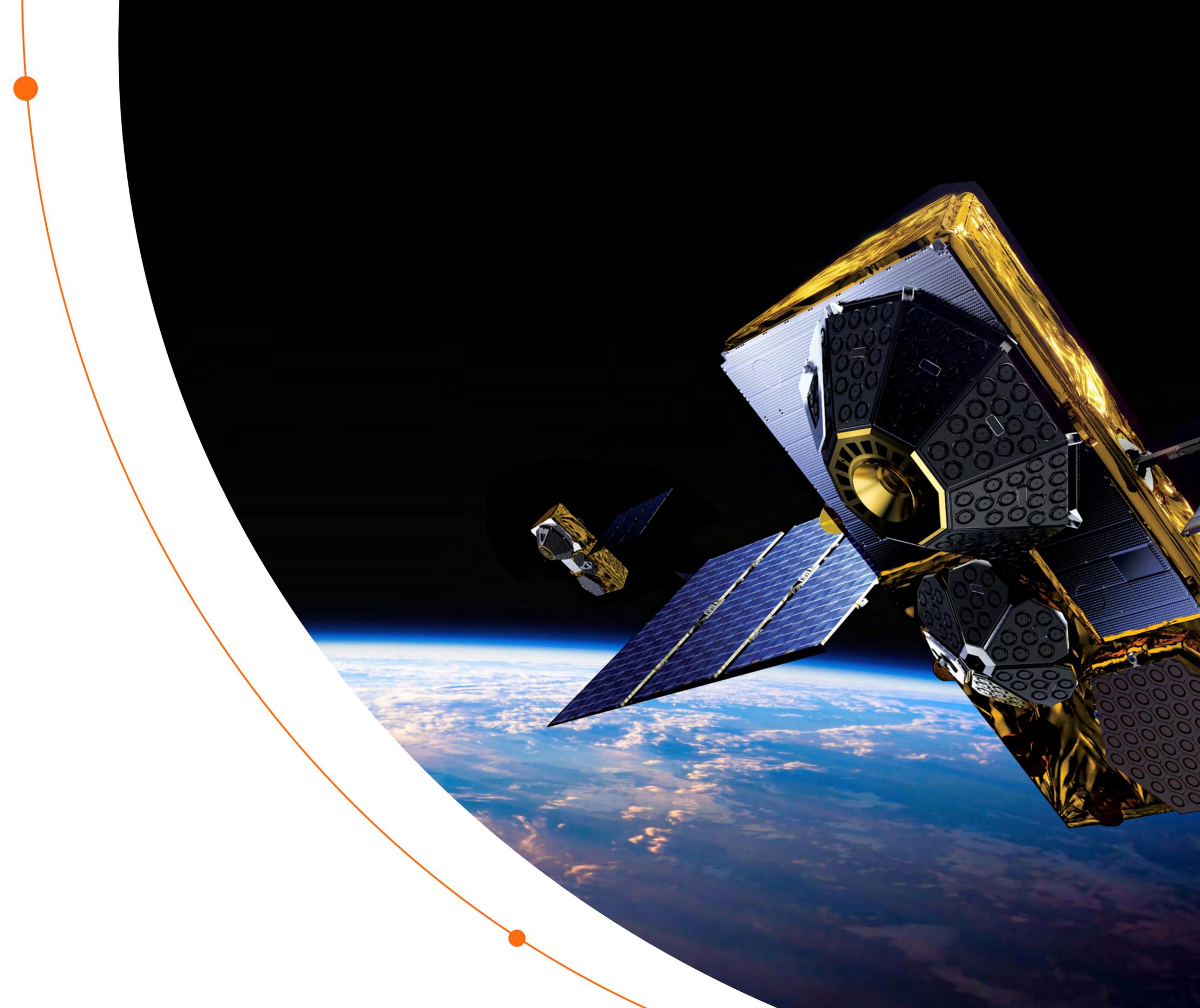


Globalstar[™]

LIBRO ELECTRÓNICO

Satélites para IoT

Un Mundo de Conectividad
Asequible y Replicable



La Internet de las cosas (IoT) ha revolucionado las industrias al permitir el monitoreo en tiempo real, la automatización y la toma de decisiones basada en datos. Sin embargo, uno de los mayores desafíos de las implementaciones de IoT es la conectividad: garantizar que los dispositivos permanezcan en línea independientemente de la ubicación, la infraestructura de red o las condiciones ambientales. Tradicionalmente, las redes celulares han sido la opción predeterminada para la conectividad IoT, pero la tecnología satelital ha surgido como una alternativa asequible, escalable y confiable que puede brindar cobertura incluso en las ubicaciones más remotas.

Con los avances en la tecnología satelital de órbita terrestre baja (LEO), la conectividad satelital ya no es una opción costosa y compleja limitada a aplicaciones gubernamentales y empresariales. Hoy, constituye una solución accesible, replicable y rentable para muchas implementaciones de IoT, desde comunicaciones unidireccionales de baja complejidad (IoT masiva) hasta aplicaciones de IoT altamente interactivas y de misión crítica con comunicación bidireccional.



La Evolución de la Conectividad Satelital: Asequibilidad y Accesibilidad

Históricamente, la conectividad satelital se asociaba con altos costos, infraestructura voluminosa y requisitos de integración complejos. Los satélites geoestacionarios (GEO), posicionados a 35 786 km sobre la Tierra, requerían estaciones terrestres grandes y costosas, y sufrían una alta latencia y degradación de la señal. Sin embargo, el auge de los satélites LEO, que orbitan entre 500 y 1500 km de altitud, ha reducido drásticamente los costos y mejorado el rendimiento.

Las redes satelitales tradicionales - no los dispositivos IoT de bajo consumo – se diseñaron para aplicaciones de gran ancho de banda, como radiodifusión y comunicaciones militares. Los sensores de IoT funcionan con un consumo mínimo de energía, y las soluciones satelitales anteriores agotaban las baterías demasiado rápido, lo que las hacía ineficientes para despliegues a largo plazo.



Además, las primeras redes satelitales requerían una integración personalizada, carecían de compatibilidad plug-and-play con las plataformas IoT y no admitían protocolos estándar de la industria. Esto creó una barrera importante para la adopción, por lo que las redes celulares y Wi-Fi se convirtieron en las opciones preferidas para los despliegues de IoT.

En la actualidad, los avances en las redes de satélites LEO y la reducción de costos han eliminado muchos de estos desafíos, haciendo de la conectividad satelital una opción viable, escalable y asequible.

La tecnología satelital LEO ha reducido el costo y el tamaño de los dispositivos conectados por satélite al simplificar los requisitos de antena. Debido a que los satélites LEO orbitan más cerca de la Tierra, los dispositivos compatibles pueden usar señales de menor potencia, y por lo tanto antenas menos complejas, eliminando la necesidad de antenas omnidireccionales más grandes y complejas de los dispositivos compatibles con GEO.

Las antenas menos complejas permiten dispositivos más económicos y compactos, lo que ayuda a reducir los costos generales del hardware y mejorar la portabilidad. Este enfoque de bajo consumo energético optimiza la energía de la batería y refuerza las ventajas de los dispositivos compactos y de menor costo, ideales para las aplicaciones de IoT.

Visión General Rápida de Cómo Funciona un Satélite

Las comunicaciones por satélite permiten la transmisión inalámbrica de datos al retransmitir señales entre un emisor y un receptor terrestres mediante satélites en órbita. Esta tecnología permite la conectividad global, superando las limitaciones de las redes inalámbricas terrestres.

Componentes Clave de las Comunicaciones Satelitales

La comunicación por satélite implica tres componentes principales:



Estaciones terrestres

Estos terminales terrestres son unidades fijas o móviles que envían y reciben señales hacia y desde satélites.



Satélites en órbita

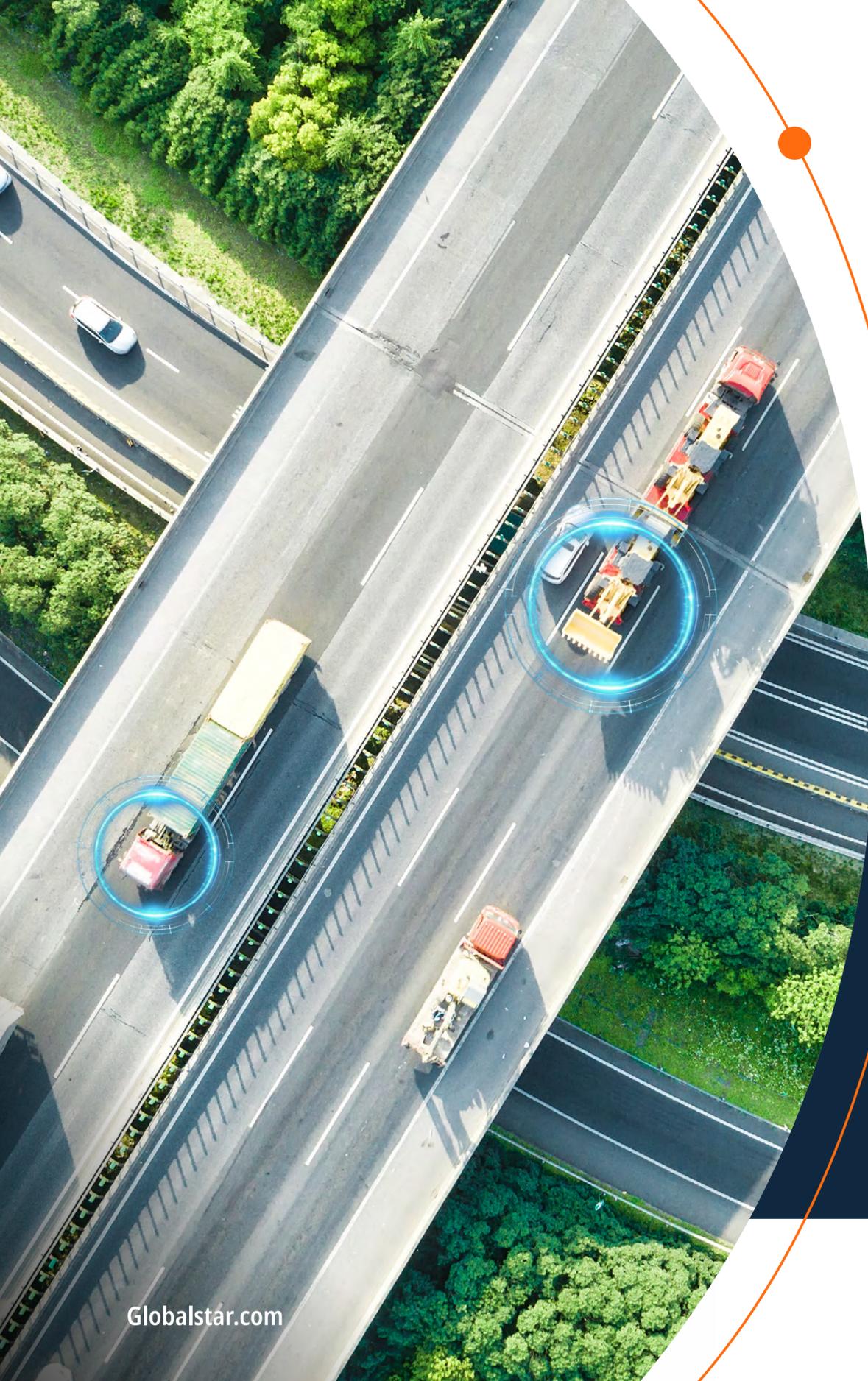
Los satélites actúan como estaciones repetidoras que transmiten señales entre estaciones terrestres y dispositivos de usuario.



Equipos del usuario

Dispositivos como sensores IoT, receptores GPS y sistemas de seguimiento que se comunican vía satélite.





El Proceso de Comunicación

La comunicación entre el satélite, el dispositivo y la estación terrestre se desarrolla en tres etapas:

- 1 Enlace Ascendente**
El dispositivo del usuario envía una señal a un satélite en órbita.
- 2 Retransmisión**
El satélite recibe, amplifica y redirige la señal hacia y desde una o más estaciones terrestres.
- 3 Enlace Descendente**
La señal se transmite desde el satélite hasta el dispositivo del usuario.

Este proceso permite la transferencia de datos a grandes distancias sin necesidad de infraestructura terrestre.

Los Diferentes Tipos de Satélites

Existen tres tipos de órbitas satelitales principales:

Órbita terrestre baja (LEO),
altamente compatible con
aplicaciones IoT

Órbita terrestre media (MEO),
ideal para sistemas GPS
y de navegación

Geoestacionario (GEO),
para aplicaciones
de banda ancha

Cómo Funciona el Satélite de Globalstar

La conectividad satelital de Globalstar aprovecha datos de paquetes pequeños, de baja latencia y bajo consumo para alargar la vida útil de la batería y aumentar la eficiencia de los dispositivos IoT. Utiliza espectro de banda media para optimizar la capacidad de cobertura y la velocidad de transmisión de los datos.

Esto se logra a través de una constelación de satélites LEO, que permite utilizar terminales más pequeños y económicos, así como una menor latencia de señal que otras redes.

Globalstar utiliza una arquitectura de canal directo, que facilita el procesamiento de datos y las actualizaciones tecnológicas en las estaciones terrestres. De este modo los datos sin procesar viajan seguros por el aire y se puede ampliar la red sin necesidad de lanzar nuevos satélites, mejorando así su operatividad.

¿Qué es la Arquitectura de Canal Directo en la Conectividad Satelital?

La arquitectura de canal directo es un modelo de comunicación en el que el satélite actúa como repetidor pasivo de señales, transmitiendo datos entre estaciones terrestres y terminales de usuario sin procesar ni alterar la señal. El satélite simplemente recibe, amplifica y redirige la señal a la Tierra, de forma similar a como un espejo refleja la luz.

Las ventajas de este tipo de arquitectura incluyen:

- ✓ **Baja complejidad:** el satélite no procesa datos, lo que reduce la complejidad de diseño y la seguridad de los datos.
- ✓ **Alto rendimiento:** dado que el satélite solo retransmite señales, puede manejar datos de manera eficiente.
- ✓ **Fiabilidad y rentabilidad:** los satélites que utilizan esta arquitectura son más fáciles de desarrollar y mantener al no requerir procesamiento integrado.

Por Qué la Conectividad Satelital Puede Superar a la Conectividad Celular en Aplicaciones IoT

Si bien las redes celulares (LTE y 5G) se utilizan ampliamente para IoT, presentan limitaciones importantes, sobre todo en aplicaciones remotas, de alta movilidad o de misión crítica. La conectividad satelital representa una alternativa poderosa que ofrece cobertura global, confiabilidad y resiliencia allí donde las redes celulares fallan en caso de desastres naturales cuando se encuentran fuera de servicio.

Cobertura Global Sin Zonas Muertas

Uno de los mayores desafíos de la conectividad celular son las zonas sin cobertura. Las redes celulares dependen de la infraestructura terrestre – torres, fibra óptica y estaciones base – limitada, por lo general, a zonas pobladas.

Esto crea zonas muertas en:

- Ubicaciones remotas, como desiertos, océanos y zonas rurales.
- Sitios industriales, incluidas minas, plataformas petrolíferas, plataformas marinas y oleoductos.
- Operaciones de logística y flotas, como el transporte marítimo global, la aviación y el transporte por carretera.

Las redes de satélite, en particular las constelaciones LEO, ofrecen una cobertura continua y sin fronteras en cualquier parte del mundo. Por ello, los satélites resultan indispensables para las industrias que requieren conectividad en tiempo real, sin importar lo alejadas que se encuentren sus operaciones.



Conectividad Confiable y a Prueba de Desastres

Las redes celulares dependen en gran medida de la infraestructura física, lo que las hace vulnerables a:



Desastres naturales, como huracanes, terremotos, inundaciones e incendios forestales



Cortes de energía que dejan fuera de servicio las torres celulares

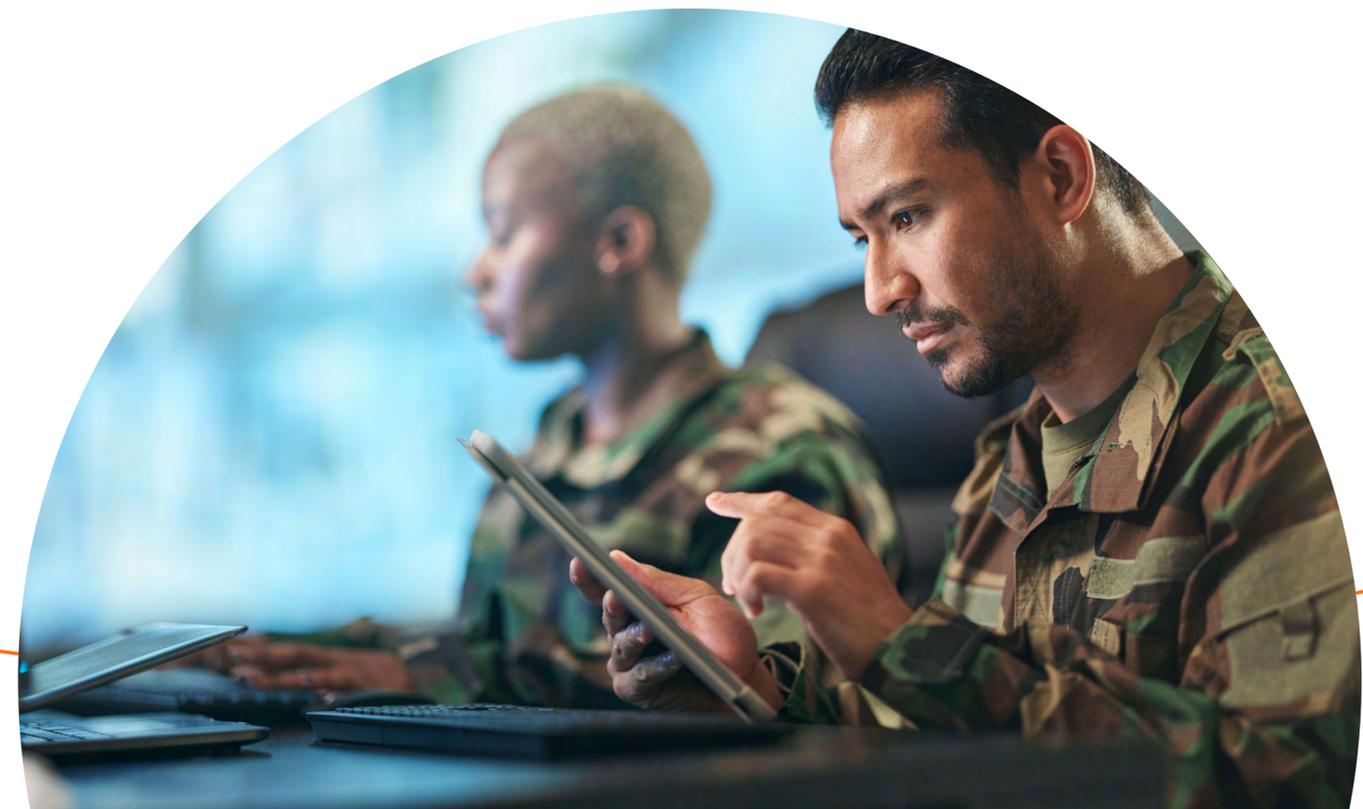


Ciberataques dirigidos a proveedores de telecomunicaciones centralizados

En cambio, la conectividad satelital puede ser más resistente que la infraestructura celular, particularmente en situaciones de emergencia. Globalstar ofrece una resiliencia de red sin precedentes al contar con capacidad satelital de múltiples rutas y múltiples estaciones terrestres redundantes que eliminan puntos únicos de falla.

Esto permite que los dispositivos IoT que utilizan conexiones satelitales continúen transmitiendo datos, rastreando activos y coordinando respuestas, lo que supone una ventaja clave para:

- ✓ Equipos de recuperación ante desastres
- ✓ Monitoreo de infraestructura crítica
- ✓ Logística de ayuda en caso de desastre
- ✓ Operaciones militares y de defensa



Flexibilidad Normativa y Transfronteriza

La conectividad celular está sujeta a la normativa local sobre el espectro y a acuerdos de licencia, lo que puede complicar los despliegues transfronterizos de IoT. Las empresas que operan en varios países deben lidiar con acuerdos de itinerancia, problemas de compatibilidad e inconsistencias de cobertura cuando utilizan la tecnología celular, recurriendo a múltiples acuerdos con operadores de redes móviles u operadores de redes móviles virtuales que deben combinarse para brindar cobertura, lo que incrementa la complejidad operativa.

Aunque los operadores satelitales también requieren autorizaciones por país, la gestión recae en el operador satelital, no en el usuario final. El espectro satelital de Globalstar está coordinado globalmente, lo que brinda conectividad constante, sin fronteras y escalable.

Para las empresas que operan en múltiples regiones, utilizar un proveedor de conectividad satelital en lugar de depender de redes celulares simplifica las operaciones transfronterizas y reduce los gastos administrativos. La conectividad satelital permite una calidad de red continua en todo el radio de cobertura y costos de datos mensuales predecibles, lo que elimina la necesidad de trabajar con múltiples socios de itinerancia y de ajustar las discrepancias de facturación que suelen surgir al utilizar diferentes proveedores celulares regionales. Esto reduce costos y ahorra tiempo y recursos que, de otro modo, se dedicarían a conciliar cargos variables, negociar nuevos acuerdos y solucionar problemas de cobertura de servicio inconsistente. Con la conectividad satelital, las empresas pueden lograr una comunicación fluida e ininterrumpida y una confiabilidad de red que garantiza la eficiencia operativa independientemente de los límites geográficos.

Conectividad Predecible y Replicable

La confiabilidad en IoT no se trata solo de permanecer conectado, sino de garantizar un rendimiento de red consistente y predecible.

Las redes celulares pueden sufrir fluctuaciones en la conectividad y el ancho de banda disponible debido a:

- Congestión de la red debido a la alta demanda de los usuarios
- Interferencias de señales cercanas y limitaciones del espectro
- Cambios en las condiciones regulatorias y restricciones de licencias

La conectividad satelital proporciona un rendimiento de red replicable al mantener una cobertura uniforme en todos los dispositivos conectados, independientemente de la ubicación. A diferencia de la tecnología celular, que puede experimentar interrupciones en la conexión y fluctuaciones en el ancho de banda, el satélite garantiza una transmisión de datos estable y predecible.

Escalabilidad Sin Limitaciones de Infraestructura

Ampliar una red IoT basada en telefonía celular puede requerir construir nuevas torres, ampliar redes de fibra o gestionar complejos procesos de aprobación regulatoria.

La conectividad satelital elimina estas barreras y permite a las empresas:

- ✓ Escalar operaciones a nivel mundial sin ampliaciones de infraestructura o acuerdos de itinerancia
- ✓ Desplegar dispositivos IoT en cualquier lugar sin necesidad de extender la red
- ✓ Garantizar una conectividad fluida y replicable en todas las regiones



Comunicaciones Satelitales Unidireccionales o Bidireccionales

La conectividad satelital puede ofrecer comunicaciones unidireccionales o bidireccionales. Ambas tecnologías existen desde hace tiempo, pero la bidireccional se ha vuelto mucho más viable gracias a su mayor asequibilidad frente al pasado.

Comunicación Satelital Unidireccional: Confiable, Rentable y Escalable

Ventajas de la Comunicación Satelital Unidireccional

- ✓ **Alta confiabilidad**
Transmisión sencilla y eficiente con mínimos puntos de falla.
- ✓ **Eficiencia de costos**
Bajo consumo de energía y hardware económico, ideal para implementaciones IoT a gran escala.
- ✓ **Eficiencia energética**
Los dispositivos unidireccionales operan con muy poca energía y pueden funcionar durante años con baterías.
- ✓ **Afinidad con IoT masivo**
Óptimos para aplicaciones donde no se requiere control en tiempo real, pero sí monitoreo continuo de datos.

Casos de Uso para la Comunicación Satelital Unidireccional



Seguimiento de activos

Monitoreo de flotas de vehículos, contenedores de carga, fauna silvestre o ganado



Monitoreo ambiental

Envío periódico de datos de temperatura, calidad del aire o condiciones meteorológicas



Monitoreo industrial

Informe de niveles de presión en tuberías, integridad estructural o actividad sísmica



Control industrial remoto

Ajuste del flujo de tuberías, encendido/apagado de equipos o gestión de distribución energética de forma remota



Respuesta ante desastres y servicios de emergencia

Comunicación bidireccional cuando fallan las redes terrestres, lo que permite coordinar esfuerzos de rescate

Casos de Uso para la Comunicación Satelital Bidireccional

Comunicación Satelital Bidireccional: En Tiempo Real, Orientada a la Acción e Interactiva

Ventajas de la Comunicación Bidireccional

- ✓ **Toma de decisiones en tiempo real**
Los dispositivos no solo transmiten datos, sino que también pueden recibir comandos para ajustar las operaciones dinámicamente.
- ✓ **Automatización de soporte y procesos basados en IA**
Los sistemas inteligentes reaccionan a condiciones cambiantes sin intervención humana.
- ✓ **Mayor eficiencia operativa**
Reduce el tiempo de inactividad al permitir diagnóstico y ajustes remotos.
- ✓ **Más asequible que nunca**
Los avances tecnológicos han reducido los costos y han hecho viable la comunicación bidireccional para más casos de uso.

Por Qué la Comunicación Satelital Bidireccional está en Auge

Debido a su costo y complejidad, los satélites bidireccionales anteriormente se limitaban a aplicaciones de misión crítica. Sin embargo, los avances en módulos satelitales de bajo costo, redes LEO y gestión eficiente de energía han hecho que los satélites bidireccionales sean mucho más accesibles. Hoy, empresas e industrias ahora pueden aprovechar el control en tiempo real sin costos excesivos, impulsando nuevas innovaciones en automatización, seguridad y eficiencia.

Aun así, la comunicación satelital unidireccional sigue siendo esencial, rentable y escalable para muchas aplicaciones IoT. La clave está en elegir la modalidad adecuada según la operación, ya sea monitoreo continuo mediante unidireccional o acción en tiempo real mediante bidireccional. A medida que la tecnología satelital continúa evolucionando, el futuro de la conectividad se configurará combinando ambos enfoques, garantizando que las industrias permanezcan conectadas dondequiera que operen.



Resumen de Casos de Uso de Satélites

La conectividad celular e inalámbrica funciona bien en muchos casos de uso de IoT, pero también hay casos de uso en los que la conectividad satelital supera a las redes celulares o inalámbricas, lo que garantiza una comunicación confiable, global e ininterrumpida:



Operaciones Industriales Remotas

Los oleoductos y gasoductos, por ejemplo, pueden monitorear los caudales, detectar fugas y ajustar las operaciones en áreas fuera del alcance celular.



Conectividad Marítima y en Aguas Profundas

En aplicaciones de pesca y navegación comercial, la conectividad satelital se puede utilizar para rastrear embarcaciones, enviar datos de captura y habilitar comunicaciones de emergencia lejos de la costa.



Respuesta Ante Desastres y Servicios de Emergencia

Los equipos de búsqueda y rescate pueden mantener comunicaciones críticas cuando las redes terrestres colapsan debido a desastres naturales.



Monitoreo de Infraestructura Crítica

Las redes eléctricas y los servicios públicos pueden equiparse con dispositivos IoT basados en conectividad satelital para gestionar de forma remota subestaciones, detectar fallas y optimizar la distribución de energía.



Cadena de Suministro Global y Logística

El seguimiento de carga y flotas puede utilizar soluciones IoT con conectividad satelital para monitorear envíos en tránsito a través de fronteras y carreteras remotas sin depender de las redes celulares locales.



Monitoreo Agrícola

Se pueden rastrear numerosos componentes de la agricultura, incluida la humedad del suelo, las condiciones climáticas y el ganado en granjas remotas donde las redes celulares no están disponibles o no son confiables.



Minería

Las soluciones de seguridad de los trabajadores posibilitan el seguimiento en tiempo real en minas a cielo abierto remotas sin depender de redes terrestres.



Comunicaciones Militares y de Defensa

Comunicaciones de comando y control seguras y resilientes en áreas sin cobertura terrestre.



Una Mirada a la Sólida Oferta Satelital de Globalstar

Globalstar opera una red de satélites LEO robusta y confiable, que ofrece una conectividad de aplicaciones incomparable. Con confiabilidad líder en la industria, rendimiento de baja latencia y cobertura global, las soluciones satelitales de Globalstar brindan a empresas, gobiernos e individuos una comunicación fluida en los entornos más remotos y desafiantes.

Nuestra red se destaca en rastreo de activos, soluciones IoT, respuesta a emergencias y servicios satelitales móviles, brindando conectividad rentable y escalable. Ya sea habilitando operaciones críticas de seguridad o impulsando aplicaciones industriales innovadoras, la tecnología LEO de Globalstar garantiza una conectividad permanente y de misión crítica donde más se necesita.

A continuación, se muestran algunos ejemplos en los que la conectividad satelital de Globalstar marcó la diferencia.

Revolucionando el Monitoreo de Tuberías con la Conectividad de Globalstar

Millones de kilómetros de tuberías subterráneas transportan recursos críticos, pero la corrosión amenaza su integridad a diario. Si bien los sistemas de protección catódica (CP) extienden la vida útil de las tuberías, los métodos de monitoreo tradicionales requieren visitas costosas y prolongadas al sitio, especialmente en áreas remotas, lo que retrasa la detección de posibles fallas.

MOBILTEX, líder en IoT industrial, ofrece soluciones inalámbricas de monitoreo CP que brindan datos de rendimiento en tiempo real y capacidades de control remoto. Sus productos CorTalk se instalan fácilmente en los gabinetes del sistema CP, alertan automáticamente a los operadores sobre problemas y permiten pruebas sincronizadas a través de la plataforma en la nube CorView. Sin embargo, muchas tuberías se extienden más allá de la cobertura celular, lo que requiere una solución de conectividad más confiable.

Al integrar los transmisores satelitales STX3 de Globalstar, MOBILTEX garantiza una transmisión de datos fluida desde los sistemas CP en todo el mundo. La tecnología satelital de Globalstar, de bajo costo y bajo consumo, permite el monitoreo continuo sin necesidad de visitas de campo, lo que reduce los gastos operativos y mejora la precisión de los datos.

La red satelital de Globalstar ofrece conectividad asequible y permanente, ayudando a las industrias a mejorar la seguridad, la eficiencia y la longevidad de la infraestructura. Ya sea para monitorear tuberías, activos remotos o infraestructura crítica, Globalstar garantiza que las empresas permanezcan conectadas cuando más importa.





Mejorando el Seguimiento de las Corrientes Oceánicas con la Conectividad de Globalstar

Durante más de una década, la NOAA ha utilizado radares Doppler costeros para rastrear las corrientes superficiales del océano, lo cual es fundamental para las operaciones de búsqueda y rescate de la Guardia Costera y para monitorear peligros como derrames de petróleo. Sin embargo, la precisión de estos radares se ve cada vez más afectada por embarcaciones de gran tamaño y parques eólicos marinos, lo que obliga a buscar nuevos métodos de verificación.

La Institución Oceanográfica Woods Hole (WHOI) lanzó un estudio para comparar los datos de Doppler con patrones de deriva oceánica en tiempo real. Para ello, los investigadores desplegaron “derivadores” de madera equipados con rastreadores GPS SmartOne C de Globalstar, que enviaron actualizaciones de posición constantes a través de la red de satélites Globalstar. Estos rastreadores ofrecieron una solución confiable, de bajo consumo y rentable para transmitir datos, incluso en entornos marítimos remotos.

El WHOI evaluó cómo las turbinas eólicas afectan la precisión del radar superponiendo los patrones de deriva obtenidos por GPS en los datos del radar de la NOAA. Los hallazgos ayudarán a la NOAA a perfeccionar sus métodos de seguimiento y garantizar un monitoreo confiable de las corrientes oceánicas a medida que se expande la infraestructura en alta mar.

La tecnología satelital de Globalstar permitió un monitoreo preciso y en tiempo real de los océanos, apoyando una investigación vital que mejora la seguridad marítima y la protección del medio ambiente. Ya sea para estudios oceánicos, seguimiento de activos o comunicaciones críticas, Globalstar ofrece la conectividad confiable necesaria para explorar y proteger las aguas del mundo. necesaria para explorar e proteger as aguas do mundo.

Ganadería Inteligente: Cómo Ceres Tag y Globalstar Revolucionan la Gestión Ganadera

La ganadería es una industria de alto riesgo, con clima impredecible, escasez de mano de obra e incertidumbre financiera. Los ganaderos modernos necesitan soluciones digitales para monitorear de manera eficiente sus animales, que suelen estar dispersos en grandes extensiones.

Presentamos Ceres Tag, una empresa australiana que desarrolló la primera etiqueta para oreja de ganado habilitada para IoT del mundo. Este dispositivo pequeño y liviano rastrea la ubicación GPS y el movimiento a través de un acelerómetro, analiza los datos y ofrece información sobre eficiencia alimentaria, aumento de peso, salud e incluso emisiones de metano. Los ganaderos acceden a estos datos a través de una plataforma segura en la nube, lo que permite una gestión más inteligente del rebaño, el cumplimiento normativo y alertas ante actividades inusuales, como lesiones o robos.

El motor del éxito de Ceres Tag es el transmisor satelital ST150 de Globalstar, un chip que brinda conectividad global de bajo consumo a un costo asequible. Así, los ganaderos reciben datos confiables en tiempo real sobre cada animal, no solo promedios del rebaño. Además, la API abierta de la plataforma extiende su alcance más allá de la ganadería, apoyando a aseguradoras de ganado, conservacionistas y el seguimiento de la vida silvestre de más de 30 especies en todo el mundo.

Hoy con operaciones en 36 países, Ceres Tag está transformando la gestión del ganado y el monitoreo de la vida silvestre, demostrando que los datos inteligentes conducen a decisiones más acertadas. Gracias a la conectividad de Globalstar, incluso los ranchos más remotos pueden mantenerse a la vanguardia en una industria que evoluciona con rapidez.





¿Listo para Saber Más?

La potente conectividad satelital LEO y el hardware de Globalstar pueden impulsar nuevas innovaciones, respaldar soluciones existentes y ayudar a escalar a nivel mundial.

[Póngase en contacto con nuestro equipo de expertos en conectividad para obtener más información.](#)

Globalstar ™