← Resumen

Referencia de Configuración de OmniPCF

La configuración del operador se lee en tiempo de ejecución desde `config/runtime.exs` en el entorno de la aplicación `:omnipcf`. Cada clave es sobreescribible a través de una variable de entorno del sistema operativo.

```
config :omnipcf,
  sbi_scheme: System.get_env("SBI_SCHEME", "http"),
  sbi_addr:   System.get_env("SBI_ADDR", "127.0.0.13"),
  sbi_port:   String.to_integer(System.get_env("SBI_PORT",
"7777")),
  nrf_uri:    System.get_env("NRF_URI", "http://127.0.0.1:7777"),
  udr_uri:    System.get_env("UDR_URI", "http://127.0.0.12:7777"),
  bsf_uri:    System.get_env("BSF_URI", "http://127.0.0.15:7777"),
  mcc:        System.get_env("MCC", "999"),
  mnc:        System.get_env("MNC", "70"),
  heartbeat_interval:
String.to_integer(System.get_env("HEARTBEAT_INTERVAL", "10000")),
  prometheus_metrics_port:
String.to_integer(System.get_env("PROMETHEUS_PORT", "9568"))

config :logger, :default_formatter,
  format: {OmniLogger.JsonFormatter, :format},
  metadata: :all
```

Referencia de Parámetros

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminad
`sbi_scheme`	cadena	No	`"http"`
`sbi_certfile`	cadena	Condicional	ninguno
`sbi_keyfile`	cadena	Condicional	ninguno

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminad
`sbi_addr`	cadena	No	`"127.0.0.13"`
`sbi_port`	entero	No	`7777`
`nrf_uri`	cadena	No	`"http://127.0.0.1:`
`udr_uri`	cadena	No	`"http://127.0.0.12`
`bsf_uri`	cadena	No	`"http://127.0.0.15`
`mcc`	cadena	No	`"999"`

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminad
`mnc`	cadena	No	`"70"`
`heartbeat_interval`	entero (ms)	No	`10000`
`prometheus_metrics_port`	entero	No	`9568`
`policy_association_ttl_ms`	entero (ms)	No	`86400000`

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminad
`presence_reporting_areas`	mapa	No	mapa vacío
`hss_api_base_url`	cadena	No	`"https://127.0.0.1`

> El valor predeterminado compilado para `nrf_uri` difiere entre el accesor de configuración (`http://127.0.0.10:7777`) y `runtime.exs` (`http://127.0.0.1:7777`); el valor proporcionado a través de `NRF_URI` /

> `runtime.exs` es el que realmente utiliza un despliegue. Siempre establezca `NRF_URI` explícitamente.

Valores Predeterminados de Políticas Compiladas

Estos valores predeterminados están compilados en el constructor de reglas PCC y el servicio de autorización de políticas, no se exponen como claves de configuración. Se aplican solo cuando ni los datos de suscripción proporcionados por el SMF ni los datos de políticas del UDR proporcionan un valor. Se documentan aquí para que los operadores puedan reconocerlos en una decisión y saber cuándo el aprovisionamiento está incompleto.

Session-AMBR (requerido - sin reserva)

El session-AMBR debe ser resoluble desde la suscripción. **No hay reserva compilada**: si ni el AMBR suscrito proporcionado por el SMF (`subsSessionAmbr` / `subsSessAmbr`, del UDM) ni los datos de políticas SM del UDR (`sessAmbr` / `sessionAmbr`) proporcionan uno, la creación de `Npcf_SMPolicyControl` es **rechazada** con `422 Entidad No Procesable` (causa `ERROR_INITIAL_PARAMETERS`) y se registra un error nombrando el SUPI/DNN. El SMF luego aborta la sesión PDU, por lo que un suscriptor mal aprovisionado falla visiblemente en lugar de recibir silenciosamente un límite de tasa bajo arbitrario. Aproxione el session-AMBR en el UDM/HSS (APN-AMBR por DNN) o en los datos de políticas SM del UDR para resolverlo.

QoS predeterminado (no-GBR)

Se aplica cuando no hay QoS predeterminado suscrito presente y el DNN no tiene un perfil específico.

Campo	Valor
5QI	`9` (no-GBR, internet de mejor esfuerzo)
Nivel de prioridad ARP	`8`
Capacidad de preempción ARP	`NOT_PREEMPT`
Vulnerabilidad de preempción ARP	`PREEMPTABLE`

Per-DNN perfiles de QoS predeterminados

Utilizados cuando no hay QoS suscrito presente, indexados por el identificador de red DNN. La QoS proporcionada por la suscripción siempre tiene prioridad.

DNN	5QI	Prioridad ARP	Capacidad de Preempción	Vulnerabilidad de Preempción
`ims`	5	1	`MAY_PREEMPT`	`NOT_PREEMPTABLE`
`sos`	5	1	`MAY_PREEMPT`	`NOT_PREEMPTABLE`
`mcs`	65	1	`MAY_PREEMPT`	`NOT_PREEMPTABLE`

Disparadores de solicitudes de control de políticas predeterminadas

Instalados en el SmPolicyDecision cuando el UDR no proporciona ninguno. Sin datos de UDR: `PLMN_CH`, `RES_MO_RE`, `AC_TY_CH`, `UE_IP_CH`. Con datos de UDR pero sin lista de disparadores explícita: los anteriores más `DEF_QOS_CH`, `SE_AMBR_CH`.

Mapeo de tipo de medio AF a QoS

Utilizado por la autorización de políticas para construir flujos dedicados a partir de componentes de medios AF. Los tipos de medios no-audio/video se mapean a mejor esfuerzo. El ARP predeterminado es `NOT_PREEMPT` / `PREEMPTABLE` con nivel de prioridad 1 (AUDIO), 2 (VIDEO) o 9 (otro).

Tipo de medio	5QI	GBR UL/DL	MBR UL/DL
`AUDIO`	1	64 Kbps / 64 Kbps	96 Kbps / 96 Kbps
`VIDEO`	2	512 Kbps / 512 Kbps	2 Mbps / 2 Mbps
otro	9	n/a	n/a

Precedencia de reglas PCC

Fuente de regla	Precedencia predeterminada
Regla de permiso total predeterminada (por DNN)	255
Regla de carga dedicada aprovisionada por el UDR	200 (o especificada por la regla)
Regla derivada de AF (autorización de políticas)	100 (o `resPrio`)

API de Gestión / OAM

Separado del SBI 5G, OmniPCF expone una API de gestión (OAM) orientada al operador servida a través de HTTPS. Todas las respuestas son JSON, envueltas en un sobre estándar de `success` / `error`. Cada ruta de gestión está montada

bajo el prefijo `/api`, por lo que las rutas de solicitud completas son como se muestra en las tablas a continuación. Un Panel de Control de LiveView (Recursos, Configuración, Licencia y vistas de Registro) se sirve a través de HTTPS en el puerto `7443` junto a esta API REST.

Propiedad	Valor
Esquema	HTTPS (TLS)
Puerto	`8443`
Dirección de enlace	`0.0.0.0`
Prefijo de ruta	`/api`

Puntos finales de estado

Método	Ruta	Descripción
`GET`	`/api/status/api`	Sondeo de estado de disponibilidad/API.
`GET`	`/api/status/license`	Estado de la licencia.
`GET`	`/api/status/nrf`	Estado de registro del NRF.
`GET`	`/api/status/nf`	Estado del servicio NF: `nf_type` (PCF), servicios publicitados `npcf-smpolicycontrol` / `npcf-am-policy-control`, `sbi_addr`/`sbi_port`.

Inspección de políticas

Método	Ruta	Descripción
`GET`	`/api/policy_context`	Listar contextos de políticas activos.
`GET`	`/api/sm_policy`	Listar asociaciones de políticas SM activas.
`GET`	`/api/sm_policy/{id}`	Leer una sola asociación de políticas SM.
`DELETE`	`/api/sm_policy/{id}`	Eliminar una sola asociación de políticas SM.
`GET`	`/api/am_policy`	Listar asociaciones de políticas AM activas.
`DELETE`	`/api/am_policy/{id}`	Eliminar una sola asociación de políticas AM.
`GET`	`/api/statistics`	Estadísticas agregadas: conteos de políticas SM/AM activas y total de reglas PCC instaladas.

Operaciones OAM

Método	Ruta	Descripción
`GET`	`/api/oam/config`	Ver configuración de tiempo de ejecución actual (`sbi_addr`, `sbi_port`, `nrf_uri`, `udr_uri`, `mcc`, `mnc`, nivel de registro, capacidad/prioridad de NF).
`PATCH`	`/api/oam/config/{id}`	Actualizar valores de tiempo de ejecución seleccionados. Claves aceptadas: `udr_uri`, `nrf_uri`, `nf_capacity`, `nf_priority`, `log_level`. Actualizaciones inválidas o vacías devuelven 400.
`PATCH` / `DELETE`	`/api/oam/sm_policy/{id}`	Actualización de asociación de políticas SM iniciada por el operador (`PATCH`, fusiona `pcc_rules` y notifica al SMF) o eliminación (`DELETE`).
`PATCH` / `DELETE`	`/api/oam/am_policy/{id}`	Actualización de asociación de políticas AM iniciada por el operador (`PATCH`, acepta `ue_ambr`, `triggers`, y `pras` y notifica al AMF) o eliminación (`DELETE`).
`POST`	`/api/oam/log_level`	Cambiar el nivel de registro en tiempo de ejecución. Cuerpo: `{"level": "<level>"}`.
`GET`	`/api/oam/resources`	Uso de recursos de la VM BEAM.
`GET`	`/api/oam/diagnostics`	Diagnósticos de la VM BEAM.

Método	Ruta	Descripción
`POST`	`/api/oam/nrf/reregister`	Forzar re-registro de NF con el NRF.
`GET`	`/api/oam/peers`	URIs de pares NF configurados y estado de alcanzabilidad.
`GET`	`/api/oam/nrf_discovery`	Resultados de descubrimiento NRF para NFs dependientes.

Valores OAM configurables en tiempo de ejecución

Clave	Tipo	Notas
`udr_uri`	cadena	URI base del UDR. Toma efecto en la próxima consulta de datos de políticas.
`nrf_uri`	cadena	URI base del NRF. Toma efecto en el próximo ciclo de registro/latido.
`nf_capacity`	entero	Capacidad de NF publicitada en el perfil NRF; se envía al NRF en la actualización.
`nf_priority`	entero	Prioridad de NF publicitada en el perfil NRF; se envía al NRF en la actualización.
`log_level`	cadena	Uno de `emergency`, `alert`, `critical`, `error`, `warning`, `warn`, `notice`, `info`, `debug`.

Registro

Los registros de OmniPCF son JSON estructurados (`OmniLogger.JsonFormatter`) con todos los metadatos adjuntos. Las líneas de registro están prefijadas por área funcional: `[SM Policy]`, `[AM Policy]`, `[PolicyAuth]`, `[PccRules]`, `[UDR Client]`, `[BSF Client]`, `[Policy Notification]`. Las entradas de SM/AM incluyen el ID de asociación y SUPI; el contexto de sesión (SUPI, ID de sesión PDU, DNN, ID de transacción) se adjunta a los registros estructurados para el seguimiento por suscriptor. El nivel de registro puede cambiarse en tiempo de ejecución a través del punto final OAM `/api/oam/log_level`. El bloque `logger` en `runtime.exs` es una elección de formato, no un ajuste operativo.

← Resumen

Métricas y Monitoreo de OmniPCF

Las métricas se exponen en formato Prometheus en `prometheus_metrics_port` (por defecto `9568`) en `/metrics`.

Los nombres de los eventos de telemetría utilizan puntos (por ejemplo, `omni_pcf.sm_policy.create.count`); el exportador de Prometheus los renderiza con guiones bajos como se muestra a continuación. Confirme los nombres renderizados exactos contra un raspado en vivo de `/metrics` antes de configurar alertas.

Métricas de Políticas SM

Métrica	Tipo	Etiquetas	Descrip
`omni_pcf_sm_policy_create_count`	contador	`supi`, `dnn`, `result`	Operacione creación de políticas SM SUPI/DNN, e error).
`omni_pcf_sm_policy_delete_count`	contador	`supi`, `dnn`	Operacione eliminación políticas SM
`omni_pcf_sm_policy_expire_count`	contador	(ninguna)	Asociacione políticas SM expiradas (eliminadas inactividad/ de espera).
`omni_pcf_sm_policy_creates_total`	contador	`result`	Total de creaciones políticas SM resultado (`fallo`).
`omni_pcf_active_sm_policies_count`	medidor	(ninguna)	Número de asociacione políticas SM activas.

Métricas de Políticas AM

Métrica	Tipo	Etiquetas	Descrip
`omni_pcf_am_policy_create_count`	contador	`supi`, `result`	Operacione creación de políticas AM
`omni_pcf_am_policy_update_count`	contador	`result`	Operacione actualizació políticas AM o error).
`omni_pcf_am_policy_delete_count`	contador	`supi`	Operacione eliminación políticas AM
`omni_pcf_am_policy_expire_count`	contador	(ninguna)	Asociacione políticas AM expiradas (eliminadas inactividad/ de espera).
`omni_pcf_am_policy_creates_total`	contador	`result`	Total de creaciones políticas AM resultado.
`omni_pcf_active_am_policies_count`	medidor	(ninguna)	Número de asociacione políticas AM activas.

Métricas de Autorización de Políticas

Estos contadores cubren el servicio `Npcf_PolicyAuthorization` (AF/VoNR), que convierte una sesión de aplicación IMS/AF en flujos dedicados de tasa de bits garantizada.

Métrica	Tipo	Et
`omni_pcf_policy_authorization_create_count`	contador	`re`
`omni_pcf_policy_authorization_update_count`	contador	`re`
`omni_pcf_policy_authorization_delete_count`	contador	(ni
`omni_pcf_policy_authorization_pcscf_restoration_count`	contador	(ni

Métricas de Reglas PCC

Métrica	Tipo	Etiquetas	Descripción
`omni_pcf_pcc_rule_installs_total`	contador	(ninguna)	Total de instalaciones de reglas PCC.

Métricas NRF

Métrica	Tipo	Etiquetas	Descripción
`omni_pcf_nrf_registration_status`	medidor	`nf_type`	Estado de registro de NRF (`1` = registrado, `0` = no registrado).

Métricas de VM BEAM

Métrica	Tipo	Descripción
`beam_memory_total`	medidor	Memoria total de BEAM (bytes).
`beam_memory_processes`	medidor	Memoria asignada a procesos Erlang.
`beam_memory_processes_used`	medidor	Memoria realmente utilizada por procesos.
`beam_memory_system`	medidor	Memoria del sistema (no de procesos).
`beam_memory_atom`	medidor	Memoria total de átomos.
`beam_memory_atom_used`	medidor	Memoria de átomos utilizada.
`beam_memory_binary`	medidor	Memoria binaria.
`beam_memory_code`	medidor	Memoria de código.
`beam_memory_ets`	medidor	Memoria de tablas ETS.
`beam_processes_count`	medidor	Número de procesos Erlang.
`beam_ports_count`	medidor	Número de puertos Erlang.
`beam_atom_count`	medidor	Número de átomos.
`beam_vm_uptime`	medidor	Tiempo de actividad de la VM (segundos).

Ejemplo de PromQL

```
# Tasa de éxito de creación de políticas SM durante 5 minutos
sum(rate(omni_pcf_sm_policy_creates_total{result="success"}[5m]))
  / sum(rate(omni_pcf_sm_policy_creates_total[5m]))

# Fallos en la creación de políticas SM por DNN
sum by (dnn) (rate(omni_pcf_sm_policy_create_count{result="error"}
[5m]))

# Asociaciones SM + AM actualmente activas
omni_pcf_active_sm_policies_count +
omni_pcf_active_am_policies_count

# Alerta si el PCF no está registrado con el NRF
omni_pcf_nrf_registration_status < 1

# Tasa de instalación de reglas PCC
rate(omni_pcf_pcc_rule_installs_total[5m])
```

← Visión general

Guía de Operaciones de OmniPCF

OmniPCF es la Función de Control de Políticas (PCF) del Núcleo 5G de Omnitouch. Es el punto de decisión de políticas de la red: le dice al SMF cómo debe tratarse cada sesión PDU (reglas PCC, session-AMBR, QoS por flujo) y le indica al AMF la política de acceso y movilidad para cada UE registrada. También expone el servicio de autorización de políticas orientado a la Función de Aplicación que convierte una llamada IMS/VoNR en un flujo de tasa garantizada dedicado.

OmniPCF ofrece tres servicios SBI:

- **Npcf_SMPolicyControl** (TS 29.512): asociaciones de políticas de gestión de sesiones. Para cada sesión PDU que establece el SMF, el PCF devuelve una decisión de Control de Políticas y Cargos (PCC): reglas PCC, reglas de sesión (session-AMBR), decisiones de QoS y datos de control de tráfico.
- **Npcf_AMPolicyControl** (TS 29.507): asociaciones de políticas de acceso y movilidad. Para cada registro de UE que crea el AMF, el PCF devuelve el UE-AMBR autorizado y los disparadores de control de políticas.
- **Npcf_PolicyAuthorization** (TS 29.514): Contextos de Sesión de Aplicación. Una Función de Aplicación (AF), típicamente el IMS P-CSCF, solicita autorización de medios; el PCF deriva reglas PCC dedicadas (por ejemplo, un flujo de voz 5QI 1 para VoNR) y las envía al SMF que posee la política SM de la UE.

OmniPCF obtiene datos de políticas por suscriptor del **UDR** (Nudr_DataRepository, TS 29.519) y registra la vinculación de la dirección UE a PCF en el **BSF** (Nbsf_Management, TS 29.521) para que una AF pueda descubrir qué PCF sirve a una UE dada. Se registra a sí mismo y envía señales de latido al **NRF**.

Cada asociación de políticas es propiedad de un GenServer dedicado (un proceso por asociación de política SM y uno por asociación de política AM)

supervisado por un supervisor de políticas y dirigido a través de un registro. El estado de la asociación (reglas PCC, decisiones de QoS, session-AMBR, UE-AMBR, disparadores, vinculación BSF) reside en el proceso propietario. Los Contextos de Sesión de Aplicación para la autorización de políticas se mantienen en una tabla ETS. También hay un almacenamiento en memoria de respaldo utilizado cuando la ruta del trabajador no está disponible. Este estado de asociación es un estado de tiempo de ejecución mantenido en memoria; el UDR sigue siendo la fuente autorizada de datos de políticas de suscriptores, y las asociaciones son restablecidas por el SMF y el AMF a medida que se configuran las sesiones PDU y los registros.

Referencias de Rol y Especificación 3GPP

Especificación	Relevancia
TS 23.501	Arquitectura del sistema: rol del PCF, marco PCC, mapeo estandarizado de 5QI a características de QoS
TS 23.503	Arquitectura de control de políticas y cargos: marco de políticas, reglas PCC, vinculación
TS 29.507	API Npcf_AMPolicyControl: asociación de políticas de acceso y movilidad
TS 29.512	API Npcf_SMPolicyControl: asociación de políticas de gestión de sesiones, SmPolicyDecision
TS 29.514	API Npcf_PolicyAuthorization: autorización de medios AF, contexto de sesión de aplicación
TS 29.519	Nudr_DataRepository: recursos de datos de políticas consultados y suscritos por el PCF
TS 29.521	Nbsf_Management: registro de vinculación del PCF (BSF)
TS 29.571	Tipos de datos comunes (FlowInformation, S-NSSAI, Ambr)

Interfaces y Puntos Finales SBI

Todos los puntos finales SBI 5G se sirven bajo la URL base `{sbi_scheme}://{sbi_addr}:{sbi_port}`.

Npcf_SMPolicyControl (TS 29.512)

Método	Ruta	Descripción	Espec
POST	`/npcf-smpolicycontrol/v1/sm-policies`	Crear Asociación de Política SM	TS 29.512 4.2.2
GET	`/npcf-smpolicycontrol/v1/sm-policies/{smPolicyId}`	Leer Asociación de Política SM	TS 29.512 4.2.5
POST	`/npcf-smpolicycontrol/v1/sm-policies/{smPolicyId}/update`	Actualizar Asociación de Política SM	TS 29.512 4.2.3
POST	`/npcf-smpolicycontrol/v1/sm-policies/{smPolicyId}/delete`	Eliminar Asociación de Política SM	TS 29.512 4.2.4

Npcf_AMPolicyControl (TS 29.507)

Método	Ruta	Descripción	Esp
POST	`/npcf-am-policy-control/v1/policies`	Crear Asociación de Política AM	TS 29.5 4.2.
GET	`/npcf-am-policy-control/v1/policies/{polAssoId}`	Leer Asociación de Política AM	TS 29.5 4.2.
POST	`/npcf-am-policy-control/v1/policies/{polAssoId}/update`	Actualizar Asociación de Política AM	TS 29.5 4.2.
DELETE	`/npcf-am-policy-control/v1/policies/{polAssoId}`	Eliminar Asociación de Política AM	TS 29.5 4.2.

Npcf_PolicyAuthorization (TS 29.514)

Método	Ruta	Descripción	Espec
POST	`/npcf-policyauthorization/v1/app-sessions`	Crear Contexto de Sesión de Aplicación	TS 29.514 4.2.2
GET	`/npcf-policyauthorization/v1/app-sessions/{appSessionId}`	Leer Contexto de Sesión de Aplicación	TS 29.514 4.2.5
PATCH	`/npcf-policyauthorization/v1/app-sessions/{appSessionId}`	Actualizar Contexto de Sesión de Aplicación	TS 29.514 4.2.3
POST	`/npcf-policyauthorization/v1/app-sessions/{appSessionId}/delete`	Eliminar Contexto de Sesión de Aplicación (op. personalizada)	TS 29.514 4.2.4
PUT	`/npcf-policyauthorization/v1/app-sessions/{appSessionId}/events-subscription`	Crear/modificar sub-recurso de Suscripción a Eventos	TS 29.514
DELETE	`/npcf-policyauthorization/v1/app-sessions/{appSessionId}/events-subscription`	Eliminar sub-recurso de Suscripción a Eventos	TS 29.514
POST	`/npcf-policyauthorization/v1/app-sessions/pcscf-restoration`	Indicación de Restauración P-CSCF	TS 29.514

> TS 29.514 no define un `DELETE` HTTP estándar en `/app-sessions/{appSessionId}`. La eliminación utiliza la operación personalizada `POST .../delete` anterior. La ruta `pcscf-restoration` se empareja antes de las rutas comodín `{appSessionId}`.

Punto final de callback del PCF

Método	Ruta	Descripción	Espec
POST	`/npcf-policy-data-notify`	Callback al que el UDR publica cuando cambian los datos de políticas suscritos	TS 29.519

Resumen de Solicitud / Respuesta

Crear Asociación de Política SM: campos de solicitud obligatorios (`SmPolicyContextData`, impuestos en el enrutador): `supi`, `pduSessionId`, `pduSessionType`, `dnn`, `notificationUri`, `sliceInfo`; y al menos uno de `ipv4Address` / `ipv6AddressPrefix` para una decisión utilizable. Devuelve `201 Created` con el cuerpo `SmPolicyDecision` y un encabezado `Location`. Los IEs obligatorios que faltan a nivel de enrutador devuelven `400` con causa `MANDATORY_IE_MISSING`; un fallo de validación a nivel de servicio devuelve `400` con causa `ERROR_INITIAL_PARAMETERS`; una denegación de política explícita devuelve `403` con causa `POLICY_CONTEXT_DENIED`. El session-AMBR suscrito se lee de `subsSessionAmbr` (preferido), cayendo de respaldo a `subsSessAmbr`; el QoS predeterminado suscrito de `subsDefQos`.

Actualizar Asociación de Política SM: el SMF envía `SmPolicyUpdateContextData`. El PCF aplica cualquier `ipv4Address`, `ipv6AddressPrefix`, `ratType` proporcionados; procesa `ruleReports`; evalúa los `repPolicyCtrlReqTriggers` reportados o inferidos; vuelve a consultar el UDR cuando se activa un disparador relevante para la política; y devuelve un `SmPolicyDecision` actualizado. Si las reglas PCC cambiaron, se notifica la `notificationUri` del SMF.

Eliminar Asociación de Política SM: el cuerpo es `SmPolicyDeleteData`. El trabajador se detiene y su vinculación BSF se desregistra. Devuelve `204 No`

`Content`.

Crear Asociación de Política AM: campos obligatorios (`PolicyAssociationRequest`): `supi`, `notificationUri`, `suppFeat`. Opcional: `guami`, `gpsi`, `pei`, `accessType`, `ratType`, `allowedSnssais`, `ueAmbr`, `servingPlmn`. Devuelve `201 Created` con la `PolicyAssociation` (`ueAmbr`, `triggers`, `suppFeat`) y un encabezado `Location`. Un IE obligatorio que falta devuelve `400` con causa `MANDATORY_IE_MISSING`.

Actualizar Asociación de Política AM: el AMF envía `PolicyAssociationUpdateRequest`. El PCF aplica cambios, vuelve a consultar el UDR para UE-AMBR, y devuelve un `PolicyUpdate` que lleva `resourceUri` (y `ueAmbr` / `triggers` cuando están presentes). Si la política cambió, se notifica la `notificationUri` del AMF.

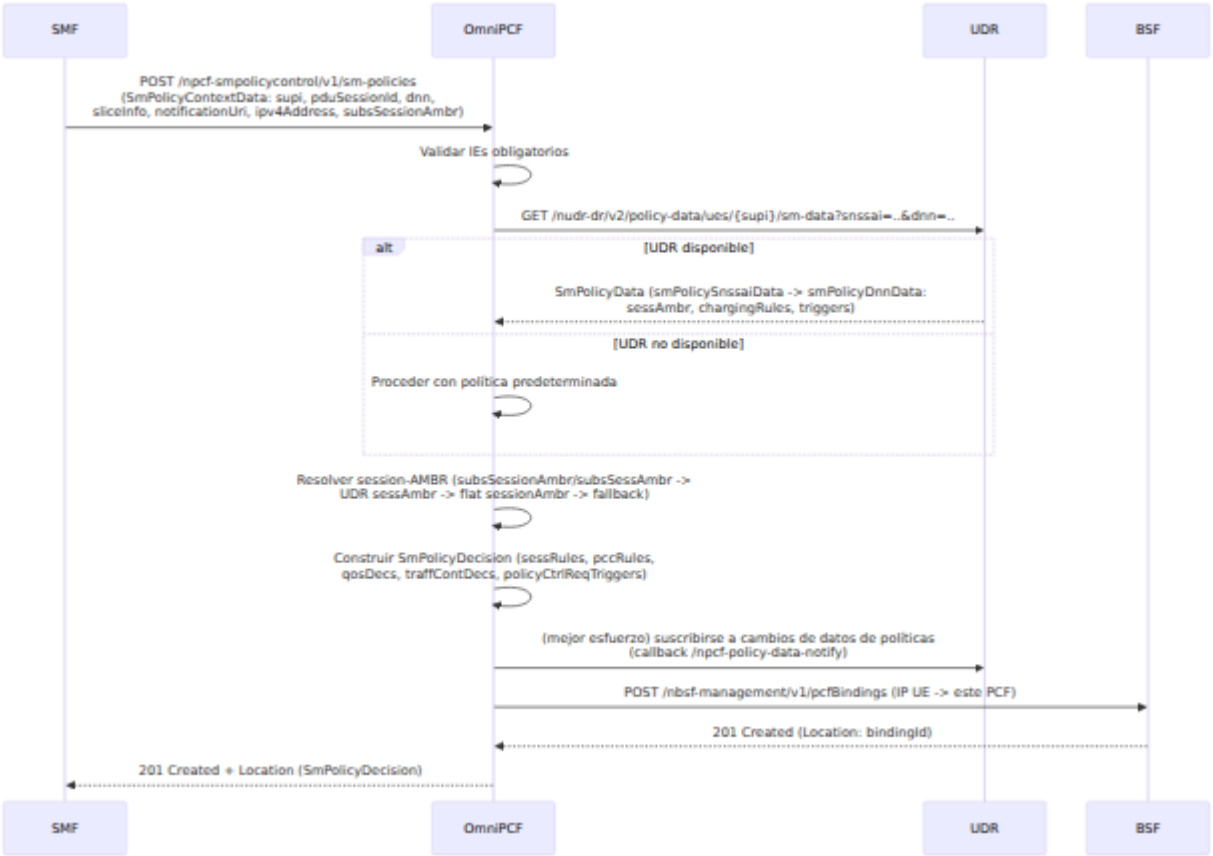
Áreas de Reporte de Presencia (TS 29.507): el PCF incluye Áreas de Reporte de Presencia en las decisiones de políticas AM. Las obtiene de los datos de políticas AM del UDR (`praInfos`) y, cuando el UDR no proporciona ninguna, recurre a las `presence_reporting_areas` configuradas por el operador (ver la Referencia de Configuración). Cuando hay alguna PRA presente, el PCF inyecta un disparador de control de políticas de cambio de presencia (`PRA_CH`) para que el AMF informe la entrada y salida de la UE en esas áreas. El parámetro del cuerpo `pras` también se acepta en la acción del operador `PATCH /api/oam/am_policy/{id}`.

Crear Contexto de Sesión de Aplicación: obligatorio (`AppSessionContextReqData` bajo `ascReqData`): `notifUri`, `suppFeat`, y exactamente uno de `ueIpv4` / `ueIpv6` / `ueMac`. Los componentes de medios (`medComponents`) impulsan la derivación de reglas PCC. Devuelve `201 Created` con el `AppSessionContext` almacenado y un encabezado `Location`.

Procedimientos Clave

Creación de Asociación de Política SM (TS 29.512 Sección 4.2.2)

Cuando el SMF establece una sesión PDU, crea una asociación de política SM. El PCF valida el contexto, obtiene datos de políticas SM del UDR, construye la decisión PCC, inicia el trabajador de asociación, se suscribe (mejor esfuerzo) a las notificaciones de cambio de datos de políticas del UDR, y registra la vinculación de la dirección UE en el BSF.



El orden de resolución de session-AMBR es: el AMBR suscrito proporcionado por el SMF (`subsSessionAmbr`, de lo contrario `subsSessAmbr`, que proviene del UDM), luego los datos de políticas SM anidados del UDR (`smPolicySnssaiData[snssai].smPolicyDnnData[dnn].sessAmbr`), luego un `sessionAmbr` plano en el registro del UDR, y luego el respaldo compilado (registrado). **El session-AMBR proporcionado por el PCF es autoritativo: rige la tasa agregada que el SMF aplica para la sesión PDU.** El registro en el BSF es mejor esfuerzo y se ejecuta desde la ruta de inicialización del trabajador, por lo que un BSF lento o ausente nunca bloquea la creación de

políticas. El QoS iniciado por la AF no podrá resolver este PCF hasta que exista la vinculación.

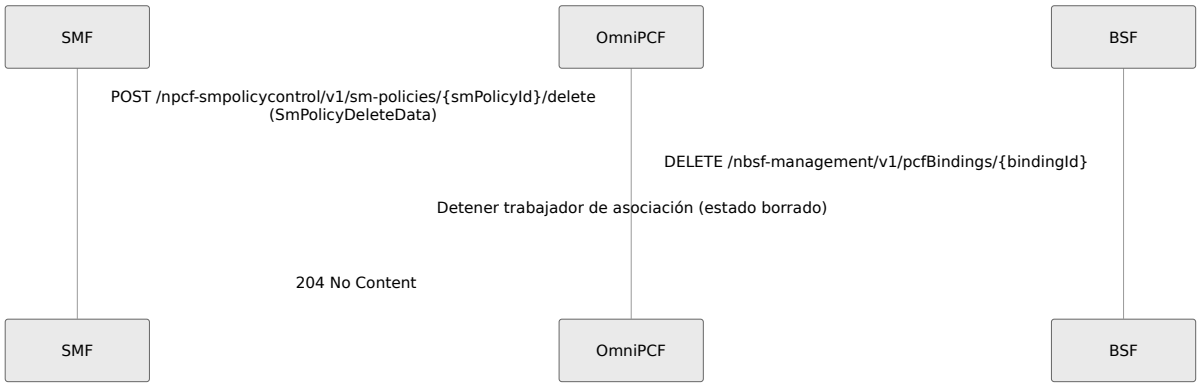
Actualización de Asociación de Política SM (TS 29.512 Sección 4.2.3)

Parse error on line 7: ...procesar ruleReports PCF->>PCF: Eval ----------^ Expecting 'SOLID_OPEN_ARROW', 'DOTTED_OPEN_ARROW', 'SOLID_ARROW', 'BIDIRECTIONAL_SOLID_ARROW', 'DOTTED_ARROW', 'BIDIRECTIONAL_DOTTED_ARROW', 'SOLID_CROSS', 'DOTTED_CROSS', 'SOLID_POINT', 'DOTTED_POINT', got 'NEWLINE'

Intente de nuevo

El UDR se vuelve a consultar en la actualización solo cuando se ha activado un disparador relevante para la política: se omite una consulta costosa cuando no ha cambiado nada. El PCF decide que se activó un disparador ya sea de la lista `repPolicyCtrlReqTriggers` que el SMF informa explícitamente (si alguno de ellos está en el conjunto de disparadores instalados de la asociación), o, cuando esa lista está ausente, inferiendo del cuerpo de actualización: un cambio en `ipv4Address` / `ipv6AddressPrefix` se mapea a `UE_IP_CH`, un cambio en `ratType` a `AC_TY_CH`, un cambio en `servingNetwork` a `PLMN_CH`, y cualquier `ruleReports` a `RES_MO_RE`. Un disparador inferido solo cuenta si el disparador coincidente está en el conjunto instalado de la asociación (ver el conjunto de disparadores predeterminado en la Referencia de Configuración). Si no coincide ningún disparador, la decisión se reconstruye a partir del estado existente sin una nueva consulta al UDR.

Eliminación de Asociación de Política SM (TS 29.512 Sección 4.2.4)



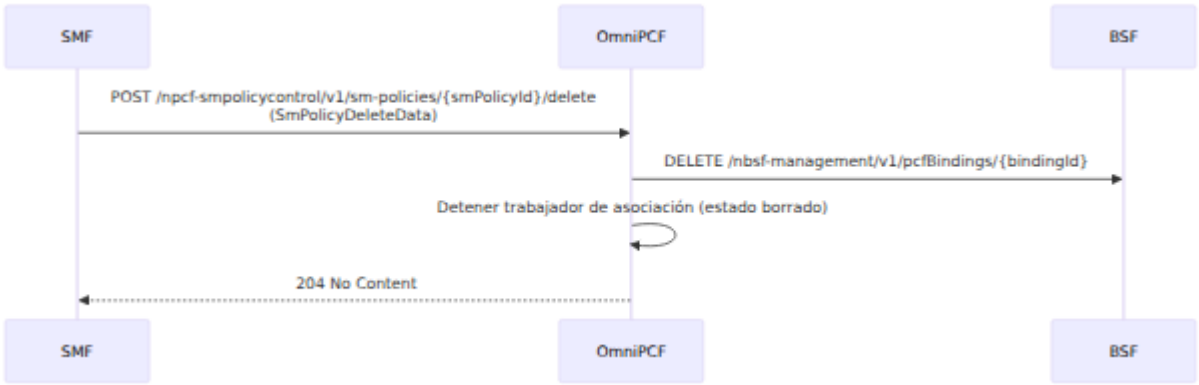
Creación de Asociación de Política AM (TS 29.507 Sección 4.2.2)

Parse error on line 14: ..._CH si AMBR difiere) PCF-->>AMF: 201 ----------^ Expecting 'SOLID_OPEN_ARROW', 'DOTTED_OPEN_ARROW', 'SOLID_ARROW', 'BIDIRECTIONAL_SOLID_ARROW', 'DOTTED_ARROW', 'BIDIRECTIONAL_DOTTED_ARROW', 'SOLID_CROSS', 'DOTTED_CROSS', 'SOLID_POINT', 'DOTTED_POINT', got 'NEWLINE'

Intente de nuevo

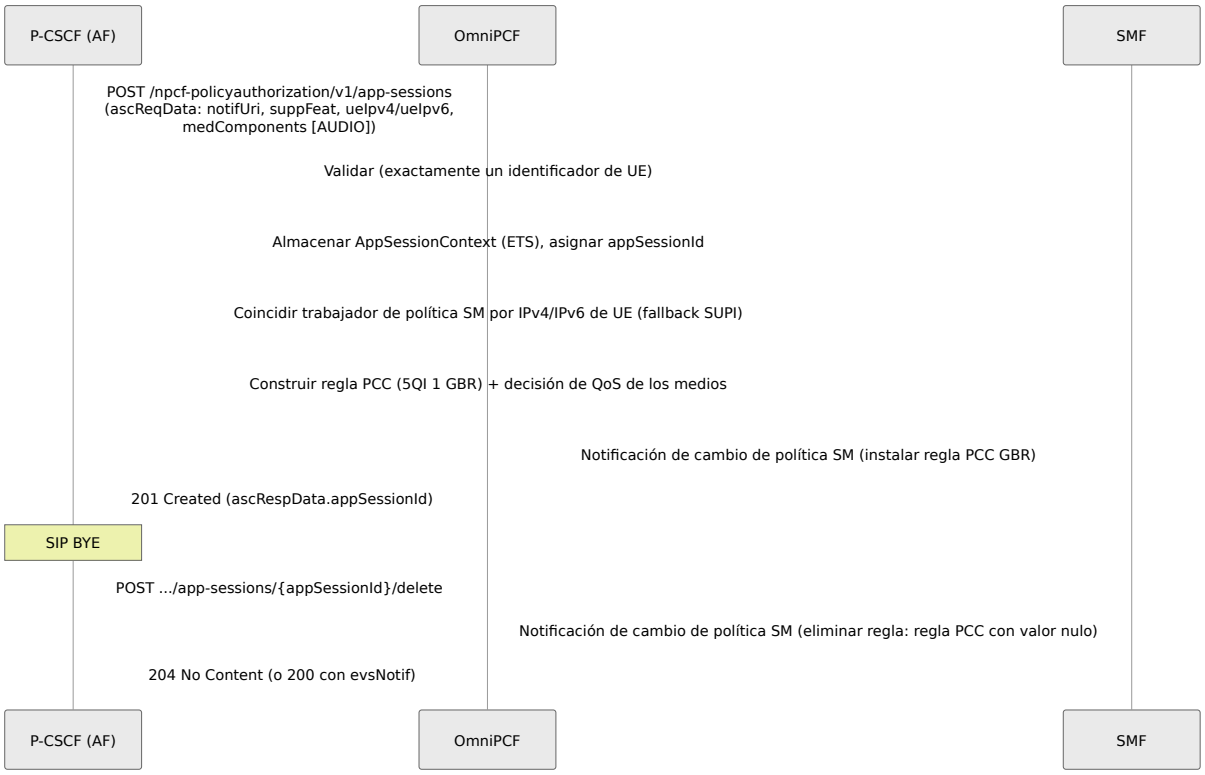
El UE-AMBR autorizado es el `subscribedUeAmbr` del UDR cuando está presente, de lo contrario, el valor proporcionado por el AMF. Se establece un disparador `UE_AMBR_CH` cuando el UE-AMBR reportado por el AMF y el suscrito difieren.

Actualización de Asociación de Política AM (TS 29.507 Sección 4.2.3)



Autorización de Política para un Portador VoNR (TS 29.514)

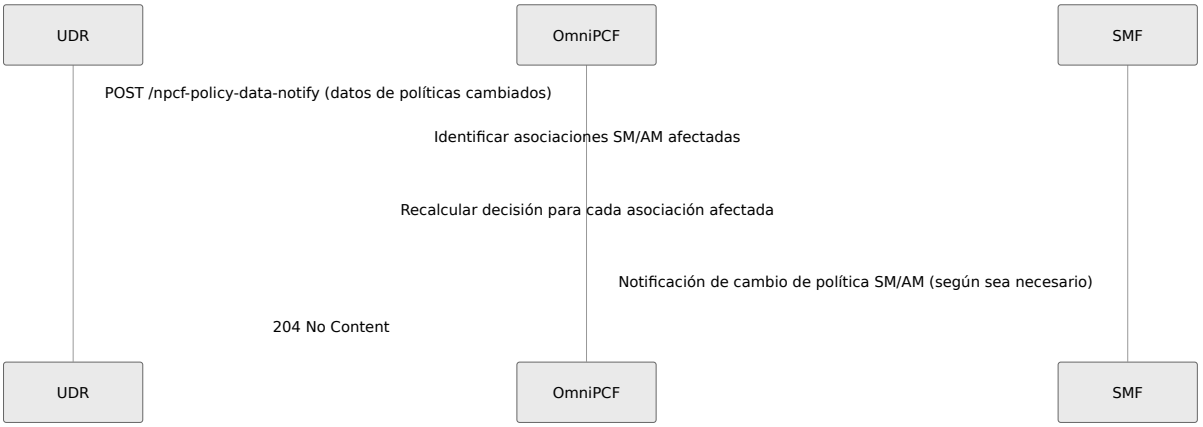
Este es el lado del PCF del portador dedicado dinámico VoNR. Cuando se responde a una llamada, el IMS P-CSCF (actuando como AF) crea un Contexto de Sesión de Aplicación que describe los medios; el PCF deriva una regla PCC GBR (5QI 1 para audio) y la envía al SMF que posee la política SM de la UE. Al finalizar la llamada, la AF elimina la sesión y el PCF elimina la regla.



La AF se dirige a la UE por IP, por lo que el PCF coincide la sesión de aplicación con la asociación de política SM primero por IPv4 de UE, luego por IPv6 de UE, y solo recurre a SUPI cuando no se proporciona ninguna IP. Una llamada VoNR solo por IPv6 lleva solo `ueIpv6`, por lo que la rama IPv6 es esencial tanto en la instalación como en la eliminación o no se instalan/desmantelan flujos dedicados. Para mantener una IP de UE mapeada a exactamente una asociación activa, la creación de políticas SM supera cualquier asociación obsoleta que aún mantenga esa IPv4 (supersede-on-create); cuando varios estados de trabajadores aún coinciden con una IP reutilizada, la regla se envía a todos ellos: la sesión activa instala el flujo, las obsoletas fallan sin causar problemas.

Suscripción a Cambios de Datos de Política del UDR (TS 29.519)

En la creación de políticas SM, el PCF se suscribe (mejor esfuerzo) a las notificaciones de cambio de datos de políticas del UDR para el suscriptor, dando al UDR el callback `/npcf-policy-data-notify`. Cuando cambian los datos de políticas del suscriptor, el UDR publica en ese callback y el PCF maneja el cambio para las asociaciones afectadas.



Conceptos de Política y PCC

Estructura de SmPolicyDecision

Para cada asociación de política SM, el PCF devuelve un `SmPolicyDecision` (TS 29.512 Tabla 5.6.2.3-1) construido a partir de datos de suscripción, datos de políticas del UDR y políticas locales:

```
SmPolicyDecision
  sessRules:
    SessRule-{dnn}:
      sessRuleId:   "SessRule-{dnn}"
      authSessAmbr: {uplink, downlink}     <- subsSessionAmbr /
subsSessAmbr / UDR sessAmbr (requerido; de lo contrario 422)
      authDefQos:   {5qi, arp}             <- suscrito / perfil
DNN / 5QI 9

  pccRules:
    PccRule-{dnn}-default:                 <- siempre presente
(permitir-todo, precedencia 255)
      flowInfos:  [permitir salida ip desde cualquier dirección a
{ueIp},
                   permitir salida ip desde {ueIp} a cualquier
dirección]
      refQosData: ["QosData-{dnn}"]
      refTcData:  ["TcData-{dnn}"]
    {udr-charging-rule}:                   <- 0..n reglas
dedicadas de UDR chargingRules

  qosDecs:
    QosData-{dnn}:  {5qi, arp, maxbrUl, maxbrDl}   maxbr =
session-AMBR

  traffContDecs:
    TcData-{dnn}:   {flowStatus: ENABLED}

  policyCtrlReqTriggers: [ ... ]           <- conjunto
predeterminado o proporcionado por UDR
  suppFeat: bitmap de características negociadas
```

Nomenclatura de campo Session-AMBR (N7 / Npcf SM policy)

El Session-AMBR suscrito es transportado por el SMF en el contexto de política SM y se lee, en orden de prioridad, desde `subsSessionAmbr` luego `subsSessAmbr` (ambos aceptados para interoperabilidad). El PCF coloca el valor resuelto en `sessRules.*.authSessAmbr` (y lo refleja como `maxbrUl` / `maxbrDl` de la regla predeterminada). Los datos de políticas del UDR proporcionan el valor ya sea anidado como `smPolicySnssaiData[snssai].smPolicyDnnData[dnn].sessAmbr` o plano como `sessionAmbr`. **El session-AMBR proporcionado por el PCF rige la tasa agregada que el SMF aplica para la sesión PDU**: si un suscriptor está limitado por debajo de las expectativas, el valor que devolvió el PCF es el que está en vigor. Un session-AMBR es **obligatorio**: si no se puede resolver desde ninguna fuente, la creación se rechaza con `422` (causa `ERROR_INITIAL_PARAMETERS`) en lugar de recurrir a un predeterminado fabricado que limitaría silenciosamente la sesión (problema #34). Tenga en cuenta la divergencia histórica en el nombre del campo entre SMF y PCF (`sessionAmbr` vs `subsSessAmbr`): OmniPCF acepta ambas ortografías de solicitud para que una discrepancia no elimine silenciosamente el AMBR suscrito.

Reglas PCC

Cada decisión de política SM contiene una regla PCC predeterminada de permitir todo para el DNN (precedencia 255). Más allá de eso:

- **Reglas dedicadas de origen UDR**: reglas de cargos de portador dedicadas estáticas provisionadas en los datos de políticas SM del UDR (`chargingRules` bajo el DNN, precedencia predeterminada 200) cada una se convierte en una regla PCC dedicada más una decisión de QoS que el SMF instala como un flujo QoS 5G (por ejemplo, un flujo GBR 5QI 1 para VoNR).
- **Reglas derivadas de AF**: los componentes de medios de una sesión de autorización de políticas de aplicación se convierten en reglas PCC nombradas `pcc-af-{component}` (precedencia 100 por defecto) con 5QI derivado del tipo de medio (AUDIO→1, VIDEO→2, otro→9), enviadas al SMF

a través de la notificación de política SM. Al eliminar la sesión de aplicación, se eliminan las mismas reglas enviándolas con un valor nulo (eliminación de regla TS 29.512).

Provisionamiento de una regla de cargos dedicada UDR

Un portador dedicado que siempre está presente (en oposición a uno que una AF instala dinámicamente para una llamada) se provisiona como una entrada de lista `chargingRules` dentro de los datos de políticas SM del suscriptor, en `smPolicySnssaiData[snssai].smPolicyDnnData[dnn].chargingRules`. Cada entrada de lista es una regla PCC dedicada; el PCF lee los siguientes campos por entrada para construir la regla y su decisión de QoS:

Campo	Significado	Predeterminado si se omite
`name`	Identificador de regla PCC (`pccRuleId`).	`pcc-dedicated-{n}`
`precedence`	Precedencia de la regla (menor = mayor prioridad; evaluada antes de la regla de permitir-todo 255).	`200`
`flowInfos`	Lista de entradas `FlowInformation` (filtros de paquetes) a las que se aplica la regla, pasadas al SMF tal como están (TS 29.571).	`[]` (la regla no coincide con nada hasta que se provisionan flujos)
`5qi`	5QI para la decisión de QoS del flujo.	el QoS 5QI predeterminado del DNN
`arp`	Objeto ARP (`priorityLevel`, `preemptCap`, `preemptVuln`).	pasado a través como provisionado (`null` si se omite)
`gbrUl` / `gbrDl`	Tasa de bits garantizada hacia arriba/abajo: establezca estos para un flujo GBR (por ejemplo, `"64 Kbps"`).	omitido (no-GBR)
`mbrUl` / `mbrDl`	Tasa máxima de bits hacia arriba/abajo; recurre al valor GBR cuando se omite.	`gbrUl` / `gbrDl`

La regla se busca bajo el identificador de red del DNN (el `dnn` después de eliminar cualquier dominio de red de hogar `.mnc…`). Si la clave exacta S-NSSAI o DNN está ausente del registro del UDR, el PCF recurre a la primera entrada S-NSSAI cuya `sst` coincida y la primera entrada DNN, por lo que un único perfil

genérico aún se aplica. Proporcione `flowInfos`: una regla sin información de flujo se instala pero no coincide con tráfico.

5QI, GBR y ARP

Las decisiones de QoS llevan el 5QI, la Prioridad de Asignación y Retención (ARP: nivel de prioridad, capacidad de preempción, vulnerabilidad a la preempción) y, para flujos GBR, tasas de bits garantizadas y máximas (`gbrUl`/`gbrDl`/`maxbrUl`/`maxbrDl`) según la Tabla 5.7.4-1 de TS 23.501. El PCF construye flujos GBR para medios AF (5QI 1/2) y para portadores dedicados provisionados por el UDR, y no-GBR de mejor esfuerzo (5QI 9) para la regla predeterminada.

Negociación de características (`suppFeat`)

Cada servicio negocia características admitidas mediante un AND bit a bit del bitmap solicitado por el consumidor con el bitmap admitido por el PCF, devolviendo el valor negociado como una cadena hexadecimal en minúsculas. Bitmaps admitidos: control de políticas SM `0x3F`, autorización de políticas `0x3F`, control de políticas AM `0x1F`. Un bitmap de solicitud que falta o que no se puede analizar se negocia a `0`.

← Resumen

Solución de problemas de OmniPCF

La asociación de política SM devuelve 400 (MANDATORY_IE_MISSING / ERROR_INITIAL_PARAMETERS)

El `SmPolicyContextData` carece de un IE obligatorio. El enrutador requiere `supi`, `pduSessionId`, `pduSessionType`, `dnn`, `notificationUri`, `sliceInfo` (faltar estos devuelve `MANDATORY_IE_MISSING`); el servicio además requiere una dirección UE utilizable (`ipv4Address` / `ipv6AddressPrefix`) y devuelve `ERROR_INITIAL_PARAMETERS` en caso de fallo de validación a nivel de servicio. La mayoría de las veces, la IP del UE está ausente: el SMF la completa después del establecimiento de la sesión UPF, por lo que un fallo de PFCP antes de la asignación de IP deja el campo vacío. Verifique primero el establecimiento de sesión del lado del SMF.

La asociación de política SM devuelve 403 (POLICY_CONTEXT_DENIED)

Devuelto cuando la validación de política niega explícitamente el contexto. Inspeccione el registro del PCF alrededor de la solicitud para conocer la razón de la denegación.

La asociación de política SM devuelve 422 (falta session-AMBR)

El session-AMBR no pudo ser resuelto desde el `subsSessionAmbr` / `subsSessAmbr` proporcionado por el SMF (desde UDM) o desde el UDR (`sessAmbr` / flat `sessionAmbr`), por lo que la creación es rechazada con `422 Unprocessable Entity` (causa `ERROR_INITIAL_PARAMETERS`) y el SMF aborta la sesión PDU. Se registra un error `[SM Policy] No Session-AMBR available for SUPI=... DNN=...` por cada ocurrencia. Ya no hay una tasa de respaldo fabricada: anteriormente, el PCF sustituía un valor predeterminado codificado de `1000 Kbps` que se convertía silenciosamente en el límite efectivo de sesión 5G para suscriptores no provisionados (problema #34). Corrija asegurándose de que el UDM/HSS proporcione el session-AMBR del suscriptor (para que el SMF lo reenvíe como `subsSessAmbr`) o que el UDR devuelva `sessAmbr` en los datos de política SM. Tenga en cuenta que OmniPCF acepta tanto `subsSessionAmbr` como `subsSessAmbr` de la SMF, por lo que un desajuste en el nombre del campo no es la causa.

Las consultas UDR fallan / se aplica política predeterminada

Si el UDR no es accesible o devuelve un error, el PCF registra `[UDR Client] SM policy query failed for {supi}` (o el equivalente AM) y procede con la política predeterminada: una regla de permitir todo y QoS predeterminado DNN o 5QI 9. Tenga en cuenta que el session-AMBR aún debe provenir del SMF (`subsSessAmbr`) en ese caso, ya que el UDR no puede proporcionar `sessAmbr`; de lo contrario, la creación es rechazada (ver arriba). Verifique `udr_uri`, la accesibilidad del UDR y que el UDR exponga los recursos de datos de política TS 29.519 v2 (`/nudr-dr/v2/policy-data/ues/{ueId}/sm-data` y `/am-data`).

El flujo dedicado AF (VoNR) nunca se instala

La sesión de autorización de política no pudo ser emparejada con una asociación de política SM activa. Verifique que: el AF proporcionó un identificador UE que coincide con la política SM (una llamada solo IPv6 debe llevar `ueIpv6`); la asociación de política SM para esa IP UE existe y su enlace BSF está registrado; y el registro muestra `[PolicyAuth] Notifying N SM policy assoc(s)`. Una advertencia `No SM policy association found` significa que ningún trabajador activo tenía esa IP/SUPI. El mismo emparejamiento se aplica a la eliminación de reglas en la desconexión: una sesión de aplicación IPv6 lleva solo `ueIpv6`, por lo que sin una asociación coincidente el flujo 5QI 1 nunca se desmantela.

El registro de enlace BSF falla

Si el BSF no es accesible o el descubrimiento NRF del BSF falla y el `bsf_uri` está mal, el registro muestra `[SM Policy] BSF binding registration failed`. La política SM aún tiene éxito, pero QoS iniciado por AF no puede resolver este PCF para el UE afectado. Verifique el descubrimiento NRF del BSF y la recuperación del `bsf_uri`. Un `403` en el registro significa que ya existe un enlace para esa dirección UE (tratado como ya vinculado).

Las asociaciones de política AM se acumulan

Las asociaciones AM se crean en el registro del UE y se eliminan en la desregistración, y las asociaciones SM en el establecimiento y liberación de la sesión PDU. Se espera que el AMF y el SMF eliminen explícitamente. Si un consumidor nunca envía el DELETE (por ejemplo, después de un reinicio del AMF o SMF), la asociación no persiste indefinidamente: tanto las asociaciones AM como SM caducan automáticamente en un TTL inactivo controlado por `policy_association_ttl_ms` (86400000 ms por defecto, es decir, 24 horas). El temporizador se restablece en cada actualización del consumidor, y al expirar,

la asociación se desmantela. Este TTL es la última defensa contra asociaciones filtradas, no el mecanismo de ciclo de vida primario. Observe `omni_pcf_active_am_policies_count`. Las asociaciones, políticas SM y sesiones de aplicación son estado en tiempo de ejecución mantenido en memoria y son restablecidas por el AMF y el SMF a medida que se configuran registros y sesiones PDU.

Correlación de registros

Las líneas de registro están precedidas por el área: `[SM Policy]`, `[AM Policy]`, `[PolicyAuth]`, `[PccRules]`, `[UDR Client]`, `[BSF Client]`, `[Policy Notification]`. Las entradas SM/AM incluyen el ID de asociación y SUPI; el contexto de sesión (SUPI, ID de sesión PDU, DNN, ID de transacción) se adjunta a los registros estructurados para el rastreo por suscriptor.