

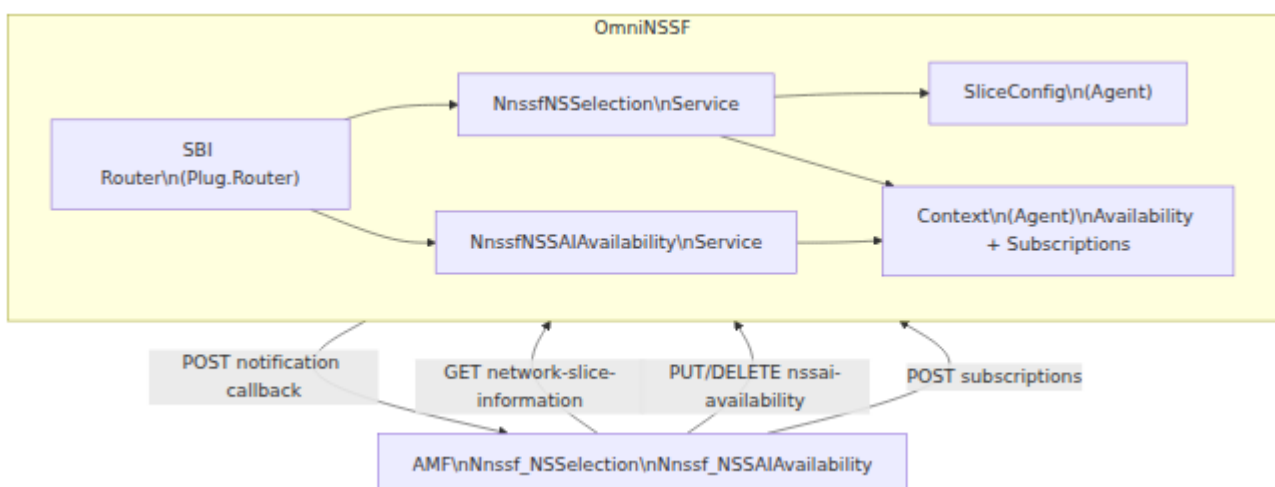
# Guía de Operaciones de OmniNSSF

## Descripción General

OmniNSSF implementa la Función de Selección de Slice de Red (NSSF) del núcleo 5G. Proporciona dos servicios SBI: Nnssf\_NSSelection (TS 29.531) que responde a las consultas de AMF sobre qué slices de red puede usar una UE, y Nnssf\_NSSAIAvailability (TS 29.531) que acepta informes de disponibilidad de NSSAI de AMFs y gestiona suscripciones a notificaciones de cambio de disponibilidad.

La configuración de slice — la asignación de S-NSSAIs a URIs de NRF, NSSAI permitidos por PLMN y asignaciones de conjuntos de AMF — se carga desde la configuración de la aplicación al inicio. El estado de disponibilidad de NSSAI informado por los AMFs se mantiene en proceso en un Agente. Las notificaciones de cambio de disponibilidad se entregan a los suscriptores como llamadas HTTP POST de tipo fire-and-forget.

## Arquitectura



# Referencias de Rol y Especificación 3GPP

| Especificación | Relevancia   |
|----------------|--|
| TS 23.501      | Arquitectura del sistema — rol de NSSF, concepto de slice de red, definición de S-NSSAI (Sección 5.15)   |
| TS 23.502      | Procedimientos — selección de slice durante el registro (4.2.3.2), establecimiento de sesión PDU (4.3.2) |
| TS 29.531      | APIs de Nnssf_NSSelection y Nnssf_NSSAIAvailability  |
| TS 23.003      | Estructura de S-NSSAI (SST, SD), definición de NSI   |

---

## Puntos Finales de SBI

Todos los puntos finales se sirven bajo la URL base

`{sbi_scheme}://{sbi_addr}:{sbi_port}`.

| Método | Ruta   | Servici      |
|--------|--|--------------|
| GET    | /nssf-nsselection/v2/network-slice-information                               | Nssf_NSSelec |
| PUT    | /nssf-nssaiavailability/v1/nssai-availability/{nfId}                         | Nssf_NSSAIAv |
| DELETE | /nssf-nssaiavailability/v1/nssai-availability/{nfId}                         | Nssf_NSSAIAv |
| POST   | /nssf-nssaiavailability/v1/nssai-availability/subscriptions                  | Nssf_NSSAIAv |
| DELETE | /nssf-nssaiavailability/v1/nssai-availability/subscriptions/{subscriptionId} | Nssf_NSSAIAv |

## Resumen de Solicitud / Respuesta

**GET network-slice-information** — parámetros de consulta obligatorios: `nf-id`, `nf-type`. Opcionales: `slice-info-request-for-registration`, `slice-info-request-for-pdu-session`, `snssai`, `tai`, `home-plmn-id`, `supported-features`. Devuelve `200 OK` con `AuthorizedNetworkSliceInfo`.

**PUT nssai-availability/{nfid}** — cuerpo: `NssaiAvailabilityInfo` (debe contener `supportedSnssaiList` o `supportedNssaiAvailabilityData`). Devuelve `200 OK` con `AuthorizedNssaiAvailabilityInfo`. Activa notificación a todos los suscriptores actuales.

**POST subscriptions** — cuerpo: `NssaiAvailabilitySubscription` (debe contener `nfNssaiAvailabilityUri`). Devuelve `201 Created` con objeto de suscripción y encabezado `Location`.

---

## Referencia de Configuración

La configuración se lee de la clave de entorno de la aplicación `:omnissf`.

```
config :omnissf,  
  sbi_scheme: "http",  
  sbi_addr:   "127.0.0.14",  
  sbi_port:   7777,  
  nrf_uri:    "http://127.0.0.10:7777",  
  mcc: "999",  
  mnc: "70",  
  heartbeat_interval: 10_000,  
  
  nsi_list: [  
    %{  
      s_nssai: %{sst: 1, sd: "0x000001"},  
      nrf_uri: "http://127.0.0.10:7777",  
      nsi_id:  "1"  
    }  
  ],  
  
  allowed_nssai: %{  
    "999-70" => [  
      %{sst: 1, sd: "0x000001"}  
    ]  
  },  
  
  amf_set_mapping: %{  
    "1-0x000001" => ["1"]  
  },  
  
  configured_nssai: %{}  
}
```

## Tabla de Parámetros Base

| Parámetro  | Tipo    | Predeterminado           | Descripción   |
|------------|---------|--------------------------|---|
| sbi_scheme | string  | "http"                   | Esquema HTTP para el socket de escucha SBI (http o https)                     |
| sbi_addr   | string  | "127.0.0.14"             | Dirección IP a la que se vincula el servidor HTTP SBI                         |
| sbi_port   | integer | 7777                     | Puerto TCP en el que escucha el servidor HTTP SBI                             |
| nrf_uri    | string  | "http://127.0.0.10:7777" | URI base del NRF. Usado solo para registro de NF y latidos                    |
| mcc        | string  | "999"                    | Código de País Móvil del PLMN de origen. Usado como clave de PLMN de respaldo |

| Parámetro                       | Tipo         | Predeterminado | Descripción  |
|---------------------------------|--------------|----------------|--|
|                                 |              |                | cuando <code>home-plmn-id</code> está ausente de una consulta de selección |
| <code>mnc</code>                | string       | "70"           | Código de Red Móvil del PLMN de origen                                     |
| <code>heartbeat_interval</code> | integer (ms) | 10000          | Intervalo en milisegundos entre solicitudes de latido de NRF               |

## Parámetros de Configuración de Slice

### `nsi_list`

Una lista de entradas de Instancia de Slice de Red (NSI). Cada entrada vincula un S-NSSAI a un URI de NRF. Cuando el NSSF recibe una consulta de selección de slice, busca el S-NSSAI solicitado en esta lista y devuelve el URI de NRF asociado en el campo `nsiInformation` de la respuesta.

| Campo                    | Tipo         | Descripción   |
|--------------------------|--------------|---|
| <code>s_nssai.sst</code> | integer      | Tipo de Slice/Servicio (1-255). Valores estándar: 1=eMBB, 2=URLLC, 3=MIoT (TS 23.501 Tabla 5.15.2.2-1)  |
| <code>s_nssai.sd</code>  | string o nil | Diferenciador de Slice como una cadena hexadecimal (por ejemplo, "0x000001"). <code>nil</code> o ausente coincide con cualquier SD para el SST dado (ver NSSF-L5) |
| <code>nrf_uri</code>     | string       | URI base del NRF responsable del descubrimiento de NF dentro de esta instancia de slice   |
| <code>nsi_id</code>      | string       | Identificador opaco para esta NSI, incluido en la respuesta <code>nsiInformation</code>   |

Si ninguna entrada de `nsi_list` coincide con el S-NSSAI solicitado, el NSSF devuelve `403 Forbidden` con causa `SNSSAI_NOT_FOUND`.

### `allowed_nssai`

Un mapa de la clave PLMN ("`{mcc}-{mnc}`") a una lista de estructuras de S-NSSAI. Controla qué slices se incluyen en el campo `allowedNssaiList` de la respuesta de selección. Si el PLMN solicitante no tiene entrada, se utiliza el NSSAI permitido del PLMN de origen como respaldo.

Cada S-NSSAI en la lista:

| Campo            | Tipo         | Descripción            |
|------------------|--------------|------------------------|
| <code>sst</code> | integer      | Tipo de Slice/Servicio |
| <code>sd</code>  | string o nil | Diferenciador de Slice |

### `amf_set_mapping`

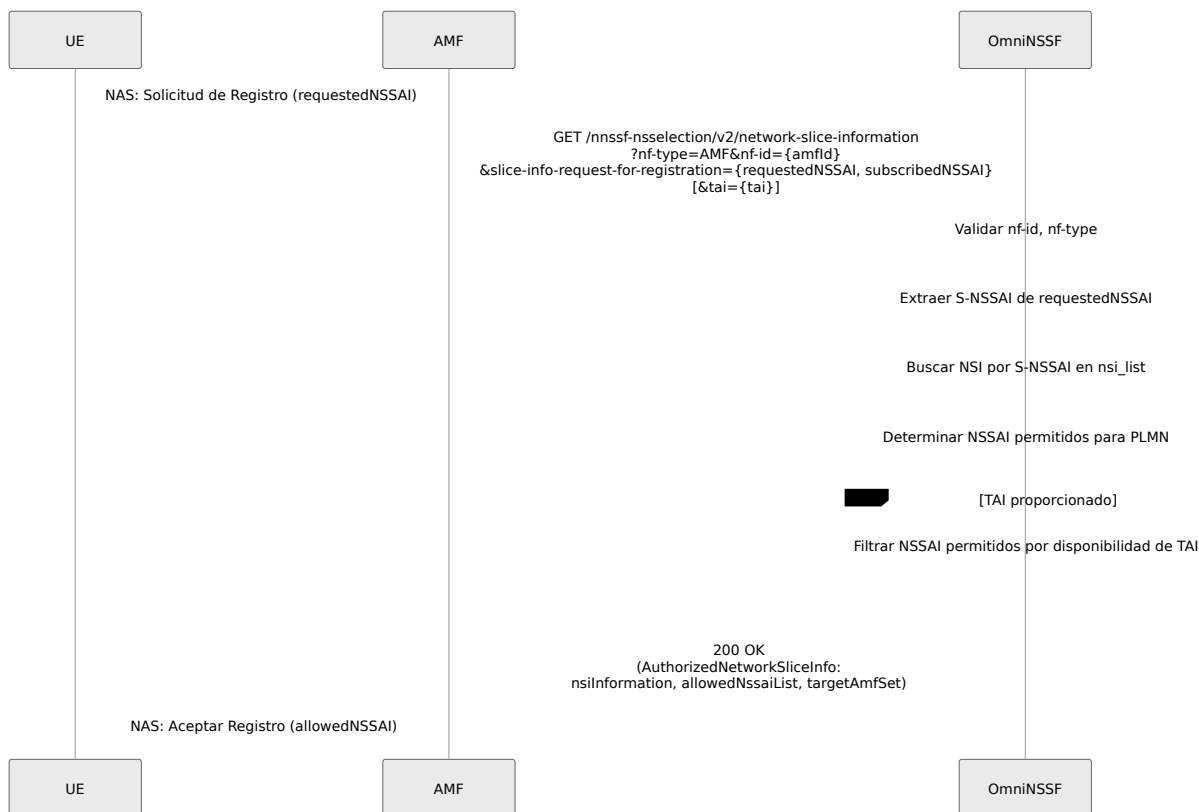
Un mapa de la clave S-NSSAI ("`{sst}`-`{sd}`") o "`{sst}`" cuando no hay SD) a una lista de cadenas de ID de conjunto de AMF. Cuando está poblado, el NSSF incluye la primera entrada como `targetAmfSet` en la respuesta de selección (ver limitación NSSF-L3 — `candidateAmfList` no está poblado).

### `configured_nssai`

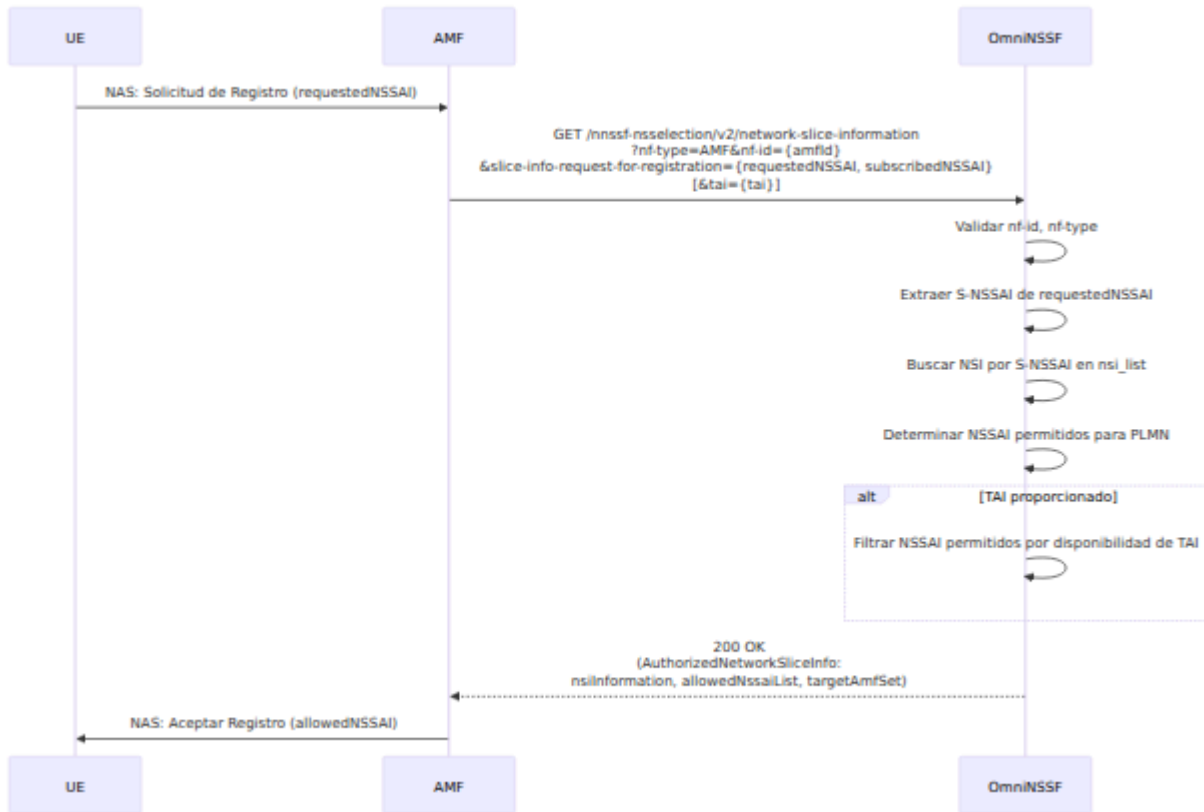
Un mapa de la clave S-NSSAI a una estructura de NSSAI configurada para escenarios de roaming. Cuando está presente para un S-NSSAI dado, el NSSF incluye `configuredNssai` en la respuesta de selección. Vacío por defecto.

## Procedimientos Clave

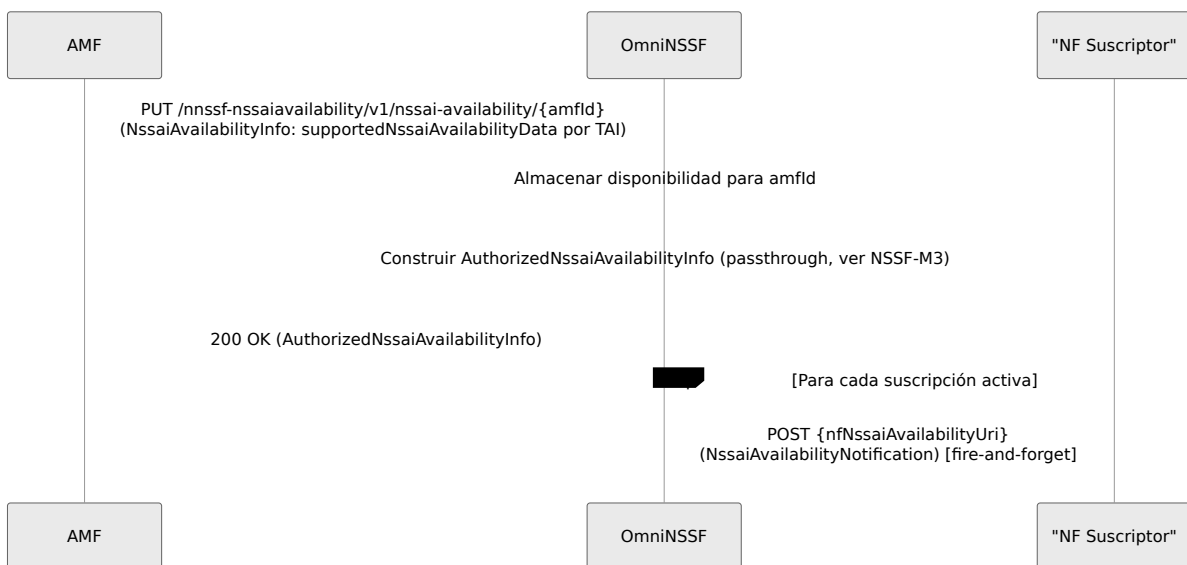
### Selección de Slice de Red — Registro (TS 23.502 Sección 4.2.3.2)



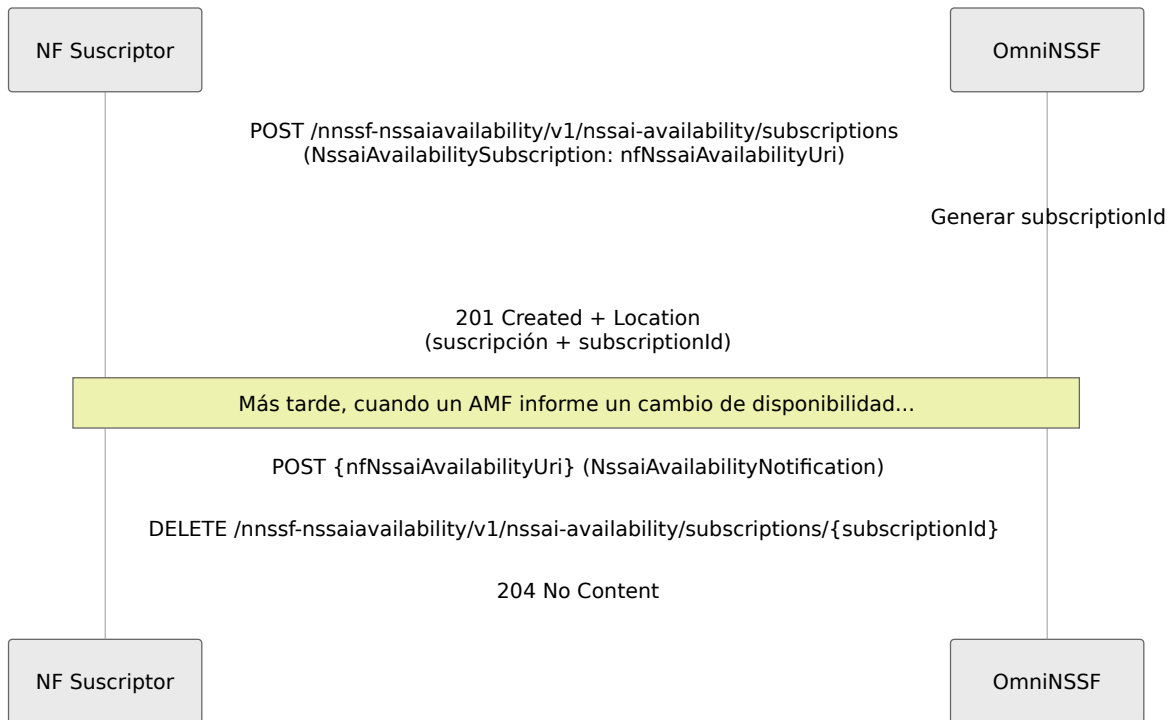
# Selección de Slice de Red – Sesión PDU (TS 23.502 Sección 4.3.2)



# Informe de Disponibilidad de NSSAI (TS 29.531 Sección 5.2.2)



# Suscripción / Notificación de Disponibilidad de NSSAI



## Lógica de Búsqueda de S-NSSAI

El NSSF compara un S-NSSAI solicitado contra `nsi_list` utilizando las siguientes reglas:

1. El SST debe coincidir exactamente.
2. Coincidencia de SD: si la entrada de `nsi_list` tiene `sd: nil`, coincide con cualquier SD solicitado para ese SST (comodín). Si la entrada tiene un SD específico, se compara sin distinción de mayúsculas después de la normalización hexadecimal.

Esto significa que una entrada de `nsi_list` con `sd: nil` actúa como un comodín para su valor SST. Ver limitación NSSF-L5 para las implicaciones operativas de este comportamiento.

---

# Métricas de Prometheus

## Métricas de NSSF

| Métrica   | Tipo     | Etiquetas                                     |
|---|----------|---|
| <code>omni_nssf.nsselection.requests.count</code>           | contador | <code>result</code> ,<br><code>nf_type</code> |
| <code>omni_nssf.nssai_availability.update.count</code>      | contador | <code>nf_id</code>                            |
| <code>omni_nssf.nssai_availability.delete.count</code>      | contador | <code>nf_id</code>                            |
| <code>omni_nssf.nssai_availability.subscribe.count</code>   | contador | --  |
| <code>omni_nssf.nssai_availability.unsubscribe.count</code> | contador | --  |
| <code>omni_nssf.ns_selection_requests.total</code>          | contador | <code>result</code>                           |
| <code>omni_nssf.nssai_availability_updates.total</code>     | contador | --  |

| Métrica                           | Tipo    | Etiquetas |
|-----------------------------------|---------|-----------|
|                                   |         |           |
| omni_nssf.nrf.registration.status | medidor | nf_type   |

## Métricas de BEAM VM

| Métrica                                 | Tipo    | Descripción                              |
|---|---------|--|
| <code>beam.memory.total</code>          | medidor | Memoria total de BEAM en bytes           |
| <code>beam.memory.processes</code>      | medidor | Memoria utilizada por procesos Erlang    |
| <code>beam.memory.processes_used</code> | medidor | Memoria realmente utilizada por procesos |
| <code>beam.memory.system</code>         | medidor | Memoria del sistema                      |
| <code>beam.memory.atom</code>           | medidor | Memoria total de átomos                  |
| <code>beam.memory.atom_used</code>      | medidor | Memoria de átomos utilizada              |
| <code>beam.memory.binary</code>         | medidor | Memoria binaria                          |
| <code>beam.memory.code</code>           | medidor | Memoria de código                        |
| <code>beam.memory.ets</code>            | medidor | Memoria de tablas ETS                    |
| <code>beam.processes.count</code>       | medidor | Número de procesos Erlang                |
| <code>beam.ports.count</code>           | medidor | Número de puertos Erlang                 |
| <code>beam.atom.count</code>            | medidor | Número de átomos                         |
| <code>beam.vm.uptime</code>             | medidor | Tiempo de actividad de la VM en segundos |

---

# Limitaciones Conocidas

| ID      | Área                             | Descripción  |
|---------|----------------------------------|--|
| NSSF-M2 | PATCH de Disponibilidad de NSSAI | No hay un punto final <code>PATCH /nssf-nssaiavailability/v1/nssai-availability/{nfId}</code> . No se admiten actualizaciones parciales a los datos de disponibilidad de un AMF; el registro completo debe ser reemplazado con PUT.  |
| NSSF-M3 | Autorización de Disponibilidad   | La autorización del NSSF de la disponibilidad de NSSAI informada es un passthrough. Los <code>authorizedNssaiAvailabilityData</code> en la respuesta PUT son idénticos a los <code>supportedNssaiAvailabilityData</code> enviados. El NSSF no verifica los S-NSSAIs informados contra la <code>nsi_list</code> configurada.                    |
| NSSF-L1 | Características Soportadas       | Se acepta el parámetro de consulta <code>supported-features</code> pero no se procesa. No se realiza negociación de capacidades entre el AMF y el NSSF.  |
| NSSF-L2 | NSSAI Rechazado                  | La respuesta <code>AuthorizedNetworkSliceInfo</code> no incluye los campos <code>rejectedNssaiInRa</code> (rechazado en el área de registro) o <code>rejectedNssaiInTa</code> (rechazado en el área de seguimiento). Las UEs cuyos S-NSSAI solicitados no están disponibles en un TA específico no recibirán información de rechazo explícita. |
| NSSF-L3 | Lista de AMF Candidatos          | El campo <code>candidateAmfList</code> no está poblado en la respuesta de selección. Solo se incluye <code>targetAmfSet</code> (la primera entrada de <code>amf_set_mapping</code> ) cuando es aplicable. No se  |

| ID      | Área                          | Descripción  |
|---------|-------------------------------|--|
|         |                               | proporciona asistencia completa para la selección de AMF según TS 29.531.  |
| NSSF-L4 | PATCH de Suscripción          | No hay un punto final <code>PATCH /nssf-nssaiavailability/v1/nssaiavailability/subscriptions/{subscriptionId}</code> . Los parámetros de suscripción no se pueden actualizar después de la creación; la suscripción debe ser eliminada y recreada.   |
| NSSF-L5 | Coincidencia de comodín de SD | Una entrada de <code>nsi_list</code> con <code>s_nssai.sd: nil</code> coincide con cualquier SD para el SST dado, no solo con solicitudes sin un SD. Esto significa que una entrada comodín también coincidirá con solicitudes de SD explícitas. Si múltiples slices comparten un SST pero difieren por SD, cada uno debe tener su propia entrada de SD explícita en <code>nsi_list</code> ordenada antes de cualquier entrada comodín (la primera coincidencia gana). |

## Solución de Problemas

### Selección de Slice Devuelve 403 SNSSAI\_NOT\_FOUND

Ninguna entrada en `nsi_list` coincide con el S-NSSAI solicitado. Verifique:

1. El SST en la solicitud coincide exactamente con una entrada de `nsi_list` (comparación de enteros).
2. El SD en la solicitud coincide con el SD de la entrada, o la entrada tiene `sd: nil` (comodín).
3. La configuración de `nsi_list` se recargó después de los cambios — OmniNSSF lee `nsi_list` del entorno de la aplicación solo al inicio. Se

requiere un reinicio para recoger cambios.

El registro del NSSF mostrará `NSSelection: Cannot find NSI for S-NSSAI [SST:{sst} SD:{sd}]`.

## Selección de Slice Devuelve 400 MANDATORY\_QUERY\_PARAM\_MISSING

El parámetro de consulta `nf-id` o `nf-type` está ausente de la solicitud. Ambos son obligatorios según TS 29.531. Verifique que el AMF esté incluyendo estos parámetros en su solicitud de selección.

## NSSAI Permitido Ausente en la Respuesta de Selección

El campo `allowedNssaiList` solo se incluye en la respuesta cuando se puede determinar una clave PLMN a partir de la solicitud. La clave PLMN se deriva del parámetro de consulta `home-plmn-id`, o se retrocede a los MCC/MNC del NSSF (`mcc/mnc` config). Si ninguno puede ser analizado, el campo se omite.

Verifique:

1. `mcc` y `mnc` están correctamente configurados para el PLMN de origen.
2. El mapa `allowed_nssai` contiene una entrada para la clave `"{mcc}-{mnc}"`.

## Filtrado Basado en TAI Elimina Todos los NSSAI Permitidos

Cuando se proporciona un parámetro `tai` y ningún AMF ha informado datos de disponibilidad a través de PUT, el NSSF por defecto permite todos los NSSAI configurados (mapa de disponibilidad vacío = sin restricción). Una vez que cualquier AMF informa disponibilidad, solo se devuelven los S-NSSAI incluidos en una entrada de TAI coincidente en esos datos de disponibilidad. Si el TAI en la consulta no aparece en los `supportedNssaiAvailabilityData` informados por ningún AMF, todos los NSSAI serán filtrados. Para diagnosticar, verifique si los AMFs han enviado solicitudes PUT y si el TAC en esos informes coincide con el TAC en la consulta.

## El comodín de SD Causa que se Seleccione el NSI Incorrecto

Si una entrada de `nsi_list` con `sd: nil` está listada antes de entradas más específicas, coincidirá primero para cualquier solicitud de SST sin importar el SD. Asegúrese de que las entradas específicas de SD aparezcan antes de las entradas comodín en el `nsi_list`. Ver limitación NSSF-L5.

## Notificaciones de Disponibilidad No Recibidas por el Suscriptor

Las notificaciones se envían de forma asíncrona (fire-and-forget) en una Tarea generada. Los fallos de entrega se registran como advertencias pero no se reintentan. Verifique:

1. La `nfNssaiAvailabilityUri` en la suscripción es accesible desde el host de NSSF.
2. El NF suscriptor está aceptando solicitudes POST en esa URI y devolviendo una respuesta 2xx.

Los intentos de notificación fallidos se registran como `NSSAIAvailability: notification to {uri} failed: {reason}`.

## Estado de Disponibilidad o Suscripción Obsoleto Después del Reinicio del AMF

Los registros de disponibilidad de NSSAI y las suscripciones se almacenan en proceso y no son persistentes. Sobreviven a los reinicios de OmniNSSF solo durante la vida útil de la VM de Erlang. Si el AMF se reinicia y no vuelve a registrar su disponibilidad a través de PUT, el NSSF continuará sirviendo datos de disponibilidad obsoletos (o ausentes) para el ID NF de ese AMF. El AMF debe volver a enviar su disponibilidad de NSSAI al reconectarse. De manera similar, las suscripciones creadas antes de un reinicio de NSSF deben ser recreadas por el suscriptor.

## Correlación de Registros

Las líneas de registro de selección de NSSAI están precedidas por `NSSelection:` e incluyen el `nf-id` solicitado. Las líneas de registro de disponibilidad de NSSAI están precedidas por `NSSAIAvailability:` e incluyen el `nfId`. Los intentos de notificación de suscripción registran la URI de callback. Use los valores de `nf-id` para correlacionar solicitudes de selección con actualizaciones de disponibilidad del mismo AMF.