



# Guía de Operaciones de OmniSGW

OmniSGW - Gateway de Servicio (SGW)

por Omnitouch Network Services

## Tabla de Contenidos

- 1. [Resumen](#)
- 2. [Arquitectura](#)
- 3. [Interfaces de Red](#)
- 4. [Conceptos Clave](#)
- 5. [Introducción](#)
- 6. [Configuración](#)
- 7. [Interfaz Web - Panel de Operaciones en Tiempo Real](#)
- 8. [Monitoreo y Métricas](#)
- 9. [Documentación Detallada](#)
- 10. [Recursos Adicionales](#)
- 11. [Contribuciones](#)
- 12. [Soporte](#)

## Resumen

OmniSGW es una implementación de Gateway de Servicio (SGW) de alto rendimiento para redes 3GPP LTE Evolved Packet Core (EPC), desarrollada por Omnitouch Network Services. Gestiona las funciones para la movilidad de UE y la gestión de portadoras, incluyendo:

- **Gestión de Sesiones** - Creación, modificación y terminación de sesiones de datos de UE (Equipo de Usuario)
- **Coordinación de Movilidad** - Manejo de transferencias entre eNodeBs con reenvío de datos
- **Gestión de Portadoras** - Creación y modificación de portadoras dedicadas para diferentes requisitos de QoS
- **Información de Carga** - Seguimiento de eventos de sesión para la carga fuera de línea
- **Coordinación del Plano de Usuario** - Control del SGW-U (Plano de Usuario) para el reenvío de paquetes

### Lo que Hace SGW-C

- **Acepta solicitudes de sesión** del MME a través de la interfaz S11 (GTP-C)
- **Coordina con PGW-C** para la conectividad PDN a través de la interfaz S5/S8 (GTP-C)
- **Gestiona el ciclo de vida de las portadoras** incluyendo creación, modificación y eliminación
- **Programa reglas de reenvío** en SGW-U a través de la interfaz Sxa (PPCP)
- **Maneja la movilidad de UE** gestionando transferencias entre eNodeBs
- **Proporciona paginación de datos de enlace descendente** para sesiones suspendidas
- **Rastrea información de carga** para sistemas de facturación fuera de línea

## Arquitectura

### Visión General de Componentes

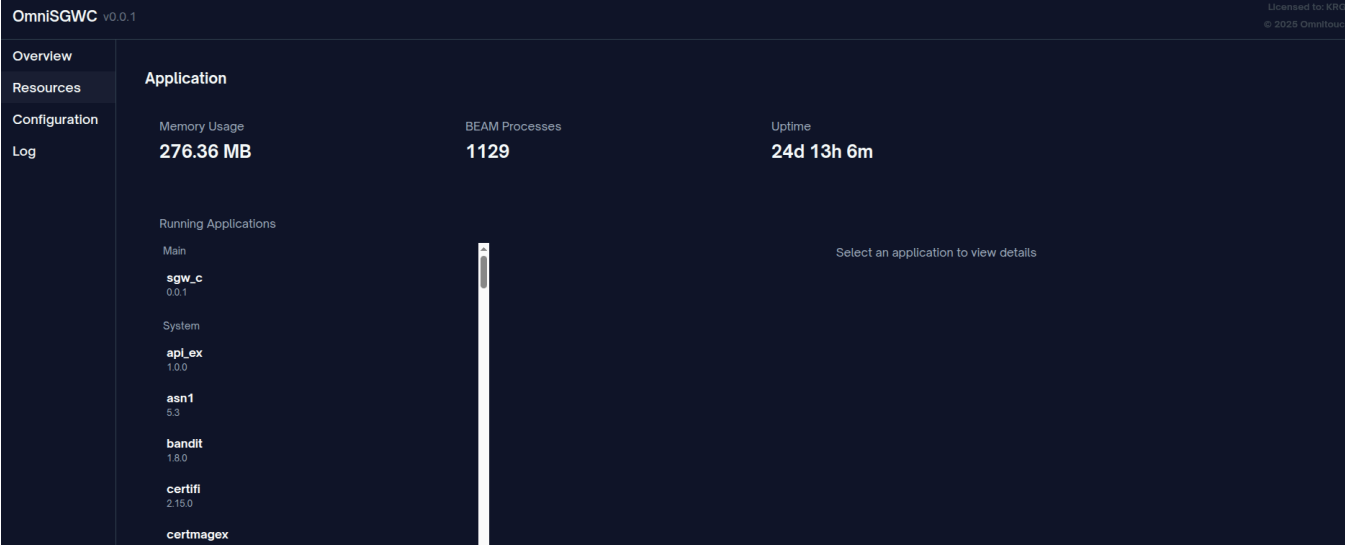
#### Arquitectura de Procesos

SGW-C está construido sobre Elixir/OTP y utiliza una arquitectura de procesos supervisados:

- **Supervisor de Aplicación** - Supervisor de nivel superior que gestiona todos los componentes
- **Corredores de Protocolo** - Manejan mensajes de protocolo entrantes/salientes (S11, S5/S8, Sxa)
- **Procesos de Sesión** - Un GenServer por sesión activa de UE
- **Registros** - Rastrear recursos asignados (TEIDs, SEIDs, IDs de Carga, etc.)
- **Gestor de Nodo PFCP** - Mantiene asociaciones PFCP con pares SGW-U

Cada componente está supervisado y se reiniciará automáticamente en caso de fallo, asegurando la fiabilidad del sistema.

Las métricas de salud del sistema en tiempo real pueden ser monitoreadas a través de la página de la Aplicación de la Interfaz Web:



## Interfaces de Red

SGW-C implementa tres interfaces primarias de 3GPP:

### Interfaz S11 (GTP-C v2)

**Propósito:** Señalización del plano de control entre MME y SGW-C

**Protocolo:** GTP-C Versión 2 sobre UDP

#### Mensajes Clave:

- Solicitud/Respuesta de Creación de Sesión
- Solicitud/Respuesta de Eliminación de Sesión
- Solicitud/Respuesta de Modificación de Portadora
- Solicitud/Respuesta de Creación de Portadora
- Solicitud/Respuesta de Eliminación de Portadora
- Notificación/Aprobación de Datos de Enlace Descendente

**Configuración:** Ver [Documentación de la Interfaz S11](#)

## Interfaz Sxa (PFCP)

**Propósito:** Señalización del plano de control entre SGW-C y SGW-U

**Protocolo:** PFCP (Protocolo de Control de Reenvío de Paquetes) sobre UDP

**Mensajes Clave:**

- Solicitud/Respuesta de Configuración de Asociación
- Solicitud/Respuesta de Establecimiento de Sesión
- Solicitud/Respuesta de Modificación de Sesión
- Solicitud/Respuesta de Eliminación de Sesión
- Solicitud/Respuesta de Informe de Sesión
- Solicitud/Respuesta de Latido

**Configuración:** Ver [Documentación de la Interfaz PFCP/Sxa](#)

## Interfaz S5/S8 (GTP-C v2)

**Propósito:** Señalización del plano de control entre SGW-C y PGW-C para conectividad PDN

**Protocolo:** GTP-C Versión 2 sobre UDP

**Mensajes Clave:**

- Solicitud/Respuesta de Creación de Sesión
- Solicitud/Respuesta de Eliminación de Sesión
- Solicitud/Respuesta de Modificación de Portadora
- Solicitud/Respuesta de Creación de Portadora
- Solicitud/Respuesta de Eliminación de Portadora

**Configuración:** Ver [Documentación de la Interfaz S5/S8](#)

---

## Conceptos Clave

### Sesión de UE

Una Sesión de UE representa un dispositivo móvil activo conectado a la red. Cada sesión gestiona:

- **IMSI** (Identidad Internacional del Suscriptor Móvil) - Identificador único del suscriptor
- **GUTI** (Identificador Temporal Global Único) - Identificador temporal de UE del MME
- **MSISDN** - Número de teléfono móvil
- **TAI** (Identificador de Área de Seguimiento) - Área de localización actual
- **TEIDs de Sesión** - Identificadores de punto final de túnel para S11 y S5/S8
- **Portadoras Activas** - Lista de portadoras de datos asociadas

### Conexión PDN

Una Conexión PDN (Red de Datos de Paquetes) representa la conexión de datos de un UE a través de un PGW-C específico. Cada sesión tiene:

- **APN** (Nombre del Punto de Acceso) - Identifica la red externa
- **ID de Carga** - Identificador único para facturación a través de SGW y PGW
- **TEID** (ID de Punto de Final de Túnel) - Identificador de túnel de la interfaz S5/S8
- **SEID** (ID de Punto de Final de Sesión) - Identificador de sesión de la interfaz Sxa
- **Portadora Predeterminada** - Creada con cada conexión PDN
- **Portadoras Dedicadas** - Portadoras adicionales para necesidades específicas de QoS

### Contexto de Portadora

Una portadora representa un flujo de tráfico con características específicas de QoS:

- **Portadora Predeterminada** - Creada con cada conexión PDN para tráfico de mejor esfuerzo
- **Portadoras Dedicadas** - Portadoras adicionales para requisitos específicos de servicio (voz, video, etc.)
- **EBI** (ID de Portadora EPS) - Identificador único para cada portadora dentro de una sesión
- **Parámetros de QoS** - QCI (Identificador de Clase de QoS), ARP (Prioridad de Asignación y Retención), tasas de bits (MBR, GBR)

### Reglas PFCP

El SGW-C programa el SGW-U con reglas de procesamiento de paquetes:

- **PDR** (Regla de Detección de Paquetes) - Coincide con paquetes (uplink/downlink)
- **FAR** (Regla de Acción de Reenvío) - Especifica el comportamiento de reenvío
- **QER** (Regla de Aplicación de QoS) - Aplica límites de tasa de bits
- **BAR** (Regla de Acción de Buffering) - Controla el almacenamiento en búfer de paquetes durante las transferencias

Ver [Documentación de la Interfaz Sxa](#) para más detalles.

### Movilidad y Transferencia

SGW-C admite la movilidad de UE a través de eNodeBs:

- **Transferencia Intra-MME** - Transferencia dentro del mismo MME (sin cambio de SGW)
- **Transferencia Inter-MME** - Transferencia entre MMEs con reubicación de SGW
- **Reenvío de Datos** - Almacenamiento en búfer y reenvío de datos durante la transferencia
- **Actualización de Área de Seguimiento** - Re-registro de UE al moverse entre áreas

---

## Introducción

### Requisitos Previos

- Elixir ~1.16
- Erlang/OTP 26+
- Conectividad de red a MME, SGW-U y PGW-C
- Comprensión de la arquitectura LTE EPC

### Verificación de Operación

Verifique los registros para un inicio exitoso:

```
[info] Iniciando OmniSGW...
[info] Iniciando Exportador de Métricas en 127.0.0.40:42068
[info] Iniciando Corredor S11 en 127.0.0.10
[info] Iniciando Corredor S5/S8 en 127.0.0.15
[info] Iniciando Corredor Sxa en 127.0.0.20
[info] Iniciando Gestor de Nodo PFCP
[info] OmniSGW iniciado con éxito
```

Acceda a las métricas en <http://127.0.0.40:42068/metrics> (dirección configurada).

---

## Configuración

Toda la configuración en tiempo de ejecución se define en `config/runtime.exs`. La configuración está estructurada en varias secciones:

### Visión General de la Configuración

#### Referencia Rápida de Configuración

| Sección        | Propósito                         | Documentación                       |
|----------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| <b>metrics</b> | Exportador de métricas Prometheus | <a href="#">Guía de Monitoreo</a>   |
| <b>s11</b>     | Interfaz GTP-C al MME             | <a href="#">Configuración S11</a>   |
| <b>s5s8</b>    | Interfaz GTP-C al PGW-C           | <a href="#">Configuración S5/S8</a> |
| <b>sxa</b>     | Interfaz PFCP al SGW-U            | <a href="#">Configuración Sxa</a>   |

Consulte la [Guía de Configuración Completa](#) para información detallada.

---

## Interfaz Web - Panel de Operaciones en Tiempo Real

OmniSGW incluye una **Interfaz Web** integrada para monitoreo y operaciones en tiempo real, proporcionando visibilidad instantánea del estado del sistema sin necesidad de herramientas de línea de comandos o consultas de métricas.

### Accediendo a la Interfaz Web

http://<omniscgw-ip>:<web-port>/

#### Páginas Disponibles:

| Página         | URL            | Propósito   | Tasa de Actualización |
|----------------|----------------|---|-----------------------|
| Sesiones de UE | /ue_sessions   | Ver todas las sesiones activas de UE y portadoras | 2 segundos            |
| Sesiones PFPCP | /pfcp_sessions | Ver sesiones PFPCP con SGW-U                      | 2 segundos            |
| Estado SGW-U   | /sgwu_status   | Monitorear asociaciones de pares PFPCP            | 2 segundos            |
| Registros      | /logs          | Transmisión de registros en tiempo real           | En vivo               |

### Características Clave

#### Actualizaciones en Tiempo Real:

- Todas las páginas se actualizan automáticamente (sin necesidad de recarga manual)
- Transmisión de datos en vivo desde los procesos de OmniSGW
- Indicadores de estado codificados por colores (verde/rojo)

#### Búsqueda y Filtro:

- Buscar sesiones por IMSI, GUTI, número de teléfono
- Filtrado instantáneo sin recarga de página

#### Detalles Expandibles:

- Haga clic en cualquier fila para ver detalles completos de la sesión
- Inspeccionar todas las portadoras activas y sus parámetros de QoS
- Ver configuración y capacidades de pares

#### Sin Autenticación Requerida (Uso Interno):

- Acceso directo desde la red de gestión
- Diseñado para uso del equipo de NOC/operaciones
- Vincular solo a la IP de gestión por razones de seguridad

### Flujos de Trabajo Operacionales

#### Solución de Problemas de Sesiones:

- El usuario informa un problema de conectividad
- Abra la página de Sesiones de UE
- Busque por IMSI o número de teléfono
- Verifique que la sesión exista y tenga correcto:
  - Área de Seguimiento
  - Portadoras activas y su QoS
  - Puntos finales de túnel establecidos
  - Asociación correcta con PGW-C
- Si no se encuentra sesión → Verifique los registros por razón de rechazo

#### Verificación de Salud del Sistema:

- Abra la página de Estado SGW-U → Verifique que todos los pares SGW-U estén "Asociados"
- Abra Sesiones de UE → Verifique el conteo de sesiones activas vs. capacidad
- Monitoree la distribución de portadoras a través de APNs

#### Monitoreo de Capacidad:

- Mire el conteo de Sesiones de UE
- Compare con la capacidad licenciada/esperada
- Identifique los momentos de uso máximo
- Monitoree la distribución por tipo de servicio

### Interfaz Web vs. Métricas

#### Utilice la Interfaz Web para:

- Detalles de sesiones y portadoras individuales
- Estado de pares en tiempo real
- Verificaciones rápidas de salud
- Solución de problemas de usuarios específicos
- Verificación de configuración

#### Utilice Métricas de Prometheus para:

- Tendencias históricas
- Alertas y notificaciones
- Gráficos de planificación de capacidad
- Análisis de rendimiento
- Monitoreo a largo plazo

**Mejor Práctica:** Utilice ambas juntas - Interfaz Web para operaciones inmediatas, Prometheus para tendencias y alertas.

## Monitoreo y Métricas

Además de la Interfaz Web, OmniSGW expone métricas compatibles con Prometheus para monitoreo:

### Métricas Disponibles

- Métricas de Sesión**
  - teid\_registry\_count - TEIDs S11/S5S8 activos
  - seid\_registry\_count - Sesiones PFPCP activas
  - charging\_id\_registry\_count - IDs de carga activos
  - active\_ue\_sessions - Total de sesiones activas de UE
  - active\_bearers - Total de portadoras activas en todas las sesiones
- Métricas de Mensajes**
  - s11\_inbound\_messages\_total - Mensajes GTP-C recibidos en S11
  - s5s8\_inbound\_messages\_total - Mensajes GTP-C recibidos en S5/S8
  - sxa\_inbound\_messages\_total - Mensajes PFPCP recibidos
  - Distribuciones de duración de manejo de mensajes
- Métricas de Errores**
  - s11\_inbound\_errors\_total - Errores de protocolo S11
  - s5s8\_inbound\_errors\_total - Errores de protocolo S5/S8
  - sxa\_inbound\_errors\_total - Errores de protocolo Sxa

### Accediendo a Métricas

Las métricas se exponen a través de HTTP en el punto final configurado:

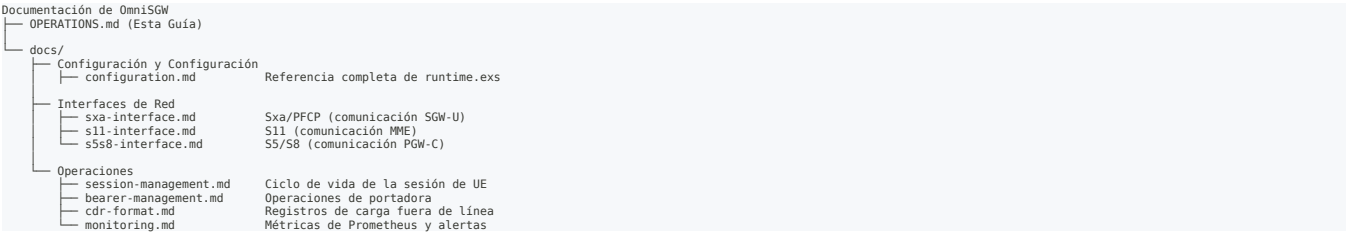
curl http://127.0.0.40:42068/metrics

Consulte la [Guía de Monitoreo y Métricas](#) para la configuración del panel y alertas.

## Documentación Detallada

Esta sección proporciona una visión general completa de toda la documentación de OmniSGW. Los documentos están organizados por tema y caso de uso.

Estructura de Documentación



Documentación por Tema

◆ Introducción

| Documento                     | Descripción                                    | Propósito                      |
|-------------------------------|--|--------------------------------|
| <a href="#">OPERATIONS.md</a> | Guía principal de operaciones (este documento) | Visión general y inicio rápido |

⊙ Configuración

| Documento                        | Descripción                        |
|----------------------------------|------------------------------------|
| <a href="#">configuration.md</a> | Referencia completa de runtime.exs |

◆ Interfaces de Red

| Documento                         | Descripción                   |
|-----------------------------------|-------------------------------|
| <a href="#">sxa-interface.md</a>  | Interfaz PFCP/Sxa al SGW-U    |
| <a href="#">s11-interface.md</a>  | Interfaz GTP-C S11 al MME     |
| <a href="#">s5s8-interface.md</a> | Interfaz GTP-C S5/S8 al PGW-C |

◆ Operaciones y Monitoreo

| Documento                             | Descripción  |
|---------------------------------------|--|
| <a href="#">session-management.md</a> | Ciclo de vida y operaciones de la sesión de UE       |
| <a href="#">bearer-management.md</a>  | Creación, modificación, eliminación de portadoras    |
| <a href="#">cdr-format.md</a>         | Formato de registro de datos de carga fuera de línea |
| <a href="#">monitoring.md</a>         | Métricas de Prometheus, paneles de Grafana, alertas  |

Rutas de Lectura

Para Operadores de Red

- [OPERATIONS.md](#) - Visión general (este documento)
- [configuration.md](#) - Configuración
- [monitoring.md](#) - Monitoreo
- [session-management.md](#) - Operaciones diarias

Para Ingenieros de Red

- [OPERATIONS.md](#) - Visión general de la arquitectura (este documento)
- [sxa-interface.md](#) - Control del plano de usuario
- [s11-interface.md](#) - Gestión móvil
- [s5s8-interface.md](#) - Conectividad PDN
- [session-management.md](#) - Ciclo de vida de la sesión
- [bearer-management.md](#) - Operaciones de portadora

Para Configuración y Despliegue

- [configuration.md](#) - Referencia completa
- [monitoring.md](#) - Configurar monitoreo

Recursos Adicionales

Especificaciones 3GPP

| Espec     | Título                                   |
|-----------|--|
| TS 29.274 | GTP-C v2 (interfaces S11 y S5/S8)        |
| TS 29.244 | PFCP (interfaz Sxa)                      |
| TS 32.251 | Carga del dominio de Paquetes Conmutados |
| TS 32.298 | Codificación de CDR                      |
| TS 23.401 | Arquitectura EPC                         |

## Tabla de Contenidos

- [Descripción General](#)
- [Formato del Archivo CDR](#)
- [Campos del CDR](#)
- [Eventos del CDR](#)
- [Estructura del Archivo](#)
- [Configuración](#)
- [Flujo de Generación del CDR](#)
- [Detalles de los Campos](#)
- [Ejemplos](#)
- [Integración](#)

## Descripción General

El **formato de CDR de Datos (Registro de Datos de Carga)** proporciona capacidades de carga offline para el Plano de Control del Gateway de Servicio (SGW-C). Los CDR se generan para registrar eventos de sesión de portadora, uso de datos e información del suscriptor para fines de facturación y análisis.

Este formato común es compatible con los CDR de PGW-C, asegurando consistencia en los registros de carga a través de la infraestructura EPC.

### Características Clave

- Formato basado en CSV** - Valores separados por comas, simples y legibles para humanos
- Grabación basada en eventos** - Captura eventos de inicio, actualización y finalización de portadoras
- Medición de volumen** - Registra el uso de datos en enlace ascendente y descendente
- Rotación automática** - Rotación de archivos configurable basada en intervalos de tiempo
- Cumple con 3GPP** - Sigue 3GPP TS 32.251 (carga de dominio PS) y TS 32.298 (codificación de CDR)

### Casos de Uso

| Caso de Uso                | Descripción                                       |
|----------------------------|---|
| Carga Offline              | Generar CDRs para facturación postpaga            |
| Análisis                   | Analizar patrones de uso de suscriptores          |
| Rastro de Auditoría        | Rastrear todos los eventos de sesión de portadora |
| Planificación de Capacidad | Monitorear la utilización de recursos de red      |
| Solución de Problemas      | Depurar problemas de sesión y portadora           |

## Formato del Archivo CDR

### Convención de Nombres de Archivos

<epoch\_timestamp>

#### Ejemplo:

1726598022

El nombre del archivo es la marca de tiempo de época Unix (en segundos) de cuando se creó el archivo.

### Ubicación del Archivo

#### Directorio predeterminado:

- SGW-C: /var/log/sgw\_c/cdrs/

Configurable a través del parámetro `directory` en la configuración del reportador de CDR.

### Encabezado del Archivo

Cada archivo CDR comienza con un encabezado de varias líneas que contiene metadatos:

```
# Archivo CDR de Datos:
# Hora de Inicio del Archivo: HH:MM:SS (unix_timestamp)
# Hora de Fin del Archivo: HH:MM:SS (unix_timestamp)
# Nombre del Gateway: <gateway_name>
# epoch,imsi,event,charging_id,msisdn,ue_imei,timezone_raw,plmn,tac,eci,sgw_ip,ue_ip,pgw_ip,apn,qci,octets_in,octets_out
```

#### Campos del Encabezado:

- Hora de Inicio del Archivo** - Cuándo se creó el archivo CDR (legible para humanos y marca de tiempo Unix)
- Hora de Fin del Archivo** - Cuándo ocurrirá la rotación del archivo (legible para humanos y marca de tiempo Unix)
- Nombre del Gateway** - Identificador para la instancia SGW-C
- Encabezados de Columna** - Nombres de campos CSV para los registros de datos

## Campos del CDR

### Resumen de Campos

| Posición | Nombre del Campo | Tipo   | Descripción  |
|----------|------------------|--------|--|
| 0        | epoch            | entero | Marca de tiempo del evento (segundos de época Unix)      |
| 1        | imsi             | cadena | Identidad Internacional del Suscriptor Móvil             |
| 2        | event            | cadena | Tipo de evento CDR (por ejemplo, "default_bearer_start") |
| 3        | charging_id      | entero | Identificador de carga único para la portadora           |
| 4        | msisdn           | cadena | Número ISDN de la Estación Móvil (número de teléfono)    |
| 5        | ue_imei          | cadena | Identidad Internacional de Equipo Móvil                  |
| 6        | timezone_raw     | cadena | Zona horaria del UE (reservado, actualmente vacío)       |
| 7        | plmn             | entero | Identificador de la Red Móvil Pública                    |
| 8        | tac              | entero | Código de Área de Seguimiento                            |
| 9        | eci              | entero | Identificador de Celda E-UTRAN                           |
| 10       | sgw_ip           | cadena | Dirección IP del plano de control S5/S8 de SGW-C         |
| 11       | ue_ip            | cadena | Dirección IP del UE (formato IPv4 IPv6)                  |
| 12       | pgw_ip           | cadena | Dirección IP del plano de control S5/S8 de PGW-C         |
| 13       | apn              | cadena | Nombre del Punto de Acceso                               |
| 14       | qci              | entero | Identificador de Clase de QoS                            |
| 15       | octets_in        | entero | Volumen de datos en enlace descendente (bytes)           |
| 16       | octets_out       | entero | Volumen de datos en enlace ascendente (bytes)            |

## Eventos del CDR

### Tipos de Eventos

Los CDR se generan para tres tipos de eventos:

| Tipo de Evento             | Formato              | Descripción                      | Cuándo se Genera                                     |
|----------------------------|----------------------|----------------------------------|--|
| Inicio de Portadora        | <type>_bearer_start  | Establecimiento de portadora     | Se envía la Respuesta de Creación de Sesión          |
| Actualización de Portadora | <type>_bearer_update | Informe de uso durante la sesión | Informes de uso periódicos desde el plano de usuario |
| Fin de Portadora           | <type>_bearer_end    | Terminación de portadora         | Solicitud/Respuesta de Eliminación de Sesión         |

#### Tipos de Portadora:

- default - Portadora predeterminada (una por conexión PDN)
- dedicated - Portadora dedicada (cero o más por conexión PDN)

### Ejemplos de Eventos

|                         |  |
|-------------------------|--|
| default_bearer_start    | - Portadora predeterminada establecida             |
| default_bearer_update   | - Actualización de uso de portadora predeterminada |
| default_bearer_end      | - Portadora predeterminada terminada               |
| dedicated_bearer_start  | - Portadora dedicada establecida                   |
| dedicated_bearer_update | - Actualización de uso de portadora dedicada       |
| dedicated_bearer_end    | - Portadora dedicada terminada                     |

## Estructura del Archivo

### Ejemplo de Archivo CDR

```
# Archivo CDR de Datos:
# Hora de Inicio del Archivo: 18:53:42 (1726598022)
# Hora de Fin del Archivo: 19:53:42 (1726601622)
# Nombre del Gateway: sgw-c-prod-01
# epoch,imsi,event,charging_id,msisdn,ue_imei,timezone_raw,plmn,tac,eci,sgw_ip,ue_ip,pgw_ip,apn,qci,octets_in,octets_out
1726598022,310260123456789,default_bearer_start,12345,15551234567,123456789012345,,349552,1234,5678,10.0.0.15,172.16.1.100|2001:db8::1,10.0.0.20,internet,9,0,0
1726598322,310260123456789,default_bearer_update,12345,15551234567,123456789012345,,349552,1234,5678,10.0.0.15,172.16.1.100|2001:db8::1,10.0.0.20,internet,9,1048576,524288
1726598622,310260123456789,default_bearer_update,12345,15551234567,123456789012345,,349552,1234,5678,10.0.0.15,172.16.1.100|2001:db8::1,10.0.0.20,internet,9,5242880,2097152
1726598922,310260123456789,default_bearer_end,12345,15551234567,123456789012345,,349552,1234,5678,10.0.0.15,172.16.1.100|2001:db8::1,10.0.0.20,internet,9,10485760,5242880
```

### Rotación de Archivos

Los archivos CDR se rotan automáticamente según la duración configurada:

#### Proceso de Rotación:

- Cerrar el archivo CDR actual
- Crear un nuevo archivo con la marca de tiempo actual
- Escribir el encabezado en el nuevo archivo
- Continuar grabando CDRs en el nuevo archivo

## Configuración

### Parámetros de Configuración

| Parámetro    | Tipo   | Descripción                            | Predeterminado | Recomendado                           |
|--------------|--------|--|----------------|---------------------------------------|
| gateway_name | cadena | Identificador de la instancia SGW-C    | -              | Usar nombre de host o ID de instancia |
| duration     | entero | Intervalo de rotación de archivos (ms) | -              | 3600000 (1 hora)                      |
| directory    | cadena | Ruta del directorio de salida de CDR   | -              | /var/log/sgw_c/cdrs                   |

### Ejemplos de Configuración

#### Producción:

- gateway\_name:** "sgw-c-prod-01"
- duration:** 3,600,000 ms (rotación de 1 hora)
- directory:** "/var/log/sgw\_c/cdrs"

#### Desarrollo:

- gateway\_name:** "sgw-c-dev"
- duration:** 300,000 ms (rotación de 5 minutos para pruebas)
- directory:** "/tmp/sgw\_c\_cdrs"

#### Alto Volumen:

- gateway\_name:** "sgw-c-prod-heavy"
- duration:** 1,800,000 ms (rotación de 30 minutos)
- directory:** "/mnt/fast-storage/cdrs"

## Flujo de Generación del CDR

### Eventos del Ciclo de Vida de la Portadora CDR

#### Generación de CDR de SGW-C:

#### Eventos de Generación de CDR

##### 1. Inicio de Portadora:

- Cuándo:** Se envía la Respuesta de Creación de Sesión
- Propósito:** Registra el establecimiento de la portadora con uso cero
- octets\_in:** 0
- octets\_out:** 0

##### 2. Actualización de Portadora:

- Cuándo:** Se recibe la Solicitud de Informe de Sesión PFPC desde el plano de usuario
- Propósito:** Registra el uso de datos incremental
- octets\_in:** Bytes acumulativos de enlace descendente desde el inicio de la portadora
- octets\_out:** Bytes acumulativos de enlace ascendente desde el inicio de la portadora

##### 3. Fin de Portadora:

- Cuándo:** Se recibe la Respuesta de Eliminación de Sesión PFPC (con uso final)
- Propósito:** Registra el uso final de datos antes de la terminación de la sesión
- octets\_in:** Total final de bytes de enlace descendente
- octets\_out:** Total final de bytes de enlace ascendente

Detalles de los Campos

1. epoch (Marca de Tiempo)

Tipo: Marca de tiempo de época Unix (segundos)

Descripción: El momento en que ocurrió el evento CDR

Ejemplo:

1726598022 → 2025-09-17 18:53:42 UTC

2. imsi (Identidad del Suscriptor)

Tipo: Cadena (hasta 15 dígitos)

Formato: MCCMNC + MSIN

Descripción: Identidad Internacional del Suscriptor Móvil que identifica de manera única al suscriptor

Ejemplo:

310260123456789  
MCC MNC MSIN  
(310) (260) (123456789)

Fuente: Contexto del UE, recibido en la Solicitud de Creación de Sesión

3. event (Tipo de Evento CDR)

Tipo: Cadena

Formato: <bearer\_type>\_bearer\_<event>

Valores:

- default\_bearer\_start
- default\_bearer\_update
- default\_bearer\_end
- dedicated\_bearer\_start
- dedicated\_bearer\_update
- dedicated\_bearer\_end

Determinación:

- Si EBI (ID de Portadora EPS) es igual a LBI (ID de Portadora Vinculada): default
- Si EBI no es igual a LBI: dedicated

Fuente: Contexto de la portadora (comparación EBI vs LBI)

4. charging\_id (Identificador de Carga)

Tipo: Entero sin signo de 32 bits

Descripción: Identificador único para la correlación de carga a través de elementos de red

Ejemplo:

12345

Fuente: Asignado por PGW-C, recibido en la Respuesta de Creación de Sesión

Uso:

- Correlaciona eventos de carga a través de SGW y PGW
- Utilizado en interfaces de carga Diameter Gy/Gz
- Único por portadora

5. msisdn (Número de Teléfono)

Tipo: Cadena (formato E.164)

Descripción: Número ISDN de la Estación Móvil (número de teléfono del suscriptor)

Formato: Código de país + número nacional

Ejemplo:

15551234567  
CC Nacional  
(1) (5551234567)

Fuente: Contexto del UE, típicamente del HSS a través del MME

6. ue\_imei (Identidad del Equipo)

Tipo: Cadena (15 dígitos)

Formato: TAC (8) + SNR (6) + Spare (1)

Descripción: Identidad Internacional de Equipo Móvil (identificador del dispositivo)

Ejemplo:

123456789012345  
TAC SNR S

Fuente: Contexto del UE, recibido del MME

7. timezone\_raw (Zona Horaria del UE)

Tipo: Cadena (actualmente reservado/vacío)

Descripción: Campo reservado para información de la zona horaria del UE

Estado Actual: No poblado (campo vacío en CSV)

Uso Futuro: Puede incluir el desplazamiento de la zona horaria y la bandera de horario de verano

Ejemplo:

, (campo vacío)

### 8. plmn (Identificador de Red)

**Tipo:** Entero (formato legado)

**Descripción:** Identificador de la Red Móvil Pública codificado como hexadecimal little-endian

**Proceso de Codificación:**

MCC: 505, MNC: 57  
↓  
"50557"  
↓  
Intercambiar pares: "055570"  
↓  
Hex a decimal: 0x055570 = 349552

**Ejemplo:**

349552 → MCC: 505, MNC: 57

**Fuente:** Información de ubicación del UE del MME

**Nota:** Este es un formato de codificación legado para compatibilidad hacia atrás

### 9. tac (Código de Área de Seguimiento)

**Tipo:** Entero sin signo de 16 bits

**Descripción:** El Código de Área de Seguimiento identifica el área de seguimiento donde se encuentra el UE

**Rango:** 0 - 65535

**Ejemplo:**

1234

**Fuente:** Información de ubicación del UE, recibida del MME en la Solicitud de Creación de Sesión

**Uso:**

- Identifica el área de gestión de movilidad
- Utilizado para paginación y actualizaciones de ubicación
- Parte de TAI (Identidad del Área de Seguimiento)

### 10. eci (Identificador de Celda E-UTRAN)

**Tipo:** Entero sin signo de 28 bits

**Descripción:** El Identificador de Celda E-UTRAN identifica de manera única la celda que atiende al UE

**Formato:** ID de eNodeB (20 bits) + ID de Celda (8 bits)

**Rango:** 0 - 268,435,455

**Ejemplo:**

5678

**Fuente:** Información de ubicación del UE del MME

**Uso:**

- Identifica la torre de celda y sector específicos
- Utilizado para la transferencia y gestión de movilidad
- Información de ubicación granular

### 11. sgw\_ip (IP del Plano de Control SGW)

**Tipo:** Cadena (dirección IPv4 o IPv6)

**Descripción:** Dirección IP del plano de control S5/S8 de SGW-C (F-TEID)

**Formato:** Decimal con puntos (IPv4) o hex con dos puntos (IPv6)

**Ejemplo:**

10.0.0.15 (IPv4)  
2001:db8::15 (IPv6)

**Fuente:** Configuración local, asignada a la interfaz S5/S8

### 12. ue\_ip (Dirección IP del UE)

**Tipo:** Cadena (formato IPv4|IPv6)

**Descripción:** Dirección IP asignada al UE para la conexión PDN

**Formato:** <ipv4>|<ipv6>

**Ejemplos:**

172.16.1.100| (solo IPv4)  
|2001:db8::1 (solo IPv6)  
172.16.1.100|2001:db8::1 (dual-stack)

**Fuente:** Asignación de Dirección PDN (PAA) de PGW-C

**Notas:**

- IPv4 vacío: No se asignó dirección IPv4
- IPv6 vacío: No se asignó dirección IPv6
- Ambos presentes: Conexión PDN de doble pila

### 13. pgw\_ip (IP del Plano de Control PGW)

**Tipo:** Cadena (dirección IPv4 o IPv6)

**Descripción:** Dirección IP del plano de control S5/S8 de PGW-C (remote F-TEID)

**Formato:** Decimal con puntos (IPv4) o hex con dos puntos (IPv6)

**Ejemplo:**



|              |        |
|--------------|--------|
| 10.0.0.20    | (IPv4) |
| 2001:db8::20 | (IPv6) |

**Fuente:** Recibido en la Respuesta de Creación de Sesión de PGW-C

**14. apn (Nombre del Punto de Acceso)**

**Tipo:** Cadena (hasta 100 caracteres)

**Descripción:** Nombre del Punto de Acceso que identifica la red externa (PDN)

**Formato:** Formato de etiqueta similar a DNS

**Ejemplos:**

|                      |
|----------------------|
| internet             |
| ims                  |
| mms                  |
| enterprise.corporate |

**Fuente:** Recibido en la Solicitud de Creación de Sesión del MME

**Uso:**

- Determina a qué red externa conectarse
- Impulsa políticas y reglas de carga
- Puede determinar el grupo de direcciones IP

**15. qci (Identificador de Clase de QoS)**

**Tipo:** Entero sin signo de 8 bits

**Descripción:** El Identificador de Clase de QoS define la calidad de servicio de la portadora

**Rango:** 1 - 9 (estandarizados), 128-254 (específicos del operador)

**Valores de QCI Estandarizados:**

| QCI | Tipo de Recurso | Prioridad | Retraso de Paquete | Pérdida de Paquete | Servicio de Ejemplo      |
|-----|-----------------|-----------|--------------------|--------------------|--------------------------|
| 1   | GBR             | 2         | 100 ms             | 10 <sup>-2</sup>   | Voz Conversacional       |
| 2   | GBR             | 4         | 150 ms             | 10 <sup>-3</sup>   | Video Conversacional     |
| 3   | GBR             | 3         | 50 ms              | 10 <sup>-3</sup>   | Juegos en Tiempo Real    |
| 4   | GBR             | 5         | 300 ms             | 10 <sup>-6</sup>   | Video No Conversacional  |
| 5   | No-GBR          | 1         | 100 ms             | 10 <sup>-6</sup>   | Señalización IMS         |
| 6   | No-GBR          | 6         | 300 ms             | 10 <sup>-6</sup>   | Video (almacenado)       |
| 7   | No-GBR          | 7         | 100 ms             | 10 <sup>-3</sup>   | Voz, Video, Juegos       |
| 8   | No-GBR          | 8         | 300 ms             | 10 <sup>-6</sup>   | Video (almacenado)       |
| 9   | No-GBR          | 9         | 300 ms             | 10 <sup>-6</sup>   | Portadora Predeterminada |

**Ejemplo:**

|   |
|---|
| 9 → Portadora predeterminada (mejor esfuerzo) |
|---|

**Fuente:** Parámetros de QoS de la portadora de PGW-C

**16. octets\_in (Volumen Descendente)**

**Tipo:** Entero sin signo de 64 bits

**Descripción:** Número de bytes transmitidos en la dirección de enlace descendente (red → UE)

**Unidades:** Bytes

**Ejemplo:**

|                            |
|----------------------------|
| 1048576 → 1 MB descendente |
|----------------------------|

**Fuente:** Medición de Volumen PFCP de SGW-U

**Notas:**

- Acumulativo para eventos update
- Total final para eventos end
- Siempre 0 para eventos start

**17. octets\_out (Volumen Ascendente)**

**Tipo:** Entero sin signo de 64 bits

**Descripción:** Número de bytes transmitidos en la dirección de enlace ascendente (UE → red)

**Unidades:** Bytes

**Ejemplo:**

|                            |
|----------------------------|
| 524288 → 512 KB ascendente |
|----------------------------|

**Fuente:** Medición de Volumen PFCP de SGW-U

**Notas:**

- Acumulativo para eventos update
- Total final para eventos end
- Siempre 0 para eventos start

**Ejemplos**

**Ejemplo 1: Sesión Básica con Actualización Única**

**Cronología:**

1. Portadora establecida
2. 5 minutos después: Actualización de uso (10 MB abajo, 5 MB arriba)
3. Sesión terminada

**Salida del CDR:**

|   |
|---|
| # Archivo CDR de Datos:   |
| # Hora de Inicio del Archivo: 10:00:00 (1726570800)   |
| # Hora de Fin del Archivo: 11:00:00 (1726574400)  |
| # Nombre del Gateway: sgw-c-01  |
| # epoch,imsi,event,charging_id,msisdn,ue_imei,timezone_raw,plmn,tac,eci,sgw_ip,ue_ip,pgw_ip,apn,qci,octets_in,octets_out                        |
| 1726570800,310260111111111,default_bearer_start,10001,1555111111,11111111111111,349552,1000,2000,10.0.0.15,172.16.1.1 ,10.0.0.20,internet,9,0,0 |

1726571100,31026011111111, default\_bearer\_update,10001,15551111111,11111111111111,,349552,1000,2000,10.0.0.15,172.16.1.1|,10.0.0.20,internet,9,10485760,5242880  
1726571400,31026011111111, default\_bearer\_end,10001,15551111111,11111111111111,,349552,1000,2000,10.0.0.15,172.16.1.1|,10.0.0.20,internet,9,10485760,5242880

Ejemplo 2: Sesión de Doble Pila con Múltiples Actualizaciones

Cronología:

- 1. Portadora de doble pila establecida (IPv4 + IPv6)
- 2. Múltiples actualizaciones de uso
- 3. Sesión terminada

Salida del CDR:

1726570800,31026022222222, default\_bearer\_start,10002,15552222222,22222222222222,,349552,1001,2001,10.0.0.15,172.16.1.2|2001:db8::2,10.0.0.20,internet,9,0,0  
1726571100,31026022222222, default\_bearer\_update,10002,15552222222,22222222222222,,349552,1001,2001,10.0.0.15,172.16.1.2|2001:db8::2,10.0.0.20,internet,9,2097152,1048576  
1726571400,31026022222222, default\_bearer\_update,10002,15552222222,22222222222222,,349552,1001,2001,10.0.0.15,172.16.1.2|2001:db8::2,10.0.0.20,internet,9,8388608,4194304  
1726571700,31026022222222, default\_bearer\_update,10002,15552222222,22222222222222,,349552,1001,2001,10.0.0.15,172.16.1.2|2001:db8::2,10.0.0.20,internet,9,20971520,10485760  
1726572000,31026022222222, default\_bearer\_end,10002,15552222222,22222222222222,,349552,1001,2001,10.0.0.15,172.16.1.2|2001:db8::2,10.0.0.20,internet,9,31457280,15728640

Ejemplo 3: Sesión con Portadora Dedicada

Cronología:

- 1. Portadora predeterminada establecida (QCI 9)
- 2. Portadora dedicada creada para video (QCI 6)
- 3. Actualizaciones de uso para ambas portadoras
- 4. Portadora dedicada eliminada
- 5. Portadora predeterminada terminada

Salida del CDR:

1726570800,31026033333333, default\_bearer\_start,10003,15553333333,33333333333333,,1258248,1002,2002,10.0.0.15,172.16.1.3|,10.0.0.20,internet,9,0,0  
1726571100,31026033333333, dedicated\_bearer\_start,10004,15553333333,33333333333333,,1258248,1002,2002,10.0.0.15,172.16.1.3|,10.0.0.20,internet,6,0,0  
1726571400,31026033333333, default\_bearer\_update,10003,15553333333,33333333333333,,1258248,1002,2002,10.0.0.15,172.16.1.3|,10.0.0.20,internet,9,5242880,2097152  
1726571700,31026033333333, dedicated\_bearer\_update,10004,15553333333,33333333333333,,1258248,1002,2002,10.0.0.15,172.16.1.3|,10.0.0.20,internet,6,104857600,1048576  
1726572000,31026033333333, dedicated\_bearer\_end,10004,15553333333,33333333333333,,1258248,1002,2002,10.0.0.15,172.16.1.3|,10.0.0.20,internet,6,209715200,2097152  
1726572400,31026033333333, default\_bearer\_end,10003,15553333333,33333333333333,,1258248,1002,2002,10.0.0.15,172.16.1.3|,10.0.0.20,internet,9,10485760,4194304

Análisis:

- La portadora predeterminada (10003) transporta tráfico de fondo (10 MB abajo, 4 MB arriba)
- La portadora dedicada (10004) transporta tráfico de video (200 MB abajo, 2 MB arriba)
- Diferentes valores de QCI (9 vs 6) reflejan diferentes tratamientos de QoS

Integración

Pipeline de Procesamiento de CDR

Métodos de Recolección de CDR

1. Recolección Basada en Archivos:

```
# Monitorear directorio CDR (SGW-C)
inotifywait -m /var/log/sgw_c/cdrs/ -e close_write | while read path action file; do
    # Rotación de archivo completada, procesar CDR
    process_cdr "$path$file"
done
```

2. Transmisión en Tiempo Real:

```
# Seguir y transmitir al pipeline de procesamiento
tail -F /var/log/sgw_c/cdrs/* | process_cdr_stream
```

Documentación Relacionada

- [Gestión de Sesiones](#) - Ciclo de vida de la sesión
- [Interfaz Sxa](#) - Informe de uso desde SGW-U
- [Guía de Monitoreo](#) - Métricas y alertas

Referencias 3GPP

- TS 32.251 - Carga de dominio de Paquetes (PS)
- TS 29.274 - Sistema de Paquetes Evolucionado (EPS) de 3GPP; protocolo GTP-C
- TS 29.244 - Interfaz entre nodos CP y UP (PFCP)
- TS 32.298 - Codificación de CDR

Formato CDR - Registros de Carga Offline para SGW-C

Desarrollado por Omnitouch Network Services

Versión de Documentación: 1.0 Última Actualización: 2025-12-10



# Guía de Configuración de SGW-C

**Referencia completa de runtime.exs**

*OmniSGW de Omnitouch Network Services*

---

## Tabla de Contenidos

1. [Descripción General](#)
  2. [Estructura de Configuración](#)
  3. [Configuración de Métricas](#)
  4. [Configuración de la Interfaz S11](#)
  5. [Configuración de la Interfaz S5/S8](#)
  6. [Configuración de la Interfaz Sxa](#)
  7. [Configuración de CDR](#)
  8. [Ejemplos de Despliegue](#)
- 

## Descripción General

Toda la configuración de tiempo de ejecución de OmniSGW se gestiona a través de config/runtime.exs. Este archivo se carga al inicio y controla:

- Vínculos de interfaz de red y puertos
- Conectividad de pares (MME, PGW-C, SGW-U)
- Métricas y monitoreo
- Generación de CDR
- Parámetros operativos

**La configuración NO se compila en el binario** - los cambios en runtime.exs tienen efecto al reiniciar sin recompilación.

Vea la configuración actual de tiempo de ejecución a través de la página de Configuración de la interfaz web:

---

## Estructura de Configuración

### Estructura Básica

```
# config/runtime.exs
```

```
import Config

config :sgw_c,
  metrics: %{ ... },
  s11: %{ ... },
  s5s8: %{ ... },
  sxa: %{ ... },
  cdr: %{ ... }
```

## Configuración de Métricas

### Configuración Básica

```
config :sgw_c,
  metrics: %{
    # Vínculo HTTP del exportador de métricas
    metrics_bind_address: "127.0.0.40",
    metrics_port: 42068,

    # Intervalo de sondeo de métricas (milisegundos)
    poll_interval_ms: 10000
  }
```

### Configuración de Producción

```
config :sgw_c,
  metrics: %{
    # Vínculo a la interfaz de red de gestión (no pública)
    metrics_bind_address: System.get_env("MGT_IP") || "10.0.0.40",
    metrics_port: 42068,

    # Sondeo frecuente para paneles de control receptivos
    poll_interval_ms: 5000
  }
```

### Accediendo a Métricas

```
# Exportar métricas en formato Prometheus
curl http://10.0.0.40:42068/metrics

# Métricas comunes:
# - teid_registry_count: TEIDs S11/S5S8 activos
# - seid_registry_count: Sesiones PFCP activas
# - s11_inbound_messages_total: Conteo de mensajes S11
# - sxa_inbound_messages_total: Conteo de mensajes Sxa
```

Para referencia detallada de métricas, paneles de Prometheus y configuración de

alertas, consulte la [Guía de Monitoreo y Métricas](#).

---

# Configuración de la Interfaz S11

## Configuración Básica

```
config :sgw_c,  
  s11: %{  
    # Dirección IPv4 local para S11 (interfaz MME)  
    local_ipv4_address: "10.0.0.10",  
  
    # Opcional: Dirección IPv6 local (para pila dual)  
    local_ipv6_address: nil,  
  
    # Opcional: Sobrescribir puerto por defecto  
    local_port: 2123,  
  
    # Tiempo de espera del mensaje (milisegundos)  
    message_timeout_ms: 5000,  
  
    # Configuración de reintentos  
    max_retries: 3,  
    retry_backoff_ms: 1000  
  }
```

## Selección de Interfaz de Red

```
# Interfaz única (recomendado)  
config :sgw_c,  
  s11: %{  
    local_ipv4_address: "10.0.0.10" # Interfaz única para S11  
  }  
  
# Interfaz dual (redes de control y de usuario separadas)  
config :sgw_c,  
  s11: %{  
    local_ipv4_address: "10.0.0.10" # Red de control  
  },  
  sxa: %{  
    local_ip_address: "10.1.0.20" # Red de usuario  
  }
```

## Configuración de Temporización de Mensajes

```
config :sgw_c,  
  s11: %{
```

```
# Para redes de alta latencia (> 100ms RTT)
message_timeout_ms: 10000,
max_retries: 5,
retry_backoff_ms: 2000,

# Para redes de baja latencia (< 50ms RTT)
message_timeout_ms: 3000,
max_retries: 2,
retry_backoff_ms: 500
}
```

---

## Configuración de la Interfaz S5/S8

### Configuración Básica

```
config :sgw_c,
  s5s8: %{
    # Dirección IPv4 local para S5/S8 (interfaz PGW)
    local_ipv4_address: "10.0.0.15",

    # Opcional: Dirección IPv6 local
    local_ipv6_address: nil,

    # Opcional: Sobrescribir puerto por defecto
    local_port: 2123,

    # Pares PGW-C
    pgw_peers: [
      %{
        ip_address: "10.0.0.20",
        name: "pgw-c-primary"
      },
      %{
        ip_address: "10.0.0.21",
        name: "pgw-c-secondary"
      }
    ],

    # Tiempos de espera de mensajes
    message_timeout_ms: 5000,
    max_retries: 3,
    retry_backoff_ms: 1000
  }
}
```

## Configuración de Pares PGW

```
# PGW único
config :sgw_c,
  s5s8: %{
    pgw_peers: [
      %{
        ip_address: "10.0.0.20",
        name: "pgw-c-prod"
      }
    ]
  }

# PGWs redundantes (balanceados)
config :sgw_c,
  s5s8: %{
    pgw_peers: [
      %{ip_address: "10.0.0.20", name: "pgw-c-1"},
      %{ip_address: "10.0.0.21", name: "pgw-c-2"},
      %{ip_address: "10.0.0.22", name: "pgw-c-3"}
    ]
  }

# PGWs redundantes (activo-en-espera)
config :sgw_c,
  s5s8: %{
    pgw_peers: [
      %{ip_address: "10.0.0.20", name: "pgw-c-primary"},
      %{ip_address: "10.0.0.21", name: "pgw-c-backup"}
    ]
  }
```

---

## Configuración de la Interfaz Sxa

### Configuración Básica

```
config :sgw_c,
  sxa: %{
    # Dirección IP local para la interfaz Sxa
    local_ip_address: "10.0.0.20",

    # Opcional: Sobrescribir puerto por defecto
    local_port: 8805,

    # Pares SGW-U
    peers: [
```

```

    %{
      ip_address: "10.0.0.30",
      node_id: "sgw-u-1.example.com"
    }
  ],

  # Intervalo de latido (segundos)
  heartbeat_interval_s: 20,

  # Tiempo de espera de sesión (milisegundos)
  session_timeout_ms: 5000,

  # Reintentos
  max_retries: 3
}

```

## Configuración de Pares SGW-U

```

# SGW-U único
config :sgw_c,
  sxa: %{
    peers: [
      %{
        ip_address: "10.0.0.30",
        node_id: "sgw-u-prod-01"
      }
    ]
  }

# SGW-Us redundantes
config :sgw_c,
  sxa: %{
    peers: [
      %{
        ip_address: "10.0.0.30",
        node_id: "sgw-u-prod-01"
      },
      %{
        ip_address: "10.0.0.31",
        node_id: "sgw-u-prod-02"
      }
    ]
  }
}

```

## Configuración de Latido

```

# Detección rápida (agresiva)
config :sgw_c,

```



```
sxa: %{
  heartbeat_interval_s: 10,
  max_retries: 2
}

# Detección normal (balanceada)
config :sgw_c,
  sxa: %{
    heartbeat_interval_s: 20,
    max_retries: 3
  }

# Detección lenta (benigna)
config :sgw_c,
  sxa: %{
    heartbeat_interval_s: 40,
    max_retries: 5
  }
```

---

## Configuración de CDR

### Configuración Básica

```
config :sgw_c,
  cdr: %{
    # Identificador de puerta de enlace en CDRs
    gateway_name: "sgw-c-prod-01",

    # Intervalo de rotación de archivos (milisegundos)
    rotation_interval_ms: 3600000, # 1 hora

    # Directorio de salida para archivos CDR
    directory: "/var/log/sgw_c/cdrs"
  }
```

### Configuración de Producción

```
config :sgw_c,
  cdr: %{
    # Usar nombre de host o ID de instancia del despliegue
    gateway_name: System.get_env("HOSTNAME") || "sgw-c-prod-01",

    # Rotar cada hora para manejabilidad
    rotation_interval_ms: 3600000,

    # Usar almacenamiento rápido para CDRs
```

```
    directory: System.get_env("CDR_DIR") || "/var/log/sgw_c/cdrs"
}
```

## Configuración de Alto Volumen

```
config :sgw_c,
  cdr: %{
    gateway_name: "sgw-c-prod-high-vol",

    # Rotar con más frecuencia para gestionar el tamaño del archivo
    rotation_interval_ms: 1800000, # Rotación de 30 minutos

    # Usar almacenamiento rápido dedicado
    directory: "/mnt/fast-ssd/sgw_c/cdrs"
  }
```

---

## Ejemplos de Despliegue

### Puerta de Enlace Única (Mínima)

```
import Config

config :sgw_c,
  metrics: %{
    metrics_bind_address: "127.0.0.40",
    metrics_port: 42068,
    poll_interval_ms: 10000
  },
  s11: %{
    local_ipv4_address: "10.0.0.10",
    local_port: 2123,
    message_timeout_ms: 5000,
    max_retries: 3,
    retry_backoff_ms: 1000
  },
  s5s8: %{
    local_ipv4_address: "10.0.0.10",
    pgw_peers: [
      %{ip_address: "10.0.0.20", name: "pgw-c-prod"}
    ],
    message_timeout_ms: 5000,
    max_retries: 3,
    retry_backoff_ms: 1000
  },
  sxa: %{
    local_ip_address: "10.0.0.10",
```

```

    peers: [
      %{ip_address: "10.0.0.30", node_id: "sgw-u-prod-01"}
    ],
    heartbeat_interval_s: 20,
    session_timeout_ms: 5000,
    max_retries: 3
  },
  cdr: %{
    gateway_name: "sgw-c-prod-01",
    rotation_interval_ms: 3600000,
    directory: "/var/log/sgw_c/cdrs"
  }
}

```

## Configuración de Alta Disponibilidad (Redundante)

```

import Config

sgw_s11_ip = System.get_env("SGW_S11_IP") || "10.0.0.10"
sgw_s5s8_ip = System.get_env("SGW_S5S8_IP") || "10.0.0.15"
sgw_sxa_ip = System.get_env("SGW_SXA_IP") || "10.0.0.20"
mgt_ip = System.get_env("MGT_IP") || "10.0.0.40"

config :sgw_c,
  metrics: %{
    metrics_bind_address: mgt_ip,
    metrics_port: 42068,
    poll_interval_ms: 5000
  },
  s11: %{
    local_ipv4_address: sgw_s11_ip,
    message_timeout_ms: 5000,
    max_retries: 3,
    retry_backoff_ms: 1000
  },
  s5s8: %{
    local_ipv4_address: sgw_s5s8_ip,
    pgw_peers: [
      %{ip_address: "10.0.0.20", name: "pgw-c-1"},
      %{ip_address: "10.0.0.21", name: "pgw-c-2"},
      %{ip_address: "10.0.0.22", name: "pgw-c-3"}
    ],
    message_timeout_ms: 5000,
    max_retries: 3,
    retry_backoff_ms: 1000
  },
  sxa: %{
    local_ip_address: sgw_sxa_ip,
    peers: [

```

```

    %{ip_address: "10.0.0.30", node_id: "sgw-u-1"},
    %{ip_address: "10.0.0.31", node_id: "sgw-u-2"},
    %{ip_address: "10.0.0.32", node_id: "sgw-u-3"}
  ],
  heartbeat_interval_s: 20,
  session_timeout_ms: 5000,
  max_retries: 3
},
cdr: %{
  gateway_name: System.get_env("HOSTNAME") || "sgw-c-prod-01",
  rotation_interval_ms: 3600000,
  directory: "/var/log/sgw_c/cdrs"
}

```

## Grado de Portadora de Alto Volumen

```

import Config

# Cargar todas las configuraciones desde el entorno (requerido en
# producción)
sgw_s11_ip = System.fetch_env!("SGW_S11_IP")
sgw_s5s8_ip = System.fetch_env!("SGW_S5S8_IP")
sgw_sxa_ip = System.fetch_env!("SGW_SXA_IP")
mgt_ip = System.fetch_env!("MGT_IP")
hostname = System.get_env("HOSTNAME")

# Analizar pares PGW desde el entorno (formato JSON)
pgw_peers_env = System.get_env("PGW_PEERS", "[]")
{:ok, pgw_peers} = Jason.decode(pgw_peers_env)
pgw_peers = Enum.map(pgw_peers, &Map.to_atom/1)

# Analizar pares SGW-U desde el entorno
sgwu_peers_env = System.get_env("SGWU_PEERS", "[]")
{:ok, sgwu_peers} = Jason.decode(sgwu_peers_env)
sgwu_peers = Enum.map(sgwu_peers, &Map.to_atom/1)

config :sgw_c,
  metrics: %{
    metrics_bind_address: mgt_ip,
    metrics_port: 42068,
    poll_interval_ms: 5000
  },
  s11: %{
    local_ipv4_address: sgw_s11_ip,
    message_timeout_ms: 5000,
    max_retries: 3,
    retry_backoff_ms: 1000
  },

```

```
s5s8: %{
  local_ipv4_address: sgw_s5s8_ip,
  pgw_peers: pgw_peers,
  message_timeout_ms: 5000,
  max_retries: 3,
  retry_backoff_ms: 1000
},
sxa: %{
  local_ip_address: sgw_sxa_ip,
  peers: sgwu_peers,
  heartbeat_interval_s: 20,
  session_timeout_ms: 5000,
  max_retries: 3
},
cdr: %{
  gateway_name: hostname,
  rotation_interval_ms: 1800000, # Rotación de 30 minutos
  directory: "/mnt/fast-ssd/sgw_c/cdrs"
}
```

# Referencia de Variables de Entorno

## Variables Requeridas

| Variable    | Descripción                     | Ejemplo   |
|-------------|---------------------------------|-----------|
| SGW_S11_IP  | IP de la interfaz S11           | 10.0.0.10 |
| SGW_S5S8_IP | IP de la interfaz S5/S8         | 10.0.0.15 |
| SGW_SXA_IP  | IP de la interfaz Sxa           | 10.0.0.20 |
| MGT_IP      | Dirección de enlace de métricas | 10.0.0.40 |

## Variables Opcionales

| Variable   | Descripción                             | Por Defecto                |
|------------|---|----------------------------|
| HOSTNAME   | Nombre de la puerta de enlace para CDRs | Nombre de host del sistema |
| PGW_PEERS  | Array JSON de pares PGW                 | []                         |
| SGWU_PEERS | Array JSON de pares SGW-U               | []                         |
| CDR_DIR    | Directorio de salida de CDR             | /var/log/sgw_c/cdrs        |

## Ejemplo de Despliegue

```
export SGW_S11_IP="10.0.0.10"
export SGW_S5S8_IP="10.0.0.15"
export SGW_SXA_IP="10.0.0.20"
export MGT_IP="10.0.0.40"
```

```
export HOSTNAME="sgw-c-prod-01"
export PGW_PEERS='[{"ip_address":"10.0.0.20","name":"pgw-c-1"}]'
export SGWU_PEERS='[{"ip_address":"10.0.0.30","node_id":"sgw-u-1"}]'

mix run --no-halt
```

---

## Verificación

### Verificar Configuración al Inicio

Monitorear registros de inicio:

```
mix run --no-halt 2>&1 | grep -E "S11|S5/S8|Sxa|Metrics"

# Salida esperada:
# [info] Iniciando SGW-C...
# [info] Iniciando Exportador de Métricas en 10.0.0.40:42068
# [info] Iniciando Corredor S11 en 10.0.0.10
# [info] Iniciando Corredor S5/S8 en 10.0.0.15
# [info] Iniciando Corredor Sxa en 10.0.0.20
# [info] OmniSGW iniciado con éxito
```

### Verificar Configuración Activa

```
# Verificar que las métricas son accesibles
curl http://10.0.0.40:42068/metrics | head -20

# Verificar que el puerto S11 está escuchando
netstat -an | grep 2123

# Verificar conectividad de pares S11 en los registros
tail -f /var/log/sgw_c/sgw_c.log | grep "S11"
```

---

## Problemas Comunes de Configuración

### "Dirección ya en uso"

**Problema:** Fallo en el enlace de puerto al inicio

**Solución:**

```
# Encontrar proceso que usa el puerto
lsof -i :2123
```

```
# Matar proceso existente o usar un puerto diferente
killall sgw_c
# o
config :sgw_c, s11: %{local_port: 2124}
```

## **"Conexión rechazada" al PGW**

**Problema:** S5/S8 no puede alcanzar PGW-C

### **Solución:**

```
# Verificar IP del PGW
ping 10.0.0.20

# Verificar reglas de firewall
iptables -L | grep 2123

# Probar conectividad
nc -u -v 10.0.0.20 2123
```

## **"No se puede alcanzar SGW-U"**

**Problema:** Fallo en la asociación Sxa

### **Solución:**

```
# Verificar que SGW-U es alcanzable
ping 10.0.0.30

# Verificar puerto PFCP
netstat -an | grep 8805

# Verificar que el puerto PFCP está abierto
iptables -L | grep 8805
```



# Guía de Monitoreo y Métricas

## Métricas de Prometheus, Dashboards de Grafana y Alertas

*OmniSGW de Omnitouch Network Services*

---

## Tabla de Contenidos

1. [Descripción General](#)
  2. [Exportador de Métricas](#)
  3. [Métricas Disponibles](#)
  4. [Configuración de Prometheus](#)
  5. [Dashboards de Grafana](#)
  6. [Reglas de Alerta](#)
  7. [Solución de Problemas](#)
- 

## Descripción General

OmniSGW expone métricas compatibles con Prometheus para un monitoreo integral de las operaciones de red, gestión de sesiones y salud del sistema.

## Arquitectura de Métricas

---

## Exportador de Métricas

### Accediendo a las Métricas

Las métricas se exponen en el punto final HTTP configurado:

```
# Punto final por defecto (si está configurado)
curl http://127.0.0.40:42068/metrics

# Exportar a archivo
curl http://127.0.0.40:42068/metrics > metrics.txt

# Monitoreo en tiempo real
watch -n 5 'curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | head -30'
```

Para la configuración del punto final de métricas (dirección de enlace, puerto e intervalo de sondeo), consulte la [Guía de Configuración](#).



## Formato de Métricas

Las métricas están en formato de texto de Prometheus:

```
# HELP teid_registry_count Total number of allocated TEIDs
# TYPE teid_registry_count gauge
teid_registry_count 1234

# HELP s11_inbound_messages_total Total number of inbound S11 messages
# TYPE s11_inbound_messages_total counter
s11_inbound_messages_total{message_type="create_session_request"} 5432
s11_inbound_messages_total{message_type="delete_session_request"} 5100
s11_inbound_messages_total{message_type="modify_bearer_request"} 12000
```

---

## Métricas Disponibles

### Métricas de Gestión de Sesiones

#### Sesiones Activas:

```
teid_registry_count
├─ Descripción: Asignaciones de TEID S11/S5S8 activas
├─ Tipo: Gauge
├─ Rango: 0 a capacidad máxima licenciada
└─ Ejemplo: 1234 (1234 sesiones activas)

seid_registry_count
├─ Descripción: Sesiones PFCP activas (por par SGW-U)
├─ Tipo: Gauge
├─ Etiquetas: peer_ip
└─ Ejemplo: seid_registry_count{peer_ip="10.0.0.30"} 1234

active_ue_sessions
├─ Descripción: Total de sesiones UE activas
├─ Tipo: Gauge
└─ Ejemplo: 5000

active_bearers
├─ Descripción: Total de portadores activos (por defecto + dedicados)
├─ Tipo: Gauge
└─ Ejemplo: 5500 (1 por defecto + 0.1 dedicados por sesión)

charging_id_registry_count
├─ Descripción: IDs de carga activos
├─ Tipo: Gauge
└─ Ejemplo: 5000
```

### Contadores de Mensajes

#### S11 (Interfaz MME):

```
s11_inbound_messages_total
├── Tipo: Counter (en aumento)
├── Etiquetas: message_type
├── Valores:
│   ├── create_session_request
│   ├── delete_session_request
│   ├── modify_bearer_request
│   ├── create_bearer_request
│   ├── delete_bearer_request
│   ├── release_access_bearers_request
│   ├── downlink_data_notification
│   └── echo_request
└── Ejemplo:
s11_inbound_messages_total{message_type="create_session_request"} 5432
```

### **S5/S8 (Interfaz PGW):**

```
s5s8_inbound_messages_total
├── Tipo: Counter
├── Etiquetas: message_type
├── Valores: (mismos que los tipos de solicitud S11)
└── Ejemplo:
s5s8_inbound_messages_total{message_type="create_session_request"} 4500
```

### **Sxa (Interfaz SGW-U):**

```
sxa_inbound_messages_total
├── Tipo: Counter
├── Etiquetas: message_type
├── Valores:
│   ├── session_establishment_request
│   ├── session_modification_request
│   ├── session_deletion_request
│   ├── session_report_request
│   ├── association_setup_request
│   └── heartbeat_request
└── Ejemplo:
sxa_inbound_messages_total{message_type="session_report_request"} 67000
```

## **Métricas de Rendimiento**

### **Latencia de Mensajes:**

```
s11_inbound_duration_seconds
├── Tipo: Histogram (con cubos)
├── Descripción: Tiempo de procesamiento de mensajes S11
├── Percentiles: _count, _sum, _bucket
└── Ejemplo: s11_inbound_duration_seconds_bucket{le="0.1"} 5000
```

```
s5s8_inbound_duration_seconds
├── Tipo: Histogram
└── Descripción: Tiempo de procesamiento de mensajes S5/S8
```

```
sxa_inbound_duration_seconds
├─ Tipo: Histogram
├─ Descripción: Tiempo de procesamiento de mensajes Sxa
```

### Asociación PFCP:

```
pfcip_association_status
├─ Tipo: Gauge
├─ Valores: 1 (asociado) o 0 (no asociado)
├─ Etiquetas: peer_ip, node_id
├─ Ejemplo: pfcip_association_status{peer_ip="10.0.0.30"} 1
```

```
pfcip_heartbeat_latency_ms
├─ Tipo: Gauge
├─ Descripción: Tiempo de ida y vuelta del heartbeat
├─ Etiquetas: peer_ip
├─ Ejemplo: pfcip_heartbeat_latency_ms{peer_ip="10.0.0.30"} 15
```

## Métricas de Error

### Errores de Protocolo:

```
s11_inbound_errors_total
├─ Tipo: Counter
├─ Etiquetas: error_type
├─ Valores:
│   └─ parse_error
│   └─ validation_error
│   └─ timeout
│   └─ other
├─ Ejemplo: s11_inbound_errors_total{error_type="timeout"} 12
```

```
s5s8_inbound_errors_total
├─ Tipo: Counter
├─ Descripción: Errores S5/S8
```

```
sxa_inbound_errors_total
├─ Tipo: Counter
├─ Descripción: Errores Sxa
```

### Fallos en la Creación de Sesiones:

```
create_session_response_cause
├─ Tipo: Counter
├─ Etiquetas: cause_code
├─ 000 Valores: (códigos de causa 3GPP)
├─ Ejemplos:
│   └─ cause_code="0": Éxito
│   └─ cause_code="16": No hay recursos disponibles
│   └─ cause_code="25": Error de semántica
│   └─ cause_code="49": No hay regla coincidente
```

---

# Configuración de Prometheus

## Instalación

```
# Descargar Prometheus
wget https://github.com/prometheus/prometheus/releases/download/v2.45.0/
prometheus-2.45.0.linux-amd64.tar.gz
tar xzf prometheus-2.45.0.linux-amd64.tar.gz
cd prometheus-2.45.0.linux-amd64
```

## Archivo de Configuración

**prometheus.yml:**

```
global:
  scrape_interval: 15s
  evaluation_interval: 15s
  external_labels:
    monitor: 'sgw-c-prod'

scrape_configs:
  - job_name: 'sgw-c'
    static_configs:
      - targets: ['127.0.0.40:42068']
        labels:
          instance: 'sgw-c-prod-01'

  - job_name: 'sgw-c-backup'
    static_configs:
      - targets: ['127.0.0.41:42068']
        labels:
          instance: 'sgw-c-prod-02'

alerting:
  alertmanagers:
    - static_configs:
      - targets: ['127.0.0.50:9093']
```

## Iniciando Prometheus

```
./prometheus --config.file=prometheus.yml \
  --storage.tsdb.path=/var/lib/prometheus \
  --web.console.libraries=consoles \
  --web.console.templates=console_templates
```

## Accediendo a Prometheus

```
http://localhost:9090
```

---

# Dashboards de Grafana

## Instalación

```
# Docker (más fácil)
docker run -d \
  --name=grafana \
  -p 3000:3000 \
  -e GF_SECURITY_ADMIN_PASSWORD=admin \
  grafana/grafana
```

## Agregando Fuente de Datos

1. **Abrir Grafana:** <http://localhost:3000>
2. **Configuración → Fuentes de Datos**
3. **Agregar → Prometheus**
4. **URL:** <http://prometheus:9090>

## Dashboard: Resumen de Sesiones

### Paneles:

Fila 1:

- Sesiones Activas (Gauge)
- Portadores Activos (Gauge)
- Mensajes S11/sec (Gráfico)
- Mensajes S5/S8/sec (Gráfico)

Fila 2:

- Mensajes Sxa/sec (Gráfico)
- Latencia S11 p95 (Gráfico)
- Latencia S5/S8 p95 (Gráfico)
- Latencia Sxa p95 (Gráfico)

Fila 3:

- Errores S11/min (Gráfico)
- Errores S5/S8/min (Gráfico)
- Errores Sxa/min (Gráfico)
- Asociaciones PFCP (Estado)

## Dashboard: Salud de la Interfaz

### Paneles:

Fila 1:

- Estado del Par S11 (Estado)
- Estado del Par S5/S8 (Estado)
- Estado del Par SGW-U (Lista de estados)
- Carga del Sistema (Gauge)

Fila 2:

- Tasa de Mensajes S11 (Gráfico)
- Tasa de Mensajes S5/S8 (Gráfico)
- Tasa de Mensajes Sxa (Gráfico)
- Tasa de Errores (Gráfico)

Fila 3:

- Histograma de Latencia de Mensajes (Mapa de Calor)
- Tasa de Creación de Sesiones (Gráfico)
- Tasa de Terminación de Sesiones (Gráfico)
- Tasa de Creación de Portadores (Gráfico)

## Dashboard: Planificación de Capacidad

### Paneles:

Fila 1:

- Sesiones vs Capacidad (Gauge + Umbral)
- Portadores vs Capacidad (Gauge + Umbral)
- Distribución de Sesiones PFCP (Gráfico de Barras)
- Sesiones por APN (Gráfico Circular)

Fila 2:

- Tendencia de Crecimiento de Sesiones (Gráfico)
- Tendencia de Crecimiento de Portadores (Gráfico)
- Hora de Máxima Sesión (Mapa de Calor)
- Distribución de Duración de Sesiones (Histograma)

## Ejemplos de Consultas de Dashboard

### Sesiones Activas:

```
teid_registry_count
```

### Tasa de Creación de Sesiones:

```
rate(s11_inbound_messages_total{message_type="create_session_request"}[5m])
```

### Latencia S11 (percentil 95):

```
histogram_quantile(0.95, rate(s11_inbound_duration_seconds_bucket[5m]))
```

### Tasa de Errores:

```
rate(s11_inbound_errors_total[5m]) +
rate(s5s8_inbound_errors_total[5m]) +
rate(sxa_inbound_errors_total[5m])
```

### Estado de Asociación PFCP:

```
pfcf_association_status{peer_ip=~"10.0.0.3[0-2]"}
```

---

# Reglas de Alerta

## Archivo de Reglas de Alerta

sgw-c-alerts.yml:

```
groups:
- name: sgw-c-alerts
  interval: 30s
  rules:
    # Alertas de capacidad de sesión
    - alert: SGWCapacityHigh
      expr: (teid_registry_count / 100000) > 0.8
      for: 5m
      annotations:
        summary: "Capacidad de sesión SGW por encima del 80%"
        description: "Sesiones: {{ $value }} de 100000"

    # Alertas de salud de la interfaz
    - alert: S11PeerDown
      expr: absent(s11_inbound_messages_total) > 0
      for: 2m
      annotations:
        summary: "Interfaz S11 inalcanzable"

    - alert: PGWPeerDown
      expr: create_session_response_cause{cause_code="49"} > 100
      for: 2m
      annotations:
        summary: "Par PGW-C inalcanzable"

    - alert: SGWUAssociationDown
      expr: pfcg_association_status == 0
      for: 1m
      annotations:
        summary: "Asociación SGW-U perdida"
        description: "Par: {{ $labels.peer_ip }}"

    # Alertas de latencia de mensajes
    - alert: S11LatencyHigh
      expr: histogram_quantile(0.95,
rate(s11_inbound_duration_seconds_bucket[5m])) > 1
      for: 5m
      annotations:
        summary: "Latencia S11 por encima de 1 segundo"
        description: "p95: {{ $value }}s"

    - alert: S5S8LatencyHigh
      expr: histogram_quantile(0.95,
rate(s5s8_inbound_duration_seconds_bucket[5m])) > 1
      for: 5m
```

```

    annotations:
      summary: "Latencia S5/S8 por encima de 1 segundo"

# Alertas de tasa de errores
- alert: S11ErrorRate
  expr: rate(s11_inbound_errors_total[5m]) > 10
  for: 3m
  annotations:
    summary: "Alta tasa de errores S11"
    description: "{{ $value }}" errores/seg"

- alert: SessionEstablishmentFailure
  expr: rate(create_session_response_cause{cause_code!="0"}[5m]) > 20
  for: 3m
  annotations:
    summary: "Alta tasa de fallos en la creación de sesiones"
    description: "{{ $value }}" fallos/seg"

```

## Configurando AlertManager

### alertmanager.yml:

```

global:
  resolve_timeout: 5m

route:
  receiver: 'sgw-alerts'
  group_by: ['alertname', 'instance']
  group_wait: 30s
  group_interval: 5m
  repeat_interval: 12h

receivers:
- name: 'sgw-alerts'
  webhook_configs:
    - url: 'http://slack-webhook-url'
  email_configs:
    - to: 'noc@example.com'
      from: 'sgw-alerts@example.com'
      smarthost: 'smtp.example.com:587'

```

## Ejemplos de Notificaciones de Alerta

### Integración con Slack:

◇ Capacidad SGW Alta  
 Severidad: Advertencia  
 Sesiones Activas: 85,000 / 100,000 (85%)  
 Hora: 2025-12-10 15:30:00 UTC  
 Acción: Monitorear para aumento de capacidad

### Integración por Correo Electrónico:



Asunto: [ALERTA] Par S11 Inalcanzable

La interfaz S11 de SGW-C no ha recibido mensajes durante 2 minutos. Esto puede indicar:

- Problema de conectividad de red MME
- Reinicio de SGW-C requerido
- Configuración del puerto S11 cambiada

Acción Inmediata Requerida: Verificar estado de S11

---

## Solución de Problemas

### Métricas No Aparecen

**Problema:** Punto final de métricas vacío o 404

**Diagnóstico:**

```
# Verificar que el punto final de métricas sea accesible
curl -v http://127.0.0.40:42068/metrics
```

```
# Verificar registros para errores del exportador de métricas
tail -f /var/log/sgw_c/sgw_c.log | grep -i metric
```

```
# Verificar configuración
cat config/runtime.exs | grep metrics
```

**Soluciones:**

1. Reiniciar el proceso SGW-C
2. Verificar que la IP/puerto de métricas no esté bloqueado por el firewall
3. Verificar la configuración de la dirección de enlace
4. Asegurarse de que haya suficiente memoria para la recolección de métricas

### Métricas Faltantes para Interfaz Específica

**Problema:** Métricas S11 muestran pero faltan S5/S8 o Sxa

**Diagnóstico:**

1. Verificar que la interfaz esté configurada
2. Verificar que la interfaz esté activa
3. Monitorear registros para errores de conexión

**Solución:**

- Verificar la alcanzabilidad del par
- Verificar la vinculación de la interfaz
- Revisar la configuración

## Alto Uso de Memoria

**Problema:** Exportador de métricas consumiendo memoria excesiva

### Diagnóstico:

```
# Verificar memoria del proceso
ps aux | grep sgw_c | grep -v grep | awk '{print $6}'

# Monitorear crecimiento a lo largo del tiempo
watch -n 5 'ps aux | grep sgw_c'
```

### Soluciones:

1. Reducir el intervalo de sondeo de métricas
  2. Limitar el número de muestras de métricas
  3. Implementar política de retención de métricas
  4. Escalar a múltiples instancias
- 

## Mejores Prácticas

### Recolección de Métricas

- **Intervalo de Sondeo:** 15-30 segundos para equilibrio
- **Retención:** 15-30 días de almacenamiento de métricas
- **Agregación:** Pre-agregar métricas de alta cardinalidad
- **Muestreo:** Usar percentiles para latencia, no valores brutos

### Diseño de Dashboard

- **Contexto:** Incluir rango de tiempo, instancia, información del par
- **Capas:** Resumen → Detalle 🔍 Depuración
- **Alertas:** Umbrales visuales en gráficos de capacidad
- **Correlación:** Vincular métricas relacionadas

### Estrategia de Alertas

- **Jerarquía:** Crítico → Advertencia → Información
  - **Escalación:** Notificar al responsable para alertas críticas
  - **Ajuste de Umbrales:** Línea base y luego +20% para advertencia
  - **Pruebas Regulares:** Probar rutas de alerta mensualmente
- 

## Guía de Monitoreo - Métricas y Observabilidad de OmniSGW

*Desarrollado por Omnitouch Network Services*

**Versión de Documentación:** 1.0

**Última Actualización:** 2025-12-10



# Documentación de la Interfaz S11

## Comunicación GTP-C con MME

*OmniSGW de Omnitouch Network Services*

---

## Tabla de Contenidos

1. [Descripción General](#)
  2. [Detalles del Protocolo](#)
  3. [Configuración](#)
  4. [Tipos de Mensajes](#)
  5. [Establecimiento de Sesión](#)
  6. [Modificación de Sesión](#)
  7. [Terminación de Sesión](#)
  8. [Operaciones de Red](#)
  9. [Solución de Problemas](#)
- 

## Descripción General

La **interfaz S11** conecta OmniSGW con el MME (Entidad de Gestión de Movilidad) utilizando el protocolo **GTP-C v2** (Protocolo de Túnel GPRS - plano de control). Esta interfaz maneja toda la señalización del plano de control para la gestión de sesiones de UE, operaciones de portadoras y procedimientos de movilidad.

## Características Clave

- **Protocolo GTP-C v2** - Señalización de mensajes conforme a estándares
  - **Enrutamiento basado en TEID** - Identificadores de punto final de túnel para seguimiento de sesiones
  - **Gestión de Sesiones con Estado** - Mantiene el contexto de UE a través de mensajes
  - **Soporte para Transferencias** - Coordina la movilidad inter-MME e intra-MME
  - **Operaciones de Portadora** - Crear, modificar y eliminar portadoras
  - **Notificaciones de Datos de Enlace Descendente** - Paginación para sesiones suspendidas
-

# Detalles del Protocolo

## GTP-C Versión 2

- **Protocolo:** GTP-C v2 (3GPP TS 29.274)
- **Transporte:** UDP
- **Puerto:** 2123 (estándar)
- **Tipo de Interfaz:** Plano de Control
- **Dirección:** Solicitud/respuesta bidireccional

## TEID (Identificador de Punto Final de Túnel)

Cada sesión tiene TEIDs únicos para enrutamiento de mensajes:

- **TEID Local** - Asignado por OmniSGW para mensajes entrantes desde MME
- **TEID Remoto** - Asignado por MME para mensajes salientes hacia MME

Enrutamiento de Mensajes:

MME → SGW: Utiliza el TEID Local de OmniSGW en el encabezado del mensaje

SGW → MME: Utiliza el TEID Remoto de MME en el encabezado del mensaje

## Formato del Mensaje

Todos los mensajes S11 siguen el formato GTP-C v2:

Encabezado GTP-C (12-16 bytes)

- Versión (3 bits): 0x2 (GTP-C v2)
- Bandera de Piggyback (1 bit)
- Bandera de TEID (1 bit): 1 (TEID presente)
- Tipo de Mensaje (8 bits): Identifica el tipo de mensaje
- Longitud del Mensaje (16 bits): Longitud del contenido del mensaje
- TEID (32 bits): Identificador de Punto Final de Túnel
- Número de Secuencia (24 bits): Para coincidencia de solicitud/respuesta
- Reservado (8 bits): Siempre 0

Contenido del Mensaje (variable)

- Elementos de Información (IE)
  - Tipo de IE (8 bits)
  - Longitud (16 bits)
  - Valor (variable)
- ... más IEs

# Configuración

## Configuración Básica

```
# config/runtime.exs
config :sgw_c,
  s11: %{
    # Dirección IPv4 local para la interfaz S11
    local_ipv4_address: "10.0.0.10",

    # Opcional: Dirección IPv6 local (para pila dual)
    local_ipv6_address: nil,

    # Opcional: Sobrescribir puerto por defecto
    local_port: 2123,

    # Tiempos de espera de mensajes
    message_timeout_ms: 5000,

    # Configuración de reintentos
    max_retries: 3,
    retry_backoff_ms: 1000
  }
}
```

## Requisitos de Red

### Reglas de Firewall:

```
# Permitir GTP-C desde la red MME (entrante)
iptables -A INPUT -p udp --dport 2123 -s <mme_network>/24 -j ACCEPT

# Permitir GTP-C saliente hacia MME
iptables -A OUTPUT -p udp --dport 2123 -d <mme_network>/24 -j ACCEPT
```

### Enrutamiento:

```
# Asegurar ruta a la red MME
ip route add <mme_network>/24 via <gateway_ip> dev eth0
```

### Pruebas de Red:

```
# Probar conectividad con MME (usar latido GTP)
# Verificar registros para el mensaje "S11 Broker connected"

# Monitorear sesiones S11 activas
curl http://127.0.0.40:42068/metrics | grep teid_registry_count
```

---

# Tipos de Mensajes

## Descripción General de Mensajes S11

### Mensajes de Establecimiento de Sesión

#### Solicitud de Creación de Sesión (S11)

**Dirección:** MME → OmniSGW

**Propósito:** Establecer nueva sesión de UE (adjunto inicial o conectividad PDN)

#### Elementos de Información Clave:

| Nombre de IE          | Tipo      | Descripción   |
|-----------------------|-----------|---|
| IMSI                  | Binario   | Identidad Internacional del Suscriptor Móvil        |
| MSISDN                | BCD       | Número de teléfono móvil                            |
| MEI                   | Binario   | Identidad del Equipo Móvil                          |
| Tipo de RAT           | Enum      | Tecnología de Acceso Radio (EUTRAN)                 |
| Contexto de Portadora | Agrupado  | Configuración de portadora por defecto              |
| Zona Horaria de UE    | FechaHora | Zona horaria actual de UE                           |
| ULI                   | Agrupado  | Información de Localización del Usuario (TAI, ECGI) |
| Red Servidora         | PLMN      | MCC/MNC   |
| APN                   | Cadena    | Nombre del Punto de Acceso                          |

**Respuesta:** Respuesta de Creación de Sesión

| Nombre de IE                | Tipo     | Descripción                                |
|-----------------------------|----------|--|
| Causa                       | Enum     | Resultado de la solicitud (éxito/fallo)    |
| Contexto de Portadora       | Agrupado | Información de portadora asignada con TEID |
| Asignación de Dirección PDN | Agrupado | Dirección IP asignada desde PGW            |
| Restricción de APN          | Enum     | Restricciones de APN                       |

### Mensajes de Modificación de Sesión

#### Solicitud de Modificación de Portadora (S11)

**Dirección:** MME → OmniSGW (solicitud iniciada desde MME)

**Propósito:** Modificar parámetros de portadora durante sesión activa

## Elementos de Información Clave:

| Nombre de IE       | Tipo      | Descripción   |
|--------------------|-----------|---|
| MEI                | Binario   | Identificador del Equipo Móvil                      |
| ULI                | Agrupado  | Información de Localización del Usuario actualizada |
| Zona Horaria de UE | FechaHora | Zona horaria actualizada                            |
| TAI                | TAI       | Identificador de Área de Seguimiento                |
| ECGI               | ECGI      | Identificador Global de Celda E-UTRAN               |

**Respuesta:** Respuesta de Modificación de Portadora

| Nombre de IE          | Tipo     | Descripción                          |
|-----------------------|----------|--------------------------------------|
| Causa                 | Enum     | Resultado de la modificación         |
| Contexto de Portadora | Agrupado | Parámetros de portadora actualizados |

## Mensajes de Gestión de Portadoras

### Solicitud/Respuesta de Creación de Portadora

**Dirección:** Puede ser iniciada desde MME o SGW

**Propósito:** Activar portadora dedicada para servicios que requieren QoS

#### Escenarios de Activación:

- Activación de servicio de voz
- Solicitud de transmisión de video
- Activación de juego en línea

### Solicitud/Respuesta de Eliminación de Portadora

**Dirección:** Puede ser iniciada desde MME o SGW (a través de PGW)

**Propósito:** Desactivar portadora dedicada cuando ya no se necesita

## Mensajes de Movilidad

### Solicitud/Respuesta de Liberación de Portadoras de Acceso

**Dirección:** MME → OmniSGW

**Propósito:** Suspender todas las portadoras durante desconexión de radio (escenario de paginación)

## Efectos:

- Las portadoras permanecen en contexto pero suspendidas
- El reenvío del plano de usuario se pausa
- Se inicia el almacenamiento de datos en SGW-U
- UE puede reanudar con solicitud de servicio

## Solicitud/Respuesta de Modificación de Portadoras de Acceso

**Dirección:** OmniSGW → MME o MME → OmniSGW

**Propósito:** Actualizar el acceso a portadoras durante la transferencia o recuperación

## Mensajes de Paginación

### Notificación de Datos de Enlace Descendente (S11)

**Dirección:** PGW-C → OmniSGW → MME

**Propósito:** Notificar a MME sobre datos de enlace descendente pendientes para UE suspendido

### Elementos de Información Clave:

| Nombre de IE | Tipo    | Descripción              |
|--------------|---------|--------------------------|
| EBI          | Entero  | ID de Portadora EPS      |
| IMSI         | Binario | Identidad del suscriptor |

**Respuesta:** Aceptar Datos de Enlace Descendente

---

## Establecimiento de Sesión

### Flujo de Adjunto Inicial de UE

#### Transiciones de Estado:

```
[UE No Conectado]
  ↓ (Solicitud de Adjunto)
[Creando Sesión a PGW]
  ↓ (PGW responde)
[Estableciendo Plano de Usuario]
  ↓ (sesión PFCP activa)
[Sesión Activa]
```

---



# Modificación de Sesión

## Modificación de QoS de Portadora

## Actualización de Área de Seguimiento (TAU)

### TAU sin Cambio de SGW:

- MME actualiza la ubicación de UE
- ULI/TAI enviados a SGW a través de Modificación de Portadora
- SGW actualiza el contexto local de UE
- No se necesita reubicación de sesión

### TAU con Cambio de SGW:

- El antiguo SGW recibe Liberación de Portadoras de Acceso de MME
- El nuevo SGW recibe Solicitud de Creación de Sesión
- Reenvío de datos del antiguo al nuevo SGW
- Después de que se complete el reenvío, el antiguo SGW libera la sesión

---

# Terminación de Sesión

## Terminación Normal de Sesión

### Transiciones de Estado:

```
[Sesión Activa]
  ↓ (Solicitud de Eliminación de Sesión)
[Liberando Plano de Usuario]
  ↓ (sesión PFCP eliminada)
[Notificando a PGW]
  ↓ (sesión PGW eliminada)
[Sesión Terminada]
```

---

# Operaciones de Red

## Monitoreo del Flujo de Mensajes

Monitorear la actividad de mensajes S11 en tiempo real:

```
# Ver contadores de mensajes S11
watch -n 1 'curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep
s11_inbound'
```

```
# Ejemplo de salida:  
# s11_inbound_messages_total{message_type="create_session_request"}  
1245  
# s11_inbound_messages_total{message_type="delete_session_request"}  
1200  
# s11_inbound_messages_total{message_type="modify_bearer_request"}  
3450
```

## Inspección de Sesiones

Ver sesiones activas y su estado S11:

Interfaz Web → Página de Sesiones de UE

Para cada sesión:

- IMSI y GUTI
- TAI actual (Área de Seguimiento)
- TEID Local (para S11)
- TEID Remoto (desde MME)
- Lista de portadoras con parámetros de QoS
- PGW-C asociado

## Monitoreo de Transferencias

Rastrear la actividad de transferencias:

```
# Contar solicitudes de modificación de portadora (indican  
transferencias)  
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep  
modify_bearer_request_total  
  
# Monitorear retrasos en transferencias  
# Verificar registros para mensajes "TAU con cambio de SGW"
```

---

## Solución de Problemas

### Fallos en el Establecimiento de Sesión

**Problema:** Solicitud de Creación de Sesión rechazada

**Diagnóstico:**

1. Verificar Interfaz Web → Sesiones de UE para razón del rechazo
2. Verificar métricas: `s11_inbound_errors_total`
3. Verificar registros para código de causa específico

## Causas Comunes y Soluciones:

| Causa | Razón                       | Solución  |
|-------|-----------------------------|---|
| 16    | No hay recursos disponibles | Verificar capacidad de SGW-U, conteo de sesiones PFCP |
| 25    | Error semántico en IE       | Verificar contexto de portadora en la solicitud       |
| 49    | PGW inalcanzable            | Verificar conectividad S5/S8 con PGW-C                |
| 65    | APN no soportado            | Verificar configuración de APN                        |

## Problemas de Enrutamiento de Mensajes

**Problema:** "Mensaje enrutado a TEID desconocido"

### Diagnóstico:

```
# Verificar registro de TEID
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep teid_registry_count

# Verificar asignación de TEID
# Interfaz Web → Sesiones de UE → buscar por IMSI
```

### Causas Comunes:

- Sesión liberada pero mensaje retrasado aún llegando
- Solicitud de Creación de Sesión duplicada con TEID diferente
- Mensaje de instancia MME diferente con el mismo TEID

## Problemas de Transferencia

**Problema:** La transferencia falla o hay pérdida de datos

### Diagnóstico:

1. Monitorear Solicitud/Respuesta de Modificación de Portadora en métricas
2. Verificar registros para mensajes "transferencia" o "TAU"
3. Inspeccionar estado de sesión PFCP durante la transferencia

### Soluciones:

- Verificar que SGW-U esté activo durante la ventana de transferencia
- Verificar reglas de reenvío de datos instaladas
- Monitorear el tiempo de Liberación de Portadoras de Acceso

## Problemas de Rendimiento

**Problema:** Alta latencia de mensajes S11

### Métricas a Verificar:

```
# Duración del procesamiento de mensajes
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep
s11_inbound_duration_seconds

# Conteo de sesiones
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep active_ue_sessions

# Conteo de portadoras
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep active_bearers
```

### Pasos de Optimización:

1. Reducir operaciones de Modificación de Portadora innecesarias
2. Monitorear y optimizar el tiempo de establecimiento de sesiones PFCP
3. Escalar horizontalmente con múltiples instancias SGW-C
4. Verificar uso de CPU y memoria durante carga máxima

Para información completa sobre métricas, configuración de Prometheus y configuración de paneles, consulte la [Guía de Monitoreo y Métricas](#).

---

## Mejores Prácticas

### Configuración

- **Vinculación de Puerto:** Vincular S11 a la interfaz de red de gestión por seguridad
- **Tiempos de Espera:** Establecer tiempos de espera de mensajes apropiados según RTT de red
- **Reintentos:** Equilibrar entre confiabilidad y carga de red

### Operaciones

- **Límites de Sesión:** Monitorear frente a capacidad para prevenir sobrecarga
- **Monitoreo de Pares:** Rastrear estado de conectividad de MME
- **Seguimiento de Errores:** Alertar sobre aumentos sostenidos en la tasa de errores S11
- **Apagado Controlado:** Drenar sesiones antes del mantenimiento

### Seguridad

- **Aislamiento de Red:** S11 debe estar en un segmento de red aislado
  - **Control de Acceso:** Restringir el puerto S11 a IPs de MME autorizadas
  - **Monitoreo:** Alertar sobre conexiones de pares inesperadas
-

## Resumen de Referencia de Mensajes

| Mensaje   | Dirección | Frecuencia                 | Prioridad |
|---|-----------|----------------------------|-----------|
| Solicitud/Respuesta de Creación de Sesión                   | MME → SGW | Creación de sesión         | Alta      |
| Solicitud/Respuesta de Eliminación de Sesión                | MME → SGW | Fin de sesión              | Alta      |
| Solicitud/Respuesta de Modificación de Portadora            | MME ↔ SGW | Cambios de QoS, TAU        | Media     |
| Solicitud/Respuesta de Creación de Portadora                | MME ↔ SGW | Activación de portadora    | Media     |
| Solicitud/Respuesta de Eliminación de Portadora             | MME ↔ SGW | Desactivación de portadora | Media     |
| Solicitud/Respuesta de Liberación de Portadoras de Acceso   | MME → SGW | Suspensión de paginación   | Alta      |
| Solicitud/Respuesta de Modificación de Portadoras de Acceso | MME ↔ SGW | Recuperación de movilidad  | Alta      |
| Notificación/Aceptación de Datos de Enlace Descendente      | SGW → MME | Paginación de datos        | Media     |
| Solicitud/Respuesta de Eco                                  | MME ↔ SGW | Monitoreo de ruta          | Baja      |

---

**Interfaz S11** - Señalización del Plano de Control de MME a SGW-C



# Documentación de la Interfaz S5/S8

## Comunicación GTP-C con PGW-C

*OmniSGW de Omnitouch Network Services*

---

## Tabla de Contenidos

1. [Descripción General](#)
  2. [Detalles del Protocolo](#)
  3. [Configuración](#)
  4. [Establecimiento de Sesión](#)
  5. [Modificación de Sesión](#)
  6. [Terminación de Sesión](#)
  7. [Tipos de Mensajes](#)
  8. [Operaciones de Red](#)
  9. [Solución de Problemas](#)
- 

## Descripción General

La **interfaz S5/S8** conecta OmniSGW al PGW-C (Plano de Control de la Puerta de Paquetes) utilizando el protocolo **GTP-C v2** (Protocolo de Túnel GPRS - Plano de Control). Esta interfaz maneja la señalización de gestión de sesiones PDN entre las puertas.

## Características Clave

- **Protocolo GTP-C v2** - Señalización conforme a estándares
  - **Enrutamiento de Sesiones Basado en TEID** - Identificadores de punto final de túnel para seguimiento
  - **Gestión de Conectividad PDN** - Crear/modificar/eliminar conexiones PDN
  - **Gestión de Portadores** - Operaciones de portador por defecto y dedicadas
  - **Intercambio de ID de Carga** - Facturación coordinada entre puertas
  - **Asignación de Direcciones IP** - Provisión de IP de UE desde grupos de PGW
-

# Detalles del Protocolo

## GTP-C Versión 2

- **Protocolo:** GTP-C v2 (3GPP TS 29.274)
- **Transporte:** UDP
- **Puerto:** 2123 (estándar)
- **Tipo de Interfaz:** Plano de Control
- **Dirección:** Solicitud/respuesta bidireccional

## TEID (Identificador de Punto Final de Túnel)

Cada sesión PDN tiene TEIDs únicos para ambas direcciones:

- **TEID SGW** - Asignado por SGW-C para mensajes S5/S8 desde PGW
- **TEID PGW** - Asignado por PGW-C para mensajes S5/S8 desde SGW

Flujo de Mensajes:

SGW-C → PGW-C: Usa el TEID de PGW-C en el encabezado  
PGW-C → SGW-C: Usa el TEID de SGW-C en el encabezado

## ID de Carga

El ID de carga es crítico para la coordinación de facturación:

- **Generado por:** PGW-C durante la Respuesta de Creación de Sesión
- **Pasado a:** SGW-C para la generación de CDR
- **Usado para:** Correlacionar cargos fuera de línea entre SGW y CDRs de PGW
- **Formato:** Entero de 32 bits, único por conexión PDN

---

# Configuración

## Configuración Básica

```
# config/runtime.exs
config :sgw_c,
  s5s8: %{
    # Dirección IPv4 local para la interfaz S5/S8
    local_ipv4_address: "10.0.0.15",

    # Opcional: Dirección IPv6 local
    local_ipv6_address: nil,

    # Opcional: Sobrescribir puerto por defecto
```

```
local_port: 2123,  
  
# Pares de PGW-C  
pgw_peers: [  
  %{  
    ip_address: "10.0.0.20",  
    name: "pgw-c-primary"  
  },  
  %{  
    ip_address: "10.0.0.21",  
    name: "pgw-c-secondary"  
  }  
,  
  
# Tiempos de espera de mensajes  
message_timeout_ms: 5000,  
max_retries: 3,  
retry_backoff_ms: 1000  
}
```

## Requisitos de Red

### Reglas de Firewall:

```
# Permitir GTP-C desde la red PGW-C  
iptables -A INPUT -p udp --dport 2123 -s <pgw_network>/24 -j ACCEPT  
  
# Permitir GTP-C saliente a PGW-C  
iptables -A OUTPUT -p udp --dport 2123 -d <pgw_network>/24 -j ACCEPT
```

### Enrutamiento:

```
# Asegurar ruta a la red PGW-C  
ip route add <pgw_network>/24 via <gateway_ip> dev eth0
```

---

## Establecimiento de Sesión

### Solicitud Inicial de Conexión PDN

Cuando MME solicita una conexión PDN a través de S11, SGW-C reenvía a PGW-C a través de S5/S8.

### Solicitud de Crear Sesión (SGW-C → PGW-C)

### Elementos de Información Clave:



| <b>Nombre de IE</b>  | <b>Fuente</b> | <b>Descripción</b>                                  |
|----------------------|---------------|---|
| IMSI                 | MME           | Identidad del suscriptor móvil                      |
| MSISDN               | MME           | Número de teléfono móvil                            |
| MEI                  | MME           | Identidad del Equipo Móvil                          |
| Contexto de Portador | MME           | Configuración del portador (QCI, ARP)               |
| APN                  | MME           | Nombre del Punto de Acceso (internet, ims, mms)     |
| Red de Servicio      | MME           | Código PLMN (MCC/MNC)                               |
| Tipo de RAT          | MME           | Tecnología de Acceso Radio (EUTRAN)                 |
| ULI                  | MME           | Información de Localización del Usuario (TAI, ECGI) |
| ID de Carga          | SGW           | Referencia de carga generada por SGW                |

## **Respuesta de Crear Sesión (PGW-C → SGW-C)**

### **Elementos de Información Clave:**

| <b>Nombre de IE</b>         | <b>Fuente</b> | <b>Descripción</b>           |
|-----------------------------|---------------|------------------------------|
| Causa                       | PGW           | Indicación de éxito/fallo    |
| Contexto de Portador        | PGW           | Portador asignado con TEID   |
| Asignación de Dirección PDN | PGW           | Dirección IP de UE asignada  |
| Restricción de APN          | PGW           | Políticas para este APN      |
| ID de Carga                 | PGW           | ID de carga generado por PGW |
| TEID                        | PGW           | Asignado para túnel S5/S8    |

## **Códigos de Respuesta**

| <b>Código de Causa</b> | <b>Descripción</b>                 | <b>Recuperación</b>                |
|------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| <b>0</b>               | Solicitud Aceptada                 | Sesión establecida                 |
| <b>16</b>              | No hay recursos disponibles        | Rechazar a MME, acción del usuario |
| <b>25</b>              | Error semántico en IE              | Verificar formato del mensaje      |
| <b>49</b>              | No hay regla coincidente           | Desajuste de política de PGW-C     |
| <b>64</b>              | Contexto no encontrado             | La sesión ya existe                |
| <b>65</b>              | Error semántico en la respuesta    | Mala configuración de PGW          |
| <b>72</b>              | IE obligatorio faltante/incorrecto | Mensaje incompleto                 |

## **Modificación de Sesión**

### **Modificación de QoS de Portador**

Cuando MME solicita cambios de QoS a través de S11, SGW-C propaga a PGW-C a través de S5/S8.

## Creación de Portador (Portador Dedicado)

PGW-C puede solicitar la activación de un portador dedicado a través de S5/S8:

## Eliminación de Portador (Portador Dedicado)

Cuando un portador dedicado ya no es necesario:

---

# Terminación de Sesión

## Desconexión Normal de PDN

### Transiciones de Estado:

```
[PDN Conectado]
  ↓ (Solicitud de Eliminar Sesión de MME)
[Liberando Sesión PGW]
  ↓ (Respuesta de Eliminación de PGW recibida)
[Liberando Recursos SGW]
  ↓ (TEID liberado, CDR registrado)
[PDN Desconectado]
```

---

# Tipos de Mensajes

## Resumen de Mensajes S5/S8

### Detalles del Mensaje

#### Solicitud/Respuesta de Crear Sesión

- **Disparadores:** Adjuntar inicial, solicitud de conectividad PDN
- **Frecuencia:** ~1 por conexión PDN por UE
- **Dirección:** Bidireccional

#### Solicitud/Respuesta de Eliminar Sesión

- **Disparadores:** Desvinculación, desconexión de PDN
- **Frecuencia:** ~1 por terminación de conexión PDN
- **Dirección:** Bidireccional

#### Solicitud/Respuesta de Modificar Portador

- **Disparadores:** Cambio de QoS, modificación de portador

- **Frecuencia:** Variable (0 a muchos por sesión)
- **Dirección:** Bidireccional

### Solicitud/Respuesta de Crear/Eliminar Portador

- **Disparadores:** Activación/desactivación de portador dedicado
- **Frecuencia:** Variable (0 a muchos por sesión)
- **Dirección:** Bidireccional

### Solicitud/Respuesta de Eco

- **Disparadores:** Monitoreo de ruta/pares
- **Frecuencia:** Periódica (recomendado 1/minuto como mínimo)
- **Dirección:** Bidireccional

## Operaciones de Red

### Monitoreo de Pares

Monitorear la conectividad de PGW-C:

```
# Verificar TEIDs S5/S8 activos
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep s5s8_teid

# Monitorear flujo de mensajes S5/S8
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep
s5s8_inbound_messages_total

# Esperado: flujo constante de mensajes de Crear/Eliminar/Modificar
```

### Verificación de Sesión PDN

Inspeccionar conexiones PDN activas:

```
Interfaz Web → Página de Sesiones de UE
└─ Para cada sesión de UE:
    └─ Par PGW-C asociado
    └─ ID de Carga (de PGW)
    └─ Dirección IP de UE (de PGW)
    └─ Lista de portadores con QoS
    000 └─ Par TEID S5/S8
```

### Inspección del Flujo de Mensajes

Rastrear la actividad de mensajes S5/S8:

```
# Contar operaciones de Crear Sesión
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep
create_session_request_total

# Monitorear modificaciones de portadores
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep modify_bearer

# Verificar tasa de errores
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep
s5s8_inbound_errors_total
```

## Estrategia de Selección de PGW

Si se configuran múltiples pares de PGW-C:

Lógica de Selección:

- └ Balanceado por carga: Round-robin entre pares
- └ Pegajoso: El mismo APN siempre usa el mismo PGW
- └ Activo-Standby: Conmutación por error si el par no está disponible
- └ Personalizado: Lógica específica de la aplicación

Monitorear distribución:

```
# Sesiones por par PGW
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep session_by_pgw_peer
```

---

## Solución de Problemas

### Fallos en el Establecimiento de Sesión

**Problema:** "Solicitud de Crear Sesión rechazada por PGW"

**Diagnóstico:**

```
# Verificar código de causa
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep
create_session_response_cause

# Verificar conectividad de PGW
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep s5s8_peer_status
```

**Causas Comunes y Soluciones:**

| Causa | Razón           | Solución  |
|-------|-----------------|---|
| 16    | No hay recursos | Verificar capacidad de PGW, agotamiento de grupo de |

| Causa | Razón                    | Solución   |
|-------|--------------------------|--|
| 25    | Error semántico          | IP<br>Verificar que el contexto de portador coincida con las expectativas de PGW |
| 49    | No hay regla coincidente | Verificar configuración de APN en PGW  |
| 72    | IE faltante              | Verificar que MME esté enviando los campos requeridos                            |

## Fallos en la Operación de Portador

**Problema:** "Falla en la Solicitud de Modificar Portador"

### Diagnóstico:

1. Verificar métricas para la tasa de error de modify\_bearer
2. Inspeccionar parámetros de QoS por validez
3. Verificar que PGW sea accesible

### Soluciones:

- Reducir la frecuencia de modificación de QoS
- Verificar que los valores de QoS estén dentro de la política de PGW
- Verificar PGW por problemas de PCRF/política

## Problemas de Tiempo de Espera de Mensajes

**Problema:** "Los mensajes S5/S8 están expirando"

### Métricas:

```
# Latencia del mensaje
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep
s5s8_inbound_duration_seconds

# Conteo de tiempos de espera
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep s5s8_timeout_total
```

### Soluciones:

- Aumentar message\_timeout\_ms si el RTT de la red es alto
- Verificar congestión de la red
- Verificar disponibilidad de CPU/memoria de PGW
- Monitorear pérdida de paquetes

## Desajuste de ID de Carga

**Problema:** "Desajuste de ID de Carga en CDRs"

## Diagnóstico:

- Verificar que PGW esté devolviendo un ID de Carga válido
- Verificar registros de CDR por ID de Carga faltante
- Comparar CDRs de SGW y PGW

## Solución:

- Asegurar que PGW envíe el ID de Carga en todas las respuestas
- Manejar el ID de Carga faltante de manera adecuada en el registro de CDR

Para referencia de métricas detalladas y configuración del panel de Prometheus, consulte la [Guía de Monitoreo y Métricas](#).

---

# Mejores Prácticas

## Configuración

- **Redundancia de PGW:** Configurar múltiples pares de PGW-C para conmutación por error
- **Distribución de Carga:** Usar round-robin para carga equilibrada
- **Tiempos de Espera:** Establecer apropiadamente según el RTT de WAN (típico: 5-10 segundos)
- **Reintentos:** 2-3 reintentos con retroceso exponencial

## Operaciones

- **Salud de Pares:** Monitorear tiempos de respuesta de eco
- **Enrutamiento de APN:** Hacer coincidir la configuración de APN de SGW con los APNs de PGW
- **Seguimiento de Errores:** Alertar sobre una tasa de error sostenida de S5/S8
- **Planificación de Capacidad:** Monitorear uso del grupo de IP en PGW

## Gestión de Sesiones

- **Límites de Sesión:** Rastrear sesiones concurrentes vs. capacidad de PGW
  - **Conteo de Portadores:** Monitorear distribución de portadores por defecto + dedicados
  - **Validación de QoS:** Verificar parámetros de QoS aceptados por PGW
  - **Facturación:** Verificar que el ID de Carga recibido y registrado
-

# Integración con Otras Interfaces

## Coordinación S11 ↔ S5/S8

Flujo de Mensajes S11 (desde MME)

↓

Procesamiento de Sesión SGW-C

↓

Mensaje S5/S8 (hacia PGW-C)

↓

Esperar Respuesta

↓

Respuesta S11 (de vuelta a MME)

## Coordinación S5/S8 ↔ Sxa

Respuesta de Crear Sesión S5/S8 (desde PGW)

↓

Extraer Información de Portador/QoS

↓

Establecimiento de Sesión Sxa (hacia SGW-U)

↓

Esperar que el Plano de Usuario esté Listo

↓

Completar Respuesta de Crear Sesión S11



# Guía de Gestión de Sesiones

## Ciclo de Vida y Operaciones de la Sesión UE

OmniSGW de Omnitouch Network Services

### Tabla de Contenidos

1. [Descripción General](#)
2. [Ciclo de Vida de la Sesión](#)
3. [Estados de la Sesión](#)
4. [Operaciones de Bearer](#)
5. [Manejo de Movilidad](#)
6. [Procedimientos de Handover](#)
7. [Procedimientos Operativos](#)
8. [Inspección de Sesiones](#)
9. [Resolución de Problemas](#)

### Descripción General

Una sesión UE representa un dispositivo móvil activo conectado a la red. SGW-C mantiene el contexto de la sesión y coordina entre:

- **MME** - Entidad de Gestión de Movilidad (a través de S11)
- **PGW-C** - Plano de Control de Gateway de Paquetes (a través de S5/S8)
- **SGW-U** - Reenvío de Plano de Usuario (a través de Sxa)

Cada sesión tiene un IMSI único (identidad del suscriptor) y puede contener una o más conexiones PDN.

### Responsabilidades de la Sesión

### Ciclo de Vida de la Sesión

#### Creación de la Sesión (Adjunto UE)

#### Terminación de la Sesión (Desconexión UE)

### Estados de la Sesión

#### Máquina de Estados de la Sesión UE

```
[No Session]
  ↓ (Create Session Request from MME)
[Creating Session - PGW]
  ↓ (Create Session Response from PGW)
[Creating Session - User Plane]
  ↓ (PFCP Session Establishment Response)
[Session Active]
  ↓ (Modify Bearer Request or bearer changes)
[Session Modifying]
  ↓ (Modification Complete)
[Session Active]
  ↓ (Delete Session Request or network error)
[Session Terminating]
  ↓ (All responses received, CDR logged)
[Session Terminated]
```

#### Variables Clave del Estado

```
Session State:
├── IMSI: Mobile subscriber identity
├── GUTI: Temporary ID from MME
├── Location:
│   ├── TAI: Current tracking area
│   ├── ECI: Current cell
│   └── Timezone: UE timezone
├── PDN Connections: Array of PDN connection contexts
│   ├── APN: Access Point Name
│   ├── TEID (S11): To MME
│   ├── TEID (S5/S8): To PGW-C
│   ├── Charging ID: From PGW-C
│   ├── UE IP: From PGW-C
│   ├── PGW-C Address: S5/S8 peer
│   └── Bearers: Default + Dedicated
│       ├── EBI: Bearer ID
│       ├── QCI: QoS class
│       ├── ARP: Priority
│       ├── GBR: Guaranteed rate
│       └── MBR: Maximum rate
└── Charging: Charging ID, event log
```

### Operaciones de Bearer

#### Bearer por Defecto

El bearer por defecto se crea con cada conexión PDN:

- **QoS**: Típicamente QCI 9 (mejor esfuerzo)
- **Duración**: La misma que la conexión PDN
- **Tráfico**: Transporta todo el tráfico que no coincide con bearers dedicados
- **Obligatorio**: Cada conexión PDN debe tener un bearer por defecto

#### Evento de Inicio de Bearer:

#### Evento de Fin de Bearer:

#### Bearers Dedicados

Los bearers dedicados proporcionan QoS premium para servicios específicos:

- **Activación**: Solicitada por la aplicación o política de red
- **QoS**: QCI 1-8 (varios tipos de servicio)
- **Duración**: Puede ser más corta que la conexión PDN
- **Opcional**: Cero o más por conexión PDN



**Activación de Bearer Dedicado:**

Application Trigger  
↓  
PGW-C Policy Decision (via PCRF)  
↓  
Create Bearer Request (S5/S8)  
↓  
SGW forwards to MME (S11)  
↓  
MME activates bearer on RAN  
↓  
Create Bearer Response back through SGW to PGW

**Desactivación de Bearer Dedicado:**

Network or Application Decision  
↓  
Delete Bearer Request (S5/S8)  
↓  
SGW forwards to MME (S11)  
↓  
MME deactivates bearer on RAN  
↓  
Delete Bearer Response back through SGW to PGW

**Clases de QoS de Bearer**

---

**Manejo de Movilidad**

**Handover Intra-MME (Sin Cambio de SGW)**

**Escenario:** UE se mueve entre celdas en la misma área de MME

**Impacto en la Sesión:**

- La sesión permanece activa
- TEID permanece igual
- Ubicación actualizada en la sesión
- CDR continúa con el mismo Charging ID

**Handover Inter-MME (Con Cambio de SGW)**

**Escenario:** UE se mueve a un MME diferente, se requiere un nuevo SGW

**Impacto en la Sesión:**

- La sesión antigua se termina, CDR registrado con indicación de "handover"
- Nueva sesión creada con el mismo Charging ID
- El reenvío de datos mantiene la conectividad
- El plano de usuario es redirigido a través del nuevo SGW-U

**Actualización del Área de Seguimiento (TAU)**

**TAU sin Cambio de SGW:**

UE updates location  
↓  
MME sends TAU Accept  
↓  
MME updates SGW with new location  
↓  
SGW modifies session (TAI, ECI)  
↓  
No service interruption

**TAU con Cambio de SGW:**

- Similar al handover inter-MME
- Sesión migrada a nuevo SGW
- Coordinación de CDR entre el SGW antiguo y el nuevo

---

**Procedimientos de Handover**

**Fase de Preparación**

Antes de que se complete el handover:

1. **Selección de Nuevo SGW-U** - Elegir la ruta de reenvío
2. **Instalación de PDR** - Instalar nuevas reglas de reenvío
3. **Activación de Buffer** - Habilitar el almacenamiento en búfer para paquetes en tránsito
4. **Coordinación de Señalización** - Intercambio de mensajes S11/S5/S8

**Fase de Reenvío de Datos**

Durante la transición del handover:

- **Almacenamiento en Búfer en SGW-U Antiguo** - Paquetes retenidos temporalmente
- **Almacenamiento en Búfer en SGW-U Nuevo** - Listo para recibir
- **Túnel GTP** - Datos reenviados de la ruta antigua a la nueva
- **Secuenciación de Paquetes** - Mantener el orden

**Fase de Finalización**

Después de que se complete el handover:

1. **Vaciado de Búfer** - Paquetes almacenados liberados
2. **Cambio de Ruta** - El tráfico se cambia a la nueva ruta
3. **Limpieza de Ruta Antigua** - Liberar reglas de reenvío antiguas
4. **Actualizaciones de Sesión** - Ubicación y TEID actualizados

---

**Procedimientos Operativos**

**Inspección de Sesiones**

Monitorear sesiones activas a través de la interfaz web:

1. Abre `http://<sgw-ip><port>/ue_sessions`
2. Ver todas las sesiones UE activas
3. Buscar por IMSI, GUTI o número de teléfono

4. Haz clic en la sesión para ver detalles:
- Ubicación (TAI, ECI)
  - Bearers activos y QoS
  - Asociación PGW-C
  - Información de pares TEID
  - Charging ID

La vista general de Sesiones UE muestra todas las sesiones activas con identificadores clave:

OmniSGWC v0.0.1

| Overview   | Overview   |            |            |              |               |  |
|--|------------|------------|------------|--------------|---------------|--|
| Resources  |            |            |            |              |               |  |
| Configuration  |            |            |            |              |               |  |
| Log  |            |            |            |              |               |  |
| <div>« &lt; 1 2 3 4 &gt; »</div> <div>Showing 1-10 of 10 items</div> |            |            |            |              |               |  |
| IMEI   | IMSI       | MSISDN     | PLMN       | MME IP       | STATUS        |  |
| [REDACTED]   | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] | 10.157.12.15 | Authenticated |  |
| [REDACTED]   | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] | 10.157.12.15 | Authenticated |  |
| [REDACTED]   | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] | 10.157.12.15 | Authenticated |  |
| [REDACTED]   | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] | 10.157.12.16 | Authenticated |  |
| [REDACTED]   | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] | 10.157.12.15 | Authenticated |  |
| [REDACTED]   | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] | 10.157.12.16 | Authenticated |  |
| [REDACTED]   | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] | 10.157.12.15 | Authenticated |  |

Haz clic en cualquier sesión para ver detalles completos, incluidos TEIDs, ubicación, bearers y conexiones PDN:

|                    |   |            |            |            |              |               |
|--------------------|---|------------|------------|------------|--------------|---------------|
|                    | [redacted]  | [redacted] | [redacted] | [redacted] | 10.157.12.15 | Authenticated |
| item Details       |   |            |            |            |              |               |
| IMEI               | [redacted]  |            |            |            |              |               |
| IMSI               | [redacted]  |            |            |            |              |               |
| MSISDN             | [redacted]  |            |            |            |              |               |
| MME S11 TEID       | 0x77A5B6E7  |            |            |            |              |               |
| SGW S11 TEID       | 0x48DEEB54  |            |            |            |              |               |
| Tracking Area Code | 1   |            |            |            |              |               |
| ECI                | 51203   |            |            |            |              |               |
| Bearers            | ... (5)<br>51549932480 / buffer / 2 (Charging ID, DL Action, DL Rule ID...) |            |            |            |              |               |
| PDN Sessions       | ... (5)<br>[redacted] ... (APN, Default EBI, PDN Address Allocation...)     |            |            |            |              |               |
|                    | [redacted]  | [redacted] | [redacted] | [redacted] | 10.157.12.15 | Authenticated |

Consulta la [Guía de OPERACIONES](#) para instrucciones sobre navegación y acceso a la interfaz web.

Monitoreo de Métricas

Rastrear métricas de sesión:

```
# Contar sesiones activas
curl -s http://10.0.0.40:42068/metrics | grep active_ue_sessions

# Contar bearers activos
curl -s http://10.0.0.40:42068/metrics | grep active_bearers

# Monitorear por APN
curl -s http://10.0.0.40:42068/metrics | grep sessions_by_apn

# Monitorear tasa de mensajes
curl -s http://10.0.0.40:42068/metrics | grep s11_inbound_messages_total
```

Para una referencia completa de las métricas disponibles, paneles de Prometheus y configuración de alertas, consulta la [Guía de Monitoreo y Métricas](#).

Terminación de Sesión de Manera Ordenada

Para terminar una sesión de manera ordenada:

1. **Activar a través de API:** Solicitar eliminación de sesión
2. **Esperar a que se complete:** Monitorear el estado de la sesión
3. **Verificar limpieza:** Comprobar métricas
4. **Revisar CDR:** Confirmar registro final

Límites de Sesión

Monitorear contra la capacidad:

```
# Comprobar carga actual
curl -s http://10.0.0.40:42068/metrics | \
```

```
grep -E "active_ue_sessions|active_bearers" | \
awk '{print $NF}'

# Alertar al 80% de la capacidad licenciada
# Manejar de manera ordenada al alcanzar límites
```

## Resolución de Problemas

### La Sesión No Se Establece

**Síntoma:** Fallo en la Solicitud de Creación de Sesión

**Diagnóstico:**

1. Verificar métricas para el código de causa
2. Inspeccionar registros de errores S11
3. Verificar conectividad PGW
4. Comprobar disponibilidad de Charging ID

**Causas Comunes:**

| Causa                 | Solución  |
|-----------------------|---|
| PGW inalcanzable      | Verificar conectividad de red S5/S8               |
| Sin IP disponible     | Comprobar estado del grupo de IP del PGW          |
| APN no configurado    | Verificar APN en el PGW                           |
| Sin SGW-U disponible  | Asegurarse de que la asociación SGW-U esté activa |
| Desajuste de política | Verificar configuración de política del PGW       |

### La Sesión Se Corta Inesperadamente

**Síntoma:** La sesión activa se termina sin Solicitud de Eliminación

**Diagnóstico:**

1. Verificar registros para mensajes de error
2. Monitorear estado del latido del SGW-U
3. Verificar conectividad PGW
4. Revisar métricas para picos de error

**Causas Comunes:**

| Causa                       | Solución                                 |
|-----------------------------|--|
| Caída del SGW-U             | Reiniciar SGW-U, monitorear registros    |
| Desconexión de red          | Comprobar estado de la interfaz          |
| Fallo del PGW               | Cambiar a PGW de respaldo                |
| Tiempo de espera de mensaje | Aumentar tiempo de espera, comprobar RTT |

### Fallos de Handover

**Síntoma:** El handover pierde paquetes o falla completamente

**Diagnóstico:**

1. Monitorear mensajes de Modificación de Bearer
2. Verificar actualizaciones de reglas PFCP
3. Verificar configuración de reenvío de datos
4. Comprobar almacenamiento en búfer de bearers

**Causas Comunes:**

| Causa                                 | Solución                               |
|---------------------------------------|--|
| Almacenamiento en búfer deshabilitado | Habilitar BAR en reglas PFCP           |
| PDR no actualizado                    | Verificar modificaciones PFCP enviadas |
| Ruta de reenvío rota                  | Comprobar enrutamiento al nuevo SGW-U  |
| Tiempo demasiado ajustado             | Aumentar tiempo de espera del handover |

### Alta Latencia de Mensajes

**Síntoma:** Procesamiento lento de mensajes S11/S5S8

**Diagnóstico:**

```
# Comprobar latencia de mensajes
curl -s http://10.0.0.40:42068/metrics | \
grep "inbound_duration_seconds"
```

```
# Comprobar profundidad de cola
curl -s http://10.0.0.40:42068/metrics | \
grep queue_depth
```

```
# Comprobar carga del sistema
top -n1 | head -1
```

**Soluciones:**

1. Aumentar tiempo de espera de mensajes si el RTT de la red es alto
2. Balancear carga entre múltiples instancias de SGW-C
3. Monitorear y reducir la tasa de mensajes
4. Comprobar sesiones atascadas

### Problemas de Generación de CDR

**Síntoma:** CDR faltantes o incompletos

**Diagnóstico:**

1. Comprobar que el directorio de CDR exista
2. Verificar permisos de escritura
3. Comprobar espacio en disco
4. Revisar errores de generación en los registros

**Soluciones:**

```
# Monitorear generación de CDR
tail -f /var/log/sgw_c/cdrs/*
```

```
# Comprobar permisos de archivo
ls -la /var/log/sgw_c/cdrs/
```

```
# Asegurarse de que el directorio sea escribible
chmod 755 /var/log/sgw_c/cdrs/
```

Consulta la [Guía de Formato de CDR](#) para referencia completa de campos de CDR y detalles de integración.

---

## Mejores Prácticas

### Gestión de Sesiones

- **Monitorear Capacidad:** Rastrear frente a límites licenciados
- **Alertar en Umbrales:** Activar al 70-80% de capacidad
- **Degradación Ordenada:** Drenar antes del mantenimiento
- **Comprobaciones de Salud:** Monitorear conectividad de pares

### Operaciones de Handover

- **Failover Rápido:** Configurar latidos agresivos
- **Handover Ordenado:** Asegurar que el almacenamiento en búfer esté habilitado
- **Redundancia de Ruta:** Múltiples pares SGW-U
- **Pruebas:** Simulaciones de handover regulares

### Coordinación de Carga

- **Verificar Charging ID:** Asegurar asignación del PGW
  - **Validación de CDR:** Comparar CDRs de SGW y PGW
  - **Correlación de Eventos:** Vincular eventos de CDR a través de gateways
  - **Archivado:** Almacenamiento a largo plazo de CDRs
-



# Documentación de la Interfaz Sxa

## Comunicación PFCP con SGW-U

*OmniSGW de Omnitouch Network Services*

---

## Tabla de Contenidos

1. [Descripción General](#)
  2. [Detalles del Protocolo](#)
  3. [Configuración](#)
  4. [Asociación PFCP](#)
  5. [Gestión de Sesiones](#)
  6. [Reglas PFCP](#)
  7. [Informes de Uso](#)
  8. [Operaciones de Red](#)
  9. [Solución de Problemas](#)
- 

## Descripción General

La **interfaz Sxa** conecta OmniSGW al SGW-U (Gateway de Servicio del Plano de Usuario) utilizando el protocolo **PFCP** (Protocolo de Control de Reenvío de Paquetes). Esta interfaz controla el reenvío de paquetes del plano de usuario, la aplicación de QoS y la generación de informes de uso.

## Características Clave

- **PFCP v1.0** - Control de reenvío de paquetes conforme a estándares
  - **Seguimiento de Sesiones Basado en SEID** - Identificadores de Punto de Fin de Sesión para asociación
  - **Reglas de Detección de Paquetes** - Coincidencia flexible de paquetes para enlace ascendente/enlace descendente
  - **Reglas de Acción de Reenvío** - Control del enrutamiento y encapsulación de paquetes
  - **Aplicación de QoS** - Limitación de bitrate por portadora y priorización
  - **Medición de Uso** - Seguimiento de volumen para facturación y análisis
  - **Control de Buffering** - Buffering automático durante eventos de movilidad
-

# Detalles del Protocolo

## Versión PFCP 1.0

- **Protocolo:** PFCP v1.0 (3GPP TS 29.244)
- **Transporte:** UDP
- **Puerto:** 8805 (estándar)
- **Tipo de Interfaz:** Plano de Control
- **Modelo de Asociación:** CP y UP forman una asociación persistente

## SEID (Identificador de Punto de Fin de Sesión)

Cada sesión tiene SEIDs únicos para seguimiento:

- **CP SEID** - Asignado por SGW-C, utilizado en mensajes de enlace ascendente hacia SGW-U
- **UP SEID** - Asignado por SGW-U, utilizado en mensajes de enlace descendente hacia SGW-C

Enrutamiento de Mensajes:

SGW-C → SGW-U: Usa el UP SEID de SGW-U  
SGW-U → SGW-C: Usa el CP SEID de SGW-C

## Resumen de Tipos de Mensajes

---

# Configuración

## Configuración Básica

```
# config/runtime.exs
config :sgw_c,
  sxa: %{
    # Dirección IP local para la interfaz Sxa
    local_ip_address: "10.0.0.20",

    # Opcional: Sobrescribir puerto por defecto
    local_port: 8805,

    # Pares SGW-U a los que conectarse
    peers: [
      %{
        ip_address: "10.0.0.30",
        node_id: "sgw-u-1.example.com"
      },
      %{
        ip_address: "10.0.0.31",
        node_id: "sgw-u-2.example.com"
      }
    ]
  }
```

```
],  
  
# Intervalo de latido de asociación (segundos)  
heartbeat_interval_s: 20,  
  
# Tiempo de espera para el establecimiento de sesión (milisegundos)  
session_timeout_ms: 5000,  
  
# Máximo de reintentos para operaciones de sesión  
max_retries: 3  
}
```

## Requisitos de Red

### Reglas de Firewall:

```
# Permitir PFCP desde la red SGW-U  
iptables -A INPUT -p udp --dport 8805 -s <sgwu_network>/24 -j ACCEPT  
  
# Permitir PFCP saliente hacia SGW-U  
iptables -A OUTPUT -p udp --dport 8805 -d <sgwu_network>/24 -j ACCEPT
```

### Enrutamiento:

```
# Asegurar ruta hacia la red SGW-U  
ip route add <sgwu_network>/24 via <gateway_ip> dev eth0
```

### Pruebas de Red:

```
# Probar conectividad PFCP  
# Verificar registros para el mensaje "Configuración de Asociación Completa"  
  
# Monitorear sesiones PFCP activas  
curl http://127.0.0.40:42068/metrics | grep seid_registry_count
```

---

## Asociación PFCP

### Ciclo de Vida de la Asociación

Antes de que se puedan establecer sesiones, SGW-C y SGW-U deben formar una asociación PFCP.

### Máquina de Estados de Asociación

```
[Desconectado]  
  ↓ (Solicitud de Configuración)  
[Asociando]  
  ↓ (Respuesta de Configuración OK)
```

```
[Asociado]
  ↓ (Sesiones Creadas)
[ Sesiones Activas]
  ↓ (Fallo de Latido)
[Re-asociando]
  ↓ (Configuración OK o Tiempo de Espera)
[Asociado o Desconectado]
```

## Manejo de Recuperación

Si se pierde y recupera una asociación PFCP:

### 1. Detección de Recuperación:

- El tiempo de espera del latido activa la recuperación
- Se envía una nueva Configuración de Asociación
- Se verifica la Marca de Tiempo de Recuperación

### 2. Recuperación de Sesiones:

- Las sesiones pueden o no ser recuperables
- Consultar a SGW-U por sesiones existentes
- Re-establecer sesiones perdidas si es necesario

### 3. Reenvío de Datos:

- Buffering del plano de usuario en SGW-U durante la recuperación
- PDRs permanecen activos hasta que se eliminen explícitamente
- Minimizar la pérdida de paquetes durante el failover

---

## Gestión de Sesiones

### Establecimiento de Sesión

**Disparador:** Solicitud de Crear Sesión desde MME (recibida en S11)

#### Elementos de Información Enviados:

| Elemento  | Descripción                                 |
|---|---|
| CP SEID   | Asignado por SGW-C para esta sesión         |
| PDRs  | Reglas de Detección de Paquetes (ver abajo) |
| FARs  | Reglas de Acción de Reenvío                 |
| QERs  | Reglas de Aplicación de QoS                 |
| BAR   | Regla de Acción de Buffering para movilidad |
| Crear PDRIdentificadores de reglas para respuesta |   |

#### Estado de la Sesión:



[Sin Sesión]  
↓ (Solicitud de Establecimiento)  
[Estableciendo]  
↓ (Respuesta de Establecimiento)  
[Sesión Activa]

## Modificación de Sesión

**Disparador:** Solicitud de Modificación de Portadora desde MME (cambio de QoS, traspaso)

### Modificaciones Comunes:

| Modificación       | Elementos Actualizados | Razón                                |
|--------------------|------------------------|--------------------------------------|
| Cambio de QoS      | QERs                   | Mejora/reducción de portadora        |
| Traspaso           | PDRs, FARs             | Cambio de eNodeB, selección de SGW-U |
| Agregar Portadora  | Nuevo PDR, FAR, QER    | Activación de portadora dedicada     |
| Eliminar Portadora | Eliminar PDR, FAR, QER | Desactivación de portadora           |

## Eliminación de Sesión

**Disparador:** Solicitud de Eliminación de Sesión desde MME (desvinculación)

### Estado de la Sesión:

[Sesión Activa]  
↓ (Solicitud de Eliminación)  
[Eliminando]  
↓ (Respuesta de Eliminación)  
[Sesión Terminada]

---

## Reglas PFCP

### PDR (Regla de Detección de Paquetes)

Coincide paquetes entrantes para identificar flujos de tráfico.

### Criterios de Detección de Paquetes:

| Criterio               | Descripción  | Ejemplo    |
|------------------------|--|------------|
| Interfaz de Origen     | Desde dónde llega el paquete Acceso (S1-U), Núcleo (S5/S8) |            |
| Dirección IP de Origen | Dirección IP del UE (para Acceso)                          | 10.45.0.50 |
| Dirección IP de        | IP de red externa (para                                    | 8.8.8.8    |

| Criterio                 | Descripción                  | Ejemplo                             |
|--------------------------|------------------------------|-------------------------------------|
| <b>Destino</b>           | Núcleo)                      |                                     |
| <b>Tipo de Protocolo</b> | Número de protocolo IP       | TCP (6), UDP (17)                   |
| <b>Puerto de Origen</b>  | Coincidencia de puerto       | 1024-65535                          |
| <b>Puerto de Destino</b> | Coincidencia de puerto       | 80 (HTTP), 443 (HTTPS)              |
| <b>TEID</b>              | Identificador de túnel GTP-U | Para paquetes de enlace descendente |

### Estructura de PDR:

Estructura de PDR:

|   |  |
|---|--|
| — | PDR ID (único dentro de la sesión)               |
| — | Precedencia (prioridad para reglas superpuestas) |
| — | Criterios de Detección de Paquetes               |
| — | Interfaz de Origen                               |
| — | Instancia de Red (APN)                           |
| — | Dirección IP del UE / Dirección IP de Destino    |
| — | FAR ID (qué regla de reenvío aplicar)            |
| — | QER ID (qué regla de QoS aplicar)                |
| — | Activador de Informe de Uso                      |

### Caso de Uso Ejemplo - Portadora por Defecto:

- Detecta: Todos los paquetes de/hacia la IP del UE
- Acción: Reenviar a través de PDN (dirección PGW-U)
- QoS: Aplicado por portadora

### Caso de Uso Ejemplo - Portadora Dedicada:

- Detecta: Paquetes que coinciden con flujo específico (rango de puertos, protocolo)
- Acción: Reenviar por ruta dedicada
- QoS: Tarifas premium (GBR)

### FAR (Regla de Acción de Reenvío)

Especifica cómo manejar los paquetes coincidentes.

### Acciones de Reenvío:

| Acción           | Descripción                         | Caso de Uso                       |
|------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Reenviar</b>  | Enviar paquete a la red de destino  | Reenvío normal                    |
| <b>Buffer</b>    | Almacenar paquete temporalmente     | Durante movilidad/paging          |
| <b>Descartar</b> | Eliminar paquete                    | Aplicación de políticas, firewall |
| <b>Duplicar</b>  | Enviar paquete a múltiples destinos | Intercepción legal                |

### Opciones de Encapsulación:

- **GTP-U** - Agregar encabezado de túnel GTP-U (S1-U, S5/S8)

- **Ethernet** - Agregar encabezado Ethernet (para interconexión directa)
- **IPv4** - Reenvío IPv4 simple (para salida a internet)
- **IPv6** - Reenvío IPv6 simple

### Ejemplo - UE a Internet:

Coincidencia de PDR: Interfaz de Origen = Acceso, IP UE = 10.45.0.50  
 Acción FAR:

- Reenviar = Sí
- Encapsulación de Encabezado Externo = Ninguna (internet directa)
- Parámetros de Reenvío = Puerta de enlace de internet

## QER (Regla de Aplicación de QoS)

Aplica límites de bitrate por portadora.

### Parámetros de QoS:

| Parámetro                        | Tipo    | Descripción                                |
|----------------------------------|---------|--|
| <b>QCI</b>                       | Entero  | Identificador de Clase de QoS (1-9)        |
| <b>MBR (Bitrate Máximo)</b>      | Bitrate | Tasa máxima permitida                      |
| <b>GBR (Bitrate Garantizado)</b> | Bitrate | Tasa mínima garantizada                    |
| <b>ARP</b>                       | Entero  | Prioridad de Asignación y Retención (1-15) |

### Clases de QoS (QCI):

| QCI      | Tipo de Servicio            | Ejemplos de Bitrate          |
|----------|-----------------------------|------------------------------|
| <b>1</b> | Voz (GBR)                   | MBR: 64 kbps                 |
| <b>2</b> | Llamada de Video (GBR)      | MBR: 256 kbps                |
| <b>3</b> | Juegos en Tiempo Real (GBR) | MBR: 50 kbps                 |
| <b>4</b> | No-GBR                      | GBR: 128 kbps, MBR: 256 kbps |
| <b>5</b> | Señalización IMS            | GBR: 100 kbps, MBR: 256 kbps |
| <b>6</b> | Streaming de Video          | MBR: 10 Mbps                 |
| <b>7</b> | Voz con Video (GBR)         | GBR: 64 kbps, MBR: 384 kbps  |
| <b>8</b> | Navegación Web              | MBR: 5 Mbps                  |
| <b>9</b> | Correo Electrónico          | MBR: 3 Mbps                  |

### Ejemplo - Portadora por Defecto (QCI 9):

QCI: 9 (Mejor Esfuerzo)  
 MBR: 100 Mbps (dependiente del sitio)  
 GBR: Ninguno (no-GBR)  
 ARP: 15 (prioridad más baja)

### Ejemplo - Portadora Dedicada de Voz (QCI 1):

QCI: 1 (Voz)  
 MBR: 128 kbps (enlace ascendente + enlace descendente)  
 GBR: 64 kbps (garantizado)

ARP: 1 (prioridad más alta)

## BAR (Regla de Acción de Buffering)

Controla el buffering de paquetes durante eventos de movilidad.

### Escenarios de Buffering:

#### 1. Buffering de Traspaso:

- UE se transfiere entre eNodeBs
- Paquetes almacenados mientras se mueve
- Liberados cuando se completa el traspaso

#### 2. Buffering de Paging:

- UE en estado inactivo (portadoras suspendidas)
- Datos de enlace descendente llegan
- Almacenados hasta que el UE se reactiva

#### 3. Reubicación de SGW:

- Durante el traspaso inter-MME con cambio de SGW
- SGW antiguo almacena y reenvía al nuevo SGW
- Se mantiene la entrega ordenada

### Configuración de BAR:

Configuración de BAR:

- Tiempo de Espera de Buffer: Cuánto tiempo mantener los paquetes
- Umbral de Conteo de Paquetes: Máx. paquetes almacenados
- Activador de Informe de Datos de Enlace Descendente
  - Enviar notificación al CP cuando lleguen datos

---

## Informes de Uso

### Mensajes de Informe de Uso

SGW-U envía informes de uso a SGW-C para facturación y análisis.

### Activadores de Informe de Uso

Los informes se envían cuando:

| Activador                 | Condición                         |
|---------------------------|-----------------------------------|
| <b>Período de Tiempo</b>  | Informe periódico cada N segundos |
| <b>Umbral de Volumen</b>  | Después de N octetos reenviados   |
| <b>Umbral de Duración</b> | Después de N segundos de reenvío  |

| Activador                | Condición                                |
|--------------------------|--|
| <b>Fin de Sesión</b>     | Cuando se elimina la sesión              |
| <b>Modificación</b>      | Cuando se actualizan las reglas          |
| <b>Informe Inmediato</b> | Solicitado en el mensaje de modificación |

## Campos del Informe de Uso

Informe de Uso:

- Activador de Informe de Uso: Qué causó este informe
- UR-SEQN: Número de secuencia para ordenación
- Información de Uso por Portadora:
  - EBI: Identificador de portadora
  - Medición de Volumen
    - UL: Octetos de enlace ascendente
    - DL: Octetos de enlace descendente
    - Total: Total de octetos
    - Paquetes: Total de paquetes
  - Medición de Duración: Segundos activos
  - Hora del Primer/Último Paquete: Tiempos
- Consulta UR: Solicitar informe inmediato

## Flujo de Generación de CDR

---

## Operaciones de Red

### Monitoreo de Asociación PFCP

Monitorear asociaciones PFCP activas:

```
# Verificar estado de asociación
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep pfcf_association

# Salida esperada:
# pfcf_association_status{peer_ip="10.0.0.30"} 1 (asociado)
# pfcf_association_status{peer_ip="10.0.0.31"} 1 (asociado)

# Interfaz Web → Página de Estado de SGW-U
# Muestra todos los pares con estado "Asociado" e información de
recuperación
```

### Métricas de Sesión

Monitorear sesiones PFCP activas:

```
# Contar sesiones activas
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep seid_registry_count

# Monitorear distribución por SGW-U
```

```
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep seid_by_peer

# Tasa de uso (octetos/segundo)
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep usage_octets_rate
```

## Monitoreo del Flujo de Mensajes

Rastrear la actividad de mensajes PFCP:

```
# Monitorear todos los mensajes PFCP
watch -n 1 'curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep sxa_inbound'

# Salida de ejemplo:
#
sxa_inbound_messages_total{message_type="session_establishment_response"}
5432
#
sxa_inbound_messages_total{message_type="session_modification_response"}
12100
# sxa_inbound_messages_total{message_type="session_report_request"} 67000
```

## Verificación de Instalación de Reglas

Verificar si las reglas están correctamente instaladas en SGW-U:

```
# Monitorear éxitos/fallos de establecimiento de sesión
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep sxa_session_establishment

# Verificar problemas de instalación de PDR
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep pdr_installation

# Buscar tiempos de espera
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep sxa_timeout_total
```

---

## Solución de Problemas

### Fallos de Asociación

**Problema:** "Configuración de Asociación Fallida"

**Diagnóstico:**

1. Verificar conectividad de red: `ping <sgwu_ip>`
2. Verificar puerto: `netstat -an | grep 8805`
3. Verificar registros para detalles de error

**Causas Comunes y Soluciones:**

| Causa                          | Síntoma                           | Solución                           |
|--------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| <b>Red inalcanzable</b>        | Tiempo de espera en configuración | Verificar enrutamiento hacia SGW-U |
| <b>Puerto bloqueado</b>        | Conexión rechazada                | Verificar reglas de firewall       |
| <b>SGW-U apagado</b>           | Sin respuesta                     | Reiniciar proceso SGW-U            |
| <b>Desajuste de ID de Nodo</b> | Configuración rechazada           | Verificar configuración            |

## Fallos en el Establecimiento de Sesión

**Problema:** "Establecimiento de Sesión Fallido"

**Diagnóstico:**

```
# Verificar métricas
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep seid_registry_count

# Verificar registros para error específico
tail -f /var/log/sgw_c/sgw_c.log | grep "Establecimiento de Sesión"
```

**Causas Comunes:**

| Causa                     | Mensaje de Error                                | Solución                                    |
|---------------------------|---|---|
| <b>SGW-U sin recursos</b> | "Recursos insuficientes"                        | Verificar capacidad de SGW-U                |
| <b>PDR inválido</b>       | "IE obligatorio faltante"                       | Verificar definiciones de reglas            |
| <b>Conflicto de SEID</b>  | "SEID ya existe"                                | Verificar duplicación de sesiones           |
| <b>Tiempo de espera</b>   | "Tiempo de espera de establecimiento de sesión" | Aumentar tiempo de espera o verificar SGW-U |

## Problemas con Informes de Uso

**Problema:** "Informes de Uso Faltantes"

**Diagnóstico:**

```
# Verificar conteo de informes
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep session_report_request_total

# Monitorear generación de CDR
tail -f /var/log/sgw_c/cdrs/<timestamp>
```

**Soluciones:**

- Verificar que el latido de SGW-U esté activo
- Verificar configuración del activador de Informe de Sesión
- Asegurarse de que los permisos del directorio de CDR sean correctos

- Monitorear para desbordamiento de buffer en SGW-U

## Problemas de Rendimiento

**Problema:** Alta latencia de mensajes PFCP

### Métricas a Verificar:

```
# Duración del procesamiento de mensajes
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep
sxa_inbound_duration_seconds

# Carga de sesión por par
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep seid_by_peer

# Profundidad de cola
curl -s http://127.0.0.40:42068/metrics | grep pfcqueue_depth
```

### Pasos de Optimización:

1. Balancear carga entre múltiples pares SGW-U
2. Aumentar tiempo de espera de latido si la red es propensa a pérdidas
3. Monitorear y reducir la complejidad de las reglas
4. Escalar horizontalmente con instancias adicionales de SGW-C

Para referencia completa de métricas, configuración de panel y configuración de alertas, consulte la [Guía de Monitoreo y Métricas](#).

---

## Mejores Prácticas

### Configuración

- **Intervalo de Latido:** Establecer entre 20-30 segundos para detección confiable
- **Tiempo de Espera de Sesión:** 5-10 segundos basado en RTT de red
- **Máximo de Reintentos:** 2-3 para balance entre confiabilidad y latencia
- **Selección de Pares:** Distribuir carga entre todos los pares SGW-U

### Operaciones

- **Redundancia de Pares:** Configurar múltiples instancias de SGW-U para failover
- **Recarga Suave:** Soporte para actualizaciones de software en servicio
- **Drenaje de Sesiones:** Migrar sesiones antes del mantenimiento
- **Monitoreo:** Rastrear frecuencia de recuperación de asociaciones



## Solución de Problemas

- **Mantener Registros:** Retener trazas de mensajes PFCP para depuración
  - **Correlación:** Vincular mensajes S11 a operaciones de sesión PFCP
  - **Métricas de Línea Base:** Establecer línea base de rendimiento normal
  - **Probar Escenarios de Fallo:** Practicar procedimientos de failover de SGW-U
-