

# Cuando la IA llega al Edificio: Redes y respaldo energético para la infraestructura del futuro

**Jesús Alexander Gutiérrez**  
Regional Presales Engineer  
**Nexxt Solutions Infraestructure**



# Cuando la IA Llega al Edificio: Redes y Respaldo energético para la infraestructura del futuro

Jesús Alexander Gutiérrez  
Regional Presales Engineer  
Nexxt Solutions Infraestructure

# Evolución Explosiva IA en Latam

- **Internet:** 20+ años para 90% cobertura.
- **IA:** 3 años al mismo umbral global.

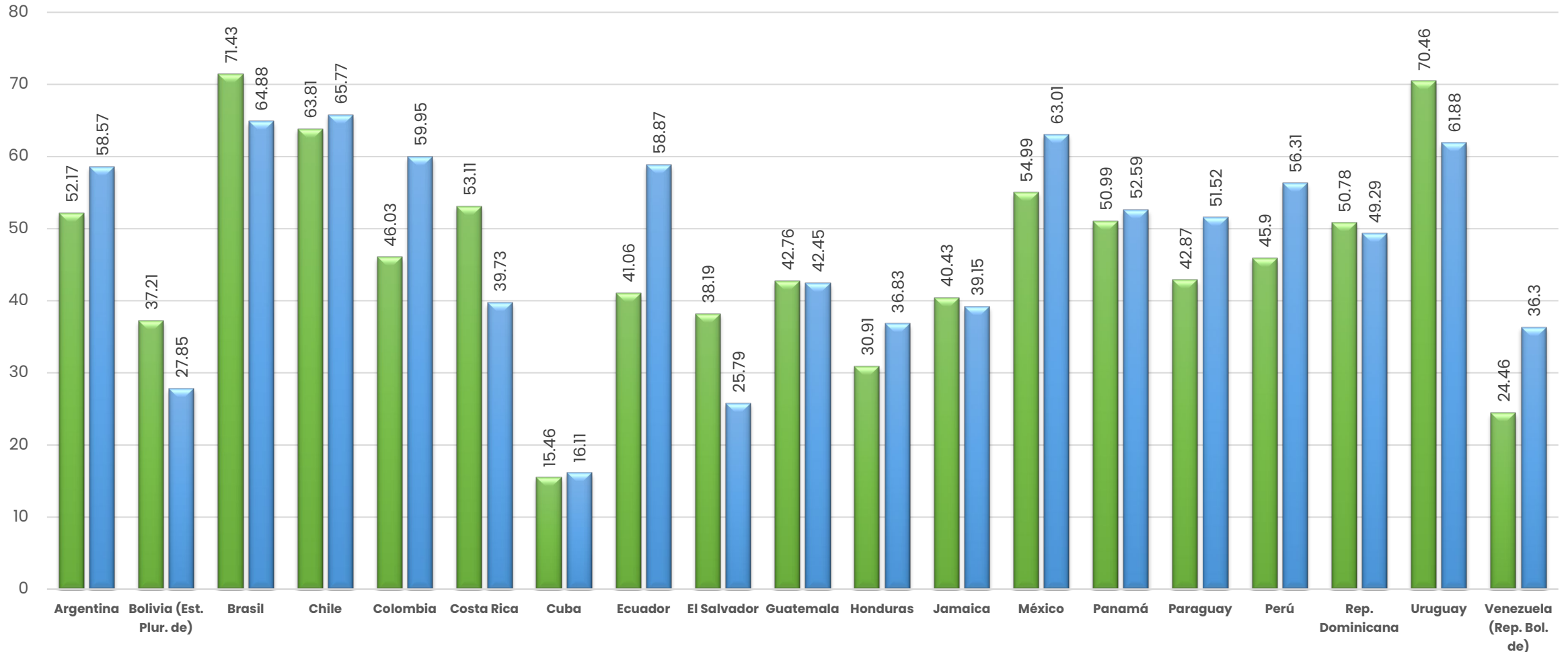
La base de la transformación digital no es la IA. Es la infraestructura que la soporta.



**El cuello de botella NO es la IA... ¡es tu cableado estructurado!**

# Infraestructura Vs Datos

## Promedios de Infraestructura y Datos por País en Latinoamérica



Fuente : ILIA CEPAL

■ Promedio Infraestructura

■ Promedio Datos

# ¿Está tu Edificio Listo para IA?

- Tiene energía suficiente?
- ¿Las redes soportan latencia ultrarrápida?
- ¿El espacio físico es flexible?
- ¿Hay coordinación real entre TI, Facilities y Diseño?



# Objetivo de la charla



## Entender

cómo la IA distribuida y el Edge están cambiando los requerimientos de red, energía y espacio en edificios.



## Identificar

las limitaciones reales de la infraestructura tradicional frente a cargas de IA (densidad, latencia, respaldo).



## Proporcionar criterios de diseño

para implementar infraestructura escalable y resiliente, alineando TI, Facilities y Arquitectura desde etapas tempranas.

# La Convergencia: IA + Infraestructura Tradicional

## Densidad IA

500-1,000 W/m<sup>2</sup> | 10x tradicional

## Latencia Crítica

Sub-milisegundo | Sincronización  $\mu$ s

## Distribución Edge

Cómputo fuera del datacenter

- IA + Edge Computing = 500+ W/m<sup>2</sup> en espacios críticos – incompatible con infraestructura actual
- El tiempo de rediseño es crítico: el mercado avanza más rápido que las constructoras

# ¿Por Qué Importa Esto Ahora?

- **Aceleración de adopción:** 60%+ organizaciones planean IA distribuida en 18 meses
- **Presión regulatoria:** Estándares TIA-942 y EN 50600 requieren planificación anticipada
- **Costo de reproceso:** 3-5x costo inicial (IDC/Gartner 2025)
- **Dependencia energética:** Fallas de respaldo en IA distribuida generan pérdidas medibles en minutos
- **Coordinación temprana:** Ahorra 30-50% en capital + time-to-market



# Desafíos Principales

- **Potencia vs. Espacio:** 20 kW en 2 m<sup>2</sup> = caos térmico
- **Latencia vs. Distancia:** ¿Fibra o cobre? ¿Dónde?  
¿Sincronización?
- **Acometida limitada:** 30A @ 208V ≠ 100+ A requerido
- **Alineación TI-Facilities:** Lenguajes diferentes,  
prioridades conflictivas



**Mayor riesgo: Que TI y Facilities NO conversen hasta la ejecución**

# IA No Es Solo Software

## Servidor Tradicional

50-100 W/m<sup>2</sup>

Cómputo genérico, cooling relajado

## Edge IA






500-1,000 W/m<sup>2</sup>

GPUs/TPUs concentradas

Implicación energética: No es solo cableado; es aire acondicionado, generadores y sistemas de backup

 **Métrica clave: Un cluster IA equivale a 10-15 servidores tradicionales en el mismo espacio**

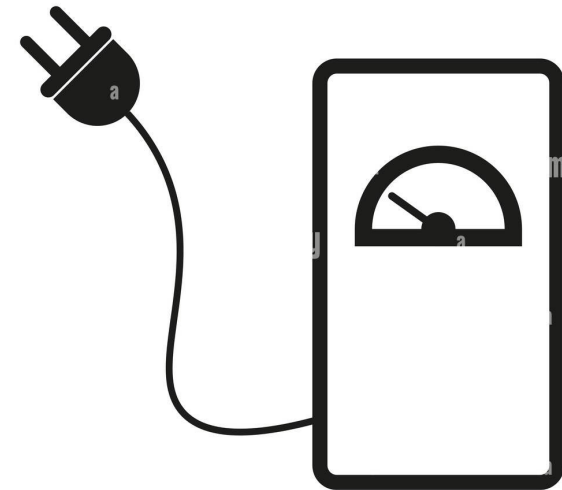
# Requerimientos: Latencia y Ancho de Banda

Escenario	Latencia Máx.	Ancho de Banda	Criticidad
 Email/Web	100-500 ms	Bajo a medio	<b>BAJA</b>
 Video conferencia	50-150 ms	50-100 Mbps	<b>MEDIA</b>
 Análisis de video en vivo (IA)	10-50 ms	500 Mbps - 1 Gbps	<b>ALTA</b>
 Control robótico (Edge)	<5 ms	100 Mbps - 1 Gbps	<b>ALTA</b>
 Sincronización en tiempo real	<1 ms	1-10 Gbps	<b>CRÍTICA</b>

Fuente: Estándares IEEE 802.1, IEEE 802.3 para aplicaciones industriales

# Consumo Energético por Unidad de Cómputo

- **Procesamiento de imagen:** 50-150 GB/s requiere 5,000-10,000 W | ~0.05-0.2 W/GB
- **Análisis de video 4K:** 100+ MB/s | 3,000-5,000 W | ~30-50 W/MB
- **Inferencia distribuida:** Múltiples nodos = multiplicación de consumo en diferentes ubicaciones
- **Cooling overhead:** Por cada 1 W de consumo, 0.3-0.5 W adicionales en refrigeración (PUE = 1.3-1.5\*)



El consumo energético de las unidades de procesamiento de información tradicional es bajo

**Realidad:** Un sistema de IA puede triplicar el consumo de un cuarto de procesamiento de información sin aumentar usuarios.

# Impacto en Negocio





- **Downtime** = pérdida de ingresos y reputación
- Reprocesos costosos tras subdimensionamiento
- Pérdida de competitividad en transformación digital
- Incapacidad de ejecutar iniciativas de IA/Edge



**El Riesgo de No Prepararse**

# Modelos de Procesamiento

## Cloud vs. Edge vs. Fog Computing

MODELO	UBICACIÓN	LATENCIA MÁX.	INFRAESTRUCTURA
 <b>Cloud</b>	Data center lejano	50-500 ms	Mínima local
 <b>Fog (niebla)</b>	Red local, no en device	10-50 ms	Switches inteligentes
 <b>Edge</b>	En el edificio/planta	<10 ms	Micro data centers
 <b>Device (IoT)</b>	En el dispositivo	<1 ms	Chips especializados

# Distribución de Inteligencia en el Edificio

- **Acceso (piso/planta):** Sensores IoT → procesamiento local mínimo → filtrado de datos
- **Edge (closet técnico o micro data center):** Análisis en tiempo real, decisiones inmediatas
- **Agregación/Core (data center principal):** Análisis histórico, machine learning, backup.
- **Distribución potencia:** Escalable modular | PDU inteligentes por piso



✓ **Clave: No centralizar TODO en un cuarto. Edge distribuido = resiliencia**

# El Paradigma del Edge: Distribución de Carga desde Data Centers

**Tradicional (2015-2023):** Todo centralizado

**Limitación:**

Latencia inaceptable condiciones críticas (robótica, vehículos autónomos, diagnóstico médico)

**Nueva realidad (2024+):** Microinfraestructura distribuida

**74%**  
de los datos  
procesados fuera  
de data centers  
centrales  
(proyección 2030)

# Casos de Uso Reales en Edificios

## Vigilancia Inteligente

20 cámaras 4K | 10 Gbps | 5-10 kW | <50 ms



# Casos de Uso Reales en Edificios

## Control Robótico

10 brazos | 1 Gbps | 20 kW | <1 ms

## Mantenimiento Predictivo

1,000 sensores | 100 Mbps | 500 W | <5 seg

## Optimización HVAC

500 termostatos | 10 Mbps | 1 kW | <5 seg

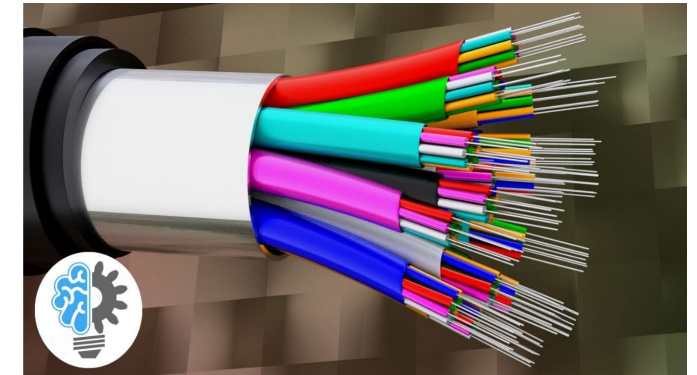
# Limitaciones del Cobre

- **Densidad máxima (Cat6A):** Límite físico alcanzado
- **Capacidad térmica:** PoE clásico + datos = 30-50 W/par
- **Crosstalk:** En ambientes de alta densidad, FEXT (Far End).
- **Atenuación:** Cat8 permite hasta 2GHz <30m (no tolera bundling)
- **Escala limitada:** insuficiente para un piso con IA distribuida



# Evolución de Estándares Cableado Estructurado

Estándar	Frecuencia	Máx Velocidad	Distancia	Agrupamiento
Cat6A	500 MHz	10 Gbps@100m	100 m	Tolerante
Cat8	2,000 MHz	40 Gbps@30m	30 m	NO permitido
Fibra OM4	N/A	100 Gbps+	550 m	Ilimitado
Fibra OS2	N/A	100+ Gbps	80+ km	Ilimitado



# Fibra Óptica: Ventajas Críticas

- **Ancho de banda:** 100+ Gbps | Escalable
- **Distancia:** 550 m (OM4) sin regeneración
- **Inmunidad EMI:** Cero afectación
- **Jitter predecible:**  $<0.5 \mu\text{s}$  | Cobre 5–20  $\mu\text{s}$  variable
- **Densidad:** 144 fibras en 1 cable



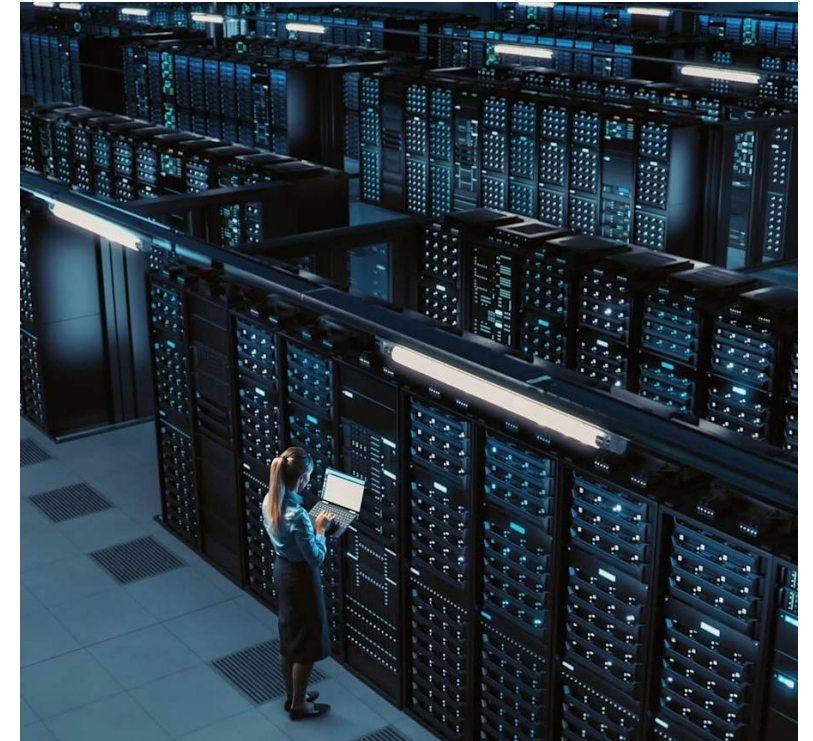
# Limitaciones de la fibra

- **Fragilidad:** Requiere instaladores certificados, cuidado en manipulación.
- **Costo de terminación:** ~USD 100-250 por conector (vs. ~USD 5 en cobre)
- **Mantenimiento distribuido:** Lugares remotos sin especialistas = riesgo
- **Testing complejo:** Requiere equipamiento especializado (OTDR, power meters)
- **Redundancia costosa:** Segundo tendido = doble inversión.

*La Fibra es mejor técnicamente, pero en Edge con múltiples ubicaciones remotas, la logística de mantenimiento es un dolor real que muchos presupuestos no contemplan.*

# Limitaciones Energéticas Actuales

- **Circuitos:** MT con baja disponibilidad para proyectos de alta densidad
- **Acometida típica (edificio de oficinas):** 200-400 kW
- **Demanda de IA distribuida:** +500-1,000 W/m<sup>2</sup>
- **Panel eléctrico:** Capacidad de alimentador y breakers limitada
- **Simultaneidad:** Diseñar para consumo permamamente (Todas las cargas al tiempo)
- **Ampliación de acometida:** 3-6 meses, costo elevado. , necesidad de parar procesos para intervenir.
- **Generadores:** Viejos, sin capacidad, espacio limitado.



**Realidad: La mayoría de edificios no tiene capacidad eléctrica para soportar IA distribuida**

# CRISIS ENERGÉTICA EN EDIFICIOS CON IA: ESCENARIOS REALES

**Escenario crítico:** Corte de energía de 45 minutos.

Típicamente se puede tener UPS con autonomía de 30 min, los últimos 15 min = pérdida de datos o interrupción de inferencias

**Impacto:** No es solo "apagón",

- Pérdida de integridad de procesamiento distribuido
- Pérdida datos
- Pérdida dinero (Revenue, Profit, Reproceso, manibras, M.O. Alquiler equipos)
- Pérdida de reputación y pérdida futuros negocios



# PDU y Distribución: Opciones Arquitectónicas

## Centralizado

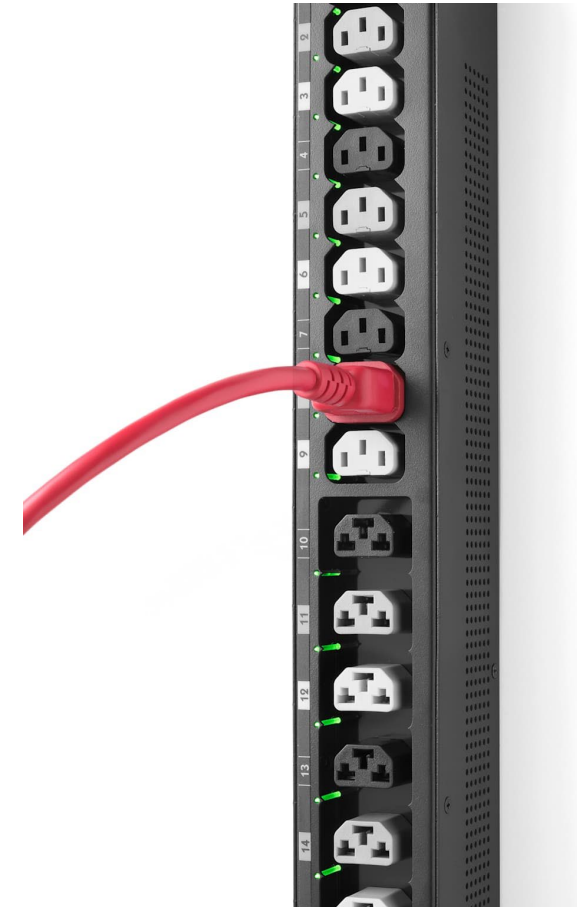
UPS/Gen 1 lugar | Fácil monitoreo | Hot spot locales  
Bajo OPEX, alto Riesgo 1 punto de falla

## Distribuido

PDU por piso | Mejor cooling | Complicado sincronización  
Mayor OPEX, menor Riesgo falla, complejidad para ubicar las fallas

## Modular+DCIM

Mejor de ambos + metering real | Higher CAPEX inicial  
Optimización OPEX, Riesgos minimizados, fácil detección falla



# 3 Escenarios Problemáticos Reales

- **Escenario 1:** 50 Gbps 4×4m | Cobre saturado | Fibra requiere 6 meses
- **Escenario 2:** 20 kW IA en closet 2×2m | Cooling insuficiente
- **Escenario 3:** Acometida = 12.5 kW total | IA ya = 10 kW | sobrecarga

⚠ **Factor común: TI no alineado con Facilities DESDE INICIO. Descubierta en ejecución = reproceso costoso**

# Matriz de Decisión: Cobre vs. Fibra vs. Híbrido

Criterio	Cobre Cat6A	Fibra OM4	Híbrido
Costo Inicial	\$\$	\$\$\$\$	\$\$\$
Mantenimiento	Medio-Alto	Bajo	Bajo
Escalabilidad	Limitada	Excelente	Excelente
Latencia	Variable $\pm 20 \mu s$	Predecible $< 0.5 \mu s$	Predecible
Mejor Caso Uso	Acceso no-crítico	Backbone, IA crítica	Mezcla recomendada

# El Principio de Pareto en Redes: 80/20 de Ancho de Banda

80%

De las conexiones consumen **20%** (usuarios, periféricos, sensores)

20%

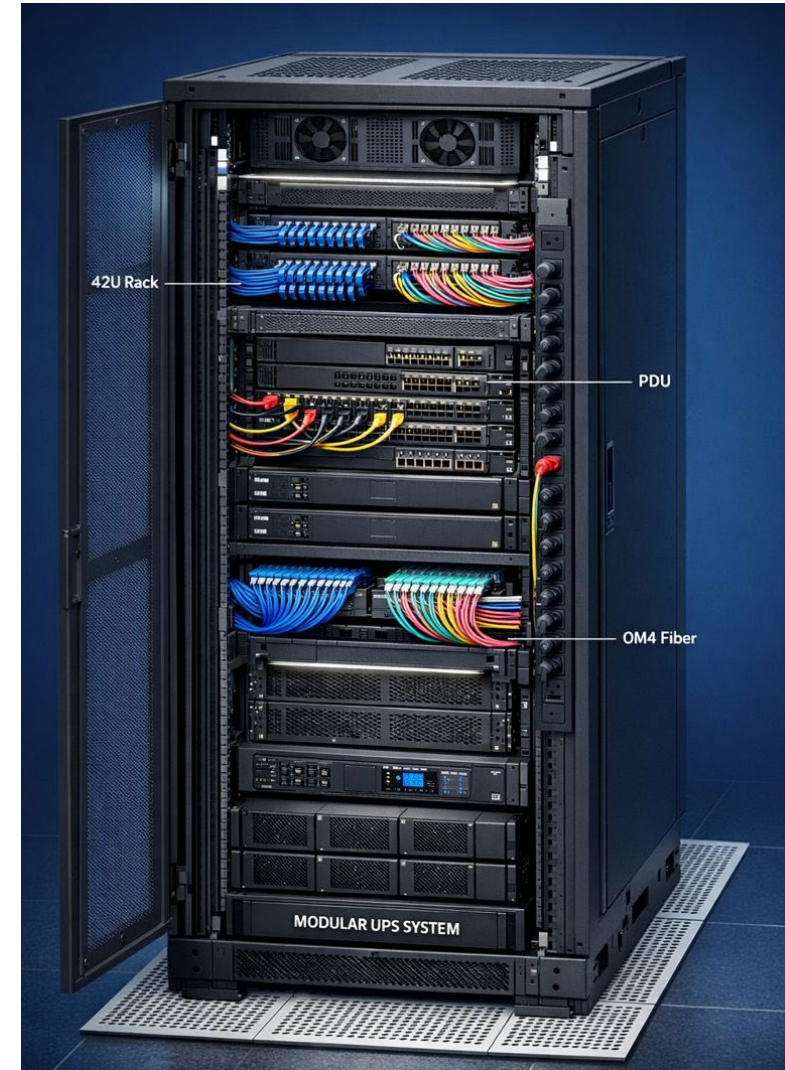
De las conexiones consumen **80%** del ancho de banda (servidores, storage, IA inference engines)

**Implicación:** No dimensiones redes por usuario promedio

**Segmentación inteligente:** Alta densidad (20%) fibra/cobre premium + red general (80%) estándar

# Componentes Esenciales

- **Gabinetes para alta densidad:** *soporta 3300lb+ IA edge*
- **Sistemas UPS:** Protección fallas energéticas y en la calidad de la energía
- **Distribución eléctrica en rack (PDU):**  
*Distribución eficiente y segura para GPUs edge*
- **Cableado estructurado cobre y fibra:** *80% cobre acceso + 20% fibra backbone*



# Arquitectura Respaldo: 3 Modelos

Modelo	Descripción	Costo Inicial	Complejidad	Tolerancia Fallo
Centralizado	1 UPS grande + 1 Gen central	\$\$\$	Baja	Única fuente fallo
Distribuido	UPS por piso + Gen backup	\$\$\$\$\$	Alta	Excelente
Semi distribución – Modular Híbrido**	2-3 UPS módulos + 1 Gen, PDU inteligente	\$\$\$\$	Media	Muy buena (mejor TCO)

\*\* Modelo híbrido más fácil implementar en instalaciones existentes, permite tener ROI

# Dimensionamiento UPS para Cargas IA

**Fórmula:** Potencia pico continuada  $\times$  1.2 (inrush transitorio)

**Ejemplo:** 10 servidores @ 3 kW c/u = 30 kW  $\times$  1.2 = 36 kVA UPS mínimo

**Factor de potencia:** Típico 0.8-0.95 | UPS debe soportar reactiva

**Overhead refrigeración:** Multiplica por 1.3-1.5 consumo UPS interno

Una UPS no se diseña para el **100%** de la carga, como máximo se llega a estimar **80%**:

- Pérdidas internas (Eficiencia)
- Carga de baterías
- Derrateos por instalación (temp, ASN, FP, etc)

**⚠ Error común:** Usar datasheet UPS a "carga nominal" (100%) + factor 1.0 = insuficiente @ pico real. Siempre usar 1.2 mínimo

# Autonomía Mínima: Por Criticidad

Nivel Criticidad	Descripción	Autonomía Recomendada	RTO Objetivo
No Crítico	Oficinas, desarrollo, test	5 minutos	<4 horas
Importante	Producción no-24/7, reportes	10-15 minutos	<2 horas
Crítico	Producción 24/7, IoT sensores	20-30 minutos	<30 minutos
Misión Crítica	Tiempo real, finanzas, salud, control	60+ minutos	<5 minutos

# Baterías: Química, Ciclos, Mantenimiento

Química	Vida Útil	Ciclos	Mantenimiento	Costo
Lead-Acid	3-5 años	500-1000	Anual (líquido)	\$
Li-Ion (LCO)	7-10 años	2000-3000	Mínimo	\$\$\$\$
LiFePO4	10-15 años	5000+	Muy bajo	\$\$\$

Típicamente las baterías usadas en instalaciones críticas son VRLA, la tendencia de mercado es migrar a LI-ION, algunas ventajas son:

- Menor espacio
- Menor Peso
- Mayor densidad de carga
- Mayor temperatura operación
- Mayor vida útil

# Monitoreo Energético en Tiempo Real

- **DCIM (Data Center Infrastructure Management):** Integra UPS, PDU, switches, climatización
- **Metering por circuito:** PDU inteligente mide kW/A por rama → detectar desbalance, anomalías, cargas desconocidas
- **Alertas dinámicas:** Batería cae <30% | Generador falla | PUE (eficiencia energética) superior a threshold
- **Predicción:** Modelar consumo futuro; avisar antes de agotar batería si fallo se extiende
- **Datos para optimización:** Histórico de consumo → identificar cargas innecesarias, planificar expansión, base de datos, hoja de vida equipos.
- **Dashboards:** Información clara, confiable, tiempo real
- **Informes:** Reportes, informes de mantenimiento.
- **Comunicación:** Interacción directa a BMS.

# Edge, micro DC y cuarto técnico: no son lo mismo

Término	Ubicación	Tamaño	Función
Cuarto técnico	En edificio	3x2.2m típico	Switches, patch, telecom
Micro DC	En edificio/planta	4x4m a 10x10m	Servidores + almacenamiento local
Edge	Cerca del origen del dato (piso, zona)	1-2 racks típico	Procesamiento IA, IoT local
Core Data Center	Ubicación remota	1,000+ m <sup>2</sup>	Cloud, agregación, almacenamiento

## Importancia:

Entender la diferencia define el diseño de energía, cableado y refrigeración

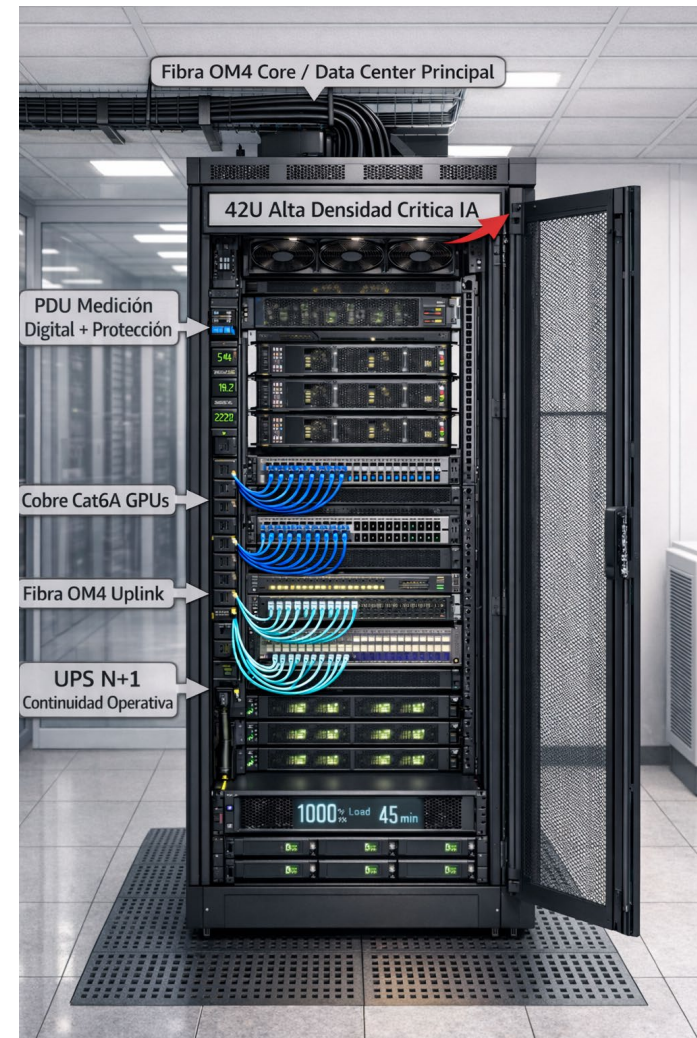
# Arquitectura de Micro Data Center para IA en Edificios

## Carga Central

- Servidores y GPUs para IA local

## Infraestructura de Soporte

- Gabinete de alta densidad
- PDU con protección
- UPS para continuidad operativa
- Cableado cobre y fibra
- Enlace de fibra al core / data center



El micro data center permite ejecutar IA cerca de la fuente de datos, reduciendo latencia y dependencia del data center central.

# Arquitectura Edge Distribuida en Edificios y Campus

## Core / Data Center

- Procesamiento centralizado
- **Conectividad**
- Backbone de fibra óptica de alta velocidad

## Nodos Edge

- Cuartos técnicos por piso o zona
- Procesamiento local y escalable

## Energía Local

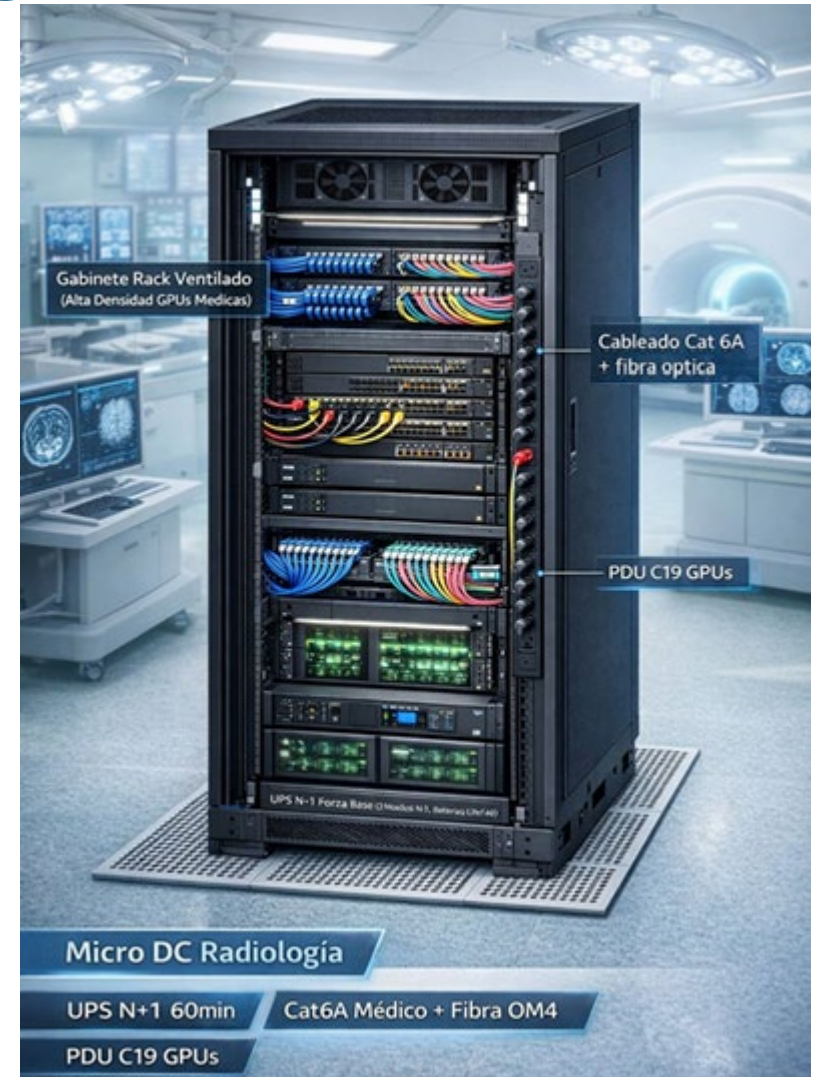
- Distribución dedicada con respaldo



La arquitectura edge distribuida permite escalar IA de forma modular, acercando el procesamiento al usuario o al dispositivo.

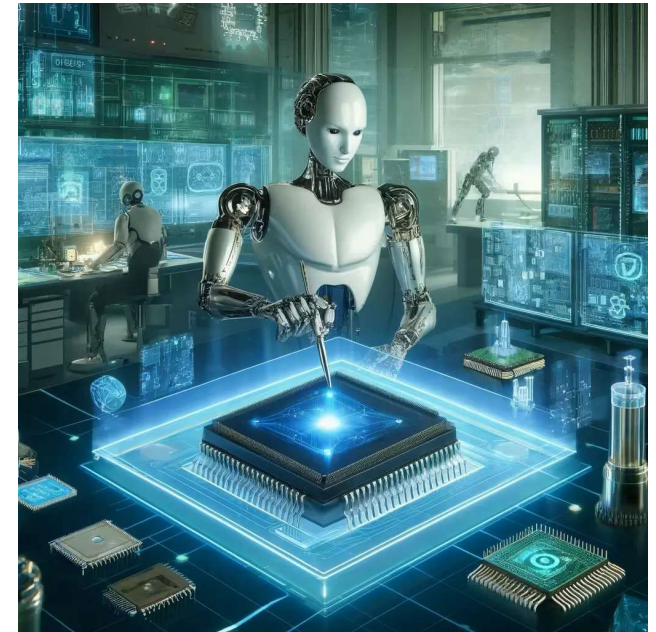
# Edge en Diferentes Contextos

- **Manufactura:** Visión máquinas, control automático |  
Latencia <1 ms | 20-50 GPU por línea
- **Hospitales:** Análisis imágenes (RM, CT) local |  
Privacidad datos paciente | 10-20 kW
- **Campus Inteligente:** Sensores 1000+, agregación  
local, reportes nocturnos | 5 kW típico
- **Ciudades:** Semáforos, calidad aire, tráfico inteligente |  
Datos públicos



# Escalabilidad Sin Reprocesos

- **Estrategia modular:** Agregar sin cambiar arquitectura
- **Cableado:** fibra (sin usar hoy) para expansión futura
- **Energía:** Dimensionar acometida para 2x consumo esperado



## Principio:

"Future-proofing" en fase de diseño cuesta **20%** más. Reproceso cuesta **300-500%** más.

# Alineación Crítica de Disciplinas



TI

Define consumo (kW), latencia, redundancia de red | Debe comunicar ANTES de diseño



Facilities

Dimensiona acometida, generadores, aire acondicionado | Requiere input de TI temprano



Arquitectura

Planifica ubicación racks, espacio cableado, ductos | Debe ser flexible para cambios



Diseño Civil

Refuerza pisos si IA concentrada | Redimensiona si micro DC distribuido

# El Paradigma del Diseño Integrado

- **Nunca es solo networking:** IA = redes + energía + espacio
- **Nunca es solo energía:** UPS sin redes = máquinas inútiles
- **Nunca es solo espacio:** Armario sin energía/cooling = decoración
- **Disciplinas separadas = fallos:** TI dice: "necesito 30 kW", Facilities dice: "solo hay 10", Arquitectura dice: "no hay espacio"
  - **Solución:** Diseño único desde día 1.

# Tendencias 2026: IA Distribuida Acelera

- **Cat 6A + Fibra OM4:** Combinación dominante en proyectos empresariales
- **PoE++:** Switches con 90W por puerto para alimentar GPUs locales
- **5G + IoT:** Masificación de sensores → Edge local obligatorio
- **Micro DC modulares:** Pre-fabricados, transportables, rentables
- **Sostenibilidad:** PUE (eficiencia energética) = métrica de negocio



# 5 Conclusiones Clave

- 1 **La IA ya está en los edificios**, y su impacto en energía, red y espacio es inmediato, no futuro.
- 2 **La infraestructura tradicional no fue diseñada** para densidades de potencia, latencia y distribución que exige la IA distribuida.
- 3 **Edge, micro data center y cuartos técnicos no son equivalentes**: cada uno requiere un diseño específico de cableado, energía y refrigeración.
- 4 **El mayor riesgo no es técnico, sino organizacional**: la falta de alineación temprana entre TI, Facilities y Diseño genera reprocesos costosos.
- 5 **Diseñar de forma integrada y escalable desde el inicio** reduce riesgos, acelera el despliegue y prepara al edificio para el crecimiento de IA.

# Infraestructura para IA: De la Teoría a la Implementación

- La IA ya está en los edificios
- ¡Prioriza el cableado estructurado! Soporta la explosión de datos IA.
- La infraestructura define el éxito o el fracaso
- El diseño integrado reduce riesgos, costos y reprocesos



# Preguntas



GRACIAS

