

Catálogo de equipos y soluciones

Infraestructura IoT, sensórica distribuida y plataforma de integración para la digitalización operativa, ambiental y de seguridad en entornos portuarios.

IoT

LoRaWAN

FIWARE

IA aplicada

Plataforma abierta

Consorcio: CELESTIA | TTI · CELESTIA | TST

Proyecto financiado por el Fondo Ports 4.0

SIROCO PORTS 4.0

CELESTIA | TTI CELESTIA | TST

**PROYECTO FINANCIADO POR
EL FONDO PORTS 4.0**

Puertos del Estado

PORTS 4.0
Ports of Spain Tradetech Fund

Una solución modular para convertir datos de campo en decisión

SirocoPORTS4.0 combina sensórica distribuida, comunicaciones privadas, agentes de captura de datos y una capa de integración para que cada puerto despliegue su digitalización por fases.

● Captura distribuida

Nodos y sensores capturan variables ambientales, operativas y de seguridad en puntos estratégicos del puerto.

● Conectividad privada

Red LoRaWAN, gateways y concentrador reducen dependencias externas y centralizan la captura de datos.

● Integración abierta

Datos transformados a modelos interoperables con MQTT, FIWARE, NGSI y Smart Data Models.

● Explotación operativa

Paneles, histórico y alarmas permiten interpretar la información para apoyar decisiones en tiempo real.

Abierta

Diseñada para integrar nuevos sensores y plataformas.

Modular

Permite desplegar por subsistemas y fases.

Escalable

Crece por zonas, muelles o casos de uso.

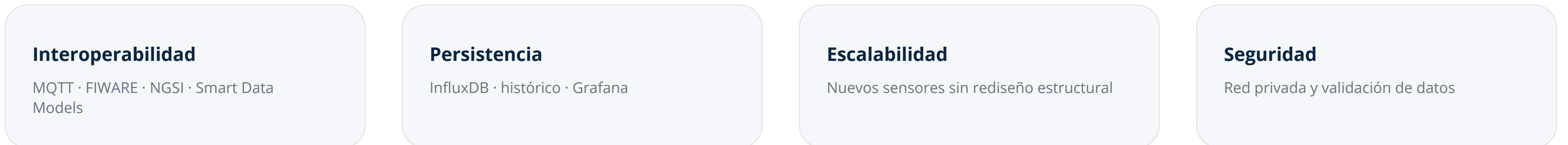
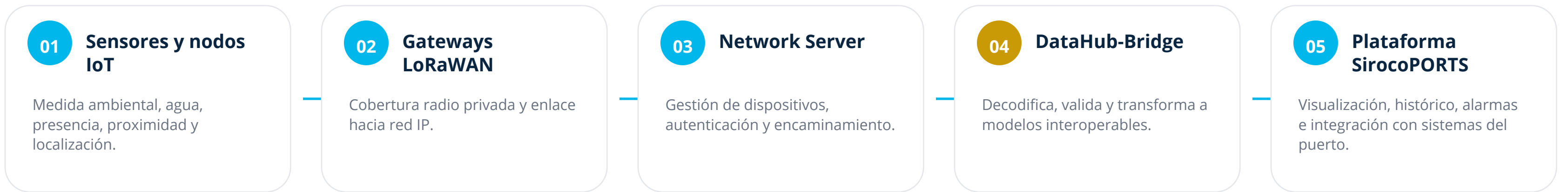
Operativa

Enfocada a indicadores y alarmas para el puerto.



De la sensórica de campo a la plataforma de decisión

La arquitectura se organiza en capas: dispositivos de campo, comunicaciones, concentración y transformación de datos, plataforma y explotación por parte del puerto.



Flujo extremo a extremo Captura de datos - transmisión LoRaWAN - validación - normalización - publicación - explotación operativa.

Catálogo organizado por necesidades del puerto

Las fichas se presentan como subsistemas comerciales. Cada equipo puede desplegarse de forma independiente o como parte de un paquete funcional SirocoPORTS4.0.

01-06 Meteorología y ambiente

Meteo, gases, partículas y ruido.

07-09 Calidad del agua

Parámetros físico-químicos y detección de vertidos.

10-13 Seguridad y presencia

Accesos, fugas, RFID, eventos y mantenimiento.

14-15 Proximidad y maniobra

Radar y LiDAR para distancia, ocupación y atraque.

16-17 Localización y navegación

GNSS y AIS para activos, boyas y tráfico marítimo.

18-20 Infraestructura IoT y datos

Gateway LoRaWAN y DataHub-Bridge.

Listado de fichas

- 01 Estación Meteorológica SirocoPORTS
- 02 Nodo IoT de gases odoríferos
- 03 Nodo IoT de metano
- 04 Nodo IoT de calidad del aire
- 05 Nodo IoT de calidad del aire - módulo integrado
- 06 Nodo IoT acústico

- 07 Nodo multiparámetro de calidad del agua
- 08 Nodo modular de calidad del agua
- 09 Nodo de hidrocarburos en agua
- 10 Nodo IoT de control de accesos
- 11 Nodo IoT de fugas e inundación
- 12 Nodo IoT RFID de identificación y presencia
- 13 Nodo de vigilancia de estado y control de plagas

- 14 Nodo de proximidad por radar
- 15 Nodo de proximidad por LiDAR
- 16 Nodo IoT de localización GNSS
- 17 Subsistema de localización por AIS
- 18 Nodo IoT SirocoPORTS de conteo BLE/WiFi
- 19 SirocoPORTS IoT DataHub-Bridge
- 20 Gateway LoRaWAN SirocoPORTS

01

METEOROLOGÍA Y AMBIENTE

Estación Meteorológica SirocoPORTS

Contexto ambiental para seguridad y operativa portuaria

LoRaWAN

MQTT

WeatherObserved

Plataforma SirocoPORTS

Subsistema de medida meteorológica 8 en 1 integrado en la red SirocoPORTS para aportar contexto en tiempo real a la plataforma de decisión.

Variables

- Temperatura y humedad del aire
- Velocidad y dirección del viento
- Precipitación, iluminancia, UV y presión

Configuración

- Sensor LoRaWAN 8 en 1
- Alimentación solar y baterías AA
- Rango operativo indicado: -40 a 60 °C con pilas de litio

Aplicación portuaria

- Contexto para alertas ambientales
- Apoyo a seguridad operativa y planificación



Integración SirocoPORTS4.0 Datos estructurados para vigilancia, histórico, alarmas e interoperabilidad con la plataforma.

02

METEOROLOGÍA Y AMBIENTE

Nodo IoT de gases odoríferos

Detección de compuestos odoríferos y vigilancia ambiental

LoRaWAN

NH3

H2S

Medio ambiente

Nodo orientado a la detección de compuestos odoríferos y al seguimiento de episodios ambientales asociados a actividad portuaria.

Variables

- NH3 y H2S
- Temperatura y humedad
- Eventos de superación de umbral

Configuración

- NH3: 0 a 50 ppm
- H2S: 0 a 10 ppm
- Temperatura de trabajo: -40 a 55 °C

Aplicación portuaria

- Vigilancia ambiental en zonas operativas
- Apoyo a cumplimiento normativo
- Generación de alarmas por episodios de olor



Integración SirocoPORTS4.0 Datos estructurados para vigilancia, histórico, alarmas e interoperabilidad con la plataforma.

03

METEOROLOGÍA Y AMBIENTE

Nodo IoT de metano

Detección de gases combustibles en zonas sensibles

LoRaWAN

CH4

Seguridad

Ambiental

Equipo para detectar concentraciones de CH4 y reforzar la vigilancia de riesgos ambientales e industriales en el entorno portuario.

Variables

- Concentración de metano CH4
- Estado de alarma
- Telemetría del nodo

Configuración

- 0 a 50.000 ppm o 0 a 100 % LEL
- Resolución 1 ppm
- Respuesta menor o igual a 10 s; operación -40 a 70 °C

Aplicación portuaria

- Seguridad industrial en áreas de combustible
- Detección temprana de fugas
- Apoyo a protocolos de emergencia



Integración SirocoPORTS4.0 Datos estructurados para vigilancia, histórico, alarmas e interoperabilidad con la plataforma.

04

METEOROLOGÍA Y AMBIENTE

Nodo IoT de calidad del aire

Monitorización ambiental en exterior

CO2

CH₂O

O₃

TVOC

CO

NO₂

Monitorización avanzada de calidad del aire y detección de episodios asociados a combustión, contaminación, emisiones, presencia de compuestos orgánicos volátiles o degradación de las condiciones ambientales.

Variables

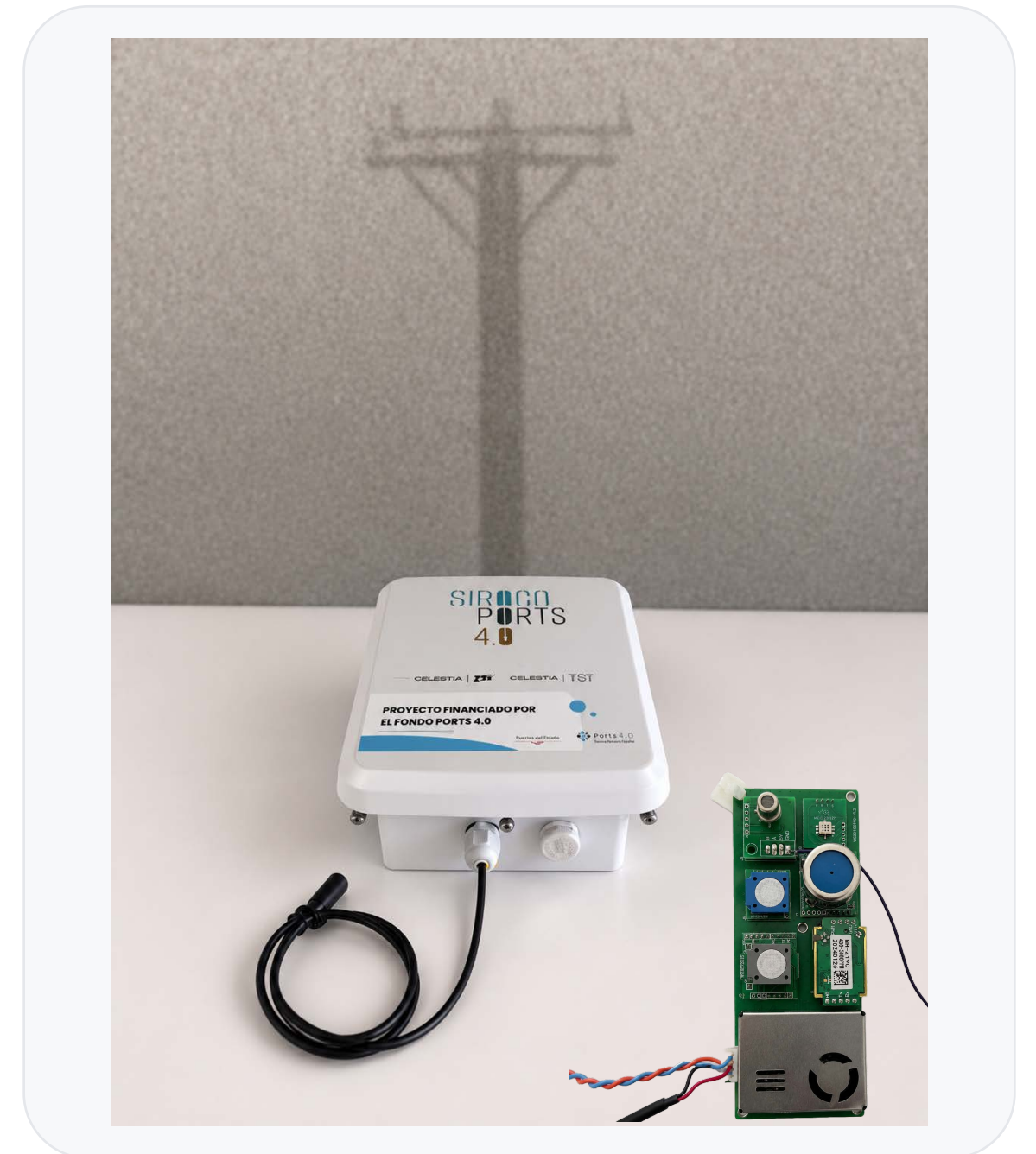
- CO2
- PM2.5
- PM10
- Temperatura de operación del sensor

Configuración

- PM1.0/PM2.5/PM10: 0–1.000 µg/m³ · CO₂: 0–5.000 ppm · CH₂O: 0–6,250 mg/m³ · O₃: 0–10 ppm · CO: 0–500 ppm · NO₂: 0,1–10 ppm · TVOC: 0–3 niveles ·
- Temperatura: –20 a 65 °C · Humedad relativa: 0–100 % HR.

Aplicación portuaria

- Control de calidad del aire en zonas portuarias sensibles.
- Detección de episodios de combustión, contaminación o emisiones industriales.
- Vigilancia de gases nocivos, partículas y compuestos orgánicos volátiles.



Integración SirocoPORTS4.0 Datos estructurados para vigilancia, histórico, alarmas e interoperabilidad con la plataforma.

05

METEOROLOGÍA Y AMBIENTE

Nodo IoT de calidad del aire y partículas

Módulo de sensórica ambiental para integración en nodos SirocoPORTS

CO2

PM2.5

PM10

Integración

Módulo electrónico de integración para capturar variables de calidad del aire y conectarlas con la arquitectura de datos SirocoPORTS.

Variables

- CO2
- PM2.5
- PM10

Configuración

- CO2: 0 a 5.000 ppm
- PM2.5/PM10: 0 a 1.000 µg/m3
- Canal CO2: 0 a 50 °C; canal PM: -30 a 50 °C

Aplicación portuaria

- Control de calidad del aire en muelles
- Seguimiento de emisiones y polvo
- Histórico ambiental para explotación y auditoría



Integración SirocoPORTS4.0 Datos estructurados para vigilancia, histórico, alarmas e interoperabilidad con la plataforma.

06

METEOROLOGÍA Y AMBIENTE

Nodo IoT acústico

Monitorización de ruido ambiental y episodios sonoros

Sonómetro

Ruido

LoRaWAN

Ambiental

Nodo acústico orientado a la medición del nivel sonoro continuo equivalente y a la detección de episodios de ruido en el entorno portuario.

Variables

- Nivel sonoro continuo equivalente
- Eventos de ruido
- Estado y telemetría del nodo

Configuración

- Rango de medida: 30 a 130 dB(A)
- Respuesta en frecuencia: 20 Hz a 12,5 kHz
- Precisión +/-0,5 dB; operación -20 a 60 °C

Aplicación portuaria

- Vigilancia acústica en zonas operativas
- Análisis de impacto ambiental
- Alarmas por episodios de ruido anómalo



Integración SirocoPORTS4.0 Datos estructurados para vigilancia, histórico, alarmas e interoperabilidad con la plataforma.

07

CALIDAD DEL AGUA

Nodo multiparámetro de calidad del agua

Caracterización físico-química para vigilancia ambiental

EC

TDS

Salinidad

Temperatura

Conjunto de medida para caracterizar el contenido iónico del agua y detectar cambios en parámetros básicos de calidad en entornos portuarios.

Variables

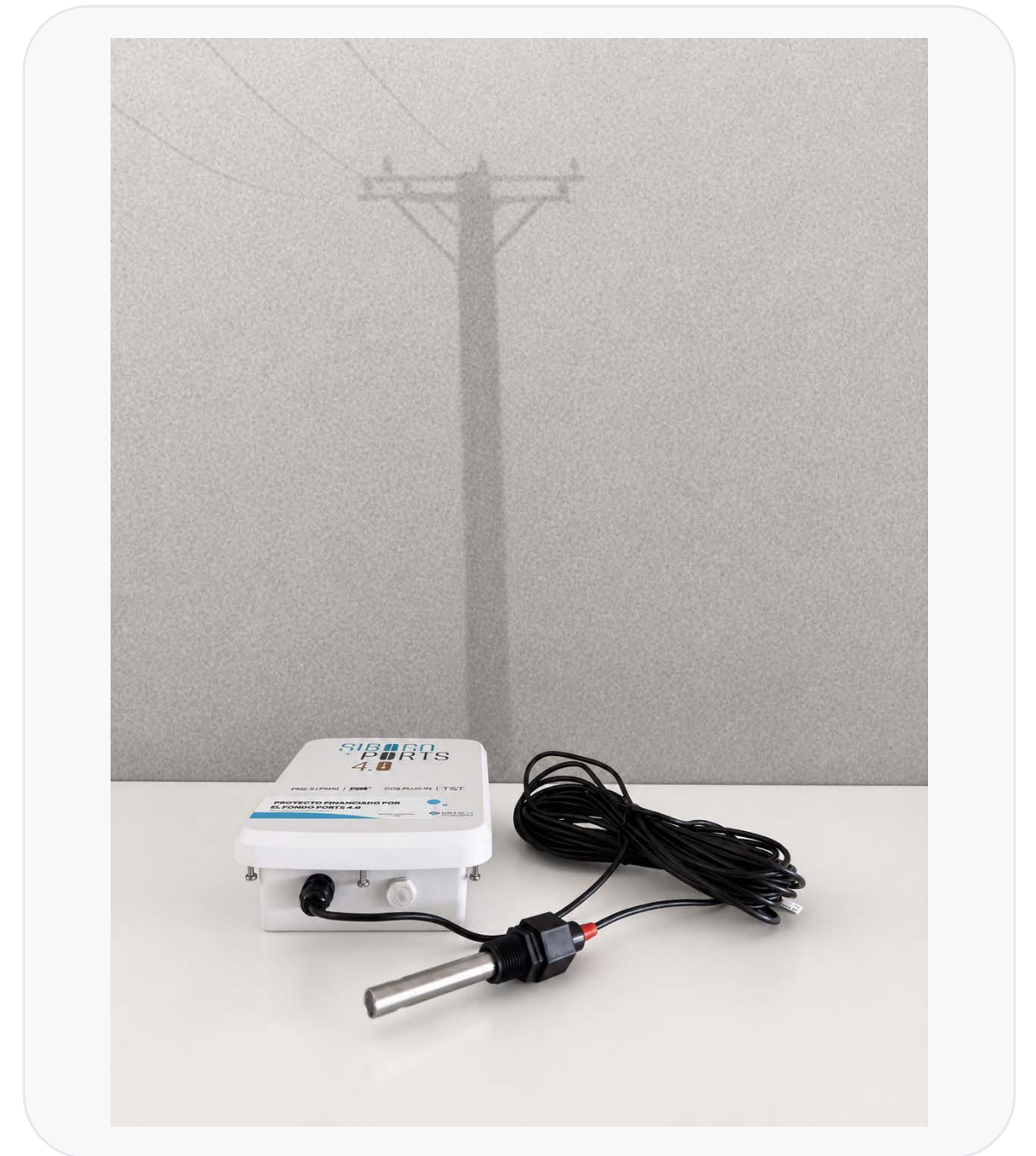
- Temperatura del agua
- Conductividad eléctrica EC
- Salinidad
- Sólidos disueltos totales TDS

Configuración

- Temperatura: -40 a 80 °C, resolución 0,1 C
- EC: 0 a 20.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$
- TDS y salinidad: 0 a 20.000 mg/L

Aplicación portuaria

- Vigilancia de masas de agua portuarias
- Detección de variaciones anómalas
- Contexto para vertidos y operación ambiental



Integración SirocoPORTS4.0 Datos estructurados para vigilancia, histórico, alarmas e interoperabilidad con la plataforma.

08

CALIDAD DEL AGUA

Nodo modular de calidad del agua

Plataforma de campo para sondas especializadas

pH

Oxígeno disuelto

Turbidez

LoRaWAN

Nodo de campo para concentrar sondas de agua y transmitir medidas a la red SirocoPORTS con una arquitectura ampliable.

Variables

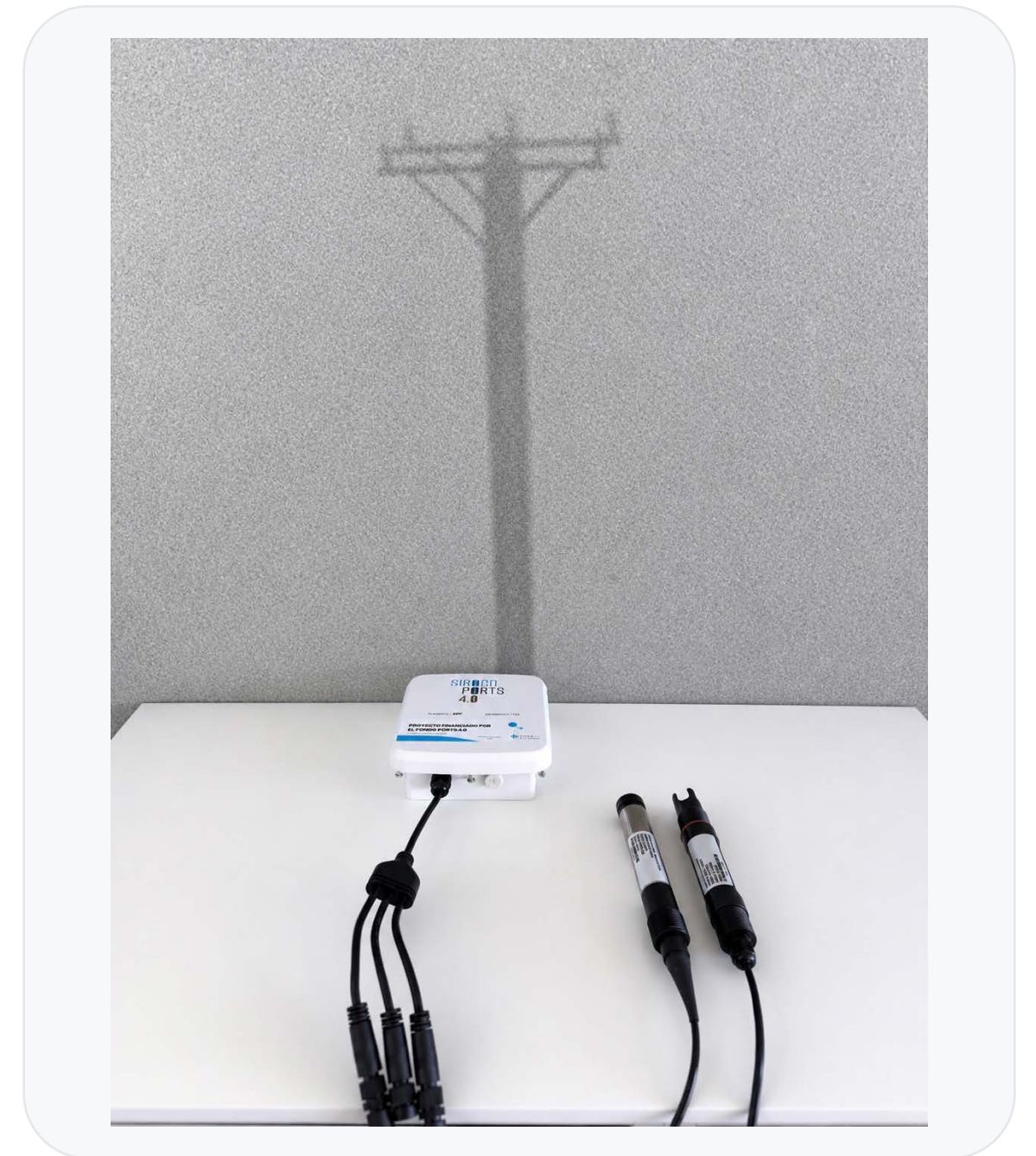
- pH del agua
- Oxígeno disuelto
- Turbidez

Configuración

- Soporta 1 a 3 sondas
- LoRaWAN 1.0.3 Clase A; batería 8.500 mAh
- Operación del equipo: -40 a 85 °C

Aplicación portuaria

- Monitorización por puntos de muestreo
- Integración de sondas según necesidad del puerto
- Vigilancia continua de calidad del agua



Integración SirocoPORTS4.0 Datos estructurados para vigilancia, histórico, alarmas e interoperabilidad con la plataforma.

09

CALIDAD DEL AGUA

Nodo de hidrocarburos en agua

Detección temprana de vertidos y presencia anómala

Hidrocarburos

Vertidos

Fluorimetría

Agua

Solución de sensorización para detectar aceite o hidrocarburos en agua y generar alertas asociadas a vertidos ambientales.

Variables

- Aceite e hidrocarburos en agua
- Intensidad fluorimétrica
- Estado de alarma

Configuración

- Medida por fluorimetría
- Aceite crudo: 0 a 50 ppm o 0 a 0,40 FLU
- Resoluciones de referencia según variante de sensor

Aplicación portuaria

- Detección temprana de vertidos
- Vigilancia en zonas de carga de combustible
- Apoyo a protocolos ambientales y trazabilidad



Integración SirocoPORTS4.0 Datos estructurados para vigilancia, histórico, alarmas e interoperabilidad con la plataforma.

10

SEGURIDAD Y PRESENCIA

Nodo IoT de control de accesos

Supervisión de puertas y armarios técnicos

Puerta abierta

Evento

Alarma

LoRaWAN

Nodo de supervisión para puertas, armarios técnicos o accesos restringidos, con generación de eventos por apertura o cierre.

Variables

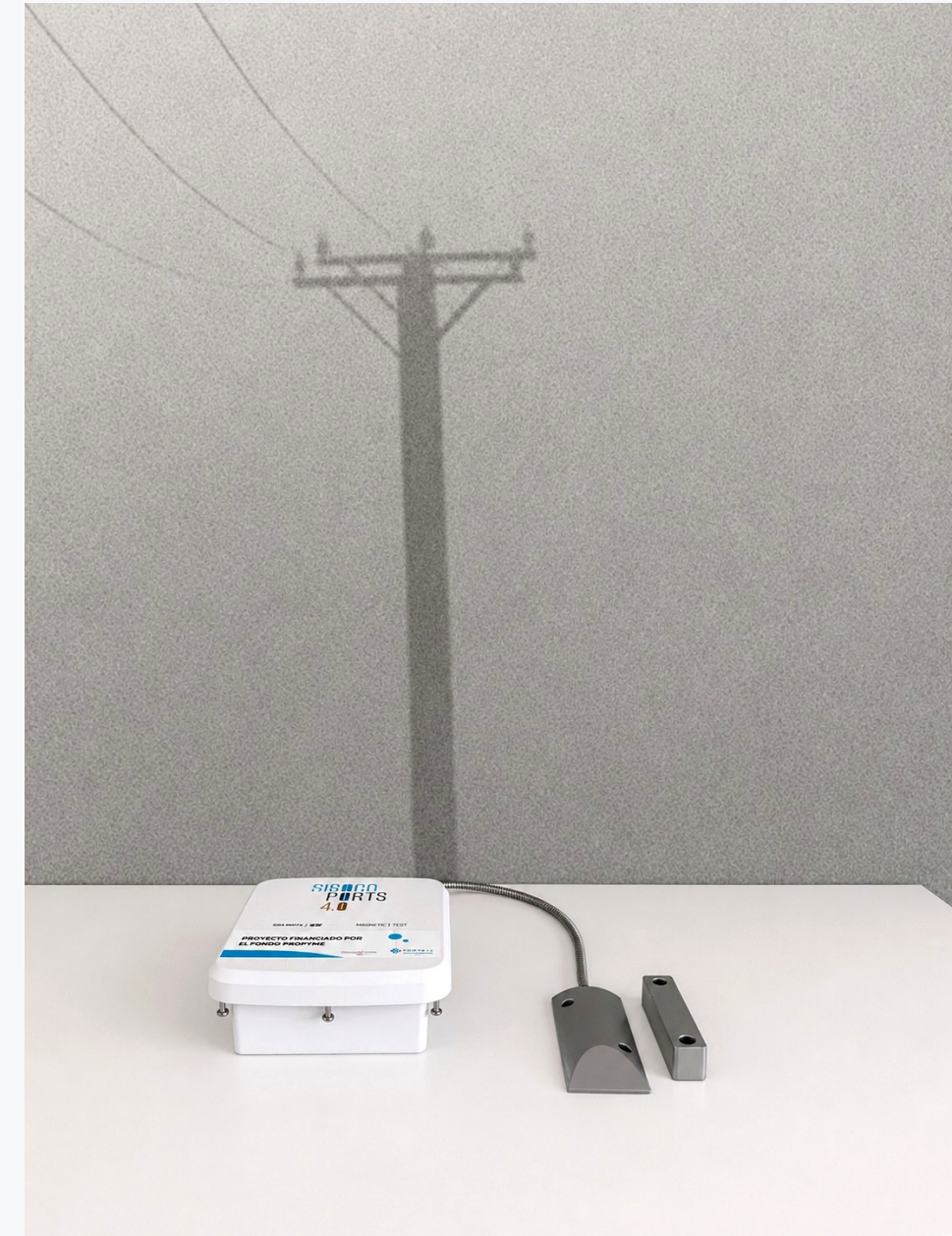
- Estado abierto/cerrado
- Duración de apertura
- Número de aperturas

Configuración

- Envío periódico cada 2 horas
- Envío por evento de apertura o cierre
- Batería 8.500 mAh; operación -40 a 85 °C

Aplicación portuaria

- Control de accesos no autorizados
- Supervisión de armarios de comunicaciones
- Alertas por apertura prolongada



Integración SirocoPORTS4.0 Datos estructurados para vigilancia, histórico, alarmas e interoperabilidad con la plataforma.

11

SEGURIDAD Y PRESENCIA

Nodo IoT de fugas e inundación

Alerta temprana ante presencia de agua

Leak

Inundación

Evento

LoRaWAN

Equipo para detectar presencia de agua en suelo, salas técnicas, arquetas o zonas sensibles del puerto.

Variables

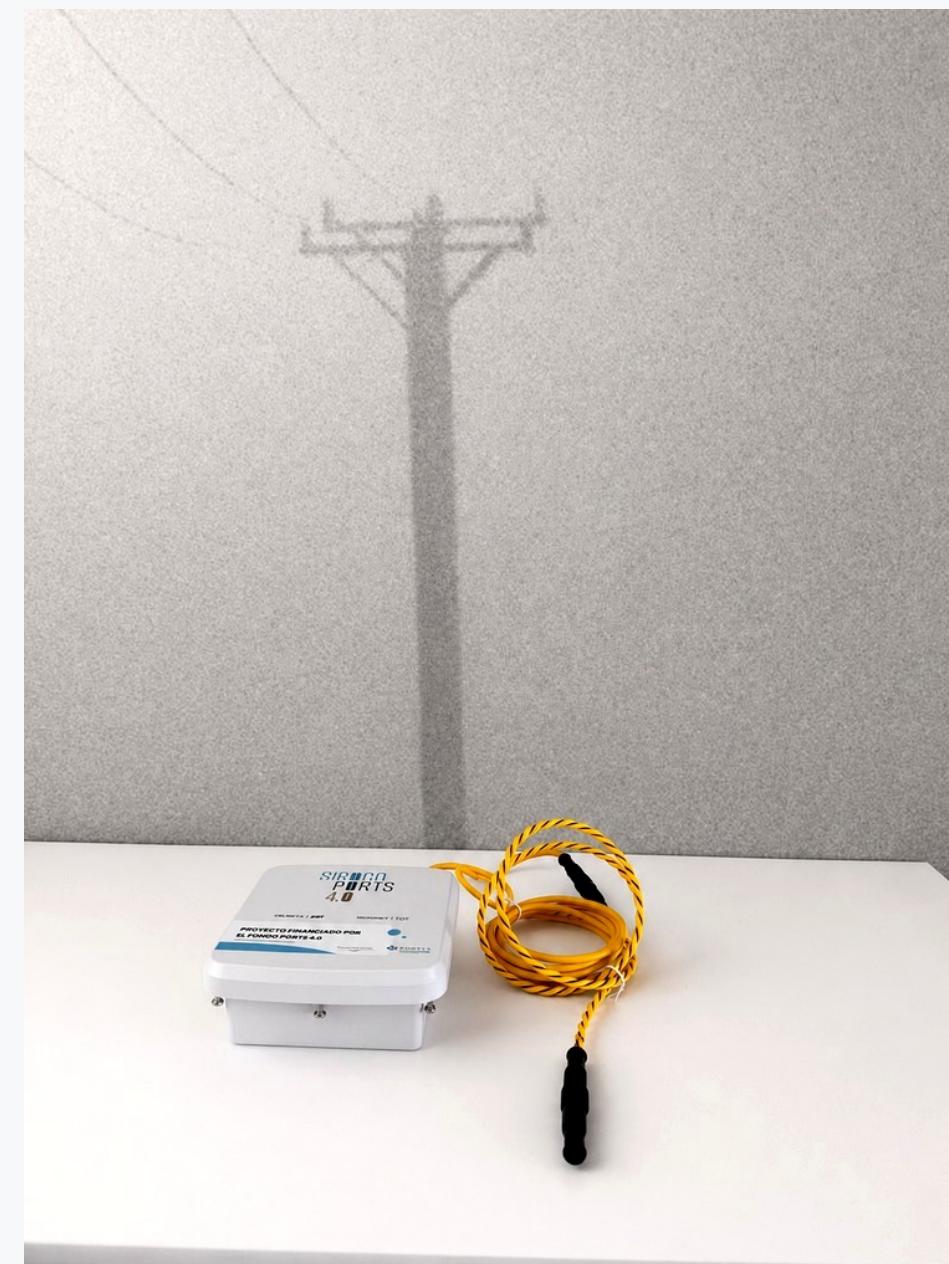
- Estado leak / no leak
- Número de eventos
- Duración del último evento

Configuración

- Envío periódico cada 2 horas
- Envío inmediato por evento
- Actualización cada 10 minutos mientras persiste la fuga

Aplicación portuaria

- Protección de salas técnicas
- Alerta por inundaciones locales
- Mantenimiento preventivo en infraestructuras críticas



Integración SirocoPORTS4.0 Datos estructurados para vigilancia, histórico, alarmas e interoperabilidad con la plataforma.

12

SEGURIDAD Y PRESENCIA

Nodo IoT RFID de identificación y presencia

Trazabilidad de activos, personas y paso por zonas

RFID

Presencia

Trazabilidad

Operación

Subsistema para control de presencia, trazabilidad y validación de paso mediante etiquetas RFID en zonas operativas.

● Variables

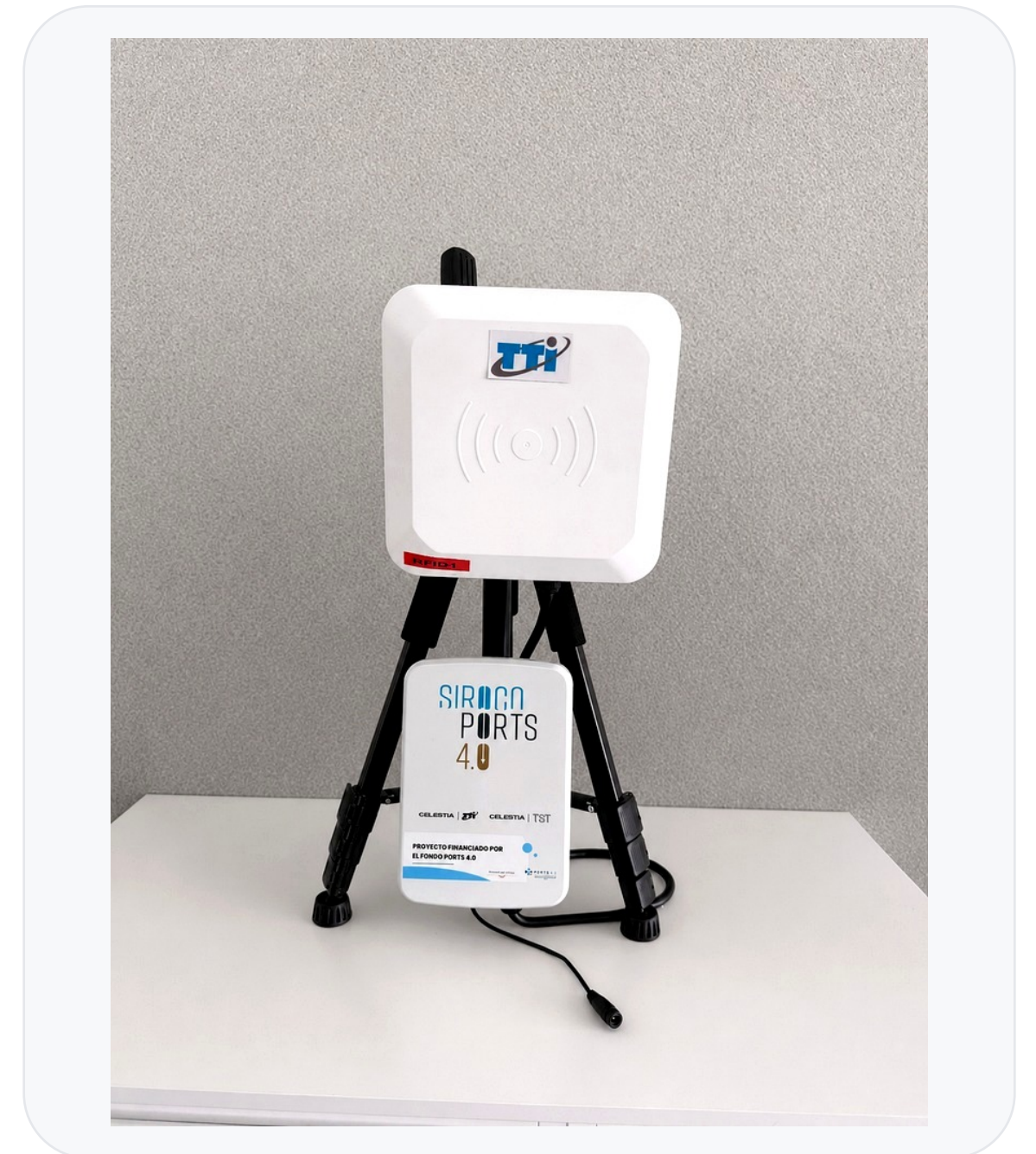
- Lectura y presencia RFID
- Identificador de activo
- Eventos de paso o permanencia

● Configuración

- Alcance típico: 0 a 15 m o 0 a 20 m según configuración
- Temperatura de trabajo: -20 a 70 °C
- Humedad 5 a 90 % RH sin condensación

● Aplicación portuaria

- Seguimiento de equipos portuarios
- Control de acceso a zonas operativas
- Trazabilidad de activos y personas



Integración SirocoPORTS4.0 Datos estructurados para vigilancia, histórico, alarmas e interoperabilidad con la plataforma.

13

SEGURIDAD Y PRESENCIA

Nodo de vigilancia de estado y control de plagas

Supervisión remota de eventos de mantenimiento

IP67

Estado

Evento

Mantenimiento

Nodo para monitorizar estado de trampas y generar eventos asociados a captura, activación anómala o mantenimiento.

Variables

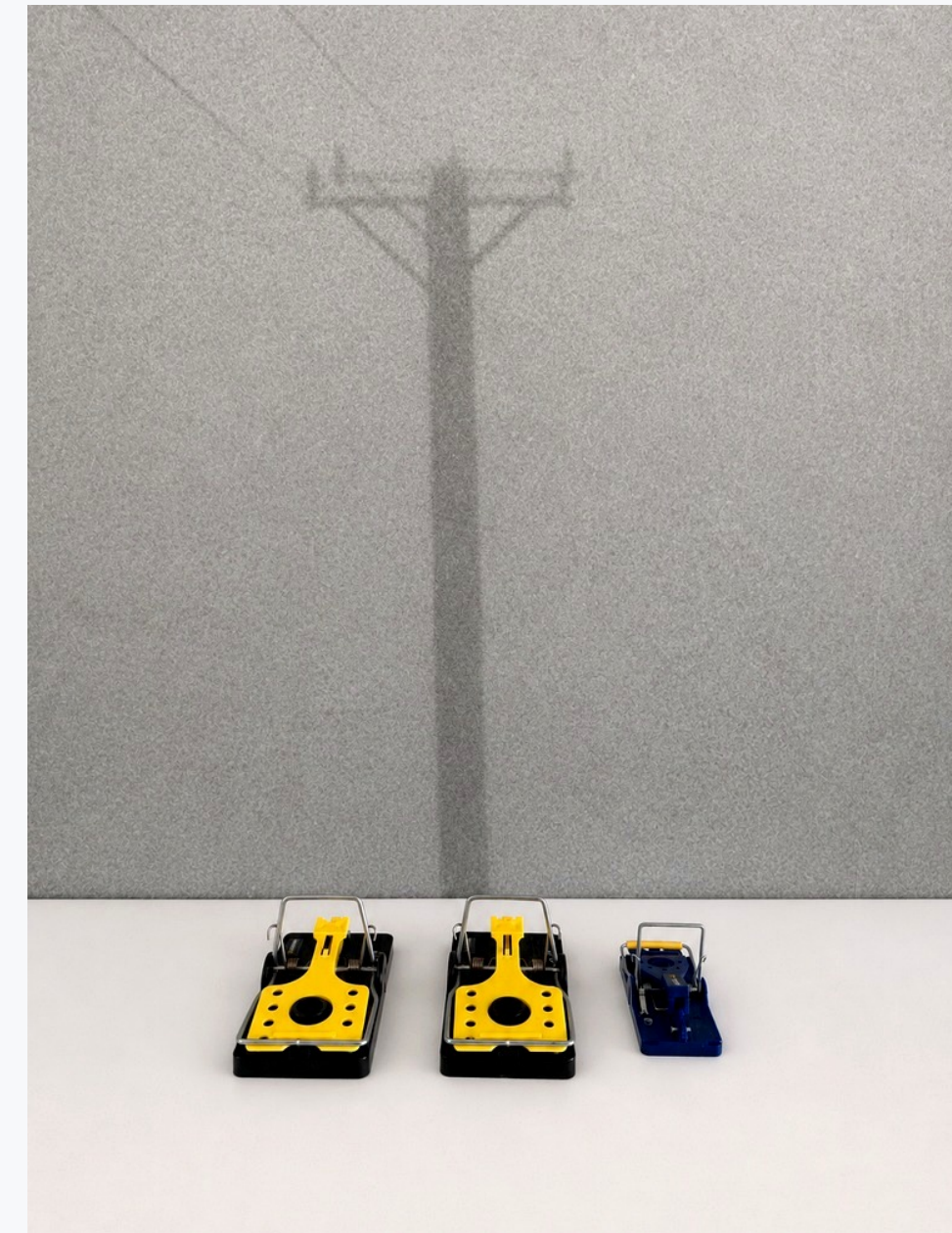
- Estado de trampa: opened, closed o catch
- Disparo y falsa captura
- Temperatura y nivel de batería

Configuración

- Actualización diaria de estado
- Envío inmediato por disparo
- 863 a 870 MHz; IP67; operación -10 a 55 °C

Aplicación portuaria

- Control higiénico-sanitario
- Mantenimiento preventivo
- Seguimiento de incidencias en instalaciones portuarias



Integración SirocoPORTS4.0 Datos estructurados para vigilancia, histórico, alarmas e interoperabilidad con la plataforma.

14

PROXIMIDAD Y MANIOBRA

Nodo de proximidad por radar

Distancia, ocupación y apoyo a maniobras

Radar

24 GHz

Distancia

Atraque

Nodo radar para medir distancias, detectar presencia y apoyar el control de ocupación en escenarios portuarios.

Variables

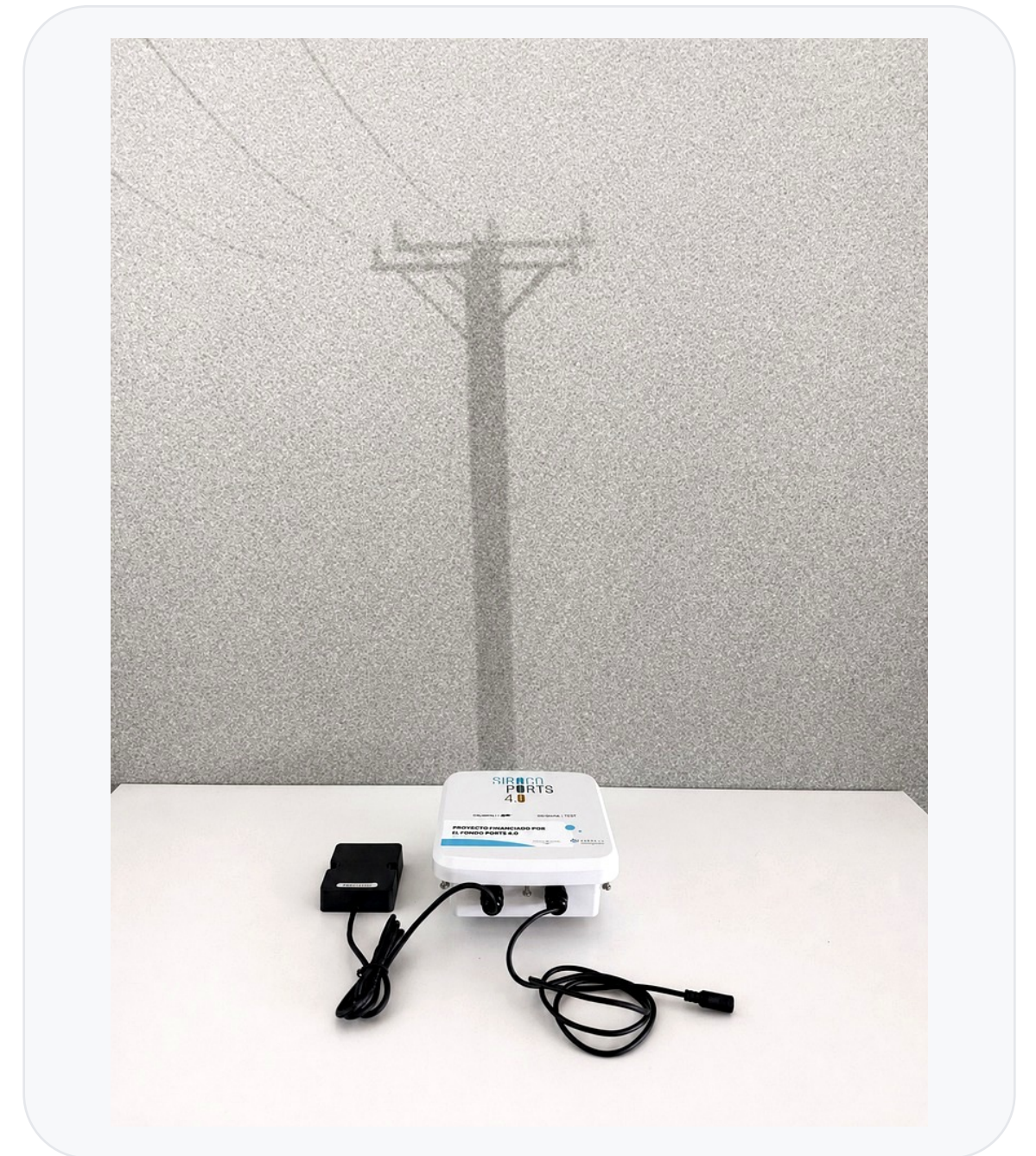
- Distancia a objeto 1
- Distancia a objeto 2
- Estado de alarma

Configuración

- Rango: 0,5 a 20 m
- Resolución 0,01 m; precisión +/-0,1 m
- Radar 24,0 a 24,5 GHz; operación -40 a 85 °C

Aplicación portuaria

- Apoyo a maniobras de aproximación
- Control de hueco libre/ocupado
- Detección de objetos en zonas críticas



Integración SirocoPORTS4.0 Datos estructurados para vigilancia, histórico, alarmas e interoperabilidad con la plataforma.

15

PROXIMIDAD Y MANIOBRA

Nodo de proximidad por LiDAR

Medida precisa de distancia mediante haz láser

LiDAR

Distancia

Presencia

Atraque

Subsistema de medida de distancia mediante haz láser para escenarios de atraque, control de presencia y proximidad de elementos.

Variables

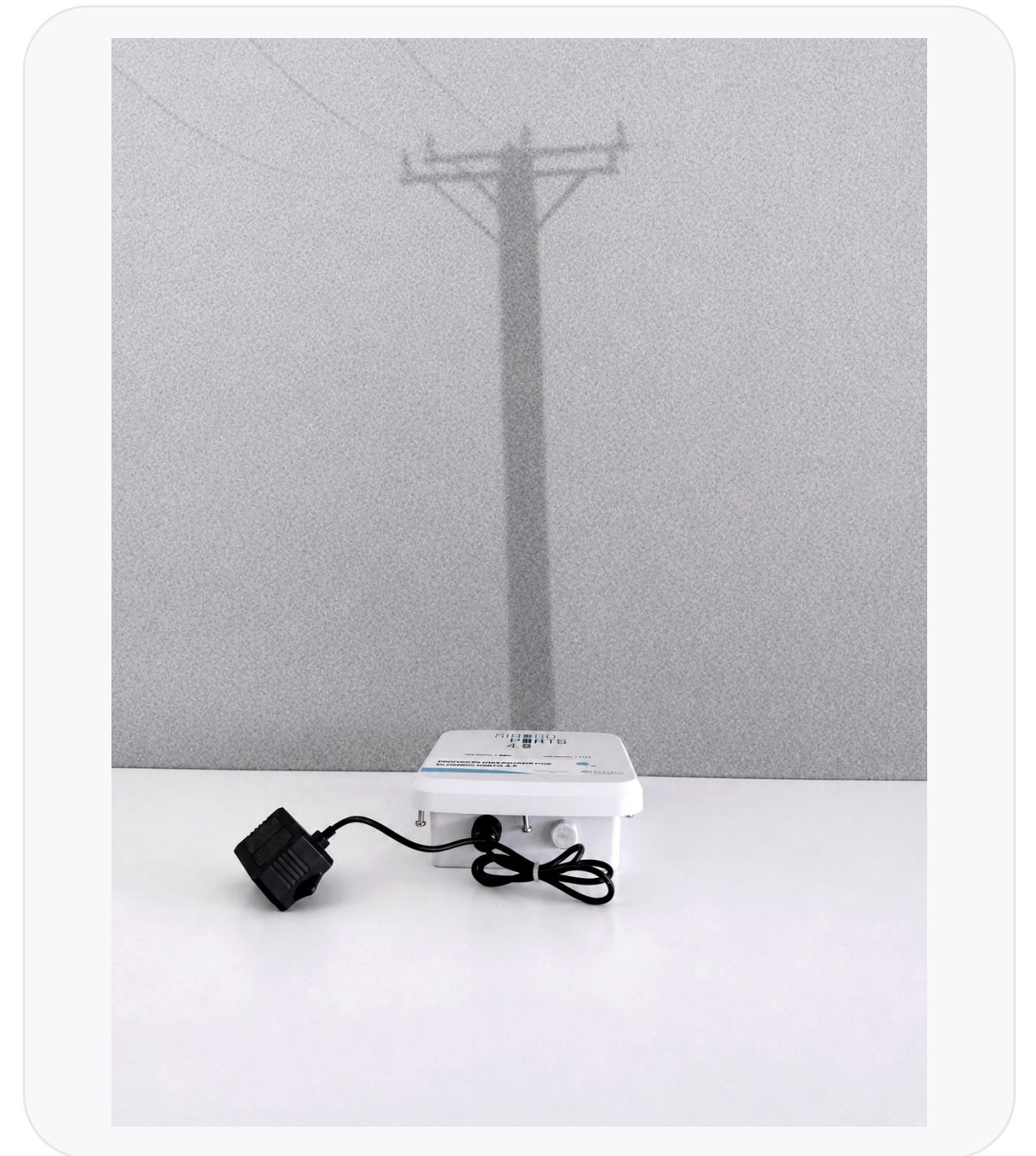
- Distancia a objeto
- Temperatura interna
- Estado de batería

Configuración

- 0,1 a 40 m a 90 % de reflectividad
- 0,1 a 13,5 m a 10 % de reflectividad
- Resolución 1 cm; precisión +/-5 cm hasta 5 m

Aplicación portuaria

- Control de proximidad en muelle
- Supervisión de maniobra de atraque
- Detección de ocupación y obstáculos



Integración SirocoPORTS4.0 Datos estructurados para vigilancia, histórico, alarmas e interoperabilidad con la plataforma.

16

LOCALIZACIÓN Y NAVEGACIÓN

Nodo IoT de localización GNSS

Seguimiento de activos móviles y elementos portuarios

GNSS

GPS

WiFi

BLE

Dispositivo para localizar activos móviles o elementos embarcados mediante GNSS, con apoyo WiFi/BLE y telemetría asociada.

Variables

- Posición GNSS
- Presencia WiFi/BLE y movimiento
- Temperatura y humedad

Configuración

- Seguimiento regular o en tiempo real
- Temperatura de operación: -40 a 60 °C
- Batería recargable 1.000 mAh

Aplicación portuaria

- Localización de equipos y vehículos
- Seguimiento de boyas o elementos móviles
- Trazabilidad operativa en plataforma



Integración SirocoPORTS4.0 Datos estructurados para vigilancia, histórico, alarmas e interoperabilidad con la plataforma.

17

LOCALIZACIÓN Y NAVEGACIÓN

Subsistema de localización por AIS

Integración de información AIS para boyas y tráfico marítimo

AIS

Tráfico marítimo

Boyas

Navegación

Integración de información AIS para localizar embarcaciones, boyas y elementos de navegación dentro del entorno portuario.

Variables

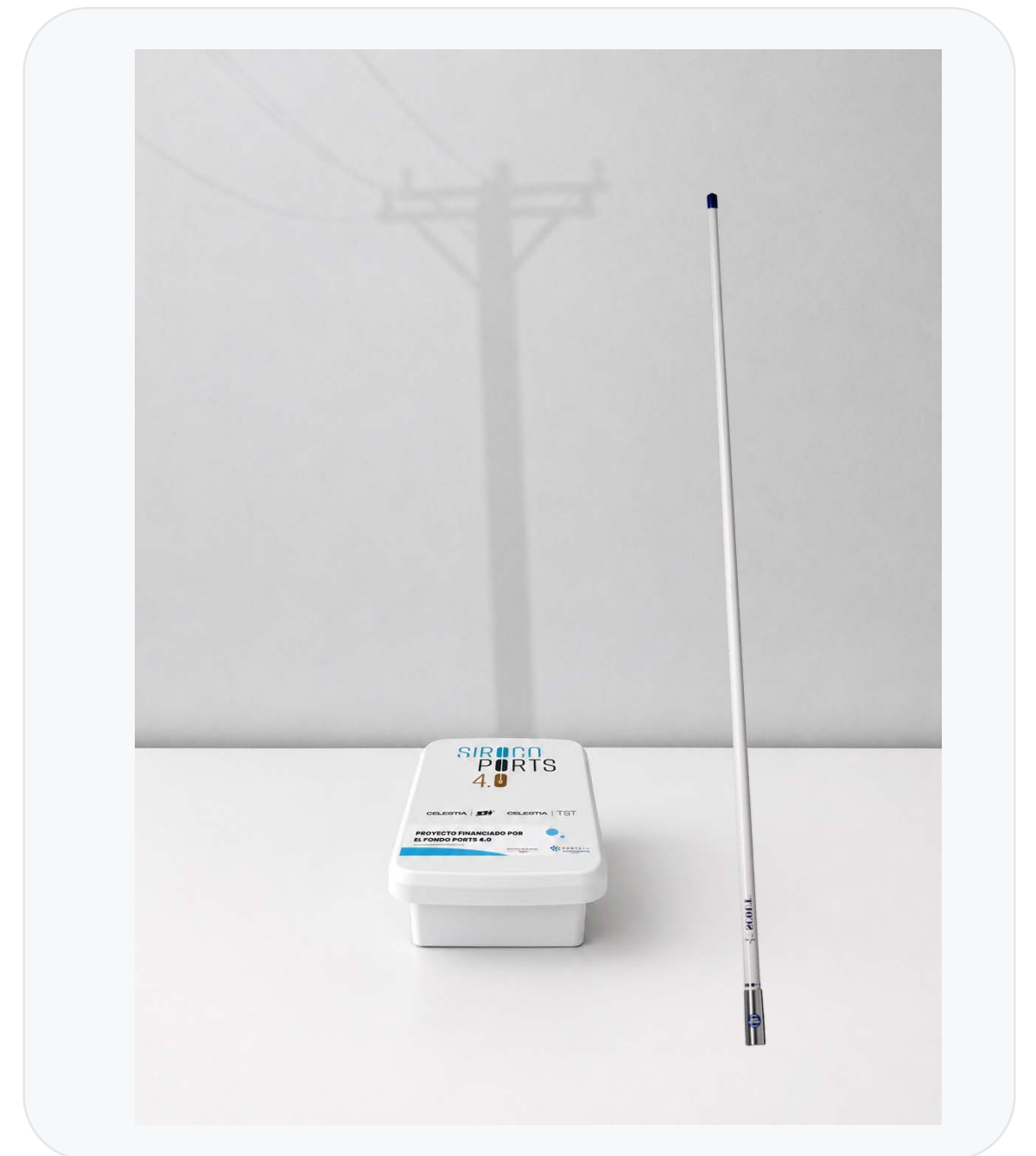
- Posición AIS
- Identificación automática
- Eventos de navegación

Configuración

- Dependiente del dispositivo AIS integrado
- Orientado a ayudas a la navegación y balizas
- Integrable con infraestructura AIS existente

Aplicación portuaria

- Seguimiento de tráfico marítimo
- Localización de boyas y balizas
- Apoyo a seguridad de navegación en puerto



Integración SirocoPORTS4.0 Datos estructurados para vigilancia, histórico, alarmas e interoperabilidad con la plataforma.

18

INFRAESTRUCTURA IOT Y DATOS

Nodo IoT SirocoPORTS de conteo BLE/WiFi

Estimación de ocupación y flujos de personas en entorno portuario

FIWARE

CAT-M/LTE

BLE

WiFi

MQTT

IP67

Estimación de ocupación mediante conteo anónimo de dispositivos BLE y WiFi próximos, como proxy de presencia y flujo de personas.

Variables

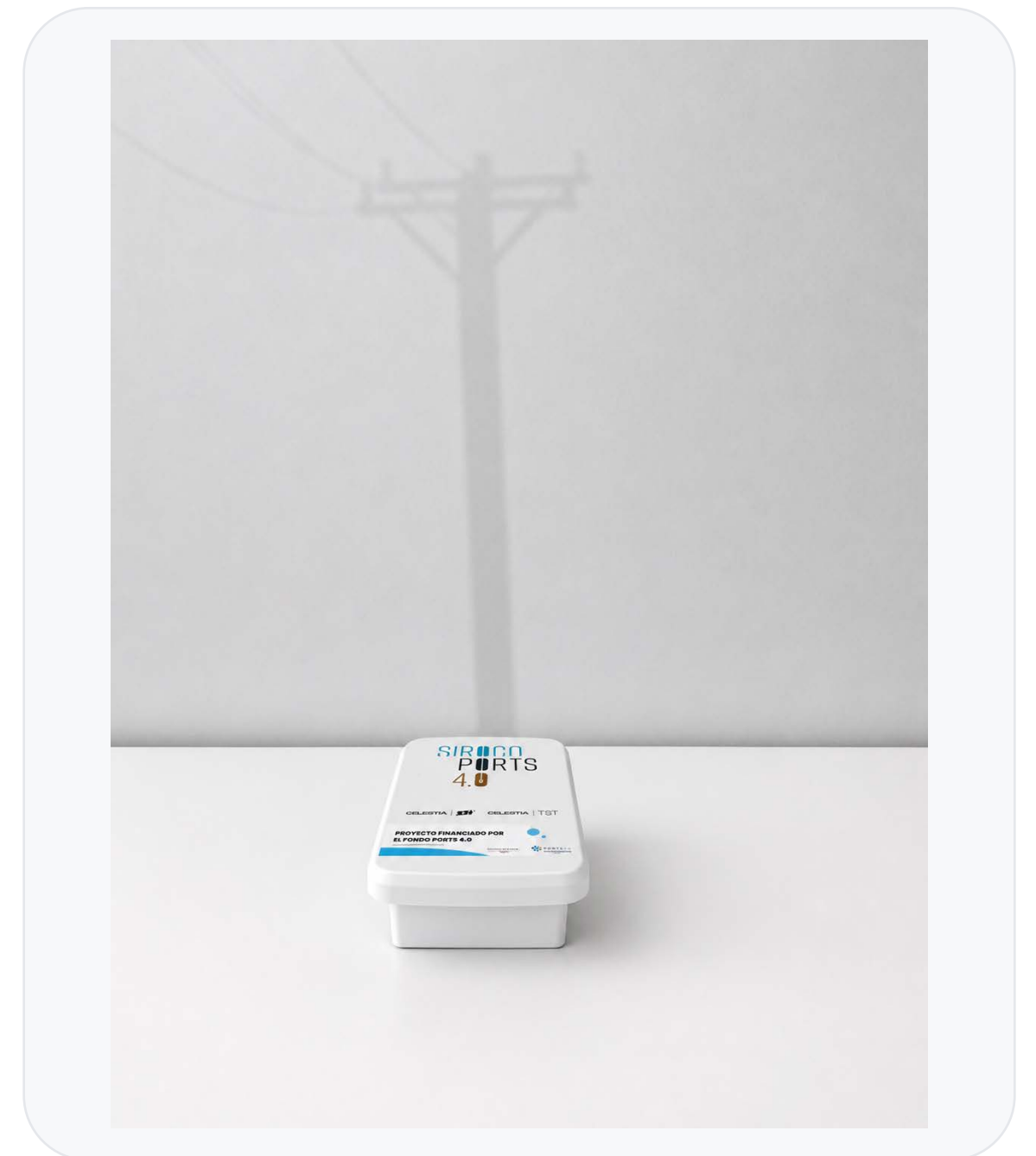
- Número de dispositivos WiFi detectados
- Número de dispositivos BLE detectados
- Timestamp Unix de cada ventana de escaneo

Configuración

- Detección BLE 4.2 y WiFi 802.11
- Escaneo configurable, por defecto cada 300 s
- Comunicación MQTT sobre CAT-M/LTE o WiFi
- Envoltorio IP67 para exterior

Aplicación portuaria

- Estimación de ocupación en accesos y zonas comunes
- Análisis de flujos de personas en tiempo real
- Alertas por superación de umbrales de aforo
- Apoyo a seguridad, movilidad y gestión operativa



Integración SirocoPORTS4.0 Datos estructurados para vigilancia, histórico, alarmas e interoperabilidad con la plataforma.

19

INFRAESTRUCTURA IOT Y DATOS

SirocoPORTS IoT DataHub-Bridge

Capa software de integración, validación y publicación de datos

MQTT

FIWARE

NGSI

Smart Data Models

Componente software para recepción, decodificación, estructuración y publicación de datos hacia la plataforma SirocoPORTS4.0 y sistemas interoperables.

● Variables

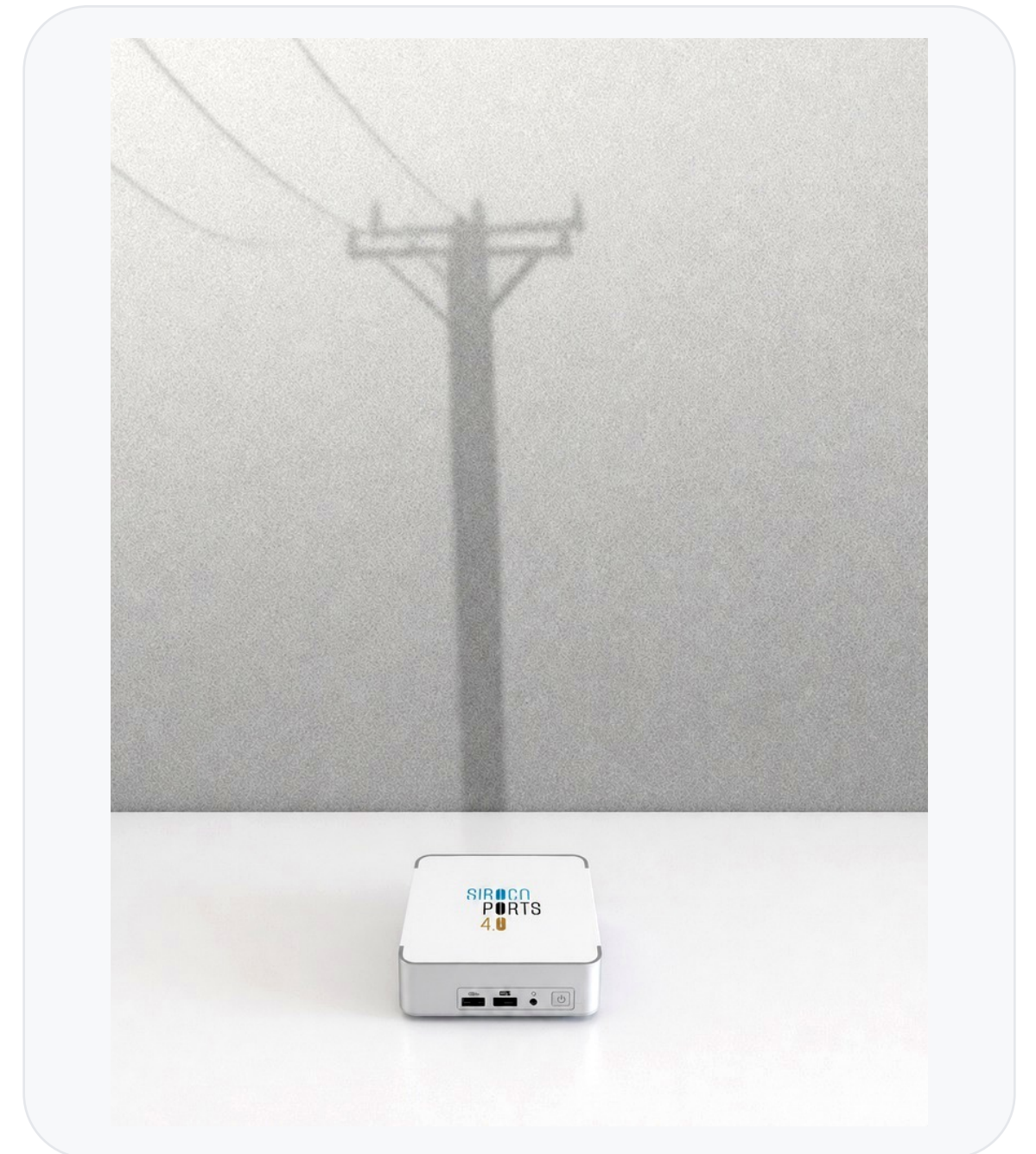
- Recepción de datos desde ChirpStack
- Decodificación y validación
- Publicación hacia plataforma y sistemas FIWARE

● Configuración

- Integración con MQTT
- Transformación a modelos FIWARE y Smart Data Models
- Soporte NGSI y Orion Context Broker

● Aplicación portuaria

- Normalización de datos heterogéneos
- Conexión entre red sensórica y plataforma
- Escalabilidad para nuevos dispositivos y casos de uso



Integración SirocoPORTS4.0 Datos estructurados para vigilancia, histórico, alarmas e interoperabilidad con la plataforma.

20

INFRAESTRUCTURA IOT Y DATOS

Gateway LoRaWAN SirocoPORTS

Pasarela radio/IP para red privada de sensores

LoRaWAN

Gateway

PoE

IP65

Pasarela de comunicaciones que recoge tramas LoRaWAN y las reenvía a la red IP y al concentrador SirocoPORTS.

Variables

- Recepción de tramas LoRaWAN
- Reenvío hacia red IP
- Estado de enlace y cobertura

Configuración

- Concentrador SX1302; hasta 27 dBm
- Sensibilidad -140 dBm
- Ethernet RJ45 PoE, WiFi 2,4 GHz, USB, Mini-PCIe y GPS

Aplicación portuaria

- Cobertura radio privada en puerto
- Reducción de dependencias externas
- Conexión con Network Server y concentrador



Integración SirocoPORTS4.0 Datos estructurados para vigilancia, histórico, alarmas e interoperabilidad con la plataforma.



SirocoPORTS4.0

Sensórica, comunicaciones IoT, agentes de captura de datos y plataforma de integración para una digitalización portuaria abierta, modular y escalable.

Catálogo de equipos y soluciones

Documento comercial para configuración de paquetes de despliegue, demostración tecnológica y lanzamiento al mercado.

