MEDICIONES DE RADIACIÓN ELECTROMAGNÉTICA NO IONIZANTE

Investigador responsable:

Prof. Ing. José L. Quero

Integrantes:

Prof. Ing. Roberto Inzirillo

Prof. Ing. Eduardo Antonio.

Prof. Ing. Claudio M: Muñoz*

– 2017 –

UNIVERSIDAD DE MENDOZA

Seccional NOA + Secretaría Técnica

CePETel

Sindicato de los Profesionales de las Telecomunicaciones

IPEI

Instituto Profesional de Estudios e Investigación

Objetivo

Determinación de:

- **Emisión / inmisión**
- **Compatibilidad electromagnética**
- **Mediciones**
  - ✓**Metodología para emisión**
  - ✓**Metodología para inmisión**
- **Recursos**
- **Conclusiones**

Definiciones

Emisión

Compatibilidad Electromagnética

Inmisión

Compatibilidad Electromagnética

Definición Se entiende por "compatibilidad electromagnética" a la capacidad de dos o más sistemas para funcionar cada uno satisfactoriamente en el ambiente producido por los otros. Esos sistemas pueden ser aparatos, instrumentos u organismos vivos.

Hoy, cualquier actividad humana está íntimamente relacionada con sistemas hogareños, industriales, científicos, médicos, computación, comunicaciones, etc., cuyo funcionamiento, de una manera u otra depende de la existencia de señales eléctricas y de ondas electromagnéticas

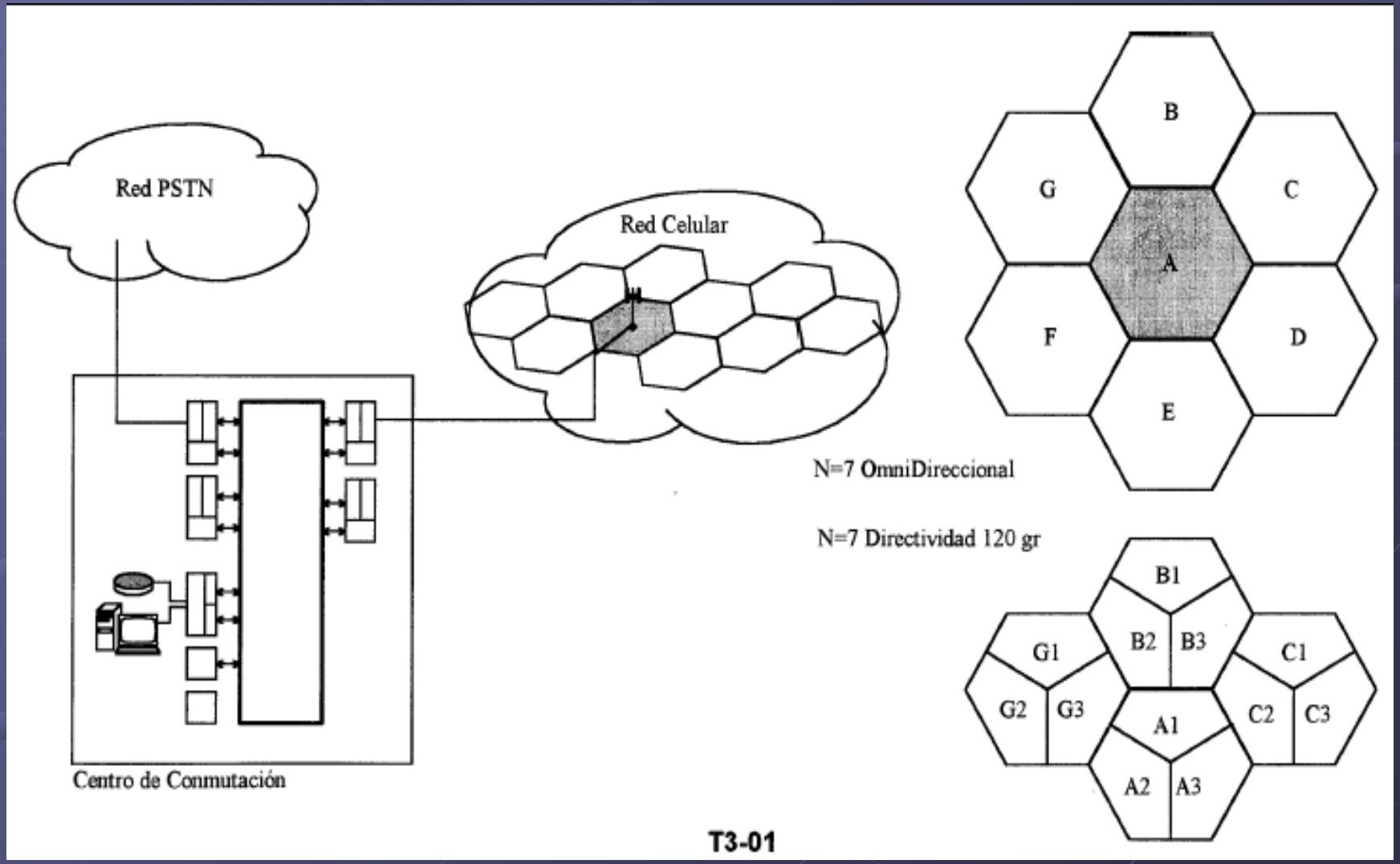
Emisores

- **Naturales**
  - Descargas atmosféricas
  - Explosiones solares
  - Ruido cósmico
- **Artificiales**
  - *NO INTENCIONALES*
    - Herramientas y máquinas
    - Sistemas de encendido
    - Aparatos industriales, médicos y de consumo
  - *INTENCIONALES*
    - Transmisores de Telecomunicaciones que no cumplen especificaciones de CEM

Receptores

- Organismos vivos (animales o vegetales)
- Sistemas de comunicaciones o de navegación
- Instrumentos de diversos tipos, (industriales, científicos o médicos)
- Computadoras
- Ambientes explosivos

Estructura básica del sistema de telefonía celular



Tipos de torres y antenas utilizados por la telefonía celular

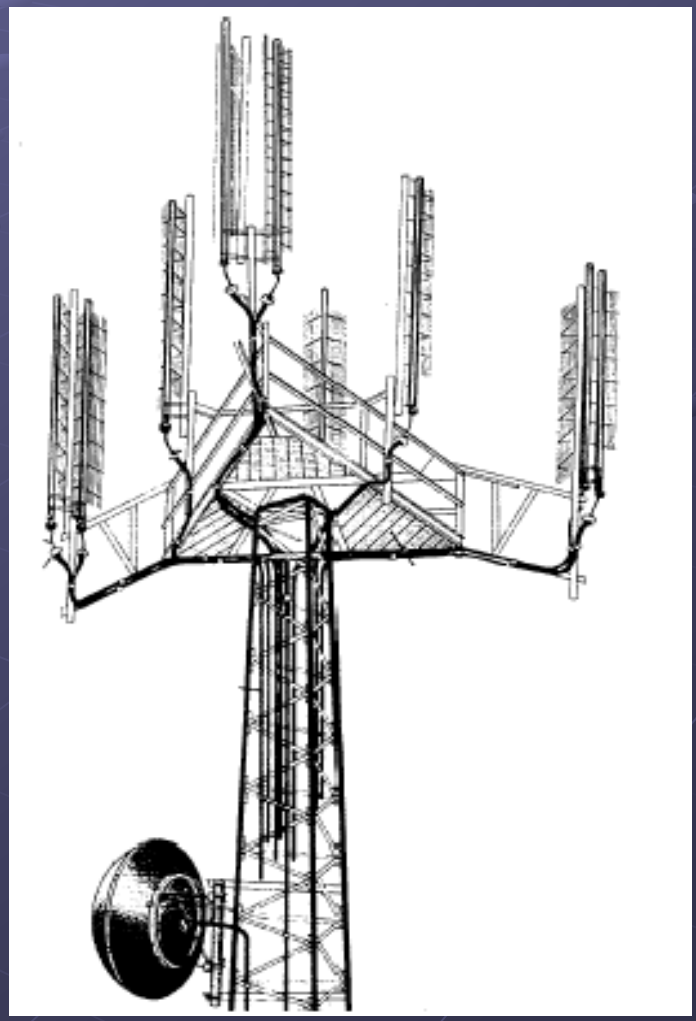
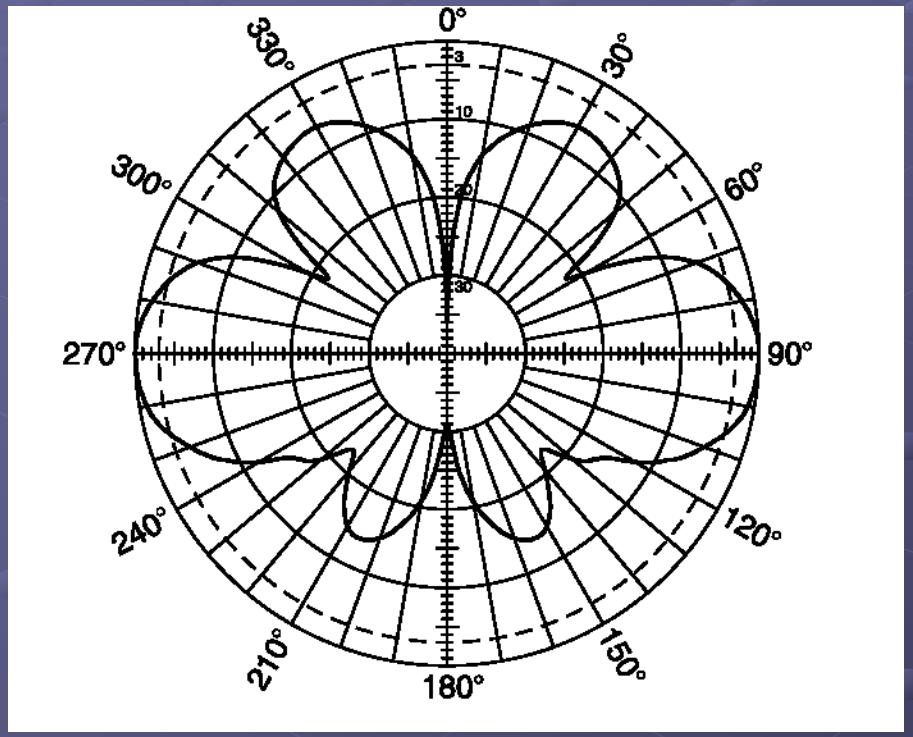
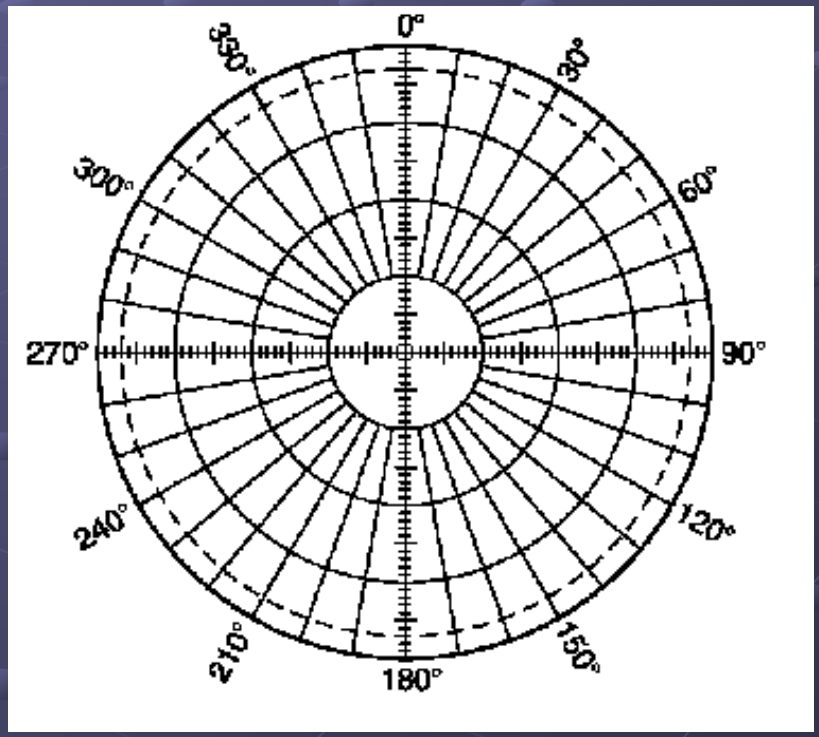
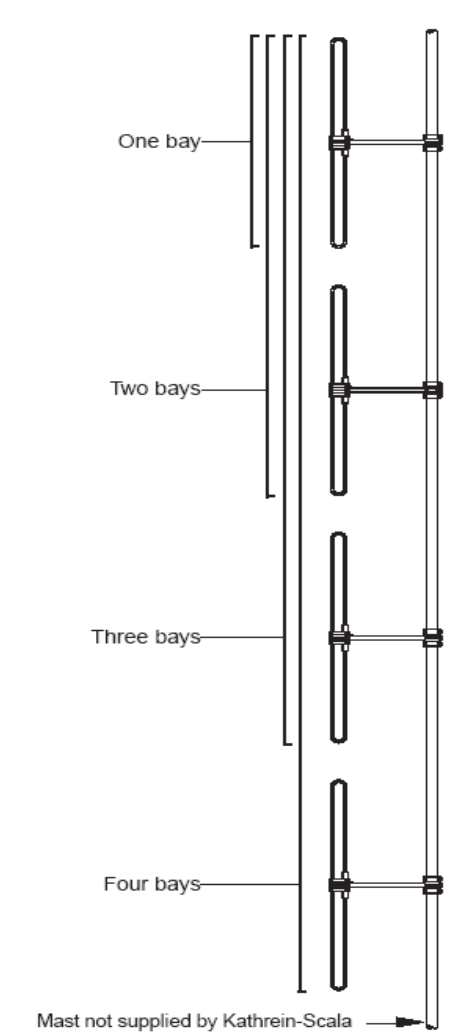


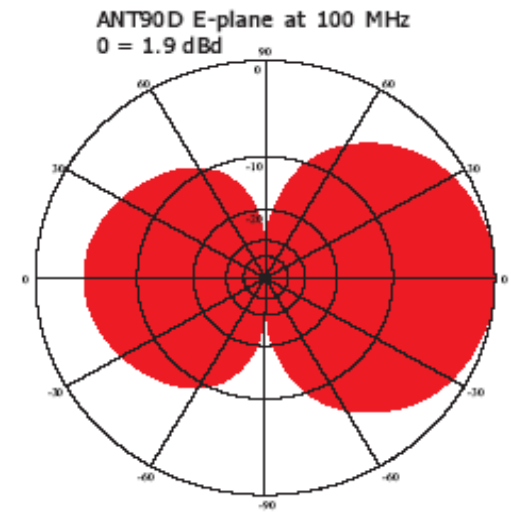
Diagrama de radiación de antenas utilizados por la telefonía celular

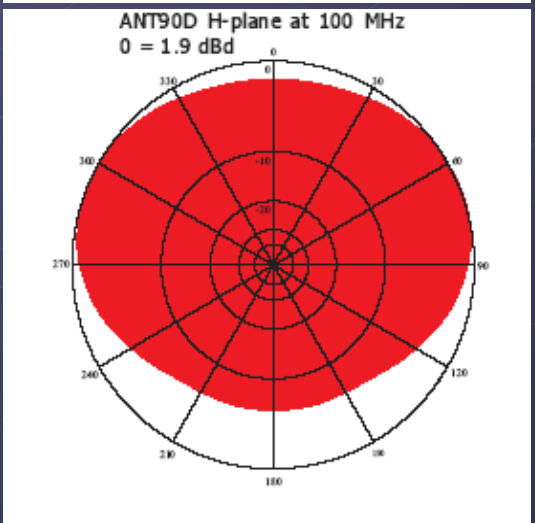




Formación de antenas a partir de dipolos para Emisoras de FM







Mediciones y cálculos

CÁLCULOS Y DATOS PRELIMINARES

Unidades: Densidad de potencia mW/cm^2 (se utilizan como referencia en las normas nacionales e internacionales). Indica la potencia por unidad de superficie en la dirección de propagación de la señal electromagnética

Potencia emitida: la intensidad de radiación emitida por los sistemas de antenas es de aproximadamente 100 W isotrópicos (en todas las direcciones simultaneamente).
Resulta de sumar los 10 W que entrega el equipo transmisor más una ganancia de 10 dB (decibelios) que adiciona el sistema de antenas, de acuerdo con lo estipulado teóricamente por las empresas de telefonías.

Mediciones y cálculos

La potencia recibida en un receptor esta dada por la relación:

$$P_R = P_T - A_0$$

donde: P_R: potencia recibida en dBm
P_T: Potencia emitida en dBm
A_0: Atenuación de espacio libre en dB.

Por otro lado, la densidad de potencia está expresada por:

$$S = \Pi_{1/2\ activo} = P_T / 4.\pi.d^2\ [W/m^2]$$

donde: d es la distancia en metros

Mediciones y cálculos

Por otro lado la Resolución 3690/2004 de la Comisión Nacional de Comunicaciones, establece como fórmula de cálculo de la densidad de potencia la siguiente relación aproximada:

$$S=\{PIRE.2,56.F^2/4.\pi .R^2\}^{1/2}$$

Siendo la PIRE el producto de la potencia del transmisor por la ganancia de la antena (referida a la isotrópica).

De donde surge que la distancia mínima a la antena a ser considerada para el límite de exposición poblacional estará dada por la ecuación:

$$R= \{PIRE.2,56.F^2/4.\pi.S\}^{1/2}$$

Mediciones y cálculos

La Facultad de Ingeniería de la UM encomendó el trabajo técnico de relevamiento y recolección de los datos de las distintas mediciones, a un profesional matriculado en el COPITEC: el Ing, Eduardo Camilo Antonio, quien certifica la aplicación de los procedimientos de medición y los valores obtenidos en las distintas mediciones por un lado.

También se traslado a la provincia de Mendoza al Ing Claudio Marcelo Muñoz, profesor adjunto del ITBA que, como miembro del grupo CAERCEM, responsable del laboratorio de Compatibilización Electromagnética del ITBA, para que utilizando su instrumental calibrado y certificara con mediciones in situ, se corroboraran los valor obtenidos en nuestras mediciones.

Mediciones y cálculos

Fase previa a las mediciones

- El objetivo es medir, en cada emplazamiento, los puntos de mayor exposición radioeléctrica.
- Para ello se realizó un estudio previo antes del proceso de medida, para identificar dichos puntos.
- Se realizó un estudio de los factores de entorno y de los factores radioeléctricos.

Mediciones y cálculos

- **Factores de entorno**

- ✓ Identificación de zonas accesibles para el público en general, próximas a centros emisores.
- ✓ Existencia de lugares de residencia habitual alrededor de las antenas radiantes, particularmente en la dirección de máxima radiación de éstas.
- ✓ Presencia de edificios u otros obstáculos, estimando de qué manera su presencia puede afectar al proceso de medida, fundamentalmente debido a reflexiones.
- ✓ Otros factores relevantes como la presencia de escuelas, hospitales, parques públicos, etc., situados en lugares próximos a las estaciones radioeléctricas.

Mediciones y cálculos

- **Factores radioeléctricos**

- ✓ Se identificaron los tipos de servicio a evaluar, características generales de las señales radiadas (transmisión continua o discontinua, polarización de la señal, potencia emitida, etc.).
- ✓ Altura, orientación y dimensiones de los sistemas radiantes.
- ✓ Presencia de otras fuentes de señal radioeléctrica en las inmediaciones del entorno de medida y su posible aporte a la medida total en un emplazamiento determinado.
- ✓ Otros parámetros técnicos adicionales que, pudiesen condicionar el resultado final de la medida.

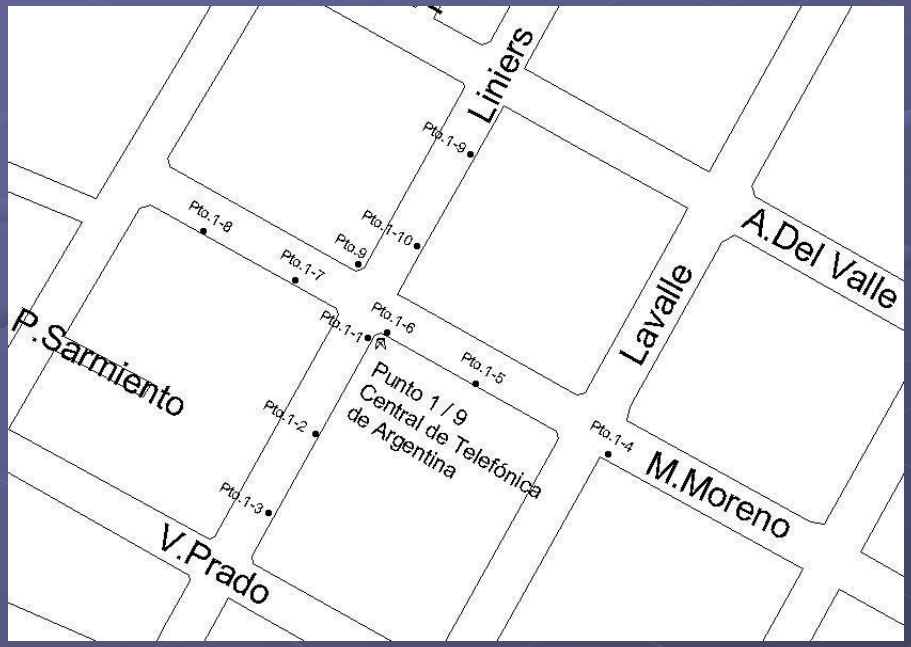
Mediciones y cálculos realizados

- **Medidas de sistemas de telefonía móvil**

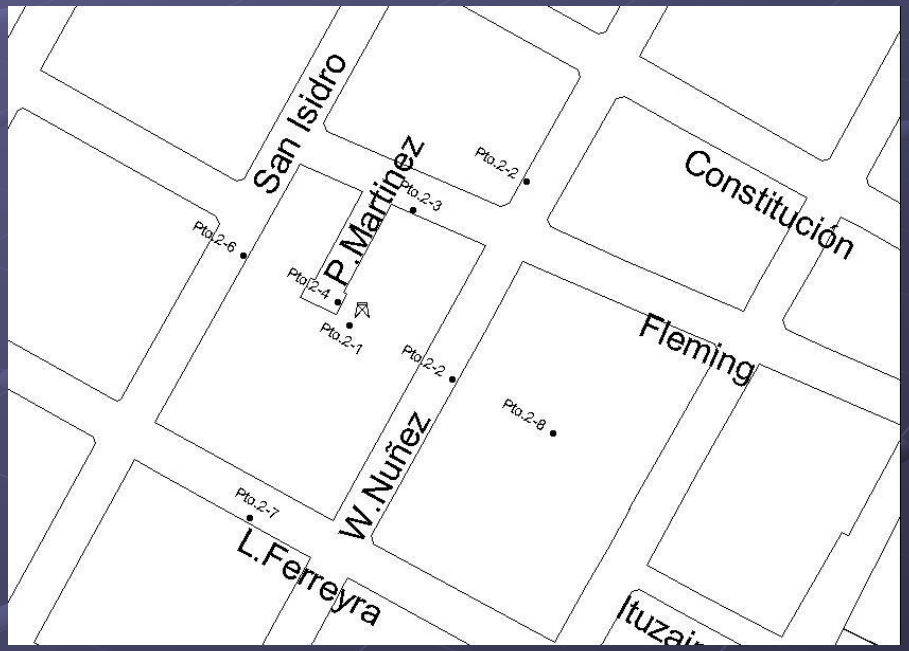
- ✓ La potencia de la estación base es función del trafico cursado. El tráfico a su vez es función de diversos parámetros como son la hora, día de la semana, ubicación de la estación, etc.
- ✓ Cada estación base tiene al menos un transmisor (portadora de control) por sector, que emite continuamente, además de los transmisores (portadoras de canal) aleatorios de tráfico en cada sector.
- ✓ La portadora de control siempre estará presente con la máxima potencia y las de tráfico aparecerán cuando existan voz o datos que transmitir hacia los abonados.

Puntos de medición

Punto 1 / 9 – Rivadavia: Moreno y Linier

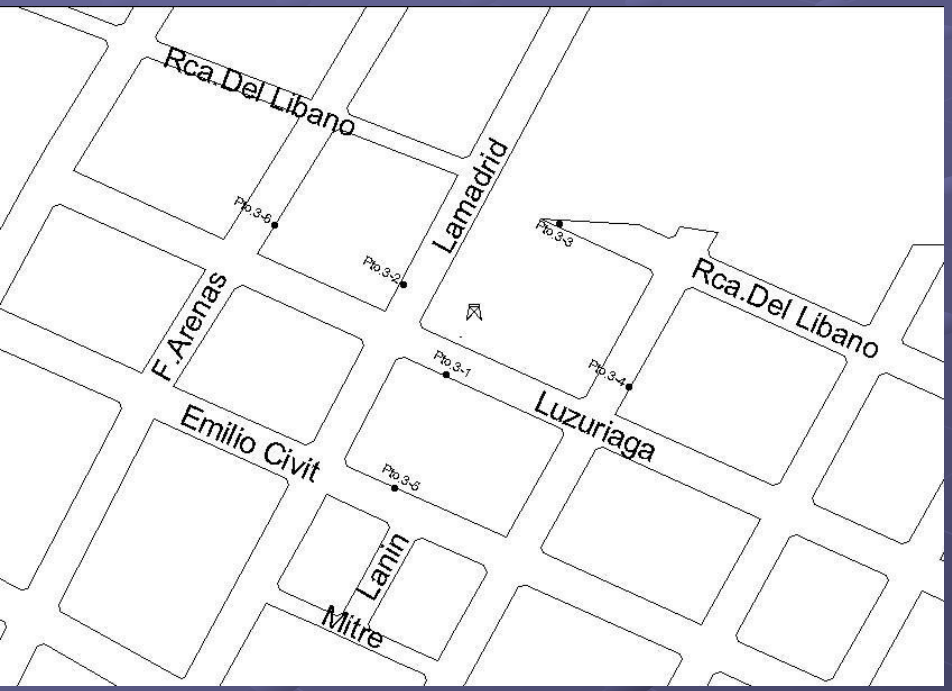


Punto 2 – Rivadavia: P. Martinez y Fleming

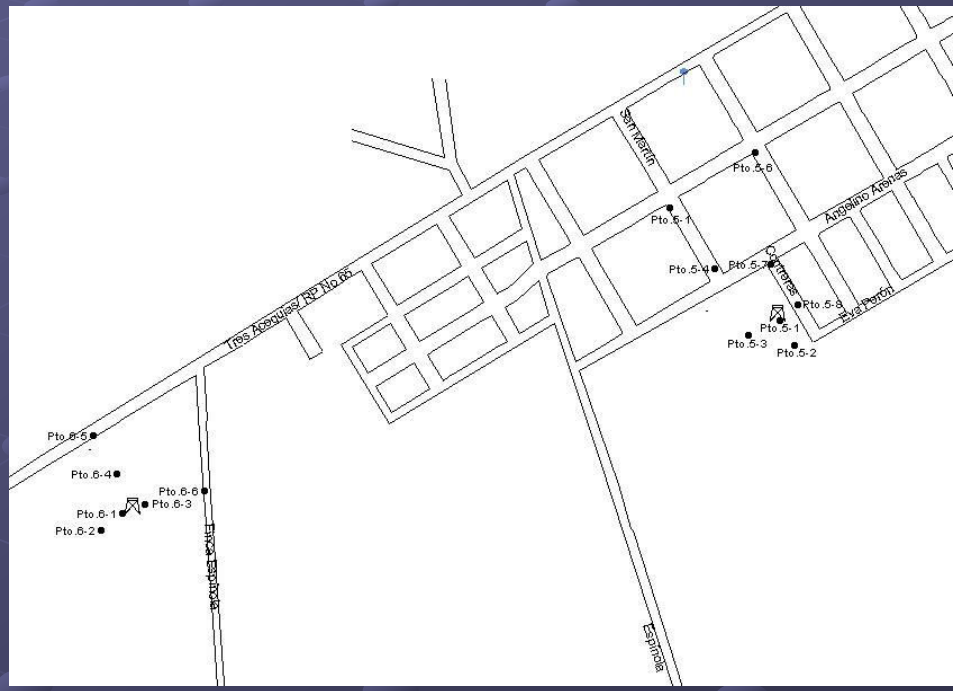


Otros puntos de interes

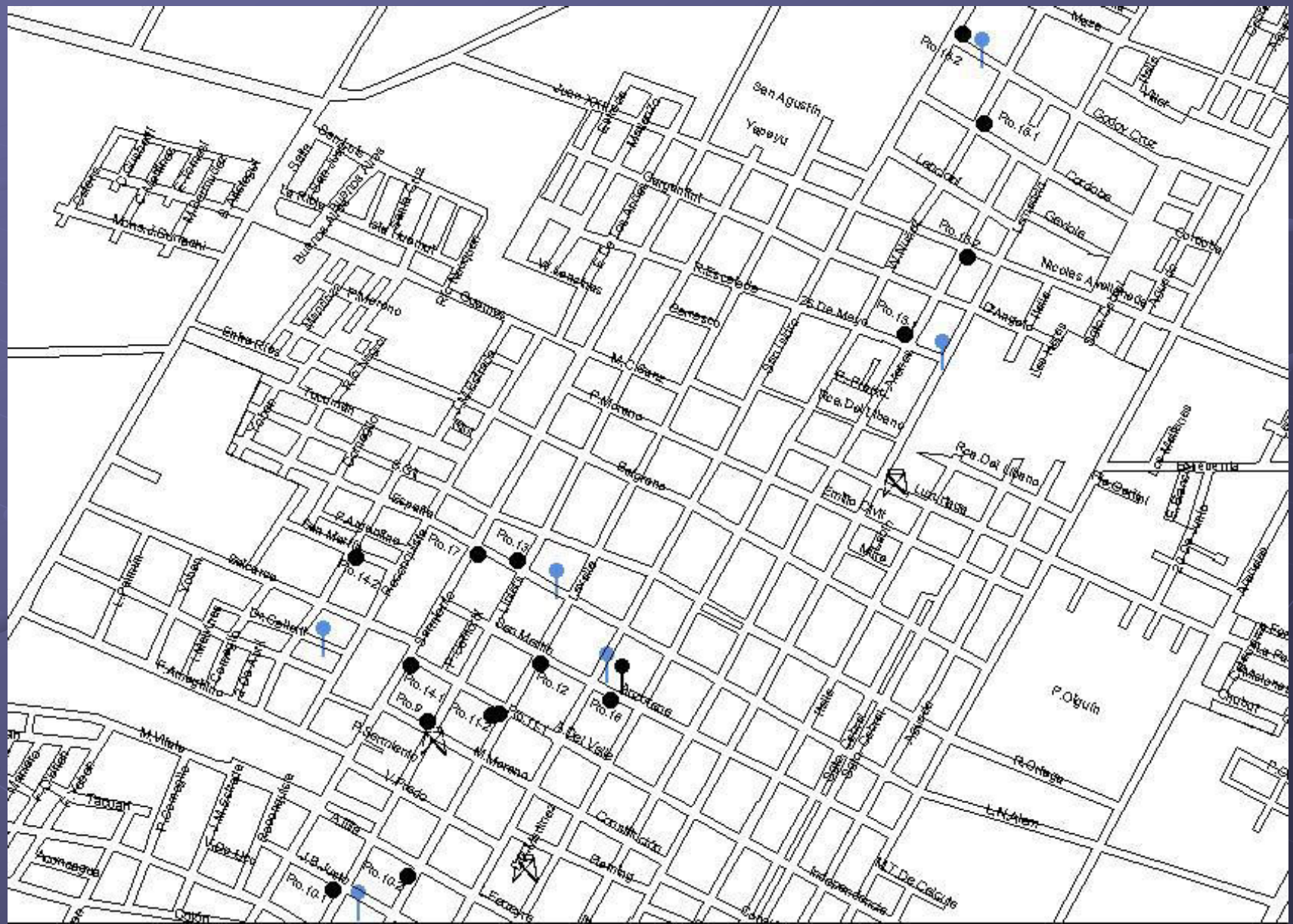
Punto 3 – Rivadavia: Luzuriaga y Lamadrid



Punto 5 – Medrano: San Martín y Arenas
Punto 6 – Tres Esquinas: RP65 y Finca Espínola



Puntos 9 al 18 – Rivadavia: Medición de Estaciones de FM.



Fotografías Equipamiento

Analizador de espectro

Medidor de potencia

Antena de Banda Ancha

Bolómetro

Instrumental

Datalogger Holaday

Medición de C. Eléctrico

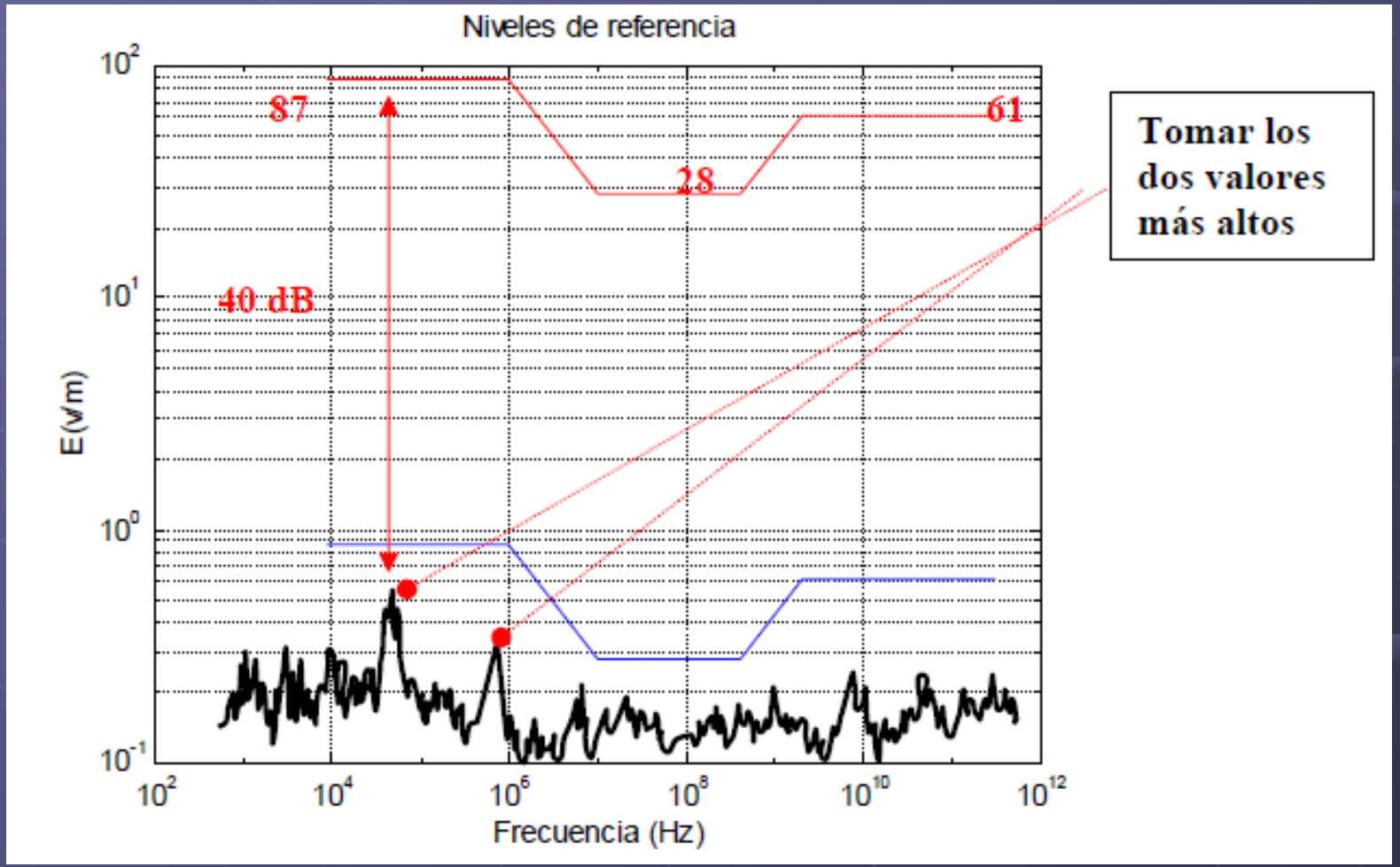
Medición de C. Magnético

Mediciones y cálculos realizados

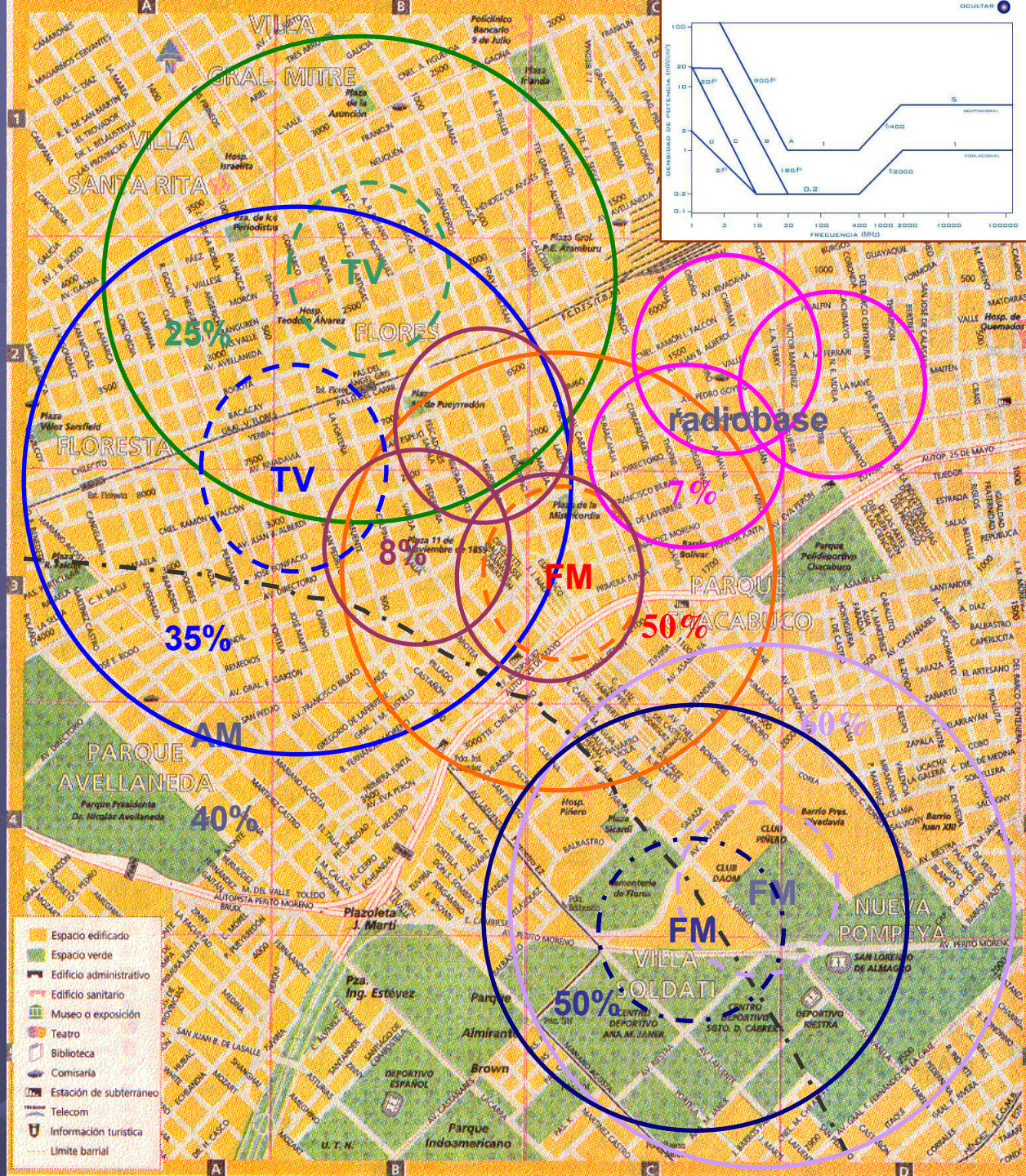
Las mediciones se realizaron entre los días 6 y 14 de junio del 2006 desde las 10:00 hs hasta las 18:30.

La razón de la elección de este horario se debe a la mayor actividad electromagnética debida a la radiación solar, así como a las fuentes antropogénicas.

Mediciones y cálculos realizados



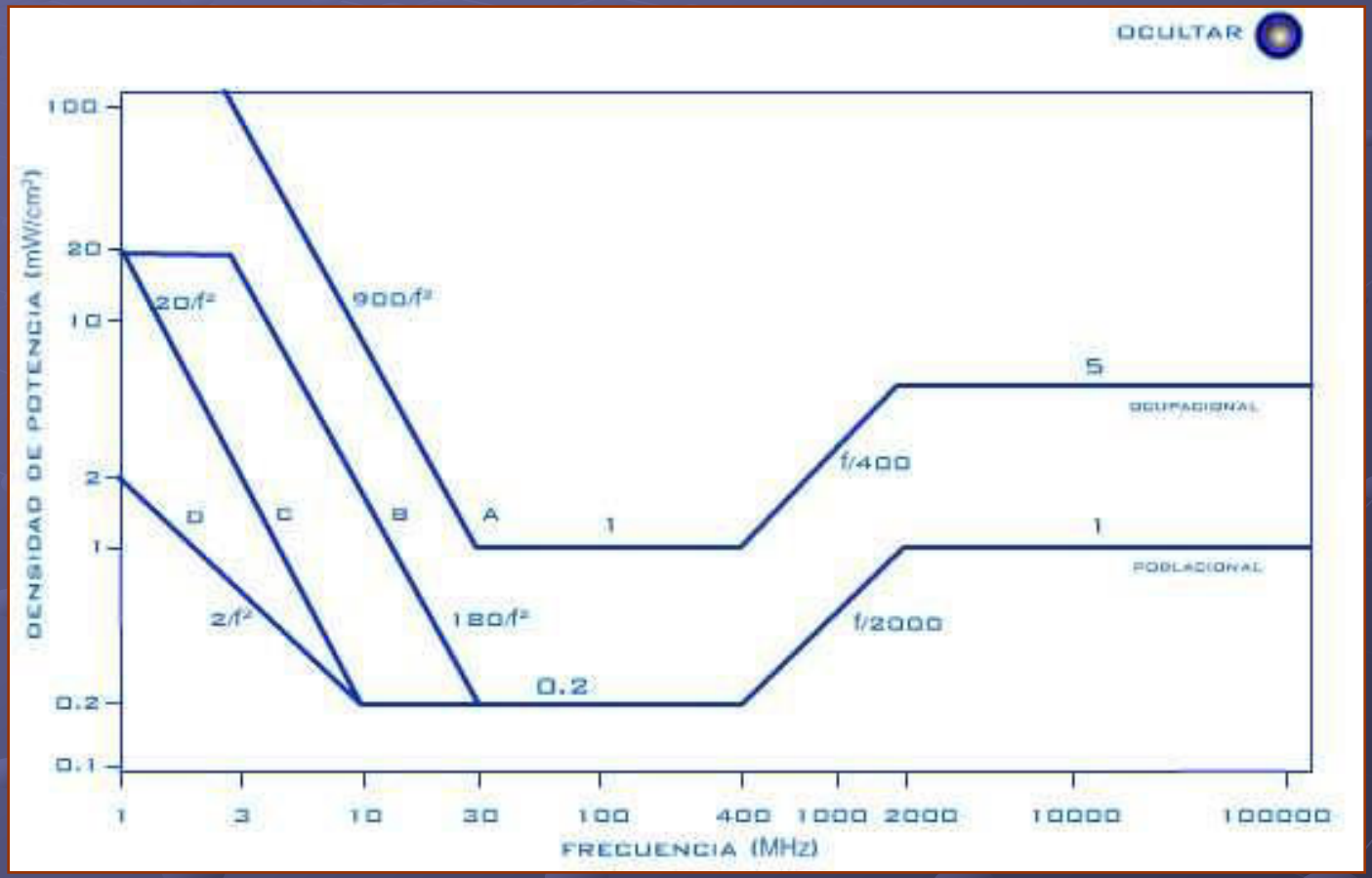
Método de los Porcentajes



Mediciones y cálculos realizados

De acuerdo con las mediciones de potencia radiada de los sistema celulares registradas por nuestros instrumentos para las distintas distancias respecto de la bases de los sistemas radiantes arriba mencionados, y extrapolando hacia los terminales de entrada de las antenas propiamente dichas, se pudo constatar que la potencia emitida durante el período de medición era de aproximadamente de **100 W isotrópicos**.

Resolución SC 530/2000



Conclusiones

Los cálculos realizados en términos de densidad de potencia (mW/cm^2) contaron con un error de alrededor del 50 % debido a los siguientes factores:

a) Error propio del instrumento de medición de potencia recibida.

b) Error en la consideración de los diagramas de radiación, idealmente isotrópicos.

c) Error en la estimación de las distancias entre los puntos de observación y los sistemas de antenas.

d) Proximidades de superficies metálicas reflectoras al instrumento de medición y a los sistemas radiantes, contribuyendo en aumentar o disminuir la señal recibida por el instrumento de medición.

Conclusiones

A las distancias de referencia, los niveles de densidad de potencia medidos se encuentran muy por debajo de los valores recomendados como máximos permitidos para el nivel poblacional, según Resoluciones SC530/2000 de la Secretaria de Comunicaciones y 202/05 del Ministerio de Salud y Acción Social, no constituyendo en principio riesgos para la salud humana.

Conclusiones

De todas las mediciones que se realizaron en el Departamento, uno de los puntos de mayor concentración de densidad de energía se encuentra en la terraza del edificio Municipal, dado que existe la confluencia de varios sistemas radioeléctricos.

Estos niveles se encuentran un 43,5 % por debajo del mínimo más estricto que establece la norma.

Dichos valores decaen rápidamente cuando se interna dentro del edificio Municipal, o en otras zonas cercanas.

Conclusiones

Por último, del análisis de los valores recogidos en el microcentro del Departamento, se visualiza que del total de contaminación radioeléctrica medido, la relación entre la producida por las radiobases de telefonía celular y la del resto de las fuentes (radios FM y otros generadores de campos EM) es de aproximadamente *1:30*.

Conclusiones

Otro tema a considerar es el terminal (teléfono celular).

Cuando se produce una llamada telefónica nos está entregando entre 250 a 500 mW de potencia, a una distancia de 3 centímetros del cerebro.

Esto equivale a una potencia por unidad de superficie de alrededor de 15 mW/cm^2, un porcentaje muy superior a lo recomendado por las normas vigentes.

Referencias:

(1) **Ingeniero en Electrónica y Electricidad, posgrado Ingeniería en Telecomunicaciones. Investigador Adjunto DICYT Universidad de Mendoza. Profesor Titular de las Cátedras: Propagación y Radiación Electromagnética; Sistemas de Telefonía; Comunicación de Datos y Profesor Asociado en la Cátedra Antenas, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Mendoza. Profesor invitado para dictar las Cátedras Elctromagnetismo y Microondas Facultad de Ingeniería Universidad Nacional de San Luis (Villa Mercedes).**

(2) **Ingeniero en Electrónica y Electricidad, Magister en Teleinformática. Profesional Principal DICYT Universidad de Mendoza Profesor a cargo de la titularidad de la Cátedra Sistemas de Comunicaciones II, Profesor Adjunto en las Cátedras Sistemas de Telefonía; Comunicación de Datos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Mendoza, Profesor Adjunto en la Cátedra de Física 2 y Jefe de Trabajos Prácticos en las Cátedras Medios de Enlace y Física I en la Facultad Regional Mendoza de la Universidad Tecnológica Nacional. Jefe de la División Proyectos Especiales en el Departamento general de Irrigación de la Provincia de Mendoza.**

(3) **Ingeniero en Electrónica y Electricidad. Profesor Adjunto a cargo de Titularidad de la Cátedra Laboratorio IX Telecomunicaciones y JTP Cátedra Electrónica Analógica I y II, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Mendoza.**

(4) (*)Ingeniero en Electrónica. Profesor Adjunto ITBA. Miembro del Grupo CAE RCEM, responsable del laboratorio de Compatibilización Electromagnética del ITBA. Buenos Aires.

¿PREGUNTAS?

Muchas gracias