

VoIP sobre Frame Relay con calidad de servicio (fragmentación, diseño de tráfico y prioridad LLQ / IP RTP)

Contenido

[Introducción](#)

[Prerequisites](#)

[Requirements](#)

[Componentes Utilizados](#)

[Convenciones](#)

[Pautas de diseño de QoS para VoIP over Frame Relay](#)

[Prioridad estricta para tráfico de voz \(LLQ o prioridad IP RTP\)](#)

[FRTS para voz](#)

[Fragmentación \(FRF.12\)](#)

['Reducción del ancho de banda'](#)

[Configurar](#)

[LLQ](#)

[Prioridad IP RTP](#)

[Modelado del tráfico para voz](#)

[Fragmentación \(FRF.12\)](#)

[Diagrama de la red](#)

[Configuraciones](#)

[Verificación y resolución de problemas](#)

[Comandos de prioridad LLQ / IP RTP](#)

[Comandos de fragmentación](#)

[Frame Relay / Comandos de interfaz](#)

[Problemas conocidos](#)

[Ejemplo de resultado de los comandos show y debug](#)

[Información Relacionada](#)

Introducción

Este documento muestra voz sobre "IP" (VoIP) sobre una configuración de muestra de red Frame Relay con Calidad de Servicio (QoS). Este documento comprende información técnica previa sobre las funciones configuradas, pautas de diseño y estrategias básicas de verificación y resolución de problemas.

Es importante tener en cuenta que la configuración en este documento tiene dos routers de voz que están conectados a la red Frame Relay. Sin embargo, en muchas topologías, los routers habilitados para voz pueden existir en cualquier lugar. Normalmente, los routers de voz utilizan

conectividad LAN a otros routers que están conectados a la WAN. Esto es importante porque si los routers de voz no están conectados directamente a la red Frame Relay, todos los comandos de configuración WAN deben configurarse en los routers conectados a la WAN, y no en los routers de voz, como se muestra en las configuraciones de este documento.

Prerequisites

Requirements

No hay requisitos específicos para este documento.

Componentes Utilizados

La información que contiene este documento se basa en las siguientes versiones de software y hardware.

- Router Cisco 3640 con software Cisco IOS® versión 12.2.6a (Enterprise Plus)
- Router Cisco 2621 con software Cisco IOS versión 12.2.6a (Enterprise Plus)
- Cola de latencia baja (LLQ) en los circuitos virtuales permanentes (PVC) de Frame Relay. Esto se introduce en la versión 12.1.2(2)T del software del IOS de Cisco.
- Prioridad de protocolo de transporte en tiempo real (RTP) IP de Frame Relay que se introduce en la versión 12.0(7)T del software del IOS de Cisco.
- Fragmentación de Frame Relay Forum (FRF).12 introducida en Cisco IOS Software Release 12.0(4)T.
- Las versiones del software Cisco IOS posteriores a 12.0.5T contienen mejoras significativas en el rendimiento para RTP comprimido (cRTP).

The information in this document was created from the devices in a specific lab environment. All of the devices used in this document started with a cleared (default) configuration. If your network is live, make sure that you understand the potential impact of any command.

Convenciones

For more information on document conventions, refer to the [Cisco Technical Tips Conventions](#).

Pautas de diseño de QoS para VoIP over Frame Relay

Existen dos requisitos básicos para una buena calidad de voz:

- Mínimo [retardo de extremo a extremo](#) y [prevención de fluctuación](#) (variación de retardo).
- Requisitos de ancho de banda de link optimizados y diseñados adecuadamente.

Para garantizar los requisitos antes mencionados, utilice estas directrices:

- [Prioridad estricta para LLQ de tráfico de voz o Prioridad IP RTP](#)
- [Modelado del tráfico de retransmisión de tramas \(FRTS\) para voz](#)
- [Fragmentación FRF.12](#)
- [‘Reducción del ancho de banda’](#)

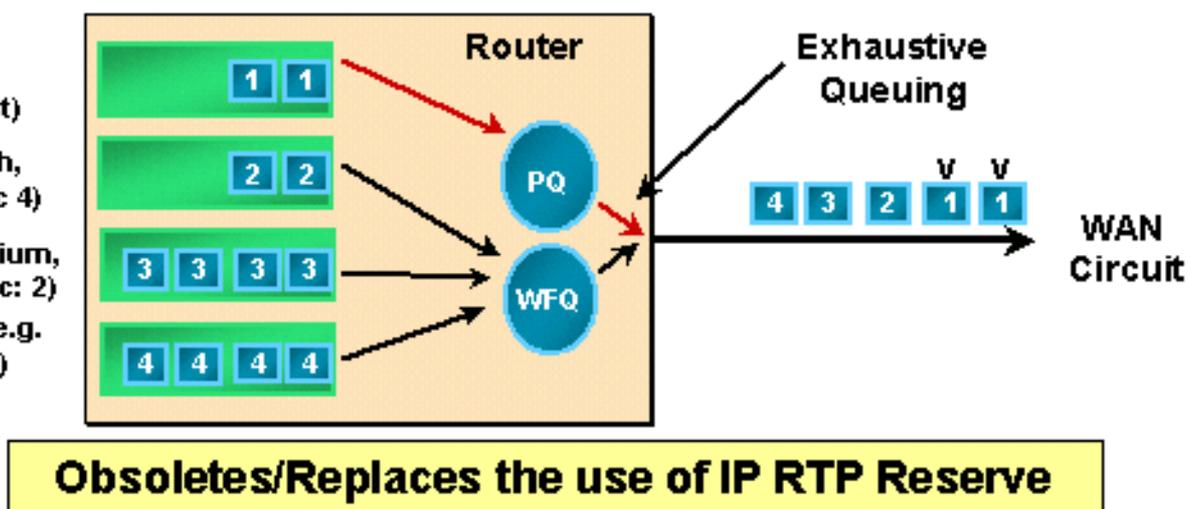
Prioridad estricta para tráfico de voz (LLQ o prioridad IP RTP)

Hay dos métodos principales para proporcionar una prioridad estricta para el tráfico de voz:

- Prioridad IP RTP (también denominada Cola prioritaria/Colocación en cola equilibrada ponderada [PQ/WFQ])
- LLQ (también se lo llama PQ / Class Based Weighted Fair Queuing (PQ/CBWFQ))

Prioridad IP RTP

La prioridad RTP IP de Frame Relay crea una cola de prioridad estricta en un PVC de Frame Relay para un conjunto de flujos de paquetes RTP que pertenecen a un rango de puertos de destino de protocolo de datagramas de usuario (UDP). Mientras que los puertos reales utilizados se negocian dinámicamente entre dispositivos finales o gateways, todos los productos VoIP de Cisco utilizan el mismo rango de puertos UDP (16384 a 32767). Una vez que el router reconoce el tráfico VoIP, lo coloca en la cola de prioridad (PQ) estricta. Cuando la PQ está vacía, las otras colas se procesan según la [WFQ](#) estándar. La prioridad IP RTP no se activa hasta que exista congestión en la interfaz. Esta imagen ilustra el funcionamiento de IP RTP Priority:



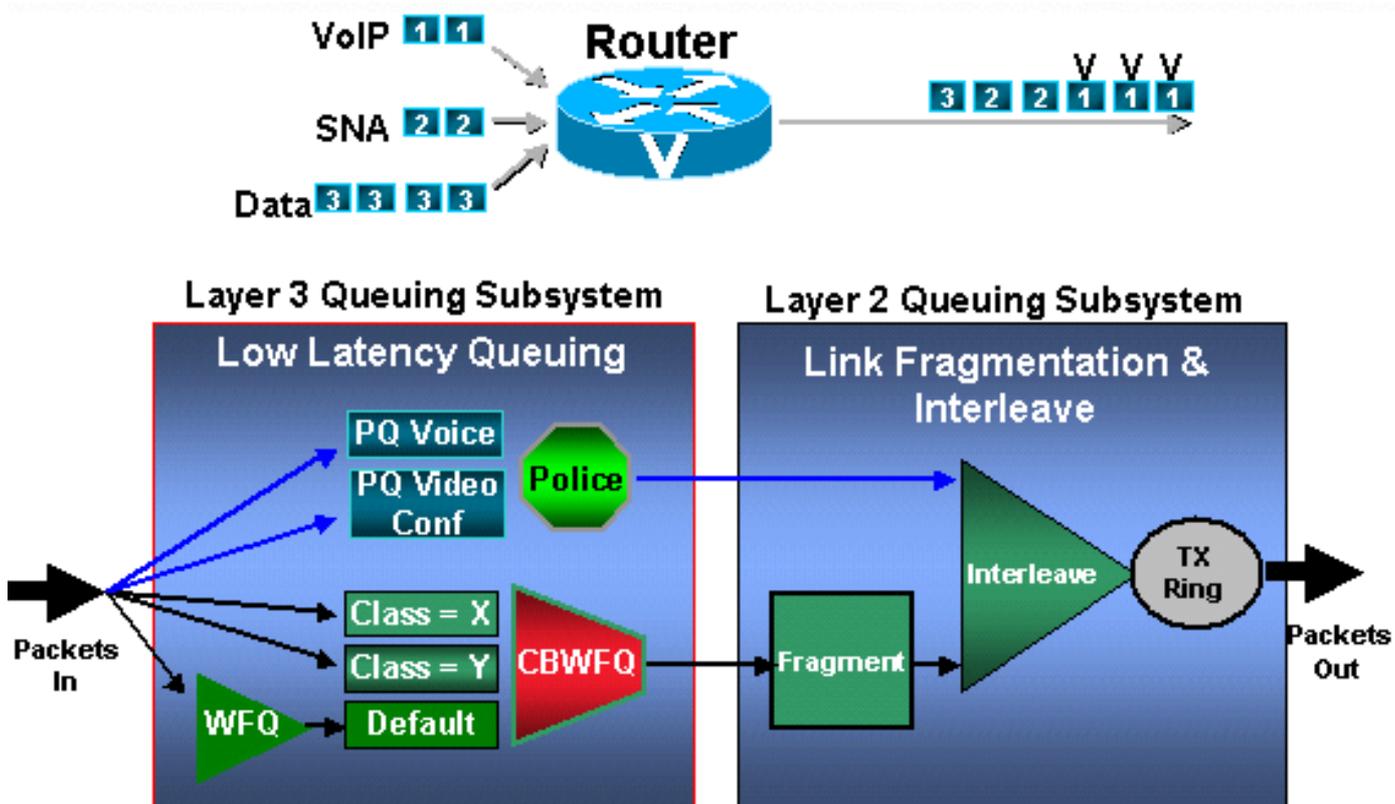
Nota: La prioridad IP RTP permite reventar la PQ cuando hay ancho de banda disponible en la cola predeterminada (WFQ). Sin embargo, controla estrictamente el contenido PQ cuando hay congestión en la interfaz.

LLQ

LLQ es una función que proporciona un estricto PQ a CBWFQ. LLQ habilita una única cola prioritaria estricta dentro de CBWFQ a nivel de clase. Con LLQ, los datos sensibles al retardo (en la PQ) se quitan de la cola y se envían primero. En VoIP con implementación de LLQ, el tráfico de voz se ubica en la cola prioritaria estricta.

La PQ es controlada para garantizar que las colas justas no se saturan de ancho de banda. Cuando configure la PQ, especifique en Kbps, la cantidad máxima de ancho de banda disponible para esa PQ. Cuando la interfaz se encuentra congestionada, se mantiene PQ hasta que la carga alcanza el valor configurado en Kbps en la sentencia de prioridad. El exceso de tráfico se rechaza para evitar que la función legacy priority-group de Cisco deje de alimentar las colas de menor prioridad.

Nota: Con LLQ para Frame Relay, las colas se configuran por PVC. Cada PVC tiene una cola prioritaria y una cantidad de colas justas asignadas.



Este método es más complejo y flexible que prioridad IP RTP. La elección entre los métodos debe basarse en los patrones de tráfico de su red real y sus necesidades.

LLQ vs. prioridad RTP IP

Esta tabla resume las principales diferencias entre LLQ e IP RTP Priority y proporciona pautas sobre cuándo utilizar cada método.

LLQ	Prioridad IP RTP
<p>Coincidencia del tráfico de voz según:</p> <ul style="list-style-type: none"> Listas de acceso. Por ejemplo, el rango de los puertos UDP, direcciones de los hosts, campos de Tipo de servicio (ToS) de encabezado IP [como la 	<p>Coincidencia del tráfico de voz según:</p> <ul style="list-style-type: none"> Basado en el rango de puerto RTP/UDP: 16384-32767 <p>Ventajas: Configuración simple</p> <p>Desventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Tráfico (Señalización VoIP) del Protocolo de control de tiempo real (RTCP) servido en cola WFQ. Nota: El protocolo RTP utiliza RTCP para controlar la entrega de paquetes RTP. Mientras que los puertos RTP utilizan números pares, los puertos RTCP utilizan números impares en el rango de 16384-32767. La prioridad IP RTP

precedencia IP, el Punto de código de servicios diferenciados (DSCP)].

- Rango de puerto IP RTP.
- Campos de IP ToS:
Precedencia IP o DSCP.
- Protocolos e interfaces de entrada.
- Todos los criterios de concordancia válidos usados en CBWFQ.

Ventajas:

- Más flexibilidad sobre cómo se compara y dirige el tráfico al PQ estricto y CBWFQ.
- Puede configurar clases adicionales para garantizar el ancho de banda para otro tipo de tráfico como el video y la señalización VoIP.

Desventajas:

Configuración compleja.

coloca puertos RTP en la PQ, mientras que los puertos RTCP se atienden en la WFQ predeterminada.

- Sirve al tráfico VoIP en la PQ. Sin embargo, cualquier otro tráfico que necesite un tratamiento preferencial y garantía de ancho de banda se atiende en WFQ. Mientras WFQ puede diferenciar flujos con pesos (basados en la precedencia IP), no puede asegurar una garantía de ancho de banda para ningún flujo.

Pautas:

- La elección entre ellos debe basarse en los patrones de tráfico de su red real y en sus necesidades reales.
- Si necesita proporcionar una prioridad estricta al tráfico de voz y se puede tratar otro tráfico como un solo tipo (datos), la prioridad IP RTP realiza un buen trabajo para su red con una configuración sencilla.
- Si planea dar prioridad al tráfico de voz en función de otros criterios que no sean los puertos UDP. Por ejemplo, [Comportamiento por salto \(PHB\) de Servicios diferenciados \(DiffServ\)](#) y LLQ.

FRTS para voz

FRTS proporciona parámetros que son útiles para administrar la congestión del tráfico de red. FRTS elimina los cuellos de botella en redes de Frame Relay con conexiones de alta velocidad con el sitio central y conexiones de velocidad baja con las páginas web de las sucursales. Puede configurar los valores de límite de velocidad de forma tal que se limite la velocidad a la que se envía información desde el circuito virtual (VC) en el sitio central.

Estas definiciones están relacionadas con FRTS:

- **Velocidad de información comprometida (CIR)**—La velocidad (en bits por segundo) que garantiza el proveedor de Frame Relay para la transferencia de datos. Los valores CIR son establecidos por el proveedor de servicios de retransmisión de tramas y configurados por el usuario en el router. **Nota:** La velocidad de acceso de puerto/interfaz puede ser mayor que CIR. La tasa se promedia a lo largo de un período de tiempo de intervalo de medición de velocidad comprometida (T_c).
- **Ráfaga comprometida (Bc):** número máximo de bits que la red de Frame Relay se compromete a transferir a través de un T_c . $T_c = Bc / CIR$.
- **Ráfaga excesiva (Be):** número máximo de bits no comprometidos que el switch de Frame Relay intenta transferir más allá de la CIR sobre la T_c .
- **Intervalo de medición de velocidad comprometida (T_c):** intervalo de tiempo sobre el que se transmiten los bits Bc o $(Bc + Be)$. T_c se calcula como $T_c = Bc / CIR$. El valor T_c no se configura directamente en los routers Cisco. Se calcula luego de configurar los valores Bc y CIR. El T_c no puede exceder los 125 ms.
- **Notificación de congestión explícita (BECN):** bit en el encabezado de trama de Frame Relay que indica congestión en la red. Cuando un switch Frame Relay reconoce la congestión, configura el bit BECN en las tramas destinadas al router de origen e indica al router que reduzca la velocidad de transmisión.

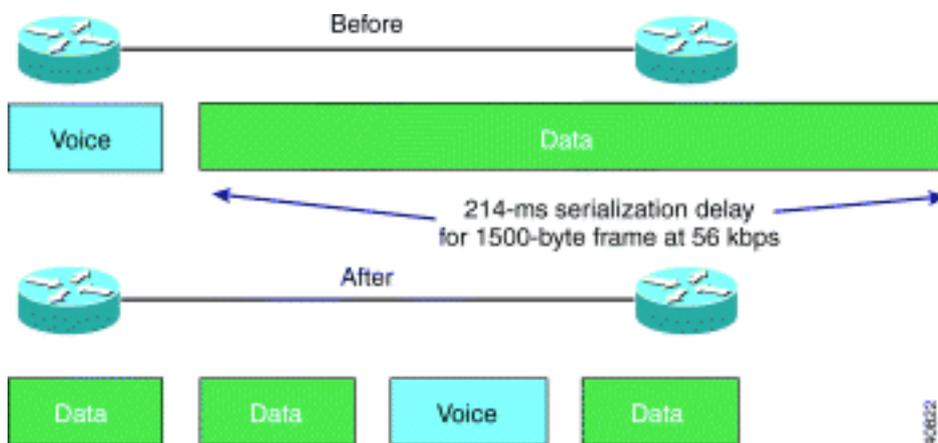
La configuración de FRTS para el tráfico de voz es diferente de la del modelado de tráfico sólo para datos. Al configurar FRTS para la calidad de voz, se hacen concesiones con los parámetros del tráfico de datos. Para obtener más información sobre estas restricciones, consulte la [sección Fragmentación \(FRF.12\)](#) de este documento.

Fragmentación (FRF.12)

Un gran desafío en la integración de voz y datos es controlar el retardo máximo unidireccional de extremo a extremo para el tráfico sensible al tiempo, como el de voz. Para una buena calidad de voz, este retraso debe ser inferior a 150 ms. Una parte importante de este retraso es el retraso de serialización en la interfaz. Cisco recomienda que sea de 10 ms y que no exceda de 20 ms. El retraso de serialización es el tiempo real que transcurre cuando ubican los bits en una interfaz.

$$\text{Serialization Delay} = \text{frame size (bits)} / \text{link bandwidth (bps)}$$

Por ejemplo, un paquete de 1500 bytes tarda 214 ms en abandonar el router en un link de 56 Kbps. Si se envía un paquete de datos en tiempo no real de 1500 bytes, los paquetes de datos en tiempo real (voz) se ponen en cola hasta que se transmite el paquete de datos de gran tamaño. Este retraso es inaceptable para el tráfico de voz. Si los paquetes de datos que no son en tiempo real son fragmentados en tramas más pequeñas, éstos son entrelazados con tramas (de voz) en tiempo real. De este modo, tanto la trama de datos como la de voz pueden mantenerse juntas en links de baja velocidad sin generar demasiado retardo al tráfico de voz en tiempo real.



Para obtener más información sobre la fragmentación, consulte [Fragmentación de Frame Relay para voz](#).

Nota: En los casos en que tiene una conexión T1 media dedicada (768 kbps), probablemente no necesite una función de fragmentación. Sin embargo, aún necesita un mecanismo de QoS (IP RTP Priority o LLQ, en este caso). La T1 media o las velocidades mayores proporcionan un ancho de banda suficiente que permite que los paquetes de voz entren en la cola o salgan de ella en el rango recomendado de retraso de serialización (10 ms, no más de 20 ms). Además, probablemente no necesite cRTP, que ayuda a ahorrar ancho de banda al comprimir los encabezados RTP IP, en el caso de un T1 completo.

'Reducción del ancho de banda'

cRTP

Basada en [RFC 2508](#), la función cRTP comprime el encabezado del paquete IP/UDP/RTP de 40 bytes a 2 o 4 bytes. Esto reduce el consumo de ancho de banda innecesario. Es un esquema de compresión salto a salto. Por lo tanto, cRTP se debe configurar en ambos extremos del link, a menos que se configure la opción pasiva.

Nota: cRTP no es necesario para garantizar una buena calidad de voz. Es una función que reduce el consumo del ancho de banda. Configure cRTP una vez que se hayan cumplido con las demás condiciones y la calidad de voz sea satisfactoria. Este procedimiento ahorra tiempo de resolución de problemas porque aísla posibles problemas de cRTP.

Supervise el uso de la CPU del router. Desactive cRTP si supera el 75%. A velocidades de link más altas, el ahorro de ancho de banda de cRTP podría verse potencialmente superado por la carga adicional de la CPU. Cisco solo recomienda utilizar cRTP con links inferiores a 768 Kbps, a menos que el router se ejecute a una tasa de utilización de CPU baja.

Nota: A falta de un estándar, se desarrolló cRTP para Frame Relay en la encapsulación propiedad de Cisco. Por lo tanto, no funciona con la encapsulación del Equipo de tareas de ingeniería de Internet (IETF) de Frame Relay. Recientemente, se finalizó FRF.20 para hacer posible la compresión de encabezado RTP en la encapsulación IETF. Sin embargo, desde la fecha de la última actualización de este documento (mayo de 2002), no se admite FRF.20.

Para obtener más información, consulte el [Protocolo de transporte en tiempo real comprimido](#).

Selección de codificador/decodificador (códec)

Utilice códecs de baja velocidad de bits en los tramos de llamadas de VoIP. G.729 (8 Kbps) es el códec predeterminado para el par de marcado VoIP.

Nota: Aunque la multifrecuencia de tono dual (DTMF) suele transportarse con precisión cuando se utilizan códecs de voz de alta velocidad de bits (como G.711), los códecs de baja velocidad de bits (como G.729 y G.723.1) están altamente optimizados para los patrones de voz y tienden a distorsionar los tonos DTMF. Este enfoque puede ocasionar problemas de acceso a los sistemas de respuesta de voz interactiva (IVR). El comando **dtmf relay** resuelve el problema de la distorsión de DTMF. Transporta tonos DTMF fuera de banda o separados del flujo de voz codificado. Si utiliza códecs de baja velocidad de bits (G.729, G.723), active el comando **dtmf relay** bajo el dial-peer VoIP.

Detección de actividad de voz (VAD) habilitada

Una conversación típica podría contener entre un 35% y un 50% de silencio. Los paquetes de silencio se eliminan cuando se utiliza VAD. Para la planificación del ancho de banda de VoIP, suponga que VAD reduce el ancho de banda en un 35%. VAD está configurado de forma predeterminado en pares de marcado VoIP.

Configurar

En esta sección encontrará la información para configurar las funciones descritas en este documento.

Nota: Para encontrar información adicional sobre los comandos usados en este documento, utilice la [Command Lookup Tool](#) ([sólo](#) clientes registrados) .

LLQ

Utilice este procedimiento para configurar LLQ:

1. Cree una correspondencia de clase para el tráfico VoIP y defina el criterio de concordancia. Estos comandos explican cómo completar esta tarea:

```
maui-voip-sj(config)#class-map ?  
WORD class-map name  
match-all Logical-AND all matching statements under this classmap
```

```

match-any Logical-OR all matching statements under this classmap
maui-voip-sj(config)#class-map match-all voice-traffic
!--- Choose a descriptive class_name. maui-voip-sj(config-cmap)#match ?
access-group      Access group
any               Any packets
class-map        Class map
cos              IEEE 802.1Q/ISL class of service/user priority values
destination-address Destination address
input-interface  Select an input interface to match
ip               IP specific values
mpls             Multi Protocol Label Switching specific values
not              Negate this match result
protocol         Protocol
qos-group        Qos-group
source-address   Source address
!--- In this example the access-group matching !--- option is used for its flexibility (it
uses an access-list). maui-voip-sj(config-cmap)#match access-group ?
<1-2699> Access list index
name           Named Access List
maui-voip-sj(config-cmap)#match access-group 102

!--- Create the access-list to match the class-map access-group: maui-voip-
sj(config)#access-list 102 permit udp any any range 16384 32767
!--- The safest and easiest way is to match with UDP port range 16384-32767. !--- This is
the port range Cisco IOS H.323 products utilize to transmit !--- VoIP packets.

```

Estas listas de acceso también se utilizan para hacer coincidir el tráfico de voz con el comando **match access-group**:

```

access-list 102 permit udp any any precedence critical
!--- This list filters traffic based on the IP packet TOS: Precedence field. !--- Note:
Ensure that the other non-voice traffic does not use the !--- same precedence value.
access-list 102 permit udp any any dscp ef
!--- In order for this list to work, ensure that VoIP packets are tagged !--- with the dscp
ef code before they exit on the LLQ WAN interface. !--- For more information on DSCP, refer
to !--- Implementing Quality of Service Policies with DSCP. !--- Note: If endpoints are not
trusted on their packet marking, !--- mark incoming traffic by applying an inbound service
policy on an !--- inbound interface. This procedure is out of the scope !--- of this
document. access-list 102 permit udp host 192.10.1.1 host 192.20.1.1
!--- This access-list can be used in cases where the VoIP !--- devices cannot do precedence
or DSCP marking and you !--- cannot determine the VoIP UDP port range.

```

Estos son otros métodos coincidentes que se pueden utilizar en lugar de los comandos **access-group**: Con Cisco IOS Software Release 12.1.2.T y versiones posteriores, la funcionalidad IP RTP Priority se implementa para LLQ. Esta función coincide con el contenido de la clase de prioridad que observa los puertos UDP configurados. Está sujeto a la limitación de servir solamente a los puertos pares en la PQ.

```

class-map voice
  match ip rtp 16384 16383

```

Estos dos métodos funcionan bajo la suposición de que los paquetes VoIP se marcan en los hosts de origen o coinciden y se marcan en el router antes de que se aplique la operación LLQ saliente:

```

class-map voice
  match ip precedence 5

```

O

```

class-map voice

```

```
match ip dscp ef
```

Nota: En Cisco IOS Software Release 12.2.2T y posteriores, los pares de marcado VoIP pueden marcar los paquetes de portador de voz y señalización antes de la operación LLQ. Esto permite una forma escalable de marcar y hacer coincidir los paquetes VoIP a través de los valores de código DSCP para LLQ. Para más información consulte [Clasificación de señalización de VoIP y medios con DSCP para QoS](#).

```
Router(config-dial-peer)#ip qos dscp ?
```

2. Cree un mapa de clase para la señalización VoIP y defina un criterio de coincidencia (opcional). Utilice estos comandos para completar esta tarea:

```
class-map voice-signaling
  match access-group 103
!
access-list 103 permit tcp any eq 1720 any
access-list 103 permit tcp any any eq 1720
```

Nota: Las llamadas VoIP se pueden establecer mediante H.323, protocolo de inicio de sesión (SIP), protocolo de control de gateway de medios (MGCP) o protocolo de control de llamadas Skinny (SCCP), protocolo propietario que utiliza Cisco Call Manager. En el ejemplo anterior se asume H.323 Fast Connect. Esta lista sirve como referencia para los puertos que utilizan los canales de señalización y control VoIP: H.323/H.225 = TCP 1720 H.323/H.245 = TCP 11xxx (Conexión estándar) H.323/H.245 = TCP 1720 (Conexión rápida) H.323/H.225 RAS = UDP 1718 (To GateKeeper) SCCP = TCP 2000-2002 (núcleo de CM) ICCP = TCP 8001-8002 (CM Encore) MGCP = UDP 2427, TCP 2428 (CM Encore) SIP = UDP 5060, TCP 5060 (configurable)

3. Cree un mapa de política y asócielo a los mapas de clase de VoIP. El propósito del policy map es definir cómo se comparten o asignan los recursos de link a las diferentes clases de mapa. Utilice estos comandos para completar esta tarea:

```
maui-voip-sj(config)#policy-map VOICE-POLICY
!--- Choose a descriptive policy_map_name. maui-voip-sj(config-pmap)#class voice-traffic
maui-voip-sj(config-pmap-c)#priority ?
<8-2000000> Kilo Bits per second
!--- Configure the voice-traffic class to the strict PQ !--- (priority command) and assign
the bandwidth. maui-voip-sj(config-pmap)#class voice-signaling
maui-voip-sj(config-pmap-c)#bandwidth 8
!--- Assign 8 Kbps to the voice-signaling class. maui-voip-sj(config-pmap)#class class-
default
maui-voip-sj(config-pmap-c)#fair-queue
!--- The remaining data traffic is treated as WFQ.
```

Nota: Aunque es posible poner en cola varios tipos de tráfico en tiempo real en la PQ, Cisco recomienda que se dirija solamente el tráfico de voz a ella. El tráfico en tiempo real, como el vídeo, introduce potencialmente variaciones en el retardo (la cola PQ es una cola primero en entrar primero en salir (FIFO)). El tráfico de voz requiere que la demora sea invariable para evitar la fluctuación. **Nota:** La suma de los valores para las sentencias **priority** y **bandwidth** debe ser menor o igual a **minCIR para el PVC**. De lo contrario, el comando **service-policy** no se puede asignar al link. **minCIR** es la mitad de **CIR** de forma predeterminada. Para ver los mensajes de error, asegúrese de que el comando **logging console** esté habilitado para el acceso a la consola y el comando **terminal monitor** esté habilitado para el acceso Telnet. Para obtener más información acerca de los comandos de ancho de banda y de prioridad, vea [Comparación de los comandos de ancho de banda y de prioridad de una](#)

[política de servicios de QoS.](#)

4. Para habilitar LLQ, implemente el mapa de política en la interfaz WAN de salida. Utilice estos comandos para habilitar LLQ:

```
maui-voip-sj(config)#map-class frame-relay VoIPovFR
maui-voip-sj(config-if)#service-policy output VOICE-POLICY
!--- The service-policy is applied to the PVC !--- indirectly by configuring !--- it under
the map-class associated to the PVC.
```

Prioridad IP RTP

Si no utiliza LLQ, utilice estas pautas:

```
Router(config-map-class)#frame-relay ip rtp priority starting-rtp-port port-range bandwidth
```

- **starting-rtp-port**—El número del puerto de inicio UDP. El número de puerto menor al cual se envían los paquetes. Para VOIP, configure este valor en 16384.
- **port-range**—El rango de puertos de destino UDP. El número, agregado al *start-rtp-port*, arroja el número de puerto UDP más alto. Para VOIP, configure este valor en 16383.
- **bandwidth**: ancho de banda máximo permitido en kbps para la cola de prioridad. Establezca este número en función del número de llamadas simultáneas, agregando el ancho de banda de cada llamada por llamada que admite el sistema.

Configuración de ejemplo:

```
map-class frame-relay VoIPovFR frame-relay cir 64000
frame-relay BC 600
no frame-relay adaptive-shaping
frame-relay fair-queue
frame-relay fragment 80
frame-relay ip rtp priority 16384 16383 45
```

Modelado del tráfico para voz

Utilice estas pautas cuando configure el modelado de tráfico para voz:

- No exceda la CIR del PVC.
- Desactive el modelado adaptable de Frame Relay.
- Configure el valor Bc como bajo para que el Tc (intervalo de formación) sea de 10 ms ($Tc = Bc/CIR$). Configure el valor Bc para forzar el valor Tc deseado.
- Configure el valor de Be en 0.

Para obtener más información sobre estas pautas, refiérase a [Modelado del Tráfico de Frame Relay para VoIP y VoFR](#).

Nota: Algunos clientes utilizan PVC separados para datos y voz. Si tiene dos PVC separados y desea reventar en el PVC de datos mientras permanece en CIR o por debajo para el PVC de voz, la calidad de voz todavía sufre ya que estos PVC utilizan la misma interfaz física. En estos casos, el proveedor de Frame Relay, así como el router, necesitan priorizar el PVC de voz. Esto último se puede realizar mediante [cola prioritaria de interfaz PVC \(PIPQ\)](#) disponible a partir de la versión 12.1(1)T del software del IOS de Cisco.

Fragmentación (FRF.12)

Active la fragmentación para links de velocidad baja (menos de 768 kbps). Configure el tamaño del fragmento para que los paquetes de voz no estén fragmentados y no experimenten un retraso de serialización superior a 20 ms. Establezca el tamaño de fragmentación en función de la velocidad de puerto más baja entre los routers. Por ejemplo, si hay una topología de Frame Relay de eje de conexión y radio donde el hub tiene una velocidad T1 y los routers remotos tienen velocidades de puerto de 64 K, el tamaño de fragmentación debe configurarse para la velocidad de 64 K en ambos routers. Cualquier otro PVC que comparta la misma interfaz física necesita configurar la fragmentación al tamaño utilizado por el PVC de voz. Utilice este gráfico para determinar los valores de tamaño de fragmentación.

Velocidad más baja del link en el trayecto.	Tamaño de fragmentación recomendada (para Serialización 10 ms)
56 Kbps	70 bytes
64 Kbps	80 bytes
128 Kbps	160 bytes
256 Kbps	320 bytes
512 Kbps	640 bytes
768 Kbps	1000 bytes
1536 Kbps	1600 bytes

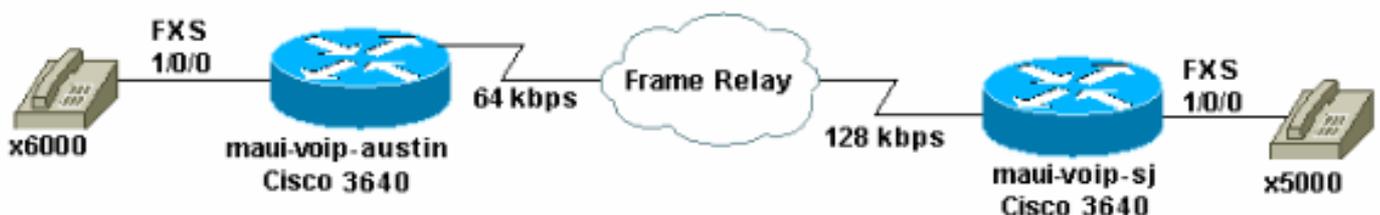
Configuración de ejemplo:

```
map-class frame-relay VoIPovFR
!--- Some output is omitted. frame-relay fragment 80
```

Nota: Para 1536 Kbps, técnicamente no se necesita fragmentación. Sin embargo, la fragmentación es necesaria para habilitar el sistema de cola FIFO dual para garantizar la calidad de voz. Un tamaño de fragmento de 1600 bytes habilita el FIFO dual. Sin embargo, dado que 1600 bytes es superior a la unidad de transmisión máxima (MTU) típica de la interfaz serial, los paquetes de datos grandes no se fragmentan.

[Diagrama de la red](#)

Este documento utiliza la configuración de red que se muestra en este diagrama:



[Configuraciones](#)

Este documento usa las configuraciones detalladas aquí:

- maui-voip-sj (Cisco 3640)
- maui-voip-austin (Cisco 3640)

maui-voip-sj (Cisco 3640)

```
version 12.2
service timestamps debug datetime msec
service timestamps log datetime msec
service password-encryption
!
hostname maui-voip-sj
!
logging buffered 10000 debugging
enable secret 5 $1$MYS3$TZ6bwrhWB25b2cVpEVgBo1
!
ip subnet-zero
!
!--- Definition of the voice signaling and traffic class
maps. !--- "voice-traffic" class uses access-list 102
for its matching criteria. !--- "voice-signaling" class
uses access-list 103 for its matching criteria. class-
map match-all voice-signaling
  match access-group 103
class-map match-all voice-traffic
  match access-group 102
!
!--- The policy map defines how the link resources are
assigned !--- to the different map classes. In this
configuration, strict PQ !--- is assigned to the voice-
traffic class !--- with a maximum bandwidth of 45 Kbps.
policy-map VOICE-POLICY
  class voice-traffic
    priority 45
  class voice-signaling
    bandwidth 8
!
!--- Assigns a queue for voice-signaling traffic that
ensures 8 Kbps. !--- Note that this is optional and has
nothing to do with good voice !--- quality. Instead, it
is a way to secure signaling. class class-default
  fair-queue
!
!--- The class-default class is used to classify traffic
that does !--- not fall into one of the defined classes.
!--- The fair-queue command associates the default class
WFQ queueing.
!
interface Ethernet0/0
  ip address 172.22.113.3 255.255.255.0
  half-duplex
!
interface Serial10/0
  bandwidth 128
  no ip address
  encapsulation frame-relay
  no fair-queue
frame-relay traffic-shaping
  frame-relay ip rtp header-compression
!--- Turns on traffic shaping and cRTP. If traffic-
```

```

shaping is not !--- enabled, then map-class does not
start and FRF.12 and LLQ does !--- not work. ! interface
Serial0/0.1 point-to-point
bandwidth 128
ip address 192.168.10.2 255.255.255.252
frame-relay interface-dlci 300
class VOIPovFR
!--- This command links the subinterface to a VoIPovFR
map-class. !--- See the map-class frame-relay VoIPovFR
command here: !--- Note: The word VoIPovFR is selected
by the user. !

ip classless
ip route 172.22.112.0 255.255.255.0 192.168.10.1
!
map-class frame-relay VOIPovFR
no frame-relay adaptive-shaping
!--- Disable Frame Relay BECNs. Note also that Be equals
0 by default. frame-relay cir 64000
frame-relay bc 640
!--- Tc = BC/CIR. In this case Tc is forced to its
minimal !--- configurable value of 10 ms. frame-relay be
0
frame-relay mincir 64000
!--- Although adaptive shaping is disabled, make CIR
equal minCIR !--- as a double safety. By default minCIR
is half of CIR. service-policy output VOICE-POLICY
!--- Enables LLQ on the PVC. frame-relay fragment 80
!--- Turns on FRF.12 fragmentation and sets the fragment
size equal to 80 bytes. !--- This value is based on the
port speed of the slowest path link. !--- This command
also enables dual-FIFO. ! access-list 102 permit udp any
any range 16384 32767
access-list 103 permit tcp any eq 1720 any
access-list 103 permit tcp any any eq 1720
!
!--- access-list 102 matches VoIP traffic !--- based on
the UDP port range. !--- Both odd and even ports are put
into the PQ. !--- access-list 103 matches VoIP signaling
protocol. In this !--- case, H.323 V2 is used with the
fast start feature.

!
voice-port 1/0/0
!
dial-peer voice 1 pots
destination-pattern 5000
port 1/0/0
!
dial-peer voice 2 voip
destination-pattern 6000
session target ipv4:192.168.10.1
dtmf-relay cisco-rtp
ip precedence 5

```

maui-voip-austin (Cisco 3640)

```

version 12.2
service timestamps debug datetime msec
service timestamps log datetime msec
service password-encryption
!
hostname maui-voip-austin

```

```
!  
boot system flash slot1:c3640-is-mz.122-6a.bin  
logging buffered 1000000 debugging  
!  
ip subnet-zero  
!  
class-map match-all voice-signaling  
match access-group 103  
class-map match-all voice-traffic  
  match access-group 102  
!  
policy-map voice-policy  
  class voice-signaling  
    bandwidth 8  
  class voice-traffic  
    priority 45  
  class class-default  
    fair-queue  
!  
interface Ethernet0/0  
  ip address 172.22.112.3 255.255.255.0  
  no keepalive  
  half-duplex  
!  
interface Serial0/0  
  bandwidth 64  
  no ip address  
  encapsulation frame-relay  
  no ip mroute-cache  
  no fair-queue  
  frame-relay traffic-shaping  
  frame-relay ip rtp header-compression  
!  
interface Serial0/0.1 point-to-point  
  bandwidth 64  
  ip address 192.168.10.1 255.255.255.252  
  frame-relay interface-dlci 400  
  class VOIPovFR  
!  
ip classless  
ip route 172.22.113.0 255.255.255.0 192.168.10.2  
!  
map-class frame-relay VOIPovFR  
no frame-relay adaptive-shaping  
  frame-relay cir 64000  
  frame-relay bc 640  
  frame-relay be 0  
  frame-relay mincir 64000  
  service-policy output voice-policy  
  frame-relay fragment 80  
access-list 102 permit udp any any range 16384 32767  
access-list 103 permit tcp any eq 1720 any  
access-list 103 permit tcp any any eq 1720  
!  
voice-port 1/0/0  
!  
dial-peer voice 1 pots  
  destination-pattern 6000  
  port 1/0/0  
!  
dial-peer voice 2 voip  
  destination-pattern 5000  
  session target ipv4:192.168.10.2  
  dtmf-relay cisco-rtp
```

Verificación y resolución de problemas

En esta sección encontrará información que le permitirá confirmar que su configuración funcione correctamente.

La herramienta [Output Interpreter Tool \(solo para clientes registrados\)](#) soporta ciertos comandos [show](#). Esto le permitirá ver un análisis del resultado del comando show.

Comandos de prioridad LLQ / IP RTP

Estos comandos **show** y **debug** le ayudan a verificar sus configuraciones de prioridad de LLQ e IP RTP.

- **show policy-map interface serial *interface#***—Este comando es útil para ver la operación LLQ y cualquier pérdida en la PQ. Para obtener más información sobre los diversos campos de este comando, consulte [Cómo funcionan los contadores de paquetes en los resultados del comando show policy-map interface](#).
- **show policy-map policy_map_name**—Muestra información sobre la configuración del mapa de políticas.
- **show queue interface-type interface-number**—Enumera la configuración de colas justas y las estadísticas para una interfaz en particular.
- **debug priority**—Muestra eventos PQ y señala si ocurren interrupciones en esta cola. Para obtener más información, consulte [Solución de problemas de caídas de salidas con cola prioritaria](#).
- **show class-map class_name**—Muestra información sobre la configuración de mapa de clases.
- **show call active voice**: verifica la pérdida de paquetes en el nivel DSP.
- **show frame-relay ip rtp header-compression**—Muestra las estadísticas de compresión del encabezado RTP.

Comandos de fragmentación

Utilice estos comandos **debug** y **show** para verificar y resolver problemas de configuraciones de fragmentación.

- **show frame-relay fragment**: muestra información sobre la fragmentación de Frame Relay que se produce en el router de Cisco.
- **debug frame-relay fragment**: muestra los mensajes de evento o error relacionados con la fragmentación de Frame Relay. Sólo se activa en el nivel de PVC en la interfaz seleccionada.

Frame Relay / Comandos de interfaz

Utilice estos comandos **show** para verificar y resolver problemas de las configuraciones de Frame Relay/Interface.

- **show traffic-shape queue *interface***—Muestra información sobre los elementos en cola en el

nivel de identificador de conexión de link de datos de VC (DLCI). Se utiliza para verificar el funcionamiento de IP RTP Priority over Frame Relay. Cuando el link está congestionado, los flujos de voz se identifican con un peso de cero. Esto indica que el flujo de voz utiliza la PQ. Vea aquí el ejemplo de salida.

- **show traffic-shape** — Muestra información como los valores configurados de Tc, Bc, Be y CIR. Vea el [ejemplo de salida](#).
- **show frame-relay pvc dlcI-#**—Muestra información como parámetros de modelado de tráfico, valores de fragmentación y paquetes perdidos. Vea el [ejemplo de salida](#). Consulte también [Solución de problemas de Frame Relay](#).

Problemas conocidos

Se identificó un error de funcionamiento con LLQ por VC donde la PQ estaba regulada de manera estricta, incluso cuando no existe una congestión en la interfaz. Ese error se ha corregido y ahora los paquetes de voz no conformes se descartan sólo si se produce una congestión en el VC. Esto hace que el comportamiento de LLQ por VC sea el mismo que otras interfaces que utilizan LLQ. Este comportamiento se cambió con Cisco IOS Software Release 12.2(3) y posteriores.

Ejemplo de resultado de los comandos show y debug

Este es el ejemplo de resultado del comando **show** y **debug** utilizado para la verificación y solución de problemas.

*!--- To capture sections of this output, the LLQ PQ bandwidth !--- is lowered and large data traffic is placed !--- on the link to force packets drops. !--- Priority queue bandwidth is lowered to 10 Kbps to force drops from the PQ. !--- Note: To reset counters, use the **clear counters** command.*

```
maui-voip-sj#show policy-map inter ser 0/0.1
Serial0/0.1: DLCI 300 -
```

```
Service-policy output: VOICE-POLICY
```

```
Class-map: voice-traffic (match-all)
  26831 packets, 1737712 bytes
  5 minute offered rate 3000 bps, drop rate 2000 bps
  Match: access-group 102
  Weighted Fair Queueing
  Strict Priority
  Output Queue: Conversation 24
  Bandwidth 10 (kbps) Burst 250 (Bytes)
  (pkts matched/bytes matched) 26311/1704020
  (total drops/bytes drops) 439/28964
```

```
Class-map: voice-signaling (match-all)
  80 packets, 6239 bytes
  5 minute offered rate 0 bps, drop rate 0 bps
  Match: access-group 103
  Weighted Fair Queueing
  Output Queue: Conversation 25
  Bandwidth 8 (kbps) Max Threshold 64 (packets)
  (pkts matched/bytes matched) 62/4897
  (depth/total drops/no-buffer drops) 0/0/0
```

```
Class-map: class-default (match-any)
  14633 packets, 6174492 bytes
  5 minute offered rate 10000 bps, drop rate 0 bps
Match: any
Weighted Fair Queueing
Flow Based Fair Queueing
Maximum Number of Hashed Queues 16
(total queued/total drops/no-buffer drops) 0/0/0
```

!--- These commands are useful to verify the LLQ configuration. maui-voip-austin#**show policy-map voice-policy**

Policy Map voice-policy

Class voice-signaling

```
Weighted Fair Queueing
  Bandwidth 8 (kbps) Max Threshold 64 (packets)
```

Class voice-traffic

```
Weighted Fair Queueing
  Strict Priority
    Bandwidth 45 (kbps) Burst 1125 (Bytes)
```

Class class-default

```
Weighted Fair Queueing
  Flow based Fair Queueing Max Threshold 64 (packets)
```

maui-voip-austin#**show class-map**

```
Class Map match-all voice-signaling (id 2)
  Match access-group 103
Class Map match-any class-default (id 0)
  Match any
Class Map match-all voice-traffic (id 3)
  Match access-group 102
```

!--- Frame Relay verification command output. maui-voip-sj#**show frame-relay fragment**

interface	dlci	frag-type	frag-size	in-frag	out-frag	dropped-frag
Serial0/0.1	300	end-to-end	80	4	4	0

maui-voip-sj#**show frame-relay pvc 300**

PVC Statistics for interface Serial0/0 (Frame Relay DTE)

DLCI = 300, DLCI USAGE = LOCAL, PVC STATUS = ACTIVE, INTERFACE = Serial0/0.1

```
input pkts 7 output pkts 7 in bytes 926
  out bytes 918 dropped pkts 0 in FECN pkts 0
  in BECN pkts 0 out FECN pkts 0 out BECN pkts 0
  in DE pkts 0 out DE pkts 0
  out bcast pkts 2 out bcast bytes 598
  pvc create time 1w2d, last time pvc status changed 1w2d
```

service policy VOICE-POLICY

Service-policy output: VOICE-POLICY

Class-map: voice-traffic (match-all)

```
0 packets, 0 bytes
5 minute offered rate 0 bps, drop rate 0 bps
```

Match: access-group 102

```
Weighted Fair Queueing
```

Strict Priority

```
Output Queue: Conversation 24
Bandwidth 45 (kbps) Burst 250 (Bytes)
(pkts matched/bytes matched) 0/0
(total drops/bytes drops) 0/0
```

```
Class-map: voice-signaling (match-all)
  0 packets, 0 bytes
  5 minute offered rate 0 bps, drop rate 0 bps
  Match: access-group 103
  Weighted Fair Queueing
  Output Queue: Conversation 25
  Bandwidth 8 (kbps) Max Threshold 64 (packets)
  (pkts matched/bytes matched) 0/0
  (depth/total drops/no-buffer drops) 0/0/0
```

```
Class-map: class-default (match-any)
  7 packets, 918 bytes
  5 minute offered rate 0 bps, drop rate 0 bps
  Match: any
  Weighted Fair Queueing
  Flow Based Fair Queueing
  Maximum Number of Hashed Queues 16
  (total queued/total drops/no-buffer drops) 0/0/0
```

```
Output queue size 0/max total 600/drops 0
fragment type end-to-end fragment size 80
cir 64000 bc 640 be 0 limit 80 interval 10
mincir 64000 byte increment 80 BECN response no
frags 13 bytes 962 frags delayed 8 bytes delayed 642
```

```
shaping inactive
traffic shaping drops 0
```

!--- In this Frame Relay verification command !--- output, the PQ bandwidth is lowered and heavy traffic !--- is placed on the interface to force drops. maui-voip-sj#**show frame-relay pvc 300**

PVC Statistics for interface Serial0/0 (Frame Relay DTE)

DLCI = 300, DLCI USAGE = LOCAL, PVC STATUS = ACTIVE, INTERFACE = Serial0/0.1

```
input pkts 483 output pkts 445 in bytes 122731
  out bytes 136833 dropped pkts 0 in FECN pkts 0
  in BECN pkts 0 out FECN pkts 0 out BECN pkts 0
  in DE pkts 0 out DE pkts 0
  out bcast pkts 4 out bcast bytes 1196
  pvc create time 1w2d, last time pvc status changed 1w2d
  service policy VOICE-POLICY
```

Service-policy output: VOICE-POLICY

```
Class-map: voice-traffic (match-all)
  352 packets, 22900 bytes
  5 minute offered rate 2000 bps, drop rate 2000 bps
  Match: access-group 102
  Weighted Fair Queueing
  Strict Priority
  Output Queue: Conversation 24
  Bandwidth 10 (kbps) Burst 250 (Bytes)
  (pkts matched/bytes matched) 352/22900
  (total drops/bytes drops) 169/11188
```

```
Class-map: voice-signaling (match-all)
  7 packets, 789 bytes
  5 minute offered rate 0 bps, drop rate 0 bps
  Match: access-group 103
  Weighted Fair Queueing
  Output Queue: Conversation 25
  Bandwidth 8 (kbps) Max Threshold 64 (packets)
```

(pkts matched/bytes matched) 7/789
(depth/total drops/no-buffer drops) 0/0/0

```
Class-map: class-default (match-any)
  79 packets, 102996 bytes
  5 minute offered rate 4000 bps, drop rate 0 bps
  Match: any
  Weighted Fair Queueing
  Flow Based Fair Queueing
  Maximum Number of Hashed Queues 16
  (total queued/total drops/no-buffer drops) 5/0/0
  Output queue size 5/max total 600/drops 169
  fragment type end-to-end fragment size 80
  cir 64000 bc 640 be 0 limit 80 interval 10
  mincir 64000 byte increment 80 BECN response no
  frags 2158 bytes 178145 frags delayed 1968 bytes delayed 166021
```

```
shaping active
  traffic shaping drops 169
```

!--- Notice that the Tc interval equals 10 ms, !--- CIR equals 64000 BPS, and BC equals 640.

maui-voip-sj#**show traffic-shape**

```
Interface Se0/0.1
      Access Target   Byte   Sustain   Excess   Interval   Increment Adapt
VC    List   Rate     Limit bits/int bits/int (ms)      (bytes)   Active
300                   80     640      0        10        80        -
```

!--- This output is captured on an isolated lab enviroment where !--- the routers are configured with IP RTP Priority instead of LLQ. maui-voip-austin#**show frame-relay PVC 100**

PVC Statistics for interface Serial0/1 (Frame Relay DTE)

DLCI = 100, DLCI USAGE = LOCAL, PVC STATUS = ACTIVE, INTERFACE = Serial0/1.1

```
input pkts 336          output pkts 474          in bytes 61713
out bytes 78960         dropped pkts 0           in FECN pkts 0
in BECN pkts 0         out FECN pkts 0         out BECN pkts 0
in DE pkts 0           out DE pkts 0
out bcast pkts 0       out bcast bytes 0
```

PVC create time 1w0d, last time PVC status changed 1w0d

Current fair queue configuration:

```
Discard      Dynamic      Reserved
threshold    queue count  queue count
64           16          2
```

Output queue size 0/max total 600/drops 0

```
fragment type end-to-end      fragment size 80
cir 64000      BC  640      be 0    limit 125  interval 10
mincir 32000    byte increment 125  BECN response no
frags 1091     bytes 82880    frags delayed 671    bytes delayed 56000
```

shaping inactive

traffic shaping drops 0

ip rtp priority parameters 16384 32767 45000

!--- This command displays information of the VoIP dial-peers. maui-voip-austin#**show dial-peer voice 2**

VoiceOverIpPeer2

```
information type = voice,
tag = 2, destination-pattern = `5000',
answer-address = `', preference=0,
group = 2, Admin state is up, Operation state is up,
incoming called-number = `', connections/maximum = 0/unlimited,
application associated:
```

type = voip, session-target = `ipv4:192.168.10.2',

```
technology prefix:
ip precedence = 5, UDP checksum = disabled,
  session-protocol = cisco, req-qos = best-effort,
  acc-qos = best-effort,
dtmf-relay = cisco-rtp,
  fax-rate = voice,  payload size = 20 bytes
codec = g729r8,  payload size = 20 bytes,
  Expect factor = 10, Icpif = 30,signaling-type = cas,
VAD = enabled, Poor QOV Trap = disabled,
  Connect Time = 165830, Charged Units = 0,
  Successful Calls = 30, Failed Calls = 0,
  Accepted Calls = 30, Refused Calls = 0,
  Last Disconnect Cause is "10",
  Last Disconnect Text is "normal call clearing.",
  Last Setup Time = 69134010.
```

Información Relacionada

- [Cola de tiempo de latencia bajo para Frame Relay](#)
- [Clasificación de señalización y medios de VoIP con DSCP para QoS](#)
- [Comandos show para el modelado de tráfico de retransmisión de tramas](#)
- [Prioridad IP RTP de Frame Relay](#)
- [Configuración de Frame Relay y diseño del tráfico de Frame Relay](#)
- [Configuración y resolución de problemas del Frame Relay](#)
- [Mejora de almacenamiento en cola para voz sobre Frame Relay](#)
- [Soporte de tecnología de voz](#)
- [Soporte para productos de comunicaciones IP y por voz](#)
- [Troubleshooting de Cisco IP Telephony](#)
- [Soporte Técnico - Cisco Systems](#)