

Impacto ambiental, social y urbanístico del despliegue de las redes celulares

Por Ing. Alberto Cruz Torres, Especialista en Telemática, Departamento de Planeamiento, Dirección de Desarrollo e Inversiones, DVSM, ETECSA.
alberto.cruz@cubacel.cu

Introducción

El despliegue o ampliación de una red celular ofrece varios beneficios tanto para los operadores como para los clientes. Aunque cada proyecto implica una serie de características y circunstancias propias, la mayoría de las acciones en la construcción de nuevas infraestructuras, en este caso de telecomunicaciones, generan una serie de problemas comunes o impactos al medio ambiente, a la sociedad y a las urbanizaciones.

La legislación cubana sobre medio ambiente vigente establece, entre las acciones ambientales para un desarrollo sostenible, que los requerimientos de la protección del medio ambiente deben ser introducidos en todos los programas, proyectos y planes de desarrollo [1].

Para el análisis preliminar sobre el impacto ambiental, social y urbanístico del despliegue de una red celular deben tenerse en cuenta todos los aspectos que en la práctica provocan cambios ecológicos. La legislación sobre la evaluación de impacto ambiental plantea que tienen que ser protegidos

los seres humanos, animales, plantas, suelos, aguas superficiales y subterráneas, aire y clima, paisaje y el patrimonio histórico.

Impacto ambiental

Uno de los principales impactos ambientales que introduce el despliegue de las redes celulares es la contaminación electromagnética. Los campos de alta frecuencia procedentes de antenas de radio, radares, repetidores de radio o televisión pueden ser peligrosos para la salud humana si rebasan ciertos límites [2].

Los efectos por exposición a las emisiones electromagnéticas han sido objeto de numerosos estudios durante los últimos años. Estos trabajos han sido realizados por las administraciones públicas, los organismos internacionales independientes, los propios operadores y los fabricantes de equipos. Fruto de estos esfuerzos son las diversas normativas, de carácter general y específico, que pueden ser utilizadas para que las autoridades competentes establezcan

reglamentos de obligado cumplimiento para los operadores de los diversos servicios. Las normativas actuales se basan, principalmente, en aquellos estudios realizados con niveles altos de emisiones electromagnéticas considerando únicamente los efectos térmicos. Estos efectos pueden producirse a determinadas frecuencias, niveles de emisión y modulaciones [3].

La mayoría de las normativas especifican dos tipos de límites, según el carácter de la exposición:

- ♦Exposición ocupacional: es aquella donde los sujetos son conscientes de la exposición, pueden ejercer control sobre la misma y tomar las precauciones de seguridad necesarias;
- ♦Exposición del público en general: es la exposición no controlada del público en general, que no es consciente de su exposición a campos electromagnéticos y no puede ejercer control sobre la misma.

Los factores de seguridad suelen ser de 10 veces para la exposición ocupacional y de 50 veces para la exposición del público en general. En los estándares se especifican los límites para la exposición a los campos electromagnéticos en términos de densidad de potencia S [W/m^2] o intensidad del campo eléctrico E [V/m].

Actualmente, la mayor parte de la comunidad europea sigue la norma ENV 50166-2, según los criterios del ICNIRP —*International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection*—. Este organismo, dependiente de la OMS, recomienda como límites de densidad de flujo de potencia para radiaciones continuadas de 900 MHz, un nivel de referencia de $22.5 W/m^2$ para exposición ocupacional y $4.5 W/m^2$ para exposición del público en general (Tabla 1) [3-6].

Exposición ocupacional				Exposición público en general			
Frecuencias	Intensidad de campo eléctrico (E) [V/m]	Intensidad de campo magnético (H) [A/m]	Densidad de potencia equivalente (S) [W/m^2]	Frecuencias	Intensidad de campo eléctrico (E) [V/m]	Intensidad de campo magnético (H) [A/m]	Densidad de potencia equivalente (S) [W/m^2]
0 -1 Hz	-	$1,63 \cdot 10^5$	-	0 -1 Hz	-	$3,2 \cdot 10^5$	-
1 - 8 Hz	20000	$1,63 \cdot 10^5/f^2$	-	1 - 8 Hz	10000	$3,2 \cdot 10^5/f^2$	-
8 - 25 Hz	20000	$2 \cdot 10^4/f$	-	8 - 25 Hz	250/f	$4000/f$	-
0,025 - 0,82 kHz	500/f	20/f	-	0,025 - 0,8 kHz	250/f	4/f	-
0,28 - 65 kHz	610	24,4	-	0,8 - 3 kHz	87	5	-
0,065 - 1 MHz	610	1,6/f	-	3 - 150 MHz	87	5f	-
1 - 10 MHz	610/f	1,6/f	-	0,15 - 1 MHz	$87/f^{0,5}$	$0,73/f$	-
10 - 400 MHz	61	0,16	10	10 - 40 MHz	28	$0,73/f$	2
400 - 2000 MHz	$3 \cdot f^{0,5}$	$0,008 \cdot f^{0,5}$	$f/40$	400 - 2000 MHz	$1,375 \cdot f^{0,5}$	$0,073 \cdot f^{0,5}$	$f/200$
2 - 300 GHz	137	0,36	50	2 - 300 GHz	61	0,16	10

La frecuencia f está expresada en la misma unidad que la columna del margen de frecuencia

Tabla 1 Niveles de referencia del ICNIRP (Fuente: [5]).

Conociendo la altura del centro eléctrico de la antena y la potencia máxima radiada aparente, la intensidad del campo eléctrico en el espacio libre a cualquier distancia d de una antena se calcula como:

$$E = \frac{\sqrt{(PG)}}{d} \text{ V/m} \quad (\text{Expresión 1})$$

Donde, P es la potencia de salida del transmisor expresada en Watt; G es la ganancia de la antena, E es la intensidad del campo eléctrico expresada en V/m y d la distancia en metros a la cual se alcanza el límite de radiación permitido según la tabla 1.

En el caso particular de la red celular GSM de ETECSA que usa la banda de frecuencia de 900 MHz, en las zonas suburbanas (rurales) se utilizan estaciones bases con potencia a la salida del transmisor de 40 W y antenas con ganancia de 17.5 dBi. Para el caso de las zonas urbanas, como La Habana, se utilizan potencias de 20 W y antenas con ganancia de 15 dBi. Según la normativa ICNIRP (Figura 1), la intensidad del campo máximo permitido para exposición del público en general a esta frecuencia es de 90 V/m, por lo que usando la expresión (1) habría que disponer una distancia mínima de seguridad de 1.7 m en las zonas suburbanas y 1.05 m en las zonas urbanas.

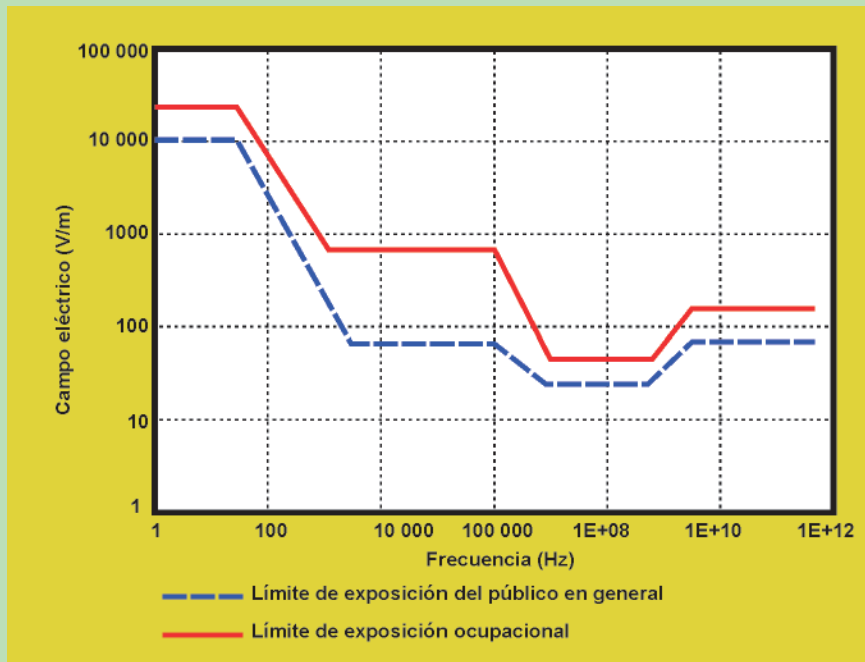


Figura 1. Niveles de referencia ICNIRP de intensidad del campo eléctrico (Fuente: [5]).

Pero si consideramos que el proyecto de resolución cubano sobre la protección contra las radiaciones no ionizantes para estaciones fijas [7], el cuál es más restrictivo con un valor límite de la intensidad del campo máximo permitido a 900 MHz de 7 V/m (Figura 2), tendríamos que disponer una distancia mínima de seguridad de unos 20.7 m en las zonas suburbanas y 13.6 m en las zonas urbanas. Estas distancias se deben tener en cuenta específicamente para la ubicación de las antenas en la ampliación de la red existente o el despliegue de una nueva red celular.

Frecuencias	Intensidad del Campo Eléctrico	Intensidad del Campo Magnético	Densidad de Potencia
9 kHz<3 MHz	20 V/m	0,05 A/m	-
3 MHz<300 Mhz	7 V/m	-	-
300 MHz<300 Mhz	7 V/m	-	0,13 W/m ²

Tabla 2 Límites máximos permisibles del proyecto de resolución cubano (Fuente: [7]).

Otro impacto ambiental que se produce durante el despliegue de las redes celulares es el ruido. En la fase de construcción de los sitios, determinadas acciones como excavaciones mediante medios mecanizados o simplemente debido al trasiego de maquinarias para el transporte de materiales, son una fuente importante de emisión de ruido. En este caso, es fundamental una correcta planificación de estos trabajos, procedimientos u otras acciones para disminuir este efecto. También puede recurrirse al apantallamiento de la zona de las obras.

La construcción de nuevas torres para la instalación de las antenas de las estaciones bases provoca un impacto significativo en la población de aves migratorias, especialmente en algunas especies de aves migratorias nocturnas. Solo en Estados Unidos se estima que las torres de telecomunicaciones matan de 4 a 5 millones de aves al año [8]. Por este motivo, debe evitarse la ubicación de los nuevos emplazamientos de torres sobre los corredores de las aves migratorias, sobre todo en los hábitats y rutas migratorias de especies en peligro de extinción. Tampoco deben estar ubicadas dentro o cerca de los humedales ni otras áreas de concentración conocida de las aves, por ejemplo, los refugios naturales, las zonas de parada y las colonias. Las torres no se deben situar en zonas con una alta incidencia de niebla y techos bajos.

Antes de construir una nueva torre, un operador de servicios de telecomunicaciones debe analizar la posibilidad de colocar los equipos de comunicaciones en una torre existente u otra estructura, por ejemplo, vallas publicitarias o torres de agua. Dependiendo de los factores de carga de la torre, de 6 a 10 operadores pueden colocar sus antenas en una torre existente. Los operadores deben considerar el impacto acumulativo de todas las antenas ya que la energía total radiada se incrementa. En caso de que no sea factible la ubicación conjunta y sea necesario construir la nueva torre, se debe tratar de utilizar técnicas de construcción que no requieran cables de retención, como las torres autosoportadas o monopolos, etc.

Con el fin de reducir el número de torres en el futuro, los proveedores deben ser alentados para diseñar estructural y eléctricamente nuevas torres que den cabida al menos a dos usuarios adicionales —un mínimo de tres usuarios por cada estructura de torre—.

En cuanto a consumo energético, una variante que se utiliza en las estaciones bases con el fin de reducir el impacto medioambiental es el sistema de enfriamiento natural. Este sistema está basado en la adaptación de los sistemas de climatización convencionales de las estaciones base. De este modo, se consigue una reducción del consumo de energía eléctrica por disminución del tiempo de funcionamiento del aire acondicionado obteniéndose un ahorro de hasta un 25% de la energía que se consume, al tiempo que se reduce el número de averías de los equipos de climatización y aumenta su vida útil, y la consiguiente disminución de las emisiones de CO₂ [9].

La telefonía móvil ha sido desde siempre una tecnología intensiva en consumo de energía y costosa en términos de inversión y mantenimiento. Sin embargo, acorde con la tendencia mundial de incrementar la eficiencia energética y disminuir el impacto ambiental de la industria, el uso de energía solar parece ser una alternativa prometedora. Algunas compañías se están concentrando en ofrecer servicios con tecnologías inalámbricas limpias. ABI Research sostiene que para el año 2013 habrá 335.000 estaciones base que funcionarán con energía solar y eólica. Tanto Nokia, como Motorola, Ericsson y Samsung, entre otras, ya están utilizando una mezcla de tecnologías más limpias como parte de sus programas de responsabilidad social empresarial y de conservación del medioambiente [10].

En el proceso de análisis y contratación del equipamiento, ETECSA deberá valorar positivamente las propuestas que incluyan soluciones “verdes” que protejan el medio ambiente.

Impacto social

El desarrollo de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) ha causado un gran impacto social. Las sociedades se han trasladado a un entorno virtual, en el cual el teléfono móvil juega un papel protagonista junto con Internet.

En la actualidad, la tecnología celular e Internet se combinan en una sola; los celulares ya no se limitan a la función de comunicar a dos personas entre sí, sino que ahora han evolucionado hasta incluir modalidades como el acceso a Internet en casi todos sus aspectos —transmisión de datos, mp3, teleconferencia, transmisión de archivos fotográficos y videos, etc.— [11]. Los teléfonos celulares permiten mejorar la comunicación y están convirtiéndose en una parte íntegra de nuestra cotidianidad. En este sentido, pueden reforzar la productividad del trabajo, mejorar las capacidades de servicio y aumentar la seguridad personal o familiar [12].

Para los países menos desarrollados, el despliegue de la telefonía celular representa la mejor oportunidad para llevar los servicios de telecomunicaciones a las comunidades remotas o económicamente desfavorecidas [13]. ETECSA mediante la modalidad de la telefonía fija alternativa (TFA) ha logrado trasladar los servicios de telefonía básica a la población de comunidades ubicadas fundamentalmente en las zonas más intrincadas o donde la solución de telefonía fija no está disponible. Esta modalidad TFA consiste en ubicar teléfonos fijos GSM en zonas donde ya existe cobertura de la red celular (Figura 2).



Figura 2 Telefonía fija alternativa (TFA) en las comunidades rurales (Fuente: [16]).

Otras aplicaciones que utilizan la transmisión de datos a través de las redes celulares como el control de flotas de transporte reportan un importante beneficio económico y social.

La introducción de los nuevos servicios de voz y transmisión de datos puede contribuir de manera significativa a disminuir la brecha digital o diferencia socioeconómica entre aquellas comunidades que tienen accesibilidad a Internet y las TIC y aquellas que no.

Impacto urbanístico

Durante el despliegue de la nueva red celular deben evitarse irregularidades urbanísticas que afecten las instalaciones y edificaciones existentes. Entre las irregularidades más comunes que se cometen en este tipo de despliegue están [14]:

- ♦ Vulneración de la altura máxima permitida para las antenas.
- ♦ Incumplimiento de las normas de protección contra incendios.
- ♦ Afectaciones a los techos de los edificios por el sobre peso de la instalación de las estaciones base y sus antenas.

Otro problema derivado de la implantación de una infraestructura de este tipo tiene que ver con el impacto paisajístico en el medio urbano. Esta forma de contaminación se une a las posibles afectaciones sobre los suelos, la vegetación, la fauna y, posiblemente, sobre los sistemas de ecolocación de los animales, especialmente en el medio urbano; todas ellas como resultado de las obras de instalación y del propio funcionamiento de estas instalaciones de telecomunicaciones [14].

Un gran porcentaje de las antenas suponen importantes agresiones estéticas al entorno urbano. El impacto paisajístico de las antenas constituye uno de los aspectos más importantes por el contraste de formas introducidas. La magnitud del impacto depende de la mayor o menor absorción paisajista del medio receptor y de las medidas preventivas o tratamientos correctores adoptados en el diseño y la construcción. Los operadores de telefonía móvil son conscientes desde hace tiempo de la importancia del impacto visual de sus instalaciones y de la necesidad de la integración de éstas en el entorno. La mimetización de las antenas (Figura 3), siempre y cuando el desarrollo de la red, el estado del arte de la tecnología y los correspondientes permisos administrativos así lo permitan, responde al compromiso de actualizar de manera progresiva las redes de telefonía móvil para adecuarlas a la realidad tecnológica más reciente, con el objetivo de reducir el impacto visual e integrarlas de manera más efectiva en su entorno manteniendo, al mismo tiempo, los niveles de cobertura y calidad [15].



Figura 3 Antenas UMTS camufladas (Fuente: [15]).

La concentración de infraestructuras, por la compartición de torres de soporte de las estaciones base por las distintas operadoras, es una práctica muy recomendable para minimizar el impacto visual en zonas muy pobladas. Sin embargo debe advertirse que ello aumenta las energías totales radiadas y, por tanto, aumenta las intensidades de radiación sobre la población. El órgano regulador podrá establecer la obligación de compartir emplazamiento para aquellas instalaciones que se ubiquen en terrenos de dominio público. Cuando se trate de la utilización por diferentes operadores de una determinada ubicación, debe procurarse la menor separación entre las diferentes antenas y la mejor composición rítmica, para lograr la máxima integración en el paisaje urbano.

Las instalaciones y estaciones de telefonía celular deben utilizar la solución constructiva y tecnológica disponible en el mercado que, con las menores dimensiones, reduzca al máximo el impacto visual y ambiental. Los operadores deben optar por aquellas tecnologías que supongan un número de antenas y unos tamaños y pesos menores, que exijan infraestructuras de soporte, torres y mástiles más ligeros para minimizar el impacto visual y medioambiental. Las estaciones de radiocomunicaciones deben ser compatibles con el entorno e integrarse arquitectónicamente de forma adecuada.

Conclusiones

Con el objetivo de minimizar el impacto ambiental y urbanístico del despliegue o ampliación de una red celular deberán tomarse una serie de medidas orientadas a la protección e integración de las obras en el medio. Con este fin, en la etapa de proyección de la inversión, entre las principales medidas para la conservación del medio ambiente, deberá tenerse en cuenta la identificación de las afectaciones de especial importancia para las que se pueden establecer medidas compensatorias. Además, debe realizarse una adecuación ambiental de los sitios seleccionados. Asimismo, se tomarán medidas especiales para la protección de los suelos y cultivos realizando el tratamiento y reutilización de suelos y tierra vegetal.

Otras medidas especiales deberán preverse para evitar la contaminación por ruidos y vibraciones —cerramientos y pantallas acústicas— durante la fase de realización de la obra si es necesario, así como para el control de movimiento de máquinas y materiales. Se tendrán en cuenta medidas específicas para garantizar la continuidad de los servicios existentes como son la protección de vías, caminos agrícolas, carreteras y su reposición así como para la defensa contra la erosión, la recuperación ambiental y la integración paisajística de la obra. Finalmente deberá elaborarse un programa específico y detallado de la vigilancia ambiental para el seguimiento y control de los impactos. ▀

Referencias Bibliográficas

- [1] CITMA. Ley 81 del Medio Ambiente. *Gaceta Oficial de la República De Cuba*. No. 7, ed. extraordinaria, La Habana, 11 de Julio de 1997.
- [2] Oliveras Sevilla, Juan M. "Riesgos de la contaminación radioeléctrica para la salud". *Revista Técnica Industrial*, no. 261, (Febrero 2006): 61-67.
- [3] Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación. "Emisiones Radioeléctricas: Normativa, Técnicas de Medida y Protocolos de Certificación". *Cuaderno no.01*, (2008): 30-35.
- [4] Giardino, Sergio. "Celulares y medio ambiente: Emergencia ecológica y humana mundial". Argentina Indymedia, 6 diciembre 2006. <http://argentina.indymedia.org/news/2004/12/242879.php> (acceso diciembre 5, 2011).
- [5] ICNIRP. "Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz)". *Health Phys*, vol. 74, no. 4, (April, 1998):494-522. <http://www.icnirp.de/documents/emfgdl.pdf> (acceso septiembre 2, 2011).
- [6] UIT-T. Recomendación UIT-T K.52 -Orientación sobre el cumplimiento de los límites de exposición de las personas a los campos electromagnéticos. Febrero, 2000. <http://www.itu.int/rec/T-REC-K.52-200412-I> (acceso noviembre 2, 2011).

- [7] Ministerio de la Informática y las Comunicaciones. Proyecto de resolución cubano para la protección contra las radiaciones no ionizantes para estaciones fijas. Versión 19. 22 enero 2008.
- [8] United States Department of the Interior. Fish and Wildlife Service. "Service Guidance on the Siting, Construction, Operation and Decommissioning of Communications Towers" http://www.fws.gov/habitatconservation/com_tow_guidelines.pdf . 2011. (acceso noviembre 16, 2011).
- [9] Newsletter Network World. "Orange reduce el impacto ambiental en su red de telefonía móvil". 7 de julio de 2009. www.networkworld.es/newsletter/fecha-7-9-2009 . (acceso diciembre 13, 2011).
- [10] Herrera Vegas, Rodrigo. "La energía solar llega a la telefonía móvil". La Nación, Noviembre 2011. <http://www.lanacion.com.ar/1192438-una-infraestructura-solar-para-redes-celulares-mas-verdes>. (acceso diciembre 5, 2011).
- [11] Sánchez Lizama, Rafael Ricardo. "Impacto de la telefonía celular y la Internet en el entorno social y académico de los jóvenes universitarios". 2007. <http://www.monografias.com/trabajos30/telefonía-celular-universitarios/telefonía-celular-universitarios.shtml>. (acceso diciembre 1, 2011).
- [12] Belmonte Espejo, Pedro. "Impacto de las redes de telefonía móvil". *El Ecologista*, no.44, (Junio 2005):39-41. <http://www.ecologistasenaccion.org/article2157.html>. (acceso noviembre 2, 2011).
- [13] UIT. "Impacto social de la telefonía móvil". http://www.itu.int/telecom-wt99/press_service/information_for_the_press/press_kit/backgrounders/backgrounders/social_impact_mobile-es.html . (acceso noviembre 16, 2011).
- [14] Belmonte Espejo, Pedro y Miralles Martínez, Pedro. "Telefonía Móvil: Impacto Ambiental y Social". Ecoportal.net, 13 septiembre 2004. http://www.ecoportal.net/Temas_Especiales/Contaminacion/Telefonía_Móvil_Impacto_Ambiental_y_Social (acceso diciembre 15, 2011).
- [15] Radioaficion.com. "Antenas UMTS camufladas". Noviembre 2008. <http://www.radioaficion.com/php/content/view/199/2/> . (acceso diciembre 5, 2011).
- [16] Pradas, Toni. "Isla de la Juventud: Explosión de solidaridad". Boletín *En Línea*, no.2, (2008):21.

