



Comisión de Regulación
de Comunicaciones
REPÚBLICA DE COLOMBIA



Código de Buenas Prácticas para el
despliegue de infraestructura de redes de
comunicaciones

Documento Amarillo
Centro de Conocimiento de la Industria

Coordinador: Juan Pablo Hernández
Líder: Diana Paola Morales Mora

Junio de 2012



Libertad y Orden

Comisión de Regulación de Comunicaciones – República de Colombia

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	7
1. BENEFICIOS OBTENIDOS POR EL USO DE SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES	10
2. INCONVENIENTES IDENTIFICADOS EN EL DESPLIEGUE DE REDES DE COMUNICACIÓN	14
3. ELEMENTOS DE RED E INFRAESTRUCTURA DE TELECOMUNICACIONES	21
4. ASPECTOS NORMATIVOS ASOCIADOS A LA EXPOSICIÓN A CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS Y AL DESPLIEGUE DE INFRAESTRUCTURA	25
4.1. Recomendaciones y normatividad internacional sobre exposición a campos electromagnéticos	27
4.1.1. Recomendación UIT-T K.52	30
4.1.1.1. Tipos de campo electromagnético	30
4.1.1.2. Exposición a campos electromagnéticos	32
4.2. Normatividad nacional sobre exposición a campos electromagnéticos	34
5. NORMATIVIDAD NACIONAL SOBRE INSTALACIÓN DE INFRAESTRUCTURA	39
5.1. Promoción del despliegue y uso de infraestructura	39
5.2. Normas municipales e interés general	43
6. PRÁCTICAS PROPUESTAS PARA IMPULSAR EL DESPLIEGUE DE INFRAESTRUCTURA	45
6.1. Documentos requeridos para el trámite de solicitudes de despliegue de infraestructura	46
6.2. Plan de despliegue	48
6.3. Consideraciones técnicas para el despliegue de infraestructura de telecomunicaciones	49
6.3.1. Mimetización y/o camuflaje de los soportes de las antenas	50
6.3.2. Compartición de infraestructura	51
6.3.3. Utilización de micro y pico celdas	52
6.4. Clasificación del terreno	53
6.5. Metodología de mediciones	55
6.5.1. Elementos para el control de las Emisiones de Campo Electromagnético	56
6.5.2. Plan de Mediciones municipales	57
6.5.2.1. Generación de mapas georeferenciados de monitoreo	58
7. UBICACIÓN E INSTALACIÓN DE ESTACIONES RADIOELÉCTRICAS Y DE INFRAESTRUCTURA ASOCIADA	61
8. INFORMACIÓN AL CIUDADANO SOBRE MEDICIONES DE EXPOSICIÓN AL CAMPO ELECTROMAGNÉTICO	70

9. MODELO DE ACTO ADMINISTRATIVO MUNICIPAL PARA LA INSTALACIÓN DE INFRAESTRUCTURA DE TELECOMUNICACIONES	73
10. ANEXO –TECNOLOGÍAS DE ACCESO	80
10.1. Tecnologías de acceso guiado	80
10.1.1. Acceso de banda ancha.....	80
10.1.2. Red de Acceso en cobre.....	81
10.1.3. Red de Acceso en Fibra Óptica.....	84
10.1.4. Red HFC – Híbridas Fibra – Coaxial.	85
10.2. Tecnologías de acceso no guiado	86
10.2.1. Comunicaciones de telefonía móvil.....	87
10.2.2. Comunicaciones Inalámbricas de Datos	88

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Red de Acceso.....	22
Figura 2: Red de transporte en una red de servicios de voz.....	22
Figura 3: Servicios a través de una red de telecomunicación.....	23
Figura 4: Tecnologías de acceso guiado.....	24
Figura 5: Tecnologías de acceso no guiado.....	24
Figura 6: Espectro Electromagnético.....	26
Figura 7: Modelo para consideración de distancias.....	32
Figura 8: Regiones de campo cercano y campo lejano.....	32
Figura 9: Zonas de exposición.....	33
Figura 10: Categoría de accesibilidad 1.....	36
Figura 11: Categoría de accesibilidad 2.....	37
Figura 12: Categoría de accesibilidad 3a.....	37
Figura 13: Categoría de accesibilidad 3b.....	38
Figura 14: Foto Microcelda, cruce de vías.....	52
Figura 15: Torre autosoportada para la colocación de una antena.....	62
Figura 16: Torre templeada - riendada.....	63
Figura 17: –Monopolo metálico.....	63
Figura 18: –Mastil sosobre azotea.....	65
Figura 19: –Antena en poste de energía.....	67
Figura 21: Unidad de Nodo B de UMTS Outdoor.....	69
Figura 22: Mapa de nivel de campo total en una zona de Barcelona (España).....	72
Figura 23: Topología general de una solución de banda ancha para acceso masivo.....	81
Figura 24: Topología de la red de acceso en cobre.....	81
Figura 25: Red de Acceso en Cobre, Segmento Primario.....	82
Figura 26: Red de Acceso en Cobre, Segmento Secundario.....	83
Figura 27: Segmento de Dispersión de la Red de Acceso en Cobre.....	83
Figura 28: Estructura general de una red HFC.....	86
Figura 29: Sistemas inalámbricos.....	87
Figura 30: Evolución de GSM a UMTS.....	89
Figura 31: Arquitectura UMTS: Dominios de Paquetes y circuitos.....	90
Figura 32: Clasificación de celdas redes móviles.....	91
Figura 33: Algunos tipos de picoceldas.....	93
Figura 34: Picocelda instalada en semáforo y en fachada.....	93

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Límites máximos de exposición a campos electromagnéticos según la frecuencia de operación.....	34
Tabla 2: Categorías de accesibilidad	36
Tabla 3: Equipos de medición	60



<http://rodrigoalbertopinocotes10020138.blogspot.com/>

INTRODUCCIÓN

Las Tecnologías de la Información y Telecomunicaciones –TIC- se han convertido en una necesidad que al permitir y facilitar el acceso a la sociedad del conocimiento a todos los ciudadanos colombianos se traduce en la distribución equitativa de las oportunidades y los beneficios de la incorporación de las TIC en todos los ámbitos de la economía, lo cual redundará en el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de todo el territorio nacional.

En razón a lo anterior, el ordenamiento jurídico colombiano ha establecido normas de nivel constitucional, legal, reglamentario y regulatorio con el fin de promover la masificación de los servicios públicos de telecomunicaciones, así como la apropiación de las herramientas tecnológicas que se derivan de esta clase de servicios por parte de todos los ciudadanos.

En la actualidad el despliegue de infraestructura de telecomunicaciones en los diferentes Municipios depende de las estrategias, políticas y normativas locales, que aunque buscan que el despliegue de infraestructura de telecomunicaciones sea de manera organizada respetando los procedimientos internos, en muchas ocasiones son adelantadas bajo la imposibilidad que tienen las autoridades municipales de acceder a la información técnica necesaria que les permita discernir sobre los beneficios que tendrá el desarrollo de nuevas tecnologías y la ampliación de servicios de telecomunicaciones, y el no poder contar con las herramientas suficientes que le permitan determinar el impacto que el despliegue de la infraestructura de telecomunicaciones pueda tener en relación con la protección del medio ambiente, de la salud de los habitantes del municipio y la ocupación del espacio público. Por lo que buscando el cumplimiento de la protección de la ciudadanía en general, se establecen restricciones de carácter general que no permiten que los mismos habitantes del municipio accedan a los servicios de telecomunicaciones.

En la actualidad existe un número importante de empresas nacionales e internacionales que adelantan proyectos de expansión y digitalización de redes con el fin de masificar los servicios de telecomunicaciones de voz, datos y video. La viabilidad de estos proyectos depende en gran parte de las condiciones favorables que permitan el despliegue de la infraestructura que soportan los distintos elementos de red. Al mencionar las “condiciones favorables” nos referimos a un entorno regulatorio nacional y municipal que promueva y facilite el despliegue de la infraestructura de telecomunicaciones.

Ahora bien, con el fin de lograr el despliegue de la infraestructura de TIC para así superar las condiciones de desigualdad, marginalidad y vulnerabilidad de los usuarios, el artículo 55 de la Ley 1450 de 2011 impone a la Comisión de Regulación de Comunicaciones –CRC-, establecer los parámetros para que las Entidades anteriormente mencionadas, en el ámbito de sus competencias, promuevan el despliegue de los componentes de infraestructura pasiva y de soporte, de conformidad con los principios de trato no discriminatorio, promoción de la competencia, eficiencia, garantía de los derechos de los usuarios y promoción del acceso de las personas que habitan en zonas donde tales servicios no se están prestando.

Cabe anotar que el rol que por Ley debe desempeñar la CRC frente al despliegue de este tipo de infraestructura, para así lograr los objetivos atrás enunciados, adquiere una mayor connotación cuando, por virtud de lo establecido en el numeral 18 del artículo 22 de la Ley 1341 de 2009, funge como autoridad de segunda instancia en quien reside la facultad de resolver los recursos de apelación interpuestos contra los actos administrativos emitidos por cualquier autoridad, siempre y cuando se refieran a la construcción, instalación u operación de redes de telecomunicaciones, es decir, que se relacionen, entre otras, con el despliegue de infraestructura de TIC.

Es importante también resaltar que el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, a comienzos de febrero de 2010, le solicitó a la Agencia Nacional del Espectro (ANE) disponer lo necesario para que, en su calidad de organismo técnico asesor del Ministerio (artículo 26 Ley 1341 de 2009 y Decreto 093 de 2010), brinde todo su apoyo en la realización de estudios y la preparación de los borradores de los documentos requeridos, así como en cualquier otra actividad que le permita al gobierno asegurar que los colombianos conozcan, tanto las acciones que se han adelantado, como las que se planean realizar en relación con el despliegue de infraestructura de banda ancha.

Esta solicitud se enmarca en lo estipulado por la Honorable Corte Constitucional que en su Sentencia T-360 de 2010 le pide al Gobierno Nacional que *“establezca canales de comunicación e información con la comunidad”* acerca de los verdaderos riesgos que tiene la exposición a los campos electromagnéticos. Esta comunicación de doble vía con la comunidad, también debe servir para resaltar la importancia que tiene la instalación de nueva infraestructura de telecomunicaciones en el alcance de los objetivos de desarrollo social del país.

Por lo anterior, la Comisión de Regulación de Comunicaciones –CRC- en conjunto con el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones –MINTIC- y la Agencia Nacional del Espectro –ANE-, durante los días 11 de agosto, 22 de agosto, 1° de septiembre y 8 de septiembre de 2011 llevaron a cabo diferentes reuniones con diversas autoridades de los Municipios de Bucaramanga, Cali, Barranquilla y Cartagena en las cuales se evidenció la existencia de una diversidad de trámites para el despliegue de redes e infraestructura de telecomunicaciones, así como un profundo interés de las autoridades locales por conocer más sobre los aspectos técnicos y normativos sobre la materia, que les permita ajustar su marco legal con las tendencias nacionales e internacionales.

Adicionalmente, durante la vigencia del 2012 la CRC y la ANE, realizaron visitas a las ciudades de Cartagena y Manizales durante los días 22 de marzo, 4 de abril y 9 y 11 de mayo, en las cuales se trabajó de la mano con las autoridades locales para definir una propuesta normativa puntual relacionada con la localización de antenas de telecomunicaciones.

Así las cosas y en cumplimiento de lo dispuesto en la mencionada Ley del Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014 - Ley 1450 del 16 de junio de 2011- se elaboró el presente documento denominado Código de Buenas Prácticas, en el cual se definen las condiciones técnicas que se requieren para la instalación de nueva infraestructura bajo el objetivo de ampliación de cobertura o prestación de nuevos servicios de comunicaciones, la metodología que estará asociada a la verificación de los límites de exposición a los campos electromagnéticos – CEM- y se determinará de manera general la forma en que los diferentes proveedores de redes y servicios de telecomunicaciones podrán realizar el respectivo trámite de solicitud de autorización para la instalación de infraestructura de telecomunicaciones y las obligaciones asociadas a dicho trámite.



1. BENEFICIOS OBTENIDOS POR EL USO DE SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES

En las últimas décadas se ha evidenciado el creciente reconocimiento del papel primordial que tienen las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) en todos los ámbitos del desarrollo de la sociedad, permitiendo así lograr una mayor competitividad de las regiones gracias a que se han convertido en una herramienta esencial para el desarrollo tanto a nivel local como regional. Como lo confirman varios estudios, el desarrollo de la industria TIC y la masificación del uso de Internet conllevan importantes beneficios sociales y económicos. Este impacto es especialmente importante en los países en vías de desarrollo. Distintos estudios han encontrado que existe una correlación directa entre la penetración y el uso de Internet, la apropiación de las TIC, la generación de empleo y la reducción de la pobreza.

Teniendo en cuenta lo anterior, cabe anotar que a nivel social se producen notables mejoras como las siguientes:

- Transformación del tiempo y del espacio, las comunicaciones inalámbricas permiten conexión 24 horas y cada uno de los días del año. Mientras que las sociedades tradicionales se basaban en el contacto directo entre personas que en general vivían cerca, las sociedades modernas se expanden cada vez más en el tiempo y en el espacio. Este tiempo y espacio adquieren mayor relevancia, a la vez que los propios usuarios son capaces de utilizarlos más eficientemente en su provecho.
- Siempre comunicados. Se optimiza el proceso de comunicación de tal manera que permite la comunicación en cualquier lugar del país.
- Prestación de servicios para aplicaciones de datos, voz y video. Desarrollo de nuevas prácticas como conferencias de voz o imagen en el desarrollo cotidiano de las actividades sociales y laborales de las personas.
- Presta flexibilidad de desplazamiento a las personas, y a las pequeñas y medianas empresas.
- Logra una mejora de las condiciones sociales y económicas de las personas que viven en áreas suburbanas o rurales, debido a que desde su ubicación se puede acceder a herramientas orientadas a la educación, salud o participación social.

- En caso de emergencia permite una comunicación desde el punto de los hechos sin requerir desplazamiento alguno. Muchos líderes comunitarios resaltan, por la lejanía de sus barrios y la inseguridad de algunos de ellos en la noche, lo importante de poder comunicarse con la policía y con los hospitales en momentos de emergencia.

A nivel empresarial se observan varias mejoras en cuanto a lo siguiente:

- Mejora en el servicio al cliente.
- Capacidad de respuesta mejorada.
- Mejor acceso a la información.
- Una mejor fluidez del trabajo en todos los niveles laborales.

El desarrollo de la industria TIC es importante para aumentar la competitividad de un país. En un mundo globalizado, en el que los bienes y servicios se producen donde sea menos costoso hacerlo, la competitividad del país con relación a otros es muy importante. Adicionalmente, el incremento del uso y despliegue de las redes de comunicación especialmente las móviles, permite un acercamiento de todas las regiones del país al Estado, generando un crecimiento en la economía tanto nacional como de cada una de las regiones, favoreciendo que las diferentes regiones sean realmente competitivas y mejoren el acceso a diferentes servicios ofrecidos a nivel central.

Por todo lo anteriormente señalado, el gobierno nacional en cabeza del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Telecomunicaciones, ha impulsado el desarrollo del Plan Vive Digital que es el plan de tecnología para los próximos cuatro años en Colombia, el cual busca que el país dé un gran salto tecnológico mediante la masificación de Internet y el desarrollo del ecosistema digital nacional.

Para lograr la masificación del uso de Internet, el equipo del plan Vive Digital ha fijado algunas metas concretas para el año 2014:

- Triplicar el número de municipios conectados a la autopista de la información. En el momento de la formulación del presente Código, alrededor de 200 municipios del país están conectados a la red de fibra óptica nacional. Infraestructura que será expandida para llegar al menos a 700 municipios del país.

- Conectar a Internet al 50% de las MIPYMES y al 50% de los hogares. A la fecha de formulación del CBP, el 27% de los hogares y sólo el 7% de MIPYMES tienen conexión a Internet. En el 2014 se deberá llegar al 50% tanto de hogares como de MIPYMES.
- Multiplicar por 4 el número de conexiones a Internet. En el momento de formulación del Código, existen 2.2 millones de conexiones a Internet (contando conexiones fijas de más de 1024kbps e inalámbricas de 3G/4G), y se deberá llegar en el 2014 a 8.8 millones.

Para alcanzar estas metas, el plan Vive Digital desarrollará el ecosistema digital del país, mediante la expansión de la infraestructura, la creación de nuevos servicios a precios más bajos, la promoción del desarrollo de aplicaciones y contenidos digitales y el impulso a la apropiación tecnológica por parte de éstos. Así, crea un círculo virtuoso en el que existe más demanda de los usuarios, más aplicaciones para éstos, más y mejores servicios a precios más económicos, en una infraestructura moderna.

Dentro del ecosistema digital la infraestructura corresponde a los elementos físicos que proveen conectividad digital. Algunos ejemplos son las redes de fibra óptica nacionales, las torres de telefonía celular con sus equipos y antenas, y las redes de pares de cobre, coaxiales o de fibra óptica tendidas a los hogares y negocios.



2. INCONVENIENTES IDENTIFICADOS EN EL DESPLIEGUE DE REDES DE COMUNICACIÓN

Luego de identificar y observar el abanico de posibilidades y beneficios que se obtienen del despliegue de las comunicaciones, no se deben olvidar las dificultades que se tienen actualmente para permitir el despliegue de infraestructura en diversas regiones del país, debido a diferentes decisiones de parte de los involucrados en los trámites requeridos para dicho despliegue.

La mayoría de dificultades para el despliegue de infraestructura de telecomunicaciones, radican en especial al debate que desde hace unos años se viene manteniendo acerca de si el aumento progresivo y descontrolado de los niveles de emisiones electromagnéticas en nuestro entorno supone o supondrá un riesgo para la salud humana.

En Colombia las normas relativas al despliegue de infraestructuras que soportan redes de telecomunicaciones están determinadas por las normas generales aplicables a las Telecomunicaciones y por las normas que expiden los entes territoriales en ejercicio de sus competencias legales y constitucionales, por lo que en muchas ocasiones la infraestructura y redes de telecomunicaciones no puede desplegarse de manera adecuada para que todos los ciudadanos de los distintos municipios del país puedan acceder a las TIC.

Es claro que cada norma municipal es diferente y que los temas relativos al despliegue de infraestructura de telecomunicaciones se abordan de manera distinta por cada autoridad municipal dependiendo de la realidad económica y social de cada municipio.

Al revisar la normatividad colombiana se encuentran dos tipos de barreras normativas al despliegue de redes de telecomunicaciones: Las Barreras de Ubicación y las Barreras de Actividad.

DE UBICACIÓN: Son aquellas que restringen o prohíben la ubicación o instalación de elementos de infraestructura, redes o equipos en un determinado espacio determinado de manera tal que se dificulta o impide la prestación eficiente del servicio.

DE ACTIVIDAD: Son aquellas que restringen o prohíben el desarrollo de una actividad comercial o técnica relacionada con la prestación de servicios de telecomunicaciones de manera tal que se dificulta o impide la prestación eficiente del servicio.

Las barreras o restricciones de ubicación y de actividad se establecen indistintamente de manera implícita o explícita en los textos normativos de los diferentes municipios, afectando de esta manera

la prestación del servicio público de telecomunicaciones. Las formas más comunes son las siguientes:

- Prohibición explícita: Cuando se establece una restricción parcial o total al desarrollo de una actividad de telecomunicaciones o a la instalación de un elemento.
- Establecimiento de parámetros técnicos: se presenta cuando una norma municipal establece de manera inadecuada especificaciones técnicas para un tipo de obra, instalación, actividad de manera tal que se dificulta la aplicación de las mismas para los operadores de Telecomunicaciones.
- Exigencia de requisitos excesivos: La exigencia de documentos o gestiones excesivos que imponen cargas excesivas a los operadores.
- Definición inadecuada del concepto de telecomunicaciones: La definición inadecuada o descontextualizada de un elemento técnico, de una actividad o de un concepto general relacionado con la industria de telecomunicaciones en un reglamento municipal, puede llevar a que al momento de aplicar la norma se restrinja o impida injustificadamente la prestación de los servicios públicos en una determinada área de la ciudad.
- Adopción inadecuada de normas Técnicas: Cuando se adopta una norma técnica ya existente a nivel nacional o internacional y se relaciona con una situación técnica o fáctica que no corresponde a las realidades o necesidades específicas, puede restringirse o impedirse injustificadamente el despliegue de la infraestructura y la prestación de los servicios de telecomunicaciones.

Así las cosas, y luego de realizar un estudio detallado de la normatividad en materia de despliegue de infraestructura a nivel departamental, municipal, distrital o local se identificaron las siguientes barreras normativas, las cuales se encuentran en contravía de lo dispuesto en el Plan Nacional de Desarrollo:

- a) **Dispersión normativa:** Las disposiciones relativas al despliegue de infraestructura de telecomunicaciones no se encuentran concentradas en un solo acto administrativo, compilación, resumen, esquema o cualquier otro instrumento normativo que permita conocer todas las normas de un mismo municipio referidas a esta materia.

- b) Poca publicidad de la normatividad: Muchos municipios no tienen publicada en la respectiva página Web o en otro mecanismo de divulgación de los temas de interés para los ciudadanos y empresas, las normas de ordenamiento territorial (POT¹, PBOT², EOT³) y las demás normas que regulan el despliegue de infraestructura de telecomunicaciones.
- c) Existencia de normas desactualizadas y sin contexto: Si bien algunos de los municipios cuentan con normas de ordenamiento territorial que reconocen la importancia de las telecomunicaciones como factor fundamental para el desarrollo socio económico y para tal efecto establecen disposiciones generales y específicas relativas al despliegue de infraestructura, también es cierto que en muchos casos no se hace referencia alguna a los aspectos relacionados con las telecomunicaciones. Es común encontrar referencias relativas al servicio de telefonía local pero en la mayoría de los casos, no se prevén normas relacionadas con proyectos de infraestructura asociados con Internet y nuevas tecnologías.
- d) Prohibiciones de prestar servicios o actividades de telecomunicaciones en zonas residenciales y comerciales: Algunos municipios asignan el carácter de industrial o comercial a los servicios de telecomunicaciones y posteriormente al reglamentar el uso de suelo, prohíben el desarrollo de estas actividades en zonas residenciales o zonas comerciales: otros definen “centros de Telecomunicaciones” como equipamientos y limitan su ubicación a zonas institucionales o comerciales, dificultando así la instalación de ciertas infraestructuras necesarias para la distribución de servicios en zonas residenciales; además existen quienes prohíben explícitamente la prestación de servicios de telecomunicaciones en determinadas zonas de la ciudad y, en muchas ocasiones al no estar el uso del suelo autorizado para el desarrollo de actividades de telecomunicaciones se argumenta que no hay una autorización expresa para el despliegue de la infraestructura de telecomunicaciones o la instalación de elementos de red.
- e) Normas generales de ubicación de elementos de telecomunicaciones: Además de las normas que prohíben realizar actividades comerciales de telecomunicaciones, también es común encontrar normas municipales que restringen o prohíben de manera general la

¹ Plan de Ordenamiento Territorial

² Plan básico de Ordenamiento Territorial

³ Esquema de ordenamiento Territorial

ubicación de ciertos elementos de telecomunicaciones en determinados tipos de espacios o zonas urbanas.

- f) Exigencias sobre características de edificios e instalaciones: En algunos casos en edificaciones en las que operan establecimientos de telecomunicaciones (antenas, estaciones de telefonía, etc) desconociendo la realidad tecnológica de las redes actuales, se establecen obligaciones de parqueaderos, número de baños, zonas de descargue etcétera.
- g) Prohibiciones y restricciones a la instalación de antenas: Se han adoptado una serie de restricciones absolutas y generales que impiden la instalación de antenas en diferentes tipos de espacios urbanos, tales como parques, zonas residenciales, áreas cercanas a colegios, centros geriátricos, etcétera, sin brindar la posibilidad de plantear la instalación de antenas en condiciones de mimetización o con características que no generen inconvenientes a la ciudad y a sus habitantes.
- h) Restricciones relativas a la distancia mínima entre antenas, dado que sin ningún tipo de motivación o criterio técnico, se establece una distancia mínima de separación entre antenas.
- i) Ausencia de parámetros objetivos para la mimetización de antenas: No se encuentran las normas municipales unos estándares claros, completos, objetivos y aceptados por las partes interesadas (proveedores y autoridades locales) que establezcan unas directrices y buenas prácticas en materia de mimetización.
- j) Deficiente articulación entre proveedor, autoridad municipal y autoridad nacional: Al no contar el municipio con la asesoría adecuada para comprender la realidad operativa y tecnológica inherente al despliegue de infraestructuras de telecomunicaciones es muy difícil armonizar la aplicación de las normas de ordenamiento territorial con las necesidades de expansión de las redes o articular las competencias de ordenamiento urbano, protección medioambiental con la promoción del desarrollo y despliegue de infraestructuras de telecomunicaciones en los distintos municipios o ciudades.
- k) Apreciación errónea de la comunidad frente a la afectación a la salud que puede generar la exposición de las personas a los campos electromagnéticos, desconociendo los objetivos

que se fijan los proveedores de redes al dar inicio a un proyecto de despliegue de infraestructura de telecomunicaciones.

Debido a la existencia de diversos actores de carácter público y privado que son fundamentales, en el desarrollo del despliegue de la infraestructura, tales como los proveedores de redes y servicios de telecomunicaciones, los gobiernos municipales y los diferentes Ministerios involucrados, se deben considerar las siguientes premisas:

- Dar cobertura de todos los servicios de telecomunicaciones al 100% de la población.
- Mejora continua de la calidad de los servicios de comunicaciones.
- Impulsar el desarrollo económico a nivel regional y nacional.
- Evitar afectaciones al medio ambiente o la salud de las personas.

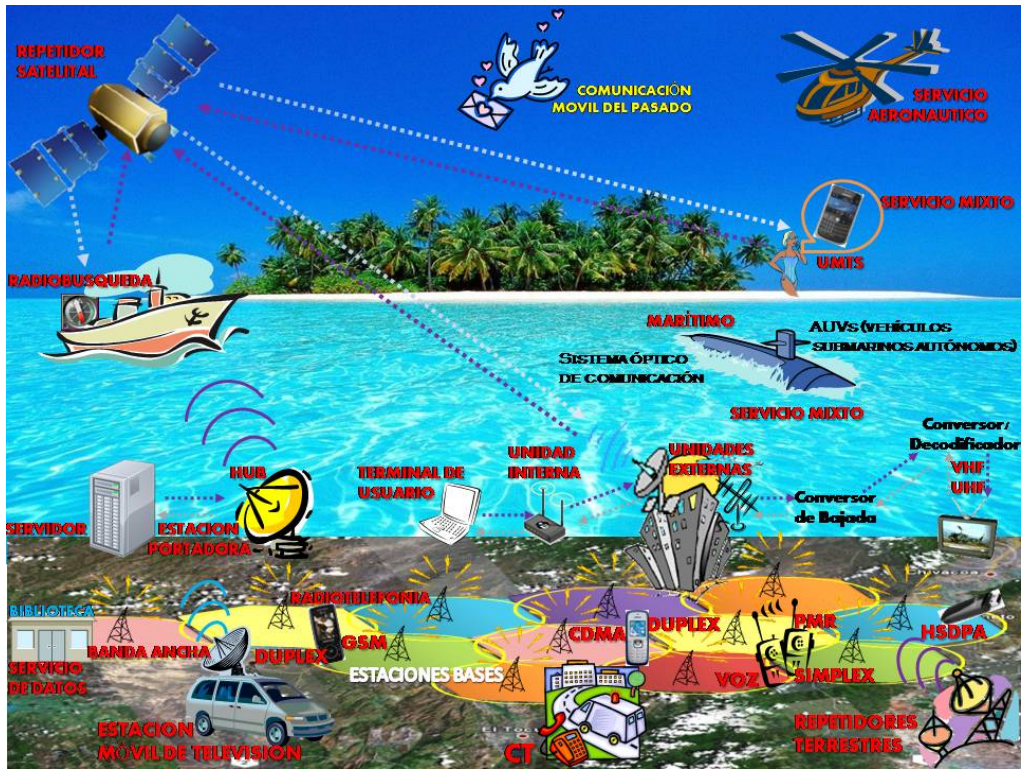
Al tener en cuenta lo anterior, se observa que para llegar a cumplir con estos objetivos es necesario que se puedan cumplir con algunas recomendaciones tales como:

- Reconocimiento a nivel local de las normas de exposición a campos electromagnéticos, adoptadas por el Gobierno Nacional.
- Establecimiento de normas mínimas que permitan la instalación de infraestructura de comunicaciones que siga unos estándares de construcción con los cuales se mitigue el impacto producido al medio ambiente.
- Elaboración por parte del proveedor de redes y servicios de telecomunicaciones de planes de despliegue anual, que permita planear de manera adecuada el despliegue de todos los operadores por los distintos municipios del país. Esta información deberá manejarse de manera confidencial de conformidad con las normas vigentes.
- Evitar a toda costa cualquier generación de duplicidad de documentación.
- Adopción a nivel de las autoridades municipales de normas que doten de seguridad jurídica a los involucrados en el despliegue de la infraestructura y permitan reducir los procedimientos de instalación asociados a dicho despliegue.
- Creación de un comité de asesoramiento técnico que dé soporte para permitir el despliegue de infraestructura, siempre y cuando sea viable técnicamente, el cual será conformado con el apoyo técnico de la Agencia Nacional del Espectro –ANE-.
- Generación de canales de comunicación que mantengan informada a la población, evitando la oposición por desconocimiento o desinformación.

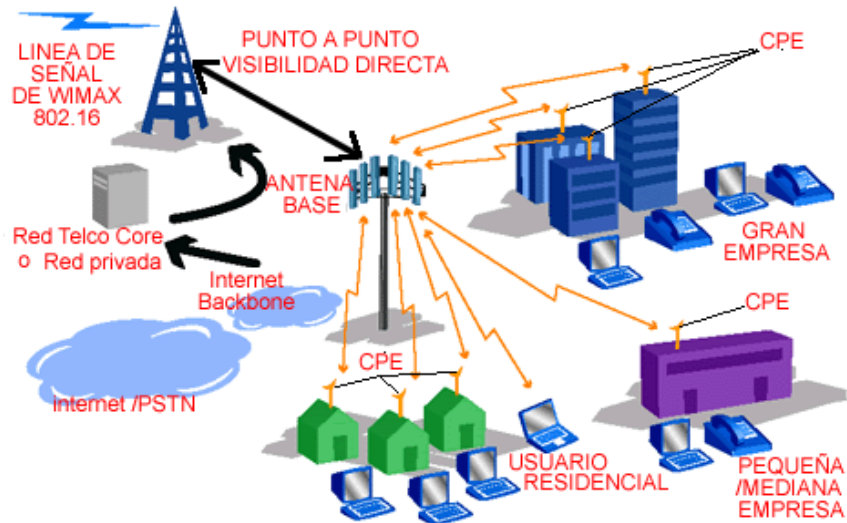
A partir de la identificación de las barreras existentes en Colombia las cuales obstaculizan el despliegue de infraestructura de telecomunicaciones y luego de la revisión previa realizada a las mejores prácticas sobre la materia de despliegue de infraestructura utilizadas en países como España, Reino Unido, Canadá y Argentina, se pone de manifiesto la necesidad de articular en un mismo documento las soluciones que permitan el efectivo despliegue de la infraestructura de telecomunicaciones necesaria para la expansión de las redes y la prestación de los servicios de telecomunicaciones en todos los municipios del país con altos niveles de calidad que permitan la satisfacción total del usuario.

En ese sentido, es necesario que en el país se adopte un Código de Buenas Prácticas que establezca todos los lineamientos más importantes que puedan dar solución a la problemática observada, el cual deberá ser seguido de manera autorregulatoria tanto por los proveedores de redes y servicios de telecomunicaciones como por las respectivas Entidades Territoriales.

Es así, como el presente Código de Buenas Prácticas recoge para conocimiento de las autoridades municipales, la información relacionada con los elementos de red necesarios para la prestación del servicio de telecomunicaciones, las condiciones que se deben considerar para la ubicación e instalación de las estaciones radioeléctricas y su infraestructura asociada; así como también hace una clara relación de la normatividad que a nivel nacional se ha expedido en materia de instalaciones de infraestructura, para de esta forma llegar a identificar las propuestas que permitan impulsar el despliegue de infraestructura de telecomunicaciones en todas la zonas del país.



<http://comunicacionsmviles.blogspot.com/2010/05/elementos-que-componen-un-sistema-de.html>



<http://ticylamejorasocial.blogspot.com/>

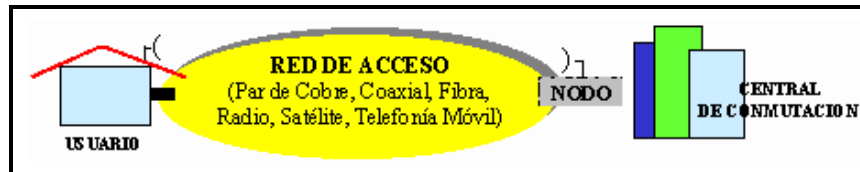
3. ELEMENTOS DE RED E INFRAESTRUCTURA DE TELECOMUNICACIONES

Con el fin de poder conocer de manera general la forma en la cual los proveedores de redes y servicios de telecomunicaciones ofrecen a sus usuarios los diferentes servicios de voz y datos, el presente capítulo tiene como finalidad diferenciar las partes en las cuales se divide una red de telecomunicaciones y conocer de manera directa cuales son los elementos de dicha red de telecomunicaciones que son susceptibles de ocupación de espacio público en el proceso de despliegue de la infraestructura de telecomunicaciones

En una red de Telecomunicaciones se identifican tres niveles funcionales:

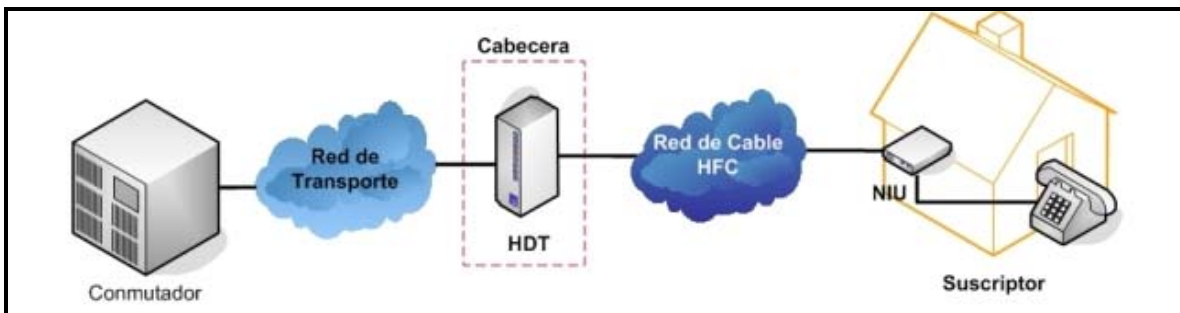
i) **Red de Acceso:** Dentro de la red de acceso, se pueden englobar todos los elementos encargados de llevar los contenidos multimedia hasta el usuario y atender las peticiones de éste por el canal de retorno.

Figura 1: Red de Acceso



ii) **Red troncal de transporte:** Es el primer nivel de la red de transporte y se encarga de hacer posible que la red alcance cualquier extensión geográfica.

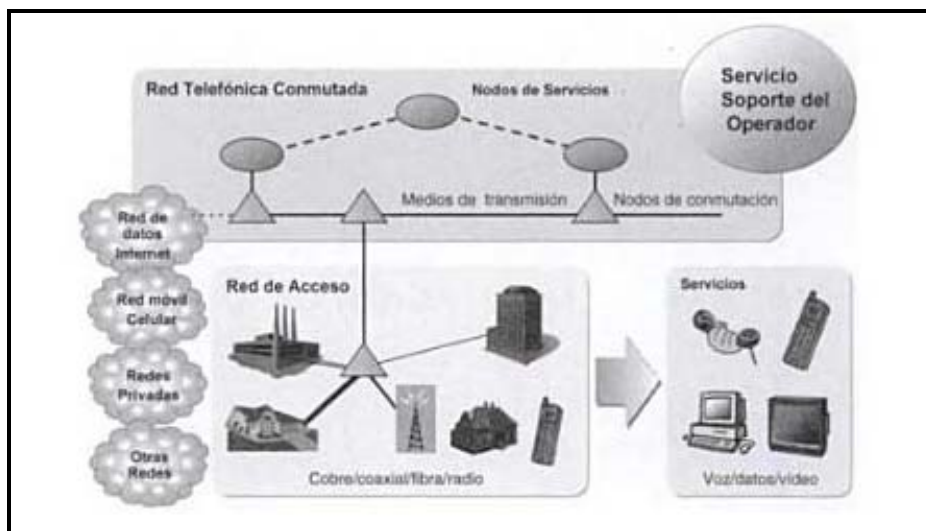
Figura 2: Red de transporte en una red de servicios de voz



iii) **Red de conmutación:** A través de la red de distribución deben llevarse a cabo las tareas de transmisión de datos y conmutación, teniendo como misión principal multiplexar la información proveniente de diferentes proveedores de servicios o distintos usuarios y adaptar el sistema de transporte a las características específicas del bucle de abonado.

La incorporación de nuevos servicios de telecomunicaciones (acceso a Internet de alta velocidad, VoIP, videoconferencia, teletrabajo, telebanca, teleeducación, juegos en red, etc.), el aumento en el número de usuarios y la necesidad de ofrecer servicios en sitios apartados, requiere aumentar la infraestructura de telecomunicaciones con el objetivo de ofrecer mayor cobertura y ancho de banda adicional al usuario final. Para facilitar el despliegue de nuevas tecnologías son necesarias instalaciones en planta externa, incluyendo la instalación de nuevos elementos de red en la vía pública, en los sitios de mayor concurrencia de usuarios, en zonas apartadas, en vías de acceso y en general en todos los lugares donde la comunidad requiera la prestación del servicio de telecomunicaciones por parte de cualquier proveedor de redes y servicios.

Figura 3: **Servicios a través de una red de telecomunicación**



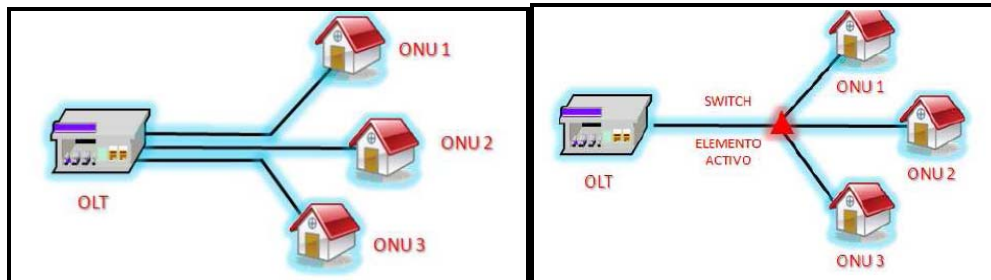
Fuente: *Redes y servicios de telecomunicaciones de Jose Manuel Huidobro Moya Capítulo I página 3.*

Es así, como la ubicación de los elementos de red es vital para el despliegue, ya que es donde se encontrarán situados los equipos técnicos que permiten que el usuario acceda al conjunto de servicios de voz y datos que ofrecen las redes de telecomunicaciones.

Los proveedores de redes y servicios de telecomunicaciones –PRST-, despliegan diferentes tipos de redes de acceso para poder llevar a sus usuarios los servicios provistos desde sus plataformas multiservicios. Dentro de los diferentes tipos de tecnologías de acceso, podemos diferenciar las siguientes:

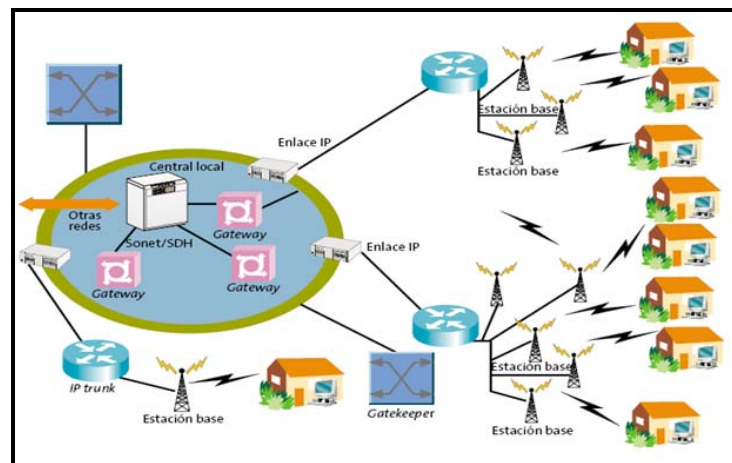
- Tecnologías de acceso guiado. Son todas aquéllas que requieren de la existencia de un medio físico de transmisión que transporte en su interior la información entre los extremos. Ejemplo de estas son las redes de acceso en banda ancha, las redes de acceso en cobre y las redes de acceso en fibra óptica.

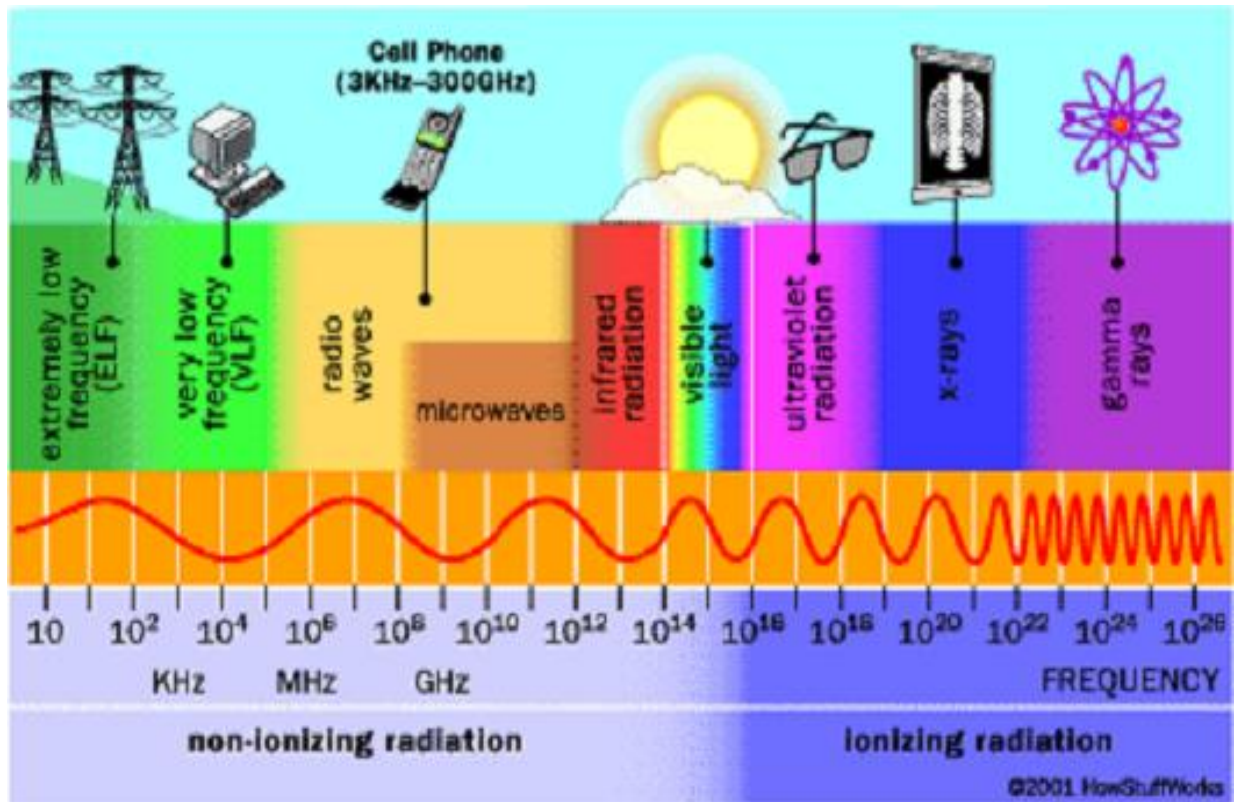
Figura 4: Tecnologías de acceso guiado



- Tecnologías de acceso no guiado. Son todas aquéllas que emplean como medio de transmisión el aire, es decir, propagan la información por medio del uso del espectro electromagnético. Ejemplo de estas son todas las soluciones de acceso inalámbrico bien sea que permitan o no la movilidad del usuario.

Figura 5: Tecnologías de acceso no guiado





<http://informanet1.blogspot.com/2011/09/de-nuevo-beneficios-de-la-licitacion-21.html>

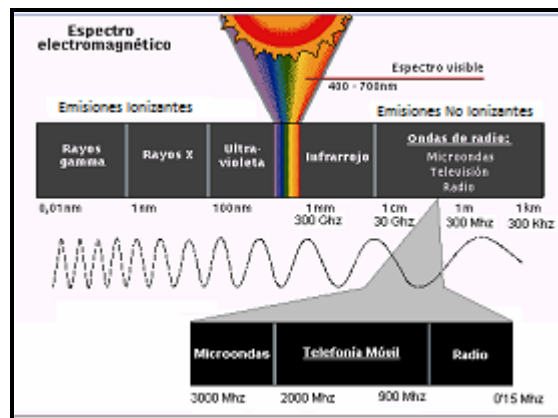
4. ASPECTOS NORMATIVOS ASOCIADOS A LA EXPOSICIÓN A CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS Y AL DESPLIEGUE DE INFRAESTRUCTURA

La proliferación de las telecomunicaciones no guiadas o inalámbricas ha originado la inminente y masiva instalación de antenas de telefonía móvil en las principales ciudades del país y en lugares apartados de la geografía colombiana. Pero si bien, el desarrollo de estas nuevas tecnologías que utilizan campos electromagnéticos (CEM) ofrece a la humanidad inmensos beneficios, también ha aumentado la preocupación de los ciudadanos por los posibles riesgos relativos a la salud, la seguridad, los efectos a largo plazo, etcétera.

Los campos eléctricos tienen su origen en diferencias de voltaje: Entre más elevado sea el voltaje, más fuerte será el campo que resulta. Los campos magnéticos tienen su origen en las corrientes eléctricas: una corriente más fuerte resulta en un campo más fuerte. Un campo eléctrico existe aún cuando no haya corriente. Cuando hay corriente, la magnitud del campo magnético cambiará con el consumo de poder, pero la fuerza del campo eléctrico quedará igual.⁴

En el medio en que vivimos, hay campos electromagnéticos por todas partes, pero son invisibles para el ojo humano. El campo electromagnético se distribuye en un espectro que se divide por niveles de frecuencia (número de veces que se repite la onda en un segundo) o longitud de onda, como se aprecia en la siguiente figura.

Figura 6: **Espectro Electromagnético**



Las ondas electromagnéticas son variaciones de los campos eléctrico y magnético, que se propagan por el aire, o incluso en el vacío, atenuándose muy rápidamente. La transmisión de energía en

⁴ Electromagnetic Fields, publicado por la Oficina Regional de la OMS para Europa (1999).

forma de ondas electromagnéticas a través del cualquier medio se denomina radiación o emisión; dichas emisiones electromagnéticas pueden provenir de fuentes naturales o artificiales.

En este sentido, las emisiones electromagnéticas pueden ser de dos tipos:

Emisiones ionizantes: Este tipo de emisiones altera o destruye las células del cuerpo y los núcleos celulares aumentando el riesgo de cáncer. Ejemplos: Radiación UV-C, Rayos X, Radiación radioactiva y Radiación Cósmica.

Emisiones no ionizantes: Las emisiones no ionizantes no disponen de energía suficiente para ionizar la materia, por lo que no afecta a la estructura atómica y molecular de los tejidos vivos. Por la anterior razón es que las frecuencias de este grupo de emisiones se utilizan para todos los servicios de telecomunicaciones. Este tipo de radiación se presenta en las frecuencias comprendidas entre los cero (0) y los 300 GHz, dividiéndose a su vez así:

- Frecuencias extremadamente bajas (FEB): Comprendidas de 0 Hz a 300 Hz. Generadas por sistemas eléctricos.
- Radiofrecuencias (RF): Frecuencias comprendidas entre 3kHz a 300 Mhz, en estas se encuentran la radiocomunicaciones en AM y FM.
- Microondas (MO): Frecuencias superiores a 300 MHz hasta 300 GHz, producidas por hornos microondas, radares, sistemas de comunicación y la telefonía móvil..

4.1. Recomendaciones y normatividad internacional sobre exposición a campos electromagnéticos

A nivel mundial, los organismos de referencia para los temas relacionados con las radiaciones no ionizantes son la Unión Internacional de Telecomunicaciones –UIT- y la Organización Mundial de la Salud –OMS- (tanto la UIT como la OMS son agencias especializadas del Sistema de Naciones Unidas). Ambas Entidades han aunado sus esfuerzos en la materia, en el seno de la Comisión de Estudio Cinco del Sector de Estandarización de la UIT (ITU-T SG5: “*Protección contra Efectos de Ambientes Electromagnéticos*”), en el cual se realizan permanentes análisis de temáticas afines. Este Grupo cuenta con la participación activa de la Comisión Internacional de la Protección de emisiones no ionizantes, ICNIRP (*International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection*), perteneciente a la Asociación Internacional de Radioprotección, IRPA (*International Radioprotection Association*). El Grupo UIT-T SG5 cuenta a su vez con dos Grupos de Trabajo:

- WP1: "*Seguridad y Prevención de Daños*"
- WP2: "*Emisión, Inmunidad, y Campos Electromagnéticos*"

Dentro de los temas que analiza el WP2 del UIT-T SG5, está el asunto de estudio 3/5: "*Exposición humana a los campos electromagnéticos (EMF), debido a sistemas de radio y equipos móviles*". Como resultado de los estudios que se desarrollaron para este tópico, el ITU-T SG5 definió los lineamientos para la protección de las personas ante la exposición a los campos electromagnéticos, con énfasis en estos sistemas y equipos, para lo cual determinó unos valores límites de esta exposición. Sus resultados están consignados dentro de las Recomendaciones UIT-T serie K: "*Protección contra Interferencias*", en particular las siguientes:

- **UIT-T K.52:** "*Orientación sobre el cumplimiento de los límites de exposición de las personas a los campos electromagnéticos*". Fue publicada en febrero del 2000, modificada en diciembre de 2004, y revisada nuevamente en mayo de 2009.
- **UIT-T K.61:** "*Directrices sobre la medición y la predicción numérica de los campos electromagnéticos para comprobar que las instalaciones de telecomunicaciones cumplen los límites de exposición de las personas*". Fue publicada en septiembre de 2003, y modificada en febrero de 2008.
- **UIT-T K.70:** "*Técnicas para limitar la exposición humana a los campos electromagnéticos en cercanías a estaciones de radiocomunicaciones*". Fue publicada en junio de 2007, y modificada en mayo de 2009.
- **UIT-T K.83:** "*Técnicas de monitoreo de la intensidad de campo de los campos electromagnéticos*". Fue publicada en marzo de 2011.

Otros organismos regionales, han tomado como referente esta Recomendación, para emitir sus propias normas, como el caso de la Rec. 1999/519/EC (julio 1999) del Consejo Europeo, "*Por la cual se establecen límites de exposición del público en general a campos electromagnéticos*".

En el caso de las Américas, los estudios pertinentes se realizan en el seno de la Comisión Interamericana de Telecomunicaciones, CITEL, en cooperación con la Organización Panamericana de la Salud, OPS (ambas pertenecientes a la Organización de Estados Americanos, OEA). Al

respecto, en el Comité Consultivo Permanente II, CCPII, de la CITELE (Radiocomunicaciones, incluyendo Radiodifusión), se cuenta con el "*Grupo Relator sobre Aspectos Técnicos y Regulatorios Relativos a los Efectos de las Emisiones Electromagnéticas no Ionizantes*"

En los estudios de este Grupo, se encuentra una amplia aceptación de la Recomendación de la UIT mencionada, la que en efecto ha sido adoptada por un gran número de países miembros, como parte de sus normas nacionales en la materia.

En América Latina sólo diez países poseen normas que regulan las dosis de exposición permitida a las emisiones electromagnéticas:

Argentina. Resoluciones del Ministerio de Salud, MS 202/1995, y de la Secretaría de Comercio, SeCom 530/2000. Los límites ocupacionales y públicos son similares a los de las normas de la ICNIRP.

Bolivia: Estándar Técnico de la Superintendencia de Telecomunicaciones, SITTEL 2002/0313.

Brasil: Resolución 303 del 2 de julio de 2002 de la Agencia Nacional de Telecomunicaciones (Agencia Nacional de Telecomunicaciones, ANATEL) que regula los límites de exposición a campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos en el espectro de radiofrecuencias entre 9 kHz y 300 GHz. Se basa en los límites recomendados por la ICNIRP⁵.

Chile: Decreto 594/00 Salud, Título 4, sobre la contaminación ambiental y Resolución 505/00 de la Subsecretaría de Telecomunicaciones, SUBTEL.

Colombia: Decreto 195 de 1995 y Resolución 1645 de 2005, se basan en las Recomendaciones UIT-T K52 y K61, soportadas en los límites recomendados por la ICNIRP.

Costa Rica: Resolución No 2896-98 de la Sala Constitucional que establece protocolos de medición para las líneas de alta tensión.

⁵ Comisión Internacional sobre la Protección contra Radiaciones no Ionizantes

Ecuador: Norma Técnica que establece los límites de máxima exposición permitida, aprobada en 2004. Se basa en los límites recomendados por la ICNIRP.

México: La Comisión Federal de Telecomunicaciones de México, COFETEL, reitera en su Programa Nacional de Normalización 2005 (PNN-2005) la necesidad de aprobar una norma oficial mexicana (NOM) que regule las emisiones no ionizantes en todo el espectro radioeléctrico. Este reclamo, planteado hace varios años en la NOM-126, refleja la preocupación social expresada por sectores cada vez más amplios de la población.

Perú: Decreto Supremo del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, MTC 038-2003, sobre la adopción de límites de exposición en el espectro de radiofrecuencias de 9 kHz a 300 GHz. Se basa en los límites recomendados por la ICNIRP.

Venezuela: Norma del Comité Venezolano para Normas Industriales, COVENIN: Norma Venezolana Covenin, NVC 2238-00. Es una norma nacional que fija los límites de máxima exposición permitida.

La reglamentación particular de cada país está dirigida a fijar los valores de exposición máxima permitida a las emisiones electromagnéticas de distintas frecuencias basándose en los efectos térmicos, es decir, para cada grupo de frecuencias se fija un valor de exposición máxima permitida por debajo de la cual la absorción promedio del Campo Electromagnético (CEM) por el cuerpo humano no representará un incremento nocivo de la temperatura (en general de alrededor de 0,1 °C).

4.1.1. Recomendación UIT-T K.52

Establece el procedimiento a seguir para la toma de mediciones de EMF (campo electromagnético), específicamente en el numeral ocho (8) se relacionan los métodos que pueden utilizarse para evaluar el EMF. Los criterios base son:

4.1.1.1. Tipos de campo electromagnético

Los límites de radiación establecidos se expresan en términos de intensidad de campo eléctrico, intensidad de campo magnético y densidad de potencia. Sin embargo, el comportamiento de los

campos electromagnéticos en la región inmediatamente cercana a la fuente de radiación es más complejo y por esto resulta más apropiado medir en forma independiente la intensidad de campo eléctrico y la intensidad de campo magnético, en lugar de medir una magnitud y deducir la otra usando modelos matemáticos; este comportamiento varía en función de la distancia al elemento que lo produce.

Considerando tal variación se denotan entonces dos regiones por donde la onda electromagnética radia:

- ***La región de campo cercano:***

Existe en las proximidades de una antena u otra estructura radiante en la que los campos eléctricos y magnéticos no son sustancialmente de tipo de onda plana, sino que varían considerablemente de punto a punto. El comportamiento de los campos electromagnéticos en la región cercana a la fuente, es más complejo; y por esto resulta más apropiado medir en forma independiente la intensidad de campo eléctrico y la intensidad de campo magnético.

Esta región se diferencia a su vez en campo cercano reactivo y campo cercano de radiación; el primero es la zona más cercana a la estructura de la antena, en esta zona la energía no está siendo radiada al espacio y se encuentra estacionaria; y el segundo es el espacio cercano al elemento radiante a partir del cual las ondas dejan su estado estacionario y se convierten en ondas viajeras, en esta zona el frente de ondas no es plano aún y por lo tanto la energía se distribuye en forma compleja.

- ***La región de campo lejano:***

Es la región de campo de una antena donde la distribución angular es esencialmente independiente de la distancia con respecto a la antena. En esta región el campo es predominante del tipo onda plana, es decir, distribución localmente uniforme de la intensidad de campo eléctrico y de la intensidad de campo magnético en planos transversales a la dirección de propagación.

En el campo lejano la distribución de la energía no varía en función del ángulo, por lo que solo en esta zona tiene validez el patrón de radiación de una antena.

Figura 7 y la Figura 8 ilustran ambas regiones, sus bordes, y el modelo matemático para su estimación, que depende de la distancia de la fuente radiante, y la longitud de onda de dicha radiación.

Figura 7: **Modelo para consideración de distancias**

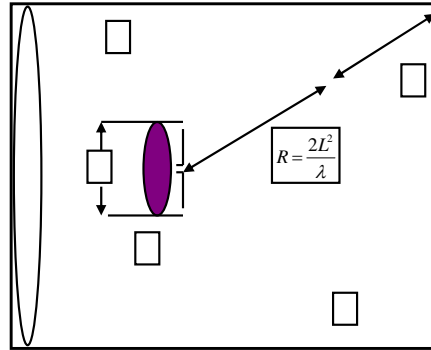
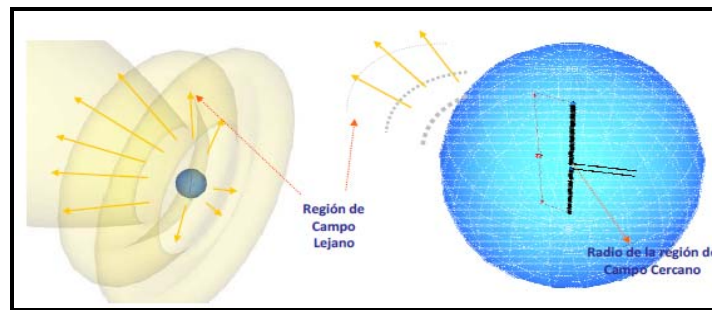


Figura 8: **Regiones de campo cercano y campo lejano**



El radio de la zona de campo cercano puede ser calculado en forma aproximada a partir de una ecuación que considera el tamaño físico del elemento radiante y la longitud de onda del campo radiado.

4.1.1.2. Exposición a campos electromagnéticos

Para efectos de evaluar la exposición de los seres humanos a los campos electromagnéticos se definen varios elementos:

Exposición: Persona sometida a campos eléctricos, magnéticos o electromagnéticos o a corrientes de contacto distintas de las originadas por procesos fisiológicos en el cuerpo o por otros fenómenos naturales.

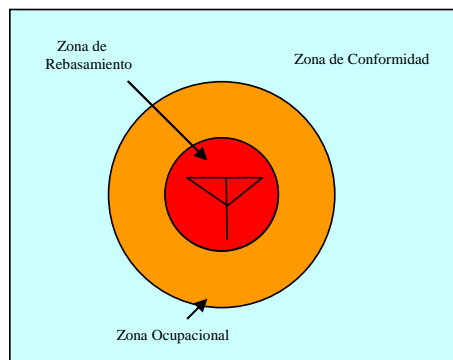
Zona de conformidad o Exposición de público en general: Personas expuestas a ondas electromagnéticas que no forman parte del personal que labora en una estación radioeléctrica.

Zona ocupacional o Exposición controlada: Personas expuestas por su trabajo y advertidas del potencial de exposición y que pueden ejercer control sobre las mismas.

Zona de rebasamiento: La exposición potencial al CEM sobrepasa los límites aplicables a la exposición controlada/ocupacional y a la exposición no controlada del público en general.

En la Figura 9 se muestra gráficamente la distribución de las zonas de exposición.

Figura 9: **Zonas de exposición**



Quienes presten servicios y/o actividades de telecomunicaciones deben asegurar que en las distintas zonas de exposición a campos electromagnéticos, el nivel de emisión de sus estaciones no exceda el límite máximo de exposición correspondiente a su frecuencia de operación, según los valores establecidos en la Tabla 1, correspondientes al cuadro I.2/K.52 de la Recomendación UIT-T K.52.

El límite ocupacional se aplica a las situaciones donde las personas están expuestas a emisiones electromagnéticas por causa de su trabajo, mientras que los límites de público general son aplicables para todas las personas cuyo oficio no está relacionado con las fuentes de emisiones radioeléctricas. En la figura 13 se observan las zonas de exposición: Conformidad o público en general, ocupacional y rebasamiento, definidas por la recomendación UIT K.52.

Tabla 1: Límites máximos de exposición a campos electromagnéticos según la frecuencia de operación

Tipo	Frecuencia	E (V/m)	H (A/m)	B (W/m ²)	
Computacional	9 - 63 kHz	610	24,4	-	
	0,063 - 1 MHz	610	1,67	-	
	1 - 10 MHz	610E	1,67	-	
	10 - 400 MHz	61	0,16	10	
	400 - 2000 MHz	26,1E	0,006E	1,2	140
	2 - 300 GHz	137	0,36	30	
Población General	9 - 150 kHz	67	3	-	
	0,15 - 1 MHz	67	0,73E	-	
	1 - 10 MHz	67E	0,73E	-	
	10 - 400 MHz	20	0,073	2	
	400 - 2000 MHz	1,375E	0,0007E	1,2	1200
	1 - 300 GHz	61	0,16	10	

4.2. Normatividad nacional sobre exposición a campos electromagnéticos

El Gobierno colombiano, al igual que muchos países del continente, adoptó los lineamientos establecidos internacionalmente en la Recomendación ITU-T K.52 y definió los mismos límites máximos de exposición a campos electromagnéticos para su aplicación por parte de quienes presten servicios y/o actividades de telecomunicaciones en la gama de frecuencias de 9 kHz a 300 GHz. Para tal fin, el entonces Ministerio de Comunicaciones (hoy Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones) mediante el Decreto 195 de 2005 adoptó los límites de exposición de personas a campos electromagnéticos y los procedimientos para instalación de estaciones radioeléctricas.

Adicionalmente, mediante dicho Decreto se facultó al Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones para definir las fuentes inherentemente conformes; dicha tarea comprendía el análisis de diversas fuentes radioeléctricas y la verificación de que éstas no excedieran los límites fijados en la normatividad mencionada. Por lo anterior, el Ministerio de TIC definió las fuentes inherentemente conformes, mediante la Resolución 1645 del 29 de julio de 2005, en la que se estableció:

"(...) Artículo 3o. Fuentes Inherentemente Conformes. Además de los emisores que cumplan con los parámetros estipulados en el numeral 3.11 del decreto 195 de 2005, para los efectos del

Decreto 195 de 2005 y de la presente Resolución, se definen como Fuentes Inherentemente Conformes, los emisores que emplean los siguientes sistemas y servicios, por cuanto sus campos electromagnéticos emitidos cumplen con los límites de exposición pertinentes y no son necesarias precauciones particulares:

- *Telefonía Móvil Celular*
- *Servicios de Comunicación Personal PCS*
- *Sistema Acceso Troncalizado – Trunking*
- *Sistema de Radiomensajes – Beeper*
- *Sistema de Radiocomunicación Convencional Voz y/o Datos – HF*
- *Sistema de Radiocomunicación Convencional Voz y/o Datos VHF*
- *Sistema de Radiocomunicación Convencional Voz y/o Datos UHF*
- *Proveedor de Segmento Espacial (...)*

A pesar de lo anterior, con el fin de mantener informada a la comunidad en general, el gobierno nacional promoverá en los PRST la medición de emisiones de Campos Electromagnéticos, que permitan mantener en observación los niveles a los que puede estar expuesta la población, para de esta forma garantizar, en todo momento, que la salud no se vea afectada por el uso de estas tecnologías.

Aunque no son necesarias precauciones particulares como lo menciona la Resolución 1645 de 2005, es importante que las autoridades tengan una actitud proactiva de prevención, lo cual estaría muy en línea con distintas iniciativas internacionales que permiten dar, de manera objetiva, un reporte periódico a la comunidad sobre los verdaderos riesgos de estas emisiones en la salud. La Organización Mundial de la Salud, por ejemplo, desde 1996, por medio del Proyecto Internacional CEM, busca cumplirle a la comunidad con estudios serios sobre los impactos a estas emisiones. Hasta el momento los resultados de este proyecto no confirman efectos adversos para la salud.

Así mismo, en dicha Resolución se adoptaron los modelos de categorías de accesibilidad, relacionados en la Tabla 2, en concordancia con la Recomendación de la Unión Internacional de Telecomunicaciones.

CATEGORÍA DE ACCESIBILIDAD POR SISTEMAS Y SERVICIOS

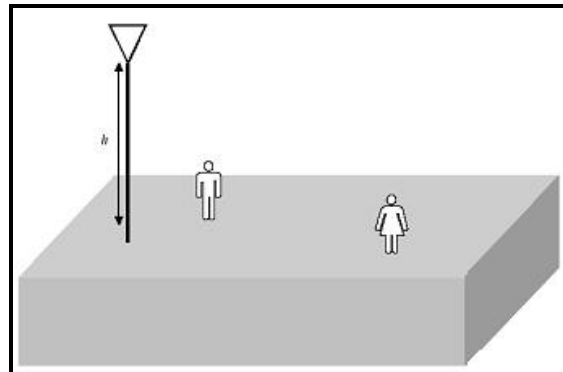
TIPO DE SERVICIO	CATEGORÍAS DE ACCESIBILIDAD			
	CATEGORÍA 1	CATEGORÍA 2	CATEGORÍA 3	CATEGORÍA 4
Telefonía Movil Celular	X		x	
Servicios de Comunicación Personal PCS	X		x	
Sistemas de Acceso Troncalizado Trunking	X		x	
Radiodifusión Sonora AM		x		
Radiodifusión Sonora FM	X			
Sistemas de Radiomensajes Beeper	X			
Sistemas de Radiocomunicación Convencional de Voz y/o Datos HF	X		x	
Sistemas de Radiocomunicación Convencional de Voz y/o Datos VHF	X		x	
Sistemas de Radiocomunicación Convencional de Voz y/o Datos UHF	X		x	
Servicio de Comunicaciones Vía Satélite		x	x	

Tabla 2: Categorías de accesibilidad

CATEGORÍA DE ACCESIBILIDAD 1:

Cuando la antena se encuentra instalada en una estructura (torre o mástil), inaccesible al público en general, el centro de radiación está ubicado a una altura h sobre el nivel del suelo ($h > 3m$). La siguiente Figura muestra un ejemplo de esta categoría:

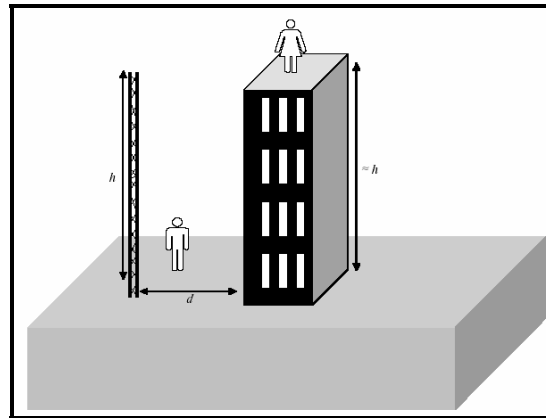
Figura 10: Categoría de accesibilidad 1



CATEGORÍA DE ACCESIBILIDAD 2:

Cuando la antena se encuentra instalada al nivel del suelo, el centro de radiación está a una altura h sobre el nivel del suelo y exista un edificio adyacente o una estructura accesible al público en general, a una distancia d , de la antena. La siguiente figura muestra un ejemplo de esta categoría:

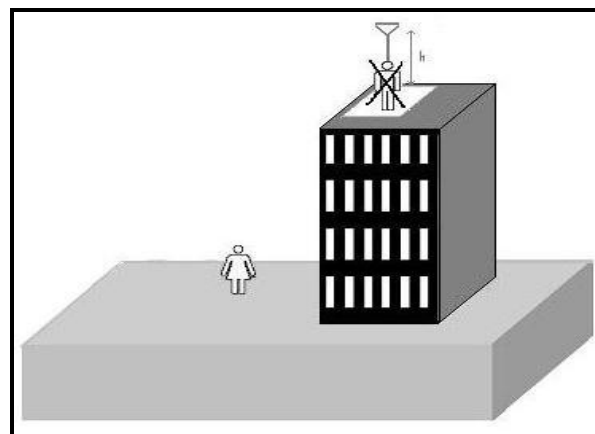
Figura 11: Categoría de accesibilidad 2



CATEGORÍA DE ACCESIBILIDAD 3a:

Cuando la antena está instalada en una estructura (edificio) a una altura h ($h > 3m$) con respecto a la azotea, el único acceso admisible es para la zona ocupacional, que representa una geometría rectangular típicamente, y cuyos elementos radiantes pueden estar sostenidos por un mástil al borde de la estructura física. La siguiente Figura muestra un ejemplo de esta categoría:

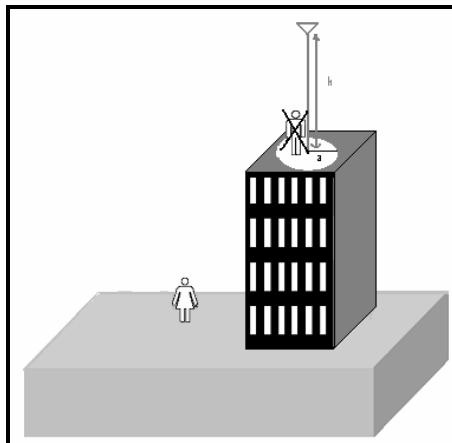
Figura 12: Categoría de accesibilidad 3^a



CATEGORÍA DE ACCESIBILIDAD 3b:

Cuando la antena está instalada en una torre encima de una estructura (edificio) a una altura h con respecto a la azotea del edificio. El único acceso admisible es para la zona ocupacional que representa una geometría circular típicamente. La siguiente Figura muestra un ejemplo de esta categoría:

Figura 13: Categoría de accesibilidad 3b



5. NORMATIVIDAD NACIONAL SOBRE INSTALACIÓN DE INFRAESTRUCTURA

Teniendo en cuenta lo anterior, y con el fin de lograr un eficiente despliegue de la infraestructura de telecomunicaciones en el país, a continuación se presenta una relación de normas de rango legal que se refieren específicamente a dicho despliegue:

5.1. Promoción del despliegue y uso de infraestructura

Uno de los principios orientadores previstos en el artículo 2° de la Ley 1341 de 2009 hace referencia al uso eficiente de la infraestructura y de los recursos escasos y que tiene como objeto que los distintos órganos del Estado contribuyan a efectos de permitirle a los ciudadanos acceder a las TIC:

En efecto, el artículo en mención textualmente dispone:

“3. Uso eficiente de la infraestructura y de los recursos escasos. El Estado fomentará el despliegue y uso eficiente de la infraestructura para la provisión de redes de telecomunicaciones y los servicios que sobre ellas se puedan prestar, y promoverá el óptimo aprovechamiento de los recursos escasos con el ánimo de generar competencia, calidad y eficiencia, en beneficio de los usuarios, siempre y cuando se remunere dicha infraestructura a costos de oportunidad, sea técnicamente factible, no degrade la calidad de servicio que el propietario de la red viene prestando a sus usuarios y a los terceros, no afecte la prestación de sus propios servicios y se cuente con suficiente infraestructura, teniendo en cuenta la factibilidad técnica y la remuneración a costos eficientes del acceso a dicha infraestructura. Para tal efecto, dentro del ámbito de sus competencias, las entidades de orden nacional y territorial están obligadas a adoptar todas las medidas que sean necesarias para facilitar y garantizar el desarrollo de la infraestructura requerida, estableciendo las garantías y medidas necesarias que contribuyan en la prevención, cuidado y conservación

para que no se deteriore el patrimonio público y el interés general.

*(Negrita y Subrayado nuestros)*⁶

La norma transcrita parte del reconocimiento de las competencias constitucionales en cabeza de los entes territoriales y procede a establecer un mandato en el sentido de que al ejercer estas competencias constitucionales, los municipios y departamentos deberán promover el despliegue de la infraestructura de telecomunicaciones, garantizando en todo caso la protección del patrimonio público y del interés general. Este deber adquiere mayor relevancia cuando el artículo 5° de dicha Ley impone a las Entidades tanto del orden nacional como municipal promover, coordinar y ejecutar planes, programas y proyectos tendientes a garantizar el acceso y uso de la población, las empresas y las entidades públicas a las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, para lo cual deberán incentivar el desarrollo de infraestructura, contenidos y aplicaciones, así como la ubicación estratégica de terminales y equipos que permitan realmente a los ciudadanos acceder a las aplicaciones tecnológicas que los beneficien, en especial aquellos considerados vulnerables y de zonas marginadas del país.

En consonancia con lo antes dicho, es de resaltar que las actuaciones de las entidades territoriales frente al despliegue de infraestructura, es decir, frente a la concesión o no de permisos para la ubicación e instalación de antenas, están guiadas por lo dispuesto en la Ley 152 de 1994⁷ y la Ley 388 de 1997, en especial respecto a la competencia normativa relacionada con la planeación y uso del suelo por parte de las entidades territoriales. Es así como, el artículo 1° de la Ley 388 de 1997 establece dentro de sus objetivos, el de promover la armoniosa concurrencia de la Nación, las entidades territoriales, las autoridades ambientales y las instancias y autoridades administrativas y de planificación, en el cumplimiento de las obligaciones constitucionales y legales que prescriben al Estado el ordenamiento del territorio, para lograr el mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes, mejoramiento que como se indicó anteriormente se logra, entre otras, con la accesibilidad a los servicios de TIC prevista en la Ley del Plan Nacional de Desarrollo.

De acuerdo con lo antes anotado, la H. Corte Constitucional en Sentencia C-037 de 2000⁸ expresamente señaló lo siguiente:

⁶ Artículo 2, numeral 1 Ley 1341 de 2009

⁷ Por la cual se establece la Ley Orgánica del Plan de Desarrollo.

⁸ Corte Constitucional. MP. Vladimiro Naranjo Mesa. 26 de enero de 2000. Expediente D-2441.

“...las atribuciones que corresponden a los departamentos y municipios deben ejercerse de conformidad, no sólo con las disposiciones de la Carta, sino también con las de la Ley...Adicionalmente, las disposiciones constitucionales relativas a las facultades de los gobernadores y de los alcaldes, indican que a ellos corresponde cumplir y hacer cumplir la Constitución, las leyes, los decretos del Gobierno, las ordenanzas de las asambleas departamentales y los acuerdos municipales (en el caso de los alcaldes), de donde se deduce que sus disposiciones y órdenes no pueden desconocer o incumplir tales normas, que por lo mismo resultan ser de superior rango jerárquico que las que ellos profieren. Todo ello, dentro del marco de la autonomía que les corresponde, es decir dejando a salvo la exclusiva competencia normativa que las autoridades territoriales tienen en los asuntos que la Constitución señala como atribuciones propias suyas.”

La Ley 1341 de 2009 refuerza este principio al establecer en su artículo 3°, lo siguiente:

*“**ARTÍCULO 3.** Sociedad de la Información y del Conocimiento. El Estado reconoce que el acceso y uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, el despliegue y uso eficiente de la infraestructura, el desarrollo de contenidos y aplicaciones, la protección a los usuarios, la formación de talento humano en estas tecnologías y su carácter transversal, son pilares para la consolidación de las sociedades de la información y del conocimiento”*

De otro lado el artículo 4° *ibidem*, prevé que la intervención del Estado en el sector de TIC se orienta, entre otros, al logro de los siguientes fines:

- *Garantizar el despliegue y el uso eficiente de la infraestructura y la igualdad de oportunidades en el acceso a los recursos escasos, se buscará la expansión, y cobertura para zonas de difícil acceso, en especial beneficiando a poblaciones vulnerables.*
- *Propender por la construcción, operación y mantenimiento de infraestructuras de las tecnologías de la información y las comunicaciones por la protección del medio ambiente y la salud pública.*

Ahora bien, el artículo 55 de la Ley 1450 de 2011, por medio del cual se adopta el Plan Nacional de Desarrollo 2010 – 2014, prevé la accesibilidad a los servicios de TIC como un derecho de los ciudadanos que debe ser observado por las Entidades del Estado de los niveles nacional, departamental, distrital y municipal, de la siguiente manera:

***“ARTÍCULO 55. ACCESIBILIDAD A SERVICIOS DE TIC.** Las entidades del Estado de los niveles nacional, departamental, distrital y municipal, en el ejercicio de sus competencias constitucionales y legales, promoverán el goce efectivo del derecho de acceso a todas las personas a la información y las comunicaciones, dentro de los límites establecidos por la Constitución y la Ley a través de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones y se abstendrán de establecer barreras, prohibiciones y restricciones que impidan dicho acceso.*

Con el fin de implementar lo establecido en el presente Plan Nacional de Desarrollo, corresponde a la Comisión de Regulación de Comunicaciones, de conformidad con las normas, establecer parámetros para que estas, en el ámbito de sus competencias, promuevan el despliegue de los componentes de infraestructura pasiva y de soporte de conformidad con los principios de trato no discriminatorio, promoción de la competencia, eficiencia, garantía de los derechos de los usuarios y promoción del acceso de las personas que habitan en zonas donde tales servicios no se están prestando, en aras de superar las condiciones de desigualdad, marginalidad y vulnerabilidad.”

Bajo este entendido, el artículo 55 de la Ley 1450 de 2011, por medio de la cual se adopta el Plan Nacional de Desarrollo 2010 – 2014, establece que, frente a la accesibilidad a los servicios de TIC, las Entidades del Estado de los niveles nacional, departamental, distrital y municipal, en el ejercicio de sus competencias constitucionales y legales, deberán promover el goce efectivo del derecho de acceso a todas las personas a la información y las comunicaciones, dentro de los límites establecidos por la Constitución y la Ley a través de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones y se abstendrán de establecer barreras, prohibiciones y restricciones que impidan dicho acceso.

Así las cosas, es claro que lo dispuesto en el citado artículo 55 impide a las Entidades del orden territorial, entre otras, el establecimiento de barreras, prohibiciones y restricciones que no permitan a los usuarios la accesibilidad y el goce efectivo de los servicios de TIC, lo anterior teniendo en cuenta que las restricciones para el despliegue y la instalación de la infraestructura indudablemente imposibilitan el acceso de los ciudadanos a los servicios públicos prestados por los respectivos proveedores de redes y servicios de telecomunicaciones, lo cual va en contravía del mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos como uno de los fines esenciales del Estado.

5.2. Normas municipales e interés general.

Dentro de las competencias y funciones asignadas a los Municipios por los artículos 287 y 313 de la Constitución Política de Colombia, se encuentran las relativas al ordenamiento del territorio y las relativas a la reglamentación del uso de suelo. De igual manera, los municipios deben ejercer estas funciones con sujeción a los mencionados artículos de despliegue de infraestructura establecidos en la Ley 1341 de 2009 y 1450 de 2011.

A nivel municipal se evidencia que debido a la motivación de proteger los derechos de la ciudadanía, a través de la protección de intereses generales, en muchas ocasiones se establecen restricciones, prohibiciones o barreras al despliegue de infraestructura que no corresponden a la realidad y que, por el contrario, en ocasiones, producen efectos adversos a la población tales como la degradación en la calidad de los servicios públicos de telecomunicaciones que le son suministrados, el no acceso a las tecnologías de la información y las comunicaciones y la disminución notable de oportunidades reales de desarrollo y educación.

En este orden de ideas, debe decirse que entre las motivaciones que comúnmente originan las barreras que afectan y restringen el despliegue de infraestructura y redes de telecomunicaciones, encontramos las siguientes:

- **Protección Medioambiental:** Normas que buscan prevenir la contaminación visual o auditiva. Existen incluso normas que regulan el diseño que deben tener las antenas.
- **Planeación y Ordenamiento urbano:** Normas que buscan garantizar el adecuado funcionamiento y planeación de la ciudad. De las normas típicas que encontramos en esta categoría son aquellas que establecen, de un lado, reglas sobre las actividades que se pueden desarrollar en una determinada zona de la ciudad y, del otro, la entrega material

de las redes de las empresas de servicios públicos a los municipios en los que se pretende desplegar dicha infraestructura.

- **Movilidad:** Normas que pretenden garantizar el adecuado desplazamiento de vehículos y peatones por las distintas vías, andenes, parques y otros espacios públicos. Como ejemplo de este tipo de medidas se presentan aquéllas que obligan a remover elementos de infraestructura ubicados en vías o espacios de tráfico de personas.
- **Salubridad Pública:** Normas que pretenden prohibir o restringir las prácticas que puedan poner en peligro la salud de los ciudadanos. Una disposición común en esta materia, son las normas tendientes a prevenir la exposición de personas a campos electromagnéticos con el fin de evitar efectos en la salud.
- **Seguridad y Funcionalidad:** Aquéllas normas que pretenden asegurar que el desarrollo de una actividad se lleve a cabo en edificios o instalaciones que cuenten con unas condiciones mínimas de seguridad para los ciudadanos y de funcionalidad para las personas que trabajan o acuden a estas instalaciones.



6. PRÁCTICAS PROPUESTAS PARA IMPULSAR EL DESPLIEGUE DE INFRAESTRUCTURA

Estudios del Banco Mundial revelan que un aumento en la penetración de Internet del 10% aumenta el Producto Interno Bruto de manera importante en países de bajo y mediano ingresos, permitiendo el crecimiento de hasta en un 1,38% adicional. Otro estudio, de la firma consultora McKenzie, calcula el aumento en el crecimiento del PIB en un rango de 0,1 a 1,4% para el mismo aumento en la penetración de Internet. Es así, como estas cifras ponen en evidencia la importancia que tiene para Colombia la ejecución de un plan que aumente la penetración de Internet en el país.

Por lo anterior, una vez identificadas las barreras que en Colombia obstaculizan el despliegue de infraestructura de telecomunicaciones y revisadas las mejores prácticas sobre la materia de despliegue de infraestructura utilizadas en países como España, Reino Unido, Canadá y Argentina, a continuación se definen cuales son para Colombia las mejores prácticas a utilizar y las cuales permitan el eficiente despliegue de infraestructura.

6.1. Documentos requeridos para el trámite de solicitudes de despliegue de infraestructura.

1) Con el fin de facilitar las labores en los trámites para llevar a cabo el despliegue de infraestructura, se recomienda que las autoridades municipales establezcan y publiquen los requisitos exigidos para las solicitudes, de acuerdo con los siguientes parámetros:

- a) Copia del certificado de libertad y tradición del inmueble o inmuebles objeto de la solicitud, cuya fecha de expedición no sea superior a un mes antes de la fecha de la solicitud. Cuando el predio no se haya desenglobado se podrá aportar el certificado del predio de mayor extensión.
- b) Formulario único nacional para la solicitud de licencias adoptado mediante la Resolución 984 de 2005 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial o la norma que la adicione, modifique o sustituya, debidamente diligenciado por el solicitante.
- c) Copia del documento de identidad del solicitante cuando se trate de personas naturales o certificado de existencia y representación legal, cuya fecha de expedición no sea superior a un mes, cuando se trate de personas jurídicas.
- d) Poder o autorización debidamente otorgado, cuando se actué mediante apoderado o mandatario, con presentación personal de quien lo otorgue.
- e) Copia del documento o declaración privada del impuesto predial del último año en relación con el inmueble o inmuebles objeto de la solicitud, donde figure la nomenclatura alfanumérica o identificación del predio. Este requisito no se exigirá cuando exista otro

documento oficial con base en el cual se pueda establecer la dirección del predio objeto de solicitud.

- f) Relación de la dirección de los predios colindantes al proyecto objeto de la solicitud.
- g) Plan de manejo ambiental, que incluya propuesta de mimetización o minimización de impacto visual, para el caso de infraestructuras que van a ser instaladas en las zonas históricas, culturales y otras zonas urbanas y rurales que gocen de protección especial.
- h) Los demás, que dependiendo de la licencia solicitada sean expresamente exigidos por el Decreto 1469 de 2010 o las normas que lo modifiquen o sustituyan.
- i) Los requisitos establecidos en el artículo 6 del Decreto 195 de 2005.

2) Permisos de construcción:

Los PRST deberán presentar las solicitudes con el cumplimiento de los requisitos establecidos en el ítem (1) del presente numeral y deberán presentar la documentación requerida para el trámite de licencias urbanísticas y permisos, en cumplimiento de lo dispuesto en el Decreto 1469 de 2010, el Decreto 195 de 2005 y la Resolución 1645 de 2005 expedida por el Ministerio de Comunicaciones (hoy Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones).

NOTAS: Para agilizar la gestión de cada municipio se hacen las siguientes recomendaciones:

- i. Creación de una Ventanilla Única, que permita realizar los trámites descritos anteriormente de manera centralizada.
- ii. El personal de la Ventanilla Única será el encargado de coordinar y comunicar a las demás áreas que intervienen en los trámites cualquier solicitud, requerimientos de información ó determinación que se tome.

3) Modelo de Resolución

Con el fin de establecer obligaciones y criterios uniformes, que permitan a cada uno de los proveedores de redes y servicios de telecomunicaciones dar cumplimiento a la estrategia de despliegue de infraestructura prevista, resulta conveniente establecer un modelo de resolución que sirva de guía para los municipios.

El modelo de resolución, previsto en el numeral 9° del presente Código de Buenas Prácticas, tiene como objeto que las partes se comprometan y cumplan con todas las indicaciones dadas en el mismo.

6.2. Plan de despliegue

Un Plan de Despliegue es un documento que recoge una previsión de posibles zonas de búsqueda para el despliegue aproximado de redes fijas y antenas.

Cada proveedor de redes y servicios de telecomunicaciones que tenga previsto dentro de sus planes de expansión realizar el despliegue de infraestructura de telecomunicaciones en una ciudad o municipio determinado, deberá presentar a las autoridades locales o municipales, una descripción general de su plan anual de despliegue de infraestructura y servicios de TIC. Dicho plan deberá considerar por lo menos la siguiente información:

- Número de posibles zonas a intervenir
- Cronograma tentativo para el despliegue de la infraestructura requerida

Por su parte, el Gobierno local o municipal deberá recibir y dar estricto tratamiento confidencial al documento que contiene el plan de expansión presentado por los proveedores de redes y servicios de telecomunicaciones, el cual se convertirá en insumo necesario para que el municipio determine el uso de recursos necesarios al interior de su administración para dar trámite a las solicitudes de despliegue presentadas por los PRST.

Adicionalmente, y para facilitar, agilizar y adecuar el despliegue de la infraestructura de que trata el presente documento, el Gobierno local o municipal deberá hacer pública la información relacionada con la realización de obras públicas a ejecutarse en la ciudad o municipio.

El Plan de Despliegue al reflejar el número de sitios o zonas a intervenir por cada PRST, en caso de ser necesario, podrá ser actualizado por el proveedor que lo elaboró durante el período anual para el cual se presentó dicho plan.

6.3. Consideraciones técnicas para el despliegue de infraestructura de telecomunicaciones

El desarrollo generalizado de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones ha puesto de relieve la importancia que tienen las comunicaciones como soporte tecnológico de los nuevos servicios (Internet, datos, etc.) que se ofrecen a la población. El desarrollo de todos estos servicios va conformando una oferta cada vez más amplia, que a su vez produce una mayor necesidad de realizar nuevos despliegues de redes fijas y redes móviles.

Este avance de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones exige además un mayor despliegue de redes de telecomunicaciones y un incremento de su capacidad, para atender eficazmente los nuevos servicios.

El despliegue de redes se ha realizado, desde sus inicios, a través de pares de cobre, que se utilizaban mayoritariamente para prestar servicios básicos de telefonía. Sin embargo, a medida que han ido surgiendo nuevos servicios, las líneas de pares han visto diversificada su utilización, cubriendo necesidades crecientes de ancho de banda. Al mismo tiempo, han aparecido otros portadores con tecnologías diferentes, como cable coaxial y la fibra óptica.

En el caso de las redes fijas y como soporte físico de las mismas, hay que considerar también como parte de ellas, el conjunto de elementos y medios tecnológicos complementarios, como son canalizaciones, conductos, arquetas, otros elementos de registro, armarios, postes, etcétera, que las soportan. Por su parte, los proveedores de redes y servicios de telecomunicaciones móviles desarrollan su red a través de la implantación de nuevas estaciones base así como con la modificación y/o ampliación de las existentes para asegurar una calidad de servicio a sus clientes.

Este desarrollo de las redes móviles implica un rápido despliegue de la infraestructura, pero las mismas deben tener en cuenta los criterios medioambientales que correspondan, entendiendo por tales su integración en el entorno que las rodea.

En ese sentido, las recomendaciones técnicas deberán estar dirigidas a identificar las principales soluciones que se pueden aplicar para minimizar los efectos de las instalaciones de infraestructuras de las redes móviles al integrarse al entorno que las rodea, tanto en zonas rurales como urbanas.

Las soluciones van dirigidas a tres formas fundamentales de disminuir el impacto en el entorno, las cuales son:

1. Mimetización y/o camuflaje de los soportes de las antenas, para aquellos casos en que la instalación de infraestructura de telecomunicaciones se encuentre restringida o prohibida por la autoridad competente.
2. Compartir infraestructuras entre varios operadores.
3. Utilización de micros y picos celdas.

6.3.1. Mimetización y/o camuflaje de los soportes de las antenas.

La mimetización es la aplicación de una serie de técnicas constructivas a las obras de ejecución de las instalaciones de telecomunicación, mediante las cuales el aspecto exterior de las mismas se asimila a la edificación u espacio natural que les da soporte.

Por su parte, el camuflaje es un tipo de mimetización de la infraestructura de telecomunicaciones, utilizando diferentes elementos arquitectónicos que permiten armonizar las estructuras con el entorno.

Ahora bien, en razón a que en el país no se encuentran establecidos en las normas municipales unos estándares o parámetros claros, completos, objetivos y aceptados por las partes interesadas (proveedores y autoridades locales) que establezcan unas directrices y buenas prácticas en materia de mimetización, el presente numeral tiene por objeto definir unos parámetros generales a ser utilizados por éstas.

La instalación de una nueva infraestructura de telecomunicaciones deberá regirse de manera general, por los siguientes parámetros:

- (i) La mimetización o camuflaje de la infraestructura de telecomunicaciones será obligatoria en aquellas zonas donde el despliegue de la misma se encuentre restringido o prohibido por la autoridad competente. En estos eventos, el PRST deberá presentar un plan de mimetización o camuflaje de la infraestructura a instalar ante la respectiva autoridad municipal.

En este caso, el plan de mimetización o camuflaje para cada uno de los sitios a intervenir, será

remitido con la respectiva solicitud de licencia cuando a ella hubiera lugar.

Por su parte la entidad encargada de atender la solicitud, deberá pronunciarse respecto de la viabilidad de la misma, y en caso de rechazo de la solicitud se deberá informar, con exactitud, las causas que originaron la no aceptación del plan.

- (ii) Sin perjuicio de lo anterior, la mimetización o camuflaje de la infraestructura deberá contar con el previo concepto técnico expedido por la Aeronáutica Civil.
- (iii) Los trabajos de mimetización o camuflaje de la torres de telecomunicaciones deben garantizar la total transparencia radioeléctrica, es decir, producir un efecto mínimo en el coeficiente de reflexión y aislamiento de las antenas, lo que permite una correcta emisión y recepción de la señal. Es por esto, que las estructuras mimetizadas no pueden ver afectada la operatividad de sus equipos emisores, y por ende la efectiva prestación de los servicios.

Para la aprobación de los proyectos de mimetización o camuflaje presentados por los proveedores de redes y servicios, se deberá tener en cuenta que en cualquier tipo de uso de suelo, antes de la instalación de una nueva torre, se pueden estudiar otras alternativas para la colocación de antenas en infraestructuras ya existentes (silos, depósitos de agua, postes de energía, postes de centros comerciales -carteles y torres de iluminación-, y otras construcciones de elevada altura) siempre y cuando su altura sea lo suficiente como para permitir el correcto funcionamiento de las antenas, sin que se vea afectada la calidad del servicio, exista conformidad por parte del arrendador, y la citada estructura ofrezca la resistencia estructural adecuada.

6.3.2. Compartición de infraestructura

Compartir sitios de infraestructuras es una herramienta más que puede, en algunos casos, servir para resolver problemas puntuales de despliegue o de reducción de impacto visual. No obstante, el uso de esta herramienta viene condicionado por realidades jurídicas, técnicas y constructivas que no permiten su utilización masiva.

En primer lugar, es necesario que el emplazamiento cuente con espacio disponible para albergar las instalaciones de los proveedores de redes y servicios de telecomunicaciones (PRST) que vayan a compartirlo.

Y en segundo lugar, debe asegurarse que el sitio en el que se va a compartir infraestructura responda a las necesidades de cobertura y permite la prestación del servicio con las suficientes garantías de calidad y capacidad, y que cumple la normativa legal vigente en cuanto a emisiones radioeléctricas.

Por último, dicha compartición debe observar las reglas que sobre el particular han sido previstas por esta Entidad a través de las Resoluciones CRC 2014 de 2008 por medio de la cual se regula el derecho de todos los proveedores de servicios de telecomunicaciones, al uso de la infraestructura de postes, torres y ductos de todos los proveedores de telecomunicaciones, y la Resolución CRC 3101 de 2011 mediante la cual se adopta el régimen de acceso, uso e interconexión de redes de telecomunicaciones, así como aquellas que sea expedidas por la CRC en ejercicio de la función prevista en el numeral 5° del artículo 18 de la Ley 1341 de 2009, norma que otorga a esta Comisión la facultades necesarias para definir las condiciones en las cuales podrán ser utilizadas infraestructuras y redes de otros servicios para la prestación de servicios de telecomunicaciones.

6.3.3. Utilización de micro y pico celdas

Tal y como se detallará expresamente en el numeral 10.2.2 del Anexo del presente Código, las micro y picoceldas se han creado para dar cobertura en ambientes *indoor*, edificios densos de usuarios o sitios inaccesibles en cuanto a alturas y cercanías en sitios de macroceldas, por lo que se recomienda que sean vistas como una opción en los casos en que se presentan limitaciones urbanísticas para la instalación de las celdas tradicionales.

Figura 14: Foto Microcelda, cruce de vías



Fuente Edwin Betancur. Torre de telefonía celular instalada en la Ciudad Alicante en España

6.4. Clasificación del terreno

La Ley 388 de 1998, por medio de la cual se define el marco general del desarrollo territorial en los municipios y distritos de Colombia, establece los principios del ordenamiento del territorio, los objetivos y acciones urbanísticas, la clasificación del suelo y los instrumentos de planificación y gestión del suelo, en su Capítulo IV prevé la siguiente clasificación del suelo:

- **Suelo urbano:** Este tipo de suelos lo constituyen el suelo urbano, las áreas del territorio distrital o municipal destinadas a usos urbanos por el plan de ordenamiento, que cuenten con infraestructura vial y redes primarias de energía, acueducto y alcantarillado, posibilitándose su urbanización y edificación, según sea el caso.

Las áreas que lo comprenden serán delimitadas por perímetros y podrán incluir los centros poblados de los corregimientos. En ningún caso el perímetro urbano podrá ser mayor que el denominado perímetro de servicios públicos o sanitarios.

- **Suelo de expansión urbana:** Constituido por la porción del territorio municipal destinada a la expansión urbana, que se habilitará para el uso urbano durante la vigencia del plan de ordenamiento, según lo determinen los Programas de Ejecución. La determinación de este suelo se ajustará a las previsiones de crecimiento de la ciudad y a la posibilidad de dotación con infraestructura para el sistema vial, de transporte, de servicios públicos domiciliarios, áreas libres, y parques y equipamiento colectivo de interés público o social.

Dentro de la categoría de suelo de expansión podrán incluirse áreas de desarrollo concertado, a través de procesos que definan la conveniencia y las condiciones para su desarrollo mediante su adecuación y habilitación urbanística a cargo de sus propietarios, pero cuyo desarrollo estará condicionado a la adecuación previa de las áreas programadas.

- **Suelo rural:** Constituyen esta categoría los terrenos no aptos para el uso urbano, por razones de oportunidad, o por su destinación a usos agrícolas, ganaderos, forestales, de explotación de recursos naturales y actividades análogas.
- **Suelo suburbano:** Esta categoría de suelos está ubicada dentro del suelo rural, exactamente donde se mezclan los usos del suelo y las formas de vida del campo y la

ciudad, diferentes a las clasificadas como áreas de expansión urbana, que pueden ser objeto de desarrollo con restricciones de uso, de intensidad y de densidad, garantizando el autoabastecimiento en servicios públicos.

Podrán formar parte de esta categoría los suelos correspondientes a los corredores urbanos interregionales. Los municipios y distritos deberán establecer las regulaciones complementarias tendientes a impedir el desarrollo de actividades y usos urbanos en estas áreas, sin que previamente se surta el proceso de incorporación al suelo urbano, para lo cual deberán contar con la infraestructura de espacio público, de infraestructura vial y redes de energía, acueducto y alcantarillado requerida para este tipo de suelos.

- **Suelo de protección:** Este tipo de suelo está compuesto por las zonas y áreas de terreno localizados dentro de cualquiera de las anteriores clases, que por sus características geográficas, paisajísticas o ambientales, o por formar parte de las zonas de utilidad pública para la ubicación de infraestructuras para la provisión de servicios públicos domiciliarios o de las áreas de amenazas y riesgo no mitigable para la localización de asentamientos humanos, tiene restringida la posibilidad de urbanizarse.

Teniendo en cuenta la anterior clasificación legal del suelo en nuestro país, es preciso indicar que los objetivos del ordenamiento territorial, tal y como así lo prevé el artículo 1° de la Ley 388 de 1997, están orientados, entre otros, al establecimiento de los mecanismos idóneos que permitan al municipio, en ejercicio de su autonomía, promover el uso equitativo y racional del suelo, garantizar que la utilización del suelo se ajuste a la función social de la propiedad y, a permitir la efectividad de los derechos constitucionales al acceso a los servicios públicos, tal es el caso de los servicios públicos de telecomunicaciones, cuya provisión y continuidad se materializan a través del despliegue de la infraestructura propia de esta clase de servicios. En este orden de ideas, puede decirse que los anteriores objetivos del ordenamiento territorial guardan plena relación con los fines de intervención del Estado en el sector TIC los cuales están orientados a proporcionar una real cobertura en zonas de difícil acceso⁹, lo cual se traduce en la reducción de las condiciones de

⁹ Ver el numeral 6 del artículo 4 de la Ley 1341 de 2009 y el artículo 5 *ibidem*.

desigualdad, marginalidad y vulnerabilidad de los habitantes de estas zonas¹⁰, y por ende en el mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos.

Así las cosas, es claro que, sin perder de vista la clasificación legal del suelo que actualmente se encuentra vigente en nuestro país, las autoridades territoriales al momento de llevar a cabo la clasificación de sus suelos deben tener en cuenta que, tal y como se ha sostenido a lo largo del presente Código, el despliegue de la infraestructura de TIC indudablemente contribuye al mejoramiento de la calidad de vida de todos sus habitantes.

En esta misma línea, el artículo 3° de la Ley 388 en mención claramente establece que el ordenamiento territorial al comprender el ejercicio de una función eminentemente pública, debe perseguir el cumplimiento de los siguientes fines:

- i) Atender los procesos de cambio en el uso del suelo y adecuarlo en aras del interés común.
- ii) Propender por el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes, la distribución equitativa de las oportunidades y los beneficios del desarrollo y la preservación del patrimonio cultural y natural.

Así pues, puede verse una vez más que el ordenamiento territorial está dirigido, entre otras, a propender por el mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos, hecho que precisamente no puede dejarse a un lado frente a una clasificación irracional del suelo que impida el despliegue de la infraestructura de TIC, lo cual restringiría el acceso de los pobladores a los servicios públicos de telecomunicaciones.

6.5. Metodología de mediciones

De acuerdo con el despliegue de las redes de comunicaciones se debe considerar la implementación de varios métodos de medición de emisiones, que permitan mantener en observación los puntos clave para los gobiernos locales y mantener informada a la comunidad en general.

¹⁰ Ver lo dispuesto en el artículo 55 de la Ley 1450 de 2011.

6.5.1. Elementos para el control de las Emisiones de Campo Electromagnético

En particular los sistemas de medición utilizados son tres:

- i) Sistema de mediciones en varios puntos cercanos a las estaciones (radio bases) de comunicaciones móviles

- ii) Mapas georeferenciados de monitoreo

- iii) Sistemas de monitoreo continuo

El Decreto 195 de 2005 faculta al Ministerio de Tecnologías de la información y las Comunicaciones para que inspeccione de oficio o a solicitud de parte, la instalación y niveles de las fuentes de campo electromagnético, con el fin de verificar el cumplimiento de las normas establecidas en el citado decreto y demás normas aplicables.

Estas mediciones actualmente no son de conocimiento público, ya que no están publicadas en una página Web, o cualquier otro medio que permita dar a conocer el resultado de estas mediciones, por lo que no contribuyen a resolver el problema de la alarma social que impide la instalación de antenas.

El manejo que se le ha dado a esta información en otros países ha permitido que la percepción del público general con respecto a la instalación de sistemas de telecomunicaciones, se vuelva más favorable. Estrategias como la presentación de mapas de emisiones radioeléctricas que representan de manera clara y entendible, los resultados de las mediciones realizadas, ha contribuido considerablemente a que la comunidad tenga claro conocimiento de los niveles de emisiones electromagnéticas en las zonas que habita.

En efecto, los mapas georeferenciados de monitoreo y los sistemas de monitoreo continuo lograron cambiar positivamente la percepción social de la comunidad en varios países de África y Europa.

Siguiendo estas experiencias, la Comisión Interamericana de Telecomunicaciones (CITEL) de la Organización de los Estados Americanos (OEA) en su Resolución CCP.II/REC. 25 (XIII-09) Considerando:

“(…) que en muchas localidades esta preocupación lleva a impedir el despliegue de sistemas de comunicaciones inalámbricos; que es el deber de las autoridades nacionales de telecomunicaciones garantizar el cumplimiento de las normativas relacionadas con los sistemas de antenas de telecomunicaciones y radiodifusión con respecto a sus normas de exposición a RF; Que es importante que la población en general en su conjunto esté adecuadamente informada sobre las regulaciones vigentes respecto a las emisiones radioeléctricas no ionizantes.”

Recomendó a los países de la Región América:

“Que los Estados miembros que hayan elaborado normas sobre la exposición a RF provean información sobre los niveles de exposición a RF y que dicha información se encuentra a disposición del público por los medios más adecuados, como por ejemplo, información sobre el cumplimiento relacionada con el equipo o ubicación de la antena, según lo haya registrado la administración, sobre mapeo dinámico de niveles de radiación con información recopilada mediante sistemas de monitoreo continuo.”

6.5.2. Plan de Mediciones municipales

A los efectos de proveer de herramientas de comunicación e información de fácil acceso y crear procesos transparentes, para comprender los CEM y, en consecuencia, mitigar las inquietudes asociadas a los servicios de comunicaciones móviles, además del cumplimiento de las normativas nacionales, se contará con las siguientes herramientas:

Generación de mapas georeferenciados de monitoreo: Los mapas serán empleados con el fin de establecer el nivel de las emisiones electromagnéticas, a nivel calle y estarán realizadas por cuenta y orden de los terceros independientes que se designen y será el único tipo de mediciones exigible por el municipio. Estas mediciones incluyen la intensidad tanto del campo eléctrico como del magnético.

Establecimiento de puntos de monitoreo continuo: El establecimiento de puntos de monitoreo continuo, es habitualmente de aplicación cuando se determinen áreas sensibles donde un control temporal sea necesario.

6.5.2.1. Generación de mapas georeferenciados de monitoreo

El tercero, contratado por los PRST, debe cumplir con los requisitos de idoneidad estipulados en el Decreto 195 de 2005 para adelantar las actividades establecidas a continuación:

i) Adelantar las mediciones y análisis de los campos electromagnéticos en las ciudades y/o municipios que se adhieran al Código de Buenas Prácticas (CBP). La CRC y la ANE acompañarán a los PRST y a los municipios en el proceso de adopción del CBP.

ii) Efectuar la medición de exposición respecto al límite máximo establecido para la zona de público en general.

iii) Realizar las mediciones atendiendo los siguientes pasos:

- El grupo de medición no debe tener activos, elementos generadores de radiofrecuencia que puedan alterar la lectura o registro de los campos electromagnéticos objeto de medición. Dentro de estos elementos se encuentran teléfonos celulares, módems inalámbricos y dispositivos de comunicación bluetooth. En el mismo sentido el tercero contratado por los PRST deberá tener en cuenta el efecto que cause en las mediciones los dispositivos electrónicos del vehículo en que se desplaza el grupo durante la medición. Las mediciones se deben realizar con una sonda¹¹ a una distancia igual o superior a 20 centímetros de cualquier estructura metálica (carro, torres, postes, etc)
- La medición en cada punto se debe llevar a cabo con la sonda a una altura entre 1.5 metros y 1.8 metros.
- En caso de utilizar para las mediciones una sonda de respuesta plana, se utilizará como referencia de valor límite para el público establecido en la Recomendación UIT-K52.
- Para las mediciones se deberá utilizar el mismo tipo de sonda en todos los municipios.
- Para cada punto de medición se debe reportar el valor más alto que registre el equipo durante un periodo de un minuto.

- Cuando el valor obtenido para el punto supere el 80% del porcentaje del límite para público en general (lectura de 16% del límite ocupacional al usar sonda de respuesta ponderada), se deberá llevar a cabo la medición con promediación temporal durante seis (6) minutos de acuerdo con los parámetros establecidos en la Recomendación UIT –K52. Si el resultado de la promediación indica que se excede el límite para el público en general, se debe efectuar medición de banda angosta utilizando la metodología estipulada en el artículo 5 de la Resolución 1645 de 2005.

iv) Efectuar, como mínimo, mediciones distribuidas uniformemente cada 300 metros en las áreas de la cabecera urbana del municipio. Estos puntos deberán cubrir toda el área exceptuando aquellas zonas que no sean de libre acceso.

v) Entregar los resultados de las mediciones a la Agencia Nacional del Espectro en tablas que indiquen las coordenadas en el punto de medición así como el valor medido y su equivalencia porcentual respecto al límite máximo establecido en el Decreto 195 de 2005. De igual manera, esta información deberá entregarse en mapas geo referenciados con los resultados obtenidos para cada una de las ciudades, en los cuales se pueda visualizar una ventana emergente de la página Web de la ANE de manera amigable al usuario. La visualización de los mapas debe poder hacerse a través de herramientas que no requieran licenciamiento especial o que puedan ser descargados sin costo alguno para los usuarios. Para cada punto mostrado en el ambiente gráfico de cada una de las ciudades, debe permitir la visualización de la información básica mediante el despliegue de una etiqueta, y permitir su modificación por la ANE si es el caso.

vi) A más tardar el 30 de enero de 2014, los PRSTM deberán entregar a la ANE los resultados de las mediciones del año inmediatamente anterior, mediciones que deberán realizarse sólo para aquellos municipios que se adhieran al CBP antes de diciembre de 2012. Para los años siguientes al 2014, el reporte de mediciones deberá entregarse durante el primer mes del año y las mediciones deberá ser realizadas en aquellos municipios que se adhieran al CBP en el año inmediatamente anterior.

vii) Toda la información debe ser de fácil acceso para cualquier ciudadano y los resultados deben ser expuestos de tal forma que sea de fácil entendimiento, para ello se debe tener en cuenta que

¹¹ Sondas para medición de radiaciones no ionizantes que operen en el rango de frecuencias de 500 kHz a 3 GHz.

estas mediciones a nivel nacional, permitirá que la población disponga de los datos que son el resultado de cada una de las mediciones, en el que se asegure que los valores de campos electromagnéticos están por debajo de los límites normativos, así como que las personas que viven en sitios donde hay instaladas las fuentes de radiofrecuencia pueden consultar las mediciones realizadas; lo cual permite reducir la percepción de peligro o alarma social que generan este tipo de fuentes.

El tercero contratado por los PRST debe contar con los siguientes equipos (hardware y software) que permitan realizar las mediciones y análisis de los campos electromagnéticos:

EQUIPOS DE MEDICIÓN PARA EL GRUPO RNI
CARACTERÍSTICAS MÍNIMAS
Equipos de medición de radiaciones no ionizantes en banda ancha que operen en el rango de frecuencias radioeléctricas de 500 kHz a 3 GHz.
Brújulas.
GPS.
Antenas o Sondas para medición de radiaciones no ionizantes que operen en el rango de frecuencias radioeléctricas de 500 kHz a 3 GHz.
Tripodes y/o Mástiles.
Computador portátil.

Tabla 3: Equipos de medición



7. UBICACIÓN E INSTALACIÓN DE ESTACIONES RADIOELÉCTRICAS Y DE INFRAESTRUCTURA ASOCIADA

Para la instalación de las estaciones radioeléctricas y el despliegue de la infraestructura asociada, se presentan los tipos de instalaciones necesarias con las medidas generales que las autoridades municipales, locales y departamentales tendrán en cuenta para fijar las pautas y recomendaciones técnicas que permitan su instalación.

a) Estructuras para Radioenlaces y antenas en general.

Se clasifican en Torres Autoportadas (de sección cuadrada, triangular), Riendadas y Monopolos.

- **Autoportada:** Elemento cuyo estructura principal está compuesta por perfiles metálicos unidos entre sí mediante tornillos, diseñada para soportar un número determinado de antenas de acuerdo al peso y tamaño de las mismas. La torre se ancla a una cimentación que, dependiendo de las cargas y capacidad del terreno, consistirá en un conjunto de zapatas de concreto reforzado, o un grupo de pilotes pre-excavados o hincados.

Figura 15: Torre autoportada para la colocación de una antena



- **Templeteada o Riendada:** Estructura metálica en forma de columna, de sección triangular o cuadrada, diseñada para soportar un número determinado de antenas de acuerdo al peso y tamaño de las mismas, caracterizada por estar sostenida por templetes o riendas de acero galvanizado, anclada al piso por medio de base de hormigón.

Figura 16: **Torre templeteada - riendada**



- **Monopolo:** Es una estructura conformada por dos partes: el cuerpo de la estructura de la torre y la parte superior donde se instalan las antenas. El tronco o cuerpo del monopolo, está compuesto por varias secciones dependiendo de la altura total de la estructura. La copa o parte superior del monopolo es donde se alojan las antenas.

Figura 17: **-Monopolo metálico**



La determinación del tipo de estructura, se da por el servicio que se vaya a prestar, el número y peso de antenas a montar en la torre, la altura de la torre dependiendo del estudio de propagación, del espacio físico donde se montará la torre, la clase de suelo para cimentar la torre, etc.

Torre autoportada: Para este tipo de torres la intervención al espacio público, se da por el área involucrada en la base de la estructura y el efecto visual que pueda causar en el entorno.

Torre riendada: Para efectos de su instalación se construirán bases de hormigón armado para la torre y las riendas, las cuales se diseñaran de acuerdo con la altura de la torre, cargas respectivas y el tipo de terreno.

Monopolo: Por ser una estructura que se encuentra sobre terrenos, se deberá construir con una cimentación adecuada.

b) Antenas ubicadas en mástiles y antenas de tamaño reducido

Se debe guardar especial interés en minimizar el impacto urbanístico asociado a nuevas instalaciones de telefonía móvil y privilegiar la utilización de estructuras existentes. En el caso en que los aumentos de capacidad de servicio requieran de la implementación de nuevas instalaciones de telefonía móvil, ésta se realizará, en la medida en que las factibilidades técnicas lo permitan, utilizando edificaciones o estructuras existentes.

Siempre y cuando sea técnicamente viable¹², se deben instalar las antenas adosadas a las fachadas de los edificios o estructuras existentes, procurando que la separación sea la menor posible, permitiendo minimizar el impacto visual y optimizando el espacio disponible.

Como complemento al servicio prestado por la estaciones base y cuando por razones de cobertura y/o falta de capacidad, en entornos urbanos, se considere técnicamente adecuado, se instalarán antenas de reducidas dimensiones en fachadas de edificios. Así mismo, se promoverán convenios entre los proveedores de redes y servicios y los gobiernos locales a fin de aprovechar el mobiliario urbano como posible ubicación de este tipo de instalaciones.

c) Mástiles sobre azoteas

Los mástiles sobre azoteas (soportes de antenas), por su facilidad de instalación, son posiblemente los elementos que tienen el mayor despliegue de toda la infraestructura de telefonía móvil en el medio urbano, lo que implica que se debe incidir especialmente sobre este elemento en las actuaciones de reducción y adecuación del impacto visual.

¹² Cuando dada las condiciones del entorno arquitectónico, se puede llevar a cabo la instalación en condiciones de seguridad con la tecnología disponible, verificando factores diversos como resistencia estructural, durabilidad, operatividad, implicaciones energéticas, posible contaminación visual, acceso del personal técnico de operación y mantenimiento, contratos y acuerdos con propietarios, etcétera.

Debido a que estos mástiles son instalados en las azoteas de algunos edificios habitacionales y/o empresariales, se tiene un nivel visual y de accesibilidad diferente para los ocupantes de dichos edificios, por lo cual, se deben seguir las siguientes recomendaciones que permitirán minimizar cualquier oposición a dicha instalación.

Se deben instalar soportes individuales, siempre y cuando sea técnicamente viable (dependiendo del espacio, si la losa de la azotea soporta las cargas, si no se han de generar filtraciones de agua en el largo plazo, salinidad, condiciones eléctricas favorables para conexión de equipos, etc), y las antenas se colocarán lo más cerca posible de los soportes, permitiendo disminuir el impacto visual para las personas que se encuentran cerca a estos elementos.

La altura de los soportes será la mínima razonable que permita salvar los obstáculos del entorno inmediato para la adecuada propagación de la señal radioeléctrica. La colocación será aquella que resulte técnicamente viable para cada una de las azoteas, y siempre teniendo en cuenta que su ubicación sea lo menos visible para el observador desde la vía pública.

Figura 18: –Mastil sobre azotea



Altura permitida para soportes sobre azotea:

- Para estructuras soportes (pedestales) localizadas en edificaciones existentes cuya altura (He) sea igual o mayor a 30 m, la altura máxima (h) permitida de las estructuras soporte será de 5 m por encima del nivel de la edificación existente.
- Para estructuras soportes localizadas en edificaciones existentes cuya altura (He) sea menor a 30 m, la altura máxima (h) permitida de las estructuras soporte se obtendrá

mediante la aplicación de la fórmula:

$$h = 5 + \frac{(30 - H_e)}{5}$$

Salvo excepción debidamente fundada, y aprobada previamente por el municipio la ubicación de la estructura será aquella que resulte técnicamente viable para cada una de las azoteas.

Para este tipo de estructuras se permitirá el uso de riendas o arriostramientos en los casos donde sea debidamente sustentada esta necesidad, en términos de fijación y estabilidad de la estructura, con el fin de poder garantizar la seguridad de la infraestructura instalada.

Se procurará recubrir (con "radomos") las nuevas instalaciones imitando en la medida de lo posible estructuras arquitectónicas (ej.: chimeneas, depósitos de agua,...) que se encuentren alrededor de la nueva instalación, con el fin de favorecer su integración. En caso de que la instalación de un "radomo" no sea técnicamente viable, se pintaran los mástiles de forma que la solución a adoptar sea aquella terminación que mejor mimetice y se adecue al entorno en el que se encuentra. En zona industrial en suelo urbano, se permitirá que el mástil o soporte sobre azotea tenga terminación de fábrica (galvanizado). Al igual que en el caso de las nuevas instalaciones de mástiles, la solución a aplicar para integrar los mástiles existentes en el entorno, es su recubrimiento mediante "radomos", lamas (tipo persianas en aluminio u otro material), esquinas o su acabado en pintura.

d) Estructuras sobre suelo

En relación con la torres, se instalarán preferentemente mástiles tubulares. Por otro lado, y como regla general, en cualquier tipo de uso de suelo (urbano –urbanizable o no-, y/o rural), antes de la instalación de una nueva estructura (tipo monopolos o mástil) se estudiarán otras alternativas para la colocación de antenas en infraestructuras ya existentes (silos, depósitos de agua, postes de energía, postes de centros comerciales -carteles y torres de iluminación-, iglesias y otras construcciones de elevada altura) siempre y cuando su altura sea lo suficiente como para permitir el correcto funcionamiento de las antenas, sin que se vea afectada la calidad del servicio, exista conformidad por parte del arrendador y la citada estructura ofrezca la resistencia estructural adecuada.

Esta política será de aplicación en cualquiera de las zonas identificadas para la instalación de infraestructuras de comunicación (suelo urbano, no urbanizable y urbanizable). La utilización de estas infraestructuras estará siempre supeditada a las necesidades técnicas de funcionamiento del servicio de la comunicación.

En caso de que no exista ninguna estructura útil para la instalación de antenas, se instalarán monopolos o torres autoportadas sobre suelo, los cuales deben cumplir con las normas de sismoresistencia reguladas en el Decreto 1469 de 2010.

Figura 19: –Antena en poste de energía



Fuente: <http://kbbf-fm.org/Damage.htm>

Alturas permitidas para estructuras sobre suelo:

- La altura máxima de estructuras sobre uso de suelo rural o en zona de parque industrial, será conforme a lo establecido por la Aeronáutica Civil en el código aeronáutico sobre la protección al tránsito aéreo.
- La altura máxima de estructuras sobre uso de suelo no urbanizable, será la que se establezca de conformidad con la conciliación que se haga con la autoridad municipal.
- El cableado de la instalación se colocará por dentro del mástil, siempre y cuando sea técnicamente viable. En caso de inviabilidad técnica, el cableado ira lo más cerca posible de

el mástil y camuflado.

- En zona industrial el uso de suelo urbano, se permitirá, cuando se considera que no hay afectación visual determinada por la autoridad aeronáutica, caso en el cual el mástil o soporte tenga terminación de fábrica (gris galvanizado). En las áreas rurales, el único límite estará impuesto por las restricciones de la misma autoridad aeronáutica en materia de altura y colores.

e) Shelters (gabinetes).

Figura 20: –Gabinete



Los shelters básicamente son contenedores que ya vienen con equipo compacto o versiones mejoradas de los mismos para zonas donde se tiene un crecimiento de la demanda y amerita una instalación rápida para dar cobertura. Estos contenedores vienen listos para solo conectar la acometida de energía, así como los grupos electrógenos y aires acondicionados, al igual que las guías de onda (si aplica para RF en móvil o microondas o satelital, etc.). Estos elementos requieren adecuaciones previas del terreno como bases de concreto y vigas de amarre, por lo que se hace imprescindible intervenir un lote con suficiente espacio para tal fin, además del espacio de la base de la torre cuando aplique (en los casos de estaciones de Microondas o Telefonía Móvil).

Dado su tamaño, esto genera una intervención grande en el mobiliario urbano, por lo que se hace necesario ubicarlo en un predio para tal fin. La recomendación general es que su acabado en pintura se ajuste al entorno para camuflar su efecto visual

f) Unidades OutDoor para nodos B de UMTS.

En las actuales redes UMTS se tienen nodos B que están diseñados para su instalación en exteriores, y se ha logrado tal grado de reducción de sus dimensiones que se pueden situar adosado a postes o a la misma estructura de soporte de antenas.

La recomendación general es que se procure su ajuste al entorno mediante el uso de “radomos”.

Figura 21: **Unidad de Nodo B de UMTS Outdoor**



g) Shelters (gabinetes) de micro y pico celdas.

Teniendo en cuenta los espacios mínimos que utilizan y que usualmente su instalación es para satisfacer necesidades propias del cliente, la recomendación general es que su acabado se realice en pintura que se ajuste al entorno para camuflar su efecto visual, aunque por su funcionalidad en ambientes empresariales no deben tener mayores afectaciones en espacios públicos.



<http://www2.elo.utfsm.cl/~elo250/>

8. INFORMACIÓN AL CIUDADANO SOBRE MEDICIONES DE EXPOSICIÓN AL CAMPO ELECTROMAGNÉTICO

El rápido crecimiento en la utilización de la comunicación móvil lleva asociada una demanda en el incremento del número de infraestructuras de telecomunicaciones en todo el territorio nacional.

El despliegue de las infraestructuras ha supuesto la instalación de numerosas estaciones base en un corto periodo de tiempo para poder dar cobertura a todo el territorio. Sin embargo, ha chocado en reiteradas ocasiones con la negativa de la opinión pública local. Este inconveniente supone una demora en el proceso de despliegue de la infraestructura de telecomunicaciones en todo el ámbito nacional, afectando seriamente a la calidad del servicio y ante todo el acceso de los ciudadanos a la prestación de los servicios públicos de comunicaciones a cargo de los respectivos proveedores.

Específicamente los proveedores de servicios de comunicación móvil coinciden en que la ciudadanía percibe las instalaciones de telecomunicaciones como elementos de riesgo. Por todos es sabido que en los últimos años la sociedad ha mostrado una creciente preocupación por la incidencia que pudiera tener en la salud la exposición a campos electromagnéticos generados por las infraestructuras de telecomunicaciones.

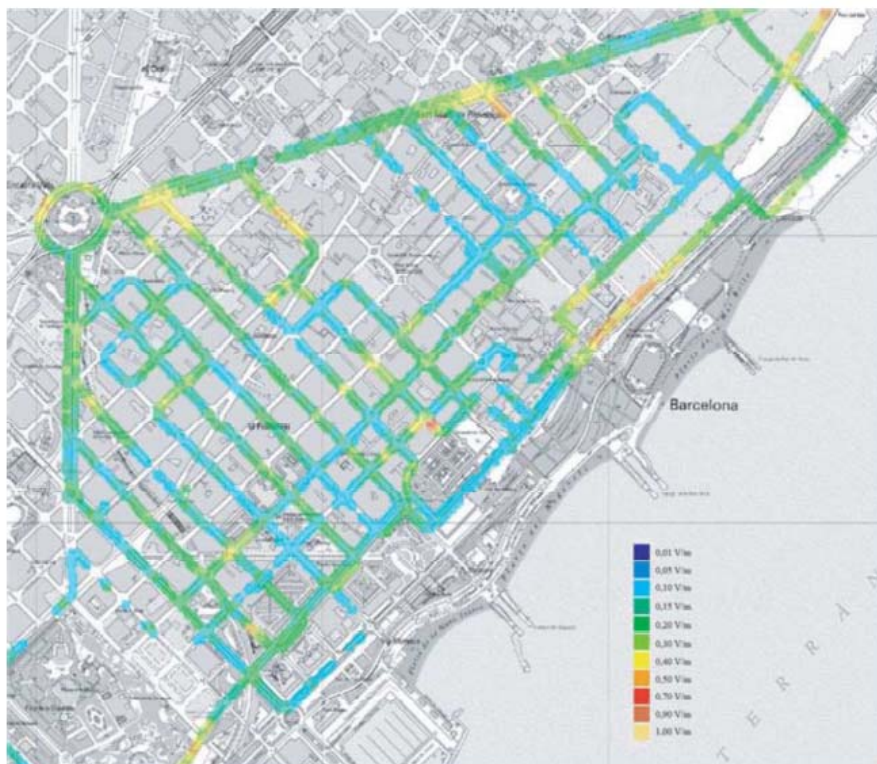
Por todo lo anterior y en aras de fomentar el despliegue de las nuevas tecnologías que se están desarrollando, se proponen una serie de líneas de actuación con el fin de esclarecer la opinión sobre el efecto de los campos electromagnéticos en la salud propagada por los diferentes medios de comunicación, así como informar sobre cualquier aspecto relacionado con la comunicación móvil y el despliegue de toda clase de infraestructura de telecomunicaciones.

Todas las líneas de actuación persiguen el acercamiento de la ciudadanía a las infraestructuras de telecomunicaciones facilitando toda la información necesaria, eliminando al mismo tiempo inquietudes o preocupaciones infundadas desde la perspectiva técnica. Se sugiere:

- La difusión de los efectos de los campos electromagnéticos en la salud, información que deberá ser entregada a distintos niveles de la administración pública. Dicha difusión estará a cargo de entidades académicas o científicas.
- La difusión, a través de cualquier medio de divulgación masiva, de la información que explique el funcionamiento de las redes móviles y las emisiones no ionizantes.

- La publicación en medios electrónicos del resultado de las mediciones de emisiones de campos electromagnéticas.

Figura 22: **Mapa de nivel de campo total en una zona de Barcelona (España)**



Todos estos contenidos pretenden:

- 1.- Poner a disposición del público los mecanismos de regulación establecidos de las infraestructuras de telecomunicaciones.
- 2.- Posibilitar cualquier consulta relacionada con aspectos científicos.
- 3.- Divulgar el funcionamiento de la comunicación móvil y fija.
- 4.- Posibilitar la consulta de los niveles de emisión medidos en las calles de aquellos municipios que adopten el CBP.

En definitiva, lo que se pretende es aclarar cualquier duda e inquietud de la sociedad respecto a las telecomunicaciones.

9. MODELO DE ACTO ADMINISTRATIVO MUNICIPAL PARA LA INSTALACIÓN DE INFRAESTRUCTURA DE TELECOMUNICACIONES

Resolución XXX de Abril de 2012

Por medio de la cual se adoptan las normas urbanísticas y arquitectónicas para la instalación de la infraestructura de telecomunicaciones para el municipio de xxx.

LA SECRETARIA DE DESPACHO DE LA SECRETARIA DE PLANEACIÓN

En uso de sus facultades constitucionales y legales, en especial las conferidas por el artículo 315 de la Constitución Política y el numeral 6 del literal A del Artículo 91 de la Ley 136 de 1.994, y la Ley 388 de 1997 y la Ley 1454 de 2011 el Decreto ley 1504 de 1998 y Acuerdo xxx de 20xx "Por medio del cual se adopta el Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de xxx," y

CONSIDERANDO

Que el artículo xxx del Acuerdo xxx de 20xx "Por medio del cual se adopta el Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de xxx" establece que "La Secretaria de Planeación Municipal desarrollará la normativa específica para la instalación de xxx en el Municipio de xx" por tal motivo es función de la Secretaria de planeación formular la normatividad urbanística referente a la instalación de la infraestructura para los servicios de telecomunicaciones de xxx.

Que de conformidad con lo previsto en el artículo 1 de la Constitución Política, Colombia es un Estado social de derecho, organizado en forma de República unitaria, descentralizada, con autonomía de sus entidades territoriales, democrática, participativa y pluralista, fundada en el respeto de la dignidad humana, en el trabajo y la solidaridad de las personas que la integran y en la prevalencia del interés general.

Que el artículo 311 de la Constitución señala que el municipio es la entidad fundamental de la división político-administrativa y tiene entre sus facultades la de ordenar el desarrollo de su territorio. Dicha facultad se ha desarrollado legalmente en varias normas, entre ellas la Ley 388 de 1997 que en su artículo 7 señala que los municipios son competentes para expedir los planes de ordenamiento de su territorio; facultad reiterada por el artículo 29 de la Ley 1454 de 2011

Que según el artículo 365 de la Constitución los servicios públicos son inherentes a la finalidad social del Estado y es deber de este asegurar la prestación eficiente de los mismos para todos los habitantes del territorio nacional.

Que adicionalmente el artículo 2 de la Ley 1341 definió como política de Estado la investigación, el fomento, la promoción y el desarrollo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones; dicha determinación involucra a todos los sectores y niveles de la administración pública. La misma norma establece que las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones sirven para contribuir al desarrollo educativo, cultural, económico, social y político e incrementar la productividad, la competitividad, el respeto a los Derechos Humanos inherentes y la inclusión social.

Que el artículo 55 de la Ley 1450 de 2011 señaló que las entidades del Estado de los niveles nacional, departamental, distrital y municipal, en el ejercicio de sus competencias constitucionales y legales, promoverán el goce efectivo del derecho de acceso a todas las personas a la información y las comunicaciones, dentro de los límites establecidos por la Constitución y la ley a través de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones y se abstendrán de establecer barreras, prohibiciones y restricciones que impidan dicho acceso.

Que de acuerdo con el artículo 5 de la Ley 1341 de 2009 las entidades de orden nacional y territorial promoverán, coordinarán y ejecutarán planes, programas y proyectos tendientes a garantizar el acceso y uso de la población, las empresas y las entidades públicas a las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Para tal efecto, dichas autoridades incentivarán el desarrollo de infraestructura, contenidos y aplicaciones, así como la ubicación estratégica de terminales y equipos que permitan realmente a los ciudadanos acceder a las aplicaciones tecnológicas que benefician a los ciudadanos, en especial a los vulnerables y de zonas marginadas del país.

Que en atención a la normativa antes descrita y en concordancia con las políticas señaladas desde el nivel central de la administración nacional, el Municipio reconoce la importancia del despliegue de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en todo su territorio como un motor de desarrollo social y económico. De la misma forma, el Municipio entiende que para que la población pueda disfrutar esos beneficios es necesario ofrecer condiciones óptimas para el despliegue de las redes que permitan la prestación de servicios TIC en un marco de libre competencia y concurrencia de acuerdo con la Constitución y la ley.

Que la visión del Municipio a mediano plazo es contar con un desarrollo urbanístico en el que todos los ciudadanos, sectores económicos y entidades públicas, puedan acceder a servicios TIC de calidad; convirtiendo a la tecnología en la base del desarrollo económico, social y cultural del Municipio de xxx.

Que en normas del nivel nacional, como el Decreto 195 de 2005, la Ley 1341 de 2009, la Resolución 1645 de 2005, el Código de Recursos Naturales, entre otras, se encuentran disposiciones vinculantes relativas al despliegue de redes y prestación de servicios soportados en las TIC.

Que el artículo 26 de la Ley 142 de 1994 establece: "Permisos municipales. En cada municipio, quienes prestan servicios públicos estarán sujetos a las normas generales sobre la planeación urbana, la circulación y el tránsito, el uso del espacio público, y la seguridad y tranquilidad ciudadanas; y las autoridades pueden exigirles garantías adecuadas a los riesgos que creen."

Que en virtud de lo expresado atrás se hace necesario determinar los criterios y lineamientos para la localización de infraestructura de telecomunicaciones, en el territorio del Municipio de xxxx.

RESUELVE

Artículo 1. OBJETO: La presente Resolución tiene por objeto reglamentar los principios y orientaciones generales para el desarrollo de la infraestructura de servicios TIC en el Municipio. Así como también, establecer las condiciones para el despliegue de redes futuras, la regularización de las existentes, y la prestación de todos los servicios TIC.

Artículo 2. ÁMBITO DE APLICACIÓN: La presente Resolución está dirigida a todos los Proveedores de Redes y Servicios de Telecomunicaciones que hagan uso del espectro radioeléctrico, así como a los proveedores de infraestructura de soporte para dichos servicios y los particulares que operen estaciones de radiocomunicaciones.

Artículo 3. ATENCIÓN PRIORITARIA. Como quiera que la infraestructura destinada para la prestación de cualquier servicio soportado en las TIC se considere indispensable para el desarrollo urbanístico del Municipio en el marco de la creación de una ciudad Inteligente, los trámites y actuaciones administrativas necesarias para la autorización de su despliegue recibirán un trámite prioritario dentro de todas las dependencias de la administración municipal.

Artículo 4. INSTALACIÓN, LOCALIZACIÓN Y DESPLIEGUE DE LA INFRAESTRUCTURA: De conformidad con las disposiciones previstas en el Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio, la localización, instalación y despliegue de la infraestructura propia para la prestación de los servicios soportados en las TIC en el Municipio de xxx debe ajustarse a los siguientes lineamientos:

1. Se permite la localización de antenas en zonas cuyo uso principal sea comercial, industrial, institucional, y mixto.
2. En el Centro Histórico, su área de influencia o periferia histórica, las antenas podrán instalarse siempre y cuando se reduzca su impacto visual, para lo cual los proveedores de redes y servicios de telecomunicaciones presentaran un máximo de tres propuestas al Consejo Departamental de Patrimonio o quien haga sus veces para que éste de concepto favorable.

Artículo 5. DEFINICIÓN DE USOS DEL SUELO COMPATIBLES CON LA INFRAESTRUCTURA TIC. La infraestructura TIC podrá instalarse en cualquier tipo de suelo dentro del Municipio, salvo aquellos casos en los que las normas de carácter nacional lo tengan expresamente prohibido.

ARTÍCULO 6. REGULACIÓN DE LA DISTANCIA DE LA INFRAESTRUCTURA TIC CON CIERTAS LOCACIONES. Las limitaciones relacionadas con distancias mínimas entre la infraestructura de TICs y ciertas locaciones obedecerán únicamente a los criterios técnicos sobre exposición a emisiones radioeléctricas establecidos a nivel nacional los cuales están contenidos en el Decreto 195 de 2005, y las normas que lo modifiquen o adicionen.

Artículo 7. INFRAESTRUCTURA DE BAJO IMPACTO. Sin perjuicio de la regulación que pueda llegar a expedir en la materia cualquiera de las entidades nacionales del sector de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, la cual primará, se considera infraestructura de bajo impacto:

- a. Aquellos elementos como torres, antenas y/o mástiles, incluidos sus equipos de soporte y complementarios, que al ubicarse sobre terrazas de edificaciones no superen los 5 metros de altura sobre el nivel del punto fijo y/o el punto más alto del edificio.
- b. Aquellos elementos cuyo tamaño no sea superior a tres metros cuadrados por cada cara de la edificación y se ubiquen sobre las fachadas de cualquier edificio, siempre y cuando se acoplen de acuerdo con el color del elemento sobre el que estén instalados.
- c. Aquellos elementos como armarios o elementos complementarios sobre el espacio público en zonas clasificadas como Industriales o de Alto Impacto.

Parágrafo primero: La infraestructura de bajo impacto podrá ser instalada sin necesidad de ningún tipo de permiso siempre y cuando se mimeticen o camuflen con el entorno reduciendo al máximo su impacto visual. En estos casos, bastará con enviar una comunicación informativa a la Secretaría de Planeación.

Parágrafo segundo: En los inmuebles declarados como patrimonio histórico y cultural los proveedores de redes y servicios de telecomunicaciones presentarán la propuesta de acoplamiento de la infraestructura al entorno del respectivo inmueble con el fin de ajustarlo a su contexto.

ARTÍCULO 8. COMUNICACIÓN A LOS VECINOS. Mínimo quince (15) días antes de proceder a intervenir el espacio público con la instalación o subterranización de elementos de redes de telecomunicaciones, el operador y/o propietario de los mismos publicará en un diario de amplia circulación a nivel nacional un aviso en el cual informe a la ciudadanía de su intención de realizar dicha intervención. El aviso contendrá: (i) la dirección en la cual se hará la intervención; (ii) las características técnicas generales de la misma; (iii) los beneficios que traerá para la comunidad en términos de masificación del servicio; (iv) la conformidad de la instalación con las normas de protección a la salud; y (v) la posibilidad de formular solicitudes de ampliación de información ante la Secretaría de Planeación del Municipio.

Parágrafo primero: Cualquier solicitud de ampliación de información será tramitada por la Secretaría de Planeación del Municipio conforme a las normas que rigen el trámite de los derechos de petición. En ningún caso si una solicitud de este tipo se encuentra pendiente de respuesta, podrá alegarse por la Administración como una causal para suspender o cancelar la intervención del espacio público para la instalación de infraestructura.

ARTÍCULO 9. APROVECHAMIENTO DE LOS PROCESOS PÚBLICOS DE INTERVENCIÓN DEL ESPACIO PÚBLICO. Cuando cualquiera de las entidades públicas del nivel municipal planeen intervenir el espacio público de manera que sea posible instalar concomitantemente redes TIC generando economías de escala en la intervención, la entidad pública comunicará a los operadores TIC la posibilidad de dicha intervención.

Parágrafo primero: Para efectos del cumplimiento de esta obligación el Municipio comunicará anualmente a todos los operadores TIC de sus planes de intervención sobre andenes y/o cualquier otro elemento relevante del espacio público. Cuando por razones de urgencia manifiesta, la intervención sobre el espacio público no haya sido planeada dentro de dicha anualidad, los funcionarios públicos comunicarán con la mayor antelación y diligencia posible a los operadores TIC sobre la intervención.

Parágrafo segundo: En cualquiera de los dos casos señalados en el parágrafo primero de este artículo, los operadores contarán con un plazo mínimo de quince (15) días hábiles para manifestar su intención de instalar o subterranizar infraestructura en el marco del proyecto de intervención que comunique la administración. Recibida la intención de participar, la entidad pública involucrada pondrá a disposición del operador TIC toda la información contractual y técnica necesaria para la adecuada gestión del proyecto.

Artículo 10. PLAN DE DESPLIEGUE: Para posibilitar una información general a las autoridades municipales, cada proveedor de redes y servicios de telecomunicaciones interesado en realizar el despliegue de infraestructura en determinado municipio, deberá presentar ante la autoridad municipal o distrital competente, una descripción general de su plan anual de despliegue de infraestructura y servicios de TIC, el cual deberá cumplir lo establecido en el artículo 9° de la

presente resolución.

La información que comprende el Plan de Despliegue deberá tratarse conforme las reglas propias de la confidencialidad de los documentos, so pena de las sanciones a que haya lugar.

Artículo 11. NATURALEZA DEL PLAN DE DESPLIEGUE: El Plan de Despliegue constituye un documento que recoge como mínimo el número de sitios o zonas a ser intervenidos con el despliegue de redes fijas y antenas, así como el cronograma tentativo de instalación. El Plan tendrá carácter no vinculante para los proveedores y será actualizado por los mismos a medida que sea necesario, si bien en caso de que el despliegue no se ajuste al Plan presentado ante la autoridad municipal competente, los PRST deberán proceder a su actualización de acuerdo con lo estipulado en el artículo 10°.

Artículo 12. CONTENIDO DEL PLAN DE DESPLIEGUE

12.1. El Plan de Despliegue reflejará el número de sitios o zonas a ser intervenidas con el despliegue de redes fijas y antenas en el municipio donde el PRST tenga interés en prestar los servicios ofrecidos, el cual deberá estar suscrito por un técnico competente en materia de telecomunicaciones.

12.2. El Plan estará integrado, como mínimo, por la siguiente documentación:

- a) Copia del título habilitante para la prestación de los servicios de telecomunicaciones, de conformidad con lo previsto en la Ley 1341 de 2009.
- b) Listado de sitios a ser intervenidos y tipo de red a ser desplegada (fija o móvil).
- c) Cronograma tentativo para la intervención de los sitios o zonas identificados por el PRST.

Artículo 13. ACTUALIZACIÓN Y MODIFICACIÓN DEL PLAN DE DESPLIEGUE.

13.1. Los operadores deberán comunicar a la autoridad municipal competente las modificaciones o actualizaciones, si las hubiere, del contenido del Plan de Despliegue presentado.

13.2. En el último trimestre del año, el PRST podrá realizar las modificaciones que considere necesarias al Plan de Despliegue.

Artículo 14. CONTINUIDAD EN LA PRESTACIÓN DE LOS SERVICIOS DE TIC. Para garantizar la prestación continua y eficiente de los servicios públicos de comunicaciones y la materialización al derecho a la accesibilidad de los servicios de Tic previsto en el artículo 55 de la Ley 1450 de 2011, el Municipio, a través del Secretario de Planeación, acordará con el proveedor de redes y servicios de telecomunicaciones la instalación de infraestructura TIC en predios destinados al uso público y/o en bienes inmuebles de propiedad pública.

Artículo 15. UBICACIÓN DE ANTENAS EN AZOTEAS O PLACAS DE EDIFICIOS. En caso de localización de antenas en azoteas o placas de cubiertas de edificios y sin perjuicio de lo establecido por la Aeronáutica Civil, se deben cumplir las siguientes condiciones:

1. No ocupar áreas de emergencias o helipuertos.
2. No ocupar áreas de acceso a equipos de ascensores y salida a terrazas, ni obstaculizar ductos.
3. Prever un retiro de dos (2) metros mínimo, con respecto a los bordes de la terraza,

- azotea o cubierta del último piso.
4. Elementos como riendas, cables, tensores y similares, se permiten siempre y cuando no sean anclados o sujetos a elementos de fachada.

ARTÍCULO 16. COORDINACIÓN DE LOS PROCESOS DE SUBTERRANIZACIÓN CON EL MUNICIPIO. Los operadores deberán subterrizar sus redes existentes cuando el Municipio esté adelantando procesos de intervención del espacio público que faciliten el tendido subterráneo de las redes. Dicha obligación se sujetará a lo dispuesto en el artículo 9 de esta resolución.

Parágrafo primero: En ningún caso, en respeto del principio de neutralidad tecnológica, el Municipio exigirá la subterrización de una red cuyas características técnicas impidan la operación subterránea de la misma, o cuya subterrización reduzca su capacidad operativa y de servicio.

ARTÍCULO 17. SUBTERRANIZACIÓN EN ZONAS ESPECIALES DE INTERÉS CULTURAL O HISTÓRICO. El Municipio podrá, sin perjuicio de lo dispuesto en el parágrafo primero del artículo anterior, ordenar la subterrización obligatoria de las redes en aquellas zonas que de acuerdo con la Ley 1185 de 2008, sean catalogadas como de interés cultural o histórico.

Artículo 18. LIMITACIONES Y CONDICIONES DE PROTECCIÓN A LA POBLACIÓN. La instalación y despliegue de la infraestructura de TIC deberá observar los siguientes aspectos:

1. Aspectos generales: La instalación y el funcionamiento de las infraestructuras de telecomunicaciones deberán observar la normativa vigente en materia de exposición humana a los campos electromagnéticos, en especial lo establecido en el Decreto 195 de 1995 o la norma que lo modifique o sustituya, por el cual se adoptan los límites de exposición de las personas a campos electromagnéticos y se adecuan procedimientos para la instalación de estaciones radioeléctricas, para lo cual deberán reportar a la Agencia Nacional del Espectro (ANE) las mediciones que permitan la generación de mapas georeferenciados de monitoreo, de acuerdo a la metodología y condiciones definidas por la ANE.

Adicionalmente, no podrán establecerse nuevas instalaciones o modificar las existentes cuando de su funcionamiento conjunto se determine, previo concepto de la ANE, que superan los límites de exposición establecidos en la normativa aplicable.

2. Con carácter general, y respetando siempre el principio de neutralidad tecnológica, las estaciones radioeléctricas de radiocomunicación deberán utilizar la solución constructiva que reduzca al máximo, siempre que sea posible, el impacto visual y ambiental. Así mismo deberán resultar compatibles con el entorno e integrarse arquitectónicamente de forma adecuada, adoptando las medidas necesarias para reducir al máximo el impacto visual sobre el paisaje arquitectónico urbano o rural, con las debidas condiciones de seguridad.

3. La instalación de las infraestructuras radioeléctricas se efectuará de forma que se posibilite el tránsito de personas, necesario para la conservación y mantenimiento del espacio en el que se ubiquen.

4. De conformidad con lo previsto en el artículo 31 de la Ley 99 de 1993, a través de la cual se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente, cuando la instalación de la infraestructura de telecomunicaciones se pretenda ejecutar en zonas ambientalmente protegidas, el proveedor de redes y servicios de telecomunicaciones deberá contar con la respectiva autorización de la Corporación Autónoma de Caldas.

5. La ubicación de las estaciones radioeléctricas, deberá llevarse a cabo con sujeción a lo previsto en los reglamentos aeronáuticos y demás normas expedidas por la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil, UAEAC.

Artículo 19. AUTORIDAD COMPETENTE PARA LA SOLICITUD. La solicitud de aprobación de localización de antenas se presentará ante la Secretaría de Planeación Municipal quien la resolverá en un término máximo de quince (15) días hábiles.

Artículo 20. CONTENIDO DE LA SOLICITUD. La solicitud de permisos o de licencias orientadas a la instalación de infraestructura de telecomunicaciones presentada por los proveedores de redes y servicios de telecomunicaciones, deberá contener los siguientes documentos:

- i. Copia del Registro TIC expedido por el Ministerio de Tecnologías de la información y las Comunicaciones.
- ii. Copia del certificado de libertad y tradición del inmueble o inmuebles objeto de la solicitud, cuya fecha de expedición no sea superior a un mes antes de la fecha de la solicitud. Cuando el predio no se haya desenglobado se podrá aportar el certificado del predio de mayor extensión.
- iii. Formulario único nacional para la solicitud de licencias adoptado mediante la Resolución 984 de 2005 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial o la norma que la adicione, modifique o sustituya, debidamente diligenciado por el solicitante.
- iv. Poder o autorización debidamente otorgado, cuando se actúe mediante apoderado o mandatario, con presentación personal de quien lo otorgue.
- v. Copia del documento o declaración privada del impuesto predial del último año en relación con el inmueble o inmuebles objeto de la solicitud, donde figure la nomenclatura alfanumérica o identificación del predio. Este requisito no se exigirá cuando exista otro documento oficial con base en el cual se pueda establecer la dirección del predio objeto de solicitud.
- vi. Relación de la dirección de los predios colindantes al proyecto objeto de la solicitud.
- vii. Plan de manejo ambiental, que incluya propuesta de mimetización o minimización de impacto visual, para el caso de infraestructuras que van a ser instaladas en las zonas históricas, culturales y otras zonas urbanas y rurales que gocen de protección especial.
- viii. Si el inmueble está localizado en el centro histórico, su área de influencia o periferia histórica, concepto favorable del Consejo Departamental de Patrimonio de Manizales o quien haga sus veces.
- ix. Los demás, que dependiendo de la licencia solicitada sean expresamente exigidos por el Decreto 1469 de 2010 o las normas que lo modifiquen o sustituyan.
- x. Los requisitos establecidos en el artículo 6 del Decreto 195 de 2005

Artículo 21. En todo caso los solicitantes deberán obtener los demás permisos y licencias a que haya lugar.

Artículo 22. La presente Resolución rige a partir de la fecha de su publicación y deroga las disposiciones que le sean contrarias.

Dado en xxx, a los XX del mes de xxx de 2.012.

COMUNIQUESE, PUBLIQUESE Y CUMPLASE.

10. ANEXO –TECNOLOGÍAS DE ACCESO

10.1. Tecnologías de acceso guiado

Para el caso de las tecnologías de acceso guiado utilizadas principalmente en el despliegue de la red fija, a continuación se establecen los escenarios en los cuales la ampliación de cobertura o la prestación de nuevos servicios, requiere de la instalación de elementos de red que generan ocupación del espacio público.

10.1.1. Acceso de banda ancha.

Para la prestación del servicio de Banda Ancha, se establecen Puntos de Presencia (POPs), donde se ubican los equipos de Banda Ancha y, normalmente, una central de conmutación. Un POP consta de un DSLAM (Multiplexor de Acceso a la Línea Digital de Abonado) que no es más que un equipo que concentra una alta densidad de puertos ADSL2+, y su correspondiente distribuidor (MDF Main Distribution Frame) que es un elemento pasivo y permite la conexión de los puertos ADSL2+ con la red externa.

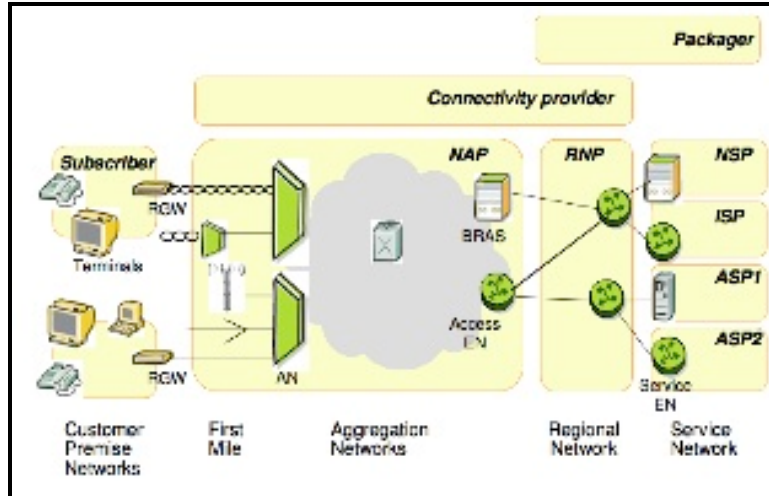
Cada DSLAM puede ser equipado con más de 760 puertos ADSL, lo que se ve reflejado en el volumen de espacio ocupado, adicionalmente estos DSLAM requieren de un distribuidor que es un componente ciento por ciento pasivo y se equipa con regletas QDF sobre las cuales se termina el cableado de los puertos ADSL del DSLAM. Cada puerto terminado requiere de dos elementos adicionales:

- Una protección híbrida QDF (sobre la línea de cobre que va a la calle) que protege el puerto de sobrevoltaje y sobre corrientes.
- Un Splitter (que separa las señales de baja frecuencia, que van hacia la central telefónica, de las de alta frecuencia, que van hacia el DSLAM).

Un suscriptor de Banda Ancha se conecta al DSLAM, utilizando un par de cobre, por medio de un módem ADSL2+ el cual se encontrará ubicado en la residencia del cliente. La información viaja desde el MODEM hasta el DSLAM, mapeada en un PVC (circuito virtual permanente), en el DSLAM se hace la multiplexación con más usuarios de la zona en una única salida (Uplink), dentro de la cual los datos del usuario tienen un doble identificador: una SVLAN (Stacked Virtual LAN) que es única para el DSLAM y una VLAN (Virtual LAN) que es propia del usuario. Un Uplink puede usar dos

clases de medios diferentes (fibra o radio, ambos parte de la red de acceso), para acceder a la red de Distribución IP/MPLS del operador de telecomunicaciones.

Figura 23: Topología general de una solución de banda ancha para acceso masivo

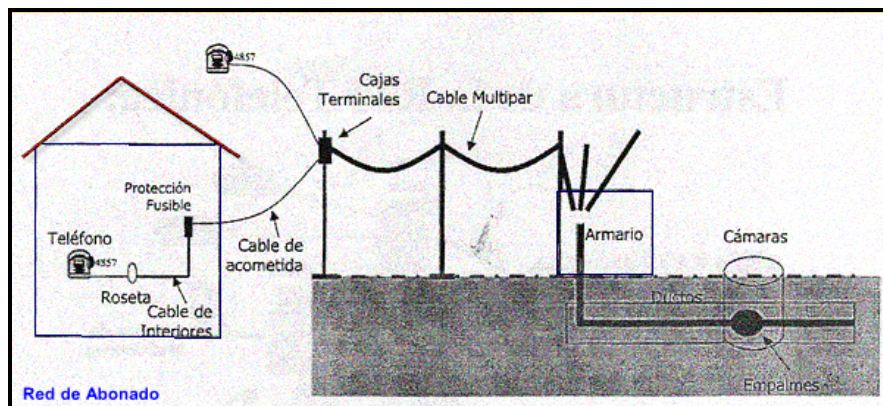


Fuente: <https://code.ua.pt/attachments/download/354>

10.1.2. Red de Acceso en cobre.

En la ampliación de cobertura y oferta de nuevos servicios de voz, datos e Internet es necesario intervenir la red de acceso alamburada, involucrando de esta forma los siguientes tipos de construcción: Obras de red canalizada, Obras de red aérea y Obras de red mural.

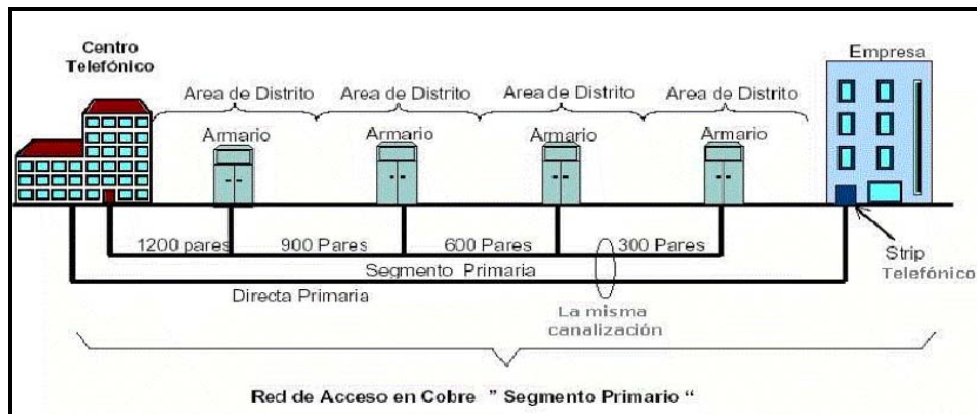
Figura 24: Topología de la red de acceso en cobre.



Fuente: http://orbita.starmedia.com/fortiz/FigurasTelecomunicaciones/Tema02_1_fig02.gif

La red canalizada corresponde al tendido de cables instalados de forma subterránea a través de canalizaciones que contienen los ductos que permiten el tendido, la protección y el mantenimiento de cables de red telefónica y también de cables de fibra óptica, además incluye la infraestructura de cárcamos o sótanos de cables, cámaras entre tramos de ducterías y acometidas entre cámaras y subidas a poste o muros.

Figura 25: **Red de Acceso en Cobre, Segmento Primario.**

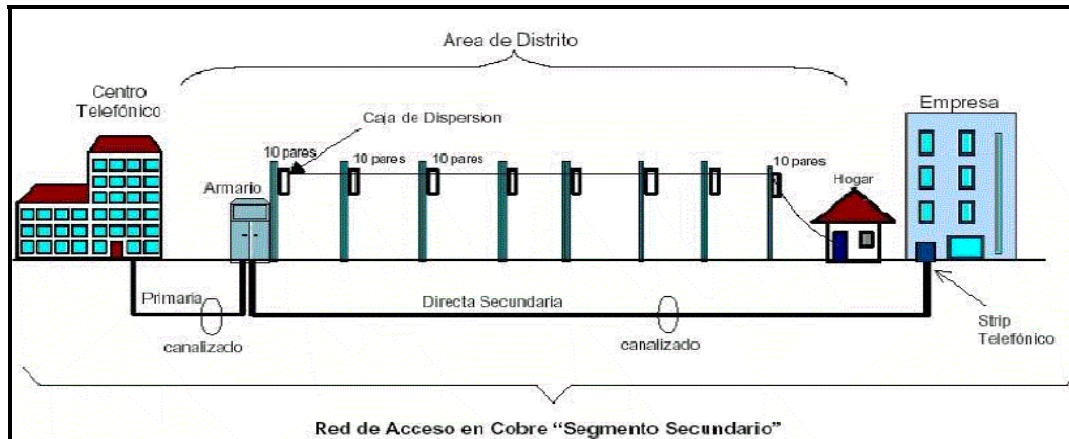


Fuente: Tyco, presentación productos FTTH, 2009.

La Red Aérea corresponde a las instalaciones de alambres conductores de cables multipares o de acometida soportados sobre postes, incluyendo además la instalación del cable de suspensión, riendas de retención, sistema de puesta a tierra, herrajes de montaje de los mismos y otros accesorios.

Las redes murales corresponden al cable instalado, grapado o enchapetado sobre las paredes exteriores de las edificaciones dentro de los límites de una manzana, vinculando las cajas terminales de manera que su distribución logre la mayor cercanía a los domicilios de abonados y usuarios.

Figura 26: Red de Acceso en Cobre, Segmento Secundario.

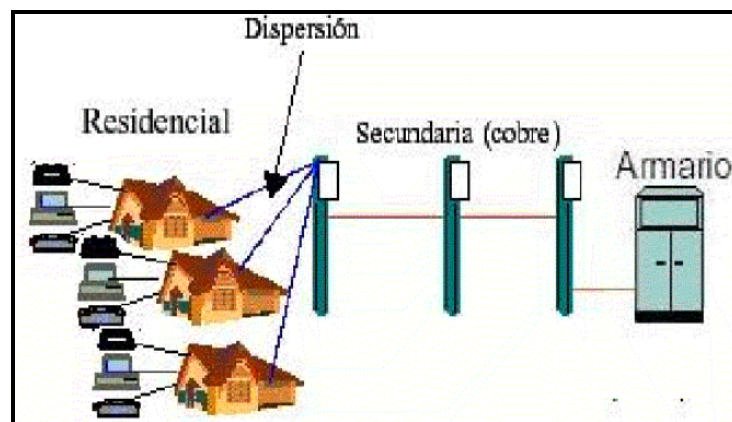


Fuente: Tyco, presentación productos, 2009.

De acuerdo a su función, existen las redes de distribución y la de dispersión. Las redes de distribución a su vez se clasifican en rígida o directa y flexibles.

En una red rígida todos los conductores se prolongan eléctricamente de una sección de cable a otra, mediante empalmes telefónicos; de este modo, todos los pares quedan directamente establecidos desde el distribuidor general de la central o desde el concentrador remoto hasta el punto de dispersión (caja de dispersión o strip telefónico). Adecuada para las zonas semi-rurales y para zonas urbanas inmediatamente próximas a la central/concentrador (red directa); los abonados de este tipo de red generalmente están a una distancia inferior de 1.5 Km. de la central o concentrador.

Figura 27: Segmento de Dispersión de la Red de Acceso en Cobre.



Fuente: Tyco, presentación productos FTTH, 2009.

En una red flexible, las líneas de abonado están divididas en secciones distintas: Secciones de cables primarios, que corresponde a la red comprendida entre el distribuidor general de la central y el armario telefónico (red primaria) y secciones de cables secundarios que corresponde a la red comprendida entre el armario telefónico y las cajas de dispersión o strips (red secundaria). Las redes primarias serán únicamente redes canalizadas, mientras que las redes secundarias podrán ser de tipo mixto, es decir, canalizadas y aéreas y/o canalizadas y murales. Este tipo de red es adecuada cuando los potenciales usuarios se encuentran ubicados a una distancia promedio de 2.5 Km. de la central telefónica o el concentrador remoto. Los armarios son los gabinetes metálicos o de fibra de vidrio que se localizan en los puntos de distribución de una red telefónica local, los cuales se utilizan para hacer la transición de red primaria a red secundaria.

Por otro lado, la red de dispersión, también conocida como red de abonado, se encuentra conformada por todos los elementos necesarios para interconectar la caja de dispersión (de la red de distribución o punto de derivación de la red de cables multipares) con la red de acometida interna del predio del usuario que conecta la línea al terminal del usuario. Incluye cable de acometida externa desde la caja de dispersión hasta el predio para interconectarse con la red de acometida interna del predio del usuario.

Sobre la red de acceso en cobre, además de prestar el servicio de voz, se soporta la red de acceso de banda ancha con DSLAM, convirtiendo a los DSLAM en pasos obligados de los cables de cobre a fin de ofrecer la banda ancha a los usuarios que aún no tienen el servicio.

10.1.3. Red de Acceso en Fibra Óptica.

La construcción o ampliación de redes de Fibra Óptica (FO) pueden involucrar los siguientes tipos de construcción: Red Rural (o interurbana) y Red Urbana.

La Red Rural comprende el conjunto de cables, empalmes, herrajes y demás elementos incluyendo la infraestructura de obras civiles (posteadura, canalizaciones, cámaras, etc.) que se localizan a la salida de los cascos urbanos de las localidades, sobre carreteras nacionales, departamentales o municipales, o sobre predios rurales públicos o privados.

A la red rural o interurbana de Fibra Óptica usada para interconectar dos localidades punto a punto sin derivaciones se le denomina Ruta, pero si esta interconexión supera distancias más allá de los

100Kms (Distancia típica entre regeneradores pero depende del presupuesto óptico asociado al diseño), se comienza a dividir en Secciones para efectos de Regeneración o inclusión de Equipo de Transportes en localidades intermedias.

Por su parte, la red urbana son los tendidos del cable de fibra óptica dentro del casco urbano de las localidades, las cuales tienen como objetivo hacer las interconexiones físicas para la Banda Ancha POP a POP (Point of Presence –Punto de Presencia con un DSLAM y equipos de transmisión asociados-). Mediante esta red se atenderán las interconexiones para los casos de los sitios nuevos (llamados nuevos POPs de cobre) o ampliaciones de las interconexiones existentes de POP a POP (llamados Nuevos POPs de Fibra) o por el crecimiento en puertos , ya sea por implementación de nuevas redes urbanas o por habilitación de hilos disponibles en la red existente.

En topología similar a la red de cobre, la red de acceso en fibra a nivel local se despliega desde el nodo de concentración de hilos de fibra óptica que aloja un ODF (Optical Distribution Frame), y que generalmente tiene un nodo de transmisión asociado SDH-NG y/o un SWD/SWC, hasta los DSLAM o hacia otros nodos SDH-NG y/o SWD/SWC, y cuyo objeto sea la ampliación de cobertura y nuevos servicios. Eventualmente y de acuerdo a condicionantes de diseño se localizan en espacios públicos armarios ópticos (esto es diferente a armarios para cobre de fibra de vidrio), los cuales se utilizan para efectos de darle flexibilidad a la red local de fibra (nunca se usan en redes interurbanas).

10.1.4. Red HFC – Híbridas Fibra – Coaxial.

El origen de las actuales redes HFC (Híbrido Fibra Coaxial) fueron las redes de CATV (Community Antenna TV), las cuales utilizaban para la transmisión de señales de televisión analógica (TV), usando como soporte el cable coaxial con suficiente ancho de banda para poder distribuir varios canales analógicos simultáneamente.

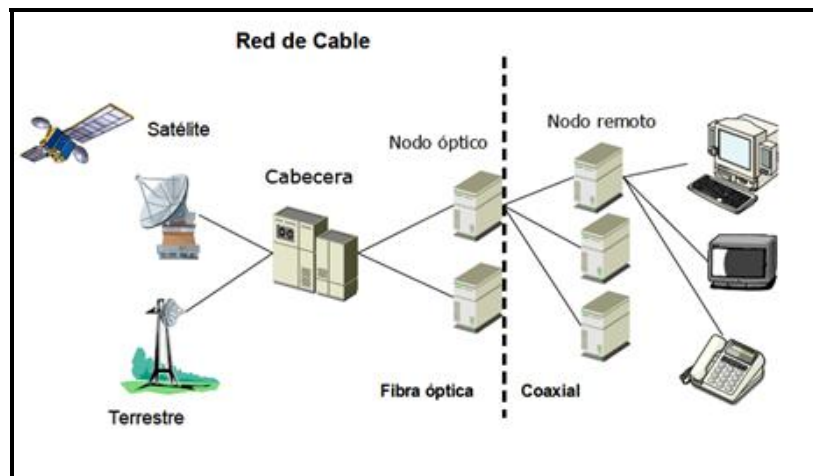
Aunque originalmente este tipo de redes de cable se desarrollaron para distribución de señales analógicas de TV, en la actualidad son sistemas avanzados de transmisión de señales de voz, datos e imágenes con un gran ancho de banda, soportados fundamentalmente por cables de fibra óptica y en menor medida cables coaxiales.

La evolución de la tecnología ha permitido que el ámbito de las redes CATV se extienda a áreas metropolitanas cada vez más extensas e interconectadas. En la actualidad se utiliza una topología de red basada en:

- Cabecera (Head-End) en donde se recopilan todos los canales, vía satélite, enlaces terrestres o producción propia para ser transmitidos por la red. Además en este nodo cabecera están todas las interconexiones, con otras redes de transporte fijas o móviles, así como los servidores de acceso a los diferentes servicios.
- Red troncal que se encarga del transporte de la señal desde la cabecera hasta los puntos de distribución.
- Red de distribución que lleva la señal desde los puntos de distribución hasta los abonados.

En la actualidad las redes han pasado del cable coaxial a redes híbridas de fibra óptica y cable coaxial HFC.

Figura 28: Estructura general de una red HFC.



Fuente: Redes de acceso HFC, Víctor G. García. España, 2007.

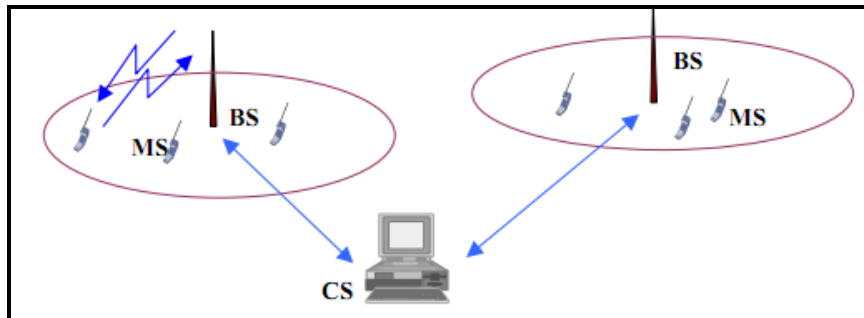
10.2. Tecnologías de acceso no guiado

En los medios no guiados no se requiere cableado y algunos permiten la movilidad sin perder comunicación. Su funcionamiento consiste básicamente en radiar energía electromagnética por medio de una antena o transmisor y luego se recibe esta energía con otra antena o receptor. Existen dos configuraciones para la emisión y recepción de esta energía: la direccional y la omnidireccional. En la direccional, toda la energía se concentra en un haz que es emitido en una

dirección determinada, por lo que tanto el emisor como el receptor deben estar alineados. Por su parte, en el método omnidireccional, la energía es dispersada en múltiples direcciones, por lo que varias antenas pueden captarla.

Un sistema de comunicaciones inalámbrico básico estará formado por: estaciones móviles (MS), estaciones base (BS) y una estación central (CS), de la forma como se indica en la figura siguiente.

Figura 29: **Sistemas inalámbricos**



Fuente: COMUNICACIONES INALAMBRICAS - SeDiCI

Las estaciones bases son fijas y se comunican con los móviles de su zona y a su vez son controladas y coordinadas por la estación central, ésta permite el enlace entre estaciones base. Las estaciones con movilidad pueden ser del tipo portátil (de mano o de bolsillo) o transportables a bordo de un vehículo. Todas las comunicaciones móviles siguen en forma aproximada esta estructura.

Las comunicaciones inalámbricas móviles para uso en telefonía y transmisión de datos se pueden subdividir en los siguientes grandes grupos:

- Comunicaciones de Telefonía Móvil
- Comunicaciones Inalámbrica de Datos (Wireless Data)

10.2.1. Comunicaciones de telefonía móvil

El concepto de redes móviles está basado en subdividir áreas geográficas relativamente grandes en secciones pequeñas llamadas celdas o células. En este sistema de celdas se aplica el concepto de reuso de frecuencias incrementando dramáticamente la capacidad de un canal de telefonía móvil. El reuso de frecuencia es cuando un conjunto de frecuencias (canales) se puede asignar a más de una célula, siempre y cuando las células estén a una cierta distancia de separación. Esto hace que

el sistema permita que un gran número de usuarios comparta un número limitado de canales de uso común en una región y que pueda ir creciendo a medida que distintas zonas requieran de dicho servicio.

Las arquitecturas de un sistema móvil son muy similares. Los elementos básicos son las estaciones móviles (MS) o equipos de abonados y las estaciones bases (BS) consistente en uno o más transeportes y un controlador de estaciones base (BSC) que realiza la parte software. Estas estaciones base están conectadas a los centros de conmutación de móviles (MSC).

La cobertura del servicio de telefonía móvil está condicionada por la limitación en la potencia de emisión de los teléfonos móviles y su capacidad de alcance a las estaciones base, por tanto la potencia emitida por las estaciones base se ha establecido en niveles reducidos, acordes con la limitación de alcance de los terminales. Ello obliga a distribuir estas estaciones de manera regular, proporcionando una adecuada cobertura de servicio, de forma similar a la iluminación que proporcionan el alumbrado público instalado a lo largo de las calles del municipio o localidad.

Las antenas de telefonía móvil suelen instalarse sobre elementos que las elevan como torres o mástiles o también directamente sobre edificios. En la práctica, se suelen instalar varias antenas en una ubicación para dar cobertura circular. En la configuración de tres antenas dirigidas a un mismo sector, sólo emite la antena central, estando dedicadas las dos laterales únicamente a mejorar la recepción, sin que efectúen ningún tipo de emisión.

Las características de las antenas y las condiciones en que éstas son instaladas habitualmente, hacen que los niveles de potencia de campos electromagnéticos sean muy bajos sobre el lugar en el que se ubican. La intensidad de las emisiones disminuye rápidamente con la distancia (proporcionalmente al cuadrado de ésta).

10.2.2. Comunicaciones Inalámbricas de Datos

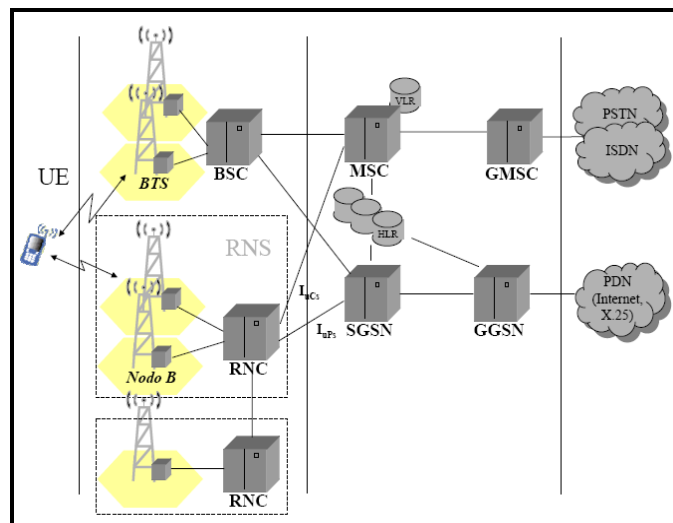
Se trata de un sistema de acceso a usuarios mediante un canal radioeléctrico, evitando de tal forma la planta externa de cobre convencional, la cual es remplazada por un acceso inalámbrico constituido por una antena angular que abarca la zona a ser cubierta. El usuario dispone entonces de una movilidad reducida dentro de la zona de cobertura. Estos sistemas inalámbricos se aplican especialmente en la transmisión de datos.

A continuación se establecen los escenarios en los cuales la ampliación de cobertura o la prestación de nuevos servicios, requiere de la instalación de elementos de red que generan ocupación del espacio público.

En el caso de las redes móviles se realiza referencia específica a las redes UMTS o de tercera generación (3G/IMT-2000) dado que son las que están implementando, desde el año 2008, todos los proveedores de redes y servicios de telecomunicaciones (PRST) móviles en Colombia, pero adicional se consideran las características de las redes GSM aún en operación.

Teniendo en cuenta que actualmente los proveedores de redes y servicios de telecomunicaciones (PRST) móviles en Colombia se encuentran en la fase de evolución de las redes GSM a UMTS, a continuación se representa como ocurre este proceso:

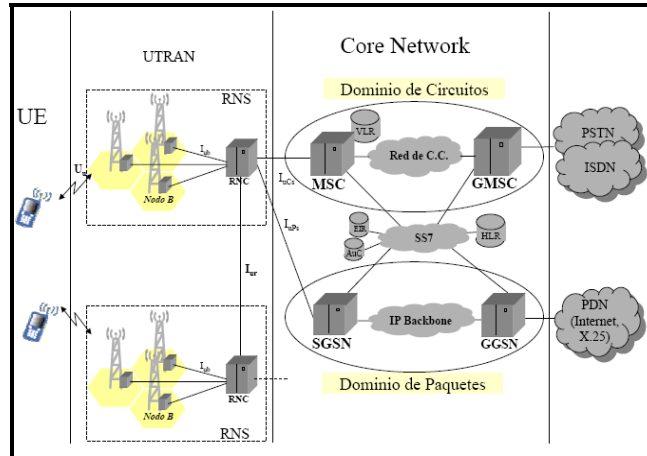
Figura 30: **Evolución de GSM a UMTS.**



Fuente: Universidad Politécnica de Madrid, Estudio de Redes y Servicios de Radio, (<http://ocw.upm.es/>)

Para efectos de ejemplificación, a continuación se ilustra una configuración bajo una red de acceso UMTS/WCDMA (UTRAN).

Figura 31: **Arquitectura UMTS: Dominios de Paquetes y circuitos.**



Fuente: Universidad Politécnica de Madrid, Estudio de Redes y Servicios de Radio, (<http://ocw.upm.es/>)

En la figura anterior se observa que la arquitectura de la red UMTS se divide en dos secciones, el segmento de CORE, donde los elementos de red están ubicados normalmente en las instalaciones propias del operador, y el segmento UTRAN (RAN), que está conformada por todos los elementos de acceso, donde están incluidos los elementos que ocupan espacio público.

Es la red de acceso (subsistema UTRAN) la que permite a los terminales de usuario acceder al núcleo de red de UMTS, y se le conoce como Red UTRAN – UMTS Terrestrial Radio Access Network (Red de Acceso Radio Terrestre UMTS). En UTRAN, el acceso al núcleo de red de UMTS se realiza vía radio, a través de una serie de elementos de red interconectados entre sí y con el núcleo de red mediante interfaces de transporte terrestres.

La red de acceso UTRAN cuenta con un RNC (Controladores de Red de Radio), el cual está encargado de controlar las estaciones radio base sobre la interfaz I_{ub} y de conectar la red de acceso radio al núcleo de la red mediante la interfaz I_u. Poseen básicamente dos roles: i) como servidor de los terminales conectados a través de las radio bases, permitiendo manejar la interfaz de radio, y ii) como controlador de un conjunto de celdas y sus estaciones base asociadas, permitiendo la administración de los recursos. Los RNC usualmente se encuentran en las instalaciones del operador.

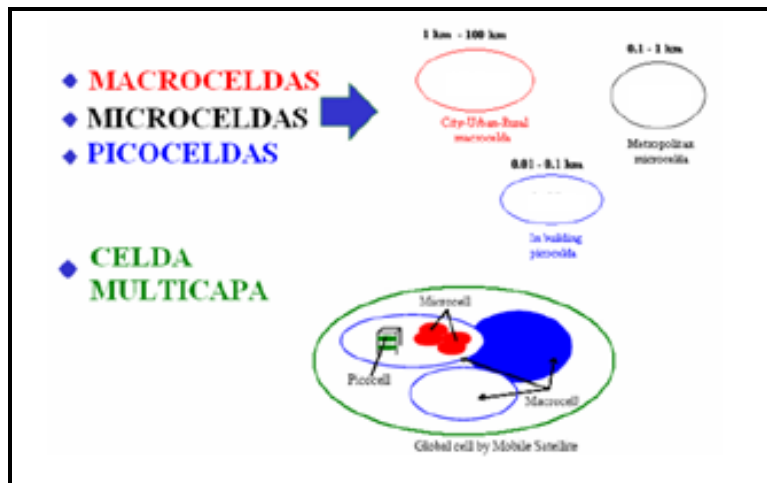
Esta red de acceso incluye los nodos o estaciones base WCDMA, que manejan la transmisión y recepción hacia/desde el terminal sobre la interfaz de radio I_u, el cual se le denomina en UMTS

nodo B, pero que a nivel general se conoce como estación base (EB), dado que esta definición es válida tanto para GSM como para UMTS, acorde a las definiciones de IMT-2000.

Para las estaciones base (EB) se utilizan típicamente antenas de ángulo o haz de radiación de 60 y 90 grados o cercanas a estos rangos, de acuerdo con la dispersión de localidades presentes por sector. Los sitios que se utilizan para implementación de las estaciones base pueden ser emplazamientos existentes de los proveedores de redes y servicios de telecomunicaciones (PRST), o nuevos emplazamientos desarrollados para la ampliación de cobertura.

La Célula, que corresponde al área cubierta por una estación base o por un sector de esta estación base, tienen las siguientes clasificaciones según la cobertura que presta en el área.

Figura 32: **Clasificación de celdas redes móviles..**



- MICROCELDAS

El uso de microceldas (con rango de cobertura entre 100 y 1000 metros) incrementa la capacidad de la red, ya que permite hacer un mayor manejo de tráfico y hace posible la utilización de potencias de transmisión muy bajas. Desde el punto de vista del operador, esto se traduce en ventajas adicionales como una mejor cobertura, bajos costos de la red por suscriptor y mayor eficiencia en la operación del sistema.

Las microceldas están servidas por estaciones base de escasa altura, poseen radios inferiores a 1 km, sus potencias típicas son entre 10 y 100mW, usualmente son usadas en sistemas que tienen línea de vista (LOS) y sus coberturas no suelen ser circulares.

El uso de microceldas optimiza el uso de las celdas y las macroceldas, permitiendo así el aprovechamiento y el mejor uso del espectro. Las microceldas son muy empleadas, ya que pueden acomodar muchos suscriptores por unidad de área de servicio, en comparación con las macroceldas. Además permiten el acceso con equipos de baja potencia.

Las microceldas pueden ser de dos o tres sectores con tamaños de apertura de 180° o 120° y serán implementados con equipos Micro BTS. Se puede citar un ejemplo claro cuando un centro comercial no logra tener suficiente penetración o cobertura en sus interiores con las BTS Macro externas, entonces en este caso se implementa una microcelda en los interiores del centro comercial.

La optimización de cobertura mediante microceldas, básicamente se realiza cuando se tiene las siguientes circunstancias:

- Cuando exista aumento de tráfico en áreas urbanas.
- Cuando exista necesidad de cobertura a nivel *Indoor* (ambiente interno) debido a que las macroceldas externas no logran su objetivo de cobertura.
- Cuando se necesite cubrir una zona de cobertura temporal debido a festividades, eventos, reuniones, etc.
- Cuando se requiera cubrimiento *Indoor* y *outdoor* (ambiente externo) de una empresa o localidad mediana en tamaño.

- PICOCELDAS

Las picoceldas se logran al reducir mucho más el tamaño de las celdas (cobertura menor a 100 metros). Una reducción en el tamaño de una celda implica un aumento en su capacidad (manejo de tráfico), por lo que las picoceldas se utilizan para brindar cobertura en las zonas identificadas como de muy alto tráfico, tales como centros de negocios o centros comerciales, donde los usuarios tienen un patrón de comportamiento de baja movilidad y se encuentran en un ambiente cerrado.

Las picoceldas tienen radios inferiores a los 100 m y potencias menores a 100mW para coberturas de zonas interiores muy concretas.

Figura 33: **Algunos tipos de picoceldas**



La optimización de cobertura mediante picoceldas básicamente se implementa cuando se tiene las siguientes circunstancias:

- Cuando se tenga aumento de tráfico en una zona densa urbana, principalmente en pisos de edificaciones o para un lugar concentrado de tráfico.
- Cuando el ambiente micro o macro no logra cubrir el objetivo de cobertura *indoor*, entonces se implementa equipos Pico BTS con picoceldas de manera similar a la microcelda.

Tal como se puede observar en la siguiente figura, la instalación de este tipo de infraestructura en fachadas, postes de luz o fachadas de casas y edificios es muy común, ya que no se afecta el entorno visual y sirve para mejorar la cobertura ofrecida por el proveedor de servicios móviles.

Figura 34: **Picocelda instalada en semáforo y en fachada**

