

# Enrutamiento



Antes de Imprimir este documento  
considere si es necesario  
*Ayudemos al Ambiente !!!!*

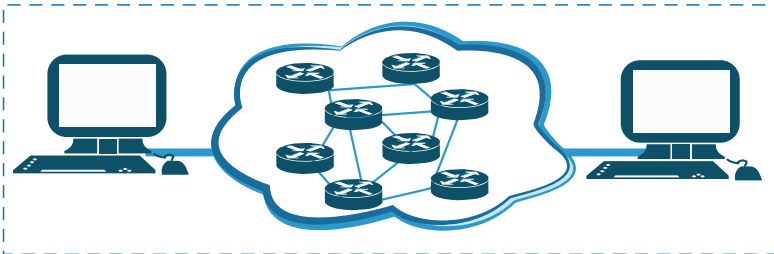
Universidad San Carlos de Guatemala

— **DANILO ESCOBAR** —

# Enrutamiento

## Enrutamiento

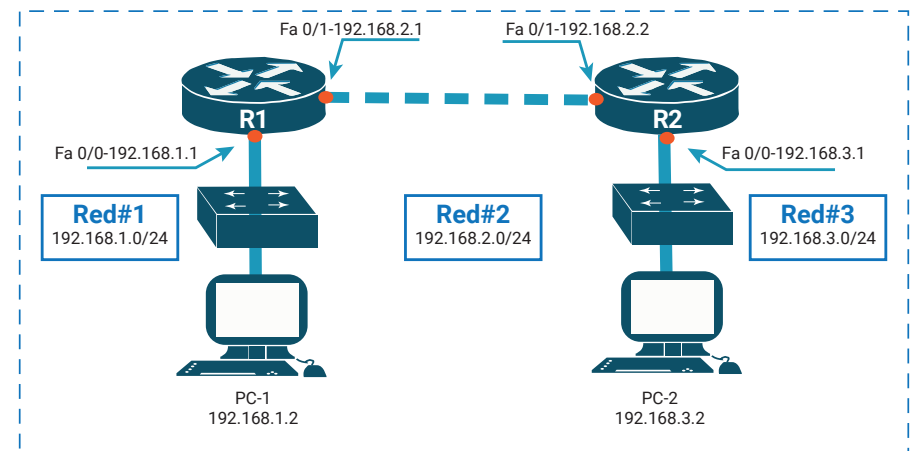
El enrutamiento es la capacidad de un dispositivo de encontrar la mejor ruta (o camino) entre todas las posibles, incluso dentro de una disposición con un muy alto grado de interconectividad o redundancia



**Múltiples rutas para llegar de un punto a otro de la red.**

El dispositivo encargado de encontrar todas las posibles rutas y elegir las mejores para que sean utilizadas en la transmisión de datos es conocido como enrutador o, más comúnmente, como **router**, el cual almacenará las mismas en un espacio de memoria referido como la tabla de enrutamiento.

Para comprender mejor el funcionamiento de un *router* se introduce la siguiente topología, misma que seguirá siendo utilizada en todas las secciones relacionadas con el enrutamiento y donde se supondrá que todas las interfaces han sido configuradas previamente como se muestran.



**Topología base para los ejemplos de las secciones de enrutamiento.**

# Enrutamiento

Para revisar la tabla de enrutamiento de un dispositivo podemos utilizar el siguiente comando, que nos presenta las rutas aprendidas y una serie de códigos que indican el origen de estas.

```
R1# 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, ia - IS-IS inter area  
\* - candidate default, U - per-user static route, o - ODR  
P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

```
C 192.168.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0  
C 192.168.2.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1
```

A manera de ejemplo se analiza la siguiente ruta extraída de la salida anterior, donde se muestra que el dispositivo conoce una manera de alcanzar la red 192.168.1.0/24 a través de su interfaz *FastEthernet 0/0* y que esta ha sido aprendida gracias a que la misma se encuentra conectada directamente al dispositivo lo que es indicado con el código "C" (*Connected*).

```
C 192.168.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
```

De este último ejemplo se desprende un importante concepto: Por defecto, un *router* solo conoce aquellas redes a las que está conectado directamente.

Haciendo a un lado aquellas redes que se encuentran directamente conectadas, existen dos maneras en las que un *router* puede aprender nuevas rutas: Estáticamente, lo que requiere configuración manual o dinámicamente, lo que requiere la configuración de un protocolo de enrutamiento.

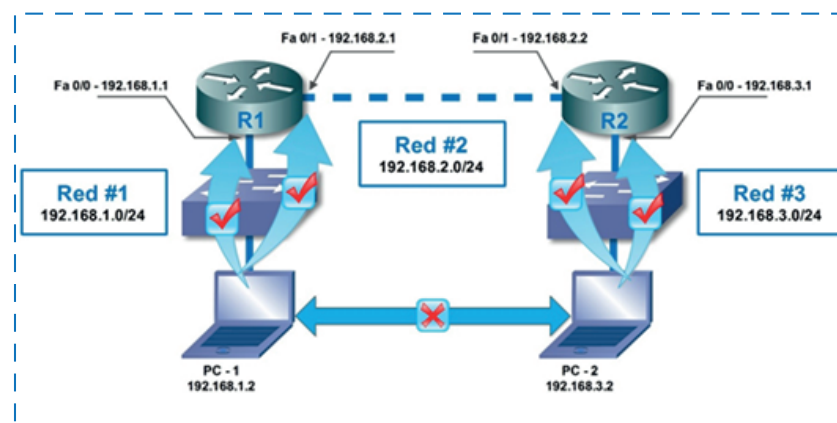
# Enrutamiento

## Enrutamiento estático

En este tipo de enrutamiento las rutas deben ser ingresadas manualmente dentro de los dispositivos. Son ideales para redes pequeñas no propensas al cambio, no consume ancho de banda y es en cierta manera más seguro que el enrutamiento dinámico ya que todas las rutas son definidas directamente por el administrador.

Sin embargo, el enrutamiento estático no es muy escalable ni resiliente, en el sentido en que no puede ajustarse automáticamente al crecimiento y a los cambios de la red, requiriendo para ese propósito de intervención humana causando sobrecarga administrativa.

Para mostrar un ejemplo de la implementación de este tipo de enrutamiento, se presenta nuevamente la topología base presentada al inicio de la sección en donde se muestran los resultados de una prueba de conectividad realizada con la herramienta *ping* (*Packet InterNet Groper*).



```
PC1> ping 192.168.1.1
84 bytes from 192.168.1.1 icmp_seq=4 ttl=255 time=49.003 ms
PC2> ping 192.168.3.1
84 bytes from 192.168.3.1 icmp_seq=4 ttl=255 time=89.005 ms
```

```
PC1> ping 192.168.3.2
*192.168.1.1 icmp_seq=1 ttl=255 time=69.004 ms (Destination
host unreachable)
```

**Topología Base. Prueba de conectividad usando ping.**

# Enrutamiento

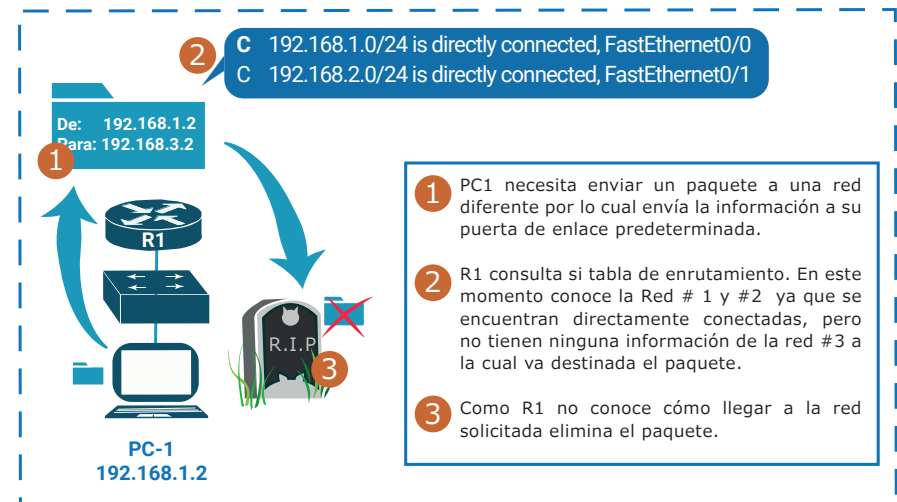
Como se puede apreciar en la figura anterior ambas computadoras son capaces de alcanzar sus puertas de enlace predeterminadas pero son incapaces de comunicarse entre ellas.

Revisando paso a paso la prueba de conectividad llevada a cabo entre los dos ordenadores, tenemos en primera instancia a PC-1 tratando de alcanzar a PC-2, la cual posee una dirección IP 192.168.3.2 y se encuentra dentro de la red #3, utilizando ping.

Al realizar un análisis de su propia dirección y máscara de subred PC-1 descubre que el destino de la transmisión se encuentra en una red diferente, por lo que la envía a su puerta de enlace predeterminada, el router R1.

R1 consulta su tabla de enrutamiento en busca de una manera de enviar la información a la red especificada, sin embargo, en este momento la tabla de enrutamiento de R1 solo tiene entradas para la red #1 y la red #2 ya que estas son las que se encuentran conectadas directamente, por lo que los paquetes dirigidos a cualquier otra red serán descartados.

A continuación Se puede apreciar todo el proceso, siendo posible hacer un análisis similar para la comunicación entre PC-2 y R2.



## Primer intento de comunicación entre PC-1 y PC-2

Para establecer comunicación entre las dos computadoras es posible configurar manualmente rutas estáticas en ambos *routers*, indicando la red que se pretende alcanzar y la forma en que se enviarán los paquetes destinados a la misma pudiendo utilizarse una dirección IP de otro dispositivo (Dirección del "siguiente salto") o una interfaz física del aparato para dar salida a la información.

# Enrutamiento

En el caso de la comunicación iniciada desde PC-1 y dirigida a PC-2, es necesario configurar una ruta estática en R1 para aquellos paquetes destinados a la red #3 que envíe la información hacia otro dispositivo, a través de una dirección IP alcanzable, o que seleccione una interfaz física (Fa 0/0 o Fa 0/1 en este caso) para dar salida a la transmisión.

Independientemente del método elegido, en este ejemplo, es necesario reenviar aquellos paquetes destinados a la red #3 a manera que estos alcancen el router R2, dispositivo que conoce dicha red al estar directamente conectado.

En esta oportunidad, se empleará la dirección 192.168.2.2 (Fa 0/1 - R2) como dirección del siguiente salto en el camino hacia la red #3 (192.168.3.0/24) al utilizar la siguiente instrucción para crear una ruta estática.

```
R1(config)# ip route 192.168.3.0 255.255.255.0 192.168.2.2
```

Al examinar nuevamente la tabla de enrutamiento de R1, se encuentra una nueva ruta de carácter estático indicado de esta manera por el código "S" (*Static*).

```
R1# show ip route
Codes: C - connected, S - static, 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
i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
o - ODR, P - periodic downloaded static route
```

Gateway of last resort is not set

```
C 192.168.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
C 192.168.2.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1
S 192.168.3.0/24 [1/0] via 192.168.2.2
```

Gracias a la ruta recién creada R1 será capaz de hacer llegar los paquetes destinados a la red #3 al dispositivo adecuado, no obstante, la comunicación entre ambas computadoras no será posible todavía debido a que R2 no posee una ruta hacia la red #1, por lo que los paquetes serán descartados cuando PC-2 intente responder a la comunicación a través de este dispositivo.

# Enrutamiento

Para crear una ruta estática en R2, se utilizará la misma instrucción empleada anteriormente con la diferencia de que en esta ocasión se configurará una interfaz del dispositivo como salida de la transmisión. Al examinar nuevamente la topología se hace evidente que en orden de alcanzar a R1, R2 debe utilizar su interfaz *FastEthernet 0/1*.

```
R2(config)# ip route 192.168.1.0 255.255.255.0 fastethernet 0/1
```

Al inspeccionar la tabla de enrutamiento de R2 puede notarse que la red #1 (192.168.1/24) es alcanzable a través de la interfaz referida en la instrucción anterior.

```
R2# show ip route
Codes: C - connected, S - static, 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
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route
```

Gateway of last resort is not set

```
S 192.168.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1
C 192.168.2.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1
C 192.168.3.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
```

Finalmente es necesario agregar que las rutas estáticas con una dirección IP como siguiente salto son preferibles a aquellas donde se especifica una interfaz de salida, especialmente en topologías de múltiple acceso.

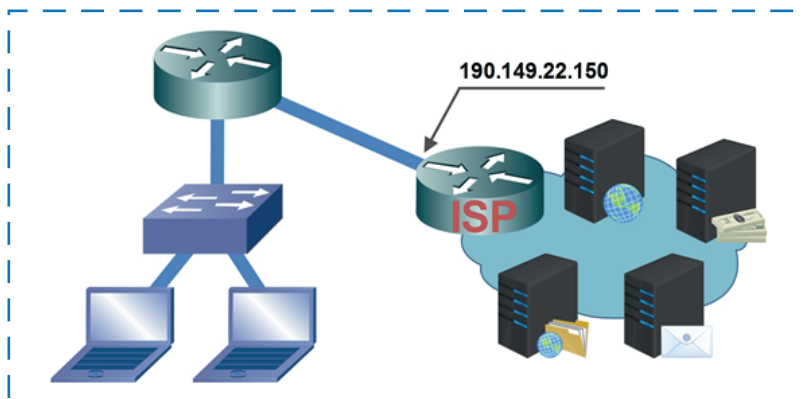
## Ruta por Defecto

Es una ruta de último recurso para tratar de evitar la pérdida de paquetes en el caso de que el *router* no encuentre una entrada más específica en su tabla de enrutamiento.

Son creadas utilizando la misma instrucción empleada para con las rutas estáticas, con la salvedad de que estas utilizan una dirección especial que cumple la función de comodín y que está compuesta por cuatro ceros por lo que recibe el nombre de *quad zero*.

A manera de mostrar un ejemplo de su implementación se presenta la siguiente topología, en donde la red de una pequeña empresa se conecta a un proveedor de servicios de internet (*Internet service provider (ISP)*), siendo este un escenario común de la aplicación de rutas por defecto.

# Enrutamiento



Una ruta por defecto envía el tráfico al ISP

Para crear dicha ruta se utiliza la siguiente instrucción donde la dirección *quad zero* es utilizada dos veces para indicar que los paquetes destinados a “cualquier red” usando “cualquier máscara”, que no encuentren una ruta más específica en la tabla de enrutamiento, serán enviados a la dirección establecida.

Debido a este comportamiento este tipo de rutas también son llamadas “de último recurso” (*last resort*).

```
RedInterna(config)# ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 190.149.22.150
```

Al examinar la tabla de enrutamiento del *router* en cuestión, la ruta por defecto aparece como una ruta estática seguida de un asterisco.

```
RedInterna# show ip route
Codes: C - connected, S - static, 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
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route
```

**Gateway of last resort is 190.149.22.150 to network 0.0.0.0**

```
190.149.0.0/16 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C    190.149.22.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1
C    192.168.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
```

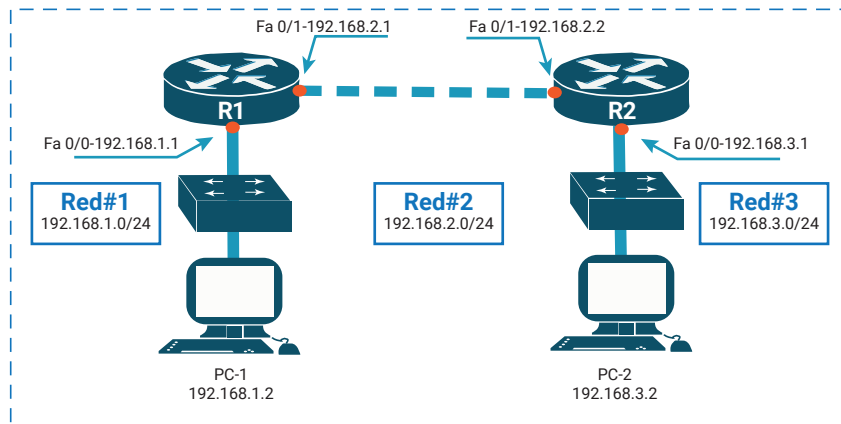
**S\* 0.0.0.0/0 [1/0] via 190.149.22.150**

Nótese que también se indica que la dirección del ISP será utilizada como último recurso (*Gateway of last resort*) para no descartar la información.



# Enrutamiento

## Resumen de la configuración



### Router #1

```
R1# configure terminal
R1(config)# interface fastethernet 0/0
R1(config-if)# ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
R1(config-if)# no shutdown
```

```
R1(config)# interface fastethernet 0/1
R1(config-if)# ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
```

```
R1(config-if)# no shutdown
```

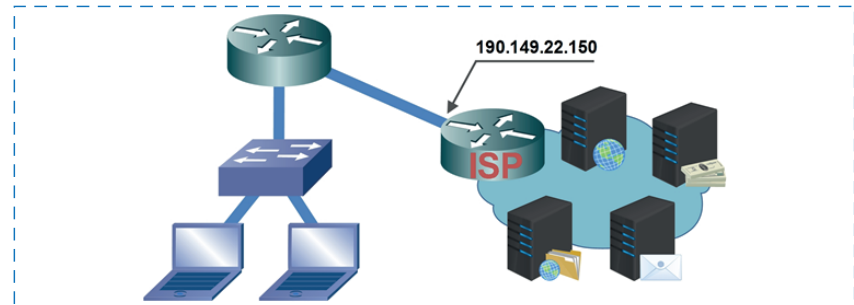
```
R1(config)# ip route 192.168.3.0 255.255.255.0 192.168.2.2
```

### Router #2

```
R2# configure terminal
R2(config)# interface fastethernet 0/0
R2(config-if)# ip address 192.168.3.1 255.255.255.0
R2(config-if)# no shutdown
```

```
R2(config)# interface fastethernet 0/1
R2(config-if)# ip address 192.168.2.2 255.255.255.0
R2(config-if)# no shutdown
```

```
R2(config)# ip route 192.168.1.0 255.255.255.0 fastethernet 0/1
```

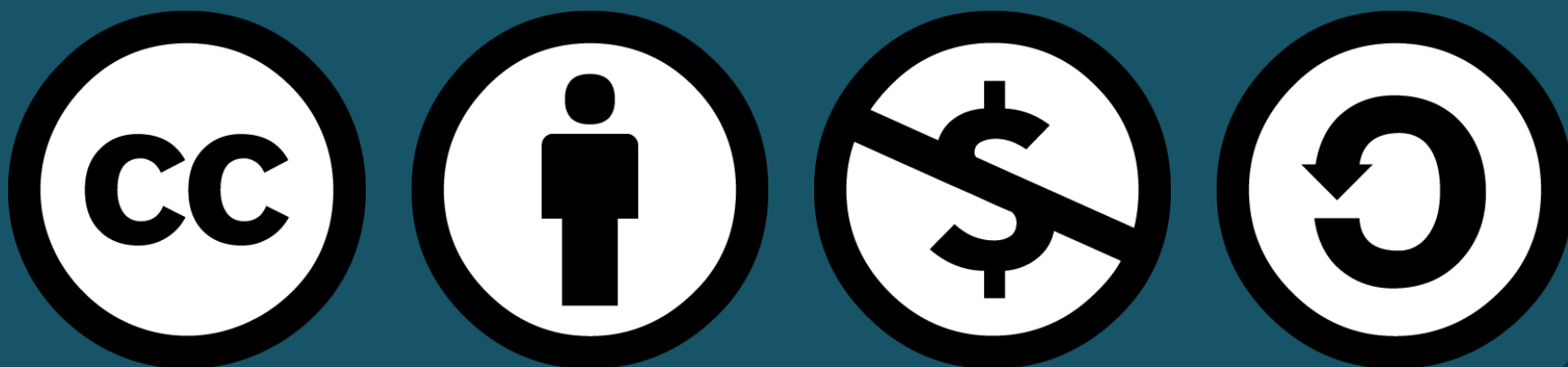


### Router RedInterna

```
RedInterna# configure terminal
RedInterna(config)# interface fastethernet 0/0
RedInterna(config-if)# ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
RedInterna(config-if)# no shutdown
```

```
RedInterna(config)# interface fastethernet 0/1
RedInterna(config-if)# ip address 190.149.22.149 255.255.255.0
RedInterna(config-if)# no shutdown
```

```
RedInterna(config)# ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 190.149.22.150
```



### ***Diseño y edición:***

María Esther Pineda  
Carolina Villatoro

### ***Descargo de Responsabilidad***

*El autor y los colaboradores de este trabajo han hecho su mejor esfuerzo en la preparación del mismo para asegurar que su contenido sea lo más exacto posible, sin embargo, no se hacen responsables por el uso de la información en este documento así como de errores u omisiones que pudieran resultar en pérdida de cualquier tipo.*

*La información está proporcionada “como está” para ser utilizada bajo “su propia cuenta y riesgo”.*