

MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Torre Tubular 60 m — el Operador (3G/4G/5G)

Proyecto: Instalación de Antena Tubular 60 m — el Operador (3G/4G/5G)

Fecha: Julio 2026 · Versión: 1.0

Elaborado por: Enrique Calabozo Orea – Administrador de Sistemas TIC / Project Manager

1. Introducción y Alcance

Este manual describe los procedimientos de operación diaria y mantenimiento preventivo y correctivo de la infraestructura de la torre tubular de 60 m y su equipamiento radioeléctrico, para uso del equipo técnico responsable de su administración una vez finalizado el periodo de soporte post-implantación.

El alcance cubre: la estructura de la torre, el sistema radiante (antenas y RRUs), la caseta de equipos (BBU/gNodeB, energía y climatización) y el enlace de transporte (backhaul).

2. Roles y Responsabilidades

Rol	Responsabilidad
Administrador de Red (el Operador)	Operación diaria, monitorización remota de alarmas, gestión de la red de transporte
Responsable de Mantenimiento de Infraestructura	Mantenimiento estructural de la torre, revisión de plataformas y sistemas de protección
Técnico de Trabajos Verticales	Intervenciones que requieran acceso a la torre en altura
Soporte del instalador	Incidencias cubiertas por garantía, consultas de configuración avanzada

3. Operación Diaria

- Revisar diariamente el panel de alarmas remoto del OSS/NMS de el Operador (estado de RRUs, BBU/gNodeB, enlace de transporte y sistema de energía).
- Supervisar el estado de carga de las baterías de respaldo y la disponibilidad de la climatización de la caseta.
- Verificar que no existan alarmas de intrusión o incendio activas en la caseta de equipos.

4. Mantenimiento Preventivo

Tarea	Periodicidad	Responsable
Inspección visual de la estructura de la torre (corrosión, pernería, soldaduras)	Anual	Responsable de Mantenimiento
Verificación del par de apriete de la tornillería de los tramos de la torre	Cada 2 años	Técnico de Trabajos Verticales
Revisión del sistema de puesta a tierra y del pararrayos	Anual	Técnico Eléctrico
Inspección de la línea de vida y elementos de seguridad de la escalera	Anual	Técnico de Trabajos Verticales
Limpieza de radomos de antenas y verificación de fijaciones	Anual	Técnico de Trabajos Verticales
Verificación de baterías de respaldo (capacidad y autonomía real)	Semestral	Administrador de Red

Tarea	Periodicidad	Responsable
Revisión de la climatización de la caseta	Semestral	Técnico de Mantenimiento
Medición de niveles de exposición radioeléctrica (verificación periódica)	Cada 2 años o tras ampliación	Ingeniero de Radiofrecuencia
Revisión del galvanizado / repintado de protección anticorrosiva	Cada 5 años (o según inspección)	Responsable de Mantenimiento

5. Mantenimiento Correctivo — Incidencias Comunes

Síntoma	Causa probable	Acción recomendada
Alarma de fallo en una RRU	Fallo de hardware, pérdida de alimentación o de enlace óptico	Verificar alimentación y conexión óptica; sustituir la RRU si es necesario (respetando distancia de seguridad CEM)
Pérdida de comunicación con la BBU/gNodeB	Fallo del enlace de transporte (backhaul)	Verificar el enlace de fibra; activar el radioenlace de respaldo si está disponible
Alarma de baja tensión de baterías	Corte prolongado de suministro eléctrico	Verificar el suministro eléctrico principal; comprobar el estado de los rectificadores
Alarma de temperatura elevada en caseta	Fallo de climatización	Revisar el equipo de climatización; activar redundancia si existe
Vibración o ruido anómalo en la estructura	Posible aflojamiento de tornillería o daño estructural	Inspección estructural por técnico competente antes de continuar la operación

6. Seguridad en Trabajos en Altura

- Toda intervención en la torre requiere permiso de trabajo en altura y el uso de EPIs homologados (arnés, línea de vida, casco).
- Antes de acceder a la plataforma superior, debe reducirse o interrumpirse remotamente la potencia de transmisión de las antenas (mute de RF), respetando el procedimiento de exposición a CEM (ver Estudio de Niveles de Exposición Radioeléctrica).
- Nunca trabajar en la torre en condiciones de viento fuerte, tormenta eléctrica o hielo.
- Todo trabajo en altura debe realizarse por personal formado específicamente en trabajos verticales en infraestructuras de telecomunicaciones.

7. Copias de Seguridad y Recuperación

- Las configuraciones de la BBU/gNodeB se respaldan según la política estándar de ^{el Operador} para estaciones base (gestión centralizada OSS/NMS).
- Ante un fallo de equipo, restaurar la última configuración válida y verificar la integración con la red troncal antes de reincorporar el equipo a producción.

8. Garantías y Contacto de Soporte

Contacto	Datos
Instalador / Project Manager	Enrique Calabozo Orea — [teléfono] — [correo electrónico]
Soporte de garantía (torre, antenas, RRU, BBU)	Ver fichas técnicas de equipos — condiciones de garantía por fabricante
Centro de Operaciones de Red (^{el Operador})	[Nombre] — [teléfono] — [correo electrónico]

Nota: este manual es un documento vivo — debe actualizarse cada vez que se modifique el equipamiento radioeléctrico, se amplíen bandas/tecnologías, o se incorpore un nuevo operador a la plataforma reservada (45 m).