



Monitoreo de Integridad de Ductos

Convertir la fibra oscura ya enterrada junto al ducto en un sistema nervioso de detección de tomas 24/7.

1 toma / 50 min

México, hoy

100 km

monitoreados por interrogador

<1%

del costo del ducto (TCO 10 años)

LA OPORTUNIDAD

PEMEX registró **10,591 perforaciones ilegales en 2025**, estadísticamente una toma clandestina perforada **cada 50 minutos**. El epicentro es el corredor Tula-Tlahuelilpan en Hidalgo (2,785 tomas, +13.3%). Este robo físico es el principal motor de la pérdida de MX\$23.5 mil millones.

LA SOLUCIÓN

- **DFOS / DAS:** el cable de telecomunicaciones de fibra óptica estándar enterrado junto al ducto se convierte en un sensor acústico y de vibración continuo.
- **Detección previa a la ruptura:** el aprendizaje automático monitorea la retrodispersión de la fibra en busca de la firma acústica de excavación, maquinaria o perforación, antes de que el ducto sea perforado.
- **Localización de tomas (NPW):** en el instante en que se perfora el ducto, la onda de presión negativa se detecta y la IA ubica el origen con precisión de metros.
- **Ciclo de acción:** en cuanto se detecta excavación, se despacha un dron o equipo de respuesta, deteniendo la toma antes de que se pierda producto.

EVIDENCIA EN CAMPO

Saudi Aramco

Validó y desplegó DFOS para proteger ductos de crudo; parte de una red IoT con 40,000 sensores en 500 pozos solo en Khurais.

Nigeria, Delta del Níger

En un entorno operativo de riesgo comparable, la vigilancia redujo el robo a casi cero en zonas monitoreadas; la producción nacional se recuperó de 1.1 a 1.8M bpd.

Bandweaver / Hifi / AP Sensing

El DAS impulsado por aprendizaje automático monitorea hasta 100 km por interrogador y prácticamente elimina las falsas alarmas.

APLICACIÓN EN MÉXICO

PEMEX es la petrolera más endeudada del mundo (~\$101 mil M), con capex 47.5% menor año contra año, un despliegue nacional es imposible. La jugada es **enfocarse con precisión en las arterias de mayor fuga**: el corredor Tula-Tlahuelilpan (Hidalgo) y la franja Tierra Blanca-Omealca-Tres Valles (Veracruz), reutilizando la “fibra oscura” ya enterrada, sin nuevas zanjas.

MODELO DE INGRESOS

- Monitoreo como Servicio: una cuota inicial moderada de integración por el hardware interrogador y la IA en el borde.
- Una cuota mensual recurrente por kilómetro, que traslada a PEMEX de la carga de capex al opex manejable.
- Alertas 24/7 desde sala de control, actualizaciones de software y mantenimiento incluidos.

RETORNO PROYECTADO

Un solo sistema de nueva generación monitorea 100 km con un **costo total de propiedad a 10 años por debajo del 1% del costo de construcción del ducto**. En el corredor de ~100 km Tula-Tlahuelilpan, prevenir incluso una fracción de la pérdida anual de MX\$23.5 mil millones justifica el gasto, y la detección previa a la ruptura evita pérdida de producto, remediación ambiental y explosiones catastróficas.