Perfect Streamer

Versión 2.0.0.206

Perfect Soft

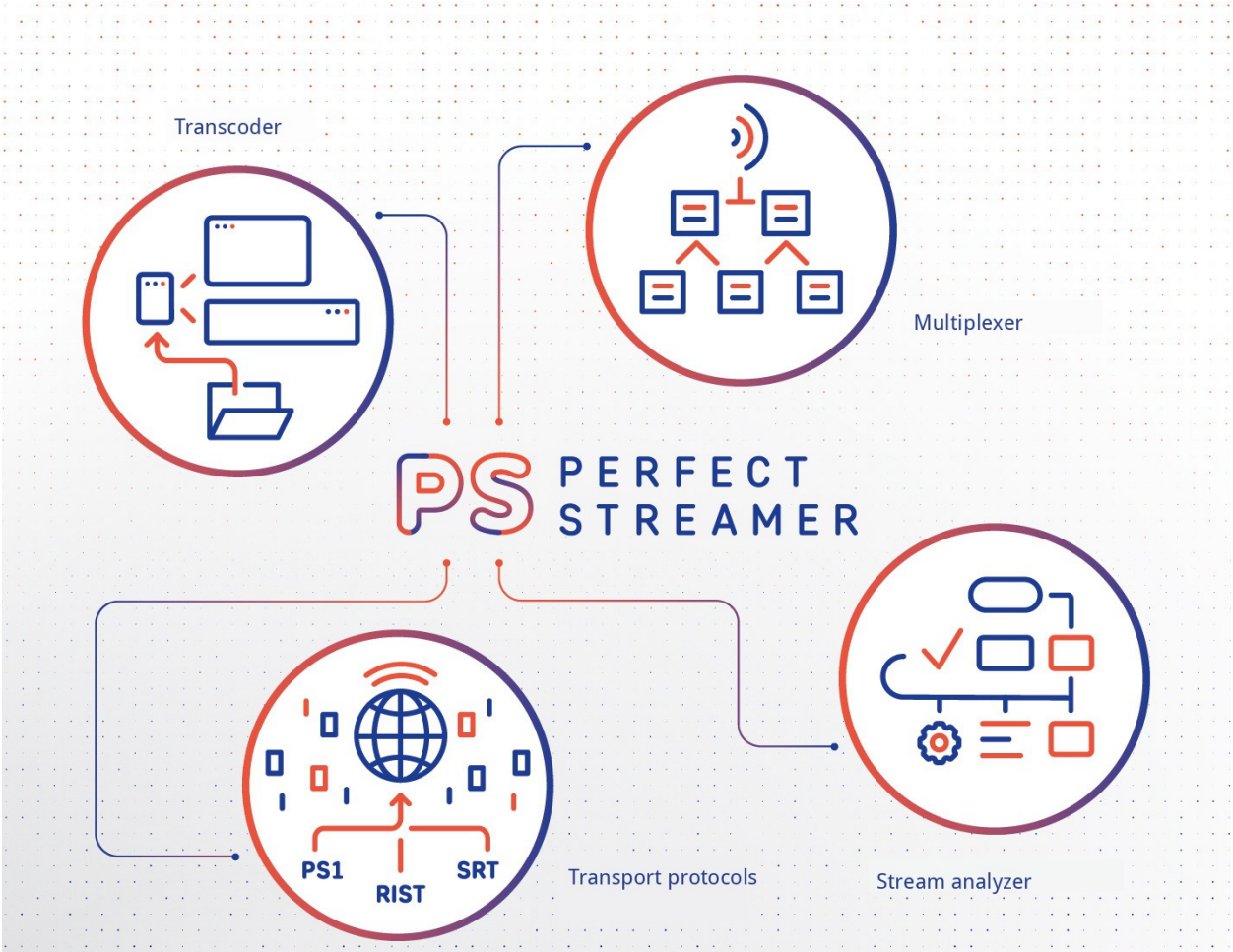
29 de julio de 2026

Índice general

CAPÍTULO 1

Perfect Streamer — Guía del usuario

1.1 Finalidad



Perfect Streamer es un software de servidor para la entrega fiable de flujos MPEG-TS a través de la red pública de Internet con pérdidas de paquetes y latencia, así como para la recepción, el procesamiento, la multiplexación, la transcodificación y la distribución OTT de canales de televisión. El producto está orientado a radiodifusores y operadores de telecomunicaciones: transporte troncal de canales entre operadores, cabeceras DVB-to-IP, plataformas IPTV/OTT y redes de distribución.

Perfect Streamer se suministra como una única aplicación para Linux x86-64 con interfaz web integrada y API HTTP. Una sola instalación realiza todas las etapas de la cadena: recepción, procesamiento y remultiplexación, transcodificación, transporte entre nodos, distribución OTT y archivado (DVR), monitorización y mucho más.

1.1.1 Transporte de flujos entre nodos

Para cada flujo se configura un servidor transmisor (**Sender**) y uno o varios receptores (**Receiver**). Para el transporte de flujos entre el transmisor y el receptor, así como para la comunicación con equipos de terceros, hay disponibles cuatro protocolos **Peer**:

- **PS1** (Perfect Stream) — protocolo de desarrollo propio basado en UDP, que funciona según el principio Automatic Repeat reQuest (ARQ) con retransmisión selectiva. Bajo consumo de recursos; transporte de flujos de alta tasa de bits, incluido un MPTS completo. Especialmente eficaz en configuraciones punto-multipunto, un emisor y muchos receptores.
- **SRT** — protocolo abierto, ampliamente difundido y con buenas características de compensación de pérdidas de paquetes; modos listener/caller; compatible con equipos de terceros y servicios en la nube.
- **RIST** — protocolo abierto basado en RTP/RTCP. Funciona según el principio ARQ sin ACK, solo con NACK, lo que garantiza una alta eficiencia; perfiles Simple y Main.
- **Pro-MPEG / RTP+FEC** (Pro-MPEG COP3, también conocido como SMPTE 2022-1/2) — RTP con corrección de errores hacia adelante (FEC) sin canal de retorno. Sus ventajas son la baja latencia y la compatibilidad con equipos de radiodifusión profesionales; sus desventajas son el tráfico adicional permanente y la escasa recuperación ante grandes pérdidas de paquetes.

Todos los protocolos Peer admiten cifrado AES. En la sección *Planificación y protocolos de transmisión de datos* se ofrece una descripción detallada de los protocolos y la planificación de los canales de transporte.

Además de los protocolos Peer, se admiten entradas y salidas estándar: UDP (unicast/multicast), RTP, HLS/HTTP, RTMP/RTMPS, archivo/dispositivo, tubería con nombre (pipe) y aplicación externa (std); adicionalmente, solo como entradas — TCP y RTSP.

1.1.2 Funciones principales

- *Procesamiento sin transcodificación* — listas de PID permitidos y prohibidos, reasignación de PID y disposición automática de los PID del programa, edición de SDT y de los idiomas de audio, cambio de PNR, eliminación de tablas innecesarias (SDT/CAT/NIT/TDT, teletexto, subtítulos), ajuste de los intervalos de PAT/PMT a TR 101 290; modos de tasa de bits, incluido CBR con relleno hasta una tasa de bits constante compatible con DVB.
- *Multiplexor MPTS* — ensamblado de un multiplex a partir de programas individuales con generación de PSI/SI y una salida conforme a TR 101 290.
- *Demultiplexor* — extracción de programas individuales de un MPTS a SPTS independientes.
- *Transcodificador* — transcodificación por hardware en GPU NVIDIA e Intel VPL, por software en la CPU; varios codificadores a partir de un solo decodificador (por ejemplo, para tasa de bits adaptativa).

- *Analizador* — control de conformidad con TR 101 290 (DVB) para SPTS y MPTS, detector de deriva de PCR, modelo de búfer T-STD, análisis profundo del flujo, analizador SCTE-35, detector CBR/VBR.
- *EPG y EIT* — captura de EIT desde el aire a la base de datos EPG, importación de XMLTV, generación de un EIT correcto (present/following y schedule) en el flujo saliente, generación forzada de SDT.
- *Servidor EPG* — entrega del XMLTV completo en `/xmltv` con limitación del conjunto de canales según el inicio de sesión, para middleware OTT.
- *Flujos de prueba* — generador de señal de prueba integrado.
- *Meshwork* — agrupación de servidores en dominios basada en el protocolo gossip de redes descentralizadas: estado en vivo de los nodos, catálogo común de las direcciones y puertos utilizados (biblioteca de recursos), replicación de alertas en todo el dominio.
- Contabilización de sesiones y control de acceso — límites de conexiones por usuario, ACL por canal, inicio de sesión prefix/suffix para la integración con middleware. Autorización de sesiones de clientes en una facturación externa — verificación de cada sesión al conectar y reautorización periódica con revocación del acceso en mitad de la sesión (ciclo de vida al estilo RADIUS: Start / Interim / Stop); un HTTP connector universal para conectar la facturación del operador. La contabilización se realiza por separado para cada protocolo — HLS/DASH para OTT y PS1/SRT para el peering de flujos.
- *Interfaz web* — gestión de todas las funciones, roles de administradores, perfiles adaptables para estación de trabajo, tableta y teléfono.
- Certificados TLS automáticos (ACME) — emisión y renovación automáticas de certificados, recarga en caliente de TLS; HTTPS y HTTP/3 «de serie».
- *Analizador* y monitorización — control de TR 101 290 (DVB) en la entrada, alertado unificado con entrega por Email, Telegram o a un script externo, mosaico de canales.

También están disponibles: redundancia de fuentes con conmutación automática; integración con sistemas de monitorización (Zabbix, Grafana, Prometheus, InfluxDB, Nagios); integración con facturación externa para la autorización de sesiones de clientes; copia de seguridad y exportación/importación de la configuración.

1.1.3 Para radiodifusores DVB

Las cabeceras de radiodifusión por satélite, cable y terrestre (DVB-to-IP, remultiplexación, contribución entre emplazamientos) disponen de:

- *Recepción desde tarjetas DVB* — DVB-S, DVB-S2, DVB-T, DVB-T2 y DVB-C con un conjunto completo de parámetros de configuración; control de LNB y DiSEqC 1.0, reparto del LNB entre sintonizadores.
- Escáner de transpondedores y escaneo «ciego» — recorrido de las listas de referencia (satellites.xml, cables.xml, terrestrial.xml) con recopilación de PSI/SI, construcción de la estructura multiplex → programa y medición de SNR, nivel y BER; búsqueda de transpondedores no estándar sin archivo de referencia.
- Descifrado — CI/CAM por hardware (EN 50221) con el CAM combinado con el receptor DVB, y BISS-1 / BISS-E por software (claves por PNR o PLP, actualización en caliente). Limpieza del acceso condicional en la salida — eliminación de ECM/EMM, CAT y descriptores CA del PMT para obtener un flujo FTA limpio.
- Descapsulación T2-MI (ETSI TS 102 773) — entrega simultánea del multiplex externo DVB-S/S2 y de todas las portadoras T2-MI anidadas: recepción de DVB-T2 regional por satélite sin una pasarela independiente.
- Monitor de señal (femon) — medición continua de lock, nivel, SNR, BER y UCB con trazado de gráficas en el tiempo.

- *Demultiplexor* — extracción de un programa individual (por PNR) de un transpondedor recibido a un SPTS independiente.

1.1.4 Para radiodifusores OTT

Los operadores IPTV/OTT y las plataformas de distribución disponen de:

- *Entrega OTT* — HLS, Low-Latency HLS y MPEG-DASH sobre CMAF; entrega a través de HTTPS y HTTP/3 (QUIC); multibitrate adaptativo (ABR) en un único master playlist; segmentación alineada a GOP/IDR; MPEG-TS en bruto sobre HTTP para clientes TS.
- Subtítulos WebVTT — decodificación de teletexto DVB y de subtítulos DVB a WebVTT para reproductores OTT, incluso en el archivo.
- *DVR en red* — grabación de cada canal OTT en un archivo en disco en paralelo con la distribución; reproducción del archivo por las mismas URL de HLS/DASH (desplazamiento temporal y VOD), transición sin cortes de archivo → live, catch-up basado en EPG, VOD adaptativo y archivo CMAF, almacenes multidisco con retención y limpieza automática.
- *Transcodificador y escalera ABR* — un solo decodificador alimenta varios codificadores con su propia resolución, tasa de bits y códec (1toN); por hardware en GPU (NVIDIA, Intel VPL) o por software en la CPU.
- Preparación para CDN — segmentos direccionables por contenido con cabeceras immutable, cache-key normalizado y CORS para el escalado detrás de un proxy inverso o una CDN.

1.2 Instalación

Perfect Streamer se instala a partir de paquetes; hay repositorios disponibles para las familias RHEL y Debian. Después de la instalación, *active y realice la configuración inicial del servicio*.

1.2.1 Requisitos del sistema

- **Perfect Streamer** funciona en el sistema operativo Linux. El requisito principal es la versión GLIBC >= 2.17.
- Las interfaces de red que utiliza el servicio del streamer deben tener una configuración estática.
- Los scripts del instalador utilizan la utilidad **sudo**, es decir, debe estar instalada en el sistema.

Para las familias Red Hat y Debian existen paquetes de instalación y repositorios. Se admite la versión RHEL 7 y superior (CentOS, etc.), así como las distribuciones compatibles con RPM — por ejemplo, openSUSE Leap (véase la nota al final de la sección *Instalación en sistemas de la familia RHEL*). Los sistemas basados en Debian (Ubuntu, etc.) deben tener el servicio systemd.

Requisitos de hardware orientativos: 1 núcleo a 2.4 GHz y 1 GB de RAM por cada 200 Mbps de tráfico. La estimación es aproximada y depende de los protocolos utilizados y de la configuración del servicio.

1.2.2 Instalación en sistemas de la familia RHEL

Instalar el repositorio para RHEL 7:

```
$ sudo yum install yum-utils
$ sudo yum-config-manager --add-repo=http://repo.pstreamer.tv/pub/pstreamer/pstreamer.
↪repo
```

O para RHEL 8+:

```
$ sudo yum config-manager --add-repo=http://repo.pstreamer.tv/pub/pstreamer/pstreamer.
↪repo
```

Instalar el paquete:

```
$ sudo yum -y install pstreamer
```

Actualizar el paquete:

```
$ sudo yum -y update pstreamer
```

Eliminar todos los paquetes:

```
$ sudo yum -y remove pstreamer aksusbd
```

Nota: **openSUSE** (Leap, última versión estable) es un sistema basado en RPM. Utiliza el mismo repositorio que RHEL, pero las operaciones se realizan con el gestor de paquetes **zypper**:

```
$ sudo zypper addrepo http://repo.pstreamer.tv/pub/pstreamer/pstreamer.repo
$ sudo zypper --gpg-auto-import-keys refresh
$ sudo zypper install pstreamer
```

Actualización — `sudo zypper update pstreamer`, eliminación — `sudo zypper remove pstreamer aksusbd`.

1.2.3 Instalación en sistemas de la familia Debian

Instalar el repositorio:

```
$ sudo wget http://repo.pstreamer.tv/pub/deb/dists/pstreamer/pstreamer.list -O /etc/
↪apt/sources.list.d/pstreamer.list
$ sudo apt-get update
```

Instalar el paquete:

```
$ sudo apt-get install pstreamer
```

Actualizar el paquete:

```
$ sudo apt install pstreamer
```

Eliminar todos los paquetes:

```
$ sudo apt-get remove pstreamer aksusbd
```

1.2.4 Archivos y servicios

/usr/local/bin/pss
: Archivo ejecutable.

/opt/pss/config/pss.properties
: Configuración global, registros, rutas de carpetas, etc. Después de realizar cambios, reiniciar el servicio.

/opt/pss/config/pss.json
: Archivo de configuración principal. Se crea y actualiza automáticamente. Al iniciarse, el servicio intenta cargar precisamente este archivo.

/opt/pss/config/pss_back.json
: Copia de seguridad de la configuración de trabajo anterior. Se guarda automáticamente con la acción **Restaurar la configuración** en la interfaz web y se utiliza como primera alternativa si el archivo principal *pss.json* no se puede analizar.

/opt/pss/config/pss_default.json
: Archivo de configuración predeterminado. Se suministra junto con el paquete y se aplica como última alternativa si no se pueden cargar ni el archivo principal *pss.json* ni *pss_back.json*. A partir de él se crea también el *pss.json* de trabajo en el primer arranque: el archivo define el puerto de la interfaz web `8808` y la cuenta *admin* / *admin*.

/opt/pss/config/bad/
: Carpeta de archivo de los archivos *pss.json* dañados. Si el archivo de configuración principal no se puede analizar en el arranque, se traslada aquí con un nombre de la forma *pss_YYYYMMDD_HHMMSS.json*. El directorio se crea automáticamente. Para más detalles, véase la sección *Comportamiento en el arranque y ante errores de configuración*.

/opt/pss/data
: Carpeta de almacenamiento de datos. Se crea y actualiza automáticamente. Puede modificarse en el archivo de configuración global.

/usr/lib/systemd/system/pss.service
: Archivo de unidad systemd del servicio.

/var/log/pss
: Carpeta de escritura de registros. Puede modificarse en el archivo de configuración global.

El nombre del servicio es **pss**. Se ejecuta con el usuario **pss**.

Durante la instalación se instala el paquete complementario **aksusbd** del sistema de protección; incluye los servicios **hasplmd** y **aksusbd**.

Comportamiento en el arranque y ante errores de configuración

En el arranque, el servicio intenta cargar sucesivamente los archivos de configuración de la carpeta */opt/pss/config*:

1. *pss.json* — archivo de configuración principal.
2. *pss_back.json* — copia de seguridad de la configuración de trabajo anterior.
3. *pss_default.json* — configuración predeterminada suministrada con el paquete.

Se utiliza el primer archivo cargado correctamente. Si los tres archivos faltan o están dañados, el servicio se inicia con la configuración vacía; en ese caso se requiere una modificación manual de la contraseña administrativa y un reinicio.

Archivo de configuración estructuralmente dañado. Si *pss.json* contiene un error de sintaxis JSON, claves desconocidas, un tipo de valor incorrecto o una violación de unicidad (por ejemplo, dos flujos con el mismo *id*), el servicio archiva el archivo dañado en */opt/pss/config/bad/* con el nombre *pss_YYYYMMDD_HHMMSS.json* (fecha y hora del arranque). Después de esto, el servicio continúa sus intentos de carga en el orden habitual y vuelve a guardar la configuración de trabajo en *pss.json* a partir de *pss_back.json* o *pss_default.json*. Los detalles (nombre de la clave, descripción del error, nombre del archivo archivado) se consignan en el registro de funcionamiento.

Solo el archivo principal *pss.json* se archiva. Los archivos *pss_back.json* y *pss_default.json* no se archivan si resultan dañados — las entradas del registro bastan para el diagnóstico, y los propios archivos permanecen en su lugar y pueden corregirse manualmente.

Si, en el momento de la siguiente carga, ya existe en */opt/pss/config/bad/* un archivo con la misma marca de tiempo (por ejemplo, en reinicios rápidos dentro del mismo segundo), se sobrescribe.

Valores numéricos fuera del rango permitido. Si en el archivo de configuración aparece un valor numérico menor que el mínimo permitido o mayor que el máximo permitido para ese parámetro, el servicio no descarta el archivo por completo. En su lugar, se anota en el registro una advertencia que indica el nombre del parámetro, el valor leído y el límite aplicado, y el propio valor se ajusta al límite del rango permitido más cercano (el mínimo o el máximo). Una vez finalizada la carga, el servicio vuelve a guardar automáticamente *pss.json* con los valores ya corregidos, de modo que en el siguiente arranque estas advertencias ya no aparecen.

Este comportamiento se aplica únicamente durante la carga inicial del archivo de configuración. Al modificar la configuración a través de la interfaz web o de la API externa, los valores fuera del rango permitido se siguen rechazando con un error — sin corrección automática.

1.2.5 Transcodificadores

Instalación de los transcodificadores para Perfect Streamer.

Paquetes disponibles:

- **pstreamer-tcsw** — transcodificación en la CPU (Software).
- **pstreamer-tcnv** — transcodificación en la GPU NVIDIA.
- **pstreamer-tcivpl** — transcodificación en la GPU Intel (Intel VPL).

El requisito principal es la versión de GLIBC >= 2.28.

El transcodificador funciona en AlmaLinux 8.9. El transcodificador Intel VPL funciona en sistemas AlmaLinux 10 (RHEL 10) y Ubuntu 24.04.

Qué hardware Intel es adecuado para la transcodificación, qué entornos de ejecución y códecs están disponibles en las distintas generaciones de gráficos y cómo comprobar que el hardware ha sido reconocido — en la sección *Transcodificador Intel VPL: hardware compatible*.

RHEL 8+

1. Instalar pstreamer.
2. Para NVIDIA, instalar los repositorios y actualizar el sistema (si aún no se han instalado):

```
sudo dnf config-manager --add-repo https://developer.download.nvidia.com/compute/cuda/
↪repos/rhel9/x86_64/cuda-rhel9.repo
sudo dnf clean all
sudo dnf update -y
reboot
```

3. NVIDIA Encoder.

- Instalar CUDA:

```
sudo dnf -y install cuda-toolkit-12-5
```

- Instalar el controlador (elija una opción):

Legacy

```
sudo dnf -y module install nvidia-driver:latest-dkms
```

New

```
sudo dnf -y module install nvidia-driver:open-dkms
```

Después de la instalación, es obligatorio reiniciar la máquina:

```
reboot
```

Después del reinicio, comprobar el funcionamiento del controlador:

```
nvidia-smi
modprobe nvidia
sudo lsmod | grep nvidia
```

o

```
modprobe nouveau
sudo lsmod | grep nouveau
```

4. Intel VPL Encoder.

- Instalación del controlador Intel e Intel VPL (RHEL 10):

```
dnf install -y intel-gpu-firmware
dnf install -y https://mirrors.rpmfusion.org/free/el/rpmfusion-free-release-$(rpm -E
↪%rhel).noarch.rpm https://mirrors.rpmfusion.org/nonfree/el/rpmfusion-nonfree-
↪release-$(rpm -E %rhel).noarch.rpm
dnf install -y intel-media-driver
dnf install -y intel-vpl-gpu-rt
```

5. Instalar los paquetes del transcodificador.

- Método CPU Software:

```
sudo dnf install -y pstreamer-tcsw
```

- NVIDIA GPU:

```
sudo dnf install -y pstreamer-tcnv
```

- Intel VPL GPU:

```
sudo dnf install -y pstreamer-tcivpl
```

Ubuntu 22/24

1. Instalar pstreamer.
2. NVIDIA Encoder.

- Instalar el toolkit de CUDA versión 12.5:

```
wget https://developer.download.nvidia.com/compute/cuda/repos/ubuntu2204/x86_64/cuda-
↪keyring_1.1-1_all.deb
sudo dpkg -i cuda-keyring_1.1-1_all.deb
sudo apt-get update
sudo apt-get -y install cuda-toolkit-12-5
```

- Instalar el controlador (elija una opción):

legacy kernel module flavor:

```
sudo apt-get install -y cuda-drivers
```

o

open kernel module flavor:

```
sudo apt-get install -y nvidia-driver-555-open
sudo apt-get install -y cuda-drivers-555
```

Después de la instalación, es obligatorio reiniciar la máquina:

```
reboot
```

Después del reinicio, comprobar el funcionamiento del controlador:

```
nvidia-smi
```

El transcodificador requiere la versión CUDA 12.5 para funcionar. En el sistema puede haber ya instalada otra versión de CUDA. Además, al actualizar el sistema es posible que CUDA se actualice a una versión más nueva. Esto no interfiere con el funcionamiento; no es necesario eliminarlas, ya que las distintas versiones de CUDA se instalan en carpetas separadas.

3. Intel VPL Encoder (Ubuntu 24.04).

Los componentes clave de Intel VPL se toman del repositorio oficial de Intel Graphics: en los repositorios estándar de Ubuntu son más antiguos y no admiten las GPU modernas.

- Añadir el repositorio de Intel Graphics:

```
sudo apt-get update
sudo apt-get install -y ca-certificates gnupg wget
wget -qO - https://repositories.intel.com/gpu/intel-graphics.key | sudo gpg --yes --
↪dearmor --output /usr/share/keyrings/intel-graphics.gpg
echo "deb [arch=amd64 signed-by=/usr/share/keyrings/intel-graphics.gpg] https://
↪repositories.intel.com/gpu/ubuntu noble unified" | sudo tee /etc/apt/sources.list.d/
↪intel-gpu-noble.list
sudo apt-get update
```

- Instalar el runtime de Intel VPL y el controlador:

```
sudo apt-get install -y libvpl2 libmfxgen1 intel-media-va-driver-non-free
```

- Opcionalmente, se pueden instalar las herramientas de diagnóstico:

```
sudo apt-get install -y libvpl-tools
```

- El usuario **pss** en cuyo nombre se ejecuta el servicio debe pertenecer a los grupos **render** y **video** (acceso a los dispositivos */dev/dri/*):

```
sudo usermod -aG render,video pss
sudo systemctl restart pss
```

- Comprobar que la GPU es visible (con libvpl-tools instalado):

```
vainfo --display drm --device /dev/dri/renderD128
vpl-inspect
```

En la salida de *vainfo* debe estar presente la línea «Driver version: Intel iHD …», y *vpl-inspect* debe enumerar la implementación por hardware (AccelerationMode VAAPI).

4. Instalar los paquetes del transcodificador.

- Método CPU Software:

```
sudo apt-get install -y pstreamer-tcsw
```

- NVIDIA GPU:

```
sudo apt-get install -y pstreamer-tcnv
```

- Intel VPL GPU (Ubuntu 24.04):

```
sudo apt-get install -y pstreamer-tcivpl
```

Archivos y verificación de la instalación

Los paquetes de los transcodificadores instalarán los siguientes archivos:

- */usr/local/bin/tcsw* — archivo ejecutable del transcodificador SW (CPU).
- */usr/local/bin/tcnv* — archivo ejecutable del transcodificador NVIDIA (GPU).
- */usr/local/bin/tcivpl* — archivo ejecutable del transcodificador Intel VPL (GPU).
- */opt/pss/config/pss_tc_sw.properties* — archivo de configuración de arranque del transcodificador SW (CPU).

- */opt/pss/config/pss_tc_nv.properties* — archivo de configuración de arranque del transcodificador NVIDIA (GPU).
- */opt/pss/config/pss_tc_ivpl.properties* — archivo de configuración de arranque del transcodificador Intel VPL (GPU).

La instalación de los paquetes del transcodificador reiniciará el servicio **pss**. La instalación de los transcodificadores se puede comprobar en la sección *About* de la interfaz web: se mostrará la versión de los transcodificadores o un error.

Otros sistemas operativos basados en Debian y RHEL

Para instalar el transcodificador pstreamer-tcnv en sistemas operativos distintos de Ubuntu 22/24 y RHEL 8+, utilice el configurador para seleccionar la versión de CUDA y del controlador necesaria en el sitio web de NVIDIA:

https://developer.nvidia.com/cuda-toolkit-archive

Al seleccionar cada versión de CUDA, hay información disponible sobre para qué versión de sistema operativo es adecuada. La arquitectura admitida es x86_64. Si necesita una versión más antigua del sistema operativo, compruebe su compatibilidad en versiones más antiguas de CUDA. El requisito principal para el sistema operativo es la compatibilidad con la versión de GLIBC >= 2.28.

El controlador NVIDIA debe instalarse desde el repositorio que se ofrece para la versión de su sistema operativo en la página de la versión de CUDA seleccionada.

La compatibilidad de las tarjetas gráficas NVIDIA con la funcionalidad del transcodificador pstreamer-tcnv se puede comprobar en el sitio web de NVIDIA en la Video Encode and Decode Support Matrix. En esta página está disponible una matriz de compatibilidad de formatos de vídeo para el decodificador y el codificador, así como otras características.

Eliminación de la versión antigua de CUDA y del controlador

En caso de instalar una versión incorrecta de CUDA y del controlador, puede ser necesario instalar otra versión, eliminando previamente la instalada.

https://docs.nvidia.com/cuda/cuda-installation-guide-linux/index.html?highlight=uninstall#removing-cuda-toolkit

Eliminación de CUDA

RHEL:

```
dnf remove "cuda*" "*cublas*" "*cufft*" "*cufile*" "*curand*" "*cusolver*" "*cusparse*
↪" "*gds-tools*" "*npp*" "*nvjpeg*" "nsight*" "*nvvm*" "*nvptx*"
```

Debian/Ubuntu:

```
apt remove --autoremove --purge "*cuda*" "*cublas*" "*cufft*" "*cufile*" "*curand*"
↪"*cusolver*" "*cusparse*" "*gds-tools*" "*npp*" "*nvjpeg*" "nsight*" "*nvvm*"
↪"*nvptx*"
```

Eliminación del controlador

Ubuntu 22/24:

```
apt remove --autoremove --purge -V \
   cuda-compat\* \
   cuda-drivers\*  \
   libnvidia-cfg1\* \
   libnvidia-compute\* \
   libnvidia-decode\* \
   libnvidia-encode\* \
   libnvidia-extra\* \
   libnvidia-fbc1\* \
   libnvidia-gl\* \
   libnvidia-gpucomp\* \
   libnvidia-nscq\* \
   libnvsdm\* \
   libxnvctrl\* \
   nvidia-dkms\* \
   nvidia-driver\* \
   nvidia-fabricmanager\* \
   nvidia-firmware\* \
   nvidia-headless\* \
   nvidia-imex\* \
   nvidia-kernel\* \
   nvidia-modprobe\* \
   nvidia-open\* \
   nvidia-persistenced\* \
   nvidia-settings\* \
   nvidia-xconfig\* \
   xserver-xorg-video-nvidia\*
```

RHEL 9:

```
dnf module remove --all nvidia-driver
dnf module reset nvidia-driver
```

RHEL 10:

```
dnf remove nvidia-driver\*
```

1.3 Primer arranque y activación

1.3.1 Activación temporal e inicio

La versión temporal no tiene límite en el número de flujos. Tras la instalación, el servicio **pss** está inactivo, ya que se requiere activación para iniciarlo. Para la activación temporal, ejecutar el script:

```
$ /opt/pss/tools/activate.sh
```

El servicio **pss** se iniciará y se configurará para el arranque automático. Se puede comprobar que el arranque fue correcto:

```
$ systemctl status pss
```

En caso de problemas, consultar los registros:

```
$ tail -n 20 /var/log/pss/main.log
$ journalctl -u pss -n 20
```

1.3.2 Configuración inicial

Conectarse a la interfaz web a través de un navegador:

http://host:8808

Usuario: *admin*

Contraseña: *admin*

Hay disponibles dos interfaces web: la nueva (principal) en la ruta */admin* y la clásica en la ruta */classic*.

Puertos de los servicios por defecto:

Servicio	HTTP	HTTPS
Interfaz web y HTTP API	8808	43981
Distribución OTT (servidor HTTP)	43972	43982
Servidor EPG	43973	43983

Inmediatamente después de la instalación solo está disponible el puerto HTTP de la interfaz web — `8808`. Está definido en el archivo *pss_default.json* suministrado, a partir del cual se crea el *pss.json* de trabajo en el primer arranque; ese archivo no describe ningún otro servicio, por lo que los demás puertos de la tabla se abren solo después de configurar el servicio correspondiente, y HTTPS — solo tras habilitar TLS e instalar un certificado. Si la clave `web-server.bind-port` falta en los ajustes, el servicio utiliza el valor de reserva integrado `43971`.

Es obligatorio cambiar el usuario y la contraseña del administrador — en la lista de administradores de la interfaz web. A las cuentas se les asignan roles: **Admin** (acceso completo), **Restricted admin** (visualización y puesta en pausa de flujos), **Viewer** (solo visualización).

Si es necesario, cambiar el puerto de la interfaz web — en la configuración del servidor web. El cambio surtirá efecto tras reiniciar el servicio; el reinicio se puede realizar desde la interfaz web.

Los datos de activación se pueden comprobar en la sección *About* de la interfaz web.

1.3.3 Activación permanente

El sistema de protección admite claves de software (SL) y USB (HL). Para la activación permanente:

1. En la sección *About* de la interfaz web, obtener los datos C2V para la solicitud de activación y enviarlos al proveedor.
2. Introducir los datos V2C recibidos del proveedor, desde un archivo o desde el portapapeles, en la misma sección de la interfaz web.
3. En la misma sección, verificar los datos de activación.

Para que Perfect Streamer detecte la clave USB con una licencia de prueba activa, hay que reiniciar el servicio **pss** — mediante la función de reinicio de la interfaz web o con el comando `sudo systemctl restart pss`. Si expira el plazo de la licencia de prueba, el servicio cambiará por sí mismo a la clave USB permanente.

1.3.4 Al expirar el plazo de la licencia anual o de prueba

Si el servicio **pss** no puede iniciarse, introducir el comando:

```
$ journalctl -u pss -n 20
```

El siguiente error significa que la licencia de Perfect Streamer ha caducado:

```
LDK Protection System: Feature has expired (H0041)
```

1.4 Planificación y protocolos de transmisión de datos

El núcleo de **Perfect Streamer** es la entrega fiable de flujos MPEG-TS entre nodos a través de una red pública con pérdida de paquetes y retardos. Esta sección describe el modelo de transmisión, los protocolos de transporte y cómo planificar un canal: elegir un protocolo y calcular el ancho de banda, la latencia y los puertos. Los ajustes detallados de los campos individuales se tratan en la descripción contextual de la interfaz web (*Interfaz web*), y el procesamiento del flujo en un nodo en la sección *Streamer: detalles de implementación*.

1.4.1 Modelo de transmisión: Stream, Sender, Receiver, Peer

La unidad de trabajo es un flujo (**Stream**), un único canal MPEG-TS. Para cada flujo se configura un servidor emisor (**Sender**) y uno o varios receptores (**Receiver**); la asociación emisor-receptor se denomina **Peer**.

La configuración se reduce a listas de entradas (**input**) y salidas (**output**) para cada flujo:

- en el emisor, **input** son las fuentes MPEG-TS, **output** es la transmisión a los receptores;
- en el receptor, **input** es la recepción del flujo desde el emisor.

Varias entradas en la lista proporcionan redundancia de fuentes, varias salidas proporcionan la distribución simultánea de un mismo canal a muchos destinatarios y por distintos protocolos.

Para los protocolos en los que el receptor inicia la conexión, un receptor tras NAT se conecta él mismo al emisor: no se requiere reenvío de puertos entrantes en su lado.

1.4.2 Protocolos Peer de transmisión fiable

Para la transmisión entre el emisor y el receptor hay disponibles cuatro protocolos Peer. Se dividen en dos clases según el principio de compensación de pérdidas:

- **ARQ** (Automatic Repeat reQuest): los paquetes perdidos se retransmiten a petición del receptor. Requiere un canal de retorno y un búfer en el receptor; la profundidad de recuperación es configurable. A esta clase pertenecen PS1, SRT y RIST.
- **FEC** (Forward Error Correction): al flujo se le añaden continuamente datos redundantes que permiten recuperar las pérdidas sin canal de retorno. A esta clase pertenece Pro-MPEG / RTP+FEC.

PS1 (Perfect Stream)

Un protocolo de desarrollo propio basado en UDP. Funciona según el principio ARQ con retransmisión selectiva. Se distingue por un bajo consumo de recursos y transporta flujos de alta tasa de bits, incluido un MPTS de tamaño completo.

El receptor inicia la conexión, por lo que el emisor requiere autenticación: los receptores se registran como Peer con usuario y contraseña o se autorizan por IP. La latencia está determinada por el búfer del receptor (ventana de eliminación de jitter y de retransmisión); el búfer del emisor debe ser mayor que el de los receptores. Al cambiar la fuente activa en el emisor, los receptores no se reconectan: la interrupción se recupera mediante retransmisión normal, sin una reconexión visible.

PS1 es un protocolo propietario y funciona solo entre nodos Perfect Streamer. Es especialmente eficiente en una configuración punto-multipunto: un emisor y muchos receptores.

SRT

Un protocolo abierto basado en UDP (UDT). Está ampliamente extendido y compensa bien la pérdida de paquetes. Admite los modos listener y caller, lo que proporciona compatibilidad con equipos SRT de terceros y servicios en la nube.

En modo listener en el emisor, varios receptores se conectan a un mismo flujo; para la autorización, los receptores se registran como Peer y está disponible la autorización por IP. La parte iniciadora (caller) puede estar tanto en el receptor como en el emisor. El margen de ancho de banda para la retransmisión se define como un porcentaje por encima de la tasa de bits del flujo.

En nodos de recepción densos con un gran número de entradas SRT en modo caller se puede desactivar el almacenamiento en búfer integrado del receptor SRT (TSBPD): de la sincronización se encarga el búfer de jitter del nodo (*Sincronización*), lo que reduce notablemente la carga de CPU.

RIST

Un protocolo abierto basado en RTP/RTCP. Funciona según el principio ARQ sin ACK, solo mediante NACK, lo que garantiza una alta eficiencia. Utiliza unicast y multicast.

Se implementan los perfiles Simple y Main: Simple ocupa dos puertos UDP consecutivos (el puerto base debe ser par), Main multiplexa los datos en un solo puerto. Se admiten varias rutas (peers) con balanceo ponderado, para redundancia y agregación. En multicast puede haber muchos receptores, con autorización por IP.

Pro-MPEG / RTP+FEC (SMPTE 2022-1/2)

Entrega de MPEG-TS sobre RTP con corrección de errores hacia adelante (FEC), sin canal de retorno. El protocolo se conoce también como Pro-MPEG COP3. En PSS se implementa una matriz FEC bidimensional (filas y columnas, SMPTE 2022-2).

El flujo de paquetes RTP se agrupa en una matriz de tamaño determinado, a lo largo de cuyas filas y columnas se forman los paquetes FEC. Cuanto menor es la matriz, mejor es la recuperación, pero mayor es la sobrecarga constante. Los canales FEC ocupan dos puertos adicionales (`port`+2 y `port`+4), lo que hay que tener en cuenta al ubicar varios flujos en un mismo host o en un mismo grupo multicast.

Las ventajas son una latencia fija baja y la compatibilidad con equipos de radiodifusión profesionales. Las desventajas son el tráfico adicional constante y la escasa recuperación con grandes pérdidas (por encima

de ~0,2 %), por lo que el protocolo está pensado para canales gestionados con bajas pérdidas y no para el internet público «pesado».

1.4.3 Elección del protocolo de transmisión

Protocolo	Principio	Canal de retorno	Latencia	Compatibilidad
PS1	ARQ sobre UDP	requerido	configurable	solo entre nodos Perfect Streamer
SRT	ARQ sobre UDP (UDT)	requerido	configurable	abierto; equipos SRT de terceros y nube
RIST	ARQ (NACK) sobre RTP/RTCP	requerido	configurable	abierto; equipos RIST de terceros; unicast y multicast
Pro-MPEG / RTP+FEC	FEC sobre RTP	no requerido	baja, fija	abierto (SMPTE 2022-1/2); equipos de radiodifusión profesionales

Criterios de elección:

- un canal entre nodos Perfect Streamer, alta tasa de bits o MPTS de tamaño completo, distribución punto-multipunto — **PS1**;
- compatibilidad con equipos de terceros o la nube, configuración flexible del margen de retransmisión — **SRT**;
- un transporte abierto basado en RTP, multicast, balanceo por varias rutas — **RIST**;
- un canal gestionado con bajas pérdidas, latencia mínima sin canal de retorno, equipos de radiodifusión profesionales — **Pro-MPEG / RTP+FEC**.

1.4.4 Planificación del ancho de banda, la latencia y los puertos

Protocolos ARQ (PS1, SRT, RIST). Las pérdidas se compensan mediante retransmisión, por lo que hay que prever:

- un canal de retorno del receptor al emisor;
- un margen de ancho de banda por encima de la tasa de bits nominal — los picos de pérdidas provocan picos de tráfico de retransmisión;
- un búfer en el receptor para la latencia del canal. Cuanto mayor sea el búfer, más profunda será la recuperación de pérdidas, pero mayor será la latencia de extremo a extremo; como referencia, varios valores de RTT. Los flujos de baja tasa de bits requieren un búfer mayor en tiempo, para que quepan suficientes paquetes en la ventana de recuperación.

Protocolo FEC (Pro-MPEG / RTP+FEC). Los paquetes redundantes se transmiten continuamente, con independencia de las pérdidas reales, por lo que la sobrecarga es fija y depende del tamaño de la matriz FEC. No se necesita canal de retorno, la latencia es baja y fija, pero la recuperación es limitada: este transporte es para canales con bajas pérdidas.

Puertos. Cada punto de escucha necesita un puerto UDP único dentro del host o del grupo. Además, tenga en cuenta que el perfil RIST Simple ocupa dos puertos consecutivos (el puerto base par y el siguiente), y Pro-MPEG ocupa el puerto base más dos puertos FEC (`port+2` y `port+4`). En una red Meshwork, un catálogo común de direcciones y puertos ocupados ayuda a evitar colisiones (véase *Meshwork*).

1.4.5 Cifrado de flujos

Todos los protocolos Peer admiten cifrado AES mediante una frase de contraseña común introducida en ambos lados. Para SRT se selecciona además la longitud de clave (128, 192 o 256 bits). El cifrado no altera la tasa de bits del flujo.

Para Pro-MPEG, el cifrado es una extensión no estándar, por lo que al activarlo no se garantiza la compatibilidad con software y equipos de terceros.

1.4.6 Otras entradas y salidas

Además de los protocolos Peer, están disponibles transportes estándar para recepción y transmisión:

Protocolo	Entrada	Salida	Nota
UDP	sí	sí	unicast/multicast, SSM, selección de interfaz; hasta 7 paquetes TS por datagrama
RTP	sí	sí	restablecimiento del orden de los paquetes desordenados
TCP	sí	—	modo cliente; recepción donde UDP está bloqueado
HLS / HTTP	sí	sí	en la recepción, la variante de la lista de reproducción adaptativa se selecciona mediante un número configurable (el primero de forma predeterminada); la entrada es solo para SPTS
RTSP	sí	—	cámaras IP y servidores RTSP; auto-remux a MPEG-TS; solo para SPTS
RTMP / RTMPS	sí	sí	publicación en receptores RTMP de terceros; H.264 y HEVC; solo para SPTS
file / device	sí	sí	grabación en un archivo TS y salida a un dispositivo (incluido SDI); reproducción en bucle desde un archivo
pipe (FIFO)	sí	sí	puente a un proceso externo mediante una tubería con nombre
std (aplicación externa)	sí	sí	puente a protocolos no estándar mediante una aplicación de consola

La publicación y la recepción RTMP se describen en *Publicación y recepción RTMP*; RTSP, la entrada HLS/HTTP, los archivos y dispositivos, las canalizaciones con nombre y las aplicaciones externas, en *Otras entradas y salidas*. Los ajustes detallados de cada transporte se indican en la sección *Interfaz web*. La distribución OTT (HLS, LL-HLS, DASH) se describe por separado en *OTT y DVR*.

1.4.7 Redundancia de fuentes y distribución

Redundancia. Para un flujo se pueden definir varias entradas; solo una está activa en cada momento. Cuando la entrada activa falla, el flujo cambia automáticamente a la siguiente de la lista y, al restablecerse, puede volver a la fuente prioritaria. Esto permite planificar de antemano las fuentes principal y de reserva de un canal; los ajustes detallados de la conmutación de entradas se describen en *Flujos SPTS*.

Distribución. Varias salidas en un mismo flujo permiten distribuir un mismo canal a muchos destinatarios a la vez y por distintos protocolos simultáneamente.

1.4.8 Requisitos del flujo de entrada

- Conformidad con ISO/IEC 13818-1, Single Program (SPTS) o Multi Program Transport Stream (MPTS).
- El conjunto de pistas viene determinado por el tipo de contenido seleccionado del flujo SPTS, véase *Flujos SPTS*.
- Los flujos aleatorizados (codificados) son compatibles, véase *Flujos SPTS*.
- Para la sincronización, el flujo debe contener marcas PCR válidas.

El filtrado, la modificación y los modos de tasa de bits del flujo de entrada se describen en *Flujos SPTS*, y las particularidades del multiplexado en *Flujos MPTS*.

1.5 Inicio rápido

Escenario de extremo a extremo: desde un nodo instalado hasta un flujo en funcionamiento con distribución. Se presupone que Perfect Streamer ya está instalado (*Instalación*), que el servicio está iniciado y activado y que usted ha iniciado sesión en la interfaz web (*Primer arranque y activación*, acceso y roles — *Acceso y roles*).

1.5.1 Paso 1. Crear un flujo

1. Abra la pantalla «Flujos» (*Flujos*) y pulse «+ Nuevo flujo».
2. En la ventana «Nuevo flujo» (*Nuevo flujo*) deje el tipo SPTS — programa individual — e indique el «Nombre del flujo» (de 2 a 32 caracteres: letras latinas, cifras, guion, guion bajo). El tipo no se puede cambiar tras la creación.
3. Pulse «Crear»: se abrirá el editor del flujo (*Configurar flujo*).

El flujo nuevo se crea en pausa; es lo normal: primero la configuración y después el arranque.

1.5.2 Paso 2. Añadir una entrada

En la pestaña «Entradas» del editor pulse «Añadir entrada». Para una recepción UDP/multicast típica seleccione el tipo udp e indique la dirección del grupo y el puerto — los campos Address (multicast group) y Port; los nombres de los campos son los mismos que en la interfaz. La lista completa de protocolos de recepción y su elección se describen en el apartado *Planificación y protocolos de transmisión de datos*.

Si no dispone de una fuente real, utilice el generador de pruebas — una entrada de tipo test-stream (*Flujos de prueba*; se requiere el paquete del transcodificador por software instalado, *Transcodificadores*): genera una carta de ajuste con sonido sin necesidad de señal externa.

Puede haber varias entradas: la primera de la lista es la principal y las demás son de reserva (*Redundancia de fuentes*).

1.5.3 Paso 3. Arrancar y comprobar

Los objetos nuevos se crean en pausa: quítelos de la pausa con el botón de pausa de la fila de la entrada en la pestaña «Entradas» («Reanudar entrada») y con el botón de pausa del flujo, situado en su fila de la lista o en el encabezado del editor («Reanudar flujo»). El flujo pasará al estado «Al aire».

Compruebe la recepción en la ventana de estadísticas del flujo (*Estadísticas del flujo*):

- el estado y la entrada activa — en el encabezado de la ventana;
- la sección «Verificador MPEG-TS» — todos los atributos deben estar marcados (*Comprobación de validez*);
- la tasa de bits de entrada y los gráficos;
- la imagen del flujo se ve en la sección «Instantánea» de la ventana de estadísticas y en la pantalla «Mosaico» (*Mosaico*).

1.5.4 Paso 4. Distribuir el flujo

Opción A — OTT (HLS). En la pestaña «OTT» del editor del flujo ponga «Servicio HLS» en el valor OTT / HLS y guarde. La plantilla de la URL aparecerá en la ventana de estadísticas (sección «URLs de distribución»): cópiela y sustituya las partes login/password por las credenciales de un acceso de cliente creado en la pantalla «Usuarios / Inicios de sesión» (*Usuarios / Inicios de sesión*), tras lo cual la URL se abrirá en el reproductor. Los modos de distribución, DASH y Low-Latency HLS se describen en *OTT y DVR*.

Opción B — salida de transporte. En la pestaña «Salidas» añada una salida del protocolo necesario (UDP, SRT, PS1, RIST y otros — *Planificación y protocolos de transmisión de datos*), indique la dirección del destinatario y quite la salida de la pausa. Puede haber varias salidas: el flujo se enviará a todos los destinatarios simultáneamente.

1.5.5 Qué hacer a continuación

- Elección de los protocolos de transmisión y planificación del esquema de distribución — *Planificación y protocolos de transmisión de datos*.
- Procesamiento del flujo en el nodo: filtrado, tasa de bits, análisis, transcodificación — *Streamer: detalles de implementación*.
- Grabación del archivo y reproducción (DVR) — *DVR: el archivo del flujo*.
- Unión de los nodos en una red y supervisión del emplazamiento — *Meshwork*.
- Referencia de todas las pantallas de la interfaz web — *Interfaz web*.

1.6 Meshwork

Meshwork es un mecanismo para unir servidores de Perfect Streamer en una única red de nodos. Los nodos de un mismo dominio se descubren automáticamente entre sí e intercambian información de servicio mediante el protocolo gossip característico de las redes descentralizadas. La unión de nodos ofrece tres posibilidades:

- **Estado en vivo de los nodos.** Desde el panel de administración de cualquier nodo se ve el estado de todos los demás nodos de la red: quién está en contacto, quién guarda silencio, quién está detrás de NAT y cuándo fue el último contacto. No es necesario abrir cada servidor por separado. Un nodo que deja de intercambiar datos pasa al estado offline — esto se ve de inmediato en todos los nodos.
- **Catálogo de recursos compartido (biblioteca).** Las entradas y salidas UDP / RTP / Pro-MPEG / RIST / PS1 / SRT en ejecución en los nodos aparecen en un catálogo compartido, visible en todos los nodos del dominio: resulta cómodo elegir una dirección y un puerto libres, evitar colisiones de multicast y encontrar dónde ya se emite o se recibe el flujo necesario. Dentro del dominio, el peer entre nodos se establece mediante autologin — sin introducción manual de usuarios y contraseñas en ambos lados.
- **Replicación de las alertas por el dominio.** Las alertas de un nodo son visibles en todos los nodos del mismo dominio: al operador de guardia le basta una sola ventana para vigilar todo el sitio. Las notificaciones externas basta con configurarlas en un solo nodo del dominio — las notificaciones se recibirán sobre todos los nodos de ese dominio.

Meshwork es una capa de visibilidad y coordinación: no transfiere flujos entre servidores ni cambia la configuración de emisión automáticamente. El esquema de entrega lo sigue construyendo usted mismo, y Meshwork ayuda a planificarlo y observarlo.

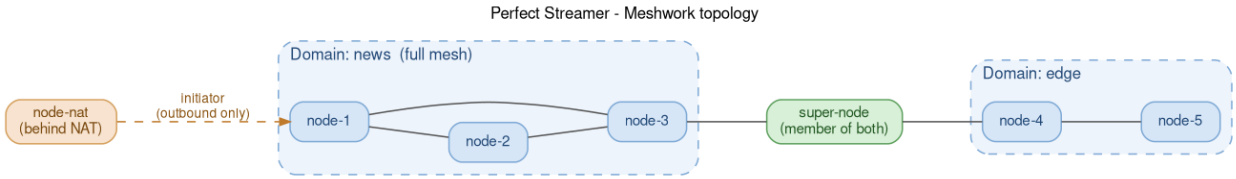


Figura 1: Topología de Meshwork: los nodos de un mismo dominio forman una malla completa de enlaces directos; un nodo detrás de NAT se conecta como iniciador; un super-node pertenece a dos dominios pero no los conecta entre sí.

1.6.1 Conceptos clave

Nodo
: Un solo servidor de Perfect Streamer en la red. Cada nodo tiene un nombre corto y único por el que lo reconocen los demás. Sin un nombre y un secreto de firma, un nodo no participa en la red.

Dominio
: Un grupo lógico de nodos y, al mismo tiempo, un **límite de aislamiento**. Dentro de un mismo dominio, los nodos se descubren automáticamente, comparten un catálogo de recursos común y replican las alertas. Entre distintos dominios no hay intercambio — los dominios son independientes.

Descubrimiento automático (mesh)
: Basta con asignar a los nodos el mismo dominio y al menos un enlace — después se descubren por sí solos, sin enumerar manualmente cada peer. Dentro del dominio se construye una malla completa de enlaces directos: todos los nodos del dominio se convierten en peers directos, y no se forman cadenas intermedias.

  El enlace se especifica por HTTP, pero el intercambio posterior se realiza por HTTPS. Para una red pública, el HTTPS configurado es obligatorio; para una red interna (intranet address), HTTPS no es obligatorio.

Enlace explícito
: Un peer se puede especificar manualmente — por dirección, nombre y un secreto compartido. Ese enlace funciona siempre, incluso por HTTP normal, y no requiere un dominio común. Es adecuado para la conexión puntual de dos sitios o para conectar un nodo detrás de NAT.

Super-node
: Un solo nodo puede pertenecer a varios dominios a la vez. Ve los recursos y los nodos de cada uno de sus dominios, pero no conecta los dominios entre sí — el aislamiento se mantiene. En el mapa de red, ese nodo se marca como `super`.

Alertas
: El servicio de alertas integrado supervisa los flujos, el hardware del nodo, la recepción DVB y la grabación DVR, y genera alertas cuando algo supera los límites establecidos. En una red con la replicación activada, cada nodo muestra un conjunto consolidado de alertas de todo el dominio (véase *Alertas (alerter)*).

Construcción de una red Meshwork

La configuración de Meshwork se reduce a que cada nodo conozca su propio nombre y dominio y tenga al menos un par accesible. A partir de ahí, el dominio construye por sí mismo el resto de los enlaces. Todas las acciones se realizan en el panel de administración web; cambiar la configuración de Meshwork requiere el rol de administrador. Los campos exactos y su ubicación se describen en la sección *Interfaz web*.

Requisitos y accesibilidad

- **Accesibilidad de red.** Un nodo debe poder establecer una conexión TCP con el servidor web administrativo de un par. El puerto se toma de la dirección del par («host:puerto») o del puerto público que el par anuncia sobre sí mismo (*Identidad del nodo*) — es siempre el puerto en el que está configurado su servidor web y, si el par tiene HTTPS habilitado, su puerto TLS. Los valores para una instalación nueva se indican en *Configuración inicial*; el puerto necesario de un par debe estar abierto desde los demás nodos.
- **HTTPS para el autodescubrimiento a través de internet.** Si los nodos del dominio descubiertos automáticamente se comunican por direcciones públicas (de internet), necesitan establecer entre ellos una conexión segura (HTTPS) para confirmar de forma segura la autenticidad mutua a través de la red abierta. Por ello, habilite HTTPS al menos en los nodos a través de los cuales se realiza el descubrimiento. La activación de HTTPS surte efecto tras un **reinicio** del servidor. Si los nodos solo son accesibles por direcciones públicas y ninguno usa HTTPS, los enlaces directos descubiertos automáticamente no se autentican: el nodo sigue siendo visible (mediante retransmisión desde un par), pero su enlace directo se marca con un motivo (véase *Mapa de red y catálogo de recursos*).
- **Red local — HTTPS no requerido.** Si los nodos del dominio se comunican por direcciones privadas de una única red de confianza (`10.x.x.x`, `172.16`–`31.x.x`, `192.168.x.x`, así como `127.x.x.x` y `169.254.x.x`), no se necesita una conexión segura para el autodescubrimiento: los nodos confirman la autenticidad también por HTTP simple. Un nodo se reconoce como local por su dirección IP, así que en una red local especifique los pares precisamente por direcciones IP y no por nombres de dominio. HTTPS puede habilitarse igualmente: se usará si está disponible.
- **Un enlace explícito funciona también por HTTP**: el requisito de HTTPS no se le aplica en ningún caso.
- **El nombre y el secreto son obligatorios.** Un nodo participa en la red solo si tiene definidos un nombre y un secreto de firma. Sin nombre o sin secreto, un nodo no participa en Meshwork.
- **Restricciones de los nombres.** El nombre de un nodo tiene de 2 a 16 caracteres, el nombre de un dominio no supera los 16 caracteres; se permiten letras latinas, dígitos y los caracteres `_`, `-`, `.`. Los espacios y otros caracteres no se admiten (por ejemplo, el dominio «Alex Home» no puede definirse: use `Alex_Home`).

Identidad del nodo

En la configuración del servidor se define cómo se presenta el nodo en la red:

- **Nombre del nodo** — un nombre corto y único por el que los demás reconocen el nodo. Un nombre vacío significa que el nodo no participa en la red.
- **Nota** — una etiqueta arbitraria del nodo (por ejemplo, «Moscú, rack 3»), que se muestra en el panel de administración por comodidad y no afecta al funcionamiento de la red.
- **Dominio** — los nodos con el mismo dominio se encuentran automáticamente, comparten un catálogo de recursos común y replican las alertas. Un valor vacío desactiva el autodescubrimiento (el nodo solo puede funcionar mediante la lista explícita de pares).
- **Puertos públicos** (HTTP y HTTPS) — los puertos que el nodo comunica a los pares para la accesibilidad inversa bajo traducción de direcciones (NAT). Si no se definen, el nodo comunica sus propios puertos del servidor web.
- **Dominios adicionales** (modo super-node) — el nodo participa en el autodescubrimiento de cada dominio listado en igualdad de condiciones con el principal. Los recursos permanecen aislados por dominio: el nodo no los mezcla.

Pares y secretos

Aquí se define con qué pares el nodo mantiene un enlace directo y cómo las partes se verifican entre sí. Las solicitudes entre nodos se firman con un secreto compartido, por lo que sin secretos coincidentes no se establece ningún enlace. La longitud de cada secreto es de 16 a 128 caracteres.

La lista de pares está formada por entradas del tipo «dirección — nombre — secreto»:

- **Dirección** de un par — el «host:puerto» de su panel de administración. Una entrada puede no tener dirección: tal par nunca es llamado por este nodo (solo se conecta él mismo) y se identifica por nombre y secreto — esto se usa para un nodo tras NAT que solo puede iniciar una conexión.
- **Nombre** de un par debe coincidir exactamente con el nombre definido en el propio par.
- **Secreto compartido** del enlace con este par debe ser el mismo en ambos extremos.

Además de la lista de pares, un nodo tiene su **propio secreto de firma**: con él el nodo firma sus solicitudes salientes. Un par verifica la firma con el secreto que guarda para ese nodo, por lo que el propio secreto del nodo debe coincidir con el secreto registrado sobre él en cada par.

Nota: Regla práctica: para un sitio sencillo, defina un único secreto compartido y úselo tanto como propio secreto de firma en cada nodo como como secreto en cada entrada de par — así cualquier par de nodos se autentica de la misma manera. Para una separación más estricta, puede mantener un secreto distinto por enlace.

Inicio rápido

Opción A. Dos nodos directamente (enlace explícito)

El Meshwork más simple son dos servidores conectados manualmente.

1. En cada nodo, defina un nombre corto único (por ejemplo, `node1` y `node2`).
2. En cada nodo, añada una entrada de par: la dirección de su panel de administración, su nombre y el secreto compartido.
3. En cada nodo, defina el propio secreto de firma. Lo más sencillo es mantener un único secreto compartido para ambos nodos.
4. Abra el mapa de red en el panel de administración. En unos segundos, ambos nodos se verán mutuamente en estado «online».

Para esto no es necesario definir un dominio, pero sin un dominio común solo obtendrá la visibilidad mutua de los nodos. El catálogo de recursos común y la replicación de alertas funcionan solo entre nodos con el mismo dominio — si los necesita, defina un dominio común para los nodos (opción B).

Opción B. Un dominio con autodescubrimiento

Cuando hay más de dos nodos, es más cómodo asignarles un dominio común que enumerar cada enlace manualmente.

1. En cada nodo, defina un nombre único y el dominio común del sitio.
2. Si los nodos del dominio se comunican a través de internet (por direcciones públicas), habilite HTTPS en al menos uno o dos nodos del dominio y reinícielos (véase *Requisitos y accesibilidad*). En una red local este paso puede omitirse.
3. Enlace los nodos mediante un «punto de entrada»: en cada nodo, indique al menos un par ya operativo (dirección, nombre, secreto compartido), como en la opción A. El nodo encontrará por sí mismo el resto de los nodos del dominio.
4. Abra el mapa de red. En unos segundos aparecerán en él todos los nodos del dominio: los indicados explícitamente como permanentes, los encontrados automáticamente como autodescubiertos.

Nodos tras NAT

Un nodo en una red privada, inalcanzable directamente desde el exterior, puede participar plenamente en la red como **iniciador**. Él mismo establece una conexión con un par accesible, y por esta única conexión los datos circulan en ambos sentidos — el nodo se anuncia y recibe información sobre los demás. Para tal nodo basta con indicar al menos un par accesible.

La información sobre un nodo NAT se propaga automáticamente por el dominio: un par que está online con él retransmite su estado a los demás. En los pares lejanos, tal nodo se mostrará como recibido mediante retransmisión, pero en estado «online».

Para que un nodo tras NAT sea accesible también para conexiones entrantes (por ejemplo, para servir como punto de entrada del dominio), configure la publicación del puerto público (véase *Identidad del nodo*) y reenvíe este puerto en el router/cortafuegos hacia el servidor web administrativo del nodo. Del lado de los pares, tal nodo se mantiene con una entrada «nombre + secreto sin dirección»: el par no intentará en vano llamar a la dirección privada, sino que identificará el nodo por nombre y secreto cuando este se conecte por sí mismo.

Problemas comunes

- **Los nodos no se ven entre sí.** Compruebe: ambos tienen definido un nombre de nodo; cada uno tiene un secreto de firma y coincide con el registrado sobre él en el par; la dirección del par es correcta y su puerto de administración está abierto desde el otro nodo.
- **Un par está en estado «offline».** El nodo ha superado la ventana de espera: compruebe la red y el funcionamiento de su servidor web. Para un nodo tras NAT, asegúrese de que él mismo inicia la conexión con un par accesible o de que están configurados la publicación y el reenvío de puerto.
- **Un par autodescubierto está marcado con un motivo, el enlace directo no funciona.** En el dominio no se logra confirmar la autenticidad de los nodos. Si se comunican a través de internet, habilite HTTPS en al menos un nodo del dominio y reinícielo; en una red local, compruebe que los pares están indicados por direcciones IP y no por nombres de dominio. Por un enlace explícito (nodos permanentes) el enlace funciona también sin HTTPS.
- **Indicación de NAT falsa.** Si los nodos están indicados por nombres de dominio y no por IP, la indicación de NAT puede no determinarse a partir de la dirección — esto no interfiere con el funcionamiento. Para un diagnóstico de NAT fiable, use direcciones IP.
- **El cambio de dominio «reinició» el mapa.** Cambiar el dominio o el conjunto de dominios adicionales reconstruye la pertenencia: los enlaces autodescubiertos y el catálogo común se reinician temporalmente y se reconstruyen. Esto es normal.

Mapa de red y catálogo de recursos

Meshwork ofrece dos pantallas de resumen en el panel de administración: un mapa de los nodos de la red y un catálogo común de los recursos de red ocupados. Ambos se actualizan automáticamente y consolidan en todo el dominio información que de otro modo habría que recopilar manualmente de cada servidor.

Mapa de red

El mapa muestra la composición de la red: una fila por cada nodo conocido, incluido aquel desde el que lo está viendo. Los nodos comprueban la conectividad entre sí aproximadamente cada 5 segundos, y la vista se actualiza sola. Si Meshwork no está configurado, la lista está vacía.

Lo que muestra la fila de un nodo:

- **Nombre del nodo** y la dirección de su panel de administración.
- **Nodo propio** — la fila del nodo en el que está viendo el mapa; está marcada de forma especial y siempre se muestra como «online».
- **Tipo de enlace** — permanente (un nodo de la lista explícita de peers) o autodescubierto (encontrado automáticamente a través de un dominio común).
- **Estado** — «online» u «offline». Si no hay confirmaciones de un nodo durante unos 15 segundos, se marca como «offline». El reinicio de un peer se detecta automáticamente, por lo que un breve parpadeo del estado justo después de su reinicio es normal.
- **Último contacto** — cuándo se produjo la última conexión correcta.
- **Dominio** — el dominio o los dominios del nodo. Un super-node tiene varios, y el nodo se marca además como `super`.
- **NAT** — indicación de que se ha detectado traducción de direcciones en la ruta hacia el nodo.

- **Retransmisión / A través de** — si la información de disponibilidad y NAT de un nodo se obtiene no directamente, sino a través de un nodo vecino, la fila se marca como «retransmisión», y en el campo «a través de» se muestra el nombre de ese vecino. Así se muestran, por ejemplo, los nodos detrás de NAT que este nodo no puede alcanzar directamente. En cuanto se establece un enlace directo, este tiene prioridad sobre la información retransmitida.
- **Motivo** — aparece si un peer autodescubierto es accesible directamente pero no se puede autenticar. Normalmente esto significa que los nodos se comunican por direcciones públicas y en el dominio no hay ningún nodo con HTTPS habilitado a través del cual los nodos confirmen mutuamente su autenticidad (véase *Requisitos y accesibilidad*). La marca significa que el enlace **directo** no funciona; el propio nodo puede seguir estando «online» mediante retransmisión. En una red local (nodos con direcciones IP privadas) esta marca no aparece.

Catálogo común de recursos

Una pantalla independiente del panel de administración muestra un catálogo distribuido de los recursos de red ocupados: todas las entradas y salidas UDP / RTP / Pro-MPEG / RIST en ejecución en los nodos del dominio. Es una lista a nivel de dominio de las direcciones y puertos ocupados; resulta cómoda para elegir un recurso libre y ver dónde ya se está usando cada stream.

Para cada entrada, el catálogo muestra el protocolo y la dirección (entrada/salida), el nodo de origen, el dominio, la dirección/grupo/puerto, la VLAN, si es necesario la fuente para source-specific multicast y una nota.

El mismo catálogo responde también a la pregunta inversa — quién más trabaja con la dirección de una entrada o de una salida concreta: junto a la dirección se encuentra el botón «Mostrar en la biblioteca» (*Biblioteca — este flujo*).

La publicación se controla mediante dos campos adicionales de la propia entrada/salida (se muestran solo en los transportes que aparecen en el catálogo — UDP / RTP / Pro-MPEG / RIST / PS1 / SRT; los nombres son los de la interfaz): Peer note (meshwork library) — nota pública para el catálogo (si está vacía, se utiliza la nota habitual del registro) y Peer private — exclusión del registro de la publicación.

Tipo de enlace PS1 / SRT

Además de UDP / RTP / Pro-MPEG / RIST, el catálogo también incluye las conexiones *PS1* y *SRT*. Una conexión de este tipo tiene dos lados: el llamante (marca hacia una dirección remota) y el que escucha (acepta la conexión). Para el lado llamante, el catálogo muestra el tipo de enlace:

- **interna** — la entrada/salida está configurada para conectarse como miembro del dominio (autologin de dominio activado): se conecta a otro nodo de la red y confirma su pertenencia al dominio;
- **externa** — no hay confirmación de pertenencia al dominio: es una conexión normal a un punto arbitrario. Aunque en la dirección indicada haya un nodo de la red, sin autologin de dominio el enlace se considera externo — el tipo refleja cómo está configurada la conexión, no si el destinatario forma parte de la red.

Es una marca indicativa: no afecta a la transmisión en sí, pero ayuda a distinguir los enlaces intradominio confirmados de los externos. En los lados que escuchan y en la familia UDP / RTP no se muestra el tipo.

Alertas (alerter)

El alerter es un servicio de notificaciones integrado. Vigila el estado de los flujos, el hardware del nodo, la recepción DVB y la grabación DVR, y genera **alertas** (incidentes) cuando algo supera los límites establecidos. La lista de alertas activas se ve en el panel de administración; en una red con la replicación a nivel de dominio activada, cada nodo muestra un conjunto consolidado de alertas de todo el dominio.

El alerter también funciona en un nodo aislado — Meshwork solo es necesario para la replicación de alertas a nivel de dominio.

Cómo funciona una alerta

- Cada incidente tiene un **identificador estable**: la reaparición del mismo problema es el mismo incidente, no uno nuevo.
- Un incidente pasa por estados: **generado** (observado por primera vez), **actualizado** (observado de nuevo con un cambio significativo), **resuelto** (el problema ha desaparecido). El conjunto activo son los incidentes que aún no se han resuelto.
- Cada alerta tiene un **nivel de gravedad** (en orden creciente: información, advertencia, error, crítico, requiere acción del administrador), un **código** (el tipo numérico de incidente — véase el catálogo más abajo), una **fuente** (flujo, nodo, almacenamiento), un **nodo de origen** (quién generó la alerta) y un nombre de objeto legible.
- La mayoría de las alertas son **por nivel**: el servicio reevalúa periódicamente la condición y genera o resuelve la alerta por sí mismo. Una parte de las alertas que requieren acción del administrador son **persistentes**: no se resuelven por sí solas hasta que se elimina la causa (se resuelven manualmente, véase *Consulta y resolución de alertas*).

La lista de alertas activas se mantiene en memoria y se borra al reiniciar el servicio.

Control a nivel de flujo. Cada flujo tiene un interruptor que silencia por completo sus alertas (junto con las alertas de sus entradas y salidas) y un retardo de alerta: una fuente que se recupera dentro del tiempo establecido no genera alerta — esto suaviza los parpadeos de corta duración.

Ajustes del alerter

Los ajustes se encuentran en la sección de alertas y requieren el rol de administrador. Los campos exactos se describen en la sección *Interfaz web*; a continuación, lo que se puede configurar.

- **Interruptor principal** del servicio de notificaciones (activado por defecto).
- **Replicación a nivel de dominio** (activada por defecto): un nodo comparte sus alertas con los nodos del mismo dominio y recibe las de ellos — cada nodo muestra un conjunto consolidado. Solo tiene efecto cuando hay un dominio definido.
- **Replicación de alertas del sistema** (desactivada por defecto): las alertas sobre el hardware del nodo (CPU y memoria del host, proceso del streamer y transcodificadores, carga de red y GPU, hilos de trabajo y el frontend DVB — códigos 16–23 y 40–45) son locales por defecto; actívela para que también se repliquen a nivel de dominio. Las alertas de almacenamiento (códigos 24–25) permanecen siempre locales.
- **Umbrales de flujo**: tiempo de espera por ausencia de datos (por defecto 15 s), tasa de bits mínima admisible (comprobación desactivada por defecto), umbral de errores del contador de continuidad en una ventana de 10 s (niveles de advertencia y error).

- **Umbrales de recursos del nodo** — pares «advertencia / error» en porcentaje para el CPU y la memoria del host, el proceso del streamer y los transcodificadores, la carga de la interfaz de red y del GPU, así como el llenado del almacenamiento DVR. Los umbrales del host se establecen más altos que los del proceso del streamer y los transcodificadores, de modo que un componente individual advierta antes de que se sature toda la máquina. El valor 0 desactiva el nivel correspondiente.
- **Umbrales del frontend DVB** — nivel de señal, SNR/calidad, tasa de errores de bit y bloques no corregidos; se aplican a un adaptador con enganche de señal.
- **Umbrales de grabación DVR** — el número de escrituras fallidas consecutivas, el multiplicador de estancamiento de la grabación, la proporción de no cobertura del archivo y el tiempo de lectura/escritura de los chunks en disco.

Catálogo de códigos de alerta

El código es el tipo numérico de incidente, cómodo para la agrupación y la localización. La columna «Replicación» indica si la alerta se replica a nivel de dominio (cuando la replicación está activada) o permanece local al nodo.

Flujos: estado y ciclo de trabajo (fuente — flujo)

Código	Evento	Replicación
1	una entrada o salida pasó al estado de error	a nivel de dominio
2	error irrecuperable del ciclo de trabajo, se necesita reinicio manual (requiere acción del administrador)	a nivel de dominio
3	un flujo en ejecución no entrega datos durante más del tiempo de espera	a nivel de dominio
4	la tasa de bits del flujo se mantiene por debajo del mínimo	a nivel de dominio
13	el flujo está en pausa: no queda ninguna entrada utilizable (requiere acción del administrador)	a nivel de dominio
14	una entrada o salida se autoaparcó y no se recupera al reintentar (requiere acción del administrador)	a nivel de dominio
27	el flujo funciona en la entrada de reserva — se produjo una conmutación	a nivel de dominio
39	carga alta de CPU por el hilo de trabajo del flujo	a nivel de dominio

Conformidad del flujo de transporte (analizador TR 101 290) (fuente — flujo; todas se replican a nivel de dominio)

Código	Evento
5	discontinuidades PCR repetidas (TR 101 290, 2.3)
6	intervalo de repetición PCR mayor de 40 ms (2.3a)
7	intervalo de repetición PAT mayor de 500 ms (1.3)
8	intervalo de repetición PMT mayor de 500 ms (1.5)
9	intervalo de repetición PTS mayor de 700 ms (2.5)
10	precisión PCR peor que 500 ns (2.4)
11	desbordamiento o subdesbordamiento del buffer T-STD para vídeo (3.3)
12	deriva PCR mayor de 30 ppm (histórico: la alerta ya no se genera, la deriva se muestra como métrica — *Mediciones permanentes*)
15	errores del contador de continuidad por encima del umbral en una ventana corta (1.4)
46	error de CRC en las tablas PSI (2.2)
47	el indicador transport_error_indicator está activado (2.1)
48	intervalo de repetición de la tabla SI superado (SDT / EIT / TDT / NIT)
49	veredicto global: el flujo no cumple con TR 101 290

Una parte de los códigos del analizador aparece solo cuando las opciones de análisis están activadas (análisis profundo, análisis de discontinuidades PTS, análisis del buffer T-STD) y se aplica únicamente a flujos de tasa de bits constante; el veredicto global (49) solo se emite para una tasa de bits fiablemente constante. Más detalles en la sección *Analizador*.

Recursos y hardware del nodo (fuente — sistema)

Código	Evento
16	carga de CPU del host por encima del umbral
17	uso de memoria del host por encima del umbral
18	CPU del proceso del streamer por encima del umbral
19	memoria del proceso del streamer por encima del umbral
20	CPU total de los transcodificadores por encima del umbral
21	memoria total de los transcodificadores por encima del umbral
22	carga de la interfaz de red por encima del umbral (por interfaz)
23	carga de GPU por encima del umbral (por dispositivo)
24	llenado del almacenamiento DVR por encima del umbral (por almacenamiento)
25	el sistema de archivos del almacenamiento DVR no está disponible (requiere acción del administrador)
40	carga alta de CPU por el hilo de trabajo del adaptador DVB
41	el frontend DVB perdió la señal (lock)
42	nivel de señal DVB por debajo del umbral
43	SNR/calidad de la señal DVB por debajo del umbral
44	tasa de errores de bit (BER) DVB por encima del umbral
45	bloques no corregidos DVB por encima del umbral

Todas las alertas de este grupo son locales por defecto. Los códigos 16–23 y 40–45 pueden replicarse a nivel de dominio con el interruptor de replicación de alertas del sistema; los códigos 24–25 permanecen siempre locales. Las alertas de umbral del frontend DVB (42–45) se evalúan solo en un adaptador con enganche de señal; el código 41 se genera al perder el enganche (lock). El BER (44) está desactivado por defecto, ya que la escala en bruto depende del receptor (véase *Receptor DVB*).

Meshwork y ciclo de vida (fuente — red/sistema; local)

Código	Evento
26	un nodo de la red se quedó en silencio — dejó de confirmar la conexión
28	el proceso del streamer terminó de arrancar (notificación de corta duración)
37	dos nodos con el mismo nombre en un mismo dominio (requiere acción del administrador)

Salud de la grabación DVR (fuente — flujo; local)

Código	Evento
29	las escrituras de segmentos o del índice DVR fallan — el archivo no se está escribiendo
30	la grabación DVR se ha estancado: hay entrada, pero no se guarda un nuevo segmento durante mucho tiempo
31	el archivo DVR se ha degradado — huecos en la cobertura reciente
32	el índice del archivo DVR está dañado (requiere acción del administrador)
50	tiempo de lectura/escritura elevado de los chunks DVR en disco

Configuración, transcodificadores, OTT y certificados (fuente — sistema/flujo)

Código	Evento	Replicación
33	la configuración principal no se pudo cargar al arrancar, el servicio arrancó con la de reserva (requiere acción del administrador)	a nivel de dominio
34	en modo low-latency HLS/DASH se descartaron pistas de audio en un códec no compatible (se admiten AAC y AC-3)	a nivel de dominio
35	no se pudo emitir o renovar el certificado HTTPS mediante el cliente ACME integrado	a nivel de dominio
36	un transcodificador configurado no se pudo cargar al arrancar — no hay archivo ejecutable o dispositivo (requiere acción del administrador)	a nivel de dominio
38	el flujo requiere un transcodificador (software, NVIDIA o Intel VPL) no disponible en este nodo (requiere acción del administrador)	local

Módulo de acceso condicional (CI/CAM, EN 50221) (fuente — sistema; local)

Código	Evento
51	el módulo CAM ha sido extraído (requiere acción del administrador)
52	sin suscripción: el módulo informa de que el programa no está pagado
53	error CI/CA — un error irrecuperable de canal o de acceso condicional

Consulta y resolución de alertas

El panel de administración tiene una sección de alertas con una lista de alertas. Se puede filtrar por conjunto (solo activas / solo resueltas / todas), por nivel de gravedad, por tipo e identificador de la fuente, por código, por dominio y por tiempo, y también se puede buscar por el texto del mensaje. Por defecto se muestran tanto los registros activos como los resueltos recientemente (el registro de transiciones), por lo que el número total de filas puede superar el número de incidentes activos — para el conjunto activo actual, elija el modo «solo activas».

No es necesario consultar el estado manualmente: el panel de administración recibe los cambios del conjunto activo en tiempo real y actualiza la lista por sí mismo, en cuanto una alerta se genera, se actualiza o se resuelve.

Las alertas por nivel se resuelven automáticamente cuando la condición desaparece. Las alertas persistentes que requieren acción del administrador (por ejemplo, un error de carga de la configuración,

la indisponibilidad del almacenamiento, un error grave del ciclo de trabajo) no se resuelven por sí solas: una vez eliminada la causa, dicho incidente se resuelve (se confirma) manualmente. La resolución tiene efecto en el nodo que generó la alerta: si en la red ve un incidente ajeno (replicado a nivel de dominio), debe resolverlo en el nodo de origen (se indica en la fila).

Replicación de alertas a nivel de dominio

Con la replicación activada y un dominio definido, cada nodo muestra un conjunto activo consolidado de todo el dominio: las alertas propias del nodo más las alertas de los peers del mismo dominio. Cada fila indica el nodo de origen, de modo que se ve en qué nodo exactamente se produjo el problema.

- **Se replican a nivel de dominio:** las alertas de flujo y las alertas de conformidad del flujo de transporte, la conmutación a la entrada de reserva, los errores de carga de la configuración y del transcodificador, el descarte de audio OTT, el error de certificado ACME.
- **Permanecen locales:** las alertas de recursos sobre hardware y almacenamiento, «nodo en silencio», la colisión de nombres de nodos, la notificación de arranque del servicio, las alertas de salud de la grabación DVR y las alertas del módulo de acceso condicional. Las alertas del sistema sobre el hardware (códigos 16–23 y 40–45) se pueden pasar a replicación con el interruptor de replicación de alertas del sistema.

Cada nodo genera por sí mismo la alerta «nodo de la red en silencio» sobre el peer que dejó de responder — por eso, para un mismo nodo caído, sus peers generarán tal alerta de forma independiente unos de otros.

Entrega externa de alertas

Además de la lista en el navegador, las alertas se pueden entregar a un comando externo, a un chat de Telegram y por correo electrónico (SMTP). Cada canal es independiente y está desactivado por defecto, y realiza la entrega en su propio hilo en segundo plano, por lo que un destinatario lento o inaccesible no retrasa los demás canales ni el propio servicio.

Cada canal tiene un nivel de gravedad mínimo para la entrega (advertencia por defecto): se entrega cada alerta visible en el nodo (propia o replicada a nivel de dominio) que no sea inferior a este nivel, tanto al generarse como al resolverse. Los parámetros de conexión de cada canal se describen en la sección *Interfaz web*.

Problemas comunes

- **Las alertas de los peers no se ven.** Compruebe que la replicación a nivel de dominio está activada en los nodos y que hay un dominio común definido. Las alertas del sistema sobre el hardware son locales por defecto — active la replicación de alertas del sistema si también necesita verlas a nivel de dominio.
- **Una alerta persistente no desaparece tras eliminar la causa.** Resuélvala manualmente en el nodo de origen.

1.7 Streamer: detalles de implementación

Esta sección describe cómo un nodo procesa los flujos: los pipelines SPTS y MPTS, el analizador, el demultiplexor y el multiplexor, los flujos de prueba, la distribución OTT y el DVR, los transcodificadores, la recepción DVB, la publicación y la recepción RTMP, el trabajo con archivos y aplicaciones externas, el EPG. El modelo general de transmisión y los protocolos se describen en la sección *Planificación y protocolos de transmisión de datos*, y el control a través de la interfaz web en la sección *Interfaz web*.

1.7.1 Flujos SPTS

SPTS (Single Program Transport Stream) es un flujo MPEG-TS con un solo programa; es la unidad básica de procesamiento de Perfect Streamer. El tipo de flujo — SPTS o MPTS — se selecciona al crearlo y no puede modificarse posteriormente. Para un flujo SPTS se selecciona además el tipo de contenido (valores tal como aparecen en la interfaz): Default (audio + video), Audio only (sonido sin vídeo, canales de radio) o Video only.

Se admiten los flujos cifrados (con scrambling): el scrambling se detecta automáticamente y, mientras dura, se suspenden las comprobaciones de los flujos elementales. El ajuste «Canal cifrado» declara el flujo permanentemente cifrado y desactiva la detección automática.

Los requisitos generales del flujo de entrada se enumeran en *Requisitos del flujo de entrada*; los protocolos de recepción y de transmisión, en la sección *Planificación y protocolos de transmisión de datos*. El procesamiento de los multiplex se describe en *Flujos MPTS*. La creación y la configuración de los flujos se realizan en la interfaz web (*Flujos*).

Pipeline de procesamiento

Todas las entradas del flujo convergen en el conmutador de entradas; a continuación el flujo atraviesa las etapas sucesivas de procesamiento:

1. **Conmutador de entradas** — selecciona la fuente activa y conmuta el flujo a la entrada de reserva en caso de fallo (*Redundancia de fuentes*).
2. **Filtro TS** — filtrado y modificación opcionales del MPEG-TS (*Filtrado MPEG-TS*, *Modificación del flujo*).
3. **Analizador** — comprobación continua de la validez y medición del flujo (*Analizador*); según su veredicto, el conmutador de entradas declara la fuente en fallo. Los datos del analizador los utilizan también el mosaico (*Mosaico*, se desactiva con el ajuste «Generar mosaico»), la importación de EPG y el decodificador de subtítulos.
4. **Nivelación de la tasa de bits** — relleno opcional hasta una tasa de bits constante y corrección del intervalo PAT/PMT (*Control de la tasa de bits*).
5. **Sincronizador** — emisión de los paquetes al ritmo del PCR con compensación del jitter de red (*Sincronización*). Aquí mismo el generador de EIT inserta las tablas de la guía de programación (*Generador EIT*).

Desde la salida del sincronizador el flujo se distribuye a todas las salidas: protocolos de transporte (*Protocolos Peer de transmisión fiable*), grabación en archivo, multiplexor MPTS (*Multiplexor*), transcodificador (*Transcodificadores*), así como al subsistema OTT / DVR (*OTT y DVR*). Un flujo SPTS también puede tener como fuente un programa concreto de un multiplex: la entrada demultiplexora (tipo demuxer) lo extrae de un flujo MPTS o de un receptor DVB por el número de programa (*Demultiplexor*).

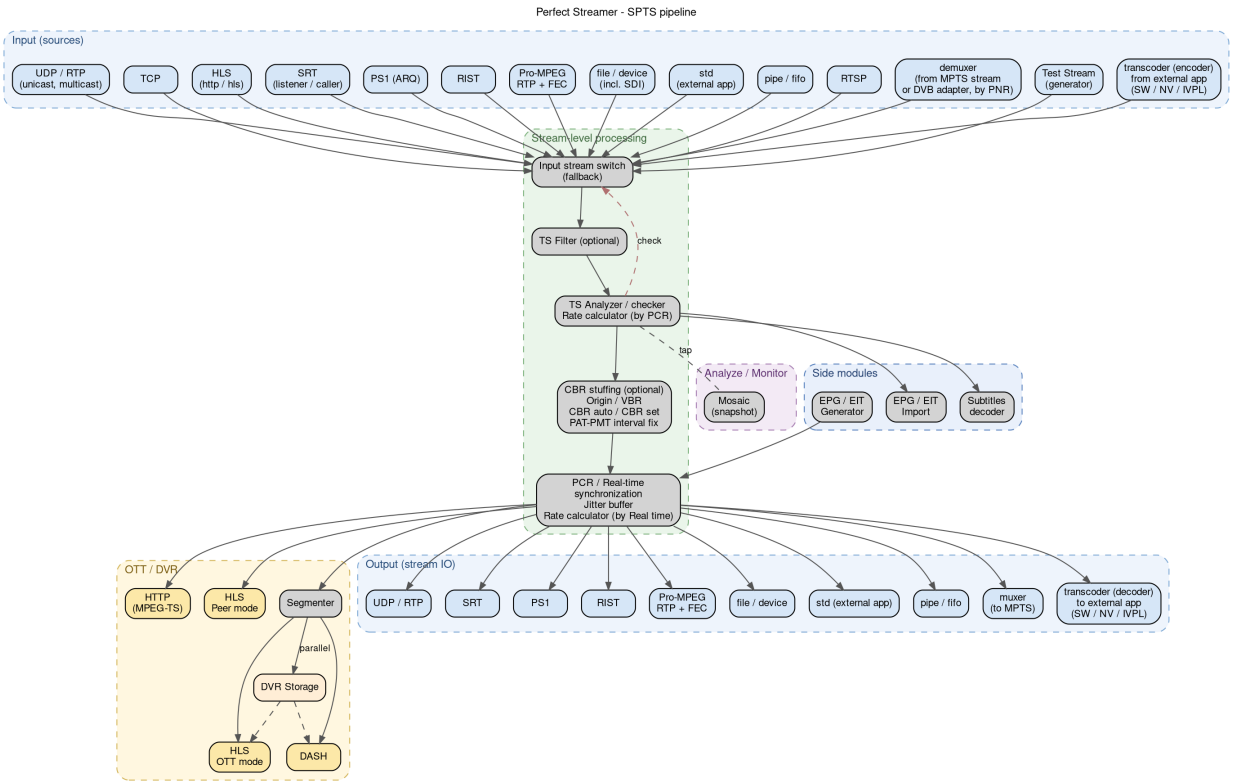


Figura 2: Pipeline del flujo SPTS: entradas, procesamiento a nivel de flujo (conmutador de entradas, filtro TS, analizador, nivelación de la tasa de bits, sincronizador), subsistema OTT / DVR y salidas.

Redundancia de fuentes

Un flujo puede tener varias entradas, pero solo una está activa en cada momento. El orden de las entradas en la lista determina la prioridad: la primera es la principal, las demás son de reserva. Si la entrada activa se declara en fallo, el flujo conmuta a la siguiente de la lista; después de la última entrada el recorrido continúa por la primera. Una entrada puesta en pausa no se tiene en cuenta al conmutar.

El fallo lo determina el analizador: una entrada se considera en fallo si el flujo no supera la comprobación de validez o si no llegan datos durante más tiempo que el tiempo de espera configurado. El funcionamiento del flujo en una entrada de reserva queda registrado mediante una alerta (*Alertas (alerter)*).

Los ajustes de conmutación se encuentran en la pestaña «Flujo» del editor de flujo (*Configurar flujo*):

«Tiempo de espera del flujo (s)»
: Tiempo sin flujo de entrada válido tras el cual se realiza la conmutación a la siguiente entrada. Por defecto, 30 segundos.

«Intervalo de comprobación (s)»
: Periodo de recomprobación de las fuentes. Por defecto, 60 segundos.

«Recomprobar la entrada principal»
: Mientras el flujo funciona en una entrada de reserva, las entradas situadas más arriba en la lista se vuelven a comprobar con el intervalo de comprobación. En cuanto una fuente de mayor prioridad vuelve a ser válida, el flujo regresa a ella. Activado por defecto.

Filtrado MPEG-TS

Por defecto el flujo se transmite tal cual. El filtrado se aplica en dos niveles: las reglas de PID, por separado en cada entrada, y los filtros de tablas, a nivel de flujo.

Las reglas de PID se configuran en la pestaña «MPEG-TS PID» de la ventana de la entrada (*Editor de entrada y salida*):

«Aceptar PID (lista blanca)»
: Lista de los PID permitidos. Si la lista está vacía, se permite todo salvo lo prohibido por la lista negra.

«Rechazar PID (lista negra)»
: Lista de los PID prohibidos. Un PID indicado a la vez en ambas listas se rechaza.

Tras el filtrado, la PMT se regenera según la composición real de los flujos elementales. Las reglas de PID se aplican antes de la disposición automática de PID (*Disposición automática de PID*), si está activada.

Los filtros de nivel de flujo se encuentran en la pestaña «MPEG-TS» del editor de flujo, sección «Filtros» (todos desactivados por defecto):

«Limpiar tablas innecesarias»
: Elimina los datos de servicio ajenos al programa y los flujos elementales de tipos desconocidos; los flujos de tipos conocidos (vídeo, audio, teletexto, subtítulos) y las tablas PAT/PMT se conservan. Las tablas individuales (SDT, EIT, NIT, TDT, CAT) se controlan mediante sus propios filtros.

«Eliminar CAT / ECM / EMM»
: Elimina las tablas y los mensajes de los sistemas de acceso condicional (CAS), incluidos los descriptores CA de la PMT — por ejemplo, para limpiar los restos de CAS tras el descifrado.

«Eliminar EIT»
: Elimina las tablas de la guía de programación de la fuente. Por defecto la EIT pasa de forma transparente.

«Eliminar NIT», «Eliminar TDT»
: Eliminan las tablas de red y de marcas de tiempo de la fuente.

«Eliminar teletexto», «Eliminar subtítulos»
Eliminan los flujos de teletexto y de subtítulos DVB junto con sus entradas en la PMT.

«Eliminar la SDT original» (sección «SDT»)
Elimina la tabla de descripción de servicio de la fuente — por ejemplo, cuando el flujo se envía a un multiplexado posterior. Al asignar un nombre de servicio propio (*Modificación del flujo*), la SDT original se sustituye automáticamente y no es necesario activar este filtro por separado.

Nota: La eliminación de las tablas obligatorias (SDT, NIT, TDT, EIT, CAT) infringe los requisitos de TR 101 290 sobre su presencia en el flujo — se trata de una decisión consciente del operador, apropiada, por ejemplo, cuando el flujo se envía a un multiplexado posterior. Además, cualquier filtrado modifica la composición de los paquetes del flujo; sobre la influencia en la precisión del PCR, véase *Control de la tasa de bits*.

Modificación del flujo

Los datos de servicio propios se definen en la sección «SDT» de la pestaña «MPEG-TS». La generación de la tabla se activa mediante el campo «Nombre del servicio» (y también con la generación activa de EIT a partir del EPG): si la fuente no tiene SDT, la tabla se genera; si la tiene, se sustituye por la generada. Los campos «Nombre del proveedor» e «Idioma» rellenan los campos correspondientes de la tabla generada. El ajuste «ID de red» define el identificador de red para las tablas EIT generadas cuando la fuente no comunica un identificador de red propio; si la fuente lo incluye, se utiliza ese.

El número de programa se reasigna en la sección «Número de programa»: active «Cambiar el número de programa» y defina «Nuevo número de programa». Las tablas PAT y PMT se regeneran con el nuevo número; la SDT y la EIT también se vuelven a generar.

«Fijar el intervalo PAT/PMT» — regenera la PAT/PMT y las inserta con un intervalo conforme a TR 101 290. Se aplica a las fuentes con tablas escasas o irregulares.

La reasignación de los PID y de los idiomas se realiza en la entrada, pestaña «MPEG-TS PID» de la ventana de la entrada:

«Reasignar PID»
Pares «De PID» / «A PID» — sustitución de los identificadores de los flujos elementales, por ejemplo para adecuar el flujo al plan de PID de la red. Con la disposición automática de PID (*Disposición automática de PID*) activada, estos pares no surten efecto.

«Reasignar el idioma del audio»
Pares «PID de audio» / «Nuevo idioma» — sustitución del idioma de la pista de audio en la PMT.

La generación de EIT a partir de una fuente EPG externa se activa en la sección «Generar EIT a partir del EPG» de la pestaña «Flujo»: se seleccionan «Fuente EPG» y «Canal EPG», y en el flujo se insertan tablas EIT con la guía de programación (*Generador EIT*). La operación inversa es el ajuste «Extraer la EIT a la base de datos EPG», que exporta la guía de programación del flujo a la base EPG del nodo (*Importación de EPG/XMLTV*).

En las entradas que reciben el flujo de transporte original está disponible el descifrado BISS por software: en la entrada se define una clave BISS-1 o BISS-E y el flujo se descifra antes del análisis y del procesamiento posterior. La recepción de servicios cifrados desde un receptor DVB (CAM, BISS a nivel de adaptador) se describe en *Receptor DVB*.

Disposición automática de PID

De forma predeterminada, los identificadores de los flujos elementales pasan de la fuente al flujo de salida sin cambios, por lo que al conmutar a una entrada de reserva la disposición de PID en la salida sigue a la fuente. La disposición automática asigna los PID por sí misma, con la misma regla para cualquier entrada: el plan de PID del flujo de salida no varía sea cual sea la fuente activa en cada momento.

El modo solo está disponible para SPTS y se activa en la sección «MPEG-TS» de la pestaña «MPEG-TS» del editor de flujo:

«Disposición automática de PID»
: Activa el modo.

«PID base»
: El primer PID de la ventana: de 32 a 8127, 32 de forma predeterminada. El límite inferior sitúa la ventana fuera del rango reservado a las tablas PSI/SI; el superior mantiene toda la ventana por debajo del PID de los paquetes nulos.

El programa se renumera en una ventana de 64 PID que comienza en el PID base:

PID	Función
base	PMT
base + 1	vídeo
a continuación	pistas de audio
a continuación	los demás flujos elementales: teletexto, subtítulos DVB, datos, SCTE-35
a continuación	PCR, si no se transporta en uno de los flujos indicados
a continuación	ECM: primero según los descriptores de nivel de programa y después según los de cada flujo
desde el final de la ventana hacia abajo	EMM

Dentro de cada grupo se conserva el orden de la PMT original. Si el programa no tiene vídeo, la disposición se compacta: la primera pista de audio va inmediatamente después de la PMT. Los EMM se asignan desde el final de la ventana, porque la CAT se analiza con independencia de la PMT y puede llegar antes: sus direcciones no deben depender del número de flujos elementales.

Las tablas PAT, PMT y CAT se reconstruyen para la nueva disposición. SDT, NIT, EIT y TDT no se modifican: no contienen referencias a PID.

Qué tener en cuenta al activar el modo:

- El modo activa forzosamente el filtrado MPEG-TS, por lo que los PID no declarados en la PMT y la CAT dejan de salir. Un flujo que dependía del tránsito de PID no declarados los perderá.
- La reasignación manual de PID en las entradas no surte efecto y se ignora, con una advertencia en el registro. La interfaz web oculta esos campos mientras el modo está activo; los pares guardados no se pierden y vuelven al desactivarlo.
- Las listas de aceptación y rechazo de PID siguen funcionando y se aplican antes de la renumeración: solo los flujos elementales supervivientes obtienen una posición y no quedan huecos en la ventana (*Filtrado MPEG-TS*).
- El modo no afecta a la entrada de transcodificador (*Transcodificadores*) ni a la entrada del generador de prueba (*Flujos de prueba*): allí el plan de PID lo construye el codificador o el generador, por lo que sus propios campos PMT PID siguen disponibles.
- Si el programa no cabe en la ventana, no se realiza renumeración alguna: la disposición sigue siendo la original y se escribe una advertencia en el registro; nunca se emite un flujo renumerado a medias.

- El cambio de cualquiera de los dos ajustes se aplica sobre la marcha: el flujo en sí no se reinicia, pero sus entradas y salidas se vuelven a levantar, unos segundos de resincronización.

En las estadísticas del flujo, el bloque «Información de medios — origen» muestra los PID que han llegado a la entrada, mientras que «Información de medios — resultado» y la tabla de tasas de bits por PID muestran los asignados; con el modo activado, la discrepancia entre ambos es normal.

La disposición automática de PID no guarda relación con la asignación de PID en el multiplexor MPTS (*Asignación de PID*): se trata de un ajuste independiente de la entrada muxer.

Control de la tasa de bits

El modo de control de la tasa de bits se define mediante el campo «Modo de tasa de bits» de la pestaña «MPEG-TS» (valores tal como aparecen en la interfaz):

Original (por defecto)
: El flujo se transmite sin modificaciones; las marcas PCR de la fuente no se recalculan.

VBR
: Elimina los paquetes NULL de la fuente, lo que minimiza la tasa de bits. Resulta adecuado cuando el flujo se utiliza únicamente para difusión OTT o para tránsito. En este modo las marcas PCR no se recalculan, por lo que no se garantiza la precisión del PCR según TR 101 290 en la salida.

CBR (auto stuffing)
: Nivela la tasa de bits insertando paquetes NULL (stuffing) hasta un valor constante. La tasa de bits objetivo se determina automáticamente: se fija unos segundos después de la activación, se aumenta ante un exceso sostenido y se reduce gradualmente si el pico del contenido permanece mucho tiempo por debajo del objetivo. El cambio de objetivo no interrumpe la emisión del flujo.

CBR (explicit stuffing)
: Lo mismo, pero la tasa de bits objetivo se define explícitamente mediante el campo «Tasa de bits de relleno (kbps)». Establezca un valor con margen por encima de la tasa de bits real del contenido.

En los modos CBR las marcas PCR se recalculan a partir de los bytes realmente transmitidos, por lo que la salida cumple los requisitos de TR 101 290 sobre la precisión del PCR. Además, con el relleno activo se mantiene en la salida una frecuencia de repetición del PCR dentro de la norma incluso en fotogramas de vídeo largos. En este caso el analizador mide precisamente el flujo emitido y nivelado (*Analizador*).

Cuándo se necesita CBR. Cualquier operación que inserte o elimine paquetes — los filtros de tablas y de PID, la generación de SDT y EIT, la corrección del intervalo PAT/PMT, el cambio del número de programa, así como el propio modo VBR — desplaza la posición del contenido respecto a sus marcas PCR. Si el receptor del flujo exige conformidad con TR 101 290, por ejemplo en la difusión DVB, active el modo CBR: el relleno enmascara esos cambios mediante el recálculo del PCR. Para un flujo situado después del transcodificador, active el modo CBR en el flujo receptor (*PCR y tasa de bits del flujo de salida*).

El estado actual del relleno — la tasa de bits objetivo y la velocidad de inserción de paquetes NULL — se muestra en los datos de la entrada activa de la página del flujo (*Flujos*, sección «Relleno»; la sección solo es visible mientras el relleno está activo).

Sincronización

El sincronizador emite los paquetes hacia las salidas al ritmo de las marcas PCR de la fuente, por lo que el flujo de entrada debe contener PCR válidos. Entre la recepción y la emisión, el flujo se retiene en un búfer de jitter que suaviza la irregularidad de la llegada de los paquetes desde la red.

El búfer se configura por separado en cada entrada (ventana de la entrada, *Editor de entrada y salida*; ajustes adicionales, nombres tal como aparecen en la interfaz):

Auto jitter buffer
: Selección automática del retardo según el tipo de entrada: las entradas TCP y HLS utilizan un búfer ampliado; las demás, el estándar. Activado por defecto.

Jitter buffer (ms)
: Tamaño del búfer definido manualmente cuando el modo automático está desactivado (500 ms por defecto). Aumente el valor si en una red inestable el búfer se vacía con regularidad.

PCR discontinuity window (ms)
: Ventana del salto de PCR admisible (1000 ms por defecto). Un salto fuera de la ventana se considera una discontinuidad del flujo y provoca una resincronización dura.

La divergencia lenta entre el ritmo del PCR de la fuente y el reloj del nodo la corrige el compensador de deriva: la corrección se aplica de forma suave, mediante microdesplazamientos, sin resincronización dura y sin interrumpir la emisión. El control está en la pestaña «Análisis» del editor de flujo: «Compensación de la deriva de sincronización» (activada por defecto) y «Ventana suave de deriva de sincronización (ms)» — zona muerta dentro de la cual no se aplica la corrección (500 ms por defecto). La resincronización dura sigue siendo el mecanismo de reserva para las discontinuidades reales del flujo.

1.7.2 Flujos MPTS

MPTS (Multi Program Transport Stream) es un flujo MPEG-TS con varios programas (servicios); cada programa tiene un número único (PNR). Su aplicación principal es la difusión DVB y el tránsito de multiplex ya formados. El tipo de flujo — SPTS o MPTS — se elige al crearlo y no se puede cambiar posteriormente (*Nuevo flujo*).

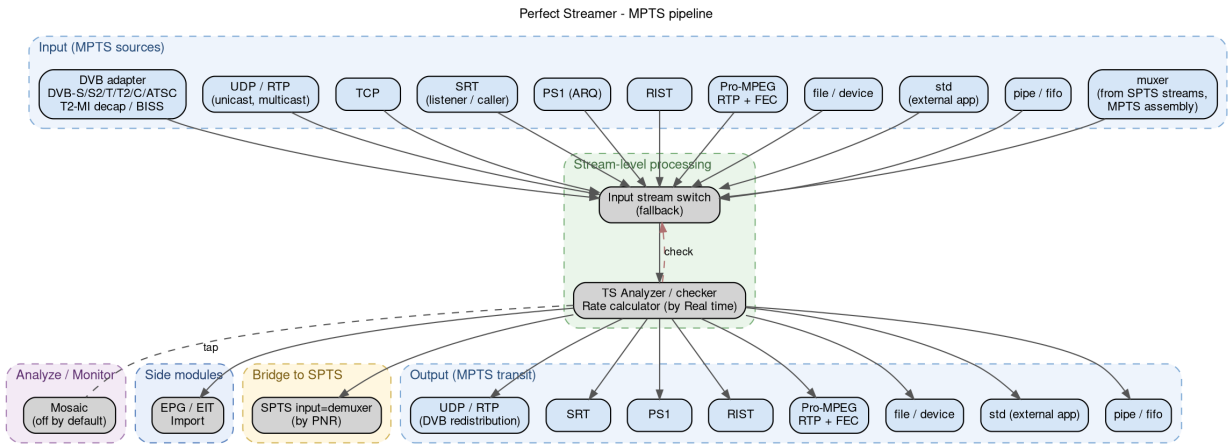


Figura 3: Pipeline del flujo MPTS: tránsito del multiplex sin modificar su composición; el procesamiento de programas individuales se realiza a través del demultiplexor en flujos SPTS.

Tránsito del multiplex

El flujo MPTS es de tránsito: el multiplex se transmite tal cual. El filtrado y la modificación de MPEG-TS (*Filtrado MPEG-TS*, *Modificación del flujo*), los modos de tasa de bits (*Control de la tasa de bits*), la difusión OTT y la grabación DVR (*OTT y DVR*) no se aplican al flujo MPTS. La tasa de bits constante y la composición del multiplex propio se definen durante su ensamblado por el multiplexor (*Multiplexor*); el procesamiento de un programa concreto se realiza tras su extracción a un flujo SPTS (*Demultiplexor*).

Las fuentes de un flujo MPTS son los transportes de red que reciben un multiplex ya formado (UDP / RTP, SRT, PS1, RIST, Pro-MPEG, TCP, archivo y otros — la sección *Planificación y protocolos de transmisión de datos*), el receptor DVB (*Receptor DVB*) y el multiplexor (*Multiplexor*). Las fuentes monoprograma — HLS, RTSP, RTMP, el demultiplexor, el transcodificador, el generador de pruebas — no están disponibles para MPTS. Las salidas son de transporte, incluida la entrega del multiplex a una red de distribución DVB; el flujo MPTS no tiene salidas OTT.

La redundancia de fuentes funciona igual que en los flujos SPTS: varias entradas por prioridad, el tiempo de espera del flujo, el intervalo de comprobación y el retorno a la entrada principal (*Redundancia de fuentes*).

Análisis por programas

El analizador del flujo MPTS lleva el registro de cada programa por separado y de forma agregada para el multiplex: tasa de bits, estado y errores de continuidad, cifrado, información de medios de cada programa, así como los identificadores del multiplex (TS ID e identificador de red). Los contadores agregados de programas — totales, en claro, cifrados y con errores — se muestran en la ventana de estadísticas del flujo (*Estadísticas del flujo*); en la lista de flujos, los flujos MPTS se marcan con el distintivo MPTS y se agrupan aparte. Un programa cifrado se considera válido y no entra en el contador de errores.

Para MPTS, el monitor TR 101 290 (pestaña «Análisis», ajuste «Monitor TR 101 290») emite un único veredicto para todo el multiplex: errores de transporte, continuidad de todos los PID, repetición y discontinuidades del PCR de todos los programas, presencia de las tablas PAT/PMT y SI (NIT, SDT, EIT, TDT). La ventana del salto admisible del PCR se define con el ajuste de entrada «PCR discontinuity window (ms)», igual que en los flujos SPTS (*Sincronización*). Las métricas SPTS en profundidad — precisión del PCR, análisis del búfer de vídeo T-STD, intervalos PTS — no se aplican al multiplex en su conjunto: para un análisis detallado de un programa, extráigalo a un flujo SPTS aparte (*Demultiplexor*, *Analizador*).

En un flujo MPTS el mosaico está desactivado por defecto (ajuste «Generar mosaico»); al activarlo se forma una miniatura para cada programa del multiplex. Supone una carga adicional apreciable: en servidores cargados no se recomienda activar el mosaico del multiplex.

Descifrado BISS

En las entradas de red y de archivo de un flujo MPTS (UDP / RTP, SRT, RIST, Pro-MPEG, TCP, PS1, archivo y similares) está disponible el descifrado BISS por software por programas: se definen pares «número de programa — clave» (BISS-1 o BISS-E) y cada programa indicado se descifra antes del análisis y de su transmisión posterior. El descifrado a nivel del adaptador DVB — CAM y BISS, incluidas las claves para T2-MI — se describe en *Receptor DVB*.

EPG del multiplex

La guía de programación contenida en el multiplex se extrae a la base de datos EPG del nodo mediante el ajuste «Extraer EIT a la base de datos EPG» (*Importación de EPG/XMLTV*). En un flujo MPTS de tránsito no se realiza la generación de EIT: las tablas EIT de los programas las traslada el multiplexor desde los flujos de origen durante el ensamblado (*Multiplexor*, *Generador EIT*).

1.7.3 Analizador

El analizador integrado comprueba y mide de forma continua la entrada activa de cada flujo. Los resultados los utilizan varios subsistemas del nodo: el veredicto de validez gobierna la conmutación de entradas (*Redundancia de fuentes*), las métricas y los gráficos se muestran en la ventana de estadísticas del flujo (*Estadísticas del flujo*), los distintivos resumidos, en la lista de flujos, y las infracciones generan alertas (*Alertas (alerter)*). Los datos del decodificador del analizador los utilizan el mosaico, la importación de EPG y el decodificador de subtítulos (*Pipeline de procesamiento*).

Las comprobaciones y las mediciones básicas están siempre activadas. Los análisis en profundidad se activan mediante ajustes independientes en la pestaña «Análisis» del editor de flujo: cada uno de ellos añade carga de CPU y se activa solo cuando es necesario. Los contadores acumulativos se borran con el botón «Restablecer estadísticas» de la ventana de estadísticas.

Comprobación de validez

El flujo de entrada se comprueba por etapas: enganche de la sincronización de TS, recepción de las tablas PAT y PMT, presencia de marcas PCR y análisis de las pistas de audio y de vídeo hasta la decodificación de un fotograma clave. El resultado se muestra en la ventana de estadísticas, en la sección «Verificador MPEG-TS», mediante los atributos individuales TS, PAT, PMT, PCR, Audio, Audio ES, Video, Video ES. La comprobación se repite con el intervalo de comprobación del flujo; una entrada se declara en fallo si el flujo no supera la comprobación o si no llegan datos durante más tiempo que el tiempo de espera del flujo — entonces se realiza la conmutación a la entrada de reserva (*Redundancia de fuentes*).

El transporte con scrambling es un estado válido (*Flujos SPTS*): los niveles de transporte y de PSI se siguen comprobando y, en cuanto aparecen datos en claro, el análisis completo se reanuda automáticamente.

Mediciones permanentes

Sin ajustes adicionales el analizador mide:

- **Tasa de bits** — la velocidad del flujo de entrada (en SPTS, a partir de las marcas PCR; en MPTS, respecto al tiempo real) y la velocidad de salida después del sincronizador; gráfico «Tasa de bits» en la ventana de estadísticas.
- **Tasa de bits por PID** — la velocidad actual y el número de paquetes por segundo de cada PID de la entrada activa; la tabla del bloque «Analizador» de la ventana de estadísticas. El tipo de PID se obtiene del análisis de las tablas del flujo (PAT, PMT, `video`, `aac` y similares); el PID de los paquetes NULL (8191) se marca como `NULL`, mientras que un flujo cuyo tipo no se ha podido determinar se marca con un guion. La medición es solo para SPTS: un flujo MPTS no dispone de esta tabla con ninguna fuente de multiplex, y la composición y las velocidades de los programas las muestra la tabla del multiplex (*Análisis por programas*).
- **Continuidad y transporte** — errores del contador de continuidad CC (por ventana y acumulados), errores de transporte (TEI) y contadores de paquetes con scrambling; gráfico «Continuidad y cifrado».

- **Intervalo PCR** — el intervalo medio y máximo entre marcas PCR. Con el monitor TR 101 290 activado rige el límite estricto de 40 ms; sin él, el límite de ISO/IEC 13818-1 de 100 ms.
- **Jitter de PCR** — el retraso del planificador de emisión respecto al ritmo del PCR; gráfico «Jitter de PCR».
- **Deriva PCR** — la desviación sistemática de la frecuencia de reloj de la fuente respecto al tiempo real, en ppm. A diferencia del jitter, la deriva caracteriza la estabilidad del cristal de cuarzo del codificador y se acumula a lo largo de minutos; un veredicto fiable se forma sobre una ventana de 300 segundos o más. La tolerancia de ISO/IEC 13818-1 es de ±30 ppm; un exceso persistente se resalta en la ventana de estadísticas («Deriva PCR»), aparte del veredicto TR 101 290: la deriva del cuarzo es un problema del codificador en el lado de la fuente, no de la integridad del transporte.
- **Precisión PCR** — el error de inserción de las marcas PCR respecto al momento real de transmisión; la tolerancia de TR 101 290 es de ±500 ns. La métrica solo tiene sentido en flujos de tasa de bits constante (véase el detector de modo más abajo).

Detector del modo de multiplexado. El analizador clasifica automáticamente la fuente como CBR o VBR según la regularidad del PCR respecto a la posición de los paquetes; el veredicto se fija con histéresis para evitar conmutaciones frecuentes. Un veredicto firme se muestra con un distintivo CBR o VBR en la lista de flujos; mientras no haya datos suficientes, no se muestra ningún distintivo. VBR no es un defecto: es un modo normal en el que las comprobaciones que solo tienen sentido para CBR (precisión PCR, búfer de vídeo T-STD) no se evalúan automáticamente.

Análisis en profundidad

En la pestaña «Análisis» del editor de flujo se activan tres análisis independientes (todos desactivados por defecto):

«Análisis profundo»
Pone el analizador en modo de análisis continuo del flujo (carga de CPU apreciable) y añade:

- los intervalos de las tablas PAT y PMT (recomendación — no más de 500 ms);
- los intervalos de los fotogramas clave (GOP) y de los fotogramas IDR. Para los reproductores que se conectan en un momento arbitrario se recomienda un GOP no mayor de 1 segundo. Si el intervalo IDR coincide aproximadamente con el intervalo de los fotogramas clave, el flujo tiene closed-GOP: cada GOP se abre con un punto de entrada completo; si la métrica IDR falta, el flujo tiene open-GOP;
- el intervalo desde la PAT hasta el fotograma clave: de él depende la rapidez del arranque de la reproducción en una conexión en un momento arbitrario;
- la ficha del códec de vídeo (tipo de flujo, perfil y nivel, resolución, tipo de exploración, parámetros VBV) y los parámetros de las pistas de audio;
- los datos de preparación para la inserción de publicidad: estructura del GOP, indicadores de acceso aleatorio (RAI), eventos SCTE-35 y puntos de empalme. El umbral de aviso previo de un punto de empalme se establece con el ajuste «Avisar del punto de empalme con antelación (fotogramas)» (ajuste adicional);
- el control de la presencia de las tablas SI (SDT, EIT, NIT, TDT) y los errores de estructura de los flujos elementales.

«Analizar el salto PCR/PTS»
La dispersión entre el PCR y las marcas PTS/DTS de cada flujo elemental. Una dispersión demasiado grande causa problemas a los reproductores con un búfer de sincronización pequeño. Además se mide el intervalo de repetición de las marcas PTS de vídeo (indicador 2.5 del informe TR 101 290, límite 700 ms).

«Analizar el búfer de vídeo T-STD»
: Modelo del búfer del decodificador de referencia T-STD (ISO/IEC 13818-1): comprobación de que el búfer de vídeo no se desborda ni se vacía. Se admiten MPEG-2, H.264/AVC y HEVC; la velocidad de vaciado se adapta a la tasa de bits real del vídeo. Solo se evalúa en flujos de tasa de bits constante.

Los resultados se muestran en la ventana de estadísticas, en las secciones «Análisis profundo» y «Analizador». Los ajustes «Traza» y «Traza MPEG-TS» activan el registro detallado de la comprobación del flujo: solo para diagnóstico, no los deje activados de forma permanente.

Monitor TR 101 290

El ajuste «Monitor TR 101 290» (pestaña «Análisis») activa el control continuo de la conformidad del flujo con la norma ETSI TR 101 290. El monitor es ligero — no activa el análisis pesado de los flujos elementales — y funciona con independencia de los análisis en profundidad.

El resultado es un veredicto único para el flujo: «Normal», «Problema» o «Comprobando…» mientras se acumulan los datos. El veredicto se muestra con un distintivo TR-290 de color en la lista de flujos y en la ventana de estadísticas; al pulsarlo se abre el informe «TR 101 290», una tabla de indicadores agrupados por las prioridades de la norma (prioridad 1 — necesaria para la decodificación, prioridad 2 — recomendada para la monitorización, prioridad 3 — dependiente de la aplicación), con los valores medidos y los límites.

Particularidades de la evaluación:

- Una infracción entra en el veredicto solo cuando es persistente (se observa durante al menos 30 de los últimos 60 segundos): los picos breves no encienden el indicador. Aparte se sigue el nivel de aceptación: una infracción que dura 300 segundos de forma ininterrumpida es el criterio para la aceptación técnica de un canal.
- Una parte de los indicadores requiere análisis adicionales. Las filas que dependen de los ajustes «Analizar el salto PCR/PTS» y «Analizar el búfer de vídeo T-STD» se marcan en el informe como desactivadas cuando el ajuste está desactivado y no influyen en el veredicto. Los intervalos numéricos de PAT/PMT y el control de la presencia de las tablas SI solo se miden con el «Análisis profundo» activado; sin él, las filas correspondientes quedan sin valores medidos.
- La precisión PCR y el búfer de vídeo T-STD solo se evalúan después de que el detector de modo haya confirmado una tasa de bits constante de la fuente, y se siguen evaluando hasta que se restablezcan las estadísticas o se cambien los ajustes de nivelación de la tasa de bits, incluso si el veredicto del detector cambia más tarde. En los flujos que nunca se han confirmado como CBR, estas filas no se evalúan.
- Con la nivelación de la tasa de bits activa, el monitor mide precisamente el flujo emitido y nivelado (*Control de la tasa de bits*).
- Para un flujo MPTS se emite un único veredicto para todo el multiplexado (*Análisis por programas*).

Las infracciones persistentes generan además alertas con códigos del analizador; la lista completa figura en *Catálogo de códigos de alerta*. Los contadores del monitor y las estadísticas acumuladas se restablecen con el botón «Restablecer estadísticas».

Asistente de reclamaciones

Si un canal presenta infracciones persistentes de TR 101 290 o deriva PCR, el operador puede obtener un texto de instrucciones listo para un chat de IA, a partir del cual este redactará una carta formal de reclamación al proveedor del flujo. La consulta se realiza mediante la API HTTP del nodo:

```
GET /data/stream/<id>/ai-complaint-prompt
```

La respuesta es un texto con la relación de las infracciones activas, los valores medidos, los umbrales de la norma y la repercusión de cada error en el decodificador del receptor. El nombre del flujo, sus identificadores y las direcciones de la fuente no se incluyen en el texto de forma deliberada: en su lugar se sustituye un marcador de posición que el operador rellena por su cuenta, para que los datos de servicio no se transmitan a un servicio de IA de terceros. La función solo está disponible para flujos SPTS.

1.7.4 Demultiplexor

La entrada demultiplexor (tipo demuxer) extrae un único programa del multiplex y lo convierte en un flujo SPTS corriente. Una vez extraído, al programa se le aplica todo el procesamiento del pipeline SPTS (*Flujos SPTS*): filtrado y modificación, transcodificación, difusión OTT y grabación DVR. Es la única vía para procesar por programas separados un multiplex recibido (*Flujos MPTS*).

Para conectar un programa, en el flujo SPTS se añade una entrada de tipo demuxer y se seleccionan (los nombres de los campos son los de la interfaz):

- **Fuente** (campos Source kind y Source id) — un flujo MPTS del mismo nodo o un adaptador DVB (*Receptor DVB*).
- **Programa** (campo PNR) — el número de programa. Si la fuente es un flujo MPTS activo y ya analizado, el número se elige de la lista de servicios detectados con sus nombres; para un adaptador DVB y para una fuente aún no analizada, el PNR se introduce manualmente.

Particularidades:

- El demultiplexor recibe un multiplex ya descifrado: las claves BISS se definen en la entrada del flujo MPTS (*Descifrado BISS*), mientras que el descifrado CAM y BISS a nivel de adaptador se configura en los ajustes del adaptador DVB (*Receptor DVB*).
- La fuente está protegida contra el borrado: mientras al menos un demultiplexor haga referencia a un flujo MPTS o a un adaptador DVB, este no puede eliminarse — el nodo indicará qué objetos hacen referencia a él.
- Para los multiplex internos T2-MI se emplea un número de programa compuesto que combina el número de la portadora y el PNR dentro de ella: número de portadora × 65536 + PNR (por ejemplo, portadora 1, PNR 7 → 65543; la portadora 0 es el multiplex externo, con PNR corriente). El valor compuesto se introduce en el campo PNR. La recepción de T2-MI se describe en *Receptor DVB*.

Un mismo multiplex puede distribuirse simultáneamente en su totalidad (flujo MPTS con salidas de transporte) y por partes, mediante flujos SPTS independientes a través de demultiplexores.

1.7.5 Multiplexor

El multiplexor ensambla un flujo MPTS a partir de los flujos SPTS individuales del nodo y forma un multiplex DVB completo: genera las tablas PSI/SI, mantiene una planificación de salida con el modelo T-STD y nivela la tasa de bits insertando paquetes NULL. Con una tasa de bits objetivo definida, la salida cumple TR 101 290 y es apta para alimentar moduladores y redes de distribución DVB.

Ensamblado del multiplex

1. Crear un flujo de tipo MPTS (*Nuevo flujo*).
2. Añadir en él una entrada de tipo muxer — es la única y contiene los ajustes de todo el multiplex (véase más abajo).
3. Vincular los programas — de cualquiera de estas dos formas:
   - desde el editor de programas del multiplex: el botón «Editar programas…» de la entrada muxer, después «Añadir programa» y la selección del flujo de origen;
   - desde el lado de la fuente: añadir al flujo SPTS una salida de tipo muxer e indicar el flujo MPTS de destino.

   El nuevo vínculo se crea en pausa — el programa aparece en la lista con un icono de pausa y, una vez comprobada la configuración, se le quita la pausa.
4. Repetir para todos los programas del multiplex.

Los integrantes del multiplex son flujos SPTS normales: todo el procesamiento (*Flujos SPTS* — filtrado, modificación, transcodificación) se realiza en el flujo de origen antes del ensamblado. Un mismo flujo SPTS puede distribuirse directamente y formar parte de un multiplex al mismo tiempo.

Parámetros del multiplex

Se definen en la entrada muxer del flujo MPTS (los nombres son los de la interfaz):

Transport stream id, Network id, Network name
: Identificadores y nombre de red del flujo de transporte — se incorporan a las tablas PAT/SDT/NIT generadas.

Country code (ISO 3166 alpha-3)
: Código de país — se utiliza en la tabla TOT (zona horaria, desplazamiento de la hora local) y en los descriptores regionales de la NIT.

Output bitrate (kbps)
: Tasa de bits objetivo del multiplex. Se define con margen por encima de la tasa de bits total de todos los programas. El valor 0 desactiva la nivelación: la tasa de bits total sigue simplemente a los flujos de entrada, sin relleno con paquetes NULL (stuffing) y sin modelo T-STD.

SDT provider name
: Nombre del proveedor — común para todos los servicios del multiplex (ajuste adicional).

Parámetros de los programas

Se definen en la salida muxer del flujo de origen (los nombres son los de la interfaz); el editor de programas gestiona la composición, el orden y la pausa y — con la asignación automática de PID desactivada — la edición de los PID:

SDT service name (empty = stream name)
: Nombre del servicio en la tabla SDT; un valor vacío significa que se utiliza el nombre del flujo de origen.

PNR (0 = stream id)
: Número del programa dentro del multiplex; 0 significa que se utiliza el identificador del flujo de origen.

Logical channel number (0 = PNR)
: Número lógico de canal (LCN) para los receptores; 0 coincide con el PNR.

Service type (0 = auto, ETSI)
: Tipo de servicio según la clasificación ETSI: 0 — se determina automáticamente a partir de la composición del programa (SD/HD, códec, radio); en caso contrario se define manualmente.

El orden de los programas en las tablas del multiplex se modifica arrastrando las filas en el editor de programas.

Asignación de PID

El modo de asignación de PID se selecciona con el conmutador «Automatic PID mapping» de la entrada muxer:

- **Activado** (por defecto) — a cada programa se le asignan PID nuevos de un rango automático; las colisiones quedan excluidas.
- **Desactivado** — se conservan los PID originales de los flujos de origen. Esto es necesario, por ejemplo, al migrar un multiplex en explotación, para que los receptores no tengan que volver a escanear. Los PID concretos se modifican, si es necesario, en el editor de PID del programa (botón «PID» del editor de programas): el PMT PID y los PID de destino de los flujos elementales; el editor no admite duplicados dentro de un mismo programa. En este modo, la unicidad de los PID entre programas es responsabilidad del operador — en caso de colisión el nodo escribe una advertencia en el registro, pero el multiplex sigue funcionando. Los PID reservados de la fuente (inferiores a 32) no se pueden conservar: a estos se les asigna un PID nuevo, con una advertencia en el registro.

Si un flujo participante tiene activada la disposición automática de PID (*Disposición automática de PID*), el editor de PID del programa muestra los identificadores que esta ya ha asignado y no los originales, y así lo indica: los pares de reasignación introducidos antes de activar la disposición dejan de coincidir, y esos flujos elementales reciben su PID automáticamente. Por eso el momento delicado es activar la disposición en un flujo que ya forma parte del multiplex, no configurarlo desde cero.

El cambio de modo se aplica sobre la marcha, sin reiniciar el flujo.

Generación de tablas

El multiplexor forma sus propias tablas PSI/SI: PAT, la PMT de cada programa, SDT (nombres de los servicios y del proveedor), NIT (identificador y nombre de la red, lista de servicios, LCN) y TDT/TOT (marcas de tiempo). La tabla CAT se genera cuando los programas contienen datos de sistemas de acceso condicional.

El multiplexor no genera las tablas EIT (guía de programación), sino que las transfiere desde los flujos de origen — incluida la EIT generada en la fuente a partir de un EPG externo (*Generador EIT*).

Supervisión del multiplex

El estado del multiplex ensamblado se muestra en la ventana de estadísticas del flujo MPTS (*Estadísticas del flujo*): velocidad de salida, objetivo y de entrada, número de programas, tabla de programas con la tasa de bits y el estado de cada uno, identificadores de TS y de red, y estado del planificador y del relleno.

Si la tasa de bits total de los programas supera la objetivo, se muestra la advertencia «Sobrecarga de tasa de bits — los programas de origen superan la velocidad objetivo del mux». Un multiplex infradimensionado pierde paquetes de los programas — cortes de audio y de imagen, errores de continuidad en los receptores; con una sobrecarga prolongada también es posible la pérdida de las tablas PSI. Aumente la tasa de bits objetivo o reduzca la tasa de bits de los programas (por ejemplo, transcodificando las fuentes, *Transcodificadores*).

La conformidad del multiplex con TR 101 290 se controla mediante el monitor del analizador (*Análisis por programas*).

1.7.6 Flujos de prueba

El generador de flujo de prueba forma por software un flujo SPTS completo con carta de ajuste y señal acústica — no se necesita ninguna fuente externa. Se emplea como sustituto de la emisión mientras la fuente principal está averiada, para comprobar los trayectos de transmisión y los receptores, así como para pruebas de ajuste y de carga.

La fuente de prueba es una entrada de tipo test-stream de un flujo SPTS (no disponible para MPTS). La generación la realiza el módulo de transcodificación por software — el paquete correspondiente debe estar instalado en el nodo (*Transcodificadores*). Puesto que se trata de una entrada ordinaria, se aplican las reglas generales de reserva: el generador se coloca en último lugar de la lista de entradas — así toma automáticamente la emisión cuando fallan todas las fuentes principales; el retorno a la entrada prioritaria se realiza según las reglas generales de recomprobación (*Redundancia de fuentes*).

El flujo generado atraviesa el pipeline de procesamiento habitual (*Pipeline de procesamiento*): puede analizarse, distribuirse por protocolos de transporte y en OTT, grabarse en DVR y enviarse al multiplexor y al transcodificador.

Ajustes del generador

Se definen en la entrada test-stream (los nombres coinciden con los de la interfaz; algunos de ellos son ajustes adicionales):

Vídeo
: Video encoder — el códec: MPEG-2, H.264 (por defecto) o HEVC; Video bitrate (kbps) — la tasa de bits de vídeo (3000 por defecto); Width y Height — la resolución (1920 × 1080 por defecto); Frame rate — la frecuencia de fotogramas (25 por defecto); GOP interval — la longitud del GOP en fotogramas; Video pattern — el tipo de carta de ajuste; Width PAR / Height PAR — la relación de aspecto del píxel.

Audio
: Audio encoder — el códec: MPEG-1 Layer II (por defecto) o AAC; Audio waveform — la forma de la señal acústica; Audio frequency (Hz) — la frecuencia del tono; Audio volume — el volumen (0…1).

Superposición
: Enable overlay — activa la superposición sobre la carta de ajuste (activado por defecto); Overlay text — texto arbitrario, por ejemplo el nombre del canal; Time format (strftime) — el formato de la hora superpuesta, por defecto horas:minutos:segundos.

Flujo de transporte
: Total bitrate (kbps) — la tasa de bits total del flujo con relleno de paquetes NULL (stuffing) hasta un valor constante, 0 — sin relleno; PNR, PMT PID, Video PID, Audio PID — el número de programa y los identificadores de la tabla PMT y de los flujos elementales, para encajar el flujo de prueba en el plan de PID de la red.

La pantalla «Flujos de prueba» de la interfaz web (*Flujos de prueba*) está en preparación; las entradas de prueba se configuran en el editor de flujo (*Editor de entrada y salida*).

1.7.7 OTT y DVR

El subsistema OTT distribuye flujos mediante protocolos basados en HTTP: HLS (sobre MPEG-TS), MPEG-DASH y Low-Latency HLS (sobre CMAF, MP4 fragmentado), así como MPEG-TS over HTTP. Se admiten HTTPS y HTTP/3 (QUIC). La difusión se activa en la pestaña «OTT» del editor de flujo (*Configurar flujo*) y solo está disponible para los flujos SPTS; un programa de un multiplex se extrae a un flujo SPTS mediante el demultiplexor (*Demultiplexor*).

El DVR es un archivo permanente del flujo en disco. Se graba en paralelo con la difusión OTT — no se requiere un servicio de grabación aparte — y se reproduce a través de las mismas URL que la emisión en directo; solo se diferencian los parámetros de la consulta (*DVR: el archivo del flujo*).

Modos de difusión

La difusión progresiva de MPEG-TS por HTTP se activa con el ajuste «Servicio HTTP» (valor Live): transmisión continua del flujo de transporte original en una única respuesta HTTP.

La difusión segmentada se controla con el ajuste «Servicio HLS» (valores tal como aparecen en la interfaz):

Peering / HLS
: Segmentación simple. El modo está previsto para transferir un flujo entre nodos de Perfect Streamer: el nodo emisor entrega HLS sobre MPEG-TS y el nodo receptor se conecta con una entrada de tipo HLS. Los subtítulos WebVTT y el DRM no están disponibles en este modo, y la grabación DVR no se puede configurar.

OTT / HLS
: Segmentación optimizada para el arranque rápido de los reproductores en la difusión OTT (la carga

de CPU es mayor). HLS se entrega sobre MPEG-TS; se aplica la alineación de los segmentos con el GOP (*Segmentador*).

OTT / LL-HLS / DASH
: Difusión sobre CMAF: el flujo genera segmentos fMP4 sobre los que se entregan MPEG-DASH y Low-Latency HLS. Con el ajuste «Chunks MPEG-TS HLS heredados» activado (activado de forma predeterminada) se entrega además el HLS convencional sobre MPEG-TS; desactivarlo ahorra disco y CPU. MPEG-DASH y Low-Latency HLS solo están disponibles en este modo.

Low-Latency HLS divide la lista de reproducción de medios en segmentos parciales (parts): el reproductor inicia la reproducción sin esperar a que el segmento esté completo; se aplican la recarga bloqueante de la lista de reproducción y la sugerencia de precarga. La duración objetivo de la parte se define con el ajuste «Duración objetivo de la parte LL (ms)» (ajuste adicional; 500 ms de forma predeterminada, se aplica en caliente y debe ser menor que el intervalo mínimo de chunk). Para una latencia baja precisa, el manifiesto DASH incluye la correspondencia del tiempo de medios con UTC, y los segmentos CMAF llevan marcas de tiempo del productor.

Nota: El empaquetado CMAF transporta únicamente las pistas de audio AAC y AC-3; las pistas con otros códecs se descartan y se genera una alerta (*Alertas (alerter)*).

Segmentador

En los modos OTT el flujo se analiza a partir de las tablas PAT/PMT y de los fotogramas clave, y los segmentos se cortan según el criterio de arranque rápido de los reproductores. El corte se controla con los ajustes «Intervalo mín. de chunk (s)» e «Intervalo máx. de chunk (s)»: el análisis comienza a partir del intervalo mínimo y, si no se encuentra un punto de corte, el segmento se cierra forzosamente al alcanzar el máximo.

«Segmentos alineados con el GOP» (activado de forma predeterminada; efectivo en el modo OTT / HLS): el segmentador alinea los límites de los segmentos con los puntos de acceso aleatorio y distingue un fotograma IDR de un fotograma I ordinario. En las fuentes con closed-GOP cada segmento comienza garantizadamente por SPS/PPS/IDR, un punto de entrada completo; la «cola» del GOP anterior se recorta. Esto elimina el fotograma negro al inicio de las sesiones VOD y ajusta la difusión a los requisitos de HLS (RFC 8216). El tipo de estructura GOP de la fuente se observa en las métricas del analizador (*Análisis en profundidad*). Debido a la alineación, la duración real del segmento puede superar el intervalo mínimo: la duración objetivo declarada en la lista de reproducción refleja el máximo real.

URL y autorización

La difusión la sirve el servidor HTTP de streaming del nodo (*Servidor HTTP de streaming*). La URL se construye según el esquema:

```
http://host:port/hls/<flujo>/<usuario>/<contraseña>/index.m3u8
http://host:port/hls/<flujo>/<usuario>        — autorización por token
http://host:port/hls/<flujo>/                 — autorización por IP
```

En lugar de `/hls/` se sustituyen `/dash/`, `/llhls/` o `/http/`; para los paquetes adaptativos — `/hls/adaptive/` y análogos (*Paquetes adaptativos*). `<flujo>` es el identificador del flujo o el nombre definido por el ajuste «Nombre del flujo en la URL». El acceso no autorizado está prohibido: los inicios de sesión y los permisos de los clientes se configuran en la interfaz web (*Usuarios / Inicios de sesión*).

Las plantillas de URL ya preparadas para los modos de difusión activos se muestran en la ventana de estadísticas del flujo, en la sección «URL de entrega», con un botón de copia (*Estadísticas del flujo*). Las sesiones de cliente activas se ven en la pantalla «Clientes» (*Clientes*).

HTTP/3 (QUIC)

El servidor HTTP de streaming puede entregar las rutas OTT (HLS, DASH, LL-HLS, MPEG-TS over HTTP) sobre QUIC. HTTP/3 se activa en los ajustes del servidor HTTP de streaming (*Servidor HTTP de streaming*); el certificado utilizado es el mismo que para HTTPS, pero no es obligatorio activar el propio HTTPS: QUIC escucha por separado y lee directamente los archivos del certificado. Son precisamente ellos los que hacen falta: sin certificado y sin clave, el escucha HTTP/3 no se levanta.

Los clientes de navegador pasan a QUIC mediante el anuncio estándar Alt-Svc: el anuncio se emite a petición explícita del cliente, con el parámetro `?h3` en la URL master. Si la conexión QUIC no se establece (puerto UDP cerrado, certificado no confiable), el cliente permanece de forma transparente en HTTPS y la difusión no se interrumpe. Las solicitudes administrativas se atienden únicamente por TCP. Low-Latency HLS y DASH sobre QUIC se entregan de forma incremental: las partes se envían al cliente a medida que están listas.

Subtítulos WebVTT

El ajuste «Subtítulos de teletexto a WebVTT» (activado de forma predeterminada, efectivo en los modos OTT) convierte los subtítulos DVB Teletext / DVB Subtitling del flujo de entrada en pistas WebVTT: a la lista de reproducción maestra HLS se añade una pista de subtítulos y al manifiesto DASH, un conjunto de adaptación de texto. La presencia de subtítulos en la fuente se indica en la información de medios de la ventana de estadísticas. Los subtítulos se archivan en el DVR en paralelo con los segmentos de medios y están disponibles durante la reproducción del archivo; el DRM no los cifra. Para el diagnóstico se dispone del ajuste «Registrar los mensajes de subtítulos» (ajuste adicional).

Paquetes adaptativos

Un paquete adaptativo reúne varios flujos OTT de un mismo canal con distintas tasas de bits bajo una única lista de reproducción maestra HLS o un único manifiesto DASH: el propio reproductor conmuta entre las variantes según el ancho de banda disponible.

El paquete se crea como un flujo de tipo «Adaptativo» (*Nuevo flujo*; el editor del paquete es *Paquete adaptativo*). Los participantes son flujos SPTS con el modo OTT activado: OTT / HLS para el HLS adaptativo sobre MPEG-TS y OTT / LL-HLS / DASH para el DASH adaptativo y el Low-Latency HLS. Para cada participante se puede definir la tasa de bits manualmente; con el valor 0 se toma la tasa de bits medida.

Las URL master del paquete se construyen según los esquemas `/hls/adaptive/`, `/dash/adaptive/`, `/llhls/adaptive/` con las mismas variantes de autorización. El acceso concedido a un cliente sobre un paquete adaptativo se extiende automáticamente a todos los flujos que lo integran.

Protección de contenidos (DRM)

La difusión OTT de un flujo se puede cifrar. El cifrado se realiza una sola vez, en el momento de generar el segmento: la difusión en directo y el archivo DVR reciben los mismos datos cifrados; el archivo se almacena cifrado en el disco. Los ajustes se agrupan en la sección «Protección de contenidos» de la pestaña «OTT»; aplicar cualquiera de ellos reinicia la difusión OTT del flujo.

Modos (campo «DRM», valores tal como aparecen en la interfaz):

HLS AES-128
: Cifrado de segmento completo de los segmentos TS; el descifrado lo realiza cualquier reproductor HLS estándar. Requiere «Servicio HLS» = OTT / HLS.

CENC cenc (DASH), CENC cbcs (DASH)
: Cifrado por fotogramas según MPEG Common Encryption (ISO/IEC 23001-7): el esquema cenc (AES-CTR) o cbcs (AES-CBC por patrón, ecosistema Apple FairPlay). Requieren el modo OTT / LL-HLS / DASH con la difusión de chunks TS desactivada; la difusión se realiza únicamente por MPEG-DASH.

Cualquier modo de protección exige que el «Servicio HTTP» esté desactivado: la difusión progresiva elude el cifrado. El servidor rechaza una combinación de ajustes incompatible indicando el motivo.

Claves y entrega:

- «Clave de contenido (32 hex)» es la clave de cifrado (para AES-128 estático y para CENC). «ID de clave (CENC KID)» es el identificador de la clave CENC; si el campo está vacío, el identificador se deriva de forma determinista del identificador del flujo.
- «Entrega de clave» (AES-128, valores tal como aparecen en la interfaz): Built-in (PSS serves the key) — el propio servidor entrega la clave mediante una URL de sesión con la misma autorización que los segmentos; External key server — la etiqueta de clave de la lista de reproducción apunta a «URI de clave (EXT-X-KEY)» y la entrega integrada se desactiva. Para CENC el servidor no entrega claves a los reproductores: la entrega de claves la realiza la infraestructura DRM (servidores de licencias).
- Rotación de claves (solo AES-128): «Origen de la clave» = Derived (rotating), «Secreto de rotación» (16 caracteres como mínimo) y «Ventana de clave (minutos)». La clave de cada ventana se calcula a partir del secreto mediante una función irreversible; el archivo DVR se reproduce a través de cualquier número de rotaciones, ya que el número de ventana se recupera a partir del instante de grabación del segmento.

Advertencia: El cambio de la «identidad de claves» de un flujo — la clave de contenido, el secreto o los ajustes de rotación — deja ilegible el archivo cifrado grabado anteriormente; la interfaz web solicita la confirmación de tales cambios. Las claves se almacenan en texto claro en la configuración del servidor: restrinja el acceso a los ficheros de configuración y a las copias de seguridad.

DVR: el archivo del flujo

La grabación se activa en la pestaña «OTT», sección «DVR» (visible en los modos OTT):

«Almacén DVR»
: El almacén en el que se escribe el archivo (*Almacenes DVR*). El valor «Ninguno» significa que la grabación está desactivada.

«Retención (horas)»
: La profundidad del archivo del flujo, de 1 hora a 90 días. Los segmentos más antiguos se eliminan mediante la limpieza periódica.

«Mínimo protegido (horas)»
: Umbral inferior de protección: la limpieza nunca elimina grabaciones más recientes que este valor, ni siquiera cuando falta espacio en el disco.

La grabación comienza automáticamente en cuanto el flujo pasa al estado operativo. La desvinculación del almacén detiene la grabación (los ficheros permanecen en el disco y la reproducción del archivo cesa); al cambiar de almacén la grabación comienza de nuevo y los ficheros no se trasladan. Los cambios destructivos los confirma la interfaz web con el diálogo «Confirmar cambios de DVR».

Almacenes DVR

Los almacenes se configuran en la pantalla «Almacenes DVR» (*Almacenes DVR*). Para cada uno se definen la ruta del directorio (no modificable tras la creación), el límite de uso del disco en porcentaje y, en los ajustes adicionales, el intervalo de limpieza, la demora y la porción de recorte en caso de desbordamiento, la reserva de espacio de emergencia y la histéresis. Se recomienda un solo almacén por disco: varios almacenes en un disco compartido compiten por el espacio libre. Eliminar un almacén de la configuración no borra los ficheros del disco.

La limpieza del archivo funciona en varios niveles:

- por profundidad — los segmentos más antiguos que el valor «Retención (horas)» de cada flujo;
- por espacio — cuando se supera de forma sostenida el límite de uso del disco, se eliminan los segmentos más antiguos de forma proporcional en todos los flujos, pero nunca los más recientes que el mínimo protegido;
- de emergencia — cuando la falta de espacio es crítica, la grabación se detiene hasta que se recupera espacio libre;
- la limpieza de los ficheros huérfanos dentro de los archivos de los flujos en grabación se realiza automáticamente; los directorios de archivo que quedan de flujos eliminados se borran únicamente de forma manual, con el botón «Limpiar los archivos huérfanos» de la pantalla «Monitor de DVR» (*Monitor de DVR*).

El estado de los almacenes y de los flujos en grabación — ocupación, volumen del archivo, latencias de escritura y lectura, tareas de limpieza activas — se muestra en esa misma pantalla «Monitor de DVR». El archivo de un flujo concreto se puede borrar de forma irreversible con el botón «Borrar el archivo DVR» de la ventana de estadísticas del flujo; la grabación continúa mientras tanto.

Reproducción del archivo (VOD)

El archivo se reproduce a través de las mismas URL que la emisión en directo HLS / DASH; solo se diferencian los parámetros de la consulta:

`t=<tiempo>`
: Inicio de la ventana VOD (tiempo Unix, en segundos). `t=0` — desde el principio del archivo. La presencia del parámetro `t` activa el modo VOD.

`d=<segundos>`
: Duración de la ventana VOD. Sin el parámetro (o con `d=0`) — hasta el instante actual. Solo es efectivo junto con `t`.

`epg=<tiempo>`
: VOD por la guía de programación: el servidor localiza el evento EPG activo en el instante indicado y toma su inicio y su duración como límites de la ventana. Requiere que el flujo esté vinculado a una fuente EPG — los campos «Fuente EPG» y «Canal EPG» de la pestaña «Flujo» (*Modificación del flujo*,

Generador EIT); los parámetros `t` y `d` se ignoran en ese caso. Para un catálogo de programas basta con que la interfaz indique el instante del evento: los límites exactos los calcula el servidor.

Particularidades de la reproducción:

- Los límites de la ventana se normalizan: una solicitud anterior al principio del archivo se ajusta al primer segmento disponible; una ventana situada íntegramente fuera del archivo devuelve una lista de reproducción vacía pero válida.
- La lista de reproducción HLS de VOD es cerrada (lleva la marca de finalización); el manifiesto DASH es estático. Las interrupciones de la grabación en DASH se representan como periodos independientes: los reproductores se desplazan a través del límite sin ajustes especiales.
- Si el cliente alcanza el límite derecho de la ventana, los segmentos que faltan se entregan desde la memoria en vivo del flujo, sin redirecciones ni nueva autorización.
- Una sesión VOD abierta protege su ventana frente a la limpieza periódica hasta que la sesión se cierra; la limpieza de emergencia y el mínimo protegido tienen prioridad.
- Los subtítulos WebVTT también se reproducen desde el archivo (*Subtítulos WebVTT*).
- Los paquetes adaptativos admiten los mismos parámetros de VOD. En el manifiesto DASH solo entran las variantes con un almacén DVR vinculado; en la lista de reproducción maestra HLS entran todas las variantes, pero las variantes sin archivo responden con un error a una solicitud de archivo y el reproductor las omite.

1.7.8 Transcodificadores

Los transcodificadores recodifican el vídeo y el audio de un flujo: reducen la tasa de bits para OTT o para un multiplex, cambian el códec y la resolución y preparan las variantes de los paquetes adaptativos. Cada transcodificador funciona como un proceso independiente del nodo; se admite el esquema «uno a muchos»: a partir de un único decodificador se pueden obtener varios flujos de salida con distintos ajustes de codificación. La transcodificación solo está disponible para los flujos SPTS; el flujo de origen debe contener tanto vídeo como audio.

Conexión

El transcodificador conecta dos o más flujos:

1. En el flujo de origen se añade una **salida de tipo transcoder**: es el decodificador. En sus ajustes se selecciona el backend de transcodificación (véase más abajo).
2. En el flujo resultante se añade una **entrada de tipo transcoder**: es el codificador. En sus ajustes se selecciona el decodificador de origen en funcionamiento (campo Decoder).
3. El paso 2 se repite para cada variante adicional: todas ellas utilizan el decodificador común.

A partir de ahí, el flujo resultante es un flujo SPTS ordinario: puede distribuirse por OTT, grabarse en DVR o enviarse al multiplexor.

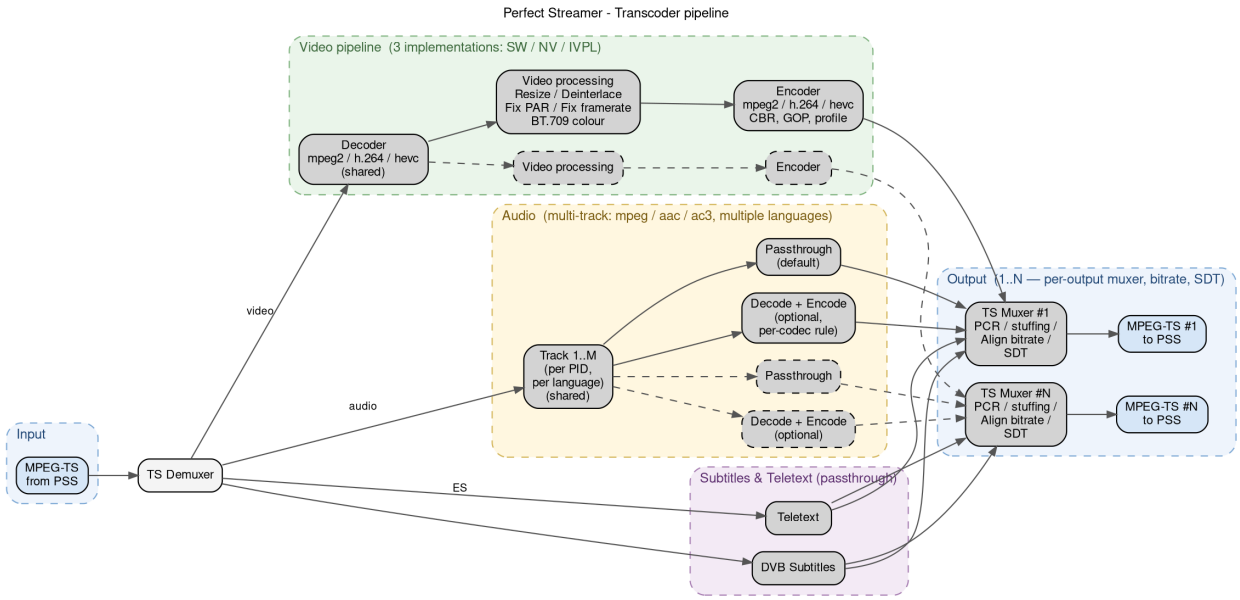


Figura 4: Arquitectura del transcodificador: un decodificador (común) y N ramas independientes «procesamiento + codificador»; las pistas de audio se procesan por separado del vídeo, y los subtítulos y el teletexto pasan de forma transparente.

Backends y códecs

El backend se selecciona en el decodificador (campo Transcoder backend; los valores son los de la interfaz):

Video pass-through
: El vídeo pasa sin recodificación y solo se transcodifica el audio. El modo lo ejecuta el transcodificador por software: el paquete de transcodificación por software debe estar instalado (*Transcodificadores*).

Software (CPU)
: Transcodificación por software en la CPU.

NVidia (GPU)
: Transcodificación por hardware en procesadores gráficos NVIDIA.

Intel VPL (GPU)
: Transcodificación por hardware en procesadores gráficos Intel.

Para los backends de GPU, el dispositivo se selecciona mediante el campo GPU device selector (ajuste adicional), lo que resulta relevante en servidores con varias tarjetas. Los paquetes de los transcodificadores se instalan por separado (*Transcodificadores*); los backends instalados, sus versiones y los dispositivos detectados se muestran en la pantalla «Acerca de» (*Acerca del sistema*).

Códecs del decodificador: MPEG-2, H.264, HEVC; audio: MPEG (Layer 1–3), AAC, AC-3. Códecs del codificador: H.264 y HEVC (el codificador NVIDIA no admite MPEG-2; MPEG-2 lo codifican los backends Software e Intel VPL); audio: MPEG Layer II y AAC.

Particularidades del decodificador:

- los flujos entrelazados (interlace) se admiten tanto en la entrada como en la salida; para H.264 y HEVC, el formato interlace alternate (campos separados) se convierte a interleaved;
- para HEVC se admite el perfil Main10 con BT.709 (SDR) y BT.2020 (HDR); el codificador HEVC utiliza siempre el perfil Main con BT.709;

- la frecuencia de fotogramas variable (VFR) se convierte en constante;
- se admiten los flujos sin fotogramas IDR.

Ajustes del decodificador

Se definen en la salida de tipo transcoder del flujo de origen (los nombres son los de la interfaz; todos los que se enumeran a continuación son ajustes adicionales):

Fix PAR (N/D), Fix framerate (N/D)
: Indicaciones para corregir los datos del flujo de entrada: no transforman el flujo, sino que corrigen los parámetros cuando la fuente no los comunica o los comunica de forma incorrecta. Fix PAR — la relación de aspecto del píxel expresada como fracción (por ejemplo, 16/9 para Wide SD); Fix framerate — la frecuencia de fotogramas como fracción, si está ausente en el flujo (PAL — 25/1, NTSC — 30000/1001, cine — 24/1).

Convert to BT.709
: Conversión de los formatos de color SD (BT.470-2 PAL, SMPTE 170M NTSC) a BT.709.

Watchdog timeout
: Tiempo de espera del reinicio por watchdog del proceso del transcodificador.

El proceso del transcodificador mantiene siempre un registro detallado: no se requiere un ajuste de trazado aparte (*Supervisión del funcionamiento*).

Ajustes del codificador

Se definen en la entrada de tipo transcoder del flujo resultante:

Encoder
: Códec de vídeo: MPEG-2, H.264 (por defecto) o HEVC.

Video profile (H.264)
: Perfil de codificación H.264: Main o High.

Video bitrate (kbps)
: Tasa de bits del vídeo. La codificación se realiza siempre en modo CBR; la tasa de bits total del flujo será mayor a causa de las pistas de audio.

Resize
: Cambio de tamaño de la imagen: reducción proporcional por un factor de 2 o de 4; conversión a SD — las variantes SD, SD PAL y SD NTSC, todas con la relación de aspecto panorámica 16:9; escalado de SD a HD; definición de la anchura o de la altura (el otro lado se recalcula proporcionalmente). No se admite un tamaño arbitrario, ya que distorsionaría las proporciones.

Deinterlace
: Conversión del vídeo entrelazado en progresivo (activada por defecto; al escalar de SD a HD se aplica automáticamente).

Ajustes de calidad y de estructura del flujo (ajustes adicionales):

GOP interval
: Intervalo de fotogramas clave, en fotogramas. Por defecto 25, un segundo para 25p; se recomienda cuando los reproductores se conectan al flujo en un momento arbitrario.

B-frames, Lookahead
: Mejoran la calidad de la codificación; los valores recomendados son 3 y 20–50 fotogramas respectivamente.

Speed preset
: Preajuste de la velocidad de codificación, de 1 a 7: cuanto menor es el valor, mayor es la calidad y mayor la carga. Por defecto 4.

Framerate resample
: Diezmado de la frecuencia de fotogramas por un factor de 2 o de 4.

Encoder PMT PID, PAT/PMT interval (90kHz)
: El PID de la tabla PMT y el intervalo de repetición de las tablas PAT/PMT en el flujo de salida — cuando es necesario ajustar el flujo al plan de la red.

Son posibles combinaciones incompatibles de parámetros: los errores se ven en el registro del transcodificador (*Supervisión del funcionamiento*).

Procesamiento del audio

Por defecto, todas las pistas de audio pasan de la entrada a la salida sin recodificación. Las pistas sobrantes se eliminan mediante los filtros de PID en la entrada del flujo (*Filtrado MPEG-TS*).

La recodificación del audio se configura mediante reglas, por separado para cada códec de origen (ajustes adicionales): una pista puede pasarse sin cambios, recodificarse (MPEG — a AAC; AAC — a MPEG Layer II; AC-3 — a MPEG Layer II o AAC) o eliminarse (valor Skip). Adicionalmente se definen la tasa de bits del audio (Audio bitrate, 128 kbps por defecto) y el volumen de la mezcla descendente 5.1 (5.1 downmix volume). Si tras aplicar las reglas no queda ninguna pista de audio en el flujo de salida, el codificador notificará un error en el registro.

PCR y tasa de bits del flujo de salida

El multiplexor del transcodificador genera marcas PCR nuevas y coherentes. Por defecto, el flujo de salida es VBR: la tasa de bits total sigue a la tasa de bits real del vídeo y del audio, y no se garantiza la precisión del PCR según TR 101 290 en el lado receptor. Si el flujo transcodificado está destinado a la difusión DVB, active el modo CBR en el flujo receptor: el relleno nivelará la tasa de bits y recalculará el PCR (*Control de la tasa de bits*).

Supervisión del funcionamiento

La pantalla «Transcodificadores» (*Transcodificadores*) muestra todas las instancias: cada fila es una instancia independiente (el decodificador y los codificadores conectados a él) con su estado, el tipo de backend, el tiempo de funcionamiento, la carga de CPU y la memoria. La ventana «Instancia de transcodificador» (*Instancia de transcodificador*) despliega la fuente, la lista de codificadores con los parámetros del vídeo de salida, los recursos del proceso y los registros de la ejecución actual y de la anterior: es el primer lugar al que acudir para diagnosticar problemas.

La carga de los dispositivos GPU se muestra en la pantalla «Monitor del sistema» (*Monitor del sistema*). La superación de los umbrales de CPU, de memoria y de carga de GPU, así como la indisponibilidad del backend configurado, generan alertas (*Catálogo de códigos de alerta*).

1.7.9 Receptor DVB

Perfect Streamer funciona con los adaptadores DVB instalados en el sistema: se admiten los estándares DVB-S, DVB-S2, DVB-T, DVB-T2, DVB-C y ATSC. Adicionalmente están implementadas la descapsulación T2-MI (ETSI TS 102 773) y el descifrado BISS-1 / BISS-E y CI/CAM. La condición principal es un controlador del adaptador correctamente instalado y en funcionamiento; la pantalla «Adaptadores DVB» (*Adaptadores DVB*) está disponible cuando se detectan dispositivos DVB en el sistema. Los dispositivos DVB-ASI se conectan de otro modo — mediante una entrada de flujo de tipo archivo que apunta a la ruta del dispositivo, sin un registro de adaptador DVB.

Adaptadores

Un adaptador es un registro que vincula un sintonizador físico (el par «adaptador/dispositivo» del sistema) con los parámetros de recepción; una vez enganchada la señal, el adaptador entrega el multiplex MPTS del transpondedor. El adaptador se añade en la ventana «Añadir adaptador DVB» (*Editor de adaptador DVB*):

- **Modo**: Stream — recepción del flujo; Frontend monitor — solo monitorización de la señal, sin lectura del flujo (el valor obsoleto Scanner no se utiliza). El modo y el «Sistema de transmisión» se fijan al crear el adaptador y no se modifican.
- **Equipamiento** — el sintonizador se elige de la lista de los detectados en el sistema; los ocupados se marcan.
- **Parámetros de sintonización** — dependen del sistema de transmisión: la frecuencia (para satélite, en MHz; para terrestre y cable, en kHz), «Tasa de símbolos, ksym/s», «FEC», «Modulación», «Inversión espectral», «Id de flujo (ISI/PLP)» — el identificador de flujo DVB-S2 multistream o el PLP DVB-T2 a nivel del sintonizador; para la recepción terrestre — «Ancho de banda», «Modo de transmisión», «Intervalo de guarda», «Jerarquía».

Para los sistemas de satélite se configura la sección «LNB»: las frecuencias de los osciladores locales (Ku universal — 9750/10600, conmutación a 11700 MHz; para la polarización circular y la banda C, valores propios), «Polarización» (el adaptador gobierna la alimentación del conversor: 18 V — horizontal, 13 V — vertical), «Puerto DiSEqC» y «Forzar tono de 22 kHz».

«Compartir LNB» desactiva el control de la alimentación, de la polarización y del tono — los fija otro receptor, propietario del conversor. El modo se utiliza cuando varios sintonizadores están conectados a un mismo LNB a través de un repartidor (solo pueden recibirse la polarización y la banda elegidas por el propietario), y también para repartir distintos PLP de un mismo transpondedor entre adaptadores independientes.

Las claves de descifrado y la lista de programas del CAM se aplican sobre la marcha; los cambios de los parámetros de sintonización vuelven a sintonizar el frontend. El ajuste «Exportar EPG» escribe la guía de programación del multiplex en la base EPG del nodo (*Importación de EPG/XMLTV*).

Conexión a los flujos

El multiplex recibido se utiliza de dos maneras:

- **en su totalidad** — una entrada de tipo dvb en un flujo MPTS: todo el transpondedor pasa a tránsito o a remultiplexación (*Flujos MPTS*);
- **por programas individuales** — una entrada demultiplexora en los flujos SPTS (*Demultiplexor*): el programa se elige por PNR de la lista de servicios detectados.

En la lista de programas del adaptador se ve qué programas se consumen ya: la marca «Activo» con su precisión — se extrae como programa independiente (SPTS) o se lee dentro del multiplex completo (MPTS). Mientras al menos un flujo haga referencia al adaptador, este no puede eliminarse.

Escaneo

Para no introducir a mano los parámetros de recepción, se incluye un escáner de transpondedores (ventana «Escaneo DVB», *Escaneo DVB*). El escáner recorre los transpondedores del satélite o de la banda regional seleccionados, engancha cada uno de ellos, recopila las tablas PSI/SI y forma una lista de multiplex con sus programas: PNR, nombre del servicio, proveedor, indicador de cifrado y los PID principales. Cualquier multiplex encontrado se convierte con un solo botón en un adaptador configurado; pueden seleccionarse y añadirse varios a la vez.

Particularidades:

- la fuente de las frecuencias es el «Catálogo» (los listados de referencia de satélites y de bandas regionales) o el «Escaneo ciego» sobre una rejilla de frecuencias sintetizada, con rango y paso opcionales;
- para satélite se elige un «Preajuste LNB» (Ku universal, polarización circular, banda C) o frecuencias propias de los osciladores locales;
- el escáner ocupa el sintonizador físico por completo — se necesita un sintonizador que no esté ocupado ni por el sistema ni por otros registros activos; un registro en pausa libera su sintonizador, por lo que un adaptador en funcionamiento puede ponerse en pausa temporalmente y escanearse; los sintonizadores libres y los ocupados se ven en la lista;
- el escáner no entra dentro de T2-MI: los parámetros de descapsulación se definen ya en los ajustes del adaptador creado.

Descapsulación T2-MI

T2-MI (T2-Modulator Interface, ETSI TS 102 773) es un formato de transporte de flujos DVB-T2 por canales de distribución, habitualmente satelitales DVB-S/S2 (multistream incluido): el transpondedor externo lleva una o varias portadoras T2-MI, cada una de las cuales encapsula BBFRAME con uno o varios PLP. Tras la descapsulación se extrae el MPEG-TS interno con sus programas y sus tablas PSI/SI.

Perfect Streamer funciona en modo multi-carrier: un mismo adaptador entrega simultáneamente el multiplex externo y todas las portadoras T2-MI descapsuladas. Ajustes (sección «T2-MI»):

«Modo T2-MI»
: Off — la descapsulación está desactivada, el flujo externo se transmite tal cual (si se detecta T2-MI en el multiplex, el nodo lo indica en el registro); Manual — la descapsulación está siempre activada; Auto — las portadoras se detectan automáticamente a partir de las tablas PMT y, sin ellas, el adaptador funciona como un multiplex corriente.

«T2-MI PID»
: Creación previa de una portadora en un PID conocido antes de que lleguen las tablas; las demás portadoras se detectan de todos modos automáticamente.

«T2-MI PLP»
: El número de PLP que se extrae de cada portadora; no existe un valor por portadora — para distintos PLP se configuran adaptadores independientes con LNB compartido. Si no llegan BBFRAME con el PLP indicado, el nodo escribe en el registro la lista de los PLP observados; esa misma lista se ve en las estadísticas del adaptador. El campo «Filtro T2-MI TSID (−1 = cualquiera)» está reservado.

Los programas de los multiplex internos aparecen en la lista común de programas del adaptador con la marca del PLP. Para conectar un programa de este tipo a un flujo SPTS se emplea un PNR compuesto — el número de la portadora × 65536 + el PNR dentro de ella (*Demultiplexor*); la portadora 0 es el multiplex externo. Los duplicados de servicio y los feeds de prueba dentro de las portadoras se marcan automáticamente con «[test]» y no influyen en la comprobación de salud.

Descifrado

BISS. Descifrador BISS-1 / BISS-E por software (sección «Descifrado BISS»). Se definen pares «slot — clave»; en un mismo adaptador pueden estar activos varios descifradores:

- slot — número de programa (PNR) del multiplex externo: se descifran todos los PID del programa;
- slot — PLP de una portadora T2-MI: la clave se aplica a toda la portadora antes de la descapsulación. Esto es obligatorio para los flujos multistream cifrados — sin la clave, el descapsulador descarta cada paquete cifrado.

El formato de la clave se determina por su longitud: 12 dígitos hexadecimales — BISS-1 (los bytes de control se calculan automáticamente), 16 — BISS-E. Las claves se aplican sobre la marcha, sin reiniciar el adaptador. El funcionamiento de la clave se aprecia en los contadores de las estadísticas del adaptador: el crecimiento de «descifrados» indica que la clave funciona; el crecimiento de «falta clave», que la clave no está definida o está definida en el nivel equivocado; el crecimiento de «err», que la clave es incorrecta.

CI/CAM. El adaptador con un módulo CAM instalado descifra los programas seleccionados a través del Common Interface (sección «Descifrado CI/CAM»): se enumeran los números de los programas y el módulo los descifra directamente en la cadena de recepción. La lista se aplica sobre la marcha y no depende del sistema de transmisión. El estado del módulo, los sistemas CA admitidos y el estado de descifrado de cada programa se ven en las estadísticas del adaptador y en la pantalla «Equipamiento» (*Equipamiento*); la extracción del módulo, la ausencia de suscripción y los errores de CA generan alertas (*Catálogo de códigos de alerta*).

«Limpiar CA de la salida descifrada» (ajuste adicional) elimina las tablas y los mensajes CAS de los programas ya descifrados — de forma análoga al filtro de flujo «Eliminar CAT / ECM / EMM» (*Filtrado MPEG-TS*).

Control de la señal

En la lista de adaptadores se ven el enganche de la señal, el nivel, el SNR, el BER y la tasa de bits de entrada de cada adaptador. La ventana de estadísticas del adaptador (*Estadísticas del adaptador*) muestra el historial de la señal (nivel, SNR, BER, bloques no corregidos), las métricas actuales del frontend, la lista de programas con sus datos de medios, los contadores de las portadoras T2-MI y de los descifradores, el estado del módulo CAM y el registro; los contadores acumulados se ponen a cero con el botón «Restablecer estadísticas». Para controlar la antena sin leer el flujo, el adaptador se crea en modo Frontend monitor.

La pérdida del enganche, la caída del nivel o de la calidad de la señal y el aumento de los errores BER y de los bloques no corregidos generan alertas con umbrales configurables (*Alertas (alerter)*; los umbrales están en los ajustes del alertador).

Búfer de recepción. «Búfer de demux (bloques)» (ajuste adicional) define el tamaño del búfer circular de recepción en bloques de 64 KB. El valor por defecto, 512 (32 MB), cubre los escenarios de transpondedor completo DVB-S/S2 con varios consumidores; en sistemas poco cargados o embebidos puede reducirse. En caso de desbordamientos del búfer (el contador se ve en las estadísticas y el mensaje, en el registro), aumente el búfer o reduzca el volumen de los datos recibidos — por ejemplo, renuncie a leer el multiplex completo si no es necesario. Tenga en cuenta la memoria: cada adaptador reserva «bloques × 64 KB».

Permisos de acceso a los dispositivos

Si los adaptadores DVB no se muestran en Perfect Streamer aunque estén presentes en el sistema, conceda al servicio permisos sobre los dispositivos DVB. Cree el archivo `/etc/udev/rules.d/99-dvb-permissions.rules` con la línea:

```
SUBSYSTEM=="dvb", GROUP="video", MODE="0660"
```

A continuación, añada el usuario del servicio al grupo video y aplique los permisos:

```
sudo usermod -aG video pss
sudo chown -R root:video /dev/dvb/*
sudo systemctl restart pss
```

Tras reiniciar el sistema, la regla de udev establece los permisos automáticamente.

1.7.10 Publicación y recepción RTMP

Perfect Streamer funciona con RTMP y RTMPS como cliente: publica un flujo SPTS en un punto de recepción externo (el ingest de una plataforma de vídeo o cualquier receptor RTMP) y recibe un flujo de una fuente RTMP bajo demanda (pull). El modo de recepción de publicaciones entrantes (push ingest, «como en las plataformas de vídeo») no es compatible: para esos escenarios, utilice un puente a través de una aplicación externa (*Otras entradas y salidas*). RTMP solo está disponible para flujos SPTS.

Publicación (salida de tipo rtmp)

La salida se añade en la pestaña «Salidas» del flujo (los nombres de los campos son los de la interfaz):

URL (rtmp(s)://…)
: La dirección del punto de recepción, incluida la clave de transmisión tal como la proporciona la plataforma receptora.

Bind interface
: La interfaz local de la conexión saliente.

Client timeout
: El tiempo de espera de conexión, 10 segundos de forma predeterminada.

Allow HEVC (Enhanced RTMP)
: El HEVC se publica mediante la extensión Enhanced RTMP (activada de forma predeterminada; ajuste adicional). Para receptores sin compatibilidad con Enhanced RTMP, desactívela: solo se publicará H.264.

Verify TLS certificate
: Para RTMPS: verificación del certificado del servidor (desactivada de forma predeterminada; ajuste adicional).

El formato de publicación es un único programa: un vídeo H.264 o HEVC y como máximo una pista de audio AAC. Una fuente multipista se restringe mediante filtros PID en la entrada del flujo (*Filtrado MPEG-TS*); las pistas de audio en otros formatos se descartan. Si la disposición de las pistas es incompatible con RTMP, la publicación no se realiza: el motivo se muestra en las estadísticas de la salida (*Estadísticas del flujo*).

Recepción (entrada de tipo rtmp)

Una entrada de tipo rtmp toma un flujo de una fuente RTMP por su URL: el nodo se conecta como cliente, el flujo recibido se remultiplexa a MPEG-TS y pasa por el pipeline SPTS habitual (*Pipeline de procesamiento*). Los ajustes son los mismos: URL (rtmp(s)://…), Bind interface, Client timeout y Verify TLS certificate para RTMPS.

1.7.11 Otras entradas y salidas

Detalles de configuración de las entradas y salidas enumeradas brevemente en la descripción general de los protocolos (*Otras entradas y salidas*): recepción desde fuentes RTSP y a través de HLS/HTTP, trabajo con archivos y dispositivos, tuberías con nombre y puente hacia aplicaciones externas. Los nombres de los campos son los de la interfaz.

Entrada RTSP

Recepción de un flujo de vídeo desde fuentes RTSP: cámaras IP y servidores RTSP. El nodo abre una sesión RTSP, lee los flujos elementales y los remultiplexa en el MPEG-TS interno; a continuación el flujo recorre el pipeline SPTS habitual. Si la fuente no contiene pistas de audio, se añade una pista silenciosa MPEG-1 Layer II: el pipeline necesita al menos una pista de audio. RTSP es una fuente de un solo programa y solo está disponible para los flujos SPTS.

Ajustes:

- URI (rtsp://…) — dirección completa de la sesión; Login y Password — credenciales, si el servidor exige autorización;
- Transport — transporte RTP dentro de RTSP: UDP (por defecto; baja latencia, sensible a las pérdidas), TCP (atraviesa NAT y cortafuegos) o túnel HTTP (para atravesar servidores proxy HTTP);
- User-Agent y Cookies (ajustes adicionales) — para servidores con autorización no estándar;
- Client timeout — tiempo de espera de apertura y de lectura, 10 segundos por defecto.

Entrada HLS / HTTP

Recepción de MPEG-TS sobre HTTP: una lista de reproducción HLS convencional o una transmisión HTTP continua. Por defecto, el modo se determina automáticamente según el tipo de contenido de la respuesta; si es necesario, se indica de forma explícita. Para una lista de reproducción adaptativa se toma por defecto la primera variante de la lista maestra; el número de variante puede indicarse de forma explícita (ajuste adicional). Se admiten la autorización con usuario y contraseña, Cookies y un User-Agent propio, así como las listas de reproducción que redirigen a la lista de una nueva sesión. La entrada solo está disponible para los flujos SPTS; para MPTS utilice UDP / RTP / TCP, un archivo o un adaptador DVB.

Archivos y dispositivos

El tipo file sirve tanto de entrada como de salida:

- **Salida** — grabación en un archivo TS (por ejemplo, para un diagnóstico posterior con analizadores externos) o salida hacia un dispositivo: cualquier dispositivo de `/dev`, incluidas las tarjetas SDI y ASI. Para un dispositivo se activa el indicador Is device node.
- **Entrada** — reproducción cíclica desde un archivo TS o captura desde un dispositivo (por ejemplo, recepción DVB-ASI — *Receptor DVB*).

La ruta se indica en el campo File path — la ruta completa al archivo o al dispositivo.

Tuberías con nombre (pipe)

Lectura de una tubería con nombre (FIFO) existente y escritura en ella. A diferencia del tipo std, el nodo no lanza un proceso hijo: el programa externo de origen o de destino debe iniciarse de forma independiente y mantener la tubería abierta por su lado. El campo FIFO path (empty = auto) indica la ruta a un FIFO existente (creado, por ejemplo, con el comando `mkfifo`); si el valor está vacío, el propio nodo crea el FIFO y asigna la ruta automáticamente (la ruta se muestra en las estadísticas de la entrada o de la salida). Disponible para SPTS y MPTS.

Aplicaciones externas (std)

El tipo std es un puente hacia los protocolos no admitidos por los medios integrados: el flujo MPEG-TS se recibe y se transmite a través de los flujos estándar de entrada y salida de una aplicación de consola de terceros, que el propio nodo inicia y supervisa (reiniciándola cuando finaliza).

Contrato de la aplicación:

- **entrada** — la aplicación escribe MPEG-TS en stdout; envíe los mensajes de diagnóstico únicamente a stderr — stdout está reservado para el flujo;
- **salida** — la aplicación lee MPEG-TS de stdin; el ajuste Packets per write define la agrupación de la escritura (1–16 paquetes TS por operación, ajuste adicional).

Ajustes: Command (absolute path) — ruta absoluta a la aplicación; Arguments — línea de comandos (las comillas conservan los espacios dentro de un argumento, la barra invertida escapa los caracteres); Env names y Env values — pares de variables de entorno que se pasan a la aplicación.

1.7.12 EPG/EIT

El nodo mantiene una base de datos EPG — la guía de programación compuesta a partir de los flujos recibidos y de fuentes XMLTV externas. Los datos de la base se utilizan en varios subsistemas: la generación de tablas EIT en los flujos SPTS (*Generador EIT*), la reproducción del archivo DVR según la guía de programación (*Reproducción del archivo (VOD)*) y la entrega de la guía a sistemas externos — descodificadores y middleware OTT (*EPG para middleware OTT*).

Importación de EPG/XMLTV

La base de datos EPG se llena a partir de fuentes de tres tipos:

- **EIT de los flujos recibidos** — ajuste «Extraer EIT a la base de datos EPG» del flujo (SPTS y MPTS, *Modificación del flujo*);
- **EIT de los adaptadores DVB** — ajuste «Exportar EPG» del adaptador (*Receptor DVB*);
- **fuentes XMLTV externas** — mediante un enlace a un recurso web o desde un archivo local.

El EIT extraído de los flujos y de los adaptadores DVB se acumula en una única fuente integrada común, «importación de flujos»; cada fuente XMLTV externa mantiene su propia base de datos. El identificador de canal es único dentro de su propia fuente; los nombres de los canales y los textos de los eventos se almacenan en varios idiomas.

Configuración de las fuentes

Las fuentes se configuran en la pantalla «Ajustes de EPG» (*Ajustes de EPG*). En la pestaña «Importación» se encuentran los parámetros generales: «Activar importación», «Conservar historial, días» (profundidad de conservación de los eventos pasados) y «Limpieza automática de canales huérfanos» (eliminación de los canales que se han quedado sin eventos).

Las fuentes XMLTV externas se añaden en la pestaña «Fuentes»: nombre, «URL / ruta de la fuente», «Activada», «Intervalo de actualización, s» (una vez por hora por defecto), «Codificación del contenido» (detección automática o GZip forzado), credenciales y Cookies para las fuentes web restringidas y «Guardar la copia descargada» para diagnóstico.

Base de datos EPG

La guía de programación acumulada se consulta en la pantalla «Base de datos EPG» (*Base de datos EPG*). En la pestaña «Base de datos» se selecciona la fuente y están disponibles la búsqueda de canales y el filtro por conjunto de canales; la programación del canal se hojea por días y el programa en curso aparece resaltado. En cada canal se pueden modificar:

- «Nombre del canal» — el nombre utilizado en la exportación XMLTV;
- «Zona horaria» — si en la importación la hora de los eventos no estaba referida a UTC;
- «URL del icono» — el icono del canal;
- «Conjuntos de canales» — pertenencia a los conjuntos que se entregan a los consumidores externos (*EPG para middleware OTT*).

Las modificaciones manuales pueden sobrescribirse en la siguiente actualización de la fuente; la interfaz web advierte de ello.

La pestaña «Estado de las fuentes» muestra el avance de la importación: la hora de la última y de la siguiente actualización, el número de canales y de eventos y los errores; el botón «Actualizar ahora» inicia la actualización de la fuente de inmediato, sin esperar a la planificación.

Generador EIT

El generador de EIT inserta en el flujo SPTS las tablas de la guía de programación procedentes de la base de datos EPG del nodo: tanto el evento actual/siguiente como la programación completa. Esto permite formar una señal DVB completa para los flujos cuya fuente no transporta EIT: la guía de programación se toma de cualquier fuente de la base de datos EPG (*Importación de EPG/XMLTV*).

La generación se activa en la sección «Generar EIT a partir del EPG» de la pestaña «Flujo» del editor de flujo: se seleccionan «Fuente EPG» y «Canal EPG» (*Modificación del flujo*). Si la fuente no transporta SDT, junto con la EIT se genera automáticamente también la tabla de descripción de servicio. El estado del generador se muestra en la ventana de estadísticas del flujo, en la sección «Generación de EIT»: número de eventos, hora de la última actualización y errores de la fuente EPG.

Particularidades:

- La inserción de las tablas modifica la composición de los paquetes del flujo: para cumplir TR 101 290 en la salida, active el modo CBR (*Control de la tasa de bits*).
- Si la fuente ya transporta su propia EIT, esta puede eliminarse con el filtro «Eliminar EIT» y sustituirse por la generada (*Filtrado MPEG-TS*).
- Al ensamblar un multiplex, la EIT de los programas participantes — incluida la generada — es transferida por el multiplexor; los identificadores de las tablas se ajustan al plan del multiplex (*Generación de tablas*).
- La guía de programación insertada por el generador se utiliza también para la reproducción del archivo DVR a partir de un evento (*Reproducción del archivo (VOD)*).

EPG para middleware OTT

La guía de programación de la base de datos EPG se entrega a los sistemas externos — descodificadores, aplicaciones y middleware OTT — de dos formas: como documento XMLTV completo mediante un servidor EPG dedicado y como programación diaria de un canal en JSON mediante la API HTTP del nodo.

Entrega de XMLTV

XMLTV lo distribuye un servidor EPG integrado independiente. Se habilita en la pantalla «Servidor EPG» (*Servidor EPG*): «Habilitar el servidor EPG», el puerto HTTP (43973 por defecto), si es necesario HTTPS con certificado (puerto 43983 por defecto) y el «Nombre de host».

El acceso se concede por cuentas (pestaña «Cuentas» de la pantalla «Ajustes de EPG», *Ajustes de EPG*): usuario y contraseña, «Conjunto de canales», «Fecha de finalización» de la vigencia, «IP permitida» y el indicador «Pausado». El contenido de la entrega lo determina el conjunto de canales:

- los conjuntos se crean en la pestaña «Conjuntos de canales»;
- los canales se incluyen en los conjuntos en la base de datos EPG (*Base de datos EPG*); un canal puede pertenecer a varios conjuntos;
- a una cuenta se le asigna un único conjunto — sin él la entrega está vacía.

El documento está disponible en la ruta `/xmltv` (y `/xmltv.gz` — el archivo comprimido); la autorización se realiza mediante HTTP Digest o a través de los parámetros de la consulta. Las horas de los programas se emiten con la zona horaria del canal; en el documento solo se incluyen los eventos actuales y futuros. Si un mismo identificador de canal ha llegado de fuentes distintas, el canal se emite una sola vez y la omisión se comunica en el registro.

Programación diaria en JSON

Para las interfaces de middleware el nodo devuelve la programación de un canal correspondiente a un día con una sola consulta a la API HTTP en formato JSON (la autorización es la misma que para el resto de las consultas de la API):

```
GET /data/epg/channel?src=<fuente>&ch=<canal>&lang=<idioma>&t=<hora>
```

Se devuelve la lista de los eventos del día (en UTC) en el que se sitúa la hora `t`: inicio, fin, título y descripción de cada programa en el idioma solicitado; si no hay traducción, se utiliza el idioma por defecto y, a continuación, cualquiera de los disponibles. Un día vacío es una lista vacía válida. El servidor almacena las respuestas en caché y las actualiza automáticamente cuando llegan nuevos datos de EPG.

La caché integrada está dimensionada para aproximadamente mil clientes simultáneos; en instalaciones mayores se recomienda situar tanto la entrega de XMLTV como la de JSON detrás de un proxy inverso con caché o de una CDN.

La reproducción del archivo DVR a partir de un evento de la guía de programación (parámetro `epg` en la URL de reproducción) se describe en *Reproducción del archivo (VOD)*.

1.8 Interfaz web

La interfaz web es el medio principal de gestión y observación de un nodo Perfect Streamer. Esta es la sección de ayuda contextual: su estructura reproduce la estructura de la interfaz web, y cada pantalla y cada cuadro de diálogo importante tienen su propia sección, a la que conduce el botón de llamada de la ayuda.

La sección describe la finalidad de cada pantalla y su relación con el resto de la documentación. El significado de los distintos campos y las reglas para rellenarlos se indican directamente en la interfaz (breves indicaciones junto a los campos), mientras que los conceptos que subyacen a los ajustes se exponen en las secciones temáticas del manual a las que se remite.

1.8.1 Acceso y roles

La interfaz web se abre en el navegador en la dirección del nodo y el puerto del servidor web: por omisión `http://<dirección>:8808` (o `https://<dirección>:43981` con TLS habilitado). Están disponibles dos interfaces: la nueva (principal) y la clásica, en la ruta `/classic`. El primer inicio de sesión, los puertos de los servicios y el cambio de la contraseña predeterminada se describen en la sección *Configuración inicial*.

El inicio de sesión se realiza con usuario y contraseña (autenticación Digest). Los permisos se determinan por el rol de la cuenta:

Admin
: Acceso completo: configuración de flujos y servicios, administración, visualización.

Restricted admin
: Visualización y puesta en pausa: de un flujo, de una entrada o salida concreta suya y de un adaptador DVB.

Viewer
: Solo visualización del estado: este rol no tiene botón de pausa en absoluto.

El rol determina también el conjunto de pantallas. Solo el administrador dispone de «Usuarios / Inicios de sesión» y «Ajustes de EPG», de todo el grupo «Administración» y, dentro de «Monitorización», de «Registros» y «Alertas»; las demás pantallas se abren en los tres roles. La restricción no actúa solo en el menú: un enlace directo a una pantalla cerrada muestra la página «Sin acceso». Dentro de las pantallas de acceso general, las acciones que modifican la configuración no están desactivadas, sencillamente no se muestran: un rol sin permisos no las ve.

El nodo entrega el flujo de alertas únicamente al administrador. Por eso, en los otros dos roles todos los indicadores de alarma de la interfaz están vacíos: las marcas de alerta en las filas de los flujos, los puntos en los grafos y las tarjetas, el color de estado derivado de una alerta. La observación sigue funcionando: solo está cerrado el canal de alertas (*Alertas*).

Las cuentas y los roles se gestionan en la pantalla *Servidor web y cuentas*.

Iniciar sesión

El formulario de inicio de sesión se muestra antes de que se cargue la aplicación y solicita el usuario y la contraseña. Tras un inicio de sesión correcto se abre la última pantalla consultada. El cambio de la contraseña predeterminada es obligatorio en el primer inicio de sesión (véase *Configuración inicial*).

1.8.2 Estructura de la interfaz

A la izquierda se sitúa el menú de navegación agrupado por secciones; en la parte superior, la barra con los elementos comunes. El menú funciona en dos ámbitos, que se conmutan en la barra superior:

- **Nodo** — gestión y observación del nodo actual. Tres grupos de menú:
  - *Monitorización* — estado de los flujos, los clientes, el hardware y los servicios;
  - *Configuración* — usuarios y EPG;
  - *Administración* — servicios del servidor, almacenamientos, licencia, mantenimiento.
- **Meshwork** — pantallas de resumen de la red de nodos: el mapa, las conexiones y el catálogo común de recursos (véanse *Meshwork* y la sección *Meshwork*).

La composición del menú depende del rol y de lo que haya en el nodo. Una entrada para la que no hay permisos no se muestra. «Adaptadores DVB» y «Equipamiento» aparecen según los dispositivos detectados, no según los configurados. Las demás entradas condicionales no dependen del equipamiento, sino de los propios objetos: «DVR» exige al menos un almacén, «Transcodificadores» al menos una instancia de transcodificador, «Flujos de prueba» una entrada de prueba en funcionamiento.

Con las listas se trabaja igual en toda la interfaz. En las listas de configuración — entradas y salidas del flujo, accesos, servidores de facturación, fuentes, conjuntos de canales y cuentas de EPG, almacenamientos DVR, cuentas del servidor web — un clic en cualquier punto de la fila abre su editor, lo mismo que el botón «Editar» al final de la fila; un clic en un elemento anidado (pausa, eliminación, botón de la biblioteca) ejecuta únicamente su acción. En las listas de observación, un clic en la fila despliega los detalles, y la fila desplegada queda marcada con un resaltado y una franja en el borde izquierdo. El uso con el teclado se describe en *Uso con el teclado*.

Barra común

En la barra superior, además del conmutador de ámbito, están disponibles: el indicador de tiempo activo, la campana de alertas (solo para el rol de administrador; conduce a la pantalla *Alertas*), la lista de atajos de teclado, el botón de llamada de la ayuda, la selección de idioma, el conmutador de apertura de los nodos vecinos, el conmutador del tema visual y el cierre de sesión. El conmutador de apertura de nodos muestra su valor actual — «Pestaña nueva» o «Pestaña actual» (con la indicación «Abrir nodos en») — y se aplica en todos los lugares donde la interfaz conduce a la administración de otro nodo.

1.8.3 Uso con el teclado

La interfaz se puede usar sin ratón. La primera pulsación de Tab en cualquier pantalla muestra el botón «Ir al contenido»: traslada el foco al área de la pantalla, evitando la barra superior y el menú. El elemento bajo el foco siempre queda rodeado por un marco; al trabajar con el ratón el marco no aparece.

Cuatro combinaciones funcionan en cualquier pantalla:

Teclas	Acción
?	Abrir la ventana «Atajos de teclado».
/	Llevar el cursor al campo de búsqueda de la pantalla. El campo existe en las pantallas «Flujos», «Clientes», «Base de datos EPG», «Registros» y «Pipeline de procesamiento»; en las demás la tecla queda para el navegador y funciona su propia búsqueda en la página.
Alt+N	Ir al menú de navegación, al elemento actual.
Alt+M	Ir al contenido de la pantalla.

Mientras el cursor está en un campo de entrada y mientras haya una ventana de diálogo abierta, estas combinaciones no actúan: los caracteres se escriben y el teclado pertenece a la ventana. Alt+N y Alt+M se determinan por la posición de la tecla, por lo que también funcionan en distribuciones donde Alt+N produce un signo diacrítico.

Una lista de datos es una única parada de Tab: se entra en ella una vez y después se avanza con las flechas. Las teclas ↑ y ↓ recorren las filas, Home y End llevan a la primera y a la última, Enter o la barra espaciadora abren o despliegan la fila, y → y ← la despliegan y la contraen. El Tab dentro de la lista recorre los botones de la fila actual y luego sale de la lista por completo; la posición del cursor se recuerda, incluso tras un clic del ratón. El simple desplazamiento del cursor no abre nada: la fila pasa a ser la seleccionada para las acciones del encabezado con Enter.

Allí donde el orden de las filas se establece arrastrando, ese mismo traslado se hace con las combinaciones Alt+↑ y Alt+↓: en la lista «Flujos», en la lista «Servidores de facturación» (*Usuarios / Inicios de sesión*) y en la ventana «Programas» (*Programas*). El nuevo orden se guarda de inmediato; si se rechaza, la fila vuelve a su sitio. A diferencia del arrastre, el traslado con el teclado también está disponible en una pantalla estrecha.

En el lienzo de un grafo (*Pipeline de procesamiento*, *Topología*, *Pares del nodo*) las flechas no recorren filas, sino que desplazan la imagen; + y – cambian la escala y 0 encaja el grafo completo.

En cualquier ventana de diálogo, Esc cierra la ventana, el Tab recorre sus elementos en ciclo y no lleva fuera de la ventana, y tras el cierre el foco vuelve al elemento desde el que se abrió la ventana.

La ventana «Atajos de teclado» se abre con la tecla ? y con el botón de la barra común. En una pantalla estrecha no hay botón, pero las propias combinaciones funcionan: con un teclado conectado, la ventana se llama con la tecla. Enumera las combinaciones en cuatro grupos — «En todas partes», «En la lista», «En una fila movible» y «En el diálogo» — y recuerda que en macOS se usa la tecla ⌥ Option en lugar de Alt. Las denominaciones de las teclas en la ventana no se traducen.

1.8.4 Cómo funciona la ayuda contextual

La ayuda se invoca desde la interfaz y abre la sección que corresponde al contexto actual:

- para una **pantalla**, la ayuda se abre con el botón común de llamada de la ayuda y conduce a la sección de esa pantalla;
- para un **cuadro de diálogo**, la ayuda se invoca con el botón «?» del propio cuadro y conduce a la sección de ese cuadro.

Cada pantalla y cada cuadro de diálogo importante tienen su propia sección de ayuda, por lo que la navegación desde la interfaz conduce siempre a la descripción exacta de aquello que está abierto en la pantalla.

Monitorización

El grupo **Monitorización** del área «Nodo» reúne las pantallas de observación del nodo actual: el estado de los flujos, de los clientes, del hardware y de los servicios. Las pantallas se actualizan automáticamente. La mayoría de ellas solo muestra datos, pero algunas permiten además gestionar el objeto: «Flujos» — crear y configurar flujos, «Adaptadores DVB» — añadir, configurar y escanear un adaptador, «Base de datos EPG» — editar un canal. La configuración de los servicios, de las cuentas y de los almacenes se ha trasladado a los grupos *Configuración* y *Administración*.

La pantalla central del grupo, «Flujos», se trata en una sección aparte: *Flujos*.

Resumen del nodo

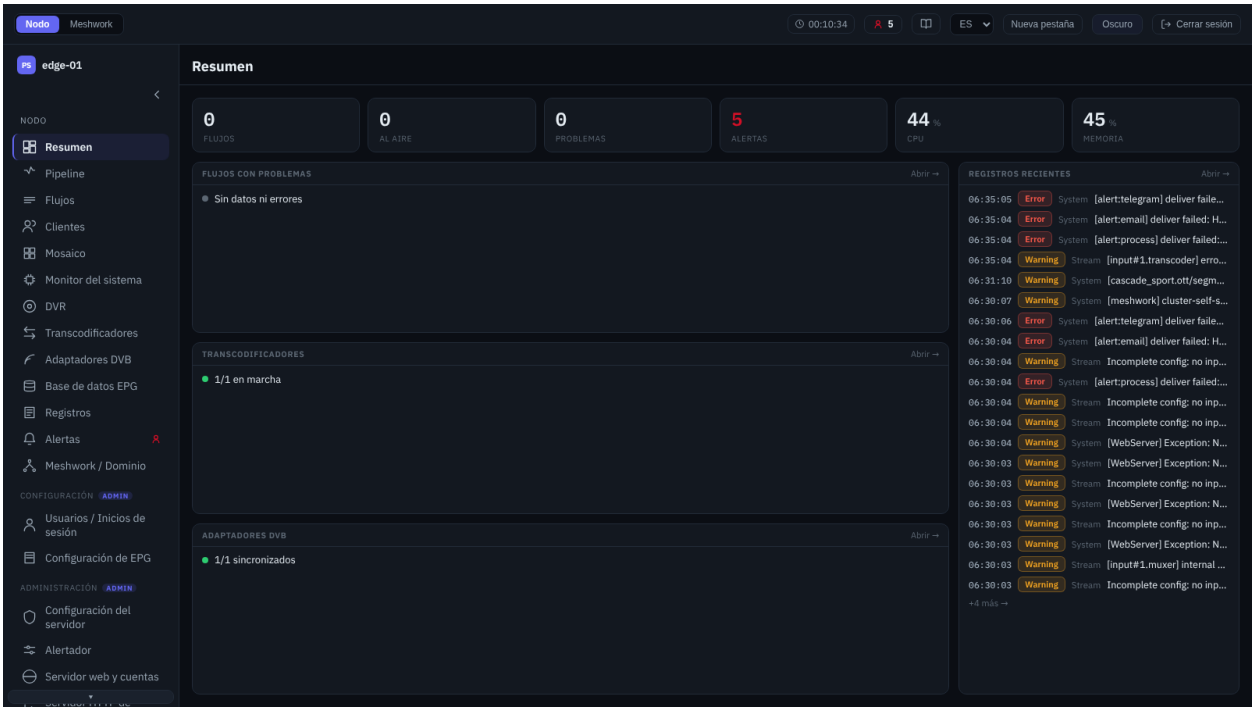


Figura 5: Resumen del nodo.

Panel de inicio del nodo. La barra superior contiene los recuadros de los indicadores clave: el número de flujos y cuántos de ellos están «Al aire», el contador «Problemas», las «Alertas» activas (en el rol de administrador) y la carga de CPU y de memoria. Debajo se sitúan los paneles de los subsistemas con problemas: «Flujos con problemas», «Transcodificadores», «Adaptadores DVB» y (para el administrador) «Registros recientes»; cada uno enumera los objetos defectuosos o un breve resumen «correcto»; desde el encabezado del panel se pasa a la pantalla correspondiente. Al final del todo se encuentra la barra «Favoritos» con las gráficas de señal de los adaptadores DVB y las celdas del mosaico fijadas (se fijan en sus propias pantallas). La evaluación de la carga del nodo se detalla en la pantalla *Monitor del sistema*.

Pipeline de procesamiento

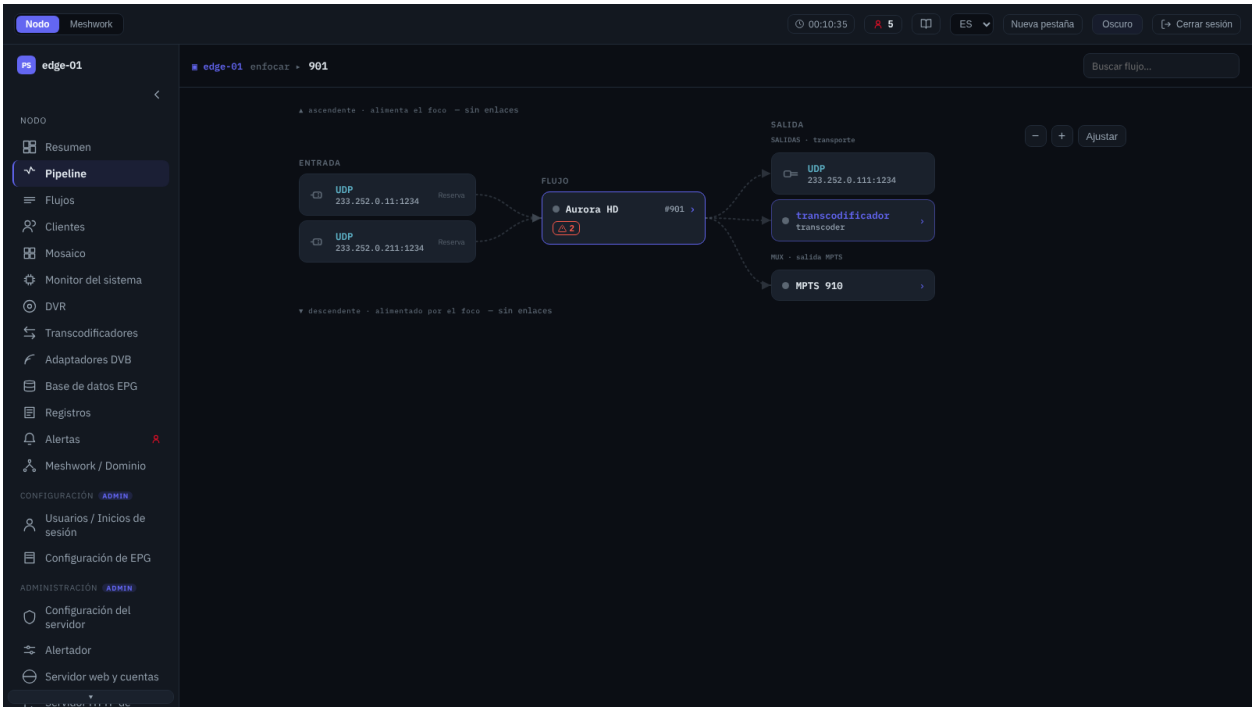


Figura 6: Grafo del pipeline de procesamiento: flujo único (SPTS).

Grafo de procesamiento de una única entidad seleccionada: cómo las fuentes, el flujo y las salidas se enlazan en un pipeline único (ENTRADA → FLUJO → SALIDA). La vista del foco se elige según el tipo: flujo SPTS o MPTS (con la representación de los programas entrantes y salientes del multiplex; la lista de flujos está en *Flujos*), *Paquetes adaptativos*, transcodificador (*Transcodificadores*) o adaptador DVB (*Adaptadores DVB*). Entre las entidades se navega con las flechas de vecinos, mediante la búsqueda por nombre o desde otras pantallas; el foco actual se guarda en la dirección (se puede facilitar un enlace directo). Un bloque aparte reúne las retransmisiones locales del nodo (peer), y las «puertas» hacia los nodos vecinos abren su interfaz de administración con el mismo foco. Las tarjetas del transcodificador — tanto la de la entrada como la de la salida — llevan al grafo de ese transcodificador; en la entrada, para ello debe estar definido un decodificador. Las tarjetas de las entradas y las salidas en los transportes del catálogo común del dominio disponen del botón «Mostrar en la biblioteca» (*Biblioteca — este flujo*). El grafo muestra únicamente los flujos e IO activos; las entradas y salidas pausadas no se representan en él. El modelo de transmisión se describe en *Modelo de transmisión: Stream, Sender, Receiver, Peer*; el procesamiento del flujo en el nodo, en *Streamer: detalles de implementación*; los multiplex MPTS, en *Flujos MPTS*.

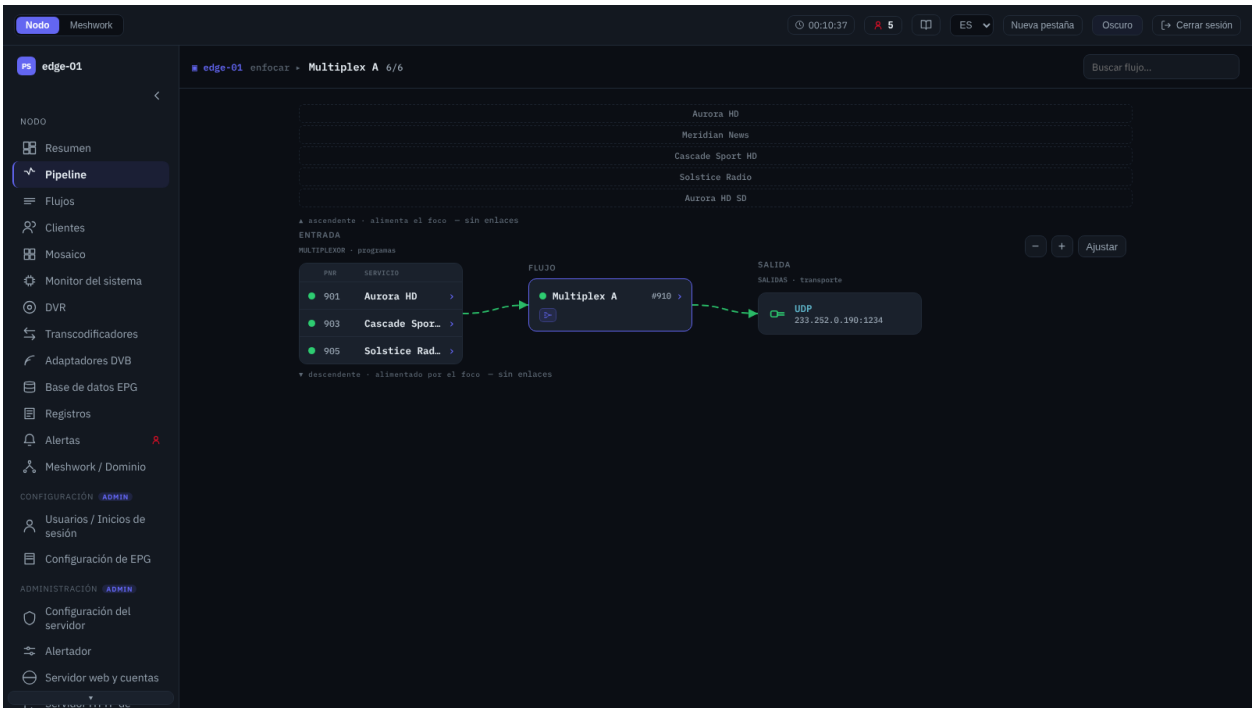


Figura 7: Grafo del pipeline de procesamiento: multiplexor MPTS.

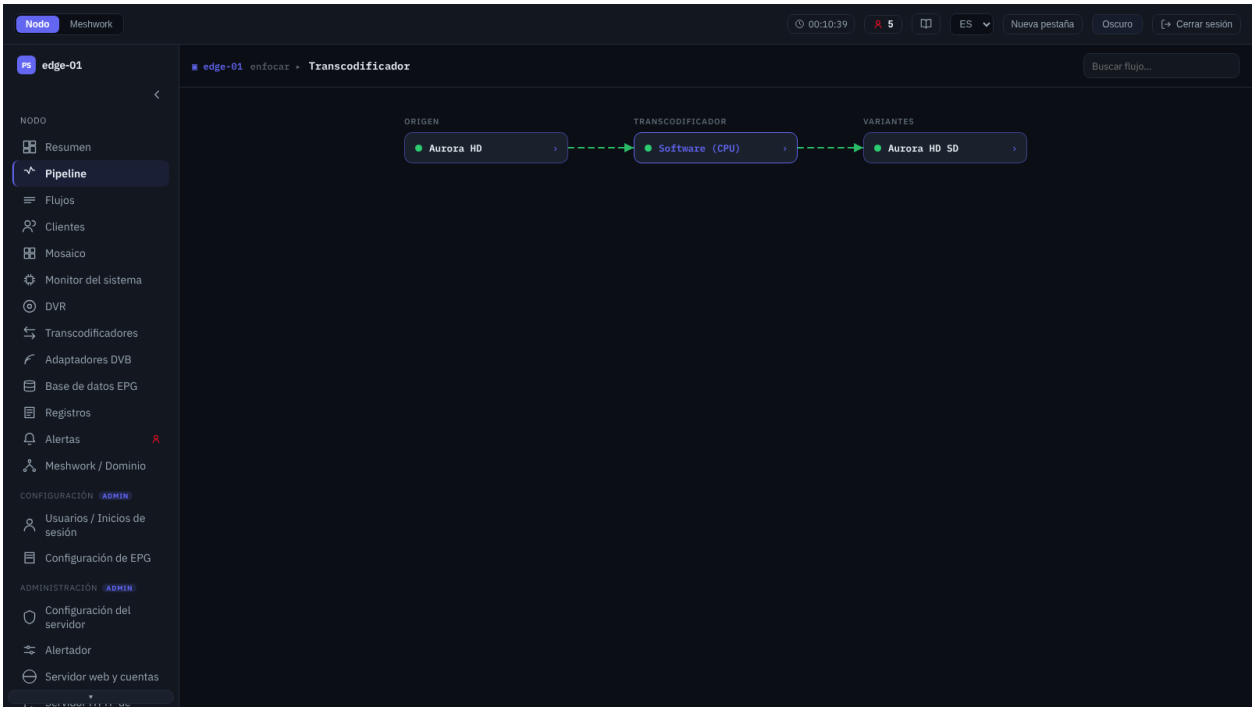


Figura 8: Grafo del pipeline de procesamiento: transcodificador.

Clientes

Lista de los receptores conectados, repartida en pestañas por protocolo de entrega: «HTTP / OTT», «SRT», «PS1» y «RIST»; cada pestaña dispone de un contador en vivo de sesiones activas. Se muestran las columnas operativamente relevantes: cliente (con la marca de origen, «Inicio de sesión local» o «Facturación externa»), dirección, flujo, login, para SRT el modo (caller/listener), las pérdidas y el RTT, para OTT el tipo de sesión y la «Calidad» de la entrega, y la hora de conexión. La búsqueda funciona sobre la lista (nombre, login, dirección) y las listas largas se dividen en páginas. Al desplegar una fila se abre el conjunto completo de contadores de diagnóstico de la sesión, actualizado en tiempo real. El administrador dispone de la acción «Desconectar», que finaliza todas las sesiones del login seleccionado. Los protocolos de transmisión se describen en *Protocolos Peer de transmisión fiable*; la entrega OTT, en *OTT y DVR*; las cuentas de los receptores, en la pantalla *Configuración* (*2. Comportamiento de los clientes*).

Mosaico

Muro de previsualización: miniaturas de fotogramas en vivo, una celda por cada flujo SPTS activo y por cada programa de un MPTS activo (los programas del multiplex se marcan con un icono). La rejilla se adapta al ancho de la pantalla y el tamaño de las celdas se conmuta con el control «Tamaño» (1, 1/2, 1/3). Los flujos pausados y detenidos no aparecen en el mosaico. Al pulsar una miniatura se abre el fotograma ampliado; con la estrella la celda se puede fijar en «Favoritos», en la pantalla *Resumen del nodo*.

Fotograma original

Ventana de visualización ampliada del fotograma seleccionado en su resolución original, para una comprobación visual detallada de la imagen. Dentro de la ventana se recorren las celdas contiguas del mosaico.

Monitor del sistema

Estado del servidor presentado en tarjetas: «CPU» (carga total y proporción del proceso PSS, número de núcleos), «Memoria» (memoria usada y proporción de PSS, volumen en GB), «Red» (por cada interfaz, recepción/transmisión y utilización del enlace, con las VLAN anidadas bajo el adaptador físico) y las tarjetas de aceleración por hardware (NVIDIA: GPU/memoria/decodificador/codificador, Intel VPL). Debajo figuran las gráficas de los indicadores a lo largo del tiempo. En los nodos con sintonizadores DVB se muestran, en una sección aparte, las gráficas de calidad de señal de los frontends (*Control de la señal*). Ayuda a evaluar el margen de carga; las recomendaciones para ajustar los recursos figuran en *Optimización del funcionamiento del nodo* y la recolección externa de métricas, en *Conexión de sistemas de monitorización externos*.

Monitor de DVR

Observación de la grabación DVR por almacenamientos (solo lectura). Para cada almacenamiento se indican el llenado respecto al objetivo de limpieza (una barra con la marca del objetivo), los volúmenes (usado, libre, total y tamaño del archivo desglosado en TS/MP4), el indicador «Presión de disco», la tarea en segundo plano en curso y el número de flujos vinculados; las alertas activas del almacenamiento se muestran al lado. Al desplegar se ven, línea por línea, los flujos del archivo (grabando / inactivo, profundidad de retención, volumen acumulado, latencias de lectura/escritura) y el diagnóstico de mantenimiento (recogida de directorios huérfanos, recorte por presión de disco). Para un flujo se abre la ventana *Estadísticas del flujo*; el administrador dispone además de la limpieza del archivo de un flujo concreto y del comando general «Borrar archivos huérfanos». Los almacenamientos se configuran en la pantalla

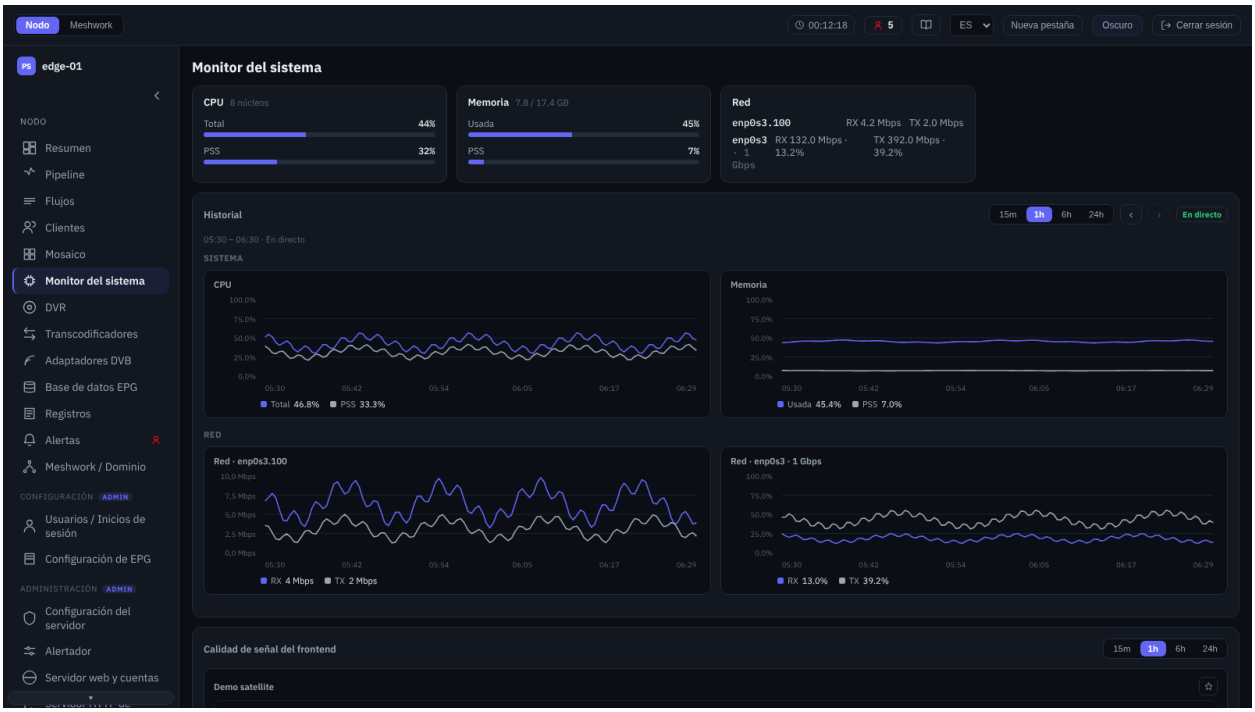


Figura 9: Monitor del sistema.

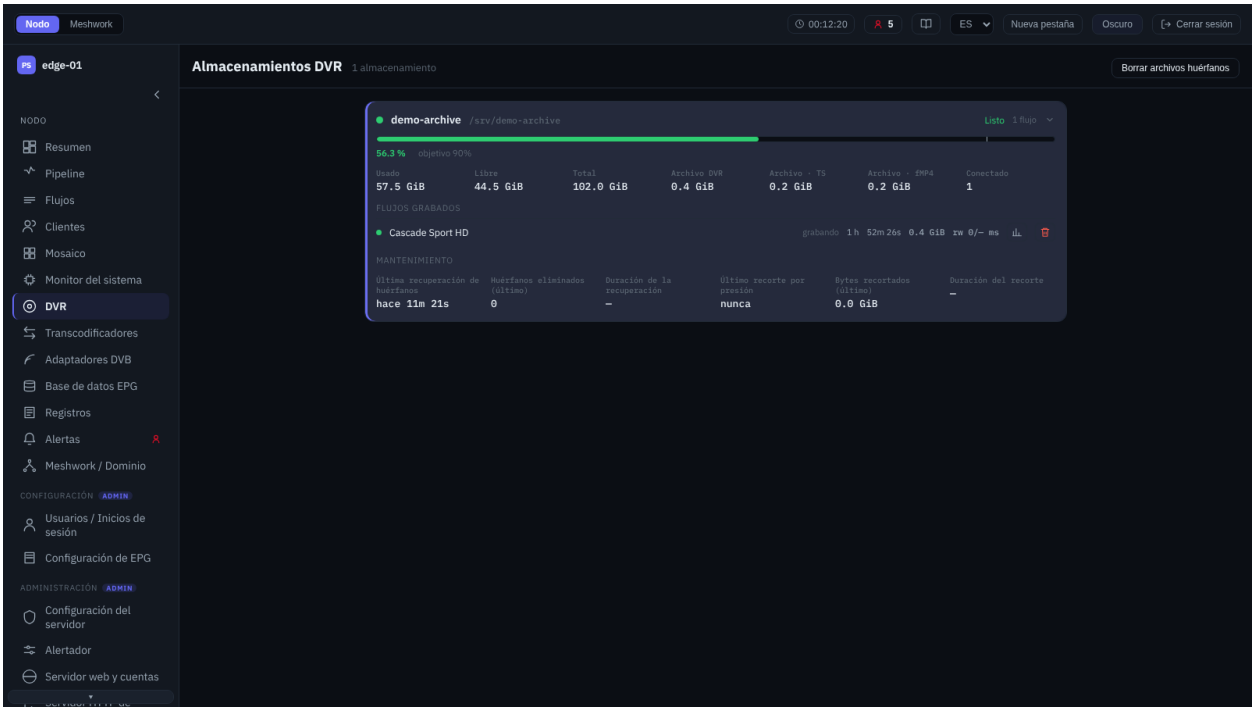


Figura 10: Monitor de almacenes DVR.

Almacenes DVR; la grabación y la reproducción del archivo se describen en *OTT y DVR* y *DVR: el archivo del flujo*.

Transcodificadores

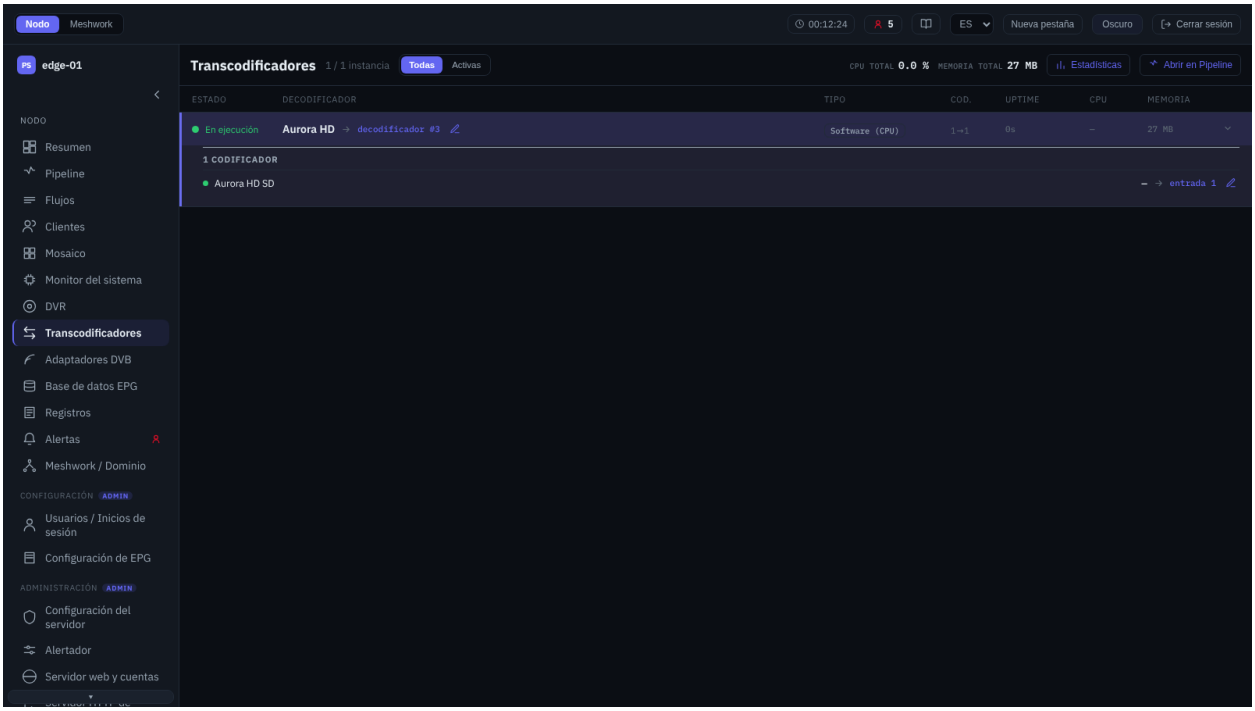


Figura 11: La pantalla «Transcodificadores».

Lista de las instancias de transcodificador activas del nodo, con el filtro «Todos / Activos». En el encabezado figuran la carga agregada «CPU total» y «Memoria total», así como las acciones sobre la instancia seleccionada: «Estadísticas» y «Abrir en Pipeline» (*Pipeline de procesamiento*). En cada fila: estado, decodificador (fuente), tipo, número de codificadores, tiempo de trabajo, CPU y memoria; al desplegar se muestran los codificadores con los parámetros de salida (códec de vídeo, resolución, frecuencia de fotogramas/barrido, códecs de audio, tasa de bits real). Las etiquetas del pipeline abren las estadísticas del flujo correspondiente. El administrador dispone, en el decodificador y en cada codificador, de un botón de configuración: abre el editor del flujo correspondiente sobre la lista (*Configurar flujo*). Las prestaciones y la configuración de la transcodificación se describen en *Transcodificadores*; la observación, en *Supervisión del funcionamiento*; la instalación de paquetes y controladores, en *Transcodificadores*.

Instancia de transcodificador

Ficha de un transcodificador concreto: ventana de estadísticas que se abre desde el encabezado de la pantalla o desde el nodo central del grafo del transcodificador. Muestra la fuente (decodificador), la lista de codificadores (1 → N), los recursos (CPU, tiempo de trabajo, PID, memoria) y el registro del proceso: el último código de salida y los registros de la ejecución actual y de la anterior (con opción de copiado), para el diagnóstico. Si se abre mediante un enlace, la ventana además despliega y resalta la fila de esa instancia en la lista que queda detrás, de modo que al cerrarla el operador permanece en ella; si la fila está oculta por el modo «Activos», la lista no se desplaza hasta ella.

Adaptadores DVB

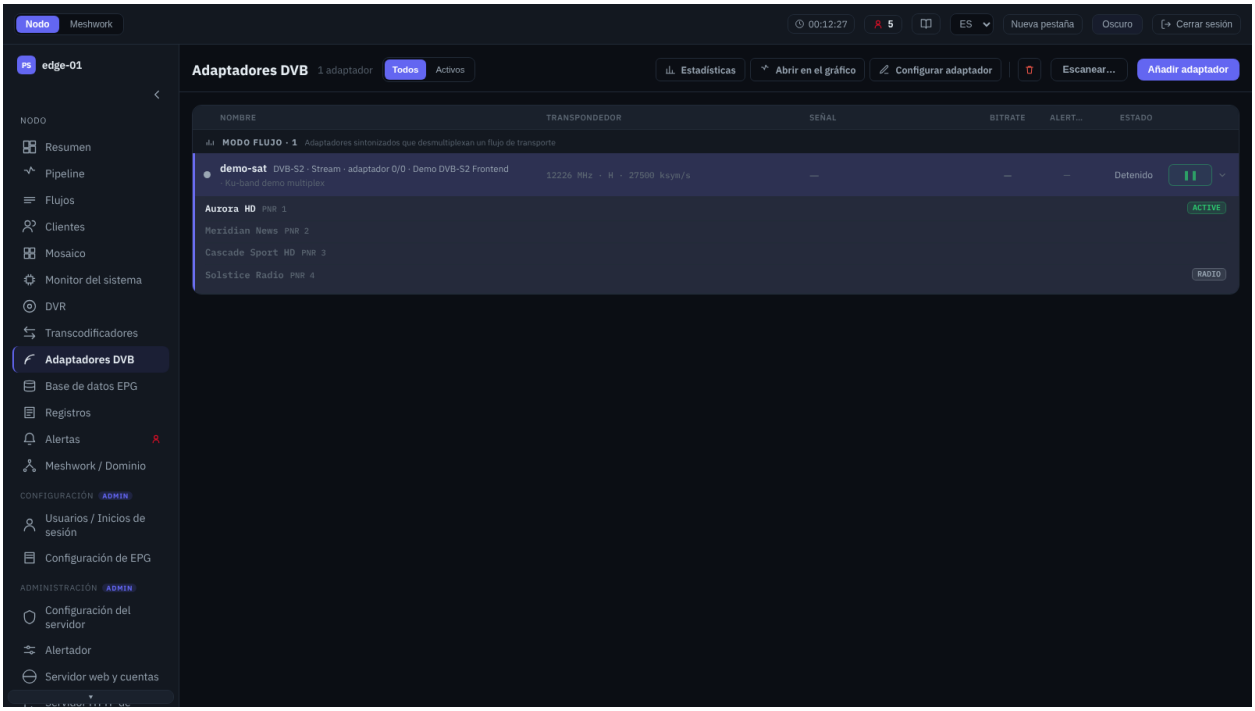


Figura 12: La pantalla «Adaptadores DVB».

Pantalla única de recepción DVB: la configuración de los adaptadores enriquecida con el estado en vivo (enganche de señal, calidad, tasa de bits). Las filas se agrupan por modo: «Modo Stream» (recepción a un flujo) y «FE Monitor» (monitorización de un frontend sintonizado por otra aplicación); las columnas son nombre, transpondedor, señal, tasa de bits, alertas y estado; cada fila dispone de un conmutador de pausa. Las acciones sobre el adaptador seleccionado se sitúan en el encabezado: «Estadísticas», «Abrir en el gráfico» (*Pipeline de procesamiento*) y, además (para el administrador), «Configurar adaptador» y «Eliminar adaptador». Allí mismo están el filtro «Todos / Activos», «Añadir adaptador» y «Escanear…» (para el administrador). La recepción DVB se describe en *Receptor DVB* y la observación de los adaptadores, en *Control de la señal*.

Editor de adaptador DVB

Ventana de adición y configuración de un adaptador DVB. «Modo» y «Sistema de transmisión» se fijan al añadirlo y después son inmutables: determinan el conjunto de ajustes. El equipo se elige de la lista de frontends detectados (véase *Equipamiento*). Para el modo Stream están disponibles los parámetros de sintonía (frecuencia, tasa de símbolos, FEC, modulación y demás, según el sistema de transmisión), la sección LNB para la recepción por satélite, «T2-MI», «Descifrado BISS» y «Descifrado CI/CAM». El silenciado de las alertas del adaptador y la sección «Avanzado» (parámetros extendidos) están disponibles en ambos modos; el modo FE Monitor lee la señal sin resintonizar el sintonizador. La recepción y el descifrado se describen en *Adaptadores*, *Descifrado* y *Descapsulación T2-MI*.

Escaneo DVB

Asistente de búsqueda de canales en un sintonizador libre (para el administrador). Avanza por pasos: selección del sintonizador y del sistema de transmisión; elección de la fuente, «Catálogo» (satélite, cable o terrestre con parámetros de LNB) o «Escaneo ciego» por un rango de frecuencias; a continuación se recorren los transpondedores con indicación del progreso y acumulación de los multiplex encontrados, cada uno con su lista de servicios. Los multiplex encontrados se pueden añadir de uno en uno (se abre la ventana de configuración del adaptador con los parámetros precargados) o seleccionar varios y añadirlos de una vez; los nombres se generan automáticamente y se comprueban las coincidencias. La búsqueda de canales se describe en *Escaneo*.

Estadísticas del adaptador

Ventana con los parámetros en vivo del adaptador seleccionado. Contiene el resumen de estado y los parámetros de sintonía, las alertas activas, las gráficas del historial de la señal (nivel, SNR, BER, UCB), la sección «Métricas» (frontend, estado del enganche, frecuencia, SNR, intensidad de señal, contadores de errores y, para el modo Stream, la tasa de bits), la lista de programas, «Portadoras T2-MI», «Descifradores BISS», «Módulo CI/CAM», «Perfilador» (carga del hilo de procesamiento, desbordamiento del anillo DVR) y el registro del adaptador. El administrador dispone de «Restablecer estadísticas». Sirve para orientar la antena y controlar la estabilidad de la recepción (*Control de la señal*).

Flujos de prueba

Pantalla de flujos de prueba: generación de flujos de servicio para comprobar los trayectos (*Flujos de prueba*). La sección está en preparación.

Base de datos EPG

La guía de programación recopilada y el estado de sus fuentes. La pantalla contiene las pestañas:

Base de datos
: Consulta de la guía acumulada: selección de la fuente, lista de canales con búsqueda y filtro por conjuntos, programación del canal seleccionado por días (conmutación del día y del idioma, resaltado del programa en curso). El administrador puede editar el canal: nombre, zona horaria, icono y pertenencia a los conjuntos.

Estado de las fuentes
: Estado de la importación de cada fuente: estado, hora de la actualización anterior y de la siguiente, número de canales y de eventos, error; el administrador puede forzar la actualización de una fuente.

La importación y el procesamiento de EPG se describen en *Base de datos EPG* y *Importación de EPG/XMLTV*; las fuentes y su configuración, en *Configuración de las fuentes* y en la pantalla *Ajustes de EPG*.

Registros

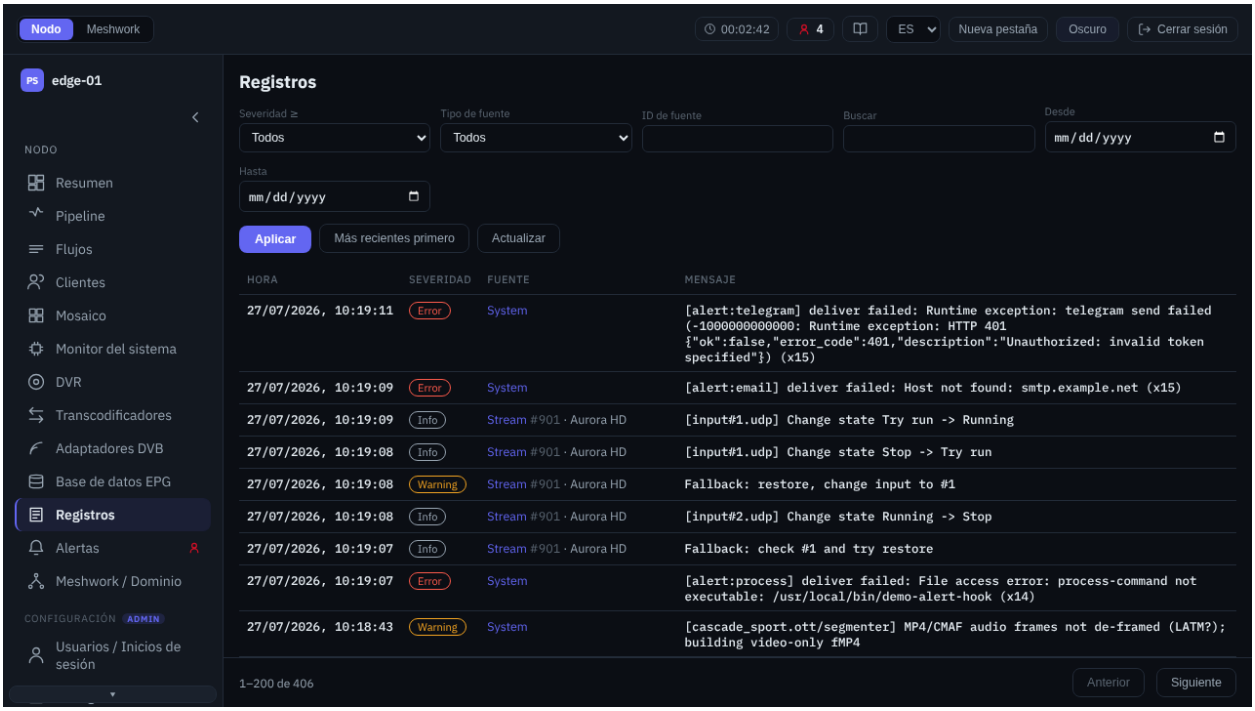


Figura 13: Registros.

Registro estructurado de los eventos del nodo (disponible para el administrador) con filtros y salida paginada. La selección se hace por severidad («Severidad ≥»), por tipo e identificador de la fuente, por el texto del mensaje y por rango de fechas; el orden de clasificación es conmutable (primero los nuevos / los antiguos). Las columnas son hora, severidad, fuente y mensaje; una fuente de tipo flujo abre su ventana *Estadísticas del flujo* y las demás fuentes llevan a la pantalla especializada. Sirve para el diagnóstico y el análisis de incidencias.

La fuente de un registro se indica mediante el tipo de objeto y, en el caso de los flujos, también con el número y el nombre: `Stream #43 · orig CBC HD`; si no se ha definido un nombre para mostrar, se utiliza el nombre del flujo. Con ese mismo nombre y número aparecen los flujos en la lista de selección del filtro «ID de la fuente». Los registros generados por una entrada o una salida de un flujo se atribuyen al propio flujo y muestran su nombre, mientras que la entrada o la salida concreta se nombra al principio del texto del mensaje.

Alertas

Pantalla consolidada de las alertas vigentes: las propias (del nodo actual) o las de todo el dominio, conmutables mediante el ámbito del encabezado. La pantalla muestra solo el conjunto activo: una alerta retirada desaparece de la lista. Las columnas son severidad, fuente, mensaje y antigüedad; una fuente de tipo flujo abre su ventana *Estadísticas del flujo*. En un dominio de varios nodos, la fila muestra el nodo de origen (con paso a su interfaz de administración). Las alertas del nivel de actuación del administrador llevan el botón «Restablecer» (confirmación manual), que actúa en el propio nodo. En esas alertas, bajo la fuente se indica dónde eliminar la causa; cuando se trata de una entrada o una salida, la fila sirve al administrador de enlace y abre el editor del flujo propietario (*Configurar flujo*). Una alerta llegada de otro nodo no ofrece enlace: los números de flujo son propios de cada nodo. El modelo de alertas, su análisis y la lista completa

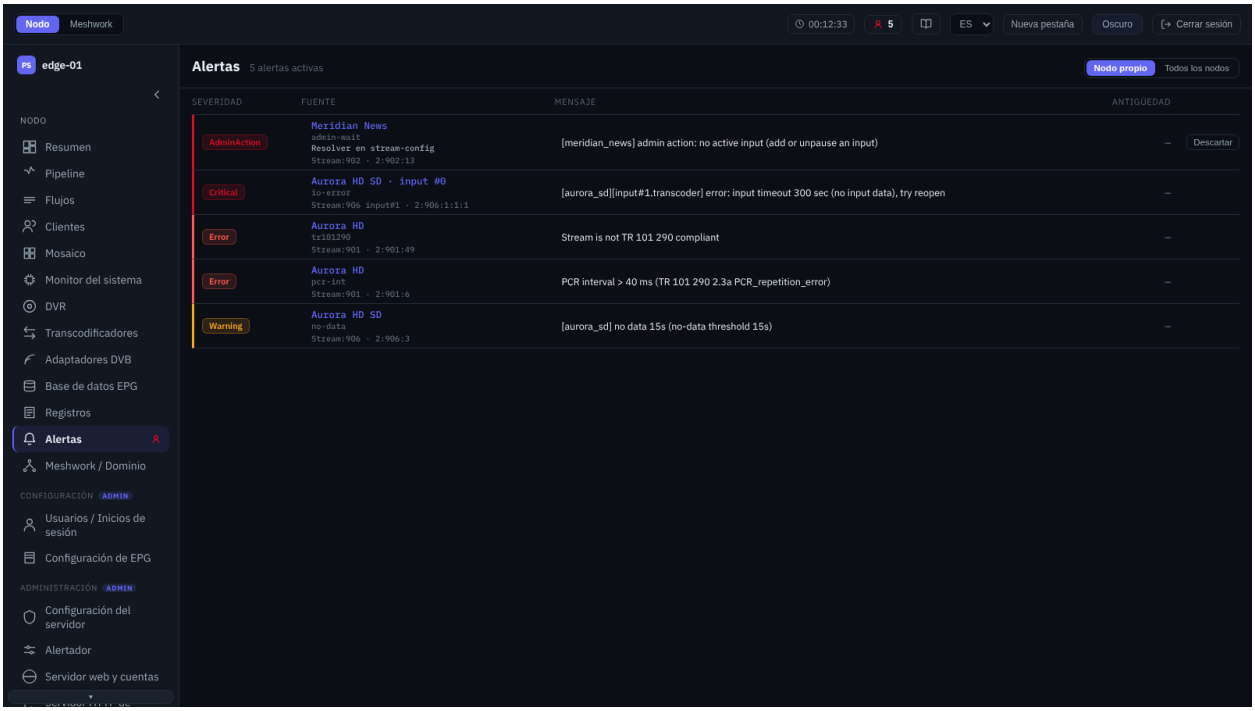


Figura 14: Alertas activas.

de códigos figuran en *Alertas (alerter)* y *Catálogo de códigos de alerta*; la configuración de los umbrales y de la entrega externa, en la pantalla *Alertador*.

Meshwork / Dominio

Vista de la red Meshwork desde el punto de vista del nodo actual. En el encabezado figuran el nombre del nodo, su nota, la dirección externa observada («visto como …») y los dominios vinculados; cuando no hay dominios se muestra «Sin dominios vinculados».

El cuerpo de la pantalla es la tabla de pares: los nodos del dominio visibles desde este nodo, con las columnas «Tipo» («Configurado» o «Replicación»), «Estado» («Activo» / «Inactivo»), «Nodo», «Dominio», «Dirección», «NAT» y «Último contacto». Primero se enumeran los vecinos configurados y después los hallados automáticamente, y dentro de cada grupo por nombre de nodo. La fila del nodo actual lleva la marca «este nodo», un super-nodo se señala aparte y los fallos de keep-alive con la etiqueta «Degradado»; un nodo tras NAT muestra «Red interna» en lugar de la dirección privada inaccesible.

La flecha al final de la fila despliega los detalles del par: los puntos de entrada públicos (HTTP y HTTPS), la hora exacta del último contacto, la telemetría del contacto (latencia, número de fallos consecutivos y totales, último error), las direcciones declarada y observada y el nonce de la instancia; desde aquí un botón abre la interfaz de administración del nodo vecino. La vista de red de los pares del dominio es *Pares del nodo*; el catálogo común de recursos del dominio lo muestra una pantalla aparte, *Biblioteca*.

Los conceptos y las pantallas resumen de la red se describen en la sección *Meshwork* (el mapa, en *Mapa de red y catálogo de recursos*; el catálogo, en *Catálogo común de recursos*; los pares, en *Pares y secretos*); las pantallas del área «Meshwork», en *Meshwork*.

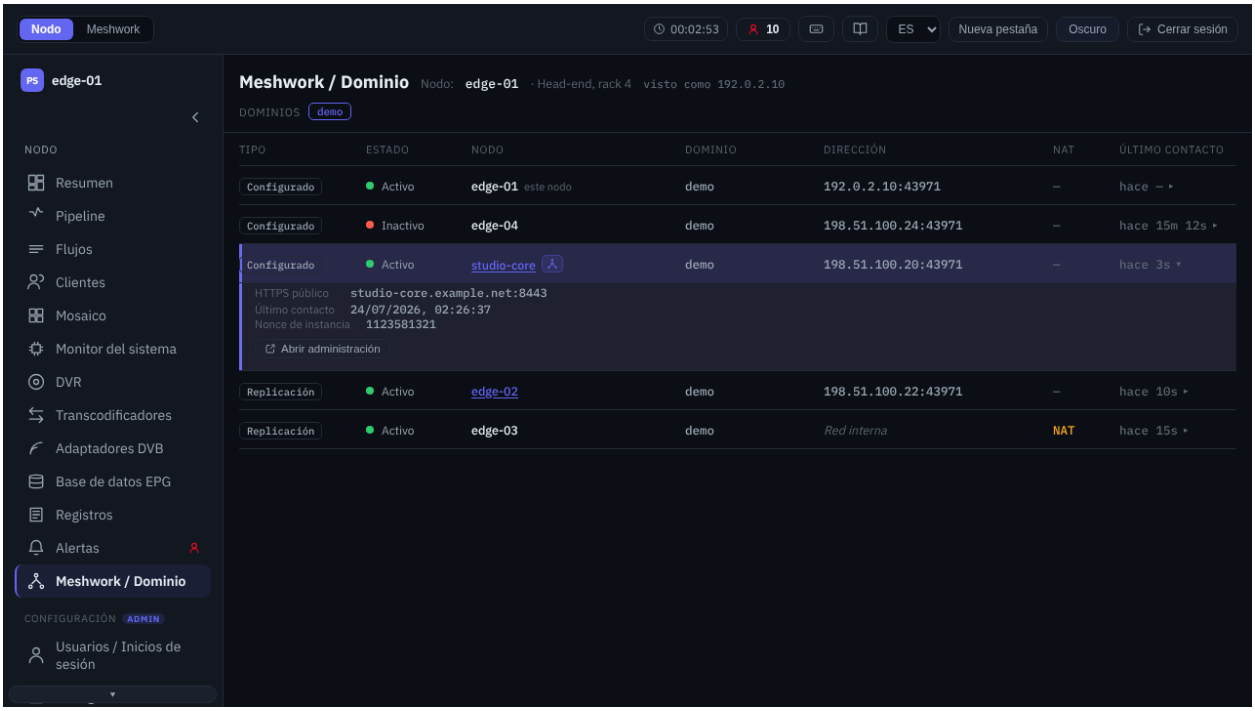


Figura 15: Dominio Meshwork: pares del nodo.

Flujos

La pantalla **Flujos** es el puesto de trabajo central del nodo: una lista única de los flujos configurados con su estado, la entrada activa, la tasa de bits, «Tiempo activo» y el contador de errores de continuidad «CC». Cada fila se despliega al hacer clic y muestra las entradas y las salidas del flujo con su estado, la prioridad de reserva, las notas y las alertas activas; desde aquí se puede pausar y reanudar una entrada o una salida concreta, y el botón «Mostrar en la biblioteca» situado junto a la dirección abre la lista de los demás puntos del dominio en esa dirección (*Biblioteca — este flujo*). El concepto de flujo y el modelo de transmisión se describen en *Modelo de transmisión: Stream, Sender, Receiver, Peer*; el procesamiento de SPTS, en *Flujos SPTS*; el multiplex MPTS, en *Flujos MPTS*.

La lista está agrupada por tipos: los flujos individuales (SPTS) forman una lista común y, más abajo, se sitúan los grupos «Flujos MPTS» y «Flujos adaptativos» (paquetes ABR). Sobre la lista se encuentran los medios de navegación y de control:

Búsqueda y filtros
: El campo «Buscar flujo…» busca por nombre, por nota y por dirección de entrada/salida y resalta la fila hallada sin acortar la lista. El filtro «Etiquetas» limita la lista según las etiquetas de los flujos, el conmutador «SPTS / MPTS / Adaptativo» muestra u oculta los grupos de tipos y el segmento «Todos / Activos» oculta los flujos pausados.

Acciones sobre el flujo seleccionado
: El encabezado contiene las acciones aplicables al flujo desplegado (seleccionado) o al paquete ABR: «Estadísticas del flujo» (*Estadísticas del flujo*), «Abrir en Pipeline» (*Pipeline de procesamiento*), «Configurar flujo» (*Configurar flujo*) y «Eliminar flujo». El botón «+ Nuevo flujo» abre la ventana de creación. El administrador puede arrastrar las filas para cambiar su orden, pero solo entre flujos SPTS y solo cuando la lista se muestra completa: sin filtro por etiquetas, en el modo «Todos» y con todos los tipos activados. Ese mismo traslado se hace con las combinaciones `Alt+↑` y `Alt+↓` (*Uso con el teclado*).

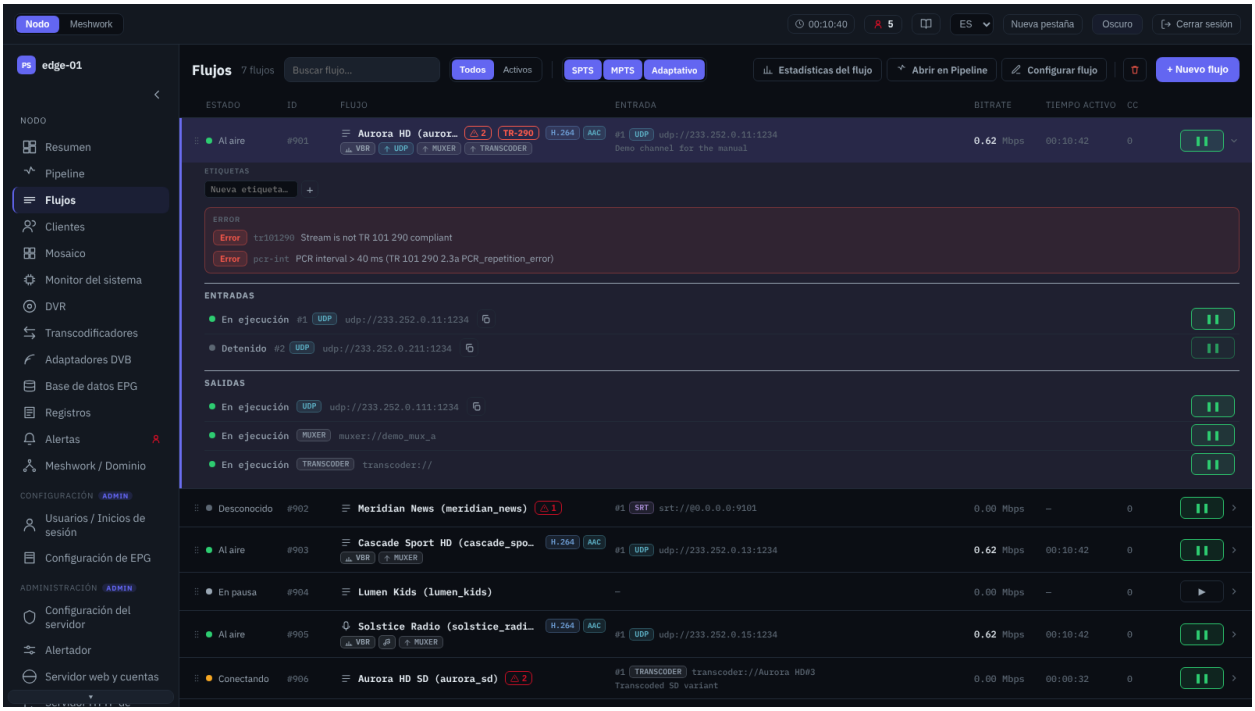


Figura 16: La pantalla «Flujos»: lista de flujos con una fila expandida.

Estado y alertas
: Indicador de estado por color, distintivos de los atributos del flujo (CBR/VBR, cifrado, protección DRM, funcionamiento en la entrada de reserva, solo audio o solo vídeo, códecs, TRACE) y marca de alertas activas. Las alertas están vinculadas al flujo y a sus entradas y salidas (*Alertas (alerter)*); el informe TR 101 290 y la sección de análisis profundo se abren directamente desde la fila.

Las distintas ventanas de la pantalla se describen a continuación.

Nuevo flujo

Ventana de creación del flujo. El tipo se elige con un conmutador: programa individual (**SPTS**), multiplex (**MPTS**) o paquete adaptativo (**Adaptativo**); para SPTS se indica además el «Tipo de contenido». Una vez creado el flujo SPTS o MPTS, se abre de inmediato el editor (*Configurar flujo*). Para un paquete adaptativo no se abre un editor aparte: la composición de los participantes y sus tasas de bits se definen directamente en esta ventana, ya que el paquete se construye a partir de flujos OTT ya configurados. Las diferencias entre SPTS y MPTS se describen en *Flujos SPTS* y *Flujos MPTS*; los paquetes adaptativos, en *Paquetes adaptativos*.

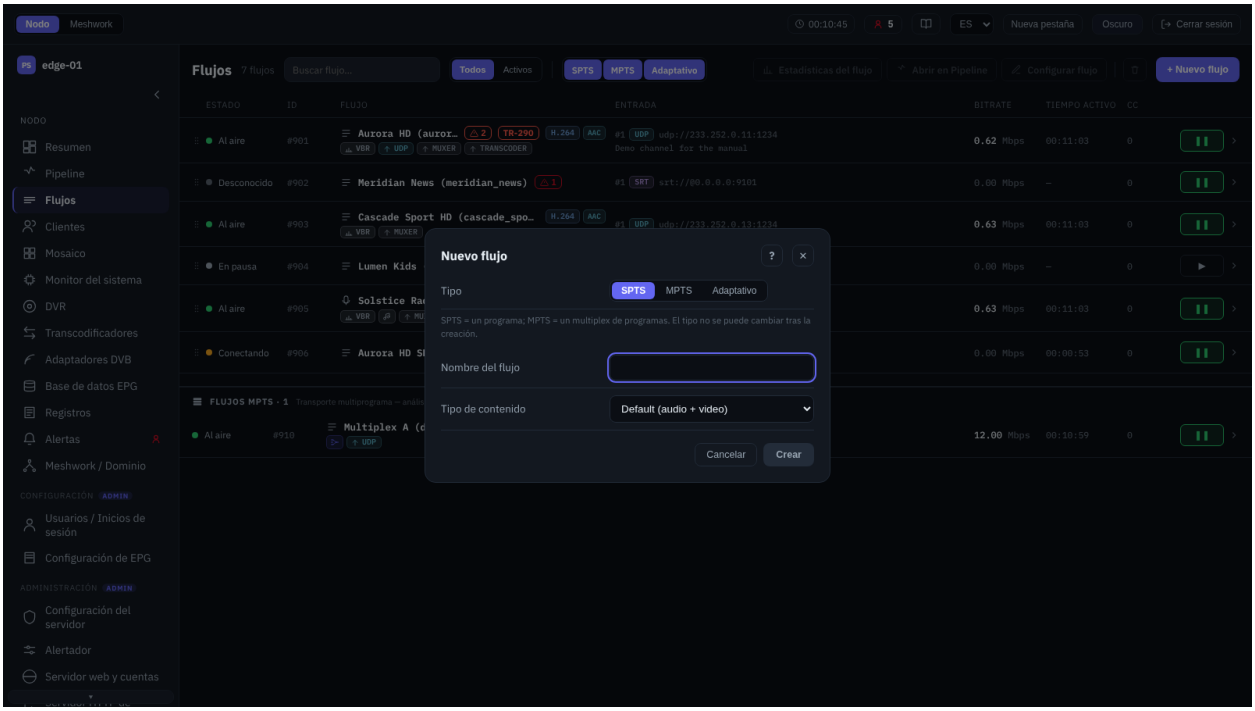


Figura 17: La ventana «Nuevo flujo».

Configurar flujo

Editor principal del flujo. Los ajustes están agrupados en pestañas; para los flujos MPTS no se muestra la pestaña «OTT».

Flujo
: Identificación (nombre, nombre visible, para SPTS — el tipo de flujo, nota) y comportamiento del flujo: tiempo de espera, intervalo de comprobación, recomprobación de la entrada principal, generación del mosaico (*Mosaico*), extracción de la EIT a la base de datos EPG (*Base de datos EPG*) y atributo de cifrado para SPTS. Para SPTS aquí mismo se configura la generación de la EIT a partir de la fuente EPG seleccionada y de su canal (*Generador EIT*).

Entradas
: Lista de las fuentes del flujo con su prioridad y su reserva (*Redundancia de fuentes y distribución*). Añadir y modificar una entrada abren el editor de entrada y salida (*Editor de entrada y salida*); una entrada concreta se puede pausar. La entrada `muxer` solo se ofrece en una lista vacía: en un flujo MPTS se añade la primera y, mientras esté presente, el botón «Añadir entrada» está desactivado con la aclaración «La entrada muxer debe ser la única entrada del flujo.»: el multiplexor no dispone de reserva de entradas. Un flujo MPTS que recibe un multiplex ya listo por la red no tiene esa restricción: sus entradas son normales y se reservan.

Salidas
: Distribución del flujo mediante los protocolos de transmisión (*Protocolos Peer de transmisión fiable*) y los transportes estándar (*Otras entradas y salidas*). Cada salida se añade y se edita a través del mismo editor. Un flujo solo puede tener una salida `ps1`: al añadir la siguiente, ese tipo ya no aparece en la lista; los demás tipos son repetibles.

MPEG-TS
: Modo de tasa de bits del flujo de transporte de salida (*Control de la tasa de bits*) y — para SPTS — «ID de red», fijación del intervalo PAT/PMT, filtrado de las tablas de servicio (CAT/ECM/EMM, EIT, NIT,

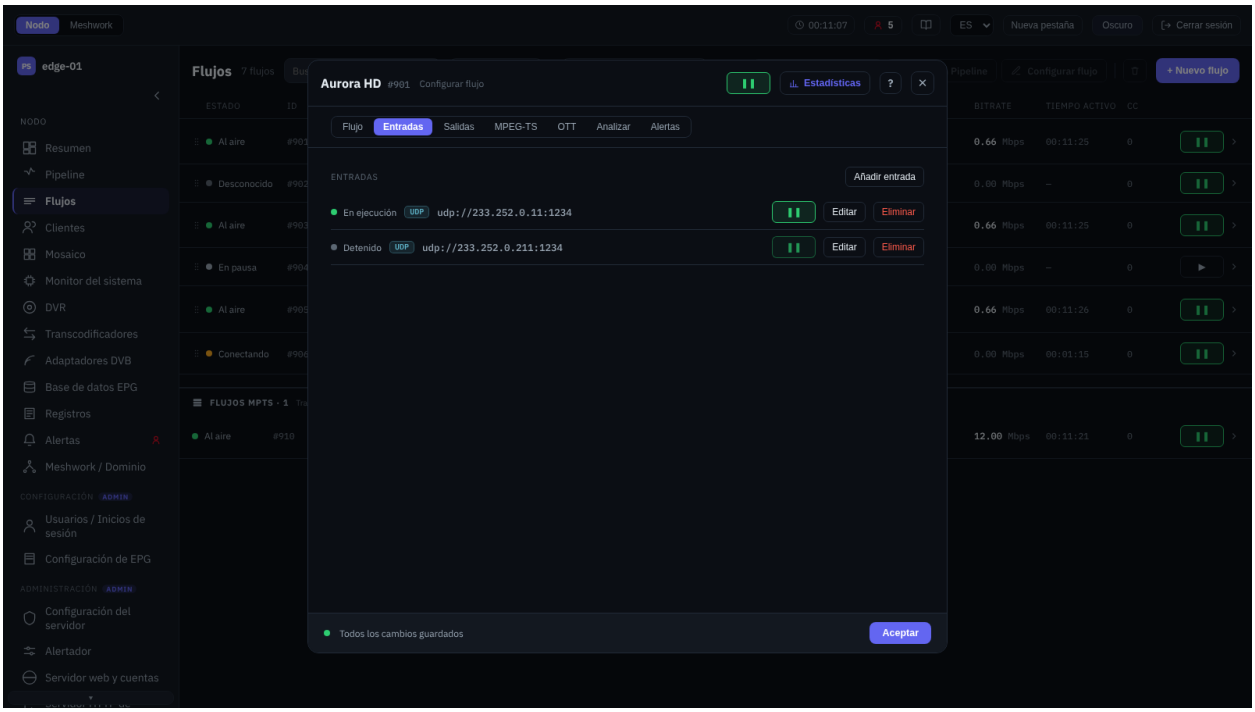


Figura 18: Editor de flujo, la pestaña «Entradas».

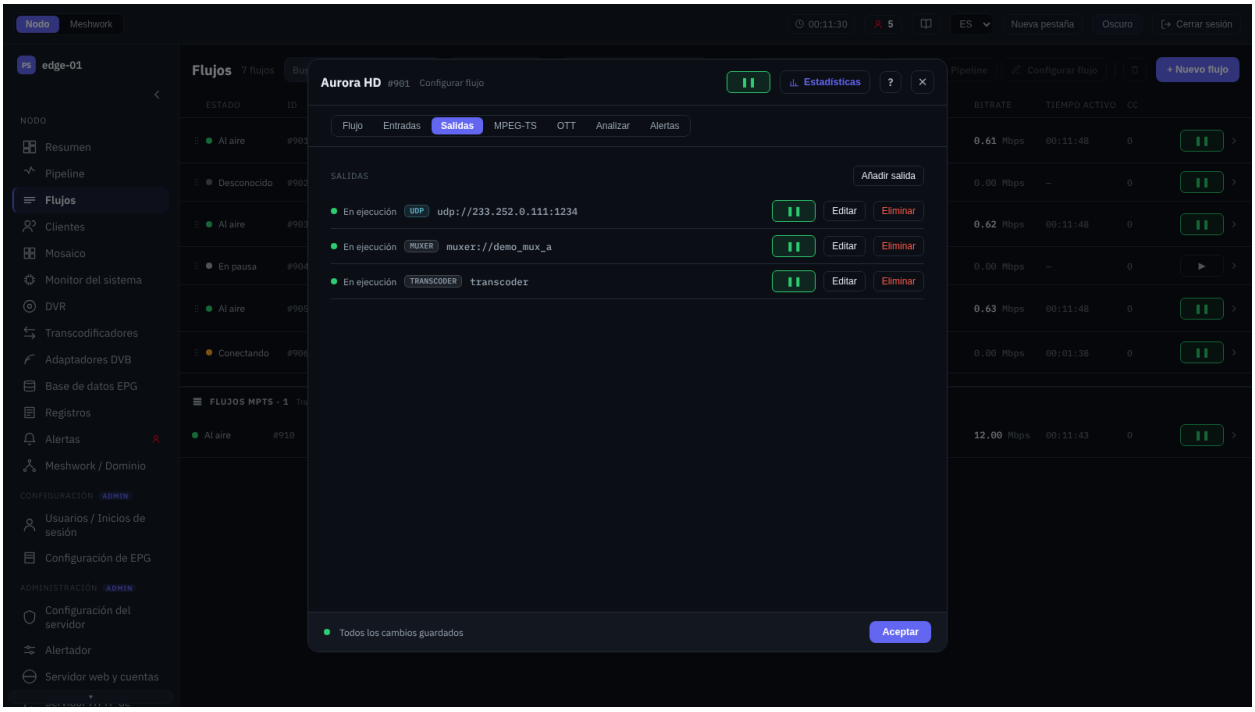


Figura 19: Editor de flujo, la pestaña «Salidas».

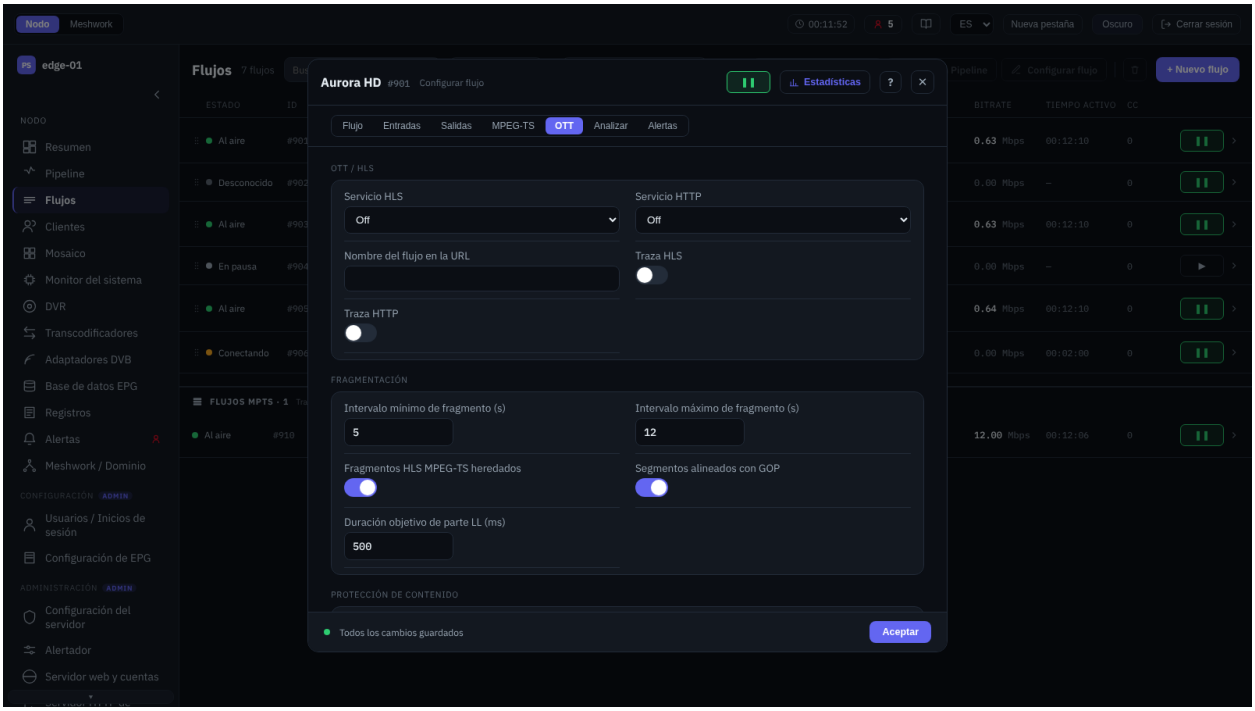


Figura 20: Editor de flujo, la pestaña «OTT».

SDT, subtítulos, TDT, teletexto; *Filtrado MPEG-TS*), reescritura de la SDT y del número de programa (*Modificación del flujo*), así como la disposición automática de los PID del programa y el PID base de su ventana (*Disposición automática de PID*).

OTT
: Distribución OTT del flujo: modos de los servicios HLS y HTTP (*Modos de difusión*), nombre del flujo en la URL, extracción de los subtítulos de teletexto a WebVTT, división en chunks y latencia baja (*Segmentador*), grabación DVR en el almacenamiento seleccionado (*OTT y DVR*) y protección de contenido DRM — HLS AES-128 o CENC (*Protección de contenidos (DRM)*). Solo para SPTS.

Analizar
: Control de calidad del flujo de transporte: traza detallada, análisis profundo de los flujos elementales, monitor TR 101 290, análisis de los saltos PCR/PTS y del búfer de vídeo T-STD, compensación de la deriva de sincronización (*Analizador*).

Alertas
: Interruptor general de las alertas del flujo y retardo en el disparo de las alertas por errores de sus entradas y salidas (*Alertas (alerter)*); los umbrales se definen a nivel de nodo (*Alertador*).

El guardado de los cambios que afectan a un archivo DVR ya grabado está protegido adicionalmente por una confirmación (*Confirmar cambios de DVR*). Las distintas ventanas del editor se describen a continuación.

Editor de entrada y salida

Ventana de adición y modificación de una entrada o una salida del flujo. El tipo de transporte se elige al crearla y después es inmutable (para cambiar de transporte se vuelve a crear la entrada o la salida). Los parámetros se reparten en pestañas:

Propiedades
: Dirección, puerto, vinculación a una interfaz de red y parámetros de conexión del transporte seleccionado. Los protocolos Peer y los transportes estándar se describen en *Planificación y protocolos de transmisión de datos*; el cifrado, en *Cifrado de flujos*. Para las entradas PS1 y SRT está disponible el inicio de sesión automático mediante la autorización de par Meshwork, con la posibilidad de pasar a un inicio de sesión y una contraseña manuales. La dirección se puede pegar desde el portapapeles («Pegar URL») o se puede elegir la fuente del catálogo del dominio («Elegir de la biblioteca…», *Fuentes de la biblioteca*). Para una entrada de tipo transcodificador se definen aquí mismo el decodificador y los parámetros de codificación, incluido el modo de cambio de tamaño del fotograma (*Transcodificadores*).

MPEG-TS PID
: Selección y reasignación de PID en una entrada o una salida: aceptación de PID (lista blanca), rechazo de PID (lista negra), reasignación de PID y del idioma de las pistas de audio. Mientras el flujo tenga activada la disposición automática de PID (*Disposición automática de PID*), el grupo de reasignación de PID queda oculto en las entradas y no surte efecto; las listas de aceptación y rechazo siguen funcionando igual. En la salida muxer la reasignación de PID se mantiene —pertenece al multiplexor (*Asignación de PID*)—, pero los PID de origen de sus pares pasan a ser los PID asignados por la disposición automática.

BISS
: Claves de descifrado BISS para una fuente cifrada: una única clave para SPTS o una clave por programa (PNR) para MPTS (*Descifrado BISS*).

Fuentes de la biblioteca

Selección de una entrada a partir del catálogo común de recursos del dominio Meshwork: la lista de los flujos del mismo transporte que ya se distribuyen en los nodos del dominio, desde la cual se puede conectar una fuente sin introducir la dirección manualmente. La lista se filtra por nodo de origen y por texto y se divide en páginas; las fuentes del mismo dominio en protocolos Peer se marcan con el atributo «par» (*Catálogo común de recursos*). No debe confundirse con la ventana *Biblioteca — este flujo*: aquí el catálogo sirve para elegir una fuente, allí para ver quién más trabaja con una dirección ya establecida.

Biblioteca — este flujo

La ventana responde a la pregunta «quién más trabaja con esta dirección». La abre el botón «Mostrar en la biblioteca» situado junto a la dirección de una entrada o de una salida: en la fila desplegada de la lista de flujos, en las listas de entradas y salidas del editor de flujo, en las tarjetas de entradas y salidas del pipeline (*Pipeline de procesamiento*) y en la ventana de estadísticas — en la entrada activa y en la sección «Salidas». El subtítulo de la ventana es la dirección del punto desde el que se la invocó.

El botón existe solo en los transportes que entran en el catálogo común del dominio: UDP, RTP, Pro-MPEG, RIST, PS1 y SRT (*Catálogo común de recursos*). Una entrada de transcodificador, multiplexor, demultiplexor, archivo o generador de prueba no tiene registros en el catálogo y, por tanto, tampoco botón — no es señal de avería.

En la ventana se enumeran los demás puntos del dominio que trabajan con la misma dirección. Las entradas y salidas propias de este flujo no entran en la lista, incluidas sus entradas de reserva: el operador ya las ve.

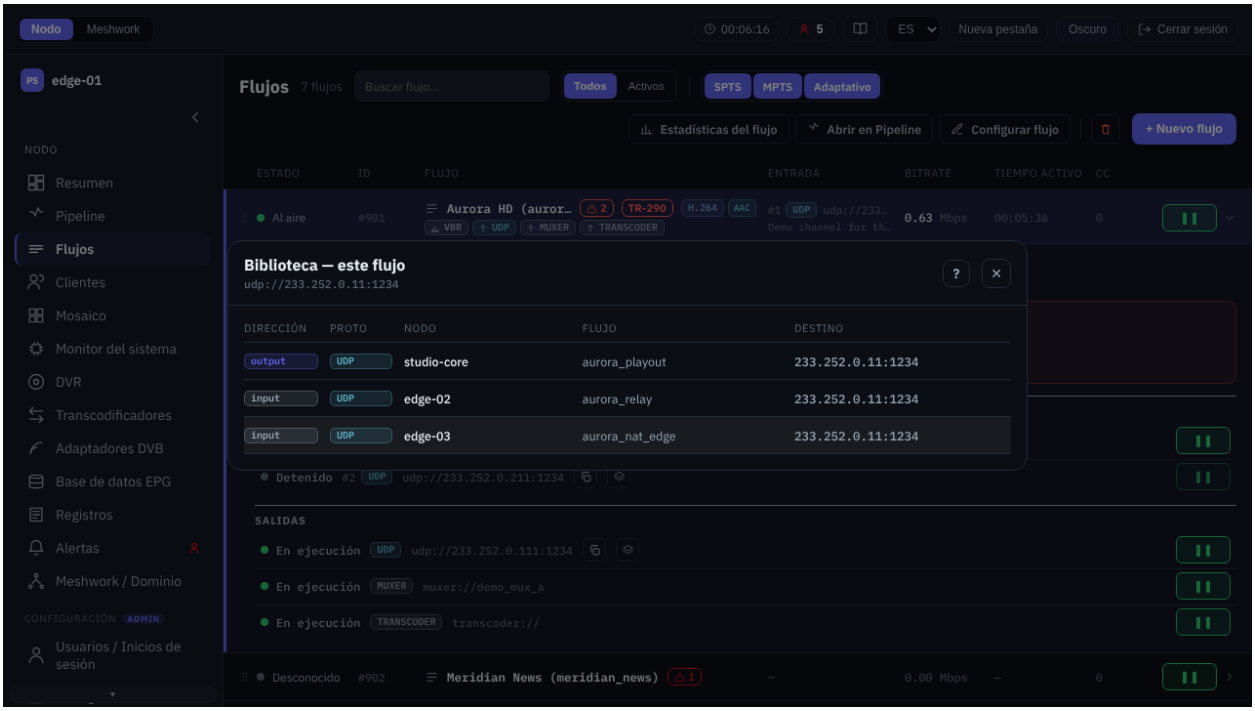


Figura 21: La ventana «Biblioteca — este flujo»: en la entrada de un flujo se muestran la fuente (`output`) y otros dos consumidores (`input`) de la misma dirección.

En cambio, otro flujo del mismo nodo que escuche en la misma dirección es un vecino corriente y se muestra en pie de igualdad con los demás.

La columna «Sentido» muestra el papel del punto: `output` — entrega este flujo (la fuente), `input` — lo recibe (un consumidor); las fuentes se enumeran primero. Las demás columnas son las mismas que en el catálogo común: «Proto», «Nodo», «Flujo» y «Destino» (dirección y puerto). Tras la dirección se muestra la marca «verificado»: el nodo confirmó este par mediante la autorización del dominio, y no lo dedujo de la coincidencia de direcciones — al trabajar a través de NAT las direcciones de ambos lados ni siquiera coinciden. No recibe la marca más de una fila por socket a la escucha: el nodo designa a un representante de entre las sesiones confirmadas, y este cambia a medida que los clientes se conectan y se desconectan. La ausencia de la marca no significa, por tanto, que el enlace no sea real.

Al hacer clic en una fila se abre la interfaz de administración de su nodo en las estadísticas de su flujo. La fila del propio nodo se abre en el sitio, la de un vecino según el ajuste «Abrir nodos en» de la barra superior (*Barra común*); Ctrl o fuerza una pestaña nueva. La fila de un nodo no disponible o desconocido para la red no tiene acción y lleva la indicación «Nodo no disponible».

La coincidencia se calcula por el protocolo y la dirección completa — el grupo y el puerto — y, en UDP, RTP, Pro-MPEG y RIST, también por el VLAN y la fuente SSM. Por eso, un punto en el mismo grupo pero en otro VLAN o con otra fuente SSM no entrará en la lista, como tampoco un punto de otro transporte en la misma dirección. En PS1 y SRT no se exige coincidencia de direcciones en absoluto: la parte que llama nombra a su interlocutor por el nombre de host, y ese nombre se coteja con la composición del dominio — por eso la dirección de una fila hallada así puede tener un aspecto completamente distinto. Del mismo modo se halla el par confirmado, por los nombres de nodo y de flujo que indica la parte a la escucha.

Los dos mensajes sobre la ausencia de vecinos significan cosas distintas:

Mensaje	Qué significa
«En esta dirección no hay más puntos registrados.»	El punto está anunciado en el catálogo y no tiene vecinos.
«Este punto no está anunciado en la biblioteca (solo se anuncian las entradas y las salidas de red en funcionamiento).»	No hay ningún registro del propio punto en el catálogo: el flujo no está en marcha, la entrada o la salida está pausada, acaba de arrancarse o está excluida de la publicación por el campo Peer private (*Catálogo común de recursos*). En este caso los vecinos no faltan — son desconocidos.

El mismo catálogo en su totalidad lo muestra la pantalla *Biblioteca*.

Programas

Editor de los programas del multiplex (MPTS), que se abre desde la ventana de configuración de la entrada del multiplexor: la composición de los programas del flujo de salida, su orden en la PSI y la asignación de PID. Un programa se añade de entre los flujos SPTS configurados o se elimina; el orden se cambia arrastrando y, en una pantalla estrecha, con las combinaciones `Alt+↑` y `Alt+↓` (*Uso con el teclado*); un programa concreto se puede pausar. Cuando la asignación automática de PID está desactivada, para cada programa se editan el PMT PID y los PID de los flujos elementales. El ensamblado del multiplex se describe en *Multiplexor*; la distribución de programas y de PID, en *Parámetros de los programas* y *Asignación de PID*; el tránsito y el análisis de los flujos MPTS, en *Flujos MPTS*.

Confirmar cambios de DVR

Advertencia previa al guardado de los cambios del flujo que afectan a un archivo DVR ya grabado: desactivación de la grabación, cambio a otro almacenamiento, reducción del período de retención o del mínimo protegido, así como cambio de la clave DRM en un flujo con grabación (los segmentos cifrados grabados anteriormente quedan entonces inaccesibles). La ventana enumera qué se verá afectado exactamente y exige una confirmación; los cambios seguros (la primera conexión de un almacenamiento, el aumento del período de retención) se guardan sin consulta. La grabación y la conservación del archivo se describen en *OTT y DVR* y *DVR: el archivo del flujo*.

Estadísticas del flujo

Estadísticas detalladas del flujo en una ventana aparte, actualizadas en tiempo real. Abierta mediante un enlace desde otra pantalla, la ventana muestra además ese flujo en la lista que queda detrás: quita el filtro que lo ocultaba, despliega la fila y desplaza la lista hasta ella. Las secciones son:

Resumen de estado
: Estado y mensaje actuales del flujo, distintivos de los atributos, entrada activa y número de salidas, modo de tasa de bits, formato y códecs de la imagen, enlaces de entrega OTT e instantánea en vivo del fotograma (*Mosaico*). Aquí mismo se encuentran el icono del veredicto TR 101 290, que abre el informe completo, y el botón «Mostrar en la biblioteca» en la entrada activa (*Biblioteca — este flujo*).

Múltiplex / KPI
: Para SPTS — los contadores clave (tasa de bits de entrada, errores CC en la ventana y en total, paquetes cifrados); para MPTS — la tabla del multiplex con las velocidades totales y el estado de los programas (*Análisis por programas*).

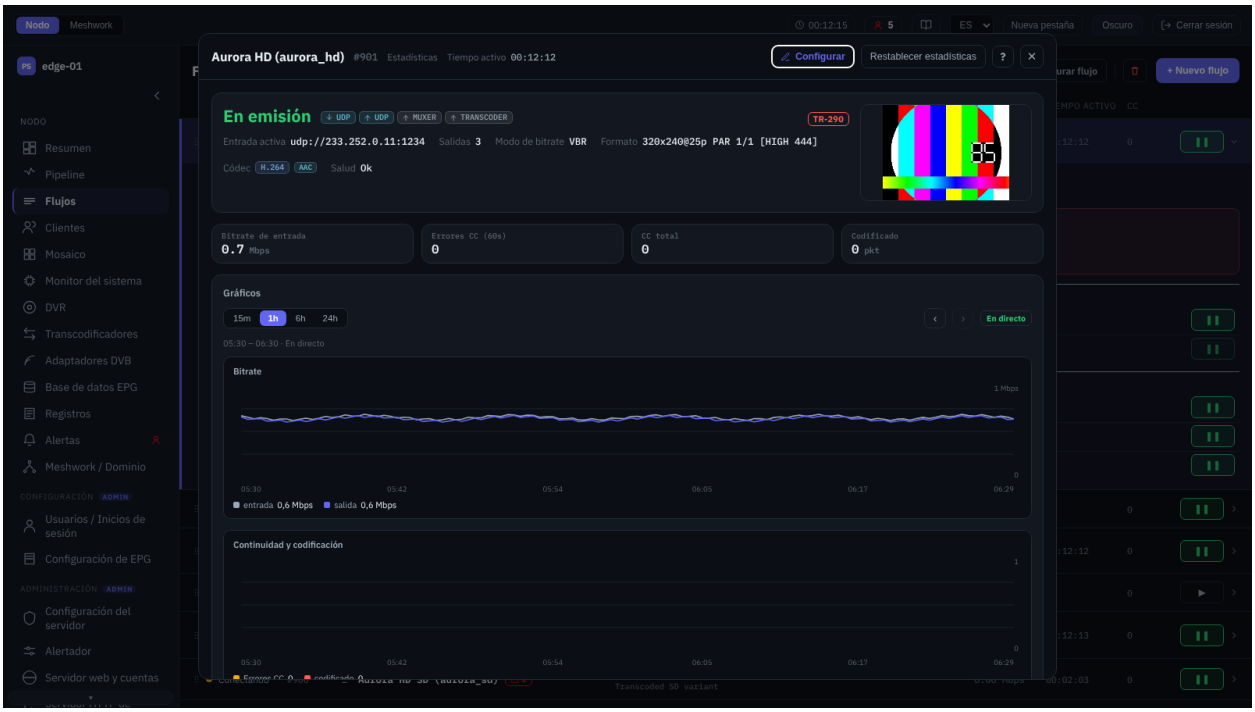


Figura 22: Ventana de estadísticas del flujo.

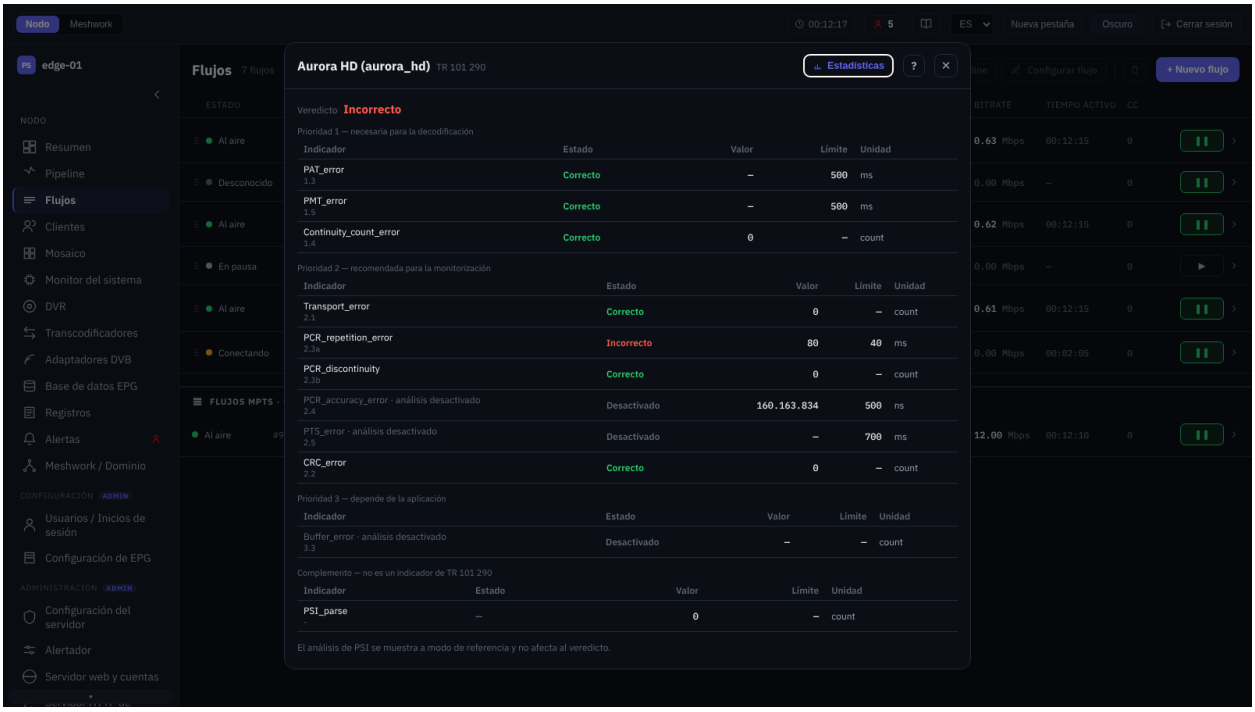


Figura 23: Informe de análisis TR 101 290.

Gráficos
: Series temporales: tasa de bits, continuidad y cifrado, jitter de PCR, pérdida de paquetes — con selección de la ventana y de la escala.

Verificador MPEG-TS
: Comprobación rápida de la estructura (TS, PAT, PMT, PCR, audio/vídeo y sus ES), veredicto general TR 101 290 y atributos de señalización del programa (*Comprobación de validez*).

Diagnóstico de la entrada
: Bloques desplegables: «Información de medios», «Enlace de entrada», descifrado BISS, generación de EIT, «Analizador» (métricas de PCR y de sincronización y, debajo de ellas, la tabla de PID de la entrada activa con las columnas «PID», «Tipo», «Tasa de bits» y «Paquetes/s»), relleno y «Análisis profundo» — estructura del GOP, búfer T-STD, ficha del códec de vídeo, saltos de PTS/DTS, SCTE-35 (*Mediciones permanentes*, *Análisis en profundidad*). La composición de la sección depende de la entrada: una entrada de tipo multiplexor no tiene sección alguna — carece de socket, y los programas los muestra la tabla del multiplex; en la recepción por red de un MPTS ya formado queda «Enlace de entrada» con los indicadores de su propio transporte, mientras que «Información de medios», «Analizador» y «Análisis profundo» están ocultos — esa entrada no ofrece mediciones por programa. El descifrado BISS se muestra solo en SPTS: en MPTS los contadores BISS se llevan por programa (*Descifrado BISS*). Los bloques de generación de EIT y de relleno aparecen por sí solos cuando el flujo genera EIT o añade paquetes NULL.

Salidas
: Telemetría de cada salida en funcionamiento: estado, destino, tasa de bits, contadores de tráfico enviado e indicadores específicos del transporte (PRO-MPEG FEC, PS1, RIST, SRT, RTMP). Las salidas en los transportes del catálogo común del dominio disponen del botón «Mostrar en la biblioteca» (*Biblioteca — este flujo*).

OTT / DVR
: Plantillas de las URL de entrega, métricas del anillo de chunks y del archivo DVR, gráficos de la cobertura del archivo y de las réplicas de subtítulos (*OTT y DVR*, *Reproducción del archivo (VOD)*).

Perfilador y Registro del flujo
: Carga de los hilos de procesamiento (fracción de un núcleo) y registro estructurado de los eventos del flujo.

El informe TR 101 290 se abre también como ventana aparte; el analizador en su conjunto se describe en *Analizador* y el monitor TR 101 290, en *Monitor TR 101 290*. El administrador dispone del reinicio de las estadísticas acumuladas y del borrado del archivo DVR.

Paquete adaptativo

Ventana de configuración del paquete adaptativo (ABR): nombre del paquete y nombre en la URL, composición de los flujos participantes y sus tasas de bits («0» — automático). Solo pueden ser participantes los flujos SPTS con la distribución OTT activada; se añaden y se eliminan directamente en la ventana, y la tasa de bits se define para cada variante. El paquete se publica con una única master playlist, mediante la cual el cliente selecciona la calidad. La distribución adaptativa se describe en *Paquetes adaptativos*; la grabación DVR para OTT, en *OTT y DVR*.

Configuración

El grupo **Configuración** del área «Nodo» reúne los ajustes que no corresponden a los servicios de servidor: las cuentas de acceso y el subsistema de guía electrónica de programas (EPG). Las pantallas del grupo están disponibles para el rol de administrador.

Usuarios / Inicios de sesión

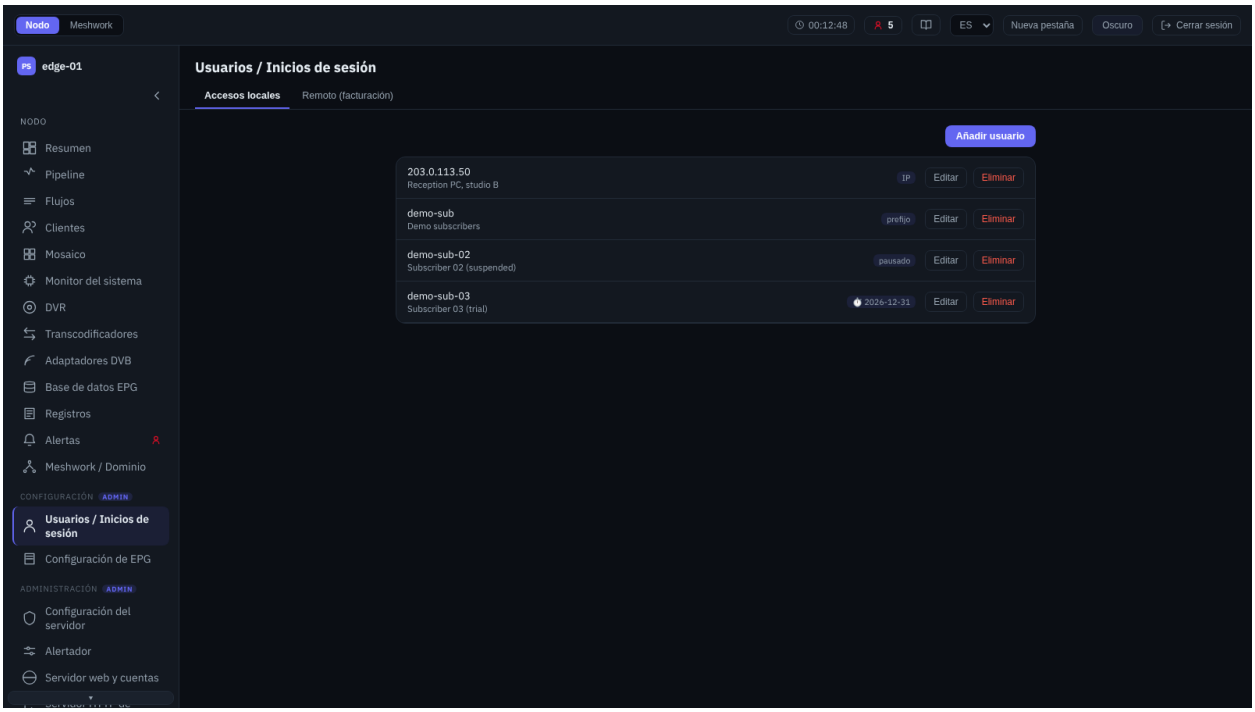


Figura 24: Usuarios e inicios de sesión.

Gestión del acceso de los receptores de flujos al nodo. La pantalla contiene las pestañas:

Accesos locales
: Cuentas de los receptores de flujos — clientes de la distribución OTT y de los protocolos peer. Para cada una se definen el usuario y la contraseña, o bien «Cuenta de dirección IP» (campo «Dirección IP / CIDR»; se admiten una dirección única y rangos), «Flujos permitidos» (lista vacía — se permiten todos), los límites de conexiones simultáneas por protocolo (PS1, SRT, HTTP/HLS), «Fecha de caducidad», la pausa y «Usuario de prefijo» para la integración con middleware (*12. Integración con middleware*). Las cuentas de acceso a la interfaz web y sus roles se configuran en la pantalla «Servidor web y cuentas» (*Servidor web y cuentas*); los roles se describen en *Acceso y roles*.

Remoto (facturación)
: Autorización de los receptores de flujos mediante un sistema externo: en lugar de la comprobación local, el usuario se confirma con una solicitud HTTP a un servidor de terceros. En la parte superior de la pestaña se encuentra la tarjeta «Servicio de facturación» con el parámetro «Intervalo de solicitud de facturación (s)». Debajo está la lista ordenada «Servidores de facturación»; al comprobar un usuario, los servidores se consultan en el orden de la lista (el orden se establece arrastrando y, en una pantalla estrecha, con las combinaciones `Alt+↑` y `Alt+↓`, véase *Uso con el teclado*). Para un servidor se definen «Nombre», «URL», la contraseña, «Tiempo de espera (s)», «Contabilidad de sesión», «Prefijo de acceso» y «Sufijo de acceso», mientras que el «Conector» con el valor «Universal (HTTP)» describe por completo el intercambio — la plantilla de la solicitud HTTP (query, cuerpo, «Content-Type», encabezados con sustituciones de plantilla del usuario, la contraseña, la IP, etc.) y el análisis de la respuesta («Formato de respuesta» — código de estado HTTP, cuerpo JSON o cuerpo XML — con las rutas al indicador de éxito y al motivo del rechazo); «Traza» activa el registro del intercambio. El «Usuario de prefijo» como alternativa integrada a la facturación externa se describe en *12. Integración con middleware*.

Usuario: añadir y editar

Ventana de creación y edición de una cuenta de receptor de flujos; se abre con el botón «Añadir usuario» o con «Editar» en la fila de la lista de la pestaña «Accesos locales». Campos:

- «Usuario» y «Contraseña» — cuenta ordinaria; al editar, una contraseña vacía conserva la actual. El indicador «Cuenta de dirección IP» sustituye el par «usuario — contraseña» por el campo «Dirección IP / CIDR» (dirección única o rango), y «Usuario de prefijo» activa el modo de integración con middleware (*12. Integración con middleware*).
- «Flujos permitidos» — los flujos y paquetes adaptativos a los que se admite la cuenta; una lista vacía no impone restricciones — se permiten todos.
- «Conexiones máx.» — límites independientes de conexiones simultáneas para PS1, SRT y HTTP/HLS.
- «Fecha de caducidad» y «Pausado» — desactivación planificada o temporal del acceso sin eliminar la cuenta.
- «Nombre visible» y «Nota» — para el registro propio del operador; no afectan al acceso.

Las cuentas de acceso a la interfaz web y sus roles no se definen aquí, sino en la pantalla «Servidor web y cuentas» (*Servidor web y cuentas*).

Ajustes de EPG

Configuración de la guía electrónica de programas: de dónde se obtienen los datos y cómo se distribuyen. La consulta de la guía acumulada se ha trasladado a una pantalla aparte, «Base de datos EPG» (*Base de datos EPG*). La pantalla contiene las pestañas:

Importar
: Parámetros generales de la importación de la guía de programas: «Activar importación», «Conservar historial, días» (profundidad de conservación de los eventos pasados), «Limpiar automáticamente canales huérfanos», así como «URL de la fuente XMLTV» y «Nombre de la fuente XMLTV» de la fuente externa principal. La importación de EPG en conjunto se describe en *Importación de EPG/XMLTV*.

Fuentes
: Lista de fuentes XMLTV externas. Para cada una — «Nombre», «URL / ruta de la fuente», el indicador «Activada», «Intervalo de actualización, s», «Codificación del contenido» (detección automática o GZip forzado), las credenciales y Cookies para recursos web restringidos y «Guardar copia descargada» para diagnóstico (*Configuración de las fuentes*).

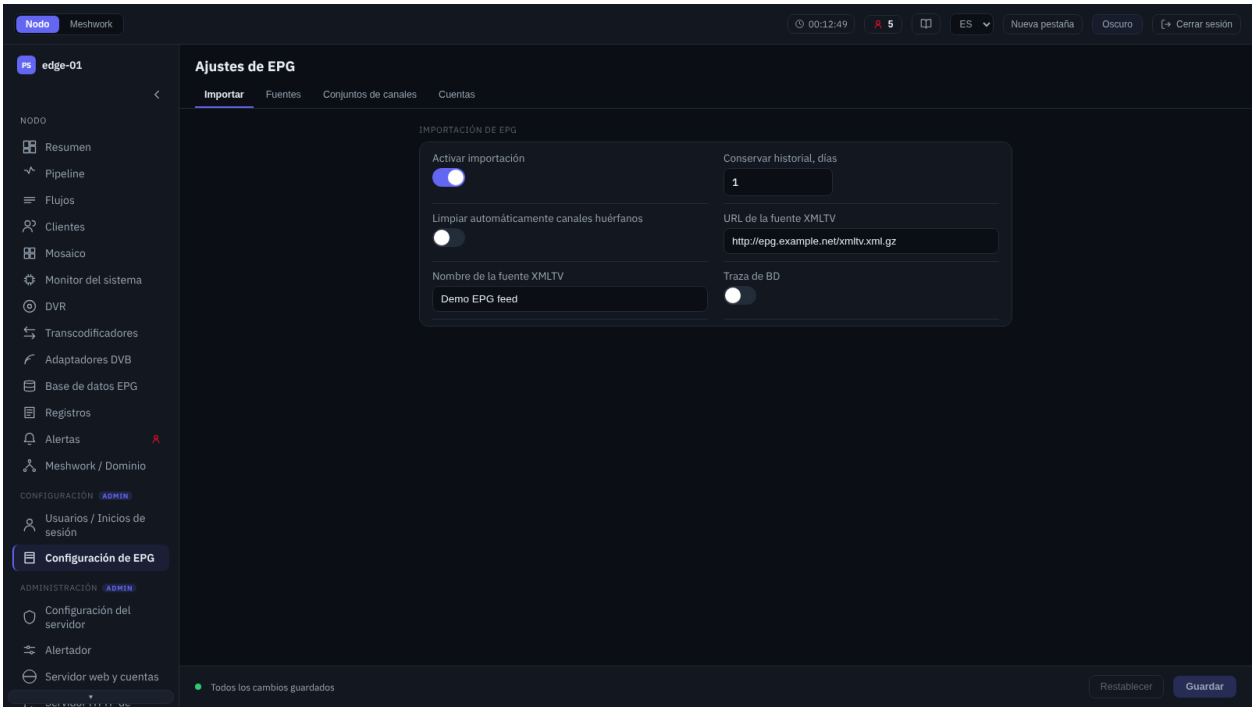


Figura 25: Configuración de EPG (importación).

Conjuntos de canales
: Conjuntos con nombre que agrupan canales para su entrega a consumidores externos. En la pestaña se crea el conjunto (nombre y nota); su composición — la pertenencia de los canales — se define en la base de datos EPG (*Base de datos EPG*). El uso de los conjuntos durante la entrega se describe en *EPG para middleware OTT*.

Cuentas
: Acceso de consumidores externos al servidor EPG integrado — la descarga de XMLTV. Para una cuenta se definen el usuario y la contraseña, el «Conjunto de canales» (determina la composición de la entrega; sin conjunto la entrega está vacía), «Fecha de caducidad», «IP permitida» y el indicador «Pausado». La entrega de XMLTV se describe en *Entrega de XMLTV*.

El subsistema EPG en conjunto — la generación de EIT y la distribución para middleware OTT — se describe en *EPG/EIT*.

Administración

El grupo **Administración** del área «Nodo» reúne los servicios de servidor del nodo, los almacenes, el equipamiento, la licencia y el mantenimiento. Las pantallas del grupo están disponibles para el rol de administrador. La configuración inicial del nodo se describe en *Primer arranque y activación*.

Configuración del servidor

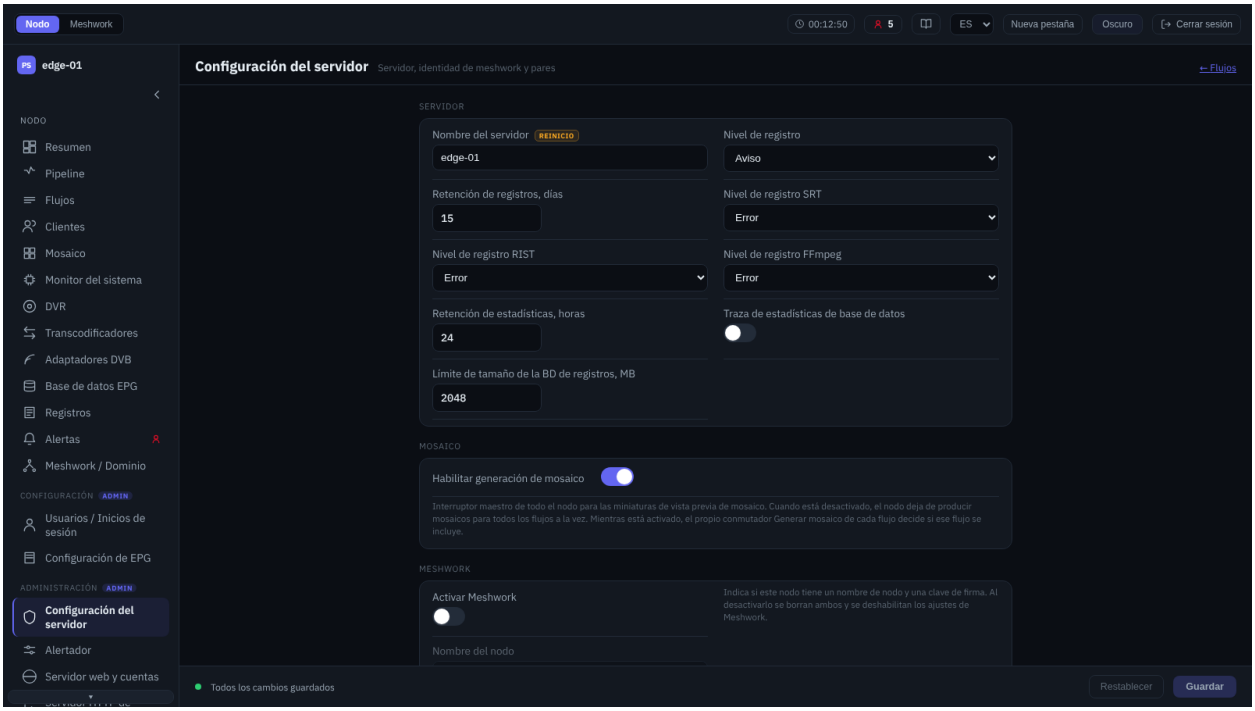


Figura 26: Configuración del servidor.

Parámetros generales del nodo. La pantalla reúne varios grupos de ajustes bajo un único panel de guardado:

Servidor
: Nombre del servidor, nivel de registro (global y por separado para las bibliotecas SRT, RIST y FFmpeg), periodo de conservación de los registros, profundidad y trazado de las estadísticas de la base de datos, límite de tamaño de la base de datos de registros.

Mosaico
: Interruptor general del nodo para la generación del mosaico; el mosaico en sí — *Mosaico*.

Meshwork
: Activación de la participación del nodo en Meshwork y su identificación: nombre del nodo, nota, dominio de Meshwork, así como los puertos públicos HTTP y HTTPS y los dominios adicionales — las direcciones por las que el nodo es accesible desde el exterior (*Nodos tras NAT*). El modelo de identidad — *Identidad del nodo*.

Pares de Meshwork
: La lista de nodos pares y el secreto de firma compartido para el intercambio seguro (*Pares y secretos*).

Contacto de Meshwork (avanzado)
: Parámetros del sondeo de los pares: el número de hilos de trabajo y el tiempo de espera del contacto.

La configuración inicial del nodo — en *Configuración inicial*; el despliegue de Meshwork — en *Construcción de una red Meshwork*.

Alertador

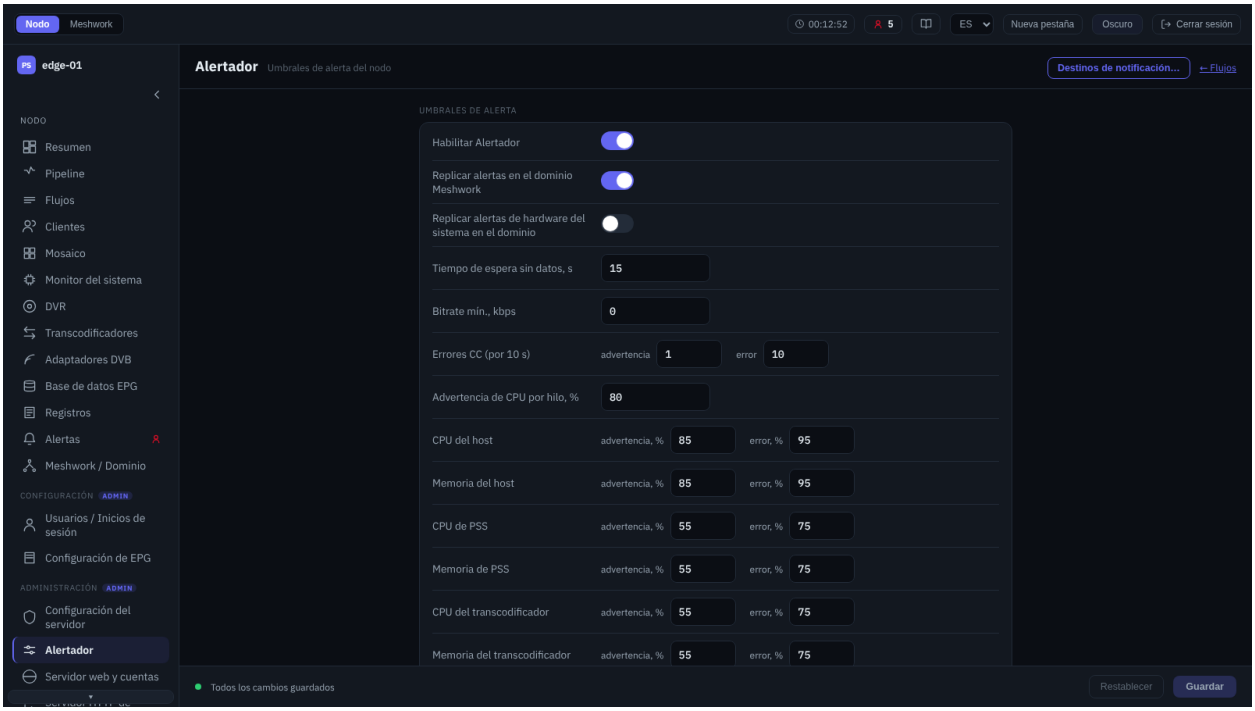


Figura 27: Configuración del Alertador.

Umbrales de activación de las alertas del nodo y reglas de su replicación. Además del interruptor general del alertador, se definen:

- umbrales de flujo — tiempo de espera por ausencia de datos, tasa de bits mínima, contadores de errores CC (pares «advertencia / error»);
- un aviso independiente sobre la carga de CPU del hilo de trabajo que atiende un flujo o un adaptador DVB (en porcentaje);
- umbrales de recursos — CPU y memoria del host, CPU y memoria del proceso y del transcodificador, carga de la red, GPU, uso del disco (en porcentaje, pares «advertencia / error»);
- tiempo de lectura/escritura de los almacenes DVR;
- cuando hay recepción DVB — umbrales de calidad de señal de los frontends (nivel de señal, SNR, tasa de errores de bit, bloques no corregidos).

La replicación de las alertas por el dominio de Meshwork y, por separado, la de las alertas de hardware del sistema se activa aquí mismo (*Replicación de alertas a nivel de dominio*). La entrega externa se configura en una ventana aparte (*Destinos de alerta*).

El modelo de alertas se describe en *Cómo funciona una alerta*, y los umbrales en *Ajustes del alerter*. La consulta de las alertas activas se realiza en la pantalla *Alertas*.

Destinos de alerta

La ventana de entrega externa de alertas se abre desde la pantalla *Alertador*. Los canales están distribuidos en pestañas; en cada uno se define su propio umbral de gravedad mínima del evento:

Proceso
: Ejecución de un comando externo ante un evento de alerta con un tiempo de espera definido.

Telegram
: Envío a Telegram: el token del bot y la lista de ID de chats.

E-mail
: Envío por SMTP: host y puerto del servidor, modo TLS (STARTTLS, TLS implícito o sin cifrado), verificación del certificado del servidor, credenciales, direcciones del remitente y de los destinatarios.

Las reglas de entrega se describen en *Entrega externa de alertas*.

Servidor web y cuentas

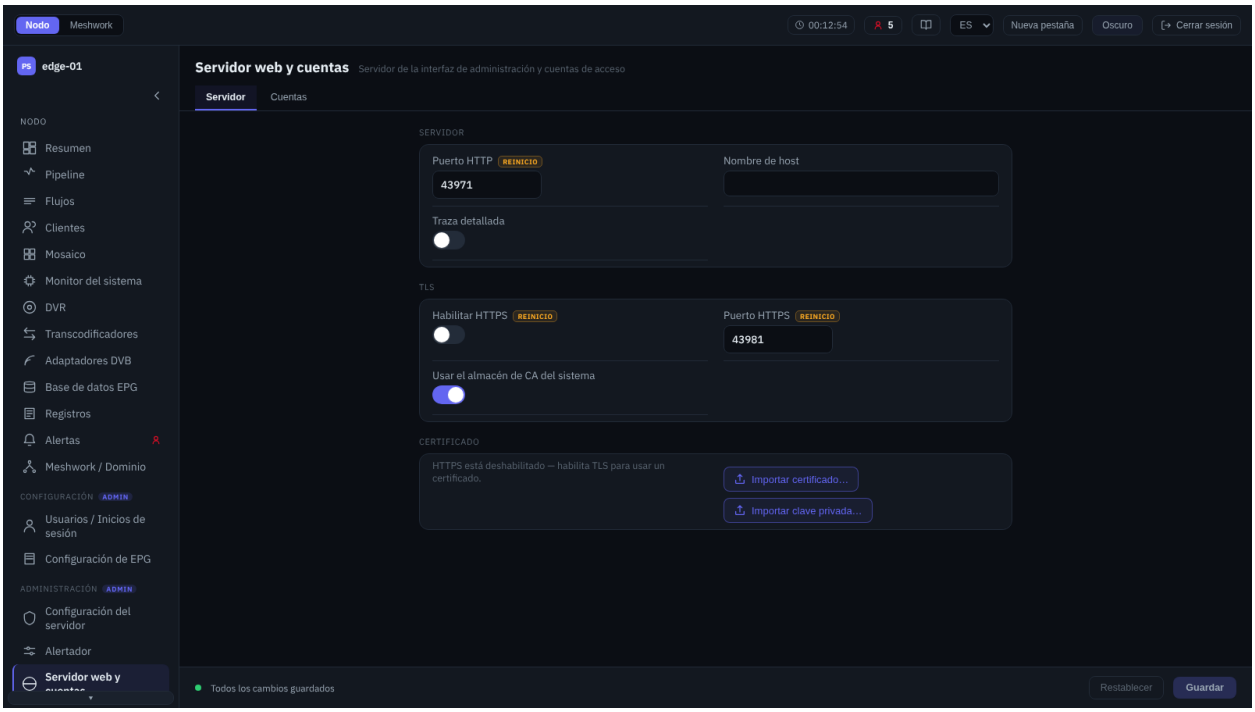


Figura 28: Servidor web y cuentas.

Configuración del servidor web del panel de administración y de las cuentas de acceso. La pantalla contiene las pestañas:

Servidor
: Puerto HTTP y nombre de host, activación de HTTPS con un puerto propio y selección del almacén de CA, trazado detallado. Mientras HTTPS está desactivado, el «Puerto HTTPS» y la selección del almacén de CA se muestran atenuados con la aclaración «HTTPS está desactivado: active TLS para usar el certificado.»; los campos responden al propio conmutador, sin esperar al guardado, y los valores introducidos no se pierden. Más abajo — la información del certificado TLS actual (sujeto, emisor, periodo de validez, SAN) con las acciones de importación del certificado y de la clave privada

y de recarga de TLS; con HTTPS desactivado, el panel muestra la misma aclaración en lugar de la información, pero la importación sigue disponible.

Cuentas
: Cuentas locales de acceso al panel y sus roles — Admin, Restricted admin, Viewer (*Acceso y roles*). Para cada una se definen el usuario, la contraseña y el rol; las entradas se añaden, se modifican y se eliminan. Al crearla la contraseña es obligatoria; al modificarla el campo de la contraseña se muestra vacío y, si no se rellena, la contraseña permanece igual.

La emisión automática de certificados — en la pantalla *Certificados HTTPS*; la recarga de TLS sin reinicio — también en *Mantenimiento*. Los puertos de los servicios y la configuración inicial se describen en *Configuración inicial*.

Servidor HTTP de streaming

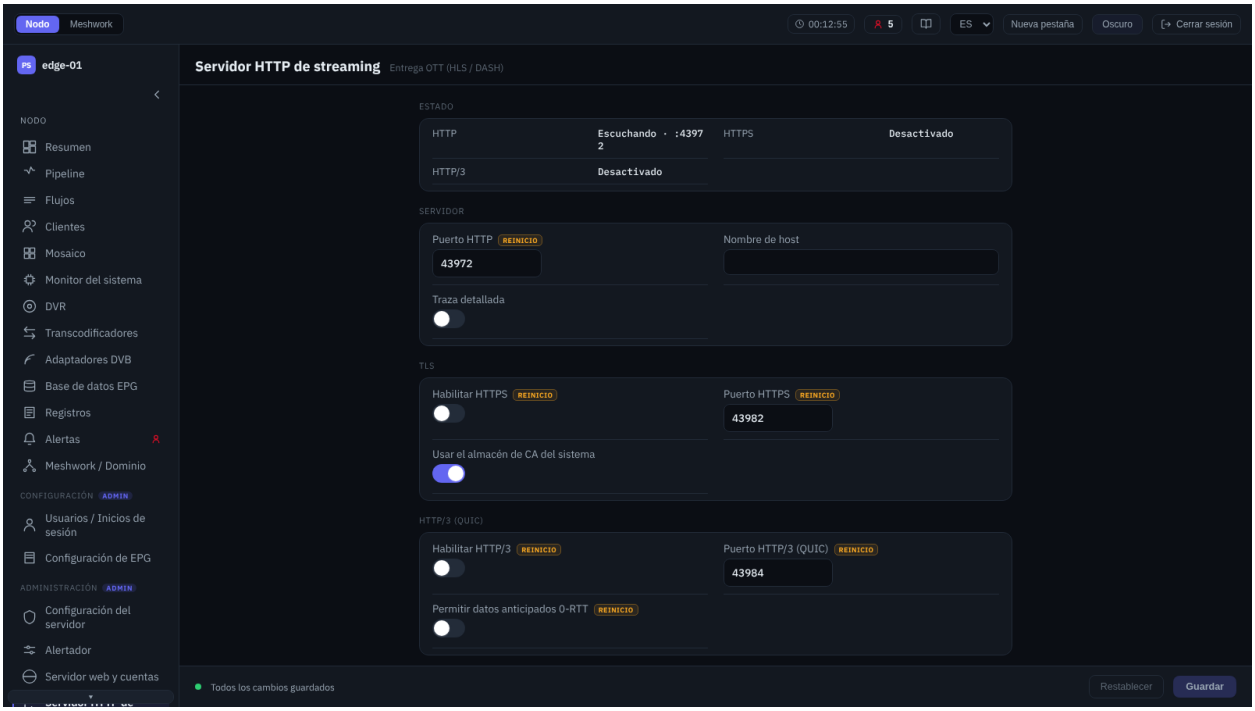


Figura 29: Servidor HTTP de streaming.

Configuración del servidor HTTP integrado para la entrega de flujos (distribución OTT, listas de reproducción y segmentos HLS/DASH). En la parte superior — el estado de los listeners (HTTP, HTTPS, HTTP/3). Se configuran:

Servidor
: Puerto HTTP, nombre de host, trazado detallado.

TLS
: Activación de HTTPS con un puerto propio y selección del almacén de CA. El puerto y el almacén están atenuados mientras HTTPS está desactivado.

HTTP/3 (QUIC)
: Activación de HTTP/3 en un puerto UDP propio y autorización de los datos tempranos 0-RTT; el puerto y el 0-RTT están atenuados mientras el propio HTTP/3 está desactivado. Este bloque no depende de HTTPS: HTTP/3 es un escucha aparte, toma los archivos del certificado directamente y funciona con

HTTPS desactivado. Eso es justamente lo que muestra el bloque «Estado»: «HTTPS» puede estar en «Desactivado» con «HTTP/3» en funcionamiento.

Más abajo — el panel del certificado TLS actual con importación y recarga de TLS. El panel solo sigue a HTTPS, por lo que con HTTPS desactivado permanece en silencio incluso cuando el mismo certificado se sirve por HTTP/3. La distribución se describe en *OTT y DVR*, y el transporte HTTP/3 en *HTTP/3 (QUIC)*.

Servidor EPG

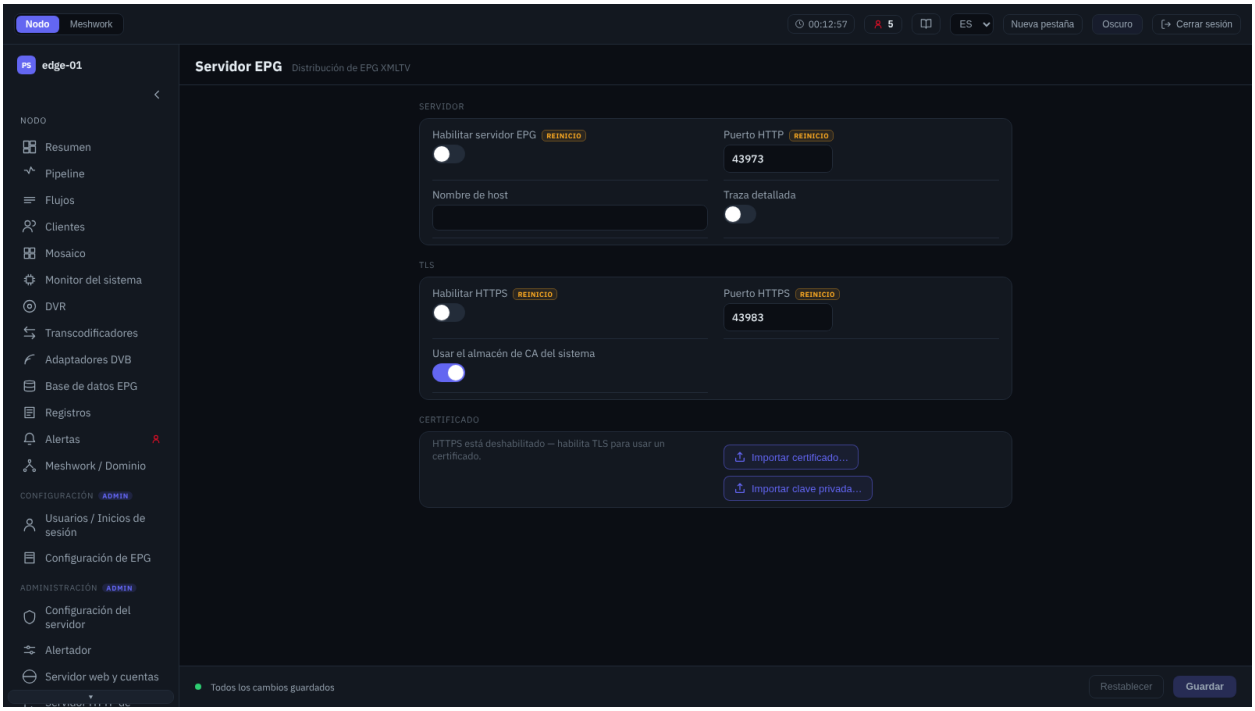


Figura 30: Servidor EPG.

Configuración del servicio de entrega de EPG (XMLTV) a consumidores externos — middleware y aplicaciones. Se definen la activación del servicio, el puerto, el nombre de host y la traza detallada, HTTPS con un puerto propio y almacén de CA, y además está disponible el panel del certificado TLS. El puerto HTTPS y el almacén de CA están atenuados mientras el servicio está desactivado o HTTPS está desactivado. Las cuentas de acceso al EPG y los conjuntos de canales se configuran aparte, en la pantalla *Ajustes de EPG*. La integración con middleware se describe en *EPG para middleware OTT*.

Certificados HTTPS

Emisión y renovación automáticas de certificados TLS mediante ACME (Let's Encrypt). En la parte superior — el estado: la situación de la emisión, la hora de la última ejecución, la cuenta ACME y la lista de certificados emitidos con sus plazos. Se configuran:

Emisión automática
: Activación y e-mail de contacto. La activación implica la aceptación de las condiciones de la autoridad de certificación.

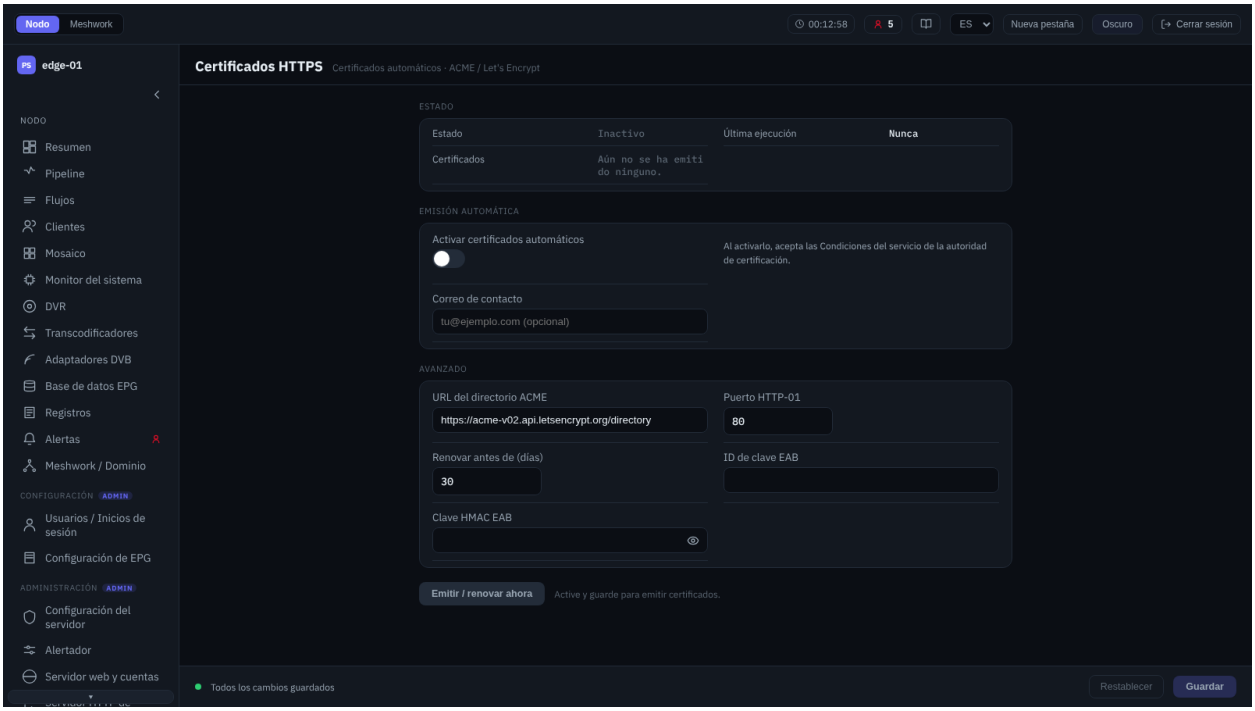


Figura 31: Certificados HTTPS (ACME).

Avanzado
: URL del directorio ACME, puerto de validación HTTP-01, plazo de renovación anticipada y parámetros de vinculación externa de la cuenta (EAB).

La acción «Emitir / renovar ahora» inicia la emisión de inmediato. La carga de certificados propios se realiza en las pantallas de los servicios correspondientes (*Servidor web y cuentas*, *Servidor HTTP de streaming*, *Servidor EPG*). La activación de TLS se describe en *Configuración inicial*.

Almacenes DVR

Directorios del archivo DVR. Los almacenes se añaden, se modifican y se eliminan; para cada uno se definen el nombre, la ruta del directorio (inmutable tras la creación), una nota y el uso máximo del disco. Un grupo aparte gobierna el comportamiento ante la falta de espacio: el intervalo de limpieza, el aplazamiento y el recorte por desbordamiento, la reserva de emergencia y la histéresis de la limpieza. La reducción del límite de uso recorta la parte más antigua del archivo; la eliminación de un almacén deja los ficheros en el disco, pero los flujos conectados pierden el acceso al VOD. La ocupación actual de los discos se observa en la pantalla *Monitor de DVR*. La grabación y la reproducción del archivo se describen en *Almacenes DVR* y *OTT y DVR*.

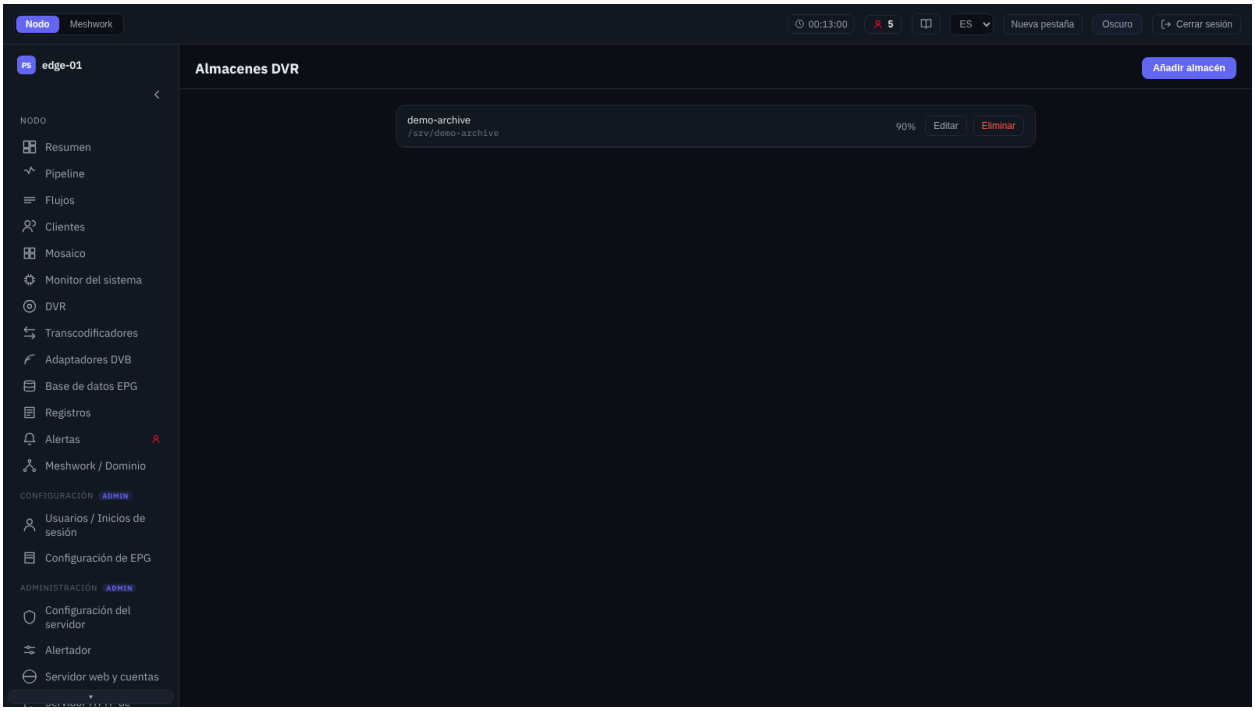


Figura 32: Almacenes DVR.

Mantenimiento

Operaciones de servicio del nodo, agrupadas por secciones:

Nodo
: Reinicio normal del nodo con confirmación — interrumpe brevemente todos los flujos.

Certificados TLS
: Relectura del certificado TLS desde el disco sin reinicio — por separado para el servidor web, el servidor HTTP de streaming y el servidor EPG.

Copia de seguridad de la configuración
: Descarga de una instantánea gzip de la configuración del nodo.

Restauración
: Carga de una copia guardada previamente: la configuración se sustituye y el nodo se reinicia.

Los ficheros y los servicios se describen en *Archivos y servicios*.

Equipamiento

El equipamiento de recepción detectado y disponible para el nodo (solo lectura; el botón de actualización vuelve a leer la lista). Dos bloques:

Adaptadores DVB
: Frontends de recepción DVB: nombre, sistemas de entrega admitidos, versión de la DVB API, capacidades, rangos de frecuencia y de velocidad de símbolo, indicador de ocupación.

Módulos CAM
: Ranuras CI/CAM: el módulo insertado y su modelo, el tipo y el estado de la ranura, los identificadores

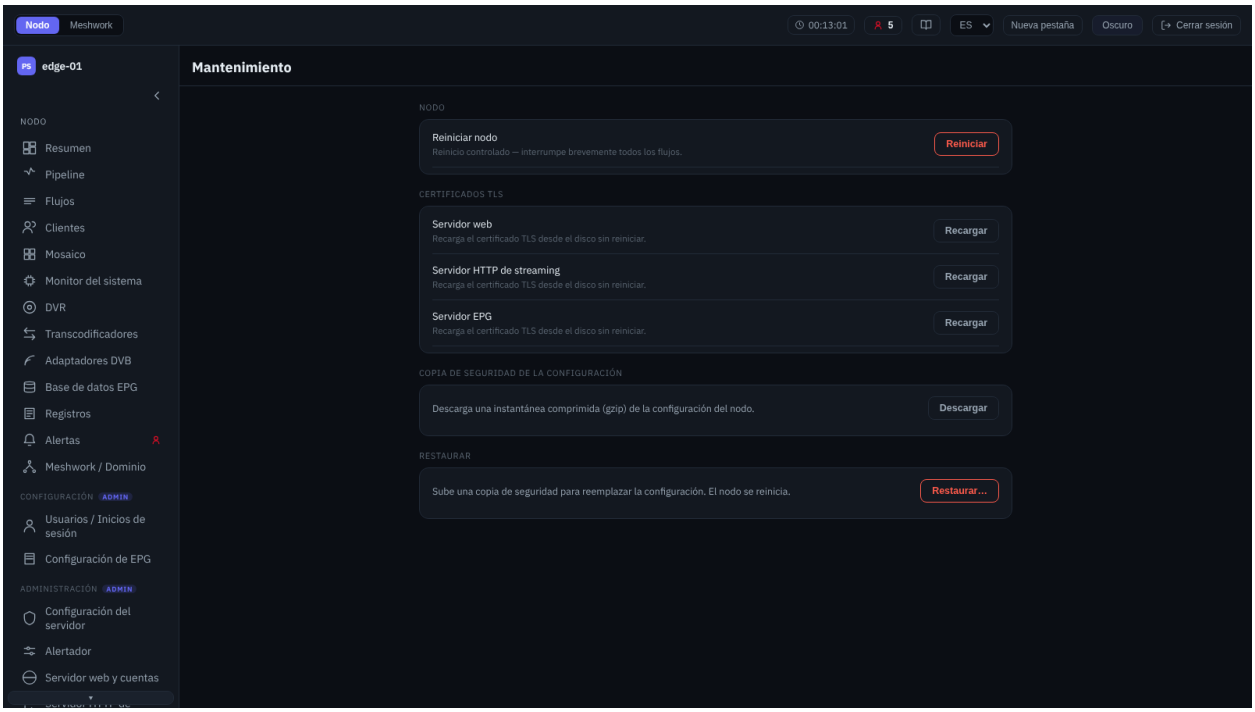


Figura 33: Mantenimiento.

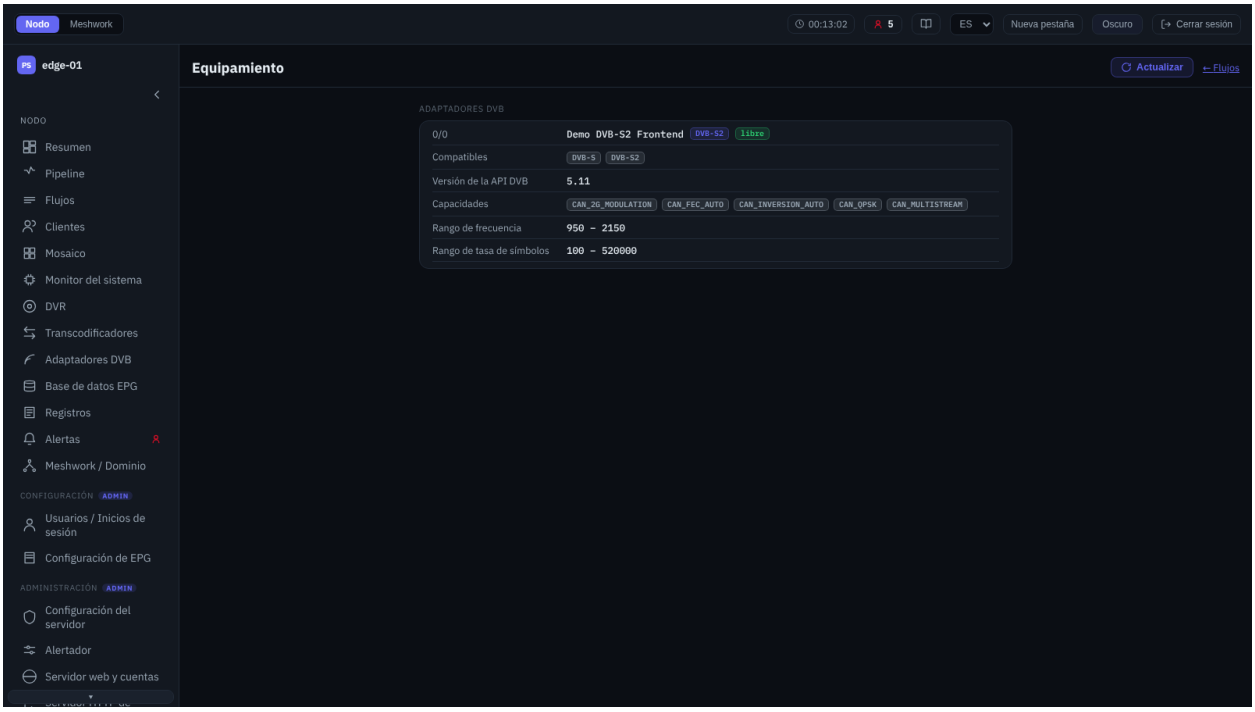


Figura 34: Equipamiento.

de los sistemas CA y el estado de la suscripción (descifrado) por programas.

La recepción DVB se describe en *Receptor DVB* y *Adaptadores*, y el trabajo con CAM y el descifrado en *Descifrado*. Los dispositivos de transcodificación detectados se muestran en la pantalla *Acerca del sistema*.

Licencia

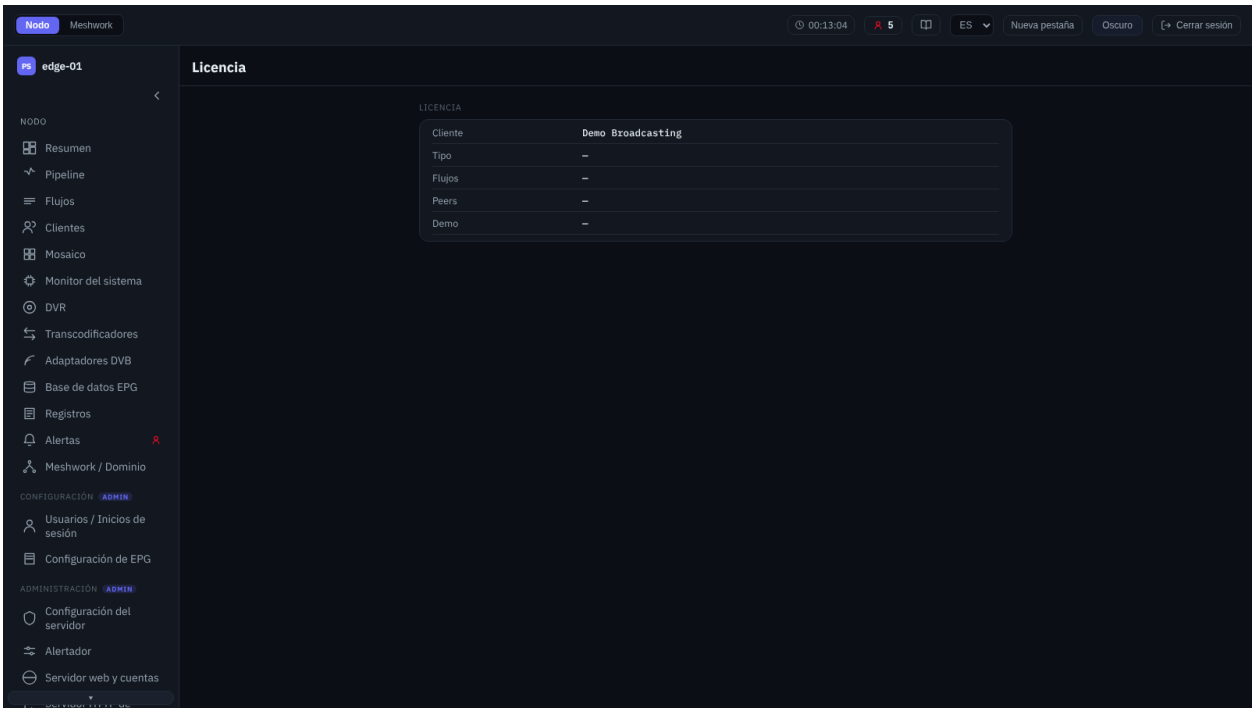


Figura 35: Licencia.

Información sobre la licencia del nodo: cliente, tipo de licencia, límites del número de flujos y de pares (0 — sin restricciones), modo demo, inicio de validez y tiempo licenciado. Cuando se utiliza una clave de hardware, se muestra el bloque HASP (identificador y tipo de clave). La activación permanente con claves SL/HL se describe en *Activación permanente*; el comportamiento al caducar la licencia, en *Al expirar el plazo de la licencia anual o de prueba*.

Acerca del sistema

Resumen del sistema, agrupado por secciones:

Licencia
: Información breve sobre la licencia — los detalles están en la pantalla *Licencia*.

Transcodificadores
: Backends de transcodificación detectados: tipo, versión del módulo ejecutable, disponibilidad y lista de dispositivos. La instalación de los paquetes del transcodificador — en *Transcodificadores*, y la selección del backend — en *Backends y códecs*.

Compilación y bibliotecas
: Versión de compilación de PSS y versiones de las bibliotecas integradas, tipo de compilación.

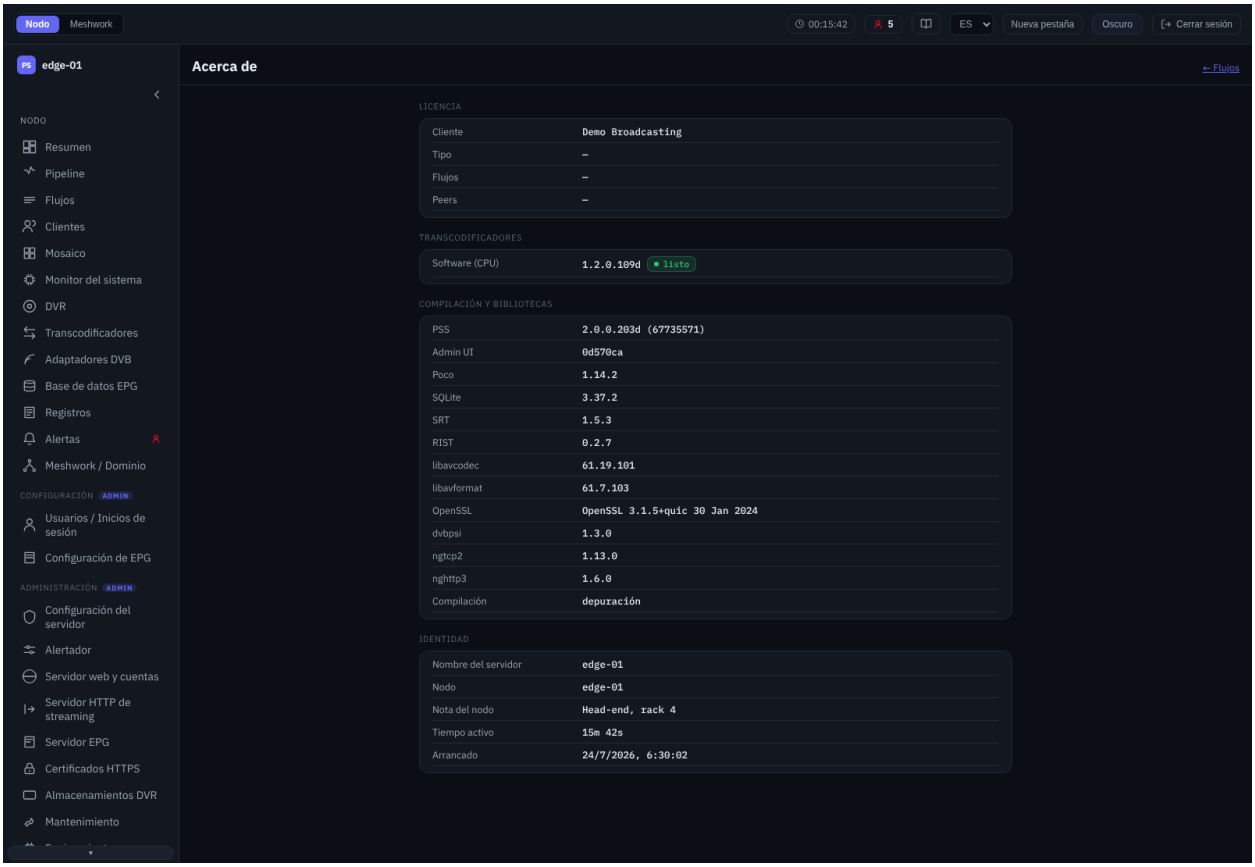


Figura 36: Acerca del sistema.

Identificación
: Nombre del servidor, el nodo y su nota, la cuenta actual, el tiempo de funcionamiento y el momento de arranque, la restricción por IP de origen.

La documentación también se puede abrir desde el panel común de la interfaz (*Barra común*).

Meshwork

El ámbito **Meshwork** (el selector de ámbito de la barra superior) reúne las pantallas consolidadas de la red de nodos del dominio: el resumen del dominio, la topología del transporte, la composición de los pares, los enlaces de transporte individuales y el catálogo común de recursos de red. Es una visión «desde arriba» de toda la red, a diferencia de las pantallas del ámbito «Nodo», que muestran un solo nodo.

Los conceptos de la red, los dominios, el autodescubrimiento de pares, el funcionamiento tras NAT y las alertas se describen en la sección *Meshwork*.

Resumen de Meshwork

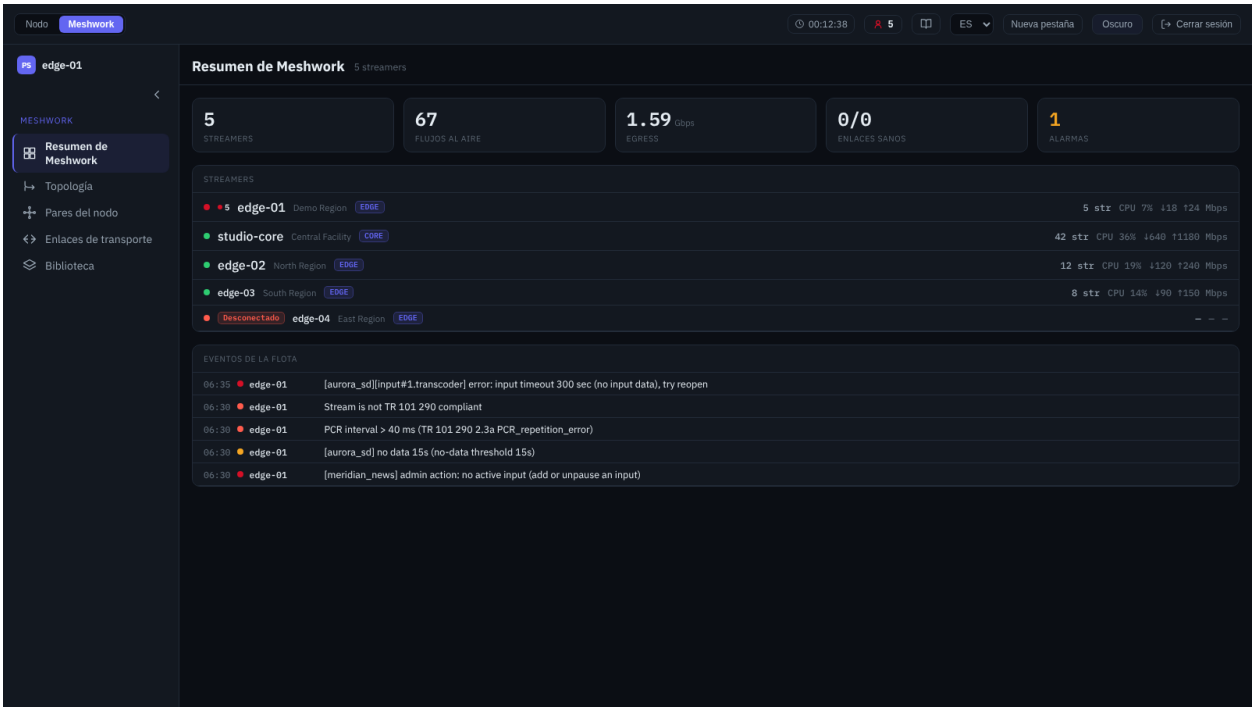


Figura 37: Resumen de Meshwork.

Panel resumen del dominio: todos los nodos de la red y los indicadores clave del dominio en una sola ventana. En la cabecera se muestra el número de nodos; debajo, la fila de indicadores y las listas.

La fila de indicadores agrupa las tarjetas «Streamers» (número de nodos), «Flujos al aire», «Egress» (ancho de banda saliente total, Gbps), «Enlaces sanos» (enlaces de transporte correctos respecto a su número total) y «Alarmas». La tarjeta «Alarmas» cuenta los nodos defectuosos y los enlaces activos defectuosos y se resalta cuando el valor es distinto de cero.

El panel «Streamers» presenta una fila por nodo: el indicador de estado y, en un nodo defectuoso, junto a él también una etiqueta textual («Degradado» o «Desconectado»); el nombre del nodo, la región y el rol, el

número de flujos al aire, la carga de CPU y el tráfico (entrada/salida). La fila de un nodo cuya interfaz de administración está disponible conduce a sus pantallas del ámbito «Nodo». Para el rol de administrador, junto al estado se muestra el contador de alertas activas del nodo.

El panel «Eventos de la flota» es visible para el administrador y reúne las alertas activas de todos los nodos: la hora, el nodo al que corresponde el evento (enlace a su interfaz de administración) y el texto. El modelo de red se describe en *Meshwork*; las alertas, en *Alertas (alerter)*.

Topología

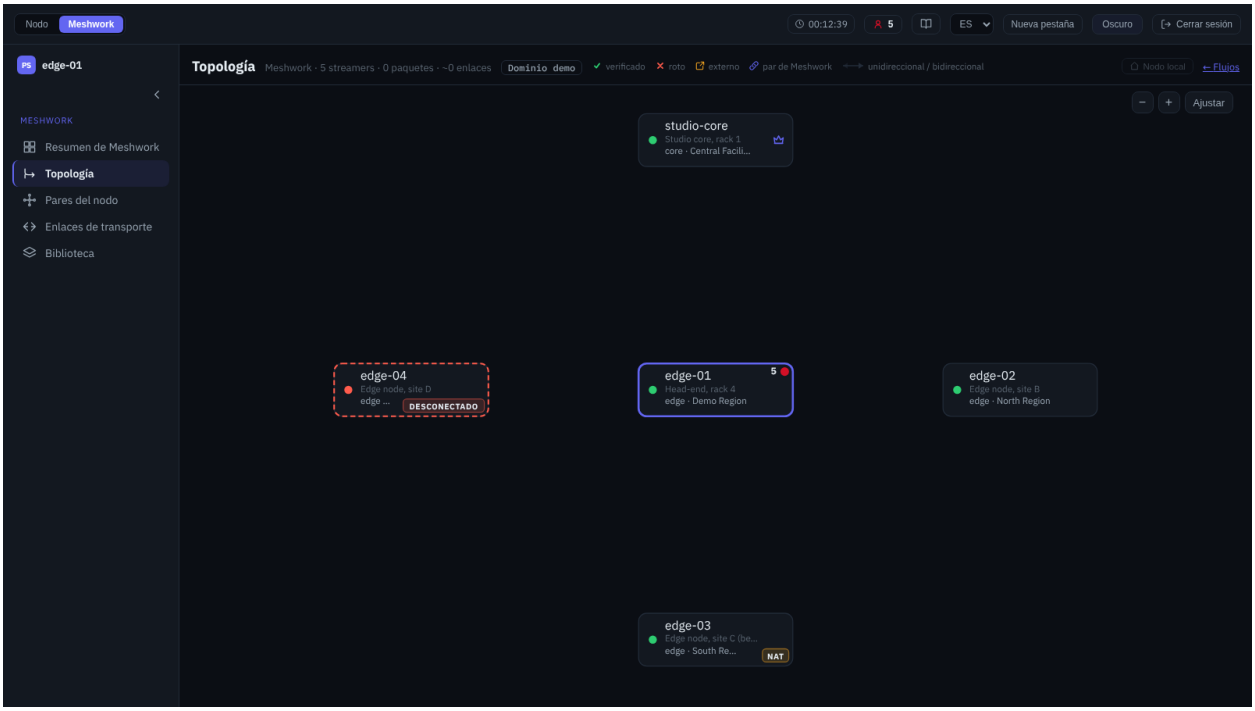


Figura 38: Grafo de la topología de la flota.

Grafo del transporte del dominio: los nodos de la red y los enlaces de transporte entre ellos, agrupados en paquetes (varios enlaces unidireccionales de un mismo sentido se representan mediante una sola conexión). La pantalla es de tipo grafo; en la cabecera figuran el número de nodos, paquetes y enlaces, el dominio del nodo conectado, la leyenda de las conexiones y el botón «Nodo local», que devuelve el centro del grafo al nodo actual.

El grafo muestra qué nodos están conectados, dónde la conexión está verificada y dónde es inferida, qué enlaces son externos (fuera del dominio) y qué nodos se encuentran tras NAT. La leyenda distingue la conexión verificada, la interrumpida (par desconectado), la conexión externa, la conexión entre pares de Meshwork y el sentido (unidireccional o bidireccional). Un nodo puede llevar el contador de alertas activas. Al hacer clic en un nodo, el centro del grafo se desplaza hacia él (un segundo clic abre su interfaz de administración); al hacer clic en una conexión se abre *Enlaces de transporte* con el filtro por el paquete seleccionado. El mapa de la red y su leyenda se describen en *Mapa de red y catálogo de recursos*; los campos de los nodos, en *Mapa de red*; el funcionamiento tras NAT, en *Nodos tras NAT*.

Pares del nodo

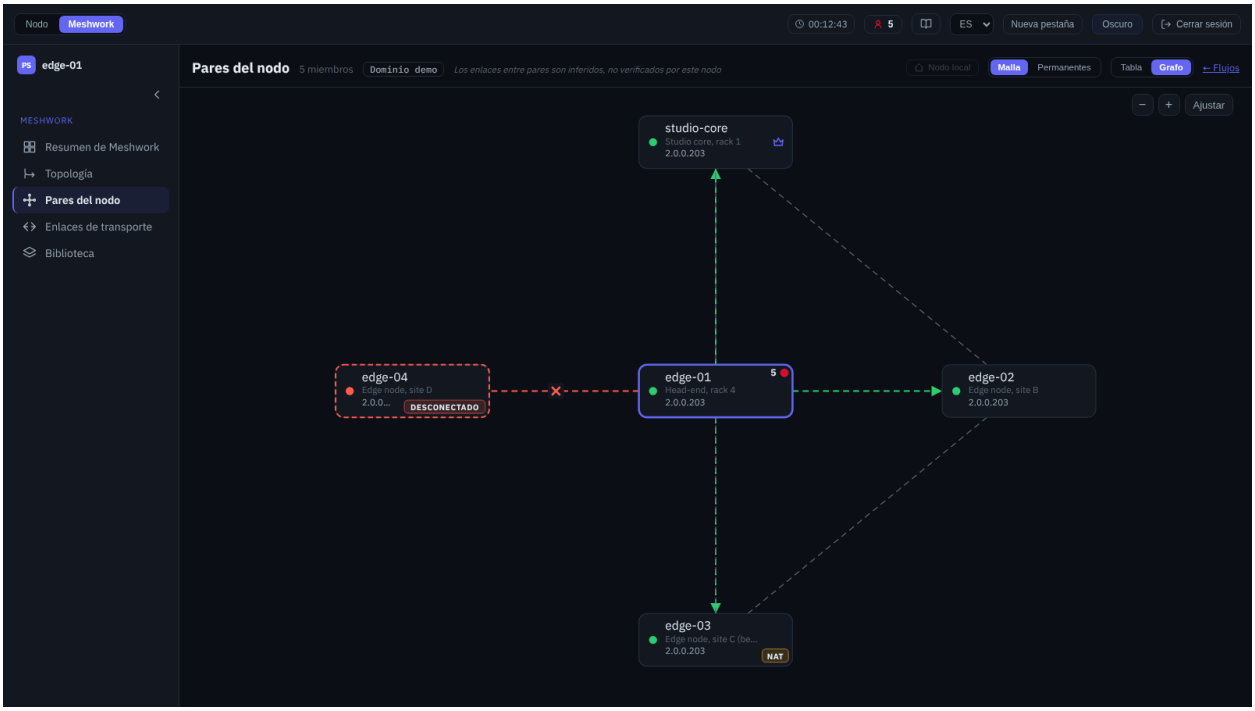


Figura 39: Grafo de pares del nodo (mesh).

Composición del dominio y conexiones entre sus miembros. Están disponibles el selector del ámbito del grafo «Malla / Permanentes» y el selector de presentación «Tabla / Grafo» (grafo de forma predeterminada).

En modo grafo, «Malla» muestra todos los miembros del dominio con el centro en el nodo conectado: la estrella fiable de keep-alive que parte de él y las conexiones inferidas — no verificadas desde este nodo — entre los demás pares. «Permanentes» construye el grafo del peering configurado: los nodos y las conexiones dirigidas tomadas de las listas de vecinos de cada nodo (la flecha indica el sentido de la configuración; es bidireccional cuando es mutua). El botón «Nodo local» devuelve el centro al nodo actual.

En modo tabla los miembros se enumeran con las columnas «Nodo», «Dirección», «Tipo» («Permanente» o «Auto»), «Versión», «Estado» («Activo» / «Inactivo», con la etiqueta «Degradado» ante fallos de keep-alive), «NAT» y «Visto por última vez». Un nodo tras NAT muestra «Red interna» en lugar de la dirección privada inaccesible. El nombre del nodo es un enlace a su interfaz de administración (un par inaccesible se presenta como texto sin formato); la fila incluye un botón para abrir la interfaz de administración. La fila del nodo actual está marcada y despliega el panel «Tráfico Meshwork» — el desglose del tráfico saliente por porciones («Base», «Pares», «Biblioteca», «Alertas»), la velocidad TX/RX y los contadores de intercambio. Los campos de las filas se describen en *Mapa de red*; la configuración de los vecinos, en *Pares y secretos*; el funcionamiento tras NAT, en *Nodos tras NAT*. La vista de los pares desde el punto de vista del nodo actual es la pantalla *Meshwork / Dominio*.

Enlaces de transporte

Los enlaces de transporte individuales entre los nodos del dominio: precisamente los enlaces que en «Topología» se agrupan en paquetes. En la cabecera figuran los indicadores «Enlaces» (total), «Correctos» (respecto al número total) y «Verificados». Al llegar desde el grafo de «Topología», la tabla se abre con el filtro por el paquete seleccionado; el filtro se elimina con el enlace «□ todos los enlaces».

Cada fila describe un enlace: el indicador de estado, el sentido (columna «Enlace», nodo → nodo), «Proto» (PS1, SRT y otros canales de transporte), «Flujo», «Identidad» («verificada» o «inferida», con la marca «reserva» para el enlace de respaldo), «Ámbito» («interno», «externo», «local» o «desconocido») y la telemetría: «TX→RX Mb/s», «RTT» y «Pérdida». El ámbito se toma del lado que se conecta por sí mismo, por lo que en los enlaces UDP, RTP, Pro-MPEG y RIST es «desconocido». Los valores de telemetría aparecen cuando existen los datos correspondientes; en caso contrario se muestra «—»; las listas largas se dividen en páginas. El tipo de conexión PS1 / SRT se describe en *Catálogo común de recursos*; los protocolos en sí, en *Protocolos Peer de transmisión fiable*.

Biblioteca

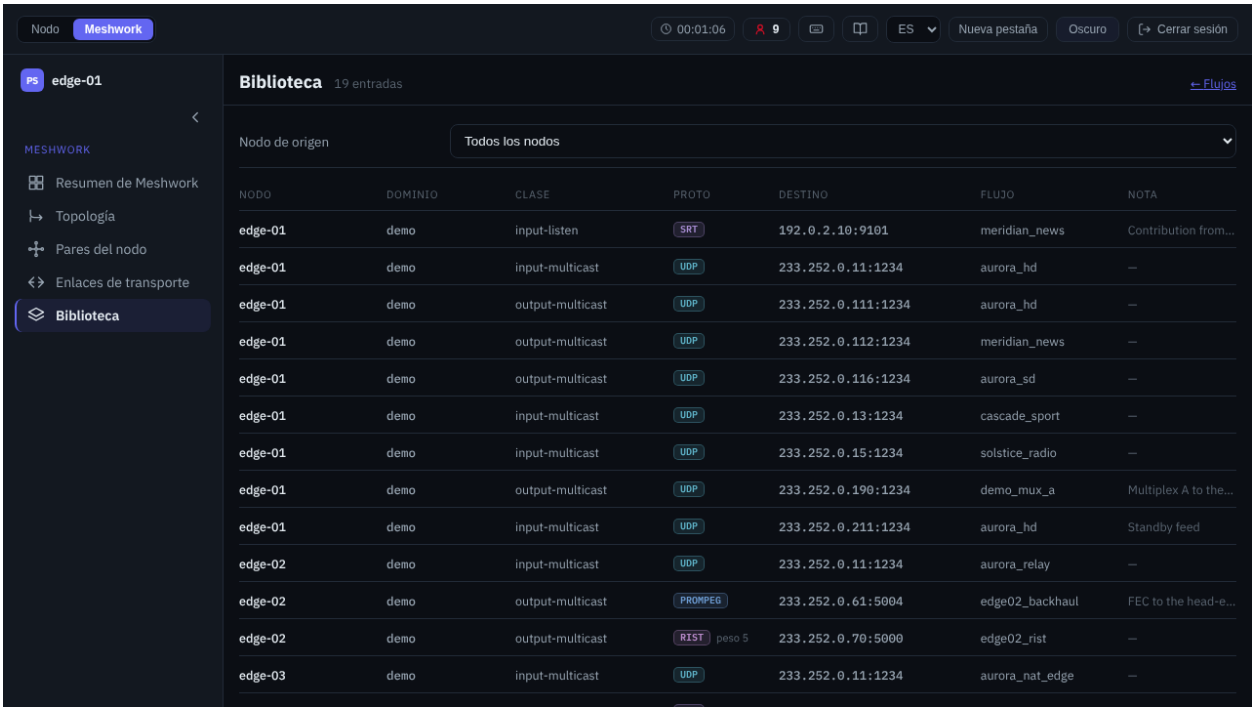


Figura 40: Biblioteca de recursos del dominio.

Catálogo común de los recursos de red ocupados en el dominio: las entradas y las salidas de los nodos por los protocolos UDP, RTP, Pro-MPEG, RIST, así como PS1 y SRT. El catálogo se forma automáticamente a partir de los anuncios de los nodos y es de solo lectura. Sirve para elegir direcciones y puertos libres y para localizar los flujos necesarios en la red. En la cabecera figuran el número total de registros y el enlace «□ Flujos».

Sobre la lista se encuentra el filtro «Nodo de origen»: «Todos los nodos» de forma predeterminada, y en la lista de valores figuran los nodos que anuncian algo en este momento. El filtro selecciona los registros de un único nodo anunciante y no altera el número de registros de la cabecera. Las filas están ordenadas por nodo, dominio y dirección.

Las columnas: «Nodo» — el nodo anunciante, «Dominio», «Clase» (el sentido y el modo de conexión del punto: `output-multicast`, `input-caller`, `output-listen` y similares), «Proto», «Destino» (dirección y puerto), «Flujo» (nombre o número) y «Nota». A la dirección se le añaden el ámbito del enlace («local», «interno» o «externo»; el mismo atributo existe en los enlaces de transporte — *Enlaces de transporte*), la fuente SSM (`SSM <dirección>`) y el número de VLAN (`VLAN <n>`). El ámbito del enlace se muestra solo en los puntos PS1 y SRT que se conectan por sí mismos a la dirección indicada (`*-caller`): «local» — una dirección del mismo nodo, «interno» — un par confirmado por la autorización del dominio, «externo» — todos los demás. En RIST, junto al protocolo se muestra el peso del enlace (`peso <n>`).

Al hacer clic en una fila se abre la interfaz de administración de su nodo en las estadísticas de su flujo: la fila del propio nodo se abre en el sitio, la de un vecino según el ajuste «Abrir nodos en» de la barra superior (*Barra común*); Ctrl o ⌘ fuerza una pestaña nueva. La fila de un nodo no disponible o desconocido para la red no tiene acción y lleva la indicación «Nodo no disponible». La indicación de la fila muestra la hora en que se anunció el registro.

El catálogo y las reglas de selección de direcciones se describen en *Catálogo común de recursos*; la vista desde el punto de vista de una entrada o de una salida concreta es *Biblioteca — este flujo*.

1.9 Materiales adicionales

Apéndices de explotación: escalado de la distribución OTT mediante proxies de caché y CDN, conexión de sistemas de monitorización externos, optimización del nodo para instalaciones de gran tamaño y requisitos del hardware Intel para la transcodificación por hardware.

1.9.1 Almacenamiento en caché y CDN para la difusión OTT

Apéndice para la explotación de instalaciones de gran tamaño: cómo funciona el almacenamiento en caché de las respuestas OTT de Perfect Streamer y cómo situar un reverse proxy con caché o una CDN delante del nodo. Los modos de difusión, los formatos de URL y la autorización se describen en la sección principal *OTT y DVR*.

El servidor genera respuestas de tres categorías, que se diferencian por el tiempo de vida del contenido y por su idoneidad para el almacenamiento en caché por nodos intermedios (reverse proxy, CDN, caché del cliente).

1. Modelo de caché

1.1. Recursos y cabeceras HTTP

Recurso	URL	Content-Type	Cache-Control
Segmento TS (HLS)	`/h<sess>/<keyHex>.ts`	`video/mp2t`	`public, max-age=60, immutable`
Segmento VTT (subtítulos)	`/h<sess>/sub/<pid>/<keyHex>.vtt`	`text/vtt; charset=utf-8`	`public, max-age=60, immutable`
Segmento fMP4 (DASH / LL-HLS)	`/h<sess>/init.mp4`, `/h<sess>/<key|N>.m4s`	`video/mp4`	`public, max-age=60, immutable`
DASH MPD	`/h<sess>/index.mpd`	`application/dash+xml; charset=utf-8`	`public, max-age=1`
HLS master	`/hls/<stream>/<login>/<pass>/index.m3u8`	`application/vnd.apple.mpegurl`	`public, max-age=1`
HLS media	`/h<sess>/index.m3u8`, `/h<sess>/sub/<pid>/index.m3u8`	`application/vnd.apple.mpegurl`	`public, max-age=1`
302 Redirect	`/dash/<stream>/<login>/<pass>/index.mpd`	—	`no-cache, no-store`
Raw TS	`/http/<stream>/<login>/<pass>`	`video/mp2t`	no definido; no se almacena en caché

1.2. Características de los segmentos

El identificador hexadecimal del segmento en el URL (`<keyHex>` en las rutas `/h<sess>/<keyHex>.ts`) se calcula como CRC64 del instante de inicio del segmento y del ID del flujo, y es globalmente único. El URL del segmento direcciona contenido inmutable: las solicitudes repetidas del mismo URL devuelven un flujo de bytes idéntico (mientras el segmento permanezca dentro de la ventana deslizante).

La directiva `immutable` suprime la revalidación condicional por parte del cliente (`If-None-Match`, `If-Modified-Since`). El valor `max-age=60` garantiza la compatibilidad con el valor típico `timeShiftBufferDepth=40s`.

Los segmentos fMP4 CMAF (`.m4s`) y el `init.mp4` común para DASH / Low-Latency HLS se direccionan de forma análoga y se almacenan en caché según el mismo modelo (`immutable`, `max-age=60`). Los segmentos parciales (parts) de LL-HLS son solicitudes byte-range dentro del mismo `.m4s`, por lo que no generan una entrada de caché propia.

1.3. Características de los manifiestos

`max-age=1` limita a un segundo la cota superior de obsolescencia del contenido en la caché. Usado junto con `proxy_cache_lock on` (nginx), los picos de solicitudes al manifiesto se agrupan en una única solicitud al origin por segundo.

1.4. Variabilidad del contenido

Con `absPath=0` (valor por defecto, sin el parámetro de URL `a`), los manifiestos HLS media y DASH MPD no contienen el identificador de sesión en el cuerpo. El contenido del manifiesto es idéntico entre las sesiones que pertenecen a una misma combinación (flujo, param). Esto permite que la caché del reverse proxy reutilice la entrada entre sesiones cuando se normaliza la clave de caché.

Con `absPath=1` (parámetro de URL `a=1`), el cuerpo del manifiesto contiene URL absolutos que incluyen el esquema, el host y el identificador de sesión. El contenido pasa a ser específico de la sesión y no existe la posibilidad de reutilizar la caché entre sesiones.

2. Comportamiento de los clientes

Cliente	URL de actualización del manifiesto	Efecto sobre el número de sesiones
Reproductores HLS mediante el media playlist	`/h<sess>/index.m3u8`	Una sesión por sesión de reproducción
Reproductores DASH mediante el URL raíz	`/dash/<stream>/.../index.mpd` (ciclo de repetición)	Se resuelve mediante session reuse (véase 3.2)
Reproductores de navegador (MSE)	`/h<sess>/...` mediante `<Location>` / session URL	Una sesión por sesión de reproducción

3. Mecanismos especiales

3.1. HTTP 302 Redirect para DASH

Una solicitud de la forma `/dash/<stream>/<login>/<pass>/index.mpd` devuelve una respuesta `302 Found` con la cabecera `Location: /h<sess>/index.mpd`. El cuerpo de la respuesta está vacío. La autorización y la asignación de la sesión se realizan durante el procesamiento de la redirección.

Los clientes que admiten el almacenamiento en caché de la redirección acceden directamente al session URL en las solicitudes posteriores. Los clientes que no lo admiten repiten la solicitud de redirección. El coste del procesamiento repetido de la redirección se limita a la comprobación de autenticación y a las operaciones de session reuse.

3.2. Session reuse para DASH

Al procesar una solicitud `/dash/.../index.mpd` procedente del mismo login y dirigida al mismo flujo (con el mismo indicador adaptive), el servidor localiza una sesión DASH ya existente y devuelve de nuevo su identificador. No se crea una sesión nueva ni se consume una plaza del límite de conexiones simultáneas. Solo se reutilizan sesiones que estén en el mismo modo de reproducción: una sesión en directo y una sesión VOD del archivo (parámetros `t`/`d`/`epg`) no se combinan.

Se aplica únicamente a DASH. Para HLS no se requiere un mecanismo de reuse independiente: los clientes HLS actualizan el media playlist mediante el session-URL y no crean una sesión nueva en cada actualización.

3.3. Reutilización de segmentos entre sesiones

La ruta `/h<sess>/<keyHex>.ts` no depende de `<sess>` al resolver `<keyHex>` en contenido: `<keyHex>` identifica de forma globalmente inequívoca un segmento TS dentro del flujo. Nginx con una cache key normalizada (que recorta el prefijo `/h<sess>/`) atiende todas las solicitudes de un mismo `<keyHex>` desde una única entrada de caché, con independencia de qué clientes las hayan emitido.

La deduplicación solo es aplicable a los nombres content-addressed: los segmentos con identificador hexadecimal de 16 caracteres (`.ts`, `.m4s` con `<keyHex>`, `.vtt`). Los segmentos numerados de live-DASH (`<número>.m4s`), el `init.mp4` y los manifiestos son únicos solo dentro de su propia sesión: su clave de caché debe conservar el prefijo `/h<sess>/`, de lo contrario la caché entregaría el contenido de un flujo a los espectadores de otro. En DASH, la deduplicación de manifiestos entre los clientes de un mismo login la proporciona el session reuse (véase 3.2).

4. Parámetros de la solicitud

Parámetro	Valor por defecto	Efecto
`a`	`0`	`1` — URL absolutos en los manifiestos; `0` — relativos
`s`	`40`	`timeShiftBufferDepth` en segundos
`m`	`40`	Longitud mínima de la ventana para emitir el manifiesto
`v`	6 para los modos OTT, 3 para Peering / HLS	`#EXT-X-VERSION` en HLS (DASH lo ignora); un valor explícito en el URL prevalece sobre el valor por defecto
`h3`	ausente (off)	opt-in a HTTP/3 (QUIC): obliga al servidor a emitir `Alt-Svc` en la respuesta; sticky en el session-URL. Véase *HTTP/3 (QUIC)*

La modificación de un parámetro mediante la query string actualiza los valores guardados en la sesión en su siguiente reapertura. Los parámetros de reproducción del archivo `t`, `d` y `epg` se describen en *Reproducción del archivo (VOD)*.

5. Características de carga

La carga sobre el origin escala con el número de flujos distintos vistos simultáneamente. El aumento del número de clientes que ven un mismo flujo no incrementa la cantidad de solicitudes al origin cuando existe una caché de reverse proxy y una cache key normalizada.

Escenario	Frecuencia de solicitudes al origin (ref.)
1 cliente en el flujo X	MPD: 0.4 req/s, segment: 0.2 req/s
N clientes en un mismo flujo X (caché activada)	MPD: 1 req/s, segment: 0.2 req/s
N clientes DASH en modo de repetición sobre un mismo flujo	MPD: 1 req/s (con `proxy_cache_lock`)
N clientes en N flujos distintos	MPD: 0.4·N req/s, segment: 0.2·N req/s

Los segmentos se deduplican globalmente por sus nombres content-addressed; la deduplicación de manifiestos entre clientes la proporcionan el session reuse (DASH) y la caché dentro de la sesión.

6. Nginx como reverse proxy con caché

6.1. Configuración básica

```
proxy_cache_path /var/cache/nginx/pss_segments
    levels=1:2 keys_zone=pss_segments:100m
    max_size=20g inactive=30m use_temp_path=off;

proxy_cache_path /var/cache/nginx/pss_manifests
    levels=1:2 keys_zone=pss_manifests:10m
    max_size=256m inactive=5m use_temp_path=off;

upstream pss_backend {
    server 127.0.0.1:43972;
    keepalive 64;
}

map $uri $pss_cache_key {
    "~^/h[0-9a-f]{16}(?<tail>(/[0-9]+)?/[0-9a-f]{16}\.(ts|m4s)|/sub/[0-9]+/[0-9a-f]
↪{16}\.vtt)$"  "stream:$tail";
    default  $uri;
}

server {
    listen 80;
    server_name stream.example.com;

    location ~* "^/h[0-9a-f]{16}(/[0-9]+|/sub/[0-9]+)?/([0-9a-f]+\.(ts|m4s|vtt)|init\.
↪mp4)$" {
        proxy_cache              pss_segments;
        proxy_cache_key          $pss_cache_key;
        proxy_cache_valid        200 60s;
        proxy_cache_valid        404 403 0s;
        proxy_cache_lock         on;
        proxy_cache_use_stale    updating error timeout;
        proxy_cache_revalidate   on;
        proxy_ignore_headers     Vary;
```

(continué en la próxima página)

(proviene de la página anterior)

```
        add_header                X-Cache-Status $upstream_cache_status;

        proxy_pass                http://pss_backend;
        proxy_http_version        1.1;
        proxy_set_header          Connection "";
        proxy_buffering           on;
    }

    location ~* "(^/h[0-9a-f]{16}(/[0-9]+|/sub/[0-9]+)?/index\.(m3u8|mpd)$|^/
↪(hls|dash|llhls)/.*\.(m3u8|mpd)$)" {
        proxy_cache               pss_manifests;
        proxy_cache_key           $pss_cache_key;
        proxy_cache_valid         200 1s;
        proxy_cache_valid         404 403 0s;
        proxy_cache_lock          on;
        proxy_cache_lock_timeout  2s;
        proxy_cache_use_stale     updating;
        add_header                X-Cache-Status $upstream_cache_status;

        proxy_pass                http://pss_backend;
        proxy_http_version        1.1;
        proxy_set_header          Connection "";
    }

    location / {
        proxy_pass                http://pss_backend;
        proxy_http_version        1.1;
        proxy_set_header          Connection "";
        proxy_set_header          X-Forwarded-Proto $scheme;
        proxy_set_header          X-Forwarded-Host  $host;
        proxy_buffering           off;
        proxy_read_timeout        3600s;
    }
}
```

El puerto del origin en el ejemplo es el puerto por defecto del servidor HTTP de streaming (43972; HTTPS — 43982). Solo se normalizan los nombres content-addressed de los segmentos (véase 3.3); los manifiestos, el `init.mp4` y los segmentos numerados se almacenan en caché por el URI completo de su sesión. La directiva `proxy_ignore_headers Vary` en el location de los segmentos está justificada: el servidor acompaña las respuestas OTT con la cabecera `Vary: Origin` y, sin ella, la caché se dividiría en variantes según el valor de Origin del cliente (véase 7).

6.2. Función de las directivas

Directiva	Función
`proxy_cache_lock on`	Serializa la ejecución de las solicitudes upstream ante cache miss simultáneos sobre una misma clave
`proxy_cache_use_stale updating`	Devuelve la copia obsoleta a las solicitudes paralelas durante el periodo de actualización de la caché
`proxy_cache_revalidate on`	Utiliza `If-Modified-Since` en caso de cache miss con una copia almacenada
`proxy_cache_valid 404 403 0s`	Prohíbe el almacenamiento en caché de los errores de autorización y de los 404
`keepalive 64` en el upstream	Mantiene un pool de conexiones persistentes con el origin
`proxy_buffering on`	Para los segmentos; activa el almacenamiento en búfer de la respuesta en nginx
`proxy_buffering off`	Para la sección `/`; desactiva el almacenamiento en búfer (raw streaming)

6.3. Cálculo de `max_size` de la caché de segmentos

Valor orientativo: `bitrate × timeShiftBufferDepth × distinct_streams × 2`

Ejemplo: 10 flujos × 8 Mbps × 40 s × 2 ≈ 800 MB. Se recomienda prever un margen de 10x para tener en cuenta la variabilidad del bitrate.

6.4. Terminación TLS

El servidor Perfect Streamer acepta conexiones en los puertos HTTP y HTTPS. Cuando la terminación TLS se realiza en nginx, el upstream utiliza el puerto HTTP. El reenvío de las cabeceras `X-Forwarded-Proto` y `X-Forwarded-Host` es obligatorio para formar correctamente los URL absolutos con `absPath=1`.

```
server {
    listen 443 ssl http2;
    server_name stream.example.com;

    ssl_certificate           /etc/letsencrypt/live/stream.example.com/fullchain.pem;
    ssl_certificate_key       /etc/letsencrypt/live/stream.example.com/privkey.pem;
    ssl_protocols             TLSv1.2 TLSv1.3;
    ssl_session_cache         shared:SSL:10m;
    ssl_session_timeout       1d;

    add_header Strict-Transport-Security "max-age=31536000; includeSubDomains" always;

    location ... {
        proxy_pass                http://pss_backend;
        proxy_set_header          X-Forwarded-Proto https;
        proxy_set_header          X-Forwarded-Host  $host;
        proxy_set_header          Host              $host;
        # + caching directives from 6.1
    }
}
```

(continué en la próxima página)

(proviene de la página anterior)

```
server {
    listen 80;
    server_name stream.example.com;
    return 301 https://$host$request_uri;
}
```

Si se emplea HTTPS entre nginx y el origin, se aplican las directivas `proxy_ssl_verify` y `proxy_ssl_trusted_certificate`. Para las conexiones loopback el cifrado es superfluo.

6.5. Multihost

Cuando un mismo proceso de nginx atiende varios `server_name`, se añade `$host` a la cache key para aislar el contenido:

```
map $uri $pss_cache_key {
    "~^/h[0-9a-f]{16}(?<tail>(/[0-9]+)?/[0-9a-f]{16}\.(ts|m4s)|/sub/[0-9]+/[0-9a-f]
↪{16}\.vtt)$"  "$host:stream:$tail";
    default  "$host:$uri";
}
```

El tamaño de `keys_zone` se calcula a razón de 8000 claves/MB. Para instalaciones multihost con miles de flujos se recomienda `keys_zone=...:300m` o superior.

7. Almacenamiento en caché en el cliente

`Cache-Control: immutable` es procesado por los navegadores modernos. La caché del cliente devuelve el segmento sin solicitud condicional cuando se accede de nuevo a él (incluido el seek hacia atrás dentro del búfer del reproductor).

Los Service Workers pueden aplicar la estrategia `cache-first` basándose en el contenido de Cache-Control. Los reproductores DASH utilizan MSE a través de `SourceBuffer`; un segmento colocado en el búfer permanece disponible sin una nueva solicitud HTTP hasta que sale del límite de la ventana deslizante.

Para las solicitudes entre dominios, el servidor devuelve `Access-Control-Allow-Origin: *` junto con la cabecera `Vary: Origin, Access-Control-Request-Headers`. Un proxy con caché que respete Vary divide las entradas en variantes según el valor de Origin del cliente (los reproductores de navegador envían Origin; los de consola, no), lo que reduce el HIT rate. Dado que ACAO es el «*» universal, en el location de los segmentos es seguro añadir `proxy_ignore_headers Vary` (véase 6.1).

8. Distribución a través de CDN

Perfect Streamer es compatible con CDN en modo pull-from-origin.

Origin shield. Se recomienda situar uno o varios nodos shield entre el CDN edge y el origin para reducir la frecuencia de solicitudes al origin cuando los clientes están distribuidos globalmente.

Purge. Los segmentos content-addressed no requieren purge. Al cambiar los metadatos del flujo (códec, resolución), los manifiestos se actualizan en el plazo de `max-age=1` sin purge explícito.

Cache warming. Si se prevé un aumento de la carga sobre un flujo concreto, es admisible precalentar la CDN desde varios puntos geográficos antes del inicio de la emisión.

Distribución geográfica. Los segmentos (`max-age=60`) se adaptan bien al almacenamiento en caché geográficamente distribuido. Los manifiestos (`max-age=1`) admiten un retardo de entrega de hasta un segundo, lo que resulta aceptable para la emisión en directo sin baja latencia.

9. Monitorización

9.1. `X-Cache-Status`

Se añade `add_header X-Cache-Status $upstream_cache_status;` a cada location con caché. Valores:

Valor	Descripción
`HIT`	Respuesta servida desde la caché
`MISS`	No estaba en la caché; se obtuvo del origin y se almacenó
`EXPIRED`	Caducado; se actualizó
`UPDATING`	Se entregó una copia stale a una solicitud paralela durante la actualización
`STALE`	`use_stale` devolvió una copia caducada (origin no disponible)
`REVALIDATED`	El origin devolvió 304 Not Modified
`BYPASS`	Se activó `proxy_cache_bypass`

9.2. Formato del access-log

```
log_format pss_cache '$remote_addr $status $request_method "$request" '
                     '$body_bytes_sent rt=$request_time ut=$upstream_response_time '
                     'cache=$upstream_cache_status key=$pss_cache_key';

server {
    access_log /var/log/nginx/pss.log pss_cache;
}
```

9.3. Métricas

El módulo `nginx-vts` exporta métricas per-zone en formato Prometheus:

```
GET /status/format/prometheus
```

Umbrales recomendados para las alertas:

Métrica	Umbral	Causa posible
Segment HIT rate	< 90% durante 5 minutos	Normalización de la cache key incorrecta; `max_size` insuficiente
Manifest MISS rate	> 50% durante 1 minuto	`proxy_cache_lock` no serializa las solicitudes
Upstream response time p95	> 500 ms durante 1 minuto	Sobrecarga del origin
Cache zone fill	> 90% durante 10 minutos	Proximidad a `max_size`; se prevé LRU-eviction

La calidad de la entrega en el lado del nodo se observa en las métricas de sesión de la pantalla «Clientes» (*Clientes*).

10. Diagnóstico

Síntoma	Causa probable	Solución
Segment HIT rate bajo	`Vary: Origin` divide la caché en variantes; normalización incorrecta en `map`	Añadir `proxy_ignore_headers Vary` en el location de los segmentos; revisar la regex de la directiva `map`
404 en los segmentos tras salir de la ventana	404 almacenado en caché de un segmento que salió de la sliding window	Añadir `proxy_cache_valid 404 0s` en el location segments
Retardo del playback start de 2–5 s	`proxy_cache_lock_timeout` supera la target latency	Reducirlo a 1–2 s; activar `proxy_cache_use_stale updating`
El manifest no se actualiza	está definido `proxy_ignore_headers Cache-Control` y rige un `proxy_cache_valid` con un TTL elevado	Indicar explícitamente `proxy_cache_valid 200 1s` o eliminar la omisión de las cabeceras
Crecimiento de TIME_WAIT en el upstream	Falta `keepalive` en el bloque upstream	Añadir `keepalive 64`, `proxy_http_version 1.1`, `proxy_set_header Connection ""`
403 en `/dash/.../<segment>.m4s` desde clientes de consola	El cliente resuelve los URL relativos respecto al URL pre-redirect	El servidor emite <BaseURL> con ruta absoluta; compatible en la build actual
Cortes y rebúferes frecuentes en los clientes remotos	Throughput TCP efectivo bajo debido al slow start y al idle restart con RTT elevados (300 ms o más)	Ajuste de la pila de red de Linux en el origin: véase 10.1

10.1. Ajuste TCP del origin para clientes con RTT alto

El problema se manifiesta en los clientes con un RTT elevado hasta el origin (por ejemplo, 300 ms o más) cuando el bitrate del flujo se aproxima a la capacidad del canal. Los síntomas en el reproductor son rebúferes e interrupciones frecuentes; en el servidor, en cambio, el cliente se ve normal y no hay errores.

Causa:

- **TCP slow start.** Cada nueva conexión TCP comienza con una congestion window de unos 14 KB y la incrementa a lo largo de varios RTT. Con un RTT de 300 ms, alcanzar la ventana completa lleva de 2 a 3 segundos. Durante ese tiempo, un segmento HLS/DASH de 5 s de duración (4–6 MB) se descarga notablemente más despacio que en tiempo real.
- **TCP idle restart.** Entre las solicitudes de segmentos, el cliente hace una pausa de 4–5 s conforme al modelo pull de HLS. Por defecto, tras esa pausa el kernel de Linux restablece la congestion window de la conexión al initial cwnd (comportamiento `net.ipv4.tcp_slow_start_after_idle=1`). Como resultado, en el siguiente GET la conexión keep-alive vuelve a iniciar la transmisión con arranque lento, incluso en una sesión ya calentada.

Adicionalmente, la situación se agrava porque el congestion control CUBIC, activo por defecto, tolera mal los RTT largos y las pérdidas de paquetes en los tramos intermedios de la red.

La solución consiste en dos parámetros sysctl en el origin:

```
# Keep congestion window across idle pauses inside keep-alive sessions.
sysctl -w net.ipv4.tcp_slow_start_after_idle=0

# Use BBR instead of CUBIC: better behaviour on long-RTT paths
# with mild packet loss; paces sending instead of bursting.
modprobe tcp_bbr
sysctl -w net.ipv4.tcp_congestion_control=bbr
```

Para aplicarlos de forma permanente:

```
cat > /etc/sysctl.d/99-pss-net.conf <<EOF
net.ipv4.tcp_slow_start_after_idle = 0
net.ipv4.tcp_congestion_control    = bbr
EOF
sysctl --system
```

El efecto principal lo aporta el primer parámetro (`tcp_slow_start_after_idle=0`): elimina directamente el slow start repetido entre las solicitudes de segmentos dentro de una misma conexión keep-alive. El segundo (BBR) aporta robustez adicional y se aplica a todas las conexiones nuevas. El ajuste no requiere reiniciar Perfect Streamer. Estos parámetros no afectan a los clientes HTTP/3 (QUIC): QUIC funciona sobre UDP con su propio control de congestión.

11. Seguridad

11.1. Session URL

Un URL con el formato `/h<sess>/...` desempeña la función de token de sesión: no requiere una nueva autenticación. Su tiempo de vida está limitado por un tiempo de espera de inactividad de 60 segundos; si no hay actividad, la sesión se elimina automáticamente.

Requisitos:

- HTTPS para todas las rutas OTT (`/hls/`, `/dash/`, `/h<sess>/`) en producción;
- El Session ID de la cabecera `Location` de la respuesta 302 no se almacena en caché (`no-cache, no-store`).

11.2. Rate limiting

```
limit_req_zone $binary_remote_addr zone=dash_top:10m  rate=5r/s;
limit_req_zone $binary_remote_addr zone=hls_top:10m   rate=5r/s;
limit_req_zone $binary_remote_addr zone=llhls_top:10m rate=5r/s;

server {
    location /dash/ {
        limit_req zone=dash_top burst=20 nodelay;
        proxy_pass http://pss_backend;
    }
    location /hls/ {
```

(continué en la próxima página)

(proviene de la página anterior)

```
        limit_req zone=hls_top burst=20 nodelay;
        proxy_pass http://pss_backend;
    }
    location /llhls/ {
        limit_req zone=llhls_top burst=20 nodelay;
        proxy_pass http://pss_backend;
    }
}
```

El session URL (`/h<sess>/`) no requiere rate limiting: su procesamiento es barato y las respuestas se almacenan en caché.

11.3. Almacenamiento en caché de las respuestas con errores

```
proxy_cache_valid 200 60s;
proxy_cache_valid 301 302 0s;
proxy_cache_valid 404 403 0s;
proxy_cache_valid any 1s;
```

Prohíbe el almacenamiento en caché de las redirecciones (sess único en Location) y de las respuestas con errores de autorización o de recurso inexistente.

11.4. Restricción del acceso de red al origin

El puerto del servidor HTTP de streaming (43972 por defecto; 43982 para HTTPS) debe estar cerrado al tráfico externo. Configuraciones admisibles:

1. Vincular Perfect Streamer a `127.0.0.1` (con nginx local)
2. Regla de firewall:

```
iptables -A INPUT -p tcp -m multiport --dports 43972,43982 ! -s 10.0.0.0/8 -j DROP
```

12. Integración con middleware

12.1. Modelo prefix-login

Perfect Streamer permite delegar la identificación del usuario en un sistema middleware mediante el mecanismo prefix-login, una alternativa integrada a la integración completa con una facturación externa (las cuentas verificadas por un sistema externo se configuran en la pantalla «Usuarios / Inicios de sesión», pestaña «Externos (facturación)», *Usuarios / Inicios de sesión*).

En un login local se activa el indicador de prefijo, tras lo cual el servidor acepta URL con un login de la forma `<prefix><id_de_suscriptor>`:

```
/dash/test1/sub42/xxx/index.mpd
/hls/test1/sub43/xxx/index.m3u8
```

Aquí `sub` es el prefijo de login configurado y 42/43 son los identificadores de los suscriptores del middleware; la contraseña es común.

12.2. Estadísticas por suscriptor

En la lista de clientes, cada sesión lleva tanto el login de configuración como el login de URL real del suscriptor (match-login), con el que el middleware asocia las sesiones a sus abonados. Los datos se muestran en la pantalla «Clientes» (*Clientes*).

12.3. Limitaciones de prefix-login

- **Contraseña común.** Todos los suscriptores del pool de prefijo utilizan un único valor de contraseña. El compromiso de la contraseña otorga acceso a cualquier `<prefix><cadena>`.
- **Granularidad del acceso.** La lista de flujos permitidos se aplica a todo el pool de prefijo. El acceso a nivel de suscriptor individual lo proporciona la integración con una facturación externa.
- **Rotación de la contraseña.** El cambio de contraseña desconecta a todos los suscriptores activos. Para una sustitución gradual es necesario usar temporalmente dos prefix-logins.

1.9.2 Conexión de sistemas de monitorización externos

pss-metrics — exportador universal de métricas para Perfect Streamer

Un único script CLI en Python 3 que obtiene las estadísticas de la API HTTP del servidor web PSS y genera la salida para los sistemas de monitorización más habituales:

- Zabbix (UserParameter, Low-Level Discovery, zabbix_sender trapper)
- Prometheus (formato de exposición de texto para el textfile collector)
- InfluxDB / Telegraf (line protocol o JSON para el exec input)
- JSON genérico para scripts propios y comprobaciones de estado de tipo Nagios

El exportador es un único archivo autónomo sin dependencias de terceros; utiliza solo la biblioteca estándar de Python 3.6+ (*urllib*, *xml.etree*, *json*, *argparse*).

Archivos

```
pss-metrics.py                    main CLI (executable)
userparameter_pss.conf.example    UserParameter template for Zabbix
```

Instalación

El exportador se suministra en */opt/pss/monitoring/pss-metrics.py*. Asegúrese de que esté instalado Python 3.6 o posterior:

```
# RHEL / Rocky / AlmaLinux
yum install -y python3

# Debian / Ubuntu
apt-get install -y python3
```

No se requieren paquetes adicionales.

Configuración

De forma predeterminada, *pss-metrics* se conecta al nodo por la dirección de loopback y determina el puerto del servidor web a partir de */opt/pss/config/pss.json* (o de */opt/pss/config/pss_default.json*); si no se ha podido leer el puerto de ninguno de los dos archivos, se utiliza *http://127.0.0.1:43971*. Los parámetros se pueden redefinir mediante variables de entorno, el archivo */etc/pss-metrics.conf* (formato *clave=valor*) o indicadores de la línea de comandos. Prioridad: CLI > env > archivo > valores predeterminados. *PSS_URL* es la excepción: el valor tomado del archivo puede ser sustituido por la detección automática del puerto; defina la URL mediante una variable de entorno o un indicador de la línea de comandos.

Variables admitidas:

```
PSS_URL          full URL, e.g. http://10.0.0.1:8808          (auto by default)
PSS_USER         web server login (if authorization is enabled)
PSS_PASS         web server password
PSS_TIMEOUT      HTTP timeout, in seconds                      (default 5)
PSS_CACHE_DIR    cache directory                               (default /run/pss-
↪metrics)
PSS_CACHE_TTL    cache TTL, in seconds                         (default 10)
PSS_CA_BUNDLE    path to CA bundle for HTTPS
PSS_INSECURE     1 — disable TLS certificate verification
PSS_VERBOSE      1 — log requests to stderr
```

Caché: cada ejecución realiza como máximo una petición HTTP GET por punto final dentro de la ventana del TTL. Con TTL=10 s, incluso cientos de comprobaciones de UserParameter por minuto generan unas 6 peticiones HTTP por minuto a cada punto final de la API.

Inicio rápido

Comprobación de estado (códigos de salida de tipo Nagios):

```
pss-metrics.py health
# OK: total=42 running=15 stopped=27 unhealthy=0 version=<versión>
```

Detección LLD de Zabbix:

```
pss-metrics.py discover streams
pss-metrics.py discover inputs --running-only
pss-metrics.py discover outputs
```

Obtención de una única métrica (para su uso en un UserParameter de Zabbix):

```
pss-metrics.py get summary.running
pss-metrics.py get stream.10031.bitrate
pss-metrics.py get input.10031.1.speed1
pss-metrics.py get output.10031.1.speed
pss-metrics.py get sysmon.cpu.self-usage
pss-metrics.py get server.server-version
```

Exportación completa:

```
pss-metrics.py dump --format=json
pss-metrics.py dump --format=prometheus
pss-metrics.py dump --format=influx
pss-metrics.py dump --format=zabbix-trapper --zabbix-host=streamer-01
```

Rutas de las métricas

pss-metrics get acepta una ruta separada por puntos. Una salida vacía significa «valor ausente» (por ejemplo, la métrica solo existe para los flujos en ejecución).

```
server.<attr>                 e.g. server.server-version, server.uptime
summary.<key>                 total | running | stopped | unhealthy |
                              input_bitrate_kbps | output_bitrate_kbps
sysmon.cpu.<attr>             self-usage | total-usage | cores
sysmon.memory.<attr>          self-usage-kb | available-kb | total-kb
sysmon.netbw.<iface>.<attr>   rx-bw | tx-bw  (interface name as in XML)
stream.<id>.<attr>            any <stream> attribute
input.<sid>.<iid>.<attr>      any <input> attribute
output.<sid>.<oid>.<attr>     any <output> attribute
```

Atributos útiles por flujo (de /data/stream/detail):

```
stream:  state, state-str, bitrate, thread-usage, mpts
input:   speed1, recv-bytes, recv-packets, recv-err,
         stat-disc, stat-disc1, stat-scrambled, stat-scrambled1,
         health-state-good, health-status, check-status
output:  speed, sent-bytes, sent-packets, sent-err, uri, type
```

Integración con Zabbix

Se admiten dos escenarios: elija el que se adapte a su entorno.

1) UserParameter estático + LLD (Zabbix agent v1 / v2)

   Copie *userparameter_pss.conf.example* en */etc/zabbix/zabbix_agentd.d/pss.conf*, reinicie *zabbix-agent* e importe en el servidor una plantilla con prototipos LLD que utilicen las claves *pss.discover*. Ejemplo de vinculaciones:

   ```
   UserParameter=pss.discover[*],/opt/pss/monitoring/pss-metrics.py discover $1
   UserParameter=pss.get[*],/opt/pss/monitoring/pss-metrics.py get $1
   UserParameter=pss.health,/opt/pss/monitoring/pss-metrics.py health
   ```

   En el servidor Zabbix:

   ```
   Discovery rule key:        pss.discover[streams]
   Item prototype keys:       pss.get[input.{#STREAM_ID}.1.speed1]
                              pss.get[stream.{#STREAM_ID}.bitrate]
                              pss.get[summary.unhealthy]
   ```

2) Trapper (push) mediante zabbix_sender

   Ejecútelo con un temporizador (cron / systemd) y redirija la salida a una tubería:

   ```
   /opt/pss/monitoring/pss-metrics.py dump --format=zabbix-trapper \
       --zabbix-host="$(hostname)" \
     | zabbix_sender -z zabbix.example.com -i -
   ```

Integración con Prometheus

Dos opciones.

a) Textfile collector (recomendado para entornos de ejecución puntual).

   Ejecute una exportación periódica mediante un temporizador de systemd o cron:

```
*/1 * * * * /opt/pss/monitoring/pss-metrics.py dump --format=prometheus \
    > /var/lib/node_exporter/textfile_collector/pss.prom.$$ \
    && mv /var/lib/node_exporter/textfile_collector/pss.prom.$$ \
          /var/lib/node_exporter/textfile_collector/pss.prom
```

   node_exporter entregará el archivo mediante *–collector.textfile.directory*.

b) Scrape directo a través de un pequeño envoltorio (por ejemplo, *socat + pss-metrics dump*) o de cualquier proxy HTTP de terceros que prefiera.

Integración con Telegraf / InfluxDB

Telegraf *inputs.exec*:

```
[[inputs.exec]]
  commands = ["/opt/pss/monitoring/pss-metrics.py dump --format=influx"]
  interval = "10s"
  timeout  = "5s"
  data_format = "influx"
```

Para el analizador JSON, utilice *–format=json* y configure *data_format = «json»* indicando las rutas a los campos.

HTTPS y autenticación

El exportador está previsto para ejecutarse en el propio nodo: el servidor web PSS acepta sin autorización las peticiones procedentes de la dirección local. Las variables *PSS_USER*/*PSS_PASS* se transmiten como HTTP Basic; resultan útiles cuando el acceso a la API se publica a través de un proxy intermedio con autorización Basic. El exportador no supera la autorización Digest propia del servidor web PSS.

Acceso por HTTPS:

```
PSS_URL=https://streamer.example.com:43981 pss-metrics.py health
```

Certificados autofirmados: establezca *PSS_INSECURE=1* (no recomendado) o indique *PSS_CA_BUNDLE=/path/to/ca.pem*.

Códigos de salida

pss-metrics sigue la convención de Nagios:

```
0  OK
1  WARNING       (e.g. running streams report unhealthy)
2  CRITICAL      (PSS is unreachable)
3  UNKNOWN       (invalid arguments / internal error)
```

get imprime una cadena vacía y termina con el código 0 si la entidad solicitada no existe; esto se corresponde con la expectativa de Zabbix de que un valor vacío se interprete como «NOT_SUPPORTED» y no como un fallo del agente.

Diagnóstico

```
pss-metrics.py -v health        # log every HTTP request to stderr
pss-metrics.py --cache-ttl=0 …  # bypass cache while debugging
rm -rf /run/pss-metrics         # purge cache
```

1.9.3 Optimización del funcionamiento del nodo

Recomendaciones para instalaciones con un gran número de flujos, cuando se produce escasez de CPU o de memoria.

Carga de CPU

- Habilite el filtrado y la modificación de MPEG-TS (*Filtrado MPEG-TS*) únicamente allí donde sean realmente necesarios: de forma predeterminada todos los filtros están desactivados y cada filtro activado añade procesamiento en la ruta activa del flujo. Lo mismo se aplica a los análisis en profundidad (*Análisis en profundidad*).
- El mosaico descodifica los fotogramas de todos los flujos. Puede desactivarse por completo en los ajustes del servidor, de forma selectiva en flujos concretos («Generar mosaico») o actualizarse con menor frecuencia aumentando «Intervalo de comprobación (s)». Tenga en cuenta que el intervalo de comprobación es común: también controla la recomprobación de las fuentes y el retorno a la entrada principal (*Redundancia de fuentes*), por lo que aumentarlo ralentiza asimismo la reacción de la redundancia.
- La carga actual por flujos se muestra en la ventana de estadísticas (sección «Perfilador») y en la pantalla «Monitor del sistema» (*Monitor del sistema*).

Memoria

Perfect Streamer devuelve periódicamente al sistema operativo la memoria no utilizada y, en la unidad systemd suministrada, está limitado de forma predeterminada el número de pools paralelos de asignación de memoria (variable de entorno `MALLOC_ARENA_MAX`). Esto contiene el crecimiento gradual de la memoria residente al trabajar con decenas de flujos; el crecimiento en sí mismo no es consecuencia de una fuga. Normalmente no es necesario modificar el valor manualmente.

Bases de datos de estadísticas y EPG

Los errores de desbordamiento de la cola de la base de datos de estadísticas o de la base EPG se producen cuando el rendimiento del disco es insuficiente: las bases de datos están alojadas en un soporte lento o el sistema está sobrecargado.

La ubicación de las bases de datos se define mediante el parámetro `data-dir` del archivo de configuración `pss.properties` (de forma predeterminada, el directorio de configuración). Posibles soluciones:

1. Trasladar las bases de datos a un soporte rápido (SSD) mediante el parámetro `data-dir`. La opción con `/tmp` utiliza la memoria del sistema: requiere evaluar la memoria libre y ajustar el periodo de conservación de las estadísticas; al reiniciar, los datos se pierden.
2. Reducir el nivel de detalle de las estadísticas: parámetro `dbstat-detail` (intervalo en segundos, 5 de forma predeterminada; se admite hasta 30).

1.9.4 Transcodificador Intel VPL: hardware compatible

Qué hardware Intel es adecuado para la transcodificación por hardware, qué códecs están disponibles en las distintas generaciones de gráficos y cómo asegurarse de que el hardware ha sido reconocido. La instalación de los paquetes del transcodificador se describe en la sección *Transcodificadores*, y la configuración del propio transcodificador, en *Transcodificadores*.

En resumen: se requieren gráficos Intel integrados o discretos de nivel Gen9 o superior. El transcodificador determina qué entorno de ejecución de Intel hay en la máquina y se conecta a él; un mismo ejecutable `tcivpl` funciona tanto en hardware nuevo como en hardware antiguo.

Los dos entornos de ejecución de Intel

Entorno de ejecución	Equipamiento
oneVPL (VPL v2)	Gen12 y posteriores: Tiger Lake, Rocket Lake, Alder Lake (incluido Alder Lake-N: N100, N305), Raptor Lake, Arc
Media SDK v1 (MSDK v1)	Gen9–Gen11: Skylake, Kaby Lake, Coffee Lake, Comet Lake, Ice Lake

La selección del entorno de ejecución es automática y no requiere una configuración aparte: el despachador VPL enumera las implementaciones encontradas para el dispositivo `/dev/dri/renderD<N>` seleccionado, y el transcodificador toma la primera que sea apta para el funcionamiento por hardware. El transcodificador no tiene una regla propia de «preferir VPL v2»: para Gen9–Gen11 el nuevo entorno de ejecución sencillamente no existe, por lo que allí siempre resulta ser Media SDK v1, mientras que en Gen12 y posteriores normalmente solo está instalado oneVPL.

Téngalo en cuenta al seleccionar el hardware: los procedimientos de instalación del transcodificador (*Transcodificadores*) instalan únicamente el entorno de ejecución VPL v2, es decir, están pensados para

Gen12 y posteriores. Para Gen9–Gen11 el entorno de ejecución Media SDK v1 se instala por separado y en las distribuciones recientes puede no estar presente (véase más abajo).

Códecs

Entorno de ejecución	Decodificación	Codificación
VPL v2 (Gen12+)	H.264, HEVC, MPEG-2	H.264, HEVC, MPEG-2
MSDK v1 (Gen9–Gen11)	H.264, MPEG-2	H.264, MPEG-2

Lo que no está disponible:

- **HEVC no se admite en MSDK v1**: ni la decodificación ni la codificación. En Media SDK v1 el HEVC se conecta a través de una interfaz de plugins que el despachador oneVPL no ofrece. Para HEVC se necesita una máquina Gen12 o posterior. Al intentarlo, el transcodificador escribe un error explícito: `HEVC decode is not supported on the Intel Media SDK v1 runtime` o `HEVC encode is not supported on the Intel Media SDK v1 runtime`.
- AV1, VP9 y VC-1 no se admiten en ninguno de los dos entornos de ejecución: en radiodifusión no son necesarios.

Los tres códecs enumerados son el máximo con el que el transcodificador es capaz de trabajar. En VPL v2 no impone limitaciones propias, por lo que el conjunto real de códecs de un adaptador concreto lo determina el entorno de ejecución; lo que está disponible en la máquina lo muestra `tcivpl --hw-list` (véase más abajo). La matriz general de códecs del transcodificador, independiente del backend, se recoge en *Backends y códecs*.

Hardware Atom recortado: no compatible

Las plataformas basadas en núcleos Atom anteriores a Gen12 — Apollo Lake, Gemini Lake, Elkhart Lake, Jasper Lake (Celeron y Pentium de las series J y N: J4125, J6412, N5105 y similares) — no son adecuadas para la transcodificación.

Su motor multimedia está recortado: no hay codificación por hardware completa y la codificación MPEG-2 falta por completo. La decodificación en tales chips puede funcionar, pero no hay con qué transcodificar: utilice el transcodificador por software (paquete **pstreamer-tcsw**) u otro hardware. El transcodificador no descarta de antemano ese hardware: se inicia y termina con un error al inicializar el codificador.

Excepción importante: **Alder Lake-N (N100, N305 y similares) también son núcleos Atom, pero sus gráficos son Gen12 completos y sí son compatibles.**

Aparte: los procesadores Atom antiguos carecen de AVX, mientras que una parte de los paquetes precompilados de Intel está compilada con AVX. En ese caso el proceso del transcodificador termina abruptamente con `Illegal instruction`: las instrucciones las ejecuta la biblioteca del controlador o del entorno de ejecución de Intel cargada en el proceso, no el código del propio transcodificador.

Qué debe estar instalado

Componente	RHEL / AlmaLinux / Rocky	Debian / Ubuntu
Controlador VA-API **iHD** (obligatorio)	`intel-media-driver`	`intel-media-va-driver-non-free`
Entorno de ejecución **VPL v2** (Gen12+)	`intel-vpl-gpu-rt`	`libmfxgen1`
Entorno de ejecución **MSDK v1** (Gen9–Gen11)	`intel-mediasdk`	`libmfx1`
VA-API, DRM	`libva`, `libdrm`	`libva2`, `libva-drm2`, `libdrm2`

Se necesita exactamente un entorno de ejecución: el que corresponda al hardware. El controlador iHD es obligatorio en cualquier caso: con el antiguo `i965` la inicialización de VA-API se completa, pero el decodificador no arranca, y además no hay ningún mensaje específico al respecto: el controlador solo se ve en el registro al arrancar el flujo. En Debian y Ubuntu utilice precisamente la variante `intel-media-va-driver-non-free`: en `intel-media-va-driver` una parte de los códecs está recortada.

Los nombres de los paquetes dependen de dónde se instalen. Los nombres de Debian indicados proceden del repositorio Intel Graphics, que se añade según el procedimiento de instalación (*Ubuntu 22/24*); en el repositorio propio de Ubuntu ese mismo entorno de ejecución VPL v2 se llama `libmfx-gen1.2` y las versiones allí son notablemente más antiguas.

El despachador de Intel VPL (en las distribuciones, `libvpl2`) se suministra como parte del paquete del transcodificador: se instala en `/opt/pss/lib/libvpl.so.2` y la ruta se registra en el directorio `/etc/ld.so.conf.d/`. Pero el despachador solo selecciona el entorno de ejecución: si en la máquina no hay un entorno de ejecución adecuado, no hay con qué transcodificar.

El entorno de ejecución MSDK v1 se ha retirado de las distribuciones recientes: `intel-mediasdk` está en EPEL 9, pero no en EPEL 10; `libmfx1` está en Debian 12 y Ubuntu 24.04, pero ya no está en las versiones siguientes. En tales sistemas, para el hardware Gen9–Gen11 el entorno de ejecución habrá que instalarlo por separado.

El paquete del transcodificador no arrastra consigo ni el controlador ni el entorno de ejecución, por lo que una instalación correcta no significa por sí misma que la transcodificación por hardware vaya a funcionar: eso se comprueba por separado. Tenga en cuenta además que el usuario del servicio debe tener acceso a los dispositivos `/dev/dri` (*Ubuntu 22/24*).

Cómo comprobarlo

```
/usr/local/bin/tcivpl --hw-list
```

El comando imprime un XML con la lista de implementaciones que ha encontrado el despachador VPL, en una sola línea, sin saltos. Para cada una se indican el nombre del entorno de ejecución (`device-name`), la versión de la API, las listas de códecs del decodificador y del codificador, el adaptador y el indicador de aptitud para el funcionamiento por hardware. Ejemplo de salida en Gen9–Gen11 (se muestra con saltos de línea para facilitar la lectura):

```
<vpl mfx-version="2.15">
  <device id="0" device-name="mfxhw64" api-version="1.35" legacy="1"
          dec-codecs="h264,mpeg2" enc-codecs="h264,mpeg2"
          vendor-id="8086" device-id="4555" drm-render="128"
```

(continué en la próxima página)

(proviene de la página anterior)

```
          supported="1"/>
</vpl>
```

Cómo leer la salida:

- `legacy="1"`: la implementación informa de una versión de la API inferior a 2.0, es decir, se trata del antiguo entorno de ejecución Media SDK v1; sin este indicador es oneVPL 2.x. Hay que basarse en primer lugar en él y en `api-version`: el valor de `device-name` llega del despachador tal cual (en la práctica, `mfxhw64` para Media SDK v1 y `mfx-gen` para oneVPL).
- `supported="1"`: la implementación es apta para el funcionamiento por hardware. Una entrada sin este indicador equivale a su ausencia.
- Para Media SDK v1 la lista de códecs es siempre `h264,mpeg2`: es el conjunto admitido por el transcodificador en ese entorno de ejecución, no el resultado de una consulta al hardware. Para oneVPL las listas se toman de lo que informa el entorno de ejecución.
- `mfx-version`: la versión de la API de las cabeceras con las que se ha compilado el transcodificador, no la versión del entorno de ejecución instalado.

Una lista vacía (un elemento `<vpl>` sin un solo `<device>`) significa que en esta máquina no habrá transcodificación por hardware: no está instalado el entorno de ejecución o el controlador, la GPU no es de Intel o no hay acceso a `/dev/dri`. El mensaje `No vpl libraries found` es un caso aparte: no se ha encontrado la propia biblioteca despachadora.

El comando solo enumera las implementaciones y no selecciona ninguna. Cuál de ellas se utilizará se determina al arrancar el flujo, según el dispositivo indicado en los ajustes del transcodificador. Al arrancar el flujo, el transcodificador escribe dos líneas en el registro: el entorno de ejecución seleccionado con su versión de la API, y la versión de VA-API junto con el nombre del controlador. Por la segunda línea se ve que quien funciona es precisamente el controlador iHD y no `i965`.

Los backends de transcodificación detectados, sus versiones y los dispositivos encontrados se muestran también en la pantalla «Acerca de» (*Acerca del sistema*), y la carga de la GPU, en la pantalla «Monitor del sistema» (*Monitor del sistema*).

1.10 FAQ

Respuestas a las preguntas que surgen con más frecuencia durante la explotación: la compatibilidad de SRT con software de terceros y la recepción de multicast con tasas de bits elevadas.

1.10.1 SRT: autorización mediante usuario y contraseña en software de terceros

Entre dos nodos de Perfect Streamer la autorización SRT se configura de forma nativa, con los campos de la entrada y de la salida (*SRT*). El funcionamiento con otro software no está garantizado: el parámetro stream ID no está estandarizado y cada software lo implementa de una manera distinta.

El mecanismo de compatibilidad es común: la parte receptora toma el stream ID del cliente que se conecta y busca con él una cuenta en la lista de usuarios locales (*Usuario: añadir y editar*). Debe coincidir el campo «Usuario» — íntegramente con el valor del stream ID. Por ejemplo, con la URL

```
srt://Stream_IP:port?streamid=!#::u=1234567890,password=1234567890
```

en el campo «Usuario» se introduce

```
!#::u=1234567890,password=1234567890
```

La sintaxis del stream ID carece de importancia para Perfect Streamer: la cadena no se descompone en partes, sino que se compara íntegramente. Hay tres excepciones — los caracteres que el propio nodo interpreta:

- `|` — separador: la parte de la cadena anterior al primer carácter de este tipo se considera el usuario, y el resto, la contraseña de la cuenta;
- `*` — el stream ID no está definido; el cliente se autoriza por dirección, es decir, mediante una cuenta con el atributo «Cuenta de dirección IP»;
- `@` al principio de la cadena está reservado para la autorización de servicio entre los nodos de un dominio Meshwork.

Perfect Streamer no limita la longitud del stream ID — la limitación procede de la biblioteca SRT y es de 512 bytes, incluido el cero final. No conviene transmitir valores de más de unos 500 caracteres: una cadena demasiado larga o bien corta la conexión, o bien se envía vacía sin ningún mensaje de error.

Cada software forma el stream ID a su manera, por eso, si la recepción por la URL no funciona, active en la salida SRT el ajuste adicional «Trace». En el registro del flujo que acepta la conexión aparecerán la dirección del cliente, el stream ID recibido y el motivo del rechazo — esa línea muestra qué envió realmente la otra parte. Después se puede corregir el stream ID: por ejemplo, eliminar del principio de la cadena los caracteres sobrantes que impiden la transmisión del valor.

1.10.2 Recomendaciones para trabajar con multicast UDP

Objetivo. Recibir de forma estable multicast UDP con una tasa de bits total de varios cientos de Mbps (1 Gbps o más) en un solo servidor.

Problema. En la recepción con tarjetas de red de interfaz RJ-45, a medida que el tráfico supera los varios cientos de megabits comienzan pérdidas crecientes de paquetes de multicast. El ajuste fino de la tarjeta no ayuda — las versiones actuales de los sistemas operativos ya emplean los valores óptimos. Las tarjetas basadas en mejores chips tampoco eliminan el problema, sobre todo por encima de 500 Mbps. Tampoco ayuda el bonding de dos tarjetas: un mismo grupo multicast llega siempre a un único canal físico y a una única cola de recepción, por lo que se agrega el ancho de banda total y no el margen de un flujo concreto.

Solución. La experiencia de explotación indica que para la recepción y la transmisión de multicast UDP conviene utilizar tarjetas de red de 10 gigabits con interfaz SFP+. Basta con una tarjeta económica del nivel de la Intel X520-DA1/2 (Intel 82599ES) — en nuestras pruebas elimina la pérdida de paquetes con tráfico de multicast superior a 1 Gbps. Además, la carga de la CPU se reduce notablemente: el procesamiento de las interrupciones y de las colas de recepción resulta más barato en esas tarjetas.

Téngalo en cuenta durante el diagnóstico: el contador de errores de recepción `recv-err` de las estadísticas de la entrada cuenta únicamente los errores de lectura del socket y la pérdida de sincronización con el límite del paquete TS. Las pérdidas provocadas por el desbordamiento del búfer de recepción del kernel no llegan a la aplicación y no aparecen en ese contador — se ven con el comando `netstat -su` (línea `RcvbufErrors`) y por los errores de continuidad en el analizador de flujo (*Analizador*).

1.10.3 Recomendaciones para la configuración de la red para multicast

La sección se refiere a las entradas de red UDP / RTP y Pro-MPEG. Estos parámetros no afectan a la recepción SRT: la biblioteca SRT establece por sí misma el tamaño del búfer, mientras que el retardo y el margen para la retransmisión se configuran en la propia entrada (*SRT*).

El tamaño del búfer de recepción del socket se establece con el ajuste adicional de la entrada «Socket buffer (bytes)». De forma predeterminada es cero — el nodo no solicita nada y el socket recibe el tamaño de búfer definido en el sistema por el parámetro `net.core.rmem_default`. En cuanto el valor se define de forma explícita, entra en vigor el límite superior `net.core.rmem_max`: el kernel recorta silenciosamente la solicitud hasta ese límite sin informar del truncamiento ni al registro ni a las estadísticas. Por eso el límite superior se eleva antes de establecer el tamaño del búfer en la entrada.

Los parámetros se definen en un archivo aparte en `/etc/sysctl.d/`:

```
cat > /etc/sysctl.d/99-pss-net.conf <<EOF
net.core.rmem_default=8388608
net.core.rmem_max=16777216
EOF
```

Aplicar:

```
sudo sysctl --system
```

El valor `rmem_max` es solo un límite superior; no se reserva memoria por él. El valor `rmem_default` se aplica a todos los sockets UDP del sistema; si ese tamaño global no es deseable, déjelo sin cambios y defina «Socket buffer (bytes)» solo en las entradas que realmente lo necesiten. Como referencia para el cálculo sirve la tasa de bits del flujo multiplicada por la pausa admisible en el servicio del socket: 8 MB cubren unos 64 ms a 1 Gbps.

1.10.4 Flussonic y SRT

Ejemplo de URL SRT para la recepción en el software «Flussonic»:

`srt://Stream_IP:port?streamid=flussonic`

Donde **streamid** es el usuario del cliente en el software «Flussonic», que se define en la sección «Configuración — Ajustes de pares».

Al añadir un cliente nuevo basta con indicar solo el usuario; en la URL de prueba se indica «flussonic». El software «Flussonic», al trabajar con SRT, genera *streamID* automáticamente, y si en la URL de recepción no se indica el usuario *streamID*, el flujo no se recibirá y Perfect Streamer no podrá entregarlo.

De forma análoga se puede definir *streamID* en formato de usuario y contraseña: cree en Perfect Streamer una cuenta cuyo campo «Usuario» sea igual a `!#::u=1234567890,password=1234567890` e indique en «Flussonic» la URL:

```
srt://Stream_IP:port?streamid=!#::u=1234567890,password=1234567890
```

Es posible indicar *streamID* en formato de dirección IP en Perfect Streamer — para ello se activa en la cuenta el atributo «Cuenta de dirección IP» y en el campo de dirección se introduce:

- `192.168.1.1` — una única IP;
- `192.168.1.1-192.168.1.254` — un rango de IP.

En ambos casos la URL para la recepción por IP en «Flussonic» tendrá el siguiente aspecto: `srt://Stream_IP:port?streamid=*`

El flujo queda vinculado a la dirección IP del cliente: la recepción a través de esta URL solo es posible desde la dirección IP indicada (o desde el rango indicado).

1.11 Herramientas

Perfect Streamer Toolkit — utilidades de consola que complementan el streamer. Forman parte del paquete **pstreamer** y, una vez instaladas, se encuentran en el directorio `/opt/pss/tools/`:

- **ts_analyze** — analizador de flujo de transporte MPEG-TS con verificación de conformidad con TR 101 290 (*TS Analyze Perfect Streamer Toolkit v2.3 — TR 101 290*);
- **mpts_migrate** — migración de la identidad DVB SI/PSI de un múltiplex en funcionamiento a Perfect Streamer (*MPTS Migrate Perfect Streamer Toolkit v1.1 — migración de la identidad MPTS*).

1.11.1 TS Analyze Perfect Streamer Toolkit v2.3 — TR 101 290

Parte del **Perfect Streamer Toolkit** — https://pstreamer.tv

Analizador de flujo de transporte MPEG-TS de línea de comandos, con verificación de conformidad con **ETSI TR 101 290 V1.4.1** y validación del modelo de búferes T-STD de **ISO/IEC 13818-1**.

Lee **UDP multicast/unicast** o **archivos TS**, detecta automáticamente los PCR PID mediante PAT/PMT e imprime un informe detallado o breve en stdout.

La herramienta forma parte del paquete **pstreamer** y, una vez instalada, reside en `/opt/pss/tools/ts_analyze` — no es necesario instalar nada por separado.

Qué se comprueba

El analizador recorre cada paquete TS e informa de las infracciones:

- **Priority 1** (decodificabilidad del TS): sincronización TS, pérdida de sincronización, presencia y CRC de PAT/PMT, contador de continuidad, presencia de PID
- **Priority 2** (monitorización recomendada): indicador de errores de transporte, errores de CRC, repetición / precisión / discontinuidades de PCR, intervalo PTS, presencia de CAT
- **Priority 3** (monitorización ampliada): intervalos de NIT/SDT/EIT/TDT, PID no referenciados, desbordamiento / subdesbordamiento de los búferes T-STD

Adicionalmente informa de:

- **Precisión de PCR** de hasta ±500 ns — regresión sobre las posiciones de byte
- **Deriva de PCR** en ppm (solo en modo live)
- **Modelo de búferes T-STD** para cada flujo elemental (modo live)
- Validación de los **tamaños de las secciones SI** frente a los límites ISO/EN, con advertencias de compatibilidad EIT-on-STB (>1024 B)
- **UDP IAT** (inter-arrival time) — estadísticas de jitter a nivel de datagrama (solo en modo live)

Uso

```
ts_analyze [options] <input>
```

Entradas

Forma	Descripción
`udp://239.1.1.1:1234`	UDP multicast
`udp://eth0@239.1.1.1:1234`	UDP multicast en la interfaz indicada
`udp://192.168.1.100:1234`	UDP unicast
`udp://lo@127.0.0.1:12655`	UDP unicast en loopback (fuente de prueba)
`/path/to/file.ts`	Archivo TS local

La encapsulación RTP sobre UDP se detecta y se desencapsula automáticamente.

Opciones

Opción	Descripción	Valor predeterminado
`-t, --time <sec>`	Duración del análisis en segundos	`30`
`-s, --short`	Informe resumido breve	–
`-f, --full`	Informe completo detallado	sí
`-b, --bitrate <Mbps>`	Valor orientativo del bitrate TS para el modo archivo	`38.8`
`-p, --pcr-pid <pid>`	Analizar únicamente el PCR PID indicado (decimal o `0xHHHH`)	automático
`-l, --pcr-limit <ms>`	Límite del error de repetición de PCR en ms	`40`
`--no-eit`	Omitir el análisis de EIT — P3.7..P3.10 se muestran como `N/A`, la contribución de EIT a P2.2 / al total de tamaños de sección queda excluida	EIT habilitado
`--no-nit`	Omitir el análisis de NIT — P3.1, P3.2 se muestran como `N/A`, la contribución de NIT a P2.2 / al total de tamaños de sección queda excluida	NIT habilitado
`--no-color`	Deshabilitar los colores ANSI en la salida	colores habilitados
`--xml`	XML estructurado en stdout (sin stderr)	texto
`-h, --help`	Mostrar la ayuda	–

Ejemplos

```
# 30-second TR 101 290 check on a multicast stream
ts_analyze -t 30 udp://239.10.10.1:1234

# short summary, save to log (no color)
ts_analyze -s --no-color -t 60 udp://239.10.10.1:1234 > report.txt

# analyze a TS file
ts_analyze -t 30 recording.ts

# analyze only a single PCR PID
ts_analyze -p 0x0100 -t 30 udp://239.10.10.1:1234

# machine-readable XML for CI / monitoring
ts_analyze --xml -t 30 udp://239.10.10.1:1234 > result.xml

# skip EIT/NIT analysis (e.g. for streams where they are intentionally absent)
ts_analyze --no-eit --no-nit -t 30 udp://239.10.10.1:1234
```

Desactivación del análisis de EIT o NIT

En algunos flujos, EIT o NIT están ausentes de forma intencionada (redes cerradas, fuentes de laboratorio, entrega exclusivamente OTT, etc.). Las comprobaciones P3 correspondientes de TR 101 290 darán entonces siempre FAIL en la puerta final OVERALL, lo que es puro ruido.

Utilice `--no-eit` o `--no-nit` (o ambos) para excluir estas comprobaciones:

Indicador	Comprobaciones omitidas	Efectos secundarios
`--no-eit`	P3.7 (EIT actual P/F), P3.8 (EIT other P/F), P3.9 (EIT actual schedule), P3.10 (EIT other schedule)	Las secciones EIT no se recopilan, por lo que su contribución a P2.2 (CRC) y al resumen de tamaños de las secciones SI es nula. La advertencia de compatibilidad EIT-on-STB queda suprimida.
`--no-nit`	P3.1 (NIT actual), P3.2 (NIT other)	Las secciones NIT no se recopilan, por lo que su contribución a P2.2 (CRC) y al resumen de tamaños de las secciones SI es nula.

Las comprobaciones omitidas aparecen en el informe como `N/A` con la marca `disabled (--no-eit)` / `disabled (--no-nit)`, y en el XML como `applicable="false" result="N/A"`. En el informe breve se muestra `NIT=off` / `EIT=off` en lugar del contador de errores.

Los indicadores afectan únicamente al procesamiento de EIT (PID `0x0012`) y NIT (PID `0x0010`): todas las demás comprobaciones de TR 101 290 (P1.x, P2.x, SDT, TDT, CAT, T-STD, deriva de PCR, IAT) se realizan de la forma habitual.

Modo de salida XML (`--xml`)

`--xml` hace que el analizador emita un único documento XML UTF-8 autocontenido en **stdout**. Toda la información auxiliar (el banner, «Stream locked», «PCR PIDs discovered», el progreso por segundo, el resumen de la captura, las advertencias de duración corta) queda suprimida; **stderr permanece vacío** salvo que se produzca un fallo real (no se ha podido abrir la entrada, no hay datos de PCR, el flujo es demasiado corto, interrupción por señal). Los colores ANSI se deshabilitan de forma forzada.

El código de salida es el mismo que en el modo texto: `0` con OVERALL=PASS, 65 con OVERALL=FAIL, más los códigos estándar de error / señal (1, 2, 3, 130, 143).

Estructura XML de nivel superior:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<ts_analyze version="2.3">
  <source>udp://239.1.1.1:5000</source>
  <timestamp>2026-04-30T12:00:00+0300</timestamp>
  <duration_s>30.00</duration_s>
  <packets total="..." null="..."/>
  <ts_bitrate_mbps>20.012</ts_bitrate_mbps>

  <programs>
    <program number="1" pmt_pid="0x0100" pcr_pid="0x0101">
      <es pid="0x0101" stream_type="0x1b" name="H.264/AVC"/>
      <es pid="0x0102" stream_type="0x03" name="MPEG-2 Audio"/>
    </program>
  </programs>

  <tr101290>
    <check id="1.1" name="TS Sync Byte Error" applicable="true" errors="0" result=
↪"PASS"/>
    ...
    <check id="2.3" name="PCR Repetition Error"
           applicable="true" errors="0" result="PASS" soft_violations="3"/>
    ...
    <check id="3.4" name="Unreferenced PIDs" applicable="true" count="2" result="INFO
↪"/>
    ...
  </tr101290>

  <si_section_size oversize_total="0" eit_stb_warn_total="12">
    <table name="EIT_actual_pf" max_bytes="1380" std_limit="4096"
           oversize="0" eit_stb_warn="12" result="WARN_STB"/>
    ...
  </si_section_size>

  <iat datagrams="33252" intervals="33251" min_ms="0.002" max_ms="5.009"
       avg_ms="0.150" stddev_ms="0.295" p95_ms="0.872" p99_ms="1.076"
       max_jitter_ms="4.272" gap_threshold_ms="100.0" gaps_over_threshold="0"/>

  <pcr_pids>
    <pcr_pid value="0x0101" sid="1" pcr_count="1500" discontinuities="0"
             estimated_bitrate_mbps="18.750">
      <interval samples="1499" min_ms="19.812" max_ms="20.195"
                avg_ms="20.001" p95_ms="20.102"
                iso_hard_violations="0" tr_soft_violations="0"
                rec_violations="0" result="PASS"/>
      <accuracy samples="1499" min_ns="-148.3" max_ns="201.7" abs_max_ns="201.7"
```

(continué en la próxima página)

(proviene de la página anterior)

```
                avg_ns="2.1" stddev_ns="45.6" p95_ns="102.3"
                violations="0" result="PASS"/>
      <drift measured="true" ppm="0.618" limit_ppm="30"
             verdict_mode="informational" result="PASS"/>
      <tstd overflows="0" underflows="0" max_fill_bytes="34218" result="PASS">
        <es_buffer es_pid="0x0101" stream_type="0x1b"
                   capacity_bytes="3000000" measuring="true"
                   es_bitrate_mbps="15.200" max_fill_bytes="34218"
                   overflows="0" underflows="0"/>
      </tstd>
    </pcr_pid>
  </pcr_pids>

  <unreferenced_pids count="2">
    <pid value="0x01ff"/>
    <pid value="0x0200"/>
  </unreferenced_pids>

  <overall result="PASS"/>
</ts_analyze>
```

Convenciones principales:

- Todos los PID se formatean como `0xHHHH` (hex de 4 dígitos con el prefijo `0x`).
- El atributo `result` toma los valores `PASS` / `FAIL` / `WARN` / `N/A` / `INFO` / `SKIP` / `ok` / `WARN_STB`.
- Para las comprobaciones no aplicables (modo archivo, ausencia de scrambling, etc.) el elemento sigue estando presente, con `applicable="false"` y `result="N/A"`, de modo que los consumidores del esquema vean una forma estable.
- `<drift>` lleva `verdict_mode="informational"` para $30\ \text{s} \le T < 300\ \text{s}$ y `verdict_mode="hard"` para $T \ge 300\ \text{s}$; `result="SKIP"` para ejecuciones de menos de 30 s.
- `<iat>` no está presente en las ejecuciones en modo archivo.
- `<overall>` refleja la misma puerta que la línea OVERALL del informe de texto y coincide con el código de salida del proceso.

La salida es XML bien formado (well-formed) y se valida con `xmllint --noout`; introdúzcala directamente en XSLT, en `lxml` de Python, etc., sin adaptaciones del análisis sintáctico.

Lectura del informe

Colores de los estados

Estado	Color	Significado
`PASS` / `ok`	verde	La comprobación cumple el estándar
`WARN` / `WARNING` / `WARN(STB)`	amarillo	Infracción leve, no afecta a OVERALL
`FAIL` / `ERROR`	rojo	Infracción del estándar, afecta a OVERALL
`INFO` / `NOTE` / `N/A`	predeterminado	Solo informativo

Utilice `--no-color` al redirigir la salida a archivos de registro o a terminales que no admiten ANSI.

Duración mínima del análisis

Duración	Cobertura	Código de salida
< 2 s	Insuficiente — el análisis se rechaza	**3** (error)
2–10 s	P1 + P2 son fiables; algunas comprobaciones P3 pueden carecer de datos	0 + WARN
10–30 s	P1 + P2 + la mayoría de P3; TDT (30 s) puede no llegar a tiempo	0 + NOTE
≥ 30 s	Cobertura completa de todas las comprobaciones de TR 101 290	0

La duración predeterminada es de **30 segundos**, suficiente para una cobertura completa de TR 101 290. Utilice `-t <sec>` para aumentarla (por ejemplo, para pruebas de aceptación de la deriva de PCR) o para reducirla (comprobaciones rápidas de tipo smoke).

Durante la ejecución, el analizador actualiza una vez por segundo un indicador de progreso de una sola línea en stderr:

```
Progress: 47.3%  (14.2s / 30.0s, 330614 packets)
```

La línea utiliza un retorno de carro (`\r`) para permanecer en una sola línea del terminal; redirija stderr (`2>/dev/null`) para suprimirla.

Veredicto de la deriva de PCR — ventana de dos niveles

La tolerancia del reloj PCR según **ISO/IEC 13818-1 §2.4.2.1** y **ETSI TR 101 290** es de **±30 ppm**. El valor de deriva del informe se obtiene mediante regresión lineal de los segundos acumulados de PCR frente al tiempo de llegada medido por el reloj del banco de pruebas; el error estadístico decrece como 1 / T^(3/2), por lo que la ventana de análisis debe ser lo bastante larga para que el ruido de medición quede por debajo del límite de ±30 ppm.

Por ello, el analizador hace que el veredicto de deriva dependa de la duración del análisis:

Ventana	Veredicto cuando la deriva supera la tolerancia	Efecto sobre OVERALL
`T < 30 s`	**skipped** (el ruido domina frente al límite de ±30 ppm)	ninguno
`30 s ≤ T < 300 s`	**WARN** — solo informativo	ninguno
`T ≥ 300 s`	**FAIL**	OVERALL = FAIL, exit 65

`300 s` es la ventana de aceptación (un valor de producto; el estándar **ETSI TR 101 290** no normaliza los intervalos de medición), lo bastante larga para que incluso una vía de entrega a ráfagas o de loopback se promedie por debajo de 1 ppm de ruido de medición, de modo que una desviación fuera de tolerancia refleje el oscilador del codificador y no la red. El informe completo muestra el nivel actual en la línea `Verdict mode` del bloque PCR DRIFT.

Para obtener un veredicto estricto PASS/FAIL sobre la deriva, ejecute con `-t 300` o más.

Recomendaciones sobre la calidad de la fuente (informativas; no modifican los niveles del veredicto):

Fuente	Ventana mínima para ±5 ppm	Para ±2 ppm	Aceptación
Multicast de difusión (red CBR, jitter < 100 µs)	**30 s**	60 s	5 min
Red IP estable (jitter < 200 µs)	**30 s**	2 min	5–10 min
Loopback / emisor a ráfagas (UDP unicast en `lo`)	**5 min**	15 min	30 min
Calibración / medición de laboratorio	—	30 min	1+ hora

Ejemplos:

```
# Quick PCR drift check on a real broadcast multicast (30 s)
ts_analyze -t 30 -s udp://239.1.1.1:5000

# Reliable check on a loopback source (5 min)
ts_analyze -t 300 -s udp://lo@127.0.0.1:12655

# Lab acceptance (30 min, full report to file)
ts_analyze -t 1800 -f --no-color udp://239.1.1.1:5000 > acceptance.txt
```

Si un mismo flujo se analiza en varias ventanas cortas y el valor de deriva fluctúa más de unos pocos ppm entre ellas, el cuello de botella es el jitter de entrega (el ritmo de envío del emisor o la red) y no el oscilador del codificador: amplíe la ventana.

Códigos de salida

Código	Significado
0	Análisis finalizado, **OVERALL = PASS**
1	Error en los argumentos o en la entrada
2	No hay datos de PCR en el flujo
3	La duración del flujo es inferior al mínimo de 2 s, o no se ha recibido dato alguno (la fuente no emite, dirección incorrecta, no se ha realizado la unión multicast, cortafuegos o interfaz incorrecta — el analizador imprime una sugerencia)
65	Análisis finalizado, **OVERALL = FAIL** — infracción de TR 101 290 / ISO 13818-1
130	Interrumpido por **SIGINT** (Ctrl+C) — el análisis se cancela, no se genera ningún informe
143	Interrumpido por **SIGTERM** — el análisis se cancela, no se genera ningún informe

65 es EX_DATAERR de POSIX <sysexits.h>: «los datos de entrada son incorrectos». Utilícelo en CI / monitorización como puerta de conformidad del flujo:

```
ts_analyze -s -t 60 udp://239.1.1.1:5000 || {
    case $? in
        65)  echo "stream does not conform — see report" >&2 ;;
        130) echo "interrupted by user" >&2 ;;
        *)   echo "tool error" >&2 ;;
    esac
}
```

Los códigos 130/143 siguen la convención del shell POSIX `128 + signal_number`, por lo que `$?` tras `Ctrl+C` coincide con lo que bash devuelve para cualquier proceso terminado por SIGINT/SIGTERM. Al ser interrumpido, el analizador escribe una única línea en stderr (`Analysis interrupted by signal N — no report produced.`) y omite por completo la generación del informe.

Ejemplo de salida

Informe completo (fragmento)

```
========================================================================
  MPEG-TS ANALYZER v2.3 — TR 101 290 FULL REPORT
  Perfect Streamer Toolkit https://pstreamer.tv
========================================================================
  Source     : udp://239.1.1.1:5000
  Timestamp  : 2026-04-30 12:00:00
  Duration   : 30.00 s
  Packets    : 398936 total, 12045 null
  TS bitrate : 20.012 Mbit/s
------------------------------------------------------------------------

========================================================================
  TR 101 290 — PRIORITY 1 (TS decodability)
========================================================================
  |  1.1   TS Sync Byte                  :        0           PASS
  |  1.4   Continuity Count              :        0           PASS
  |  1.6   PID Absence (5s)              :        0           PASS
  ...

========================================================================
  TR 101 290 — PRIORITY 2 (recommended monitoring)
========================================================================
  |  2.3   PCR Repetition                :        0           PASS
  |  2.5   PCR Accuracy                  :        0           PASS
  ...

========================================================================
  OVERALL COMPLIANCE: PASS  — stream is TR 101 290 compliant
========================================================================
```

Informe breve

```
MPEG-TS Analyzer v2.3 | Perfect Streamer Toolkit https://pstreamer.tv
TR 101 290 Summary | udp://239.1.1.1:5000 | 30.0s | 2026-04-30 12:00:00
-------------------------------------------------------------------------------
 ↪--------------
  P1: sync=0 CC=0 PAT=0 PMT=0 PID=0  P2: TEI=0 CRC=0 PTS=0  P3: NIT=0 SDT=0 EIT=0␣
 ↪TDT=0 unref=2
  IAT: dgrams=33252 avg=0.150 ms max=5.009 ms stddev=0.295 ms p99=1.076 ms gaps>100.
 ↪000 ms=0
-------------------------------------------------------------------------------
 ↪--------------
PCR PID       SID     Count     Intv max      Jitter max    Drift     Interval ␣
 ↪Accuracy  T-STD
-------------------------------------------------------------------------------
 ↪--------------
0x0101        1       1500      20.195 ms     76.4 ns       0ppm      PASS      PASS ␣
 ↪    PASS
-------------------------------------------------------------------------------
 ↪--------------
OVERALL: PASS
```

Notas

- **Modo archivo**: la deriva de PCR, el modelo de búferes T-STD y el UDP IAT no se miden, ya que requieren una referencia de tiempo real. El resto de las comprobaciones funcionan en ambos modos.
- **Un solo flujo de transporte**: se analiza un MPTS o un SPTS a la vez.

1.11.2 MPTS Migrate Perfect Streamer Toolkit v1.1 — migración de la identidad MPTS

Parte del **Perfect Streamer Toolkit** — https://pstreamer.tv

Captura la identidad DVB SI/PSI de un flujo MPEG-TS multiprograma (MPTS) en funcionamiento y la reproduce en una instancia de Perfect Streamer (PSS) del mismo host. Como resultado, los receptores de los abonados (STB / TV) siguen funcionando **sin volver a explorar los canales** después de una migración o de una conmutación al equipo de reserva.

La herramienta forma parte del paquete **pstreamer** y, tras la instalación, se encuentra en `/opt/pss/tools/mpts_migrate` — no es necesario instalar nada por separado.

Requisitos previos

Antes de ejecutar la utilidad, compruebe que:

- **PSS está en ejecución** en el mismo host (o en un host accesible mediante `--pss-base`). La utilidad busca `pss` en `/proc` y lee `pss.json` para obtener el puerto de administración (`43971` si la configuración no lo contiene).
- **El MPTS de origen está accesible** si se prevé una captura (modos 1, 2, save+apply): la URL indicada como argumento posicional `<input>` debe entregar un flujo MPEG-TS. Para multicast UDP, IGMP / el cortafuegos deben permitir la recepción; para los archivos, la ruta debe existir.
- **El MPTS de destino ya está configurado en PSS**: la utilidad no crea flujos nuevos. El objeto MPTS y al menos tantos alimentadores SPTS como servicios haya en el inventario deben existir de antemano. Los servicios sin alimentador libre se muestran en el diálogo y pueden omitirse.
- **La API HTTP de administración está disponible en localhost** para leer `/data/stream` (se utiliza durante la verificación) y escribir `/config/stream` (aplicación).

Qué se migra

Todos los identificadores visibles para el receptor, a nivel de flujo de transporte y de servicio:

- **Flujo de transporte**: TSID, ONID, network ID, network name, **provider name** (se aplica como `sdt-provider-name` común a todo el múltiplex si todos los servicios de origen tienen el mismo valor), descriptor de entrega (parámetros de emisión terrestre / por cable / por satélite), versiones de PAT/SDT/NIT
- **Por servicio**: `service_id`, `pmt_pid`, `pcr_pid`, `service_type`, nombre del servicio, número lógico de canal (LCN), indicador free-CA, indicadores EIT-present / EIT-schedule
- **Flujos elementales**: los PID (se aplica un `identity remap` — véase *Limitaciones*), tipos de flujo, etiquetas de idioma
- **Acceso condicional**: descriptores CA a nivel de programa y de ES

Los nombres de servicio / proveedor en codificaciones DVB distintas de ASCII (por ejemplo, ISO-8859-5 para el cirílico) se decodifican a UTF-8 automáticamente.

Para cada servicio, el remapeo de PID de ES se construye como pares de identidad (`mpegts-pid-old` ≡ `mpegts-pid-new`) para cada PID de PCR / vídeo / audio / teletexto / datos, por lo que la salida multiplexada resultante conserva los PID originales **byte-exact**. Los receptores antiguos que almacenan en caché la PMT tras la primera exploración siguen funcionando sin reconfiguración.

En PSS 2.0.0.193 y posteriores, el plan habilita además, en la entrada del multiplexor del MPTS de destino, el modo nativo de conservación de los PID originales (Automatic PID mapping desactivado) y fija para cada servicio el número de orden de programa capturado en la PAT (program order) — el orden de programas en antena sobrevive a la migración. La compatibilidad se detecta automáticamente a partir de la configuración del streamer de destino; en versiones anteriores estas claves no se envían (la utilidad imprime una advertencia), los pares de identidad son el único mecanismo que fija los PID y el orden de programas en la PAT no se conserva.

Casos de uso

- **Failover**: conmutación de los decodificadores del MPTS principal al de reserva conservando los canales en el lado del receptor
- **Migración de hardware**: traslado de un múltiplex en funcionamiento de un host PSS a otro sin instrucciones para los espectadores
- **Instantánea antes / después de la actualización**: captura del múltiplex antes de actualizar PSS y nueva aplicación posterior para garantizar un SI/PSI idéntico bit a bit
- **Edición manual y nueva aplicación**: captura, edición de `migrate.json` (renombrar servicios, cambiar los LCN, ajustar `service_type`) y nueva aplicación
- **Comprobación en dry-run**: impresión de cada HTTP POST que *se enviaría*, sin afectar a PSS

Inicio rápido

```
# Capture from a live stream and apply to local PSS in one run
mpts_migrate udp://239.1.1.1:1234

# Capture, save to migrate.json and apply
mpts_migrate -s udp://239.1.1.1:1234

# Capture only — write to file, do not apply
mpts_migrate -o backup.json udp://239.1.1.1:1234

# Apply a previously saved JSON
mpts_migrate -i backup.json

# No arguments — load ./migrate.json and apply
mpts_migrate

# Preview what apply would do, without changes
mpts_migrate -i backup.json --dry-run
```

Flujo de trabajo

1. **Captura** — la utilidad abre el flujo, analiza PAT / PMT / SDT / NIT / EIT durante `-t` segundos (30 por defecto) y construye el inventario; se mide la tasa de bits total del flujo.
2. **(Opcional) Guardado** — con `-s` o `-o` el inventario se escribe en JSON para su reutilización posterior.
3. **Búsqueda de PSS** — detecta el PSS en ejecución explorando `/proc` y lee `pss.json` para obtener el puerto de administración (`43971` si la configuración no lo contiene); `--pss-base http://host:port` omite la detección automática.
4. **Confirmación de la correspondencia** — un diálogo interactivo pregunta cómo asociar cada servicio capturado con un alimentador SPTS existente; `--non-interactive` acepta las propuestas y termina si hay conflicto; `--target-mpts <id>` omite la petición de selección del MPTS.
5. **Reanudación automática de los alimentadores** — para cada SPTS / muxer-output asociado, la utilidad envía `{"pause":false}` si el alimentador estaba en pausa, de modo que el multiplexor reciba datos realmente tras la aplicación.
6. **Ajuste automático de la tasa de bits** — si `captured_bitrate × (1 + headroom%)` supera el `mpegts-output-bitrate` del MPTS de destino, la utilidad eleva ese límite en PSS con un único POST (con redondeo al alza al múltiplo de 1000 kbps más próximo). Se desactiva con `--no-bitrate-adjust`.
7. **Planificación** — compara el inventario con el árbol `/config/stream` actual de PSS y prepara peticiones HTTP POST solo para los campos que difieren. El remapeo de PID de ES se genera como pares de identidad (`mpegts-pid-old` ≡ `mpegts-pid-new`) para que la salida multiplexada conserve sin cambios cada PID original — incluidos PCR, vídeo, audio, teletexto, SCTE-35 y DSM-CC. En PSS 2.0.0.193 y posteriores, el plan habilita además el modo de conservación de los PID originales en la entrada del multiplexor de destino y fija el orden de programas en la PAT (véase *Qué se migra*).
8. **Aplicación** — envía las peticiones POST planificadas y a continuación conmuta el MPTS pause/unpause para que PSS relea la configuración; con `--dry-run` el plan solo se imprime.
9. **Verificación** (activada por defecto, incluso si el plan está vacío) — captura el MPTS resultante a través de una de las salidas UDP de PSS y lo compara con el destino; las discrepancias críticas (TSID, ONID, service_id, name, type, LCN) → código de salida 5.

Volver a ejecutar toda la cadena es **idempotente**: la segunda pasada informa `no changes needed` si PSS ya coincide con el inventario, y la verificación lo confirma con una captura nueva.

Opciones de la CLI

Selección de modo

Opción	Descripción	Predeterminado
`-f, --file <path>`	Ruta al JSON de migración (se usa como importación por defecto en ausencia de `-i` y como destino de guardado con `-s`)	`./migrate.json`
`-s, --save`	Guardar el inventario capturado en el archivo de migración (se combina con una entrada de flujo; la aplicación se realiza igualmente)	—
`-o, --output <file>`	Solo captura: escritura en archivo, sin aplicar	—
`-i, --input <file>`	Solo aplicación: carga del archivo, sin captura	—

Captura

Opción	Descripción	Predeterminado
`-t, --time <sec>`	Duración máxima de la captura	`30`
`-b, --bitrate <Mbps>`	Sugerencia de tasa de bits del TS para la regulación de ritmo en modo archivo	`38.8`

Apply / Verify

Opción	Descripción	Predeterminado
`--target-mpts <id>`	Omitir la petición de selección del MPTS; aplicar a este flujo id en PSS	—
`--non-interactive`	Aceptar automáticamente las propuestas del diálogo; terminar si hay conflicto	—
`--dry-run`	Imprimir el plan de POST sin enviar nada	—
`--pss-base <url>`	Anular la detección automática de PSS (por ejemplo, `http://host:8808`)	automático
`--no-verify`	Omitir la captura y el diff posteriores a la aplicación	verificación activada
`--verify-time <s>`	Ventana de captura para la verificación	`10`
`--no-bitrate-adjust`	No elevar `mpegts-output-bitrate` en el MPTS de destino	elevación activada
`--bitrate-headroom <pct>`	Margen de tasa de bits por encima del valor medido al ajustar	`15`

Varios

Opción	Descripción
`-v, --verbose`	Registro detallado (cada HTTP POST y cada rama del diálogo)
`-h, --help`	Mostrar la ayuda y salir

Archivo de migración (`migrate.json`)

JSON legible por humanos con `format_version: 1`. La ubicación por defecto es `./migrate.json`; se anula con `-f`. Ejemplo de estructura:

```
{
  "format_version": 1,
  "tool": "mpts_migrate",
  "capture": {
    "source": "udp://239.1.1.1:1234",
    "captured_at_utc": "2026-04-30T08:15:00Z",
    "duration_s": 8.2,
    "packets": 109344
  },
  "transport_stream": {
    "transport_stream_id": 1234,
    "original_network_id": 8442,
    "network_name": "Operator",
    "delivery": { "type": "terrestrial", "frequency_khz": 522000 }
  },
  "services": [
    {
      "service_id": 1, "pmt_pid": 256, "pcr_pid": 256,
      "service_type": 1, "service_name": "Channel 1",
      "provider_name": "MyProvider", "logical_channel_number": 101,
      "program_order": 1,
      "free_ca_mode": false,
      "elementary_streams": [
        { "pid": 256, "stream_type": 27, "language": "rus" }
      ]
    }
  ]
}
```

El archivo puede editarse antes de una nueva aplicación: renombrar servicios, cambiar los LCN, cambiar `service_type`, ajustar `network_name` — `mpts_migrate -i migrate.json` envía solo los campos modificados.

Conexión con PSS

- **Detección automática**: exploración de `/proc/<pid>/comm` en busca de `pss`, lectura de su archivo `--config` y toma de `web-server.bind-port` (`43971` si la clave no está presente).
- **Manualmente**: `--pss-base http://host:port` omite por completo la detección automática. Resulta útil para un PSS remoto o cuando `--dry-run` debe generar el plan sin un PSS activo.
- La API REST de administración no requiere autenticación en `localhost`.

Verificación

Si `--no-verify` **no** se especifica (comportamiento por defecto), tras aplicar el plan la utilidad:

1. Busca una salida UDP hacia localhost en el MPTS de destino o añade una temporalmente en `127.0.0.1:<auto>` (con la marca `added by mpts_migrate for verification`).
2. Captura el MPTS en vivo a través de esa salida durante `--verify-time` segundos (10 por defecto).
3. Compara el inventario capturado con el destino:
   - Discrepancia **crítica** (TSID, ONID, network name, service_id, name, type, LCN) → código de salida **5**.
   - Discrepancia **leve** (PMT PID, número de ES, nombre del proveedor, orden de programas en la PAT) → se muestra como advertencia, código de salida 0.
4. Si el MPTS de destino está sobrecargado (tasa de bits de salida ≥ el `mpegts-output-bitrate` configurado), se imprime `WARNING: target MPTS is overloaded` — véase *Bitrate adjust* más abajo.

Dry-run

`--dry-run` imprime cada petición HTTP que la utilidad *enviaría* (ruta y cuerpo JSON), pero no envía ninguna. Resulta útil para:

- Revisar el plan con el operador antes de confirmarlo.
- Generar conjuntos de cambios reproducibles en CI / gestión de cambios.
- Trabajar cuando PSS no está accesible (combinar con `--pss-base http://host:port`).

El dry-run no ejecuta la verificación.

Bitrate adjust

Por defecto, si `captured_bitrate × (1 + headroom%)` supera el `mpegts-output-bitrate` del MPTS de destino, la utilidad eleva ese límite en PSS antes de aplicar los cambios de SI/PSI. Sin un margen suficiente, un MPTS sobrecargado pierde los datos de baja prioridad — los síntomas típicos son cortes de audio en los servicios de radio y errores CRC intermitentes en la EIT. Se desactiva con `--no-bitrate-adjust`; el margen se regula con `--bitrate-headroom <pct>` (15 por defecto).

Códigos de salida

Código	Significado
`0`	Éxito — la aplicación y (si está activada) la verificación han finalizado sin incidencias. También lo devuelve un `--dry-run` correcto.
1	Error de argumentos / de archivo / de detección
2	No se ha encontrado ninguna PAT en el origen — la entrada no es un MPEG-TS válido o la ventana de captura es demasiado corta; también se devuelve cuando el operador ha rechazado la confirmación de la correspondencia o ha salido del diálogo (aplicación abortada)
3	Una o varias peticiones HTTP POST de la aplicación han fallado
4	La aplicación se ha completado, pero el MPTS de destino no ha vuelto al estado *Running*
5	La verificación ha fallado — el flujo capturado difiere del destino en campos críticos

Limitaciones y escollos

- **PSS debe disponer de antemano del MPTS de destino y de los alimentadores**: la utilidad no crea flujos nuevos. El MPTS de destino y al menos tantos alimentadores SPTS como servicios haya en el inventario deben existir de antemano; los servicios sin alimentador libre se omiten en el diálogo.
- **El MPTS de origen debe estar accesible** durante la captura (modos 1, 2, save+apply): la URL indicada como argumento posicional `<input>` debe entregar un flujo MPEG-TS; para multicast UDP, IGMP / el cortafuegos deben permitirlo.
- **El remapeo de PID de ES se aplica automáticamente**: para cada servicio se genera un remapeo de identidad (`mpegts-pid-old` ≡ `mpegts-pid-new`) para cada PID de PCR/vídeo/audio/teletexto/datos, de modo que la salida multiplexada conserve los PID originales byte-exact. La disposición de la PMT permanece estable de una migración a otra — incluso los receptores antiguos (STB anteriores a 2015, Samsung anteriores a la serie H, LG anteriores a WebOS 3.0) que almacenan los PID en caché no requieren una nueva exploración.
- **El descriptor de entrega debe corresponder al portador real** para los receptores que se resintonizan mediante la NIT (DVB-T/T2/C/S). Un bloque `delivery` que no coincida puede llevar al receptor a una frecuencia incorrecta.
- **La coherencia de los LCN** entre el MPTS principal y el de reserva es crítica para el failover — si difieren, las posiciones de los canales en la lista del receptor se desplazarán tras la conmutación.
- **El provider name en PSS es común a todo el múltiplex** (un único `sdt-provider-name` por muxer-input del MPTS). La utilidad lo aplica automáticamente si todos los servicios capturados tienen el mismo valor; si distintos servicios llevan valores de `provider_name` diferentes, se imprime una advertencia y el campo queda intacto — la decisión corresponde al operador.
- **No es una herramienta de configuración de PSS**: `mpts_migrate` solo toca los campos de identidad SI/PSI, el indicador `pause` de cada alimentador, (opcionalmente) `mpegts-output-bitrate` y, en PSS 2.0.0.193 y posteriores, las claves del modo de conservación de PID y del orden de programas. No configura codificadores, entradas, cifrado, programaciones ni similares.
- **En PSS anteriores a 2.0.0.193** no se admiten el modo de conservación de los PID originales del multiplexor ni el orden de programas en la PAT: la utilidad imprime una advertencia, los PID se fijan únicamente mediante los pares de identidad y el orden de programas tras la migración puede diferir del original.

Diagnóstico

Síntoma	Causa probable / solución
`Error: no PAT seen in stream`	el origen no es MPEG-TS, IGMP/el cortafuegos bloquea el multicast o `-t` es demasiado corto
`Error: cannot reach PSS`	utilizar `--pss-base http://host:port` para omitir la detección automática
La aplicación se ha completado, pero el MPTS sigue en pausa	revisar el registro de PSS; volver a ejecutar con `-v` para ver el plan completo de POST
La verificación indica una discrepancia crítica	comparar el destino y el flujo capturado en JSON; normalmente un alimentador se ha asociado por error al servicio equivocado en el diálogo
`WARNING: target MPTS is overloaded`	elevar `mpegts-output-bitrate` en PSS o usar `--bitrate-headroom <higher %>`; sin margen se corrompen el audio de los servicios de radio y las tablas PSI

1.12 Materiales de referencia

1.13 Historial de versiones

1.13.1 versión 2.0.0.206 Beta

25.07.2026

- **Meshwork (multidominio)** — varios servidores se agrupan en dominios con nombre, y el dominio sirve de frontera de aislamiento: la pertenencia de los nodos, el catálogo de recursos y las alertas se propagan únicamente dentro de su propio dominio y entre dominios no se transmite nada. Un nodo puede pertenecer a varios dominios a la vez sin mezclar sus datos. Más información — *Meshwork*.
- **Autodescubrimiento de nodos** — basta con indicar el dominio y un único punto de entrada: los nodos intercambian listas de vecinos y construyen por sí mismos una red totalmente mallada de enlaces directos. La clave común del dominio se genera automáticamente y se transmite solo por un canal protegido — TLS o un segmento de confianza de la red local.
- **Biblioteca distribuida de recursos** — las salidas UDP, RTP, Pro-MPEG y RIST, las entradas multicast UDP, RTP y RIST, así como los enlaces PS1 y SRT se publican en el catálogo común del dominio (`/data/library`): una lista única de grupos multicast, puertos, VLAN, fuentes SSM y enlaces punto a punto con indicación del nodo y del flujo. El catálogo muestra qué direcciones y puertos están ya ocupados, y una entrada nueva se conecta directamente desde él — eligiendo un flujo que ya se emite en otro nodo del dominio, sin introducir la dirección a mano.
- **Vista general de los nodos del dominio** — de cada nodo se muestran el estado, la hora del último contacto, el rol, la región, la versión de la compilación, la carga de CPU, el tráfico por interfaz física y el número de flujos al aire, y de cada enlace entre nodos PS1 o SRT — la tasa de bits, el RTT, la proporción de repeticiones y de pérdidas y el veredicto de estado.
- **Funcionamiento a través de NAT** — un nodo situado detrás de NAT participa plenamente en el dominio y sin redirección de los puertos entrantes: se conecta por sí mismo, su punto de acceso público se deduce de la dirección realmente observada y del puerto anunciado, y su estado lo retransmiten los vecinos un salto más allá — el nodo es visible incluso para quienes no pueden dirigirse a él directamente.

- **Inicio de sesión automático de los enlaces dentro del dominio** — para los enlaces PS1 y SRT entre nodos de un mismo dominio no hace falta crear un usuario y una contraseña para cada enlace: en el lado que llama (entrada PS1, entrada SRT, salida SRT en modo caller) basta con activar el ajuste «Meshwork peer auth» y la autorización se realiza con el secreto común del dominio. El nodo par confirmado y su flujo se ven en la biblioteca de recursos y en la lista de sesiones.
- **Low-Latency HLS y MPEG-DASH sobre CMAF** — nuevo modo de difusión «OTT / LL-HLS / DASH»: el multiplexor integrado genera MP4 fragmentado (CMAF), sobre el que se sirven MPEG-DASH en `/dash` y Low-Latency HLS en `/llhls`; los paquetes adaptativos se ensamblan también para estos formatos. Más información — *Modos de difusión*.
- **Baja latencia de LL-HLS** — la lista de reproducción de medios se divide en partes y se aplican la recarga bloqueante de la lista de reproducción y la sugerencia de precarga, por lo que el reproductor comienza la reproducción sin esperar a que esté listo el segmento completo. Los segmentos CMAF llevan Producer Reference Time, el manifiesto DASH anuncia UTCTiming y la latencia objetivo, y el ajuste «Duración objetivo de la parte LL (ms)» se aplica en caliente, sin reiniciar el flujo.
- **HTTP/3 (QUIC)** — HLS, MPEG-DASH, LL-HLS y MPEG-TS over HTTP se sirven sobre QUIC en un puerto UDP independiente, con 0-RTT opcional; el cliente solicita el paso a QUIC con el parámetro `?h3`. Las rutas administrativas permanecen únicamente en TCP.
- **Alineación de los segmentos con IDR** — el segmentador distingue un IDR de un fotograma I ordinario: en las fuentes con closed-GOP cada segmento comienza con un punto de entrada completo, por lo que el reproductor abre el flujo en cualquier segmento; en las fuentes con open-GOP la frontera es el fotograma I más próximo.
- **Protección de contenidos (DRM)** — la difusión OTT de un flujo se puede cifrar: HLS AES-128 con una clave del propio servidor o de un servidor de claves externo y con rotación opcional por ventanas temporales, o bien MPEG Common Encryption (ISO/IEC 23001-7) con los esquemas cenc y cbcs para CMAF y DASH. El cifrado se realiza una sola vez, en el momento de formar el segmento, por lo que el archivo DVR se almacena cifrado y se reproduce a través de cualquier número de cambios de clave. Más información — *Protección de contenidos (DRM)*.
- **DVR (archivo en red)** — cada canal OTT se escribe en disco en paralelo con la difusión, con la misma segmentación y sin un grabador aparte; en el modo de baja latencia el archivo se mantiene en dos líneas, MPEG-TS y CMAF, por lo que la grabación está disponible en el mismo contenedor que la emisión en directo. Más información — *DVR*.
- **Reproducción del archivo (VOD)** — el archivo se sirve por las mismas URL HLS, DASH y LL-HLS que la emisión en directo: `t=<tiempo>` activa el modo VOD y fija el comienzo de la ventana, `d=<segundos>` — su duración. La lista de reproducción HLS es entonces cerrada, el manifiesto DASH es estático y las interrupciones de la grabación se presentan como periodos separados; los paquetes adaptativos reproducen el archivo con los mismos parámetros.
- **Catch-up por EPG** — en lugar de `t` y d basta con pasar `epg=<tiempo>`: el propio servidor localiza en el canal EPG asociado el programa que se emite en ese momento y toma su comienzo y su duración como límites de la ventana de reproducción.
- **Subtítulos en el archivo** — las pistas WebVTT se escriben en disco junto con los segmentos y se reproducen en VOD por las mismas URL; las ventanas sin diálogos no ocupan espacio en disco.
- **Almacenes DVR** — puede haber varios almacenes, cada uno con su propio límite de llenado y su propio orden de limpieza. La profundidad del archivo («Retención (horas)», hasta 90 días) y el mínimo protegido se definen por separado para cada flujo, y la limpieza por espacio libre no toca ni el mínimo protegido ni las ventanas de las sesiones VOD abiertas.
- **Monitor DVR** — una pantalla específica muestra el estado y el llenado de los almacenes, el volumen y la profundidad del archivo por flujo y las latencias de lectura y de escritura, mientras que el histograma de cobertura (`/data/dvrstat`) señala no solo los huecos del archivo, sino también su causa — la

caída de la entrada, un cambio de PMT, el scrambling, la ejecución de la limpieza. Desde esa misma pantalla se borran el archivo de un flujo concreto y los directorios de los flujos eliminados.

- **Alerter** — nuevo servicio de notificaciones: cada fallo se convierte en un incidente que se genera, se actualiza y se resuelve automáticamente, mientras que el conjunto activo deduplicado muestra únicamente lo que está ocurriendo ahora. La gravedad se define con una escala única — desde informativa hasta la que exige la intervención del administrador; un incidente de ese tipo se resuelve con la confirmación del operador. Más información — *Alertas (alerter)*.
- **Catálogo de códigos de alerta** — más de cincuenta tipos de incidente en una única lista: los flujos y sus entradas y salidas, las infracciones de TR 101 290, los recursos del nodo, los almacenes y la salud de la grabación DVR, la recepción DVB y CI/CAM, los transcodificadores, OTT, los certificados y los nodos del dominio. Los umbrales de disparo se configuran en la sección de alertas.
- **Entrega externa de las alertas** — las alertas salen fuera de la consola web: por correo mediante SMTP (STARTTLS, implicit TLS, AUTH), por mensaje a Telegram y mediante la ejecución de un comando arbitrario, al que el incidente se le entrega en variables de entorno y como JSON completo por la entrada estándar. Cada canal tiene su propio interruptor y su propio umbral de gravedad.
- **Alertas de todo el dominio** — el operador de guardia ve las alertas de cualquier nodo desde cualquier otro: el conjunto activo se propaga junto con el keep-alive y se retira en cuanto desaparece en el origen, y cada fila indica el nodo de origen. Las alertas de hardware y de sistema permanecen locales de forma predeterminada y se elevan al ámbito del dominio con un ajuste específico.
- **Registro en base de datos** — los mensajes del servicio se escriben en SQLite: entradas tipificadas con la fuente y el nivel de gravedad, agrupación de las repeticiones consecutivas en una sola fila con un contador y limitación de la retención por plazo y por volumen. A diferencia del conjunto activo de alertas, el registro sobrevive a un reinicio.
- **Monitor TR 101 290** — control continuo de la conformidad del flujo de entrada con el estándar: un veredicto único («Normal», «Problema», «Comprobando…») y un informe estructurado por prioridades 1, 2 y 3, en el que para cada indicador se indican la cláusula del estándar, el valor medido y el límite. El multiplex MPTS se evalúa en su conjunto — por todos los PID, programas y tablas SI. El flujo se clasifica automáticamente como CBR o VBR, y las comprobaciones que solo tienen sentido con una tasa de bits constante no se evalúan en una fuente VBR y no producen falsos disparos. Más información — *Monitor TR 101 290*.
- **Deriva del oscilador de referencia** — la desviación sistemática de la frecuencia de reloj de la fuente se mide por regresión lineal en ppm con la tolerancia de ±30 ppm de ISO/IEC 13818-1 y se publica como una métrica aparte. La desviación lenta se compensa con microdesplazamientos suaves del punto de sincronización («Compensación de la deriva de sincronización», activada por defecto), por lo que en la salida no hay saltos.
- **Modelo de búfer T-STD** — análisis del búfer de vídeo del decodificador de referencia según ISO/IEC 13818-1 con contadores de desbordamiento y de vaciado para MPEG-2, H.264 y HEVC; el cómputo se lleva con el reloj PCR y la velocidad de drenaje se ajusta a la tasa de bits real del vídeo. Se activa con el ajuste «Analizar el búfer de vídeo T-STD».
- **Análisis para la inserción de publicidad** — análisis de las secciones SCTE-35 con eventos de empalme, puntos de empalme de la capa de transporte con antelación configurable y marcas de acceso aleatorio. Los datos se muestran en las estadísticas del flujo cuando el análisis profundo está activado.
- **Asistente de reclamaciones** — para un flujo con infracciones persistentes se genera un texto listo para un chat de IA, a partir del cual este redacta una carta formal de reclamación al proveedor del flujo: la relación de infracciones persistentes, los valores medidos, las cláusulas del estándar y el impacto sobre el decodificador. El texto se obtiene con la petición `GET /data/stream/<id>/ai-complaint-prompt`; el nombre del flujo y la dirección de la fuente no se incluyen en el texto.

- **CI/CAM (EN 50221)** — host Common Interface integrado: detección del módulo, lectura de su nombre y de la lista de CA_system_id admitidos, selección de los programas que se van a descifrar y envío de CA_PMT para cada uno de ellos. Un módulo combinado con el receptor DVB descifra en línea los programas seleccionados del multiplex recibido, varios a la vez; el estado de las ranuras y el veredicto de cada programa se ven en la interfaz.
- **Descifrador por software BISS-1 / BISS-E** — se aplica no solo a la recepción desde una tarjeta DVB, sino a cualquier entrada de flujo: la clave se define para todo el SPTS o por programas del multiplex y se cambia en caliente, sin reiniciar la entrada. En la recepción desde una tarjeta DVB el resultado se verifica además con el propio flujo, de modo que una clave incorrecta no aparece como un descifrado correcto, sino que genera una alerta específica.
- **Limpieza del acceso condicional en la recepción DVB** — del multiplex recibido por una tarjeta DVB se eliminan, mediante un ajuste específico del adaptador, los PID ECM y EMM, y del PMT, los descriptores CA de los programas abiertos: por el resto del trayecto circula un flujo FTA limpio. Si se pierde la clave, la señalización de acceso condicional se restablece para que un receptor situado más abajo en la cadena pueda volver a solicitar el acceso.
- **Telemetría del transcodificador** — de cada codificador se publica la información de medios de la salida recodificada: el formato del fotograma, el códec de vídeo, el conjunto de códecs de audio y la tasa de bits actual, y de cada proceso — la carga de CPU y la memoria ocupada.
- **RTMP y RTMPS** — un canal se publica en cualquier receptor RTMP, incluidos YouTube y Facebook: vídeo H.264 o HEVC (HEVC mediante Enhanced RTMP) y una pista AAC; para `rtmps://` el nodo se conecta como cliente TLS. En sentido inverso, la entrada obtiene por sí misma el flujo de una fuente `rtmp://` o `rtmps://` y remultiplexa FLV a MPEG-TS.
- **Conmutación de fuente sin cortes** — al cambiar la entrada activa en el transmisor, los peers PS1 receptores no se reconectan: la numeración y las marcas de tiempo se mantienen continuas, el pico de la cola se amortigua descartando los paquetes más antiguos y el hueco se completa con la retransmisión habitual.
- **Retransmisión adaptativa PS1** — el receptor mide el RTT real hasta el transmisor y ajusta a él por sí mismo los intervalos de las peticiones de repetición; el RTT medido, el intervalo actual de repetición de la petición y el indicador de latencia demasiado baja se muestran en las estadísticas del enlace. La latencia del túnel de recepción se define directamente en milisegundos, en lugar del anterior multiplicador del RTT.
- **Estados «Reconectando» y «Acción de administrador»** — una entrada o una salida que ha perdido su fuente se reabre en el sitio y permanece en el estado «Reconectando» durante todo el tiempo de los intentos, generando un único aviso por episodio en lugar de un mensaje en cada intento. Una causa que no se resuelve repitiendo — un puerto ocupado, una interfaz ausente, datos que no son MPEG-TS, un fallo de SRT por el cifrado — hace que el nodo la pase al estado «Acción de administrador» con una alerta persistente, mientras que una modificación de los ajustes se aplica de inmediato.
- **Multiplexor MPTS: identidad original** — los programas pueden conservar sus PID originales y el orden de los programas en la PAT, la SDT y la NIT se define manualmente, por lo que un multiplex se migra a **Perfect Streamer** sin cambiar la identidad del flujo para el equipamiento receptor. Los programas con scrambling de TS se migran con sus marcas de tiempo originales.
- **Integración con una facturación externa** — cada sesión de espectador se autoriza en un sistema externo de facturación o CRM, se mantiene mediante una reautorización periódica y, al terminar, se le notifica a ese mismo sistema: un ciclo de vida Start / Interim / Stop al estilo de RADIUS, y la revocación de la suscripción corta la sesión en mitad de la visualización. Se cubren OTT, el peering PS1 y las salidas SRT, y la propia facturación se conecta con plantillas de petición y de análisis de la respuesta, sin modificar el software.
- **Cliente ACME integrado (Let's Encrypt)** — emisión y renovación automática de los certificados para el servidor web, el servidor HTTP/OTT y el servidor EPG: el certificado se solicita para cada nombre

de host configurado, la renovación se comprueba a diario y, si falla, se genera una alerta. Se admiten una autoridad de certificación arbitraria y la vinculación externa de la cuenta, y el certificado nuevo se aplica sin reiniciar el servicio.

- **Nueva interfaz web** — la gestión del nodo se ha trasladado a una consola nueva que se abre en la dirección del nodo (la ruta `/admin`): vista general, flujos, monitorización del sistema, DVB, DVR, transcodificadores, clientes, registro, alertas y todos los ajustes del servidor. Unos diagramas específicos muestran la topología del dominio Meshwork y el trayecto del flujo seleccionado desde las entradas hasta las salidas. La interfaz anterior se conserva en la dirección `/classic`. Más información — *Interfaz web*.
- **Actualización en tiempo real** — el nodo publica su estado como un flujo de eventos en `/data/events`: al conectarse llega una instantánea completa y, a partir de ahí, una vez por segundo se actualizan los marcos de los flujos, de los recursos del sistema, de los clientes y de los adaptadores DVB, mientras que las alertas y los cambios de estado llegan como eventos. La interfaz y los paneles externos funcionan sin sondeo periódico.
- **Ayuda contextual** — cada pantalla y cada ventana importante de la nueva interfaz disponen de una llamada a la ayuda que abre la sección de la documentación correspondiente exactamente a lo que está abierto en ese momento: el botón general de ayuda, para la pantalla; el botón «?» del encabezado de la ventana, para esa ventana. La sección se abre en el idioma de la interfaz.
- **Idiomas, temas y disposiciones** — la interfaz está traducida a seis idiomas (ruso, inglés, alemán, francés, español y portugués), admite un aspecto claro y otro oscuro y ajusta por sí misma la densidad de la disposición al teléfono, la tableta, la estación de trabajo y el videowall.
- Otras mejoras y correcciones de errores.

1.14 Roadmap

Esta sección enumera las funciones que están anunciadas pero que todavía no forman parte de la entrega actual. Para cada una se indica qué funciona ya hoy y qué falta aún, de modo que la planificación de la implantación se base en las capacidades reales del nodo. El alcance y los plazos pueden cambiar; consulte su vigencia con el proveedor.

1.14.1 Descifrado de flujos individuales a través de un CAM

Disponible hoy. El descifrado CI/CAM por hardware (EN 50221) está disponible en el receptor DVB propio del nodo: el módulo instalado en la ranura CI de la tarjeta sintonizadora descifra los programas seleccionados del multiplex recibido por ese sintonizador — varios programas a la vez, y la lista se aplica sobre la marcha sin reiniciar el adaptador. El estado de la ranura, el nombre del módulo, los sistemas CA admitidos y el veredicto del módulo sobre la suscripción de cada programa se muestran en la pantalla «Equipamiento»; se han previsto alertas sobre la extracción del módulo, la ausencia de suscripción y el error de acceso condicional (*Descifrado*).

Aún no disponible. No es posible hacer pasar por un módulo CAM un flujo que no forme parte del multiplex del sintonizador propio: no existe la ruta «flujo → módulo → flujo». Un SPTS o un MPTS recibido por la red o desde un archivo no se descifra por hardware; para esas fuentes solo está disponible el descifrado por software BISS-1 / BISS-E (*Flujos SPTS*, *Descifrado BISS*). El nodo reconoce el módulo diseñado para ese modo de funcionamiento y lo muestra en el inventario de hardware, pero no hace pasar datos a través de él.

1.14.2 Sistemas DRM comerciales para la difusión OTT

Disponible hoy. El nodo cifra la difusión OTT por sus propios medios: HLS AES-128 — con entrega de la clave mediante una URL de sesión o con una referencia a un servidor de claves externo y con rotación de claves derivadas por ventana temporal, así como MPEG Common Encryption (ISO/IEC 23001-7) en los esquemas cenc y cbcs sobre CMAF. El cifrado se realiza una sola vez, al formar el segmento, por lo que el archivo DVR se almacena y se reproduce cifrado (*Protección de contenidos (DRM)*).

Aún no disponible. No existe una integración lista con los servidores de licencias Widevine, PlayReady y FairPlay: el manifiesto y el segmento de inicialización llevan únicamente la señalización general de protección — sin las cabeceras de sistema de estos DRM y sin la dirección de obtención de la licencia. Tampoco existe el intercambio automático de claves con un proveedor de claves (CPIX, SPEKE): el par «clave — identificador de clave» lo transfiere el operador manualmente a su propia infraestructura DRM. El esquema HLS SAMPLE-AES no es compatible y Common Encryption se entrega únicamente por MPEG-DASH, por lo que todavía no hay difusión protegida de HLS sobre CMAF ni de Low-Latency HLS.

1.14.3 Señalización de los puntos de inserción de publicidad en la difusión OTT

Disponible hoy. El analizador reconoce los eventos SCTE-35 y los puntos de empalme y los muestra en el informe (*Mediciones permanentes*). Durante la remultiplexación, el PID con la señalización se transfiere al multiplex de salida sin cambios.

Aún no disponible. Los límites de los bloques publicitarios no se exponen en las listas de reproducción HLS ni en los manifiestos DASH: los segmentos no se cortan por el punto de empalme y no se señaliza nada al reproductor ni a un sistema externo de sustitución de publicidad; tampoco existe la sustitución de los bloques publicitarios en el propio flujo. La señalización no atraviesa el transcodificador — en la copia transcodificada del canal se pierden las marcas de empalme.