



# Diseño e Implementación de una Red WAN Regional para la Integración de Sucursales

# WAN-AKOS

## Contratación de Servicios WAN para Consultoría de Centros de Datos

### ¿Quienes somos?

#### Empresa: WAN-akos

Empresa con Presencia Nacional

#### Objetivo del Proyecto

Contratar proveedor de conectividad empresarial especializado en servicios WAN

### Alcance del proyecto

#### Integración de 5 Sedes

- Servicios WAN profesionales
- Conectividad MPLS + Internet Dedicado
- Integración nacional completa

**Equipo Proyecto:** Martina Rey, Martina Gualdi, Bruno Pezman, Franco Bustos, Federico Honda

**Institución:** Facultad de Ingeniería de Buenos Aires - Cátedra Volpi

# Problemática Actual y Necesidades

Situación de WAN-akos - 5 Sedes Operando como Islas

**Ubicaciones: Casa Matriz + 4 Sucursales**

**BA**

Buenos Aires  
Casa Matriz

**CBA**

Córdoba  
Sucursal

**ROS**

Rosario  
Sucursal

**MZA**

Mendoza  
Sucursal

**MDQ**

Mar del Plata  
Sucursal

## Problemática actual

### “5 empresas separadas”

- Sedes aisladas sin conectividad corporativa
- Internet independiente por ubicación
- Sin acceso centralizado (ERP, CRM)
- Comunicación por email/teléfono
- Costos elevados por duplicación

## Objetivos del proyecto

### Requerimientos para el Proveedor

- Servicios MPLS para garantizar QoS
- Internet Dedicado con SLA para respaldo
- Centralizar aplicaciones en Buenos Aires
- Acceso remoto seguro (VPN)

# Buenos Aires - Datacenter Principal

## Hub Principal y Centro de Servicios

### Función Principal

Datacenter corporativo y concentrador principal de la red WAN

### Servicios del Proveedor

#### Doble Enlace MPLS L3VPN

Circuitos redundantes con QoS garantizado

#### Internet Dedicado

Enlace independiente para respaldo

#### VPN Empresarial

Terminación con QoS garantizado

#### VPN SSL

Acceso remoto para usuarios móviles

### Infraestructura Interna

- Diseñado bajo el estándar TIER III
- Switches L2/L3 para VLANs
- Separación: voz, datos, servidores
- Cableado Cat6/6a con PoE
- Soporte VoIP/WiFi
- Troncales fibra óptica
- Conectores LC/SC

### Aplicaciones Centralizadas

#### ERP Corporativo

Sistema de gestión empresarial

#### CRM

Gestión de relaciones con clientes

#### Bases de Datos

Repositorios centralizados

#### Servicios Corporativos

Email, archivos, aplicaciones

# Córdoba - Hub Secundario

## Sitio de Continuidad Operativa

### Función Principal

Hub secundario y datacenter de respaldo - Capacidad de asumir operaciones si falla Buenos Aires.

### Servicios del Proveedor

#### Doble Enlace MPLS

Internet Dedicado (escala menor que Buenos Aires)

#### Terminación VPN Alternativa

Para continuidad operativa

#### Soporte Replicas

Conectividad para servicios críticos

### Características técnicas →

- Diseñado bajo estándar de TIER II
- Infraestructura LAN similar
- Switches L2/L3, PoE, fibra
- Menos escala funcional pero misma arquitectura
- Réplica de aplicaciones críticas
- ERP, bases de datos de respaldo

# Sucursales Regionales

## Función Principal

Oficinas operativas con acceso a servicios centralizados - Optimización costo-funcionalidad.

## Servicios del Proveedor

### Enlace MPLS

Conectividad prioritaria

### Internet Dedicado

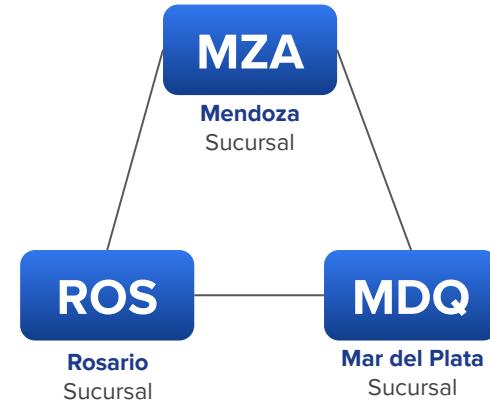
Respaldo automático

### Conectividad Garantizada

Hacia hubs Buenos Aires/Córdoba

## Infraestructura por Sede

- Cableado Cat6/6a estructurado
- Switches L2/L3 según VLANs locales
- PoE por VoIP/WiFi
- Organización en racks



# Dimensionamiento de Aplicaciones

## Análisis de Tráfico por Tipo de Servicio

### Voz (Telefonía IP)

**Base Teórica: 64 kbps/canal**

Digitalización PCM

**Buenos Aires**

30 llamadas = 1,92 Mbps

**Córdoba**

20 llamadas = 1,28 Mbps

**Sucursales**

8-10 llamadas = 0,512-0,64 Mbps

#### Consideraciones

Reservar capacidad **mínima** equivalente:  
**nº Llamadas × 64 kbps**. Aplicar policing/marketing en borde si procede.

### Videos y Datos

#### Video

Videoconferencias HD inter-sede con prioridad alta

#### Datos

ERP centralizado, acceso a aplicaciones corporativas

#### Aplicaciones Críticas

- **ERP centralizado**
- **Telefonía IP unificada**
- **Videoconferencias HD**
- **Backup/sincronización**

### Priorización (QoS)

#### 1. VOZ

Prioridad Máxima

#### 2. VIDEO

Prioridad Alta

#### 3. DATOS

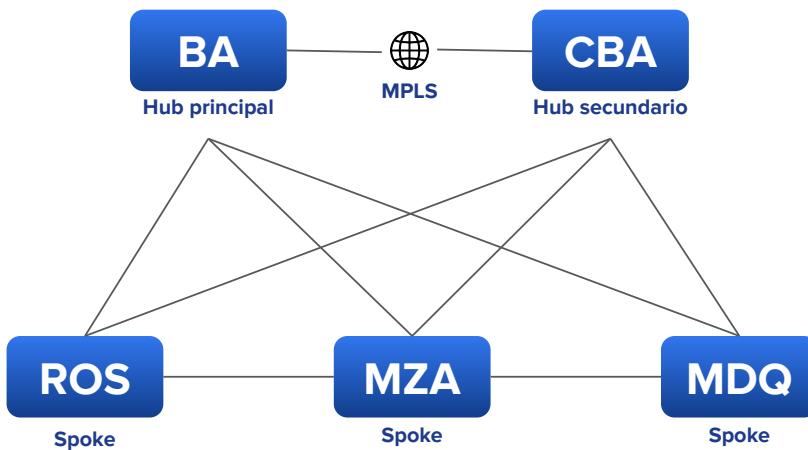
Mejor Esfuerzo

# Especificaciones Técnicas WAN

## Servicios del proveedor

### Servicios

- **Enlace MPLS L3VPN (Primario)**
  - Circuitos virtuales con QoS nativo extremo a extremo para priorizar voz y video.
- **Internet Dedicado (Respaldo)**
  - Failover automático <60segundos con VPN cifrada hacia hubs.
- **VPN SSL Gestionada**
  - Acceso seguro para usuarios móviles, terminando en BA y Córdoba.
- **Monitoreo NOC 24/7**
  - Portal autoservicio para alarmas y gestión.



### Arquitectura

- **Topología dual hub-and-spoke:**
  - Buenos Aires (Hub principal – Datacenter)
  - Córdoba (Hub secundario – Continuidad)
  - Spokes: Rosario, Mendoza y Mar del Plata conectados a ambos hubs.
- **Direccionamiento IP** segmentado por sede y VLAN (voz, datos, servidores).
- **QoS por clases de servicio:** Voz > Video > Datos.

# SLA y Niveles de Servicio

## Requisitos Contractuales

### Disponibilidad

#### MPLS

99.5% mensual con medición 24/7

#### Internet Dedicado

99.0% mensual

#### Tiempo de Reparación

< 4 horas fallas críticas

### Performance

#### Métricas Técnicas

- Latencia: < 50 ms BA ↔ Córdoba
- Jitter: < 30ms para voz
- Pérdida: < 0.1% tráfico prioritario

### Soporte

#### NOC 24/7

Escalamiento en español

#### Respuesta

< 15 min fallas críticas

#### Reportes

Mensuales de disponibilidad

### Penalizaciones por Incumplimiento

5% de crédito sobre el valor mensual del servicio por cada 0.5% de incumplimiento.

# Cronograma y Próximos Pasos

## Implementación Planificada (12 semanas)



# Evaluación de Proveedores Argentinos

## Análisis de Mercado MPLS

Proveedor	Cobertura 5 ciudades (BA, CBA, ROS, MZA, MDP)	Fortalezas	Riegos / Debilidades
Telecom Argentina	Alta	Amplia red nacional, experiencia en corporativos, SLA sólidos	Costos variables en última milla; confirmar latencia inter-sede
Claro Argentina	Probable Alta	Backbone propio IP/MPLS, opciones multiservicio, escalabilidad	Menos transparencia pública en SLAs; confirmar cobertura exacta en MDP
Telefónica/Movistar	Incierta	Históricamente buena cobertura y red MPLS	Transición por venta del negocio; incertidumbre en continuidad de servicio
Metrotel	Media	Capacidad de 10Mb–10Gb, foco en calidad y QoS, soporte local	Cobertura concentrada en grandes urbes; confirmar alcance en MZA/MDP
IG Networks	Media	Cobertura nacional/internacional, infraestructura redundante	Potencialmente más costoso; confirmar disponibilidad regional

# Supuestos para el cálculo (Hardware LAN/DC)

Equipamiento necesario por sede para funcionamiento

## Sede BA (Hub Principal):

2 Racks 42U, 2 Switches Core L3, 4 Switches Acceso PoE 48p, 10 APs Wi-Fi.

## Sede CBA (Hub Principal):

1 Rack 42U, 2 Switches L3 24p, 2 Switches Acceso PoE 48p, 6 APs Wi-Fi.

## Sedes MZA/MDQ/ROS (Spokes):

1 Rack Mural 12U, 2 Switches PoE 24p y 3 APs Wi-Fi (por cada sede)

# Precios de Referencia (Nov - 2025)

Precios estimados en los que nos basamos para el cálculo del presupuesto

## Racks (6U/12U/42U):

- Rack Mural 6U (para sedes chicas): **U\$D 120 - 170**
- Rack Mural 12U (para sedes chicas/medianas): **U\$D 140 - 220**
- Rack de Piso 42U (para Hubs BA/CBA): **U\$D 450 - 650**

## AP Wifi

- Access Point (AP) Wi-Fi 6 (Profesional, tipo Ubiquiti/TP-Link Omada): **U\$D 175 - 315 c/u**

## Switches PoE (24/48):

- Switch 24 puertos PoE Gigabit (No administrable): **U\$D 280 - 420**
- Switch 48 puertos PoE Gigabit (Administrable L2/L3): **U\$D 770 - 1050**

## Patch Panels:

- Patch Panel 24 puertos Cat 6a (descargado, para jacks): **U\$D 40- 80**

## Patch Cords:

- Patch Cords Cat 6a (1 metro, UTP): **U\$D 4 - 10 c/u**

## Bobinas Cat6/6a:

- Bobina Cable UTP Cat 6a (Caja 305m): **U\$D 315 - 480**

## FO Interna (Tramos):

- Cable Fibra Óptica (Tramo 100m, 4 hilos MM OM4): **U\$D 125 - 175**

## FO Interna (Conectores LC/SC):

- Pigtail (conector) LC Multimodo: **U\$D 3 - 6 c/u**
- Pigtail (conector) SC Multimodo: **U\$D 2 - 5 c/u**

# Tabla CAPEX

Valores estimados según los costos de mercado

Componente CapEx	Sede BA (Hub)	Sede CBA (Hub)	Otras Sedes (Spokes) MDA/MDQ/MDZ	TOTAL
Infraestructura (Racks)	U\$D 1.200 - 2.500	U\$D 1.200 - 2.500	U\$D 200 - 350 (C/U)	U\$D 3.000 - 6.000
Networking (Switches)	U\$D 7.200 - 8.500	U\$D 5.800 - 6.700	U\$D 1.200 - 1800 (C/U)	U\$D 17.000 - 20.600
Networking (Wi-Fi)	U\$D 2.800 - 3.400	U\$D 1.700 - 2.800	U\$D 780 - 950 (C/U)	U\$D 7.000 - 9.000
Cableado Estructurado	U\$D 11.300 - 12.500	U\$D 6.400 - 7.800	U\$D 3.300 - 4.200 (C/U)	U\$D 28.000 - 33.000
Fibra Óptica (Interna)	U\$D 350 - 450	U\$D 210 - 350	U\$D 0	U\$D 560 - 800
---	---	---	---	---
Instalación WAN (NRC)	U\$D 1.100 - 2.300	U\$D 1.100 - 2.300	U\$D 700 - 1.300 (C/U)	U\$D 4.300 - 8.500

# Inversión inicial (CAPEX)

Telecom Argentina + infraestructura interna

## Instalación servicios

**U\$D 64.500**

MPLS                    U\$D 22.600

DIA                    U\$D 10.400

Equipos (CPE)            U\$D 31.500

## Infraestructura cliente

**U\$D 60.000 - 78.000**

Buenos Aires            U\$D 24.000 - 30.000

Córdoba                    U\$D 16.500 - 22.500

Sucursales                    U\$D 19.000 - 26.000

**CAPEX total**

**U\$D 124.500 - 142.500**

# Tabla OPEX

## Desglose del Servicio mensual WAN de Telecom

Sede	Rol	Ancho de banda estimado	Lógica de cálculo	Gasto estimado mensual
Buenos Aires	Hub principal	200Mbps (MPLS + DIA)	(Base 100Mbps * 1.8)	U\$D 3.500 - 4.500
Córdoba	Hub secundario	100Mbps (MPLS + DIA)	(Base 100Mbps)	U\$D 2.000 - 3.000
Rosario	Spoke	90Mbps (MPLS +DIA)	(Base 100Mbps * 0.7) * 1.2	U\$D 1.600 - 2.600
Mendoza	Spoke	90s Mbps (MPLS +DIA)	(Base 100Mbps * 0.7) * 1.2	U\$D 1.600 - 2.600
Mar del Plata	Spoke	90 Mbps (MPLS + DIA)	(Base 100Mbps * 0.7) * 1.2	U\$D 1.600 - 2.600

# Costos operativos (OPEX)

Estimado mensual y anual

**Mantenimiento del Servicio WAN (Telecom para MPLS e internet dedicado)**

**U\$D 10.300 - USD 15.300**

**Soporte del Fabricante + Operación (Licencias, energía necesaria, otros mantenimientos, etc)**

**U\$D 850 - 2.000**

**TOTAL MENSUAL OPEX**

**U\$D 11.150 - 17.300**

**TOTAL ANUAL OPEX**

**U\$D 133.800 - 207.600**

# Tabla de Referencias

## equipamientos y costos

Tabla de Referencia de Costos (Hardware)

	Producto	Rango Precio unitario (USD)	Precio aprox Ref (USD)	Link
Rack Mural 6U	NavePoint 6U Wall Mount Consumer Series (450mm)	120-200	170	<a href="https://navepoint.com/navepoint-6u-450mm-depth-wallmount-networking-cabinet-consumer-series/">https://navepoint.com/navepoint-6u-450mm-depth-wallmount-networking-cabinet-consumer-series/</a>
Rack Mural 12U	StarTech 12U Wall Mount Rack (Open Frame)	140 - 220	193	<a href="https://www.startech.com/en-us/server-management/rk12walloa">https://www.startech.com/en-us/server-management/rk12walloa</a>
Rack de Piso 42U	StarTech 42U Adjustable Depth Open Frame (4POSTRACK42)	450 - 650	488	<a href="https://www.cdw.ca/product/startech.com-4-post-42u-mobile-open-frame-server-rack-19in-rolling-network/3251189">https://www.cdw.ca/product/startech.com-4-post-42u-mobile-open-frame-server-rack-19in-rolling-network/3251189</a>
Access Point Wi-Fi 6	Ubiquiti UniFi U6 Enterprise (WiFi 6E)	175 - 315	279	<a href="https://store.ui.com/us/en/products/u6-enterprise">https://store.ui.com/us/en/products/u6-enterprise</a>
Switch PoE 24 Puertos	Ubiquiti UniFi Switch 24 PoE (USW-24-POE)	280 - 420	379	<a href="https://eu.store.ui.com/eu/en/products/usw-24-poe">https://eu.store.ui.com/eu/en/products/usw-24-poe</a>
Switch PoE 48 Puertos L3	HPE Aruba Instant On 1930 48G Class4 PoE (JL686B)	770 - 1050	849	<a href="https://buy.hpe.com/us/en/networking/switches/fixed-port-web-managed-ethernet-switches/networking-1900-switch-products/hpe-networking-instant-on-switch-48p-gigabit-cl4-poe-4p-sfp-370w-1930/p/jl686b">https://buy.hpe.com/us/en/networking/switches/fixed-port-web-managed-ethernet-switches/networking-1900-switch-products/hpe-networking-instant-on-switch-48p-gigabit-cl4-poe-4p-sfp-370w-1930/p/jl686b</a>
Bobina Cat 6a	Belden 10GX Cat 6A Plenum Cable (1000ft / 305m)	315 - 480	442	<a href="https://surl.li/ausuhc">https://surl.li/ausuhc</a>
Patch Panel 24p Cat 6a	TRENDnet 24-Port Cat6A Shielded Patch Panel (TC-P24C6AS)	40 - 80	75	<a href="https://www.ebay.com/item/324585841523">https://www.ebay.com/item/324585841523</a>
Patch Cord Cat 6a	Monoprice Cat6A Ethernet Patch Cable	4- 10	6	<a href="https://surl.li/ewgrhb">https://surl.li/ewgrhb</a>
Cable Troncal Fibra OM4	FS.com OM4 MTP Trunk Cable (12 Fibers, 100m)	125 - 175	159	<a href="https://surl.li/gvdafh">https://surl.li/gvdafh</a>
Conectores/Patch Cords Fibra	FS.com LC-LC OM4 Multimode Patch Cord (1m)	2 - 6	4.30	<a href="https://www.fs.com/products/40180.html">https://www.fs.com/products/40180.html</a>



**Gracias!**