

LeakNet

by **IoTeXa**
Edición Técnica 2026

TECNOLOGÍA QUE PROTEGE LO CRÍTICO

RED DISTRIBUIDA PARA DETECCIÓN TEMPRANA DE FUGAS

Monitoreo por tramo, eventos trazables
y arquitectura IoT para ductos críticos.



NODOS POR TRAMO

Cobertura distribuida y comunicación robusta.



APRENDIZAJE DE LÍNEA BASE

Detección temprana con inteligencia adaptativa.



PLATAFORMA OPERACIONAL

Visibilidad en tiempo real y eventos trazables.



ESCALAMIENTO POR CRITICIDAD

Validación y esfuerzo donde más importa.

IoTeXa

DATA • INTELIGENCIA • CONFIANZA

DETECCIÓN TEMPRANA
MENOS RIESGO

EVENTOS TRAZABLES
DECISIONES INFORMADAS

ARQUITECTURA IoT
DISEÑADA PARA ESCALAR

CADA TRAMO.
CADA EVENTO.
TOTAL CONTROL.

FUGAS INVISIBLES HASTA QUE EL DAÑO YA ES VISIBLE



FUGA



RIESGO



INSPECCIÓN
MANUAL



DETECCIÓN
TARDÍA



TRAMO
EXTENSO



TRAMO REMOTO



ZONA DE SOMBRA
DE COMUNICACIÓN



CANALETA DE
CONTENCIÓN



CRUCE DE LÍNEA



FLANGE



VÁLVULA



BOMBA



SOLDADURA
CRÍTICA

El problema no es solo detectar una fuga. El problema es detectarla **antes, ubicar** el tramo afectado y entregar una **alerta confiable** para que mantenimiento actúe **sin recorrer toda la línea.**

LEAKNET: RED DISTRIBUIDA PARA DETECCIÓN TEMPRANA DE FUGAS

LeakNet es un sistema de monitoreo distribuido por sensores físicos. Cada nodo observa un tramo o punto crítico del ducto, aprende su comportamiento normal y reporta desviaciones compatibles con fuga, condición precursora o anomalía operacional.



No interviene OT, SCADA, DCS, válvulas, bombas ni lazos de control.

“ LeakNet transforma señales físicas del ducto en **eventos trazables, priorizados y ubicados** por tramo. La solución no actúa sobre válvulas, bombas ni sistemas de control; **detecta, clasifica y alerta.** ”

UNA MISMA ARQUITECTURA PARA DISTINTOS FLUIDOS Y TRAMOS

LeakNet no se limita a una sola línea. Puede aplicarse sobre mineroductos, agua, salmuera, relaves, aire y líneas de ácido sulfúrico, ajustando el tipo de nodo, sensores y lógica de detección según el fluido y el entorno.



Línea o tramo	Riesgo principal	Enfoque LeakNet
Mineroducto	Fuga de pulpa, pérdida operacional	Nodos perimetrales + acústicos
Agua industrial	Fuga franca o pérdida progresiva	Humedad + presencia de líquido
Salmuera	Fuga en tramo remoto	Nodo autónomo + LoRa
Relaves	Impacto ambiental	Monitoreo por tramo
Aire comprimido	Pérdida energética	Acústica pasiva
Ácido sulfúrico	Riesgo crítico, no contacto	Nodo no invasivo cercano



“

Cada línea tiene una **firma distinta**. Por eso LeakNet no usa una regla única para todo el ducto: aprende el comportamiento de cada tramo y ajusta la detección según **el fluido, el entorno y la criticidad**.

”

NO ES UN SENSOR ÚNICO: ES UNA FAMILIA DE NODOS POR TRAMO

LeakNet usa distintos tipos de nodo según el **fluido**, la **criticidad** y la **forma segura de instalación**. La detección puede combinar presencia de líquido, humedad, temperatura, vibración, acústica pasiva, vapores, pH ambiental o lectura de instrumentación existente.

 Variable principal •
  Fijación •
  Evento típico detectado

1 Nodo ambiental / perimetral

Aplicación: Flanges, válvulas, bombas, canaletas

Qué detecta: Presencia de líquido, humedad, temperatura, vibración



Humedad / Líquido



Abrazadera (zuncho)

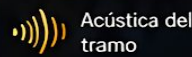


Goteo, charco incipiente

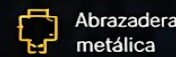
2 Nodo acústico de tramo

Aplicación: Tramos largos o remotos

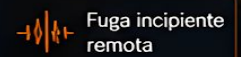
Qué detecta: Firma acústica compatible con fuga incipiente



Acústica del tramo



Abrazadera metálica



Fuga incipiente remota

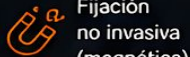
3 Nodo no invasivo para ácido

Aplicación: Líneas que no se pueden tocar

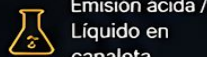
Qué detecta: Vapores, pH ambiental, temperatura, líquido en canaleta



Vapores / pH ambiental



Fijación no invasiva (magnética)



Emisión ácida / Líquido en canaleta

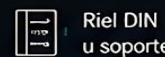
4 Nodo RS485 / Modbus

Aplicación: Donde ya existe instrumentación

Qué detecta: Lectura de presión, caudal o nivel en modo solo lectura



Presión / Caudal / Nivel



Riel DIN u soporte

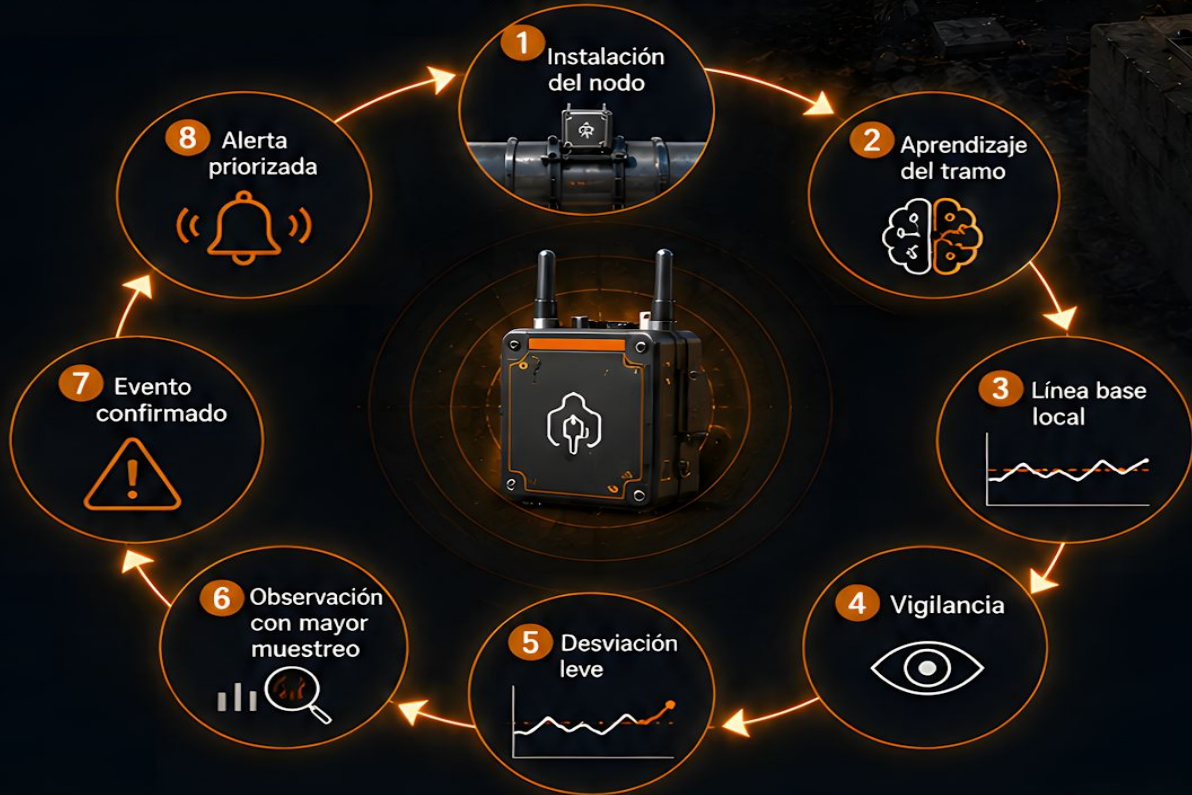


Desviación de instrumentación

“ LeakNet **adapta el sensor al riesgo**. Una fuga franca, una fuga incipiente, una condición precursora y una línea de ácido no se detectan igual. La arquitectura es común; **el nodo se configura según el tramo**. ”

CADA TRAMO APRENDE SU COMPORTAMIENTO NORMAL

LeakNet no depende de un umbral genérico para toda la línea. Cada nodo construye una línea base del tramo donde fue instalado. Luego compara humedad, temperatura, vibración, acústica, presencia de líquido y otras variables contra ese comportamiento aprendido.



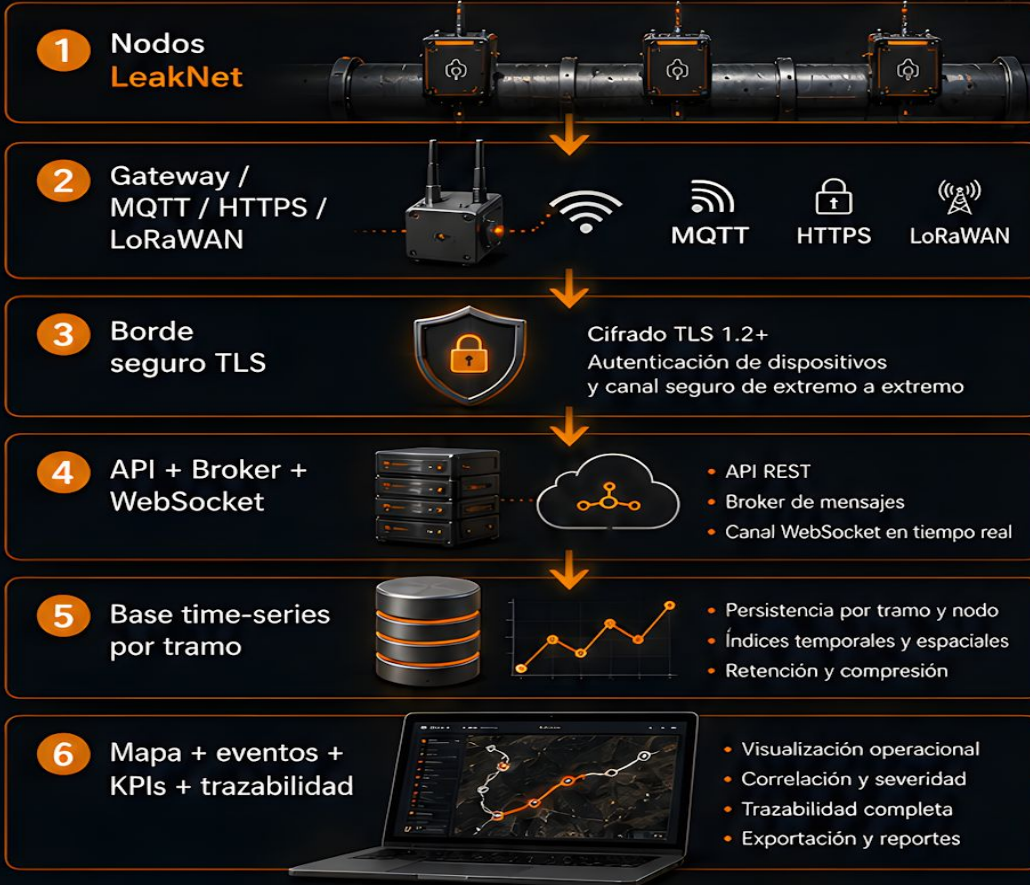
ESTADOS DEL FIRMWARE LEAKNET



Una variación aislada puede ser ruido operacional. Una desviación sostenida y coordinada entre varias señales puede indicar fuga. LeakNet distingue transitorios normales de eventos relevantes mediante **aprendizaje por tramo**, **observación local** y **correlación**.

DEL TRAMO MONITOREADO AL EVENTO TRAZABLE

La plataforma **IoTeXa** recibe datos por distintos canales, normaliza eventos, mantiene histórico por tramo, correlaciona nodos vecinos, calcula severidad y confianza, y muestra la información en un dashboard operacional.



FLUJO DE VALIDACIÓN Y ESCALAMIENTO



Turno de guardia

Recibe alerta, valida contexto y toma primeras acciones.



Mantenimiento

Ejecuta acciones correctivas y confirma estado del tramo.



Confiability / mandante

Valida, cierra evento y consolida lecciones aprendidas.

IoTeXa
DASHBOARD OPERACIONAL
🔔
19:42:18
● En línea

MAPA DE DUCTOS

● Normal ● Advertencia ● Alerta

DETALLE DEL EVENTO

Tramo afectado	TR-1245-08
Severidad	Alta
Confianza	87%
Último heartbeat	19:41:52
Tipo de fluido	Petróleo
Estado de validación	En revisión

ALERTA PRIORITARIA
Fuga probable
 Tramo TR-1245-08

Detectado: 19:39:48
 Nodo origen: LN-0897

KPIs EN TIEMPO REAL

Eventos activos 3	Tramos en alerta 2
Severidad prom. Alta	Confianza prom. 82%

EVENTOS RECIENTES

19:39	TR-1245-08	Alta	Fuga probable
19:21	TR-0789-03	Media	Vibración alta
19:05	TR-0456-11	Baja	Temperatura ↑
18:52	TR-0789-03	Baja	Ruido anómalo
18:37	TR-0331-07	Info	Heartbeat tardío



Normalización, deduplicación, persistencia y disparo de eventos en una **lógica única**.

CANALES Y PROTOCOLOS ACEPTADOS



HTTPS



MQTT



WebSocket



LoRaWAN



La plataforma no solo recibe datos. Convierte señales distribuidas en **eventos priorizados**, con historial por tramo, **trazabilidad de validación** y **evidencia** para mantenimiento.



DE DETECCIÓN LOCALIZADA A RED OPERACIONAL DE DUCTOS

LeakNet se implementa mediante validación progresiva sobre tramos críticos. Primero se comprueba el comportamiento real de los nodos, la línea base del tramo, la comunicación, la correlación entre sensores y la utilidad de la alerta para mantenimiento. Luego la red puede ampliarse por criticidad, fluido, sector o línea.



INDICADORES CLAVE (KPIs)



Detección temprana

Capacidad de identificar condiciones compatibles con fuga antes de una falla mayor



Precisión por tramo

Capacidad de acotar la ubicación para reducir recorridos de cuadrilla



Tasa de falsas alarmas

Calidad del modelo frente a transitorios, lavados y ruido operacional



Cobertura efectiva

Continuidad de comunicación nodo-gateway-plataforma



Autonomía energética

Comportamiento real de batería o energía solar en el tramo



Trazabilidad operacional

Historial de eventos, validaciones y acciones por tramo

RUTA DE ESCALAMIENTO



Validación inicial



Tramos críticos priorizados



Singularidades principales



Líneas y fluidos adicionales



Cobertura ampliada de faena



Operación recurrente como servicio



El escalamiento de LeakNet se basa en evidencia operacional: tramos monitoreados, eventos detectados, correlación entre nodos, hallazgos validados, estabilidad de comunicación y trazabilidad histórica. Cada nueva línea o fluido se incorpora sobre la misma arquitectura IoT de nodos, gateways y plataforma.

