

# **CONSIDERACIONES EN LA IMPLEMENTACIÓN DE SERVICIOS DE VOZ Y VIDEO IP**

**Raúl Rivera Rodríguez**  
**Rodolfo Castañeda Segura**  
**Ariel Bojórquez Lugo**  
Dirección de Telemática  
CICESE

# Introducción

---

- En la actualidad las aplicaciones de voz y video se están convirtiendo en herramientas claves para la comunicación entre personas.
- La motivación principal del uso de estas tecnologías, es la reducción en los costos de llamada de largas distancias y viajes de negocios.

# Objetivos

---

- ❑ Presentar las experiencias en la implantación en redes académicas de servicios de tipo multimedia como son la voz, video, y sistemas colaborativos.
- ❑ Analizar aspectos de desempeño de red, calidad de servicio y estándares de codificación que ayuden a realizar una implementación adecuada para un esquema de red en particular.
- ❑ Presentar al alumno en forma práctica como implantar un escenario de VoIP usando el protocolo SIP.

# Sistemas multimedia IP

---

- ☐ Sistemas de visualización y audio en general
- ☐ Voz IP
- ☐ Video en demanda (streaming)
- ☐ Videoconferencia

# Sistemas de Videoconferencia

---

# Antecedentes

---

- ❑ La primera videoconferencia pública tuvo lugar en abril de 1930, desarrollada por la sede AT&T y el laboratorio Bell.
- ❑ Las primeras VC se realizan utilizando enlaces dedicados Punto a Punto
- ❑ A mediados de 1995 surge la videoconferencia realizada a través de la revolucionaria tecnología digital de banda angosta Red Digital de Servicios Integrados (ISDN).
- ❑ Gracias al internet se incremento el uso de videoconferencias.
- ❑ Actualmente existen diferentes sistemas para realizar videoconferencias a través de Internet:
  - NetMeeting
  - vPoint
  - NetViT

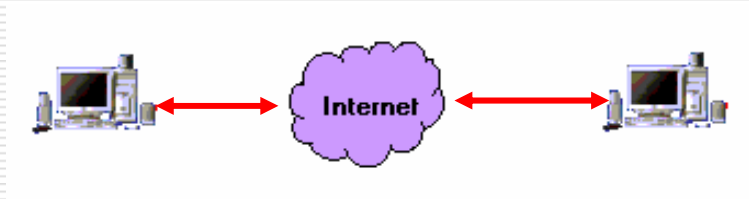
# Tipos de conexión

## □ Tipos de equipos para videoconferencias:

- Equipo individual de escritorio.
- Equipos de salas.

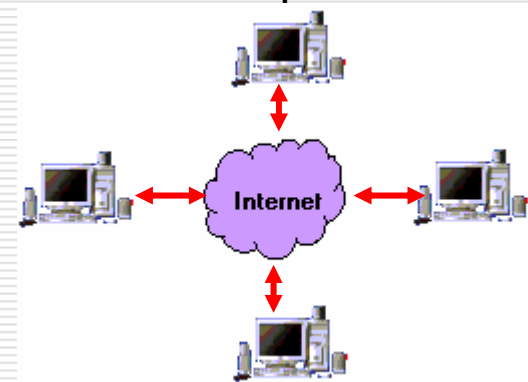
Tipos de conexión para videoconferencia se clasifican en:

### • Punto a punto.



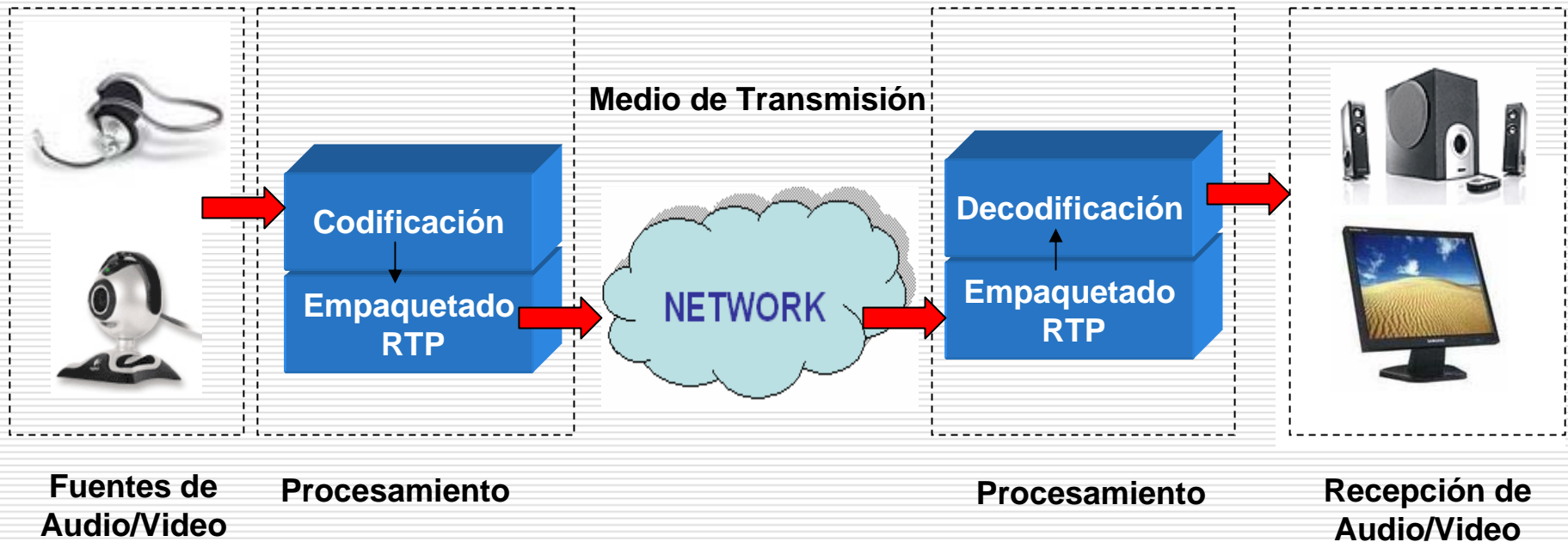
Videoconferencia punto a punto.

### • Multipunto.



Videoconferencia Multipunto.

# Transmisión y recepción de datos multimedia



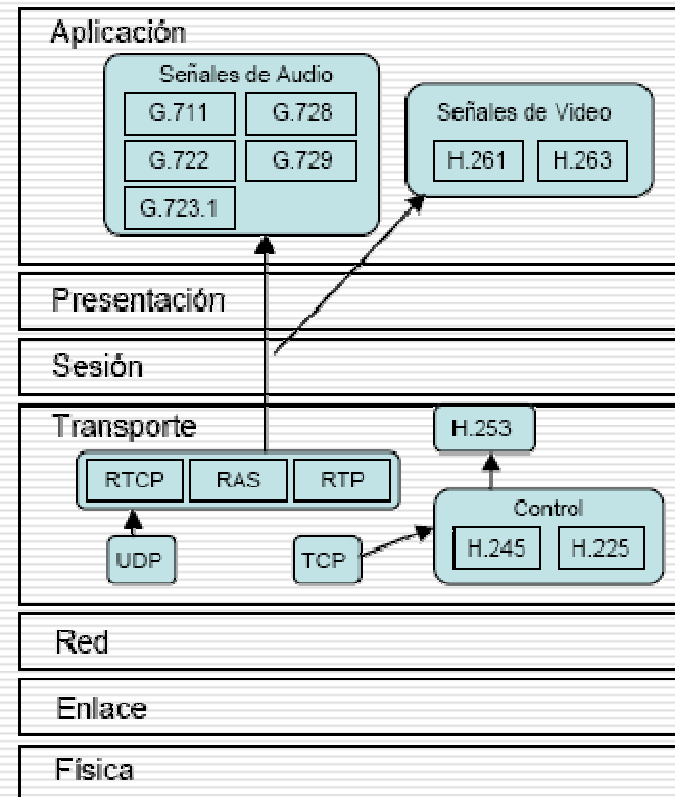
**Flujo en un solo sentido**



# H.323

Definición: Estándar multimedia que proporciona las bases para el transporte de voz, video, y datos en una red basada en IP.

Es una colección de protocolos

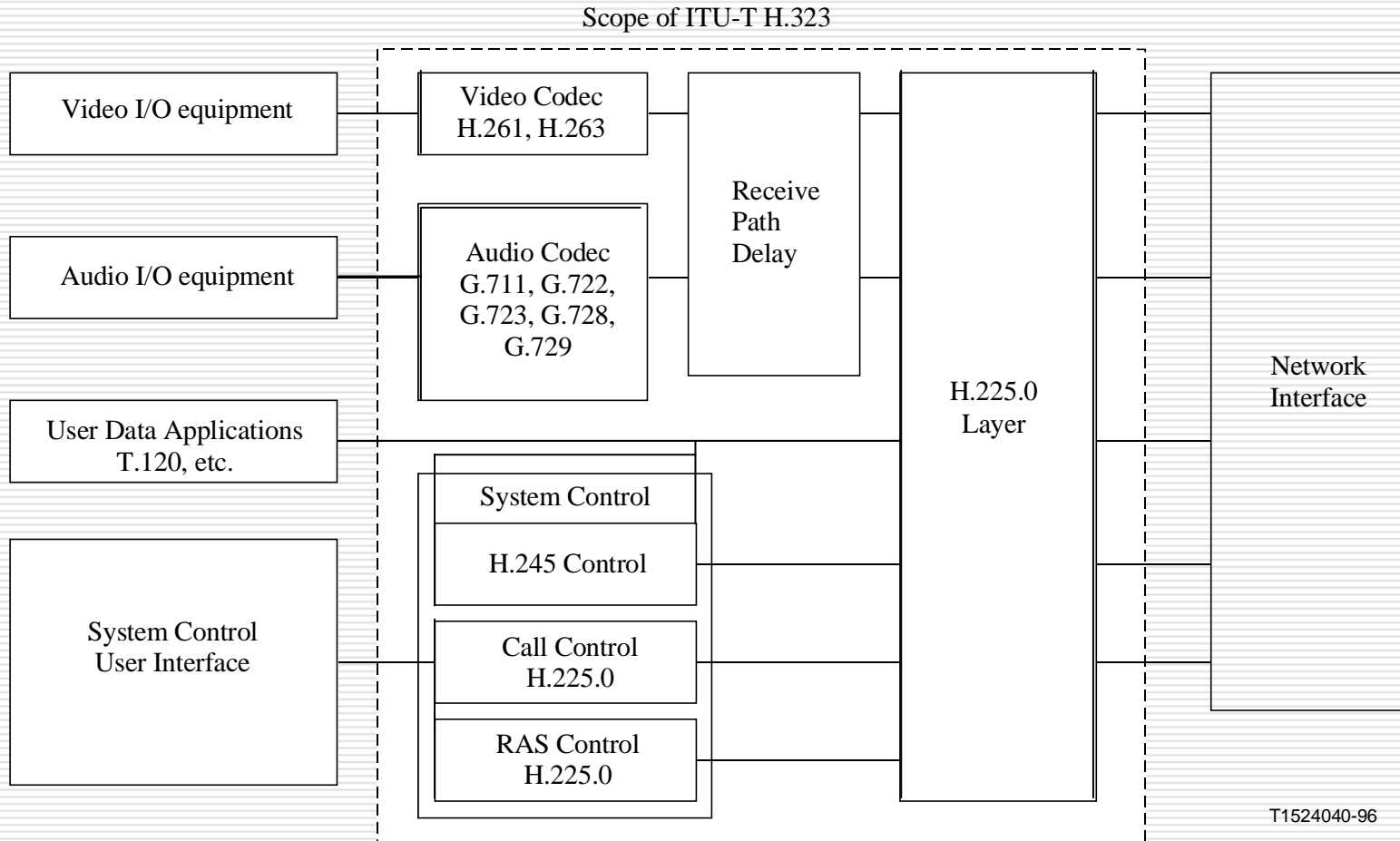


# Entidades H.323

---

- ❑ Terminales.
- ❑ Pasarelas (Gateway).
- ❑ Guardián (Gatekeeper).
- ❑ Unidad de control multipunto (MCU)

# Terminales H.323



# Pasarelas (Gateway)

---

- ❑ Soporta conversión de formatos de transmisión y procedimientos de comunicación además de establecimiento y liberación de llamada en ambos lados.



# Guardián (Gatekeeper)

---

## ☐ Funciones obligatorias

- Control de Admisión/Ancho de banda
- Traducción de direcciones
- Gestión de zonas/registro

## ☐ Funciones opcionales

- Señalización vía guardián
- Servicios tipo Proxy
- Servicios de redirección

# Guardián (Funciones y protocolos)

---

- ☐ Se comunica con terminales, pasarelas y MCUs mediante protocolo RAS (Registration, Admission and Status)
- ☐ Es opcional, pero si existe su uso es obligatorio para los terminales.
- ☐ Puede existir mas de uno en la red.

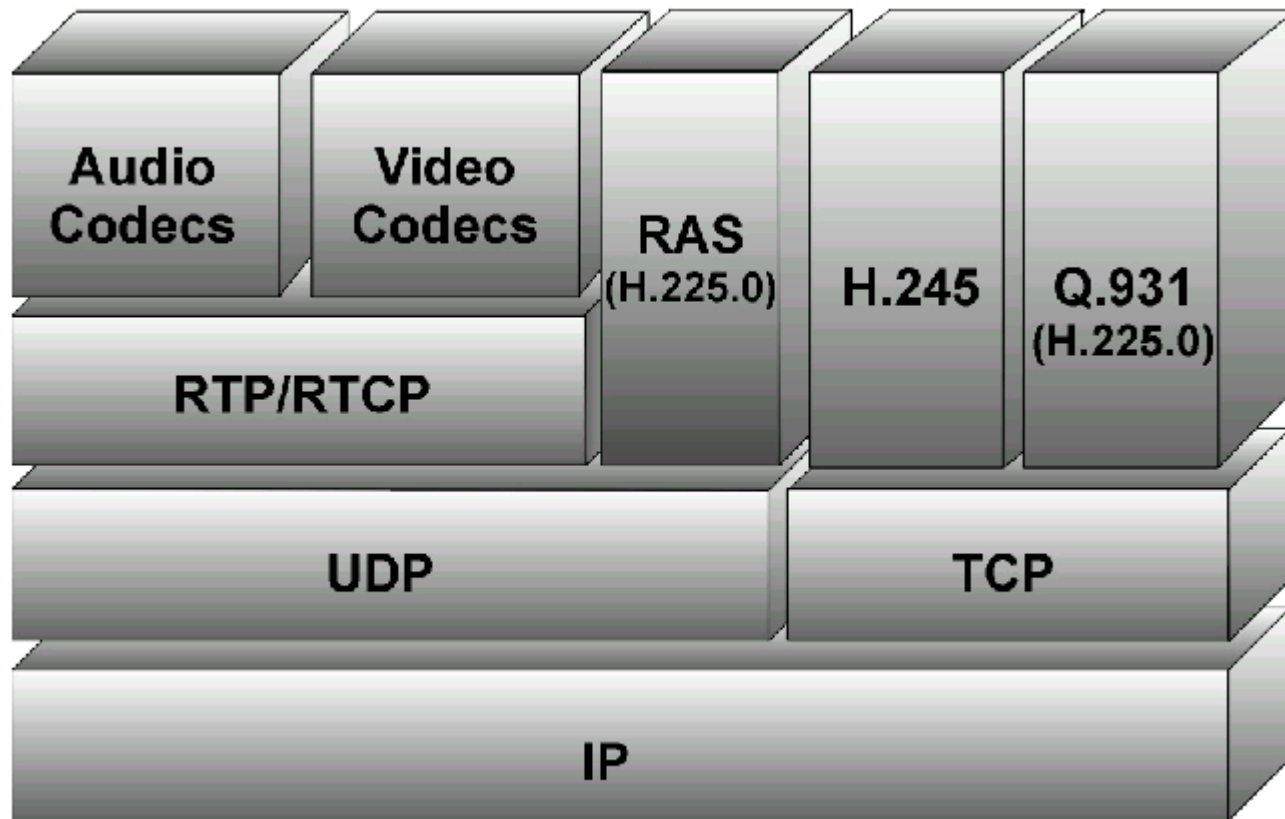
# MCU (Multipoint Control Unit)

---

- ☐ Terminal que soporta conferencias de 3 o mas
- ☐ Puede ser un dispositivo aparte o estar integrada dentro de un GW, GK o terminal.
- ☐ Tipicamente consiste de un "Controlador Multipunto" (MC) y un "Procesador Multipunto" (MP)
  - MC – Maneja la señalización y control para soportar la conferencia .
  - MP – Recibe, procesa y retorna los flujos de información a los terminales en conferencia.

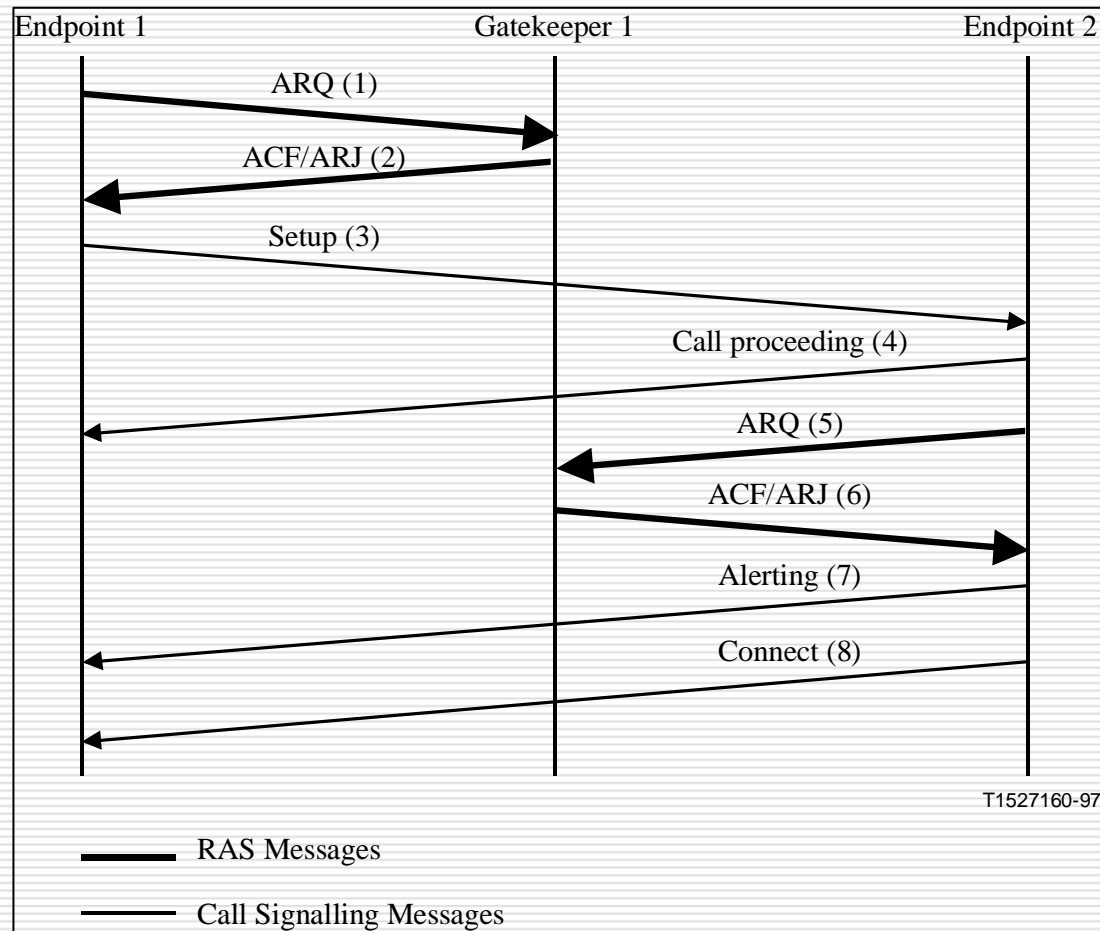
# H.323 Pila de Protocolos

---





# Ejemplo de establecimiento de comunicación H.323



# Sistemas de VoIP

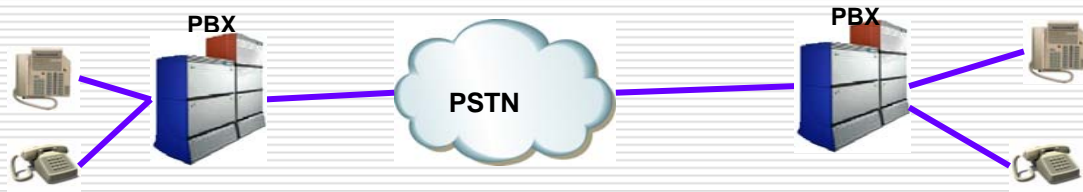
---

# Introducción

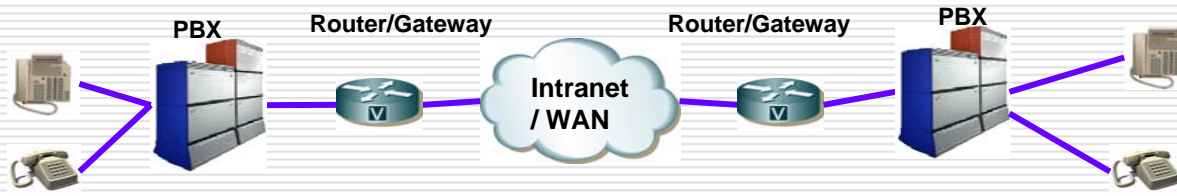
---

- ❑ Se le conoce también como telefonía por Internet.
- ❑ Es un método de digitalización de la voz, encapsulamiento en paquetes, y envío a través de una red de conmutación de paquetes IP.
- ❑ Es una colección de Tecnologías o dispositivos.
- ❑ Provee de forma mejorada los servicios de comunicaciones de voz actuales.
- ❑ Extiende las capacidades de Red actuales hacia nuevas aplicaciones de voz, datos y video.
- ❑ Convergencia

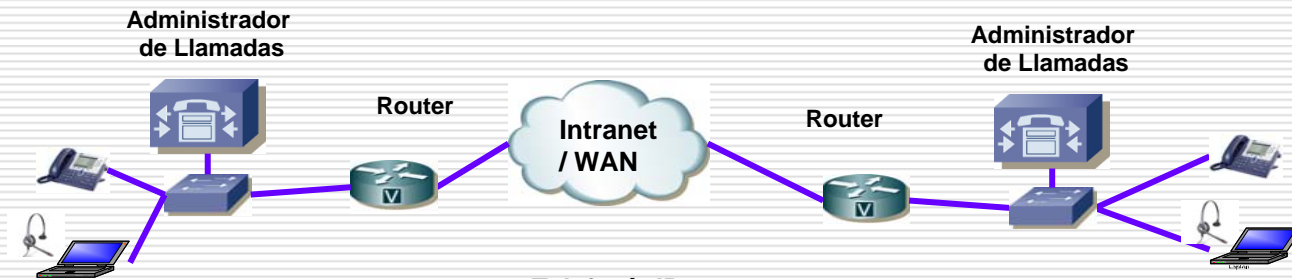
# Evolución de redes telefónicas



Redes Tradicionales (TDM)

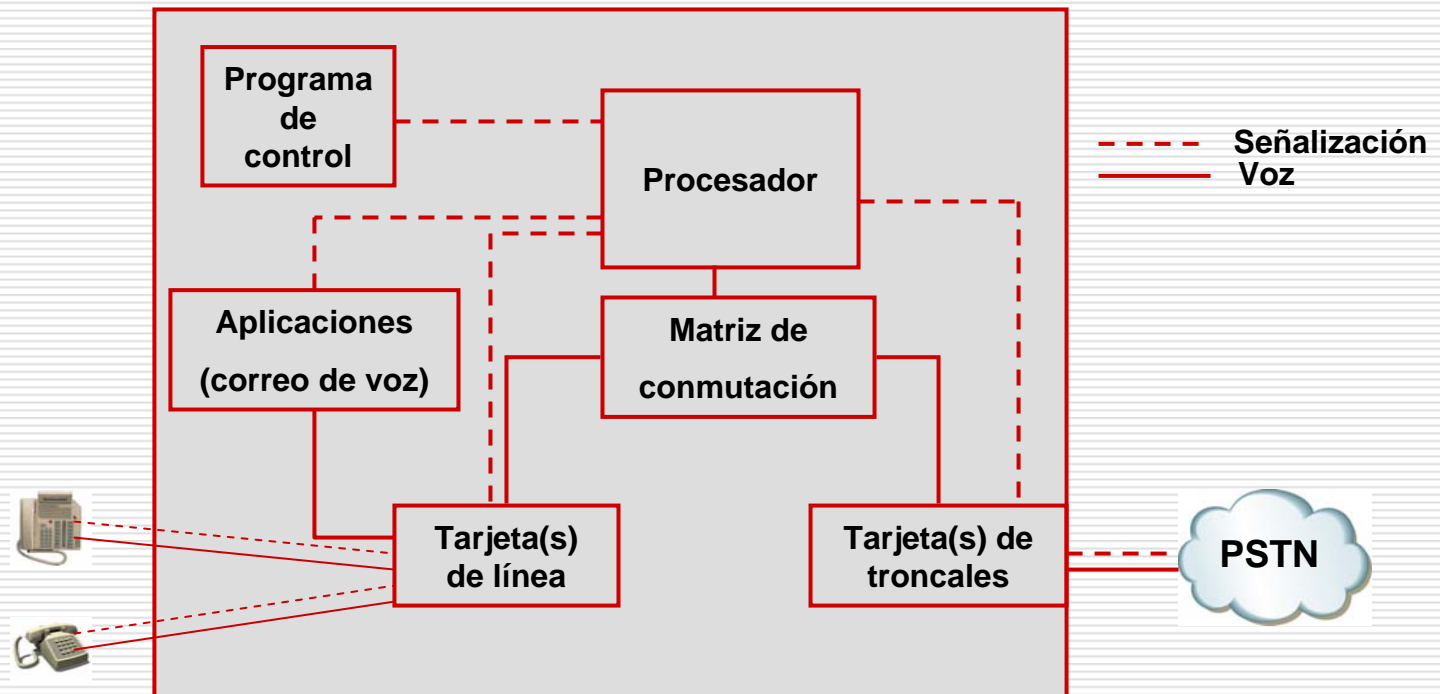


VoIP

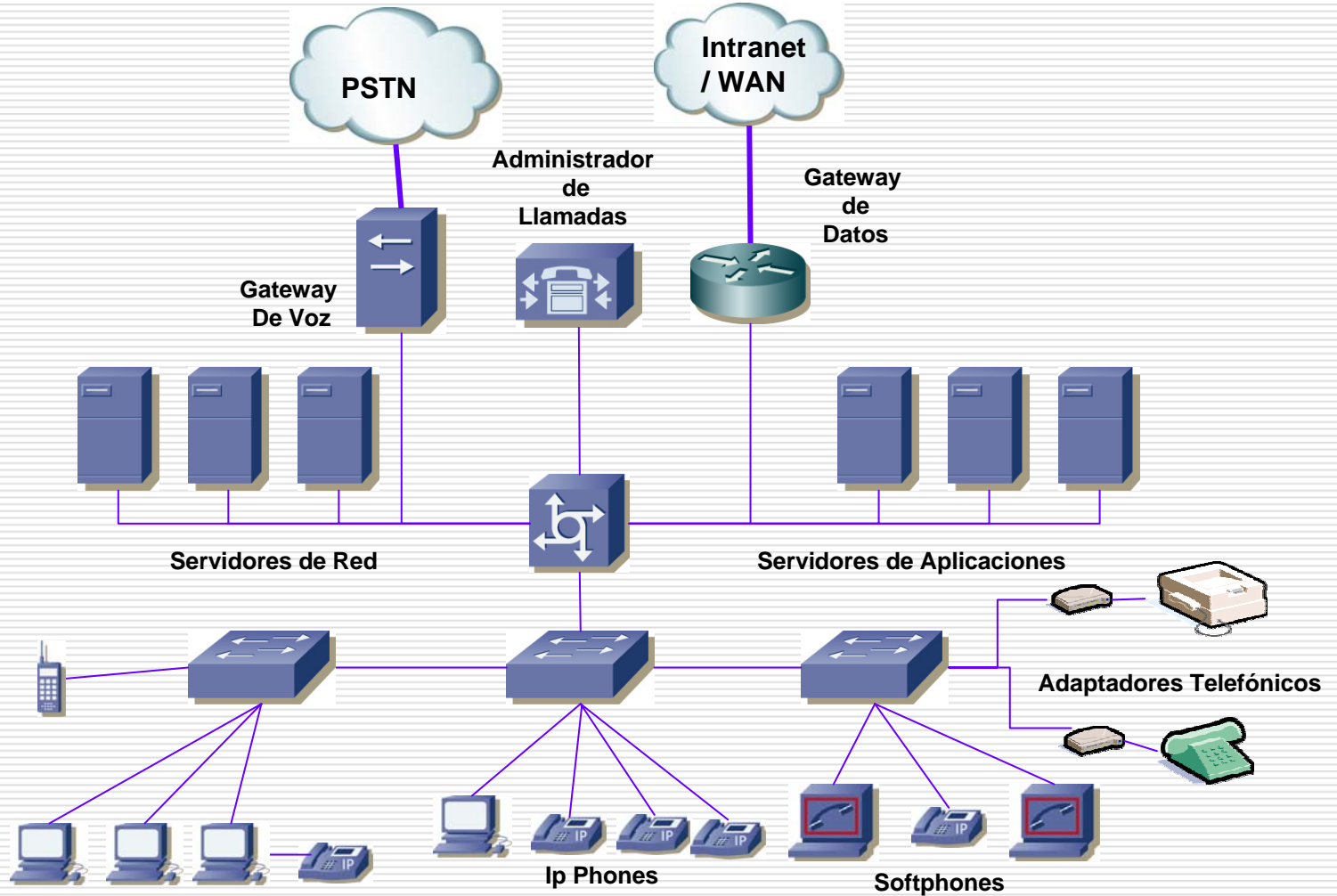


Telefonía IP

# Arquitectura de un PBX tradicional



# Arquitectura sistema de Telefonía IP

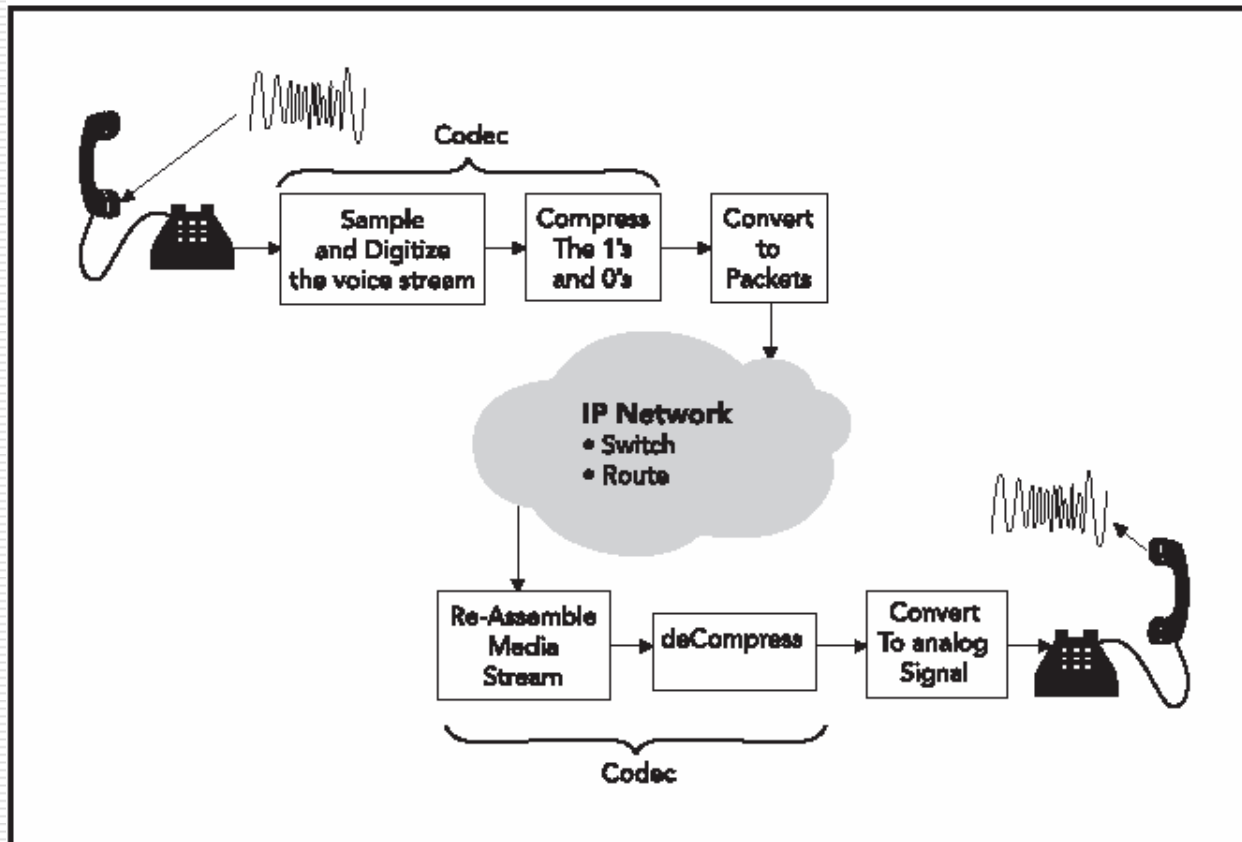


# Ventajas de VoIP:

---

- ☐ Reducción de los costos de llamadas de larga distancia.
- ☐ Costos de gestión y mantenimiento bajos.
- ☐ Integración de servicios y de empresas.
- ☐ Distribución de la inteligencia en la red, evitando puntos concentrados de fallas.
- ☐ Mayor número de aplicaciones.
- ☐ Fácil de usar.
- ☐ Expansión sencilla.
- ☐ Migración suave.

# VoIP: Transporte de medios





# Transporte de medios. Funciones básicas

---

- ❑ El codificador genera tramas.
- ❑ Las tramas son “empaquetadas”.
- ❑ Transmisión de los paquetes en tiempo real.
- ❑ Reconstrucción de las tramas originales en el receptor.
- ❑ Decodificación y reproducción.

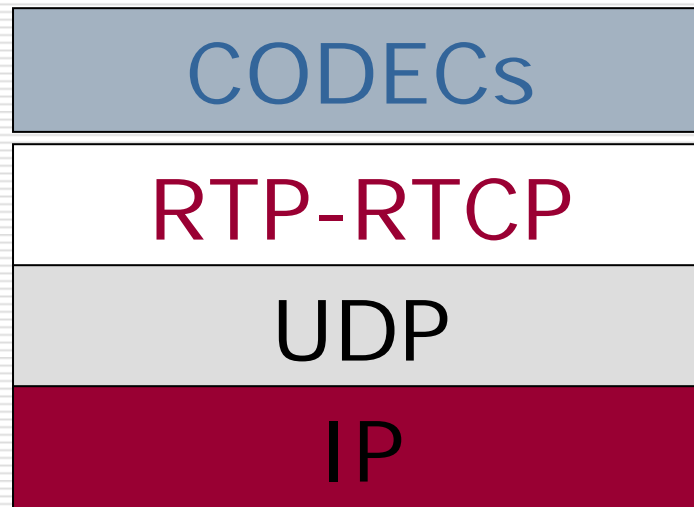
# Transporte de medios. Requisitos

---

- Identificación de carga útil.
  - ¿Qué CODEC?
- Reconstrucción temporal.
  - Cuando reproducir cada paquete de un flujo.
  - Cómo sincronizar múltiples flujos.
- Secuenciamiento:
  - Cómo reproducir en el orden correcto.
  - Cómo detectar pérdidas.

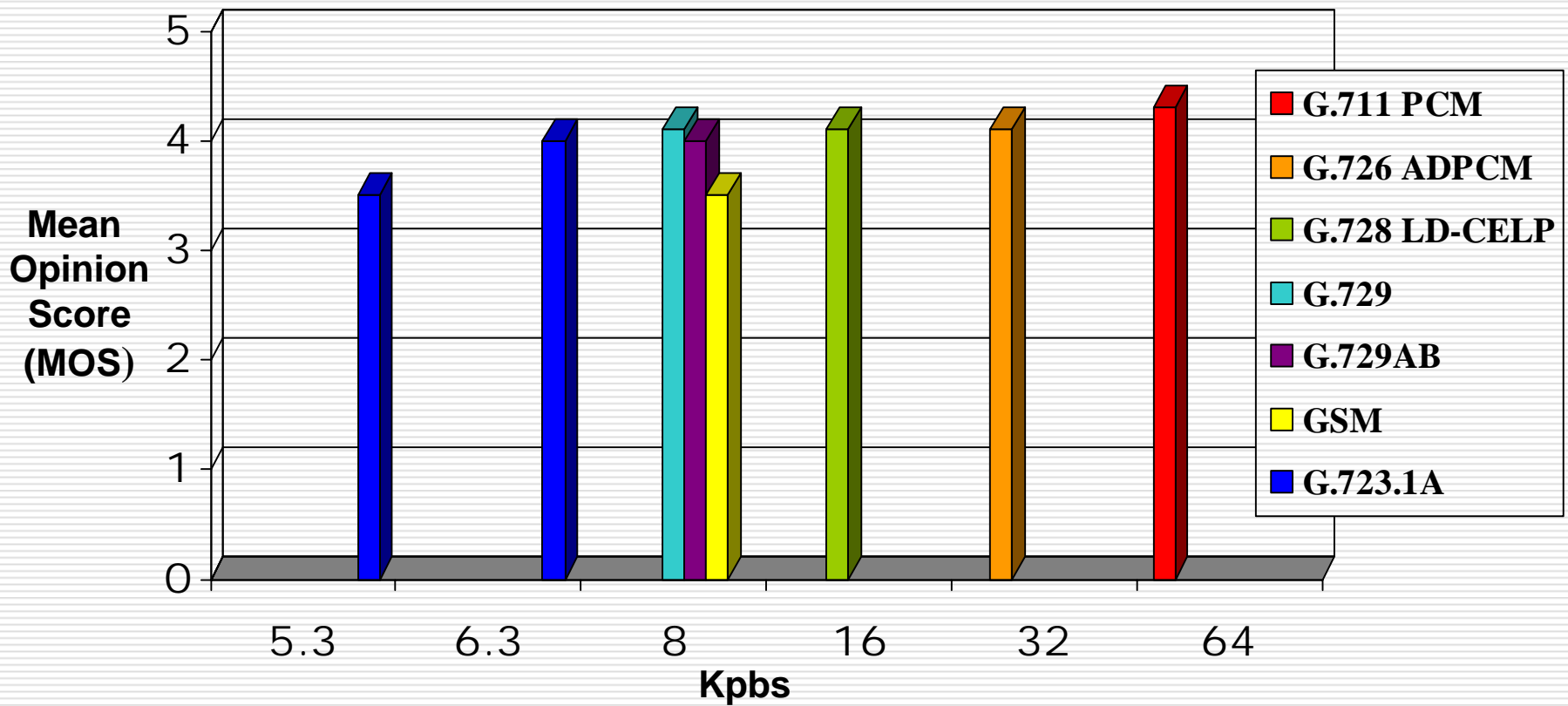
# El transporte de medios:

---



Arquitectura de protocolos del transporte de medios.

# Subjective Voice Coder Quality



# Protocolo de transporte en Tiempo Real (RTP).

---

# RTCP: RTP Control Protocol

---

- ❑ Proporciona información adicional para adaptar las fuentes a los estados de la red.
- ❑ En Multicast y difusión es imprescindible para conocer como reciben los distintos destinatarios y homogenizar la calidad.

# RTCP

---

- ❑ Realimentación de QoS. Los receptores informan a la fuente sobre su recepción: perdidas, retardos, etc., de modo que la fuente puede adaptar su tráfico a la congestión.
- ❑ Correlación entre reloj global (NTP) y local.
- ❑ Identificación: correo-e, n° telefónico, etc. para identificar a los participantes
- ❑ Control de Sesiones
  - Salir (Bye)
  - Envío de notas entre participantes.

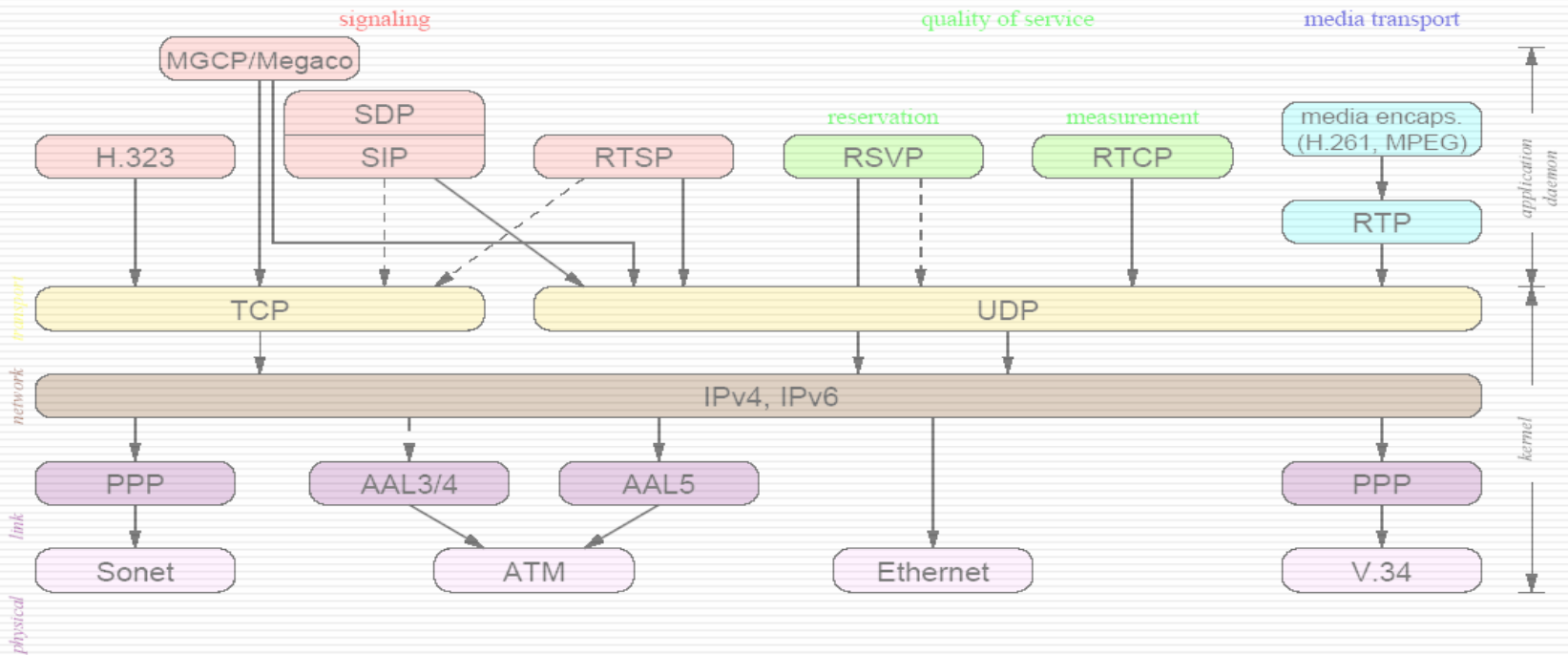
# Protocolos de VoIP

---

- ☐ H.323
- ☐ MGCP
- ☐ MEGACO
- ☐ SIP
  
- ☐ Proprietarios (Skinny)



# Pila del protocolo multimedia



# Protocolo SIP

---

# ¿Qué es SIP?

---

- "El protocolo de inicio de sesiones (SIP, Session Initiation Protocol) es un protocolo de señalización de capa de aplicación que define la iniciación, modificación y la terminación de sesiones interactivas de comunicación multimedia entre usuarios.

# SIP (RFC 2543)

---

- ☐ Modelado sobre otros protocolos de Internet como SMTP, HTTP.
- ☐ Establecer, cambiar o terminar llamadas entre uno o más usuarios en una red basada en IP.
- ☐ RTP, para asegurar el transporte.
- ☐ Conferencias multimedia en Internet.
- ☐ Llamadas en Internet o sobre cualquier red IP.
- ☐ Traslación de Nombres.
- ☐ Localización.
- ☐ Negociación de Características.

# Elementos de una red SIP

---

## □ Puntos Terminales SIP

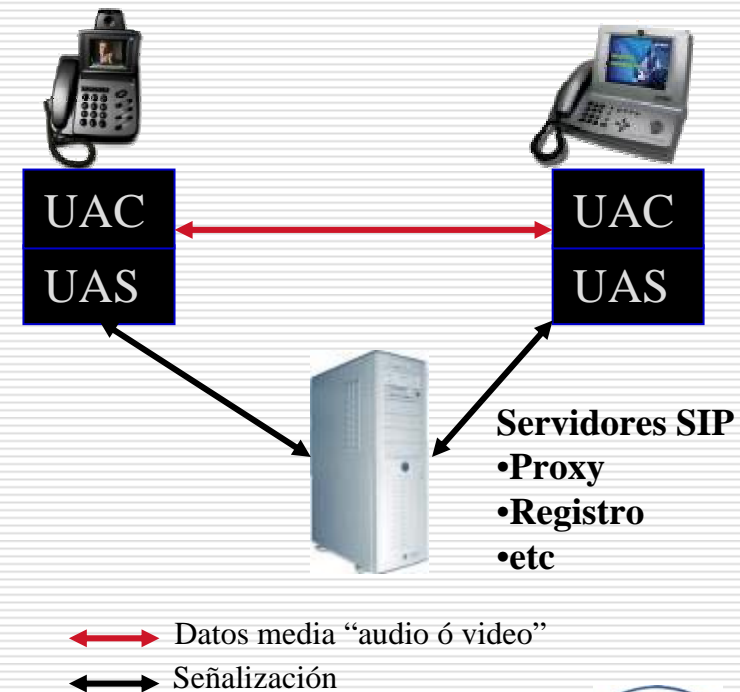
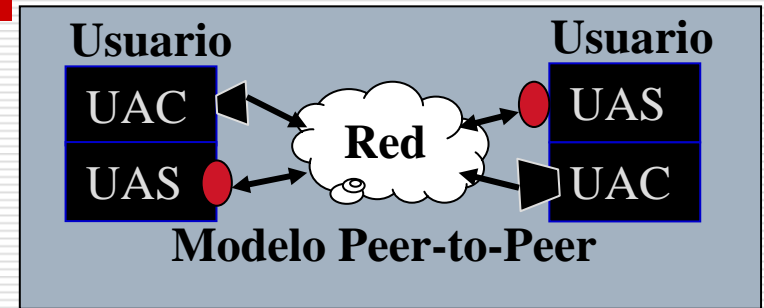
- Teléfonos, Gateways, PC.
- Entiende los protocolos SIP
- Pueden hacer comunicación directa

## □ Servidores SIP

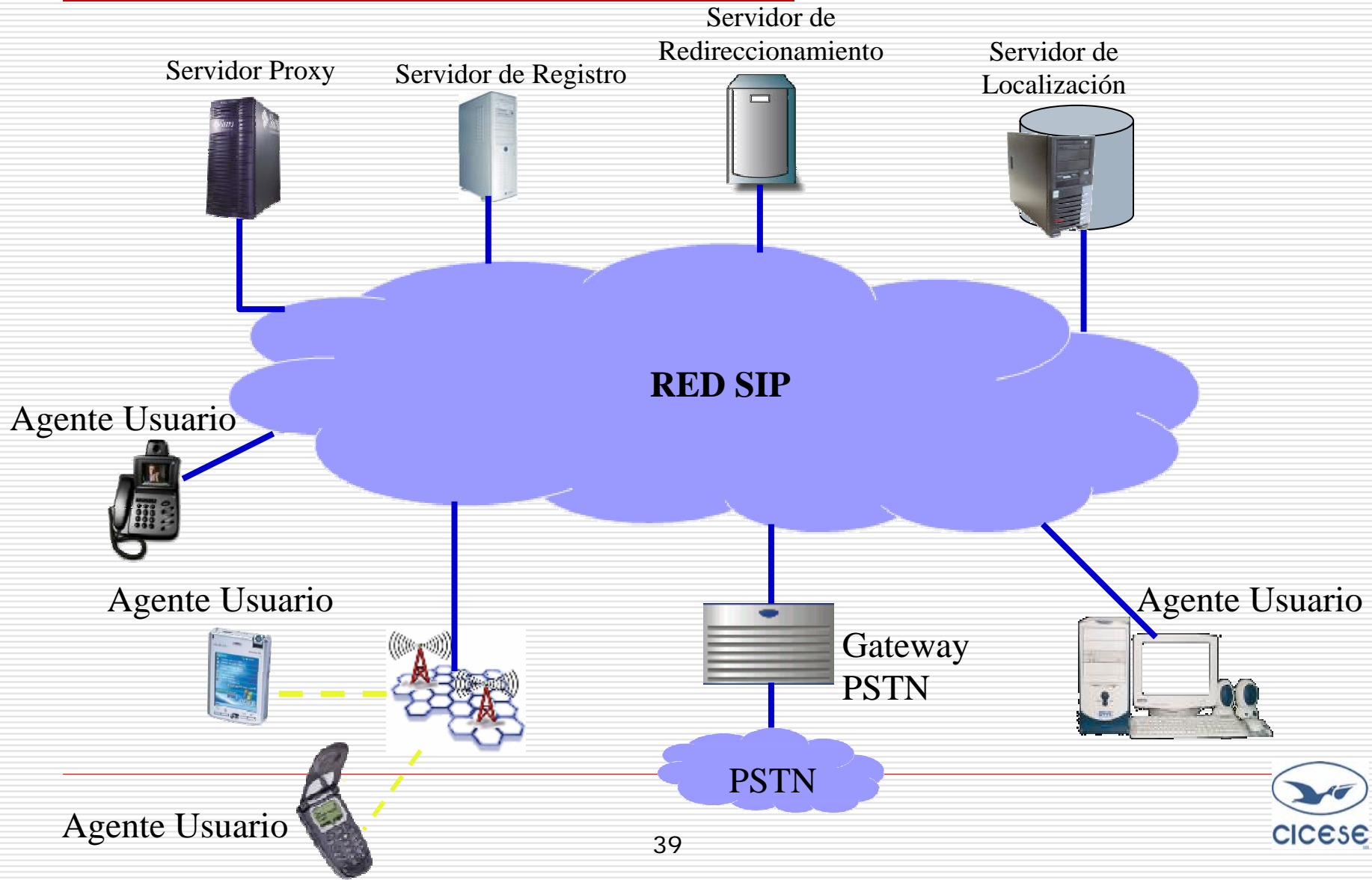
- Llevan a cabo funciones que pueden necesitar los puntos terminales
- Típicamente actúa en respuesta a una petición de un terminal SIP.
- Redirección, Proxy, Movilidad, Presencia

# Componentes

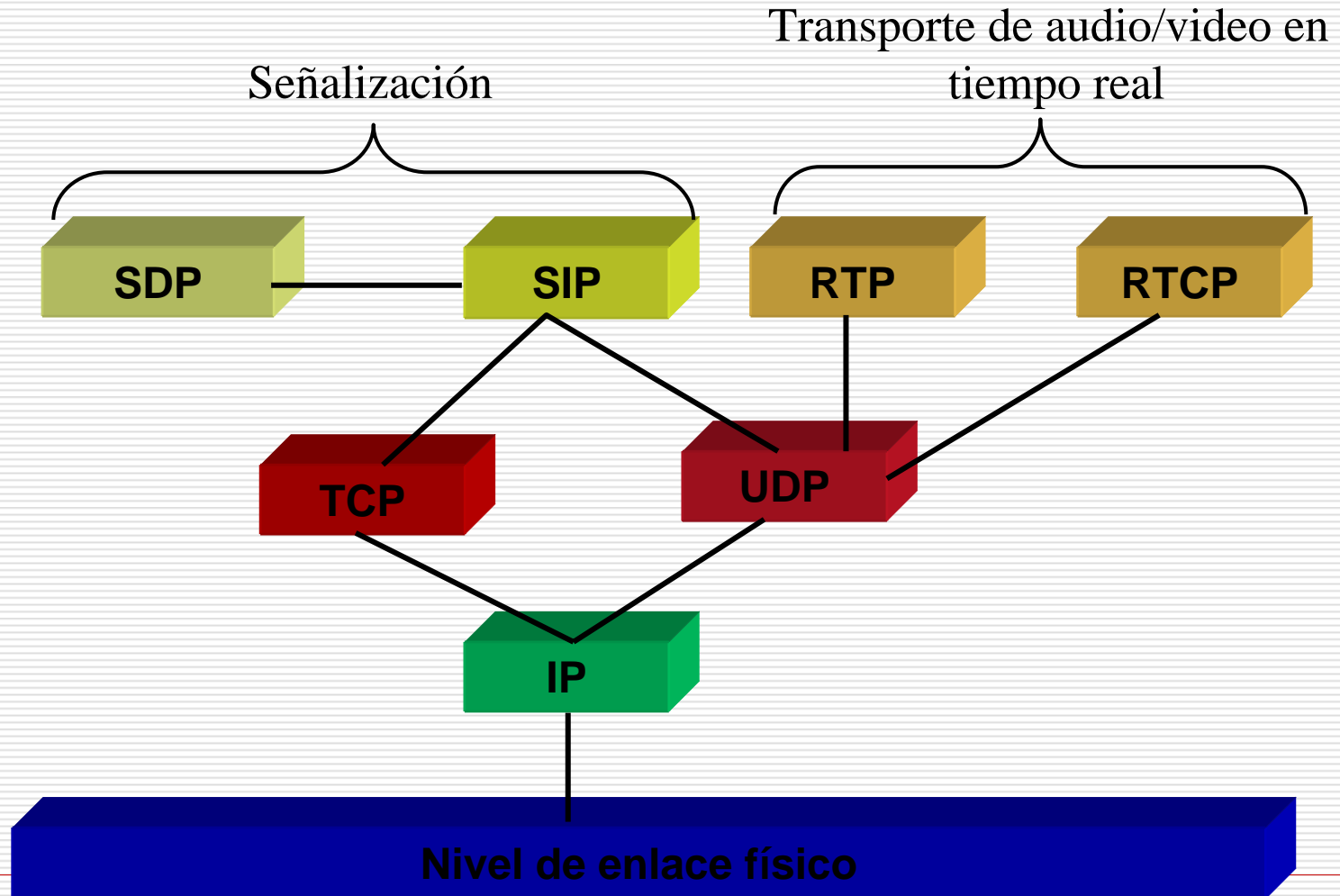
- ❑ Agente de Usuario
  - AU Cliente (UAC), Inicia la sesión
  - AU Servidor (UAS), Recibe la sesión
  - Modelo Peer –to – Peer
- ❑ Servidores SIP (Señalización)
  - Proxy
  - Redirect
  - Registra
  - Localización (BD) \*
- ❑ Pueden ser hallados de diferentes formas
  - IP Configurada, DNS Lookup (proxy)
  - IP Multicast (Registra)



# Arquitectura distribuida en SIP



# Pila de Protocolos de SIP





# Métodos SIP

---

- **INVITE** Inicio de Sesión ( Inicio de Sesión (setup setup))
- **ACK** Reconocimiento de Invite
- **BYE** Terminación de sesión
- **CANCEL** Cancelación de Invite
- **REGISTER** Registro de URL
- **OPTIONS** Preguntar por opciones y capacidades
- **INFO** Transporte de información en llamada
- **PRACK** Reconocimiento Provisional
- **COMET** Notificación de precondición
- **REFER** Transferencia a otra URL
- **SUSCRIBE** Requerir notificación de Evento
- **UNSUBSCRIBE** Cancelar notificación de Evento
- **NOTIFY** Notificación de Evento
- **MESSAGE** Mensaje Instantáneo

# Códigos de Respuesta

Clase	Descripción
1xx	Información provisional, requerimiento en progreso pero no terminado
2xx	Completo: Requerimiento completado satisfactoriamente
3xx	Redirección: Petición debería redireccionarse
4xx	Error en de cliente (error en la petición)
5xx	Error de servidor
6xx	Falla Global

# Funciones de SIP

---

## ☐ Resolución de Direcciones

## ☐ Funciones de Sesión

- Establecimiento
- Negociación de medios
- Modificación
- Terminación
- Cancelación
- Señalización en llamada
- Control de llamada
- Configuración de QoS

# Funciones de SIP

---

## ☐ No relacionadas con la sesión

- Movilidad
- Transporte de Mensajes
- Suscripción a eventos
- Autenticación
- Otras funciones (SIP es Extensible)

# Dirección SIP

---

- ❑ Las direcciones SIP están identificadas por una URI (Uniform Resource Identifier) con la forma: user@host
- ❑ Ejemplos de URIs SIP:
  - sip:abojor@cicese.mx
  - sip:rrivera@192.168.10.1
  - Sip:823114@gateway.cicese.mx
- ❑ Los proxy server pueden resolver y transformar URIs del tipo tel, que contienen direcciones E.164
  - tel: +541148277237
- ❑ Las URIs se diferencian de las URLs en que estas últimas apuntan a una ubicación física específica (ejemplo: un archivo)

# Encabezado SIP

---

- ❑ SIP toma prestado mucha de la sintaxis y semántica de HTTP.
- ❑ Un mensaje SIP se ve como un mensaje HTTP – Formateo de mensaje, encabezado y soporte MIME.

Ejemplo de encabezado SIP:

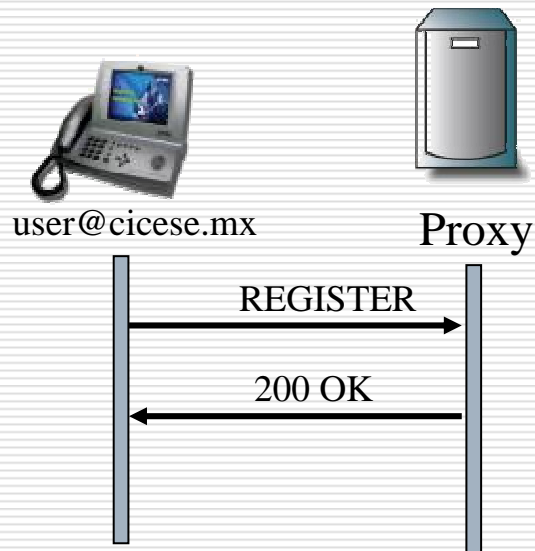
## **Encabezado SIP de petición de Registro**

```
REGISTER sip:cicese.mx SIP/2.0
Content-Length: 0
Contact: <sip:abojor@158.97.80.1:5060>
Call-ID: 02E81702-F4A3-45E7-89A5-C1412A3CA0FB@158.97.80.1
Max-Forwards: 70
From: <sip:abojor@cicese.mx>;tag=9720953
CSeq: 1 REGISTER
To: <sip:abojor@cicese.mx>
Via: SIP/2.0/UDP 158.97.80.1:5060;branch=z9hG4bK9e6
```

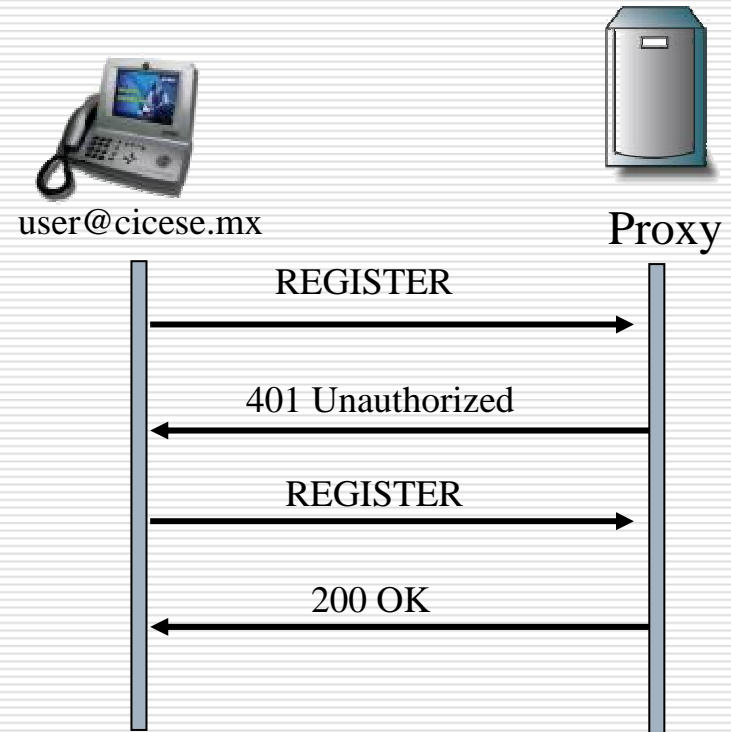
## **Encabezado SIP de respuesta de Registro**

```
SIP/2.0 200 OK
Call-ID: 02E81702-F4A3-45E7-89A5-C1412A3CA0FB@158.97.80.1
Max-Forwards: 70
From: <sip:abojor@cicese.mx>;tag=9720953
CSeq: 1 REGISTER
To: <sip:abojor@cicese.mx>
Via: SIP/2.0/UDP 158.97.80.1:5060;branch=z9hG4bK9e6
Contact: <sip:abojor@158.97.80.1:5060>;expires=3600
Content-Length: 0
```

# Proceso de Registro

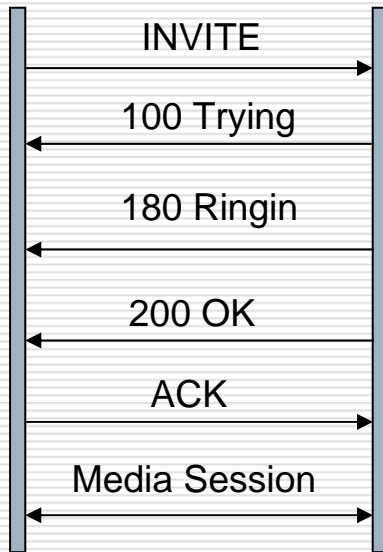


Proceso de registro  
**sin autenticación**

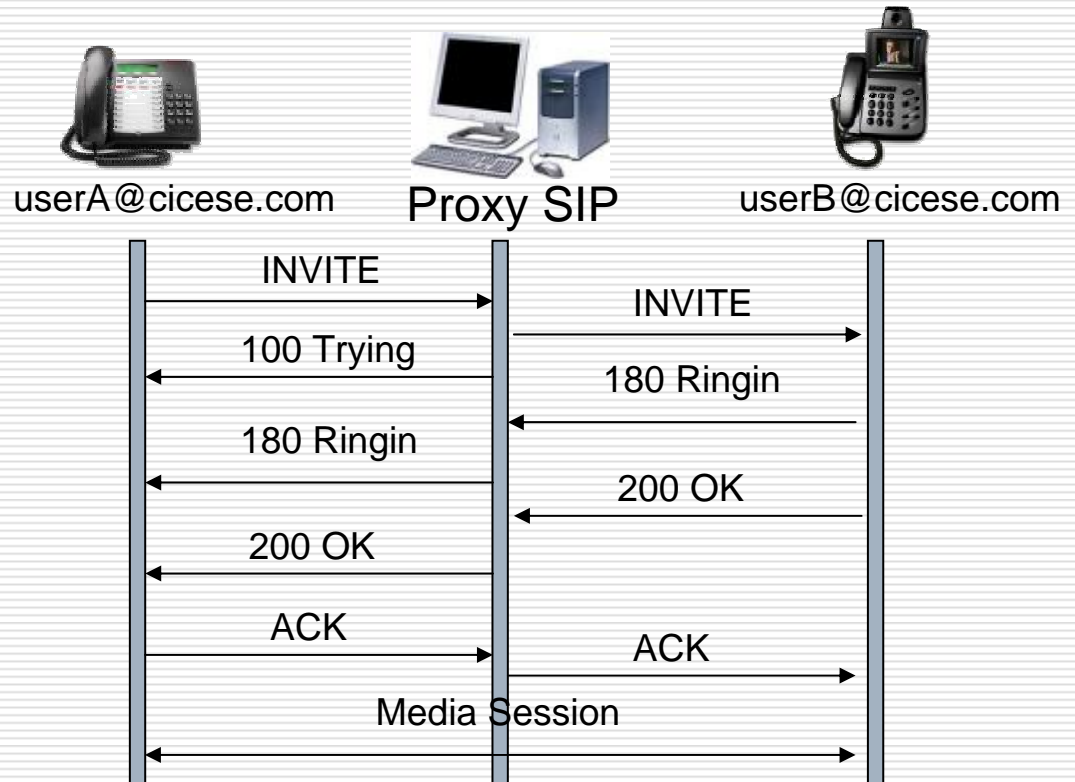


Proceso de registro  
**con autenticación**

# Establecimiento de Sesión



Establecimiento de una Sesión de teléfono a teléfono SIP



Establecimiento de una Sesión de teléfono a teléfono SIP utilizando un Proxy



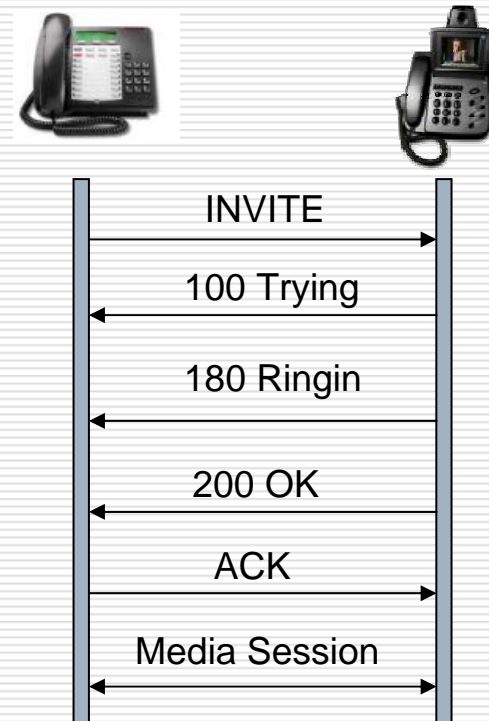
# Negociación de Contenidos

- Es parte de INVITE
- SIP por si solo no la soporta
- SDP (Session Description Protocol)
  - Lenguaje de descripción (RFC 2327)
  - Tiene campos opcionales y requeridos
  - Desarrollado inicialmente en la arquitectura multimedia de Internet
- Modo ofrecimiento – respuesta
- Respuesta enviada en ACK

## Invite

SIP Header

Body-SDP



# Ejemplo de SDP

---

## SDP INVITE

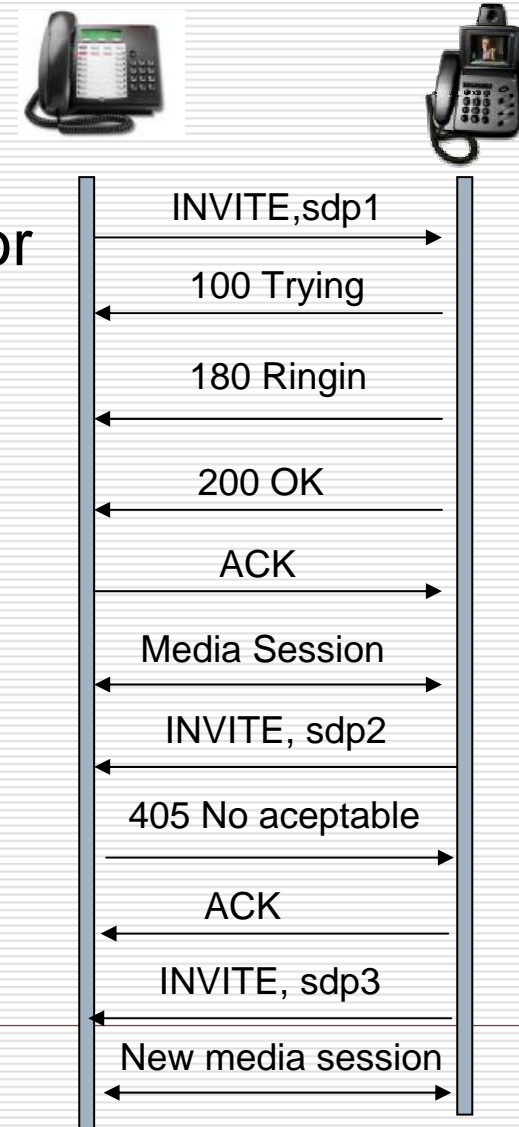
```
v=0
o=
S=
c= IN IPV4 128.0.0.5
t=
m=video 4004 RTP / AVP 14 26
a=rtpmap:14 MPA/90000
a=rtpmap:26 JPEG/90000
m=audio 4006 RTPAVP 0 4
a=rtpmap:0 PCMU/8000
a=rtpmap:4 GSM/9000
```

## SDP OK

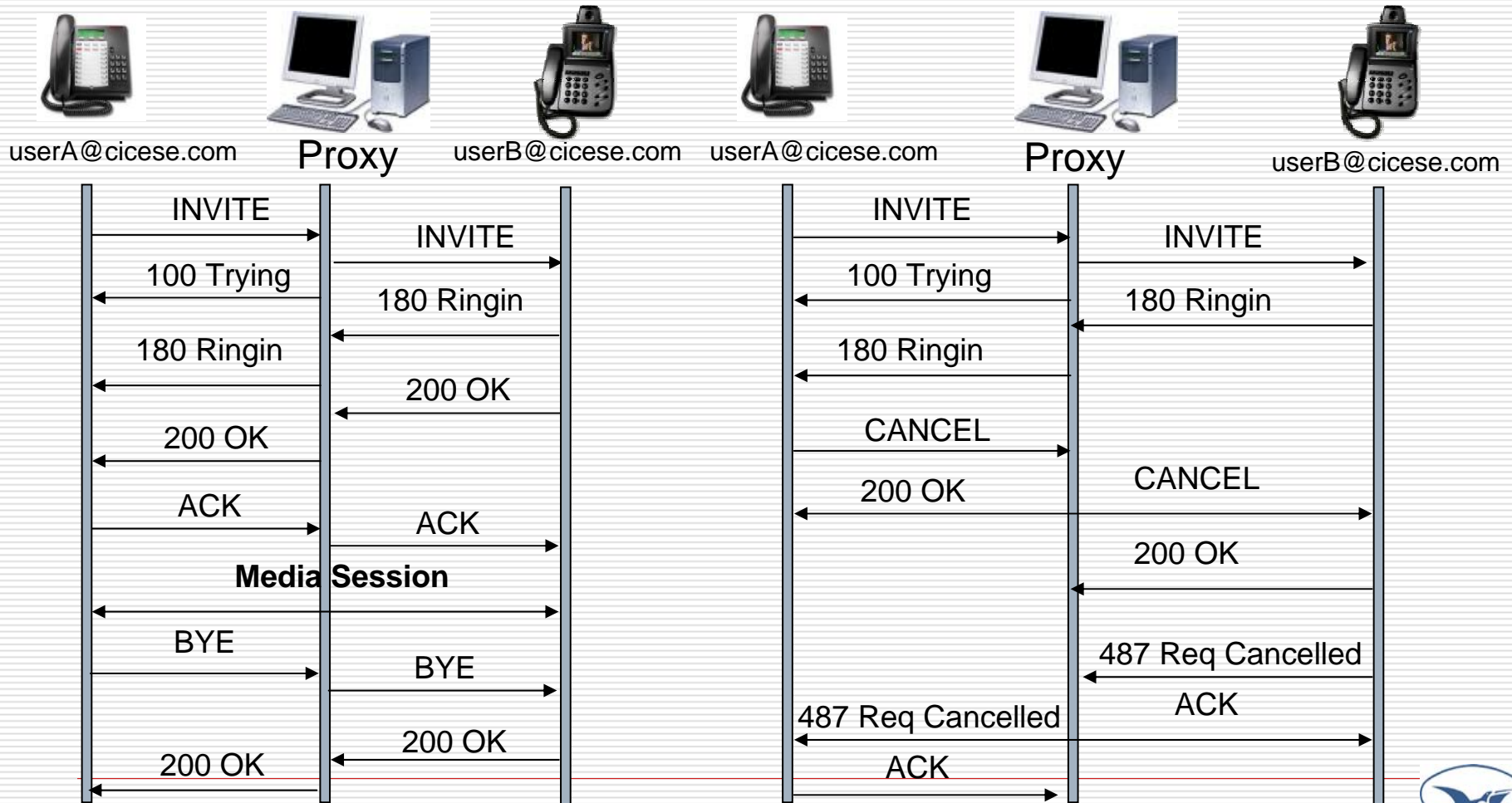
```
v=0
o=
S=
c= IN IPV4 138.4.5.9
t=
m=video 0 RTP / AVP 14 26
m=audio 6002 RTPAVP 0 4
a=rtpmap:4 GSM/9000
```

# Modificación de Sesión

- Mientras se negocia nuevamente los medios se continua con la anterior
- Solo se puede renegociar después del primer establecimiento
- La nueva sesión puede cambiar cualquier característica de la sesión, incluyendo tipo de sesión, codec usado, dirección IP y Puerto.



# Terminación y Cancelación de sesión



Sesión multimedia finalizada

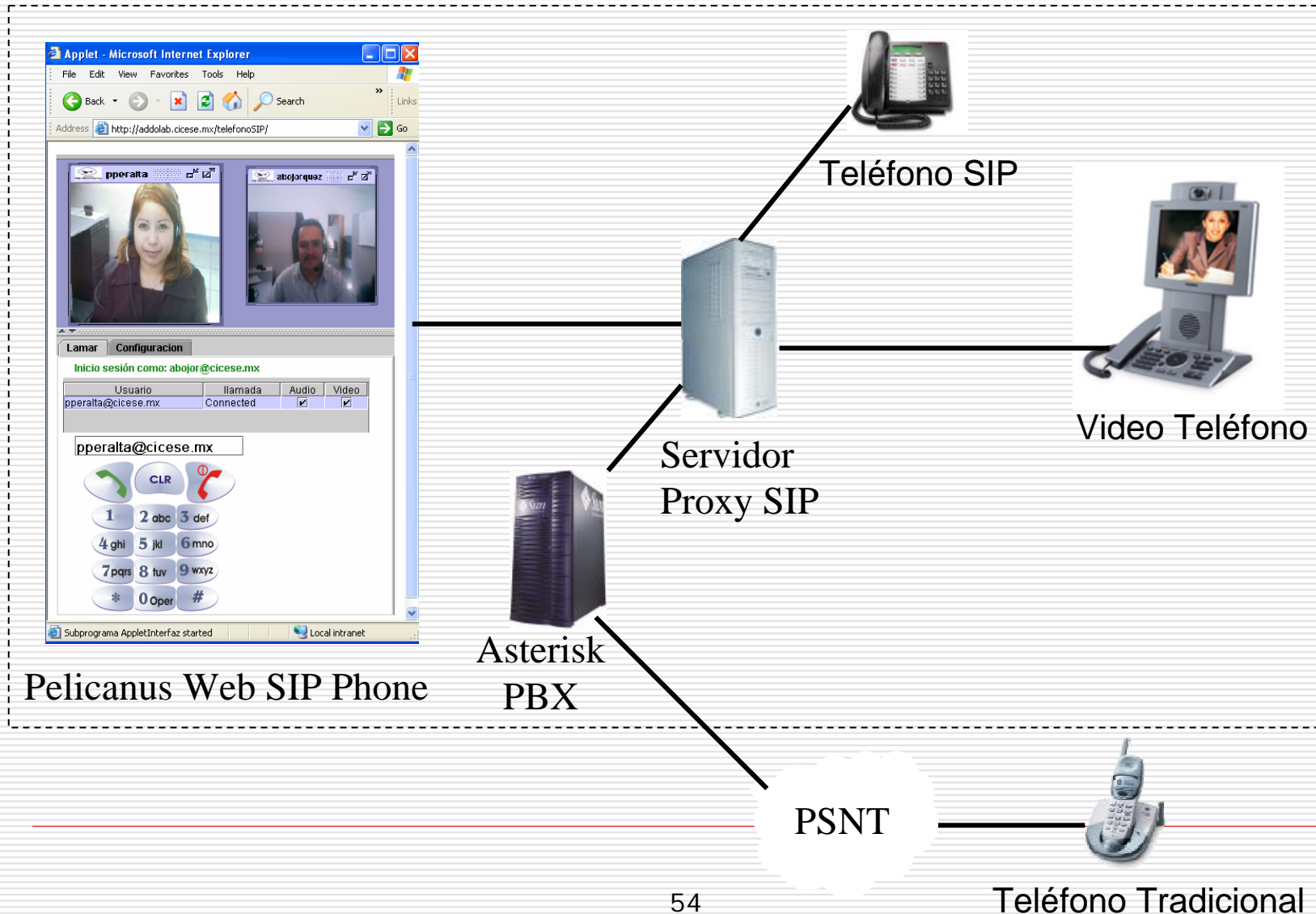
Sesión multimedia cancelada

# Pelicanus Web Sip Phone

---

- ❑ Video Telefono Sip.
- ❑ Implementado para un ambiente Web.
- ❑ Soporta múltiples llamas al mismo tiempo.
- ❑ Codecs de audio soportados.
  - G.721, G.723, GSM, DVI4.
- ❑ Codecs de video soportados.
  - H263, JPEG

# Arquitectura de comunicación del Pelicanus Web Sip Phone



# ¿Cuál protocolo?

---

- ❑ H.323: Complejo, Difícil de escalar, terminales con gran inteligencia.
- ❑ SIP: Estandarización, terminales con gran inteligencia.
- ❑ MGCP y Megaco: Concentran la inteligencia de la red.
- ❑ Proprietarios: No son interoperables

**El mercado debe soportar múltiples estándares, con ciertos estándares optimizados para áreas específicas**

# Consideraciones de implantación de VoIP

---

- ☐ Paredes de fuego
- ☐ NAT
- ☐ QoS



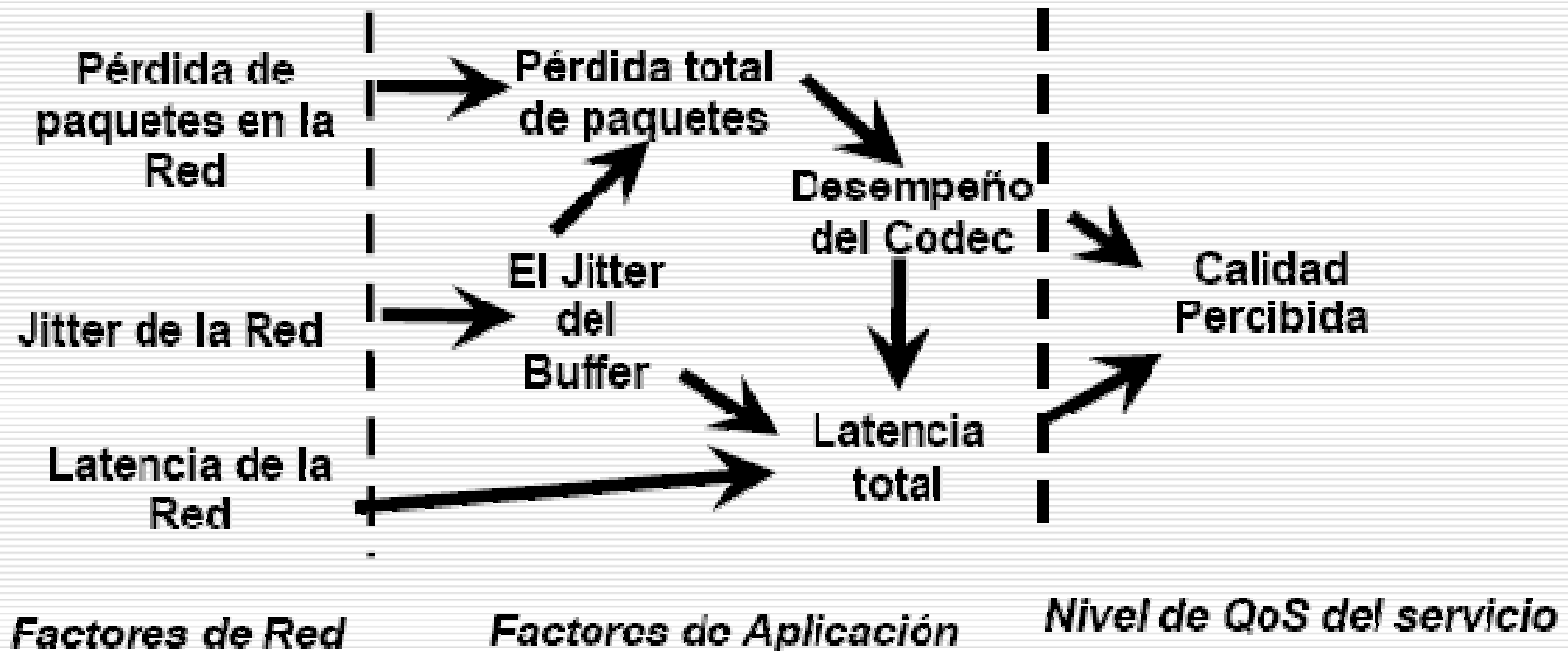
# Degradación del Servicio

---

Que le afecta a los servicios de VoIP  
y Videoconferencia

# Factores que degradan al servicio

---



# Parámetros de QoS en los servicios de Videoconferencia

---

Tipo de Servicio	Servicio	Parámetros impactantes de degradación
Orientados a Conexión (TCP)	HTTP	PLR, PLE
	FTP	PLE, PLR
	SMTP	PLR, PLE
No Orientados a conexión (UDP, RTP) y sensibles al tiempo	Videoconferencia(H.323)	Jitter, Delay
	VoIP	Jitter, Delay

# Parámetros de Calidad de Servicio en H.323

---

Para./Umb.	AB	Pérdida	Latencia	Jitter	SFD
Excelente	512Kbps – 2Mbps	<1% p2p .75 % MCU	0-150ms	0-20ms	.134
Aceptable	128 Kbps – 384	<5%	100-350 ms	<50ms	.32867
Pobre	<128 Kbps	>5%	>400ms	>50ms	.5196

# Aspectos de Calidad de Servicio

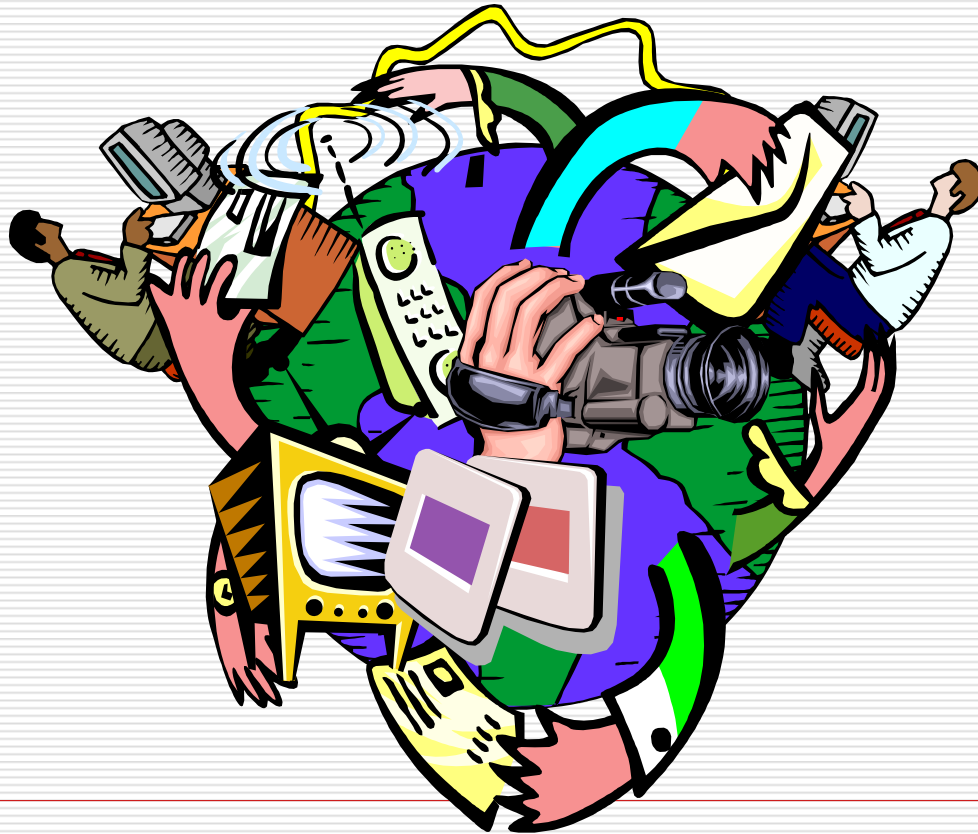
---

Cual esquema debemos de elegir?

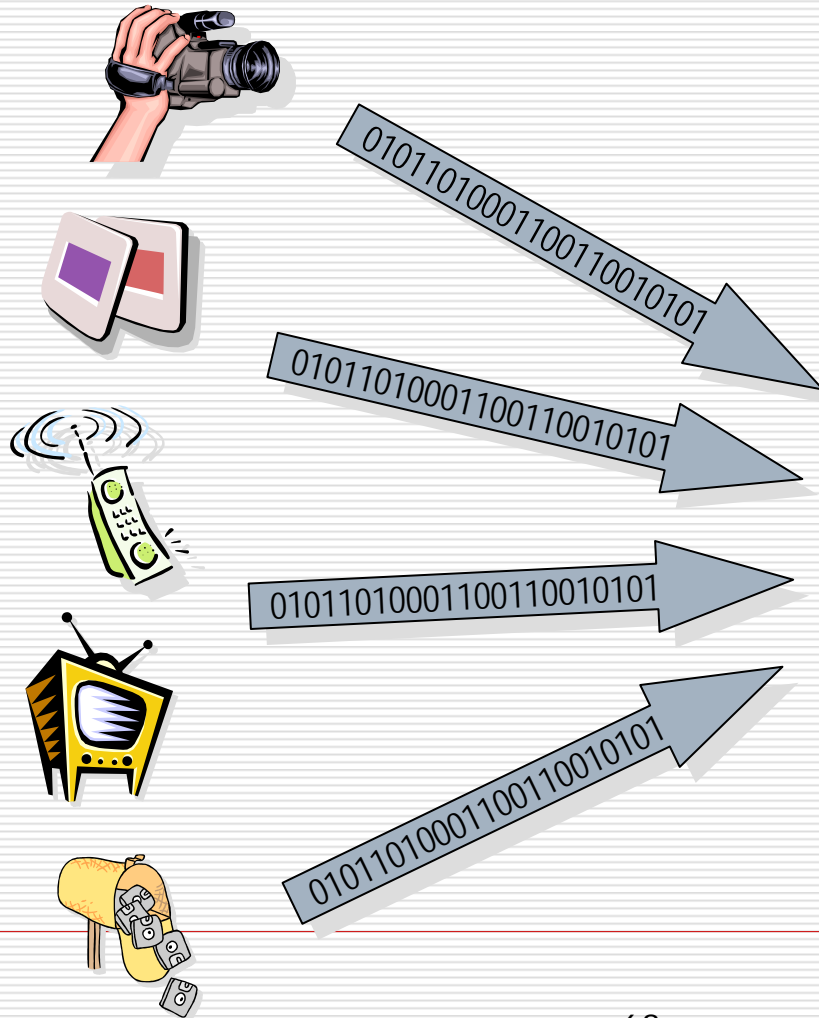
# Razones

---

*tipos de tráfico*



# Tipos de flujos



*tipos de tráfico*



# Flujos de tráfico

---

- ¿Cómo debemos tratar los diferentes tipos de flujos?



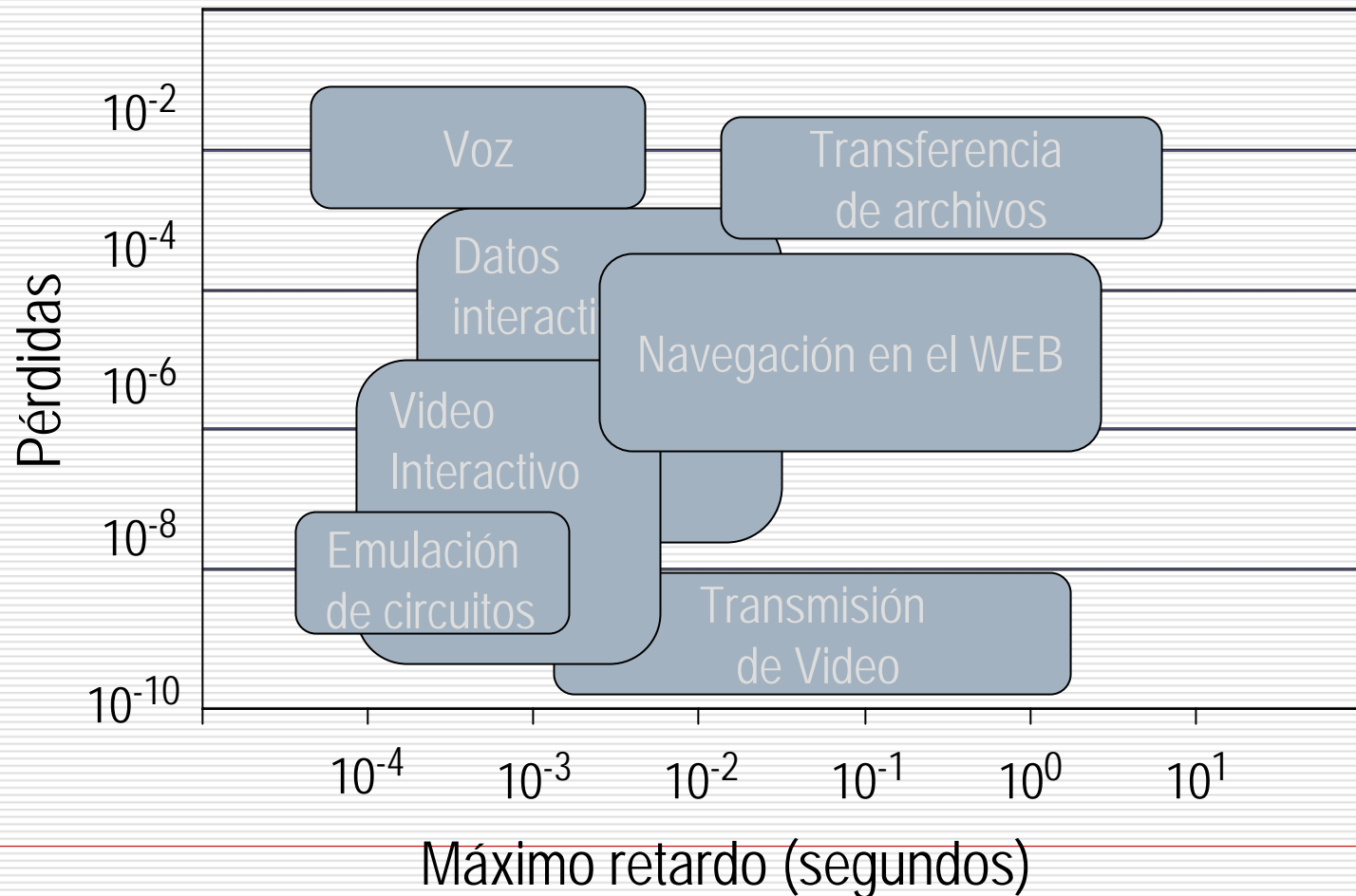


# Flujos de tráfico

---

- Tienen necesidades diferentes en cuanto al
  - Retardo o latencia (delay)
  - Variación del retardo (jitter)
  - Tasa de transmisión (bit rate)
  - Pérdida de paquetes (Reliability)

# Requerimientos



# Percepción del usuario

---

Perspectiva del usuario



El desempeño que el usuario observa  
sobre las aplicaciones de la red

# Percepción del Administrador de red

---

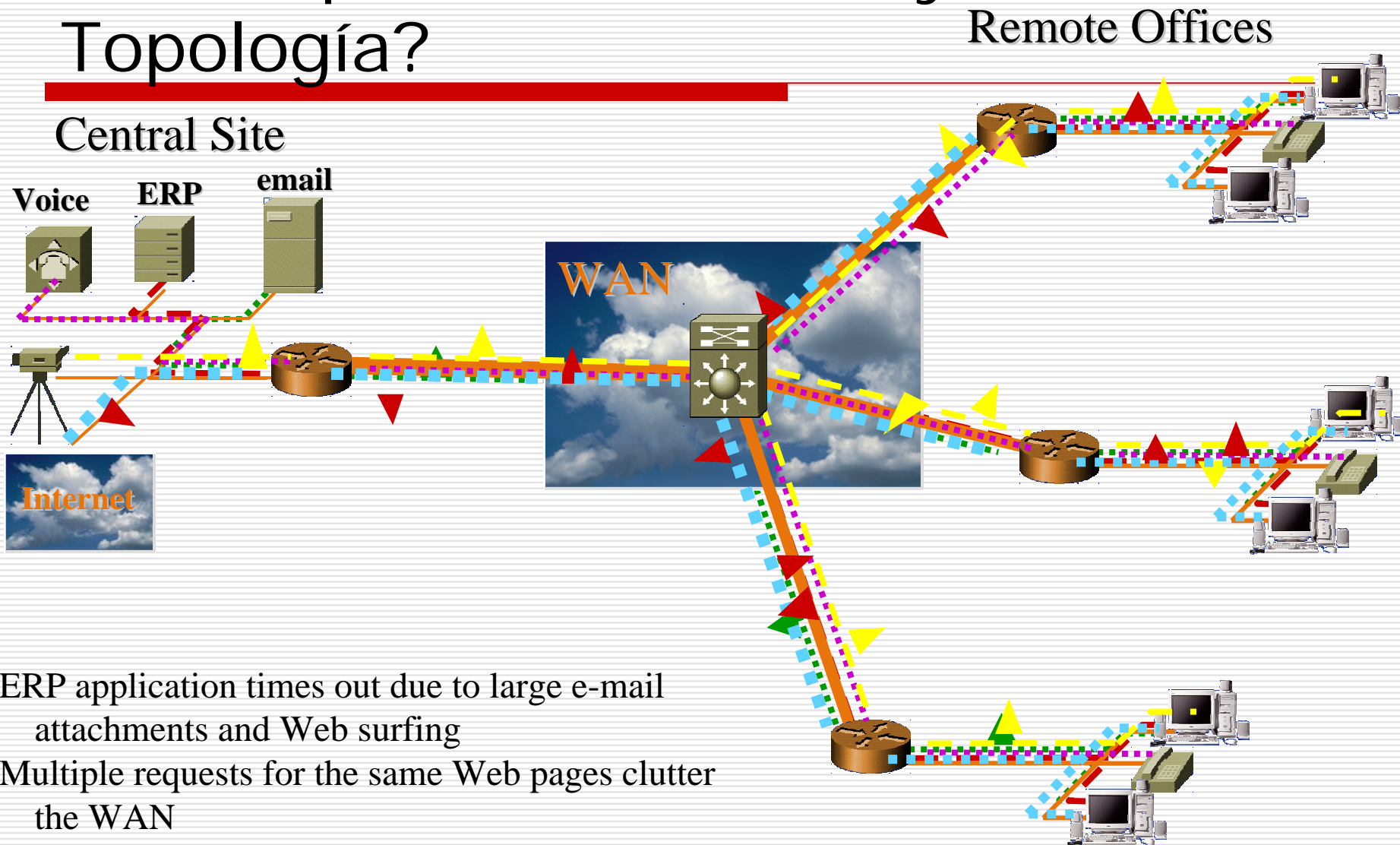
- ☐ Desde el punto de vista de la red.
  - El concepto tiene sus origen en el modelo OSI
  - Se refiere a la capacidad del proveedor para soportar los requerimientos de las aplicaciones con respecto a por lo menos cuatro categorías de servicio
    - ☐ Ancho de banda
    - ☐ Retardo
    - ☐ Variación del retardo
    - ☐ Pérdida de paquetes

# Perspectiva de la red

---

- Desde el punto de vista de la red
  - Es el tratamiento que se le da a cada paquete de un flujo en los nodos, para que cumplan con una serie de políticas específicas para cada flujo.

# Que arquitectura de red y Topología?

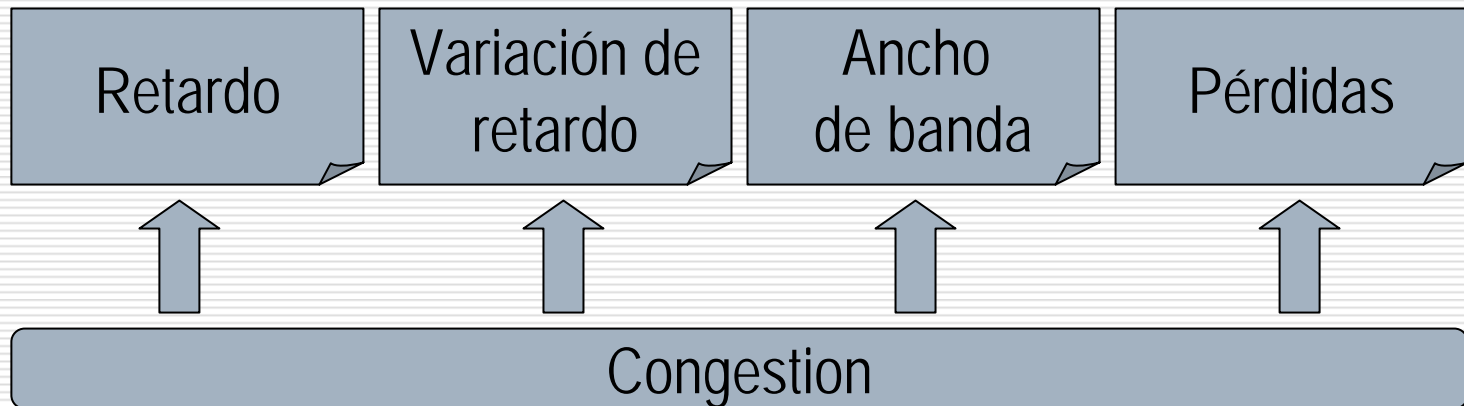


ERP application times out due to large e-mail attachments and Web surfing  
Multiple requests for the same Web pages clutter the WAN  
Latency and jitter degrade voice and video performance

# Antecedentes

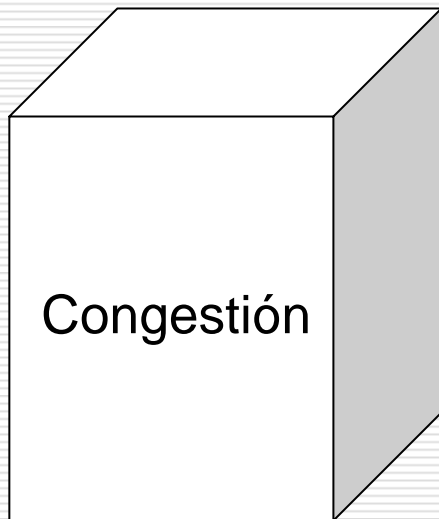
---

## □ Parámetros que afectan la calidad



# Congestión

---



Disminución de la tasa efectiva de transmisión

Aumento del retardo

Paquetes descartados



# Objetivo de QoS

---

- Ofrecer un servicio predecible durante la periodos de congestion

# Arquitecturas de QoS

---

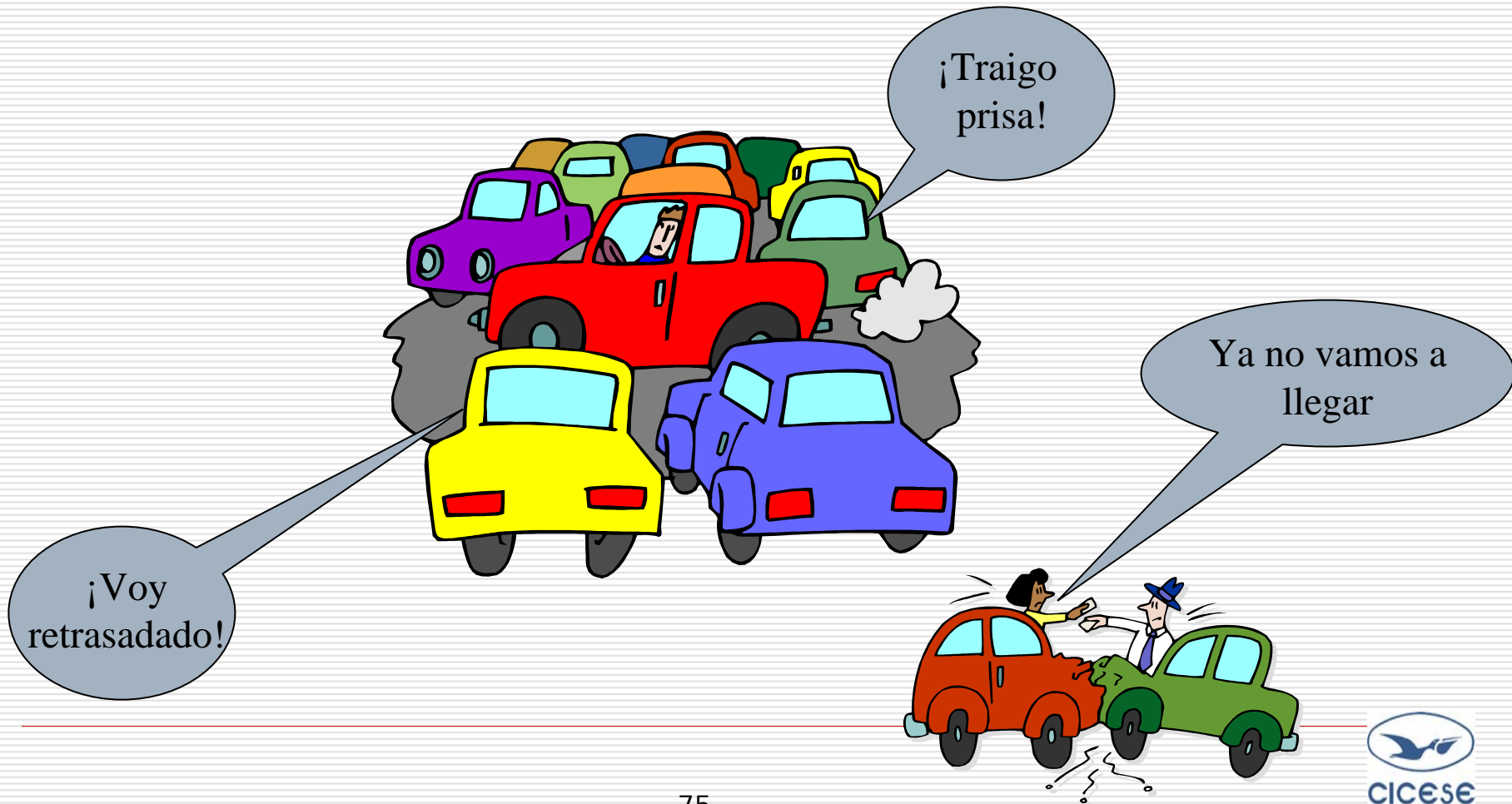
*Servicios*

- Arquitecturas de QoS
  - Servicio del mejor esfuerzo (*Best effort*)
  - Servicios Integrados (*InterServ*)
  - Servicios Diferenciados (*ServDiff*)
  - Servicio de Intercambio de etiquetas (*MPLS*)

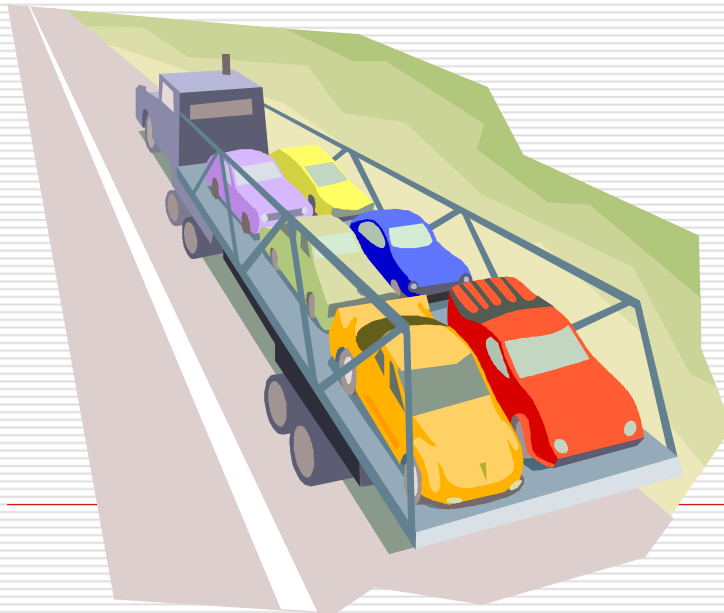
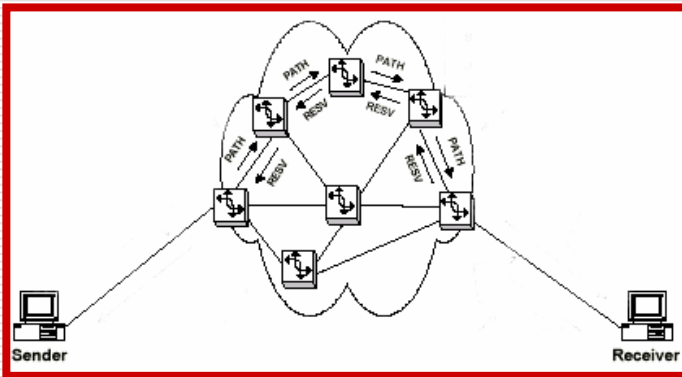
# Mejor esfuerzo

---

*Servicios*



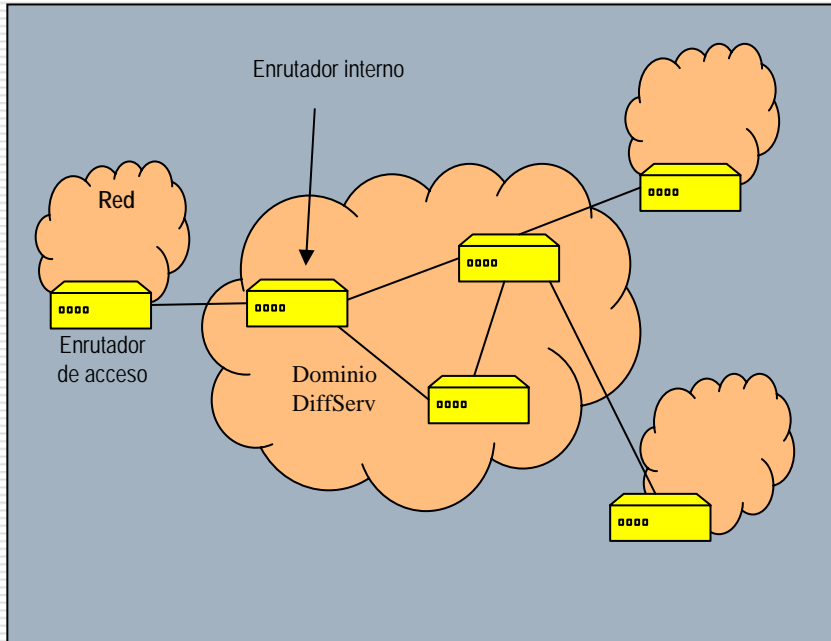
# Servicios integrados



- Reservación de recursos (RSVP)
- Emula conmutación de circuitos
- Arquitectura compleja (host y nodos)
- Servicio garantizado
- Poca cantidad de flujos

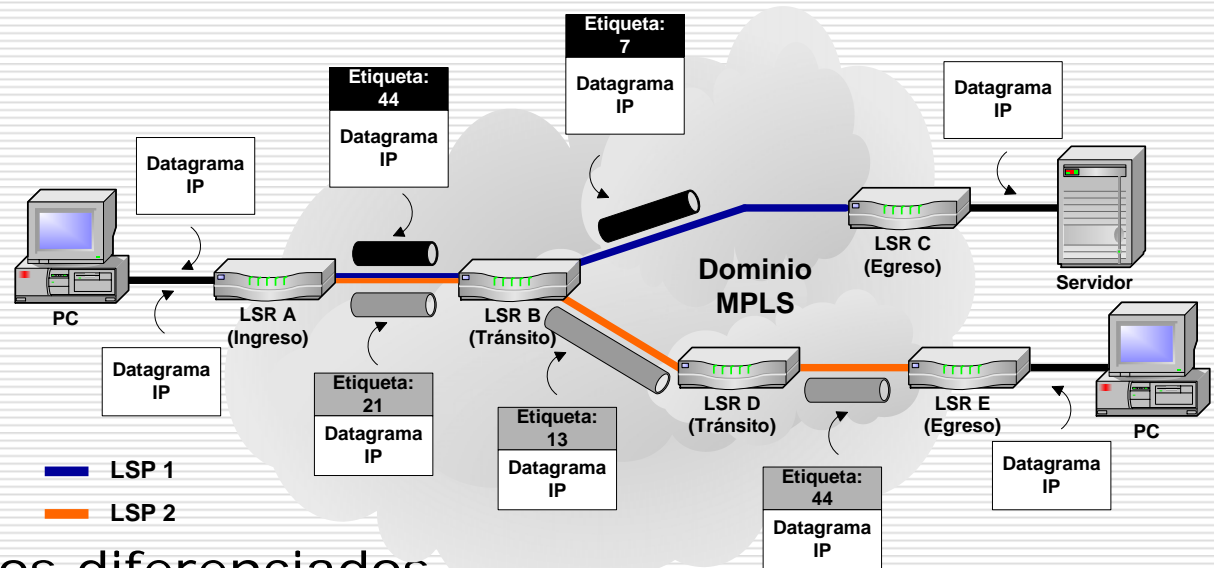
# Servicios diferenciados

---



- Clasificación de paquetes
- Utiliza el campo de **tipo de servicio** del encabezado de IPv4 o el **tipo de clase** de IPv6 (campo DS)
- Simplifica la red al dejar en los nodos de ingreso y egreso a la red las funciones principales.
- Los nodos internos procesan los paquetes de acuerdo al campo DS

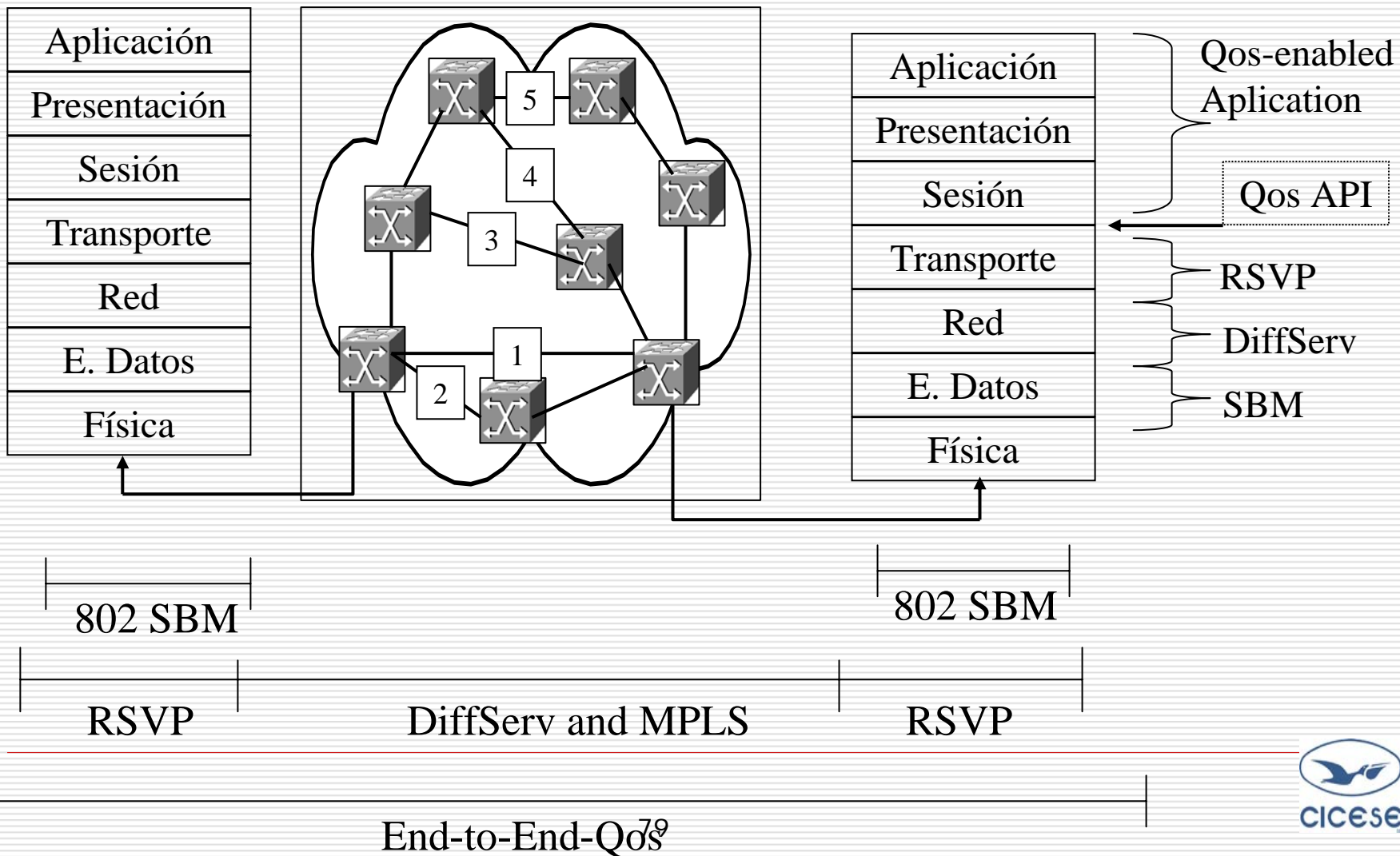
# Intercambio de etiquetas



- ❑ Similar a servicios diferenciados
- ❑ El etiquetado determina el siguiente nodo al que debe de ir el paquete.
- ❑ Recide exclusivamente en los enrutadores
- ❑ Es independiente del protocolo

## Host A

## Host B



DiffServ "Signalled"  
QoS  
(network "core")

PoS

MPLS

RSVP-enabled QoS  
(network "edge")

RSVP-enabled QoS  
(network "edge")



Host A



Host B

End-to-End-QoS



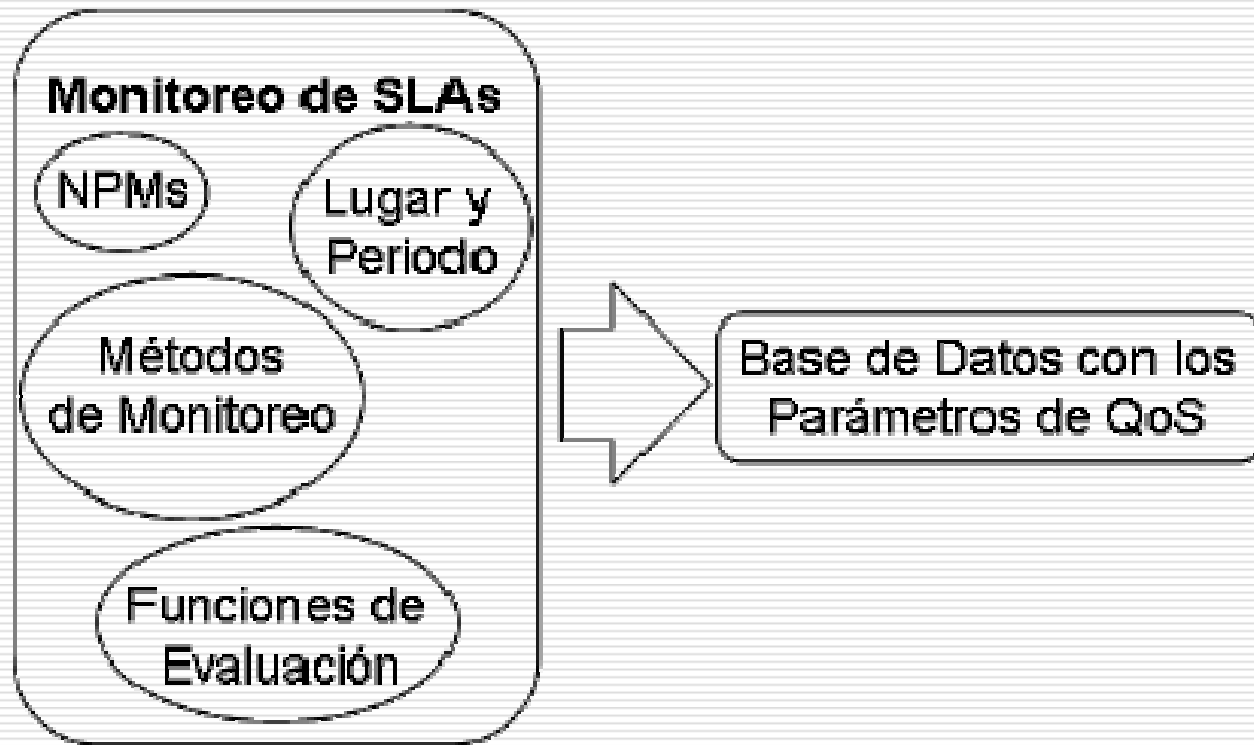
# Gestión de Servicios

---

- ❑ La gestión de los servicios no solo se encarga de velar por el buen desempeño de las aplicaciones sino también por su disponibilidad y mejoras continuas.
- ❑ Se basa en la percepción del usuario final y trata de mapear lo subjetivo a lo objetivo.

# Evaluación de SLAs

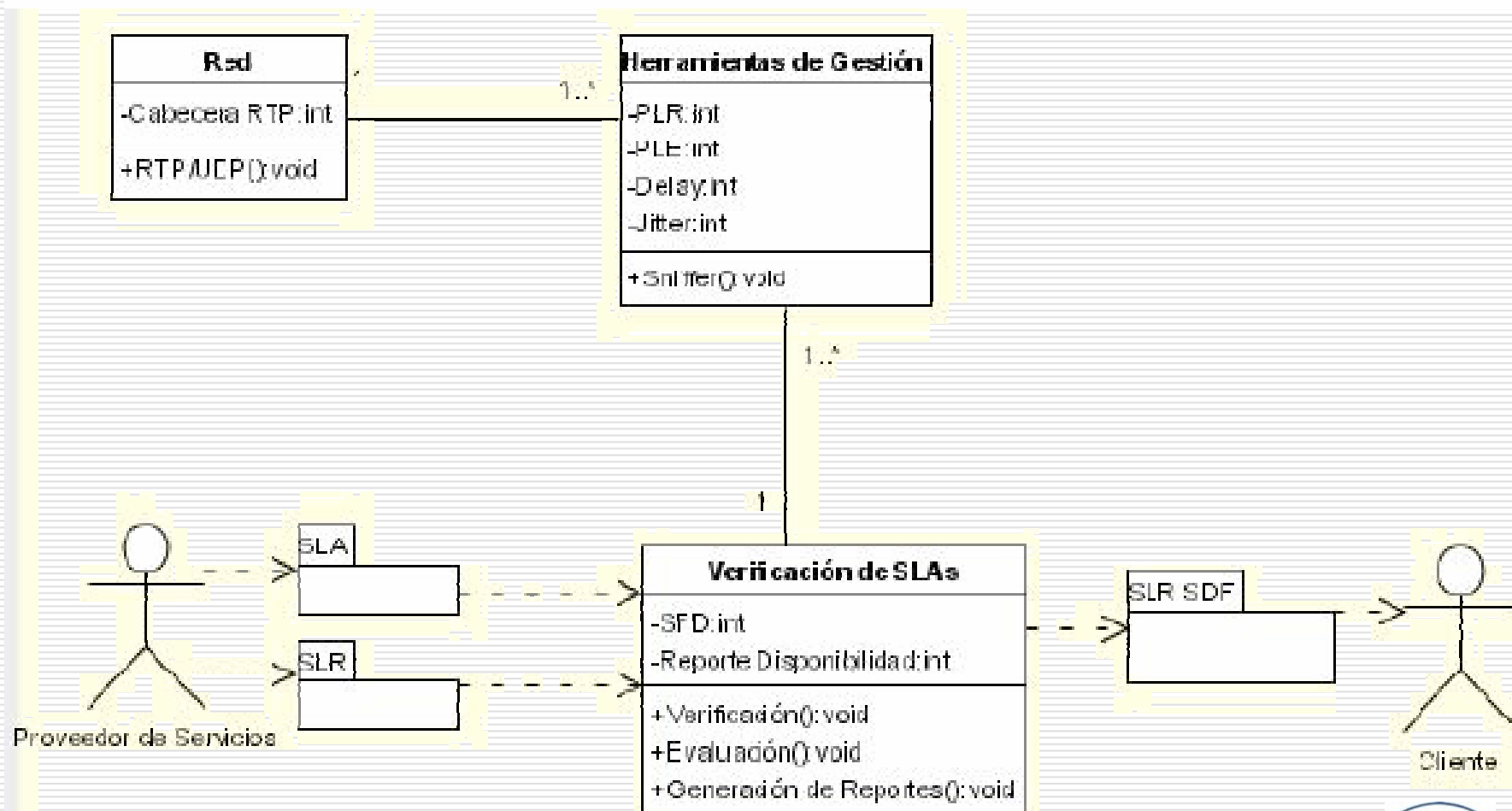
---



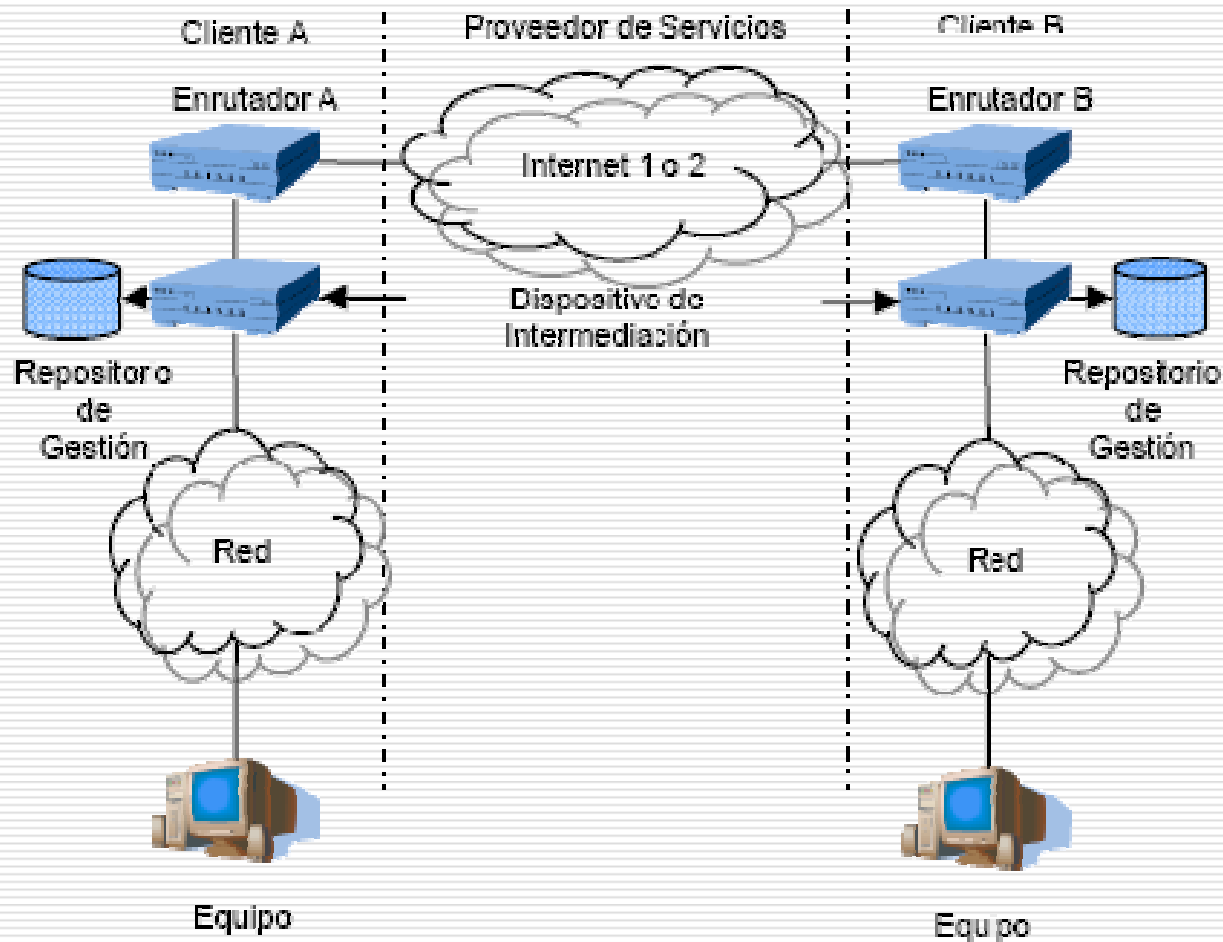
# Como monitorizar

---

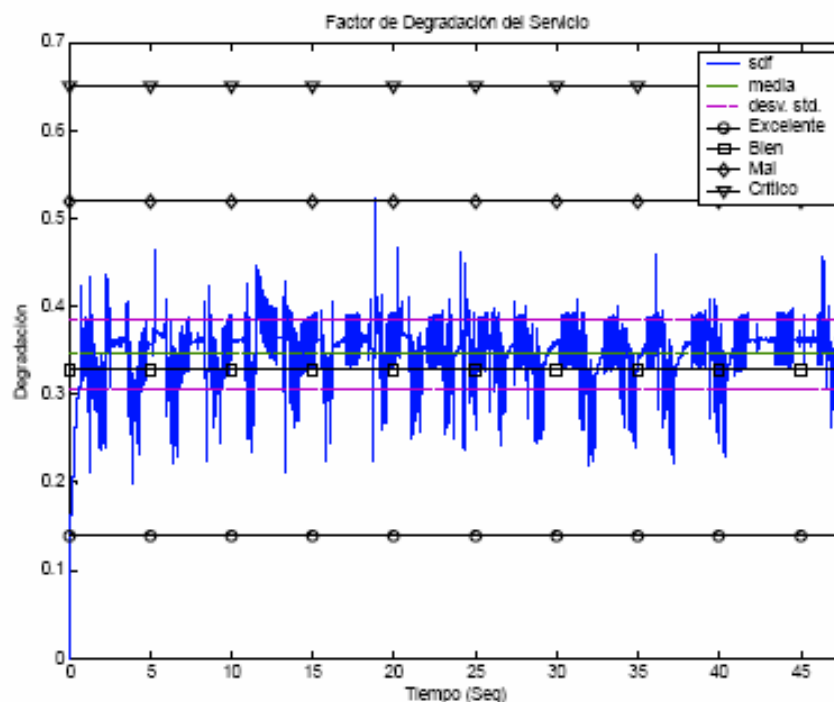
- Tipos de métodos de monitoreo que existen:
  - Monitoreo Activo
  - Monitoreo Pasivo
  - Monitoreo por medio de uso de Agentes SNMP



# Escenario de medición

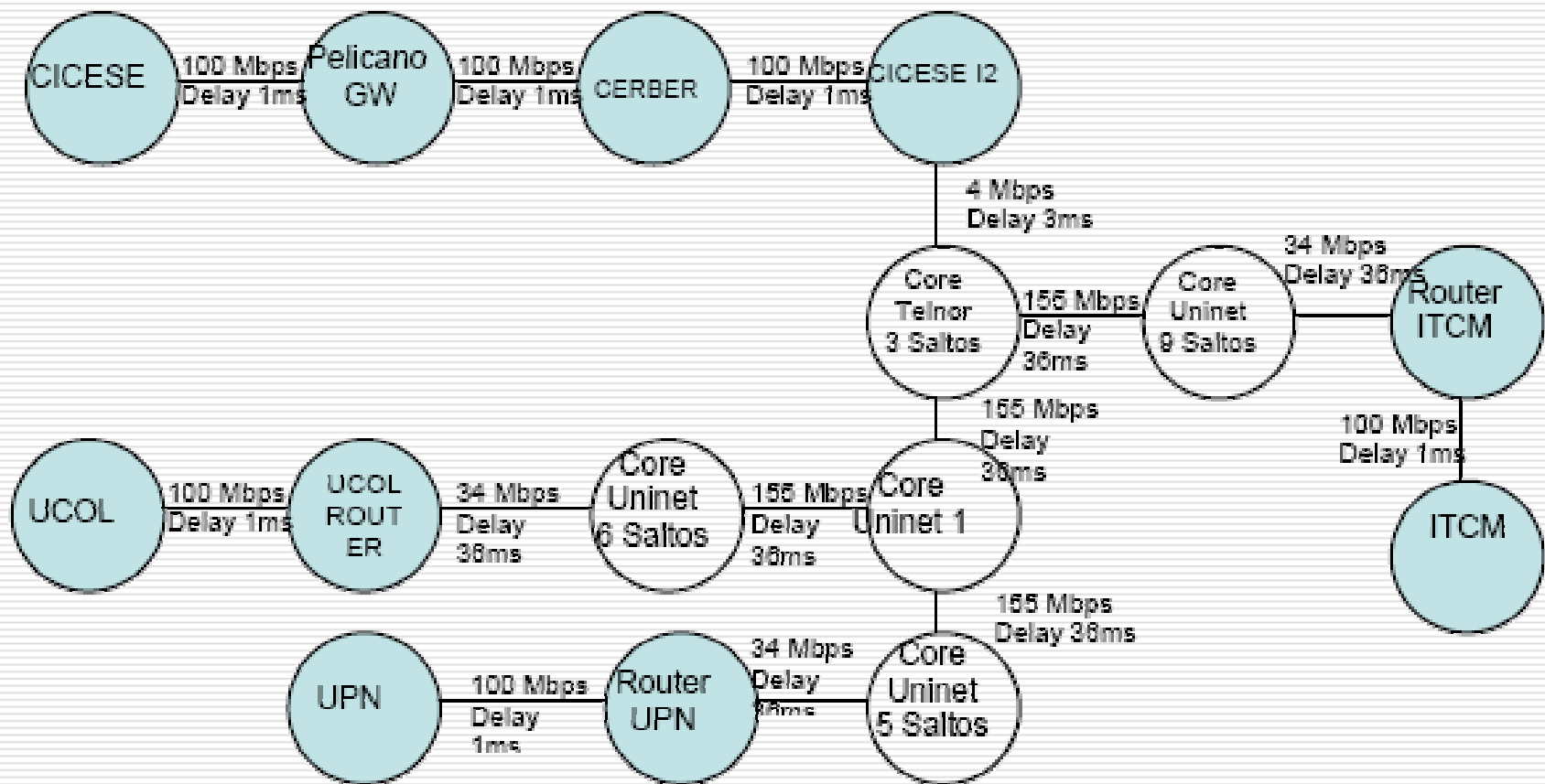


Acuerdo SLA			SFD	
	SLO	ESLO		
Disponibilidad	99.99%	99.999%	Excelente	.139
PLR	$1 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^{-5}$	Bueno	.32867
PER	$1 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^{-5}$	Malo	.5196
Delay	360ms	150ms	Crítico	.650
Jitter	45ms	15ms		

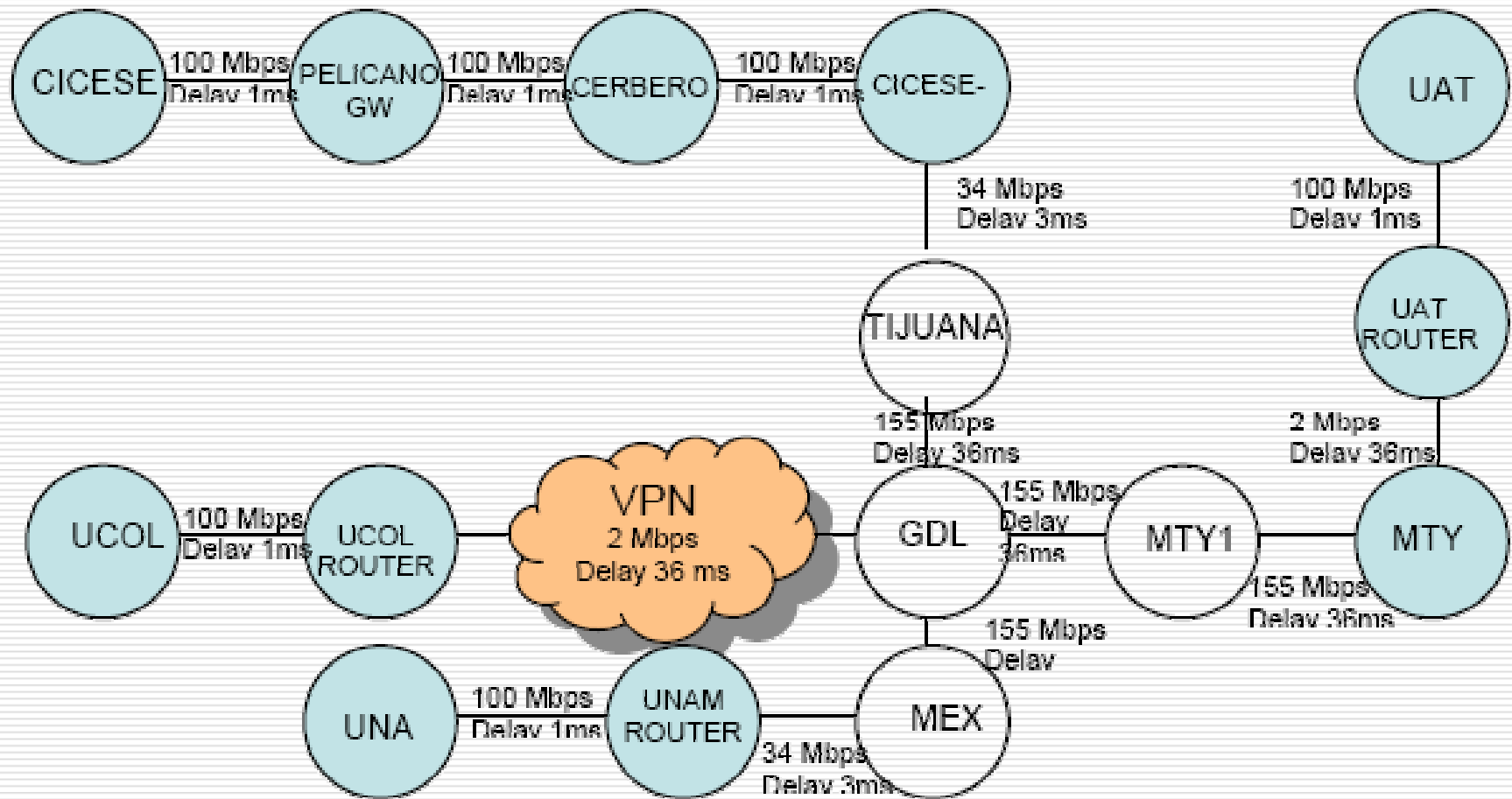


En base a la desviación estándar arriba de la media del factor de degradación del servicio el servicio se evalúa como regular-bien ya que esta muy cerca del umbral de bien.

# Consideraciones en WAN



# Consideraciones en WAN





# Umbrales para el factor de degradación del servicio

---

Nivel	Valor de SDF
Excelente	0.139
Bien (Aceptable)	0.32867
Mal (Pobre)	0.5196
Crítico	0.65

# Caso de estudio

---

Implementación de la red nacional de Videoconferencia, y telefonía IP de los Centros Públicos de Investigación del CONACyT

# Objetivo

---

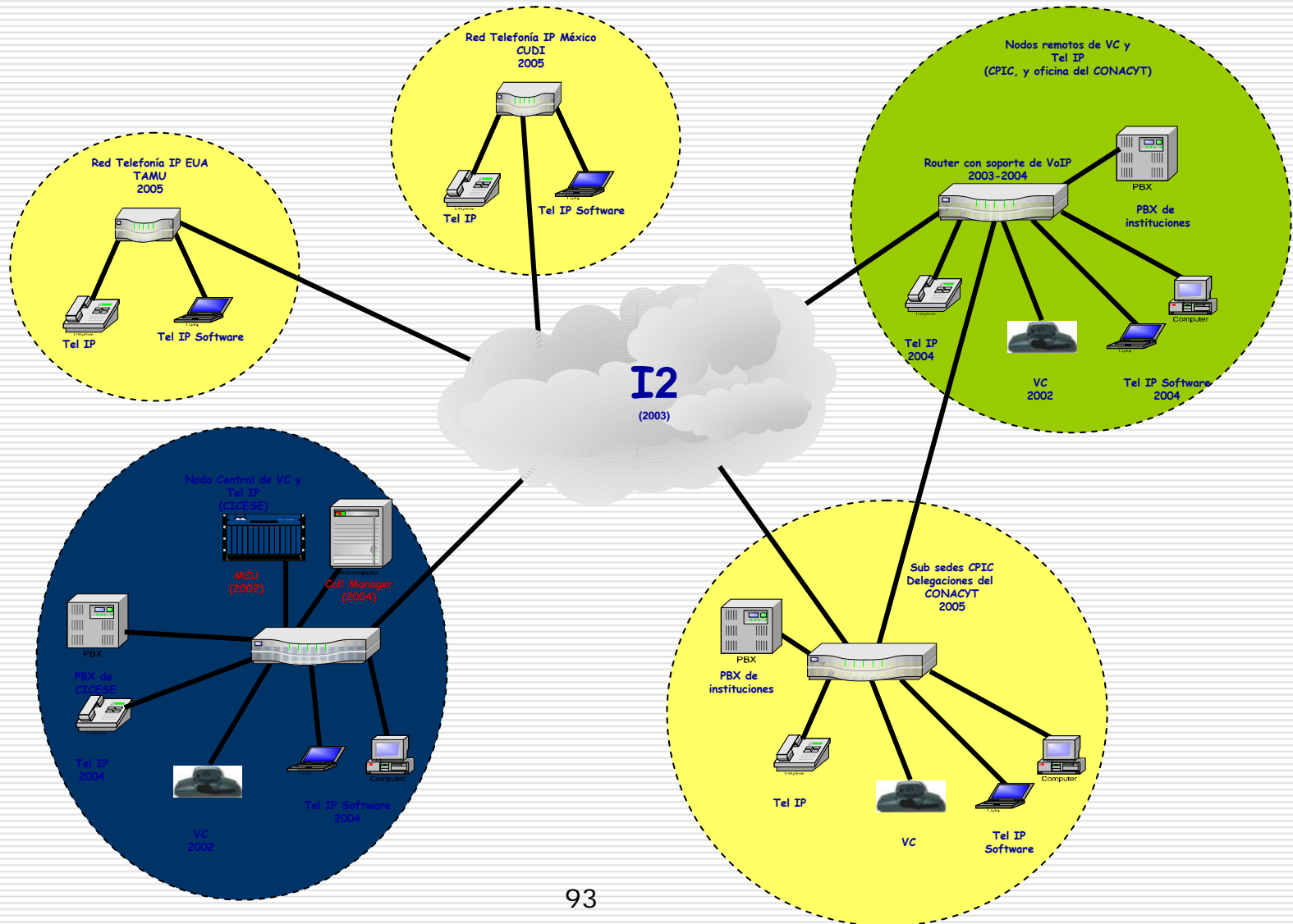
- Utilizar la infraestructura de red que interconecta a los CPC (Internet2) para implementar aplicaciones multimedios  
Videoconferencia, Voz sobre IP.

# Beneficios

---

- ❑ Integración de servicios en una misma plataforma de red (voz, datos, video).
- ❑ Incremento en el conocimiento sobre nuevas tecnologías de información del personal de los centros del Sistema CONACYT.
- ❑ Incremento en el intercambio de información entre el personal de todas las instituciones del CONACYT.

# Arquitectura



# Red Internet2 CPIC

---

## □ Avances

- 2 instituciones conectadas con E3
- 9 conectadas con enlaces PP E1
- 18 conectadas con enlaces VPN

## □ Futuro

- Análisis del desempeño de red WAN y LANs
- Implantar herramientas de monitoreo de enlaces y servicios
- Activar QoS
- Contabilizar el uso
- Conectar subsedes



# Telefonía IP (avances)

---

## □ Avances

- Creación del directorio en línea
- 28 centros conectados por troncales de VoIP, acceso a 6,000 teléfonos
- Servicio de telefonía IP en todas las 29 instituciones

## □ Futuro

- Activación de servicios en centros
  - Llamadas a operadoras
  - Códigos de Autorización
  - Llamadas a la calle
  - Llamadas a la calle a través de otros centros
  - Instalación de equipos routers/gateways restantes
- Interconexión de Call Managers
- Estadísticas de utilización
- Instalación de Gatekeepers
- Adquisición e instalación de Call managers de respaldo
- Actualización del Call Manager actual
- SIP trunking con TAMU, y otras universidades de CUDI
- Expansión del servicio a subsedes, y delegaciones
- Redundancia en sistemas y enlaces
- Integración con la red de VC

# Conclusiones

---

- Es previsible que los sistemas de videoconferencia sean una tecnología emergente en los próximos años.
- Es importante saber seleccionar los codecs tanto para audio como para video.
- Los aspectos de desempeño son de algún modo fáciles de controlar en un ambiente local
- El problema mas serio esta en la red WAN cuando uno no tiene control de ella