

***EuroStack
en acción:***
**La arquitectura de
Libelium que cimenta la
soberanía digital europea**

Libelium despliega el blueprint de
la UE en la Alhambra Living Lab

1. Resumen ejecutivo

La autonomía estratégica de la Unión Europea ha dejado de ser un debate exclusivamente regulatorio para convertirse en una prioridad industrial y de seguridad nacional. En el momento actual en el que nos encontramos, la infraestructura digital define la democracia, la independencia y la soberanía de las naciones, además de su economía y competitividad.

Por este motivo, la iniciativa EuroStack se erige como el proyecto insignia definitivo para construir un ecosistema digital federado, seguro y plenamente europeo, con una inversión propuesta de 300.000 millones de euros.

Este documento establece el marco para alinear nuestra arquitectura con las directrices de EuroStack.

Para ilustrarlo, usamos el despliegue de la **Alhambra Living Lab**, un proyecto pionero que demuestra que la soberanía tecnológica no es una aspiración a futuro, sino una realidad operativa capaz de actuar en entornos de máxima complejidad patrimonial, urbana y ambiental. A través de esta implementación, **Libelium** se posiciona como el arquitecto de referencia para proyectar esta soberanía digital sobre el territorio y los activos físicos, operando de forma nativa e integrada en cuatro de las capas críticas del blueprint unificado.



2. Introducción: el desafío de la infraestructura en la *Europa multipolar*

El modelo de desarrollo digital de la Unión Europea afronta una vulnerabilidad ya conocida: **más del 80% de las tecnologías digitales e infraestructuras estratégicas en suelo europeo son importadas**^[1]. Esta asimetría estructural somete a las administraciones públicas y sectores industriales clave a dinámicas de dependencia tecnológica, donde tres corporaciones extranjeras (Meta, Amazon y Google) controlan casi el 70% del mercado de computación y almacenamiento en la nube (IaaS). Bajo marcos jurídicos extraterritoriales foráneos (como la U.S. CLOUD Act o la Ley de Seguridad de Datos (DSL) de China), la confidencialidad, el control de los servicios públicos esenciales y la resiliencia ante ciberamenazas quedan comprometidos.

+80%

de las tecnologías digitales e infraestructuras estratégicas en suelo europeo son importadas

[1] Mario Draghi "El futuro de la competitividad europea", Informe encargado por la Comisión Europea (Septiembre de 2024).



El tejido tecnológico europeo está constituido mayoritariamente por pequeñas y medianas empresas (pymes como Libelium o como tu empresa) que operan en un escenario de asimetría competitiva frente a las grandes tecnológicas globales (Big Tech).

No obstante, de esta desventaja competitiva estructural, Europa ha hecho virtud.

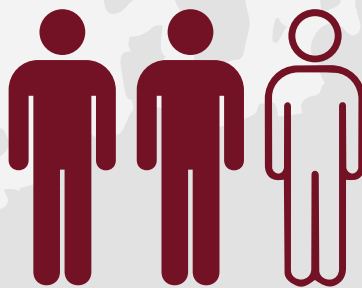
Frente a la centralización monopolística de las corporaciones globales o el control estatal vertical de otras regiones, Europa propone un modelo de gobernanza federado, abierto y descentralizado; un ecosistema que innove en un entorno de competitividad colaborativa (*coopetición*).

Este nuevo modelo europeo requiere de empresas ágiles, autónomas y resilientes, capaces de desplegar las capacidades que genere, retengan y protejan el dato desde su origen.

Libelium ha dedicado dos décadas a construir las capacidades físicas que Europa define hoy como esenciales para la soberanía (como el Smart Europe IoT, la IA causal o los espacios de datos), estableciéndose, por trayectoria y alineación, como el referente industrial capaz de desplegar la visión del EuroStack sobre el territorio.



99% de las empresas EU son pymes



Dos tercios de las personas empleadas por pymes



... y producen 57 céntimos de cada euro de valor añadido.

3. El marco EuroStack: capas e interoperabilidad federada

El diseño arquitectónico del EuroStack plantea un ecosistema dinámico estructurado en capas interconectadas, concebido para transformar un mercado fragmentado en un continuo de computación soberana desde el sensor hasta el dato en la nube.

DATA & ARTIFICIAL INTELLIGENCE (SovereignAI - Mistral/ALIA)

SOFTWARE PLATFORMS (EuroOS & Open Public AI Marketplace)

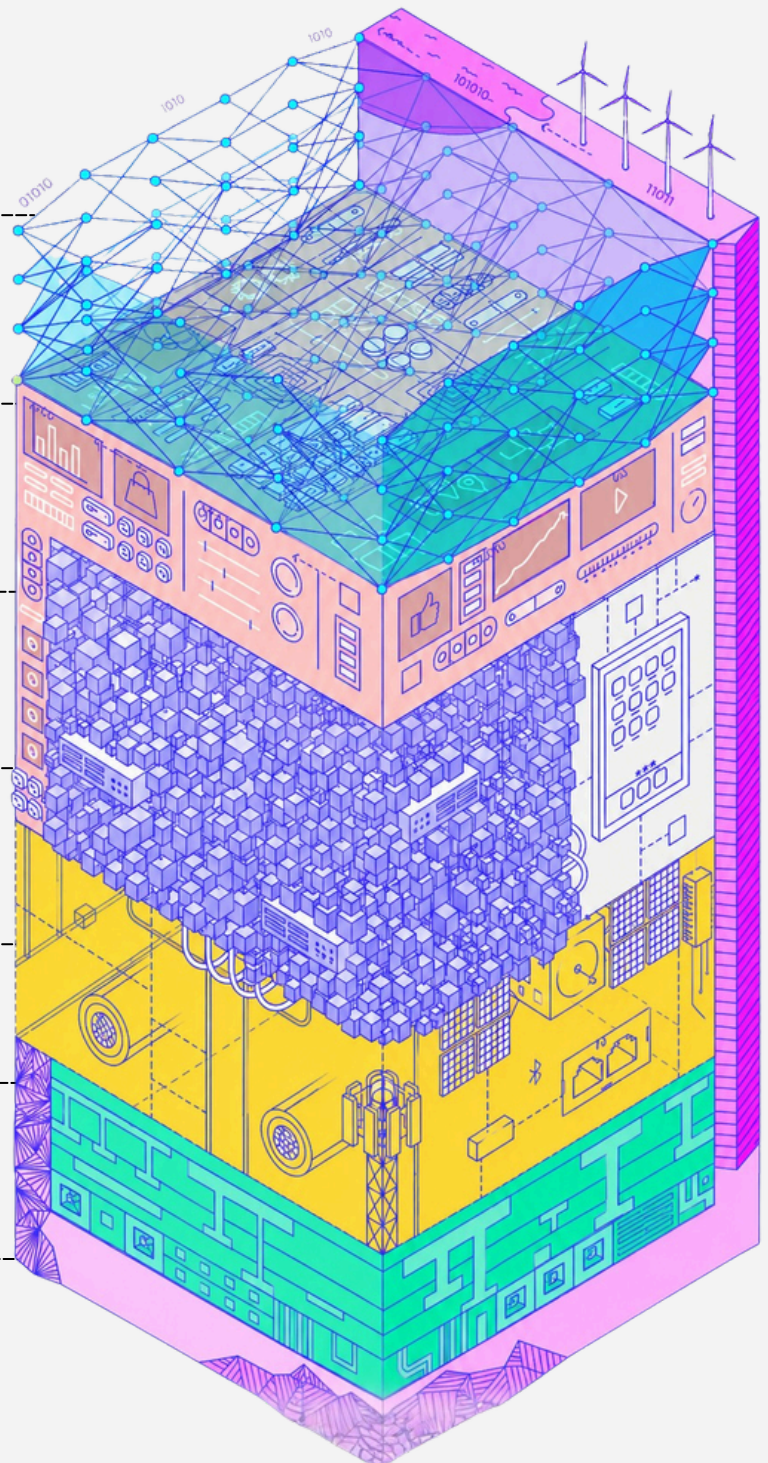
CLOUD INFRASTRUCTURE (SovereignCloud - OVHcloud / ENS High)

CONNECTED DEVICES & CRITICAL IoT (SmartEurope IoT / FIWARE)

NETWORKS (EuroConnect - standalone 5G / SCION Architecture)

CHIPS (EuroChips - RISC-V Open Standard Architecture)

CRITICAL RESOURCES (Raw Materials, Green Energy & Water Monitoring)



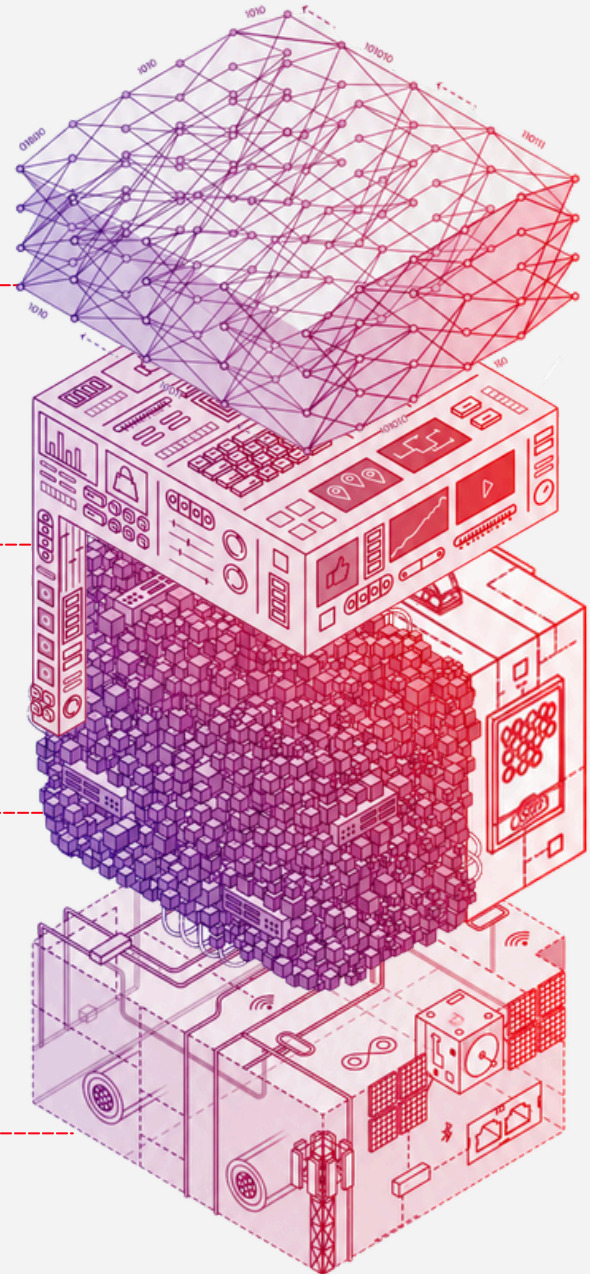
Libelium ofrece garantías en cuatro de las capas del EuroStack: IoT, DataCommons, SovereignCloud y SovereignAI

DATA & ARTIFICIAL INTELLIGENCE (SovereignAI - Mistral/ALIA)

SOFTWARE PLATFORMS (EuroOS & Open Public AI Marketplace / iris360)

CLOUD INFRASTRUCTURE (SovereignCloud - OVHcloud / ENS High)

CONNECTED DEVICES & CRITICAL IoT (SmartEurope IoT / Libelium One & Smart Spot / FIWARE)



El instrumento operativo para materializar esta visión en despliegues reales es el **EuroStack Challenge**, un programa de la Comisión Europea orientado a financiar e impulsar Productos Mínimos Viables (MVPs) transfronterizos altamente escalables con un horizonte temporal de 18 meses (lo que en el sector tecnológico equivalen a 5 minutos), coincidiendo con la canalización de la inversión pública y los proyectos IPCEI-CIS.

4. La regulación europea como sello de calidad industrial

La expresión “Estados Unidos innova, China copia y Europa regula” empieza a oler a naftalina.

Para empezar, el modelo estadounidense ha evolucionado de la innovación de software dinámica y atrevida a la concentración absoluta del poder financiero y estructura. Su innovación hoy es extractiva, diseñada para generar un efecto de red global que busca subordinar la capacidad de cómputo de los Estados soberanos a sus plataformas propietarias (lock-in).

Para continuar, China ha superado la fase de ingeniería inversa para liderar la autonomía de la cadena de suministro y la eficiencia algorítmica extrema. Cuando los bloqueos comerciales le han obligado, ha demostrado su capacidad de innovar de manera mucho más eficiente, sorprendiendo al mundo, como ha demostrado con el fenómeno de DeepSeek.

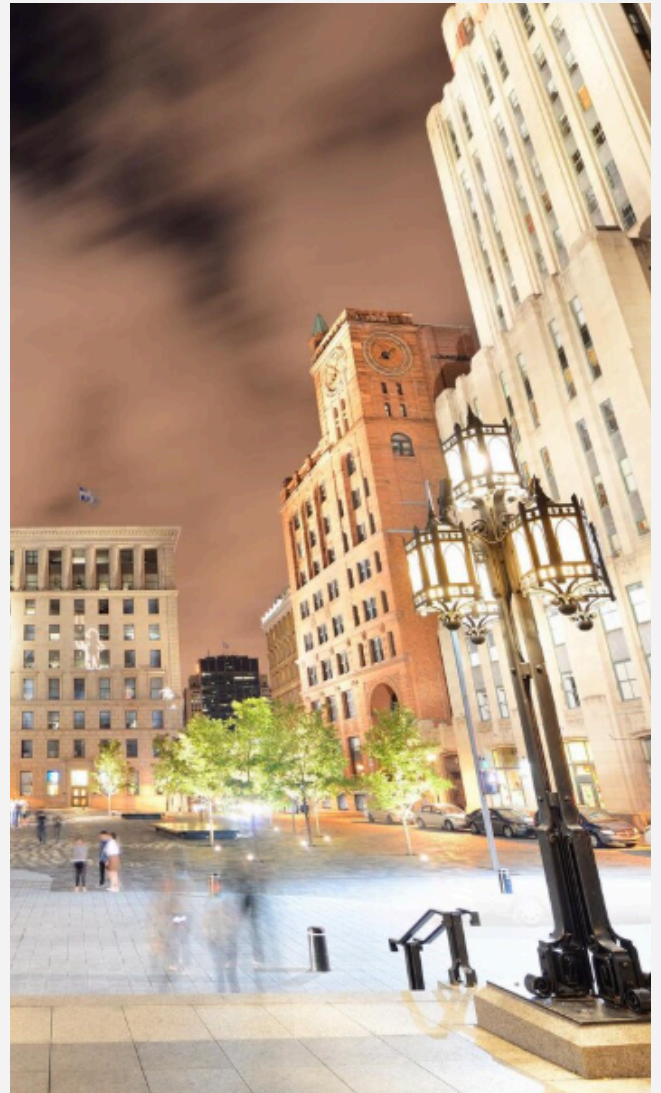
¿Y los europeos, qué?

Frente a un bloque estadounidense que domina por acumulación hiper-centralizada y un bloque chino que domina por control de la cadena de suministro, la pregunta es: ¿Cuál es el papel de la Unión Europea en el espacio competitivo?



La respuesta no es competir en una guerra de subvenciones masivas de infraestructura que Europa no puede ganar de forma aislada. La respuesta europea tiene dos patas:

- **Estandarización basada en la calidad, la confianza y el valor público.** Es aquí donde el Critical IoT y la veracidad del dato se convierten en la clave de bóveda de la soberanía digital europea. La tecnología europea debe ser sinónimo de garantía de resiliencia, fiabilidad jurídica y protección de los derechos ciudadanos y corporativos que convierta la regulación en una ventaja competitiva inmediata y estructural para los gobiernos, industrias y ciudadanía.
- **Simplificación de los procesos de adopción tecnológica.** Hay a quienes le dan picores cuando escucha la palabra “regulación”, pero hay que saber distinguir entre regulación y burocracia. Un marco legal ágil es el mejor aliado de la transformación digital. Especialmente, si va acompañado de menos burocracia, como ventanillas únicas, interoperabilidad entre plataformas del Estado y entre estados o que el software ya cumpla la normativa desde su desarrollo, automatizando la creación de informes de auditoría, por ejemplo.



El EuroStack
Con una inversión
propuesta de 300 mil
millones de euros durante
la próxima década,
EuroStack aspira a generar
beneficios transformadores
en los ámbitos económico,
social y ambiental.

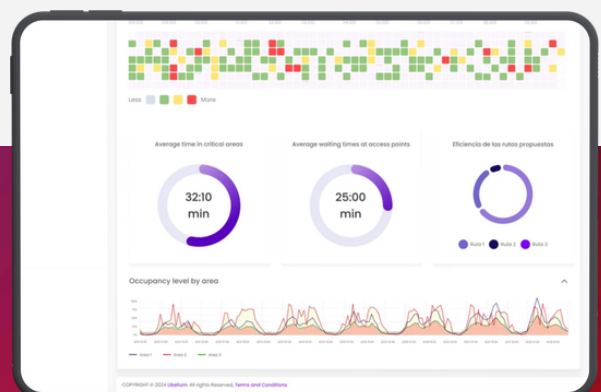
5. El dato auditable: calidad y veracidad como pilares de la soberanía

Este marco de la soberanía digital que es el EuroStack para el control y soberanía del dato es estéril si la información de origen ha sido manipulada, degradada o falsificada. La verdadera soberanía tecnológica exige la certidumbre absoluta sobre la calidad y veracidad y la gobernanza del dato desde el momento de su captura física.

Si los datos alimentan los Espacios de Datos Comunes (Data Commons) y entrenan los modelos de Inteligencia Artificial Soberana (SovereignAI) encargados de la gestión de activos críticos, la veracidad del dato se convierte en una cuestión de seguridad nacional.

Un dato corrupto o manipulado en el origen invalida la toma de decisiones predictivas; un dato fuera de la infraestructura europea debilita la autonomía del ecosistema.

Libelium integra la auditoría de la calidad del dato en el borde (edge auditing) como un componente arquitectónico clave. A través de la plataforma de inteligencia del dato **iris360**, cada flujo de información es sometido a procesos automatizados de validación de integridad, trazabilidad de metadatos y detección de anomalías algorítmicas en el nodo físico. Al asegurar una cadena de custodia inmutable desde el sensor hasta el espacio de datos, Libelium garantiza que los modelos de decisión europeos operen sobre información veraz, auditable y de la máxima calidad científica.



Todo ello, apoyado en regulación europea:

Cyber Resilience Act (CRA)

Libelium asume de forma nativa los mandatos de seguridad por diseño y por defecto en todo el ciclo de vida del hardware conectado, garantizando la mitigación automatizada de vulnerabilidades y eximiendo al usuario de complejas auditorías de origen.

Directiva NIS-2

Blindaje absoluto de la cadena de suministro de datos perimetrales en sectores esenciales y utilities, protegiendo los flujos frente a riesgos de espionaje y sabotaje físico o digital.

EU Data Act

Eliminación técnica de los silos cerrados y las prácticas de bloqueo de proveedor (vendor lock-in), asegurando la portabilidad y la libre compartición del dato mediante APIs abiertas e interoperables.



6. Arquitectura de referencia: la integración multicapa de Libelium

Libelium lleva años posicionándose como el socio de confianza en Europa, unificando el entorno físico con el blueprint del EuroStack, y cubriendo de forma nativa cuatro de sus capas fundamentales:

Capa EuroStack	Directriz del blueprint	Arquitectura Libelium	Rol en el ecosistema soberano
SmartEurope IoT	- Estándares abiertos FIWARE - Certificación de seguridad por diseño (CRA) - Ciberseguridad industrial (NIS-2)	20 años diseñando hardware. One como dispositivo IoT plug-and-play para diversos casos de uso. - Capacidad de despliegue global validada en +120 países - Homologación regulatoria activa.	Actúa como la capa física e inteligente en el origen del dato para la monitorización de activos estratégicos.
DataCommons	- Especificaciones Gaia-X - Espacios de Datos Comunes de la UE - Portabilidad y soberanía del dato	Miembro en el Board de decisión de Gaia-X +2M€ de ingresos directos en proyectos de Data Spaces en 2025	Ejerce como miembro en la junta directiva de Fiware, Eclipse y Gaia-X, referentes de la industria europea en el diseño de las arquitecturas de intercambio federado.
SovereignCloud	- Nube descentralizada e interoperable - Procesamiento de datos perimetral (Edge) - Inmunidad ante leyes extraterritoriales	- Despliegue de iris360 sobre OVHcloud - Residencia estricta de datos dentro de fronteras UE - Certificación de seguridad ENS Alto	Garantiza un entorno de computación auditable y soberano , completamente protegido frente a accesos transfronterizos no autorizados.
SovereignAI	- Inferencia con modelos de código abierto - Marcos analíticos locales (ALIA / Mistral) - Cumplimiento estricto del AI Act	- Motor de IA Causal integrado - Chat y LLMs con ALIA y Mistral - Cumplimiento bajo norma ISO 42001	iris360 permite ejecutar analítica avanzada y toma de decisiones automáticas eliminando dependencias operativas extranjeras.

La capacidad de Libelium de integrar los mandatos de ciberseguridad (CRA, NIS-2) y de gestión del dato (Data Act) así como las ISO y los estándares europeos en el diseño de su hardware y software permite que a Libelium entregar soluciones de confianza al EuroStack una confianza y resiliencia legales que son nativas e inmediatas.

7. Validación sobre el terreno: Alhambra Living Lab como MVP del EuroStack

ElLa confiabilidad, consistencia y viabilidad de la arquitectura propuesta por Libelium se demuestra en el proyecto

Alhambra Living Lab. Este entorno monumental, calificado como uno de los espacios patrimoniales y ambientales más sensibles y complejos de la escena internacional, constituye un ejemplo de Producto Mínimo Viable (MVP) real e implementado de las directrices del EuroStack.

El objetivo de esta compra pública de innovación era integrar de manera natural diferentes tecnologías de última generación, desde el Critical IoT hasta la IA pasando por el uso de LLMs europeos.

7.1. Casos de uso reales para desarrollar el Gemelo Digital de la Alhambra Living Lab

En el proyecto se han desplegado en 9 aplicaciones prácticas que ya están transformando la gestión y conservación del recinto.

1. Control inteligente de flujos turísticos

Con más de 30 sensores de conteo y cámaras, el sistema detecta aglomeraciones, optimiza accesos y predice momentos críticos. Así, se protege el patrimonio y se mejora la experiencia del visitante.

2. Sensores ambientales para conservación no invasiva

Dispositivos Libelium One monitorizan condiciones estructurales y medioambientales. Algoritmos como LSTM, ARIMA o FEM anticipan riesgos sin necesidad de intervención física.



3. Realidad aumentada y gamificación

Gracias a balizas BLE, GPS y códigos QR, se ofrece un recorrido inmersivo y educativo, con reconstrucciones históricas, retos culturales y contenido adaptado por edad e idioma.

4. Inventario digital de biodiversidad

En zonas verdes, sensores controlan la flora y fauna local. Se genera un mapa de especies vivas, útil para decisiones ecológicas y gestión ambiental.

5. Optimización energética y de recursos

Medición del consumo de agua, electricidad y climatización en tiempo real permite un ajuste fino del uso de recursos, reduciendo costes y el impacto ambiental.

6. Asistentes interactivos multilingües

Con IA generativa, los puntos de información detectan el idioma del visitante y adaptan el contenido a sus necesidades, mejorando la accesibilidad cultural.

7. Simulación de evacuaciones

Análisis dinámico de rutas de evacuación gracias a la movilidad detectada por sensores, útil en simulacros, planes de emergencia y protección civil.

8. Un tour virtual 360° y una experiencia inmersiva en el metaverso

En este caso se combinan dos tecnologías complementarias que amplían la experiencia del visitante y el valor del gemelo digital: por un lado, un tour virtual, basado en capturas 360° que permitirá recorrer la Alhambra de forma accesible y educativa; y por otro, un metaverso inmersivo, concebido como proof of concept en el Patio de Carlos V, que empleará tecnología de Gaussian Splatting para explorar nuevas formas de visualización interactiva y participación dentro del entorno del Alhambra Living Lab.

9. Predicción del impacto climático

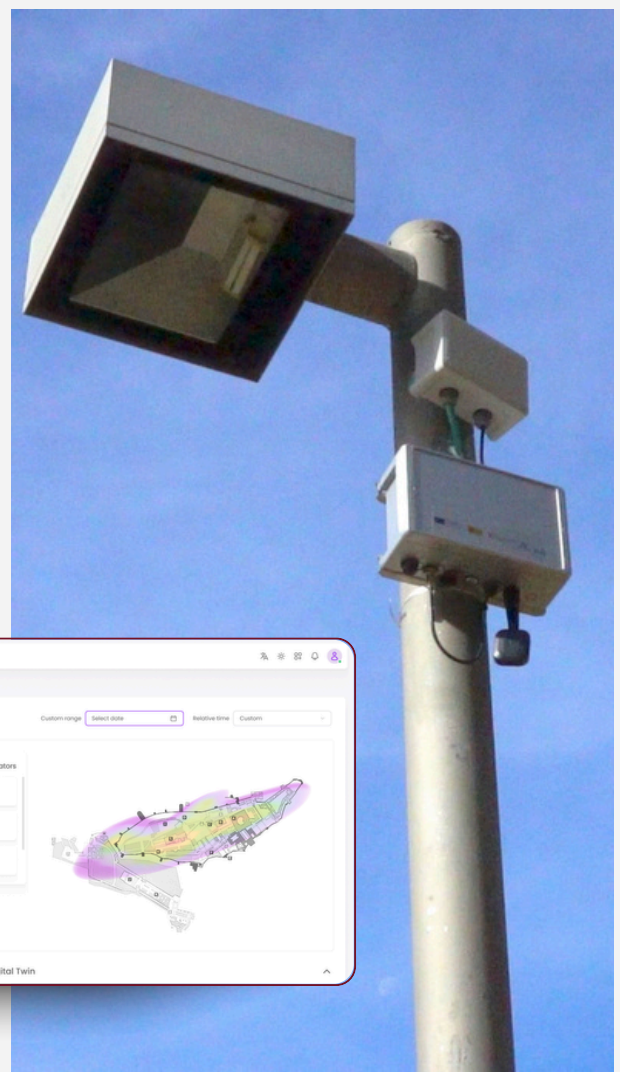
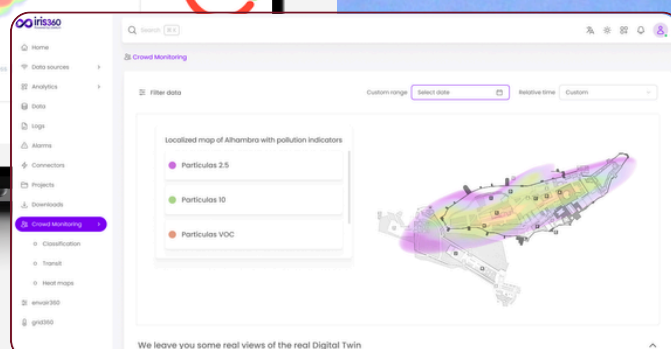
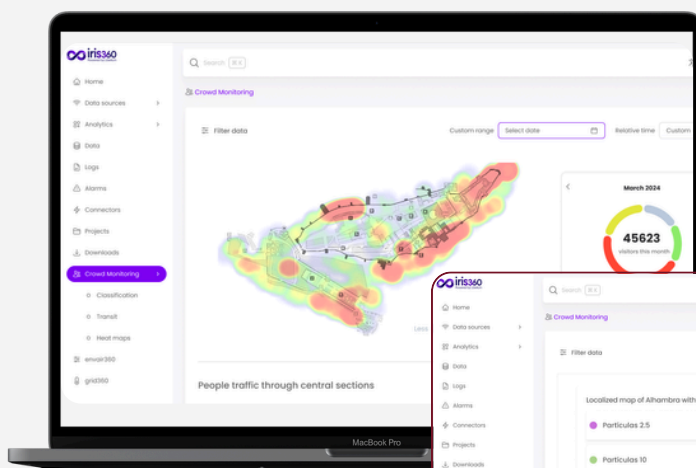
Más de diez estaciones meteorológicas y sensores Smart Spot Air & Noise predicen el efecto del turismo y el clima sobre el entorno del monumento.

7.2. Operación multicapa del proyecto

El Alhambra Living Lab trasciende el concepto básico de monitorización ambiental para constituir un gemelo digital perimetral de alta disponibilidad, estructurado bajo las capas del EuroStack:

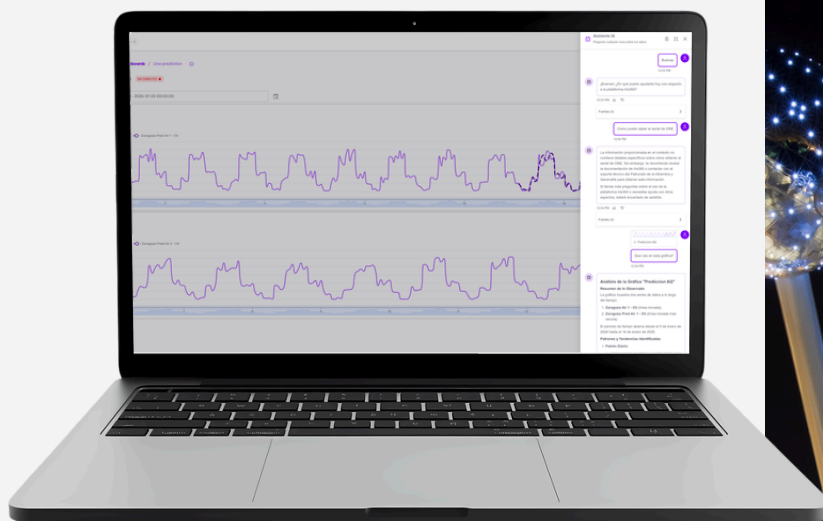
- **Capa de adquisición y conectividad robusta (SmartEurope IoT):** El proyecto implementa un despliegue de dispositivos IoT y pasarelas de comunicación (gateways) de Libelium distribuidos de forma no invasiva por el recinto monumental. El sistema captura en tiempo real variables críticas de contaminación atmosférica, microclima, vibraciones, flujos de visitantes, calidad del agua, ruido o calidad del aire, entre otros parámetros.

- **Capa de infraestructura en la nube (SovereignCloud):** Libelium implementa el despliegue de iris360 sobre OVHcloud para el Alhambra Living Lab, asegurando la residencia de los datos dentro de las fronteras de la Unión Europea y la inmunidad ante leyes extraterritoriales. Esta elección, alineada con las directrices de una nube descentralizada e interoperable está respaldada por la certificación de seguridad ENS Alto, que protege completamente la plataforma iris360 frente a accesos transfronterizos no autorizados y cumple con los altos estándares regulatorios europeos.



- **Capa de inteligencia artificial y modelos de lenguaje**

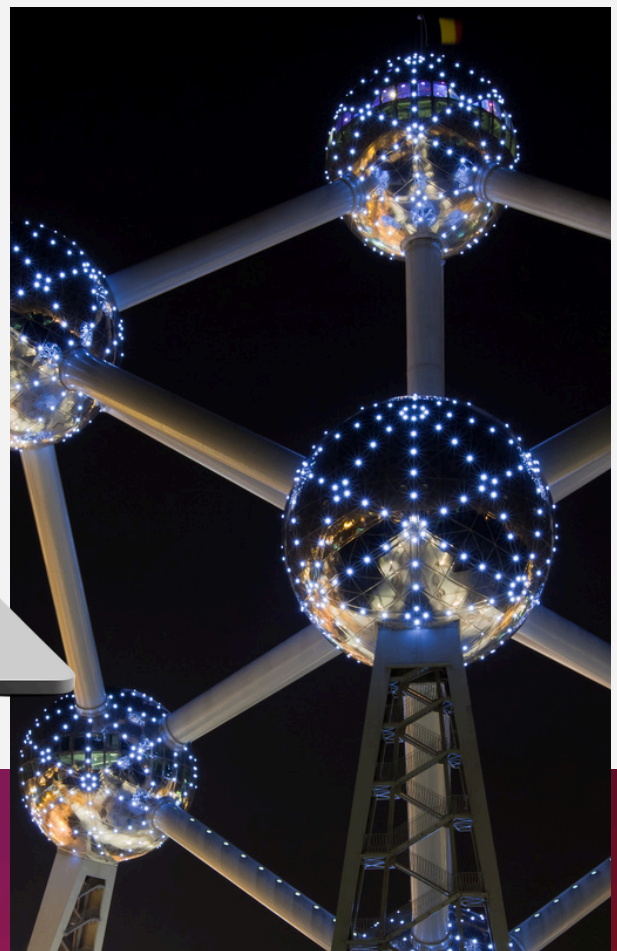
(SovereignAI): La analítica de datos se procesa de forma nativa e independiente en territorio europeo. El proyecto aplica los motores de IA Causal de Libelium directamente en el borde para la Conservación Patrimonial Predictiva y el Inventario Automatizado de Biodiversidad. Asimismo, el Living Lab despliega capacidades avanzadas de Inteligencia Artificial Generativa y Grandes Modelos de Lenguaje (LLM) soberanos (como ALIA o Mistral) para la adaptación turística multilingüe dinámica. Estos modelos se ejecutan en servidores locales bajo el control estricto de la administración pública, evitando el envío de información sensible a infraestructuras terceras que vulneren la soberanía institucional.



- **Capa de aseguramiento del dato (DataCommons):**

Cada variable capturada en el entorno monumental se somete de forma automatizada al motor de auditoría de veracidad de Libelium. El sistema verifica la calibración de los dispositivos, filtra las anomalías de ruido físico y firma criptográficamente cada paquete de datos en el origen.

De este modo, la información de la Alhambra queda lista para su integración interoperable en los Espacios de Datos Europeos (European Data Spaces), proporcionando a los gestores un repositorio público de máxima fiabilidad científica, libre de licencias cautivas extranjeras.



7.3. El valor de Libelium como socio de confianza

La intervención tecnológica en un activo de la relevancia histórica, política y ambiental del Patronato de la Alhambra y el Generalife exige un socio que combine solidez industrial y alineación con el interés público. Libelium demuestra en este escenario su capacidad para:



1. Garantizar la continuidad de operaciones: Mediante hardware optimizado para entornos duros (como en el desierto) o de difícil acceso (como el Canal de Panamá), y sistemas de alimentación redundantes de alta eficiencia energética, con paneles solares, baterías o cable.



2. Simplificar la complejidad tecnológica: Absorbiendo los requisitos normativos del Cyber Resilience Act y la NIS-2 en el propio diseño de la plataforma, permitiendo a los gestores públicos centrarse en la conservación y la toma de decisiones.



3. Asegurar el retorno de valor público: Restituyendo a la administración el control absoluto de sus datos estratégicos, fomentando una gestión transparente y protegiendo el patrimonio común mediante evidencias auditables y veraces.



4. Facilitar la entrada a los Espacios de Datos europeos: Poniendo nuestro rol de liderazgo en la definición de la arquitectura de intercambio al servicio de nuestros proyectos. Así, podemos garantizar tecnológicamente la calidad y la interoperabilidad de los datos, cubriendo la capa DataCommons del EuroStack.

8. El liderazgo de la infraestructura física europea

La soberanía digital de la Unión Europea no es una meta lejana que dependa únicamente de futuros desarrollos teóricos; es una capacidad industrial que ya está ocurriendo sobre el territorio. El proyecto del **Alhambra Living Lab** desarrollado por Libelium demuestra que la infraestructura física europea ya está lista.

Ante la necesidad de proteger las infraestructuras estratégicas y asegurar la veracidad de los datos que gobernarán nuestras sociedades, **Europa requiere de socios tecnológicos fiables**, con un historial probado de excelencia industrial y un compromiso inequívoco con los valores públicos comunes

Libelium posee la arquitectura de referencia, la experiencia técnica y la solidez institucional para liderar el ecosistema que vertebrará la autonomía del continente. El futuro digital de Europa se construye desde el origen físico, de forma soberana, auditable y de confianza.





libelium20

20 years behind the change

