

Instructivo Nacional de Telecomunicaciones

Para la integración de dispositivos ITS a los Centros de Control de Tránsito

Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones

SIT - Octubre 2025

Versión 1.0



1	Introducción.....	3
2	Contexto Operacional.....	3
3	Propósito.....	4
4	Alcance.....	4
5	Diagrama de Flujo y Procedimiento de Selección.....	8
5.1	Inicio del Proceso.....	10
	(Paso 1) Analizar Intersección Vandalizable.....	10
	(paso 2) Vialidad de Conexión a Red Local.....	11
5.2	Evaluación de Conexión Vía Fibra Óptica.....	13
	(paso 3) Verificación de Canalización Existente.....	13
	(paso 4) Evaluación de Construcción de Nueva Canalización.....	13
5.3	Evaluación de Habilitación de Radio Enlace.....	14
	(paso 5) Analizar Factibilidad de Radio Enlace.....	14
	(paso 6) Condiciones de Entorno y Ambientales.....	15
5.4	Evaluación de Contratación de Servicios de Enlace Dedicado a través de Empresas de Telecomunicaciones.....	16
	(paso 7) Factibilidad de Enlace Dedicado.....	16
5.5	Evaluación de Conexión Vía Red Móvil.....	17
	(paso 8) Análisis de Factibilidad de Conexión Vía 4G/5G.....	19
5.6	Evaluación de otras tecnologías.....	19
	(paso 9) Analizar Conexión Vía Otra Tecnología.....	20
6	Consideraciones Generales.....	21
6.1	Entrega de documentación técnica según la tecnología implementada:.....	21
6.2	Periodo de marcha blanca:.....	22

1 Introducción

En el contexto de las crecientes demandas de movilidad urbana y la necesidad de optimizar el uso de la infraestructura vial existente, el rol de los sistemas de control de tránsito adquiere una relevancia estratégica para la gestión eficiente del transporte en las ciudades de Chile. La Unidad Operativa de Control de Tránsito (UOCT), como organismo técnico dependiente del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (MTT), lidera el diseño, operación y supervisión de soluciones tecnológicas orientadas a mejorar el desplazamiento de las personas y la carga, reduciendo los tiempos de viaje y contribuir a la seguridad vial y al desarrollo sostenible de las ciudades.

Una de las piezas fundamentales de esta infraestructura tecnológica es el sistema de gestión semafórico (Sistema de Control de Tránsito Urbano), cuya operación depende de una red de conectividad que enlaza los dispositivos en terreno con los Centros de Control de Tránsito. Esta conectividad permite el monitoreo y control en tiempo real de las intersecciones, como también la implementación de planes de tiempos para todas las horas del día y así dar respuesta oportuna ante contingencias y facilitar la captura, integración y análisis de datos para la toma de decisiones a nivel urbano y regional.

2 Contexto Operacional

La Unidad Operativa de Control de Tránsito (UOCT), dependiente del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones (MTT), es responsable de la gestión, coordinación y supervisión del funcionamiento de los sistemas de control de tránsito urbano en distintas regiones del país. Esta función se ejerce en el marco de lo establecido en el **Decreto Supremo N.º 18 del MTT**, que regula la instalación, operación y mantenimiento de sistemas de semaforización en vías públicas.

Es así que la función de la UOCT se centra en efficientar el flujo vehicular, priorizar el desplazamiento del transporte público, promover los desplazamientos no motorizados y sostenibles, reducir la congestión urbana, y contribuir a fortalecer la seguridad vial de todos los habitantes, mediante la gestión telemática coordinada de la infraestructura semafórica y otros sistemas inteligentes de transporte (ITS). En este contexto, los servicios e infraestructuras de telecomunicaciones que permiten la conexión entre los dispositivos instalados en terreno —principalmente controladores de semáforos, sensores y cámaras— y los Centros de Control de Tránsito regionales o centrales, son un elemento primordial para la operación continua y efectiva del sistema de transporte.

Dada la diversidad de realidades técnicas y geográficas del país, se hace necesario contar con un marco común que oriente a los distintos actores involucrados —tanto públicos como privados— en la implementación de soluciones de conectividad que aseguren la continuidad operativa, la seguridad de la información y la eficiencia en la gestión del sistema. Este instructivo tiene como objetivo establecer los criterios técnicos y operativos que permitan una conectividad nacional uniforme, resiliente y alineada con los principios de modernización del transporte urbano en Chile y la correcta utilización de las tecnologías habilitantes.

3 Propósito

El presente instructivo tiene como propósito establecer una metodología estandarizada para la selección de tecnologías de telecomunicación en el ámbito del control de tránsito urbano, específicamente para la conectividad de dispositivos de terreno administrados por Unidad Operativa de Control de Tránsito. Este documento actúa como una herramienta que permite evaluar y definir, bajo criterios operativos y de disponibilidad tecnológica, el medio de transmisión más adecuado para conectar dispositivos a los diferentes sistemas de control de tránsito, sistemas de monitoreo basado en cámaras de televisión (CCTV), detectores de variables de tránsito, letreros de mensajería variable, entre otros.

La estructura del instructivo se basa en un diagrama de flujo lógico-decisional, que considera variables como ubicación geográfica, criticidad del dispositivo, disponibilidad de infraestructura, factibilidad técnica, y condiciones operacionales. Cada etapa del flujo está acompañada de una bajada explicativa con recomendaciones técnicas que permiten adoptar decisiones fundamentadas respecto al uso de tecnologías como fibra óptica, radioenlaces, enlaces dedicados sobre redes privadas, y soluciones de red móvil (4G/5G) con gestión mediante túneles seguros o redes virtuales.

Este enfoque busca asegurar continuidad operacional, escalabilidad de la red de campo, resguardar la eficiencia de los recursos económicos disponibles y asegurar el alineamiento con los estándares de interoperabilidad y gestión centralizada de la red de tránsito urbana.

4 Alcance

Este documento está dirigido a municipios, consultores, empresas contratistas y otros actores relevantes en la instalación, mantenimiento y operación de sistemas semafóricos. En él se definen principios rectores, requerimientos técnicos mínimos, recomendaciones de buenas prácticas y referencias normativas aplicables, con el fin de consolidar una red nacional de control de tránsito moderna, segura y eficiente.

Tecnologías de Comunicación Consideradas

Este instructivo considera tecnologías disponibles para la conexión de dispositivos en terreno con los diferentes subsistemas de la UOCT, las que se representan en la siguiente tabla comparativa y cuyo uso dependerá las condiciones locales específicas:

Medio de Comunicación	Descripción	Ventajas	Desventajas
Fibra Óptica (FO)	Medio guiado que utiliza hilos de vidrio o plástico para transmitir datos como pulsos de luz.	<ul style="list-style-type: none"> - Mayor ancho de banda disponible (Gbps) - Baja latencia - Alta inmunidad a interferencias electromagnéticas (EMI) - Alta seguridad - Escalabilidad a futuro - Ideal para CCTV de alta resolución y control de tráfico en tiempo real 	<ul style="list-style-type: none"> - Costo inicial elevado si no hay canalización - Susceptible a daños físicos (cortes) - Requiere canalización subterránea o aérea
Radio Enlace (Microondas)	Comunicación inalámbrica punto a punto o multipunto en bandas licenciadas o libres, con antenas direccionales.	<ul style="list-style-type: none"> - Despliegue relativamente rápido sin fibra - Menor costo que construir canalización - Buen ancho de banda (Mbps a Gbps) 	<ul style="list-style-type: none"> - Requiere Línea de Vista (LOS) estricta - Afectado por clima (lluvia, niebla) - Posible interferencia en bandas libres - Costos por licencias de espectro (si aplica)

<p>Red Móvil (Celular - Routers 4G/5G)</p>	<p>Usa infraestructura de operadores móviles (3G/4G/5G) con routers industriales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Rápido despliegue en zonas con cobertura - No requiere infraestructura propia - Bajo costo inicial - Útil en puntos aislados o de baja criticidad 	<ul style="list-style-type: none"> - Ancho de banda variable y limitado - Latencia alta y variable - Dependencia de la cobertura móvil - Costos por plan de datos - Posibles restricciones por uso justo - Posibles saturaciones de las redes
<p>Enlaces Dedicados Contratados (Proveedor Telecom)</p>	<p>Circuitos privados contratados a un proveedor (ej. MPLS, fibra arrendada, Ethernet Carrier).</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Ancho de banda garantizado (SLA) - Alta fiabilidad y disponibilidad - Seguridad gestionada por el proveedor - Latencia predecible - Soporte técnico del proveedor 	<ul style="list-style-type: none"> - Costos mensuales y de habilitación altos - Alta dependencia del proveedor - Cobertura geográfica limitada - Menor flexibilidad para cambios rápidos - Sujeto de robos y vandalizaciones

<p>Satélite LEO (Ej. Starlink o Eutelsat)</p>	<p>Conexión satelital mediante constelación de satélites LEO. Requiere antena/terminal con vista al cielo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Amplia cobertura geográfica - Disponible en zonas rurales o sin red terrestre - Despliegue relativamente rápido - Mejor ancho de banda que satélites GEO 	<ul style="list-style-type: none"> - Latencia más alta que FO o radio enlace - Afectado por clima y obstrucciones físicas - Requiere vista despejada del cielo - Costos recurrentes - Posibles microcortes - Dependencia de proveedor único - Tecnología aún emergente en misión crítica
--	--	---	---

Tabla 1. Tabla Comparativa de Tecnologías

5 Diagrama de Flujo y Procedimiento de Selección

El diagrama de flujo es una herramienta técnica que orienta la selección del medio de comunicación más adecuado para conectar los dispositivos en terreno (como controladores, cámaras CCTV, estaciones de conteo vehicular, entre otros) hacia la sala de control. Este flujo de decisiones considera criterios como la existencia de infraestructura de red, el estado físico de canalizaciones, calidad de señal móvil, condiciones de entorno, viabilidad de enlaces radiales, factibilidad de instalación de fibra óptica, entre otros. Su diseño busca priorizar la confiabilidad, estabilidad y eficiencia operativa, promoviendo la fibra óptica como solución preferente, y estableciendo una lógica ordenada para evaluar soluciones alternativas cuando esta no sea viable.

A continuación se presenta el diagrama de flujo (Para su mejor visualización se puede descargar en el siguiente link:

 [Proceso de Selección de Medio de Comunicación V9.png](#)

A continuación, se detalla el procedimiento paso a paso representado en el diagrama de flujo anterior, el cual establece de manera estructurada los pasos y criterios técnicos a seguir para la correcta selección del medio de comunicación que conectará los dispositivos de los diferentes sistemas. Esta descripción busca complementar visualmente el proceso y entregar claridad sobre cada una de las decisiones involucradas.

5.1 Inicio del Proceso

Es importante tener en cuenta las necesidades y sistemas afectados en cada consulta del diagrama considerando lo siguiente.

- **Determinar Necesidad:** Origen de la necesidad.
 - Nueva intersección semaforizada.
 - Integración y conexión de intersección existente
 - Nueva cámara CCTV, estación de conteo o mensajería variable (VMS).
 - Modificación de una conexión existente.
- **Sistemas requeridos:** para determinar los requisitos mínimos de ancho de banda y latencia.
 - Conexión sólo a sistema de control.
 - Conexión sólo a sistema de administración de imágenes o sistemas de gestión.
 - Ambos.

(Paso 1) Analizar Intersección Vandalizable

Propósito: El mandante debe analizar el nivel de vandalismo del lugar donde se desea hacer la instalación o re-configuración, para lo anterior, se debe contar con un pronunciamiento por parte de la Dirección de Tránsito del respectivo Municipio que indique el nivel de vandalización de acuerdo a la tabla “Nivel de vandalización” del presente instructivo.

Al tratarse de nuevas intersecciones, sin historial de vandalización ni estado previo de redes, se evaluará el nivel de riesgo del cruce determinando el nivel de riesgo de las intersecciones semaforizadas cercanas. Para ello, se analizarán los cruces ubicados en cada uno de los puntos cardinales dentro de un radio máximo de 300 metros.

Nivel de riesgo	Condiciones observadas	Paso a proceder en diagrama de flujo	Justificación técnica
Alto	3 o más robos confirmados o destrucción de material en 24 meses.	(paso 8) Análisis de Factibilidad de Conexión Vía 4G/5G	La conexión inalámbrica reduce la dependencia de infraestructura física susceptible a daños o robos, facilitando la reposición y monitoreo remoto por parte de la UOCT, y asegurando continuidad operativa con menor demanda de mantención en terreno.)
Bajo	Menos de 3 robos o destrucción reportados y existencia de canalización subterránea exclusiva.	(paso 2) Proximidad a Concentrador o Punto de Conexión a Red Local	El uso de canalización exclusiva garantiza mayor estabilidad del servicio. Esta configuración reduce significativamente la exposición a daños externos, lo que disminuye la necesidad de reparaciones correctivas. Además, facilita las labores de mantenimiento preventivo por parte de la UOCT, optimizando recursos técnicos y garantizando la continuidad del servicio con menor riesgo operativo.

- **Acción:** Verificar antecedentes de vandalización en la intersección evaluada y en las intersecciones semaforizadas ubicadas dentro de un radio de 300 metros, considerando cada uno de los puntos cardinales.
- **Responsable:** Mandante.
- **Entregable:** Certificado de vandalismo emitido por la municipalidad.
- De acuerdo al certificado emitido ¿es adecuada la utilización de algún medio físico de comunicación?

- Adecuado: No hay registro de vandalismo en la intersección o en un radio de 300 metros o habiendo registro se identifica un nivel bajo de riesgo. Continuar al [\(paso 2\) Proximidad a Concentrador o Punto de Conexión a Red Local](#)
- No Adecuado: Existen registros de vandalismo en la intersección, identificando un nivel alto de riesgo. Proceda al [\(paso 8\) Análisis de Factibilidad de Conexión Vía 4G/5G](#)

(paso 2) Vialidad de Conexión a Red Local

Determinar si el nuevo punto remoto está lo suficientemente cerca de un gabinete concentrador o punto de red existente para analizar posibilidad de conexión vía fibra óptica o radio enlace.

- **Acción:**

- Consultar planos para localizar concentradores o puntos de conexión cercanos.
- El mandante debe realizar inspección en terreno para confirmar ubicación, estado y evaluar trazado físico, a través de la respectiva municipalidad y/o UOCT dependiente del equipamiento a revisar, lo anterior debe ser realizado vía sitio web: transporteinforma.cl/integracion.

- **Responsable:** El mandante debe solicitar el plano de comunicaciones a la UOCT, a través del sitio web mencionado anteriormente. El mandante también debe verificar las capacidades de la red local o de distribución en terreno si lo desea, en coordinación con la Municipalidad o UOCT.

- **Criterios a considerar**

- Criterio 1 “Proximidad”: El cruce a conectar debe estar a menos de 300 metros de algún nodo de la red local.
- Criterio 2 “Cantidad de Unidades de Comunicaciones”: Las redes locales o de última milla conectan menos de 8 unidades de comunicación.
- Criterio 3 “Capacidad de la red” verificar capacidad de dispositivos de comunicación o puntos de conexión existentes (puertos, ancho de banda troncal, fibras disponibles, espacio físico, energía, capacidad de mufa, entre otros). Lo anterior con la finalidad de proyectar dispositivos de comunicación.
- Criterio 3 “Capacidad de la red” verificar que la fibra óptica troncal cuenta con la cantidad de pelos suficientes para agregar un nuevo cruce o se requiere el reemplazo de a lo más 300 metros lineales de fibra óptica troncal.

Nota: En caso que se incumpla al menos uno de estos criterios, se deberá proceder analizar la conexión de la línea de comunicación, mediante al capítulo [5.5 Evaluación de Conexión Vía Red Móvil](#)

- **Entregable:**

- 1) El mandante deberá proporcionar planos de sincronismo y/o comunicaciones actualizados, solo en el caso que los planos entregados por UOCT reflejan diferencias. Los planos deben contener la información necesaria para la evaluación de los umbrales descritos en los criterios que a continuación se presentan.

- 2) Propuesta de viabilidad, que contenga el análisis o evaluación de cada de los criterios mencionados y que justifiquen la decisión de conexión local o no.
- **¿El punto es Próximo a un Concentrador viable?**
 - Adecuado: Proceda directamente al [\(paso 3\) Verificación de Canalización Existente](#)
 - No Adecuado: La solución requiere de un tipo de tecnología más independiente. Decisión: Proceda al [\(paso 8\) Análisis de Factibilidad de Conexión Vía 4G/5G](#)

5.2 Evaluación de Conexión Vía Fibra Óptica

Determinar si hay existencia de canalizaciones de sincronismo para instalación de fibra óptica y verificar el estado de estas. Lo anterior apunta a poder hacer un uso eficiente de la infraestructura de red desplegada y ya disponible.

(paso 3) Verificación de Canalización Existente

- **Acción:**
 - Consultar planos de sincronismo para identificar la existencia de canalizaciones. Para lo anterior el mandante debe solicitar el plano de comunicaciones a la UOCT, a través del formulario web publicado en www.transporteinforma.cl/integracion
 - Realizar inspección en terreno para confirmar ubicación y existencia coordinando con el área de inspección técnica de la UOCT.
- **Responsable:** El mandante deberá realizar la inspección.
- **Entregable:** Registro fotográfico y/o video que indique si la canalización se encuentra disponible y operativa.
- **¿Existe canalización?**
 - Adecuado: Conectar a concentrador
 - No: Continuar al [\(paso 4\) Evaluación de Construcción de Nueva Canalización](#)

(paso 4) Evaluación de Construcción de Nueva Canalización

- **Acción:** Realizar estudio de factibilidad, verificando si la zona a intervenir cumple con alguna de las siguientes características:
 - Pertenecer a una zona patrimonial.
 - Es un camino público o urbano que es administrado por el Ministerio de Obras Públicas (MOP) o sus entidades asociadas.
 - La materialización de la canalización necesita de forma ineludible la modificación de uno o más servicios de terceros, por ejemplo, redes de agua potable, redes de aguas lluvia, redes de gas natural, etc.

- **Responsable:** Mandante
- **Entregable:** Informe de evaluación de construcción de nueva canalización
- ¿Es factible la construcción?
 - Adecuado: Realizar canalización y conectar al concentrador.
 - No Adecuado: La zona a intervenir cumple con al menos una de las características indicadas. La solución requiere de un tipo de tecnología más independiente. Continuar al [\(paso 5\) Analizar Factibilidad de Radio Enlace](#)

5.3 Evaluación de Habilitación de Radio Enlace

Determinar, con antecedentes medibles y trazables, la factibilidad de implementar un radioenlace propio entre el punto remoto (controlador semáforo/cámara) y el nodo de destino (concentrador/sala de control o salto intermedio).

(paso 5) Analizar Factibilidad de Radio Enlace

- **Acción:** El mandante, a través del contratista, deberá elaborar un Informe de Factibilidad Geométrico-Radioeléctrica (FGR) que deberá ser entregado a UOCT.
- **Responsable:** El mandante gestiona, revisa, ejecuta los estudios y entrega los respaldos.
- **Entregables**
 - A. Informe de Factibilidad Geométrico-Radioeléctrica (FGR) que deberá contener, como mínimo:
 - a. Estudio LOS y Zona Fresnel (perfiles, % Fresnel libre).
 - b. Presupuesto de enlace (EIRP, pérdidas, RSSI/SNR, margen $\geq 20-25$ dB).
 - c. Desempeño esperado (capacidad, latencia < 10 ms, jitter ≤ 5 ms, disponibilidad $\geq 99,5\%$).
 - d. Alternativas/mitigaciones y conclusión (Adecuado / No Adecuado).
 - B. Informe que determine la factibilidad de la implementación de un radio enlace considerando los parámetros recomendados detallados en la siguiente tabla:

Parámetro	Valor Recomendado	Descripción
Línea de vista (LOS)	100% libre de obstrucciones	Debe existir una línea de vista completamente despejada entre los dos puntos. Obstáculos como árboles, edificios o cerros degradan la señal. Considerar obstáculos futuros.

Zona Fresnel	Mínimo 60% libre	La zona Fresnel es una elipse alrededor de la línea de vista. Se requiere al menos un 60% libre de obstrucciones para asegurar un enlace estable.
RSSI (nivel de señal)	Mayor a -65 dBm	RSSI indica la intensidad de la señal recibida. Valores por encima de -65 dBm aseguran buena estabilidad y rendimiento del enlace.
SNR (relación señal/ruido)	Mínimo 20 dB	Relación entre la señal útil y el ruido. Un valor superior a 20 dB indica buena calidad, reduciendo errores y pérdida de datos.
Latencia	Menor a 10 ms	Tiempo que tarda un paquete en transmitirse. Para control de tráfico, se recomienda una latencia baja para mantener la sincronización del sistema.

- De lo anterior, ¿Es factible un enlace radial?
 - Adecuado: continuar al [\(paso 6\) Condiciones de Entorno y Ambientales](#)
 - No Adecuado: Continuar al [\(paso 7\) Factibilidad de Enlace Dedicado](#)

(paso 6) Condiciones de Entorno y Ambientales

Verificar riesgos del emplazamiento que puedan degradar o volver vulnerable un radioenlace que ya es técnicamente factible según el [\(paso 5\) Analizar Factibilidad de Radio Enlace](#)

- **Acción:** El mandante deberá realizar una visita técnica a terreno y efectuar una inspección de entorno y condiciones ambientales, dejando registro en un Acta de Inspección de Entorno (AIE) que respalde la decisión de habilitar o no el radioenlace.
- **Responsable:** El mandante gestiona, realiza inspección en terreno y entrega los respaldos.
- **Criterios de aceptación.**
 - Riesgos controlables con medidas razonables de ingeniería (altura >6 m de gabinetes y >10 m en antenas, ruta de cable interior, pararrayos, puesta a tierra, elección de banda/licencia, coordinación de espectro).
 - Sin impedimentos normativos críticos.
- **Entregable:**
 - El mandante deberá entregar un acta de Inspección de Entorno (AIE) que incluya fotos y check-list que consideren los siguientes riesgos:

- líneas de alta tensión / subestaciones próximas
- estructuras metálicas de gran tamaño
- zonas industriales o con alta contaminación electromagnética
- condiciones climáticas adversas frecuentes (viento, lluvia, nieve, salinidad)
- accesibilidad y riesgo de vandalización del soporte.

De lo anterior, ¿Es adecuado habilitar un enlace radial considerando las condiciones ambientales y de entorno?

- Adecuado: Decisión: Conectar vía Enlace Radial...**FIN DEL PROCESO.**
- No Adecuado: Descartar Radio Enlace. Proceda al [\(paso 7\) Factibilidad de Enlace Dedicado](#)

5.4 Evaluación de Contratación de Servicios de Enlace Dedicado a través de Empresas de Telecomunicaciones

Determinar, con antecedentes técnicos y económicos, la factibilidad de contratar un servicio de enlace dedicado provisto por una empresa de telecomunicaciones para conectar el punto remoto (controlador de semáforo, cámara u otro dispositivo de terreno) con la red de la UOCT, garantizando los requerimientos de ancho de banda, disponibilidad, latencia, seguridad y continuidad operacional definidos para la operación del sistema de control de tránsito.

(paso 7) Factibilidad de Enlace Dedicado

- **Acción:** El mandante debe solicitar a UOCT la factibilidad técnica para la contratación de enlace dedicado. Esta solicitud se deberá realizar, mediante el ingreso del requerimiento a transporteifnorma.cl/integracion

Los parámetros requeridos se encuentra en la siguiente tabla:

Parámetro Técnico	Valor Requerido
Ancho de banda mínimo	10 Mbps (solo semáforos) / 100 Mbps (semáforos + cámaras)
Latencia	≤ 10 ms promedio para enlaces metropolitanos

Disponibilidad del servicio	≥ 99.5% mensual (acreditado mediante SLA - Acuerdo de Nivel de Servicio)
Jitter (variación de latencia)	≤ 5 ms
Tiempo de reparación	< 4 horas para fallas críticas (definido en contrato con tiempos de respuesta)
Tipo de conexión	Dedicada, punto a punto o VPN MPLS sin NAT intermedio
Seguridad	Enlace cifrado o con acceso controlado (si aplica para transmisión sensible)

- **Responsable:** UOCT debe solicitar cotizaciones a empresas de telecomunicaciones y analizar la factibilidad técnica y económica respecto al enlace a contratar.
- **Criterios:**
 - Existencia de factibilidad técnica por parte de la empresa de telecomunicaciones, cumpliendo todos los requisitos mencionados en la tabla anterior.
 - Costo de enlace o arriendo mensual no supere el valor promedio de pago de un enlace tipo para estas características en la región donde se implementará.
 - En caso de existir más de una cotización viable, se escogerá la de menor costo de arriendo mensual.
- **Entregable:**
 - UOCT informará al mandante sobre el enlace solicitado.
- ¿Según análisis, es factible?
 - Adecuado: Conectar vía enlace dedicado y FIN DEL PROCESO.
 - No Adecuado: Continuar al [\(paso 8\) Análisis de Factibilidad de Conexión Vía 4G/5G](#)

5.5 Evaluación de Conexión Vía Red Móvil

Determinar, con antecedentes técnicos y operacionales medibles y trazables, la factibilidad de utilizar conectividad móvil 4G/5G como medio de comunicación entre los dispositivos de terreno (controladores de semáforo, cámaras u otros equipos) y la red de la UOCT, verificando que la

cobertura, calidad de señal, latencia, disponibilidad, seguridad y esquema de integración (APN privado/corporativo u otro) cumplan los requisitos mínimos definidos para la operación continua del sistema de control de tránsito.

Propósito: Evaluar la factibilidad técnica, operativa de utilizar conectividad móvil 4G/5G como medio de comunicación para los equipos de control (semáforos, cámaras u otros dispositivos en terreno), considerando la disponibilidad de cobertura, calidad de servicio, seguridad de la conexión y compatibilidad con la infraestructura actual de comunicaciones.

(paso 8) Análisis de Factibilidad de Conexión Vía 4G/5G

Parámetros de conectividad de interés

Validar factibilidad técnica y cobertura con proveedor de telecomunicaciones. El enlace vía red móvil debe cumplir con parámetros RSSI, RSRP, RSRQ Y SINR dentro del rango que UOCT plantea para un buen funcionamiento.

A continuación se presenta una tabla con los rangos de valores estandarizados de la señal para las variables de interés:

RSSI fuerza de la señal recibida (dBm)	RSRP promedio lineal de la potencia de la señal (dBm)	RSRQ Calidad de señal recibida de referencia (dB)	SINR RUIDO (dB)
Señal ideal > -40 [dbm]	Señal ideal > -80 [dbm]	Señal ideal > -10 [dB]	Señal ideal > 20 [dB]
Señal estable -40 a -60 [dbm]	Señal estable -80 a -90 [dbm]	Señal estable -10 a -15 [dB]	Señal estable 20 a 13 [dB]
Señal mínima aceptable -60 a -77 [dbm]	Señal mínima aceptable -90 a -110 [dbm]	Señal mínima aceptable -15 a -20 [dB]	Señal mínima aceptable 13 a -4 [dB]
Señal no aceptable < -78 [dbm]	Señal no aceptable < -110 [dbm]	Señal no aceptable < -20 [dB]	Señal no aceptable < -4 [dB]

Tabla: Valores señales (RSSI, RSRP, RSRQ y SINR)

De acuerdo al cuadro mostrado, las señales deben estar mínimo en el rango nombrado como **“señal mínima aceptable”** en cada uno de los 4 parámetros para que el funcionamiento del cruce sea factible.

- **Acción:** El mandante debe solicitar a UOCT la factibilidad técnica para la contratación de enlace dedicado. Esta solicitud se deberá realizar, mediante el ingreso del requerimiento a transporteinforma.cl/integracion

Los parámetros requeridos se encuentra en la siguiente tabla:

Parámetro Técnico	Valor Requerido
Ancho de banda mínimo	256 Kbps (solo semáforos) - 1 Mbps (semáforo + cámara)
Latencia	≤ 100 ms promedio para enlaces metropolitanos
Disponibilidad del servicio	≥ 98.5% mensual (acreditado mediante SLA - Acuerdo de Nivel de Servicio)
Jitter (variación de latencia)	≤ 30 ms
Tiempo de reparación	< 4 horas para fallas críticas (definido en contrato con tiempos de respuesta)
Tipo de conexión	APN privado o corporativo / M2M sin NAT - Enrutamiento directo a la red del cliente a través de red MPLS del operador o similar.
Seguridad	Enlace cifrado o con acceso controlado (si aplica para transmisión sensible)

- **Responsable:** UOCT, debe solicitar cotizaciones a operadores móviles, que incluya la provisión de SIM M2M con APN Privado o Corporativo, asegurando calidad de servicio (SLA) y enrutamiento seguro hacia la red de UOCT
- **Criterios:**
 - Existencia de cobertura técnica por parte de la empresa de telecomunicaciones.
- **Entregable:** UOCT informará al mandante sobre el enlace solicitado.
- **Adecuado:** Decisión: Conexión vía 4G/5G...**FIN DEL PROCESO.**
- No Adecuado: Proceda al [\(paso 9\) Analizar Conexión Vía Otra Tecnología](#)

5.6 Evaluación de otras tecnologías.

Explorar alternativas de conectividad no tradicionales, como servicios satelitales de baja órbita (ej. Starlink), en situaciones donde no sea posible habilitar enlaces mediante fibra óptica, radioenlace o servicios dedicados de telecomunicaciones, ya sea por inviabilidad técnica, altos costos o zonas rurales con limitada cobertura.

(paso 9) Analizar Conexión Vía Otra Tecnología

Acción: El mandante debe solicitar a UOCT la factibilidad técnica para la contratación de enlace a través de otra tecnología no explorada. Esta solicitud se deberá realizar, mediante el ingreso del requerimiento a transporteifnorma.cl/integracion

Los parámetros requeridos se encuentra en la siguiente tabla:

Parámetro	Recomendación / Valor Referencial
Latencia	Inferior a 50 ms (Starlink promedia entre 20 y 40 ms en condiciones óptimas)
Ancho de banda estimado	10 Mbps (solo semáforos) / 100 Mbps (semáforos + cámaras)
Estabilidad de conexión	Evaluar estabilidad en condiciones climáticas adversas
Requisitos de instalación	Considerar soporte físico, seguridad del equipo y acceso técnico
Tipo de conexión	Enlace satelital dedicado / MPLS – Tránsito a través de red privada del integrador, sin paso por internet público.
Seguridad	Enlace cifrado o con acceso controlado (si aplica para transmisión sensible)

- **Responsable:** UOCT, debe solicitar cotizaciones a proveedores de tecnologías alternativas (p. ej., LEO/Starlink u otras), asegurando calidad de servicio (SLA) y enrutamiento seguro hacia la red de UOCT
- **Criterios:**
 - Existencia de cobertura técnica por parte de la empresa desarrolladora de la solución en la tecnología no explorada.
- **Entregable:** UOCT informará al mandante sobre el enlace solicitado.
- **Adecuado:** Decisión: Conexión vía otra tecnología ...**FIN DEL PROCESO.**
- No Adecuado: Si el análisis concluye que la solución presenta limitaciones técnicas, falta de estabilidad o costos elevados en comparación con los beneficios, se debe documentar el caso como **no conectable por medios disponibles.**

6 Consideraciones Generales

Una vez finalizado el proceso de selección de la tecnología, se debe solicitar el medio de comunicación a través del formulario habilitado en la pagina de transporteinforma.cl, cuyo enlace directo es: <https://forms.gle/HyvXQ5bXsbpDNz7A9>

Establecida la comunicación entre los dispositivos de terreno y el centro de control, será exigible lo siguiente:

6.1 Entrega de documentación técnica según la tecnología implementada:

- **Fibra óptica:**
 - Plano de comunicaciones con trazado de fibra óptica.
 - Plano de comunicaciones con detalle de conexiones por filamento.
 - Plano de canalizaciones de sincronismo.
 - Certificaciones de enlaces por filamento.

- **Radio Enlace:**
 - Plano de comunicaciones del enlace radial.
Estudio de factibilidad de radioenlace.
 - Certificado de permiso limitado de espacio radial emitido por SUBTEL.

- **Red Móvil:**
 - Plano de comunicaciones con esquema de conexión red móvil.
 - Reporte de cobertura del operador móvil seleccionado.

- **Enlaces Dedicados:**
 - Contrato o convenio con la empresa de telecomunicaciones.
 - Informe técnico con parámetros garantizados (ancho de banda, latencia, disponibilidad).
 - Certificación de pruebas de aceptación del servicio.

6.2 Periodo de marcha blanca:

Para la recepción de la ejecución de obras para nuevas instalaciones y para la recepción de la ejecución de obras de normalización y/o modificación de semáforos se deben realizar y entregar la documentación de acuerdo al “Procedimiento de inspección de obras de semaforización”