

MEMORIA TÉCNICA

Instalación de Infraestructura de Telecomunicaciones
Antena Tubular de 60 m — Tecnología 3G/4G/5G — el Operador

Proyecto: Antena Tubular 60 m el Operador 3G/4G/5G
Cliente: el Operador · Emplazamiento: [Ubicación pendiente de definir]
Fecha: Agosto 2026 · Versión: 1.1

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

ÍNDICE

- Introducción
- Objetivos del Proyecto
- Antecedentes y Situación Actual
- Descripción General del Proyecto
- Solución Técnica Propuesta
- Especificaciones Técnicas
- Plan de Ejecución y Cronograma
- Presupuesto Estimado
- Gestión de Riesgos
- Plan de Calidad y Pruebas
- Documentación Para Entregar
- Conclusiones
- Anexos

1. Introducción

El presente documento constituye la Memoria Técnica del proyecto de instalación de una nueva infraestructura de soporte radioeléctrico para el Operador el Operador : una antena tubular monopolo autoportante de 60 metros de altura, destinada a albergar equipamiento de acceso radio multitecnología (3G, 4G y 5G).

El objetivo principal es dotar a la zona de cobertura de una infraestructura moderna, capaz de soportar simultáneamente las tres generaciones de red móvil, con el sistema de radio remoto (RRU) ubicado en la parte alta de la torre junto a las antenas, minimizando pérdidas de señal y maximizando la eficiencia energética del emplazamiento.

2. Objetivos del Proyecto

Objetivo General: Instalar una torre tubular autoportante de 60 m con equipamiento multitecnología 3G/4G/5G para el Operador , cumpliendo la normativa estructural, radioeléctrica, ambiental y de seguridad aplicable.

Objetivos Específicos:

- Diseñar e instalar la torre tubular conforme a UNE-EN 1993-3-1 y CTE DB-SE-AE, con cimentación dimensionada según estudio geotécnico.
- Desplegar sistema radiante trisectorial (9 antenas + 9 RRU) con soporte 3G/4G/5G y RET.
- Instalar caseta de equipos con BBU/gNodeB, energía de respaldo y climatización.
- Obtener las licencias y autorizaciones necesarias (urbanística, aeronáutica, ambiental si procede).
- Garantizar el cumplimiento de los límites de exposición radioeléctrica (RD 1066/2001).
- Entregar la infraestructura con pruebas de aceptación superadas y documentación as-built completa.

3. Antecedentes y Situación Actual

- La zona de cobertura objetivo presenta insuficiencia de capacidad y/o cobertura en las bandas de el Operador .
- No existe infraestructura de soporte propia de el Operador en el emplazamiento, o la existente no permite la ampliación a 5G.
- Se requiere una solución de nueva construcción (greenfield) o, en su caso, el uso de infraestructura compartida si estuviera disponible.

4. Descripción General del Proyecto

El proyecto contempla:

- Torre tubular troncocónica autoportante de 60 m, acero galvanizado, con plataformas en base, 45 m y 58-60 m.
- Sistema radiante: 3 sectores × 3 antenas multibanda + 3 RRU por sector (total 9+9), con downtilt eléctrico remoto (RET).
- Caseta prefabricada de equipos con BBU/gNodeB, sistema de energía (rectificadores + baterías) y climatización.
- Pararrayos, puesta a tierra, escalera interior con línea de vida y baliza de obstáculo si aplica.
- Enlace de transporte (backhaul) hacia la red core de el Operador .
- Tramitación de licencias, estudio geotécnico, cálculo estructural definitivo y pruebas de aceptación.

5. Solución Técnica Propuesta

- Estructura: Torre tubular troncocónica 60 m (Ø 1,40 m base → 0,35 m coronación), diseño según Eurocódigos y CTE.

- Arquitectura radio: RRU en plataforma superior + BBU/gNodeB en caseta (arquitectura distribuida, mínima pérdida en feeder).
- Antenas: Paneles multibanda 700/800/900/1800/2100/2600/3500 MHz con RET y soporte Massive MIMO en n78.
- Energía: Suministro eléctrico + baterías de respaldo con autonomía de diseño ≥ 4 h.
- Protección: Pararrayos de coronación, puesta a tierra perimetral $\leq 10 \Omega$, línea de vida homologada.

6. Especificaciones Técnicas

- Altura total: 60 m. Tipología: tubular troncocónica autoportante, acero S275/S355 galvanizado en caliente.
- Sectorización: 3 sectores de 120° (azimuts de referencia $0^\circ/120^\circ/240^\circ$, ajustables según RF).
- Antenas: 9 ud multibanda con RET. RRU: 9 ud multibanda. BBU/gNodeB: 1 ud multitecnología.
- Garantías: 10 años estructura / 25 años galvanizado; 5 años sistema radiante y caseta.
- Normativa: UNE-EN 1993-3-1, CTE DB-SE-AE, RD 1066/2001, ETSI, 3GPP.

7. Plan de Ejecución y Cronograma

(Anexo 3 — duración estimada: 22 semanas, septiembre 2026 - febrero 2027).

- Fase 1 — Estudio y diseño (3 sem).
- Fase 2 — Licencias y permisos (8 sem, en paralelo).
- Fase 3 — Obra civil y cimentación (4 sem).
- Fase 4 — Montaje de la torre (2 sem).
- Fase 5 — Antenas, RRU y feeders (2 sem).
- Fase 6 — Caseta y energía (4 sem, en paralelo).
- Fase 7 — Puesta en servicio y pruebas de aceptación (Anexo 16) (2 sem).
- Fase 8 — As-built, Acta de Recepción (Anexo 17) y cierre (2 sem).

8. Presupuesto Estimado

Se adjunta desglose detallado en el Anexo 2 — Presupuesto Detallado. Incluye estructura, sistema radiante, caseta/energía, obra civil, tramitaciones y gestión de proyecto.

9. Gestión de Riesgos

Se detalla en el Anexo 4 — Matriz de Riesgos (versión 1.1). Riesgos principales: retraso en licencias (R-01), condiciones geotécnicas desfavorables (R-02), retraso de suministro (R-06), meteorología en izado (R-03) y servidumbres aeronáuticas (R-04).

10. Plan de Calidad y Pruebas

El plan de pruebas se formaliza en el Anexo 16 — Plan de Pruebas de Aceptación (UAT), con 16 casos cuantificados (P-T01 a P-T16):

- Estructura y seguridad: certificación estructural, verticalidad $\leq 1/1000$, tierra $\leq 10 \Omega$, línea de vida.
- Sistema radiante: azimuts $\pm 2^\circ$, RET, VSWR $\leq 1,5:1$, potencia radiada, integridad de feeders.
- Caseta y energía: UPS ≥ 4 h, climatización, backhaul, integración de alarmas OSS.
- RF y exposición: KPIs de cobertura, niveles de campo conforme a RD 1066/2001, baliza aeronáutica.

Se requiere el 100 % de casos críticos en PASS para la recepción provisional (Anexo 17).

11. Documentación a Entregar

- Planos de la torre y emplazamiento (Anexo 1).
- Presupuesto detallado (Anexo 2).
- Cronograma (Anexo 3).
- Matriz de riesgos (Anexo 4).
- Fichas técnicas (Anexo 5).
- Inventario detallado (Anexo 6).
- Manual de operación y mantenimiento (Anexo 7).
- Certificados de garantía (Anexo 8).
- Estudio de dimensionamiento RF (Anexo 9).
- Estudio de exposición radioeléctrica (Anexo 10).
- Informe de servidumbres aeronáuticas (Anexo 11).
- Configuración / puesta en marcha radio (Anexo 12).
- Memoria de cálculo estructural preliminar (Anexo 13).
- Estudio geotécnico — plantilla/alcance (Anexo 14).
- Estudio de impacto ambiental — plantilla (Anexo 15).
- Plan de pruebas de aceptación cumplimentado (Anexo 16).
- Acta de recepción provisional firmada (Anexo 17).

12. Conclusiones

La instalación de la torre tubular de 60 m proporcionará a el Operador el Operador una infraestructura de acceso radio multitecnología moderna, con arquitectura RRU en altura, capacidad 3G/4G/5G y cumplimiento de la normativa estructural, radioeléctrica y de seguridad. El proyecto incluye las tramitaciones, estudios previos, pruebas de aceptación formales y la documentación necesaria para la operación y el mantenimiento.

13. Anexos

- Anexo 1: Planos de la torre y emplazamiento
- Anexo 2: Presupuesto detallado
- Anexo 3: Cronograma
- Anexo 4: Matriz de riesgos
- Anexo 5: Fichas técnicas de equipos
- Anexo 6: Inventario detallado de equipos
- Anexo 7: Manual de operación y mantenimiento
- Anexo 8: Certificados de garantía
- Anexo 9: Estudio de dimensionamiento RF
- Anexo 10: Estudio de exposición radioeléctrica
- Anexo 11: Informe de servidumbres aeronáuticas
- Anexo 12: Configuración / puesta en marcha radio
- Anexo 13: Memoria de cálculo estructural (preliminar)
- Anexo 14: Estudio geotécnico (plantilla)
- Anexo 15: Estudio de impacto ambiental (plantilla)
- Anexo 16: Plan de pruebas de aceptación (UAT)
- Anexo 17: Acta de recepción provisional

Versión 1.1 — Actualizada con Anexos 16 (UAT) y 17 (Acta de Recepción), Matriz de Riesgos v1.1 y numeración completa de anexos. Los estudios geotécnico, estructural definitivo y EIA dependen del emplazamiento real.