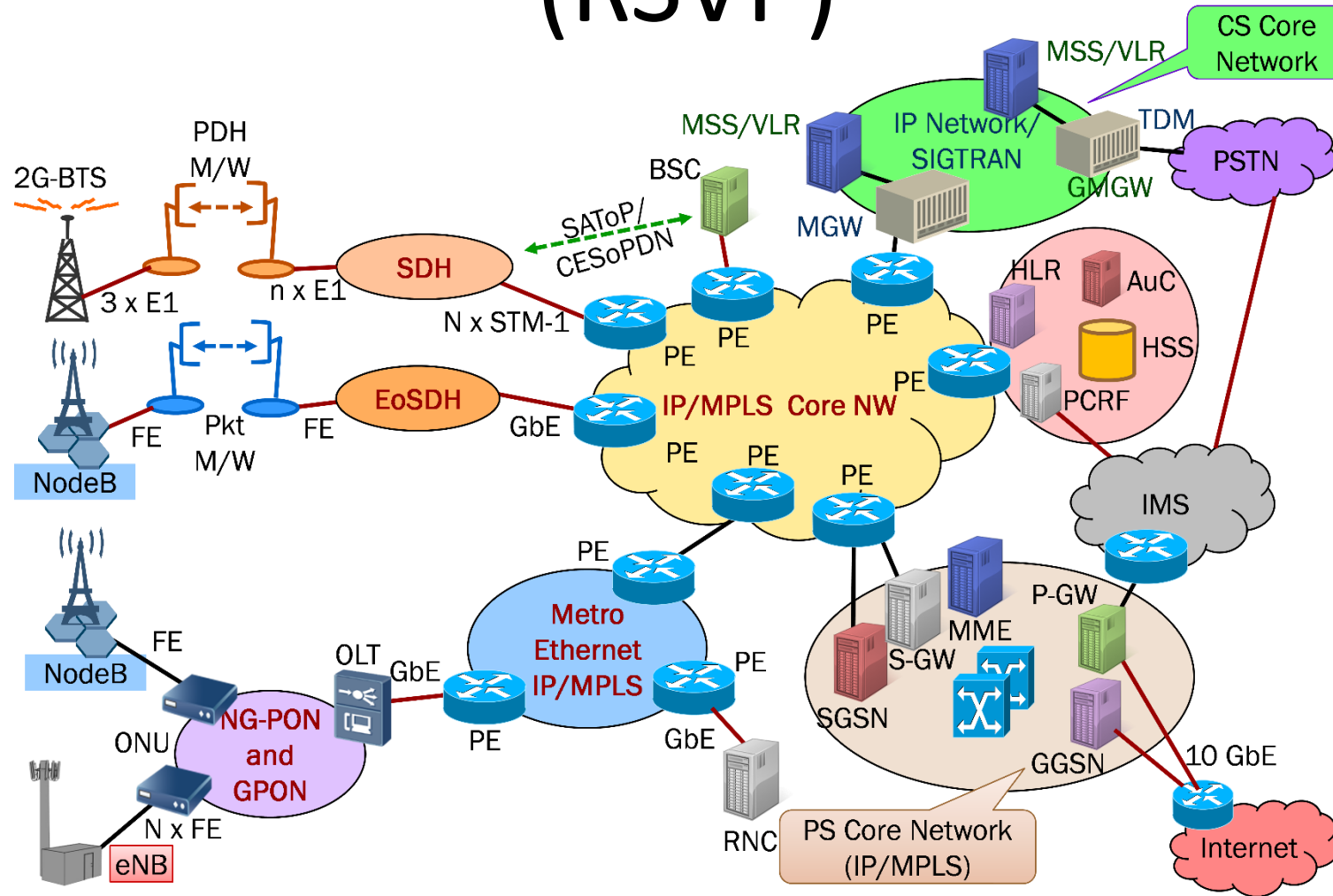
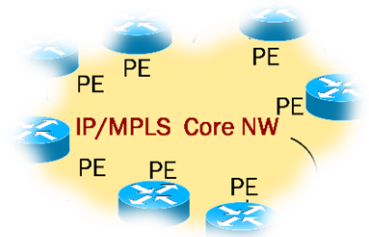


Resource Reservation Protocol (RSVP)



Traffic Engineering (TE)



Traffic Engineering (TE):

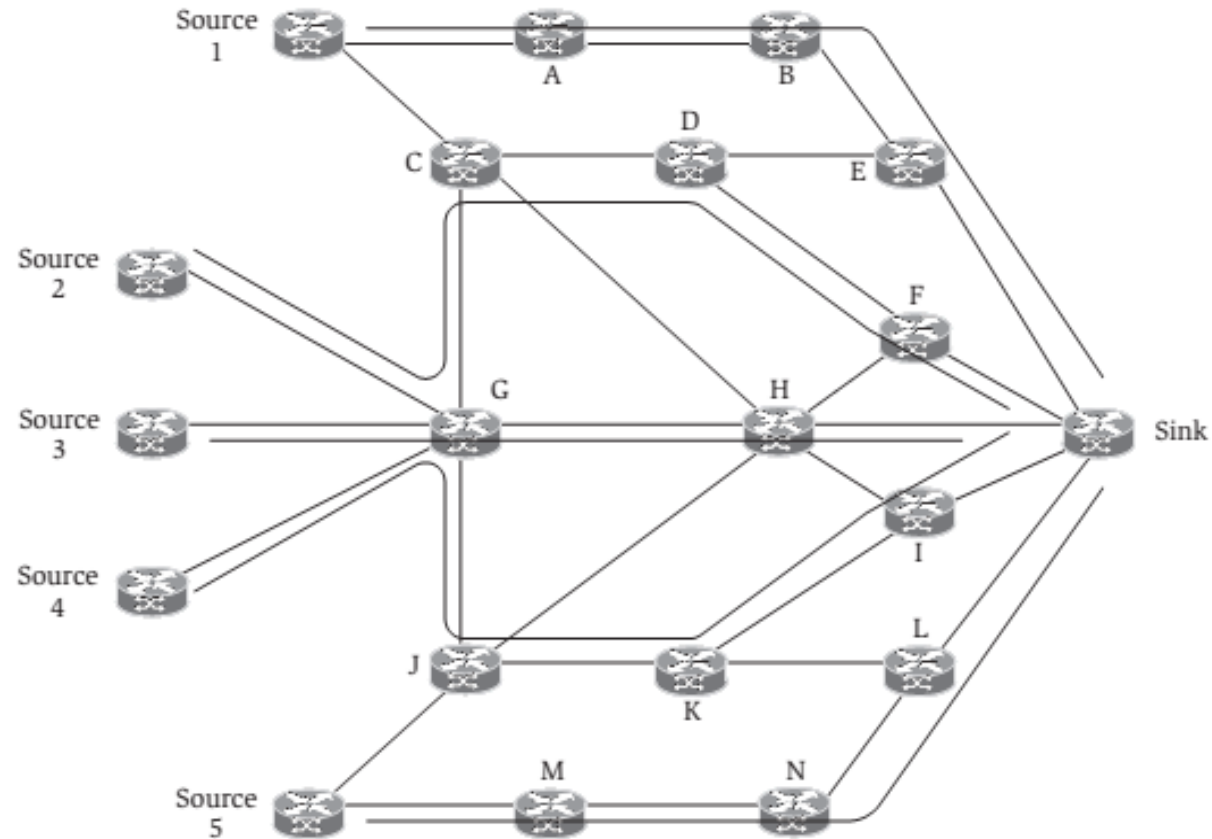
- En las redes IP tradicionales, los paquetes son **forwardados basado únicamente** en la dirección destino del paquete.
- Estos protocolos de routing, encuentran el camino más corto al destino basados **solamente en el costo del link (métrica)**.

No teniendo en consideración variables como el ancho de banda disponible en los enlaces.

- Este paradigma de forwarding, produce una **utilización sub óptima del ancho de banda y vínculos disponibles** entre un par de routers en la red de un proveedor de servicios.

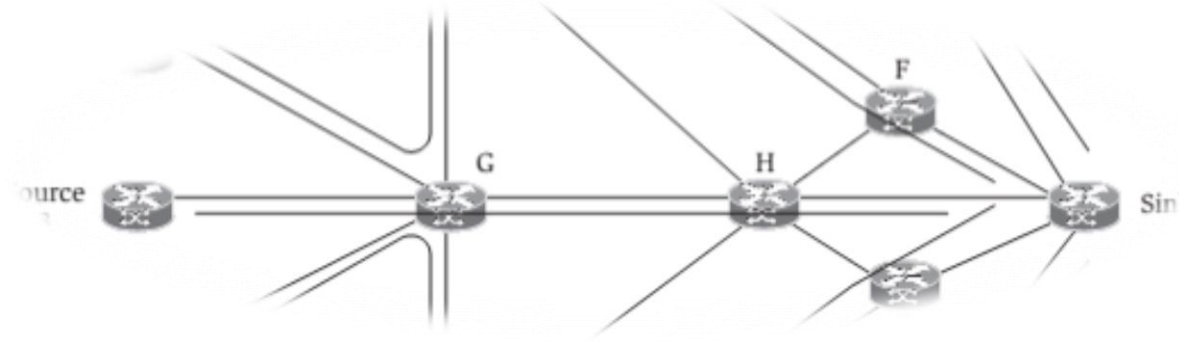
Traffic Engineering (TE):

- Consideremos el siguiente gráfico:
- En la misma, hay cinco fuentes de tráfico, **todas enviando hacia el mismo y único destino.**



Traffic Engineering (TE):

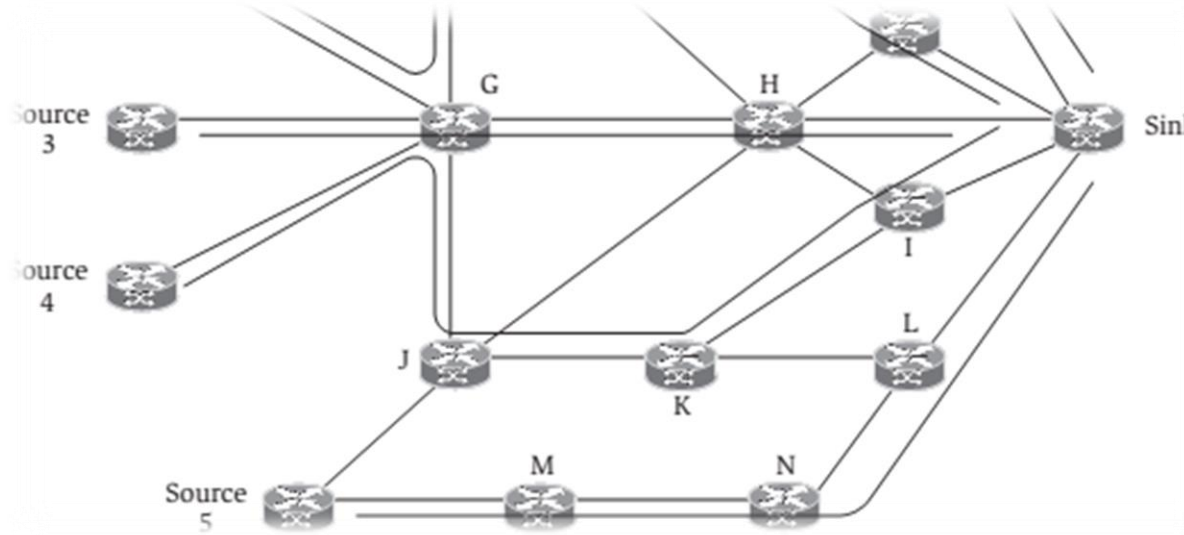
- Basándonos únicamente en el algoritmo del camino más corto, finalmente el tráfico convergerá hacia el link entre el nodo H y el destino final del tráfico.



- Esto posiblemente **sobrecargue este link.**
 - A pesar de que la red tenga caminos o rutas independientes a este.

Traffic Engineering (TE):

- Podríamos entonces, **lograr diversidad de caminos** modificando los costos de cada link.
- Por ejemplo, si establecemos que el link entre la fuente 5 y el nodo J, sea de alto costo, entonces el algoritmo SPF elegirá enviar el tráfico a través del nodo M.



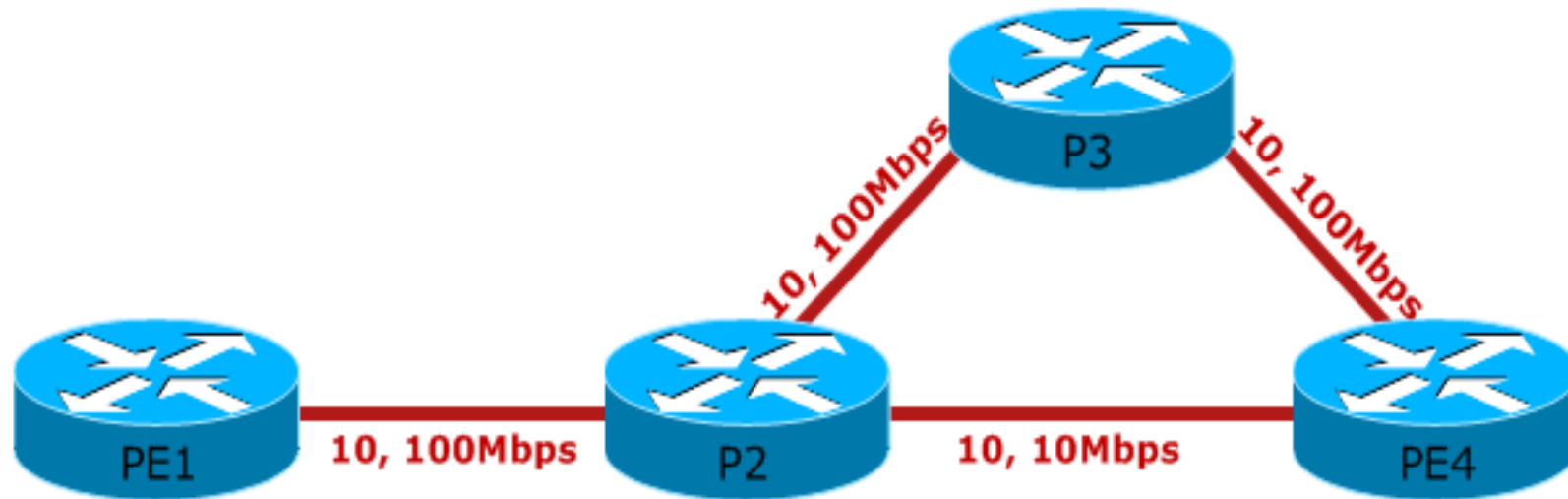
- Pero esto **no soluciona todo el problema**, ya que nos encontraremos también con la misma situación en las sources 2,3 y 4.

Traffic Engineering (TE):

- No solamente NO soluciona el problema
- **Puede terminar inservible** en la medida que nuevos flujos de tráficos sean agregados o aparezcan nuevas fuentes o destinos de datos.
- Para evitar el descarte de paquetes debido a esta utilización ineficiente del ancho de banda y de la disponibilidad de vínculos en una red y buscando una mejor performance:
 - *La ingeniería de tráfico o TE se emplea para re-dirigir una parte del tráfico por caminos diferentes al “optimo” establecido por los tradicionales mecanismos de los IGP.*

Traffic Engineering (TE):

- Viendo el siguiente gráfico: *Aplicando TE, para el tráfico con origen/destino PE1-PE4,* considerando que cada link se representa de la forma (cost/bandwidth):
- Un protocolo de ruteo tradicional, ofrecería el camino más corto, como ser PE1-P2-PE4.
- Una variante con TE ofrecería PE1-P2-P3-PE4.



Traffic Engineering (TE):

- La ingeniería de tráfico es:

“El proceso en el cual los datos son ruteados a través de la red, de acuerdo a una visión global de gestión de la red, en función de la disponibilidad de recursos y las cargas de tráfico actuales como posibles en la misma”.

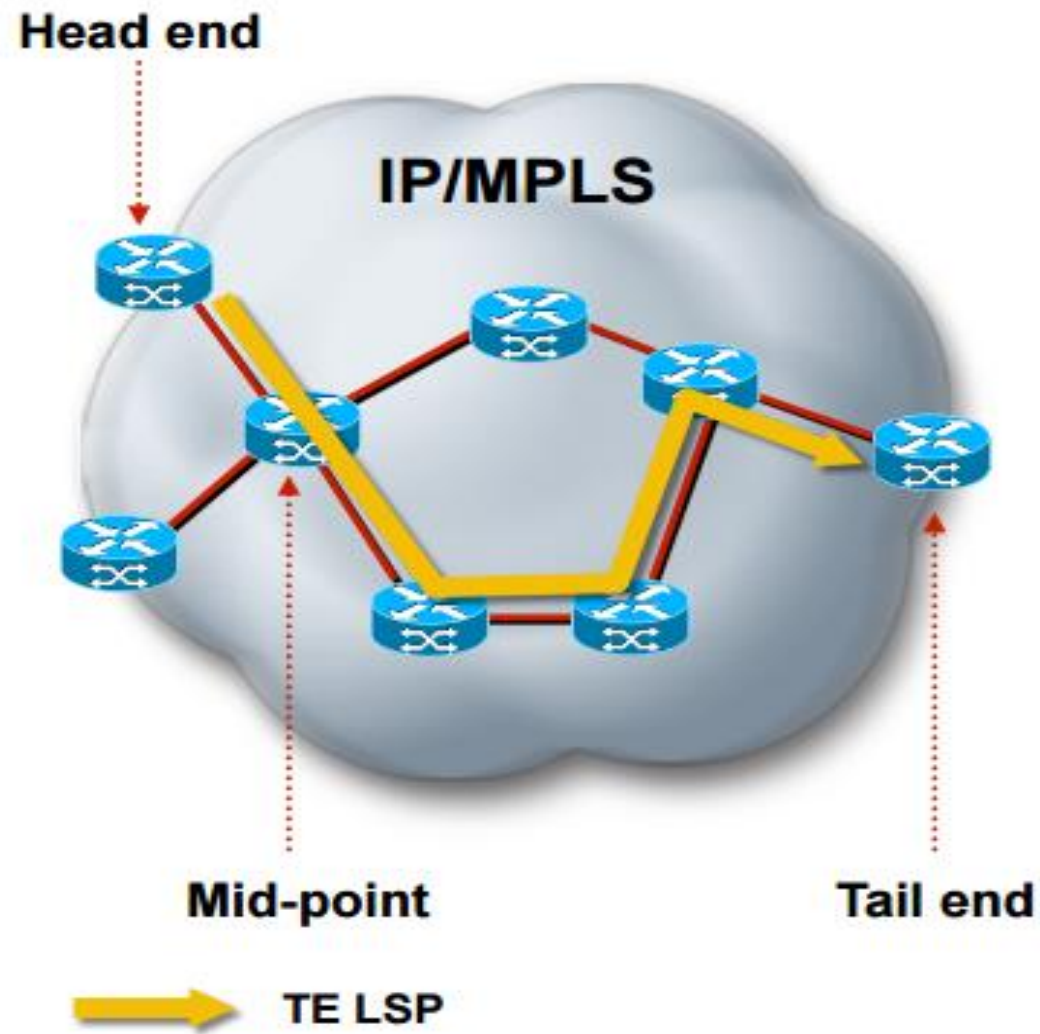
- De esta manera, **TE permite aliviar la congestión en el core de la red.**

- Para esto, **TE utiliza túneles.**
- Estos túneles son configurados en los routers de manera **unidireccional.**
- De esta forma, para una implementación bidireccional de TE, se deberán configurar dos túneles.

Traffic Engineering (TE):

- Esta configuración de túneles, **siempre se realiza en los provider edge (PE) routers.**
- Es por esto, que decimos que **estos túneles TE serán utilizados para enlazar los routers de bordes** a través de la red de core del proveedor de servicios.
- Estos túneles, deberán tener **atributos asociados al mismo:**
 - Como puede ser requerimientos de **ancho de banda y de CoS** para los datos que pueden ser forwardados utilizando este túnel
 - Adicional a los ***puntos ingress (headend) y egress (tailend) de la red,***

Traffic Engineering (TE):



Traffic Engineering (TE):

- Entendiendo que:
 - ✓ El tráfico es forwardado a lo largo de la trayectoria definida en el túnel TU utilizando MPLS label switching.
 - ✓ Entonces **los túneles TE creados son finalmente asignados a LSP específicos en la red.**
- MPLS ofrece la posibilidad de **aplicar la ingeniería de tráfico a un bajo costo** en equipamiento y operación.
- MPLS tiene una serie de componentes** que la hacen extremadamente atractiva para el uso en la ingeniería de tráfico en las redes, que incluyen los siguientes:

Traffic Engineering (TE):

- Tiene la posibilidad de *establecer un LSP que siga un trayecto que sea diferente* al trayecto de preferencia ofrecido por los protocolos de ruteo IGP.
- *Los recursos de una red pueden ser dinámicamente* reservados a medida que los LSPs son establecidos
- Pueden ser *dinámicamente actualizados* en la medida que las necesidades del LSP cambian de manera de garantizar un determinado nivel y calidad de servicio.

Traffic Engineering (TE):

- El tráfico puede *ser distribuido en LSPs paralelos*.
 - Es decir, puede haber múltiples LSP establecidos entre un par de puntos de origen y de destino finales.
 - Estos LSPs paralelos pueden tomar caminos significativamente diferentes a través de la red.
- Los *recursos de red pueden ser gestionados automáticamente* para satisfacer las demandas inmediatas de la red, como ser con el establecimiento de nuevos LSPs o con recursos nuevamente liberados de LSPs antiguos que ya no son utilizados.

Traffic Engineering (TE):

- Se pueden definir procedimientos de recuperación describiendo como el tráfico puede ser transferido a LSPs alternativos en el caso de falla.
- ***Las decisiones de balanceo de carga y distribución de tráfico:***
 - se realizan una única vez, **en el punto de entrada del LSP**
 - en lugar de hacerlo en cada nodo de la red.
 - **Esto permite que sea más eficiente**

Traffic Engineering (TE):

- Por esto, podemos decir que:

La facilidad fundamental que nos entrega una red MPLS a la ingeniería de tráfico es la capacidad de crear un circuito virtual conmutado como una capa sobrepuesta de la capa de routing de la red, sin modificar nada en la misma.

Traffic Engineering (TE):

- Requerimientos para la implementación de MPLS TE:
 - Un **protocolo de enrutamiento de estado de enlace** (IS-IS o OSPF)
 - Esto **para obtener información de asignación de recursos** que son inundados a través de la red.
 - Estos recursos son inundados por los routers **para que estén disponibles en el router headend del túnel TE LSP durante el cálculo del camino.**

Traffic Engineering (TE):

- OSPF se puede utilizar **mediante los atributos de enlace extendidos**.
- La información facilitada por estas extensiones se puede utilizar para construir una **base de datos de estado de enlace extendido**.
- La base de datos de estado de enlace extendido (también llamado apropiadamente la base de datos TE) **tiene atributos adicionales de los enlaces**.

Traffic Engineering (TE):

- Para esto, OSPF hace uso de una extensión denominada **LSA opaco**.
- La **RFC 2370** define estos LSA opaco.
- Básicamente, *esta extensión lleva los atributos adicionales relacionados con enlaces de TE.*

Traffic Engineering (TE):

- Adicionalmente necesitamos de **CSPF (Constraint-based SPF)**.
- En un proceso normal de cálculo SPF:
 - el routers se coloca a sí mismo como la raíz del árbol con los caminos más cortos hacia los destinos
 - tomando en consideración solo el costo (métrica) más bajo.

Traffic Engineering (TE):

- CSPF utiliza:
 - No solamente el link cost
 - También **parámetros como ser ancho de banda**, pesos y atributos del link

Para identificar los posibles caminos que pueden utilizados para generar los TE LSP.

Traffic Engineering (TE):

- Esto mejora el funcionamiento de una red IP:
 - ✓ Permitiendo que el routing de menor costo puede ser implementado como también permitiendo alternativas para encontrar otros caminos.
- CSPF determina únicamente el mejor camino hacia el router tailend del túnel, no a todos los routers.

Traffic Engineering (TE):

- El resultado del cálculo CPFS es:

una lista ordenada de direcciones IPs que se utilizaran para alcanzar el destino final en el trayecto del LSP.

- Este conjunto ordenado está definido por el router extremo headend que se propaga a otros routers de la LSP.
- Los routers intermedios, por lo tanto, no realizan la función de selección de ruta.

Traffic Engineering (TE):

- En resumen, protocolos claves:

- Link information Distribution

- ✓ ISIS-TE

- ✓ OSPF-TE

- Path Calculation

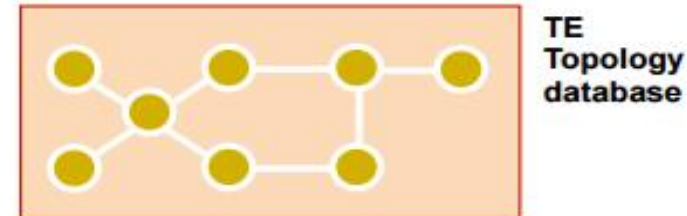
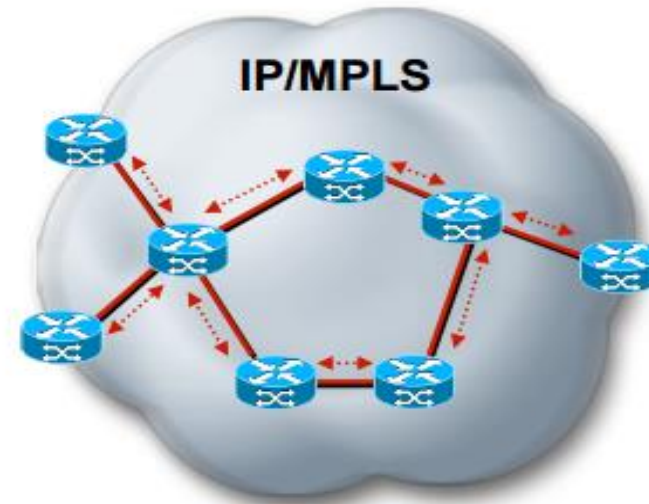
- ✓ CSPF

- Path Setup

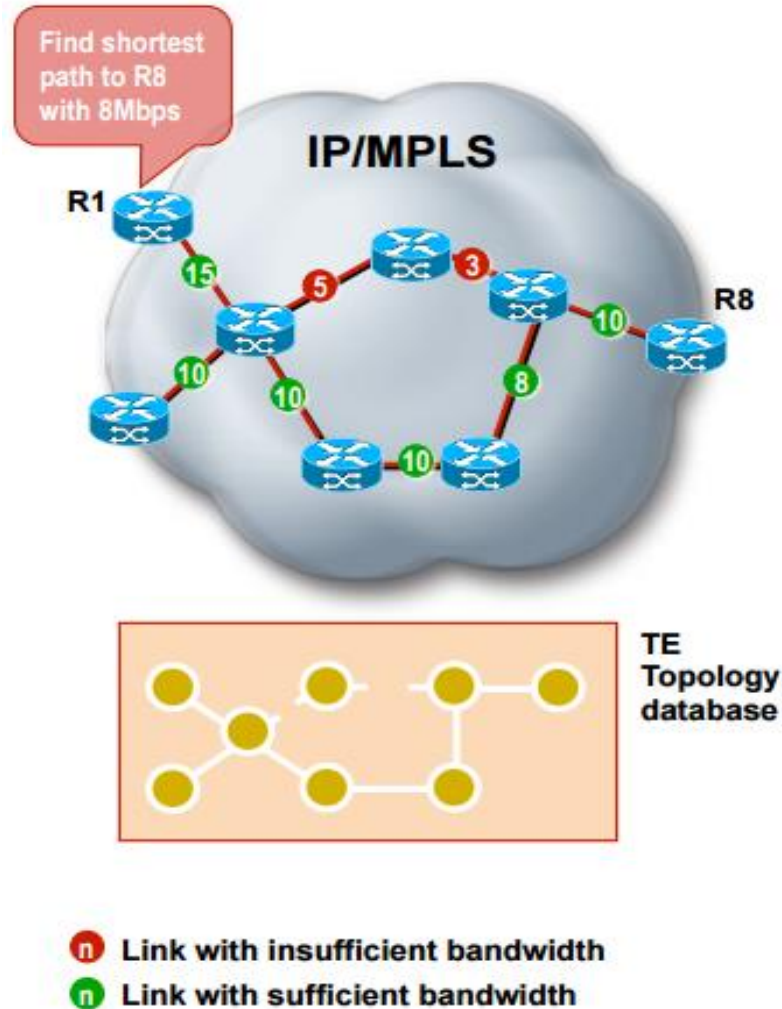
- ✓ RSVP-TE

Link Information Distribution

- Additional link characteristics
 - Interface address
 - Neighbor address
 - Physical bandwidth
 - Maximum reservable bandwidth
 - Unreserved bandwidth (at eight priorities)
 - TE metric
 - Administrative group (attribute flags)
- IS-IS or OSPF flood link information
- TE nodes build a topology database
- Not required if using off-line path computation



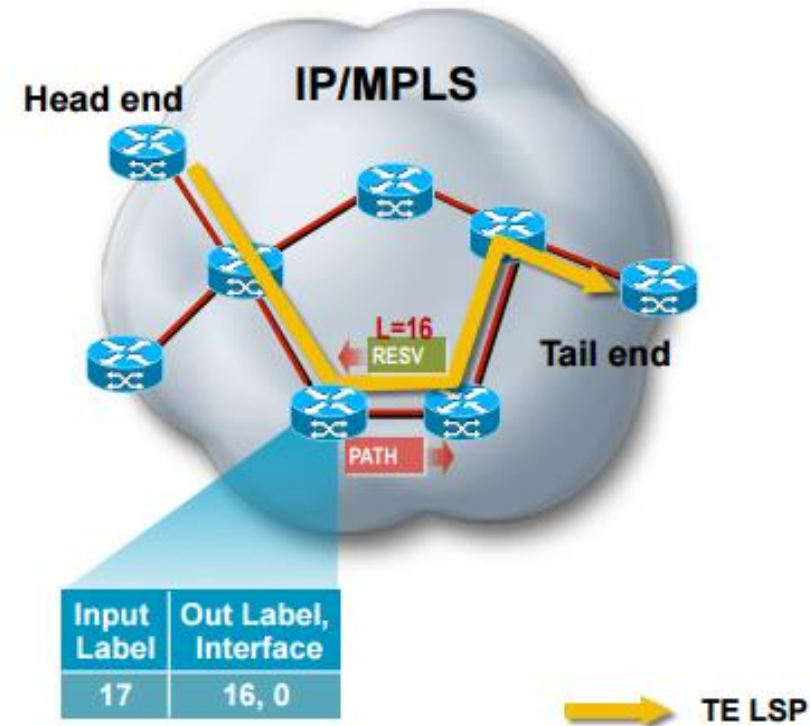
Path Calculation



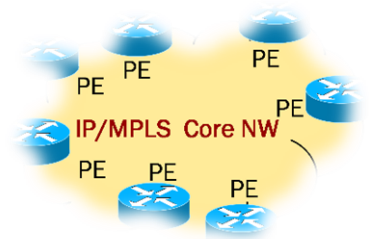
- TE nodes can perform constraint-based routing
- Constraints and topology database as input to path computation
- Shortest-path-first algorithm ignores links not meeting constraints
- Tunnel can be signaled once a path is found
- Not required if using offline path computation

TE LSP Signaling

- Tunnel signaled with TE extensions to RSVP
- Soft state maintained with **downstream PATH** messages
- Soft state maintained with **upstream RESV** messages
- New RSVP objects
 - LABEL_REQUEST (PATH)
 - LABEL (RESV)
 - EXPLICIT_ROUTE
 - RECORD_ROUTE (PATH/RESV)
 - SESSION_ATTRIBUTE (PATH)
- LFIB populated using RSVP labels allocated by RESV messages



RSVP TE



- Luego de que el path o trayecto del túnel es calculado con CSPF

debe ser señalizado a lo largo de la red

con dos objetivos:

- 1) Establecer la cadena de etiquetas salto a salto que representan el trayecto
- 2) Utilizar los recursos disponibles a lo largo del trayecto, si están disponibles.

- Esta señalización se realiza utilizando RSVP
- Junto con las extensiones de RSVP para MPLS TE.
- RSVP en sí se especifica en el RFC 2205
- Con algunas extensiones pertinentes en el RFC 2210.
- Las extensiones MPLS TE de RSVP se especifican en el RFC 3209.

- Es importante destacar que **RSVP no es un protocolo de ruteo**.
- Cualquier decisión de routing está tomada en base al IGP de la red y CSPF.
- El único trabajo que tiene **RSVP en la red es señalar y mantener la reserva** de recursos a lo largo de la misma.

- RSVP **reserva ancho de banda a lo largo de un camino** de una fuente específica a un destino.
- RSVP es un protocolo **“soft-state”**.
- Esto significa que **necesita periódicamente refrescar las reservas** en la red mediante la re señalización de estas.

- Los mensajes RSVP son **enviados por el router headend** de la red para **identificar la disponibilidad de recursos** a lo largo del camino desde un origen específico.
- El router headend es **siempre el origen del MPLS TE túnel**
- El router tailend es el que **funciona como endpoint para ese túnel TE.**

- Luego que los mensajes RSVP son enviados, **la información de disponibilidad** de recursos de los routers en el trayecto es **almacenada en el Path message** que atraviesa la red.

RSVP, por lo tanto, comunica los requisitos de un flujo de tráfico específico y reúne información acerca de si los requisitos se pueden cumplir por la red.

- Para realizar esto, RSVP tiene tres funciones básicas:

- Path setup and maintenance

- Path teardown

- Error signalling

- Para esto utiliza cuatro mensajes:

- **RSVP PATH message:**

- Es generado por el router headend.

- Es forwardado a través de la red a lo largo del camino del futuro túnel TE LSP.

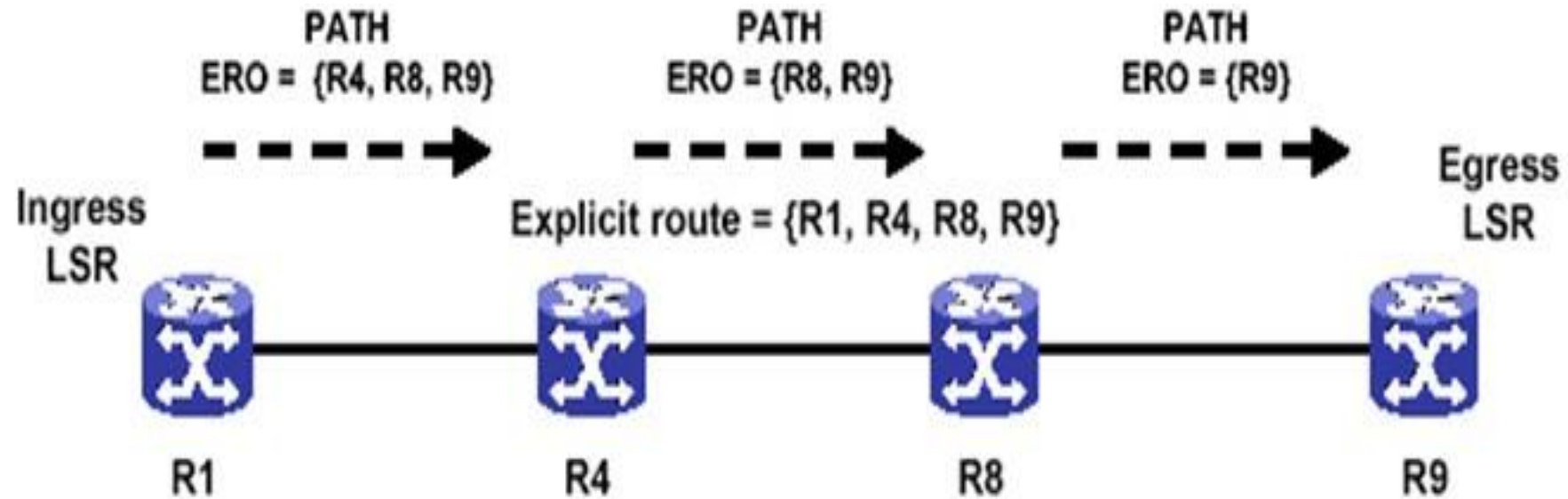
- En cada salto, el PATH message:

- revisa la disponibilidad de los recursos requeridos

- almacena esta información.

- Este mensaje funciona como un label request message, en un modo downstream-on-demand label allocation mode.

- RSVP PATH message:



- **RSVP RESERVATION message:**

- Este mensaje es generado por el router tailend.
- Es utilizado para **confirmar el reservation request** enviado con anterioridad en el PATH message.
- Adicionalmente, realiza la función de **asignación de etiquetas** para una asignación particular, LSP a túnel TE.

- **RSVP RESERVATION message:**

- Esta asignación y la distribución de labels MPLS se genera:

- **primero** la asignación de etiqueta a un TE LSP **por el tailend router**

- a continuación se **propaga en sentido ascendente**.

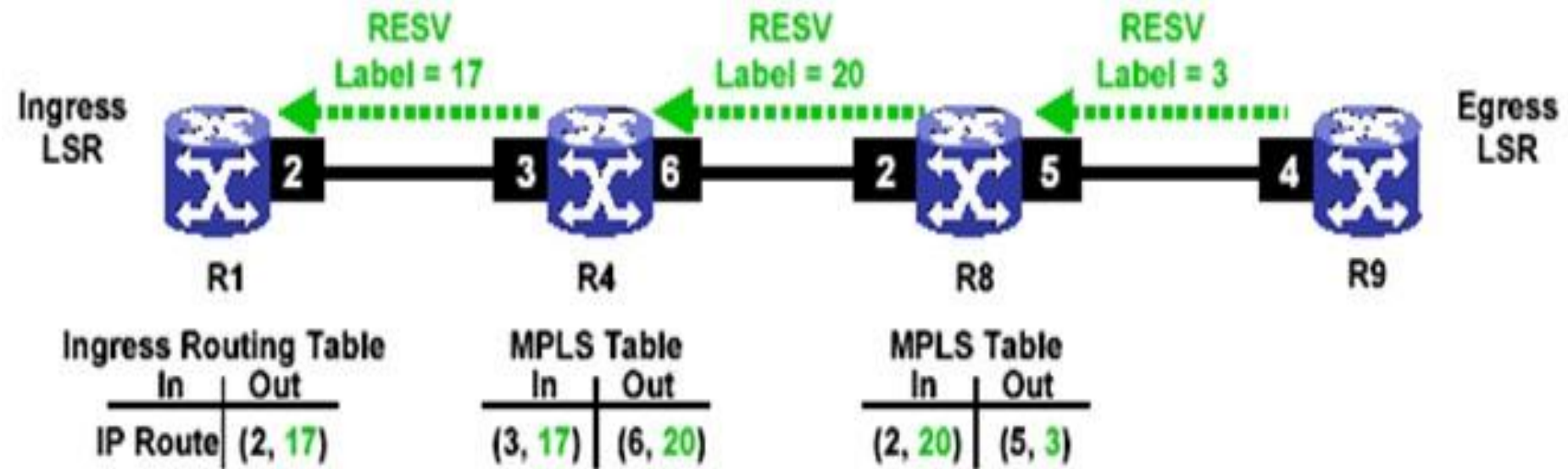
- Este proceso se **repite en cada salto upstream**

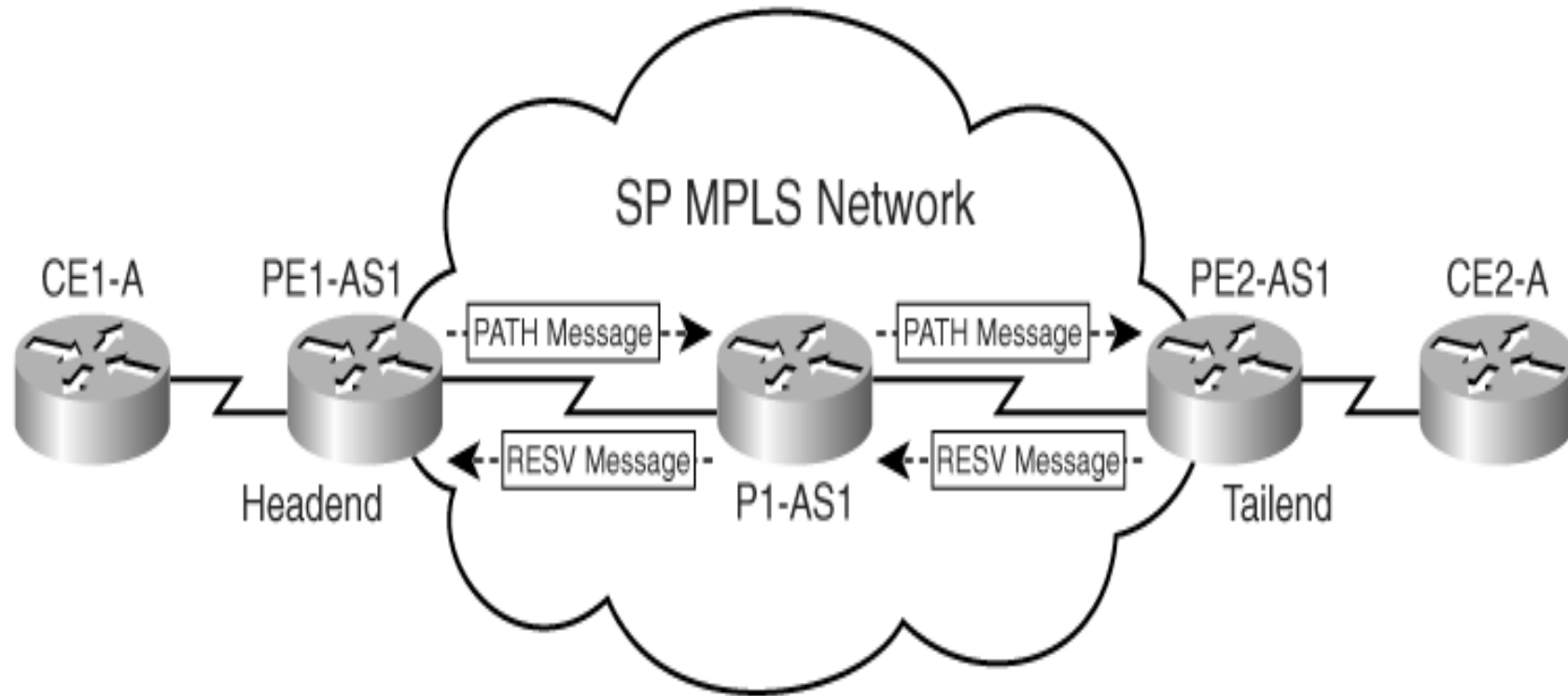
- donde el mapeo de etiquetas locales al tunel TE es asignado y propagado upstream

- hasta que es **alcanzado el router headend**.

RSVP TE

- RSVP RESERVATION message:





- De esta forma:
 - ✓ el mensaje **PATH** funciona a modo de **requerimiento** de reserva de recursos
 - ✓ el mensaje **RESERVATION** funciona como una **confirmación** de reserve de recursos.

- **RSVP error messages:**

- Se genera en el caso de indisponibilidad de los recursos requeridos,

- Se envía al router desde donde se generó el pedido.

- Por ejemplo:

- si el router P1-AS1 es incapaz de asociar los recursos requeridos como se definen en el PATH message enviado por el router PE1-AS1 (headend router)

- este router P1-AS1 genera un PATH error (PATHERR) message

- lo envía upstream hacia el LSR PE1-AS1.

- RSVP error messages:**

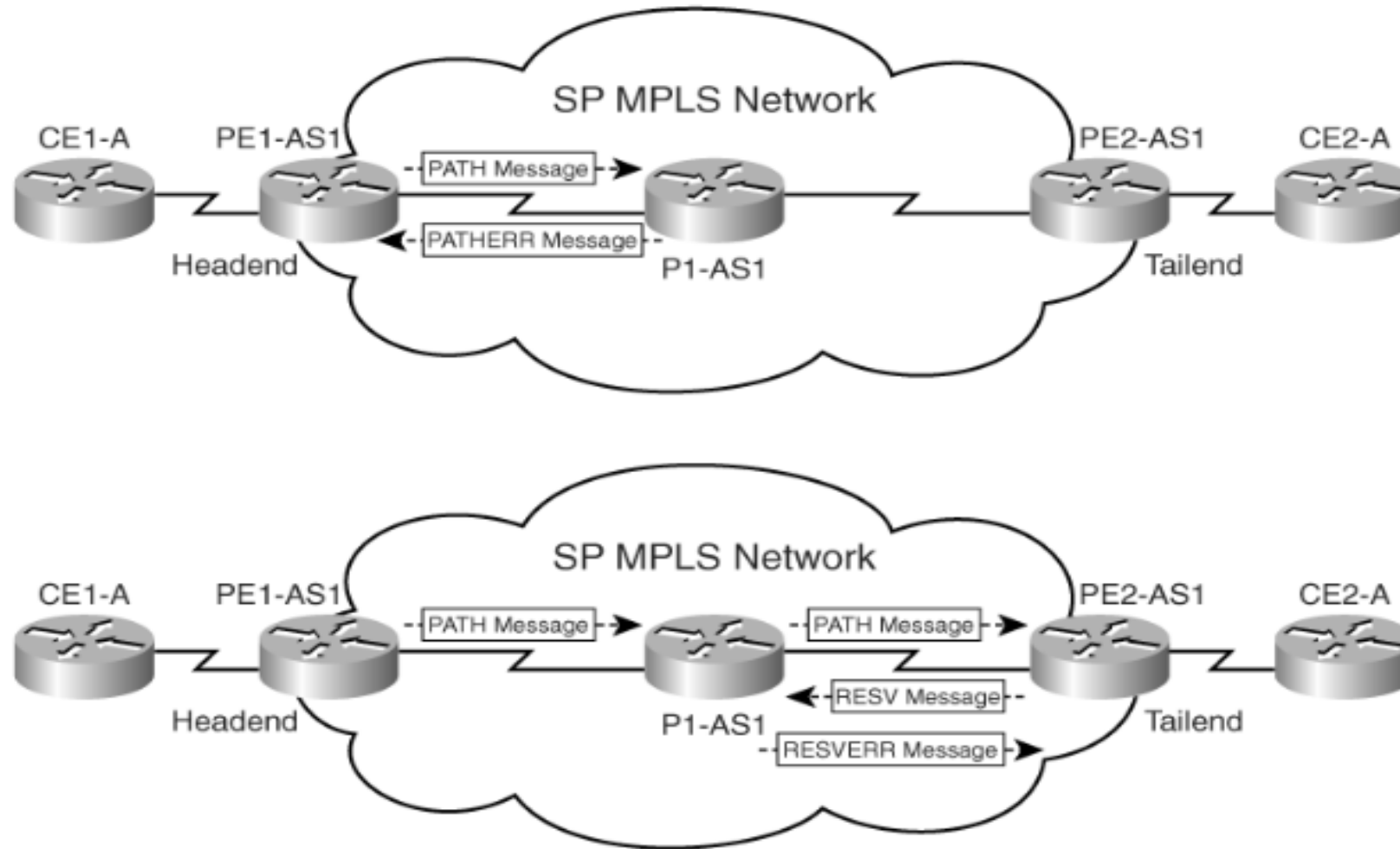
- Si el mensaje PATH alcanza exitosamente el router tailend:

- este router PE2-AS1 genera un mensaje del tipo RESV message.

- Si en el tiempo transcurrido entre que el P1-AS1 recibe el PATH message desde PE1-AS1 hasta que recibe el RESV message desde PE2-AS1

- este P1-AS1 identifica una falta de recursos para confirmar la solicitud, entonces enviara un mensaje RESVERR message downstream hacia el LSR PE2-AS1 denegando o cancelando la reserva ya generada.

- RSVP error messages:



- RSVP tear messages:**

- RSVP crea dos tipos de TEAR message:

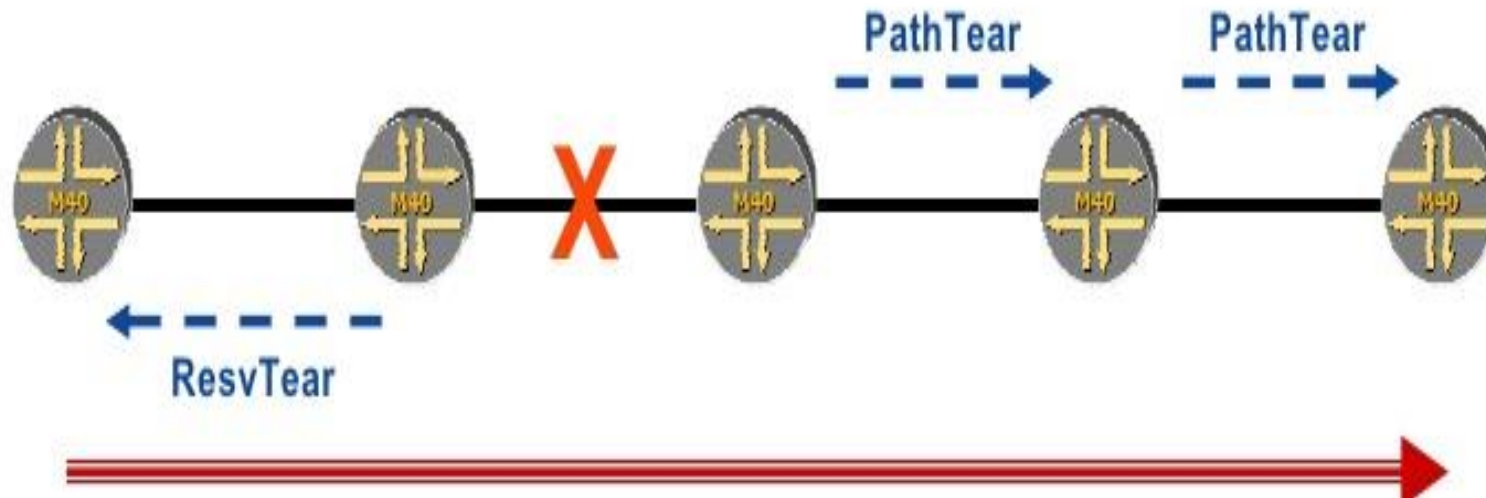
- el PATH tear message

- el RESERVATION tear message.

- Estos Mensajes tear, **limpian el PATH o RESERVATION state** en el router en forma instantánea.

- Esto permite el reuso de recursos en el router para otros requerimientos.

- RSVP tear messages:



- **RSVP error messages:**

- Si el mensaje PATH alcanza exitosamente el router tailend, este router PE2-AS1 genera un mensaje del tipo RESV message.

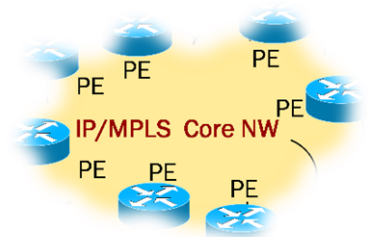
- Si en el tiempo transcurrido entre que el P1-AS1 recibe el PATH message desde PE1-AS1 hasta que recibe el RESV message desde PE2-AS1,

- este P1-AS1 identifica una falta de recursos para confirmar la solicitud,

- entonces enviara un mensaje RESVERR message downstream hacia el LSR PE2-AS1

denegando o cancelando la reserva ya generada.

RSVP TE Path Setup



- El router headend de la red:

1. Completa el cálculo CSPF
2. Señaliza estos requerimientos a la red.

- Esto señalización la realiza **enviando un mensaje PATH message**

- Este mensaje se envía al next-hop node a través del trayecto calculado al destino.

- El router que envía el mensaje PATH es denominado **upstream router**
- El router que recibe el mensaje es denominado **downstream router**.

El upstream router, muchas veces también es denominado *previous hop (PHOP)*.

- Luego de que el downstream router recibe el mensaje PATH,
 - este realiza una serie de acciones:
 - La primera es **revisar el formato del mensaje** para verificar si es correcto.
 - Luego, **chequea la cantidad de ancho de banda** que se está requiriendo en el mensaje PATH.

Este proceso es conocido como el “admission control”.

- Si este “**admission control**” es exitoso
 - Y es **factible reservar el ancho de banda solicitado** por el mensaje PATH,
- Entonces el downstream router **crea un nuevo PATH message**
- Y lo envía hacia el next hop que figura en el Explicit Route Object (ERO).
- Esto continua de la misma forma, hasta que se alcanza el ultimo nodo en el ERO, el router tailend.

- Este router tailend:

- realiza el procedimiento de “admission control” del Path Message
 - como cualquiera de los otros routers.

- Si este procedimiento es exitoso,

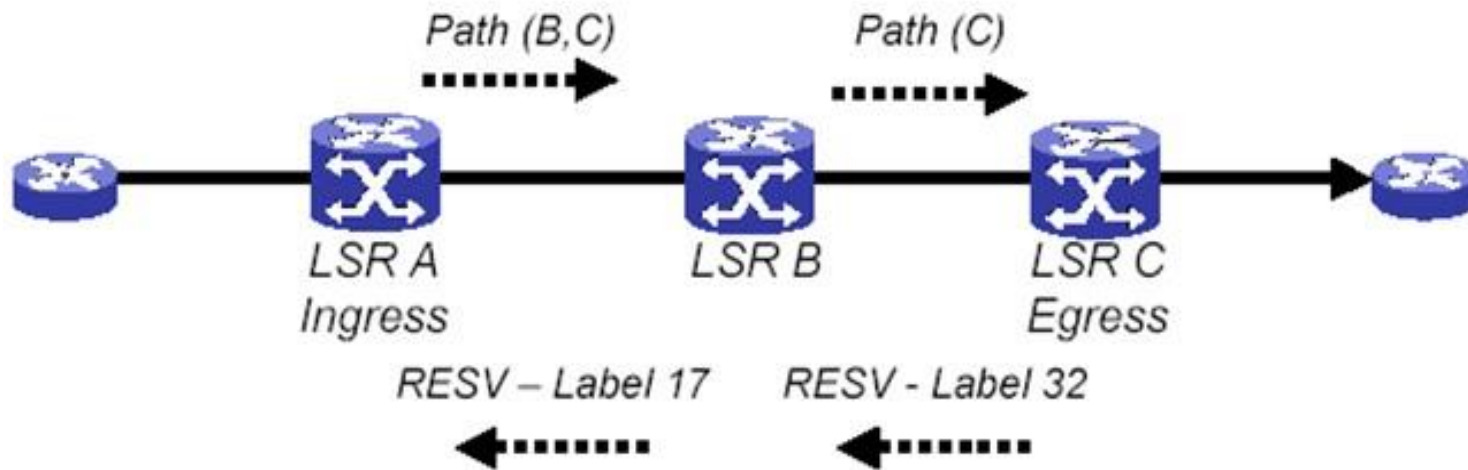
- al confirmar que es el destino del PATH message

- este responde con un RESV message.

RSVP TE – Path Setup

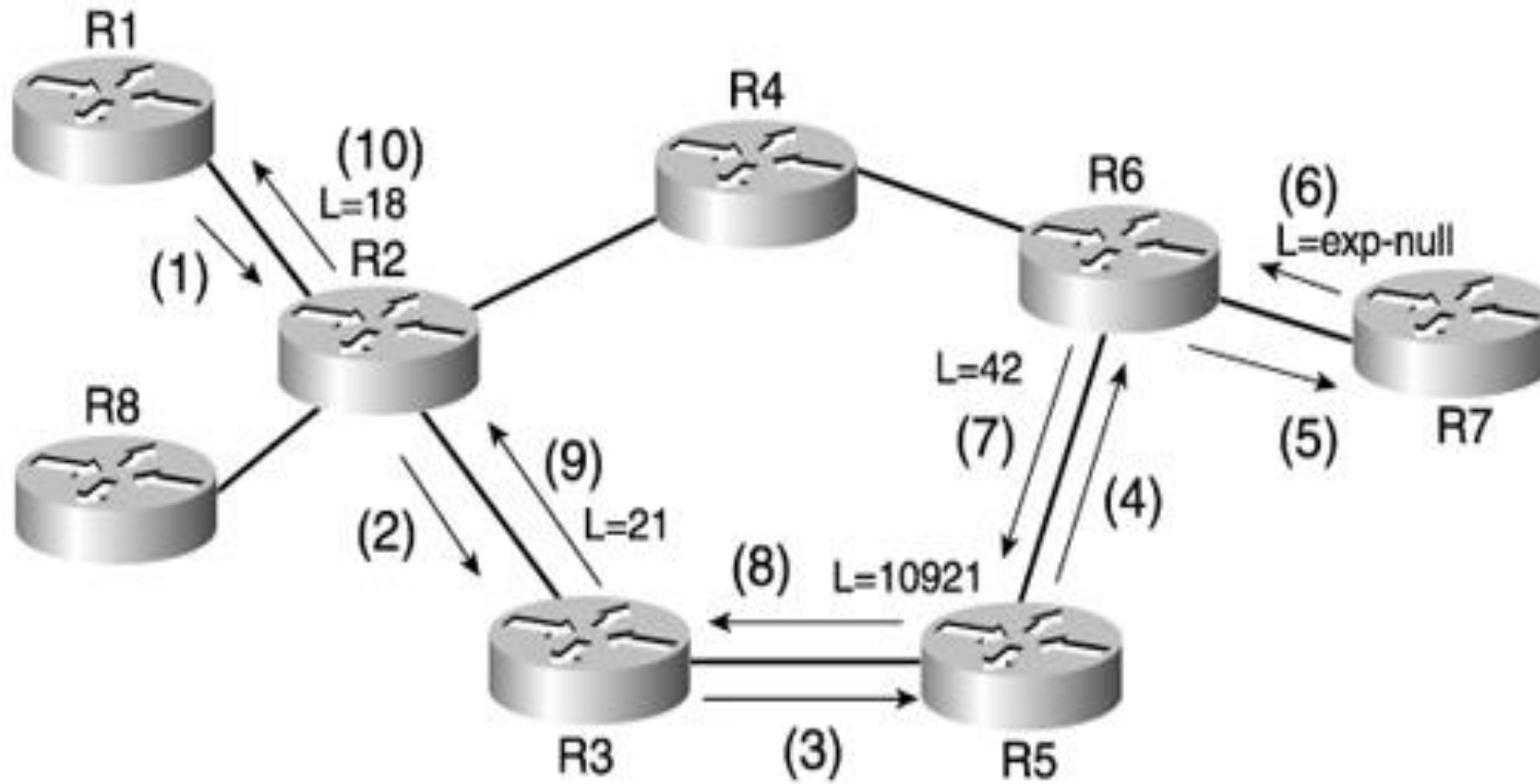
- Este mensaje RESV es como un mensaje de ACK hacia el upstream router.
- Además de este “ACK”, el mensaje RESV contiene:

el incoming label que el upstream router debe utilizar para enviar paquetes a lo largo del TE LSP hacia el tailend router.



RSVP TE – Path Setup

- Supongamos el siguiente ejemplo:



RSVP TE – Path Setup

- Supongamos que el R1 realizó el cálculo CSPF y conoce que tiene que realizar la reserva de ancho de banda a lo largo del trayecto R1 R2 R3 R5 R6 R7:
- R1 envía un Path message a R2.
- R2 recibe este mensaje:
 - chequea el formato del mismo
 - revisa que el ancho de banda requerido por R1 este actualmente disponible.

- Si encuentra algo incorrecto:
 - ya sea el mensaje malformado
 - o ancho de banda no disponible,
 - R2 enviara un ERROR message hacia R1.
- Suponiendo que esta todo ok, entonces vamos al siguiente paso.

- Entonces R2 envía un path message a R3.
- R3 realiza el mismo procedimiento de verificación del mensaje y de disponibilidad de ancho de banda que realizo anteriormente R2, si todo está correcto,
- R3 envía un Path message a R5, que realiza el mismo control de admisión
- R5 envía un Path message a R6, que realiza el mismo control de admisión
- R6 envía el Path message a R7, que realiza el mismo control de admisión.

- R7 siendo el tailend router, luego de realizar el control de admisión y suponiendo todo correcto, envía un mensaje RESV a R6.

Este RESV message indica el label que R7 espera recibir en los paquetes para este túnel. Dado que R7 es el tailend router, este envía un implicit-null label.

- R6 envía entonces un RESV message a R5, indicando el label que el espera recibir para este túnel (ej. 42).
- R5 envía entonces un RESV message a R3, indicando el label que el espera recibir para este túnel (ej. 10921).

- R3 envía entonces un RESV message a R2, indicando el label que el espera recibir para este túnel (ej. 21)
- R2 envía entonces un RESV message a R1, indicando el label que el espera recibir para este túnel (ej. 18).

En este punto, R1 finalmente el túnel está disponible, conociendo ya que outgoing label tiene que utilizar para utilizarlo.

RSVP TE – Path Maintenance

- El mantenimiento del path, es similar al proceso de establecimiento del mismo.
- Cada 30 segundos:
 - el router headend envía un PATH message por cada túnel a sus vecinos downstream.
- Si el router envía cuatro PATH message consecutivos y no recibe ningún RESV message durante ese tiempo:
 - este considera que la reserva caduco, y entonces envía un mensaje upstream, indicando esto.

- Sin embargo, es importante **entender dos situaciones:**
 - Los mensajes **PATH y RESV** son ambos enviados independiente y **asíncronamente** desde un vecino a otro.
 - Esto significa que cada 30 segundos, R1 envía un PATH message para sus reservas de TE a R2.
 - Cada 30 segundos, R2 envía un RESV message a R1 para esa misma reserva.
 - **Estos dos mensajes, sin embargo no están conectados.**

- Sin embargo, es importante **entender dos situaciones:**

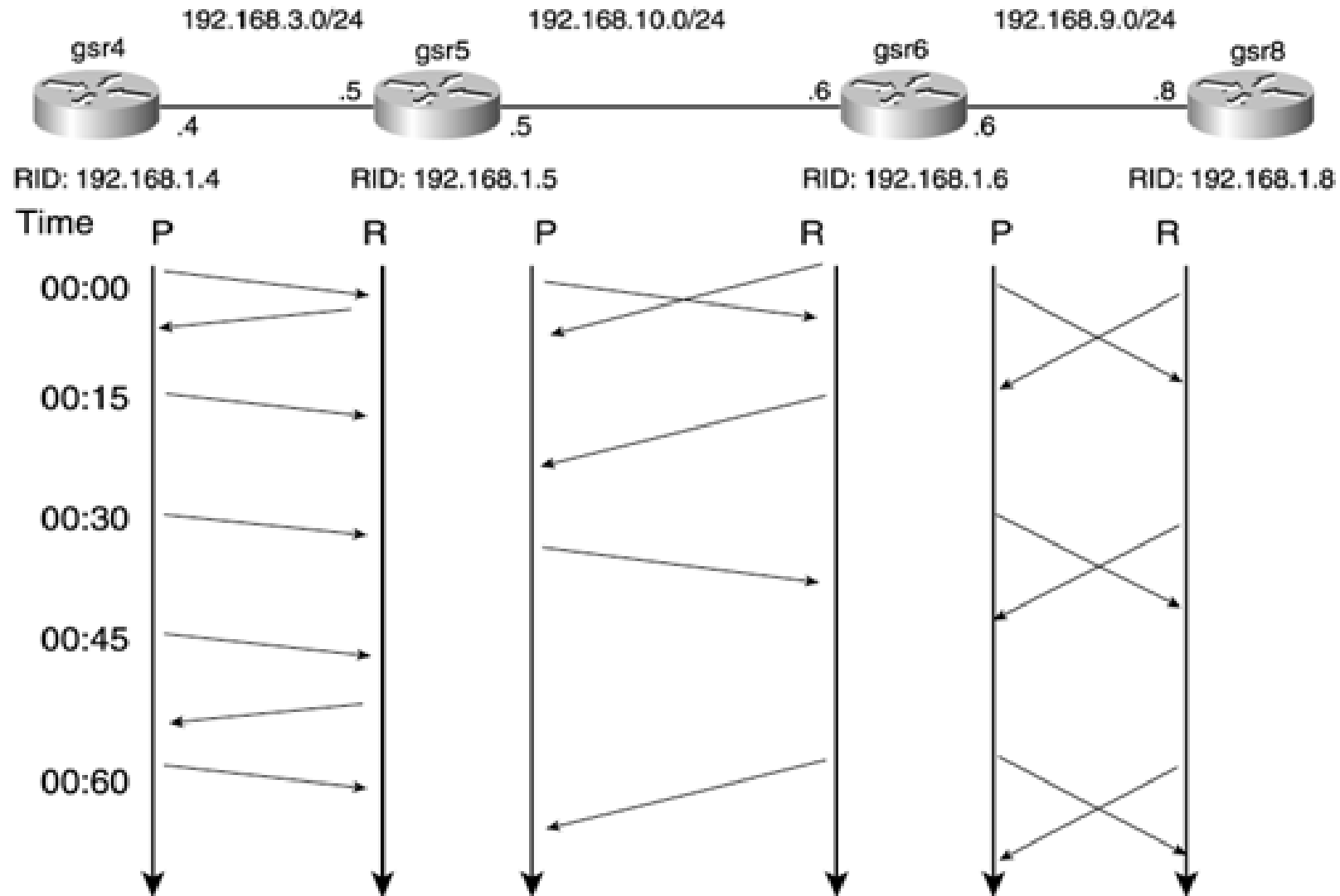
- Adicionalmente:

- cuando son utilizados para mantenimiento;

**no son propagados salto a salto desde el headend hacia el tailend,
sino que son intercambiados entre cada nodo.**

- Un RESV message utilizado para refrescar una reserva existente no es enviado en respuesta a un PATH message.

RSVP TE – Path Maintenance

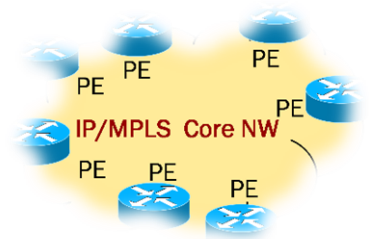


- Este es un proceso bastante sencillo.
- Si un nodo, **usualmente el headend**, decide que ya no es más necesaria la reserva de recursos en la red este envía un mensaje:
 - PATH_TEAR a lo largo del mismo camino que siguió el mensaje PATH
 - RESV_TEAR a lo largo del mismo camino que siguió el mensaje RESV.

RSVP TE – Error Signalling

- Ocasionalmente, puede haber errores en la señalización RSVP.
- Estos errores son señalizados con los mensajes PATHERR o RESVERR.
- Un error detectado en un PATH message es respondido con un mensaje PATHerr
- Un error detectado en un RESV message es respondido con un RESVerr message.

RSVP TE PATH message



RSVP TE – RSVP PATH message

- Es generado por el router headend.
- Esto luego de completar el cálculo CSPF para un túnel TE para poder señalar el trayecto dentro de la red.
- Este mensaje es enviado al next-hop LSR a lo largo del túnel para el trayecto calculado hasta el router LSR tailend.
- Un mensaje RSVP PATH tiene los siguientes atributos (objetos);

RSVP TE – RSVP PATH message

- SESSION:

- Este atributo transporta el Session Type (LSP_TUNNEL_IPv4 o LSP_TUNNEL_IPv6), Tunnel Destination IP address, Tunnel ID y Extended Tunnel ID.

- HOP:

- Este atributo contiene la dirección IP de la interfaz del LSR upstream (HOP – PHOP)

- TIME VALUES:

- Es un timer periódico de refresco (ms) utilizado para enviar los PATH o RESV message.

El valor por defecto es de 30000ms.

- EXPLICIT ROUTE (ERO):

- Este atributo define el path que un túnel MPLS TE debe tomar. Es una colección de sub objetos. Contiene las direcciones IP a las que el router debe forwardear el mensaje PATH.

- LABEL REQUEST:

- Este atributo se utiliza para solicitar una etiqueta. Contiene el Layer 3 Protocolo ID (L3PID) que se transporta en la etiqueta. Este siempre es 0x0800 para IPv4. Se le solicita al router tailend que provea una etiqueta para este IPv4 TE túnel.

- SESSION ATTRIBUTE:

- Este atributo contiene la configuración y las prioridades para el establecimiento del túnel LSP. También contiene el indicador de protección local (0x01 para el enlace de protección y 0x10 para protección de nodo).

- SENDER TEMPLATE:

- Este atributo transporta el “tunnel Sender IP address” que siempre es el router-id del headend router del túnel TE y un LSP ID que es el LSP ID del túnel. Este LSP ID cambia cuando las propiedades del túnel cambian, como ser la trayectoria o el ancho de banda.

- SENDER TSPEC:

- Este atributo define las características del tráfico del flujo de datos del emisor. Transporta básicamente el parámetro de ancho de banda requerido para el túnel LSP.

- ADSPEC:

- Este atributo describe el modelo de reserva en la que se ha enviado el mensaje PATH hacia el downstream de manera que los receptores puedan utilizar para predecir el servicio extremo a extremo.

- RECORD ROUTE:

- Este parámetro es opcional y debe ser configurado. Es utilizada para recolectar la información detallada del trayecto del túnel y es utilizada para diagnóstico y loop detection. Esencialmente, mantiene la lista de los LSR que el mensaje PATH atravesó.

RSVP TE – RSVP PATH message

RSVP Header. PATH Message.

```
RSVP Version: 1
Flags: 00
Message Type: PATH Message. (1)
Message Checksum: 0x83fa [correct]
Sending TTL: 255
Message length: 228
SESSION: IPv4-LSP, Destination 4.4.4.4, Tunnel ID 10, Ext ID 1010101.
Length: 16
Object class: SESSION object (1)
C-type: 7 - IPv4 LSP
Destination address: 4.4.4.4 (4.4.4.4)
Tunnel ID: 10
Extended Tunnel ID: 16843009 (1.1.1.1)
HOP: IPv4, 10.12.1.1
TIME VALUES: 30000 ms
EXPLICIT ROUTE: IPv4 10.12.1.2, IPv4 10.23.1.1, IPv4 10.23.1.2, ...
Length: 52
Object class: EXPLICIT ROUTE object (20)
C-type: 1
+ IPv4 Subobject - 10.12.1.2, Strict
+ IPv4 Subobject - 10.23.1.1, Strict
+ IPv4 Subobject - 10.23.1.2, Strict
+ IPv4 Subobject - 10.34.1.1, Strict
+ IPv4 Subobject - 10.34.1.2, Strict
+ IPv4 Subobject - 4.4.4.4, Strict
LABEL REQUEST: Basic: L3PID: IP (0x0800)
SESSION ATTRIBUTE: SetupPrio 7, HoldPrio 7, SE Style, [PE1_t10]
SENDER TEMPLATE: IPv4-LSP, Tunnel source: 1.1.1.1, LSP ID: 5.
Length: 12
Object class: SENDER TEMPLATE object (11)
C-type: 7 - IPv4 LSP
Sender IPv4 address: 1.1.1.1 (1.1.1.1)
Sender LSP ID: 5
SENDER TSPEC: IntServ: Token Bucket, 2500000 bytes/sec.
ADSPEC
RECORD ROUTE: IPv4 10.12.1.1
```

RSVP TE – RSVP RESV message

- Es generado por el router tailend del túnel TE para confirmar la reserva solicitada enviada utilizando Mensajes PATH.
- Este mensaje RESV también realiza la función de asignación de etiquetas para el mapeo particular de un LSP a un túnel TE.
- El router tailend primero genera una etiqueta para el túnel TE y lo envía hacia su router upstream.
- Este proceso es realizado en cada salto donde una etiqueta local es mapeada al túnel TE y propagada hacia el correspondiente router upstream hasta llegar al router headend.
- El mensaje RESV tiene los siguientes atributos (objetos):

- SESSION:

- Este atributo transporta exactamente la misma información que el mensaje PATH.

- HOP:

- Este atributo contiene la dirección IP de la interfaz del LSR downstream (next hop – NHOP)

- TIME VALUES:

- Es un timer periódico de refresco (ms) utilizado para enviar los PATH o RESV message.
El valor por defecto es de 30000ms.

- STYLE:

- El receptor puede elegir entre uno estilos diferentes.
- Cada sesión de RSVP debe tener un estilo de reserva.
- Hay 3 estilos diferentes de reserva:

- Fixed Filter (FF) Style:

- Este estilo crea una reserva distinta para el tráfico de cada remitente que no es compartida por otros emisores.
- Dado que cada remitente tiene su propia reserva, una etiqueta única se asigna a cada remitente.
- Esto se traduce en P2P LSP entre cada par emisor-receptor.

- Wildcard Filter (WF) Style:

- Con este estilo, se utiliza una única reserva compartida para todos los emisores a una sesión.
- Una sola LSP multipunto a punto (MP2P) se crea para todas las sesiones al remitente.
- Un valor único de etiqueta se asigna a la sesión..

- Shared Explicit (SE) Style:

- Este estilo permite a un receptor especificar explícitamente los remitentes que se permite en una reserva.
- Debido a que cada remitente aparece explícitamente en el mensaje RESV, diferentes etiquetas se asignan a diferentes remitentes, creando un LSP separado para cada remitente.

- FLOWSPEC:

- Especifica el QoS deseado.
- Adicionalmente especifica el ancho de banda para el túnel en bytes/seg.

- FILTERSPEC:

- Transporta la dirección IP del remitente del túnel que es el router-ID del router headend del túnel TE y un ID que es LSP ID del túnel.
- El LSP ID cambia cuando las propiedades del túnel cambian como el ancho de banda o la ruta.
- Es exactamente igual que el objeto SENDER TEMPLATE en el mensaje PATH.

RSVP TE – RSVP RESV message

- LABEL:

- Transporta el valor de etiqueta que el PHOP debe utilizar para un túnel TE en particular.

RSVP TE – RSVP RESV message

RSVP Header. RESV Message.

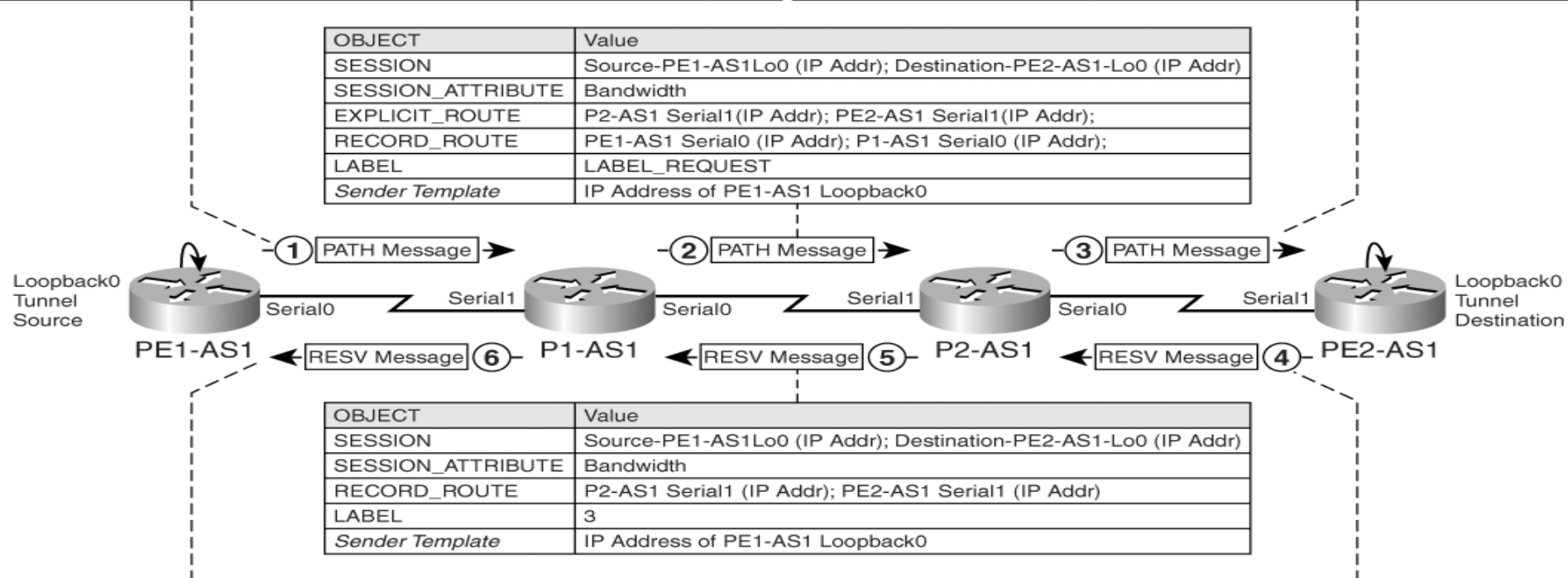
- RSVP Version: 1
- Flags: 00
- Message Type: RESV Message. (2)
- Message Checksum: 0x053f [correct]
- Sending TTL: 255
- Message length: 136
- SESSION: IPv4-LSP, Destination 4.4.4.4, Tunnel ID 10, Ext ID 1010101.
 - Length: 16
 - Object class: SESSION object (1)
 - C-type: 7 - IPv4 LSP
 - Destination address: 4.4.4.4 (4.4.4.4)
 - Tunnel ID: 10
 - Extended Tunnel ID: 16843009 (1.1.1.1)
- HOP: IPv4, 10.12.1.2
- TIME VALUES: 30000 ms
- STYLE: Shared-Explicit (18)
- FLOWSPEC: Controlled Load: Token Bucket, 2500000 bytes/sec.
- FILTERSPEC: IPv4-LSP, Tunnel Source: 1.1.1.1, LSP ID: 5.
- LABEL: 16
 - Length: 8
 - Object class: LABEL object (16)
 - C-type: 1 (Packet Label)
 - Label: 16
- RECORD ROUTE: IPv4 10.12.1.2, IPv4 10.23.1.2, IPv4 10.34.1.2
 - Length: 28
 - Object class: RECORD ROUTE object (21)
 - C-type: 1
 - IPv4 Subobject - 10.12.1.2
 - IPv4 Subobject - 10.23.1.2
 - IPv4 Subobject - 10.34.1.2

RSVP TE –

OBJECT	Value
SESSION	Source-PE1-AS1 Lo0 (IP Addr); Destination-PE2-AS1-Lo0 (IP Addr)
SESSION_ATTRIBUTE	Bandwidth
EXPLICIT_ROUTE	P1-AS1 Serial1(IP Addr); P2-AS1 Serial1(IP Addr); PE1-AS1 Serial1 (IP Addr);
RECORD_ROUTE	PE1-AS1 Serial0 (IP Addr);
LABEL	LABEL_REQUEST
Sender Template	IP Address of PE1-AS1 Loopback0

OBJECT	Value
SESSION	Source-PE1-AS1Lo0 (IP Addr); Destination-PE2-AS1-Lo0 (IP Addr)
SESSION_ATTRIBUTE	Bandwidth
EXPLICIT_ROUTE	PE2-AS1 Serial1 (IP Addr);
RECORD_ROUTE	PE1-AS1 Serial0 (IP Addr); P1-AS1 Serial0 (IP Addr); P2-AS1 Serial0 (IP Addr)
LABEL	LABEL_REQUEST
Sender Template	IP Address of PE1-AS1 Loopback0

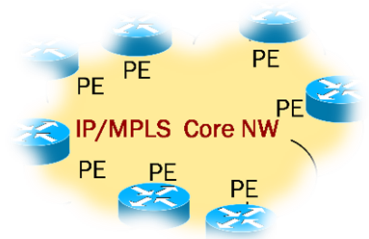
OBJECT	Value
SESSION	Source-PE1-AS1Lo0 (IP Addr); Destination-PE2-AS1-Lo0 (IP Addr)
SESSION_ATTRIBUTE	Bandwidth
EXPLICIT_ROUTE	P2-AS1 Serial1(IP Addr); PE2-AS1 Serial1(IP Addr);
RECORD_ROUTE	PE1-AS1 Serial0 (IP Addr); P1-AS1 Serial0 (IP Addr);
LABEL	LABEL_REQUEST
Sender Template	IP Address of PE1-AS1 Loopback0



OBJECT	Value
SESSION	Source-PE1-AS1Lo0 (IP Addr); Destination-PE2-AS1-Lo0 (IP Addr)
SESSION_ATTRIBUTE	Bandwidth
RECORD_ROUTE	P1-AS1 Serial1 (IP Addr); P2-AS1 Serial1 (IP Addr); PE2-AS1 Serial1 (IP Addr)
LABEL	2
Sender Template	IP Address of PE1-AS1 Loopback0

OBJECT	Value
SESSION	Source-PE1-AS1Lo0 (IP Addr); Destination-PE2-AS1-Lo0 (IP Addr)
SESSION_ATTRIBUTE	Bandwidth
RECORD_ROUTE	PE2-AS1 Serial1 (IP Addr)
LABEL	POP
Sender Template	IP Address of PE1-AS1 Loopback0

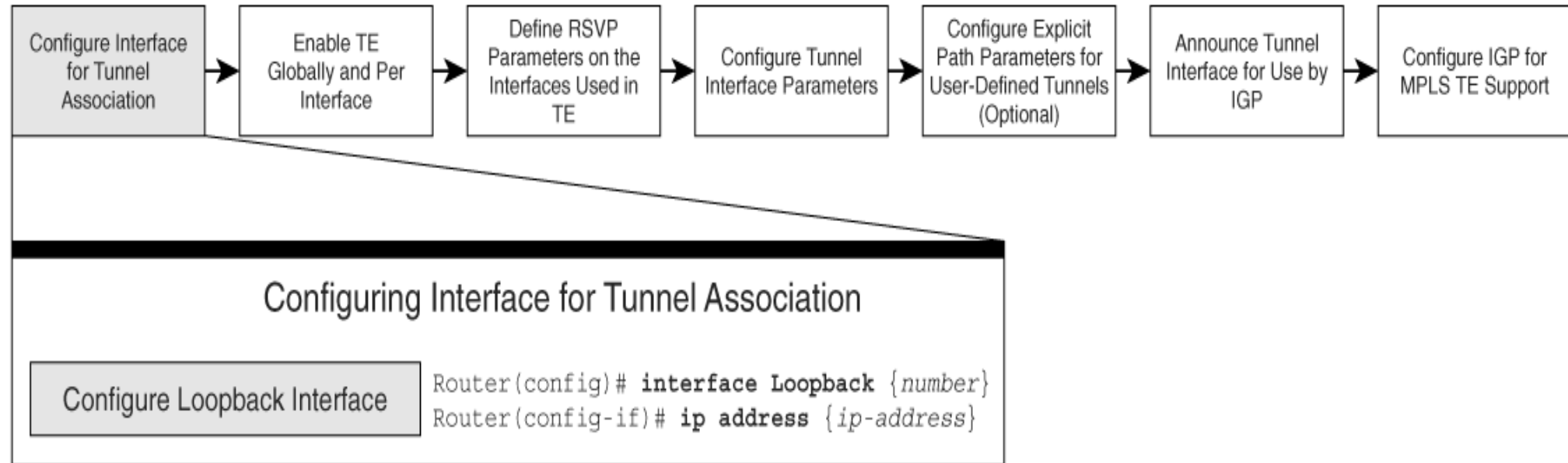
RSVP TE Configuración



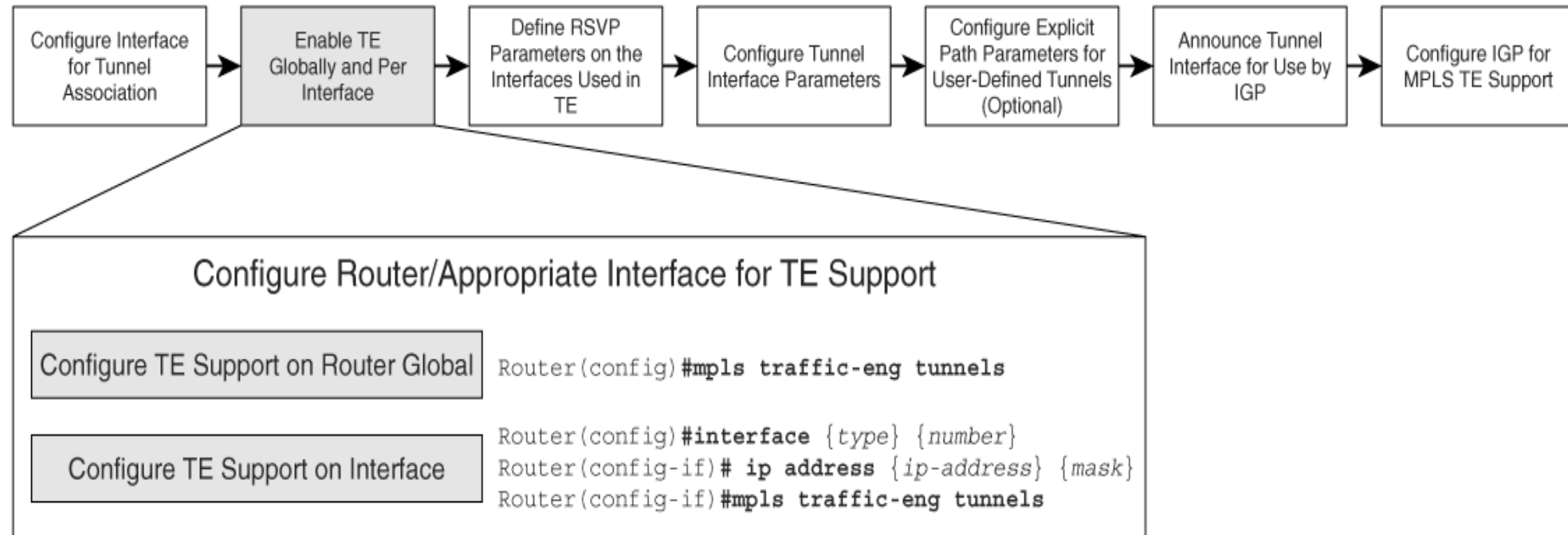
- Pasos generales

- enable MPLS-TE globally
- enable MPLS-TE & RSVP under each interested interface
- enable MPLS-TE extensions under the IGP
- create the MPLS-TE tunnel

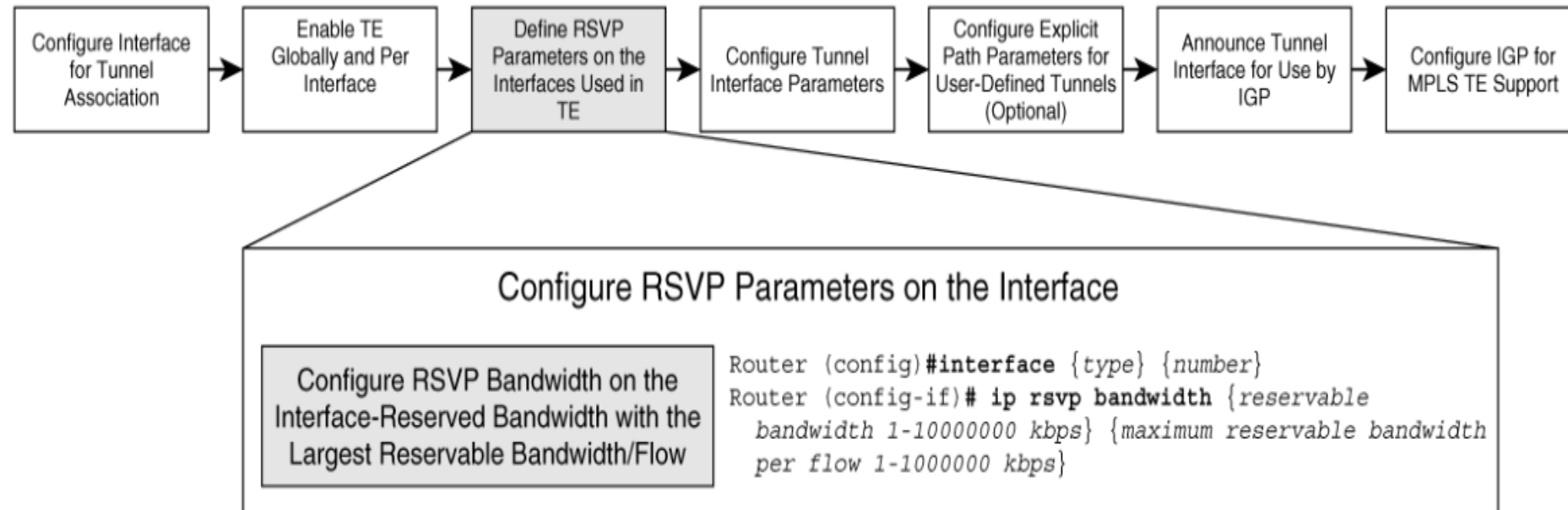
RSVP TE – Configuración



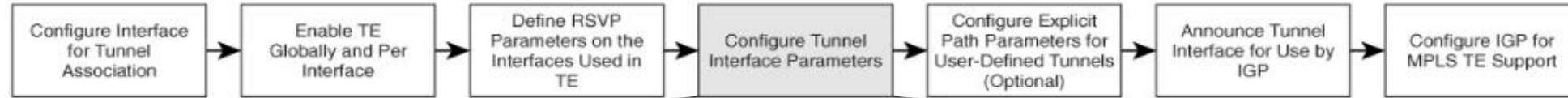
RSVP TE – Configuración



RSVP TE – Configuración



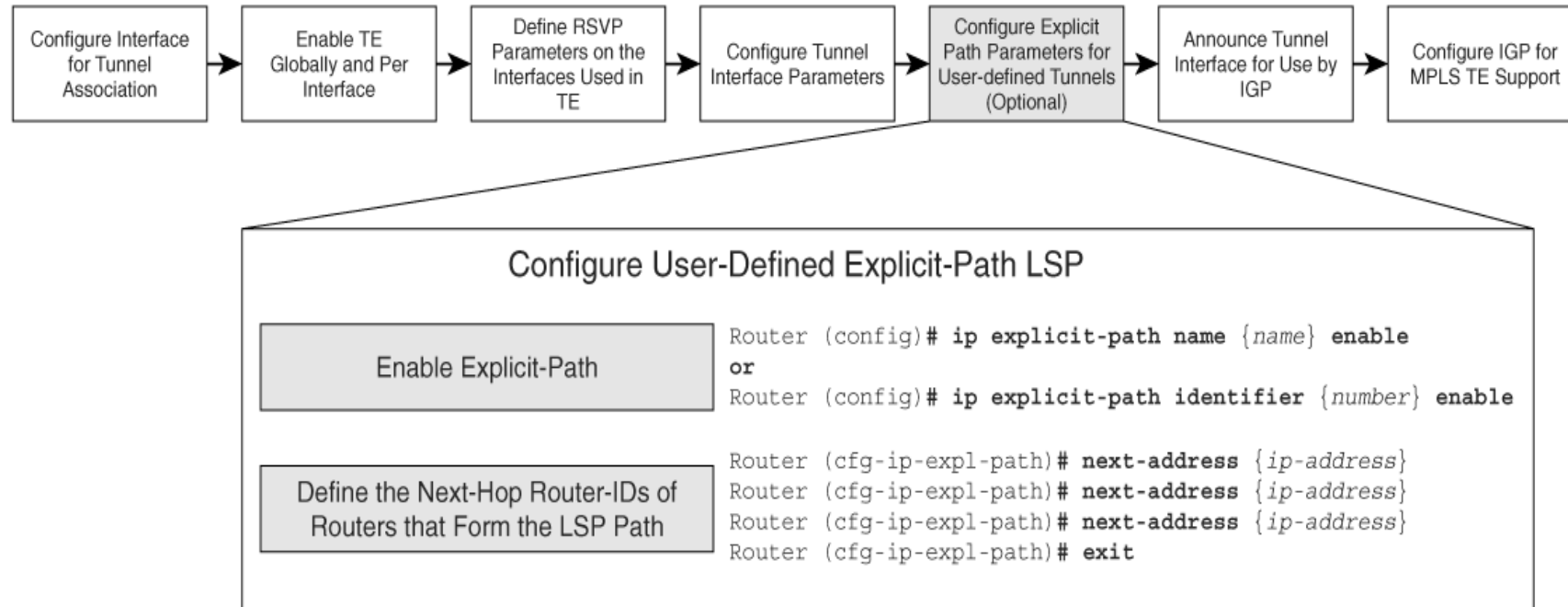
RSVP TE – Configuración



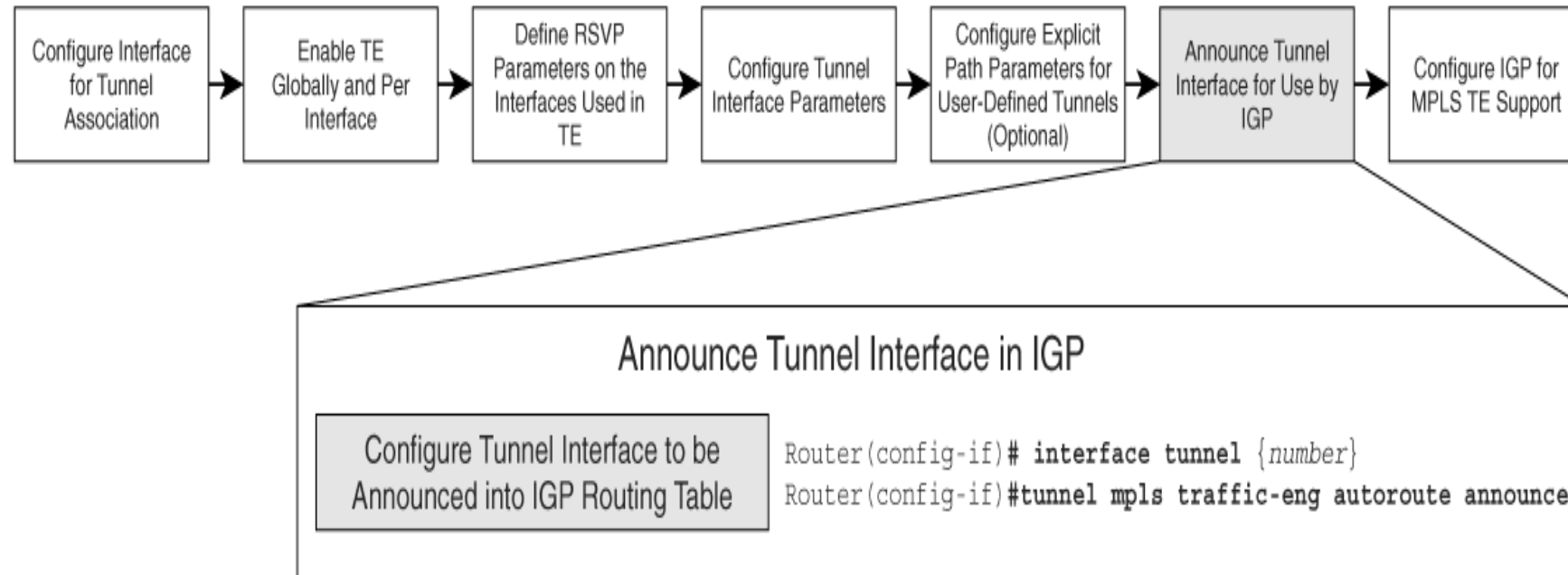
Configure Tunnel Interface Parameters (Dynamic Tunnels)

Configure Tunnel Interface	<code>Router(config)#interface Tunnel {number}</code>
Configure the IP Address of Tunnel Interface to Loopback	<code>Router(config-if)#ip unnumbered loopback {number}</code>
Configure the Operating Mode of the Tunnel	<code>Router(config-if)#tunnel mode mpls traffic-eng</code>
Configure the Destination of the TE Tunnel	<code>Router(config-if)#tunnel destination {IP address of remote loopback}</code>
Configure the LSP Path Setup to be Done by IGP and CSPF (Dynamic LSP Tunnel Creation)	<code>Router(config-if)#tunnel mpls traffic-eng path-option {priority} [dynamic [bandwidth {override bandwidth config value} attributes {lsp attribute list name} lockdown] explicit { identifier name name}]</code>
Define the Bandwidth Requirements of the Tunnel	<code>Router (config-if)#tunnel mpls traffic-eng bandwidth {number kbps}</code>
Define the Priority of the Tunnel (Used in Load Balancing)	<code>Router (config-if)#tunnel mpls traffic-eng priority {setup priority-value} {hold-priority value}</code>

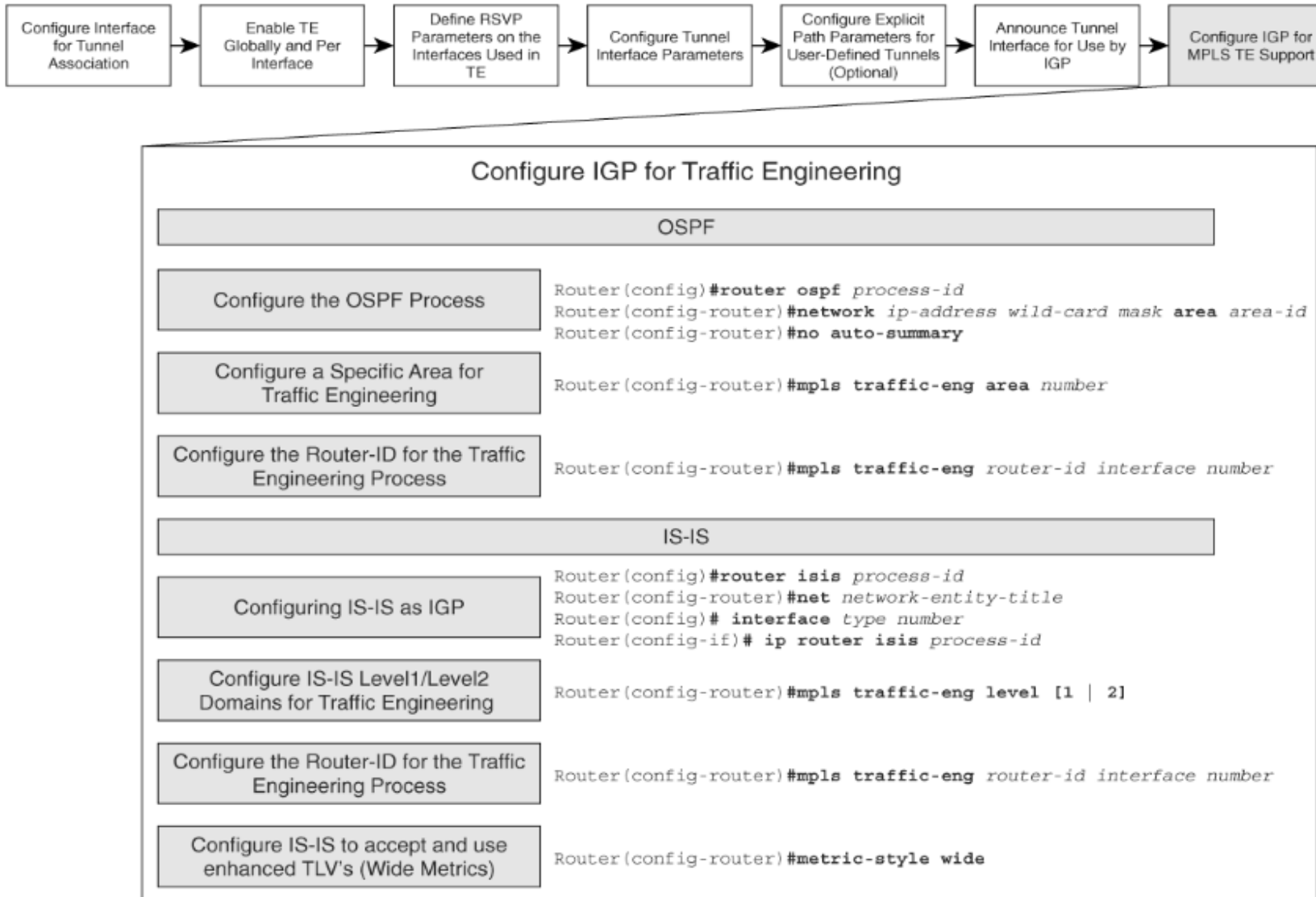
RSVP TE – Configuración



RSVP TE – Configuración



RSVP TE – Configuración



RSVP TE – Configuración

Command	Description
Router(config)#mpls traffic-eng tunnels	Configures TE support on router in the global configuration mode.
Router(config-if)#mpls traffic-eng tunnels	Configures MPLS TE support per interface.
Router(config-if)# ip rsvp bandwidth {reservable bandwidth 1-10000000 kbps} {maximum reservable bandwidth per flow 1-1000000 kbps}	Configures RSVP bandwidth on the interface-reserved bandwidth with the largest reservable bandwidth/flow.
Router(config)#interface tunnel {number}	Configures tunnel interface.
Router(config-if)#ip unnumbered loopback {number}	Configures the loopback interface IP address to be associated with the tunnel interface under tunnel interface configuration.
Router(config-if)#tunnel mode mpls traffic-eng	Configures the tunnel mode to be an MPLS traffic-engineered tunnel.
Router(config-if)#tunnel destination {IP address of remote loopback}	Configures the MPLS traffic-engineered tunnel's destination or end-point.
Router(config-if)#tunnel mpls traffic-eng path-option {priority} dynamic [bandwidth {override bandwidth config value} attributes {lsp attribute list name} lockdown]	Configures the LSP path setup to be done by IGP and CSPF (dynamic LSP tunnel creation). The tunnels can be configured with the associated priority and attributes.
Router(config)# ip explicit-path name {name} enable or Router(config)# ip explicit-path identifier {number} enable	Configures an explicit path to be associated with a TE tunnel.
Router(cfg-ip-expl-path)#next-address {ip-address} Router(cfg-ip-expl-path)#exit	Configures the IP next-hop addresses for the explicit MPLS traffic engineered tunnel.
Router(config-if)#tunnel mpls traffic-eng priority {setup priority-value} {hold-priority value}	Defines the priority of the tunnel (used in load balancing).
Router(config-if)#tunnel mpls traffic-eng autoroute announce	Configures tunnel interface to be announced into IGP routing table (configured under tunnel interface configuration).
Router(config-router)#mpls traffic-eng area number	Enables OSPF for TE (under router OSPF configuration).
Router(config-router)#mpls traffic-eng router-id interface number	Configures the router ID for the TE process under OSPF or IS-IS.
Router(config-router)#mpls traffic-eng level [1 2]	Configures IS-IS Level1/Level2 domains for TE.
Router(config-router)#metric-style wide	Configures IS-IS to accept and use enhanced TLVs (wide metrics).
Router(config-if)# tunnel mpls traffic-eng fast-reroute	Enables the MPLS tunnel for FRR protection.
Router(config-if)# mpls traffic-eng backup-path tunnel {interface-number}	Configures the backup tunnel to be used during interface failure.

¿dudas?