

Unidad de Aprendizaje n°3
Implementación del Protocolo
IPv6

Introducción al Protocolo IPv6
Núcleo Eléctrico



Instituto
Nacional de
Aprendizaje

####.### Instituto Nacional de Aprendizaje (Costa Rica)
Título del Material Didáctico Respectivo /
Nombre de la persona que elabora el Material Didáctico, .—
Provincia, C. R. INA, AÑO.
cantidad p.; número cm.

Material didáctico – No comerciable
ISBN ##### – ### – ## -#

Sub Títulos.
I. Nombre de la persona que elabora el Material Didáctico ,
comp. II. Título.

Edición
Instituto Nacional de Aprendizaje,
San José, Costa Rica.

© Instituto Nacional de Aprendizaje, AÑO
ISBN ##### – ### – ## -#

Hecho el depósito de ley
Prohibida la reproducción parcial o total del contenido
De este documento sin la autorización expresa del INA.

Impreso en Costa Rica

INDICE

INDICE.....	i
INTRODUCCIÓN.....	i
CAPITULO 3	2
IMPLEMENTACION DEL PROTOCOLO IPv6	2
Subtemas.....	2
Objetivo.....	2
3.1 Esquemas de Direcciones.....	3
3.1.1 Determinar espacio de direcciones requerido.....	8
3.1.1.1 Método flexible de asignación de bits	9
3.1.1.2 Potencia de dos	12
3.2 Herramientas para definición de direccionamientos.....	19
3.3 Ejemplo práctico de direccionamiento IPv6	23
3.3.1 Prefijo del ISP	23
3.3.2 Implementación del plan	25
3.3.3 Topología en Packet Tracer (Ejemplo)	25
3.3.3.1 Red 1 Escuela 1. VLAN 2	25
3.3.3.2 Servicio HTTP	28
3.3.3.3 Servicio FTP	29
3.3.3.4 Servicio DNS	30
3.3.3.5 DHCPv6 Sin estado	33
3.3.3.6 DHCPv6 con Estado	38
3.4. ACTIVIDADES DE AUTOEVALUACIÓN DEL CAPITULO3.....	42
3.4.1. DESARROLLO	42

INTRODUCCIÓN

Para lograr entender el protocolo IPv6 no basta solo el dominio teórico del protocolo IPv6, sino que debemos profundizar en su estructura, conocer su comportamiento y alcances con relación al IPv4.

Establecer desde la práctica la forma lograr el aprovechamiento de las características y ventajas de mayor cobertura que ofrece el nuevo protocolo. Para lo cual es necesario hacer uso de todo lo que se ha desarrollado en los capítulos anteriores, de forma que permita la convivencia entre ambos protocolos, así como la migración total de un protocolo al otro.

CAPITULO 3

IMPLEMENTACION DEL PROTOCOLO IPv6

Subtemas

- 3.1 Esquemas de direcciones
- 3.2 Herramientas para definición de direccionamiento
- 3.3 Ejemplo práctico de direccionamiento IPv6

Objetivo

Al finalizar el estudio de este capítulo, entre otras habilidades, usted será capaz de:

- Implementar un sistema de numeración para una red interna, utilizando direccionamiento IPv6, a partir de un prefijo recibido del ISP.

3.1 Esquemas de Direcciones

Durante la planificación para despliegue de IPv6, se debe realizar una serie de tareas para llevarla a buen término, una de las tareas críticas dentro de un proceso de despliegue de IPv6 es la planificación del direccionamiento, ya que no es solamente el direccionamiento IPv6 lo que se necesita, sino, administrarlo junto con el direccionamiento IPv4 que se supone ya debe estar establecido desde hace tiempo.

Primero se debe realizar un inventario de toda nuestra infraestructura, redes, equipos y software, así como documentar todo nuestro direccionamiento actual, tras lo anterior, se debe identificar la capacidad de nuestra red de soportar IPv6, para saber que se debe actualizar y que no, al terminar de realizar nuestro inventario, sabremos que componentes de nuestra infraestructura están listos para IPv6 y cuáles no, lo que nos genera una lista de tareas pendientes para tener todo a punto para el despliegue.

Una vez realizado el inventario y logrado terminar los pendientes de hardware y software, se debe obtener el bloque de direcciones IPv6 para nuestra red, si fuera una red nueva se debe tomar en cuenta el direccionamiento IPv4, sino, se supone que ya se tiene todo el direccionamiento funcionando, normalmente nuestro proveedor de servicios nos asigna dicho bloque, generalmente sería un bloque de 48 que es lo recomendado y ajustar lo siguiente en los hosts que van a hacer uso de IPv6:

1. Tener la dirección Link-Local en cada interfaz.
2. Cualquier dirección de tipo unicast o anycast que se haya configurado con anterioridad, sea manual o automática.
3. Dirección Loopback.
4. Direcciones multicast de todos los nodos (FF01::1, FF02::1).
5. Dirección multicast Solicited-Node para unicast y anycast, que será utilizada en Neighbor Discovery. La misma se describe en el RFC 4291.

6. Direcciones multicast de todos los grupos a que se pertenezca.
7. Prefijos compatibles IPv4, según sea requerido.

El prefijo que se nos asigna nos permitirá enrutar nuestro tráfico hacia Internet, sin embargo, nuestra red en IPv6 ya estará trabajando internamente en ese protocolo, ya que los equipos que soportan IPv6 se autoconfiguran y son susceptibles de configurar según la necesidad interna de la red sin tener por obligación que estar conectadas a Internet.

Para configurar un router, primero debemos revisar lo siguiente:

1. Dirección anycast del router de la subred para aquellas interfaces que están configuradas para actuar como router.
2. Direcciones anycast que se hayan configurado en el router.
3. Direcciones multicast de todos los routers a los que pertenece.

Un plan de direccionamiento busca establecer el espacio de direcciones que asignó el RIR (Registro Regional de Internet), que cubra la red que se tenga operativa y cualquiera que se dé a futuro, teniendo presente los criterios del RFC 3177 y aquellas consideraciones que resulten del análisis de las tendencias del área que se vayan generando, sin embargo, en este documento se tendrá en cuenta lo siguiente:

1. Para todos los usuarios en general se recomienda un tamaño de /48.
2. Cuando una empresa es grande puede recibir un tamaño de /47 o un múltiplo de /48.
3. Se asignará un prefijo de /64 cuando exista total certeza de que solo se utilizará una subred, como en el caso de las redes telefónicas celulares.
4. Se asignará un prefijo /128 cuando una y solamente una interfaz será conectada.

A pesar de que un /64 parezca que sean demasiadas redes, se espera que a futuro las NGN (New Generation Network) o Redes de Nueva Generación demanden tantas direcciones como se tengan, en otras palabras, lo que se dijo anteriormente en este documento, todo es susceptible de ser conectado a Internet, por lo que a futuro se ocuparán esas redes.

Al crear un plan de direccionamiento se debe tener en cuenta que debemos contar con todas las redes actuales que en algún momento se convertirán en IPv6, ya que se debe dividir el prefijo recibido y no se pueden dejar por fuera ninguna de ellas, en este caso serían:

¡ATENCIÓN!

En IPv6 la utilización se mide considerando el número de bloques de direcciones asignados a usuarios finales, no el número de direcciones asignadas.

1. Redes IPv6 desde el inicio, o sea redes IPv6 nativas, estas serían aquellas que se deban hacer nuevas.
2. Redes que se convertirán en IPv6 nativas a mediano plazo, serían aquellas redes cuyos servicios en este momento no puedan dejar de ser IPv4 por alguna razón.
3. Todos aquellos servicios de transición, que serían todos los túneles y servicios establecidos al momento de crear el plan de direccionamiento que permitan que las redes IPv4 se conecten con las IPv6.

Con lo anterior nos garantizamos que a futuro no se deban hacer grandes modificaciones al plan de numeración.

Existen dos métodos descritos en el RFC 3531 para asignar la numeración en IPv6:

1. Método flexible de Asignación de bits.
2. Prefijos separados por distancia de potencia de dos.

Antes de entrar a la explicación del método de asignación de bits, se repasará lo conocido hasta ahora de una dirección IPv6:

- Una dirección IPv6 cuenta con 128 bits.
- Se agrupa en bloques de 4 dígitos hexadecimales separados por dos puntos.
- Cada dígito hexadecimal equivale a 4 dígitos binarios.
- Cada dirección IPv6 tiene un ID de Interface de 64 bits.

Según lo anterior a los 128 bits de la dirección IPv6 no le podemos modificar los 64 bits de ID de Interface, además, recibimos un prefijo por parte del ISP que tampoco podemos modificar, como resultado, se deben definir nuestras redes utilizando los bits sobrantes de la siguiente operación:

$$128 \text{ bits} - (\text{ID_INTERFACE} + \text{PREFIJO}) = \text{BITS_PARA_SUBREDES}$$

En el caso de recibir un prefijo de 48 bits por parte del proveedor de servicios y los últimos 64 bits son del ID de Interfaz, entonces nuestro plan de direccionamiento será desde el bit 49 al 64, para un total de 16 bits para subredes, aplicando la fórmula:

$$128 - (48 + 64) = \text{BITS_PARA_SUBREDES}$$

$$128 - 112 = \text{BITS_PARA_SUBREDES}$$

$$16 = \text{BITS_PARA_SUBREDES}$$

En los 16 bits con que contamos para hacer subredes se encuentran los siguientes grupos, mismos que permitirán definir los siguientes subgrupos:

- B: bit asignable
- L: bit asignado a un lugar
- T: bit asignado por tipo

Cada subgrupo nos indica en qué forma se irán asignando los 16 bits que se requieren para nuestro plan de direccionamiento, a forma de ejemplo, podría ser de la siguiente manera:

¡ATENCIÓN!

El prefijo 2001:db8::/32 está designado para utilizarse únicamente en la literatura.

2001:db8:ABCD L L L T T T B B B B B B B B B B B B ::/64

En el modelo anterior se establece que 3 bits se asignarán a lugar (sitio geográfico, edificio u otro), 3 bits para el tipo (backbone, switch, router, redes wifi y demás) y 10 bits asignables (que son necesarios en caso de tener que definir más subredes, sean de tipo o de lugar); al tener 3 bits para lugar lograríamos 2^3 combinaciones, en otras palabras 8 lugares direccionables y 8 tipos, por lo tanto serían 64 subredes diferentes para cada combinación (recordemos que las direcciones IPv6 se representan en hexadecimal, cuando subneteamos lo hacemos en binario).

Lo anterior es un caso hipotético y no necesariamente el lugar o la ubicación va primero al definir una subred que se denominaría **subred primaria**, sino que se recomienda hacer uso del tipo para discriminar la subred primaria, permitiendo con eso poder implementar las políticas de seguridad de los firewalls y utilizar el lugar únicamente cuando los router no puedan procesar tablas de enrutamiento muy grandes, o queramos que la tabla se mantenga compacta o que cada sitio tenga su propio plan de direccionamiento.

	Actividad de Aprendizaje N° 14
	Según el RFC 3531 los dos métodos que se utilizan para asignar numeración en IPv6 son: a. Máscara variable y máscara fija b. VLSM y Fija c. IPv6 e IPv4 d. Método flexible de Asignación de bits y potencia de dos

3.1.1 Determinar espacio de direcciones requerido

Una vez que hemos determinado que vamos a representar con los 16 bits con que contamos, se necesita ajustar la numeración a la cantidad de lugares y tipos con los que se cuentan en nuestra red, para quienes el proceso de subnetear en IPv4 es común, la siguiente explicación les será muy familiar. A continuación, se presentarán los pasos a seguir para un correcto plan de direccionamiento:

1. Definir la cantidad de localizaciones o tipos dentro de la empresa, se usará cada tipo o localización como un grupo.
2. A la cantidad obtenida se le agregará uno más, esto por aquello del backbone u otra infraestructura que sea requerida.
3. Si se utiliza como subred primaria la ubicación se debe agregar un grupo más o los necesarios por los túneles o VPNs existentes.
4. Agregar al menos un par de grupos para la expansión futura de la red.

A continuación, los métodos para asignar subredes ya mencionados.

3.1.1.1 Método flexible de asignación de bits

Asignar direcciones IP siempre ha sido una complicación debido a todas las variables involucradas y una de ellas es el crecimiento de las redes, ya que, si se asignan a diferentes redes espacios contiguos de direcciones en un bloque, el crecimiento de una de ellas tendrá problemas al no poder ampliar el rango asignado al principio, ya que se estaría tocando la numeración de la red siguiente. Para evitar esos problemas el RFC 3531 establece un algoritmo para poder asignar espacios de numeración previendo el crecimiento de las redes, por lo que establecer un aproximado del tamaño de las redes a numerar es parte del proceso de una buena definición del espacio de direccionamiento.

El RFC 3531 define un método flexible para administrar la asignación de bits de un bloque de direcciones IP donde los espacios de direcciones se mantienen sin asignar entre los bits más a la izquierda de la parte de subred y los bits más a la derecha de la parte del host, con lo anterior se permite realizar cambios sin necesidad de volver a renumerar gracias a que los bits del centro no se han asignado, cabe destacar que lo anterior es aplicable a IPv4 e IPv6.

En otras palabras,

Network Working Group
Request for Comments: 3531

M. Blanchet
Viagenie

ESQUEMA DEFINIDO EN EL RFC 3531

Definimos partes de la dirección de IP como de tal forma que la dirección IP está compuesta de esas partes en forma contigua. Las fronteras entre cada parte están basadas en el prefijo asignado por la autoridad de siguiente nivel. La parte p1 es la parte de la izquierda probablemente asignada a una oficina de registro, la parte p2 puede estar asignada a un gran proveedor de servicios de internet o a una oficina de registro nacional. La parte p3 puede estar asignada a un gran cliente o un ISP pequeño, etc. Cada parte puede ser de diferente longitud. Se define l(pX) la longitud de la parte X.

```
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| p1    | p2    | p3    | p4    | ...    | pN    |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+

<----- dirección ipv4 o ipv6 ----->
```

Básicamente el método flexible busca que las redes definidas contiguas, tengan el suficiente espacio para crecer sin alcanzar a la siguiente, expresado de otro modo, si seguimos utilizando el método de lugar y tipo, supongamos que tengo 2 lugares y 2 tipos, siendo eso lo que necesitamos al día de hoy, lo representaríamos de la siguiente forma:

2001:db8:ABCD **L L B B B B B B B B B B B T T** ::/64

Utilizamos los primeros bits y reservamos hasta el octavo bit por si tuviéramos que crecer en lugares y a partir del dieciseisavo tenemos los tipos, por lo anterior, podríamos tener una dirección como la siguiente:

2001:db8:abcd:c003:[ID_INTERFAZ]/64

Ahora sí, supongamos que necesitamos aumentar los tipos y necesitamos un bit más, entonces lo tomamos hacia la izquierda y si ocupamos un bit más de lugar vamos hacia la derecha, gráficamente:

2001:db8:ABCD **L L** L B B B B B B B B B B B T T T ::/64

El algoritmo define como movernos, permitiendo de esa forma que tengamos el espacio suficiente para ir creciendo sin necesidad de reenumerar todo, estaría en el planificador de la numeración cuantos bits dejar entre el último bit de lugar y el primero de tipo, sabiendo que los primeros 4 bits los utiliza para definir el lugar y los últimos 4 para tipo, por lo que tendría los valores para asignar desde 0 hasta f (16 valores) así como los bits que dejaría como asignables, un crecimiento en los bits de lugar manteniendo el mismo tipo sería una dirección como la siguiente:

2001:db8:ABCD **L L L** B B B B B B B B B B B B B T T ::/64

2001:db8:abcd:e003:[ID_INTERFAZ]/64

Ahora, que, si se ocupara definir algo más que lugar y tipo, pues se utilizarían los bits del centro (que nos quedan dos grupos de 4), pudiendo utilizar cualquiera de los dos, pero manteniendo el mismo criterio, si utilizamos el primer grupo de 4 crecerían hacia la derecha y si ocupamos el segundo hacia la izquierda, de la siguiente forma:

2001:db8:ABCD	L	L	B	B	X	B	B	B	B	B	B	B	Y	B	B	T	T	::/64
---------------	----------	----------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-------

Así, logramos que se tenga el espacio suficiente para crecer sin tocar la otra subred.

3.1.1.2 Potencia de dos

El uso de potencia de dos es una forma muy sencilla para los que han hecho subneteo en IPv4, ya que según la cantidad de subredes que necesitemos, buscamos un valor para elevar la base 2 (binaria) y que nos dé un número mayor al que necesitamos, ¿por qué mayor? Porque se debe recordar que vamos a necesitar backbone, vpn o cualquier otra infraestructura que sea necesaria y también una red muy ajustada hoy puede traernos problemas a futuro con el crecimiento. Vamos a continuar con el uso de lugar y tipo para presentar este método, primero, veamos la siguiente tabla, donde se presentará hasta 12 bits, para no tener que estar haciendo tanto cálculo:

Cantidad de bits	Cantidad de subredes para Lugar o Tipo
1	2
2	3 – 4
3	5 – 8
4	9 – 16
5	17 – 32
6	33 – 64
7	65 – 128
8	129 – 256
9	257 – 512
10	513 – 1024
11	1025 – 2048
12	2049 – 4096

Tabla 3. Cantidad de subredes por bits

Vamos a tomar como red primaria el lugar y supondremos que contamos con lo siguiente:

3 Edificios.

1 Backbone.

1 Red que no se asocia a ningún sitio.

2 Redes para ubicaciones futuras.

Dentro de cada edificio se cuenta con varias redes, sin embargo, a este momento no precisan, ya que nuestra subred primaria se basará en ubicación y no en tipo.

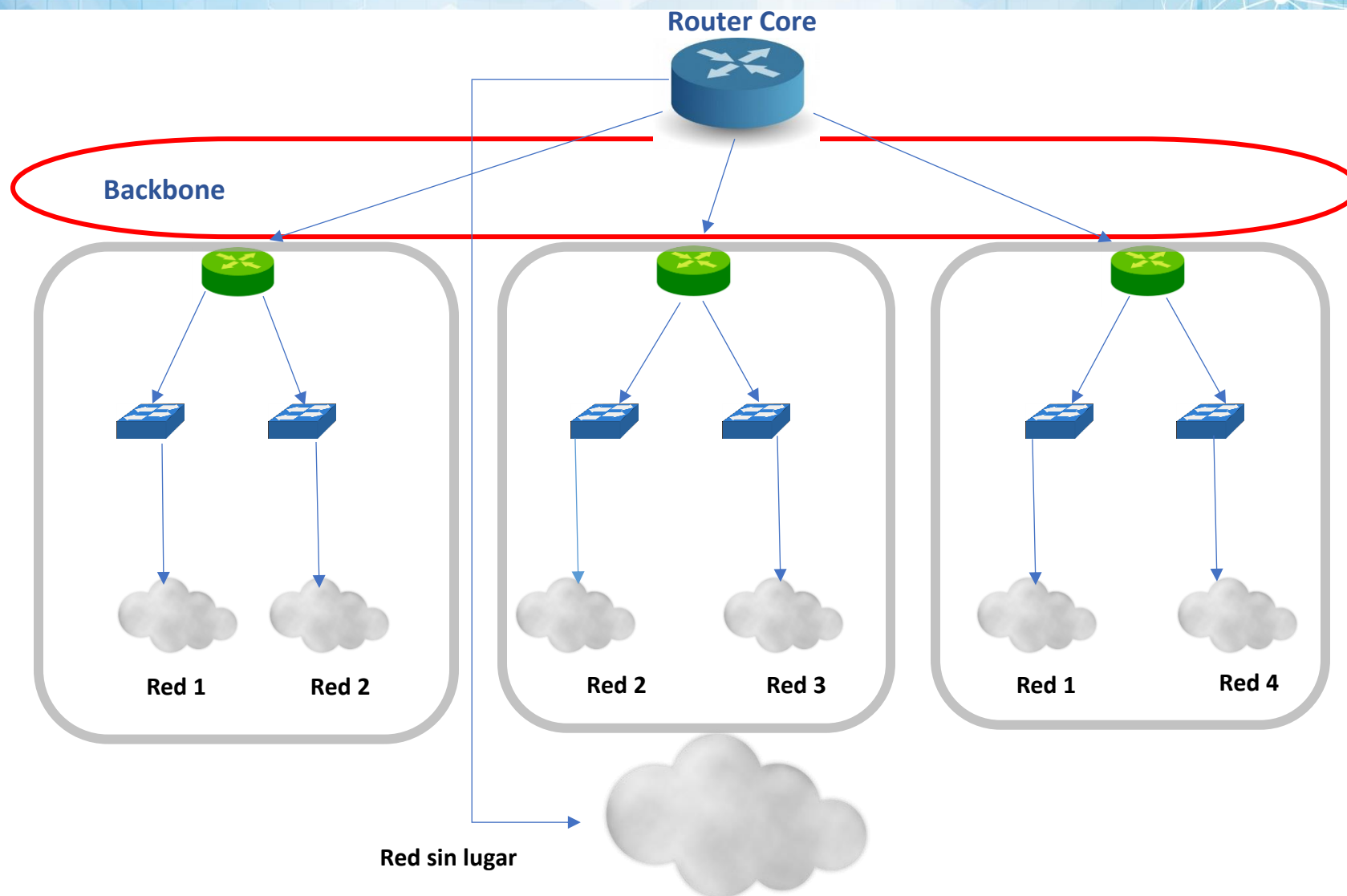
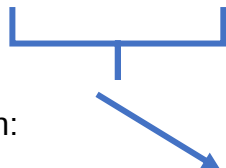


Figura 13. Ejemplo de red para subneteo IPv6

Según la imagen anterior, tenemos 7 subredes, entonces, ¿a qué número debo elevar la base 2 para obtener como resultado un valor de 7 o superior?, revisamos la tabla, nos dice que 2^3 nos sirve, ya que sería 8 el resultado, por lo tanto, vamos a tomar los 3 bits de los 16 con que cuento para subnetear.

2001:db8:ABCD **L L L B B B B B B B B B B B B B** ::/64



Las redes serían:

- 1- 2001:db8:ABCD:0::/64 0000
- 2- 2001:db8:ABCD:2::/64 0010
- 3- 2001:db8:ABCD:4::/64 0100
- 4- 2001:db8:ABCD:6::/64 0110
- 5- 2001:db8:ABCD:8::/64 1000
- 6- 2001:db8:ABCD:A::/64 1010
- 7- 2001:db8:ABCD:C::/64 1100
- 8- 2001:db8:ABCD:E::/64 1110

Ahora, si en vez de utilizar el lugar como subred primaria usamos el tipo, las cosas cambian radicalmente, ya que sería como sigue:

5 Redes.

1 Backbone.

3 Redes para uso futuro.

Basándonos en tipo, tendríamos 9 subredes, entonces, tendríamos que buscar un número que al elevar a la base 2 nos dé como resultado 9 o más, volvemos a revisar la tabla y encontramos que el valor sería 4, porque 2^4 nos da como resultado 16; por lo tanto, sería como sigue:

2001:db8:ABCD **T T T T B B B B B B B B B B B B** ::/64

Entonces contaríamos con 16 subredes primarias basadas en tipo y se harían exactamente de la misma forma que el ejemplo anterior con el lugar, ahora, si tenemos subredes primarias y secundarias, pues el panorama cambia y se hace más complejo, porque si tenemos por cada lugar de 2 a 3 tipos, pues se van creando más combinaciones con todas sus complejidades.

¿Pero qué sucede cuando nos solicitan una cantidad x de redes a partir de una red y un prefijo? Pues ahí se aplicará el siguiente método para obtenerlas:

1. Obviamente la red original y el prefijo.
2. **Y** = Prefijo Original.
3. **Z** = Prefijo que se solicita para las nuevas redes.
4. Obtener los siguientes valores:
 - a. Número de bits para subredes: **$x = Z - Y$** .
 - b. Cantidad de redes posibles con los bits x : **$S = 2^x$** .
 - c. Número de “hexits” (cada uno de los 4 valores que componen el número hexadecimal en una dirección IPv6) representados por el valor x de bits.

Luego de tener lo anterior, utilizaremos la siguiente tabla para saber el incremento que se debe hacer dependiendo del valor de x :

Sub	x	Inc	Valores que toman los hexits
2	1	8	[0] [8]
4	2	4	[0] [4] [8] [c]
8	3	2	[0] [2] [4] [6] [8] [a] [c] [e]
16	4	1	[0] [1] [2] [3] [4] [5] [6] [7] [8] [9] [a] [b] [c] [d] [e] [f]

Tabla 4. Valores incrementales de hexits.

Apliquemos lo anterior en un ejemplo de una dirección IPv6, subnetizando una red de prefijo /32 en prefijo /36:

2001:db8::/32

1. Cantidad de bits (x) para subnetear, $36 - 32 = 4$.
2. Cantidad de subredes: $2^4 = 16$
3. Cantidad de "hexits" representados por 4 bits: $4/4 = 1$ (Si diera un valor con decimales se redondea hacia arriba).
4. Al establecer x definimos en cuanto irá incrementando nuestro número de red según la tabla de valores incrementales, con valores de **0 – f**.

2001:db8:0000::/36

2001:db8:1000::/36

2001:db8:2000::/36

2001:db8:3000::/36

2001:db8:4000::/36

2001:db8:5000::/36

2001:db8:6000::/36

2001:db8:7000::/36
2001:db8:8000::/36
2001:db8:9000::/36
2001:db8:a000::/36
2001:db8:b000::/36
2001:db8:c000::/36
2001:db8:d000::/36
2001:db8:e000::/36
2001:db8:f000::/36

Tabla 5. Redes de prefijo /36

Basados en el ejemplo anterior podemos inferir el resto de subredes que se pueden ir generando según las necesidades y los valores en los que se irá incrementando cada una de ellas.

Debido al grado de complejidad al ser tantos valores, es que se necesitan muchas veces herramientas que ayuden a generar el plan de numeración de una forma eficiente y fácil.

	Actividad de Aprendizaje N° 15
	Según lo leído anteriormente realice el siguiente ejercicio: Si tengo la siguiente dirección IPv6: 4012:abcd:1234::/32 y quiero obtener redes con prefijo /38, cuántas redes tendría?

3.2 Herramientas para definición de direccionamientos

No siempre es sencillo obtener todo el direccionamiento en IPv6 de una forma sencilla, debido a la gran cantidad de números con que se cuenta, por eso se han creado una serie de herramientas que facilitan el trabajo, pero de nada valdrían si no se tiene claro que es lo que se debe hacer.

Las siguientes son direcciones de Internet donde podemos hacer uso de calculadores de IPv6, las que nos permitirán resolver los problemas que se tengan con direccionamientos muy complejos:

La dirección <http://www.calculadora-redes.com/ipv6.php> nos permite utilizar una calculadora IPv6 sencilla pero muy completa, veamos la siguiente imagen, donde se coloca nuestra red IPv6 con sus respectivos bloques y se define el tamaño de prefijo (máscara), hacia la parte inferior encontramos un botón denominado LISTAR, al darle click se nos despliega una nueva página con todas las subredes con el sufijo que establecimos en el desplegable denominado SUBRED.

The screenshot shows a web-based IPv6 calculator. At the top, there are navigation tabs: IPv4, IPv6 (selected), CLAVES CISCO, and CONTRASEÑAS. Below the tabs, there's a quote by Joseph Campbell: "CITA DIARIA: LOS ORDENADORES SON COMO LOS DIOS DEL ANTIGUO TESTAMENTO... LLENOS DE REGLAS Y FALTOS DE PIEDAD." The main form has a "DIRECCIÓN IP" section with a text input containing "4000:ABCD::" and a "máscara" dropdown set to "32". Below this, it shows the resulting IP address "4000:abcd::", the network "RED 4000:abcd:0000:0000:0000:0000:0000 / 32", and the subnet mask "RED S. 4000:abcd:: / 32". It also displays "HOST MENOR 4000:abcd:0000:0000:0000:0000:0000:0001" and "HOST MAYOR 4000:abcd:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff". The "TIPO" is "IPv6 - UNICAST". The "ESQUEMA" section shows a table of subnets:

1 - 16	17 - 32	33 - 48	49 - 64
65 - 80	81 - 96	97 - 112	113 - 128

 Below the table, there's a "CÁLCULO DE SUBRED" section with a "subred" dropdown set to "38" and a "LISTAR" button. The sidebar on the left includes a "Free IPv6 Certification" section with a "HE" logo and an "Enter Site" button. The sidebar on the right features a "Black Friday Audi" advertisement.

Figura

14. Calculadora IPv6

Calculadora de Redes Online - Google Chrome

www.calculadora-redes.com/subredes6.php?mask=31&ipv6=4000%3AABCD%3A0000%3A0000%3A0000%3A0000%3A0000%3A0000&submask=37

LISTADO DE SUBREDES

IP: 4000:ABCD:0000:0000:0000:0000:0000:0000
MÁSCARA: 32 bits
SUB-MÁSCARA: 38 bits

 **Gmail Para Su Negocio**
 Ahora puedes verte más profesional con un e-mail personalizado. [Comienza Ahora](#)

RED	HOST MENOR	HOST MAYOR
4000:abcd:0000:0000:0000:0000:0000:0000/38 4000:abcd::/38	4000:abcd:0000:0000:0000:0000:0000:0001 4000:abcd::1	4000:abcd:03ff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff 4000:abcd:3ff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff
4000:abcd:0400:0000:0000:0000:0000:0000/38 4000:abcd:400::/38	4000:abcd:0400:0000:0000:0000:0000:0001 4000:abcd:400::1	4000:abcd:07ff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff 4000:abcd:7ff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff
4000:abcd:0800:0000:0000:0000:0000:0000/38 4000:abcd:800::/38	4000:abcd:0800:0000:0000:0000:0000:0001 4000:abcd:800::1	4000:abcd:0bfff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff 4000:abcd:bfff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff
4000:abcd:0c00:0000:0000:0000:0000:0000/38 4000:abcd:c00::/38	4000:abcd:0c00:0000:0000:0000:0000:0001 4000:abcd:c00::1	4000:abcd:0fff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff 4000:abcd:fff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff
4000:abcd:1000:0000:0000:0000:0000:0000/38 4000:abcd:1000::/38	4000:abcd:1000:0000:0000:0000:0000:0001 4000:abcd:1000::1	4000:abcd:13fff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff 4000:abcd:13ff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff
4000:abcd:1400:0000:0000:0000:0000:0000/38 4000:abcd:1400::/38	4000:abcd:1400:0000:0000:0000:0000:0001 4000:abcd:1400::1	4000:abcd:17fff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff 4000:abcd:17ff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff
4000:abcd:1800:0000:0000:0000:0000:0000/38 4000:abcd:1800::/38	4000:abcd:1800:0000:0000:0000:0000:0001 4000:abcd:1800::1	4000:abcd:1bfff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff 4000:abcd:1bfff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff
4000:abcd:1c00:0000:0000:0000:0000:0000/38 4000:abcd:1c00::/38	4000:abcd:1c00:0000:0000:0000:0000:0001 4000:abcd:1c00::1	4000:abcd:1ffff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff 4000:abcd:1fff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff
4000:abcd:2000:0000:0000:0000:0000:0000/38 4000:abcd:2000::/38	4000:abcd:2000:0000:0000:0000:0000:0001 4000:abcd:2000::1	4000:abcd:23fff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff 4000:abcd:23fff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff
4000:abcd:2400:0000:0000:0000:0000:0000/38 4000:abcd:2400::/38	4000:abcd:2400:0000:0000:0000:0000:0001 4000:abcd:2400::1	4000:abcd:27fff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff 4000:abcd:27fff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff
4000:abcd:2800:0000:0000:0000:0000:0000/38 4000:abcd:2800::/38	4000:abcd:2800:0000:0000:0000:0000:0001 4000:abcd:2800::1	4000:abcd:2bfff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff 4000:abcd:2bfff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff
4000:abcd:2c00:0000:0000:0000:0000:0000/38 4000:abcd:2c00::/38	4000:abcd:2c00:0000:0000:0000:0000:0001 4000:abcd:2c00::1	4000:abcd:2ffff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff 4000:abcd:2ffff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff
4000:abcd:3000:0000:0000:0000:0000:0000/38 4000:abcd:3000::/38	4000:abcd:3000:0000:0000:0000:0000:0001 4000:abcd:3000::1	4000:abcd:33fff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff 4000:abcd:33fff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff
4000:abcd:3400:0000:0000:0000:0000:0000/38 4000:abcd:3400::/38	4000:abcd:3400:0000:0000:0000:0000:0001 4000:abcd:3400::1	4000:abcd:37fff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff 4000:abcd:37fff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff
4000:abcd:3800:0000:0000:0000:0000:0000/38 4000:abcd:3800::/38	4000:abcd:3800:0000:0000:0000:0000:0001 4000:abcd:3800::1	4000:abcd:3bfff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff 4000:abcd:3bfff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff
4000:abcd:3c00:0000:0000:0000:0000:0000/38 4000:abcd:3c00::/38	4000:abcd:3c00:0000:0000:0000:0000:0001 4000:abcd:3c00::1	4000:abcd:3ffff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff 4000:abcd:3ffff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff

Figura 15. Listado de subredes de prefijo /38

La página http://subnettingpractice.com/ipv6_subnetting.html cuenta con una calculadora IPv6 más simple, sin embargo, cumple bien su objetivo, quizás su acabado no sea tan profesional, pero es útil.

SubnettingPractice.com The most extensive subnetting practice site on the web!

Practice Questions IPv6 Subnetting Basic Subnetting IPv6 Calculator Binary Practice Subnetting Calculator VLSM Calculator

Click for more details

IPv6 Subnetting Calculator

Input an IPv6 address and the subnet size in slash notation:

IPv6 address:

Compressed Address:

Expanded Address:

Prefix:

Range:

Number of /64s:

Select a number of subnets or a subnet size to divide the above into:

subnets or /8

This calculator can be used for IPv6 in the same way VLSM is used to plan an IPv4 network. Remember, the size of IPv6 can be huge. This calculator can crash your browser if you attempt to have it calculate billions of subnets! Because of this, only the first 999 subnets are displayed.

Use the above calculator to plan your IPv6 networks. Because of the huge size of IPv6, we do not care about the number of hosts in a network. Remember, that the smallest recommended subnet is a /64.

Figura 16. Subnetting en subnettingpractice.com

Los resultados son los mismos, pero en la misma página, permite subnetear con una cantidad definida de subredes o por prefijo.

4 subnets or /38

Subnetting 4000:abcd::/32 into /38s gives 64 subnets, all of which have 67108864 /64s.

```

4000:abcd::/38
4000:abcd:400::/38
4000:abcd:800::/38
4000:abcd:c00::/38
4000:abcd:1000::/38
4000:abcd:1400::/38
4000:abcd:1800::/38
4000:abcd:1c00::/38
4000:abcd:2000::/38
4000:abcd:2400::/38
4000:abcd:2800::/38
4000:abcd:2c00::/38
4000:abcd:3000::/38
4000:abcd:3400::/38
4000:abcd:3800::/38
4000:abcd:3c00::/38
4000:abcd:4000::/38
4000:abcd:4400::/38
4000:abcd:4800::/38
4000:abcd:4c00::/38
4000:abcd:5000::/38
4000:abcd:5400::/38
4000:abcd:5800::/38
4000:abcd:5c00::/38
4000:abcd:6000::/38
4000:abcd:6400::/38
4000:abcd:6800::/38
4000:abcd:6c00::/38
4000:abcd:7000::/38
4000:abcd:7400::/38
4000:abcd:7800::/38
4000:abcd:7c00::/38
4000:abcd:8000::/38
4000:abcd:8400::/38
4000:abcd:8800::/38
4000:abcd:8c00::/38
4000:abcd:9000::/38
4000:abcd:9400::/38
4000:abcd:9800::/38
  
```

Figura 17. Listado de subnetting con prefijo /38 subnettingpractices.com

En Linux, existen diferentes herramientas como sipcalc en modo texto:

```
$ sipcalc 2001:DB8::/24
-[ipv6 : 2001:DB8::/24] - 0

[IPv6 INFO]
Expanded Address      - 2001:0db8:0000:0000:0000:0000:0000
Compressed address    - 2001:db8::
Subnet prefix (masked) - 2001:d00:0:0:0:0:0/24
Address ID (masked)   - 0:b8:0:0:0:0:0/24
Prefix address        - ffff:ff00:0:0:0:0:0:0
Prefix length         - 24
Address type          - Aggregatable Global Unicast Addresses
Network range         - 2001:0d00:0000:0000:0000:0000:0000 -
                        2001:0dff:ffff:ffff:ffff:ffff:ffff
```

Figura 18. Sipcalc en <http://rm-rf.es/subnetting-y-calculo-de-netmask-desde-linea-de-comandos/>

Actualmente existen las herramientas necesarias para el subneteo y conforme se vaya implementando más el IPv6, habrá más herramientas para apoyar ese despliegue, pero para cualquier utilidad en este módulo, no hay como las herramientas online, ya que no es necesario instalarlas, como las dos primeras páginas mencionadas.

	Actividad de Aprendizaje N° 16
	Vaya a la dirección web: http://www.calculadora-redes.com/ipv6.php y utilizando la dirección IPv6 de la actividad #14 liste todas las redes de prefijo /38

3.3 Ejemplo práctico de direccionamiento IPv6

En los capítulos anteriores hemos repasado la historia, teoría y el mecanismo de transmisión y comunicación del protocolo IP versión 6, en el presente apartado se aplicará todo lo visto con un ejemplo práctico de su implementación en una red privada a partir de un prefijo entregado por un ISP.

Partimos de la siguiente premisa:

El ISP de nuestro ejemplo, cuenta con un prefijo de 32 bits y entrega a cada uno de sus clientes empresariales prefijos de 48, pudiendo entregar gran cantidad de redes con ese prefijo y nosotros con esos 48 bits tendríamos 80 bits para crear nuestro plan de numeración.

3.3.1 Prefijo del ISP

Vamos al ejemplo en cuestión, nuestro ISP cuenta con el prefijo **2001:0DB8::/32** y nos entrega el siguiente: **2001:0DB8:1ABD::/48**, a partir de dicho prefijo vamos a crear nuestro plan de numeración.

Dependiendo del tipo de empresa y sus necesidades, el plan deberá ser ajustado, basándose en sucursales, cantidad de redes y cualquier otra variable a tomar en cuenta que pueda afectar nuestro plan. También debe recordarse que la idea de un plan de numeración es que tenga el suficiente espacio para crecer, por lo que los espacios entre redes deben ser lo suficientemente grandes para que no se alcancen entre sí, además, siempre debemos mantener una reserva, pensando siempre en que pueden requerirse más redes a futuro y este podría ser un método para mantenerlas separadas.

Vamos a suponer que nuestro caso es de una Universidad, la misma tiene varias ESCUELAS y obviamente cada una de ellas su respectiva red de datos, para este ejemplo vamos a utilizar /56 para las ESCUELAS y /64 para las redes de cada una de ellas, veamos el siguiente cuadro:

Plan de Numeración

TAMAÑO DEL PREFIJO		/48	/56	/60	/64
UNIVERSIDAD		2001:0DB8:1ABD::			
RED CORE			2001:0DB8:1ABD:0000		
RESERVADA			2001:0DB8:1ABD:0100		
ESCUELA 1			2001:0DB8:1ABD:0200		
	Red 1 Escuela 1			2001:0DB8:1ABD:0200	VLAN 2 2001:0DB8:1ABD:0200 VLAN 3 2001:0DB8:1ABD:0201 VLAN WIFI 2001:0DB8:1ABD:0202 VLAN FINAL 2001:0DB8:1ABD:020F
	Red 2 Escuela 1			2001:0DB8:1ABD:0210	
	Red 3 Escuela 1			2001:0DB8:1ABD:0220	
	Red F Escuela 1			2001:0DB8:1ABD:02F0	
RESERVADA			2001:0DB8:1ABD:0300		
ESCUELA 2			2001:0DB8:1ABD:0400		
RESERVADA			2001:0DB8:1ABD:0500		
....					
ESCUELA FF			2001:0DB8:1ABD:FF00		

3.3.2 Implementación del plan

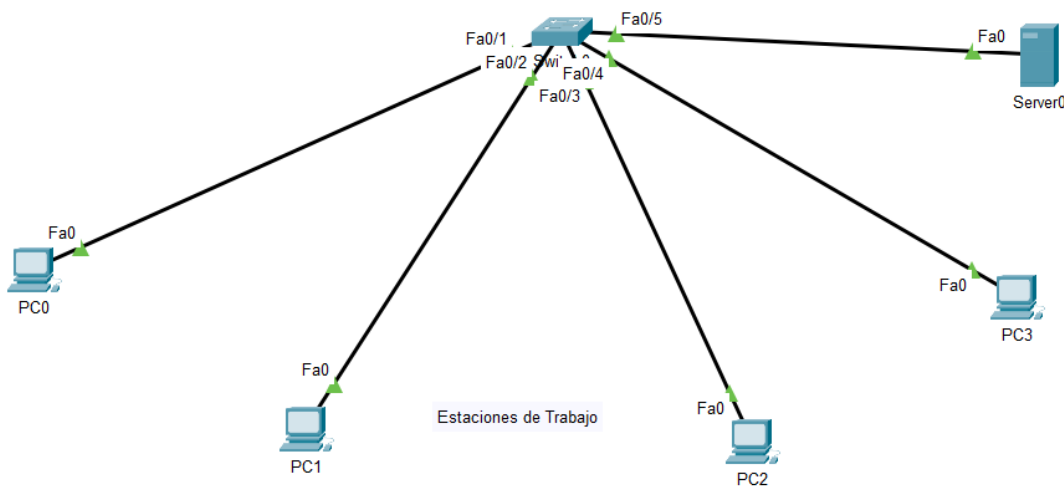
Basándose en el cuadro anterior, desarrolle un plan de numeración para la “Red 2 Escuela 1” y utilizando la herramienta “Packet Tracer” cree una red con al menos 4 host y un servidor web utilizando su plan de numeración.

Tener en cuenta que los hosts tendrán un prefijo de /64

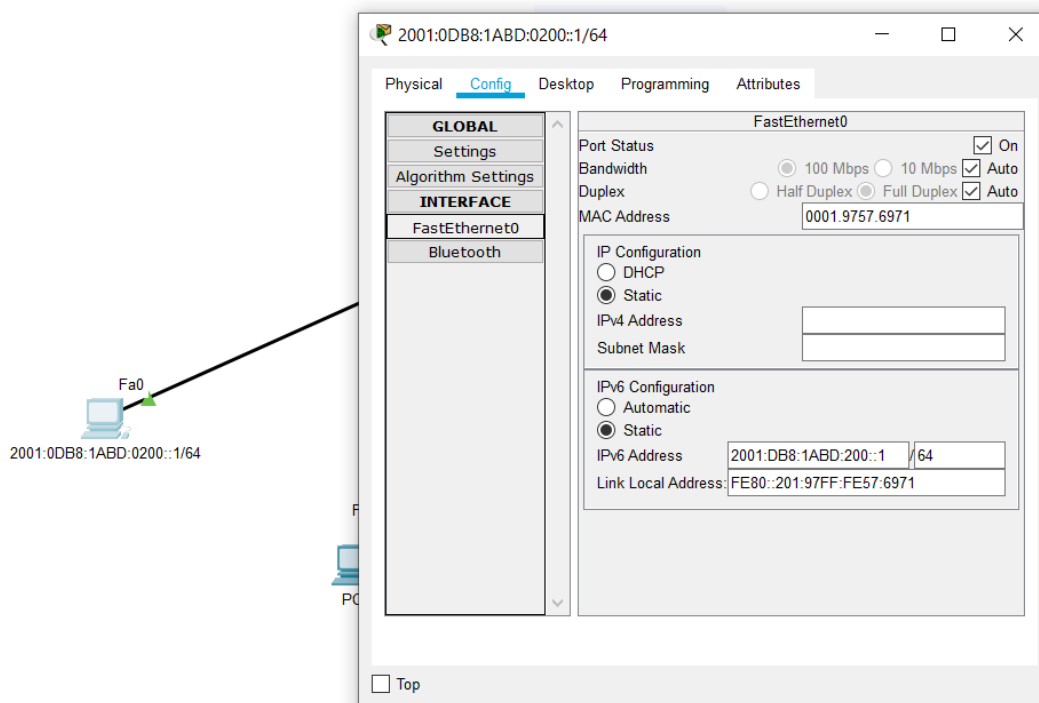
3.3.3 Topología en Packet Tracer (Ejemplo)

3.3.3.1 Red 1 Escuela 1. VLAN 2

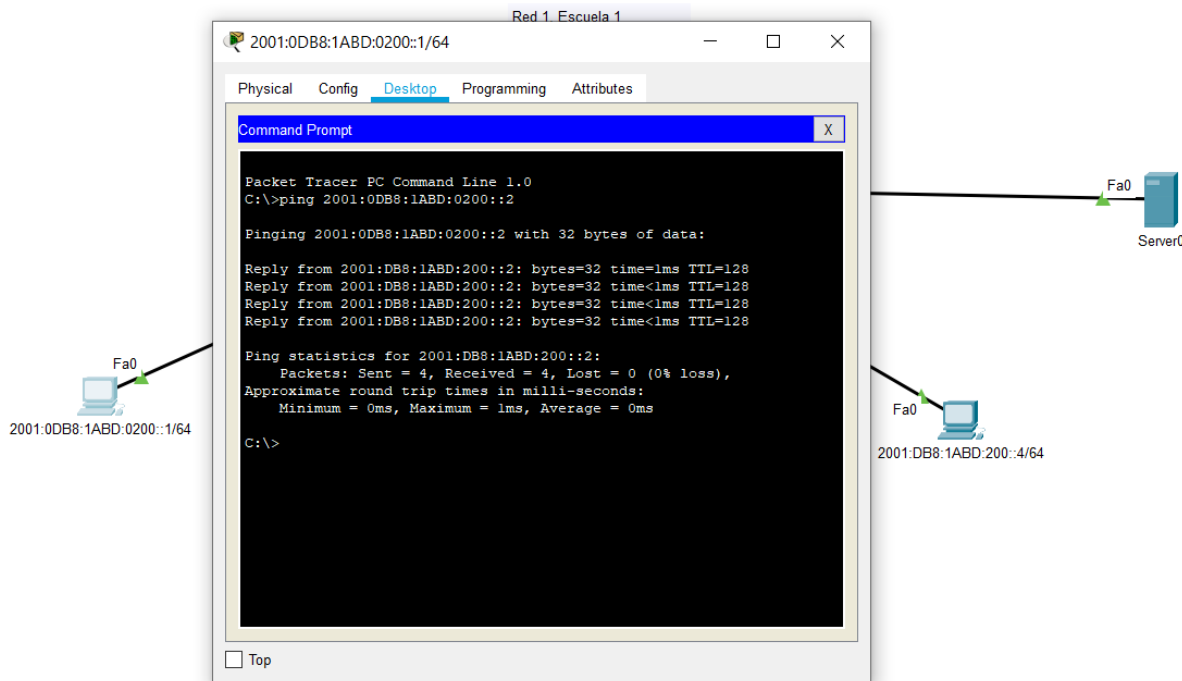
Vamos a crear la topología de prueba con cuatro PC's y un servidor



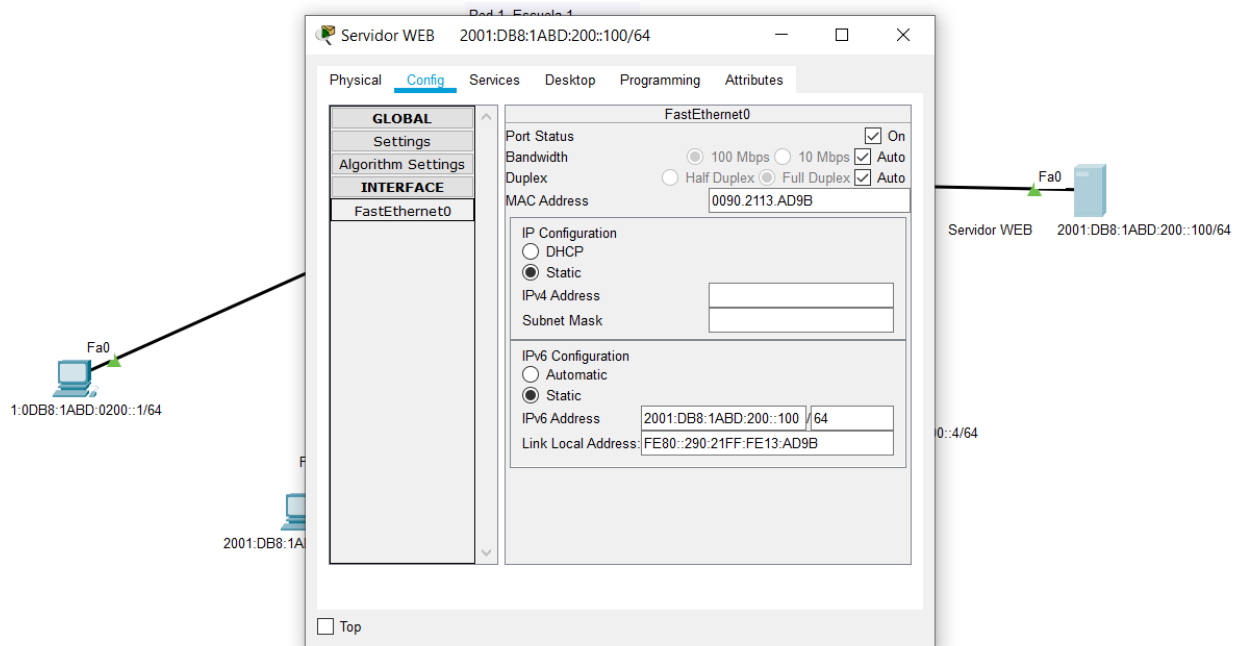
Vamos a la configuración de cada uno de los hosts, y colocaremos las direcciones IP correspondientes a cada uno.



Colocadas cada una de las direcciones IP, comprobaremos la conexión por medio del comando ping y desde el cual debemos obtener respuesta desde cada uno de los hosts.

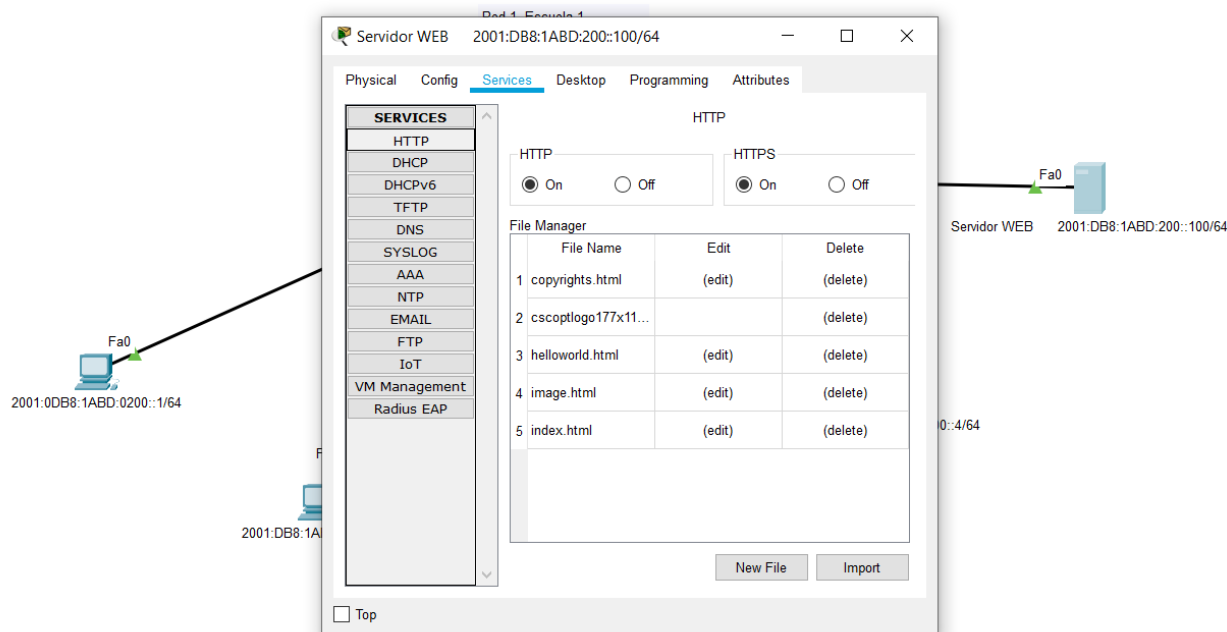


Ahora, colocaremos la IP correspondiente al servidor, comprobamos por medio del comando ping que todos los equipos puedan ser alcanzados.

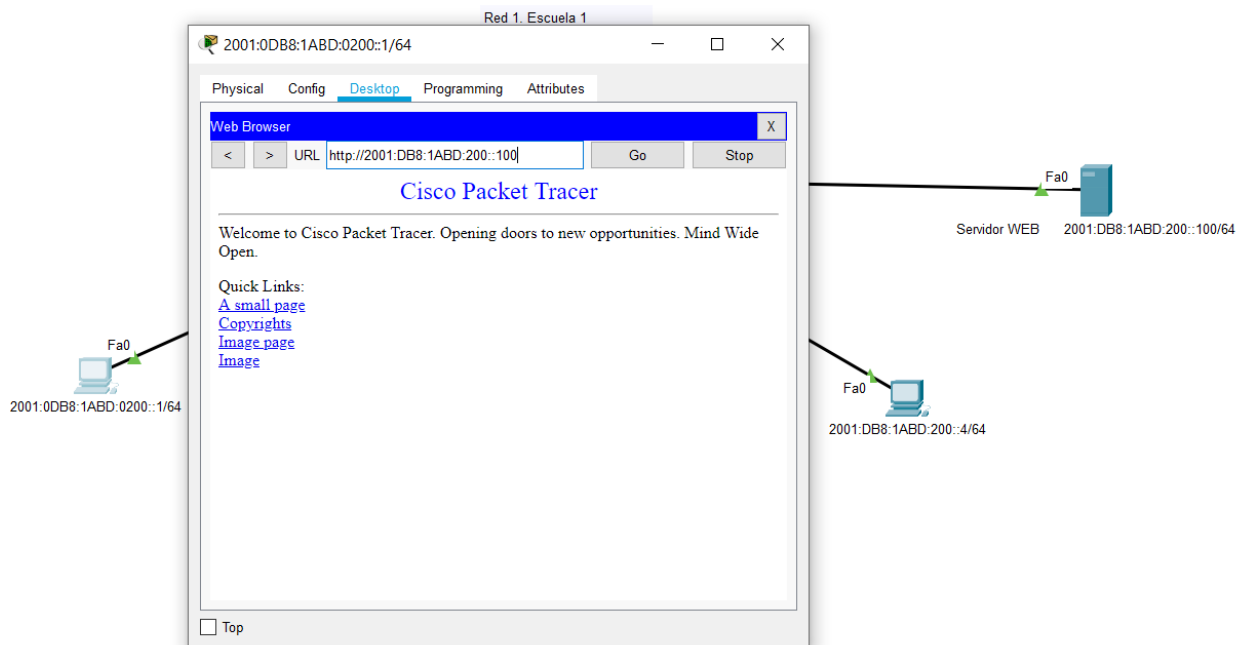


3.3.3.2 Servicio HTTP

En la cejilla **Services** del servidor escogeremos HTTP y lo activamos

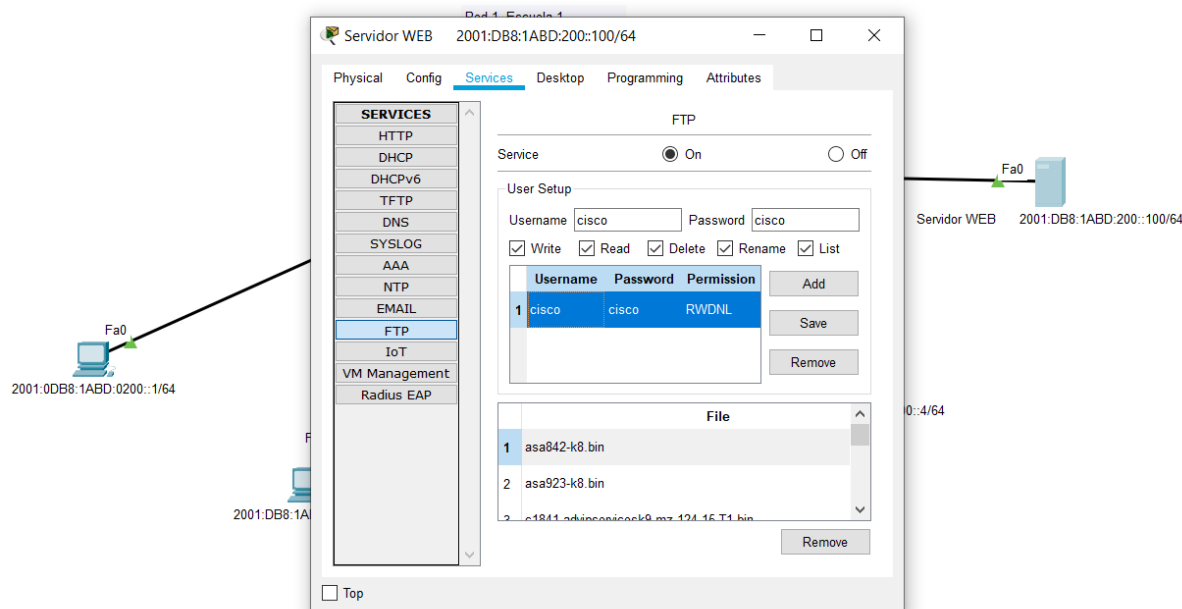


Iremos a alguno de los hosts y en la cejilla **Desktop** escogeremos *Web Browse*, colocando la IPv6 del servidor, de no verse similar a la imagen siguiente, verificar los datos ingresados en el servidor.

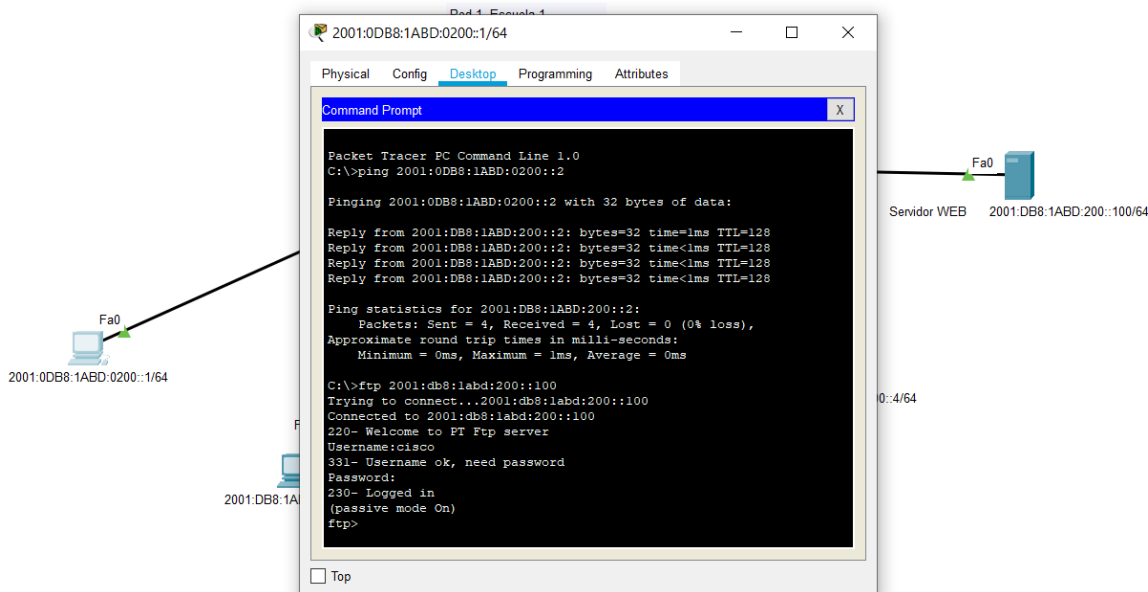


3.3.3.3 Servicio FTP

Una vez comprobado que se puede acceder al servidor por medio del Web Browser, procedemos a activar el servicio FTP, verificamos que esté activado y si tenemos a bien agregaremos otro usuario o utilizamos el que está por defecto.

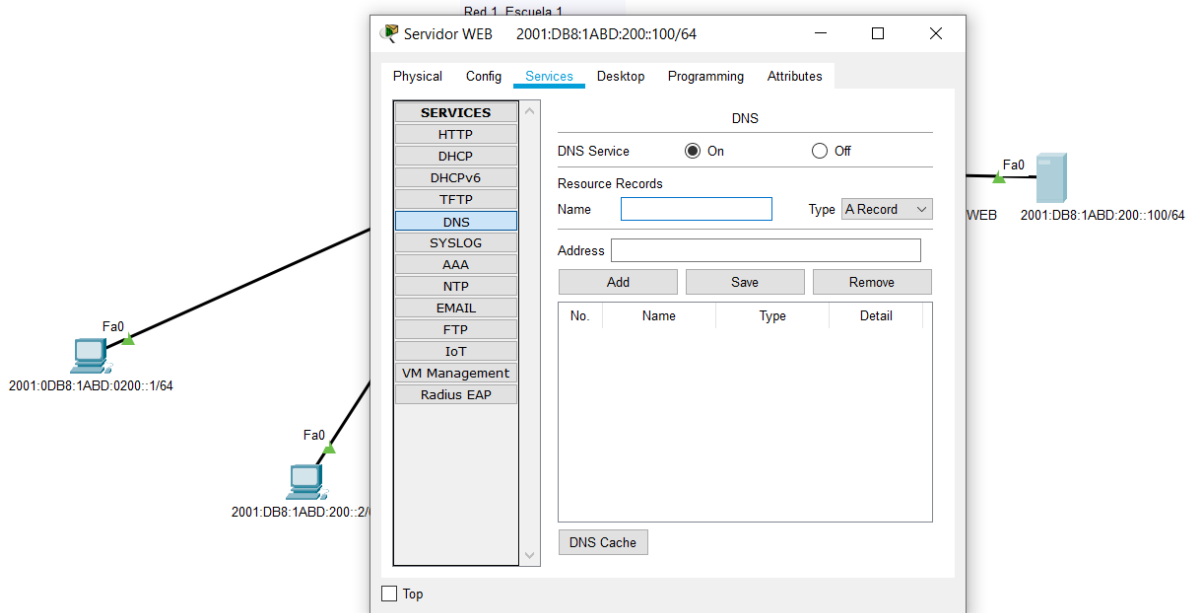


Iremos a uno de los clientes y en el **Command Prompt**, (línea de comandos) colocaremos el comando **ftp dirección_ipv6_servidor** nos pedirá el usuario y luego la contraseña, de estar todo correcto, mostrará una salida como la de la imagen siguiente:

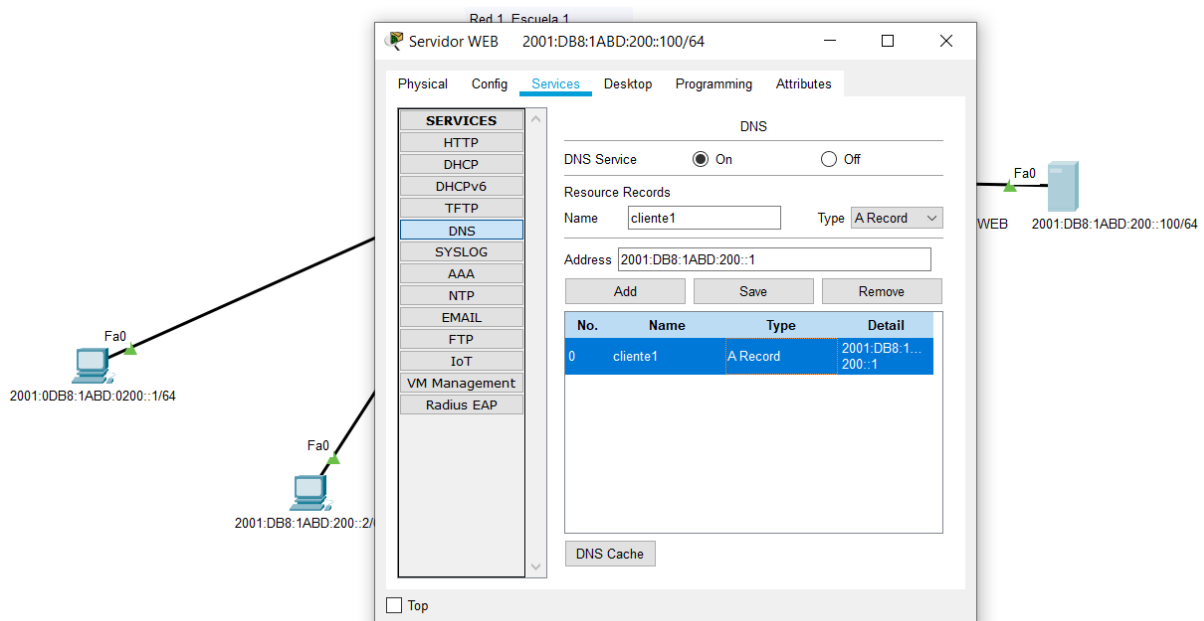


3.3.3.4 Servicio DNS

Ya comprobado los servicios anteriores, vamos a activar el DNS en el servidor,

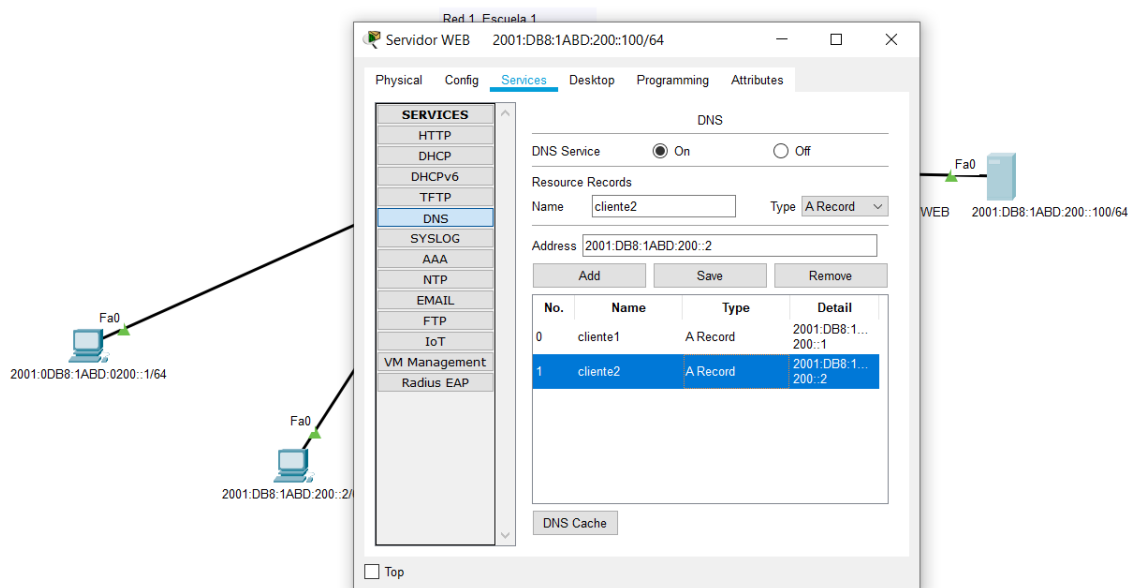


En el recuadro Name colocaremos el nombre del cliente y la dirección ipv6 correspondiente, dejando Type como A (aunque AAA debería ser lo correcto), luego clic en Add y deberá quedar como lo muestra la imagen siguiente:

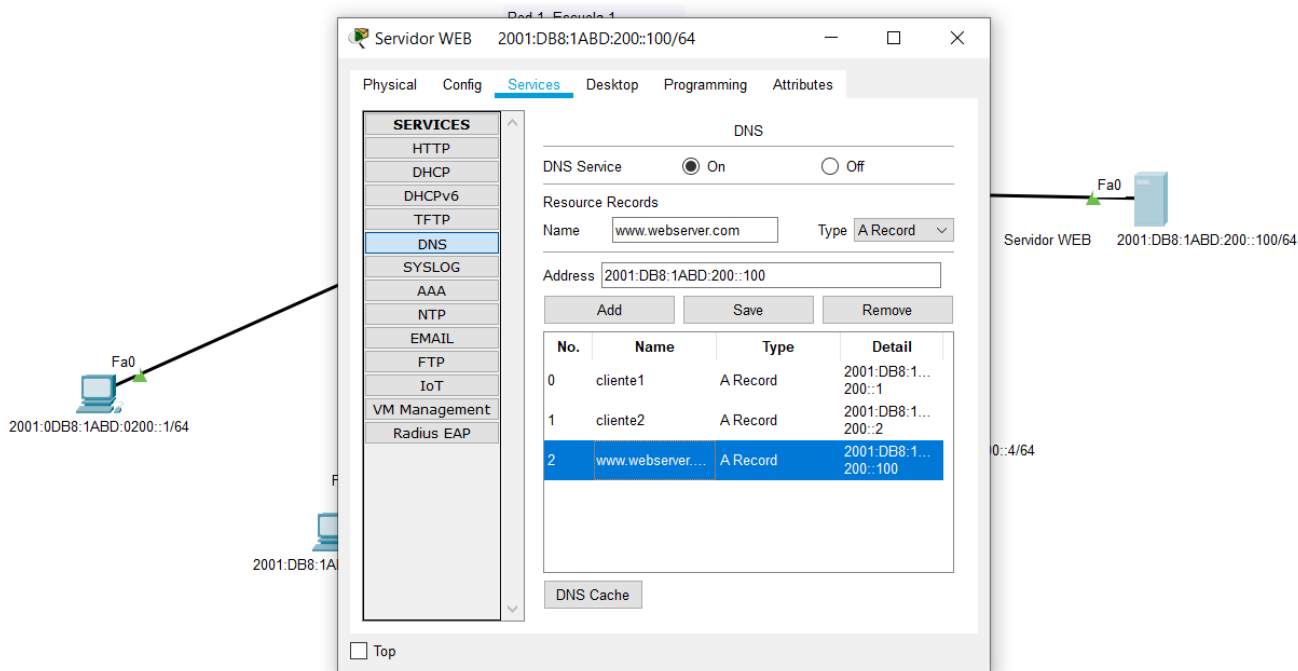


Agregaremos todos los requeridos, incluyendo al servidor

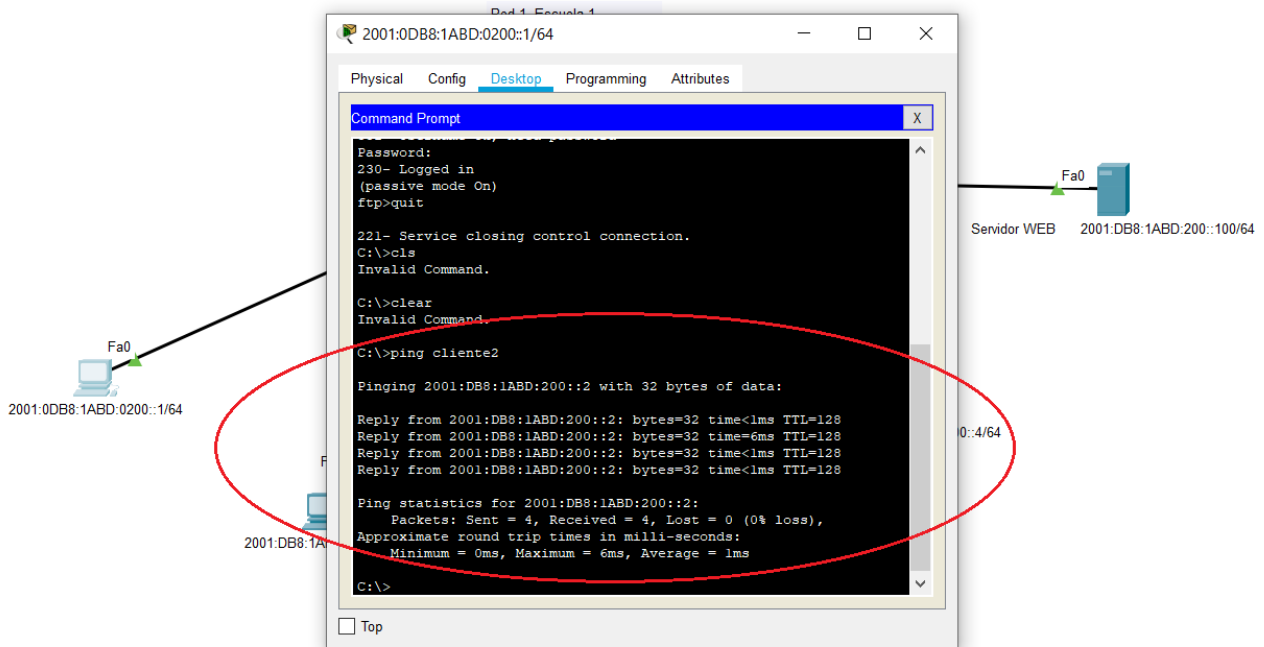
Introducción al Protocolo IPv6 --- ELTT0148
Telecomunicaciones y Telemática



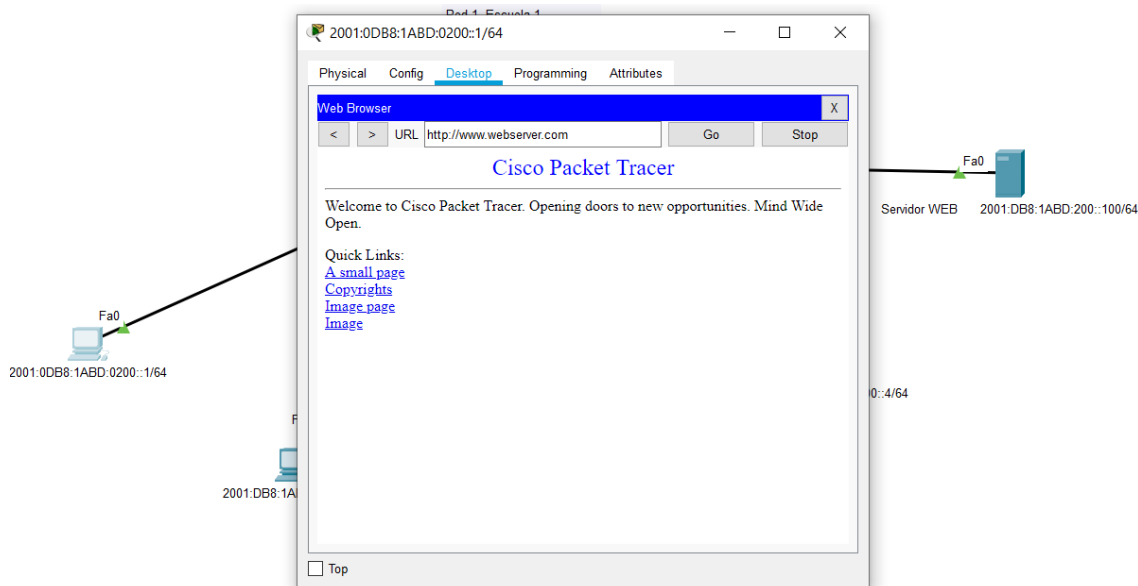
El nombre del servidor Web

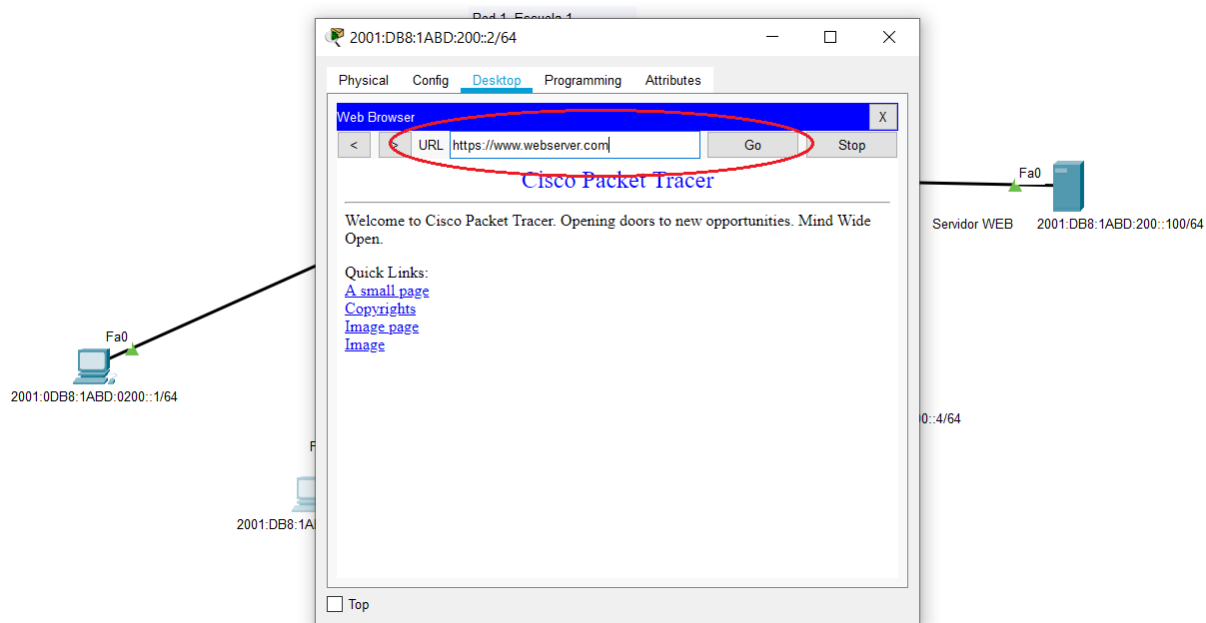


Comprobamos desde alguno de los clientes que nuestro servidor DNS funciona correctamente, utilizando el comando ping, pero esta vez en lugar de la IP, utilizaremos el nombre del destino, de dar error, verificar los nombres de la direccion IP colocadas en el DNS.



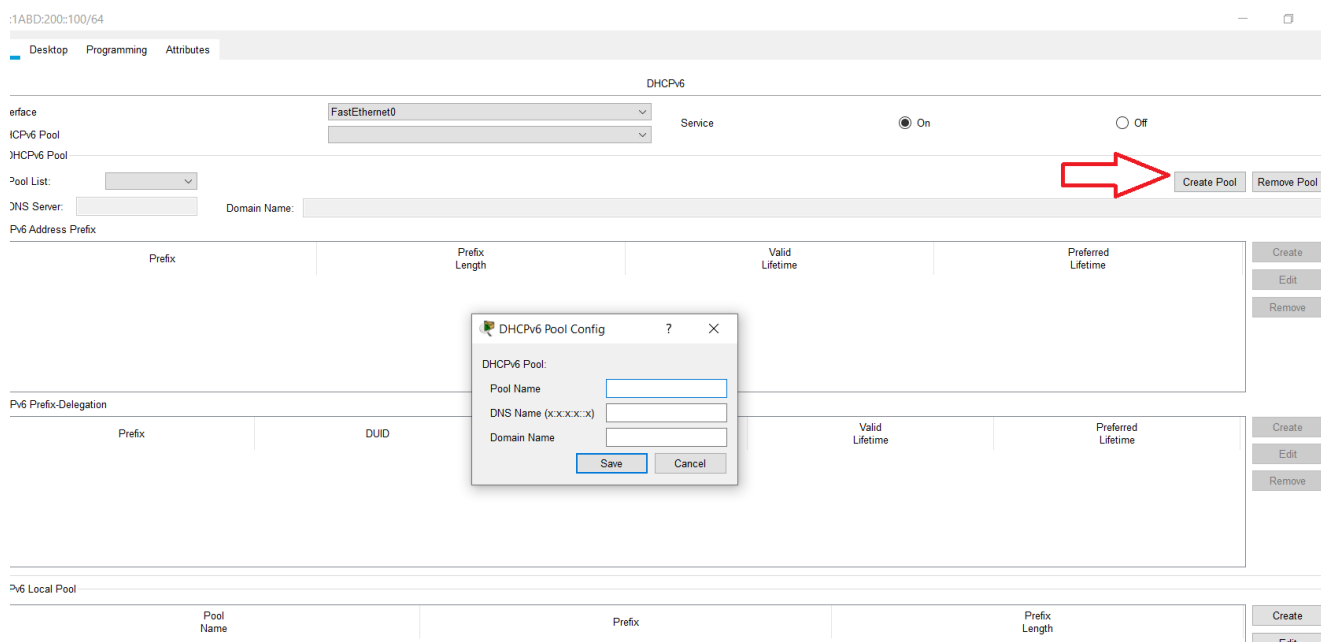
Para cerrar las pruebas, iremos al Web Browser de alguno de los clientes y colocaremos el nombre ya establecido en el DNS para el servidor Web, tanto HTTP, como HTTPS





3.3.3.5 DHCPv6 Sin estado

En la cajilla de **Services**, opción DHCPv6, configuraremos nuestro servidor DHCP. Damos clic en **Create Pool**.



Creamos un pool denominado: SIN ESTADO, con la dirección IPv6 de nuestro servidor DNS y un nombre de dominio, clic en Save

DHCPv6

FastEthernet0 ▼

Service ☒ On

Domain Name:

	Prefix Length	Valid Lifetime	Prefix Life

DUID

Valid Lifetime

Quedando nuestro servicio DHCPv6 de la siguiente manera, verificando que esté activada la opción On:

2001:DB8:1ABD:200::100/64

Services Desktop Programming Attributes

Interface: FastEthernet0

DHCPv6 Pool: SIN ESTADO

Service: ☒ On

Pool List: SIN ESTADO

DNS Server: 2001:DB8:1ABD:200::100

Domain Name: SESTADO.COM

Prefix	Prefix Length	Valid Lifetime	Preferred Lifetime

IPv6 Prefix-Delegation

Prefix	DUID	Local Pool	Valid Lifetime	Preferred Lifetime

IPv6 Local Pool

Pool Name	Prefix	Prefix Length

Vamos a uno de los clientes y establecemos que su IP será obtenida por DHCP:

2001:0DB8:1ABD:0200::1/64

Physical Config Desktop Programming Attributes

GLOBAL

Settings

Algorithm Settings

INTERFACE

FastEthernet0

Bluetooth

Global Settings

Display Name: 2001:0DB8:1ABD:0200::1/64

Interfaces: FastEthernet0

Gateway/DNS IPv4

☐ DHCP

☒ Static

Default Gateway:

DNS Server:

Gateway/DNS IPv6

☒ Automatic

☐ Static

Default Gateway: FE80::290:21FF:FE13:AD9B

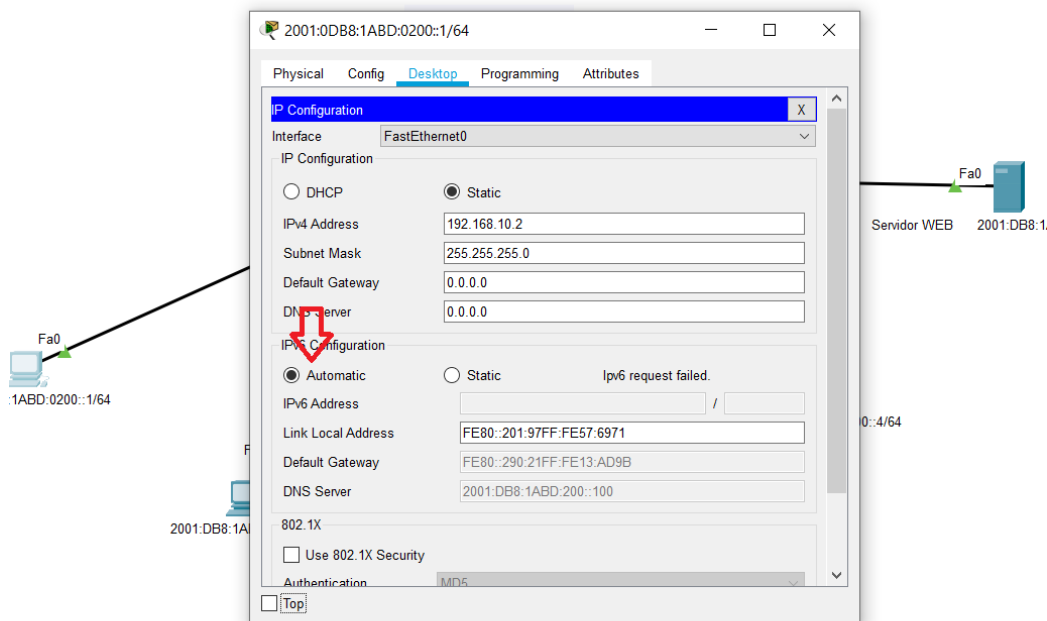
DNS Server: 2001:DB8:1ABD:200::100

Top

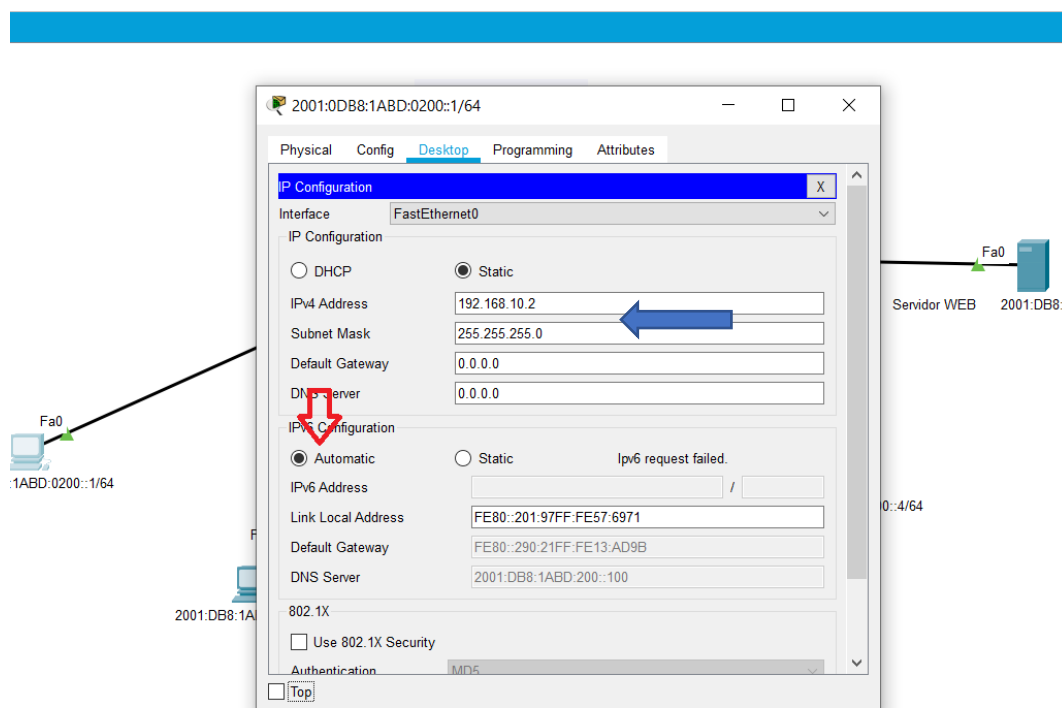
Servidor WEB 200

0:4/64

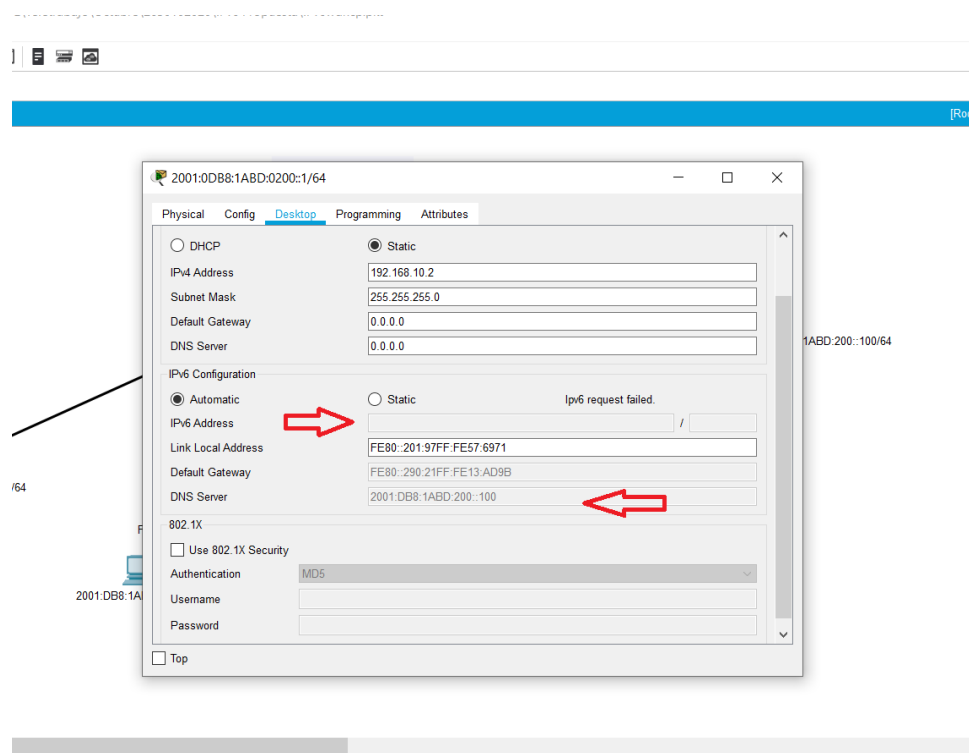
En la cejilla Desktop, verificamos en **IP Configuration**:



Realizamos el mismo proceso en otro de los clientes (la IPv4 fija es para comprobar que existe conectividad)



Como podemos verificar, en este momento tenemos configurado un servicio de DHCPv6 sin estado, donde se asignan parámetros de red como el DNS, pero no se asignó ninguna dirección IPv6



3.3.3.6 DHCPv6 con Estado

Primero eliminamos nuestro pool y creamos otro, únicamente cambiando el nombre a CON ESTADO, los demás valores los vamos a mantener, de la siguiente forma:

The screenshot shows the DHCPv6 configuration window. The 'Interface' is set to 'FastEthernet0'. The 'DHCPv6 Pool' is 'CON ESTADO'. The 'Service' is 'On'. The 'Pool List' shows 'CON ESTADO'. The 'DNS Server' is '2001:DB8:1ABD:200::100' and the 'Domain Name' is 'CESTADO.COM'. The 'IPv6 Address Prefix' table is empty. Buttons for 'Create Pool', 'Remove Pool', 'Create', 'Edit', and 'Remove' are visible.

Ahora creamos nuestro prefijo para asignar a los clientes:

The screenshot shows the DHCPv6 configuration window with the 'Attributes' tab selected. The 'Interface' is 'FastEthernet0' and the 'DHCPv6 Pool' is 'CON ESTADO'. The 'Service' is 'On'. The 'DNS Server' is '2001:DB8:1ABD:200::100' and the 'Domain Name' is 'CESTADO.COM'. The 'IPv6 Address Prefix' table is empty. A red arrow points to the 'Create' button. An 'IPv6 Address Prefix Config' dialog box is open, showing the 'IPv6 Address Prefix' field with the value '2001:0DB8:1ABD:0200::' and a length of '64'. The 'Valid Lifetime' is '2592000' and the 'Preferred Lifetime' is '604800'. The 'Save' button is highlighted.

Quedando de la siguiente manera:

Interface: FastEthernet0 Service: ☒ On ☐ Off

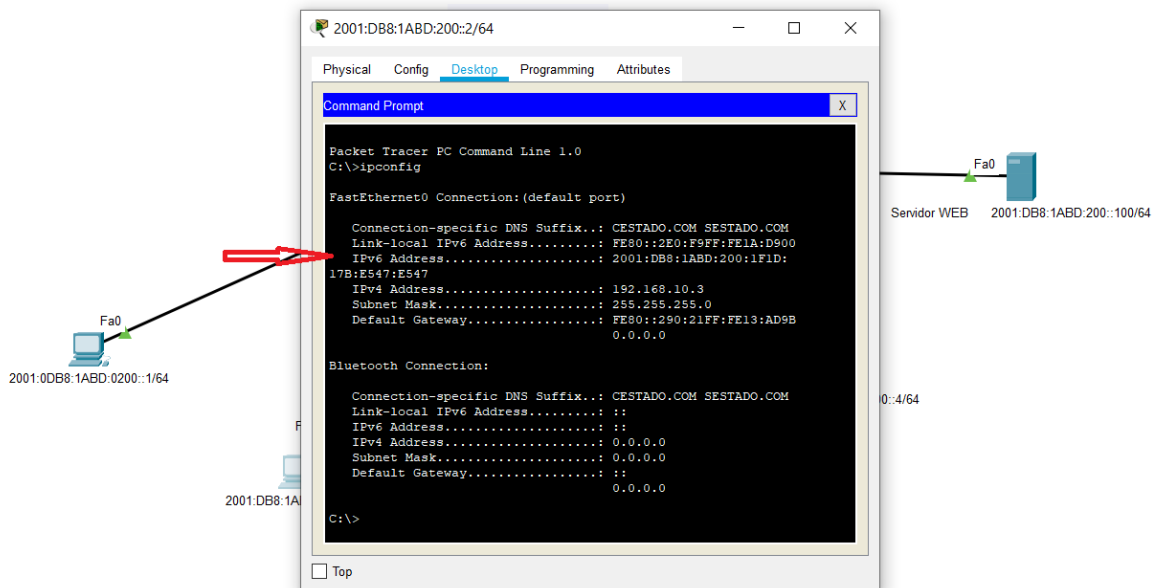
DHCPv6 Pool: CON ESTADO

DHCPv6 Pool List:

DNS Server: 2001:DB8:1ABD:200::100 Domain Name: CESTADO.COM

Prefix	Prefix Length	Valid Lifetime	Preferred Lifetime
2001:DB8:1ABD:200::	64	2592000	604800

Vamos a uno de los clientes con la interface de red configurada por DHCP y vemos la IPv6 obtenida:



Ya contamos con una IPv6 asignada por nuestro DHCP con el prefijo dado.

Como se pudo ver, realizamos dos configuraciones de un servidor DHCPv6, una sin estado, donde solamente se proporcionan parámetros de configuración para los clientes y otra con estado, donde además de los parámetros, también se envía una dirección IPv6.

¿Cuál es la diferencia?

Pues podemos concluir que “sin estado”, no tiene idea de las direcciones IPv6 configuradas en la red, ellas tienen que autoconfigurarse con métodos como EUI-64 a partir de lo que le anuncia la red (se asume que todas las direcciones serán diferentes).

En cambio, “con estado”, asignará la dirección, guardará esa información y podemos decir que tiene control sobre lo que se asigna.

En este capítulo se ha desarrollado un ejemplo completo utilizando **Packet Tracer**, evidentemente sus capacidades son muy limitadas con respecto a un servidor real, sin embargo, nos permite implementar las actividades de forma que podamos comprenderlas.

A partir del ejemplo anterior, desarrolle la Red 2 Escuela 1 y rellene el cuadro siguiente:

TAMAÑO DEL PREFIJO		/56	/60	/64	/64
ESCUELA 1		2001:0DB8:1ABD:0200			
	Red 2 Escuela 1		2001:0DB8:1ABD:0210	VLANS	HOSTS

3.4. ACTIVIDADES DE AUTOEVALUACIÓN DEL CAPITULO3

3.4.1.DESARROLLO

Haciendo uso del procedimiento de potencia de dos, obtenga las subredes solicitadas de los siguientes prefijos.

- **Redes de /64**

2012:ACBD:1234::/48

- **Redes /38**

2001:1234::/32

- **Redes /42**

2012:ABCD::/32