

## CAPÍTULO 4

# CONFIGURACIÓN DE ENRUTAMIENTO BÁSICO

---

## CONFIGURACIÓN DE ENRUTAMIENTO

### Configuración de enrutamiento estático

La configuración de las rutas estáticas se realiza a través del comando de configuración global de IOS **ip route**. El comando utiliza varios parámetros, entre los que se incluyen la dirección de red y la máscara de red asociada, así como información acerca del lugar al que deberían enviarse los paquetes destinados para dicha red.

La información de destino puede adoptar una de las siguientes formas:

- Una dirección IP específica del siguiente router de la ruta.
- La dirección de red de otra ruta de la tabla de enrutamiento a la que deben reenviarse los paquetes.
- Una interfaz conectada directamente en la que se encuentra la red de destino.

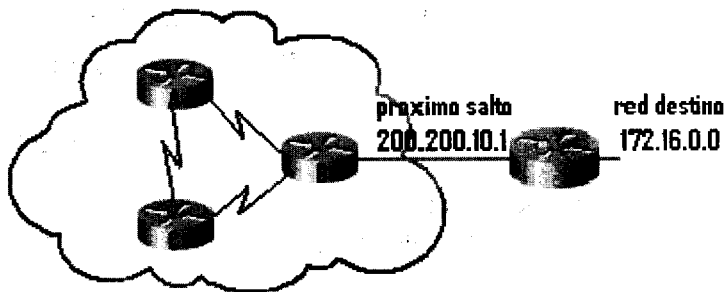
```
Router(config)#ip route[dirección IP de la red
destino+máscara][IP del primer salto/interfaz de
salida][distancia administrativa]
```

Donde:

**dirección IP de la red destino+máscara** hace referencia a la red a la que se pretende tener acceso y su correspondiente máscara de red o subred. Si el destino es un host específico se debe identificar la red a la que pertenece dicho host.

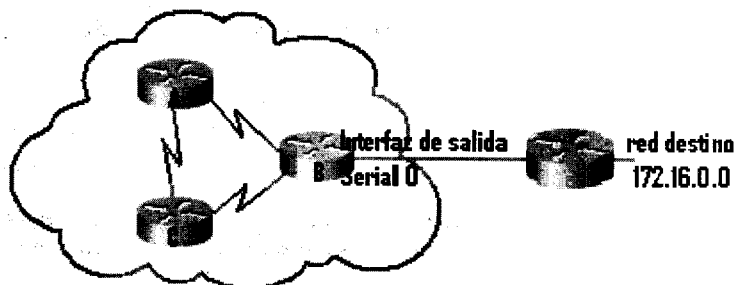
**IP del primer salto/interfaz de salida** se debe elegir entre configurar la IP del próximo salto (hace referencia a la dirección IP de la interfaz del siguiente router) o el nombre de la interfaz del propio router por donde saldrán los paquetes hacia el destino. Por ejemplo si el administrador no conoce o tiene dudas acerca del próximo salto utilizará su propia interfaz de salida, de lo contrario es conveniente hacerlo con la IP del próximo salto.

**distancia administrativa** parámetro opcional (de 1 a 255) que si no se configura será igual a 1. Este valor hará que si existen más rutas estáticas o protocolos de enrutamiento configurados en el router cada uno de estos tendrá mayor o menor importancia según sea el valor de su distancia administrativa. Cuanto más baja, mayor importancia.



```
Router_B(config)#ip route 172.16.0.0 255.255.0.0 200.200.10.1
120
```

La sintaxis que se muestra apunta a la red 172.16.0.0 saliendo por el próximo salto 200.200.10.1 con una distancia administrativa de 120.



```
Router_B(config)#ip route 172.16.0.0 255.255.0.0 serial 0 120
```

La sintaxis que se muestra apunta a la red 172.16.0.0 saliendo por la interfaz **serial 0** del propio router con una distancia administrativa de 120.

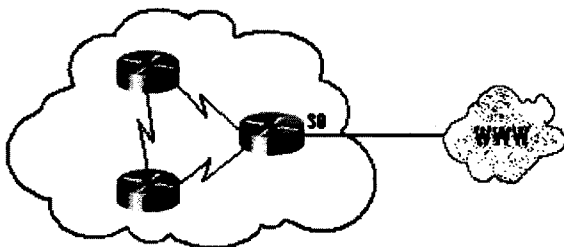
## Situaciones en las que se aconsejan las rutas estáticas

- Un circuito de datos es especialmente poco fiable y deja de funcionar constantemente. En estas circunstancias, un protocolo de enrutamiento dinámico podrá producir demasiada inestabilidad, mientras que las rutas estáticas no cambian.
- Existe una sola conexión con un solo ISP. En lugar de conocer todas las rutas globales de Internet, se utiliza una sola ruta estática.
- Se puede acceder a una red a través de una conexión de acceso telefónico. Dicha red no puede proporcionar las actualizaciones constantes que requieren un protocolo de enrutamiento dinámico.
- Un cliente o cualquier otra red vinculada no desean intercambiar información de enrutamiento dinámico. Se puede utilizar una ruta estática para proporcionar información a cerca de la disponibilidad de dicha red.

## Configuración de rutas estáticas por defecto

Cuando el destino al que se pretende llegar son múltiples redes o no se conocen se pueden crear rutas estáticas por defecto como lo muestra la siguiente sintaxis:

```
Router(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 [IP del primer  
salto/interfaz de salida] [distancia administrativa]
```



```
Router_B(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 serial 0
```

Observe que los parámetros de configuración en lugar de una dirección de red específica de destino de utilizan ceros en los octetos de red y máscara, el resto de los parámetros serán iguales a las rutas estáticas convencionales.

**Cuando configure una ruta de red predeterminada, siga estas directrices importantes:**

- Si la información de enrutamiento dinámico no se intercambia con la entidad externa, como un IPS, el uso de una ruta estática suele ser la forma más fácil de generar una ruta predeterminada.
- Si la información de enrutamiento dinámico no se intercambia con uno o varios IPS, el uso del comando **ip default-network** es la forma más apropiada de designar una o varias rutas de red predeterminadas posibles.
- Es aceptable configurar varios routers en la Intranet con el comando **ip default-network** para indicar que una ruta coincide dinámicamente es la predeterminada. No es apropiado configurar más de un router de la Intranet con una ruta predeterminada por defecto a menos que dicho router tenga una conexión a Internet a través de un ISP.

- *Si lo hace puede provocar que los routers sin conectividad con destinos desconocidos se envíen paquetes a ellos mismos, con lo que se produce una imposibilidad de acceso. La excepción es aquellos routers que no intercambian la información de enrutamiento dinámico o que tienen solamente conexiones ocasionales con la Intranet a través de medios tales como RDSI o SVC de Frame-Relay.*
- *Los routers que no intercambian información de enrutamiento dinámico o que se encuentran en conexiones de acceso telefónico, como RDSI o SVC de Frame-Relay, deben configurarse como una ruta predeterminada por defecto.*
- *Si una Intranet no está conectada a ninguna red externa, como Internet, la configuración de red predeterminada debe colocarse en uno o varios routers que se encuentren en el núcleo de la red y que tengan toda la topología de enrutamiento de red de la Intranet específica.*

## Configuración de una red de último recurso

```
Router(config)#ip default-network[dirección IP de la red de último recurso]
```

## CONFIGURACIÓN DE ENRUTAMIENTO DINÁMICO

Si se diseñasen redes que utilicen exclusivamente rutas estáticas sería tedioso administrarlas y no responderían bien a las interrupciones y a los cambios de topología que suelen suceder con cierta frecuencia. Para responder a estos problemas se desarrollaron los protocolos de enrutamiento dinámico.

Los protocolos de enrutamiento dinámico son algoritmos que permiten que los routers publiquen, o anuncien, la existencia de la información de ruta de red IP necesaria para crear la tabla de enrutamiento. Dichos algoritmos también determinan el criterio de selección de la ruta que sigue el paquete cuando se le presenta al router esperando una decisión de conmutar. Los objetivos del protocolo de enrutamiento consisten en proporcionar al usuario la posibilidad de seleccionar la ruta idónea en la red, reaccionar con rapidez a los cambios de la misma y realizar dichas tareas de la manera más sencilla y con la menor sobrecarga del router posible.

Los protocolos de enrutamiento dinámico se configuran en un router para poder describir y administrar dinámicamente las rutas disponibles en la red.

Para habilitar un protocolo de enrutamiento dinámico, se han de realizar las siguientes tareas:

- Seleccionar un protocolo de enrutamiento.
- Seleccionar las redes IP a enrutar.

También se han de asignar direcciones de red/subred y las máscaras de subred apropiadas a las distintas interfaces. El enrutamiento dinámico utiliza difusiones y multidifusiones para comunicarse con otros routers.

El comando **router** es el encargado de iniciar el proceso de enrutamiento, posteriormente se asocian las redes con el comando **network**.

```
router(config)#router[protocolo][ID o sistema autónomo]
router(config-router)#network[número de red directamente
conectada]
```

## CONFIGURACIÓN DE RIP

**RIP** (protocolo de información de enrutamiento) es uno de los protocolos de enrutamiento más antiguos utilizado por dispositivos basados en IP. Su implementación original fue para el protocolo Xerox a principios de los 80. Ganó popularidad cuando se distribuyó con **UNIX** como protocolo de enrutamiento para esa implementación TCP/IP. RIP es un protocolo de vector de distancia que utiliza la cuenta de saltos del router como métrica. La cuenta de saltos máxima de RIP es 15. Cualquier ruta que exceda de los 15 saltos se etiqueta como inalcanzable al establecerse la cuenta de saltos en 16. En RIP la información de enrutamiento se propaga de un router a los otros vecinos por medio de una difusión de IP usando el protocolo UDP y el puerto 520.

El protocolo RIP versión 1 es un protocolo de enrutamiento con clase que no admite la publicación de la información de la máscara de red. El protocolo RIP versión 2 es un protocolo sin clase que admite **CIDR**, **VLSM**, resumen de rutas y seguridad mediante texto simple y autenticación MD5.



### RECUERDE:

- **RIP es un protocolo de enrutamiento basado en vectores distancia.**
- **RIP utiliza el número de saltos como métrica para la selección de rutas.**

- ***El número máximo de saltos permitido en RIP es 15.***
- ***RIP difunde actualizaciones de enrutamiento por medio de la tabla de enrutamiento completa cada 30 segundos, por omisión.***
- ***RIP puede realizar equilibrado de carga en un máximo de seis rutas de igual coste (la especificación por omisión es de cuatro rutas).***
- ***RIP-1 requiere que se use una sola máscara de red para cada número de red de clase principal que es anunciado. La máscara es una máscara de subred de longitud fija. El estándar RIP-1 no contempla actualizaciones desencadenadas.***
- ***RIP-2 permiten máscaras de subred de longitud variable (VLSM) en la interconexión. El estándar RIP-2 permite actualizaciones desencadenadas, a diferencia de RIP-1. La definición del número máximo de rutas paralelas permitidas en la tabla de enrutamiento faculta a RIP para llevar a cabo el equilibrado de carga.***

## Sintaxis de la configuración de RIP

```
Router(config)#router rip
Router(config-router)#network 192.168.1.0
Router(config-router)#network 200.200.1.0
Router(config-router)#version 2
Router(config-router)#maximum-paths 6
```

**network** especifica las redes directamente conectadas al router que serán anunciadas por RIP.

**version** adopta un valor de 1 ó 2 para especificar la versión de RIP que se va a utilizar. Si no se especifica la versión, el software IOS adopta como opción predeterminada el envío de RIP versión 1 pero recibe actualizaciones de ambas versiones, 1 y 2.

**maximum-paths** (*opcional*)habilita el equilibrado de carga.

## Verificación de la configuración de RIP

Router#show ip route

Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP  
 D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area  
 N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2  
 E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP  
 i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, \* -  
 candidate default  
 U - per-user static route, o - ODR

Gateway of last resort is not set

```
C 192.168.1.0/24 is directly connected, Ethernet0
C 200.200.1.0/24 is directly connected, Ethernet1
R 204.170.0.0/24 [120/5] via 172.25.2.1, 00:00:15, Serial0
R 172.16.0.0/16 [120/8] via 172.25.2.1, 00:00:20, Serial1
```

El show ip route muestra una tabla de enrutamiento donde se observan dos redes directamente conectadas identificadas con la letra **C**, y dos aprendidas por RIP que llevan la letra **R**.

La línea:

```
R 204.170.0.0/24 [120/5] via 172.25.2.1, 00:00:15, Serial0
```

Se interpreta de la siguiente manera:

**R** Protocolo de enrutamiento, R=RIP.

**204.170.0.0/24** Red aprendida.

**[120/5]** distancia administrativa/métrica, en este caso saltos.

**via 172.25.2.1** camino por el cual se ha aprendido.

**00:00:15** tiempo transcurrido desde la ultima actualización, RIP se actualiza cada 30 segundos.

**Serial0** interfaz de salida/entrada.



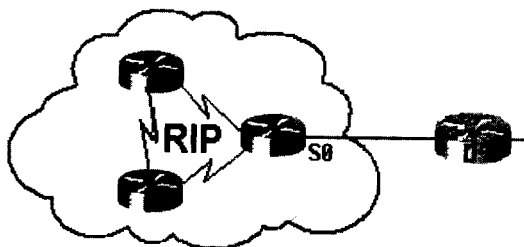
## Copia de un show ip protocols:

```
Router#show ip protocols
Routing Protocol is "rip"
  Sending updates every 30 seconds, next due in 7 seconds
  Invalid after 180 seconds, hold down 180, flushed after 240
  Outgoing update filter list for all interfaces is not set
  Incoming update filter list for all interfaces is not set
  Redistributing: rip
  Default version control: send version 1, receive any version
    Interface          Send  Recv  Key-chain
    Ethernet1          1      1 2
  Routing for Networks:
    162.168.1.0
    200.200.1.0
  Routing Information Sources:
    Gateway            Distance    Last Update
    200.200.1.1         120         00:00:17
    Distance: (default is 120)
```

## Redistribución estática en RIP

Cuando un sistema autónomo posee una sola puerta de entrada/salida se puede configurar una ruta estática por defecto de manera que todos los paquetes que quieran llegar a múltiples redes externas lo hagan por medio de esa ruta preestablecida. Para que todos los router contenidos dentro del mismo sistema autónomo tengan conocimiento de la existencia de esa ruta es necesario redistribuirla dentro del protocolo.

Esto se hace con el comando `redistribute static`.



En el ejemplo se ha configurado una ruta estática por defecto, que sale a través de la interfaz Serial 0 del router **B**. Esta interfaz se ha desactivado de manera que no transmita información de protocolo hacia el router **D** utilizando el comando:

```

passive-interface serial0
Router(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 serial0
Router(config)#router rip
Router(config-router)#network 192.168.1.0
Router(config-router)#network 200.200.10.0
Router(config-router)#redistribute static
Router(config-router)#passive-interface serial 0

```

La siguiente captura del `show ip route` del router A muestra en la última línea como ha aprendido la ruta estática por medio de RIP ilustrado por **R\***, donde R es RIP y \* ruta candidata por defecto.

```

Router_A#show ip route
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
        D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
        N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
        E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
        i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, * -
candidate default
        U - per-user static route, o - ODR

```

Gateway of last resort is 172.25.1.1 to network 0.0.0.0

```

C    192.168.1.0/24 is directly connected, Ethernet0
C    200.200.1.0/24 is directly connected, Ethernet1
R    204.170.0.0/24 [120/5] via 172.25.2.1, 00:00:15, Serial0
R    172.16.0.0/16 [120/8] via 172.25.2.1, 00:00:20, Serial1
R*   0.0.0.0/0 [120/1] via 172.25.2.1, 00:00:02, Serial0.1

```

## CONFIGURACIÓN DE IGRP

**IGRP** (protocolo de enrutamiento de gateway interior) es un protocolo de vector de distancia mejorado que fue desarrollado por Cisco Systems e mediados de los 80. Fue diseñado para corregir algunos de los defectos de RIP y para proporcionar un mejor soporte para redes grande con enlaces de diferentes anchos de banda. IGRP calcula su métrica en base a diferentes atributos de ruta de red que pueden configurar el usuario, como el retraso de red, ancho de banda y el retraso basados en la velocidad y capacidad relativas de la interfaz. Los atributos de carga y fiabilidad se calculan según el rendimiento de la interfaz en la gestión de tráfico real de la red, aunque no están activados de manera predeterminada para las decisiones de enrutamiento.

Como RIP, IGRP utiliza publicaciones IP para comunicar la información de enrutamiento a los routers vecinos. No obstante, IGRP está designado como su propio protocolo de capa de transporte. No depende de UDP o TCP para comunicar la información de la ruta de red. Como IGRP no tiene mecanismos de retroalimentación, funciona de una manera similar a UDP.

IGRP ofrece tres importantes mejoras sobre el protocolo RIP. En primer lugar, la métrica de IGRP puede admitir una red con un número máximo de 255 saltos de router.

En segundo lugar, la métrica de IGRP puede distinguir entre los diferentes tipos de medios de conexión y los costes asociados a cada uno de ellos. En tercer lugar, IGRP ofrece una convergencia de funcionalidad envían la información sobre cambios en la red a medida que está disponible, en vez de esperar a las horas programadas con regularidad para la actualización.

IGRP es un protocolo de enrutamiento basado en vectores de distancia desarrollado por CISCO, sus características son:

**Escalabilidad mejorada:**

Enrutamiento en redes más grandes, posee un número máximo predeterminado de 100 saltos, aunque puede ser configurado con hasta 255 saltos.

**Métrica sofisticada:**

Métrica compuesta que proporciona una mayor flexibilidad en la selección de rutas. Se usa el retraso de interconexión y el ancho de banda y se pueden incluir otros parámetros como la fiabilidad, la carga y la MTU.

**Soporte de múltiples rutas:**

IGRP puede mantener hasta un máximo de seis rutas de coste diferente entre redes de origen y destino. Se pueden usar varias rutas para aumentar el ancho de banda disponible o para conseguir redundancia de rutas. IGRP permite actualizaciones desencadenadas.

## Métricas IGRP

IGRP utiliza una métrica de enrutamiento compuesta. La ruta que posea la métrica más baja será considerada la ruta óptima. Las métricas de IGRP están ponderadas mediante constantes desde K0 hasta K5 que convierten los vectores de métrica IGRP en cantidades escalables.

La métrica utilizada por IGRP se compone de:

- **Ancho de banda:** valor mínimo de ancho de banda en la ruta.
- **Retraso:** retraso de interfaz acumulado a lo largo de la ruta.
- **Fiabilidad:** viabilidad entre el origen y el destino, determinado por el intercambio de mensajes de actividad.

- **Carga:** carga de un enlace entre el origen y el destino, medido en bits por segundo.
- **MTU:** valor de la unidad máxima de transmisión de la ruta.

**RECUERDE:**

*La fiabilidad y la carga no tienen unidades propias y pueden tomar valores entre 0 y 255. El ancho de banda puede tomar valores que reflejan velocidades desde 1200 bps hasta 106 bps.*

*El retraso puede ser cualquier valor entre 1 hasta  $2 \times 1023$ .*

*Por defecto IGRP utiliza el ancho de banda y el retraso como métrica pre-establecida.*

**IGRP** soporta múltiples rutas entre un origen y un destino, es posible que dos líneas de igual ancho de banda puedan transportar una misma trama de tráfico de forma cooperativa, con conmutación automática a la segunda línea si la primera falla.

El equilibrado de la carga de coste desigual permite distribuir el tráfico entre un máximo de seis rutas de distinto coste, para conseguir un mayor rendimiento y fiabilidad.

## Sintaxis de la configuración de IGRP

```
Router(config)#router igrp 100
Router(config-router)#network 192.168.1.0
Router(config-router)#network 200.200.1.0
Router(config-router)#variance ?
<1-128> Metric variance multiplier
Router(config-router)#variance 2
Router(config-router)#traffic-share ?
balanced Share inversely proportional to metric
min All traffic shared among min metric paths
```

**router igrp 100** especifica a IGRP como protocolo de enrutamiento para el sistema autónomo 100, este valor varía de 1 a 65535.

**network** especifica las redes directamente conectadas al router que serán anunciadas por IGRP.

**variance** (*opcional*) configura el equilibrado de carga de coste desigual definiendo la diferencia entre la métrica óptima y la peor métrica aceptable.

**variance[multiplicador]** (*opcional*) especifica el rango de valores de métrica que serán aceptadas para el equilibrado de la carga.

**traffic-share[balanced|min]** (*opcional*) controla la forma en que debe distribuirse el tráfico entre rutas de comparación de carga IGRP.

- **Balanced** = El tráfico se distribuye proporcionalmente a las relaciones entre las distintas métricas.
- **Min** = Especifica que deben usarse las rutas de coste mínimo.

A continuación se copia un **show ip protocols**, observe el tiempo de actualización (**90** segundos), las constantes **K1** y **K3** ancho de banda y retraso usadas por defecto como métrica, la cantidad de saltos por defecto 100, y tres redes asociadas.

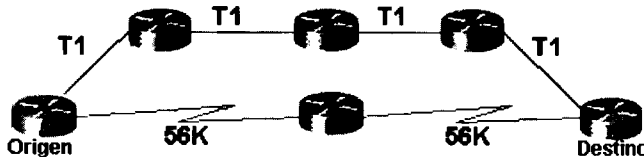
#### Copia de un show ip protocols:

```
Router#show ip protocols
Routing Protocol is "igrp 100"
  Sending updates every 90 seconds, next due in 49 seconds
  Invalid after 270 seconds, hold down 280, flushed after 630
  Outgoing update filter list for all interfaces is not set
  Incoming update filter list for all interfaces is not set
  Default networks flagged in outgoing updates
  Default networks accepted from incoming updates
  IGRP metric weight K1=1, K2=0, K3=1, K4=0, K5=0
  IGRP maximum hopcount 100
  IGRP maximum metric variance 1
  Redistributing: igrp 100
  Routing for Networks:
    192.168.1.0
    200.200.10.0
    172.16.0.0
  Routing Information Sources:
    Gateway         Distance         Last Update
  Distance: (default is 100)
```

Se pueden observar el tiempo de actualización, el hold down, las constantes que componen la métrica, las redes asociadas y la distancia administrativa, entre algunos parámetros.

## COMPARACIÓN ENTRE IGRP y RIP

IGRP utiliza una métrica de enrutamiento compuesta, los valores de la métrica por defecto son el ancho de banda y el retraso. Mientras que RIP solo toma en cuenta la cantidad de saltos.



La topología muestra dos rutas diferentes desde el origen al destino con diferentes velocidades y saltos en cada una.

RIP no tomará en cuenta la velocidad de los enlaces eligiendo como ruta la de menor cantidad de saltos, A-C-F, mientras que IGRP enrutará a través del enlace más veloz A-B-D-E-F.



### **RECUERDE:**

El término **convergencia** hace referencia a la capacidad de los router de poseer la misma información de enrutamiento actualizada. Las siglas **VLSM** son las de máscara de subred de longitud variable.



### **RECUERDE:**

**IGRP** y **EIGRP** se redistribuyen automáticamente si ambos tienen el mismo número de sistema autónomo.



### **RECUERDE:**

Los protocolos vector distancia inundan la red con broadcast de actualizaciones de enrutamiento.

**RECUERDE:**

PROTOCOLO	RIP	IGRP	EIGRP	IS-IS	OSPF
VECTOR DISTANCIA	X	X	X		
ESTADO DE ENLACE				X	X
RESUMEN AUTOMÁTICO DE RUTA	X	X	X	X	
RESUMEN MANUAL DE RUTA	X	X	X	X	X
SOPORTE VLSM			X	X	X
PROPIETARIO DE CISCO		X	X		
CONVERGENCIA	LENTO	LENTO	MUY RÁPIDO	MUY RÁPIDO	MUY RÁPIDO
DISTANCIA ADMINISTRATIVA	120	100	90	115	110
TIEMPO DE ACTUALIZACIÓN	30	90			
MÉTRICA	SALTOS	COMPUESTA	COMPUESTA	COSTE	COSTE

**RECUERDE:**

PROTOCOLO	RIP	IGRP	EIGRP	IS-IS	OSPF
VECTOR DISTANCIA	X	X	X		
ESTADO DE ENLACE				X	X
RESUMEN AUTOMÁTICO DE RUTA	X	X	X	X	
RESUMEN MANUAL DE RUTA	X	X	X	X	X
SOPORTE VLSM			X	X	X
PROPIETARIO DE CISCO		X	X		
CONVERGENCIA	LENTO	LENTO	MUY RÁPIDO	MUY RÁPIDO	MUY RÁPIDO
DISTANCIA ADMINISTRATIVA	120	100	90	115	110
TIEMPO DE ACTUALIZACIÓN	30	90			
MÉTRICA	SALTOS	COMPUESTA	COMPUESTA	COSTE	COSTE