

- b. Para cada una de las VRF que ha identificado en la respuesta anterior, dé valores de RD (route distinguishers) y RT (route targets), tantos como sean necesarios y del tipo adecuado en cada caso, para lograr la política de comunicación indicada anteriormente. Suponga que estos valores son de tipo: Nº de Sistema Autónomo seguido de un identificador. (0,8 puntos)

SA = 65001

VRF	RD	RT Exp	RT Imp
$PE_a \rightarrow CE_1$	65001:10	65001:11	65001:11
$PE_a \rightarrow CE_2$ (HUB)	65001:20	65001:22	65001:33
$PE_b \rightarrow CE_3$	65001:30	65001:11	65001:11
$PE_b \rightarrow CE_4$	65001:40	65001:33	65001:22
$PE_c \rightarrow CE_5$	65001:50	65001:11	65001:11
$PE_c \rightarrow CE_6$	65001:60	65001:33	65001:22

- c. Partiendo de la política de comunicación definida anteriormente, se desea que la sede 3 pase a ser otra de las spoke de la VPN hub&spoke (junto con las sedes 4 y 6), sin eliminar ninguna de las posibilidades de comunicación previamente permitidas. Especifique qué VRFs añadiría, eliminaría y/o modificaría de las que ha identificado anteriormente, detallando todos sus valores. (0,5 puntos)

No se deben eliminar ni añadir VRFs, sencillamente es necesario modificar la VRF presente en el PE_b relacionada con su enlace con el CE₃ (que da acceso a la sede 3) para añadir los valores correspondientes a sus listas de RT de importación y de exportación que permitan integrarla como una spoke de otra VPN, quedando como sigue:

VRF	RD	RT exp	RT imp
$PE_b \rightarrow CE_3$	65001:30	65001:11 65001:33	65001:11 65001:22

 DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA TELEMÁTICA Y ELECTRÓNICA ETSIS TELECOMUNICACIÓN UPM	REDES Y SERVICIOS AVANZADOS Examen de evaluación continua EC1. 29 de marzo de 2022	
APELLIDOS: SOLUCIÓN		
NOMBRE:	DNI:	

- d. Analice si la existencia de un prefijo común en las sedes 1 y 2 es problemática o no, tanto antes como después de haber añadido la sede 3 como una de las sedes spoke, y explique el motivo en cada caso.

- Antes de añadir la sede 3 como una spoke (0,3 puntos):

No, ya que las 2 sedes no pertenecen a la misma VPN y por tanto no compartir tráfico.

- Despues de añadir la sede 3 como una spoke (0,3 puntos):

Si, ya que la Sede 3 puede enviar tráfico por las 2 VPN (la perteneciente a la Sede 1 y a la Sede 2) por lo que podría haber ambigüedad.

EJERCICIO 2. Puntuación: 1,4 puntos. Tiempo estimado: 10 minutos

Las siguientes preguntas de respuesta breve y de test están referidas al Tema 1 de la asignatura ("Aplicaciones avanzadas de la tecnología MPLS").

En lo que respecta a las etiquetas MPLS que los PE asignan a las distintas VRF, indique si cada uno de los siguientes supuestos es una situación problemática o no, y por qué:

- Mismo valor de etiqueta MPLS para dos VRF del mismo PE. (0,2 puntos)

Si, ya que la etiqueta MPLS debe permitir al nodo PE distinguir qué VRF debe consultar.

- Mismo valor de etiqueta para dos VRF, cada una de ellas de un PE distinto, asociadas a sedes de la misma VPN full-meshed. (0,2 puntos)

No es problemático, los valores de etiqueta MPLS los asigna cada PE de manera local, no siendo necesario coordinación entre distintos PE para la asignación de estos valores de etiquetas.

- Mismo valor de etiqueta para dos VRF, cada una de ellas de un PE distinto, asociadas a sedes que no tienen comunicación entre ellas. (0,2 puntos)

No es problemático, los valores de etiqueta MPLS los asigna cada PE de manera local, no siendo necesario coordinación entre distintos PE para la asignación de estos valores de etiquetas.

Rodee con un círculo la respuesta correcta para las siguientes cuatro preguntas de test.

- Respuesta acertada: 0,2 puntos.
- Respuesta errónea: -0,067 puntos.
- En blanco: 0 puntos

1. En el plano de datos, el tráfico entre una pareja de PE que pertenece a distintas VPN:
 - a. Utiliza túneles distintos entre esos dos PE.
 - b. Estará etiquetado con distintos valores de etiqueta MPLS.
 - c. Estará destinado a distintas direcciones VPNv4.
 - d. Transportará valores de RT distintos.
2. En caso de utilizarse prefijos IP públicos en las sedes de una VPN:
 - a. Los valores de RD dejan de ser utilizados en las VRF correspondientes.
 - b. Los valores de RT dejan de ser utilizados en las VRF correspondientes.
 - c. Los valores de las etiquetas MPLS de la VPN dejan de ser utilizados en las VRF correspondientes.
 - d. Ninguna de las otras tres respuestas es correcta.
3. Si los túneles entre parejas de PE son LSP (label switched paths) de MPLS:
 - a. Los nodos P del núcleo de red no tienen por qué ser LSR (label switching routers) de MPLS.
 - b. En el plano de datos, una única etiqueta en cada paquete identifica tanto el LSP como la VPN.
 - c. En el plano de control, los nodos PE deben comunicarse dos valores de etiqueta MPLS con cada mensaje UPDATE de MP-iBGP.
 - d. Tanto los nodos PE como los nodos P pueden tener que asignar valores de etiquetas MPLS relativas a los LSP.
4. Cuando un nodo PE envía un mensaje UPDATE de MP-iBGP a otro nodo PE al respecto de un prefijo, una de las informaciones que lleva ese mensaje es:
 - a. La copia de una lista de RT de exportación de una VRF.
 - b. El valor de etiqueta correspondiente al túnel a utilizar entre los dos PE para el plano de datos.
 - c. Una dirección IP del nodo PE al que va destinado el mensaje UPDATE.
 - d. Ninguna de las otras tres respuestas es correcta.

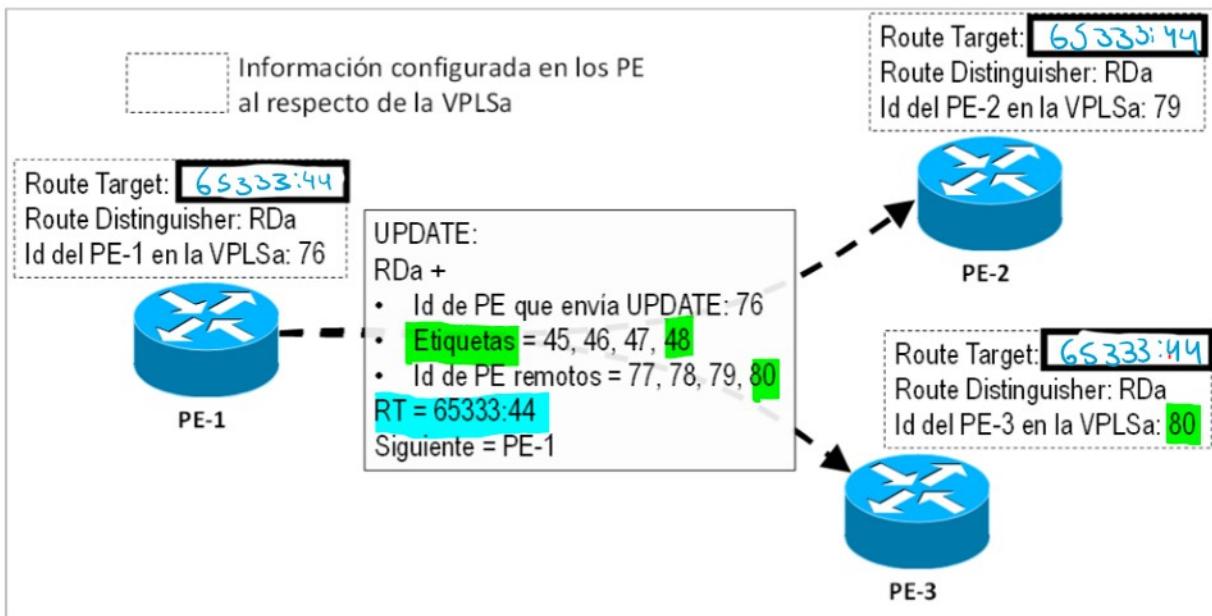
 DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA TELEMÁTICA Y ELECTRÓNICA ETSIS TELECOMUNICACIÓN UPM	REDES Y SERVICIOS AVANZADOS Examen convocatoria extraordinaria – Parte EC1 - 12 de julio de 2023	
APELLIDOS: SOLUCIÓN		
NOMBRE:	DNI:	

Publicación de notas: martes 18 de julio de 2023.

Revisión: miércoles jueves 20 de julio de 2023 a las 12:00 horas.

EJERCICIO 1. Puntuación: 1 punto. Tiempo estimado: 10 minutos

La siguiente figura muestra tres nodos PE junto con la configuración fundamental hecha en ellos al respecto de una VPN de nivel 2 (que llamaremos VPLSa) como las estudiadas en el Tema 1 de la asignatura ("Aplicaciones avanzadas de la tecnología MPLS"). También se muestra un mensaje UPDATE de MP-BGP que PE-1 envía tanto a PE-2 como a PE-3.



Entre las parejas de nodos PE hay establecidos túneles bidireccionales (realmente parejas de túneles) que son LSP de MPLS, para los que no se utiliza PHP (Penultimate Hop Popping).

Únicamente con la información anterior (figura y texto), responda **razonadamente** a las siguientes preguntas:

- a) ¿Podemos conocer el valor de los campos "Route Target" de alguno de los tres recuadros de configuración (los de línea discontinua) mostrados en la figura? Especifique sobre la figura el valor que toman los campos de los que se pueda saber el valor, escriba "NO" en los campos en que no se pueda saber el valor con los datos del ejercicio, y en todos los casos explique su respuesta en el recuadro siguiente. (0,2 puntos)

Sí, ya que las VPN de nivel 2 se configuran en todos los PE que tengan una de sus sedes con un único valor de RT, que es el mismo en todas ellas (para la misma VPLS). Ese valor de RT es el que se comunica entre PEs mediante los mensajes UPDATE de MP-BGP, por lo que podemos saber que en los tres casos el valor de RT configurado es el mismo que se incluye en el mensaje UPDATE: 65333:44

Las siguientes dos preguntas se refieren al tráfico de datos que se observa en el núcleo de red (entre los PEs) con **origen** en la sede de la VPLSa conectada a **PE-3** y **destino** la sede de la misma VPLSa conectada a **PE-1**:

- b) ¿Podemos saber el valor de la etiqueta MPLS **interna** que llevarán esos paquetes? En caso afirmativo, indique el valor. En cualquiera de los dos casos, razona la respuesta. (0,2 puntos)

Sí, será 48. Justificación: en el UPDATE observado en la figura, PE-1 comunica a PEs remotos con qué valor de etiqueta demultiplexora (es decir, la que identifica la VPLS, y por tanto la que será la etiqueta interna del tráfico MPLS con destino PE-1) quiere que etiqueten los paquetes dichos PEs remotos. Viendo las dos listas de etiquetas y PE remotos del UPDATE, y sabiendo que la correspondencia es 1 a 1 y en el mismo orden, vemos que la etiqueta comunicada a PE-3 (id = 80) es 48.

- c) ¿Podemos saber el valor de la etiqueta MPLS **externa** que llevarán esos paquetes? En caso afirmativo, indique el valor. En cualquiera de los dos casos, razona la respuesta. (0,2 puntos)

No podemos saberlo, ya que esa etiqueta será la que corresponda en cada salto entre nodos del núcleo al LSP que hace las veces de túnel entre PE-3 y PE-1. No se proporciona en el enunciado información para conocer este valor.

 DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA TELEMÁTICA Y ELECTRÓNICA ETSIS TELECOMUNICACIÓN UPM	REDES Y SERVICIOS AVANZADOS Examen convocatoria extraordinaria – Parte EC1 - 12 de julio de 2023	
APELLIDOS: SOLUCIÓN		
NOMBRE:	DNI:	

Las siguientes dos preguntas se refieren al tráfico de datos que se observa en el núcleo de red (entre los PEs) con **origen** en la sede de la VPLSa conectada a **PE-1** y **destino** la sede de la misma VPLSa conectada a **PE-2**:

- d) ¿Podemos saber el valor de la etiqueta MPLS **interna** que llevarán esos paquetes? En caso afirmativo, indique el valor. En cualquiera de los dos casos, razoné la respuesta. (0,2 puntos)

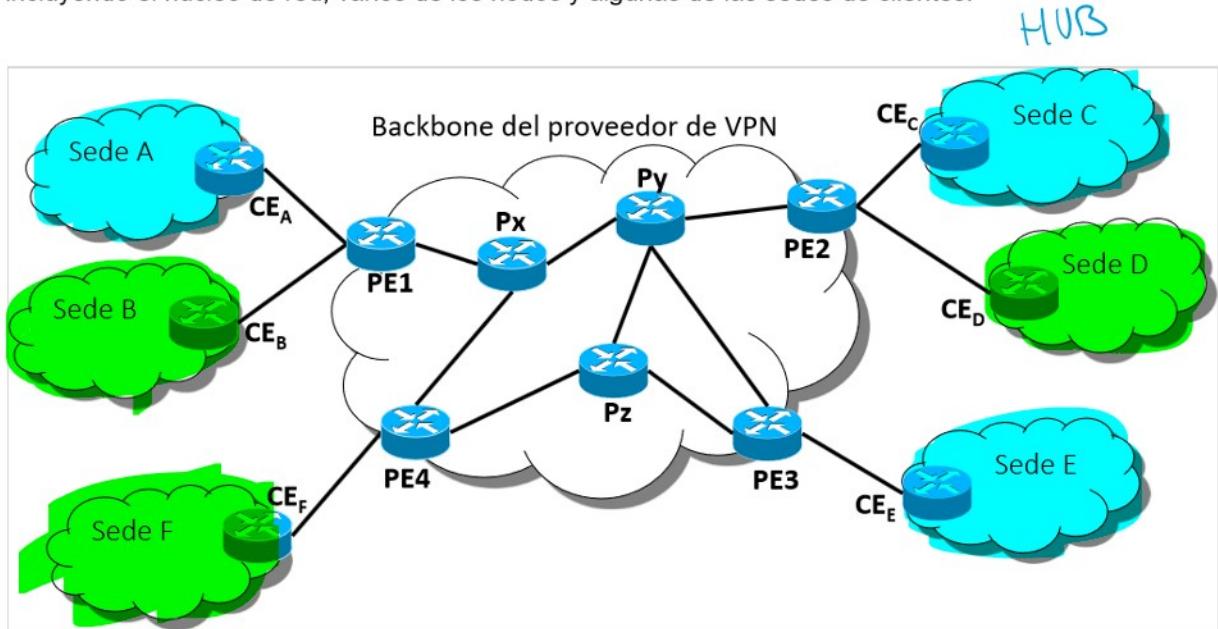
No podemos saberlo, ya que para ello necesitaríamos saber qué etiqueta ha comunicado mediante un mensaje UPDATE el router PE-2 al router PE-1 para esta VPLS, y no conocemos esa información del enunciado.

- e) ¿Podemos saber el valor de la etiqueta MPLS **externa** que llevarán esos paquetes? En caso afirmativo, indique el valor. En cualquiera de los dos casos, razoné la respuesta. (0,2 puntos)

No podemos saberlo, ya que esa etiqueta será la que corresponda en cada salto entre nodos del núcleo al LSP que hace las veces de túnel entre PE-1 y PE-2. No se proporciona en el enunciado información para conocer este valor.

EJERCICIO 2. Puntuación: 2,5 puntos. Tiempo estimado: 20 minutos

La siguiente figura muestra un escenario en el que un proveedor ofrece un servicio de VPN de nivel 3 con MPLS como el visto en el tema 1 de la asignatura (“Aplicaciones avanzadas de la tecnología MPLS”), incluyendo el núcleo de red, varios de los nodos y algunas de las sedes de clientes.



La siguiente tabla contiene valores de VRF relacionados con la figura anterior:

Tabla: Valores de VRF

VRF (router en el que se configura y enlace al que está asociada)	RD	RT importación	RT exportación
VRF _A : Router PE1, enlace con CE _A	65001:1	65001:333	65001:111
VRF _B : Router PE1, enlace con CE _B	65001:2	65001:444, 65001:666	65001:222
VRF _C : Router PE2, enlace con CE _C	65001:3	65001:111, 65001:555	65001:333
VRF _D : Router PE2, enlace con CE _D	65001:4	65001:222, 65001:666	65001:444
VRF _E : Router PE3, enlace con CE _E	65001:5	65001:333	65001:555
VRF _F : Router PE4, enlace con CE _F	65001:6	65001:222, 65001:444	65001:666

- a) En este escenario, una vez configurado, se capturan dos paquetes tal y como se especifica en la primera columna de la siguiente tabla. Para cada uno de estos paquetes se hace una serie de aserciones. Algunas de ellas son posibles (compatibles con el escenario descrito) y otras no lo son (no son compatibles con alguna característica del escenario descrito). Para cada una de estas aserciones debe indicar en la tabla si es o no posible e incluir el razonamiento correspondiente (el razonamiento es imprescindible para obtener puntuación). (1,2 puntos)



APELLIDOS: **SOLUCIÓN**

NOMBRE:

DNI:

Paquete capturado (incluyendo enlace y sentido).	Aserción	¿Posible o no?	Razonamiento (imprescindible)
Paquete en enlace PE2 → Py, con una pila de dos etiquetas MPLS.	La etiqueta interna está directamente relacionada con un valor previamente comunicado por PE2 en un mensaje UPDATE de MP-BGP enviado a PE3.	No	<i>El valor de la etiqueta interna es comunicado por el PE que recibe el paquete, que indica ese valor a los PE de la misma VPN, por lo tanto este mensaje update sería comunicado por PE3 en PE2 previo al paquete.</i>
	La etiqueta externa está directamente relacionada con un valor previamente comunicado por PE2 en un mensaje UPDATE de MP-BGP enviado a PE3.	No	<i>La etiqueta externa no se comunica entre PEs, si no entre P (aunque si no hay PHP la quita el PE [pop])</i>
	La etiqueta interna está directamente relacionada con un valor previamente comunicado por PE3 en un mensaje UPDATE de MP-BGP enviado a PE2.	Si	<i>El paquete podría corresponder a tráfico con origen en la sede C y destino en la sede E, que pueden comunicar entre sí, y en ese caso PE3 habría comunicado ese valor a PE2 mediante MP-BGP.</i>
	La etiqueta externa está directamente relacionada con un valor previamente comunicado por PE3 en un mensaje UPDATE de MP-BGP enviado a PE2.	No	<i>La etiqueta externa no se comunica entre PEs, si no entre P (aunque si no hay PHP la quita el PE [pop])</i>
Paquete en enlace Px → Py, con una pila de dos etiquetas MPLS.	La etiqueta externa corresponde directamente a un LSP con origen PE4 y destino PE3	No	<i>Mirando la tabla de valores de RT de las VRF, no hay tráfico de datos entre PE3 y PE4 (las sedes F y E no pueden comunicarse directamente entre ellas), por lo que esa etiqueta externa no será la correspondiente a ese LSP.</i>
	La etiqueta interna corresponde directamente a un LSP con origen PE4 y destino PE3	No	<i>La etiqueta interna no está relacionada con un LSP entre los PE sino que se comunica en todo caso mediante MP-BGP entre PEs</i>

- b) Suponga que en la VRF_B se cambia el valor de RD para que sea idéntico al valor de la VRF_A. En este escenario concreto, y suponiendo que todo el resto de parámetros están bien configurados, incluyendo los planes de numeración IP de las distintas sedes, ¿puede haber ambigüedad? En caso afirmativo ponga un ejemplo concreto. En caso negativo, diga por qué no puede haberla. (0,4 puntos)

Las sedes B y A no pueden comunicarse entre sí, pertenecen a dos VPN aisladas entre sí. Por esto, si están utilizando numeración privada, podrían repetir legítimamente un prefijo privado (ej. 10.0.0.0/8). En este caso, si esos dos RD fueran idénticos, habría ambigüedad en los prefijos VPNv4 anunciados por PE1 al respecto de esos dos prefijos (serían dos prefijos VPNv4 idénticos, RD:10.0.0.0/8), lo que no es correcto porque se refieren a ámbitos distintos.

- c) Suponga que en la VRF_B se cambia el valor de RD para que sea idéntico al valor de la VRF_F. En este escenario concreto, y suponiendo que todo el resto de parámetros están bien configurados, incluyendo los planes de numeración IP de las distintas sedes, ¿puede haber ambigüedad? En caso afirmativo ponga un ejemplo concreto. En caso negativo, diga por qué no puede haberla. (0,4 puntos)

Las sedes B y F sí pueden comunicarse entre sí, pertenecen a la misma VPN full-meshed. Por esto, si el plan de numeración es correcto, no podrán tener prefijos IP que se solapen (ni idénticos, lógicamente). Por eso, en este caso la repetición del valor de RD en ambas VRF no provocará ambigüedad en los prefijos VPNv4 anunciados por los PE correspondientes (PE1 y PE4 en este caso)

- d) Explique **razonadamente** una ventaja y un posible inconveniente de utilizar "Route Reflectors" de MP-BGP en un escenario genérico de VPN de nivel 3 con MPLS. (0,5 puntos)

Ventaja: en caso de tener un escenario con suficientes nodos PE, el número de vecindades MP-iBGP a configurar disminuye porque solo hay que configurar una vecindad entre cada PE y el RR (o dos por PE, si son una pareja de RR) en lugar de una malla completa de vecindades entre parejas de PE.

Inconveniente: El RR puede tener que almacenar información sobre prefijos de todas las VPN provisionadas (ya que todos los PE le envían los UPDATE), si no se habilitan mecanismos como el filtrado de RT.

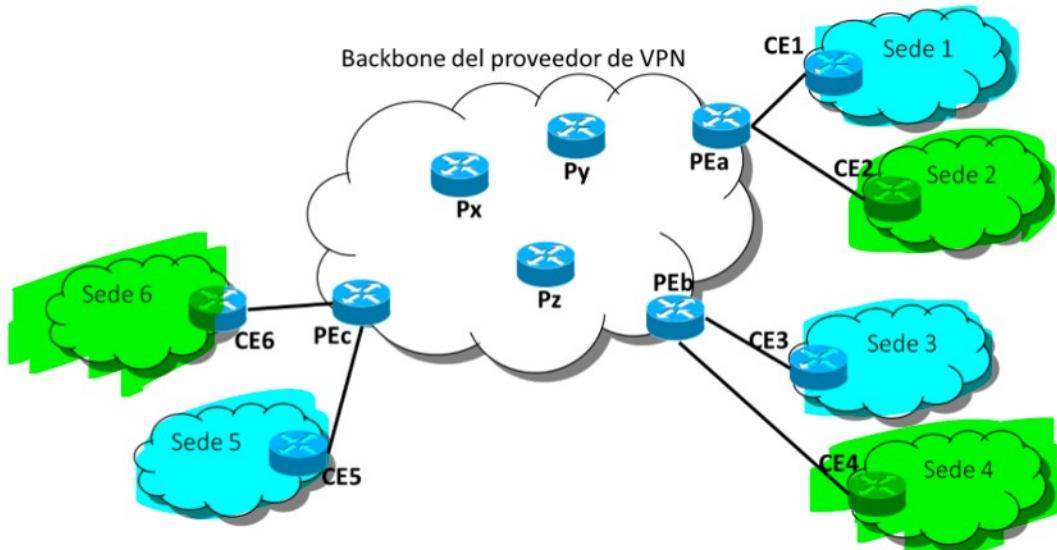
Julio 2022

 DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA TELEMÁTICA Y ELECTRÓNICA ETSIS TELECOMUNICACIÓN UPM	REDES Y SERVICIOS AVANZADOS Examen de convocatoria extraordinaria - Parte EC1. 30 de junio de 2022	
APELLOS:		
NOMBRE: SOLUCIÓN	DNI:	

EJERCICIO 1. Puntuación: 3,5 puntos. Tiempo estimado: 30 minutos

(Nota: en este ejercicio las justificaciones correctas y detalladas, incluyendo cuando sean pertinentes los datos concretos proporcionados en el enunciado, son imprescindibles para obtener la puntuación máxima en cada apartado)

La siguiente figura muestra un escenario en el que un proveedor ofrece un servicio de VPN de nivel 3 con MPLS como el visto en el tema 1 de la asignatura (“Aplicaciones avanzadas de la tecnología MPLS”), incluyendo el núcleo de red, varios de los nodos y algunas de las sedes de clientes.



Observe la siguiente tabla de valores de VRF relacionados con la figura mostrada anteriormente:

VRF	RD	RT importación	RT exportación
Router PEa, VRFx	65001:33	65001:66, 65001:88	65001:44
Router PEa, VRFy	65001:44	65001:77, 65001:33	65001:55
Router PEb, VRFz	65001:55	65001:44, 65001:88	65001:66
Router PEb, VRFi	65001:66	65001:55, 65001:33	65001:77

Router PEa, VRFy	65001:33	65001:33, 65001:33	65001:33
Router PEb, VRFz	65001:55	65001:44, 65001:88	65001:66
Router PEb, VRFj	65001:66	65001:55, 65001:33	65001:77
Router PEc, VRFk	65001:77	65001:44, 65001:66	65001:88
Router PEc, VRFh	65001:88	65001:55, 65001:77	65001:33

a) ¿Qué políticas de comunicación entre sedes están establecidas en la red? Razone la respuesta. (0,5 puntos)

- .. Existen 2 VPN full-meshed ya que pueden enviar y recibir Tráfico entre las 3 sedes que comparten cada una de estas VPN.
- RT imp → a quiénes puede enviar Tráfico
- RT exp → de quiénes puede recibir Tráfico.

Los nodos PE de la figura tienen las siguientes direcciones IP en sus interfaces conectadas al núcleo de red:

- PEa: 192.168.33.44
- PEb: 192.168.44.55
- PEc: 192.168.55.66

Uno de los anuncios MP-iBGP (mensaje UPDATE) observados en la red relativos a la provisión de las VPN tiene las siguientes características:

Dirección IP de la que proviene el mensaje UPDATE: 192.168.44.55.

Dirección IP a la que está destinada el mensaje UPDATE: 192.168.33.44.

Contenido del UPDATE:

- Destino = (B):10.3.2.0/24
- Etiqueta MPLS = 77
- Siguiente salto ("Next Hop") = (A)
- Lista RT = 65001:77

b) ¿Cuál es el valor de (A)? Justifique su respuesta. (0,5 puntos)

El valor de A corresponde al siguiente salto al deberá ir el tráfico dirigido al CE (10.3.2.0/24), que en este caso es el PE que envía el mensaje UPDATE y que está conectado a este CE, 192.168.44.55

c) ¿Cuál es el valor de (B)? Justifique su respuesta. (0,5 puntos)

El valor de B es un prefijo VPNv4 el cual está compuesto por el RD: Seguido de la dir. del CE al que se destina el tráfico, en este caso el RD, y en consecuencia, B = 65001:66
Es este y no 65001:55 por su RTexp que es 65001:77

d) ¿En qué sede o sedes podría encontrarse el prefijo IPv4 10.3.2.0/24 al que hace referencia el mensaje UPDATE anterior? ¿Por qué? (0,5 puntos)

Pues. Pertenece a la VRFj de PEb, que como no se especifica a cuál de las 2 sedes (CE) pertenece, puede pertenecer tanto a la sede 3 como a la sede 4.

APELLIDOS:

NOMBRE: **SOLUCIÓN**

DNI:

- e) Si se observase otro UPDATE en este mismo escenario cuyo origen y destino sean respectivamente 192.168.33.44 y 192.168.44.55 y que hiciera referencia también al prefijo IPv4 10.3.2.0/24: ¿se podría deducir necesariamente que hay un error de numeración IP en alguna sede? Tanto en caso afirmativo como negativo, razona la respuesta. (0,5 puntos)

Necesariamente no, ya que podría referirse al prefijo de una VPN diferente a la del anterior mensaje, por lo que aunque las dir. IP fuesen idénticas no habría problema. En caso de pertenecer a la misma VPN sí que podría haber ambigüedad al compartir tráfico

- f) El valor de etiqueta anunciado en el mensaje de la página anterior (el que tiene como origen y destino 192.168.44.55 y 192.168.33.44 respectivamente) se incluirá en etiquetas MPLS en el plano de datos. ¿Qué nodo de la figura incluirá esas etiquetas? ¿Para qué tráfico se utilizará esa etiqueta? ¿Qué nodo quitará esas etiquetas? (0,5 puntos)

Al ser un valor anunciado por PEb a PEa, será PEa el que ponga ese valor de etiqueta en una cabecera MPLS de paquetes del plano de datos. El tráfico para el que se incluya esa etiqueta será el originado en la sede relacionada con la VRFy (por tener su lista de RT de importación una intersección no nula con la lista de RT del UPDATE) y cuya dirección IP de destino coincida con el prefijo anunciado por el UPDATE (10.3.2.0/24). Ese tráfico llegará a PEb tras atravesar el núcleo de red, que será el que quite esa etiqueta.

Los paquetes del tráfico relativo a la respuesta anterior llevarán en algunos de los enlaces una etiqueta adicional. De los siguientes mensajes LDP de anuncio de correspondencia (binding) de FEC a etiqueta MPLS, indique cuál es posible que corresponda a dicha etiqueta adicional en el escenario de la figura:

- Mensaje LDP de PEa a Py que anuncia la correspondencia entre FEC = 192.168.44.55/32 y valor de etiqueta = 55.
- Mensaje LDP de Py a PEa que anuncia la correspondencia entre FEC = 192.168.44.55/32 y valor de etiqueta = 55.
- Mensaje LDP de PEa a Py que anuncia la correspondencia entre FEC = 10.3.2.0/24 y valor de etiqueta = 55.
- Mensaje LDP de Py a PEa que anuncia la correspondencia entre FEC = 10.3.2.0/24 y valor de etiqueta = 55.

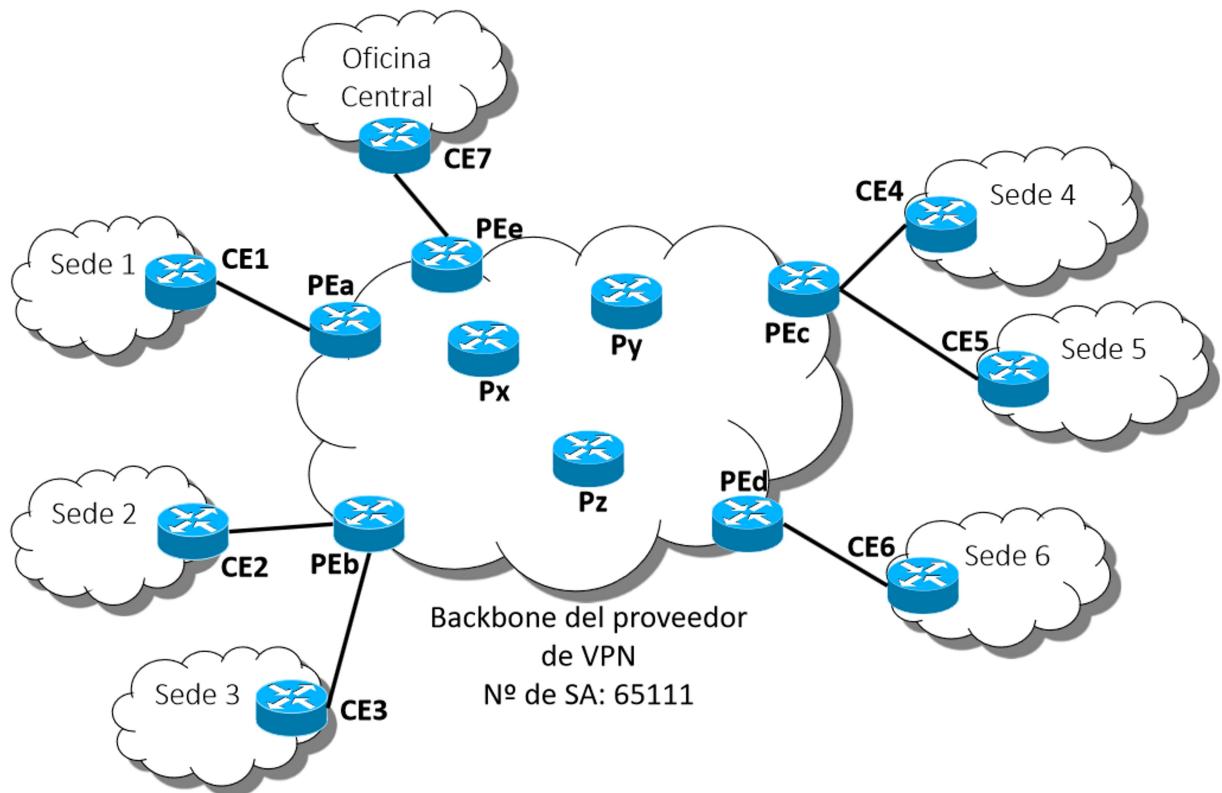
g) Explique a continuación por qué el mensaje seleccionado es el único posible. (0,5 puntos)

El único posible es el b). Motivo: En primer lugar, puesto que el tráfico de datos al que nos referimos tiene sentido de PEa a PEb, el anuncio de etiqueta del túnel entre PEa y PEb debe hacerse en “sentido contrario”, y no podría realizarse por PEa (esto descarta los mensajes a) y c)). En segundo lugar, al tratarse de la etiqueta correspondiente al túnel entre PEa y PEb, los mensajes LDP deben corresponder a una FEC que sea la dirección IP del extremo destino del túnel, es decir la dirección IP de PEb en el núcleo (192.168.44.55/32). Esto únicamente deja como posible el mensaje b).

 DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA TELEMÁTICA Y ELECTRÓNICA E.T.S.I.S. TELECOMUNICACIÓN UPM	REDES Y SERVICIOS AVANZADOS, CURSO 2020/2021 Examen extraordinario – Parte EC1 - 1 de julio de 2021	
APELLIDOS: SOLUCIÓN		
NOMBRE:	DNI:	

EJERCICIO 1. Puntuación: 3,5 puntos. Tiempo estimado: 30 minutos

La siguiente figura muestra un escenario en el que un proveedor con un núcleo de red (backbone) ofrece un servicio de VPN de nivel 3 con MPLS como el visto en el tema 1 de la asignatura. En la figura se muestran varias sedes de un cliente, así como varios routers involucrados. Este cliente es una organización que tiene una sede en la que se encuentra la oficina central y 6 sedes (Sede 1 a Sede 6) más pequeñas.



Las sedes pequeñas no necesitan comunicación entre ellas, tan solo necesitan comunicación bidireccional con la oficina central, y esta es la política de comunicación solicitada al proveedor de VPN.

Conteste a las siguientes preguntas, razonando brevemente todas las respuestas.

- a) ¿Cuántas VRF en total deben estar configuradas en el escenario de la figura? ¿En qué nodo o nodos está configurada y a qué está asociada cada una de ellas? (0,5 puntos)

Siete VRF, cada una de ellas asociada a un enlace entre el PE en el que se configura la VRF y una sede del cliente.

Por tanto: En PEa habrá 1 VRF, asociada al enlace PEa – CE1. En PEb habrá 2 VRF, asociadas respectivamente a los enlaces entre PEb y cada uno de los CE 2 y 3. En PEc habrá 2 VRF, asociadas resp. a los enlaces entre PEc y CE 4 y 5. En PEd habrá 1 VRF asociada al enlace PEd – CE6. En PEe habrá 1 VRF asociada al enlace PEe – CE7. En la siguiente respuesta se identificará cada VRF con el enlace al CE asociado.

- b) Elija valores para el RD y las listas de RT de importación y de exportación en cada una de las VRF que ha identificado en la respuesta anterior. Estos valores deben implementar la política de comunicación descrita anteriormente. Especifique claramente cada VRF para la que muestra los valores (en qué nodo está configurada y a qué corresponde esa VRF). Añada a la tabla tantas filas como sean necesarias. (1 punto)

VRF	RD	Lista RT importación	Lista RT exportación
PE _a → CE1	65111:1	65111:1	65111:2
PE _b → CE2	65111:2	65111:1	65111:2
PE _b → CE3	65111:3	65111:1	65111:2
PE _c → CE4	65111:4	65111:1	65111:2
PE _c → CE5	65111:5	65111:1	65111:2
PE _d → CE6	65111:6	65111:1	65111:2
PE _e → CE7(HUB)	65111:7	65111:2	65111:1

APELLIDOS: **SOLUCIÓN**

NOMBRE:

DNI:

Más adelante, la empresa abre una segunda oficina central ("oficina central 2") que quiere incluir en el servicio de VPN que tiene contratado. Esta nueva oficina tiene un CE (CE8) conectado a PEc. Asimismo, quiere cambiar las políticas de comunicación de manera que las sedes 1 a 3 puedan comunicar únicamente con la oficina central original (pero no entre sí), las sedes 4 a 5 puedan comunicar únicamente con la oficina central 2 (pero no entre sí) y la sede 6 pueda comunicar tanto con la oficina central original como con la nueva. Las dos sedes centrales no pueden comunicar entre sí.

- c) Para pasar de la situación anterior a esta nueva situación, especifique qué VRFs añadiría, suprimiría y/o modificaría con respecto a las presentes en su respuesta anterior, y detalle todos los valores o modificaciones de las mismas. (1 punto)

(Se muestra a continuación una solución posible)

VRFs que añadiría:

	RD	RT imp	RT exp
PEc → CE8	6S111:8	6S111:4	6S111:3

VRFs que suprimiría:

Ninguna

VRFs que modificaría de las ya existentes, especificando qué modificaría de cada una:

PEc → CE4	6S111:4	6S111:3	6S111:4
PEc → CES	6S111:5	6S111:3	6S111:4
PEd → CE6	6S111:6	6S111:1 6S111:3	6S111:4 6S111:2

- d) Si el operador que ofrece el servicio de VPN decide pasar de una situación sin ningún Route Reflector en el núcleo de red a tener una pareja de Route Reflectors redundantes en un solo cluster, ¿qué diferencia habrá en cuanto a número de vecindades MP-iBGP? ¿qué diferencia habrá en cuanto a número de túneles en el plano de datos? Razone las respuestas. (1 punto)

El número de vecindades de MP-iBGP se verá reducido, ya que:

- Antes de los RR el número de vecindades corresponde a todos los PE con todos, es decir $5 \times 4 = 20$ vecindades.
- Después de los RR cada PE tendrá vecindad únicamente con cada uno de los dos RR (al haber un solo cluster, todos serán clientes de esos dos RR), además de la vecindad entre ambos RR, con lo que el número de vecindades a configurar se reduce a $5 \times 2 + 1 = 11$.

El número de túneles en el plano de datos será el mismo antes o después de la existencia de los RR, ya que los RR no se establecen como siguientes saltos en el plano de datos, sino que respetan al reenviar los UPDATE de MP-iBGP el siguiente salto que ha puesto cada PE. Por tanto, los túneles en el plano de datos seguirán estableciéndose entre las parejas de PE.