

QoS

QoS

*Quality
of
Service*

¿Qué es QoS?

- Una colección de técnicas que permite a las aplicaciones o usuarios solicitar o recibir un determinado nivel de servicio predecible en términos de:
 - Ancho de banda (**throughput**)
 - Retardo (**delay**)
 - Variación de retardo (**jitter**)
 - Pérdida de paquetes *(**loss**)
- Dos arquitecturas propuestas en IPv4 para brindar QoS:
 - **IntServ** o Servicios Integrados
 - **DiffServ** o Servicios Diferenciados

QoS - IntServ

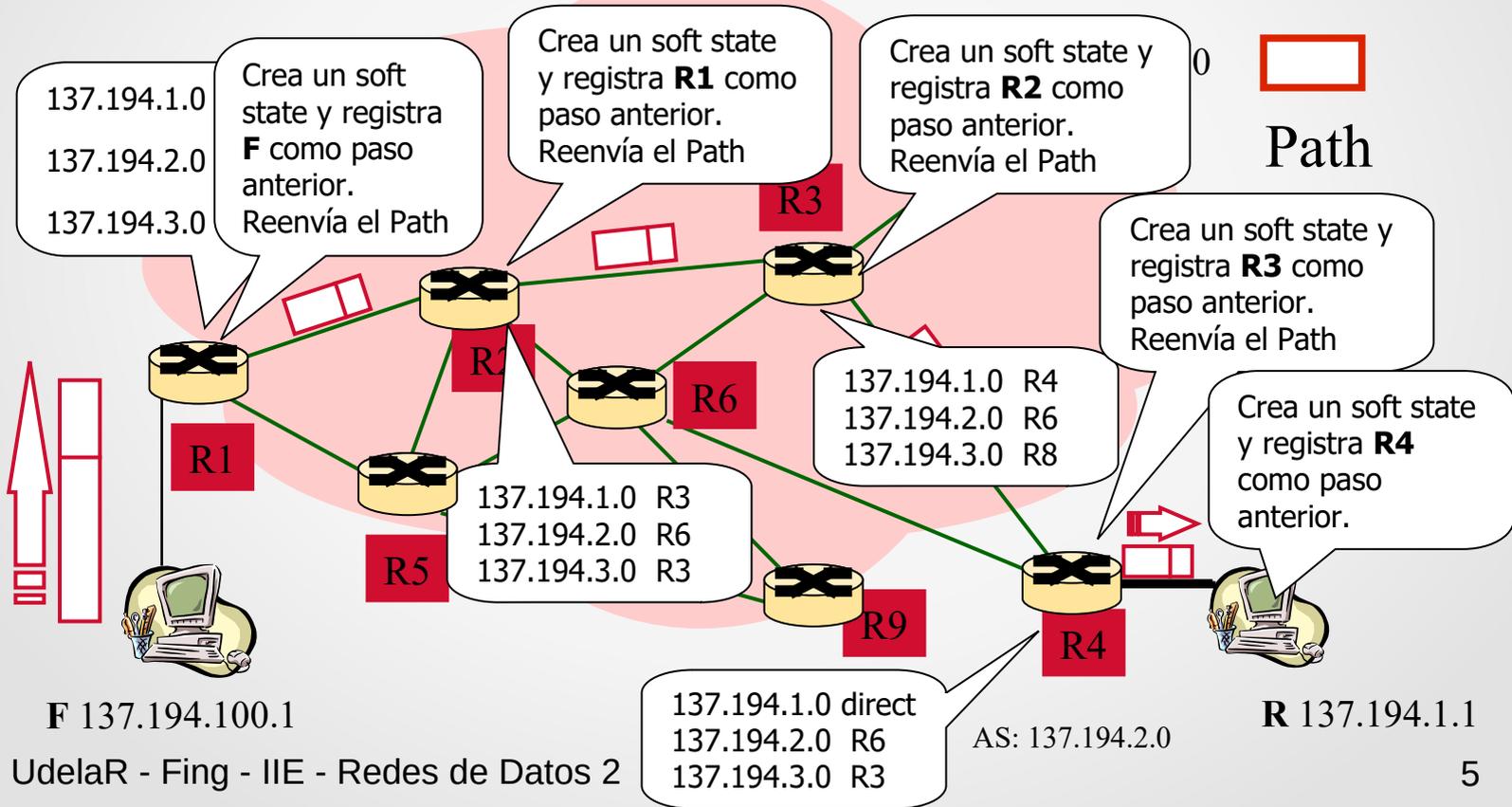
- **Flujo:** IP origen y destino, protocolo, puerto origen y destino
- Opera sobre **flujos individuales** reservando recursos suficientes en los routers de extremo a extremo, para satisfacer los requerimientos de QoS del mismo.
- Puede trabajar unicast o multicast
- Un router debe ser capaz de proveer la QoS adecuada para cada flujo.
- Es necesario un **protocolo para reservar** los recursos que se requieren a lo largo del camino.

IntServ - RSVP (RFC 2205)

- **RSVP** (Resource Reservation Protocol)
- Reserva en una dirección (sentido)
- La reserva de recursos al router es **definida por el receptor**
- Dos mensajes básicos
 - **Path message** (Fuente a el/los destinos)
 - **Reservation message** (del destino a el/las fuentes)
- Siguen la ruta definida por el sistema de ruteo. **No es** un protocolo de ruteo.
- Flexible para cambio de rutas o grupos dinámicos

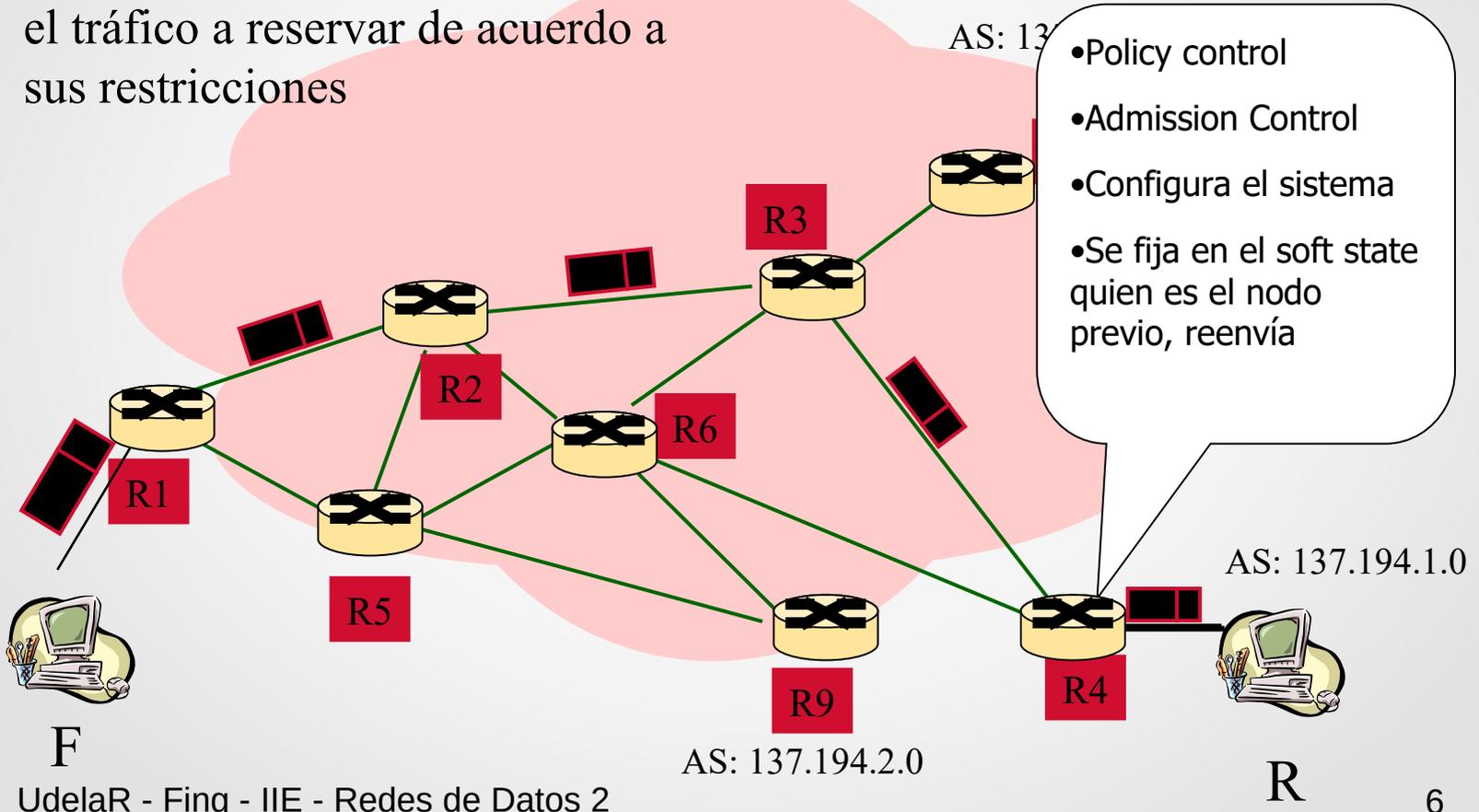
RSVP - PATH

F fuente y **R** receptor (reserva en sentido F a R)
F quiere iniciar una sesión con **R**

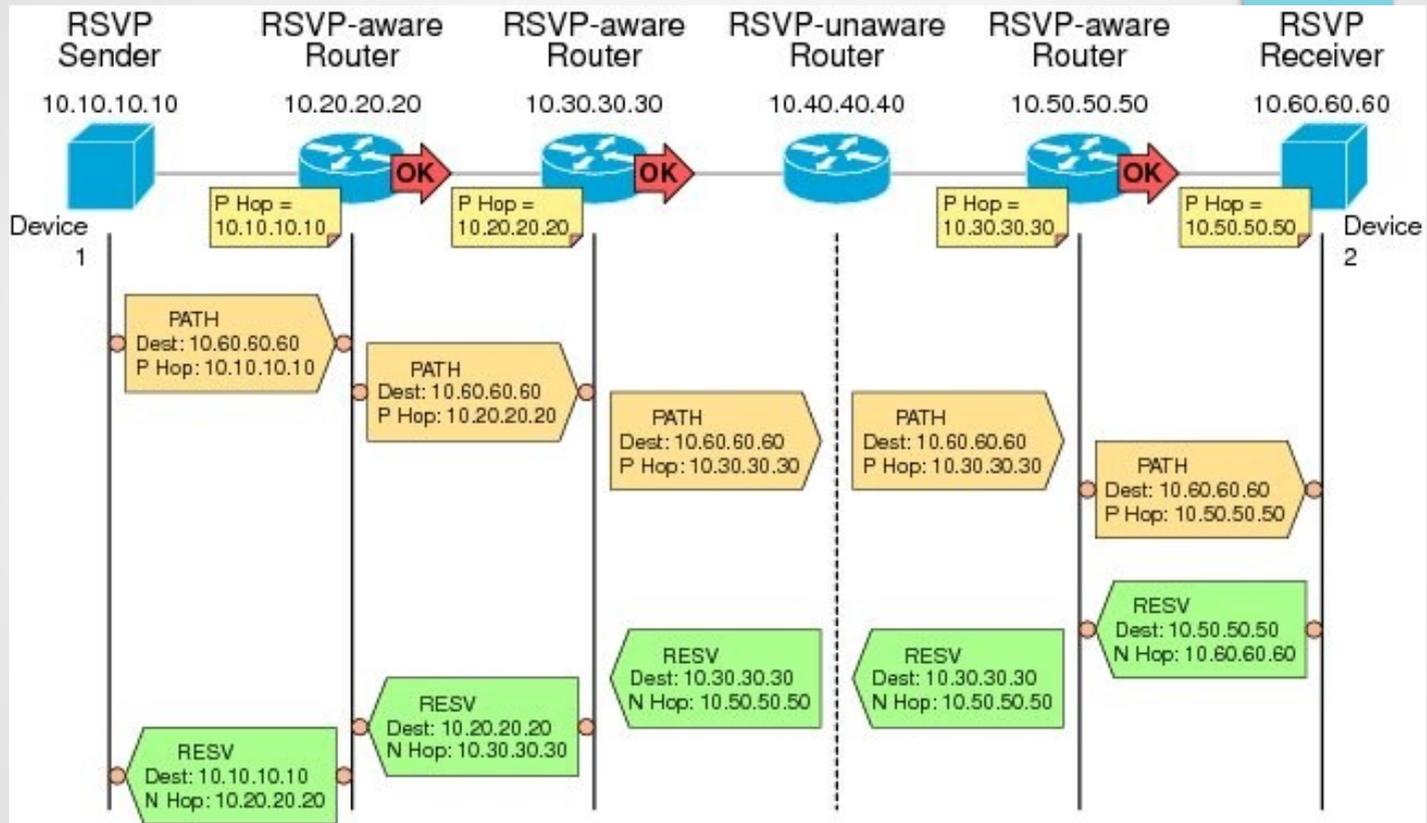


RSVP - RSV

R decide aceptar la sesión y define el tráfico a reservar de acuerdo a sus restricciones



RSVP – unaware router



Legend: ○ = RSVP processing occurs OK → = Bandwidth reserved on interface

14-1853

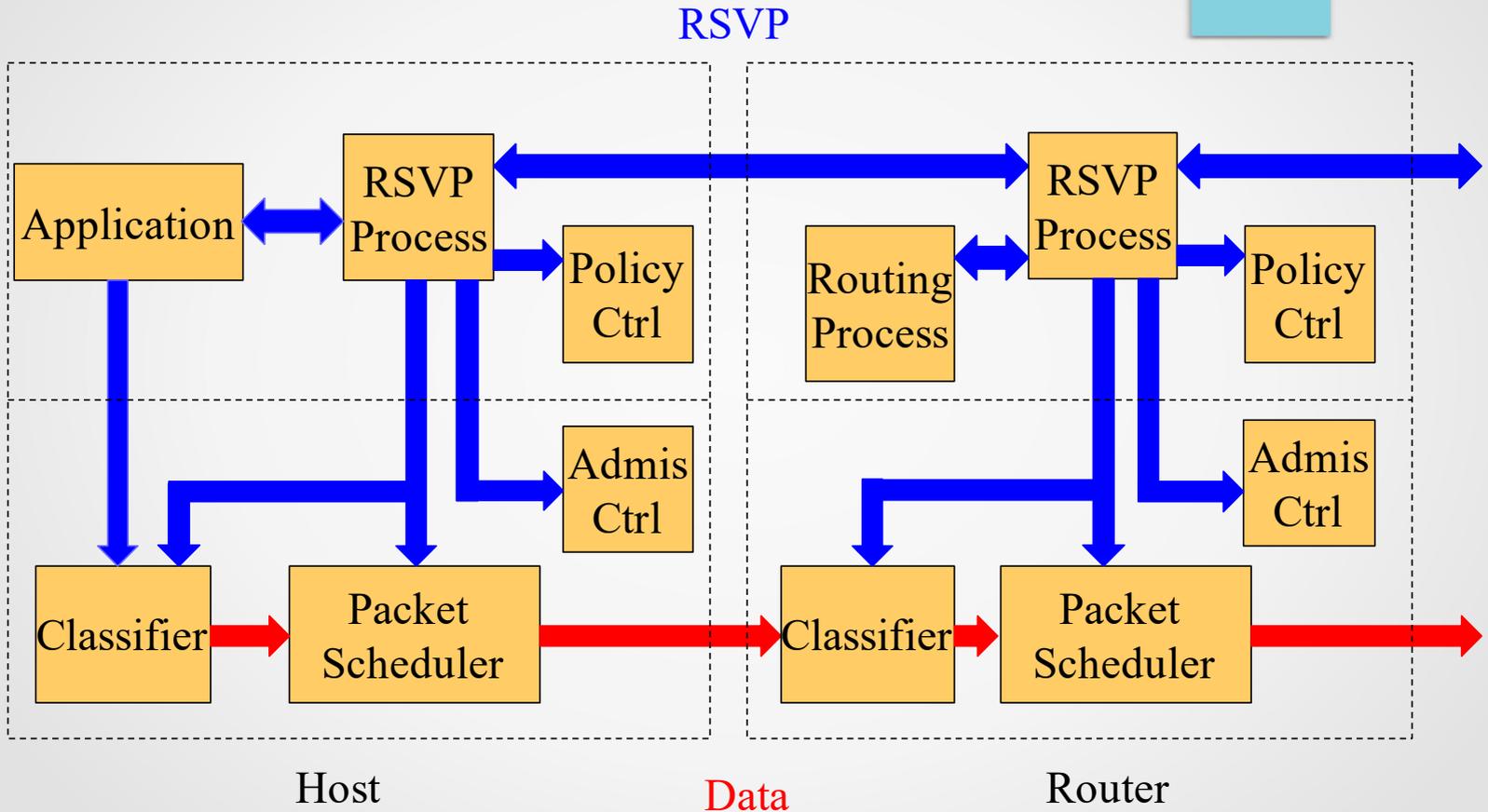
RSVP - PATH

- Se envía desde la **fuente**.
- Especifica el tráfico de la fuente (características del tráfico).
- Genera un “**soft state**” en cada router donde se identifica la **sesión** y la dirección IP del **salto previo**.
- Se envía al siguiente router según la tabla de ruteo.
- Recorre el/los caminos hasta llegar a el/los destinatarios.
- Puede transportar una descripción de las capacidades de los nodos (la QoS que efectivamente se puede brindar).

RSVP -RESV

- Lo envía el **destinatario**.
- Indica las características del tráfico a recibir (ejemplo HD o full HD).
- Sigue la **ruta inversa al PATH** correspondiente.
- Cada router verifica al recibir el RESV si:
 - existen las autorizaciones correspondientes
 - existen los recursos solicitados
- Si alguna de las condiciones anteriores falla se envía al destinatario un **ResvErr**.
- Si las condiciones tienen éxito:
 - se configura el **clasificador** y el **scheduler**
 - se envía un mensaje **RESV al nodo anterior**

RSVP - Bloques



RSVP Bloques – Conceptos genéricos de QoS

- El bloque "**packet classifier**" clasifica el tráfico de la aplicación y determina la QoS acordada.
- Para cada interfaz de salida del router el bloque "**packet scheduler**" implementa los mecanismos para alcanzar el nivel de QoS acordado.
La interfaz de salida gestiona varios flujos de forma simultánea.
- Durante el proceso de reserva, la petición de RSVP QoS se envía a dos bloques de decisión antes de aceptarla, "**admission control**" y "**policy control**".
- El bloque de "**admission control**" determina si el nodo (router o host) dispone de recursos suficientes para proveer el nivel de QoS solicitado.
- El bloque de "**policy control**" determina si existen permisos administrativos para que se pueda realizar la reserva.

RSVP - Resumen

- Antes de crear una sesión desde la fuente al receptor, el receptor debe comunicarse con la fuente por un **mecanismo fuera de banda**.
- La reserva se hace efectiva en el mensaje RESV.
- Las reservas son en el “**plano de control**” (reserva vs control).
- ¿Que sucede con el tráfico best effort sin reservas?
- Directamente sobre IP (protocol 46)
- El paquete IP lleva la opción IP Router Alert (RFC 2113) para que los routers revisen el paquete y no conmuten.
- Requiere refrescar el estado “**soft state**”
- Problemas de **escalabilidad** (flujos), pocas implementaciones.

DiffServ – Servicios Diferenciados

- Busca la diferenciación de servicios en IP de manera **escalable y gestionable**.
- En vez de realizar la clasificación a nivel de flujos individuales, se realiza a nivel de **clases** o conjuntos “grandes” (en vez de flujos).
- Las **reservas** de QoS realizadas se aplican **por clase**, sin analizar o diferenciar entre flujos (dentro o fuera de la clase).
- **IP:** se utilizan 6 bits del TOS para DSCP (Differentiated Service Code Point)
- Asignar una marca (DSCP) **al ingresar el tráfico** a la red, luego cada enrutador en el camino **toma acciones de acuerdo a la marca**.

DiffServ - IPv4

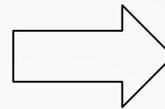
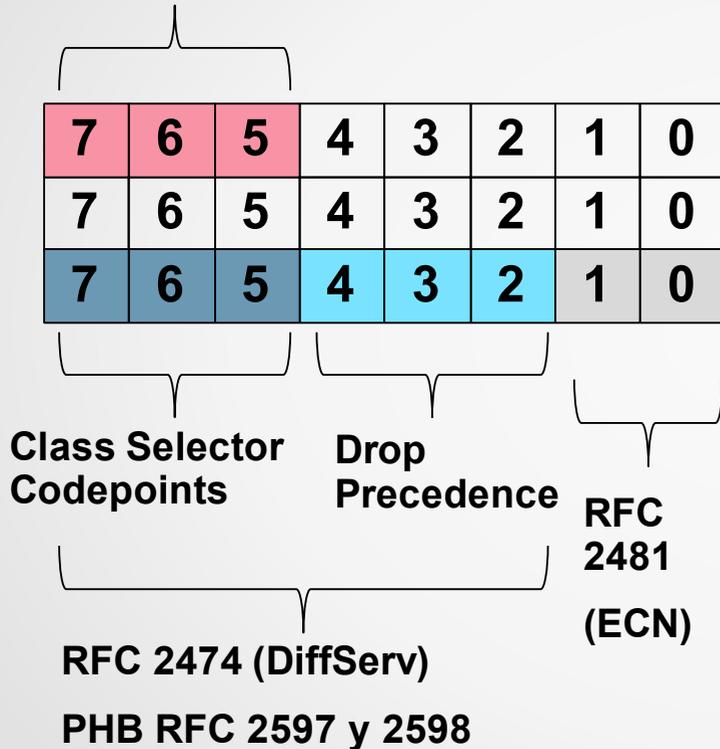
1 byte		1 byte		1 byte		1 byte	
Vers.	IHL	TOS		Total Length			
Identification				Flags		FO	
TTL		Protocol		Header Checksum			
Source IPv4 address (4 bytes)							
Destination IPv4 address (4 bytes)							
Options			Padding				

DiffServ - IPv6

1 byte	1 byte	1 byte	1 byte
Vers.	Traffic Class	Flow Label	
Payload Length		Next Header	Hop Limit
Source IPv6 address (16 bytes)			
Destination IPv6 address (16 bytes)			
Extensions (variable)			

Type Of Service vs Precedence IPv4

RFC 791 (IP precedence) – traducción sencilla a 802.1p



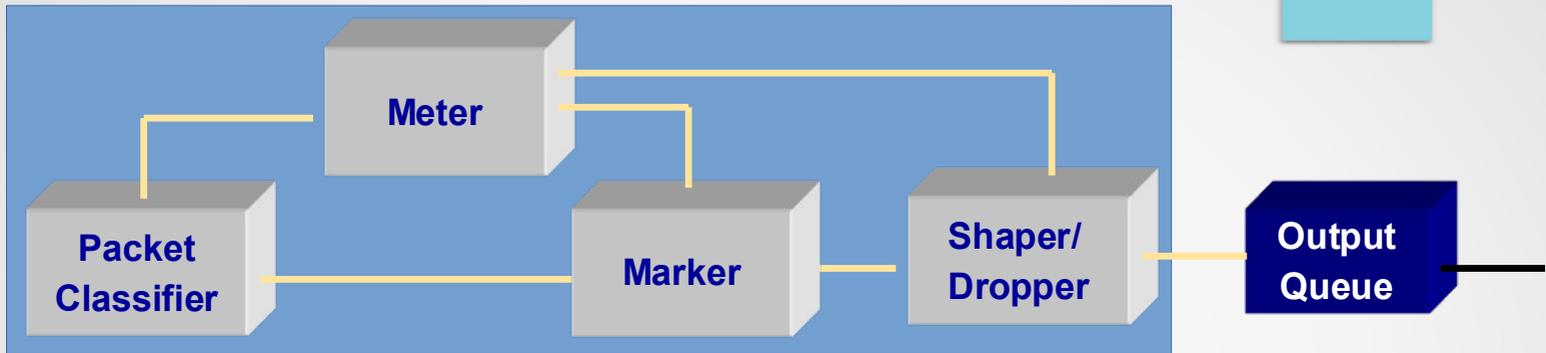
TOS IP (8 bits)

CSx	Significado histórico	Uso generalizado
111	Network Control	Tráfico de control (ej: routing)
110	Internetwork Control	
101	CRITIC/ECP	Voz
100	Flash Override	Vconf., streaming
011	Flash	Call signaling
010	Immediate	Libres para clasificar tráfico de datos
001	Priority	
000	Routine	

DiffServ

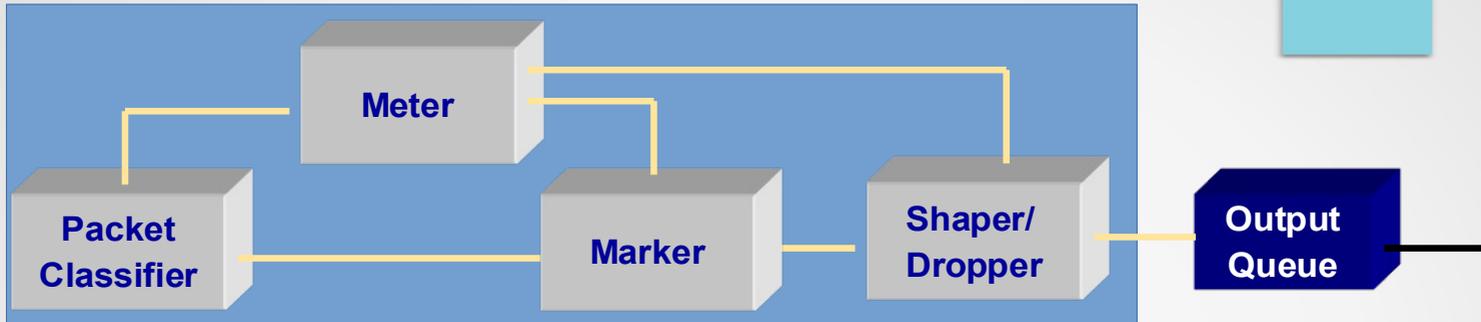
- **DSCP:** PHB (per hop behaviour).
- **PHB** define el tratamiento en cada nodo (como gestionar la QoS para dicho valor de DSCP)
- El DSCP es definido en la frontera y en los **routers internos es examinado** para asociar el PHB, es responsabilidad del router la implementación de QoS.
- La mayor complejidad residirá en los nodos exteriores, son estos los que deben analizar los flujos y asignar el valor de DSCP.
- **Requiere Service Level Agreement (SLA)** (estático o dinámico)
 - Es un contrato entre un cliente y un proveedor de servicio
 - Especifica el tráfico que el cliente puede mandar
 - Especifica el compromiso del ISP con el cliente para los tráficos dentro y fuera del acuerdo
 - Otras consideraciones contractuales (ej: penalizaciones)

Arquitectura de un **nodo Exterior**



- **El clasificador:** selecciona paquetes de acuerdo a ciertos criterios y los redirecciona.
 - MF (**MultiField**)
 - BA (**Behaviour Aggregate**) basado en el DS codepoint.
- **El acondicionador de tráfico:** Traffic Profile.

Arquitectura de un nodo Exterior



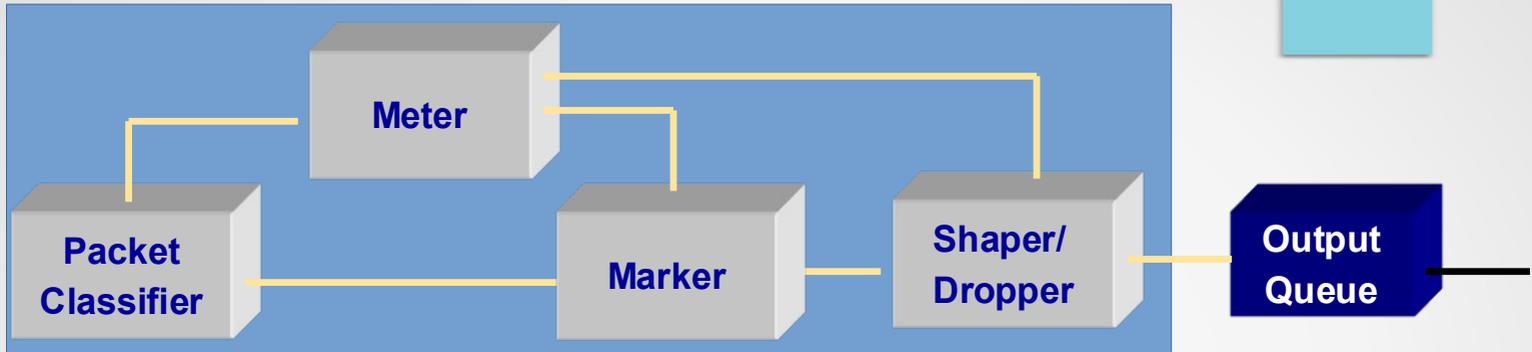
Meter: realiza mediciones temporales del conjunto de paquetes seleccionados por el clasificador contra el **TCA** (Traffic Conditioning Agreement).

Marker: marca el campo **DS** con un código particular asociándolo a un **BA** particular.

Shaper: retarda algunos o todos los paquetes para que cumplan con el traffic profile.

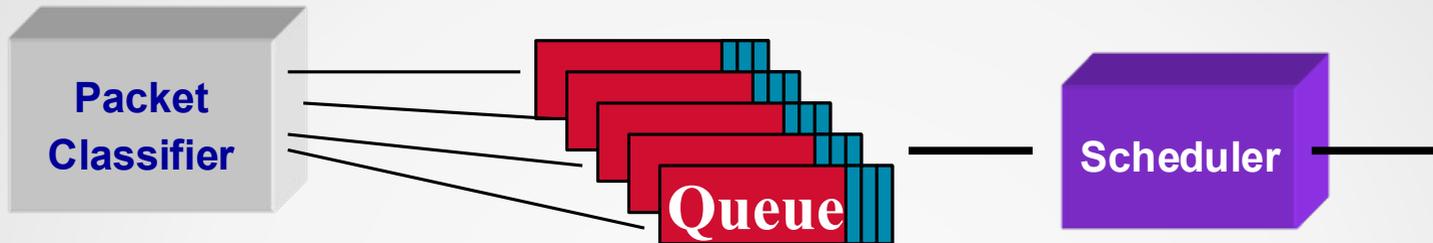
Dropper: descarta algunos o todos los paquetes para que cumplan con el traffic profile.

Arquitectura de un nodo Exterior



- **Traffic Profile:** Descripción del tráfico, definido como los parámetros de un balde con goteo o un balde de tokens.
- **In-profile** puede ser enviado sin ningún otro procesamiento, marcado o remarcado.
- **Out-of-profile**
 - Reshaped
 - Remarked
 - Dropped

Arquitectura de un nodo interior



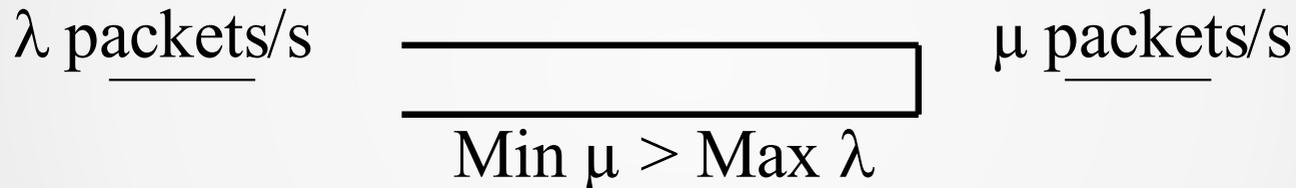
- **PHB:** es una descripción del comportamiento de reenvío observado exteriormente (caja negra)
- Verifica la marca de **DSCP/DS** y en base a ello asigna a una cola.
- **Scheduler:**
- Hace referencia a como un nodo asigna los recursos al tráfico agregado.
- Puede ser implementado por diferentes mecanismos:
 - Garantizar un X% del ancho de banda de un link.
 - Garantizar un Y% del ancho de banda de un link, el tráfico excedente, recibe proporcionalmente un reparto de los recursos libres.
 - Colas de prioridad estricta de un tráfico por sobre otros.

PHB

- **PHBs:**
 - **Best-Effort** (BE, codepoint 0) o Default PHB
 - Assured Forwarding (AF_{xy} – RFC 2597)
 - **Expedited Forwarding** (EF – RFC 2598)

DiffServ – PHB - EF

- **Alta prioridad:** pocas pérdidas, baja latencia, bajo jitter, bw garantizado. **DSCP recomendado** 101110 (46)
- La tasa mínima de salida asegurada en todo router al agregado de paquetes **EF** debería ser mayor a la tasa máxima de entrada.



- Debe ser servido al menos a la tasa configurada (μ , medida en un intervalo), independiente del tráfico **no-EF** (el resto del tráfico)
- **Implementación** : Colas con prioridades, WFQ, etc.
- El objetivo es que el flujo agregado **EF** vea siempre (o casi) la cola vacía.

DiffServ – PHB – Assured Forwarding (AF)

- 4 clases de PHBs (AF1x, AF2x, AF3 y AF4x) independientes
- Cada AF tiene una reserva en cada nodo (BW, buffer)
- Cada AF tiene 3 probabilidades de descarte (drop)

DSCP **xxx****yy**0 : **xxx** la clase, **yy** la drop precedence

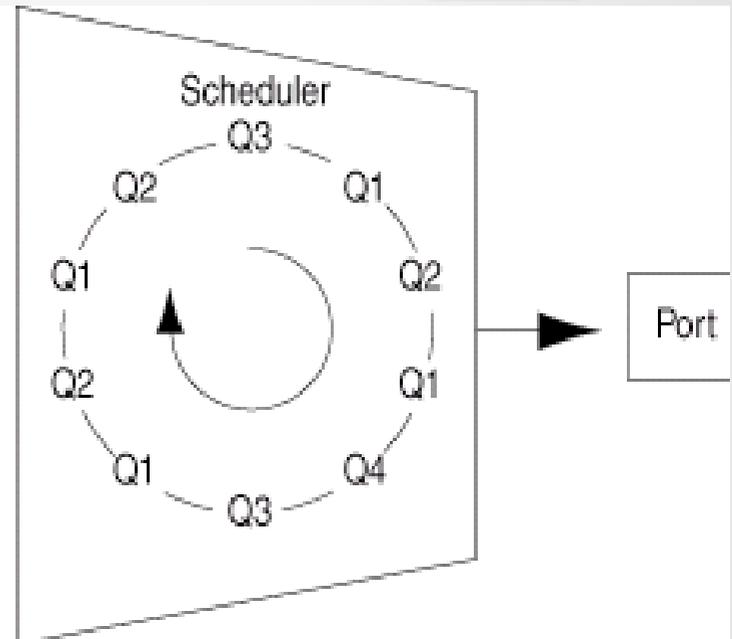
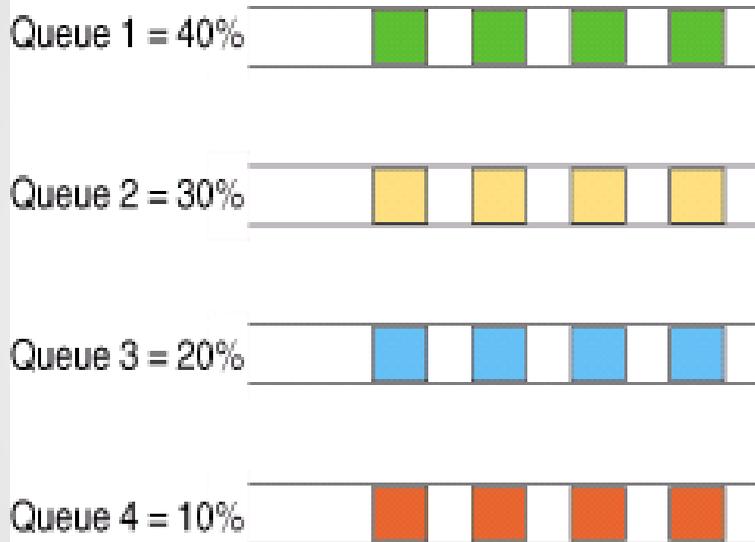
Drop precedence alta implica mayor probabilidad de descarte

- No hay relación entre probabilidades de descarte de clases diferentes
- A cada clase se le debe asignar una cantidad mínima de recursos y **puede obtener más si hay exceso**

$$p_L \leq p_M \leq p_H$$

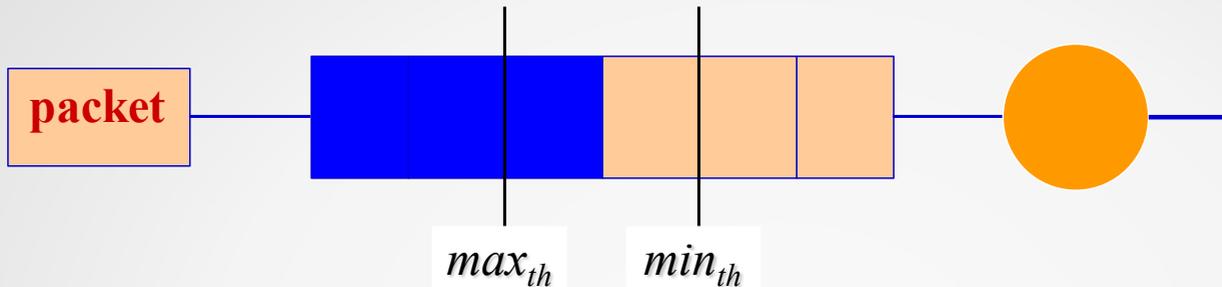
Drop	Class 1	Class 2	Class 3	Class 4	Drop prob.
Low	00 10 10 AF11	010 0 10 AF21	0 110 10 AF31	100 0 10 AF41	p_L
Medium	00 11 00 AF12	010 1 00 AF 22	0 111 00 AF32	100 1 00 AF42	p_M
High	00 11 10 AF13	010 1 10 AF23	0 111 10 AF33	100 1 10 AF43	p_H

DiffServ - Schedulers

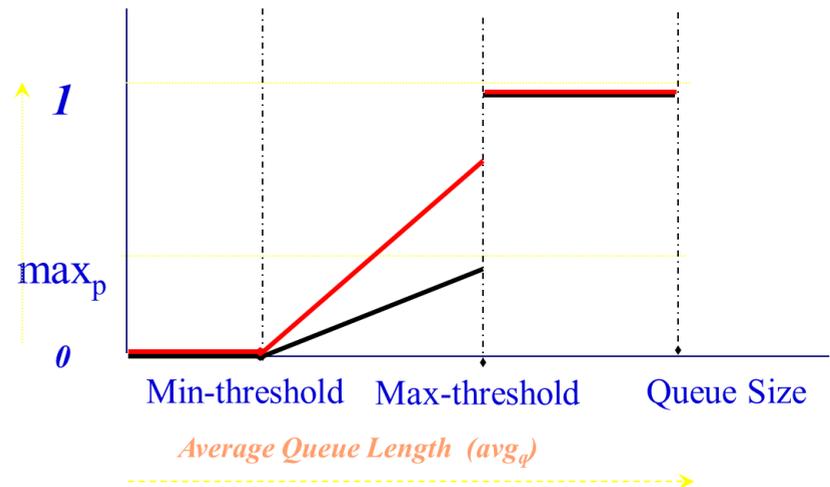


- Ejemplo **Weight Round Robin (WRR)**
- Otros: **strict priority**. etc

DiffServ – RED (Random Early Detection)

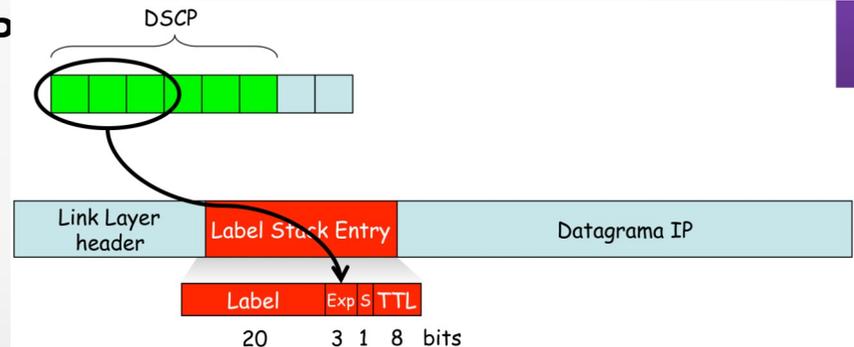


- Dependiendo de la uso del buffer, tengo probabilidad de descarte de paquetes.
- El objetivo original fue evitar sincronizar las ventanas de TCP por descartes.
- Esquema original, una cola de prioridad alta y un buffer al cual se aplica RED.
- Extensiones para poder utilizar diferentes umbrales y probabilidades de descarte (por DSCP) en el buffer.
- Extensiones para que los DSCP puede ir a diferentes buffers de salida, y cada uno implementar RED.



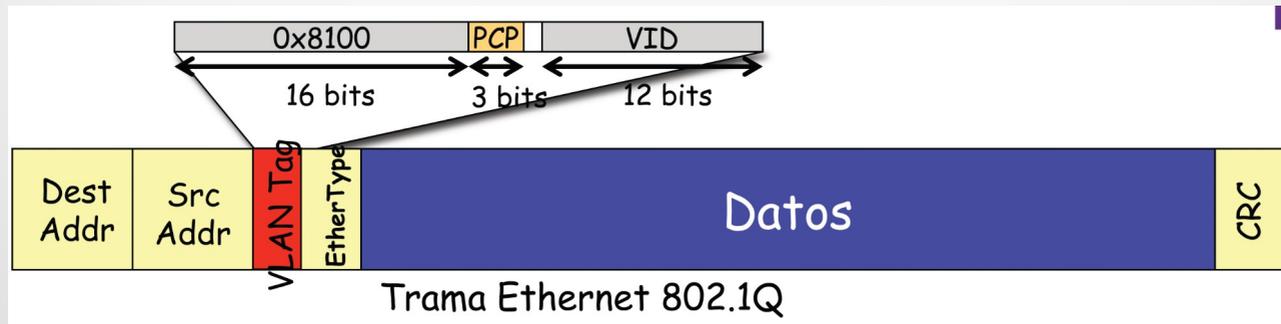
DiffServ y MPLS

- Los **LSRs** no ven el DSCP
- Bits “**EXP**” definidos en RFC 3270 : “Multi-Protocol Label Switching (MPLS) Support of Differentiated Services”
- **Son 6 bits para DSCPs y solo 3 bits en el campo EXP de MPLS**
- Mapear varios PHBs del DSCP a un mismo valor EXP: PHB Scheduling Class (PSC). **Es posible remarcar de otras formas.**
- Dentro de MPLS el PHB se define por los bits EXP.
- **El paquete IP no pierde el DSCP**



PHB y Ethernet

- ¿Qué sucede cuando en el camino hay dispositivo que solo trabajan en capa 2?
- **El campo de prioridad en 802.1Q es análogo al DSCP**
- Solo 8 valores frente a los 64 DSCPs.
- Los conmutadores ethernet suelen implementar una cola de prioridad (EF) y una serie de colas con pesos (AF)
- Los puntos de ingreso y egreso son dispositivos que ven el valor de DSCP, deben “**mapearlo**” a la combinación de p-bit adecuada.



QoS Diffserv - ¿Cómo hacer un plan?

- Las marcas permiten indicar que tratamiento deseamos para el tráfico.
- Cada equipo puede implementar de forma diferente como prioriza el tráfico de acuerdo a las marcas. (**consistencia**)
- **QoS extremo a extremo**, se debe identificar todos los modelos de equipos involucrados, y las capacidades para identificar marcas y hacer tratamientos diferenciados por marca.
- **DSCP/EXP bit/p-bit**: el mínimo común denominador es 8 clases diferentes, lo recomendable es basar el plan en 8 clases.
- Se debe **releva**r los diferentes tipos de tráficos, “meditar” **qué tráfico es prioritario** sobre otro (funcionamiento de la red, servicios sensibles, best-efforce)

Tráfico de voz vs Network Control

Requiere definir una plan QoS, que tratamientos se debe ofrecer a cada clase, y “**ecualizar**” entre los diferentes equipos.

- Funciona “**bien**” si la mayor parte del tráfico es “**elástico**” (BE) que se adapta a los recursos disponibles.

Si no priorizo, frente a congestión se descarta al azar.

QoS Diffserv - ¿Cómo hacer un plan?

- Idealmente el tráfico debe **marcar desde el origen**, en caso de requerirse, remarcar “lo antes posible”.
- Las marcas de deben traducir en las fronteras de tecnologías (Ethernet, MPLS, IP, etc). **A veces de forma automática**
- Si los dispositivos son nativos IP, **basar las marcas DSCP** (lo único que se preserva e2e), eventualmente mapear a p-bit o exp-bit, **sin alterar el DSCP**.
- En el caso de existir **túneles IP en IP**: Ipsec, GRE, GTP, etc:
 - Si se “confía” en las marcas existentes, copiar la marca DSCP interno en externo, no alterando el DSCP interno.
 - Si no se “confía” en las marcas, se puede definir las marcas de DSCP externas de acuerdo al servicio, y en el extremo saliente redefinir las marcas nuevas.
- **No siempre es sencillo** confirmar que todo funciona bien. (generadores de tráfico para 10 Gbps/100Gbps).
- La “**sobre ingeniería**” puede evitar que se requiera implementar, comenzar por dónde tiene impactos “**visibles**”.

Resumen:

- **Plan de tráfico** a Clase de servicio, y **prioridad** de una clase sobre otra.
- **Marcas a utilizar:** preferente DSCP (convertir en cambio de tecnología o al ingresar al túnel).
- Las **marcas** se deben de hacer **lo más cercano a la fuente**.
- Dado un servicio, idealmente el **tráfico de ida y vuelta deberían tener las mismas marcas**.
- Los equipos internos solo ven la marca y hace un tratamiento BA (agregado).
- **Homogenizar** las capacidades de priorización de tráfico de los diferentes equipos.
- Comenzar en dónde la probabilidad de sufrir congestión es mayor.
- **Realizar pruebas**, utilizar mecanismos de **monitoreo** de calidad en los servicios sensibles (ejemplo VoIP se estima un MOS, jitter, delay).
- **Revisión de fallas** y escenarios con descartes no deseados,

IntServ vs DiffServ

	IntServ	DiffServ
El tráfico se agrupa	flujo	Clases (varios flujos)
Nodos frontera	Inicio la reserva	Clasifico en marcas
Nodos intermedios	Classifier + Shaper/dropper por flujo	Classifier (no hace falta) Shaper/dropper por clase
Control de tráfico	Definido en RSVP	PHB (cada nodo lo define)
Tráfico sin clasificar	No está controlado	CSC = 000 default
¿Quien garantiza que la fuente cumpla? Reserva en plano control	Necesito controlar al ingreso de la red, controlo el BW.	Necesito controlar al ingreso de la red, controlo el BW y la marca.
Priorización	No esta previsto	Entre clases, podría haber dentro de la clase (probabilidad de descarte).

IntServ vs DiffServ

Reserva en Plano de control = no se garantiza el recurso.

“Cuenta las reserva, pero no controla el ingreso”

Aunque lo controle, el multiplexado estadístico y el tráfico sin reserva/default, pueden generar congestión.

Frente a la congestión no hay un criterio de descarte.

DiffServ no evita la congestión pero define (PHB) como **priorizar**. El tráfico priorizado, no percibe la congestión, el tráfico default si.

Priorizar “funciona” (es una estrategia razonable), si un alto **porcentaje del tráfico no es prioritario**.

¿Dónde Controlar?

Nodos Intermedios
No controlo el ingreso,
acondiono el egreso

Primer nodo de la red
o nodo exterior
¿Confío en el cliente?

