, almacenamiento en baterías, biometano), a redes eléctricas inteligentes y a la manufactura industrial, sin reconstruir la algorítmica: es el mismo motor con otra taxonomía de activos. Y cuando la capa agéntica de instanciación esté liberada, el coste de poner en marcha cada nueva planta —hoy el verdadero freno a la escala— se reduce drásticamente.

El horizonte de extensión alcanza plantas térmicas, hidroeléctricas y eólicas, sistemas de almacenamiento en baterías, redes eléctricas inteligentes y manufactura industrial. El factor que decide si esa extensión es viable no es la algorítmica, que ya es agnóstica al dominio, sino el coste de construir el modelo de información de cada nueva instalación. De ahí que la línea prioritaria de desarrollo sea precisamente la automatización de esa construcción.

12 Quién lo hace

Organización	Papel
QUANTIA Ingeniería y Consultoría, S.L.	Organización responsable del caso de éxito y titular de la plataforma QORUM. Desarrolla la totalidad de la solución: ingeniería del dato, modelos de fiabilidad y vida remanente, motor de decisión, gemelo digital con visores GIS, BIM y nube de puntos, y la capa cognitiva y agéntica actualmente en desarrollo. Oficinas en Madrid, Málaga, Granada y A Coruña.

12.1 Contacto

Francisco Carmona Martínez — Socio, Director de Infraestructuras e Industria. Representante del caso de éxito.

Emilio Daroch — Director del Área de I+D. Coordinador de la candidatura · emilio.daroch@quantia.es

QUANTIA Ingeniería y Consultoría, S.L. · www.quantia.me

An abstract graphic composed of numerous thin, glowing green lines that originate from the bottom right and fan out towards the top left, creating a sense of dynamic movement and energy. The lines vary in brightness, with some appearing as solid green and others as faint trails.

QUANTIA