

# Consideraciones sobre mediciones de densidad de potencia total en proximidades de antenas para telefonía celular

Valdez, Alberto D. - Del Valle, Eduardo E.

Depto. de Ingeniería - Area Electrónica - Facultad de Cs. Exactas y Naturales y Agrimensura - UNNE.

9 de Julio 1449 - 2º Piso - (3400) Corrientes - Argentina.

Tel./Fax: +54 (03783) 423126 / 473930

E-mail: dvaldez@exa.unne.edu.ar

## ANTECEDENTES

Los niveles máximos de exposición a RF y microondas, del tipo no ionizantes, de trabajadores (que incluye a personas expuestas ocupacionalmente) y otros individuos (el público en general) deben medirse periódicamente utilizando instrumentos adecuados a fin de determinar si no exceden los niveles máximos establecidos por las normas y reglamentaciones vigentes en cada país.

Las radiaciones no ionizantes, objeto del presente trabajo, se pueden cuantificar a través de la *tasa o relación específica de absorción (SAR)*, es decir, la tasa de absorción de energía por unidad de masa en el cuerpo. El SAR tiene unidades joules por segundo por kilogramo o watts por kilogramo (W/kg).

En la práctica, las mediciones directas de SAR son factibles solo en laboratorio. La densidad de potencia medida bajo ciertas condiciones permite verificar si se exceden los límites fijados para el SAR. Estos niveles medidos generarían una relación específica de absorción (SAR) no mayores que los límites básicos establecidos.

Estos límites máximos de exposición están establecidos en numerosas normas y reglamentaciones y deben medirse bajo ciertas condiciones.

## MATERIALES Y METODOS

En el presente trabajo analizamos los valores de densidad de potencia calculados y medidos efectivamente en las proximidades de una antena base de telefonía celular. Tomamos a los efectos tres emplazamientos situados en sitios diferentes de la ciudad de Corrientes considerados testigos por las condiciones de riesgo potencial para la salud humana.

La documentación empleada como material de trabajo consta básicamente de tres informes, dos de ellos elaborados por el Grupo de Investigación de Sistemas Eléctricos de Potencia (GISEP) de la Universidad Tecnológica Nacional Regional Santa Fe (casos 1 y 2) y uno por la Gerencia de Ingeniería de Personal Telecom., Planeamiento Celular Resistencia (caso 3).

Para la discusión y elaboración de las conclusiones utilizamos como datos los valores extraídos de los documentos citados y como valores de referencia los límites de exposición ocupacional y poblacional establecidos en "Prospección de Radiación Electromagnética Ambiental No Ionizante: Manual de Estándares de Seguridad para la Exposición a Radiofrecuencias Comprendidas entre 100 kHz y 300 GHz" (Aprobado por Resolución 202/95 Ministerio de Salud y Acción Social) y por la norma IEEE C95.1 - 1991 (IEEE Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Radio Frequency Electromagnetic Fields, 3 kHz to 300 GHz).

El instrumento utilizado para las mediciones fue un Medidor de Radiación marca WANDEL & GOLTERMANN modelo EMR 300 con sonda TYP-8 (E field probe) con rango de medición desde 100 kHz hasta 3 GHz (casos 1 y 2).

Los conceptos básicos utilizados en el análisis fueron:

Densidad de potencia (S): Potencia por unidad de área normal a la dirección de propagación, usualmente expresada en unidades de watts por metro cuadrado [ $W/m^2$ ] o miliwatts por centímetro cuadrado [ $mW/cm^2$ ].

Tasa de absorción específica (SAR): La derivada en el tiempo de la energía incremental (dW) absorbida por (disipada en) una masa incremental (dm) contenida en un elemento de volumen (dV) de una dada densidad ( $\rho$ ).

$$SAR = \frac{d}{dt} \left( \frac{dW}{dm} \right) = \frac{d}{dt} \left( \frac{dW}{\rho dV} \right) \quad \text{unidades de [W/kg].}$$

Máxima exposición permitida (MPE): La densidad de potencia equivalente de onda plana asociada con estos campos y la corriente de contacto e inducida a la cual una persona podría exponerse sin efecto nocivo y con un aceptable factor de seguridad.

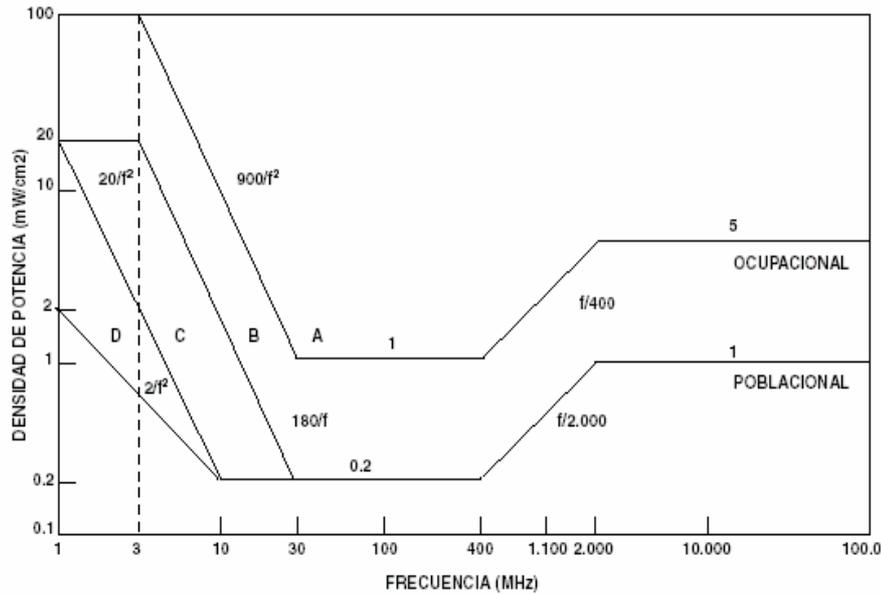
Exposición poblacional (ambientes no controlados): La exposición de individuos que no tienen ningún conocimiento o control de su exposición.

Exposición ocupacional (ambientes controlados): La exposición de personas quienes están advertidas de la exposición como resultado de su actividad o empleo, o como un resultado fortuito de su paso transitorio por áreas donde el análisis muestra niveles de exposición que podrían superar los de ambientes no controlados.

## DISCUSION DE RESULTADOS

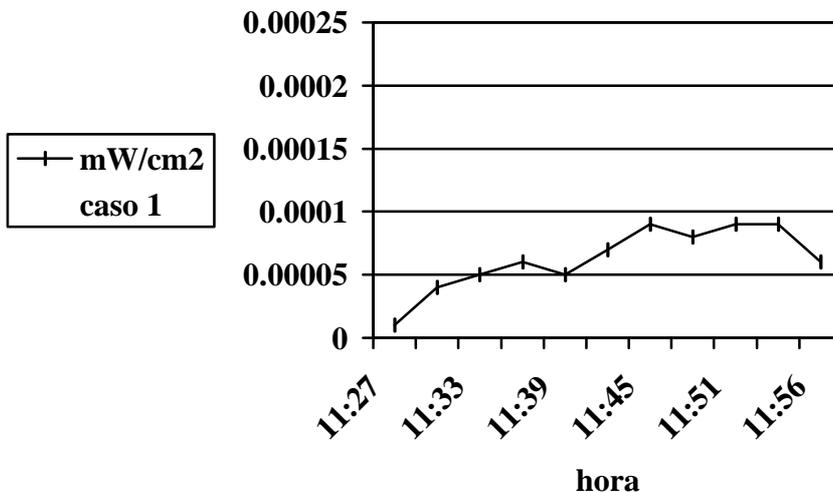
Tomamos los informes correspondientes a los tres casos seleccionados, los datos de campo recopilados y analizamos las particularidades de cada uno de ellos.

**Casos 1 y 2:** Se presentan las curvas utilizadas como niveles máximos de densidad de potencia admisibles:

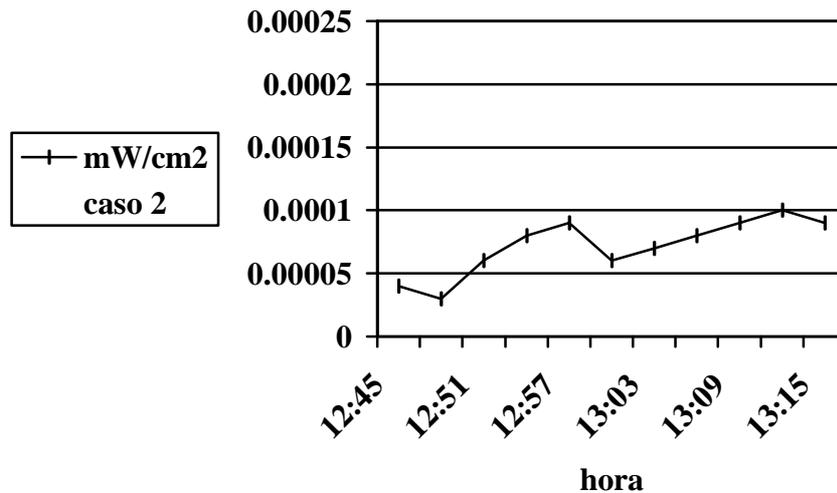


**Fig. 1.** Valores límites promedio permitidos de exposición ocupacional (A) y poblacional (B, C y D). Manual de Estándares de Seguridad para la Exposición a Radiofrecuencias Comprendidas entre 100 KHz y 300 GHz.

Los valores **medidos** para los casos 1 y 2 están graficados en la Fig. 2 y Fig. 3 respectivamente.



**Fig. 2** Densidad de Potencia Medida con el Medidor de Radiación Wavetek Wandel Goltermann EMR300 para el caso1



**Fig. 3** Densidad de Potencia Medida con el Medidor de Radiación Wavetek Wandel Goltermann EMR300 para el caso2

**Casos 1 y 2:** El valor límite de Densidad de Potencia para el rango de frecuencias entre 400 MHz y 2.000 MHz se establece como:  $S_{\text{máx}} = f / 2.000$  [mW/cm<sup>2</sup>] donde f = frecuencia [MHz]

El valor límite para f = 1.900 MHz resulta:  $S = 1.900 / 2.000 = 0,95 \text{ mW/cm}^2$

Los valores máximos medidos de acuerdo con los Informes son de **0,00012 mW/cm<sup>2</sup>** (caso 1) y de **0,00014 mW/cm<sup>2</sup>** (caso 2) son varios órdenes inferiores al valor máximo.

Tomando como referencia las fotografías presentadas en el Informe Técnico de las mediciones para el **caso 1**, efectuamos un relevamiento in situ del lugar donde se había realizado la misma. Vecinos de la zona confirmaron el punto exacto donde se realizó la medición. Se comprobó que el instrumento de medición se ubicó a una distancia de unos 90-100 m de la base de la torre de la antena de telefonía celular. Sin embargo alrededor de la misma existen (también cuando se efectuó la medición) numerosas viviendas habitadas a muy corta distancia de la antena, ya que se trata de un barrio poblado de la ciudad de Corrientes.

**Caso 3:** Cálculo de distancia radial mínima y densidad de potencia máxima admisibles.

Base (m)	Altura (m)	Distancia (m)	Arc. Tang. (°)	Ang. Mayor impacto (°)	Tilt eléctrico (°)	
15	4,475	<b>16,1</b>	1,51	86	5	
Potencia RBS (dBm)	Pérdidas (dB)	Ganancia de antena (dB)	EIRP (dBm)	Potencia de c/canal (W)	57 portadoras 57*EIRP(W)	19 portadoras 19*EIRP(W)
36,4	2,6	14	47,8	76	3420	1140
<b>Distancia radial para el peor caso = 6,84 m , Distancia radial para el caso real = 3,95 m</b>						

Pot. Tx = 47,8 dBm ; Pérdidas free space = 54,5 dB

Pot. Rx (p/canal) = Pot. Tx - Pérdidas free space = -6,7 dBm = 0,214 mW

Portadoras	57 Tx	19 Tx
Pot. Rx total (mW)	12,186	4,062
<b>Densidad de Potencia (mW/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>0,018 &lt; 0,58</b>	<b>0,0061 &lt; 0,58</b>
Tipo de exposición	Banda Celular 800	Banda PCS 1900
Controlado	2,9	6,33
No Controlado	<b>0,58</b>	1,27

Los informes técnicos confeccionados en los casos 1 y 2 deben tomarse con precaución ya que en los mismos no se consignan aspectos importantes tales como:

*Transmisor:* potencia nominal, tipo de emisión, condiciones de funcionamiento durante la medición.

*Antena:* tipo, disposición, diagrama de radiación, altura de la torre, alimentación, ubicación de los irradiantes.

*Medición:* disposición de los elementos que intervienen en la medición: identificación inequívoca del lugar de medición, distancia a la cual se midió, ubicación con respecto al diagrama de la antena, croquis de ubicación incluyendo las zonas de potencial riesgo, justificación de la elección del lugar de medición.

El informe técnico confeccionado para el caso 3 provee la información suficiente para calcular el radio mínimo a fin de no superar la máxima densidad de potencia admisible y la densidad de potencia esperada en el punto de condición más adversa debido a la estación base de telefonía bajo estudio. Sin embargo no considera todas las demás emisiones dentro de la banda establecida por la norma que contribuyen a la densidad total de potencia.

## CONCLUSIONES

Casos 1 y 2: Si bien los valores medidos están muy por debajo de los límites establecidos por la norma, su valor es relativo ya que no pueden cuantificarse correctamente debido a la deficiencia de los respectivos informes. Para que sean valederos se debería contar con toda la información derivada del procedimiento de medición.

No ponemos en juicio los valores resultantes de las mediciones pero consideramos que no se tienen elementos suficientes que permitan evaluar correctamente los resultados y repetir las mediciones, en el futuro, en similares condiciones que se puedan comparar los resultados con los consignados en los informes técnicos analizados.

Caso 3: A fin de validar el informe técnico se deberían efectuar las mediciones en condiciones normales de funcionamiento con instrumental adecuado.

Por último podemos afirmar que es imprescindible que las mediciones que se ejecuten en cada caso resulten comparables por medio de protocolos únicos de medición explicitados detalladamente y obtener así resultados de verdadera utilidad.

## BIBLIOGRAFIA

Manual de Estándares de Seguridad para la Exposición a Radiofrecuencias Comprendidas entre 100 kHz y 300 GHz (Aprobado por Resolución 202/95 Ministerio de Salud y Acción Social de la Nación).

IEEE C95.1 - 1991 - IEEE Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Radio Frequency Electromagnetic Fields, 3 KHz to 300 GHz).

IEEE C95.3 - IEEE Recommended Practice for the Measurement of Potentially Hazardous Electromagnetics Fields, 3kHz to 300 GHz.

Federal Communications Comisión F.C.C. 96-326 (Guidelines for Evaluating the Environmental Effects of Radiofrequency Radiation).

Medición de la Densidad de Potencia Total en la Proximidad de una Antena de Telefonía PCS (1.900 Mhz) en Pasaje Birán 1288 de la Ciudad de Corrientes. Grupo de Investigación de Sistemas Eléctricos de Potencia (GISEP) de la Universidad Tecnológica Nacional Regional Santa Fe (**caso 1**).

Medición de la Densidad de Potencia Total en la Proximidad de una Antena de Telefonía PCS (1.900 Mhz) en la Calle Lavalle 461 de la Ciudad de Corrientes. Grupo de Investigación de Sistemas Eléctricos de Potencia (GISEP) de la Universidad Tecnológica Nacional Regional Santa Fe (**caso 2**).

Cálculo de Densidad de Potencia. Sitio Corrientes Universitario. Gobernador Gelabert 534. Gerencia de Ingeniería de Personal Telecom, Planeamiento Celular Resistencia (**caso 3**).