

Manual Operativo de Construcción y Montaje de Sitios Celulares

Manual técnico integral para la correcta ejecución de obras civiles, estructurales y eléctricas en sitios celulares, elaborado según los estándares de MIC360.



www.mic360.cl

Manual Operativo de Construcción y Montaje de Sitios Celulares

Tabla de contenido

1.0 Introducción y Alcance	4
1.1 Objetivo	4
1.2 Alcance.....	4
2.0 Área de Búsqueda y Tipología de Sitios	4
2.1 Área de búsqueda.....	4
2.2 Tipos de sitios	5
2.3 Elección de ubicación.....	5
2.4 Determinación de altura.....	5
3.0 Tipos de Torres y Estructuras.....	6
3.1 Clasificación.....	6
3.2 Componentes estructurales	6
4.0 Diseño Estructural y Normativas Aplicables	6
4.1 Criterios de diseño.....	6
4.2 Normas nacionales e internacionales	7
4.3 Área de exposición al viento.....	7
5.0 Tipos de Suelo y Fundaciones	7
5.1 Diseño de fundaciones	8
6.0 Procedimientos Constructivos.....	8
6.1 Etapas generales	8
6.2 Control de calidad	8
7.0 Montaje de Torres y Equipamiento	9
8.0 Seguridad Estructural y Eléctrica.....	9
8.1 Sistemas de acceso a torre.....	9
8.2 Seguridad eléctrica	9
9.0 Energización del Sitio	10
10.0 Controles y Certificaciones	10
10.1 Carpeta de Recursos Humanos	10

10.2 Carpeta de Construcción.....	10
11.0 Obras Anexas y Servidumbres	10
11.1 Condiciones de caminos.....	10
11.2 Definiciones.....	11
12.0 Anexos Técnicos.....	11
12.1 Tabla de componentes estructurales	11
12.2 Parámetros de viento (según NCh 432-2010).....	11
12.3 Control de calidad.....	12



1.0 Introducción y Alcance

1.1 Objetivo

El presente manual operativo describe los procedimientos, especificaciones técnicas y criterios normativos aplicables al diseño, construcción, montaje y certificación de sitios celulares, tanto **Greenfield** como **Rooftop**, bajo estándares nacionales e internacionales.

Su objetivo es servir de guía práctica para el personal técnico, ingenieros, contratistas y supervisores encargados de ejecutar obras civiles, estructurales, eléctricas y de telecomunicaciones.

1.2 Alcance

El documento aplica a:

- Torres autoportadas, contraventadas y monopostes.
- Sitios Indoor (DAS) y Outdoor.
- Fundaciones, obras civiles, estructuras metálicas, montajes de antenas y sistemas eléctricos asociados.
- Procesos de control de calidad, seguridad, certificación y entrega final de obras.

2.0 Área de Búsqueda y Tipología de Sitios

2.1 Área de búsqueda

El área de búsqueda corresponde a los sectores definidos por los análisis de cobertura y capacidad de red, donde se requiere instalar nueva infraestructura.

Factores determinantes:

- **Cobertura:** excelente, buena, regular o mala.
- **Capacidad:** densidad de usuarios y demanda proyectada.
- **Topografía:** zonas urbanas, rurales o de cerro.

2.2 Tipos de sitios

Se reconocen dos modalidades principales:

Tipo de Sitio	Descripción	Aplicación
Indoor (DAS)	Sistema de distribución de antenas en recintos cerrados como malls, metros o edificios.	Aumenta cobertura interior.
Outdoor	Sitios Greenfield (rural/urbano) y Rooftop.	Cobertura macro y urbana.

2.3 Elección de ubicación

La selección se realiza mediante informe técnico multidisciplinario (TSS), con participación de:

- Gestor inmobiliario
- Ingeniero RF y transmisión
- Obras eléctricas y civiles

Se evalúan accesos, energía disponible, restricciones municipales y costos estimados.

2.4 Determinación de altura

La altura óptima se define por:

- Requerimientos de radiofrecuencia (RF).
- Obstáculos y relieve local.
- Limitaciones normativas de altura o servidumbres aéreas.

3.0 Tipos de Torres y Estructuras

3.1 Clasificación

Tipo de Torre	Características	Montaje
Autosoportada	Alta rigidez, mínima área de emplazamiento.	Manual.
Contraventada	Liviana, requiere gran área y tensores de acero.	Manual.
Monoposte	Estructura tubular, requiere grúa.	Mecanizado.

3.2 Componentes estructurales

- **Cantoneros:** elementos verticales (pilares).
- **Diagonales:** barras diagonales de refuerzo.
- **Montantes:** elementos horizontales.
- **Bridas de conexión:** placas que unen secciones.
- **Vientos:** cables de acero tensados (en torres contraventadas).

4.0 Diseño Estructural y Normativas Aplicables

4.1 Criterios de diseño

- Las cargas se determinan considerando peso propio, accesorios y viento.
- Se debe garantizar estabilidad ante solicitaciones combinadas.
- Se prioriza uso de acero estructural galvanizado ASTM A36 o superior.

4.2 Normas nacionales e internacionales

Norma	Año	Organismo	Aplicación
NCh 432 Of.71	1971	INN	Cálculo de acción del viento por zonas (ciudad, campo, cerro).
NCh 432:2010	2010	INN	Cálculo actualizado del viento por topografía y rugosidad.
NCh 433 Of.96 Mod.2012	2012	INN	Diseño sísmico de edificaciones.
TIA/EIA-222-G	1996	EIA	Estándar estructural para torres y soportes de antenas.

4.3 Área de exposición al viento

Se consideran todas las superficies expuestas: antenas RF, MMOO, plataformas y perfiles estructurales.

5.0 Tipos de Suelo y Fundaciones

Tipo de Suelo	Tensión Admisible	Descripción
Blando	0,8 kg/cm ²	Alta compresibilidad, requiere fundaciones amplias.
Semiduro	1,6 kg/cm ²	Estabilidad intermedia, uso común.
Duro	2,4 kg/cm ²	Ideal, permite zapatas reducidas.

5.1 Diseño de fundaciones

- Considerar tipo de torre, cargas y resistencia del terreno.
 - Se deben ejecutar ensayos de terreno (SPT o calicatas).
 - Se prohíbe fundar sobre rellenos sin compactar.
-

6.0 Procedimientos Constructivos

6.1 Etapas generales

1. **Trazado y replanteo del sitio**
2. **Excavaciones y nivelaciones**
3. **Emplantillado y enfierradura**
4. **Moldaje y hormigonado**
5. **Curado y control de laboratorio**
6. **Rellenos compactados**
7. **Montaje estructural**

6.2 Control de calidad

- Certificados de laboratorio del hormigón.
 - Ensayos de compactación y verticalidad.
 - Revisión de torque en pernos y uniones.
-

7.0 Montaje de Torres y Equipamiento

Elemento	Función	Observaciones
Tramos estructurales	Ensamble de torre.	Verificar bridas y pernos.
Soportes de antena	Sostener equipos RF y MW.	Alineación según azimut.
Tensores (vientos)	Estabilizar estructura.	Tensión uniforme y segura.

8.0 Seguridad Estructural y Eléctrica

8.1 Sistemas de acceso a torre

Sistema	Descripción
Cable de vida	Línea de seguridad continua en el eje vertical.
Riel Soll	Guía rígida metálica con carro de desplazamiento.
Gatera	Estructura cerrada con barandas y peldaños seguros.

8.2 Seguridad eléctrica

- Implementar **mall a tierra** conforme a norma SEC y NCh Elec 4/2003.
- Se debe medir la resistencia final ($<10 \Omega$).
- Todas las estructuras metálicas deben estar conectadas al sistema de tierra.

9.0 Energización del Sitio

- Verificar continuidad de la malla a tierra.
 - Certificar disyuntores y protecciones.
 - Comprobar polaridad y puesta en servicio segura.
-

10.0 Controles y Certificaciones

10.1 Carpeta de Recursos Humanos

Incluye:

- Contratos, entrega de EPP, reglamento interno, charlas, mutualidad, exámenes de altura, y cursos aplicables.

10.2 Carpeta de Construcción

Incluye:

- Certificados de materiales, hormigón, verticalidad, torque, riel Soll, malla tierra, conformidad del propietario y balizamiento.
-

11.0 Obras Anexas y Servidumbres

11.1 Condiciones de caminos

- Ancho mínimo: **3.0 m**
- Pendiente $\leq 30^\circ$
- Bombeo máximo: **3%**
- Radio de curva mínimo: **5.5 m**
- Cunetas y drenajes donde aplique.
- Raleo de 1.5 m por lado del camino.

11.2 Definiciones

Término	Definición
Huella	Acceso vehicular no normado, apto para vehículos 4x4.
Camino	Vía normada con carpeta de rodado y señalización.

12.0 Anexos Técnicos

12.1 Tabla de componentes estructurales

Componente	Material	Función
Cantenero	Acero angular	Soporte vertical principal
Diagonal	Acero angular o barra lisa	Transfiere esfuerzos de corte
Montante	Ángulo horizontal	Rigidez lateral
Brida	Placa de acero	Unión entre tramos

12.2 Parámetros de viento (según NCh 432-2010)

Zona	Velocidad básica (m/s)	Factor topográfico	Observaciones
Ciudad	30	1.0	Rugosidad alta
Campo abierto	38	1.1	Rugosidad media
Cima de cerro	45	1.2	Exposición total

12.3 Control de calidad

Prueba	Norma	Criterio de aceptación
Ensayo de compactación	NCh 1516	$\geq 95\%$ densidad Proctor
Hormigón (resistencia)	NCh 170	$\geq f'c$ especificada
Verticalidad	TIA/EIA-222-G	$\leq 1/1000$ altura total

