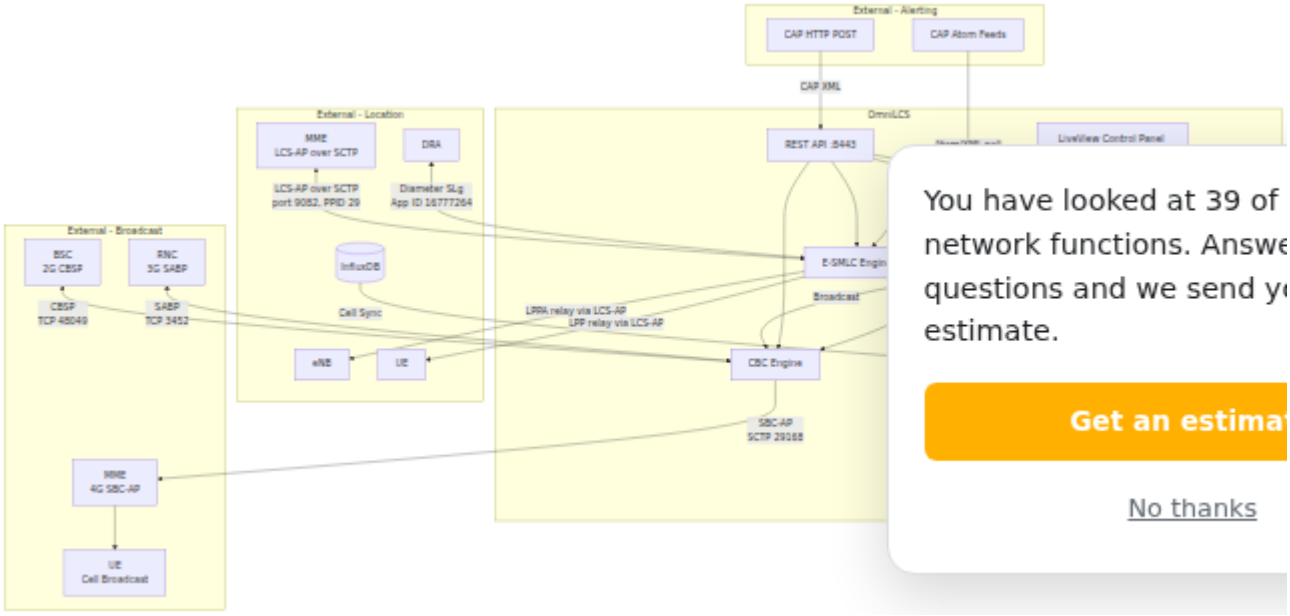
Guía de Operaciones de OmniLCS

OmniLCS es una plataforma integrada de Localización LTE/GSM y Difusión Celular. Combina un **E-SMLC** (Centro de Localización Móvil Evolucionado) para la posicionamiento de UE con un **CBC** (Centro de Difusión Celular) para servicios de advertencia pública y difusión comercial, todo dentro de una única aplicación Elixir/OTP.

Visión General de la Arquitectura



Visión General de Características

E-SMLC: Servicios de Localización

- **Métodos de Posicionamiento**: Cell ID, Enhanced Cell ID (E-CID), GNSS/A-GPS, OTDOA
- **LCS-AP sobre SCTP (Interfaz SLs)**: Se comunica con el MME utilizando LCS-AP nativo según 3GPP TS 29.171, puerto 9082, PPID 29

- **Relay LPPA/LPP**: Envía mensajes de protocolo de posicionamiento a eNBs y UEs a través del MME mediante Información Orientada a Conexión LCS-AP
- **Base de Datos de Celdas**: Almacena posiciones de celdas para posicionamiento por Cell ID y OTDOA. Soporta importación desde Huawei U2020 XLSX (GSM/UMTS/LTE/NR), CSV específico del proveedor, JSON y sincronización con InfluxDB. Persistido en Mnesia para sobrevivir a reinicios
- **Multilateración OTDOA**: Calcula la posición de UE a partir de mediciones RSTD utilizando mínimos cuadrados iterativos
- **Registro de Localización**: Persiste cada fijación de localización en CSV y en la historia en memoria. Registro opcional en InfluxDB cuando está configurado
- **Seguimiento de Suscriptores**: Polling de localización periódico por IMSI con intervalo y método configurables. Resultados almacenados en Mnesia con exportación KML/CSV
- **Prueba de Conducción Virtual**: Campañas multi-IMSI que combinan posicionamiento GNSS con mediciones de señal E-CID (RSRP/RSRQ). Gestión a nivel de campaña con monitoreo en tiempo real, registro en InfluxDB y exportación KML/CSV con datos de calidad de señal

GMLC: Centro de Localización Móvil Gateway

- **Interfaz Le**: Interfaz Diameter para clientes LCS externos (PSAPs, gestión de flotas, interceptación legal) según 3GPP TS 29.172
- **Autorización de Clientes**: Control de acceso por cliente con coincidencia de tipo y límites de tasa configurables
- **Localización Periódica**: Sesiones diferidas que realizan fijaciones de posición a intervalos configurables con registro en InfluxDB y entrega de LRR Diameter
- **Localización Activada (Geo-fence)**: Suscripciones a eventos de área con disparadores de entrada/salida/estar dentro contra áreas circulares o poligonales
- **Entrega de Informe de Localización**: Envía mensajes Diameter Location-Report-Request (LRR) a los clientes de origen para cada fijación diferida

CBC: Difusión Celular

- **CBSP 2G**: Servidor TCP en el puerto 48049 aceptando conexiones de BSCs
- **SABP 3G**: TCP en el puerto 3452 (interfaz Iu-BC, 3GPP TS 25.419, transporte según TS 25.414 §7.1.3.3). CBC se conecta saliendo a pares RNC configurados; también escucha conexiones RNC entrantes (Indicaciones de Fallo/Reinicio)
- **SBC-AP 4G**: Cliente SCTP conectándose a pares MME en el puerto 29168
- **Difusiones Multilingües**: Envía la misma alerta en múltiples idiomas simultáneamente, cada una con su propio Esquema de Codificación de Datos CBS y Código de Mensaje según 3GPP TS 23.038
- **Actualizaciones de Difusión**: Actualiza una difusión activa incrementando el Número de Actualización. Envía automáticamente Stop-Warning para el antiguo serial antes del nuevo Write-Replace
- **Formateo de Mensajes**: Codificación GSM de 7 bits y UCS-2, ensamblaje de páginas CBS, construcción de números de serie
- **Tipos de Advertencia**: Soporte ETWS (terremoto, tsunami, prueba) con alerta de emergencia y activación de ventana emergente
- **Gestión del Estado de Difusión**: Seguimiento de difusión activa con persistencia a través de reinicios, monitoreo de tiempo de espera de respuesta
- **Persistencia en Mnesia**: Base de datos de celdas y estado de alerta CAP persistidos en tablas disc_copies de Mnesia, sobreviviendo a reinicios de la aplicación sin re-importación
- **Procedimientos PWS**: Maneja PWS-Restart-Indication y PWS-Failure-Indication de MMEs
- **Ingesta de Alertas CAP**: Acepta el Protocolo Común de Alertas (CAP) v1.2 XML de autoridades de alerta externas a través de HTTP POST o polling de feed Atom, resuelve áreas de advertencia poligonales a TACs/LACs, y activa difusiones celulares con aprobación opcional del operador

Interfaces de Control

- **API REST**: HTTPS en el puerto 8443 con puntos finales para solicitudes de localización, gestión de celdas y estado del sistema

- **Panel de Control LiveView**: HTTPS en el puerto 443 con tablero en tiempo real, pruebas de localización, gestión de base de datos de celdas, monitoreo de pares Diameter y composición de difusión CBC

Estructura de la Documentación

Documento	Descripción
Referencia de Configuración	Todos los parámetros de configuración con tablas y ejemplos
Operaciones de Difusión Celular	Operaciones CBSP (2G), SABP (3G) y SBC-AP (4G), formateo de mensajes, solución de problemas
Operaciones de Alertas CAP	Ingesta CAP v1.2, resolución de polígonos, flujo de aprobación, polling de feeds
Servicios de Localización	Métodos de posicionamiento E-SMLC, interfaz LCS-AP, base de datos de celdas, OTDOA
Seguimiento de Suscriptores y Prueba de Conducción	Seguimiento periódico, campañas de prueba de conducción virtual, mediciones RSRP/RSRQ, exportación KML/CSV
GMLC y Interfaz Le	Acceso de clientes LCS externos, localización periódica y geo-fence, registro en InfluxDB
Referencia de API REST	Todos los puntos finales de API con ejemplos de solicitud/respuesta
Guía de Interfaz Web	Páginas y características del panel de control LiveView

Resumen de Interfaces

Interfaz	Protocolo	Transporte	Puerto	Dirección	Refe 3(
SLs (E-SMLC ↔ MME)	LCS-AP	SCTP	9082	OmniLCS se conecta a MMEs	TS 29
SLg/Le (GMLC ↔ Clientes LCS/DRA)	Diameter	SCTP	3868	Entrante de clientes LCS, saliente a DRA	TS 29
CBSP	CBSP	TCP	48049	BSCs se conectan a OmniLCS	TS 48
SABP (Iu-BC)	SABP	TCP	3452	Saliente a RNCs / Entrante de RNCs	TS 25 §7.1.
SBC-AP	SBC-AP	SCTP	29168	OmniLCS se conecta a MMEs	TS 29
API REST	HTTPS	TCP	8443	Clientes se conectan a OmniLCS	--
Panel de Control	HTTPS	TCP	443	Navegadores se conectan a OmniLCS	--

Interfaz	Protocolo	Transporte	Puerto	Dirección	Refe 3(
Sincronización de Celdas	HTTP	TCP	8086	OmniLCS consulta InfluxDB	--

Árbol de Supervisión

OmniLCS inicia los siguientes procesos bajo un supervisor uno-a-uno:

1. **OmniLcs.Persistence**: Inicialización de Mnesia y persistencia respaldada en disco para la base de datos de celdas y alertas CAP
2. **OmniLcs.Context**: Inicialización de tabla ETS (cell_database, location_session, pending_transactions); carga de celdas persistidas desde Mnesia al iniciar
3. **OmniLcs.InfluxDb**: Pool de conexiones InfluxDB
4. **OmniLcs.Esmlc.LocationLogger**: Registro de fijaciones de localización en CSV y ETS
5. **Task.Supervisor**: Ejecución de tareas asíncronas
6. **OmniLcs.Sls.SctpTransport**: Conexiones de cliente LCS-AP SCTP SLs a MMEs
7. **DiameterEx.Supervisor**: Gestión de servicio y pares Diameter (SLg y otras interfaces Diameter)
8. **OmniLcs.Esmlc.CellSync**: Sincronización periódica de celdas en InfluxDB
9. **OmniLcs.Cbc.CbspConnectionSupervisor**: DynamicSupervisor para conexiones TCP CBSP 2G
10. **OmniLcs.Cbc.CbspTransport**: Escucha TCP CBSP (puerto 48049)
11. **OmniLcs.Cbc.SabpConnectionSupervisor**: DynamicSupervisor para conexiones TCP SABP 3G
12. **OmniLcs.Cbc.SabpTransport**: Escucha TCP SABP (puerto 3452)
13. **OmniLcs.Cbc.Engine**: Gestión del estado de difusión CBC (2G, 3G y 4G)
14. **OmniLcs.Cbc.SctpTransport**: Conexiones de cliente SBC-AP SCTP a MMEs

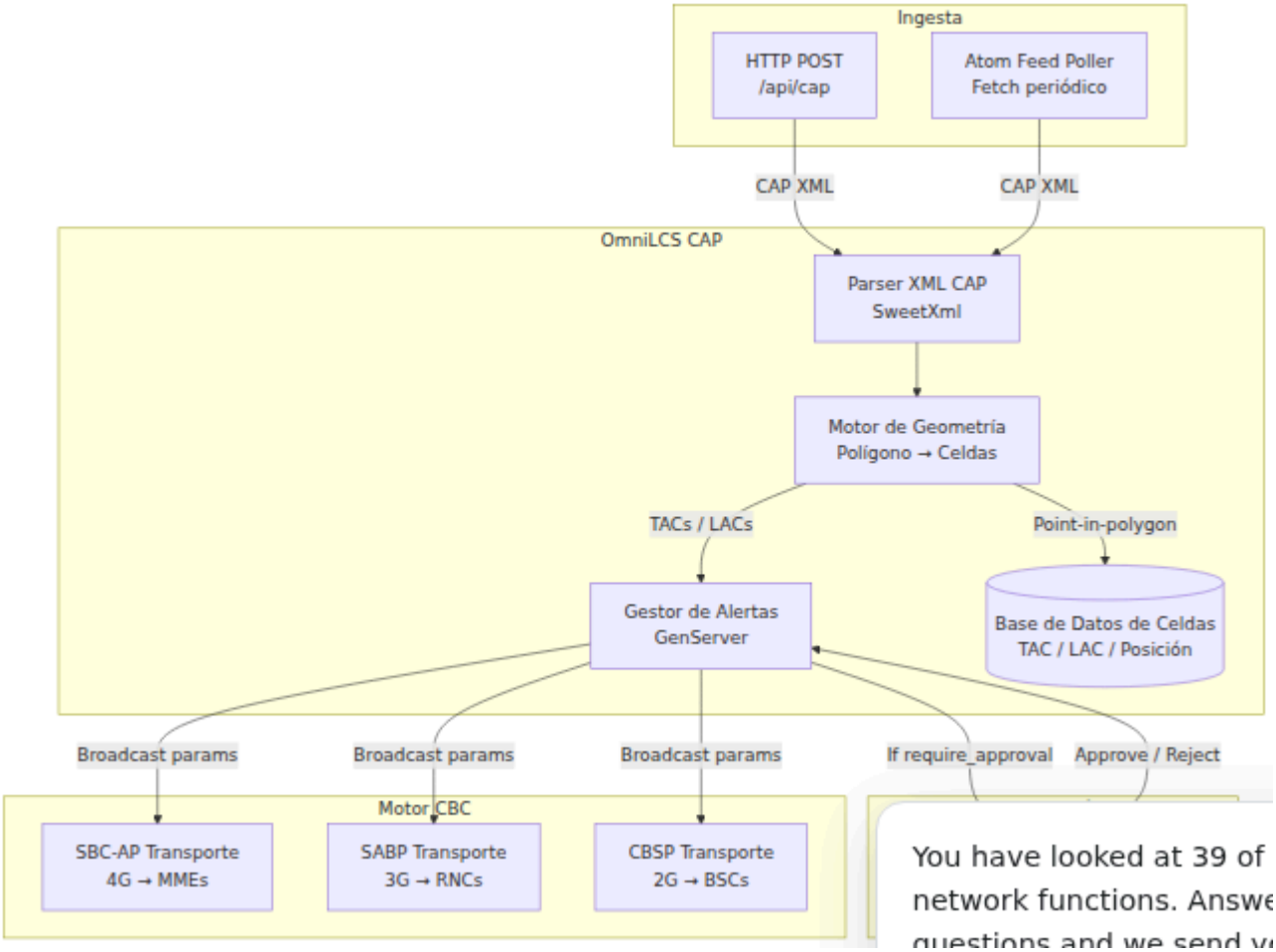
15. **OmniLcs.Cap.AlertManager**: Gestión del ciclo de vida de alertas CAP (analizar, resolver, aprobar, difundir); persistido en Mnesia
16. **OmniLcs.Cap.FeedPoller**: Polling periódico de feed Atom CAP
17. **OmniLcs.Gmlc.ClientRegistry**: Gestión de clientes LCS externos autorizados
18. **OmniLcs.Gmlc.SessionSupervisor**: DynamicSupervisor para sesiones de localización periódicas y activadas
19. **OmniLcs.Tracking.SessionSupervisor**: DynamicSupervisor para sesiones de vigilancia de seguimiento de suscriptores
20. **OmniLcs.DriveTest.CampaignSupervisor**: DynamicSupervisor para campañas de prueba de conducción virtual

Guía de Operaciones de Alertas CAP

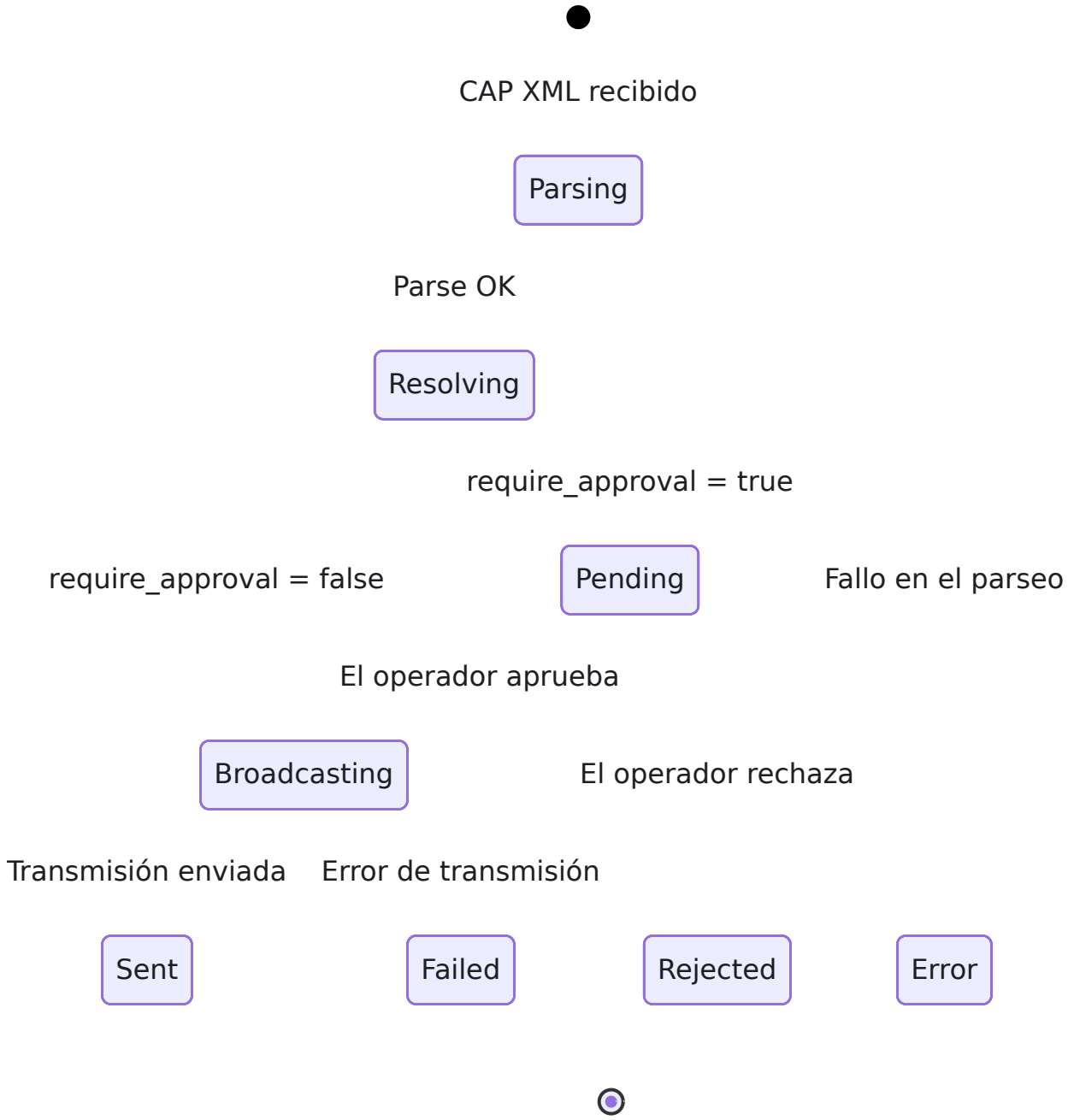
OmniLCS acepta mensajes XML del **Protocolo Común de Alertas (CAP) v1.2** de autoridades de alerta externas (servicios meteorológicos, agencias de gestión de emergencias, etc.), resuelve áreas de advertencia geográficas a la infraestructura celular de la red y activa transmisiones celulares a través del motor CBC existente en interfaces 4G (SBC-AP), 3G (SABP) y 2G (CBSP).

Se admiten dos métodos de ingestión: **HTTP POST** (push) para integración directa y **sondeo de feed Atom** (pull) para monitorear fuentes de feed CAP estándar. Un **paso de aprobación manual** configurable permite a los operadores previsualizar alertas antes de la transmisión.

Arquitectura



Ciclo de Vida de la Alerta



Cuando se recibe una alerta CAP (a través de HTTP POST o sondeo de feed):

1. El **parser XML CAP** extrae el sobre de alerta, bloques de información, áreas de advertencia (polígonos) y parámetros CB.
2. El **motor de geometría** empareja cada polígono con la base de datos de celdas utilizando ray-casting (point-in-polygon), resolviendo áreas de advertencia a listas de TACs (4G), SAIs (3G) y LACs (2G).
3. Si `require_approval` es `true`, la alerta se coloca en cola como **pendiente** y aparece en la interfaz de usuario LiveView del operador para su

previsualización y aprobación.

4. Si `require_approval` es `false`, la alerta se aprueba automáticamente y se envía inmediatamente al motor CBC.
5. Al transmitir, el motor CBC envía Write-Replace-Warning-Request (4G SBC-AP), Write-Replace (3G SABP) y/o WRITE-REPLACE (2G CBSP) a todos los MMEs, RNCs y BSCs conectados.

Configuración

Configuración de CAP

```
config :omnilcs, :cap,
  # Requiere aprobación del operador antes de transmitir
  require_approval: true,

  # Identidad PLMN para mensajes de transmisión
  plmn: %{mcc: "001", mnc: "01"},

  # Utiliza el radio de cobertura celular para el emparejamiento
de polígonos (vs solo punto central)
  coverage_aware: false,

  # Fuentes de feed Atom a sondear (vacío = sin sondeo)
  feeds: []
```

Parámetros de CAP

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado	Descr
`require_approval`	booleano	No	`true`	Cuando las alert colocan para la aprobac operado de la transmis Cuando `false`, l alertas s aprueba automát y se trar de inme
`plmn`	mapa	No	`%{mcc: "001", mnc: "01"}`	Identida (MCC/MN utilizada mensaje transmis Debe co con la re servicio.
`plmn.mcc`	cadena	Sí	`"001"`	Código d Móvil (3
`plmn.mnc`	cadena	Sí	`"01"`	Código d Móvil (2- dígitos).

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado	Descr
`coverage_aware`	booleano	No	`false`	Cuando el emparej de polígo utiliza el cobertur cada cel determir intersec lugar de punto ce Útil para grandes bordes c polígono
`feeds`	lista	No	`[]`	Lista de configur de feed CAP a sc Ver Conf de Feed.

Configuración de Feed

Cada entrada en la lista `feeds` define una fuente de feed Atom CAP a monitorear.

```
config :omnilcs, :cap,
  feeds: [
    %{url: "https://alerts.weather.gov/cap/us.php?x=1",
poll_interval_seconds: 60},
    %{url: "https://feeds.meteoalarm.org/api/v1/warnings/atom",
poll_interval_seconds: 120}
  ]
```

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado	Des
`url`	cadena	Sí	--	URL Aton Debe devc XML (RFC con de a CAP incru
`poll_interval_seconds`	entero	No	`60`	Segu entre sond feed más prop una inge alert rápic aum tráfi red.

El sondeador de feeds rastrea los identificadores de alertas vistos para evitar reprocesamiento. Cada nueva `<entry>` en el feed tiene su `<alert>` XML

incrustado extraído y enviado al Gestor de Alertas.

Ejemplo de Configuración: Configuración Completa de CAP

```
config :omnilcs, :cap,
  require_approval: true,
  plmn: %{mcc: "001", mnc: "01"},
  coverage_aware: true,
  feeds: [
    %{url: "https://alerts.weather.gov/cap/us.php?x=1",
poll_interval_seconds: 60}
  ]
```

Cómo funciona: Las alertas CAP del feed meteorológico del NWS se verifican cada 60 segundos. Se analizan nuevas alertas y sus áreas de advertencia en polígono se emparejan con la base de datos de celdas utilizando intersección consciente de cobertura. Las alertas emparejadas aparecen en la página LiveView de Alertas CAP para revisión del operador. El operador puede previsualizar los detalles de la alerta (texto del mensaje, severidad, celdas emparejadas, TACs/LACs), luego aprobar para transmitir o rechazar para descartar.

Base de Datos de Celdas: Campos TAC, LAC y RAT

La resolución de polígonos CAP depende de que las celdas en la base de datos tengan campos **TAC** (4G), **LAC** (2G y 3G), **SAC** (3G) y **RAT** poblados. Estos campos determinan qué interfaz de transmisión se utiliza para cada celda.

Campos de Celda para CAP

Campo	Tipo	Descripción
`tac`	entero	Código de Área de Seguimiento. Utilizado para transmisiones SBC-AP 4G. Las celdas con un TAC se incluyen en la lista TAI enviada a los MMEs.
`lac`	entero	Código de Área de Localización. Utilizado para transmisiones CBSP 2G y SABP 3G. Las celdas con un LAC se incluyen en la lista de celdas enviada a los BSCs y en la lista SAI enviada a los RNCs.
`rat`	cadena	Tecnología de Acceso Radio: `"4g"`, `"3g"` o `"2g"`. Informativo; la presencia de `tac` o `lac` determina la focalización de la transmisión.

Estos campos se pueden establecer a través de:

- **API REST** al crear o actualizar celdas (`POST /api/cells`, `PUT /api/cells/:id`)
- **Importación JSON** (`priv/cells.json`) con campos `"tac"`, `"lac"` y `"rat"` por celda
- **Entrada manual** en la página LiveView de la Base de Datos de Celdas

Al sincronizar celdas desde InfluxDB, se preservan los valores TAC/LAC/RAT existentes (InfluxDB no proporciona estos campos, por lo que no se sobrescriben con `nil`).

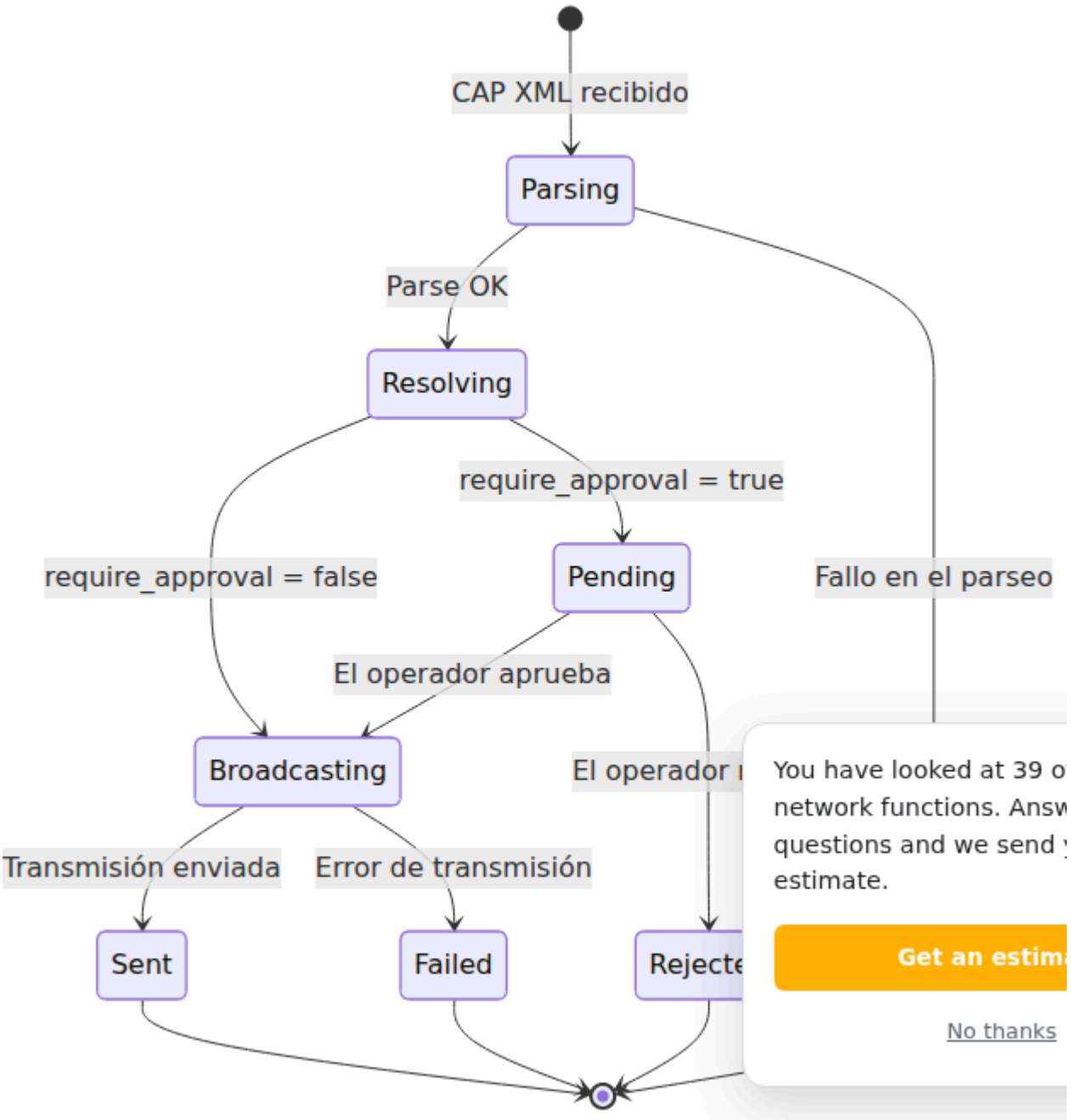
Ejemplo de JSON de Celda

```
[
  {
    "cell_id": "eNB-001-cell-01",
    "latitude": 40.7128,
    "longitude": -74.0060,
    "pci": 100,
    "earfcn": 1300,
    "radius": 500,
    "tac": 100,
    "lac": null,
    "rat": "4g"
  },
  {
    "cell_id": "BTS-001-cell-01",
    "latitude": 40.7130,
    "longitude": -74.0065,
    "pci": null,
    "earfcn": null,
    "radius": 2000,
    "tac": null,
    "lac": 5001,
    "rat": "2g"
  }
]
```

Resolución de Polígonos

Cuando una alerta CAP contiene áreas de advertencia en polígono, el motor de geometría determina qué celdas caen dentro de cada polígono.

Cómo Funciona el Emparejamiento de Polígonos



Modo estándar (`coverage_aware: false`): Una celda coincide si su punto central (latitud/longitud) cae dentro del polígono, utilizando el algoritmo de ray-casting.

Modo consciente de cobertura (`coverage_aware: true`): Una celda coincide si su área de cobertura (modelada como un círculo con el campo `radius` de la celda) intersecta el polígono. Esto captura celdas cuyo centro está justo fuera del polígono pero cuya cobertura se extiende dentro de él.

Formato de Polígono CAP

CAP v1.2 define polígonos como pares de `lat,lon` separados por espacios. Los primeros y últimos puntos deben ser idénticos (polígono cerrado):

```
38.47,-120.14 38.34,-119.95 38.52,-119.74 38.62,-119.89
38.47,-120.14
```

Formato XML CAP

El parser maneja CAP v1.2 según el estándar OASIS. Elementos clave extraídos:

Sobre de Alerta

Elemento	Descripción
`<identifier>`	Identificador único de alerta
`<sender>`	Originador de la alerta
`<sent>`	Marca de tiempo de emisión de la alerta
`<status>`	`Actual`, `Ejercicio`, `Sistema`, `Prueba`, `Borrador`
`<msgType>`	`Alerta`, `Actualización`, `Cancelar`, `Ack`, `Error`
`<scope>`	`Público`, `Restringido`, `Privado`

Bloque de Información

Cada bloque `<info>` contiene el contenido de la alerta para un idioma/público específico:

Elemento	Descripción
`<category>`	Categoría de alerta (Geo, Met, Seguridad, etc.)
`<event>`	Descripción del tipo de evento (por ejemplo, "Advertencia de Tornado")
`<urgency>`	Inmediato, Esperado, Futuro, Pasado, Desconocido
`<severity>`	Extremo, Severo, Moderado, Menor, Desconocido
`<certainty>`	Observado, Probable, Posible, Improbable, Desconocido
`<headline>`	Breve encabezado de alerta
`<description>`	Texto completo de descripción de alerta (utilizado como mensaje de transmisión)
`<instruction>`	Acción recomendada

Parámetros CB

Los parámetros de transmisión celular se extraen de los elementos `<parameter>` dentro de cada bloque `<info>`:

Nombre del Parámetro	Descripción
`CBMessageIdentifier`	ID de mensaje CB de 16 bits para la transmisión
`CBRepetitionInterval`	Segundos entre repeticiones de transmisión
`CBNumberOfBroadcasts`	Número total de veces que se transmitirá

Si estos parámetros no están presentes en el XML CAP, se utilizan valores predeterminados (ID de mensaje `0x1112`, período de repetición de 30 segundos, 10 transmisiones).

Bloque de Área

Cada `<area>` dentro de un `<info>` puede contener:

Elemento	Descripción
`<areaDesc>`	Descripción del área legible por humanos
`<polygon>`	Pares de coordenadas `lat,lon` separados por espacios que definen el área de advertencia
`<circle>`	Punto central y radio (para uso futuro)

API REST

POST /api/cap

Enviar una alerta XML CAP para su procesamiento.

Cuerpo de la Solicitud

```
{
  "xml": "<alert
xmlns=\"urn:oasis:names:tc:emergency:cap:1.2\">...</alert>"
}
```

Parámetro	Tipo	Requerido	Descripción
`xml`	cadena	Sí	Documento XML completo de alerta CAP v1.2

Respuesta (201) -- Alerta enviada con éxito

```
{
  "status": "ok",
  "data": {
    "id": "a1b2c3d4-e5f6-...",
    "status": "pending",
    "source": "http_post",
    "received_at": "2025-01-15T10:30:00Z",
    "matched_cells": 42,
    "tacs": [100, 101, 102],
    "lacs": [5001, 5002],
    "mcc": "001",
    "mnc": "01",
    "broadcast_params": {
      "message_id": 4370,
      "repetition_period": 30,
      "num_broadcasts": 10,
      "message_text": "Advertencia de Tornado para el Condado de
Springfield...",
      "event": "Advertencia de Tornado",
      "severity": "Extremo",
      "urgency": "Inmediato"
    }
  }
}
```


El campo `status` será `"pending"` si `require_approval` es `true`, o `"sent"` si se aprueba automáticamente.

Respuestas de Error

Estado	Razón
400	`"se requiere el campo xml"`
422	Detalles del error de análisis

GET /api/cap

Listar todas las alertas en todos los estados.

Respuesta (200)

```
{
  "status": "ok",
  "data": {
    "pending": [...],
    "active": [...],
    "history": [...]
  }
}
```

Cada array contiene objetos de alerta en el mismo formato que la respuesta POST.

GET /api/cap/:id

Obtener una sola alerta por ID.

Parámetros de Ruta

Parámetro	Tipo	Descripción
`id`	cadena	UUID de alerta

Respuesta (200)

Devuelve el objeto de alerta.

Respuesta de Error

Estado	Razón
404	`"Alerta no encontrada: <id>"`

PUT /api/cap/:id

Aprobar o rechazar una alerta pendiente.

Cuerpo de la Solicitud

```
{
  "action": "approve",
  "operator": "operator1"
}
```

Parámetro	Tipo	Requerido	Descripción
`action`	cadena	Sí	`"approve"` o `"reject"`
`operator`	cadena	No	Nombre del operador para el registro de auditoría. Por defecto es `"unknown"`.

Respuesta (200)

Devuelve el objeto de alerta actualizado con nuevo estado (`"sent"`, `"broadcasting"` o `"rejected"`).

Respuestas de Error

Estado	Razón
400	`"la acción debe ser 'approve' o 'reject'"`
404	`"Alerta no encontrada: <id>"`

Interfaz Web: Página de Alertas CAP

Ruta: `/cap` **Actualización**: Cada 3 segundos + actualizaciones en tiempo real de PubSub

La página de Alertas CAP proporciona el flujo de trabajo de aprobación del operador y la interfaz de monitoreo de transmisión.

Tarjetas de Estadísticas

Cuatro tarjetas de resumen en la parte superior:

Tarjeta	Descripción
Aprobación Pendiente	Número de alertas que esperan acción del operador (ámbar cuando > 0)
Transmisiones Activas	Número de alertas que se están transmitiendo actualmente
Total Procesadas	Total de alertas en la historia (enviadas + rechazadas + fallidas)
Modo de Aprobación	Modo actual: "Manual" o "Automático"

Panel de Alertas Pendientes

Solo visible cuando `require_approval` es `true`. Muestra alertas que esperan aprobación del operador.

Columna	Descripción
HORA	Cuando se recibió la alerta (HH:MM:SS)
EVENTO	Tipo de evento de alerta (por ejemplo, "Advertencia de Tornado")
SEVERIDAD	Nivel de severidad de la alerta
CELDAS	Número de celdas emparejadas por resolución de polígonos
ESTADO	Insignia pendiente (ámbar)
ACCIONES	Botones de Previsualizar, Aprobar y Rechazar

Previsualizar expande la fila para mostrar:

Detalle	Descripción
Descripción	Texto completo de descripción de alerta (el contenido del mensaje de transmisión)
Fuente	Cómo se recibió la alerta (`http_post` o `feed_poll`)
TACs	Códigos de Área de Seguimiento emparejados para transmisión 4G
LACs	Códigos de Área de Localización emparejados para transmisión 2G y 3G
ID de Mensaje	Identificador de mensaje CB
PLMN	MCC/MNC utilizado para la transmisión

Aprobar activa la transmisión inmediata a través del motor CBC a todos los MMEs (4G), RNCs (3G) y BSCs (2G) conectados.

Rechazar mueve la alerta a la historia con estado `:rejected`.

Panel de Transmisiones Activas

Muestra alertas que se están transmitiendo actualmente:

Columna	Descripción
EVENTO	Tipo de evento de alerta
ID MSG	Identificador de mensaje CB
TACs	Códigos de Área de Seguimiento dirigidos
INICIADO	Hora de inicio de la transmisión
ESTADO	Transmitiendo (azul) o Enviado (verde)

Panel de Historia de Alertas

Muestra alertas enviadas, rechazadas y fallidas (últimas 200):

Columna	Descripción
HORA	Marca de tiempo de envío o recepción
EVENTO	Tipo de evento de alerta
SEVERIDAD	Nivel de severidad de la alerta
CELDAS	Conteo de celdas emparejadas
TACs/LACs	TACs y LACs dirigidos
ESTADO	Enviado (verde), Rechazado (rojo) o Fallido (rojo)

Actualizaciones en Tiempo Real

La página se suscribe al tema PubSub `cap:alerts`. Cuando llega una nueva alerta o cambia el estado de una alerta, la página se actualiza automáticamente. Aparece una notificación emergente cuando se recibe una nueva alerta pendiente ("Nueva alerta CAP recibida: esperando aprobación").

Persistencia del Estado de Alerta

El estado de la alerta se persiste en `priv/cap_alerts.json` en formato JSON, siguiendo el mismo patrón que el `priv/active_broadcasts.json` del Motor CBC. Al iniciar, el Gestor de Alertas recarga este archivo para restaurar alertas pendientes y activas.

La historia está limitada a **200 entradas** para evitar un crecimiento descontrolado.

Sondeo de Feed Atom

El sondeador de feeds admite feeds Atom CAP estándar utilizados por servicios meteorológicos nacionales y autoridades de alerta. El formato del feed sigue la RFC 4287 (Sindicación Atom) con entradas de alerta CAP.

Formato de Feed Esperado

```
<feed xmlns="http://www.w3.org/2005/Atom">
  <entry>
    <id>urn:oid:2.49.0.1.840.0.abc123</id>
    <title>Advertencia de Tornado</title>
    <content type="text/xml">
      <alert xmlns="urn:oasis:names:tc:emergency:cap:1.2">
        <!-- XML completo de alerta CAP -->
      </alert>
    </content>
  </entry>
</feed>
```

Deducción

El sondeador rastrea el `<id>` de cada entrada que ha visto. Las entradas con IDs previamente vistos se omiten. El conjunto de deduplicación se mantiene en memoria y se restablece al reiniciar la aplicación.

Manejo de Errores

Los fallos en la obtención del feed (errores de red, errores HTTP, errores de análisis XML) se registran como advertencias y no afectan los ciclos de sondeo posteriores. El sondeador continúa en su intervalo configurado independientemente de los resultados de obtención individuales.

Supervisión

El subsistema CAP agrega dos procesos al supervisor de OmniLCS:

Proceso	Descripción
`OmniLcs.Cap.AlertManager`	GenServer del ciclo de vida de alertas. Gestiona el estado pendiente/activo/historia, resolución de polígonos y despacho de transmisión.
`OmniLcs.Cap.FeedPoller`	GenServer de sondeo de feed Atom. Programa obtenciones periódicas para cada URL de feed configurada.

Ambos se inician automáticamente y son supervisados con la estrategia `:one_for_one` junto con los procesos existentes de CBC y E-SMLC.

Solución de Problemas

No se Coinciden Celdas por Polígono

Síntomas: La alerta es aceptada pero `matched_cells` es 0 y las listas de TAC/LAC están vacías.

Causas posibles:

- La base de datos de celdas no tiene celdas con posiciones geográficas dentro del polígono de advertencia.
- Existen celdas en el área del polígono pero carecen de campos `tac` y `lac`.
- Las coordenadas del polígono en el XML CAP están en el orden o formato incorrecto.

Resolución:

1. Verifique que las celdas en el área de advertencia tengan valores `tac` y/o `lac` establecidos a través de `GET /api/cells`.
2. Verifique que las posiciones de las celdas (latitud/longitud) sean correctas.
3. Intente habilitar `coverage_aware: true` si las celdas están cerca de los bordes del polígono.
4. Valide las coordenadas del polígono CAP contra un mapa.

Alerta Atascada en Pendiente

Síntomas: La alerta aparece como pendiente pero el operador no puede aprobar.

Causas posibles:

- `require_approval` es `true` y ningún operador ha aprobado la alerta.
- La página LiveView no está conectada (verifique la conexión WebSocket del navegador).

Resolución:

1. Navegue a `/cap` en el Panel de Control y haga clic en Aprobar.
2. Alternativamente, use la API REST: `PUT /api/cap/<id>` con `{"action": "approve", "operator": "operator1"}`.

El Sondeador de Feed No Recoge Alertas

Síntomas: La URL de feed configurada tiene nuevas alertas pero no aparecen en OmniLCS.

Causas posibles:

- La URL del feed es incorrecta o inalcanzable.
- El formato del feed no es Atom estándar con CAP incrustado.
- Problemas con el certificado TLS.
- Las entradas de alerta no contienen `<content>` con XML `<alert>` incrustado.

Resolución:

1. Verifique los registros para mensajes de `CAP FeedPoller: Failed to fetch`.
2. Verifique que la URL del feed devuelva un XML Atom válido.
3. Confirme que el feed contenga elementos `<entry>` con `<content>` que contenga XML `<alert>`.
4. Para problemas de TLS, verifique que la URL del feed sea accesible desde el servidor OmniLCS.

Transmisión Enviada pero No Recibida por UEs

Síntomas: El estado de la alerta muestra "Enviado" pero ningún UE recibe el mensaje de transmisión.

Causas posibles:

- Los valores TAC/LAC no coinciden con la configuración real de la red.
- Los MMEs o BSCs rechazaron la transmisión (verifique los detalles de respuesta en las páginas CBC 4G / CBC).
- Problemas de codificación de mensajes.

Resolución:

1. Verifique que los valores TAC coincidan con la configuración del área de seguimiento del MME.
2. Verifique la página CBC para el estado de Write-Replace-Warning-Response.
3. Verifique la página CBC para mensajes de WRITE-REPLACE COMPLETE/FAILURE.
4. Revise los resultados de la transmisión en la historia de alertas (expanda la fila de la alerta).

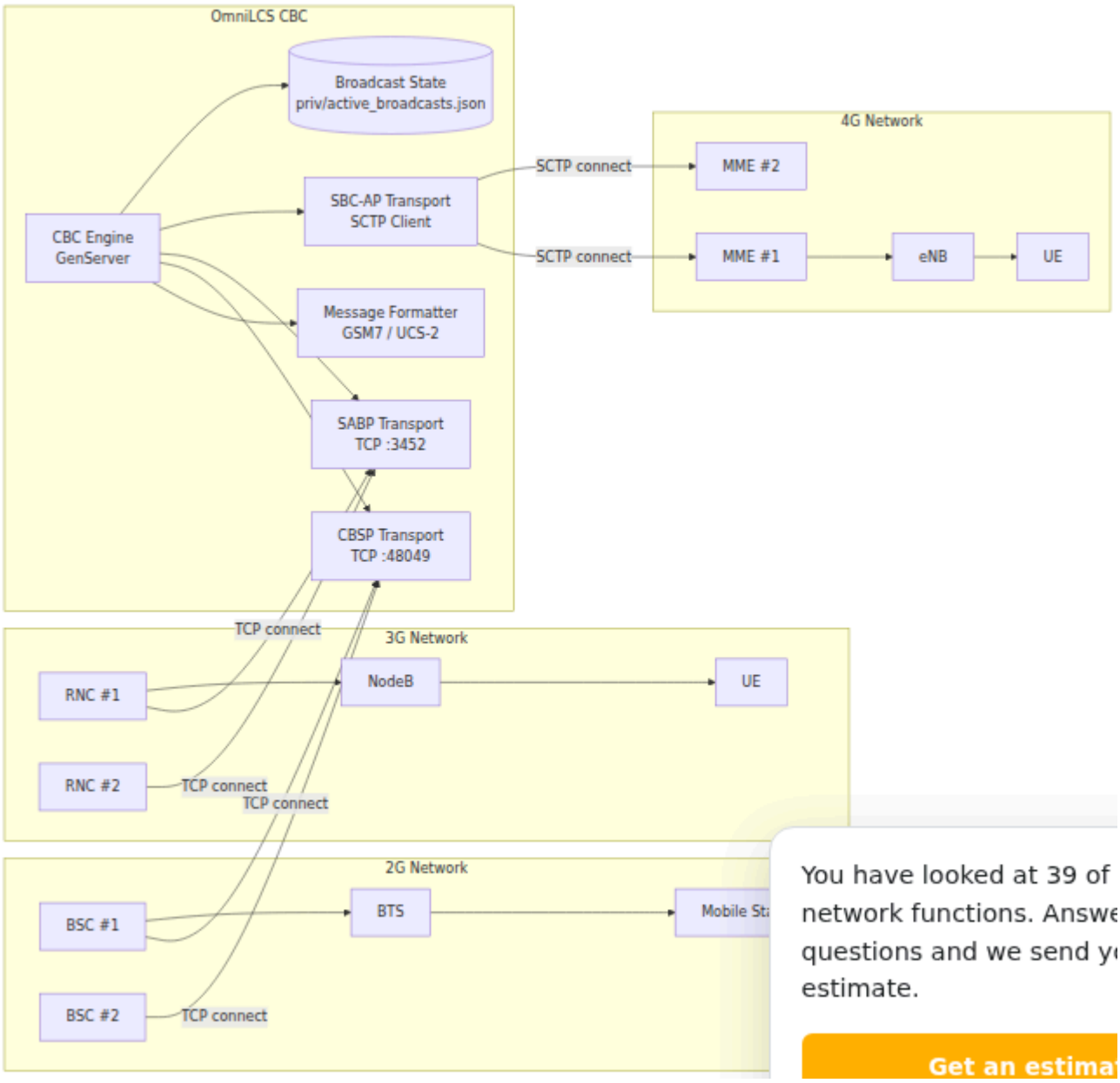
Referencias de 3GPP y Normativas

Especificación	Título
OASIS CAP v1.2	Protocolo Común de Alertas Versión 1.2
RFC 4287	El Formato de Sindicación Atom
TS 29.168	Interfaces del Centro de Transmisión Celular con el Núcleo de Paquetes Evolucionado (SBC-AP)
TS 48.049	Protocolo del Centro de Transmisión Celular (CBSP)
TS 23.041	Realización técnica del Servicio de Transmisión Celular (CBS)
TS 23.038	Alfabetos e información específica del idioma

Guía de Operaciones de Difusión Celular

OmniLCS implementa un Centro de Difusión Celular (CBC) que admite redes 2G a través de CBSP, redes 3G UTRAN a través de SABP y redes 4G LTE a través de SBC-AP. El CBC puede enviar, actualizar y detener mensajes de difusión en todos los elementos de red de acceso radio conectados simultáneamente.

Arquitectura



Operaciones CBSP 2G

Modelo de Conexión

CBSP utiliza transporte TCP según 3GPP TS 48.049. El CBC escucha en el puerto TCP **48049** (registrado por IANA) y los BSC establecen conexiones entrantes.

- Cada conexión aceptada genera un manejador de conexión bajo un DynamicSupervisor

- Las conexiones se rastrean en la tabla ETS `:cbsp_connections`
- El estado de la conexión se transmite a través de PubSub a la interfaz de usuario de LiveView

Mantenimiento de Conexión

El CBC implementa un mantenimiento proactivo de conexión:

Parámetro	Predeterminado	Descripción
Intervalo de mantenimiento	30 segundos	Con qué frecuencia el CBC envía KEEP-ALIVE a cada par
Tiempo de espera de mantenimiento	10 segundos	Tiempo a esperar por KEEP-ALIVE COMPLETE antes de marcar como no saludable

El CBC envía mensajes KEEP-ALIVE proactivos y responde a los mensajes KEEP-ALIVE iniciados por los BSC con KEEP-ALIVE COMPLETE.

Tipos de Mensajes CBSP

Mensaje	Dirección	Código	Descripción
WRITE-REPLACE	CBC -> BSC	0x01	Enviar o actualizar un mensaje de difusión
WRITE-REPLACE COMPLETE	BSC -> CBC	0x02	Difusión aceptada por BSC
WRITE-REPLACE FAILURE	BSC -> CBC	0x03	Difusión rechazada por BSC
KILL	CBC -> BSC	0x04	Detener una difusión
KILL COMPLETE	BSC -> CBC	0x05	Difusión detenida
KILL FAILURE	BSC -> CBC	0x06	Falló al detener la difusión
LOAD-QUERY	CBC -> BSC	0x07	Consultar carga de recursos de radio
LOAD-QUERY COMPLETE	BSC -> CBC	0x08	Información de carga devuelta
LOAD-QUERY FAILURE	BSC -> CBC	0x09	Falló la consulta de carga
STATUS-QUERY	CBC -> BSC	0x0A	Consultar estado de entrega de difusión
STATUS-QUERY COMPLETE	BSC -> CBC	0x0B	Información de estado devuelta

Mensaje	Dirección	Código	Descripción
STATUS-QUERY FAILURE	BSC -> CBC	0x0C	Falló la consulta de estado
RESET	CBC -> BSC	0x10	Restablecer estado de difusión en BSC
RESET COMPLETE	BSC -> CBC	0x11	Restablecimiento reconocido
RESET FAILURE	BSC -> CBC	0x12	Fall�� el restablecimiento
RESTART	BSC -> CBC	0x13	BSC reiniciado (informativo)
FAILURE	BSC -> CBC	0x14	Indicación de falla del BSC
ERROR INDICATION	Cualquiera	0x15	Error de protocolo
KEEP-ALIVE	Cualquiera	0x16	Supervisión de conexión
KEEP-ALIVE COMPLETE	Cualquiera	0x17	Respuesta de mantenimiento

Formateo de Mensajes CBSP

Cada mensaje CBSP en la red es:

```
+----------+----------+------+
| Longitud | Tipo     | IEs  |
| (3 bytes)| (1 byte) | ...  |
+----------+----------+------+
```

El campo de longitud de 3 bytes cubre el byte de tipo más todos los IEs (excluye los 3 bytes de longitud en sí).

Formatos de Lista de Celdas

El IE de Lista de Celdas identifica qué celdas se dirigen en una difusión. Formatos admitidos:

Discriminador	Valor	Formato	Descripción
CGI	0x00	MCC+MNC+LAC+CI	Identidad Celular Global Completa
LAC+CI	0x01	PLMN+LAC+CI	Código de Área de Localización + Identidad de Celda
CI	0x02	Solo CI	Solo Identidad de Celda
LAI	0x04	MCC+MNC+LAC	Identidad de Área de Localización
LAC	0x05	Solo LAC	Código de Área de Localización
Todos en BSC	0x06	(sin celdas)	Todas las celdas gestionadas por el BSC

Indicador de Canal

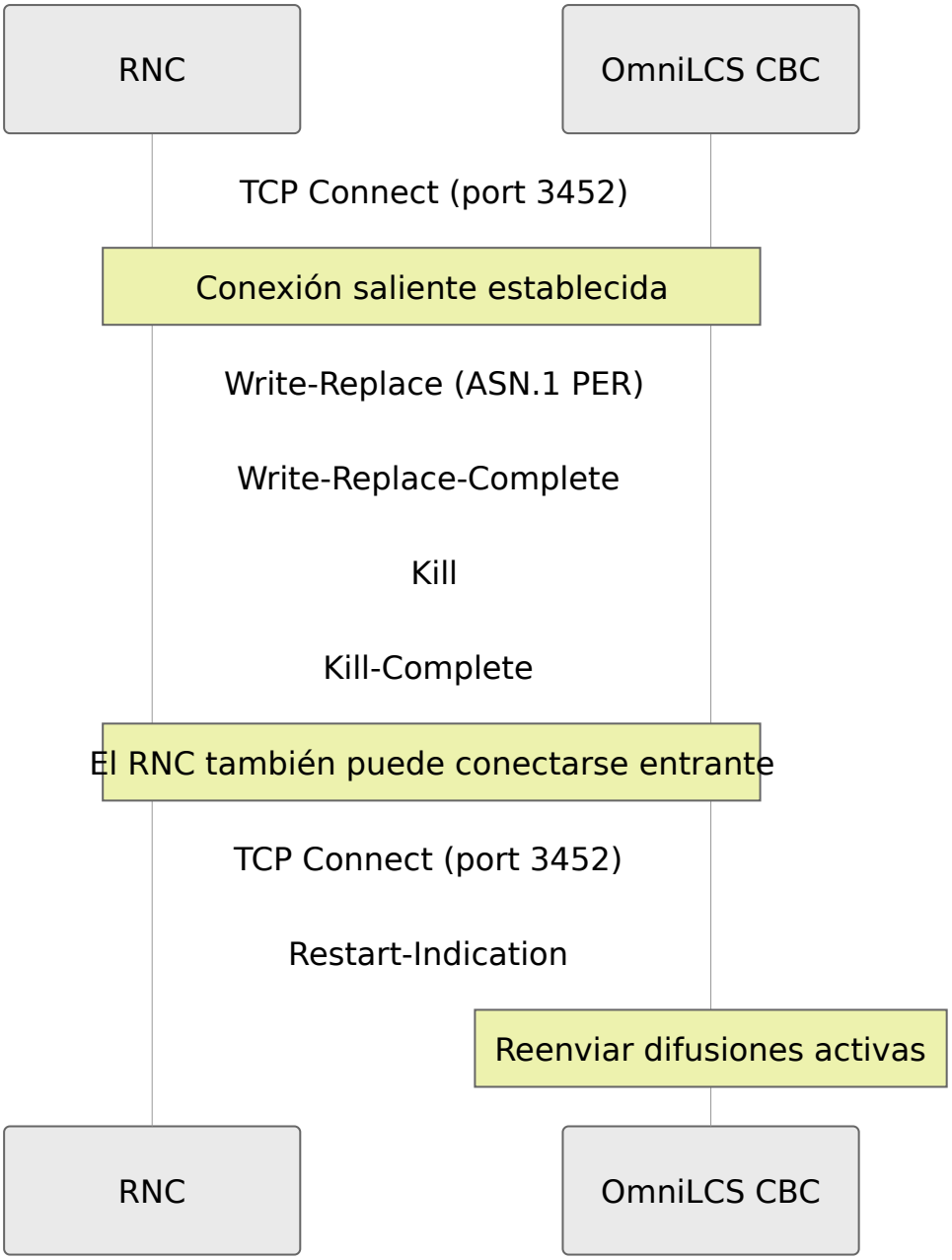
Valor	Nombre	Descripción
0	CBCH Básico	Canal Primario de Difusión Celular
1	CBCH Ampliado	Canal Ampliado de Difusión Celular (mayor capacidad)

Operaciones SABP 3G

El Protocolo de Difusión de Área de Servicio (SABP) proporciona la interfaz Iu-BC entre el CBC y los RNC en una red 3G UTRAN, según 3GPP TS 25.419. SABP utiliza codificación ASN.1 PER alineada sobre TCP.

Modelo de Conexión

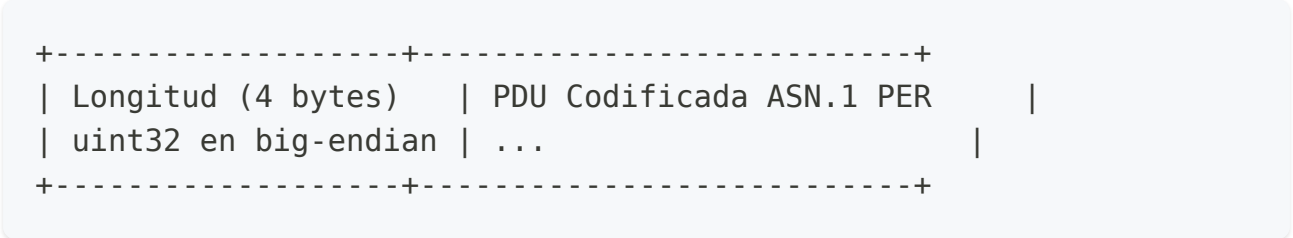
SABP utiliza transporte TCP según TS 25.414 §7.1.3.3. El puerto registrado por IANA para SABP es **3452**. Según TS 25.419 §5, el CBC inicia conexiones para operaciones normales (Write-Replace, Kill, etc.) y el RNC inicia conexiones solo para Indicaciones de Falla/Reinicio. Ambos lados utilizan el puerto de destino 3452 al establecer nuevas conexiones.



- Cada conexión TCP aceptada genera un manejador de conexión bajo el DynamicSupervisor de conexión SABP
- Las conexiones se rastrean en la tabla ETS `:sabp_connections`
- Los cambios de estado de conexión se transmiten a través de PubSub a la interfaz de usuario de LiveView
- La opción de socket de mantenimiento TCP está habilitada ya que SABP no tiene un mecanismo de mantenimiento a nivel de protocolo

Formateo de Mensajes SABP

Los mensajes SABP se enmarcan sobre TCP con un prefijo de longitud de 4 bytes en big-endian:



El campo de longitud especifica el número de bytes en la carga útil codificada ASN.1 PER que sigue. Múltiples mensajes pueden llegar en un solo segmento TCP; el manejador de conexión los almacena en búfer y los reensambla según sea necesario.

Procedimientos SABP

Procedimiento	Código	Clase	Dirección	Descripción
Write-Replace	0	Clase 1	CBC -> RNC	Enviar o actualizar un mensaje de difusión
Kill	1	Clase 1	CBC -> RNC	Detener una difusión activa
Load-Status-Enquiry	2	Clase 1	CBC -> RNC	Consultar carga de recursos de radio
Message-Status-Query	3	Clase 1	CBC -> RNC	Consultar estado de entrega de difusión
Reset	4	Clase 1	CBC -> RNC	Restablecer estado de difusión en RNC
Restart-Indication	5	Clase 2	RNC -> CBC	RNC reiniciado, reenviar difusiones activas
Failure-Indication	6	Clase 2	RNC -> CBC	Indicación de falla del RNC
Error-Indication	7	Clase 2	Cualquiera	Reportar un error de protocolo

Elementos de Información SABP

El protocolo SABP utiliza Elementos de Información (IEs) definidos por ASN.1. IEs clave utilizados en Write-Replace:

IE	ID	Criticalidad	Tipo	Descripción
Broadcast-Message-Content	0	Rechazar	Binario	Contenido del mensaje CBS codificado
Category	1	Ignorar	Enum	Prioridad del mensaje (alta, normal, fondo, predeterminado)
Cause	2	Ignorar	Entero	Valor de causa para indicaciones de falla/error
Data-Coding-Scheme	4	Ignorar	8-bit	Cómo se codifica el contenido del mensaje (por ejemplo, 0x0F para GSM de 7 bits)
Message-Identifier	6	Rechazar	16-bit	Identificador del mensaje CB
New-Serial-Number	7	Rechazar	16-bit	Número de serie para la difusión nueva/actualizada
Number-of-Broadcasts-Requested	9	Rechazar	Entero	Total de recuento de difusión (0..65535)
Old-Serial-Number	10	Ignorar	16-bit	Número de serie del mensaje que se está reemplazando (opcional)
Repetition-Period	13	Rechazar	Entero	Segundos entre repeticiones (1..4096)
Service-Areas-List	15	Rechazar	Lista	Áreas de servicio objetivo (lista de SAIs)

Identificador de Área de Servicio (SAI)

SABP dirige las difusiones a áreas de servicio específicas identificadas por SAIs. Cada SAI consiste en:

Campo	Tamaño	Descripción
Identidad PLMN	3 bytes	MCC+MNC codificados en BCD según 3GPP TS 24.008
LAC	2 bytes	Código de Área de Localización
SAC	2 bytes	Código de Área de Servicio

Categoría de Difusión

El IE de Categoría opcional establece la prioridad de un mensaje de difusión:

Categoría	Descripción
alta-prioridad	Mayor prioridad, interrumpe otras difusiones
normal-prioridad	Prioridad estándar
fondo-prioridad	Baja prioridad, no interrumpe
predeterminado-prioridad	Predeterminado cuando no se especifica categoría

Manejo de Indicaciones de Reinicio y Falla

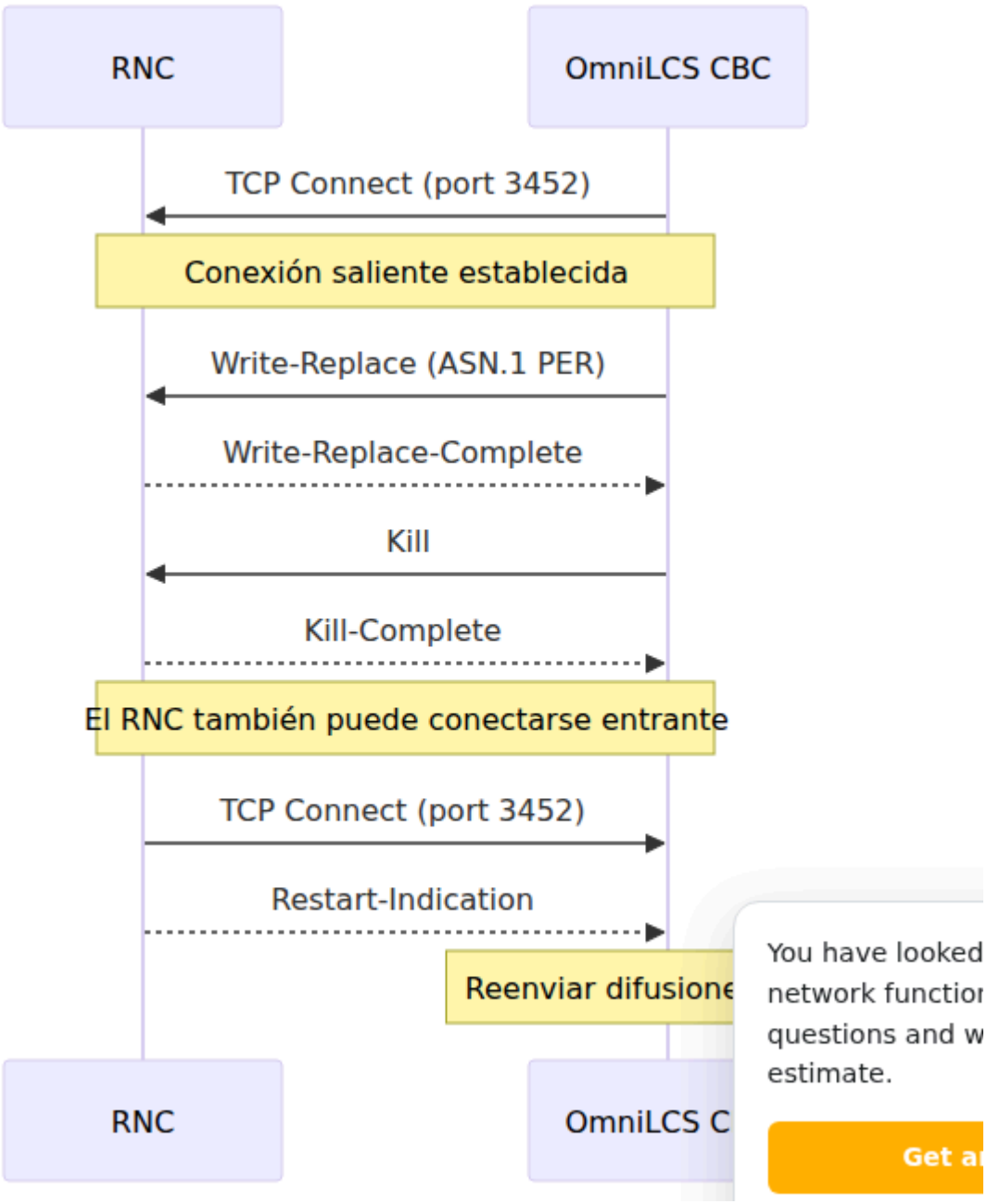
Cuando el CBC recibe una **Indicacion de Reinicio** de un RNC, el RNC se ha reiniciado y ha perdido su estado de difusión. El CBC debe reenviar todas las difusiones activas a ese RNC.

Cuando el CBC recibe una **Indicacion de Falla**, el RNC está informando que ciertas áreas de servicio han perdido la capacidad de difusión. Esto se registra y se emite como un evento de telemetría.

Operaciones SBC-AP 4G

Modelo de Conexión

Según la Sección 4.3 de 3GPP TS 29.168, el **CBC inicia asociaciones SCTP** a cada MME. El MME escucha en el puerto **29168** (registrado por IANA). El Identificador de Protocolo de Carga SCTP (PPID) para SBC-AP es **24**.



El transporte implementa reconexión automática con retroceso exponencial:

Parámetro	Valor	Descripción
Retraso inicial de reconexión	5 segundos	Retraso del primer intento después de una falla de conexión
Retraso máximo de reconexión	60 segundos	Techo máximo de retroceso
Intervalo de latido SCTP	10 segundos	Latido de dirección par
Máximo de retransmisiones de ruta SCTP	7	Antes de declarar falla de ruta
SCTP RTO máximo	30 segundos	Tiempo máximo de espera para retransmisión
SCTP RTO mínimo	1 segundo	Tiempo mínimo de espera para retransmisión

Procedimientos SBC-AP

Procedimiento	Código	Clase	Dirección	Descripción
Write-Replace-Warning	0	Clase 1	CBC -> MME	Enviar o actualizar un mensaje de advertencia
Stop-Warning	1	Clase 1	CBC -> MME	Detener una advertencia activa
Error-Indication	2	Clase 2	Cualquiera	Reportar un error de protocolo
PWS-Restart-Indication	3	Clase 2	MME -> CBC	MME reiniciado, reenviar advertencias activas
PWS-Failure-Indication	4	Clase 2	MME -> CBC	Falla de eNB, celdas perdieron capacidad de difusión

IEs de Write-Replace-Warning-Request

IE	ID	Criticalidad	Tipo	Descripción
Message-Identifier	5	Rechazar	16-bit	Identificador del mensaje CB (por ejemplo, 0x1112 para CMAS)
Serial-Number	11	Rechazar	16-bit	Número de serie con alcance geográfico, código de mensaje, número de actualización
List-of-TAIs	14	Rechazar	Lista	Identidades de área de seguimiento para la difusión
Warning-Area-List	15	Ignorar	Opción	Área objetivo (lista de TAI, lista de celdas o área de emergencia)
Repetition-Period	10	Rechazar	Entero	Segundos entre repeticiones (0..4096)
Number-of-Broadcasts-Requested	7	Rechazar	Entero	Total de recuento de difusión (0..65535)
Warning-Type	18	Ignorar	2 bytes	Tipo de advertencia ETWS + banderas de activación
Data-Coding-Scheme	3	Ignorar	8-bit	Cómo se codifica el contenido del mensaje

IE	ID	Criticalidad	Tipo	Descripción
Warning-Message-Content	16	Ignorar	Binario	Páginas CBS codificadas
Omc-Id	19	Ignorar	Binario	Identificador del centro de operaciones
Concurrent-Warning-Message-Indicator	20	Rechazar	Booleano	Permitir advertencias concurrentes

IEs de Stop-Warning-Request

IE	ID	Criticalidad	Descripción
Message-Identifier	5	Rechazar	Identificador del mensaje CB a detener
Serial-Number	11	Rechazar	Número de serie de la difusión a detener
List-of-TAIs	14	Rechazar	(Opcional) Limitar la detención a TAIs específicos
Warning-Area-List	15	Ignorar	(Opcional) Limitar la detención a áreas específicas

Manejo de PWS-Restart-Indication

Cuando el CBC recibe una PWS-Restart-Indication de un MME, reenvía todas las difusiones activas (aquellas en estado `:sent` o `:acknowledged`) a ese MME. Esto asegura la continuidad de la difusión después de que el MME se reinicie.

Manejo de PWS-Failure-Indication

Cuando el CBC recibe una PWS-Failure-Indication, marca las difusiones afectadas con una respuesta `:pws_failure` para la asociación MME que reporta. Esto se registra como una advertencia.

Formateo de Mensajes

Codificación GSM de 7 bits

La codificación predeterminada para mensajes CBS. Cada página CBS contiene hasta **93 septetos** empaquetados en **82 bytes**.

El alfabeto predeterminado de GSM de 7 bits mapea caracteres latinos estándar más letras griegas y símbolos especiales. Los caracteres que no están en el alfabeto básico utilizan la tabla de extensión (secuencia de escape 0x1B + código de extensión), consumiendo dos septetos.

La estructura binaria de Warning-Message-Content:

```
+----------+-----------------------------------------+
| Num Pages| Página 1 (82 bytes empaquetados + 1 byte de longitud)
|
| (1 byte) | Página 2 ...                                    |
+----------+-----------------------------------------+
```

Codificación UCS-2

Para scripts no latinos (CJK, árabe, tailandés, etc.). Cada página CBS contiene hasta **40 caracteres UCS-2** (80 bytes de datos UTF-16BE), rellenados a 82 bytes.

Esquema de Codificación de Datos (DCS)

Codificación	Valor DCS	Descripción
GSM de 7 bits	0x0F	Alfabeto predeterminado GSM de 7 bits, idioma no especificado
UCS-2	0x48	UCS-2 (UTF-16BE), idioma no especificado

El DCS se puede establecer explícitamente por difusión o se deriva automáticamente del parámetro de codificación.

Estructura del Número de Serie

Según 3GPP TS 23.041 Sección 9.4.1.2.1, el número de serie de 16 bits tiene una estructura interna:

```
+----+------------+--------+
| GS | Código de Msg | Actualización |
| 2b | 10 bits    | 4 bits |
+----+------------+--------+
```

Campo	Bits	Descripción
Alcance Geográfico (GS)	15-14	0 = Inmediato a nivel de celda, 1 = a nivel de PLMN, 2 = a nivel de LA/TA, 3 = a nivel de celda
Código de Mensaje	13-4	Identifica la difusión dentro de su alcance (0..1023)
Número de Actualización	3-0	Incrementado para actualizaciones de mensaje (0..15)

El número de serie se construye a partir de estos componentes.

Tipos de Advertencias (ETWS)

El IE de Tipo de Advertencia es de 2 bytes según 3GPP TS 23.041 Sección 9.3.24:

Tipo de Advertencia	Valor del Octeto 1	Descripción
Terremoto	0x00	Advertencia de terremoto
Tsunami	0x01	Advertencia de tsunami
Terremoto + Tsunami	0x02	Combinación de terremoto y tsunami
Prueba	0x03	Advertencia de prueba
Otro	0x04	Otra emergencia

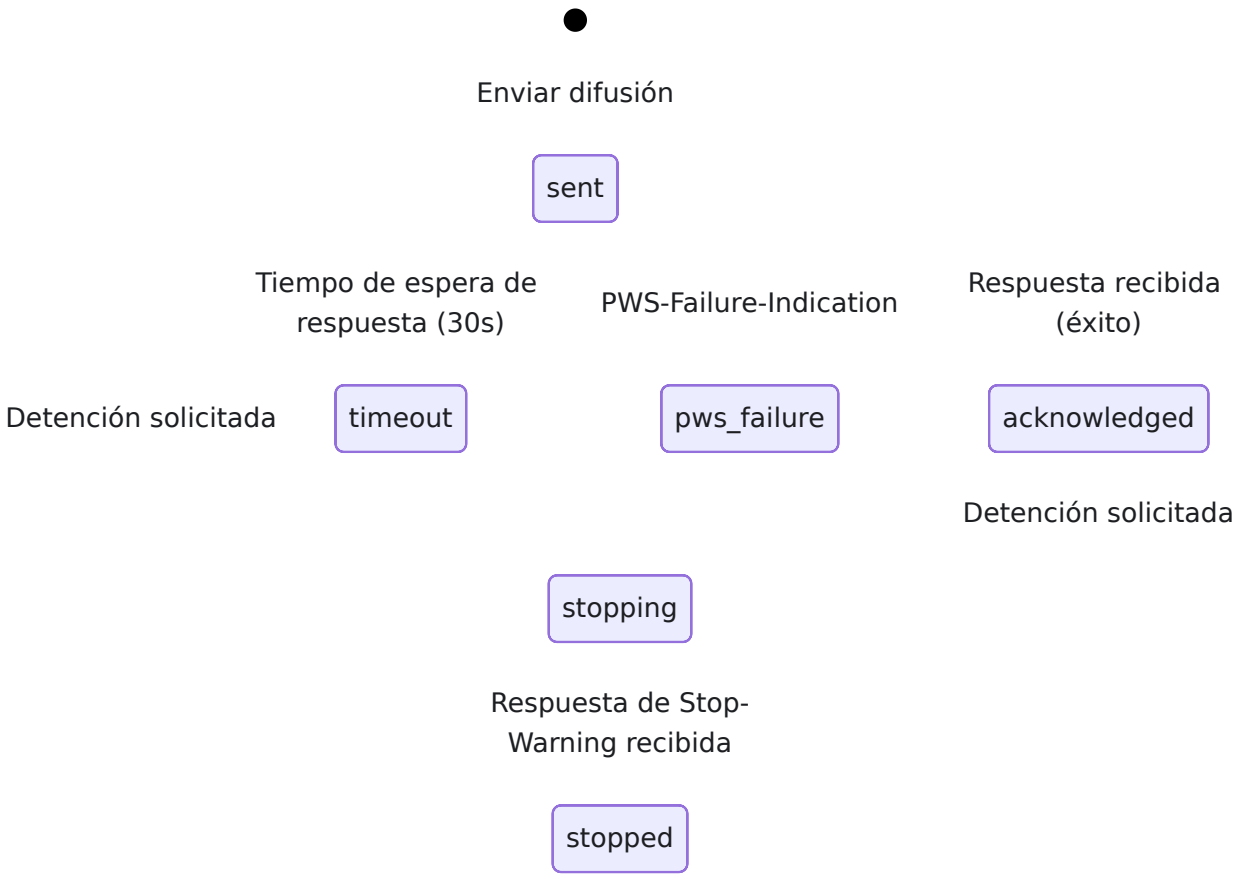
Las banderas de activación del octeto 2 (predeterminado 0xC0):

Bit	Valor	Descripción
Bit 8	0x80	Alerta de Usuario de Emergencia (activar tono/vibración de alerta)
Bit 7	0x40	Popup (mostrar automáticamente el mensaje en pantalla)

Ambos bits están configurados por defecto (0xC0) para asegurar la máxima visibilidad.

Gestión del Estado de Difusión

Ciclo de Vida del Estado



Persistencia

Las difusiones activas para 2G, 3G y 4G se persisten en `priv/active_broadcasts.json` como JSON. Al iniciar, el Engine recarga este archivo para restaurar el estado de difusión. Esto permite al CBC reenviar advertencias activas después del reinicio de la aplicación. El archivo de persistencia almacena tres mapas de difusión separados: `active_broadcasts_4g`, `active_broadcasts_3g` y `active_broadcasts_2g3g`.

Seguimiento de Respuestas

Para las difusiones 4G, cada `send_broadcast_4g` inicia un temporizador de tiempo de espera de respuesta de 30 segundos. Las respuestas de los MMEs se correlacionan por Message-Identifier y Serial-Number. El temporizador se

cancela cuando todos los pares MME esperados han respondido. Los pares que exceden el tiempo de espera se registran con una causa `:timeout`.

Vista de Difusiones Activas

La página de Difusiones Activas proporciona una vista unificada de todas las difusiones en curso en redes 2G, 3G y 4G.

Historial de Difusiones

El Engine mantiene un historial continuo de las últimas 100 difusiones 4G para la interfaz de usuario de LiveView y consultas API.

Solución de Problemas

No hay MMEs Conectados (SBC-AP)

1. Verifique que la configuración de `mme_peers` contenga las direcciones IP y puertos correctos
2. Verifique que la `local_ip` sea accesible desde la red MME

3. Busque errores de conexión SCTP en el registro: `SBC-AP: Failed to connect to MME`
4. Verifique que SCTP no esté bloqueado por firewalls (protocolo 132)
5. Confirme que el MME esté escuchando en el puerto 29168

No hay BSCs Conectados (CBSP)

1. Verifique la configuración de `listen_ip` y `listen_port` bajo `:cbsp`
2. Verifique que el puerto TCP 48049 no esté bloqueado por firewalls
3. Busque errores de aceptación: `CBSP accept failed`
4. Confirme que el BSC esté configurado con la dirección IP y puerto del CBC

No hay RNCs Conectados (SABP)

1. Verifique la configuración de `listen_ip` y `listen_port` bajo `:sabp`
2. Verifique que el puerto TCP 3452 no esté bloqueado por firewalls
3. Busque errores de aceptación: `SABP accept failed`
4. Confirme que el RNC esté configurado con la dirección IP y puerto del CBC
5. Verifique los registros para mensajes `SABP connection closed by peer` o `SABP TCP error`

Difusión No Entregada

1. Verifique la tabla de difusiones activas para el estado de respuesta
2. Busque mensajes WRITE-REPLACE FAILURE o KILL FAILURE en el registro de mensajes CBSP/SABP
3. Verifique que el formato de la lista de celdas coincida con lo que el BSC/RNC/MME espera
4. Para 4G, verifique que los valores TAC sean válidos para el MME objetivo
5. Para 3G, verifique que los Identificadores de Área de Servicio (SAIs) sean válidos para el RNC objetivo
6. Verifique el historial de difusión para entradas de tiempo de espera

Problemas de Codificación

1. Para texto no latino, asegúrese de que se seleccione la codificación `:ucs2`
2. Verifique que el DCS coincida con la codificación (0x0F para GSM de 7 bits, 0x48 para UCS-2)
3. GSM de 7 bits solo puede representar el alfabeto predeterminado de GSM; los caracteres no compatibles se reemplazan con `?`

Referencias 3GPP

Especificación	Título
TS 25.419	Interfaz UTRAN Iu-BC: Protocolo de Difusión de Área de Servicio (SABP)
TS 29.168	Interfaces del Centro de Difusión Celular con el Núcleo de Paquetes Evolucionado (SBC-AP)
TS 48.049	Protocolo del Centro de Difusión Celular (CBSP)
TS 23.041	Realización técnica del Servicio de Difusión Celular (CBS)
TS 23.038	Alfabetos e información específica del idioma (DCS, GSM de 7 bits)
TS 24.008	Especificación de la capa 3 de la interfaz de radio móvil (codificación de identidad PLMN)

Referencia de Configuración de OmniLCS

Toda la configuración se define en `config/config.exs`. Este documento cubre cada sección y parámetro de configuración.

Panel de Control (UI de LiveView)

El Panel de Control proporciona la interfaz de gestión basada en web servida a través de HTTPS en el puerto 443.

```
config :control_panel,
  parent_application: :omnilcs,
  parent_application_version: "1.0.0",
  parent_application_readable_name: "OmniLCS",
  home_page: ControlPanelWeb.ApplicationLive,
  use_builtin_pages: [...],
  use_additional_pages: [...],
  page_order: ["/dashboard", "/location", "/cells", "/diameter",
               "/cbc", "/cbc4g", "/application", "/configuration",
"/log"],
  licensee_name: "Omnitouch"
```

Parámetro	Tipo	Descripción
`parent_application`	átomo	Nombre de la aplicación OTP
`parent_application_version`	cadena	Versión mostrada en la UI
`parent_application_readable_name`	cadena	Nombre del producto legible para humanos
`home_page`	módulo	Módulo de la página de inicio predeterminada
`use_builtin_pages`	lista	Páginas integradas (Aplicación, Configuración, Registro)
`use_additional_pages`	lista	Páginas personalizadas de OmniLCS (Tablero, Ubicación, Celdas, Diámetro, CBC 2G, CBC 3G, CBC 4G, Alertas CAP)
`page_order`	lista	Orden de las pestañas en la barra de navegación
`licensee_name`	cadena	Nombre del licenciatario mostrado en el pie de página

Endpoint del Panel de Control

```
config :control_panel, ControlPanelWeb.Endpoint,
  server: true,
  https: [
    port: 443,
    keyfile: "priv/cert/omnitouch.pem",
    certfile: "priv/cert/omnitouch.crt"
  ],
  secret_key_base: "...",
  check_origin: false,
  pubsub_server: ControlPanel.PubSub,
  live_view: [signing_salt: "LcsLvSlt"]
```

Parámetro	Tipo	Predeterminado	De
`server`	booleano	`true`	Habil servi
`https.port`	entero	`443`	Puert escuc
`https.keyfile`	cadena	`"priv/cert/omnitouch.pem"`	Ruta priva
`https.certfile`	cadena	`"priv/cert/omnitouch.crt"`	Ruta certif
`secret_key_base`	cadena	--	Clave de se Phoe (gene `mix phx.g`
`check_origin`	booleano	`false`	Si se valida oríge WebS
`pubsub_server`	átomo	`ControlPanel.PubSub`	Servi para actua de Li
`live_view.signing_salt`	cadena	`"LcsLvSlt"`	Sal d toker LiveV

API REST

La API REST se sirve a través de HTTPS en el puerto 8443 mediante el marco api_ex.

```
config :api_ex,
  api: %{
    port: 8443,
    listen_ip: "0.0.0.0",
    product_name: "OmniLCS",
    title: "API - OmniLCS",
    hostname: "localhost",
    enable_tls: true,
    tls_cert_path: "priv/cert/omnitouch.crt",
    tls_key_path: "priv/cert/omnitouch.pem",
    routes: [...]
  }
```

Parámetro	Tipo	Predeterminado	Descripción
`port`	entero	`8443`	Puerto de escucha de la API
`listen_ip`	cadena	`"0.0.0.0"`	Dirección de enlace de la API
`product_name`	cadena	`"OmniLCS"`	Nombre del producto en la especificación OpenAPI
`title`	cadena	`"API - OmniLCS"`	Título de la API en Swagger UI
`hostname`	cadena	`"localhost"`	Nombre de host para las URL de la especificación OpenAPI
`enable_tls`	booleano	`true`	Habilitar HTTPS
`tls_cert_path`	cadena	`"priv/cert/omnitouch.crt"`	Ruta al certificado TLS
`tls_key_path`	cadena	`"priv/cert/omnitouch.pem"`	Ruta a la clave privada TLS

Parámetro	Tipo	Predeterminado	Descripción
`routes`	lista	--	Lista de definiciones de rutas (ruta, módulo, acciones)

Rutas de API Registradas

Ruta	Controlador	Acciones
`/status`	`OmniLcs.Api.StatusController`	`index`
`/location`	`OmniLcs.Api.LocationController`	`index`, `create`, `show`
`/cells`	`OmniLcs.Api.CellController`	`index`, `create`, `show`, `update`, `delete`
`/cap`	`OmniLcs.Api.CapController`	`index`, `create`, `show`, `update`

Configuración de E-SMLC

Configuración general de E-SMLC.

```
config :omnilcs,
  esmlc_name: "OmniLCS",
  cell_database_path: "priv/cells.json"
```

Parámetro	Tipo	Predeterminado	Descripción
`esmlc_name`	cadena	`"OmniLCS"`	Nombre de la instancia E-SMLC (utilizado en la API de estado)
`cell_database_path`	cadena	`"priv/cells.json"`	Ruta al archivo JSON de la base de datos de celdas para importar

CBSP (Difusión de Celdas 2G)

Configuración para el listener TCP de CBSP. Los BSCs se conectan entrantes al CBC en este puerto.

```
config :omnilcs, :cbsp,
  listen_ip: "0.0.0.0",
  listen_port: 48049
```

Parámetro	Tipo	Predeterminado	Descripción
`listen_ip`	cadena	`"0.0.0.0"`	Dirección IP para enlazar el listener TCP de CBSP
`listen_port`	entero	`48049`	Puerto TCP para conexiones de CBSP (puerto registrado por IANA para CBSP)

SABP (Difusión de Celdas 3G)

Configuración para el listener TCP de SABP. Los RNCs se conectan entrantes al CBC en este puerto a través de la interfaz Iu-BC según 3GPP TS 25.419.

```
config :omnilcs, :sabp,
  listen_ip: "0.0.0.0",
  listen_port: 3452
```

Parámetro	Tipo	Predeterminado	Descripción
`listen_ip`	cadena	`"0.0.0.0"`	Dirección IP para enlazar el listener TCP de SABP
`listen_port`	entero	`3452`	Puerto TCP para conexiones de SABP desde RNCs (registrado por IANA, según TS 25.414 §7.1.3.3)

SBC-AP (Difusión de Celdas 4G)

Configuración para las conexiones SCTP de SBC-AP. Según 3GPP TS 29.168, el CBC inicia asociaciones SCTP a cada par MME.

```
config :omnilcs, :sbcap,
  local_ip: "10.5.198.200",
  mme_peers: [
    %{host: "mme01", ip: "10.179.2.100", port: 29168},
    %{host: "mme02", ip: "10.179.2.101", port: 29168}
  ]
```

Parámetro	Tipo	Predeterminado	Descripción
`local_ip`	cadena	`"0.0.0.0"`	Dirección IP local para enlazar el socket SCTP
`mme_peers`	lista	`[]`	Lista de configuraciones de pares MME

Configuración de Par MME

Cada entrada en `mme_peers` es un mapa con los siguientes campos:

Campo	Tipo	Requerido	Predeterminado	Descripción
`host`	cadena	No	valor de `ip`	Nombre de host MME legible para humanos (para registro y UI)
`ip`	cadena	Sí	--	Dirección IP de MME
`port`	entero	No	`29168`	Puerto SCTP de SBC-AP de MME (registrado por IANA)

El transporte SBC-AP utiliza el Identificador de Protocolo de Carga SCTP (PPID) 24. En caso de fallo de conexión, reintenta con retroceso exponencial comenzando en 5 segundos hasta un máximo de 60 segundos.

InfluxDB

Los datos de posición de celdas se sincronizan periódicamente desde una instancia de InfluxDB.

```
config :omnilcs, OmniLcs.InfluxDb,
  database: "nokia-monitor",
  host: "172.19.3.68",
  port: 8086,
  auth: [method: :basic, username: "monitor", password: "..."],
  http_opts: [recv_timeout: 30_000],
  pool: [max_overflow: 10, size: 5]
```

Parámetro	Tipo	Predeterminado	Descripción
`database`	cadena	--	Nombre de la base de datos de InfluxDB
`host`	cadena	--	Nombre de host o IP del servidor InfluxDB
`port`	entero	`8086`	Puerto de la API HTTP de InfluxDB
`auth.method`	átomo	`:basic`	Método de autenticación
`auth.username`	cadena	--	Nombre de usuario de InfluxDB
`auth.password`	cadena	--	Contraseña de InfluxDB
`http_opts.recv_timeout`	entero	`30000`	Tiempo de espera de recepción HTTP en milisegundos
`pool.size`	entero	`5`	Tamaño del grupo de conexiones
`pool.max_overflow`	entero	`10`	Máximo de conexiones de desbordamiento del grupo

La sincronización de celdas se ejecuta automáticamente cada 5 minutos con un retraso inicial de 10 segundos después del inicio. También se puede activar manualmente a través de la API REST o el Panel de Control.

Interfaz SLs (LCS-AP sobre SCTP)

La interfaz SLs conecta el E-SMLC al MME utilizando LCS-AP sobre SCTP según 3GPP TS 29.171. OmniLCS inicia asociaciones SCTP a cada par MME configurado en el puerto 9082 con PPID 29.

```
config :omnilcs, :sls,
  local_ip: "10.5.198.200",
  mme_peers: [
    %{host: "mme01", ip: "10.179.1.15", port: 9082}
  ]
```

Parámetro	Tipo	Predeterminado	Descripción
`local_ip`	cadena	`"0.0.0.0"`	Dirección IP local para enlazar el socket SCTP
`mme_peers`	lista	`[]`	Lista de configuraciones de pares MME

Configuración de Par MME (SLs)

Cada entrada en `mme_peers` es un mapa con los siguientes campos:

Campo	Tipo	Requerido	Predeterminado	Descripción
`host`	cadena	No	valor de `ip`	Nombre de host MME legible para humanos (para registro y UI)
`ip`	cadena	Sí	--	Dirección IP de MME
`port`	entero	No	`9082`	Puerto SCTP de LCS-AP de MME (registrado por IANA para LCS-AP)

El transporte SLs utiliza el Identificador de Protocolo de Carga SCTP (PPID) 29. En caso de fallo de conexión, reintenta con retroceso exponencial comenzando en 5 segundos hasta un máximo de 60 segundos.

Parámetros de ajuste de SCTP:

Parámetro	Valor	Descripción
Intervalo de latido	10 segundos	Latido de dirección del par
Máximas retransmisiones de ruta	7	Antes de declarar fallo de ruta
RTO máximo	30 segundos	Tiempo de espera máximo de retransmisión
RTO mínimo	1 segundo	Tiempo de espera mínimo de retransmisión
Retraso de SACK	200 ms	Retraso de reconocimiento selectivo

Diámetro (Interfaces SLg y Otras)

La configuración de Diámetro controla la interfaz SLg entre OmniLCS (actuando como GMLC) y el MME, enrutada a través de un DRA. Esto es separado de la interfaz SLs que utiliza LCS-AP nativo sobre SCTP.

```
config :diameter_ex,
  diameter: %{
    service_name: :omnitouch_esmlc,
    listen_ip: "10.5.198.200",
    listen_port: 3868,
    host: "amanaki",
    realm: "epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org",
    product_name: "OmniLCS",
    request_timeout: 5000,
    peer_selection_algorithm: :random,
    allow_undefined_peers_to_connect: true,
    log_unauthorized_peer_connection_attempts: true,
    control_module: OmniLcs.Control.Diameter,
    vendor_id: 10415,
    supported_vendor_ids: [5535, 10415],
    applications: [...],
    peers: [...]
  }
```

Parámetros del Servicio

Parámetro	Tipo	Predeterm
`service_name`	átomo	`:omnitouch_esm`
`listen_ip`	cadena	--
`listen_port`	entero	`3868`
`host`	cadena	--
`realm`	cadena	--
`product_name`	cadena	`"OmniLCS"`
`request_timeout`	entero	`5000`

Parámetro	Tipo	Predeterm
`peer_selection_algorithm`	átomo	`:random`
`allow_undefined_peers_to_connect`	booleano	`true`
`log_unauthorized_peer_connection_attempts`	booleano	`true`
`control_module`	módulo	`OmniLcs.Contro`
`processor_module`	módulo	`DiameterEx.Pro`
`vendor_id`	entero	`10415`

Parámetro	Tipo	Predeterm
`supported_vendor_ids`	lista	`[5535, 10415]`

Aplicaciones de Diámetro

```
applications: [
  %{
    application_name: :slg,
    application_dictionary: :diameter_gen_3gpp_slg,
    vendor_specific_application_ids: [
      %{vendor_id: 10415, auth_application_id: 16_777_264,
acct_application_id: nil}
    ]
  }
]
```

Campo	Tipo	Descripción
`application_name`	átomo	Identificador de la aplicación (`:slg` para la interfaz GMLC-MME)
`application_dictionary`	átomo	Módulo de diccionario de Diámetro de Erlang
`vendor_specific_application_ids`	lista	Valores AVP de Identificador de Aplicación Específico del Proveedor

La aplicación SLg utiliza el ID de Aplicación **16777264** con el Identificador de Proveedor 3GPP **10415**. Tenga en cuenta que la interfaz E-SMLC-MME (SLs) utiliza LCS-AP nativo sobre SCTP, no Diámetro.

Pares de Diámetro

```
peers: [
  %{
    host: "dra01.epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org",
    realm: "epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org",
    ip: "10.179.2.233",
    port: 3868,
    tls: false,
    transport: :diameter_sctp,
    initiate_connection: true
  }
]
```

Campo	Tipo	Predeterminado	Descripción
`host`	cadena	--	Identidad del host de Diámetro del par (FQDN)
`realm`	cadena	--	Dominio de Diámetro del par
`ip`	cadena	--	Dirección IP del par
`port`	entero	`3868`	Puerto de Diámetro del par
`tls`	booleano	`false`	Habilitar TLS para la conexión del par
`transport`	átomo	`:diameter_sctp`	Protocolo de transporte (`:diameter_sctp` o `:diameter_tcp`)
`initiate_connection`	booleano	`true`	Si OmniLCS inicia la conexión a este par

GMLC / Interfaz Le

Configuración para el Centro de Localización Móvil Gateway y la interfaz Le a clientes LCS externos. Consulte la Guía de Operaciones de GMLC y la Interfaz Le para obtener detalles completos sobre los flujos de solicitudes, sesiones diferidas y registro en InfluxDB.

```
config :omnilcs, :gmlc,
  enabled: true,
  allow_unknown_clients: false,
  authorized_clients: [
    %{
      name: "psap-01",
      type: :emergency_services,
      allowed_methods: [:cell, :ecid, :gnss, :otdoa],
      rate_limit: 100,
      description: "PSAP Primario"
    }
  ],
  allow_deferred: true,
  max_periodic_sessions: 100,
  max_triggered_sessions: 50,
  default_periodic_poll_interval_ms: 60_000,
  default_triggered_poll_interval_ms: 30_000,
  influx_logging: true
```

Parámetro	Tipo	Predeterminado	D
`enabled`	booleano	`false`	Ha co la de
`allow_unknown_clients`	booleano	`false`	Ac so cli list
`authorized_clients`	lista	`[]`	De cli au (ve GM
`allow_deferred`	booleano	`true`	Ac so ub pe ac
`max_periodic_sessions`	entero	`100`	Má se pe co
`max_triggered_sessions`	entero	`50`	Má se ac co
`default_periodic_poll_interval_ms`	entero	`60000`	Int fij pe

Parámetro	Tipo	Predeterminado	D
			pr (m
`default_triggered_poll_interval_ms`	entero	`30000`	Int so ce pr (m
`influx_logging`	booleano	`true`	Es las ub GM Inf

Ubicación 2G/3G (MAP / Lg)

Ubicación GMLC para suscriptores en GERAN (2G) o UTRAN (3G), alcanzada a través de la interfaz **Lg** utilizando MAP en la pila SS7/SIGTRAN `omniss7`. Deshabilitado por defecto; consulte Ubicación 2G/3G sobre MAP/Lg.

```
# Cliente MAP/Lg de OmniLCS (OmniLcs.Control.MapClient)
config :omnilcs, :map,
  enabled: true,
  gmlc_number: "61400000000",   # este es el número ISDN de este
GMLC (E.164)
  hlr_gt: "61400000001",        # Título global HLR para
SendRoutingInfoForLCS
  lcs_client_type: :emergencyServices

# Ejecutar la pila SS7 omniss7 como una biblioteca (sin propia UI
web / SCTP / cliente de licencia)
config :omniss7, headless: true

# Transporte SS7 para el cliente MAP - la asociación M3UA al STP.
# Solo necesario cuando :omnilcs, :map está habilitado.
config :omniss7, :map_client_enabled, true

config :omniss7, :map_client_m3ua, %{
  local_ip: {10, 0, 0, 100},
  local_port: 2905,
  remote_ip: {10, 0, 0, 1},     # STP / SGP
  remote_port: 2905,
  routing_context: 1
}
```

Parámetro	Tipo	Predeterminado	Descripción
`:omnilcs, :map enabled`	booleano	`false`	Habilitar la ruta de ubicación 2G/3G MAP/Lg. Cuando `false`, las solicitudes `rat: "2g"`/`"3g"` devuelven `501`.
`gmlc_number`	cadena	`nil`	Este es el número ISDN de este GMLC, utilizado como el originador MAP.
`hlr_gt`	cadena	`nil`	Título global HLR para SendRoutingInfoForL (descubrimiento de MSC/SGSN). No necesario si la solicitu proporciona `node_gt`
`lcs_client_type`	átomo	`:emergencyServices`	Tipo de cliente LCS d MAP para la solicitud.
`:omniss7 headless`	booleano	`true` (establecido en `config.exs`)	Ejecutar omniss7 con una biblioteca: solo códec + registro de transacciones MAP.
`:omniss7 map_client_m3ua`	mapa	--	Asociación SCTP/M3U al STP/SGP. Requerido para operación en vivo.

> La precisión en 2G/3G es Cell-ID / clase de avance de tiempo. El MSC/SGSN que sirve devuelve la celda de servicio, no una fijación precisa.

Cuando `:omnilcs, :map` `enabled` es `true` y `:map_client_m3ua` está configurado, OmniLCS inicia la asociación M3UA al STP por sí mismo (supervisado por `OmniLcs.Control.MapStack`). No hay un paso de transporte separado. La métrica de Prometheus `omnilcs_map_request_total` cuenta cada transacción MAP (etiquetas `type`, `result`). Si `enabled` es `true` pero falta `:map_client_m3ua`, OmniLCS omite el transporte con una advertencia. El resto de OmniLCS continúa funcionando.

Alertas CAP

Configuración para la ingestión y difusión de alertas CAP (Protocolo Común de Alertas). Consulte la Guía de Operaciones de Alertas CAP para obtener detalles completos sobre el ciclo de vida de las alertas, resolución de polígonos y flujo de trabajo de aprobación del operador.

```
config :omnilcs, :cap,
  require_approval: true,
  plmn: %{mcc: "001", mnc: "01"},
  coverage_aware: false,
  feeds: []
```

Parámetro	Tipo	Predeterminado	Descripción
`require_approval`	booleano	`true`	Cuando `true`, las alertas se ponen en cola para la aprobación del operador. Cuando `false`, las alertas se difunden automáticamente.
`plmn`	mapa	`%{mcc: "001", mnc: "01"}`	Identidad PLMN (MCC/MNC) para mensajes de difusión
`coverage_aware`	booleano	`false`	Usar el radio de cobertura de la celda para la intersección de polígonos (vs solo punto central)
`feeds`	lista	`[]`	URLs de feeds CAP Atom para sondear

Configuración de Feed

```
feeds: [
  %{url: "https://alerts.weather.gov/cap/us.php?x=1",
poll_interval_seconds: 60}
]
```

Campo	Tipo	Requerido	Predeterminado	Des
`url`	cadena	Sí	--	URL CAP
`poll_interval_seconds`	entero	No	`60`	Segu entre sond

Logger

```
config :logger,
  backends: [:console, ControlPanel.Logger]
```

Parámetro	Tipo	Descripción
`backends`	lista	Backend de Logger. `:console` escribe en stdout; `ControlPanel.Logger` alimenta la página de Registro en la UI web.

Ejemplo Completo de

Configuración

```
import Config

config :control_panel,
  parent_application: :omnilcs,
  parent_application_version: "1.0.0",
  parent_application_readable_name: "OmniLCS",
  home_page: ControlPanelWeb.ApplicationLive,
  use_builtin_pages: [
    {ControlPanelWeb.ApplicationLive, "/application", "Recursos"},
    {ControlPanelWeb.ConfigurationLive, "/configuration",
"Configuración"},
    {ControlPanelWeb.LogLive, "/log", "Registro"}
  ],
  use_additional_pages: [
    {OmniLcs.Web.DashboardLive, "/dashboard", "Tablero"},
    {OmniLcs.Web.LocationLive, "/location", "Ubicación"},
    {OmniLcs.Web.CellDatabaseLive, "/cells", "Celdas"},
    {OmniLcs.Web.DiameterLive, "/diameter", "Diámetro"},
    {OmniLcs.Web.CbcLive, "/cbc", "CBC 2G"},
    {OmniLcs.Web.Cbc3gLive, "/cbc3g", "CBC 3G"},
    {OmniLcs.Web.Cbc4gLive, "/cbc4g", "CBC 4G"},
    {OmniLcs.Web.CapAlertsLive, "/cap", "Alertas CAP"}
  ],
  page_order: [
    "/dashboard", "/location", "/cells", "/diameter",
    "/cbc", "/cbc3g", "/cbc4g", "/cap", "/application",
"/configuration", "/log"
  ],
  licensee_name: "Omnitouch"

# API REST
config :api_ex,
  api: %{
    port: 8443,
    listen_ip: "0.0.0.0",
    product_name: "OmniLCS",
    title: "API - OmniLCS",
    hostname: "localhost",
    enable_tls: true,
    tls_cert_path: "priv/cert/omnitouch.crt",
```

```
    tls_key_path: "priv/cert/omnitouch.pem",
    routes: [
      %{path: "/status", module: OmniLcs.Api.StatusController,
actions: [:index]},
      %{path: "/location", module: OmniLcs.Api.LocationController,
actions: [:index, :create, :show]},
      %{path: "/cells", module: OmniLcs.Api.CellController,
actions: [:index, :create, :show, :update, :delete]},
      %{path: "/cap", module: OmniLcs.Api.CapController, actions:
[:index, :create, :show, :update]}
    ]
  }

# Endpoint HTTPS del Panel de Control
config :control_panel, ControlPanelWeb.Endpoint,
  server: true,
  url: [host: "0.0.0.0", path: "/"],
  https: [port: 443, keyfile: "priv/cert/omnitouch.pem", certfile:
"priv/cert/omnitouch.crt"],
  adapter: Bandit.PhoenixAdapter,
  secret_key_base: "REPLACE_WITH_64_BYTE_RANDOM_SECRET",
  check_origin: false,
  pubsub_server: ControlPanel.PubSub,
  live_view: [signing_salt: "LcsLvSlt"]

# Logger
config :logger,
  backends: [:console, ControlPanel.Logger]

# Configuración general de E-SMLC
config :omnilcs,
  esmlc_name: "OmniLCS",
  cell_database_path: "priv/cells.json"

# CBSP (Difusión de Celdas 2G) - Los BSCs se conectan a este
puerto
config :omnilcs, :cbsp,
  listen_ip: "0.0.0.0",
  listen_port: 48049

# SABP (Difusión de Celdas 3G) - Los RNCs se conectan a este
puerto
config :omnilcs, :sabp,
  listen_ip: "0.0.0.0",
```

```
  listen_port: 3452

# SLs (LCS-AP sobre SCTP) - E-SMLC se conecta a estos MMEs para
posicionamiento
config :omnilcs, :sls,
  local_ip: "10.5.198.200",
  mme_peers: [
    %{host: "mme01", ip: "10.179.1.15", port: 9082}
  ]

# SBC-AP (Difusión de Celdas 4G) - OmniLCS se conecta a estos MMEs
config :omnilcs, :sbcap,
  local_ip: "10.5.198.200",
  mme_peers: [
    %{host: "mme01", ip: "10.179.2.100", port: 29168},
    %{host: "mme02", ip: "10.179.2.101", port: 29168}
  ]

# Ingesta y difusión de Alertas CAP
config :omnilcs, :cap,
  require_approval: true,
  plmn: %{mcc: "001", mnc: "01"},
  coverage_aware: false,
  feeds: []

# InfluxDB para la sincronización de posición de celdas
config :omnilcs, OmniLcs.InfluxDb,
  database: "nokia-monitor",
  host: "172.19.3.68",
  port: 8086,
  auth: [method: :basic, username: "monitor", password:
"REPLACE_WITH_PASSWORD"],
  http_opts: [recv_timeout: 30_000],
  pool: [max_overflow: 10, size: 5]

# Diámetro (interfaz SLg a DRA/MME - rol GMLC, no E-SMLC SLs)
config :diameter_ex,
  diameter: %{
    service_name: :omnitouch_esmlc,
    listen_ip: "10.5.198.200",
    listen_port: 3868,
    host: "amanaki",
    realm: "epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org",
    product_name: "OmniLCS",
```

```
    request_timeout: 5000,
    peer_selection_algorithm: :random,
    allow_undefined_peers_to_connect: true,
    log_unauthorized_peer_connection_attempts: true,
    control_module: OmniLcs.Control.Diameter,
    processor_module: DiameterEx.Processor,
    auth_application_ids: [],
    acct_application_ids: [],
    vendor_id: 10415,
    supported_vendor_ids: [5535, 10415],
    applications: [
      %{
        application_name: :slg,
        application_dictionary: :diameter_gen_3gpp_slg,
        vendor_specific_application_ids: [
          %{vendor_id: 10415, auth_application_id: 16_777_264,
acct_application_id: nil}
        ]
      }
    ],
    peers: [
      %{
        host: "dra01.epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org",
        realm: "epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org",
        ip: "10.179.2.233",
        port: 3868,
        tls: false,
        transport: :diameter_sctp,
        initiate_connection: true
      }
    ]
  }
```

GMLC y Guía de Operaciones de la Interfaz Le

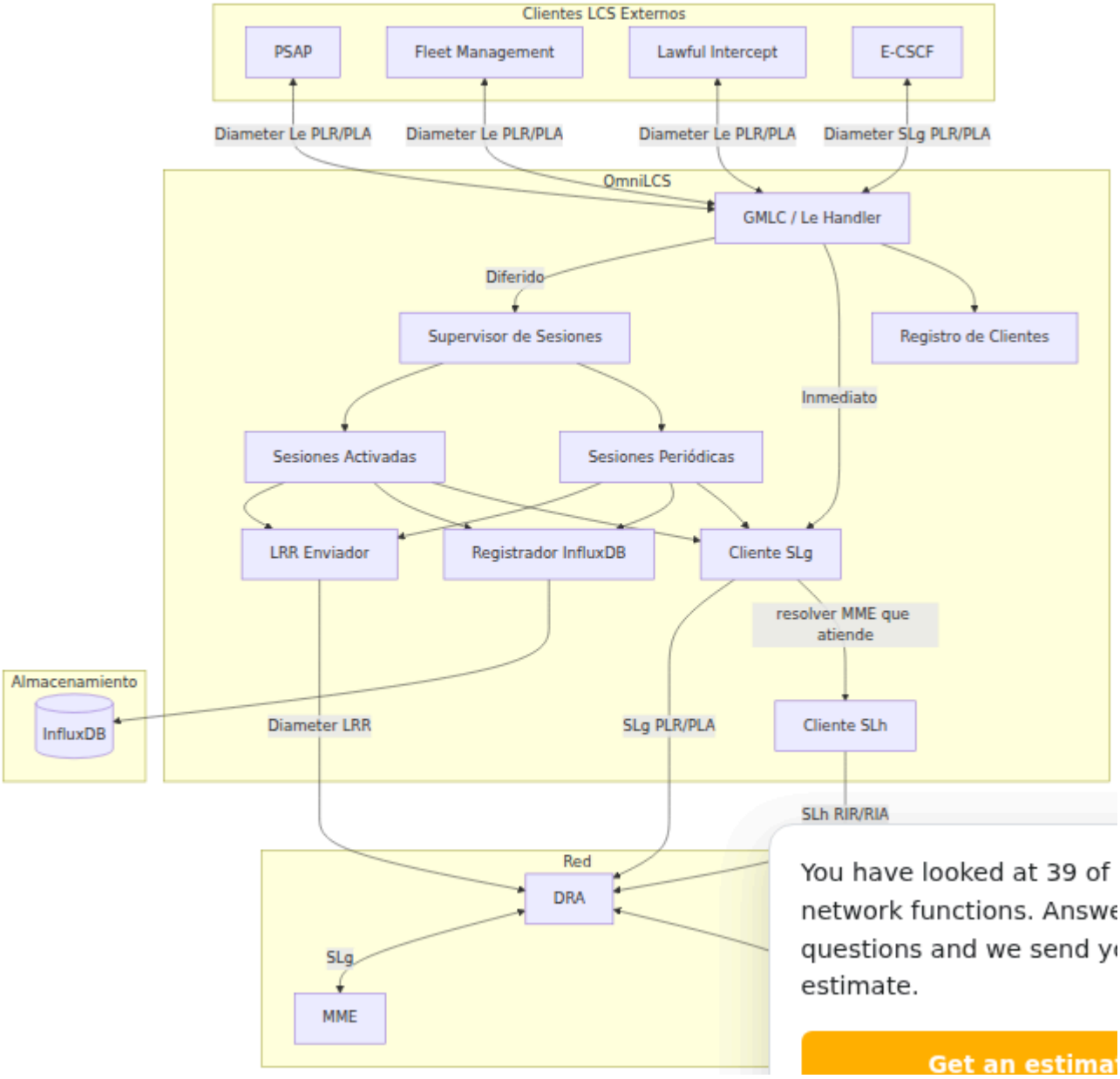
OmniLCS incluye una función de Centro de Localización Móvil GMLC (GMLC) que expone la **interfaz Le** a clientes LCS externos. Esto permite que los Puntos de Respuesta de Seguridad Pública (PSAP), sistemas de gestión de flotas, plataformas de interceptación legal y otras partes externas soliciten ubicaciones de suscriptores a través del punto de referencia Le basado en Diameter definido en 3GPP TS 29.172.

El GMLC admite solicitudes de ubicación tanto **inmediatas** como **diferidas**. Las solicitudes diferidas incluyen **ubicación periódica** (posición informada a intervalos regulares) y **ubicación activada** (posición informada cuando un suscriptor entra, sale o permanece dentro de un área geográfica).

Para cumplir con una solicitud, el GMLC sigue el procedimiento estándar de 3GPP: descubre el MME que atiende al suscriptor a través de la interfaz **SLh** (`LCS-Routing-Info-Request` al HSS, según TS 29.173), luego envía un **Provide-Location-Request (PLR)** a ese MME a través de la interfaz **SLg**. El MME realiza el posicionamiento (directamente o delegando a un E-SMLC a través de SLs/LCS-AP) y devuelve la `Location-Estimate` en el Provide-Location-Answer (PLA). En este **rol de GMLC**, OmniLCS no posiciona el UE por sí mismo. Consulta al MME que atiende y reenvía el resultado.

> Esta es una de varias opciones de ubicación que ofrece OmniLCS. Para posicionamiento activo y de mayor precisión, utiliza su **rol de E-SMLC** a través de SLs en su lugar, dirigiendo LPP/LPPa al UE y eNB (ver Dos roles LCS, una solicitud de ubicación). Para suscriptores en **2G/3G**, el GMLC llega al MSC/SGSN que atiende a través de **MAP/Lg** en lugar de Diameter SLg (ver Ubicación 2G/3G a través de MAP/Lg). La misma llamada `POST /api/location` alcanza cada ruta. La ruta GMLC/SLg descrita aquí se selecciona para solicitudes `cell`/última conocida de 4G.

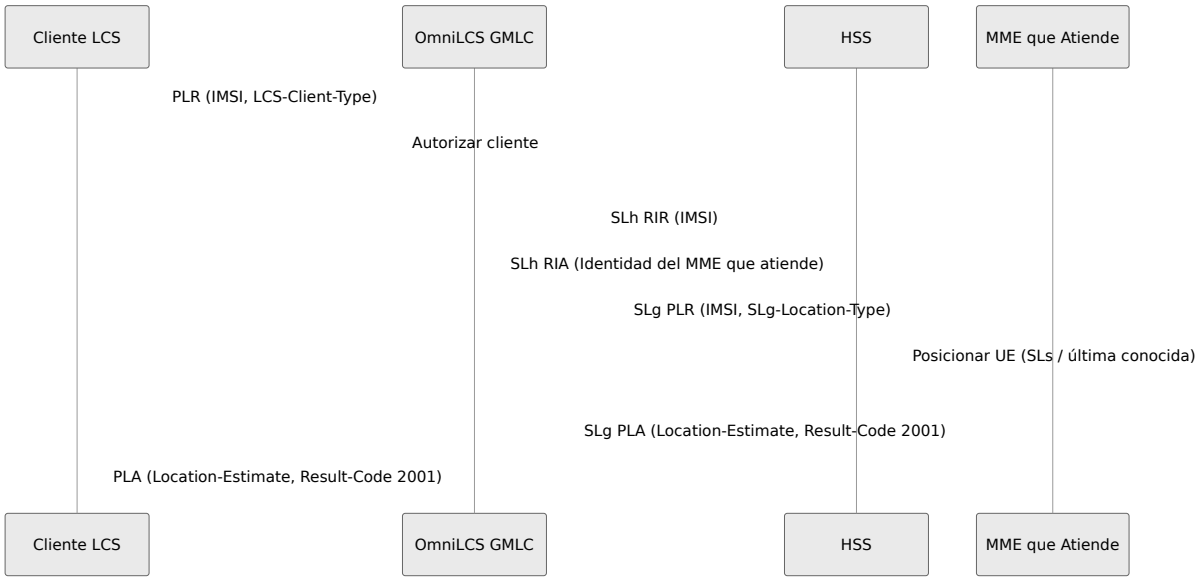
Arquitectura



Flujo de Solicitud

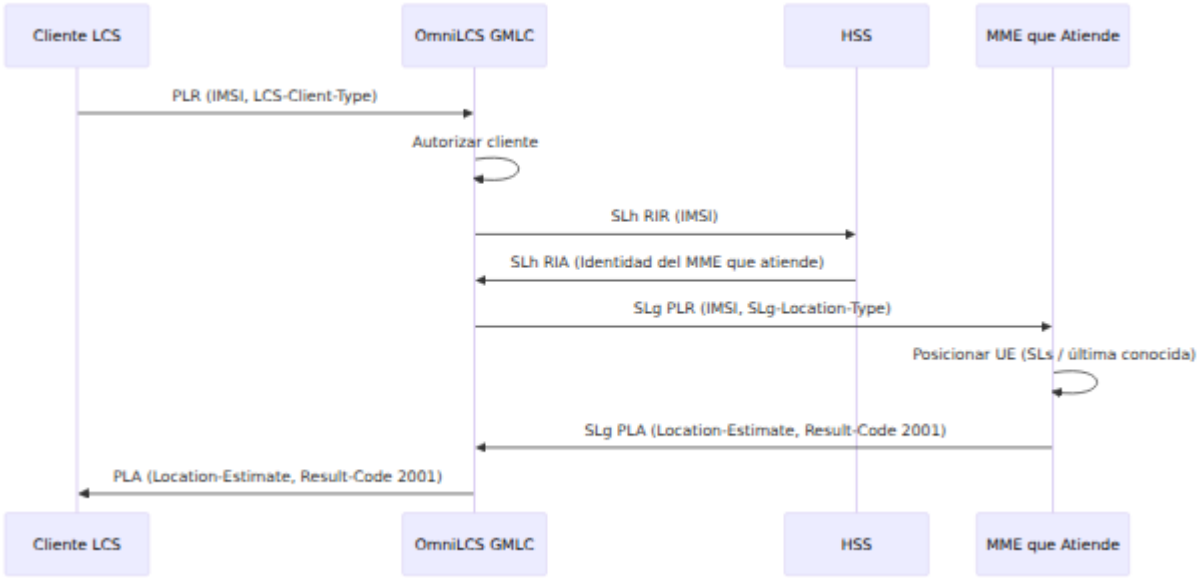
Solicitud de Ubicación Inmediata

Un cliente LCS externo envía un Provide-Location-Request (PLR) a través de Diameter. OmniLCS autoriza al cliente, descubre el MME que atiende a través de SLh, envía un PLR a ese MME a través de SLg y devuelve el resultado del MME en un Provide-Location-Answer (PLA).



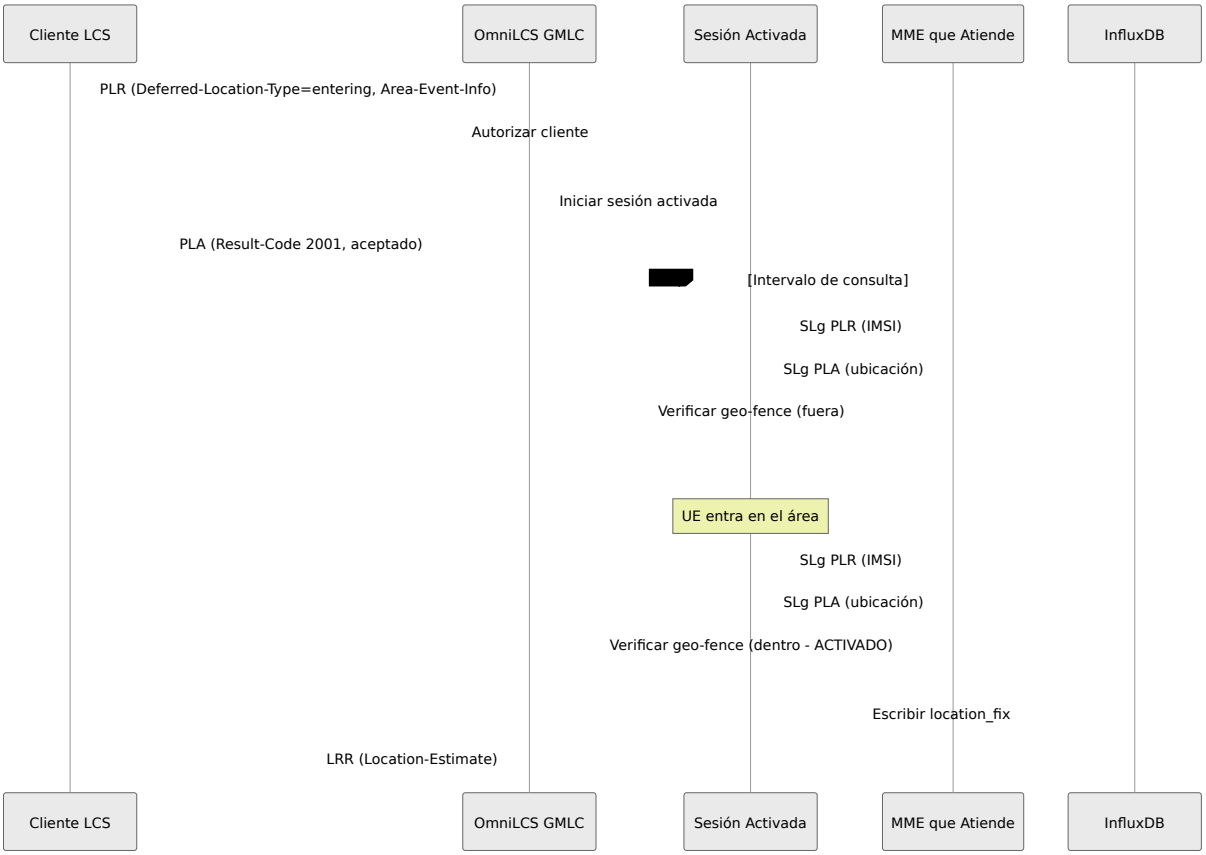
Solicitud de Ubicación Periódica

Cuando el PLR contiene un `Deferred-Location-Type` con el bit periódico establecido y un AVP agrupado `Periodic-LDR-Information`, OmniLCS crea una sesión periódica que realiza fijaciones de ubicación en el intervalo especificado y entrega cada resultado a través de un Location-Report-Request (LRR).



Solicitud de Ubicación Activada (Geo-fence)

Cuando el PLR contiene información de eventos de área, OmniLCS crea una sesión activada que consulta la posición del UE y se activa cuando se cumple la condición de activación.



Enrutamiento de Llamadas de Emergencia con OmniCall (IMS)

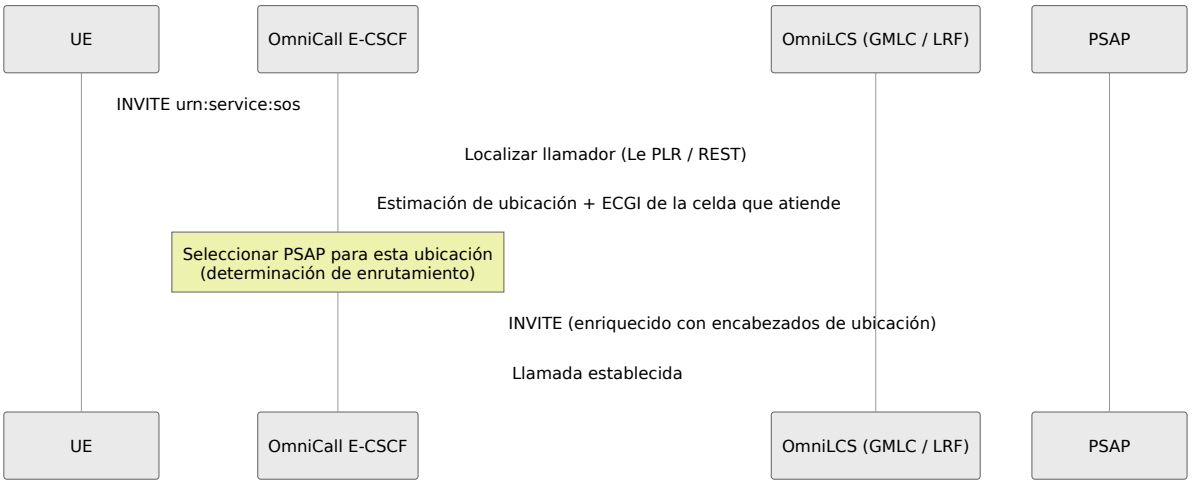
El principal consumidor del GMLC es **OmniCall**, el núcleo IMS. Cuando un suscriptor marca un número de emergencia, el **E-CSCF** (Función de Control de Sesión de Llamadas de Emergencia) de OmniCall debe enrutar la llamada al **PSAP** que atiende la ubicación física del llamador. Enrutar a un PSAP incorrecto cuesta tiempo crítico. OmniCall obtiene esa ubicación de OmniLCS, que llena el rol de **LRF / RDF** (Función de Recuperación de Ubicación / Función de Determinación de Enrutamiento) de 3GPP TS 23.167.

El flujo:

1. El UE realiza una llamada de emergencia IMS (`urn:service:sos`); llega al E-CSCF de OmniCall.
2. OmniCall solicita a OmniLCS la ubicación del llamador a través de la **interfaz Le** (Diameter PLR, utilizando el tipo de cliente `:emergency_services`) o la API REST. OmniLCS responde a través del rol

que corresponda: GMLC/SLg para la celda que atiende, o E-SMLC/SLs para una fijación activa GNSS/OTDOA (ver Dos roles LCS, una solicitud de ubicación).

3. OmniLCS devuelve la posición (coordenadas + ECGI de la celda que atiende).
4. OmniCall mapea esa ubicación al PSAP que atiende (determinación de enrutamiento) y reenvía la INVITE allí.
5. OmniCall **enriquece la señalización SIP** para que el PSAP reciba la ubicación con la llamada.



Enriquecimiento del encabezado de ubicación SIP

Utilizando la posición devuelta por OmniLCS, OmniCall agrega los elementos de ubicación de emergencia estándar de IMS a la INVITE saliente, de modo que el PSAP (y cualquier intermediario) recibe la ubicación del llamador con la llamada en lugar de tener que consultarla por separado:

Elemento SIP	Estándar	Contiene
`Geolocation` header + PIDF-LO body	RFC 6442 / RFC 4119	Geodésica (lat/lon + incertidumbre) y/o ubicación cívica, por valor o por referencia
`P-Access-Network-Info`	RFC 7315	Red de acceso y celda que atiende (ECGI)
`Geolocation-Routing`	RFC 6442	Si los proxies aguas abajo pueden enrutar según la ubicación transmitida

El operador de llamadas del PSAP, por lo tanto, ve la ubicación del llamador al llegar la llamada, derivada de la misma ubicación de OmniLCS utilizada en todas partes: la celda que atiende para una fijación rápida, o una posición activa GNSS/OTDOA cuando el UE y la radio lo admiten.

Configuración

Configuración del GMLC

```
config :omnilcs, :gmlc,
  # Habilitar/deshabilitar la interfaz Le del GMLC
  enabled: true,

  # Permitir solicitudes de clientes no en la lista autorizada
  allow_unknown_clients: false,

  # Clientes LCS externos autorizados
  authorized_clients: [
    %{
      name: "psap-01",
      type: :emergency_services,
      allowed_methods: [:cell, :ecid, :gnss, :otdoa],
      rate_limit: 100,
      description: "PSAP Primario"
    },
    %{
      name: "fleet-mgmt",
      type: :value_added_services,
      allowed_methods: [:cell, :ecid],
      rate_limit: 50,
      description: "Sistema de gestión de flotas"
    }
  ],

  # Permitir solicitudes de ubicación diferidas
(periódicas/activadas)
  allow_deferred: true,

  # Máximo de sesiones periódicas concurrentes
  max_periodic_sessions: 100,

  # Máximo de sesiones activadas (geo-fence) concurrentes
  max_triggered_sessions: 50,

  # Intervalo predeterminado para sesiones periódicas (ms)
  default_periodic_poll_interval_ms: 60_000,
```

```
  # Intervalo de consulta predeterminado para sesiones activadas
(ms)
  default_triggered_poll_interval_ms: 30_000,

  # Registrar todas las fijaciones de ubicación en InfluxDB
  influx_logging: true
```

Parámetros del GMLC

Parámetro	Tipo	Requerido	Predete
`enabled`	Booleano	No	`false`
`allow_unknown_clients`	Booleano	No	`false`
`authorized_clients`	Lista	No	`[]`
`allow_deferred`	Booleano	No	`true`

Parámetro	Tipo	Requerido	Predete
`max_periodic_sessions`	Entero	No	`100`
`max_triggered_sessions`	Entero	No	`50`
`default_periodic_poll_interval_ms`	Entero	No	`60000`
`default_triggered_poll_interval_ms`	Entero	No	`30000`
`influx_logging`	Booleano	No	`true`

Parámetros del Cliente

Cada entrada en `authorized_clients`:

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado	De
`name`	Cadena	Sí	--	Identidad d con el AVP Name o LC String en e
`type`	Átomo	No	`:any`	Tipo de LCS esperado: `:emergency` `:value_ad` `:plmn_oper` `:lawful_i` o `:any`.
`allowed_methods`	Lista	No	`[:cell, :ecid, :gnss, :otdoa]`	Métodos de que este cl solicitar.
`rate_limit`	Entero	No	`0`	Máximo de minuto. `0` s
`description`	Cadena	No	`""`	Descripción humanos p control.

Tipos de Clientes LCS

Según 3GPP TS 29.172 sección 7.4.4:

Valor	Tipo	Descripción
0	Servicios de Emergencia	PSAP, enrutamiento de llamadas de emergencia E-CSCF
1	Servicios de Valor Agregado	Gestión de flotas, seguimiento de activos, servicios basados en ubicación
2	Servicios del Operador PLMN	Servicios internos del operador (O&M, optimización de red)
3	Servicios de Intercepción Legal	Solicitudes de ubicación de la ley

Tipos de Ubicación Diferida

Ubicación Periódica

Una sesión de ubicación periódica realiza un número configurable de fijaciones de posición a intervalos regulares. Cada fijación es:

1. Realizada enviando un SLg PLR al MME que atiende al suscriptor (resuelto a través de SLh)
2. Escrita en InfluxDB como una medición `location_fix` con metadatos de sesión
3. Registrada a través del registrador de ubicación estándar (CSV + ETS)
4. Entregada al cliente LCS de origen a través de Diameter LRR

La sesión termina cuando se agota el conteo de informes.

AVPs de Diameter utilizados:

AVP	Código	Descripción
`Deferred-Location-Type`	1480	El bit 4 establecido indica LDR periódica
`Periodic-LDR-Information`	2025	AVP agrupado que contiene parámetros de informe
`Reporting-Amount`	2026	Número de fijaciones de posición a realizar
`Reporting-Interval`	2027	Intervalo entre fijaciones en segundos

Ubicación Activada (Geo-fence)

Una sesión de ubicación activada consulta la posición del UE y la evalúa contra una o más áreas geográficas. Cuando se cumple la condición de activación, se informa la posición.

Tipos de eventos:

Evento	Bit Deferred-Location-Type	Condición de Activación
Entrando	Bit 1	UE transiciona de fuera a dentro del área
Saliendo	Bit 2	UE transiciona de dentro a fuera del área
Estando Dentro	Bit 3	UE está dentro del área en cada consulta

Definiciones de área soportadas:

- **Círculo**: Punto central (latitud, longitud) y radio en metros

- **Polígono**: Lista de vértices que definen un polígono cerrado

El evaluador de geo-fence reutiliza el algoritmo de ray-casting del resolvedor de polígonos de alerta CAP para verificaciones de contención de polígonos, y la distancia haversine para verificaciones de áreas circulares.

Registro de Ubicación en InfluxDB

Todas las fijaciones de sesión del GMLC se escriben en InfluxDB utilizando la medición `location_fix`:

Etiquetas:

Etiqueta	Descripción
`imsi`	IMSI del suscriptor
`method`	Método de posicionamiento utilizado (celda, ecid, gnss, otdoa)
`source`	Fuente de posición del resultado del motor
`session_type`	`periodic`, `triggered`, o `immediate`
`client_name`	Nombre del cliente LCS solicitante

Campos:

Campo	Tipo	Descripción
`latitude`	Flotante	Latitud WGS84 en grados
`longitude`	Flotante	Longitud WGS84 en grados
`altitude`	Flotante	Altitud en metros (cuando esté disponible)
`uncertainty`	Flotante	Incertidumbre de posición en metros
`confidence`	Entero	Nivel de confianza (0-100)
`duration_ms`	Entero	Tiempo tomado para realizar la fijación

Ejemplos de consultas InfluxQL:

```
-- Últimas fijaciones para un suscriptor
SELECT * FROM location_fix WHERE imsi = '001010000000001' ORDER BY
time DESC LIMIT 10

-- Seguimiento de sesión periódica durante la última hora
SELECT latitude, longitude FROM location_fix
WHERE session_type = 'periodic' AND imsi = '001010000000001' AND
time > now() - 1h

-- Tasa de éxito de fijaciones por método
SELECT COUNT(*) FROM location_fix WHERE time > now() - 24h GROUP
BY method

-- Eventos de activación de geo-fence
SELECT * FROM location_fix WHERE session_type = 'triggered' AND
time > now() - 24h
```

API REST

La API de ubicación diferida está disponible en `https://<host>:8443/api/deferred_location`.

Listar Sesiones Activas

```
GET /api/deferred_location
```

Respuesta:

```
{
  "status": "ok",
  "count": 2,
  "data": [
    {
      "session_id": "a1b2c3d4-...",
      "type": "periodic",
      "imsi": "001010000000001",
      "method": "cell",
      "client_name": "rest-api",
      "status": "active",
      "interval_ms": 60000,
      "remaining_reports": 7,
      "total_reports": 10,
      "started_at": "2026-04-09T10:00:00Z",
      "last_fix_at": "2026-04-09T10:03:00Z"
    }
  ]
}
```

Crear Sesión Periódica

```
POST /api/deferred_location
Content-Type: application/json

{
  "type": "periodic",
  "imsi": "001010000000001",
  "method": "cell",
  "interval_seconds": 60,
  "count": 10
}
```

Crear Sesión Activada

```
POST /api/deferred_location
Content-Type: application/json

{
  "type": "triggered",
  "imsi": "001010000000001",
  "method": "cell",
  "event_type": "entering",
  "poll_interval_seconds": 30,
  "max_reports": 0,
  "areas": [
    {
      "type": "circle",
      "center": {"lat": -33.8688, "lon": 151.2093},
      "radius_meters": 500
    }
  ]
}
```

Cancelar Sesión

```
DELETE /api/deferred_location/:session_id
```

Métricas

Solicitudes de la Interfaz Le

Métrica: `omnilcs_gmlc_le_request_total` **Tipo**: Contador **Descripción**: Total de solicitudes de la interfaz Le de clientes LCS externos **Etiquetas**:

- `client_type`: Tipo de cliente LCS (emergency_services, value_added_services, etc.)
- `result`: Resultado de la solicitud: `received`, `success`, `error`, `unauthorized`

Métrica: `omnilcs_gmlc_le_request_duration` **Tipo**: Histograma **Descripción**: Tiempo de procesamiento de la solicitud Le en milisegundos **Etiquetas**:

- `client_type`: Tipo de cliente LCS

Solicitudes MAP / Lg (2G/3G)

Métrica: `omnilcs_map_request_total` **Tipo**: Contador **Descripción**: Total de solicitudes de ubicación MAP/Lg para suscriptores 2G/3G (SendRoutingInfoForLCS, ProvideSubscriberLocation) **Etiquetas**:

- `type`: Operación MAP (`MAP-PSL`)
- `result`: `sent`, `success`

Solicitudes de Informe de Ubicación

Métrica: `omnilcs_gmlc_lrr_total` **Tipo**: Contador **Descripción**: Total de Solicitudes de Informe de Ubicación enviadas a clientes externos **Etiquetas**:

- `session_type`: `periodic` o `triggered`
- `result`: `sent` o `error`

Seguimiento de Sesiones

Métrica: `omnilcs_gmlc_session_periodic_active` **Tipo**: Medidor **Descripción**: Número de sesiones de ubicación periódicas activas

Métrica: `omnilcs_gmlc_session_triggered_active` **Tipo**: Medidor **Descripción**: Número de sesiones de ubicación activadas/geo-fence activas

Métrica: `omnilcs_gmlc_session_total` **Tipo**: Contador **Descripción**: Total de sesiones diferidas creadas **Etiquetas**:

- `type`: `periodic` o `triggered`

Eventos de Geo-fence

Métrica: `omnilcs_gmlc_geofence_trigger_total` **Tipo**: Contador **Descripción**: Total de eventos de activación de geo-fence disparados **Etiquetas**:

- `event_type`: `entering`, `leaving`, o `being_inside`

Escrituras en InfluxDB

Métrica: `omnilcs_gmlc_influx_write_total` **Tipo**: Contador **Descripción**: Total de escrituras de fijaciones de ubicación en InfluxDB desde sesiones GMLC **Etiquetas**:

- `result`: `success` o `error`

Ejemplos de consultas Prometheus:

```
# Tasa de solicitudes Le
rate(omnilcs_gmlc_le_request_total[5m])

# Tasa de creación de sesiones diferidas por tipo
rate(omnilcs_gmlc_session_total[5m])

# Tasa de activación de geo-fence
rate(omnilcs_gmlc_geofence_trigger_total[5m])

# Tasa de error de entrega de LRR
sum(rate(omnilcs_gmlc_lrr_total{result="error"}[5m]))
  / sum(rate(omnilcs_gmlc_lrr_total[5m]))
```

Solución de Problemas

Solicitudes Le que Devuelven 5012 (UNABLE_TO_COMPLY)

Síntomas: El cliente LCS externo recibe el código de resultado 5012 para todos los PLRs.

Causas posibles:

- GMLC no habilitado en la configuración (`enabled: false`)
- Cliente no en `authorized_clients` y `allow_unknown_clients` es `false`
- Fallo en la resolución SLh o no hay ruta SLg al MME que atiende (verificar conectividad DRA/HSS/MME)

Resolución:

1. Verificar que `config :omnilcs, :gmlc, enabled: true` esté configurado
2. Comprobar que el nombre del cliente coincida con el AVP `LCS-EPS-Client-Name` en el PLR
3. Verificar que los pares Diameter SLh/SLg (DRA, HSS, MME) estén conectados en el Panel de Control

Sesiones Periódicas No Iniciadas

Síntomas: PLR con tipo diferido periódico devuelve 3004 (TOO_BUSY).

Causas posibles:

- Límite de `max_periodic_sessions` alcanzado
- Supervisor de sesiones no en ejecución

Resolución:

1. Verificar el conteo de sesiones activas en la página del panel de control del GMLC
2. Aumentar `max_periodic_sessions` si es necesario

3. Verificar que `OmniLcs.Gmlc.SessionSupervisor` esté en ejecución en la página de Aplicaciones

Fijaciones de Ubicación No Aparecen en InfluxDB

Síntomas: Las sesiones periódicas/activadas están en ejecución pero no hay datos en InfluxDB.

Causas posibles:

- `influx_logging` configurado como `false`
- Conexión a InfluxDB caída
- La base de datos no existe

Resolución:

1. Verificar `influx_logging: true` en la configuración del GMLC
2. Comprobar la conectividad de InfluxDB (el estado de sincronización de la celda es un buen proxy)
3. Consultar directamente InfluxDB: `SHOW MEASUREMENTS` debería incluir `location_fix`

Geo-fence No Disparando

Síntomas: La sesión activada está activa pero nunca se dispara.

Causas posibles:

- Definición del área demasiado pequeña para la precisión del método de posicionamiento
- Tipo de evento incorrecto (por ejemplo, `:leaving` cuando el suscriptor ya está afuera)
- Método de posicionamiento devolviendo coordenadas `nil`

Resolución:

1. Verificar la precisión del método de posicionamiento. La ID de celda tiene una incertidumbre a escala de kilómetros, lo que puede ser demasiado impreciso para geo-fences pequeños.
2. Usar un método más preciso (`:ecid` o `:gnss`) para áreas más pequeñas
3. Verificar que las coordenadas del área sean correctas (orden de latitud/longitud)

Guía de Servicios de Localización E-SMLC

OmniLCS implementa un Centro de Localización Móvil Evolucionado (E-SMLC) que proporciona posicionamiento de UE para redes LTE. El E-SMLC determina la ubicación de la UE utilizando múltiples métodos de posicionamiento y se comunica con el MME a través de la interfaz SLs utilizando LCS-AP nativo sobre SCTP según 3GPP TS 29.171.

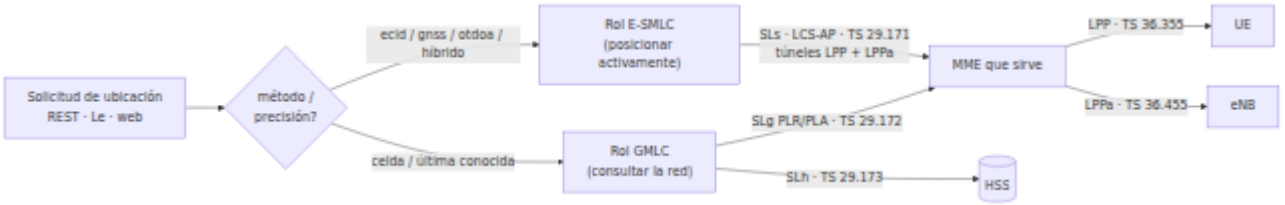
Dos roles de LCS, una solicitud de ubicación

OmniLCS está co-localizado como un **E-SMLC** y un **GMLC**. Estas son las dos funciones de red de localización definidas por la arquitectura LCS de LTE de 3GPP (TS 23.271). Un cliente de localización nunca elige entre ellos. Solicita la ubicación de una UE a través de la API REST, la página web de Localización o la interfaz Le, y OmniLCS elige el rol y la interfaz según el `método`/`precisión` solicitados. Ambas opciones están siempre disponibles detrás de una única llamada "obtener ubicación".

- **Métodos activos / de alta precisión** (E-CID, GNSS, OTDOA, híbrido) utilizan el rol de **E-SMLC** documentado en esta guía. OmniLCS gestiona **LPP** (hacia la UE, TS 36.355) y **LPPa** (hacia el eNB, TS 36.455) a través de la interfaz **SLs / LCS-AP** (TS 29.171), retransmitido por el MME que sirve, para una fijación precisa.
- Las solicitudes de **Cell ID / última conocida** utilizan el rol de **GMLC** (ver la guía de GMLC & Le Interface). OmniLCS resuelve el MME que sirve a través de **SLh** (TS 29.173) y envía un Provide-Location-Request a través de **SLg** (TS 29.172); el MME devuelve la celda que sirve desde el contexto de la UE.

En ambos roles, el **MME que sirve es el ancla**: es el único nodo con un camino de señalización hacia la UE (NAS) y el eNB (S1AP), por lo que es el respondedor de SLg o el retransmisor de SLs para LPP/LPPa. El GMLC, con solo

enlaces de Diámetro SLh/SLg, no puede alcanzar la radio en sí. Esta es exactamente la razón por la que el posicionamiento activo es la tarea del E-SMLC.



Consulte la referencia de la API REST para el esquema de solicitud/respuesta armonizado y la tabla de decisiones completa. La API REST selecciona el camino por solicitud; la interfaz de Diámetro Le y las sesiones diferidas (periódicas/activadas) actualmente siempre utilizan el camino GMLC/SLg.

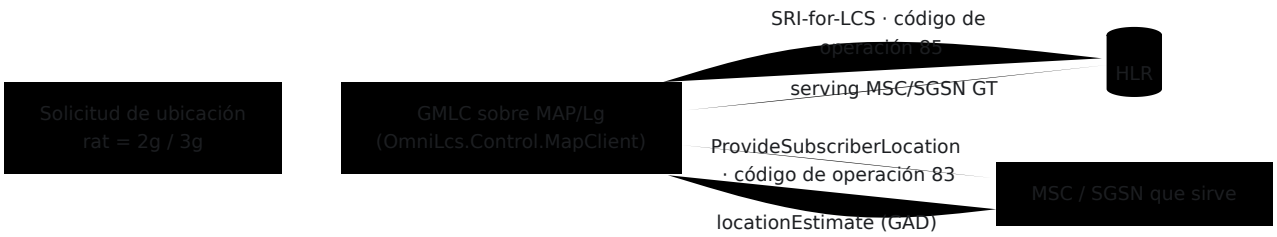
Localización 2G/3G a través de MAP/Lg

Para suscriptores en **GERAN (2G)** o **UTRAN (3G)** no hay SLg/SLs de Diámetro. El GMLC alcanza el núcleo legado a través de la interfaz **Lg** utilizando **MAP** (TS 29.002) en una pila SS7/SIGTRAN (SCTP → M3UA → SCCP → TCAP). OmniLCS proporciona esto a través del módulo `OmniLcs.Control.MapClient`, respaldado por la pila SS7 `omniss7`, como una tercera opción detrás de la misma llamada `/api/location` (seleccionada con `rat: "2g"` / `"3g"`).

El flujo es una transacción MAP de dos pasos:

1. **SendRoutingInfoForLCS** (código de operación 85) al **HLR** → devuelve el título global del **MSC/SGSN** que sirve al suscriptor. (Se omite si se proporciona un `node_gt`).
2. **ProvideSubscriberLocation** (código de operación 83) a ese **MSC/SGSN** → devuelve la estimación de ubicación.

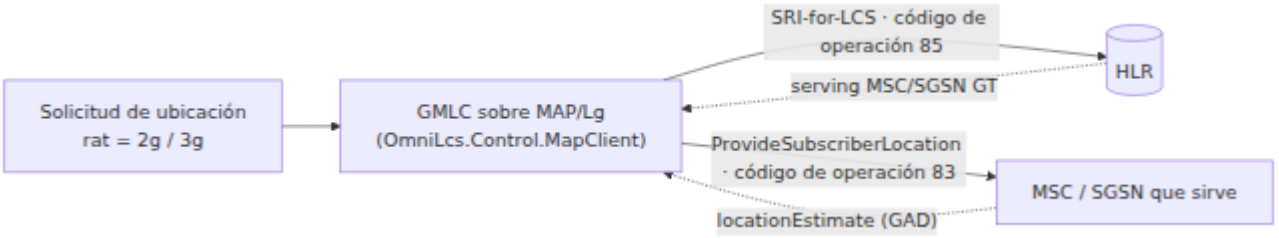
La `locationEstimate` es la **misma forma GAD de TS 23.032** que en 4G, por lo que se decodifica con el `decode_gad/1` compartido y se devuelve en el mapa de ubicación estándar con `source: "map"`.



La precisión en 2G/3G es **Cell-ID / clase de Timing-Advance**: la red devuelve la celda que sirve, no una fijación precisa. Este camino está deshabilitado por defecto (`config :omnilcs, :map, enabled: false`). Para habilitarlo, proporcione el número de GMLC, el título global del HLR y un par SS7 configurado (STP/MSC/SGSN) a través del transporte `:map_client_m3ua` de `omniss7`. Consulte la guía de GMLC y Configuración.

Operación. `omniss7` se ejecuta **sin cabeza** (modo biblioteca: solo el códec MAP y el registro de transacciones). Cuando `:omnilcs, :map` está habilitado, OmniLCS inicia la **asociación M3UA al STP en sí** (supervisado por `OmniLcs.Control.MapStack`). Cuando está deshabilitado, no inicia nada. Cada transacción MAP incrementa el contador de Prometheus `omnilcs_map_request_total` (etiquetas `type` = `MAP-PSL`, `result` = `sent`/`success`). Una solicitud con `rat: "2g"`/`"3g"` mientras el camino está deshabilitado devuelve HTTP `501`. Un nodo que sirve no resuelto devuelve `422`.

Arquitectura



Métodos de Posicionamiento

OmniLCS admite toda la gama de técnicas de posicionamiento LTE. Una solicitud nombra un `método` (o una `precisión` objetivo, que selecciona automáticamente uno); OmniLCS ejecuta esa técnica en la interfaz apropiada y devuelve la estimación. Cada método se mapea a un procedimiento estándar de posicionamiento de 3GPP:

Método	Técnica	Protocolo de posicionamiento	Rol / interfaz	Precisión típica
Cell ID (CID)	Posición de la celda que sirve	búsqueda en la base de datos de celdas, o SLg PLR	E-SMLC (local) **o** GMLC (SLg)	radio de celda, 100 m – 5 km
Enhanced Cell ID (E-CID)	Rango de una sola celda: avance de tiempo + RSRP/RSRQ	LPPa (eNB) → LPP (UE) como respaldo	E-SMLC / SLs	50 m – 500 m
OTDOA	Multilateración de enlace descendente ("triangulación") a partir de diferencias de tiempo de PRS entre celdas	LPPa (configuración de PRS) + LPP (RSTD)	E-SMLC / SLs	10 m – 100 m
A-GNSS	Fijación asistida por satélite (GPS/Galileo/…) en la UE	LPP (UE)	E-SMLC / SLs	5 m – 50 m
Híbrido	Combina A-GNSS + E-CID en una solicitud, el mejor de	LPP (UE)	E-SMLC / SLs	mejor disponible

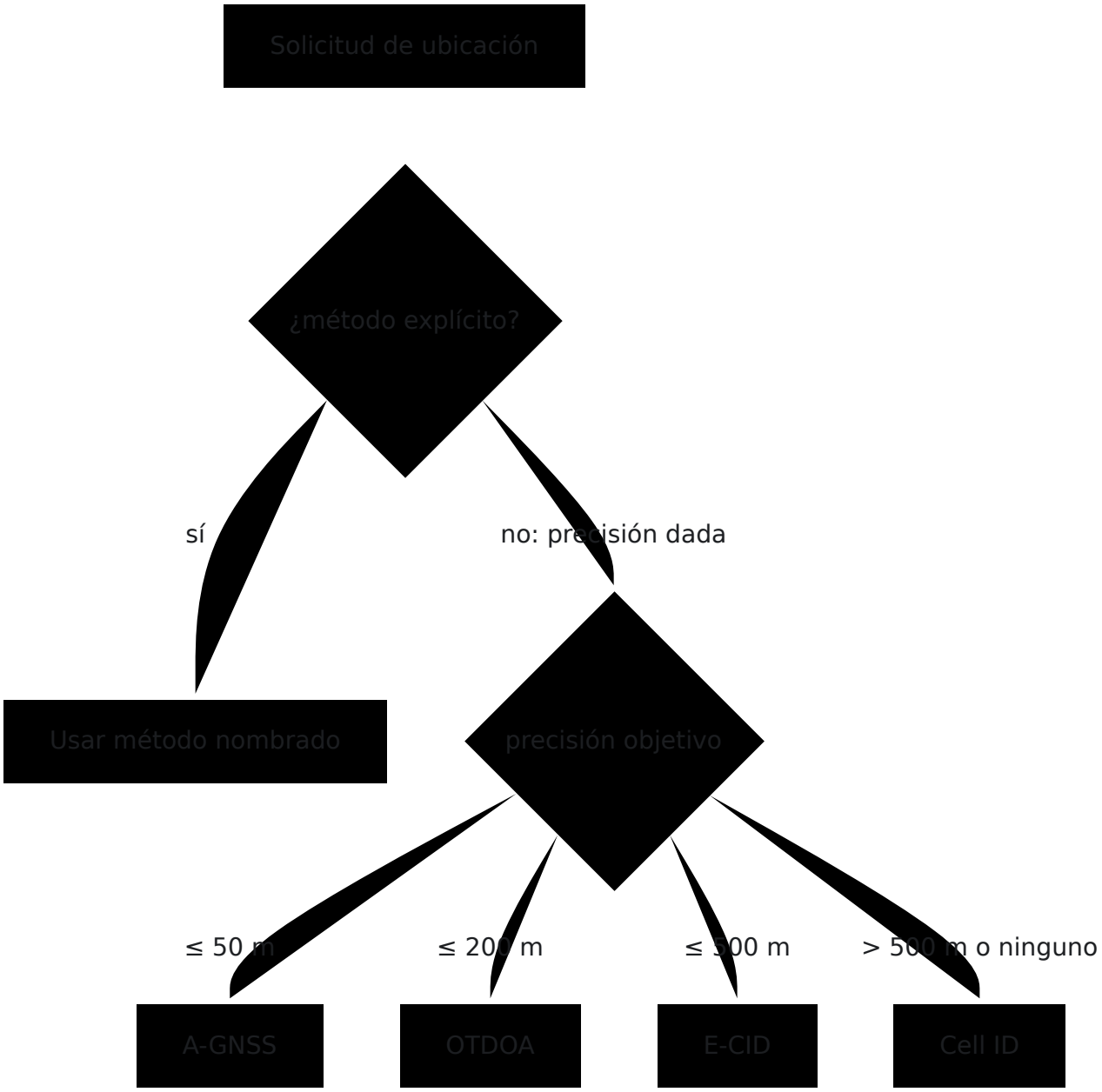
> **Lo que significa "triangulación" aquí.** La verdadera triangulación/multilateración de una UE LTE es **OTDOA**: la UE mide la diferencia de tiempo de las Señales de Referencia de Posicionamiento (PRS) de varias celdas y OmniLCS resuelve las hipérbolas resultantes para

> una posición (ver Cálculo OTDOA). E-CID es el primo más grueso de una sola celda. Se basa en el avance de tiempo de una celda en lugar de la geometría de múltiples celdas. La multilateración de enlace ascendente (**U-TDOA**, medida por la red) **no** está implementada: requiere Unidades de Medición de Localización (LMUs) que no están presentes en un despliegue solo EPC.

Elegir un método por precisión

Si una solicitud proporciona `precisión` (en metros) en lugar de un `método` explícito, OmniLCS elige el método más ligero que pueda cumplir plausiblemente con el objetivo:

Precisión solicitada	Método seleccionado
≤ 50 m	A-GNSS
≤ 200 m	OTDOA
≤ 500 m	E-CID
> 500 m	Cell ID



Cell ID

El método de posicionamiento más simple. Devuelve la posición geográfica de la celda que sirve desde la base de datos de celdas.

- **Precisión**: Radio de celda (típicamente 100m - 5km dependiendo del tipo de celda)
- **Latencia**: Milisegundos (búsqueda en la base de datos local)
- **Soporte de UE Requerido**: No
- **Soporte de eNB Requerido**: No

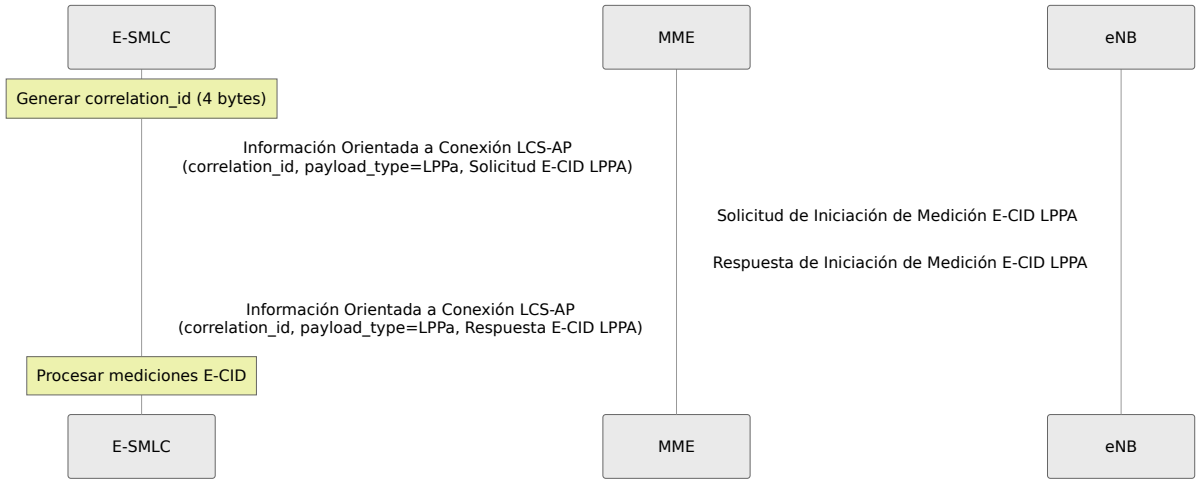
El motor primero intenta buscar la celda que sirve en la base de datos de celdas local. Si no se encuentra, envía una Solicitud de Iniciación de Medición E-CID LPPA (solo con la cantidad de cell_id) al eNB a través del MME utilizando Información Orientada a Conexión LCS-AP para obtener la identidad de la celda.

La misma celda que sirve también se puede obtener **sin tocar la radio** a través del rol de GMLC. Esto utiliza un SLg Provide-Location-Request al MME que sirve, que devuelve el ECGI desde el contexto de la UE. Este es el camino utilizado para solicitudes REST de `celda`/última conocida y todas las solicitudes de interfaz Le (ver Dos roles de LCS, una solicitud de ubicación).

Enhanced Cell ID (E-CID)

Utiliza LPPa para obtener mediciones de radio del eNB, incluyendo avance de tiempo y fuerza de señal. Si el eNB rechaza el procedimiento E-CID LPPa (por ejemplo, `requested-item-not-supported`), OmniLCS retrocede a solicitar mediciones E-CID directamente desde la **UE** a través de LPP.

- **Precisión**: 50m - 500m
- **Latencia**: 1-5 segundos
- **Soporte de UE Requerido**: No para la ruta LPPa; Sí para la caída de LPP
- **Soporte de eNB Requerido**: Sí para la ruta LPPa; la caída de LPP no necesita ninguno



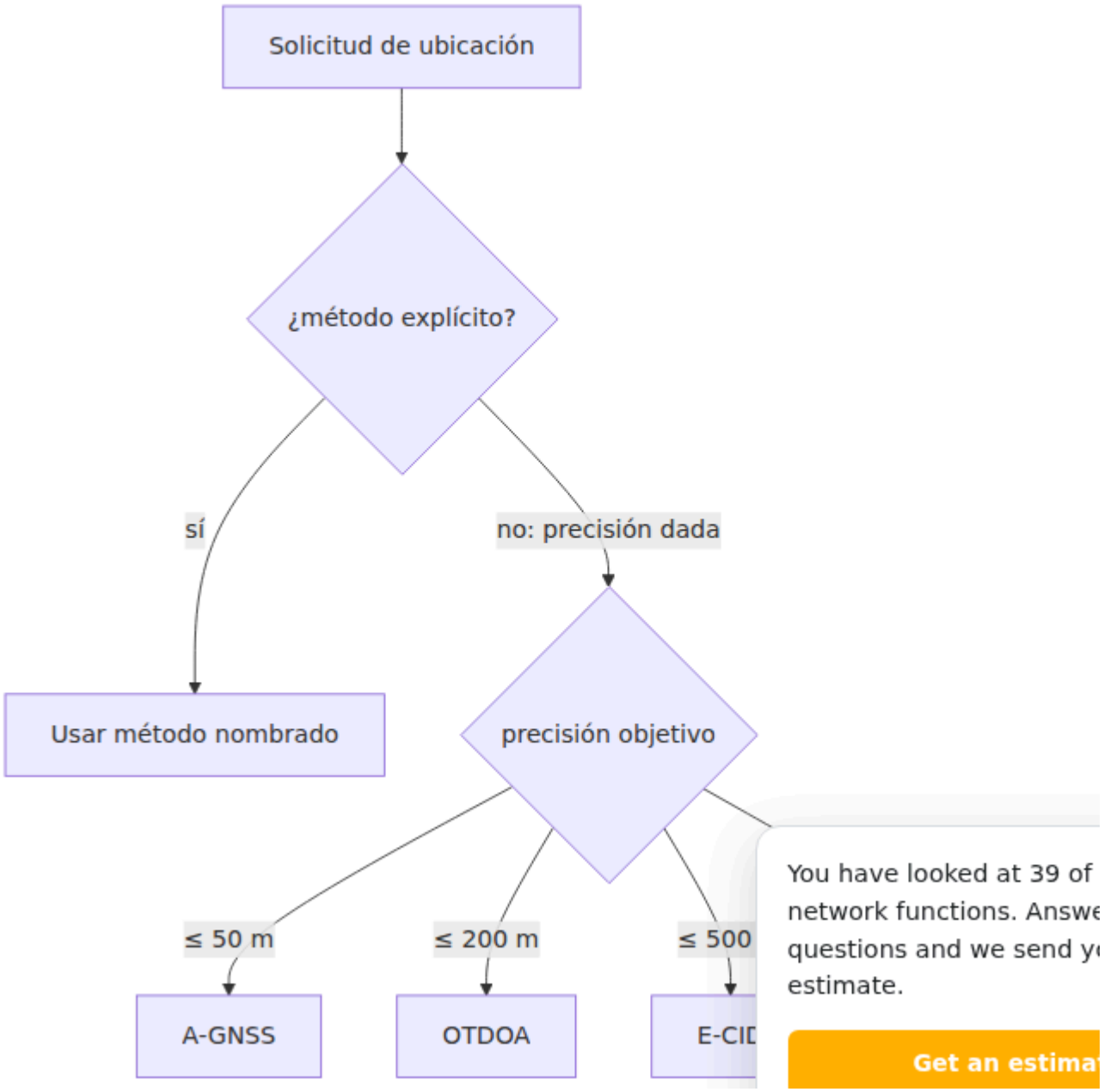
Cantidades de medición solicitadas:

Cantidad	Descripción
Cell ID	Identidad de la celda que sirve
Tipo de Avance de Tiempo 2	Retardo de propagación UE-a-eNB (estimación de distancia)
RSRP	Potencia de Señal de Referencia Recibida
RSRQ	Calidad de Señal de Referencia Recibida

GNSS / A-GPS

Solicita a la UE que informe sus coordenadas GPS a través del protocolo LPP.

- **Precisión**: 5m - 50m
- **Latencia**: 5-30 segundos
- **Soporte de UE Requerido**: Sí (capacidad GNSS)
- **Soporte de eNB Requerido**: No



El E-SMLC envía un mensaje LPP Solicitar Información de Ubicación para GNSS a la UE a través del MME mediante LCS-AP. La UE realiza una fijación GNSS y reporta sus coordenadas de vuelta a través de LPP, retransmitido a través del MME en un mensaje de Información Orientada a Conexión.

Cuando se configura la asistencia GNSS (ver Datos de Asistencia GNSS), el E-SMLC primero envía un mensaje LPP Proporcionar Datos de Asistencia que lleva el modelo de navegación por difusión GPS (efemérides), tiempo de referencia y ubicación de referencia. Esto permite que la UE calcule una fijación sin primero demodular los tramas de navegación de 30 segundos de los satélites, reduciendo el tiempo de inicio en frío. Sin asistencia, la UE realiza una fijación no asistida a partir de sus propios datos almacenados, lo que es más lento en un inicio en frío.

Datos de Asistencia GNSS (efemérides)

Los datos de asistencia son construidos por `OmniLcs.Esmlc.GnssAssistance` y codificados según TS 36.355 §6.5.1 (Modelo GPS-2: reloj NAV + Kepleriano NAV). Está desactivado por defecto y se habilita por despliegue:

```
config :omnilcs, :gnss_assistance,
  enabled: true,
  rinex_nav_file: "/var/lib/omnilcs/brdc.rnx",
  reference_location: %{latitude: 36.85, longitude: -76.28,
altitude: 5},
  gps_utc_offset_seconds: 18,
  max_age_hours: 4
```

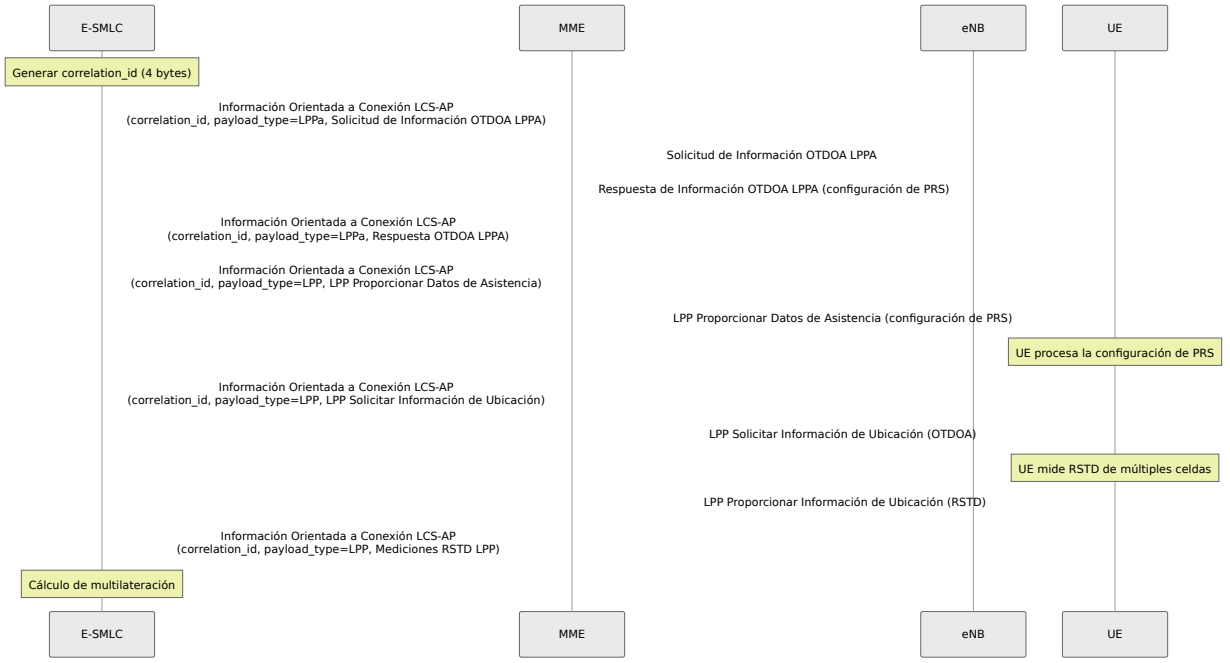
- **`rinex_nav_file`** — ruta a un **archivo de navegación GPS RINEX 3.x**. El operador lo proporciona y lo actualiza fuera de banda (por ejemplo, un cron horario/daily que obtiene efemérides de difusión de un producto IGS/NASA CDDIS o un receptor GNSS local). Las efemérides GPS son válidas durante aproximadamente dos horas, por lo que un archivo obsoleto es de poca utilidad.
- **`reference_location`** — posición aproximada del sitio (grados/metros), enviada para limitar la búsqueda de la UE. Establecer en `nil` para omitirlo.
- **`gps_utc_offset_seconds`** — desplazamiento actual GPS−UTC (segundos de salto, 18 desde 2017); utilizado para sellar el tiempo de referencia.
- **`max_age_hours`** — efemérides cuyo tiempo de reloj está fuera de esta ventana son rechazadas.

Cuando la función está **habilitada pero la fuente falta, es ilegible, la versión de RINEX es incorrecta o no produce efemérides GPS saludables recientes, el intento de ubicación falla con un error** en lugar de caer silenciosamente a una solicitud no asistida. Solo GPS está codificado hoy; la asistencia de Galileo/GLONASS/BeiDou aún no está construida.

OTDOA

Diferencia de Tiempo de Llegada Observada. Utiliza multilateración a partir de mediciones de Señal de Referencia de Posicionamiento (PRS) a través de múltiples celdas.

- **Precisión**: 10m - 100m
- **Latencia**: 5-15 segundos
- **Soporte de UE Requerido**: Sí (capacidad OTDOA)
- **Soporte de eNB Requerido**: Sí (PRS configurado, LPPA)



Pasos de OTDOA:

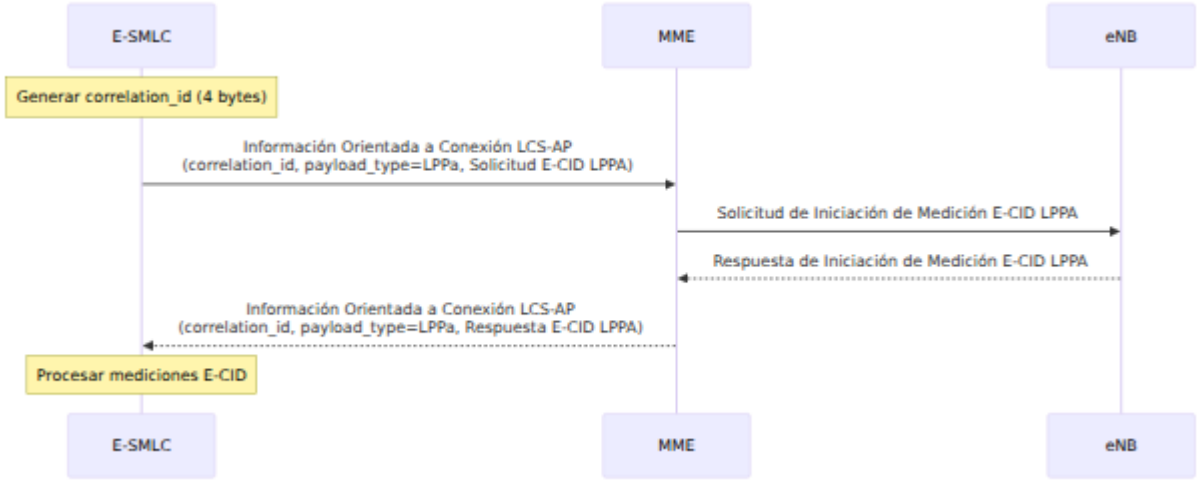
1. Solicitar información de celda OTDOA al eNB a través de LPPA (retransmitido a través de Información Orientada a Conexión LCS-AP)
2. Recibir configuración de PRS, IDs de celdas, EARFCNs para celdas de referencia y vecinas
3. Enviar datos de asistencia de PRS a la UE a través de LPP (retransmitido a través de Información Orientada a Conexión LCS-AP)
4. Solicitar mediciones RSTD de la UE a través de LPP
5. Recibir mediciones RSTD
6. Ejecutar multilateración para calcular la posición

Híbrido

Solicita A-GNSS **y** E-CID en una única transacción LPP y devuelve la mejor fijación disponible, retrocediendo a la medición E-CID más gruesa cuando la UE no puede completar una fijación GNSS.

- **Precisión**: Mejor de A-GNSS (5-50m) y E-CID (50-500m)

- **Latencia**: 5-30 segundos (limitada por la fijación GNSS)
- **Soporte de UE Requerido**: Sí (GNSS + informes de medición)
- **Soporte de eNB Requerido**: No



OmniLCS envía una única Solicitud de Información de Ubicación LPP combinada para GNSS + E-CID y fusiona lo que la UE devuelve, prefiriendo la posición GNSS. Esto minimiza la señalización en comparación con ejecutar los dos métodos por separado.

Interfaz SLs: LCS-AP sobre SCTP

El E-SMLC se comunica con el MME utilizando el Protocolo de Aplicación LCS (LCS-AP) sobre SCTP según 3GPP TS 29.171. OmniLCS inicia asociaciones SCTP a cada par MME configurado.

Detalles de Transporte

Parámetro	Valor
Protocolo	LCS-AP sobre SCTP
SCTP PPID	29
Puerto por defecto	9082 (registrado en IANA)
Dirección de conexión	E-SMLC inicia hacia MME
Codificación	ASN.1 PER alineado

Procedimientos LCS-AP

Procedimiento	Código	Descripción
Solicitud de Ubicación / Respuesta de Ubicación	0	E-SMLC solicita al MME localizar una UE
Información Orientada a Conexión	1	Retransmitir PDUs LPPA/LPP (asociados a la UE, utiliza correlation_id)
Información Sin Conexión	2	Retransmitir PDUs LPPA no asociados a la UE
Abort de Ubicación	3	Abort de un procedimiento de ubicación en progreso
Reiniciar	4	Reiniciar todos los procedimientos de ubicación

ID de Correlación

Cada transacción LCS-AP asociada a la UE utiliza un **ID de correlación**. Este es un valor binario de 4 bytes que une la Solicitud de Ubicación, todos los intercambios de Información Orientada a Conexión y la Respuesta de Ubicación para una única sesión de posicionamiento. El E-SMLC genera un ID de correlación aleatorio al inicio de cada sesión utilizando `:crypto.strong_rand_bytes(4)`.

El ID de correlación se incluye como un IE (ID 2) en:

- Solicitud de Ubicación (E-SMLC -> MME)
- Respuesta de Ubicación (MME -> E-SMLC)
- Información Orientada a Conexión (en ambas direcciones)
- Abort de Ubicación (E-SMLC -> MME)

Túnel APDU

Los PDUs LPP y LPPA se transportan dentro de mensajes de **Información Orientada a Conexión** LCS-AP. El IE de tipo de carga útil (ID 15) identifica el contenido:

Tipo de Carga Útil	Valor	Descripción
`:lPP`	0	PDU LPP (protocolo de posicionamiento UE, TS 36.355)
`:lPPa`	1	PDU LPPa (protocolo de posicionamiento eNB, TS 36.455)

El IE APDU (ID 1) transporta el PDU LPP o LPPa binario. El MME retransmite estos de manera transparente entre el E-SMLC y el eNB o UE objetivo.

Mensajes Entrantes (MME -> E-SMLC)

Respuesta de Ubicación (código de procedimiento 0, resultado exitoso / resultado no exitoso)

El MME envía una Respuesta de Ubicación como resultado de una Solicitud de Ubicación.

IE	ID	Crítico	Descripción
Correlation-ID	2	Rechazar	ID de correlación de la Solicitud de Ubicación original
Location-Estimate	12	Rechazar	posición codificada en GAD (en éxito)
Positioning-Data	16	Rechazar	información del método de posicionamiento (en éxito)
Velocity-Estimate	21	Rechazar	Velocidad de la UE (opcional, en éxito)
Accuracy-Fulfilment-Indicator	0	Rechazar	Si se cumplió la precisión solicitada (en éxito)
LCS-Cause	11	Ignorar	Causa de fallo (en fallo)

Información Orientada a la Conexión (código de procedimiento 1, initiatingMessage)

El MME reenvía PDUs LPPA/LPP desde el eNB o UE de vuelta al E-SMLC.

IE	ID	Criticidad	Descripción
Correlation-ID	2	Rechazar	Correlación de sesión
Payload-Type	15	Rechazar	`:lPP` o `:lPPa`
APDU	1	Rechazar	PDU LPP o LPPa binario

Solicitud de Reinicio (código de procedimiento 4, initiatingMessage)

El MME solicita al E-SMLC que reinicie todos los procedimientos activos. El E-SMLC responde con un Reconocimiento de Reinicio.

IE	ID	Criticidad	Descripción
LCS-Cause	11	Ignorar	Razón del reinicio

Mensajes Salientes (E-SMLC -> MME)

Solicitud de Ubicación (código de procedimiento 0, initiatingMessage)

El E-SMLC solicita al MME localizar un UE.

IE	ID	Criticidad	Descripción
Correlation-ID	2	Rechazar	ID de correlación de sesión de 4 bytes
Location-Type	13	Rechazar	`geographic-Information`, `assistance-Information`, o `last-known-location`
E-UTRAN-Cell-Id	4	Ignorar	E-CGI de la celda que sirve al UE
LCS-Client-Type	8	Rechazar	Tipo de cliente LCS (opcional)
LCS-Priority	9	Rechazar	Prioridad de solicitud de ubicación (opcional)
LCS-QoS	10	Rechazar	Requisitos de calidad de servicio (opcional)
IMSI	7	Ignorar	IMSI del UE (opcional)
IMEI	6	Ignorar	IMEI del UE (opcional)
Include-Velocity	5	Rechazar	Solicitar estimación de velocidad (opcional)

Información Orientada a la Conexión (código de procedimiento 1, initiatingMessage)

El E-SMLC envía PDUs LPPA/LPP al eNB o UE a través del MME.

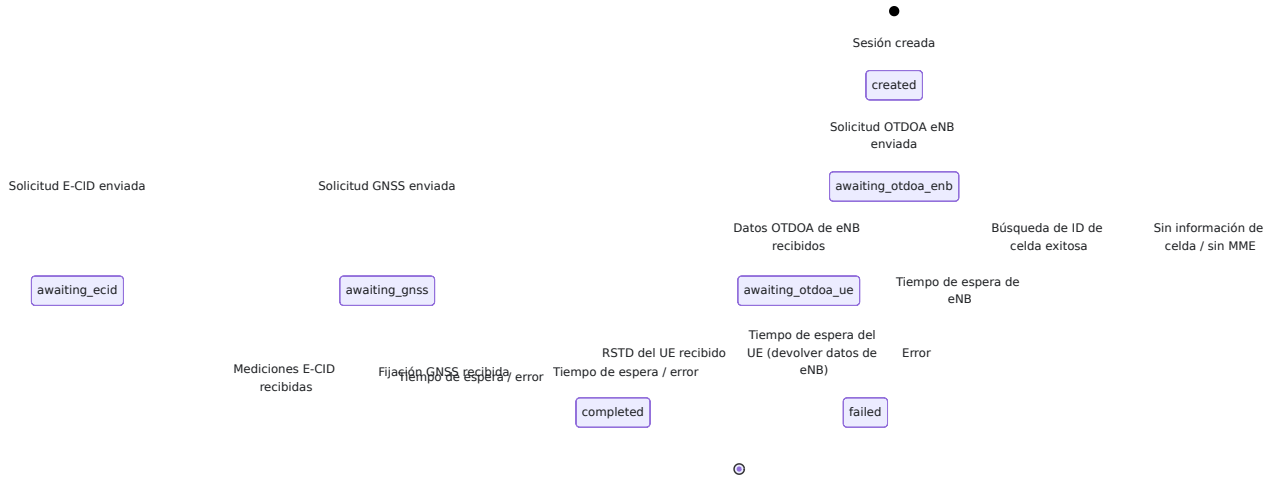
IE	ID	Criticidad	Descripción
Correlation-ID	2	Rechazar	Correlación de sesión
Payload-Type	15	Rechazar	`:lPP` o `:lPPa`
APDU	1	Rechazar	PDU LPP o LPPa binario

Información Sin Conexión (código de procedimiento 2, initiatingMessage)

El E-SMLC envía PDUs LPPA no asociadas a UE (por ejemplo, solicitudes de posición de eNB) a través del MME.

IE	ID	Criticidad	Descripción
Source-Identity	19	Rechazar	Identidad del elemento de red E-SMLC
Destination-Id	3	Rechazar	Identidad del elemento de red eNB de destino
APDU	1	Rechazar	PDU LPPa binario

Ciclo de Vida de la Sesión de Ubicación



Cada sesión rastrea:

Campo	Descripción
`session_id`	Identificador único (por ejemplo, `esmlc-1234567890-1`)
`imsi`	Identificador del UE
`mme_host`	MME que originó la solicitud
`method`	Método de posicionamiento utilizado
`state`	Estado actual de la sesión
`created_at`	Marca de tiempo de creación de la sesión
`updated_at`	Marca de tiempo del último cambio de estado
`completed_at`	Marca de tiempo de finalización
`lppa_transactions`	Lista de PDUs LPPA intercambiados
`lpp_transactions`	Lista de PDUs LPP intercambiados
`measurements`	Datos de medición acumulados
`result`	Resultado final de la ubicación

Las sesiones de más de 1 hora se limpian automáticamente.

Correlación de Transacciones Pendientes

El E-SMLC utiliza una tabla ETS (`:pending_transactions`) para correlacionar mensajes LCS-AP salientes con sus respuestas. Cuando una sesión de posicionamiento envía un mensaje de Información Orientada a la Conexión:

1. El motor genera un ID de correlación de 4 bytes
2. Registra `{correlation_id, {caller_pid, ref}}` en la tabla `:pending_transactions`
3. Envía el mensaje LCS-AP a través del transporte SCTP
4. Espera en un bloque `receive` por la respuesta
5. Cuando el controlador de SLs recibe una respuesta coincidente, busca la transacción pendiente por ID de correlación y envía el resultado al proceso en espera

Gestión de la Base de Datos de Celdas

La base de datos de celdas almacena posiciones geográficas y parámetros de radio para cada sitio de celda. Se utiliza para posicionamiento por ID de celda y cálculos OTDOA.

Campos del Registro de Celdas

Campo	Tipo	Requerido	Descripción
`cell_id`	cualquier	Sí	Identificador único de celda
`latitude`	float	Sí	Latitud de la celda en grados decimales
`longitude`	float	Sí	Longitud de la celda en grados decimales
`pci`	entero	No	Identidad Física de la Celda (0-503)
`earfcn`	entero	No	Número de Canal de Frecuencia de Radio Absoluta E-UTRA
`radius`	entero	No	Radio de cobertura de la celda en metros (predeterminado: 1000)
`azimuth`	float	No	Azimut de la antena en grados
`height`	float	No	Altura de la antena en metros
`prs_config`	mapa	No	Configuración PRS para OTDOA

Campos de Configuración PRS

Campo	Tipo	Descripción
`bandwidth`	entero	Ancho de banda PRS en bloques de recursos (6, 15, 25, 50, 75, 100)
`config_index`	entero	Índice de configuración PRS (0-4095)
`num_dl_frames`	entero	Número de subtramas DL consecutivas
`cp_length`	átomo	Longitud del prefijo cíclico (`:normal` o `:extended`)
`num_antenna_ports`	entero	Número de puertos de antena (1, 2 o 4)

Sincronización de Celdas InfluxDB

Las posiciones de las celdas se sincronizan periódicamente desde InfluxDB:

Parámetro	Valor	Descripción
Intervalo de sincronización	5 minutos	Período de sincronización automática
Retraso inicial	10 segundos	Retraso antes de la primera sincronización después del inicio
Tiempo de espera de sincronización	60 segundos	Tiempo máximo para una operación de sincronización

La sincronización también se puede activar manualmente a través de:

- API REST: `POST /api/cells/sync`
- Interfaz de LiveView: botón "Sincronizar desde InfluxDB" en la página de Celdas

Importación JSON

Las celdas se pueden importar desde un archivo JSON:

```
[
  {
    "cell_id": "001-01-0001-01",
    "latitude": 40.7128,
    "longitude": -74.0060,
    "pci": 100,
    "earfcn": 1300,
    "radius": 500,
    "prs_config": {
      "bandwidth": 50,
      "config_index": 0,
      "num_dl_frames": 1
    }
  }
]
```

Búsqueda de Celdas Cercanas

La base de datos de celdas admite consultas de proximidad geográfica utilizando la fórmula de Haversine para el cálculo de la distancia en círculo grande. Consulta a través de la API REST: `GET /api/cells/nearby?lat=X&lon=Y&radius=R` donde el radio está en kilómetros.

Cálculo OTDOA

El calculador OTDOA convierte mediciones RSTD (Diferencia de Tiempo de Señal de Referencia) en una posición de UE utilizando multilateración.

Algoritmo

1. **RSTD a diferencia de distancia**: `dd = RSTD * Ts * c` donde Ts = 1/(15000 * 2048) segundos y c = velocidad de la luz

2. **Proyección de coordenadas**: Las coordenadas lat/lon de la celda se proyectan a un sistema de coordenadas local basado en metros
3. **Mínimos cuadrados iterativos**: Resuelve las ecuaciones de posicionamiento hiperbólico utilizando mínimos cuadrados ponderados con optimización basada en Jacobiano
4. **Convergencia**: Itera hasta que el cambio de posición sea menor a 1 metro o un máximo de 50 iteraciones
5. **Estimación de incertidumbre**: Calculada a partir de la geometría de medición y diferencias de distancia

Requisitos

- Mínimo 2 celdas vecinas (más la celda de referencia = 3 en total) para una estimación de posición
- Se recomiendan 3 o más vecinos para una fijación 2D sin ambigüedades
- Todas las celdas deben tener posiciones conocidas en la base de datos de celdas
- Las posiciones de las celdas se resuelven por PCI, ECGI o cell_id

Referencia de API REST para Ubicación

Consulte Referencia de API REST para la documentación completa de los puntos finales. Puntos finales clave de ubicación:

Punto final	Método	Descripción
`/api/location`	POST	Solicitar una nueva ubicación de UE
`/api/location`	GET	Listar fijaciones de ubicación recientes
`/api/location/:imsi`	GET	Última ubicación conocida para un IMSI
`/api/location/:imsi/history`	GET	Historial de ubicación para un IMSI
`/api/location/:imsi/history/csv`	GET	Exportación CSV del historial de ubicación

Solución de Problemas

No hay pares SLs conectados

1. Verifique la configuración de `:sls`: `local_ip` debe ser accesible desde la red MME
2. Asegúrese de que cada entrada de `mme_peers` tenga la dirección IP y el puerto correctos (predeterminado 9082)
3. Busque errores de conexión SCTP en el registro: `SLs: Falló al conectarse al MME`
4. Verifique que SCTP no esté bloqueado por cortafuegos (protocolo IP 132)
5. Confirme que el MME esté escuchando LCS-AP en el puerto 9082

La solicitud de ubicación devuelve "no_mme_host"

El E-SMLC no puede determinar a qué MME enviar los mensajes LPPA/LPP. Asegúrese de:

1. Que al menos una asociación SCTP de SLs esté establecida
2. Para solicitudes de API REST, proporcione el parámetro `mme_host`
3. Verifique el estado de conexión de SLs en la página del Dashboard

No hay respuesta LCS-AP del MME

1. Verifique que la asociación SCTP esté en el estado `:established` en la vista de estado de conexión
2. Busque fallos de latido SCTP en el registro
3. Confirme que el MME soporte LCS-AP (TS 29.171)
4. Verifique que el ID de correlación se esté emparejando correctamente entre la solicitud y la respuesta

El posicionamiento por ID de celda no devuelve coordenadas

La base de datos de celdas no contiene una celda coincidente. Acciones:

1. Active una sincronización de InfluxDB: `POST /api/cells/sync`
2. Agregue celdas manualmente a través de la API REST o la interfaz de LiveView
3. Importe celdas desde un archivo JSON

Tiempo de espera OTDOA

El eNB no respondió con información OTDOA dentro del período de tiempo de espera. Causas posibles:

1. El eNB no soporta el procedimiento de Información OTDOA LPPA
2. PRS no está configurado en el eNB

3. Problema de ruta de red entre MME y eNB

Tiempo de espera GNSS

El UE no reportó coordenadas GNSS dentro del tiempo de espera. Causas posibles:

1. El UE no soporta posicionamiento GNSS
2. El UE está en interiores (sin visibilidad de satélites)
3. No se proporcionaron datos de asistencia GNSS, por lo que un inicio en frío toma más tiempo — habilitar Datos de Asistencia GNSS

Referencias 3GPP

Especificación	T��tulo
TS 29.171	Protocolo de Aplicación LCS (LCS-AP) entre MME y E-SMLC (interfaz SLs)
TS 29.172	Protocolo EPC LCS entre GMLC y MME (interfaz SLg Diameter)
TS 36.455	Protocolo de Posicionamiento LTE A (LPPa) entre eNB y E-SMLC
TS 36.355	Protocolo de Posicionamiento LTE (LPP) entre UE y E-SMLC
TS 23.032	Descripción Universal de Área Geográfica (codificación GAD)

Referencia de la API REST de OmniLCS

La API REST de OmniLCS se sirve a través de HTTPS en el puerto **8443**. La URL base es `https://<host>:8443/api`.

La documentación de la API (Swagger UI) está disponible en `https://<host>:8443/api/docs`. El esquema OpenAPI se encuentra en `https://<host>:8443/api/schema`.

Autenticación

La API actualmente no aplica autenticación. El acceso debe restringirse a nivel de red.

Formato de Respuesta

Todas las respuestas utilizan JSON. Las respuestas exitosas incluyen un campo `"status": "ok"`. Las respuestas de error incluyen `"status": "error"` y un campo `"reason"`.

Estado del Sistema

GET /api/status

Devuelve la salud del sistema y el estado operativo.

Respuesta (200)

```
{
  "status": "ok",
  "version": "1.0.0",
  "name": "OmniLCS",
  "diameter_peers": [
    {
      "host": "dra01.epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org",
      "realm": "epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org",
      "state": "Connected",
      "transport": "sctp"
    }
  ],
  "active_sessions": 2,
  "completed_sessions": 47,
  "cells_loaded": 128,
  "cell_sync": {
    "last_sync": "2025-01-15T10:30:00Z",
    "last_result": "ok (128 cells)",
    "sync_count": 42
  },
  "uptime_seconds": 86400
}
```

Campo	Tipo	Descripción
`version`	string	Versión de la aplicación
`name`	string	Nombre de la instancia
`diameter_peers`	array	Pares de Diameter conectados con estado
`active_sessions`	integer	Número de sesiones de localización en progreso
`completed_sessions`	integer	Número de sesiones de localización completadas
`cells_loaded`	integer	Número de celdas en la base de datos
`cell_sync`	object	Estado de sincronización de InfluxDB
`uptime_seconds`	integer	Tiempo de actividad del proceso en segundos

Servicios de Localización

POST /api/location

Una única llamada armonizada de "obtener ubicación". El llamador proporciona el IMSI y, opcionalmente, un `method`/`accuracy` deseado. OmniLCS luego decide *qué rol e interfaz de LCS de 3GPP* utilizar. Informa cuál respondió en el campo `source`.

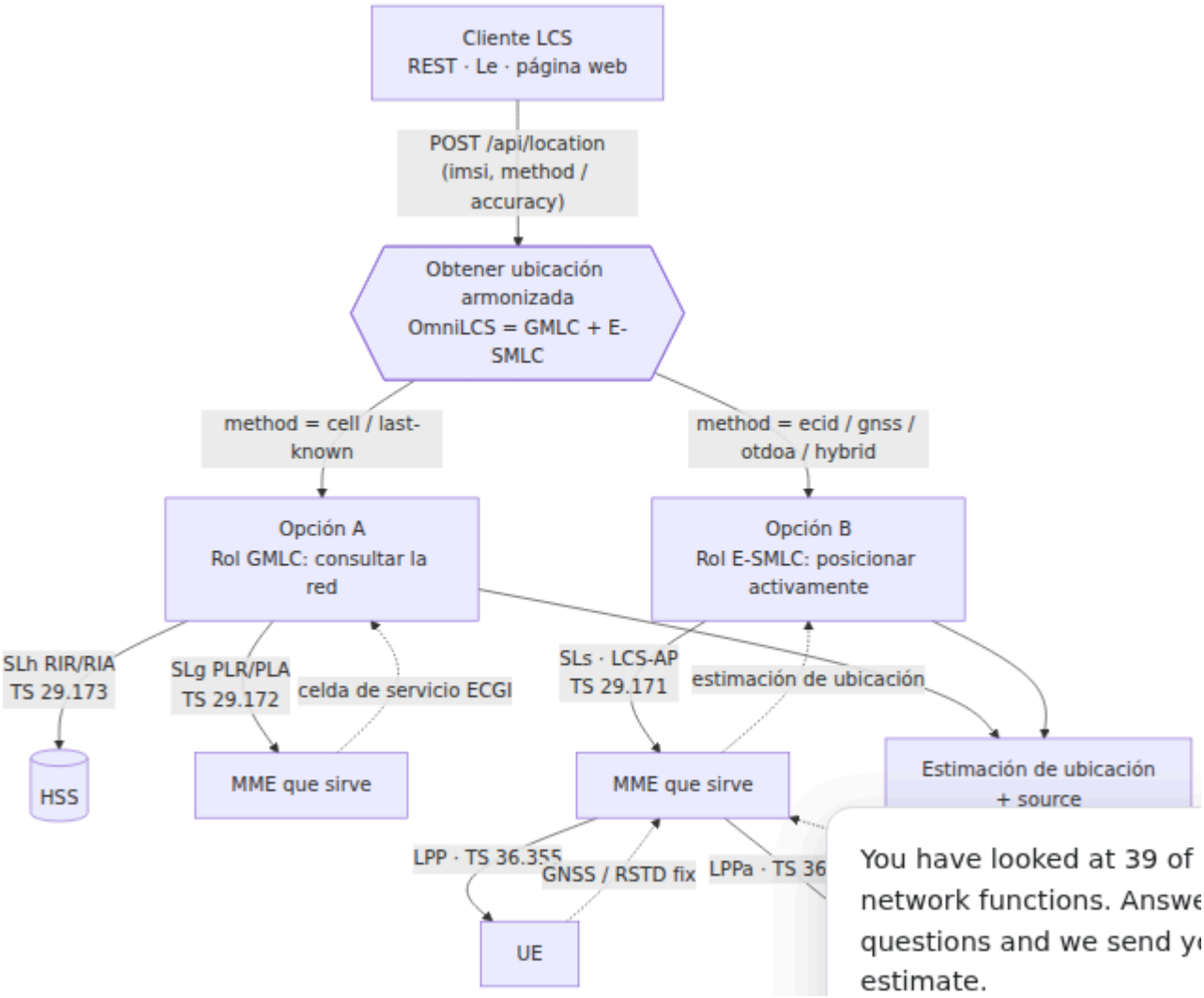
Cada opción está disponible aquí

OmniLCS está co-localizado como un **GMLC** y un **E-SMLC** (las funciones de red LCS LTE de TS 23.271) y también habla **MAP/Lg** para legado 2G/3G. Por lo

tanto, este único punto final alcanza cada forma estándar de localizar a un suscriptor:

Opción	Rol 3GPP	Interfaz(es)	Cómo localiza	M
A: consultar la red (4G)	GMLC	SLh (TS 29.173) + SLg (TS 29.172)	Sin posicionamiento activo. El MME que sirve devuelve la celda de servicio del UE (ECGI) de su contexto.	Ubi gru y si disp UEs (últ con
B: posicionar activamente (4G)	E-SMLC	SLs / LCS-AP (TS 29.171), que tunela LPP (TS 36.355) al UE y LPPa (TS 36.455) al eNB	OmniLCS ejecuta E-CID / GNSS / OTDOA contra el UE y radio	Fijo cua UE/ sop
C: consultar la red (2G/3G)	GMLC	MAP / Lg sobre SS7 (TS 29.002): SRI-for-LCS al HLR, luego ProvideSubscriberLocation al MSC/SGSN que sirve	El MSC/SGSN que sirve devuelve la celda de servicio (Cell-ID / clase TA)	Sus aca en GEI

Selección: para 4G, el `method`/`accuracy` solicitado elige **A** (`cell`/última conocida) o **B** (`ecid`/`gnss`/`otdoa`/`hybrid`). Establecer `rat` a `2g`/`3g` elige **C** independientemente del método. En A/B, el MME que sirve siempre está en la ruta (respondedor SLg o retransmisor SLs); en C, el MSC/SGSN que sirve lo está. Ver localización 2G/3G sobre MAP/Lg.



Ver Métodos de Posicionamiento para cómo se obtiene cada método (Cell ID, E-CID, OTDOA, A-GNSS, híbrido), su precisión y la auto-selección de precisión→método.

Cuerpo de la Solicitud

```
{
  "imsi": "001010000000001",
  "method": "cell",
  "location_type": 1,
  "timeout": 30000,
  "mme_host": "mme01.epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org"
}
```

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado	Descr
`imsi`	string	Sí	--	IMSI del UE a
`method`	string	No	`cell`	Método de posicionamier `ecid`, `gnss`, `hybrid`. Méto (`ecid`/`gnss`/ impulsan el E- través de SLs; un PLR SLg.
`accuracy`	integer	No	--	Precisión hori solicitada en r establece, sel automáticame método (más GNSS/OTDOA/ la ruta cell/las también se lle como LCS-Qo
`location_type`	integer	No	`1`	SLg-Location-T cell/last-know `1` actual o últ `2` inicial. El predetermina devuelve la úl servicio conoc inactivas en lu una solicitud actual.
`mme_host`	string	No	--	Host de destir sirve). Si se o resuelve a tra

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado	Descr
				`LCS-Routing-Request` al HS
`rat`	string	No	`4g`	Tecnología de `2g`/`3g` ruta sc (Opción C) al que sirve; `4g` SLg/SLs (Opci según lo selec `method`.
`node_gt`	string	No	--	Solo 2G/3G: tí del MSC/SGSN se omite, se r través de un M SendRoutingIn HLR.
`timeout`	integer	No	`30000`	Tiempo de esp milisegundos

> El `method` (o `accuracy`) solicitado selecciona *cómo* OmniLCS posiciona el UE: los métodos activos ejecutan el E-SMLC de OmniLCS (LPP/LPPa sobre SLs), mientras que `cell`/última conocida consulta al MME que sirve a través de SLg. En la ruta SLg, el MME decide en última instancia qué puede devolver (típicamente la celda de servicio ECGI).

Respuesta (200)

```
{
  "status": "ok",
  "imsi": "001010000000001",
  "method": "cell",
  "source": "slg",
  "latitude": 40.7128,
  "longitude": -74.0060,
  "altitude": null,
  "uncertainty": 10.5,
  "confidence": null,
  "cell_id": 43559,
  "plmn": {"mcc": "001", "mnc": "01"},
  "ecgi": "00F1100000AA27",
  "serving_node": {"name": "mme01...", "realm": "epc..."},
  "duration_ms": 5230,
  "timestamp": "2025-01-15T10:30:00Z"
}
```


La respuesta **fusiona cada campo que el posicionador devolvió** con el sobre de la solicitud, por lo que el conjunto exacto varía según la ruta. `latitude`/`longitude` se decodifican de la `Location-Estimate` de GAD; `source` es `"slg"` para resultados del MME que sirve a través de SLg, o el método de posicionamiento (`gnss`, `ecid`, …) para arreglos activos de E-SMLC. Las fijaciones Cell/SLg incluyen además el ECGI decodificado (`cell_id` + `plmn`) junto con el `ecgi` crudo. Los AVPs binarios (ECGI crudo, estimación GAD, Nodo que sirve) están codificados en hexadecimal.

Campo	Tipo	Descripción
`imsi`	string	Identificador del UE
`method`	string	Método solicitado
`source`	string	Fuente de posicionamiento real u (`slg`, `gnss`, `ecid`, ...)
`latitude`	float/null	Latitud en grados decimales
`longitude`	float/null	Longitud en grados decimales
`altitude`	float/null	Altitud en metros (si está disponi
`uncertainty`	float/null	Incertidumbre de la posición hori metros
`uncertainty_altitude`	float/null	Incertidumbre vertical en metros está presente)
`confidence`	integer/null	Porcentaje de confianza
`shape`	string/null	Forma GAD de la estimación (por `ellipsoid_point_with_uncertai`
`cell_id`	integer/null	ID de celda E-UTRAN decodificad cell/SLg)
`plmn`	object/null	PLMN que sirve decodificado `{mc` (ruta cell/SLg)
`ecgi`	string/null	ECGI crudo de 7 bytes, hexadeci cell/SLg)
`serving_node`	object/null	Identidad del MME que sirve (Nor

Campo	Tipo	Descripción
`age_of_location_estimate`	integer/null	Edad de la estimación en minuto está presente)
`accuracy_fulfilment`	string/null	Si se cumplió la precisión solicita
`ecid_measurements`	object/null	Mediciones de radio E-CID (méto
`duration_ms`	integer	Tiempo tomado en milisegundos
`timestamp`	string	Marca de tiempo ISO 8601

Respuestas de Error

Estado	Razón	Descripción
400	`"imsi is required"`	Falta el parámetro IMSI
404	`"User not found"`	IMSI desconocido
404	`"User not connected"`	UE no conectado a la red
422	`"No MME host available for this subscriber"`	No hay MME para enrutar la solicitud
504	`"Positioning timed out"`	El método de posicionamiento no se completó a tiempo
500	(varía)	Error interno

Ejemplos

Opción A: ubicación gruesa a través del rol GMLC (SLh + SLg). Una solicitud para `cell` (o cualquier solicitud de última conocida) resuelve el MME que sirve y devuelve su celda de servicio:

```
curl -sk -X POST https://localhost:8443/api/location \
  -H "Content-Type: application/json" \
  -d '{"imsi": "001010000000001", "method": "cell"}'
```


```
{
  "status": "ok",
  "imsi": "001010000000001",
  "method": "cell",
  "source": "slg",
  "latitude": -37.8183,
  "longitude": 144.9671,
  "altitude": null,
  "uncertainty": 1273.5,
  "confidence": null,
  "cell_id": 43559,
  "plmn": {"mcc": "001", "mnc": "01"},
  "ecgi": "00F1100000AA27",
  "serving_node": {"name":
"mme01.epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org", "realm":
"epc.mnc001.mcc001.3gppnetwork.org"},
  "duration_ms": 412,
  "timestamp": "2026-06-22T01:14:55.218000Z"
}
```


Opción B: ubicación precisa a través del rol E-SMLC (SLs / LPP). Una solicitud para `gnss` (o un valor de `accuracy` ajustado) impulsa una fijación activa. El campo `source` refleja el método que respondió:

```
curl -sk -X POST https://localhost:8443/api/location \
  -H "Content-Type: application/json" \
  -d '{"imsi": "001010000000001", "method": "gnss", "timeout":
30000}'
```

```
{
  "status": "ok",
  "imsi": "001010000000001",
  "method": "gnss",
  "source": "gnss",
  "latitude": -37.8200,
  "longitude": 144.9834,
  "altitude": 558,
  "uncertainty": 9.5,
  "uncertainty_altitude": 1.1,
  "confidence": 90,
  "shape":
"ellipsoid_point_with_altitude_and_uncertainty_ellipsoid",
  "duration_ms": 10077,
  "timestamp": "2026-06-22T01:18:02.640000Z"
}
```


Equivalente, `-d '{"imsi": "001010000000001", "accuracy": 20}'` selecciona automáticamente A-GNSS (≤ 50 m → A-GNSS) y devuelve la misma forma de respuesta.

GET /api/location

Lista las fijaciones de ubicación completadas recientemente.

Parámetros de Consulta

Parámetro	Tipo	Predeterminado	Descripción
`limit`	integer	`50`	Número máximo de resultados

Respuesta (200)

```
{
  "status": "ok",
  "data": [
    {
      "imsi": "001010000000001",
      "method": "gnss",
      "state": "completed",
      "latitude": 40.7128,
      "longitude": -74.0060,
      "uncertainty": 10.5,
      "source": "gnss",
      "created_at": "2025-01-15T10:29:55Z",
      "completed_at": "2025-01-15T10:30:00Z"
    }
  ],
  "count": 1
}
```

GET /api/location/:imsi

Obtiene la última ubicación conocida para un UE por IMSI.

Parámetros de Ruta

Parámetro	Tipo	Descripción
`imsi`	string	IMSI del UE

Respuesta (200)

```
{
  "status": "ok",
  "imsi": "001010000000001",
  "latitude": 40.7128,
  "longitude": -74.0060,
  "altitude": null,
  "uncertainty": 10.5,
  "confidence": null,
  "source": "gnss",
  "timestamp": "2025-01-15T10:30:00Z"
}
```


Respuestas de Error

Estado	Razón
404	`"No location found for IMSI"`
404	`"No completed location for IMSI"`

GET /api/location/:imsi/history

Obtiene el historial de fijaciones de ubicación para un IMSI.

Parámetros de Ruta

Parámetro	Tipo	Descripción
`imsi`	string	IMSI del UE

Parámetros de Consulta

Parámetro	Tipo	Predeterminado	Descripción
`from`	string	--	Inicio del rango de tiempo (ISO 8601 o fecha)
`to`	string	--	Fin del rango de tiempo (ISO 8601 o fecha)
`limit`	integer	`100`	Número máximo de resultados

Respuesta (200)


```
{
  "status": "ok",
  "data": [
    {
      "timestamp": "2025-01-15T10:30:00Z",
      "imsi": "001010000000001",
      "method": "gnss",
      "latitude": 40.7128,
      "longitude": -74.0060,
      "altitude": null,
      "uncertainty": 10.5,
      "confidence": null,
      "source": "gnss",
      "duration_ms": 5230
    }
  ],
  "count": 1
}
```

GET /api/location/:imsi/history/csv

Exporta el historial de ubicación para un IMSI como un archivo CSV.

Parámetros de Ruta

Parámetro	Tipo	Descripción
`imsi`	string	IMSI del UE

Parámetros de Consulta

Igual que `/api/location/:imsi/history`.

Respuesta (200)

Devuelve una descarga de archivo CSV con encabezados:

```
timestamp,imsi,method,latitude,longitude,altitude,uncertainty,confide
```

Content-Type: `text/csv` Content-Disposition: `attachment; filename="location_history_<imsi>_<date>.csv"`

Base de Datos de Celdas

GET /api/cells

Lista todas las celdas en la base de datos.

Respuesta (200)

```
{
  "status": "ok",
  "data": [
    {
      "cell_id": "001-01-0001-01",
      "latitude": 40.7128,
      "longitude": -74.0060,
      "pci": 100,
      "earfcn": 1300,
      "radius": 500,
      "azimuth": null,
      "height": null,
      "prs_config": null,
      "updated_at": "2025-01-15T10:00:00Z"
    }
  ],
  "count": 1
}
```

GET /api/cells/:id

Obtiene una única celda por cell_id.

Parámetros de Ruta

Parámetro	Tipo	Descripción
`id`	string	Identificador de la celda

Respuesta (200)

```
{
  "status": "ok",
  "data": {
    "cell_id": "001-01-0001-01",
    "latitude": 40.7128,
    "longitude": -74.0060,
    "pci": 100,
    "earfcn": 1300,
    "radius": 500,
    "azimuth": null,
    "height": null,
    "prs_config": {
      "bandwidth": 50,
      "config_index": 0,
      "num_dl_frames": 1,
      "cp_length": null,
      "num_antenna_ports": null
    },
    "updated_at": "2025-01-15T10:00:00Z"
  }
}
```


Respuesta de Error

Estado	Razón
404	`"Cell not found: <id>"`

POST /api/cells

Crea una nueva celda.

Cuerpo de la Solicitud

```
{
  "cell_id": "001-01-0001-01",
  "latitude": 40.7128,
  "longitude": -74.0060,
  "pci": 100,
  "earfcn": 1300,
  "radius": 500,
  "azimuth": 120.0,
  "height": 30.0,
  "prs_config": {
    "bandwidth": 50,
    "config_index": 0,
    "num_dl_frames": 1,
    "cp_length": "normal",
    "num_antenna_ports": 2
  }
}
```

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado	Descripción
`cell_id`	string	Sí	--	Identificador único de la celda
`latitude`	float	Sí	--	Latitud de la celda (-90 a 90)
`longitude`	float	Sí	--	Longitud de la celda (-180 a 180)
`pci`	integer	No	--	Identidad de Celda Física (0-503)
`earfcn`	integer	No	--	Número de Canal de Frecuencia de Radio Absoluta E-UTRA
`radius`	integer	No	`1000`	Radio de cobertura en metros
`azimuth`	float	No	--	Azimut de la antena en grados
`height`	float	No	--	Altura de la antena en metros

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado	Descripción
`prs_config`	object	No	--	Configuración de PRS para OTDOA
`tac`	integer	No	--	Código de Área de Seguimiento (utilizado para la difusión de alerta CAP de 4G)
`lac`	integer	No	--	Código de Área de Localización (utilizado para la difusión de alerta CAP de 2G y 3G)
`rat`	string	No	--	Tecnología de Acceso Radio: `"4g"`, `"3g"` o `"2g"`

Respuesta (201)

Devuelve la celda creada en el mismo formato que `GET /api/cells/:id`.

Respuestas de Error

Estado	Razón
400	`"cell_id is required"`
400	`"latitude and longitude are required"`

PUT /api/cells/:id

Actualiza una celda existente. Solo se actualizan los campos proporcionados.

Parámetros de Ruta

Parámetro	Tipo	Descripción
`id`	string	Identificador de la celda

Cuerpo de la Solicitud

Cualquier campo de celda a actualizar (igual que POST, pero todos los campos son opcionales).

Respuesta (200)

Devuelve la celda actualizada.

Respuesta de Error

Estado	Razón
404	`"Cell not found: <id>"`

DELETE /api/cells/:id

Elimina una celda de la base de datos.

Parámetros de Ruta

Parámetro	Tipo	Descripción
`id`	string	Identificador de la celda

Respuesta (204)

Cuerpo vacío en caso de éxito.

Respuesta de Error

Estado	Razón
404	`"Cell not found: <id>"`

GET /api/cells/nearby

Encuentra celdas cerca de un punto geográfico.

Parámetros de Consulta

Parámetro	Tipo	Requerido	Predeterminado	Descripción
`lat`	float	Sí	--	Latitud del centro de búsqueda
`lon`	float	Sí	--	Longitud del centro de búsqueda
`radius`	float	No	`10`	Radio de búsqueda en **kilómetros**

Respuesta (200)

```
{
  "status": "ok",
  "data": [
    {
      "cell_id": "001-01-0001-01",
      "latitude": 40.7128,
      "longitude": -74.0060,
      "pci": 100,
      "earfcn": 1300,
      "distance_km": 0.523
    }
  ],
  "count": 1
}
```


Los resultados están ordenados por distancia (más cercano primero). Cada entrada incluye un campo `distance_km`.

Respuesta de Error

Estado	Razón
400	`"lat and lon query parameters are required"`

POST /api/cells/sync

Inicia una sincronización inmediata de celdas en InfluxDB.

Cuerpo de la Solicitud

No se requiere.

Respuesta (200)

```
{
  "status": "ok",
  "cells_synced": 128
}
```

Respuestas de Error

Estado	Razón
500	`"Sync failed: <reason>"`
503	`"Cell sync service unavailable"`

Localización Diferida (GMLC)

Gestiona sesiones de localización periódicas y activadas por geo-cercas. Consulte la guía de GMLC & Le Interface para obtener detalles completos sobre los tipos de sesión e integración de Diameter.

GET /api/deferred_location

Lista todas las sesiones de localización diferida activas.

Respuesta (200):

```
{
  "status": "ok",
  "count": 1,
  "data": [
    {
      "session_id": "a1b2c3d4-e5f6-...",
      "type": "periodic",
      "imsi": "001010000000001",
      "method": "cell",
      "client_name": "rest-api",
      "status": "active",
      "interval_ms": 60000,
      "remaining_reports": 7,
      "total_reports": 10,
      "started_at": "2026-04-09T10:00:00Z",
      "last_fix_at": "2026-04-09T10:03:00Z"
    }
  ]
}
```


POST /api/deferred_location

Crea una nueva sesión de localización diferida.

Cuerpo de solicitud de sesión periódica:


```
{
  "type": "periodic",
  "imsi": "001010000000001",
  "method": "cell",
  "interval_seconds": 60,
  "count": 10
}
```

Campo	Tipo	Requerido	Descripción
`type`	string	Sí	`"periodic"`
`imsi`	string	Sí	IMSI del suscriptor
`method`	string	No	Método de posicionamiento: `cell`, `ecid`, `gnss`, `otdoa`. Predeterminado: `cell`
`interval_seconds`	integer	Sí	Segundos entre fijaciones
`count`	integer	Sí	Número total de fijaciones a realizar

Cuerpo de solicitud de sesión activada:

```
{
  "type": "triggered",
  "imsi": "001010000000001",
  "method": "cell",
  "event_type": "entering",
  "poll_interval_seconds": 30,
  "max_reports": 0,
  "areas": [
    {
      "type": "circle",
      "center": {"lat": -33.8688, "lon": 151.2093},
      "radius_meters": 500
    }
  ]
}
```

Campo	Tipo	Requerido	Descripción
`type`	string	Sí	`"triggered"`
`imsi`	string	Sí	IMSI del suscriptor
`method`	string	No	Método de posicionamiento. Predeterminado: `cell`
`event_type`	string	Sí	`"entering"`, `"leaving"` o `"being_inside"`
`poll_interval_seconds`	integer	No	Segundos entre encuestas de posición. Predeterminado: 30
`max_reports`	integer	No	Máximo de informes de activación. `0` = ilimitado
`areas`	array	Sí	Lista de definiciones de área (círculo o polígono)

Respuesta (201):

```
{"status": "ok", "message": "Periodic session created"}
```

GET /api/deferred_location/:session_id

Obtiene el estado de una sesión diferida.

Respuesta (200):

```
{
  "status": "ok",
  "data": {
    "session_id": "a1b2c3d4-...",
    "type": "periodic",
    "imsi": "001010000000001",
    "status": "active",
    "remaining_reports": 7,
    "total_reports": 10
  }
}
```

DELETE /api/deferred_location/:session_id

Cancela una sesión diferida activa.

Respuesta (200):

```
{"status": "ok", "message": "Session cancelled"}
```

Estado	Error
400	Parámetros faltantes o inválidos
404	Sesión no encontrada

Alertas CAP

POST /api/cap

Envía una alerta CAP XML para su procesamiento. La alerta se analiza, las áreas de advertencia de polígono se resuelven a TACs/LACs a través de la base de datos de celdas, y la alerta se coloca en cola para aprobación o se difunde automáticamente según la configuración.

Cuerpo de la Solicitud

```
{
  "xml": "<alert
xmlns=\"urn:oasis:names:tc:emergency:cap:1.2\">...</alert>"
}
```

Parámetro	Tipo	Requerido	Descripción
`xml`	string	Sí	Documento XML completo de alerta CAP v1.2

Respuesta (201)

```
{
  "status": "ok",
  "data": {
    "id": "a1b2c3d4-e5f6-...",
    "status": "pending",
    "source": "http_post",
    "received_at": "2025-01-15T10:30:00Z",
    "matched_cells": 42,
    "tacs": [100, 101],
    "lacs": [5001],
    "mcc": "001",
    "mnc": "01",
    "broadcast_params": {
      "message_id": 4370,
      "repetition_period": 30,
      "num_broadcasts": 10,
      "message_text": "Tornado Warning...",
      "event": "Tornado Warning",
      "severity": "Extreme",
      "urgency": "Immediate"
    }
  }
}
```

El campo `status` es `"pending"` cuando `require_approval` es `true`, o `"sent"` cuando se aprueba automáticamente.

Respuestas de Error

Estado	Razón
400	`"xml field is required"`
422	Detalles del error de análisis

GET /api/cap

Lista todas las alertas en todos los estados (pendientes, activas, historial).

Respuesta (200)

```
{
  "status": "ok",
  "data": {
    "pending": [...],
    "active": [...],
    "history": [...]
  }
}
```

GET /api/cap/:id

Obtiene una única alerta por ID.

Parámetros de Ruta

Parámetro	Tipo	Descripción
`id`	string	UUID de la alerta

Respuesta (200)

Devuelve el objeto de alerta.

Respuesta de Error

Estado	Razón
404	`"Alert not found: <id>"`

PUT /api/cap/:id

Aprueba o rechaza una alerta pendiente.

Cuerpo de la Solicitud

```
{
  "action": "approve",
  "operator": "operator1"
}
```

Parámetro	Tipo	Requerido	Descripción
`action`	string	Sí	`"approve"` o `"reject"`
`operator`	string	No	Nombre del operador para la auditoría (predeterminado a `"unknown"`)

Respuesta (200)

Devuelve el objeto de alerta actualizado.

Respuestas de Error

Estado	Razón
400	`"action must be 'approve' or 'reject'"`
404	`"Alert not found: <id>"`

Formato de Respuesta de Error

Todas las respuestas de error siguen esta estructura:

```
{
  "status": "error",
  "reason": "Descripción de error legible por humanos"
}
```

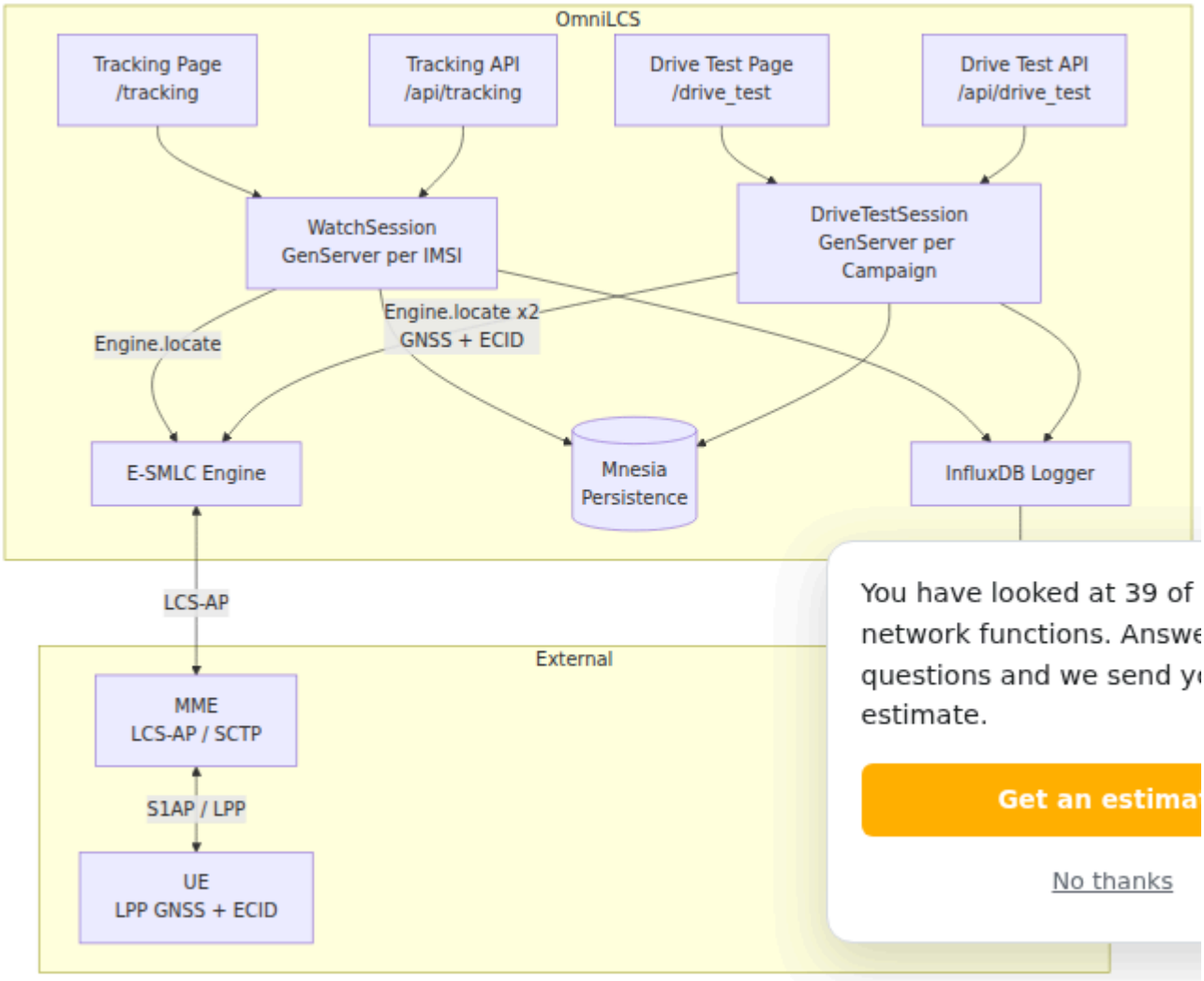
Códigos de estado HTTP comunes:

Código	Significado
200	Éxito
201	Creado (creación de celda)
204	Sin Contenido (eliminación de celda)
400	Solicitud Incorrecta (parámetros faltantes o inválidos)
404	No Encontrado (recurso desconocido)
422	Entidad No Procesable (solicitud válida pero no se puede cumplir)
500	Error Interno del Servidor
503	Servicio No Disponible
504	Tiempo de Espera de Puerta de Enlace (tiempo de espera de posicionamiento)

Seguimiento de Suscriptores y Prueba de Conducción Virtual

OmniLCS proporciona dos características de monitoreo de ubicación periódica: **Seguimiento de Suscriptores** para monitoreo continuo de un solo UE, y **Prueba de Conducción Virtual** para campañas multi-UE con posicionamiento GPS combinado y mediciones de calidad de señal.

Arquitectura



Seguimiento de Suscriptores

El Seguimiento de Suscriptores localiza periódicamente un solo UE utilizando un método de posicionamiento seleccionado. Los resultados se persisten en Mnesia y están disponibles a través de la interfaz web y la API REST.

Interfaz Web

Navega a **Seguimiento de Suscriptores** en la barra lateral. Ingresa un IMSI, intervalo de sondeo (mínimo 5 segundos) y selecciona un método de posicionamiento (Celda, E-CID, GNSS, OTDOA). Haz clic en **Iniciar Monitoreo**.

Los monitoreos activos se muestran en una tabla que muestra IMSI, método, intervalo, conteo de fijaciones, estado del dispositivo (En línea/Fuera de línea/Error), hora de la última fijación y último resultado. Haz clic en una fila para ver el historial de fijaciones. Usa los botones **Exportar CSV** o **Exportar KML** para descargar datos.

API REST

Método	Ruta	Descripción
`GET`	`/api/tracking`	Listar sesiones de seguimiento activas
`POST`	`/api/tracking`	Iniciar seguimiento. Cuerpo: `{"imsi": "...", "method": "gnss", "interval": 30}`
`GET`	`/api/tracking/:imsi`	Obtener historial de seguimiento para un IMSI
`DELETE`	`/api/tracking/:imsi`	Detener seguimiento de un IMSI
`GET`	`/api/tracking/:imsi/export/csv`	Descargar exportación CSV
`GET`	`/api/tracking/:imsi/export/kml`	Descargar exportación KML

Estado del Dispositivo

La sesión de seguimiento maneja las transiciones de línea/en línea del dispositivo:

Estado	Condición	Comportamiento
En línea	`Engine.locate` tiene éxito	Fijación almacenada con coordenadas
Fuera de línea	No MME conectado o UE inalcanzable	Error registrado, la sesión continúa sondeando
Error	La localización falló por otras razones	Error registrado, la sesión continúa sondeando

La sesión nunca se detiene por errores. Continúa sondeando al intervalo configurado hasta que se cancele explícitamente.

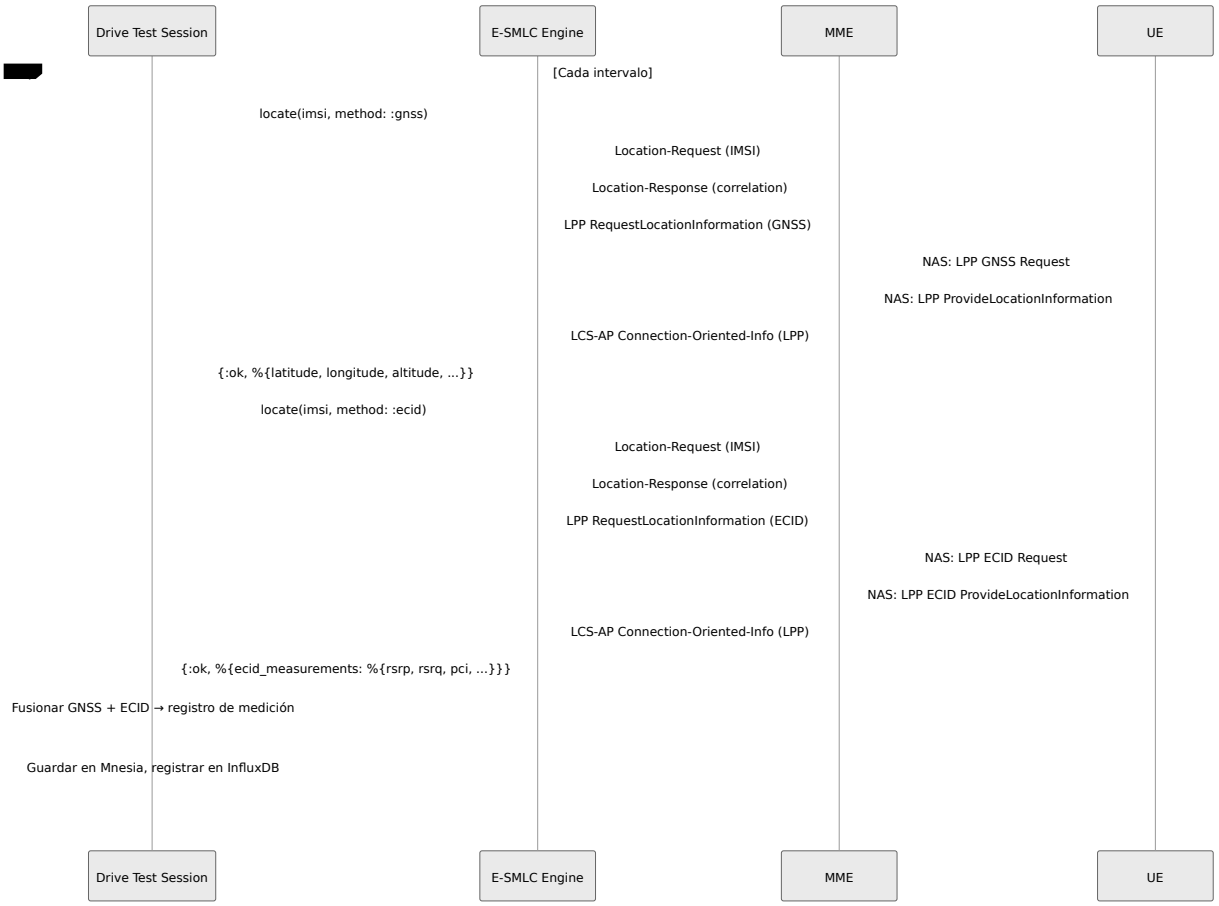
Prueba de Conducción Virtual

La Prueba de Conducción Virtual ejecuta campañas multi-IMSI que combinan **posicionamiento GNSS** (para coordenadas GPS) con **mediciones E-CID** (para RSRP, RSRQ, celda de servicio, PCI, EARFCN). Esta es la medición de calidad de señal equivalente a una prueba de conducción física.

Cómo Funciona

En cada intervalo, la campaña:

1. Para cada IMSI en la campaña (hasta 4 concurrentes):
   - Envía una **Solicitud GNSS** LPP al UE a través del MME para coordenadas GPS
   - Envía una **Solicitud E-CID** LPP al UE para mediciones de señal
   - Fusiona los resultados en un solo registro de medición
2. Almacena cada medición en Mnesia
3. Registra en InfluxDB (si está configurado)
4. Transmite resultados a la interfaz web a través de PubSub



Interfaz Web

Navega a **Prueba de Conducción Virtual** en la barra lateral.

1. Ingresa un **Nombre de Campaña** (por ejemplo, "Prueba de Cobertura CBD")
2. Ingresa **IMSIs** (uno por línea o separados por comas)
3. Establece el **Intervalo** (mínimo 10 segundos)
4. Haz clic en **Iniciar Campaña**

La tabla de campañas muestra nombre, conteo de UE, intervalo, conteo de ticks y hora del último tick. Haz clic en una fila de campaña para ver mediciones. La tabla de mediciones muestra datos por fijación:

Columna	Descripción
Hora	Marca de tiempo de la fijación
IMSI	UE objetivo
Lat/Lon	Coordenadas GPS de GNSS
PCI	ID de Celda Física de E-CID
RSRP	Potencia de Señal de Referencia Recibida (informado por UE)
RSRQ	Calidad de Señal de Referencia Recibida (informado por UE)
GNSS	Estado de GNSS (ok/error)
ECID	Estado de E-CID (ok/error)

Los valores de RSRP están codificados por colores: verde (fuerte), amarillo (medio), rojo (débil).

API REST

Método	Ruta	Descripción
`GET`	`/api/drive_test`	Listar campañas activas
`POST`	`/api/drive_test`	Iniciar campaña. Cuerpo: `{"name": "...", "imsis": ["..."], "interval": 30}`
`GET`	`/api/drive_test/:id`	Obtener mediciones de campaña. Consulta: `?limit=200&imsi=filter`
`DELETE`	`/api/drive_test/:id`	Detener una campaña
`GET`	`/api/drive_test/:id/export/csv`	Descargar CSV con todas las mediciones
`GET`	`/api/drive_test/:id/export/kml`	Descargar KML con codificación de color de calidad de señal

Ejemplo de Uso de API

Iniciar una campaña:

```
curl -sk -X POST https://omnilcs:8445/api/drive_test \
  -H "Content-Type: application/json" \
  -d '{
    "name": "CBD Coverage Test",
    "imsis": ["001010000000001", "001010000000002"],
    "interval": 30
  }'
```

Obtener mediciones:

```
curl -sk https://omnilcs:8445/api/drive_test/<campaign_id>?
limit=100
```

Exportar KML:

```
curl -sk
https://omnilcs:8445/api/drive_test/<campaign_id>/export/kml -o
coverage.kml
```

Mediciones E-CID

El método E-CID solicita RSRP, RSRQ y la diferencia de tiempo Rx/Tx del UE directamente del UE a través de LPP (3GPP TS 36.355). Este enfoque funciona independientemente del soporte LPPa de eNB, ya que el UE realiza las mediciones localmente.

Campos de Medición

Campo	Descripción	Fuente
`rsrp`	Potencia de Señal de Referencia Recibida	Medición del UE (valor mapeado, ~-44 a -140 dBm)
`rsrq`	Calidad de Señal de Referencia Recibida	Medición del UE (valor mapeado, ~-3 a -19.5 dB)
`pci`	ID de Celda Física	Identificador de celda de servicio
`earfcn`	Número de Canal de Frecuencia de Radio Absoluta E-UTRAN	Frecuencia de celda de servicio
`cell_global_id`	Identidad Global de Celda (PLMN + ID de Celda)	Celda de servicio
`ue_rx_tx_time_diff`	Diferencia de tiempo Rx-Tx del UE	Estimación de retraso de propagación

Ejemplo de Respuesta de API


```
{
  "status": "ok",
  "method": "ecid",
  "imsi": "001010000000001",
  "ecid_measurements": {
    "measurements": [
      {
        "pci": 373,
        "earfcn": 1825,
        "cell_global_id": {
          "cell_id": 4000,
          "plmn": {"mcc": "001", "mnc": "01"}
        },
        "rsrp": 40,
        "rsrq": 25,
        "ue_rx_tx_time_diff": 19
      }
    ]
  }
}
```


Formatos de Exportación

CSV

Valores separados por comas con fila de encabezado. Incluye todas las columnas de medición: IMSI, marca de tiempo, coordenadas, mediciones de señal y campos de estado. Adecuado para importación en herramientas de hojas de cálculo o scripts de análisis.

KML

Compatible con Google Earth / Google Maps. Cada fijación se convierte en un Marcador con:

- Coordenadas (lat/lon/alt)

- Marca de tiempo
- Descripción con IMSI, RSRP, RSRQ, PCI
- Iconos codificados por colores según la intensidad de la señal RSRP (verde/amarillo/rojo)
- Línea de seguimiento por IMSI que conecta todas las fijaciones

Abre en Google Earth, Google Maps, QGIS o cualquier herramienta GIS compatible con KML.

Integración con InfluxDB

Tanto el Seguimiento de Suscriptores como la Prueba de Conducción Virtual registran mediciones en InfluxDB cuando la conexión de InfluxDB está configurada en `runtime.exs`.

Mediciones Escritas

Medición InfluxDB	Fuente	Campos
`subscriber_tracking`	Sesiones de seguimiento	latitude, longitude, altitude, device_status
`drive_test`	Campañas de prueba de conducción	latitude, longitude, altitude, rsrp, rsrq, serving_pci, uncertainty

Etiquetas

Etiqueta	Descripción
`imsi`	IMSI del UE objetivo
`method`	Método de posicionamiento utilizado
`campaign_id`	Identificador de campaña de prueba de conducción (solo prueba de conducción)

Persistencia

Todos los datos de seguimiento y prueba de conducción se almacenan en tablas disc_copies de Mnesia, sobreviviendo a reinicios de la aplicación.

Tabla Mnesia	Clave	Contenido
`:mnesia_tracking_history`	`{imsi, monotonic_time}`	Fijaciones de seguimiento individuales
`:mnesia_tracking_config`	`imsi`	Configuración de sesión de seguimiento activa
`:mnesia_drive_test_measurements`	`{campaign_id, imsi, monotonic_time}`	Mediciones de prueba de conducción
`:mnesia_drive_test_config`	`campaign_id`	Configuración de campaña activa

La historia se recorta automáticamente a 1,000 entradas por IMSI (seguimiento) o 10,000 entradas por campaña (prueba de conducción).

Guía de la Interfaz Web de OmniLCS

El Panel de Control de OmniLCS es una interfaz web en tiempo real servida a través de HTTPS en el puerto **443**. Está construido con Phoenix LiveView, proporcionando vistas que se actualizan en vivo sin recargas de página. Todas las páginas se actualizan automáticamente cada 2-3 segundos.

Descripción General de las Páginas

La barra de navegación presenta las páginas en este orden:

Página	Ruta	Descripción
Dashboard	`/dashboard`	Resumen del sistema con métricas clave
Location	`/location`	Interfaz de prueba de servicios de localización
SLs Interface	`/sls`	Monitoreo de la interfaz SLs (LCS-AP)
Cell Databases	`/cells`	Gestión e importación de bases de datos de celdas
Cell Map	`/map`	Mapa interactivo de celdas con selección de área para transmisiones
Diameter	`/diameter`	Monitoreo de pares Diameter
GMLC / Le	`/gmlc`	Monitoreo de la interfaz GMLC Le, gestión de sesiones diferidas
Send Broadcast	`/send_broadcast`	Composición unificada de transmisiones a través de 2G/3G/4G
Active Broadcasts	`/broadcasts`	Monitorear y detener transmisiones activas
CBC 2G	`/cbc`	Monitoreo de CBSP 2G
CBC 3G	`/cbc3g`	Monitoreo de SABP 3G
CBC 4G	`/cbc4g`	Compositor y monitoreo de transmisiones SBC-AP 4G
CAP Alerts	`/cap`	Ingesta de alertas CAP, aprobación y monitoreo de transmisiones

Página	Ruta	Descripción
Application	`/application`	Visor de recursos de aplicación OTP (integrado)
Configuration	`/configuration`	Visor de configuración en tiempo de ejecución (integrado)
Log	`/log`	Visor de registros en tiempo real (integrado)

Dashboard

Ruta: `/dashboard`
Actualización: Cada 2 segundos

El dashboard proporciona una visión operativa de alto nivel de todo el sistema OmniLCS.

Tarjetas de Estadísticas

Cuatro tarjetas de resumen en la parte superior:

Tarjeta	Descripción
Active Sessions	Número de sesiones de localización en progreso
Total Requests	Total de solicitudes de localización procesadas desde el inicio
Success Rate	Porcentaje de solicitudes completadas frente a las totales
Avg Response Time	Duración promedio de posicionamiento en milisegundos

Solicitudes de Localización Recientes

Una tabla que muestra las 20 sesiones de localización más recientes con columnas:

Columna	Descripción
IMSI	Identificador de UE
Method	Método de posicionamiento (Cell, E-CID, GNSS, OTDOA, Hybrid)
MME	Host MME que originó la solicitud
Time	Marca de tiempo de la solicitud (HH:MM:SS)
Status	Insignia codificada por colores (Active, Completed, Error, Timeout)

Pares Conectados

Lista de SLs (LCS-AP) y pares Diameter en estado "Conectado", mostrando:

- Nombre de host del par
- Tipo de interfaz (SLs o Diameter)

Estado del Sistema

Luces indicadoras para la salud del subsistema:

Indicador	Verde	Amarillo	Rojo
SLs Interface (LCS-AP)	Al menos 1 asociación SCTP MME establecida	--	Sin conexiones MME
Diameter Service	Al menos 1 par conectado	--	Sin pares conectados
Cell Database	Celdas cargadas	0 celdas	--

Location

Ruta: `/location`
Actualización: Cada 2 segundos

Interfaz de prueba de servicios de localización interactiva para solicitar manualmente posiciones de UE.

Selector de Método

Botones de alternancia para seleccionar el método de posicionamiento:

Método	Descripción
Cell	Basado en ID de celda, más rápido, precisión más baja
E-CID	ID de celda mejorado utilizando mediciones de eNB a través de LPPa
GNSS	GPS/GNSS a través de LPP, mayor precisión
OTDOA	Multilateración a partir de mediciones de PRS
Hybrid	Métodos combinados con respaldo

Cada método muestra un panel de descripción explicando cómo funciona.

Formulario de Solicitud

- **Entrada de IMSI**: Ingrese el IMSI de la UE a localizar (por ejemplo, `999990000000001`)
- **Botón Solicitar Localización**: Envía la solicitud de localización de forma asincrónica

Las solicitudes se ejecutan como tareas en segundo plano. Un indicador giratorio muestra mientras la solicitud está en progreso.

Conteos de Sesiones

Insignias de resumen que muestran:

- Total de sesiones
- Sesiones activas
- Sesiones completadas
- Conteo de errores
- Resultados recibidos

Tabla de Historial de Sesiones

Todas las sesiones ordenadas por tiempo de creación (más recientes primero):

Columna	Descripción
IMSI	Identificador de UE
Método	Método de posicionamiento
MME	Host MME objetivo
Tiempo	Hora de creación de la sesión
Duración	Tiempo para completar (ms o segundos)
Estado	Activo, Completado, Error, Timeout

Las sesiones completadas se expanden para mostrar:

- **Coordenadas**: Latitud y longitud
- **Incertidumbre**: Incertidumbre de posición en metros
- **Confianza**: Porcentaje de confianza
- **Fuente**: Fuente de posicionamiento real utilizada
- **Mapa**: OpenStreetMap embebido mostrando la posición

Las sesiones con error se expanden para mostrar la razón del error.

Notificaciones

Las notificaciones emergentes aparecen para:

- Solicitud iniciada (información)
- Localización recuperada (éxito, con coordenadas)
- Fallo de localización (error, con razón)

Las notificaciones se cierran automáticamente después de 5 segundos.

SLs Interface

Ruta: `/sls`
Actualización: Cada 2 segundos

Monitorea la interfaz SLs (LCS-AP) entre el E-SMLC y los MMEs conectados. Muestra el estado de asociación SCTP y los pares MME conectados.

Estado de la Interfaz

Muestra el estado de la interfaz del Protocolo de Aplicación LCS (LCS-AP):

- Referencia del protocolo (3GPP TS 29.171)
- Configuración de escucha (PPID 29, puerto 9082)
- Número de pares MME conectados
- Indicador verde/rojo

Estadísticas

Tarjeta	Descripción
Connected MMEs	Número de asociaciones SCTP activas a MMEs
Total Associations	Total de conteo de asociaciones SCTP

Panel de Pares MME

Lista de asociaciones SCTP MME conectadas mostrando el nombre de host del par y el estado de conexión.

Cell Database

Ruta: `/cells`
Actualización: Cada 2 segundos

Gestiona la base de datos de posiciones de celdas utilizada para posicionamiento por ID de celda y cálculos OTDOA. Todos los datos de celdas se persisten en Mnesia y sobreviven a reinicios de la aplicación.

Controles de Encabezado

Control	Descripción
Cell count	Número total de celdas en la base de datos
Last sync	Marca de tiempo y resultado de la última sincronización de InfluxDB
Sync from InfluxDB	Iniciar sincronización inmediata de celdas de InfluxDB
Map View / Table View	Alternar entre visualización en tabla y mapa
Import Cells	Abrir modal de importación específica del proveedor
Add Cell	Abrir formulario de entrada manual de celda

Búsqueda

Buscar celdas por ID de celda, PCI, EARFCN, nombre de celda o fuente.

Vista de Tabla

Columnas mostradas:

Columna	Descripción
Cell ID	Identificador único de celda
PCI	Identidad Física de Celda (LTE/NR) o Código de Scrambling Primario (UMTS)
EARFCN	Número de canal de frecuencia de radio
Latitude	Latitud de la celda en grados decimales
Longitude	Longitud de la celda en grados decimales
RAT	Tecnología de Acceso Radio: GSM, UMTS, LTE o NR
Source	Insignia de fuente de datos: **Huawei** (ámbar, importación XLSX), **InfluxDB** (verde, sincronización) o **Manual** (azul). Marca de tiempo de importación mostrada debajo de la insignia.
Actions	Botones de Editar y Eliminar

Importar Celdas

Hacer clic en **Importar Celdas** abre un modal con un flujo de trabajo de dos pasos:

Paso 1: Selección de Proveedor

Seleccione el proveedor de NMS para los datos de celda que se están importando:

Proveedor	Formato de Importación
Huawei	Exportación U2020 XLSX o CSV
Nokia	Exportación CSV de NetAct RAN
Ericsson	Exportación CSV de ENM WCDMA
ZTE	Exportación CSV de UMS Cell
Otro / JSON	Pegar arreglo JSON

Paso 2: Carga

Cada proveedor presenta la interfaz de carga apropiada.

Huawei XLSX (recomendado): Arrastre y suelte o seleccione uno o más archivos de informe de celda `.xlsx` de Huawei U2020. Se admite la carga de múltiples archivos. Por ejemplo, cargue ambos informes de UMTS y LTE juntos. Los archivos se importan automáticamente una vez que se completa la carga.

El tipo de RAT (GSM, UMTS, LTE o NR) se detecta automáticamente de cada archivo basado en:

- Nombres de las hojas en el libro de trabajo (por ejemplo, una hoja llamada "UMTS", "LTE", "GSM", "NR")
- Encabezados de columna en la hoja de datos de planificación (por ejemplo, `PScrambCode` para UMTS, `DlEarfcn` para LTE, `NRPCI` para NR, `BCCH` para GSM)

El parser lee la pestaña **Sheet1** (datos de planificación con coordenadas) y extrae:

RAT	Campos Clave Importados
GSM	ID de Celda, Nombre de Celda, LAC, BCCH, BSIC, Longitud, Latitud, Altura de Antena, Azimut
UMTS	ID de Celda, Nombre de Celda, LAC, SAC, RAC, UARFCN de Bajada, Código de Scrambling, Longitud, Latitud, Altura de Antena, Azimut
LTE	ID de Celda, Nombre de Celda, PCI, TAC, EARFCN de DL, Longitud, Latitud, Altura de Antena, Radio de Celda, Ancho de Banda
NR	ID de Celda, Nombre de Celda, PCI NR, TAC, EARFCN de DL NR, Longitud, Latitud, Altura de Antena, Radio de Celda, Ancho de Banda

CSV (todos los proveedores): Cargue una exportación CSV del NMS seleccionado. La primera fila debe ser encabezados de columna. El mapeo de columnas es automático basado en el formato del proveedor seleccionado.

JSON: Pegue un arreglo JSON de objetos de celda. Campo requerido: `cell_id`. Opcional: `pci`, `earfcn`, `latitude`, `longitude`, `lac`, `tac`, `rat`.

Manejo de Duplicados

Importar celdas con el mismo ID de celda que las entradas existentes sobrescribe los datos existentes. Esto significa que volver a importar el mismo archivo es seguro y actualizará cualquier valor cambiado.

Persistencia de Datos

Todos los datos de celdas se almacenan en Mnesia con almacenamiento `disc_copies`. Las celdas persisten a través de reinicios de la aplicación sin necesidad de reimportar o resincronizar.

Formulario de Agregar / Editar Celda

Campos del formulario organizados en una cuadrícula:

Campo	Descripción
Cell ID	Identificador único (deshabilitado al editar)
PCI	Identidad Física de Celda (0-503)
EARFCN	Número de canal de frecuencia de radio
Latitude	Grados decimales
Longitude	Grados decimales
Antenna Ports	1, 2 o 4
PRS Bandwidth (RBs)	6, 15, 25, 50, 75 o 100
PRS Config Index	0-4095
CP Length	Normal o Extendida

Confirmación de Eliminación

Hacer clic en "Del" en una fila de celda muestra un modal de confirmación antes de la eliminación.

Cell Map

Ruta: `/map`

Mapa interactivo que muestra todas las celdas de la base de datos de celdas en un mapa base de CartoDB de tema oscuro utilizando Leaflet. Las celdas se representan como marcadores de colores según su tipo de RAT.

Colores de Marcadores

RAT	Color
GSM (2G)	Naranja
UMTS (3G)	Azul
LTE (4G)	Verde
NR (5G)	Púrpura
Desconocido	Gris
Seleccionado	Ámbar

Los marcadores se agrupan en niveles de zoom más bajos utilizando Leaflet MarkerCluster. Hacer clic en un marcador muestra un popup con los detalles de la celda: ID de celda, nombre, tecnología, LAC/SAC/TAC, PCI, EARFCN y coordenadas.

Selección de Área para Transmisiones

Utilice las herramientas de dibujo de polígonos o rectángulos en la esquina superior derecha para seleccionar celdas dentro de un área geográfica. Cuando se seleccionan celdas:

- La barra de selección en la parte inferior muestra el número de celdas seleccionadas y LAC(s), SAC(s) y TAC(s) únicos
- Aparece un botón **Enviar Transmisión a Seleccionados**, que enlaza a la página Enviar Transmisión con los LACs, SACs y TACs pre-rellenados

El formulario de Enviar Transmisión selecciona automáticamente las redes objetivo apropiadas según los códigos de área seleccionados:

- LACs presentes → 2G (CBSP) habilitado
- SACs presentes → 3G (SABP) habilitado

- TACs presentes → 4G (SBc-AP) habilitado

Diameter

Ruta: `/diameter`
Actualización: Cada 2 segundos

Monitorea las conexiones de pares Diameter para las interfaces Diameter restantes (SLg y otras). La interfaz SLs de E-SMLC a MME utiliza LCS-AP nativo sobre SCTP y se monitorea por separado en la página del Dashboard.

Estado de la Interfaz

Dos paneles que muestran la salud de la interfaz:

Interfaz	Descripción
SLg Interface (TS 29.172)	GMLC a MME a través de DRA, ID de Aplicación 16777264
Other Diameter Interfaces	Aplicaciones Diameter adicionales según se configuren

Cada uno muestra un punto indicador verde/rojo y descripción.

Resumen de Pares

Conteos de pares conectados y desconectados mostrados en la parte superior.

Tabla de Pares

Columna	Descripción
Peer	Identidad del host Diameter
Realm	Reino Diameter
IP Address	Dirección de transporte (protocolo://ip:puerto)
Status	Insignia Conectado o Desconectado

Hacer clic en una fila de par expande para mostrar información detallada:

Detalle	Descripción
Connection Initiation	Si OmniLCS inicia la conexión
Transport	SCTP o TCP
Product Name	Nombre del Producto Diameter del par remoto
Advertised Applications	IDs de Aplicaciones soportadas por el par

CBC 2G

Ruta: `/cbc`
Actualización: Cada 2 segundos

Monitorea la interfaz CBSP para transmisión de celdas 2G.

Información de la Interfaz

Muestra el estado de la interfaz CBSP:

- Referencia del protocolo (3GPP TS 48.049)
- Número de puerto de escucha
- Número de pares conectados
- Indicador verde/rojo

Tarjetas de Estadísticas

Tarjeta	Descripción
Connected BSCs	Número de pares con estado `:connected`
Total Connections	Conteo total de pares (incluyendo cualquier no conectado)
Recent Messages	Conteo de mensajes CBSP en el búfer de mensajes recientes

Panel de BSCs Conectados

Lista de pares CBSP conectados mostrando:

- Dirección IP y puerto del par
- ID de conexión
- Marca de tiempo de conexión
- Insignia de estado de conexión

Panel de Mensajes CBSP Recientes

Tabla de los 20 mensajes CBSP más recientes:

Columna	Descripción
Time	Marca de tiempo del mensaje (HH:MM:SS)
Peer	ID de conexión del par fuente
Message	Tipo de mensaje legible por humanos (por ejemplo, "WRITE REPLACE COMPLETE")
Type	Insignia codificada por colores (OK para completo, FAIL para fallo, ERR para error, INFO para otros)

Los mensajes se reciben a través de suscripciones PubSub a los temas `cbsp:connections` y `cbsp:messages`.

CBC 3G

Ruta: `/cbc3g`
Actualización: Cada 2 segundos

Monitorea la interfaz SABP para transmisión de celdas 3G a través de la interfaz Iu-BC (3GPP TS 25.419).

Información de la Interfaz

Muestra el estado de la interfaz SABP:

- Referencia del protocolo (3GPP TS 25.419)
- Número de puerto de escucha
- Número de RNCs conectados
- Indicador verde/rojo

Tarjetas de Estadísticas

Tarjeta	Descripción
Connected RNCs	Número de pares RNC con estado `:connected`
Total Connections	Conteo total de pares (incluyendo cualquier no conectado)
Recent Messages	Conteo de mensajes SABP en el búfer de mensajes recientes

Panel de RNCs Conectados

Lista de pares SABP conectados mostrando:

- Dirección IP y puerto del par
- ID de conexión
- Marca de tiempo de conexión
- Insignia de estado de conexión

Panel de Mensajes SABP Recientes

Tabla de los 20 mensajes SABP más recientes:

Columna	Descripción
Time	Marca de tiempo del mensaje (HH:MM:SS)
Peer	ID de conexión del RNC fuente
Message	Tipo de mensaje legible por humanos (por ejemplo, "WRITE REPLACE COMPLETE", "RESTART INDICATION")
Type	Insignia codificada por colores (OK para completo, FAIL para fallo, ERR para error, INFO para otros)

Los mensajes se reciben a través de suscripciones PubSub a los temas `sabp:connections` y `sabp:messages`.

Send Broadcast

Ruta: `/send_broadcast`
Actualización: En vivo

Interfaz de composición de transmisión unificada para enviar advertencias de emergencia o mensajes de prueba simultáneamente a través de redes 2G (CBSP), 3G (SABP) y 4G (SBc-AP). Seleccione una o más redes objetivo y la transmisión se envía a todos los pares conectados en cada red seleccionada.

El ID de Mensaje predeterminado se establece en **4355 (ETWS Test)** por seguridad.

Pre-rellenar desde el Mapa de Celdas

Al navegar desde la selección de área del Mapa de Celdas, el formulario se completa automáticamente:

- **Redes Objetivo** se habilitan según los parámetros del área (LACs → 2G, SACs → 3G, TACs → 4G)

- **Campos LAC, SAC y TAC** se pre-rellenan con los valores de las celdas seleccionadas
- **Alcance de Celda** se establece en "Por LAC"

Esto permite un flujo de trabajo completo: seleccione celdas geográficamente en el mapa, haga clic en "Enviar Transmisión a Seleccionados", componga su mensaje y envíe.

Active Broadcasts

Ruta: `/broadcasts`
Actualización: Cada 3 segundos + PubSub en tiempo real

Vista unificada de todas las transmisiones de celdas activas a través de redes 2G (CBSP), 3G (SABP) y 4G (SBc-AP) en una sola página. Las transmisiones se rastrean desde el momento en que se envían hasta que se detienen o expiran. La vista se actualiza automáticamente cada 3 segundos y se actualiza en tiempo real cuando cambia el estado de la transmisión.

Tarjetas de Resumen

Tarjeta	Descripción
Total Active	Conteo combinado de transmisiones activas en todas las redes
2G (CBSP)	Transmisiones 2G activas
3G (SABP)	Transmisiones 3G activas
4G (SBC-AP)	Transmisiones 4G activas

Utilice el botón Detener en cualquier fila de transmisión para cancelarla en su respectiva red.

CBC 4G

Ruta: `/cbc4g`
Actualización: Cada 3 segundos

Interfaz de gestión de transmisión de celdas 4G con todas las funciones para componer, enviar, monitorear y detener transmisiones SBC-AP.

Tarjetas de Estadísticas

Tarjeta	Descripción
Connected MMEs	Número de asociaciones SCTP SBC-AP establecidas
Active Broadcasts	Número de transmisiones 4G actualmente activas
Total Sent	Total de transmisiones en la historia

Formulario de Composición de Transmisión

Campo	Descripción
Message Text	Contenido del mensaje de transmisión
Message ID	Identificador de mensaje CB de 16 bits (por ejemplo, 4370 para CMAS)
Serial Number	Número de serie de 16 bits
MCC	Código de País Móvil (por ejemplo, "313")
MNC	Código de Red Móvil (por ejemplo, "380")
TACs	Códigos de Área de Seguimiento separados por comas
Warning Type	Ninguno, Terremoto, Tsunami, Terremoto + Tsunami, Prueba, Otro
Repetition (sec)	Segundos entre repeticiones de transmisión
Num Broadcasts	Número total de veces que se transmitirá el mensaje

Hacer clic en "Enviar Transmisión" codifica el mensaje (GSM de 7 bits), construye un PDU de Solicitud de Advertencia de Escribir-Reemplazar y lo envía a todos los MMEs conectados.

Panel de MMEs Conectados

Lista de asociaciones SCTP SBC-AP:

- Nombre de host del MME
- Dirección IP, puerto e ID de asociación SCTP
- Insignia de estado de conexión (Conectado / nombre del estado)

Panel de Transmisiones Activas

Tabla de transmisiones actualmente activas:

Columna	Descripción
MSG ID	Identificador de mensaje en hex (por ejemplo, 0x1112)
SERIAL	Número de serie en hex
MESSAGE	Texto de transmisión (truncado)
STATUS	Enviado, Deteniendo, Detenido, Reconocido
ACTION	Botón Detener (para transmisiones enviadas/reconocidas)

Hacer clic en "Detener" envía una Solicitud de Detención de Advertencia para la transmisión.

Historial de Transmisiones

Tabla de todas las transmisiones (últimas 100):

Columna	Descripción
MSG ID	Identificador de mensaje en hex
SERIAL	Número de serie en hex
MESSAGE	Texto de transmisión (truncado)
TIME	Marca de tiempo de envío (HH:MM:SS)
STATUS	Insignia de estado final

Las actualizaciones de estado se reciben a través de suscripciones PubSub a los temas `cbc:state` y `cbc:connections`.

CAP Alerts

Ruta: `/cap`
Actualización: Cada 3 segundos + PubSub en tiempo real

Flujo de trabajo de aprobación del operador para alertas CAP (Protocolo Común de Alertas) recibidas de autoridades de alerta externas. Consulte la Guía de Operaciones de Alertas CAP para obtener todos los detalles sobre configuración, sondeo de feeds y resolución de polígonos.

Tarjetas de Estadísticas

Tarjeta	Descripción
Pending Approval	Número de alertas pendientes de acción del operador (resaltado ámbar cuando > 0)
Active Broadcasts	Número de alertas que se están transmitiendo actualmente
Total Processed	Total de alertas en la historia
Approval Mode	Configuración actual: "Manual" (require_approval: true) o "Auto"

Panel de Alertas Pendientes

Visible solo cuando `require_approval` es `true` en la configuración de CAP.

Columna	Descripción
TIME	Cuando se recibió la alerta
EVENT	Tipo de evento de alerta (por ejemplo, "Advertencia de Tornado")
SEVERITY	Severidad de la alerta (Extrema, Severa, Moderada, Menor)
CELLS	Número de celdas coincidentes por resolución de polígono
STATUS	Insignia Pendiente (ámbar)
ACTIONS	Botones de Vista Previa, Aprobar, Rechazar

Vista Previa se expande para mostrar la descripción completa de la alerta, fuente, TACs/LACs coincidentes, ID de mensaje y PLMN.

Aprobar activa la transmisión inmediata a través de SBC-AP (4G), SABP (3G) y CBSP (2G).

Rechazar mueve la alerta a la historia como rechazada.

Panel de Transmisiones Activas

Columna	Descripción
EVENT	Tipo de evento de alerta
MSG ID	Identificador de mensaje CB
TACs	Códigos de Área de Seguimiento dirigidos
STARTED	Hora de inicio de la transmisión
STATUS	Transmitiendo (azul) o Enviado (verde)

Panel de Historial de Alertas

Columna	Descripción
TIME	Marca de tiempo de envío o recepción
EVENT	Tipo de evento de alerta
SEVERITY	Severidad de la alerta
CELLS	Conteo de celdas coincidentes
TACs/LACs	Códigos de área dirigidos
STATUS	Enviado (verde), Rechazado (rojo) o Fallido (rojo)

Aparece una notificación emergente cuando se recibe una nueva alerta pendiente.

GMLC / Le Interface

Ruta: `/gmlc`
Actualización: Cada 3 segundos + PubSub en tiempo real

Monitoreo y gestión para la interfaz GMLC Le y sesiones de localización diferidas. Consulte la Guía de Operaciones de GMLC & Le Interface para obtener todos los detalles de configuración y protocolo Diameter.

Tarjetas de Estadísticas

Tarjeta	Descripción
Active Sessions	Total de sesiones de localización diferidas activas
Periodic	Número de sesiones de localización periódicas activas
Geo-fence	Número de sesiones activadas/geo-fence activas

Panel de Clientes LCS Autorizados

Columna	Descripción
NAME	Identidad del cliente (coincidida contra AVPs de Diameter)
TYPE	Tipo de cliente LCS (emergency_services, value_added_services, etc.)
ALLOWED METHODS	Métodos de posicionamiento que este cliente puede solicitar
RATE LIMIT	Solicitudes por minuto (o "Ilimitado")

Panel de Sesiones Diferidas Activas

Columna	Descripción
SESSION ID	UUID de sesión truncado
TYPE	Insignia de tipo de sesión: periódica (verde) o activada (púrpura)
IMSI	IMSI del suscriptor
METHOD	Método de posicionamiento
CLIENT	Nombre del cliente LCS solicitante
PROGRESS	Periódico: informes completados/totales. Activado: informes restantes o "Activo (ilimitado)"
LAST FIX	Hora de la última fijación de posición
ACTIONS	Botón Cancelar para terminar la sesión

Panel de Historial de Sesiones

Muestra las 50 sesiones completadas o canceladas más recientes con ID de sesión, tipo, IMSI, estado (completado/cancelado) y hora de inicio.

Páginas Integradas

Estas páginas son proporcionadas por el marco del Panel de Control.

Application (`/application`)

Visor de recursos de aplicación OTP que muestra:

- Aplicaciones en ejecución y sus árboles de procesos
- Uso de memoria por proceso
- Longitudes de colas de mensajes

Configuration (`/configuration`)

Visor de configuración en tiempo de ejecución que muestra:

- Todas las variables de entorno de la aplicación
- Agrupadas por aplicación

Log (`/log`)

Visor de registros en tiempo real que muestra:

- Mensajes de registro del backend `ControlPanel.Logger`
- Filtrable por nivel de registro
- Desplazamiento automático con capacidad de pausa