



# Tecnología IoT y gemelos digitales

Electrobombas inteligentes

**caprari**

# Tecnología IoT y gemelos digitales

## Electrobombas inteligentes



IoT y gemelos digitales: ¿macrotendencia o revolución? Probablemente ambas cosas, si tenemos en cuenta la rapidez con la que este puente entre el mundo físico y el virtual se está consolidando, así como el impacto transformador que está destinado a influir cada vez más en los distintos sectores industriales.

El ámbito de las electrobombas está directamente implicado, ya que la transmisión y el análisis inteligente de los datos en tiempo real ofrecen innumerables ventajas en la fase de diseño, seguimiento y gestión de máquinas y sistemas. Caprari está a la vanguardia con una innovación que permite tomar decisiones basadas en datos concretos, mejorando la eficiencia operativa, optimizando el consumo energético y anticipando posibles anomalías. En este escenario, los procesos de toma de decisiones basados en datos son el verdadero motor del cambio, permitiendo pasar de una gestión reactiva a un enfoque proactivo, más eficiente y sostenible.

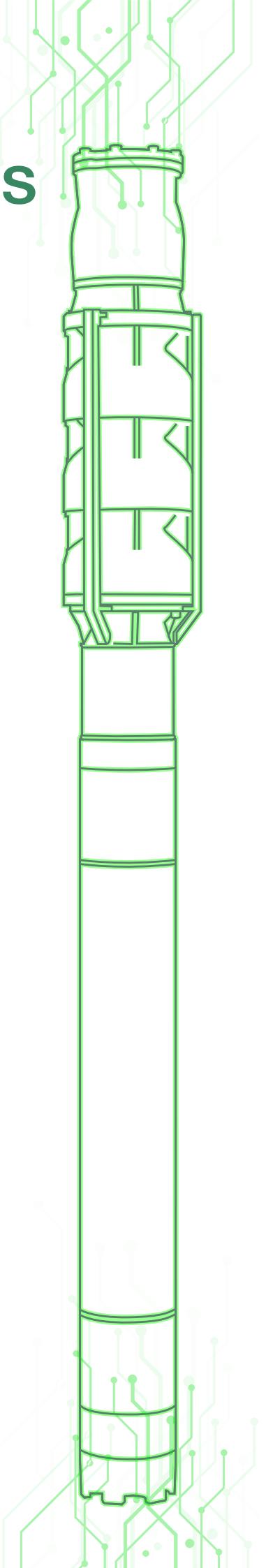
**IoT y gemelos digitales: cifras de una tendencia en crecimiento**  
Los datos demuestran lo arrraigada y creciente que es la tendencia hacia una digitalización progresiva. Se prevé que el mercado de los gemelos digitales alcance un valor de entre 125 y 150 mil millones de dólares para 2032. Si miramos al presente, y en particular al sector manufacturero, el 29 % de las empresas a nivel global ya ha implementado total o parcialmente estrategias de gemelos digitales.

### ¿Qué significa hablar de IoT (Internet of Things) y gemelos digitales?

Ante todo, es importante subrayar que se trata de dos conceptos distintos pero complementarios. El Internet de las Cosas (IoT) es una red de dispositivos físicos conectados a Internet que recopilan e intercambian datos en tiempo real. Un gemelo digital es una réplica virtual de un objeto, sistema o proceso físico. Esta copia digital se actualiza constantemente con los datos recogidos por su homólogo físico a través de sensores IoT. El gemelo digital permite simular, analizar y optimizar el funcionamiento del objeto real sin necesidad de intervenir directamente sobre él.

Mientras que el IoT aporta datos en tiempo real, el gemelo digital utiliza esos datos para simular escenarios y facilitar la toma de decisiones. De este modo, es posible:

- ▶ mejorar el mantenimiento predictivo;
- ▶ optimizar los procesos productivos;
- ▶ probar innovaciones sin riesgos.



# BEST EFFICIENCY POINT

Se trata del dispositivo digital que Caprari ha desarrollado y patentado para permitir el control y seguimiento a distancia de cualquier electrobomba — incluso de otros fabricantes presentes en el mercado— con el objetivo de optimizar su rendimiento.

El proyecto nació en el departamento de I+D de Caprari, que desde siempre se dedica a desarrollar nuevas soluciones para mejorar la eficiencia de los procesos. La búsqueda de la máxima eficiencia del producto fue el objetivo que impulsó la integración de lo digital, abriendo de forma pionera el camino hacia el uso de software especializado e IoT en la gestión de los sistemas de bombeo.

El proyecto Green Box es el resultado de una colaboración estratégica con dos socios clave: uno especializado en el componente hardware y otro en el desarrollo del portal web. En el centro del proyecto está Caprari, que definió minuciosamente las condiciones de suministro y, sobre todo, aportó todo su know-how en el campo de las electrobombas.



## Un dispositivo concebido para la máxima eficiencia energética

La atención a la eficiencia energética es el núcleo del proyecto y la clave para traducir el conocimiento de Caprari en tres ámbitos fundamentales: el software del portal, el hardware (tarjeta electrónica) y el firmware, es decir, el software integrado en la tarjeta, esencial para la correcta transferencia de datos a la nube.

**Lo que diferencia a Green Box de cualquier otro dispositivo del mercado es precisamente la búsqueda de la máxima eficiencia energética, obtenida mediante el control constante del punto de trabajo de la electrobomba.** Al instalar una bomba, el objetivo es acercarse lo más posible a la curva ideal de funcionamiento —indicada en el catálogo y basada en la curva de ensayo

real obtenida en sala de pruebas— teniendo en cuenta las inevitables pérdidas de carga que caracterizan la curva real de la instalación. En este contexto entra en juego el gemelo digital: un modelo virtual de la bomba basado en la curva de ensayo real desarrollada en sala de pruebas. Los sensores instalados registran constantemente los datos de la instalación, que se comparan en tiempo real con el **gemelo digital**. Este procedimiento permite comprobar si el punto de funcionamiento de la bomba se encuentra próximo al BEP (Best Efficiency Point) y, en caso contrario, **modificar de forma automática y en tiempo real los parámetros operativos** (como velocidad y caudal) **para que la bomba trabaje siempre en condiciones óptimas**.

# BEST EFFICIENCY POINT

El punto de máxima eficiencia (BEP – Best Efficiency Point) de una electrobomba es la condición de funcionamiento en que la bomba ofrece el máximo rendimiento posible, es decir, la mejor relación entre la energía absorbida y la energía hidráulica transferida al fluido.

### Características del BEP:

- **Máxima eficiencia hidráulica:** mínimas pérdidas internas (fricción, turbulencia, disipación).
- **Menor desgaste:** la bomba sufre menos esfuerzos mecánicos y cavitación, prolongando su vida útil.
- **Consumo energético óptimo:** requiere menos energía eléctrica para el mismo caudal y altura.

### ¿Cómo se identifica el BEP?

El BEP se localiza en el gráfico de prestaciones de la bomba, donde se representa la curva de eficiencia en

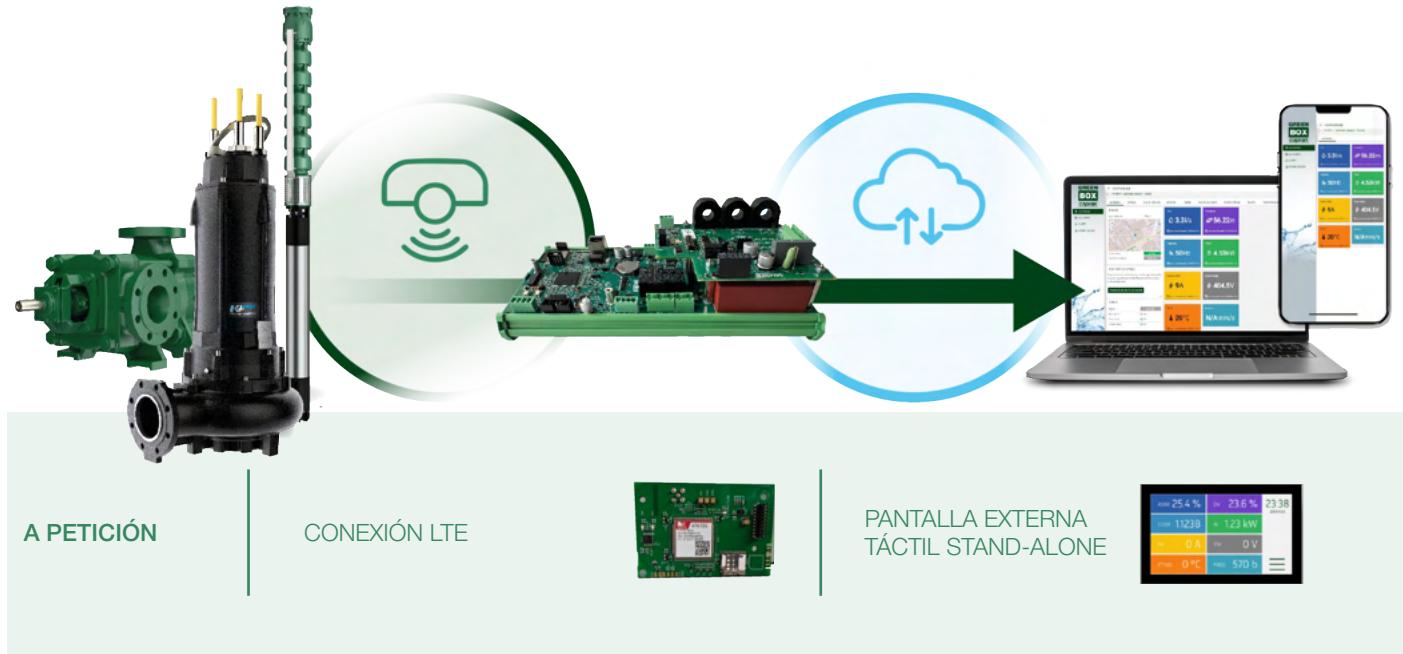
función del caudal. El valor corresponde al punto en que la eficiencia alcanza su máximo, generalmente indicado por el fabricante.

### Importancia del BEP

- Operar cerca del BEP aumenta la vida útil de la bomba y reduce los costes operativos.
- Alejarse demasiado del BEP puede provocar problemas como:
  - Vibraciones excesivas
  - Cavitación
  - Sobrecalentamiento
  - Reducción de la vida útil de la bomba.

Para garantizar el mejor funcionamiento, las electrobombas deben dimensionarse y ajustarse para trabajar lo más cerca posible del BEP.

# Una mirada al interior de la solución Cómo funciona Green Box



Otro punto fuerte del dispositivo Green Box es que se trata de una **solución plug & play, especialmente versátil y adaptable a distintas necesidades**.

En primer lugar, puede integrarse en un cuadro ya existente para hacer el sistema más inteligente, o bien instalarse en un contexto completamente nuevo. Los sensores dentro de la bomba miden parámetros eléctricos, hidráulicos y mecánicos: caudal, presión, temperatura, vibración. El sistema ha sido diseñado para optimizar al máximo esta primera fase y hacer que sea también más sostenible desde el punto de vista económico. Green Box, de hecho, **es capaz de comunicarse con los distintos tipos de convertidores de frecuencia y soft starters disponibles en el mercado** para la adquisición de datos, o bien funcionar de manera autónoma con sensores dedicados. En el modo más sencillo, Green Box se utiliza como un **dispositivo stand-alone con pantalla táctil**.

En el modo más avanzado, en cambio, se aprovechan las posibilidades de la **conectividad** para gestionar la electrobomba de forma remota, actuando sobre el gemelo digital, que estará siempre sincronizado con los datos de la bomba real. La tarjeta electrónica incorpora el módulo Wi-Fi y la conectividad Ethernet. Además, es posible integrar el módulo LTE worldwide, que garantiza una conexión continua y fiable independientemente de la ubicación geográfica, sin depender de redes cableadas o Wi-Fi. Los datos pueden enviarse a la **plataforma en la nube** y ponerse a disposición a través del **portal web** y de la **aplicación web** de Caprari.

La interfaz hombre-máquina ha sido diseñada para ser especialmente sencilla e intuitiva, con la posibilidad de extraer información cada vez más detallada en función de las necesidades. Asimismo, la posibilidad de compartir los datos ayuda a mejorar el servicio de asistencia y atención al cliente, permitiendo a nuestros técnicos responder a las solicitudes de soporte o asesoramiento sobre el funcionamiento óptimo de la bomba de manera aún más eficaz y puntual.

A través del **sistema API o la conectividad Ethernet**, Green Box se comunica de forma sencilla y totalmente segura también con **sistemas SCADA y otras plataformas instaladas por el cliente**, integrándose perfectamente en entornos de **monitorización centralizada**.

Green Box puede utilizarse también en **modo de función activa**. Por defecto, la tarjeta electrónica permite el tránsito de datos y cualquier intervención se realiza a través del portal. Sin embargo, el dispositivo también puede configurarse para que la tarjeta actúe como master e intervenga directamente en el funcionamiento de la bomba. Es una opción que el cliente puede elegir bajo su propia responsabilidad, aunque contará con el apoyo de nuestro departamento técnico durante la fase de configuración. En el modo activo o de control de la bomba, una vez configurados los parámetros, Green Box puede actuar como **sistema de parada** y poner en seguridad la instalación sin necesidad de instalar otros dispositivos (warning y parada) dentro del cuadro.

# Control de los parámetros del motor eléctrico

Green Box permite el control de los parámetros del motor eléctrico, facilitando una rápida intervención en caso de averías. Algunos de los parámetros controlados son:

► **Asimetría de corriente:** en este caso, el riesgo es de sobrecalentamiento, ruidos anómalos, vibraciones excesivas y fallos prematuros. Detectar y corregir posibles asimetrías significa prolongar la vida útil del motor.

► **Aislamiento:** una disminución de este parámetro indica un deterioro del material aislante de los bobinados; por lo tanto, es posible programar una intervención de mantenimiento predictivo.

► **Secuencia de fases:** dado que determina el sentido de rotación del motor, es fundamental verificarla para prevenir fallos y averías en el sistema.

► **Falta de fase:** en este caso se evita el riesgo de funcionamiento del motor en sobrecarga.

► **Protección contra funcionamiento en seco:** los reguladores de nivel de aceite de las bombas K+ señalan la pérdida de los sellos mecánicos.

## Inversión de marcha de la bomba

Entre las funciones de Green Box se encuentra también el **sistema antiatascos**, que permite detener el motor e invertir el sentido de rotación para intentar desbloquear la bomba, la cual se reinicia posteriormente en el sentido de rotación normal. Esta secuencia resulta muy eficaz en caso de obstrucción de la bomba, ya que permite restablecer automáticamente su funcionamiento normal.



## Un dispositivo transversal

La sencillez de uso y el funcionamiento plug & play hacen de Green Box un dispositivo ideal para todo tipo de aplicaciones. Sin embargo, es especialmente en las actividades productivas caracterizadas por un elevado consumo energético donde puede marcar la diferencia.

En todos los **procesos industriales** que implican movimiento de fluidos, desde el control de sistemas hidráulicos y de refrigeración hasta las centrales hidroeléctricas y el sector oil & gas, Green Box representa un valor añadido. Además de la principal ventaja de una eficiencia energética optimizada, disponer de un gemelo digital para el control de las electrobombas significa menos paradas de máquina e intervenciones de mantenimiento solo cuando sea necesario, mayor seguridad, análisis avanzados y decisiones basadas en datos. La integración del IoT industrial está haciendo que las instalaciones sean cada vez más autónomas e inteligentes, contribuyendo a una industria 4.0 más sostenible y eficiente.

El **sector de las multiutility** también está cada vez más implicado en esta transformación digital, siguiendo el paradigma "Smart & Digital Water", identificado en el Libro Blanco del Osservatorio Valore Acqua como uno de los mensajes clave para una gestión eficiente y sostenible de la cadena hídrica. Se estima que la reducción del consumo energético en las fases de alcantarillado y depuración, entre las prácticas más intensivas en energía del sector terciario, podría alcanzar hasta un -30 % gracias a nuevas soluciones inteligentes. En general, un enfoque basado en el uso de datos actualizados en tiempo real puede apoyar efectivamente a los gestores en la mejora continua de los procesos y en el mantenimiento de un óptimo funcionamiento de las instalaciones.

Por último, el **sector agrícola**. El IoT y los gemelos digitales aplicados al control de las electrobombas ofrecen un sólido soporte a la agricultura de precisión y al riego inteligente, permitiendo optimizar el consumo de agua y energía, simular escenarios de riego, reducir desperdicios y costes operativos, gracias al mantenimiento predictivo y la automatización.

## Una mirada al futuro

Consciente de la importancia de la nueva tecnología para una gestión sostenible de los recursos hídricos, Caprari ya mira hacia el futuro, explorando las oportunidades que ofrece la integración con la **Inteligencia Artificial** y el **Machine Learning**. Los gemelos digitales serán cada vez más precisos y autónomos. Se pasará de una lógica basada en parámetros individuales a una lógica de comparación de múltiples parámetros, lo que permitirá desarrollar nuevas herramientas predictivas y prescriptivas. Estos nuevos sistemas contribuirán al logro de objetivos estratégicos, mejorando la eficiencia y la sostenibilidad.

Fuente:

<https://www.mckinsey.com/featured-insights/mckinsey-explainers/what-is-digital-twin-technology>  
<https://eventi.ambrosetti.eu/valoreacqua2024/wp-content/uploads/sites/262/2024/03/Libro-Bianco-Valore-Acqua-per-Italia-2024.pdf>



**caprari**

in f

[www.caprari.com](http://www.caprari.com)