

# Introducción a las Mediciones de Radiaciones No Ionizantes

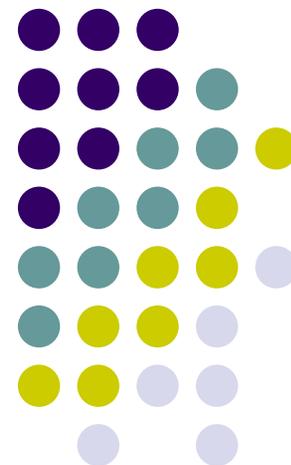


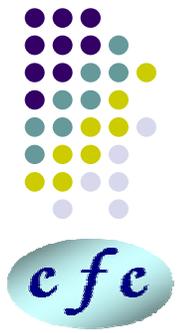
***CONSULTORA FEDERAL DE  
COMUNICACIONES***

***– REP. ARGENTINA –***

***Ing. Alfredo Debattista***

***19 de Junio de 2006 – Lima, Perú***

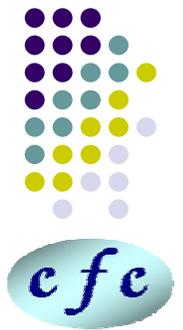




# Antecedentes de CFC

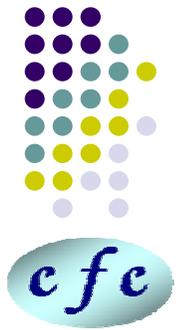
- De reciente creación pero con una larga trayectoria.
- El valor agregado lo aportan sus integrantes:
  - Sector público y privado de telecomunicaciones,
  - Perfiles técnicos y gerenciales,
  - Gran experiencia en materia de Espectro Radioeléctrico y Radiaciones No Ionizantes.
- Focalizados en asesoramiento integral, no solo técnico sino regulatorio y de procedimientos para organismos públicos y empresas privadas.

# ¿Que ofrecemos?

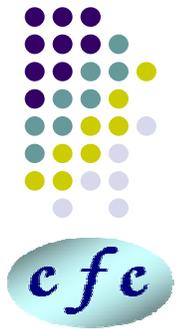


- Asesoramiento integral en materia de Radiaciones No Ionizantes (RNI).
- Metodología de medición de RNI.
- Concientización y mitigación de los posibles efectos de RNI.
- Desarrollo de normativa regulatoria y reglamentaria para municipios y órganos de gobierno.
- Desarrollo de protocolos de medición de RNI, basado en recomendaciones y estándares internacionales.

# Estudio de Caso: Situación en Argentina



- Preocupación de los habitantes y usuarios de equipos de comunicaciones (Telefonía Celular).
- “Actividad” de municipios y gobiernos provinciales.
- Voluntad política vs. implementación práctica.
- Riesgo de regulación superpuesta.
- Ejemplos:
  - Río Gallegos (Santa Cruz),
  - San Fernando de Catamarca,
  - Rosario (Santa Fé),
  - Ciudad Autónoma de Buenos Aires,
  - Provincia de Buenos Aires.

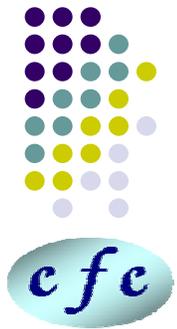


# Normativa en Argentina

- Sigue parámetros internacionales (ICNIRP, OMS, IEEE, FCC).
- Resolución N° 202/1995 – Ministerio de Salud y Acción Social de la Nación.
- Resolución N° 530/2000 – Secretaría de Comunicaciones de la Nación.
- Resolución N° 269/2002 – Comisión Nacional de Comunicaciones (CNC) *[Derogada]*.
- Resolución N° 117/2003 – CNC *[Derogada]*.
- Resolución N° 3690/2004 – CNC *[En Vigencia]*.

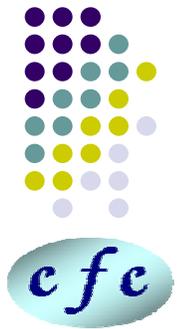
Nota: *Secretaría de Comunicaciones es la Autoridad de Aplicación  
CNC es el Ente de Control*

# Unificando conceptos en RNI



- **RADIACIONES NO IONIZANTES (RNI):** Son aquellas radiaciones del espectro electromagnético que no tienen energía suficiente para ionizar la materia.
- **INTENSIDAD DE CAMPO ELECTRICO (E):** Es la magnitud del vector campo eléctrico expresado en V/m.
- **INTENSIDAD DE CAMPO MAGNETICO (H):** Es la magnitud del vector campo magnético expresado en A/m.
- **DENSIDAD DE POTENCIA (S):** Es la potencia por unidad de área normal a la dirección de propagación, expresada en mW/cm<sup>2</sup>.
- **EMISION:** Es la radiación producida por una única fuente de radiofrecuencia.
- **INMISION:** Es la radiación resultante del aporte de todas las fuentes de radiofrecuencias cuyos campos están presentes en el lugar.
- **EXPOSICION:** Es la situación en que se encuentra una persona sometida a campos eléctricos, magnéticos, electromagnéticos o a corrientes de contacto o inducidas asociados a campos electromagnéticos de radiofrecuencias.
- **EXPOSICION POBLACIONAL O NO CONTROLADA:** Corresponde a situaciones en las que el público en general puede estar expuesto o en las que las personas expuestas, debido a su trabajo, pueden no haber sido advertidas de la potencial exposición y no pueden ejercer control sobre ella.

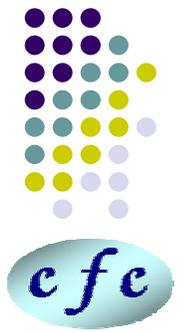
# Valores Límites para Argentina



- Tabla de máxima exposición permitida poblacional, en función de la frecuencia de acuerdo con la Resolución N° 202/95 del Ministerio de Salud y Acción Social de la Nación.

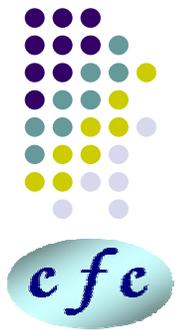
Rango de Frecuencia F (MHz)	Densidad de Potencia Equivalente de Onda Plana (mW/cm <sup>2</sup> )	Campo Eléctrico E (V/m)	Campo Magnético H (A/m)
0,3 – 1	20	275	0,73
1 – 10	$20 / f^2$	$275 / f$	$0,73 / f$
10 – 400	0,2	27,5	0,073
400 - 2.000	$f / 2.000$	$1,375 (f)^{1/2}$	---
2.000 – 100.000	1	61,4	---

Nota: valores similares a los establecidos por ICNIRP



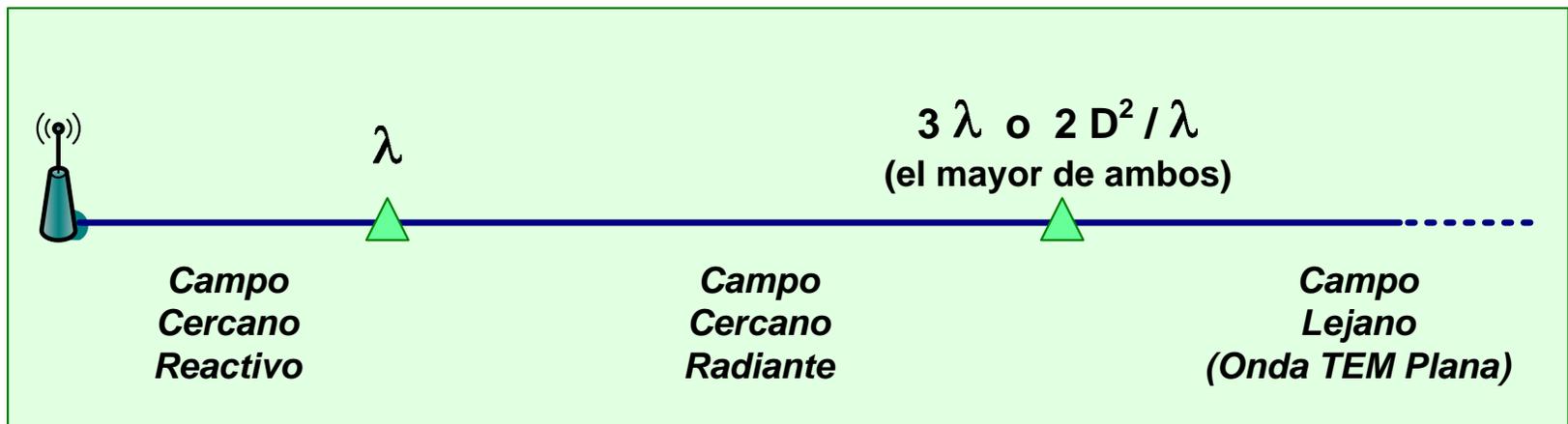
# Esquemas de Regulación

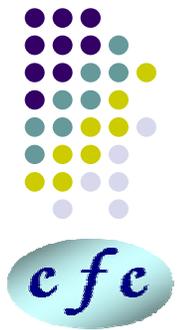
- Método Predictivo (cálculo teórico)
- Método de Medición (desarrollo práctico)
- La combinación de ambos métodos:
  - Adeptos vs. Detractores
  - Esquemas de Aplicación, que depende de:
    - ⇒ Tipos de fuentes de radiofrecuencias
    - ⇒ Densidad de la cantidad de fuentes, en el ámbito de medición
    - ⇒ Potencia y bandas de frecuencia de las fuentes intervinientes
    - ⇒ Emplazamiento de las fuentes intervinientes
    - ⇒ Definición política en el esquema de regulación



# Esquemas de Regulación

- Si se considera Campo Lejano → evaluación de valores de RNI por cálculo, basado en Método de Predicción.
- Si se superan los límites de Máxima Exposición Permitida Poblacional (MEP) → se emplea Método de Medición.





# Método de Predicción

- Caso Sitio Mono-Antena.
- Ecuaciones solamente válidas para cálculos en el campo lejano, pero pueden utilizarse para predecir el peor de los casos.

$$r = \sqrt{\frac{PRA * 1,64 * 2,56 * F^2}{4 * \pi * S}}$$

$$r = \sqrt{\frac{PIRE * 2,56 * F^2}{4 * \pi * S}}$$

**S:** Densidad de Potencia Máxima (MEP) [W/m<sup>2</sup>]

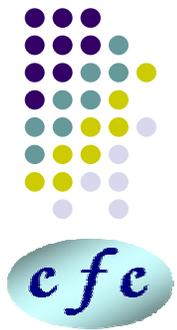
**PRA y PIRE:** potencia en antena [W]

**F:** atenuación en veces de la radiación para un cierto ángulo de incidencia en el plano vertical. (F=1, peor caso)

**2,56:** factor de reflexión empírico (campos reflejados adicionados en fase con campo incidente directo – 60%)

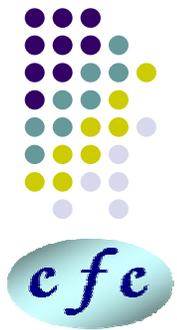
**r:** distancia desde la antena [m]

- Si la distancia desde la antena a todo punto accesible por el público en general es  $\geq r$ , no se requiere verificar el sitio mediante mediciones.



# Método de Medición

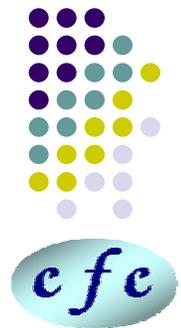
- Definición del lugar que se va a medir;
- Inspección del lugar escogido y determinación de las fuentes de radiofrecuencia, tipos de emisión, características de irradiación y entorno circundante;
- Determinación del esquema de medición (campos cercanos reactivo o radiante, campo lejano);
- Determinación de instrumental y sondas a emplear en el proceso de medición;
- Protocolo de medición a aplicar;
- Definición de los puntos a medir, en base al protocolo escogido y los puntos de mayor riesgo (ext. / int.);
- Desarrollo de las mediciones y confección de informes.



# Método de Medición

- **Campo Cercano** → se mide E, H o ambos (deben cumplir límites MEP impuestos).
- **Campo Lejano** → se mide E o H y se obtiene S [ $S = E^2/Z_0 = H^2 \cdot Z_0$ ] (deben cumplir límites MEP impuestos).
- Secuencia:
  - Se mide **inmisión**. Si se supera MEP más estricto, entonces se mide **emisión** de cada estación.
- Inmisión: empleo de instrumentos de banda ancha (detectores de radiación electromagnética no sintonizables), con sondas de medición E y H isotrópicas.
- Emisión: empleo de instrumentos de banda angosta (medidores de intensidad de campo, analizadores de espectros, etc., sintonizables), con antenas aptas para rangos de frecuencia de medición.
- Todos los instrumentos, antenas y sondas deben tener certificado de calibración (fabricante o laboratorio acreditado en país de origen).
- Registro del valor de la medición realizada, más las incertidumbres especificadas (fabricante), más el error del método empleado.

# Modelos de Sonidas y Equipos



- Esquema de Sonidas de banda ancha

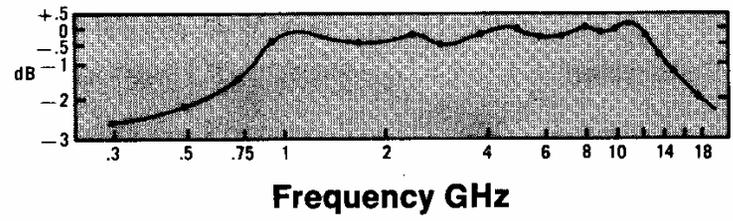


Fig. 4. Typical frequency response characteristics

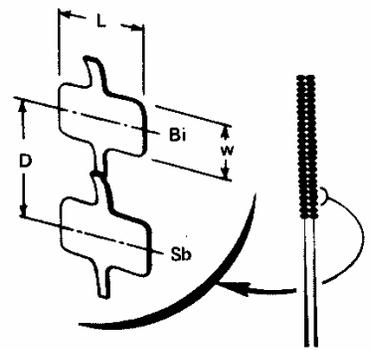


Fig. 5. Antenna probe element with the distributed thermocouple film elements. Tapered film leads reduce interaction between leads and elements. Geometry in the section view determines  $C_2$ .

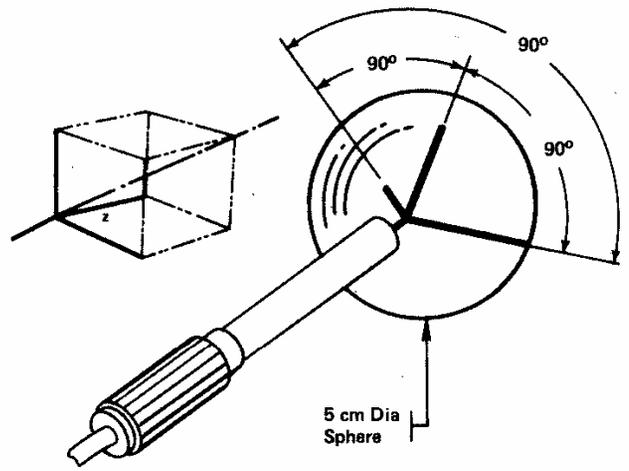
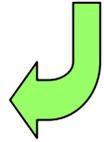


Fig. 6. Relationship of the three mutually orthogonal probe elements. Probe elements are contained within a 5-cm sphere.

# Modelos de Sondas y Equipos

- Instrumentos y Sondas comerciales de medición de radiofrecuencia

**No Sintonizables**



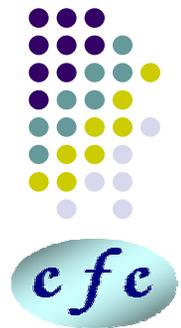
**Sintonizables**



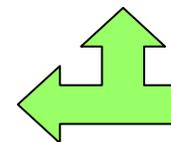
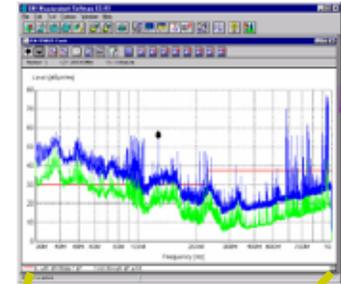
**Antenas intercambiables para medición de Campo E o H (Isotrópica)**



# Modelos de Sondas y Equipos

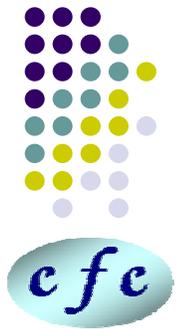


- Instrumentos y antenas comerciales de medición de radiofrecuencia de banda angosta



**Sintonizables**

# Protocolo de Medición (Arg.)

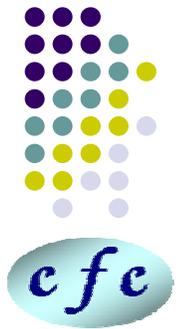


- Aplicable a estaciones radioeléctricas de radiocomunicaciones y estaciones de radiodifusión (desde 300 kHz hasta 100 GHz); no eximidas por método de predicción o por condiciones de excepción.
- Puntos de medición:
  - Sistemas omnidireccionales:
    - ⇒ un mínimo de 16 puntos
  - Sistemas direccionales:
    - ⇒ un mínimo de 4 puntos sobre dirección de máx. propagación
    - ⇒ 12 puntos restantes según caract. de lóbulo de radiación

Nota: Pueden incluirse mayor cant. de puntos.

Mediciones hechas en hora pico (de tráfico o de potencia emitida)

# Protocolo de Medición (Arg.)



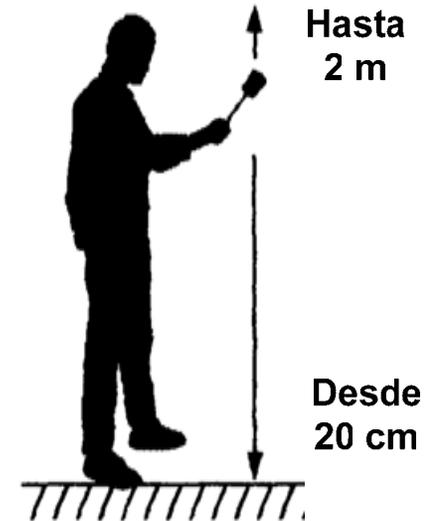
## ● Inmisión:

- Barrido de mediciones de valor pico [VP] (E, H o S) en el punto de medición

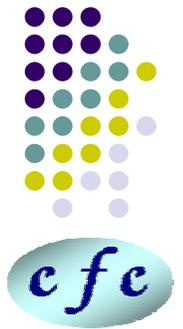
- ⇒ Si VP máximo  $\leq 50\%$  MEP más estricta → se registra ese valor.
- ⇒ Si VP máximo  $> 50\%$  MEP → medición promediado temporal.

- Medición de promediado temporal:

- ⇒ Selección de 5 alturas (separadas en 20 cm y  $\leq 2$  m)
- ⇒ Medición de componentes de E, H o S.
- ⇒ En cada altura: promediación temporal a lo largo de 6 minutos. Registro de valor y altura.



# Protocolo de Medición (Arg.)



## ● Emisión:

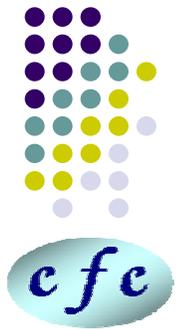
- Evaluación de aportes individuales de c/u de las fuentes emisoras de RNI.
- Puntos a medir: aquellos en donde se superaron los valores MEP más estrictos.
- Uso de instrumentos de banda angosta, con antenas de polarización lineal (con certificado de calibración).
- Metodos opcionales de medición:

⇒ Medición de las 3 componentes ortogonales (x, y, z):

$$E^2 = E_x^2 + E_y^2 + E_z^2 \quad \circ \quad H^2 = H_x^2 + H_y^2 + H_z^2$$

⇒ Orientación de antena en la dirección de máxima señal

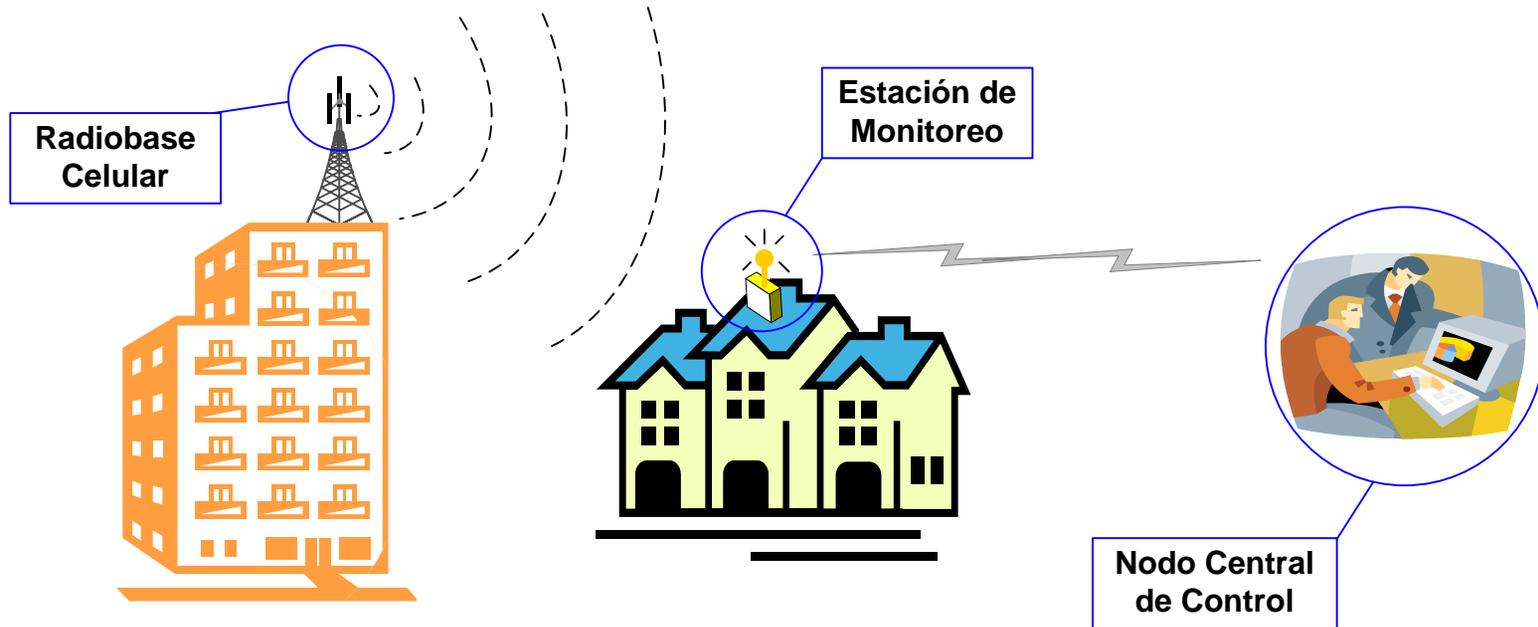
# Monitoreo Continuo



- Los métodos evaluados son de aplicación puntual o repetitivos, pero con periodos largos de tiempo.
- Hay nuevos modelos de mediciones, basados en detecciones continuas (7 x 24) de zonas potencialmente riesgosas, con datos publicados en Internet, de acceso libre para los ciudadanos.
- Ventajas:
  - Población: dispone de datos objetivos, las 24 horas del día, para asegurarse que los valores de radiaciones están por debajo de los límites normativos.
  - Municipios: ofrecen a sus vecinos la tranquilidad que supone disponer de una red exhaustiva de monitorización de la radiación electromagnética.
  - Prestadores de Servicios: se reduce la percepción de peligro o alarma social que generan sus estaciones base.

# Monitoreo Continuo

- Esquema Conceptual:



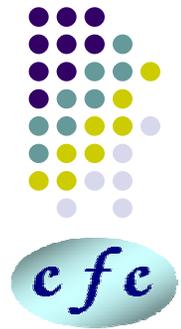
- Sistemas Comerciales:

- CPqD

- Narda

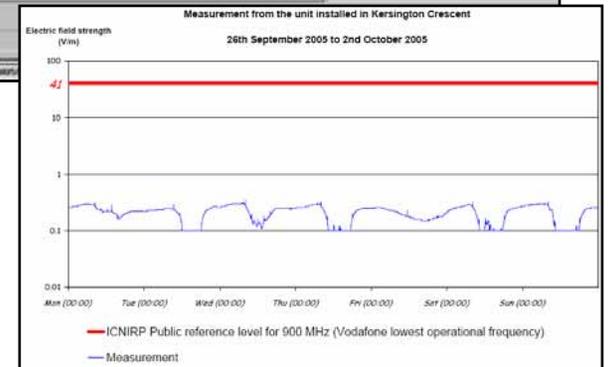
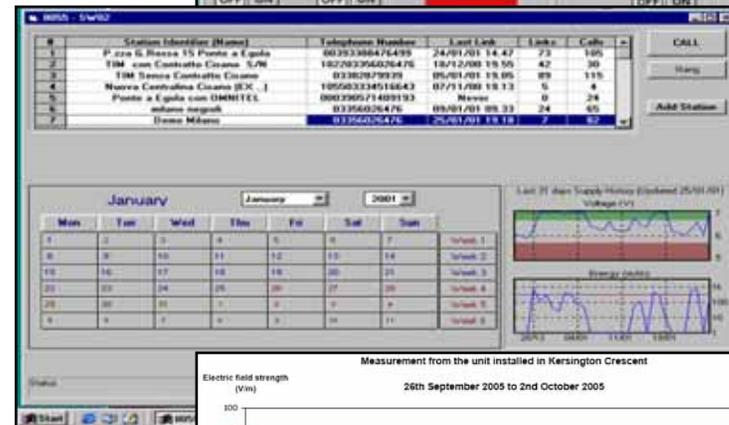
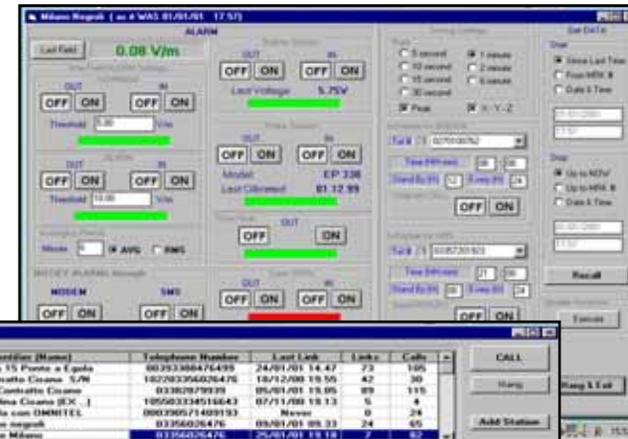
- Wave Control

# Modelos Comerciales

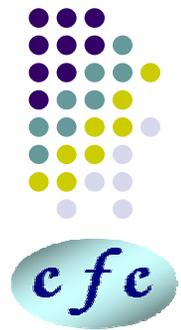


- Sistema de Monitoreo

- Mediciones de banda ancha (de 5 Hz hasta 40 GHz, con diferentes sondas).
- Uso de sondas isotrópicas
- Discriminación de señales de celulares vs. otras fuentes EMF.
- Almacenamiento de valores picos, AVG o RMS (hasta 18 meses).
- Seguimiento de mediciones de EMF
- Comunicación de datos, alarmas y configuraciones, de manera programable.
- Instalación *Outdoor e Indoor*



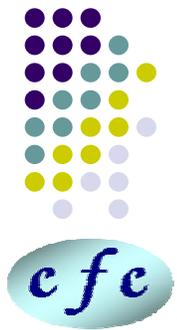
# Modelos Comerciales



- Sistema de Monitoreo

- Medida en tiempo real y de forma permanente del nivel de campo.
- Captación por sonda isotrópica
- Promediado periódico de las medidas.
- Memorización de los valores máximos por períodos.
- Umbral de nivel de Alarma programable.
- Margen de medida: 0,2-45V/m
- Transferencia inalámbrica de datos al centro de control.





# Conclusiones

1. No hay pruebas concluyentes que indiquen que las RNI, con los niveles predefinidos, afecten a la población...
2. ... pero tampoco indican que no haya efectos bajo largas exposiciones.
3. Se sigue estudiando el tema (OMS, ICNIRP, etc.)
4. La prevención ante todo, como base de trabajo.
5. Conviene definir y medir los “puntos calientes”.
6. Métodos de medición repetitiva y periódica, para generar base estadística (Mapas de radiaciones – zonas protegidas)
7. Equilibrio entre recursos tecnológicos y salud humana (confort y sociedad actual vs. edad prehistórica)

***Podemos ayudarlos en los 4 últimos puntos***

# Introducción a las Mediciones de Radiaciones No Ionizantes



**CONSULTORA FEDERAL DE  
COMUNICACIONES**

**– Muchas Gracias –**

**Ing. Alfredo Debattista**  
**[adebattista@infovia.com.ar](mailto:adebattista@infovia.com.ar)**

