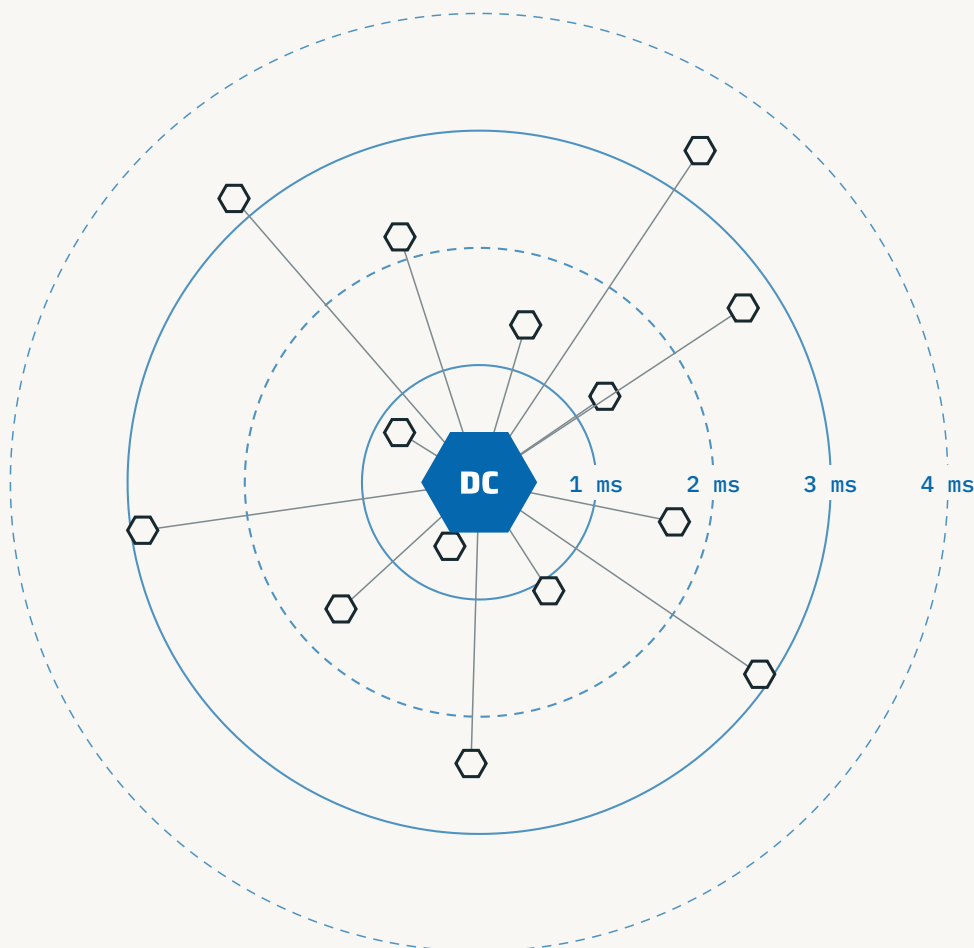


cada anillo: 1 ms de ida y vuelta, unos 102 km de fibra a 4.9 $\mu\text{s}/\text{km}$



Attom AgileRak: micro centro de datos de interior en gabinete cerrado, totalmente integrado de fábrica. Imagen: Attom Technology, folleto «Micro Modular Data Center» v2.2, 2019.

Anillos de latencia en fibra

EL DATA CENTER EN LA SUCURSAL:

MICRO CENTROS DE DATOS PARA EL EDGE

Una red de sucursales funciona como un centro de datos distribuido. La física de la fibra dice qué se puede centralizar; la continuidad y la seguridad física dicen qué debe quedarse en la sucursal, en un gabinete diseñado para eso.

RESUMEN EJECUTIVO

[3] Comisión Nacional de Bancos y Seguros (CNBS), «Reporte de Inclusión Financiera 2026»

Una red de sucursales es un centro de datos distribuido, aunque no se haya diseñado como tal. Cada agencia bancaria o tienda tiene equipos que deben seguir operando cuando falla el enlace o la energía: conmutación de red, servidores locales, grabadores de video, controladores de acceso. En Honduras, el sistema financiero reportó 1,641 oficinas al cierre de 2025, entre oficinas principales, sucursales y agencias [3]. Cada una es un sitio edge con sus propios riesgos.

[2] M2 Optics, «Calculating Optical Fiber Latency»

Este documento separa dos preguntas que suelen mezclarse. La primera, qué conviene centralizar, la responde la física: la luz recorre un kilómetro de fibra en unos 4.9 μs [2], y las distancias del país cuestan pocos milisegundos de propagación. La segunda, qué debe quedarse en la sucursal, la responden la continuidad y la seguridad física. Para esa segunda parte, un micro data center integra rack, UPS, baterías, climatización, monitoreo, control de acceso y detección de incendio en un gabinete probado de fábrica [1].

[1] Attom Technology, «Micro Modular Data Center»

1,641

Oficinas del sistema financiero hondureño al cierre de 2025

● CNBS [3]

4.9 $\mu\text{s}/\text{km}$

Latencia de propagación en fibra monomodo

● M2 Optics [2]

2.4

Cortes eléctricos en un mes típico, empresas hondureñas

● Banco Mundial [4]

1 día

Despliegue declarado por el fabricante para un micro data center integrado

● Attom [1]

La tesis en una línea

La fibra decide qué se centraliza; la continuidad decide qué se queda en la sucursal, y lo que se queda merece un gabinete diseñado para eso.

02

Introducción

EL PROBLEMA, DIMENSIONADO

El gerente de TI de un banco o de una cadena de retail conoce el cuarto técnico de la sucursal típica: un rack en una bodega, un aire acondicionado de uso residencial, un UPS bajo un escritorio y una puerta con la misma llave que la de limpieza. Ese cuarto aloja la conmutación de red, el grabador de video, a veces un servidor local, y es el primer lugar donde se nota un corte de energía o una falla de climatización.

[4] Banco Mundial, Enterprise Surveys, «Honduras 2016 Country Profile»

EL COSTO DE UNA CAÍDA TAMPOCO ES MENOR EN LA ESCALA DISTRIBUIDA.

[5] Uptime Institute, «Annual Outage Analysis 2024»

La red eléctrica agrega su propio ritmo. Las empresas hondureñas encuestadas por el Banco Mundial reportaron 2.4 cortes en un mes típico y pérdidas de 2.1 % de las ventas en las empresas afectadas [4]. Multiplicado por una red de decenas de agencias, cada mes hay sucursales operando con baterías, y el estado de esas baterías rara vez se conoce desde la oficina central.

El costo de una caída tampoco es menor en la escala distribuida. El 54 % de los operadores encuestados por Uptime Institute reportó que su última caída significativa costó más de USD 100,000, y los problemas de energía son la causa más frecuente de las caídas serias [5]. En una red de agencias, la caída se reparte en muchos sitios pequeños, cada uno sin monitoreo.

03

Contexto

LATENCIA, CENTRALIZACIÓN Y LO QUE SE QUEDA

LA FÍSICA DE LA FIBRA

La luz viaja en el vacío a $3.34 \mu\text{s}$ por kilómetro; en fibra monomodo, con índice de refracción cercano a 1.47, la regla práctica es $4.9 \mu\text{s}$ por kilómetro [2]. Una consulta necesita ida y vuelta, de modo que cada 102 km de fibra suman 1 ms de propagación. Ninguna ruta dentro de Honduras se acerca a los 1,000 km que costarían 9.8 ms.

Tabla 1

PROPAGACIÓN EN FIBRA POR DISTANCIA

Distancia de fibra	Ida	Ida y vuelta	Lectura práctica
5 km, mismo campus o ciudad	0.02 ms	0.05 ms	Equivalente a red local
50 km	0.25 ms	0.49 ms	Imperceptible para transacciones
250 km	1.2 ms	2.5 ms	Orden de una ruta entre ciudades principales
500 km	2.5 ms	4.9 ms	Ruta larga con desvíos
1,000 km	4.9 ms	9.8 ms	Fuera del territorio nacional

Cálculo propio con 4.9 microsegundos por km [2]; solo propagación, sin equipos ni colas.

La tabla muestra solo la propagación; equipos, colas y la calidad del enlace agregan su parte y se miden en cada red. Con esa salvedad, la conclusión es útil: para aplicaciones transaccionales, la distancia física dentro del país rara vez obliga a procesar en la sucursal.

LO QUE SÍ OBLIGA A QUEDARSE

Tres razones sostienen el edge en una red de sucursales. **Continuidad sin enlace:** lo que debe operar cuando el enlace cae (autenticación local, caché de aplicaciones, conmutación, telefonía). **Volumen local:** el video de seguridad se graba en la sucursal porque transportarlo completo cuesta ancho de banda. **Protección física y eléctrica:** lo anterior necesita energía estable, temperatura controlada y acceso restringido en un sitio donde la red eléctrica corta 2.4 veces al mes [4].

TRES ENFOQUES QUE FALLAN

- **El cuarto improvisado.** Rack abierto en bodega, aire residencial sin redundancia y UPS sin monitoreo: cada componente funciona y el conjunto nadie lo supervisa.
- **Centralizar sin plan de enlace caído.** Si la sucursal no opera sin el enlace, la centralización trasladó el punto único de falla al proveedor de telecomunicaciones.
- **Comprar el gabinete sin energía ni clima.** Un gabinete cerrado sin enfriamiento dimensionado concentra el calor de los equipos en un volumen pequeño.

SEIS CRITERIOS PARA EL SITIO EDGE

Ingelmec define el estándar edge de una red de sucursales con seis criterios. Los tres primeros dimensionan el gabinete; los tres siguientes lo vuelven operable a distancia.

1

LO QUE OPERA SIN ENLACE.

Inventario de servicios que deben seguir en la sucursal con el enlace caído, y de los equipos que los sostienen.

2

CARGA Y ESPACIO.

Potencia de TI en kW, unidades de rack y crecimiento a cinco años. La línea AgileRak de Attom va de 18 a 35 U útiles y de 3 a 10 kVA de UPS en sus modelos estándar [1].

3

AUTONOMÍA ELÉCTRICA.

Minutos de batería por corte y número de cortes por mes; con 2.4 cortes mensuales de referencia [4], la batería trabaja todos los meses y su reemplazo se planifica.

4

CLIMATIZACIÓN INTEGRADA.

Capacidad de enfriamiento acorde a la carga, con ventilación de emergencia ante falla del equipo de clima; todos los modelos AgileRak estándar la incluyen [1].

5

SEGURIDAD Y DETECCIÓN.

Control de acceso de tres factores (PIN, huella, RFID), video, sensores de puerta, humo y fuga de agua, y sistema de detección temprana y extinción [1].

6

UN DISEÑO REPLICABLE.

El mismo gabinete, la misma configuración y el mismo monitoreo en cada sucursal: el fabricante lo resume como diseñar una vez y desplegar en cualquier sitio [1].



Attom, contenedor MDC: sistemas integrados de incendio, monitoreo, enfriamiento y potencia. Imagen: Attom Technology, folleto «Micro Modular Data Center» v2.2, 2019.

HALLAZGOS: EL GABINETE REEMPLAZA AL CUARTO

Análisis con evidencia

1

Hallazgo 1

LA DISTANCIA RARA VEZ DECIDE; LA CONTINUIDAD SÍ

Con $4.9 \mu\text{s}$ por kilómetro [2], una sucursal a 250 km de fibra del centro de datos paga unos 2.5 ms de ida y vuelta por propagación. Las razones para mantener cómputo en la sucursal son la operación sin enlace, el volumen de video y la protección física, y las tres se resuelven con infraestructura local confiable.

Tabla 2

MODELOS ESTÁNDAR AGILERAK

Modelo	Espacio útil	UPS	Enfriamiento	Tipo	Ancho × fondo × alto
ATM-03N	18 U	3 kVA	2.0 kW	Ventilación	600 × 1100 × 1200 mm
ATM-03W	19 U	3 kVA	2.5 kW	DX compacto, superior	600 × 1100 × 1590 mm
ATM-06E	26 U	6 kVA	3.5 kW	DX compacto, superior	600 × 1100 × 2000 mm
ATM-06T	29 U	6 kVA	3.9 kW	DX dividido, en rack	600 × 1400 × 2000 mm
ATM-06F	35 U	6 kVA	5.6 kW	DX dividido, en fila	900 × 1400 × 2000 mm
ATM-10S	35 U	10 kVA	7.6 kW	DX dividido, en fila	900 × 1400 × 2000 mm

Fuente: Attom, folleto «Micro Modular Data Center» v2.2, datos técnicos AgileRak [1]. Configuraciones a medida hasta 40.9 kW de enfriamiento.

2

Hallazgo 2

SEIS MODELOS CUBREN LA SUCURSAL TÍPICA

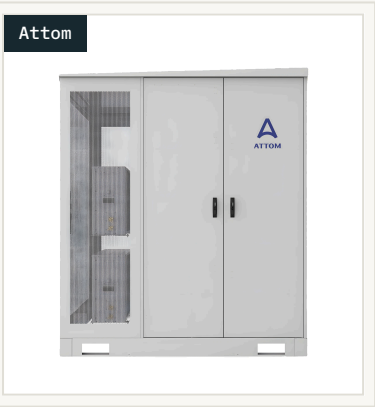
La tabla 2 cubre de un gabinete de media altura con 3 kVA y ventilación hasta uno de 35 U con 10 kVA y 7.6 kW de enfriamiento en fila [1]. Una agencia con conmutación, grabador de video y uno o dos servidores cabe en los modelos de 3 a 6 kVA. La selección se hace por carga medida y crecimiento, con el criterio 2.

3

Hallazgo 3

EXTERIOR Y CONTENEDOR AMPLÍAN EL ESTÁNDAR

Cuando la sucursal no tiene un cuarto interior utilizable, el AgileHub integra lo mismo en gabinetes de exterior de dos o tres cuerpos, y el AgileCub lo lleva a contenedores ISO de 10, 20 y 40 pies [1]. Para un centro regional o un punto de concentración de varias agencias, el contenedor resuelve en un solo bloque energía, clima, monitoreo, seguridad e incendio.



Attom AgileHub: micro centro de datos de exterior. Imagen: Attom Technology, folleto «Micro Modular Data Center» v2.2, 2019.

4

Hallazgo 4

LA RED DE AGENCIAS YA OPERA ASÍ EN HONDURAS

El portafolio de Ingelmec documenta respaldo distribuido para una red de agencias bancarias (UPS y baterías) y micro data centers Attom para las sucursales de un corporativo regional [6]. La experiencia práctica confirma el criterio 6: con un estándar único, el mantenimiento se planifica por lote y el monitoreo desde el NOC detecta la batería degradada antes del siguiente corte.

[6] Ingelmec, portafolio y datos institucionales (2026): «Banca – red de agencias»

06

Accionable

SEIS RECOMENDACIONES

ESCRIBA QUÉ DEBE OPERAR SIN ENLACE.



Ese inventario define el edge de su red; lo demás puede centralizarse con la tabla 1 como referencia [2].

DIMENSIONE LA BATERÍA POR CORTES AL MES.



Con 2.4 cortes mensuales de referencia, la batería trabaja todos los meses; incluya su reemplazo en el presupuesto [4].

INTEGRE SEGURIDAD FÍSICA Y DETECCIÓN.



Acceso de tres factores, video, sensores de puerta, humo y agua en el mismo gabinete y en el mismo monitoreo [1].

MIDA LA CARGA DE UNA SUCURSAL TIPO.



kW de TI, unidades de rack y crecimiento a cinco años, antes de elegir modelo [1].

EXIJA CLIMA CON VENTILACIÓN DE EMERGENCIA.



Un gabinete cerrado sin enfriamiento dimensionado concentra el calor; los modelos estándar integran ambos [1].

ESTANDARICE Y MONITOREE DESDE UN NOC.



Un diseño para toda la red, con mantenimiento por lote y alertas centralizadas; Ingelmec opera ese esquema con atención 24×7×365 [6].

07

Cierre

CONCLUSIÓN

En Honduras, la fibra permite centralizar casi todo lo transaccional: 250 km cuestan unos 2.5 ms de ida y vuelta [2]. Lo que debe quedarse en la sucursal lo deciden la continuidad sin enlace, el video y una red eléctrica con 2.4 cortes al mes [4]. Para eso existe el micro data center: rack, UPS, baterías, clima, monitoreo, seguridad e incendio en un gabinete probado de fábrica [1], replicado con el mismo estándar en cada una de sus agencias.

REFERENCIAS

- 01** Attom Technology, «Micro Modular Data Center» (folleto EN v2.2, 2019): AgileRak, AgileHub y AgileCub; datos técnicos AgileRak (ATM-03N a ATM-10S); acceso de tres factores, video, detección y extinción; ventilación de emergencia; despliegue en un día.
attom.tech/wp-content/uploads/2026/07/attom-mdc-brochure-en-v2.2-20190406.pdf
- 02** M2 Optics, «Calculating Optical Fiber Latency»: 3.34 microsegundos por km en el vacío; 4.9 microsegundos por km en fibra monomodo con índice de 1.47.
www.m2optics.com/blog/bid/70587/calculating-optical-fiber-latency
- 03** Comisión Nacional de Bancos y Seguros (CNBS), «Reporte de Inclusión Financiera 2026»: 1,641 oficinas (principales, sucursales y agencias) al cierre de diciembre de 2025; 2,139 cajeros automáticos; 19,509 agentes corresponsales.
www.cnbs.gob.hn/inclusion-financiera/wp-content/uploads/2026/08/Reporte-de-Inclusion-Financiera-2026.pdf
- 04** Banco Mundial, Enterprise Surveys, «Honduras 2016 Country Profile»: 2.4 cortes eléctricos en un mes típico; pérdidas de 2.1 % de las ventas.
www.enterprisesurveys.org/content/dam/enterprisesurveys/documents/country-profiles/Honduras-2016.pdf
- 05** Uptime Institute, «Annual Outage Analysis 2024» (resumen ejecutivo): 54 % con más de USD 100,000 en su última caída significativa; energía como causa más frecuente de caídas serias.
datacenter.uptimeinstitute.com/rs/711-RIA-145/images/2024.Resiliency.Survey.ExecSum.pdf
- 06** Ingelmec, portafolio y datos institucionales (2026): «Banca — red de agencias», UPS y baterías, respaldo distribuido; «Corporativo regional — sucursales edge», micro data center con gabinetes Attom; NOC con monitoreo cloud; averías 24x7x365.
Documento interno o catálogo; sin URL pública

Citas pendientes declaradas

La latencia total de una red depende de equipos, colas y enlaces; la tabla 1 solo calcula propagación con [2]. No se publican distancias de rutas de fibra entre ciudades hondureñas; las filas de la tabla 1 son distancias de referencia. El número de agencias por banco y la carga típica de una sucursal requieren medición por cliente. El folleto de Attom es de 2019; los modelos vigentes deben confirmarse con el fabricante al cotizar.

Siguiente paso

ESTÁNDAR EDGE PARA SU RED DE SUCURSALES

Una visita técnica a una sucursal tipo produce el inventario de cargas locales, el modelo de micro data center recomendado con energía, clima, seguridad y monitoreo, y un estándar replicable para toda la red, por escrito.

WhatsApp +504 9438-6972

Correo atencioncomercial@ingelmec.com

Respuesta Menos de 24 h

Averías 24×7×365

Sedes Tegucigalpa y San Pedro Sula



Escanee para escribir por
WhatsApp

Ingelmec (Inversiones Generales de Máquinas y Equipos de Control S. de R.L.) diseña, suministra, instala y mantiene infraestructura crítica en Honduras desde 1987 — 39 años de operación continua, tres sedes y 2,410 TR en 13 casos documentados. Energía de respaldo, climatización de precisión, centros de datos, sistemas contra incendio, climatización comercial y evaporativa, y monitoreo BMS. Atención de averías 24×7×365, respuesta menor a 24 horas. **No vendemos cajas. Un solo responsable. La ingeniería que no se detiene.**