

La experiencia en Colombia sobre los Campos Electricos y Magnéticos en sistemas electricos

Guillermo Aponte Mayor

Grupo de Investigación en Alta Tensión GRALTA



INTRODUCCIÓN

Actualmente existe preocupación en la población sobre la posible relación de los campos electromagnéticos y el desarrollo de enfermedades.

Esta surge por informaciones y especulaciones que se difunden sobre el tema.



ESPECULACIONES

Danger: mobile phones can 'cook' your brain

By Jonathan Leake

SEVERAL studies have shown that mobile phones are dangerous to the brain. Research suggests that as much as 70% of the microwave radiation they emit is absorbed by the head. This suggests that the phone is a danger to the brain.

The findings come as the European Commission

has published a report on the health effects of mobile phones. The report says that there is no clear evidence of a link between mobile phone use and brain cancer. However, it does say that there is a link between mobile phone use and other types of cancer.

The report says that the mobile phone industry has been accused of misleading the public about the safety of mobile phones. It says that the industry has been accused of saying that mobile phones are safe when in fact they are not.

EVIDENCIAS



RIESGOS



La operación de computadores, telefonos celulares, y otros dispositivos electronicos pueden interferir seriamente con el equipo de navegación de un avión durante el despegue y aterrizaje.

TEMORES

**Vecinos de la Cra. 71 entre Calles 75 y 87
denuncian ante la comunidad y las
autoridades públicas que:**

Se encuentran en peligro de muerte por las líneas de alta tensión de 110.000 voltios de _____ que pasan por el frente de sus casas sin cumplir con las distancias mínimas de separación exigidas por las normas.

Dentro de los problemas que estas líneas generan se encuentran:

**Peligro de muerte por caída de las líneas
Enfermedades que incluyen Leucemia, Cáncer,
Hipertensión y Alteraciones del Sistema Nervioso
Desvalorización de las viviendas**

RIESGO / COMUNIDAD DE DOS BARRIOS ALERTA SOBRE GRAVE PELIGRO

Alarma por zona energizada

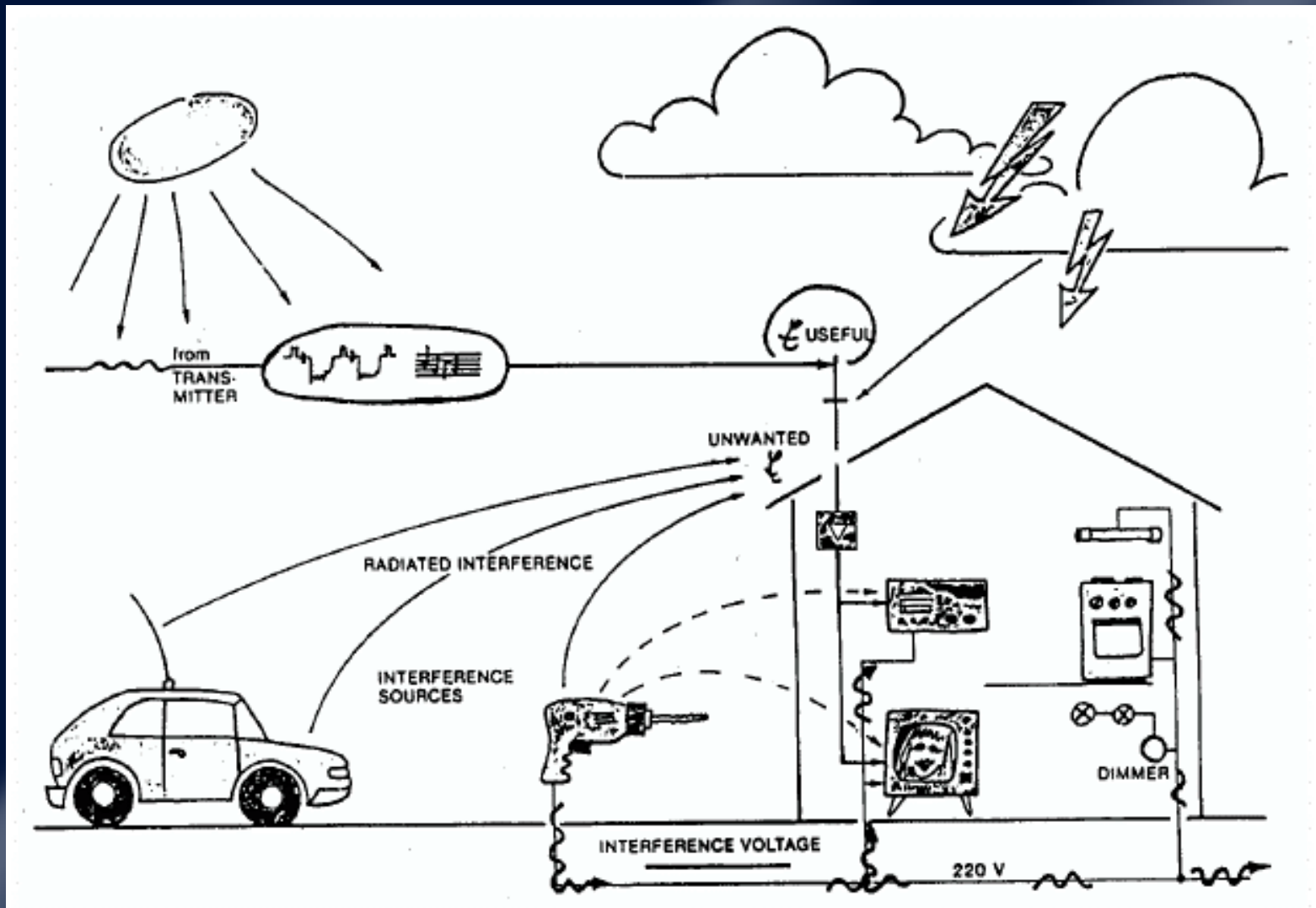
El presidente de la JAC de San Luisito, José Ómar Salazar, vio morir electrocutado a un perro por la corriente de una cuerda de 115 kilovatios. Vecinos se quejan de dolores de cabeza.

Algunos vecinos consideran que el nombre de 'zona energizada' es demasiado suave para un sector donde han muerto electrocutados varios perros y un número no determinado de personas ha sufrido corrientazos.

El presidente de la Junta de Acción comunal del barrio San Luisito, José Ómar Salazar, di-



AMBIENTE ELECTROMAGNÉTICO



CAMPOS DEBIDOS AL SISTEMA ELECTRICO



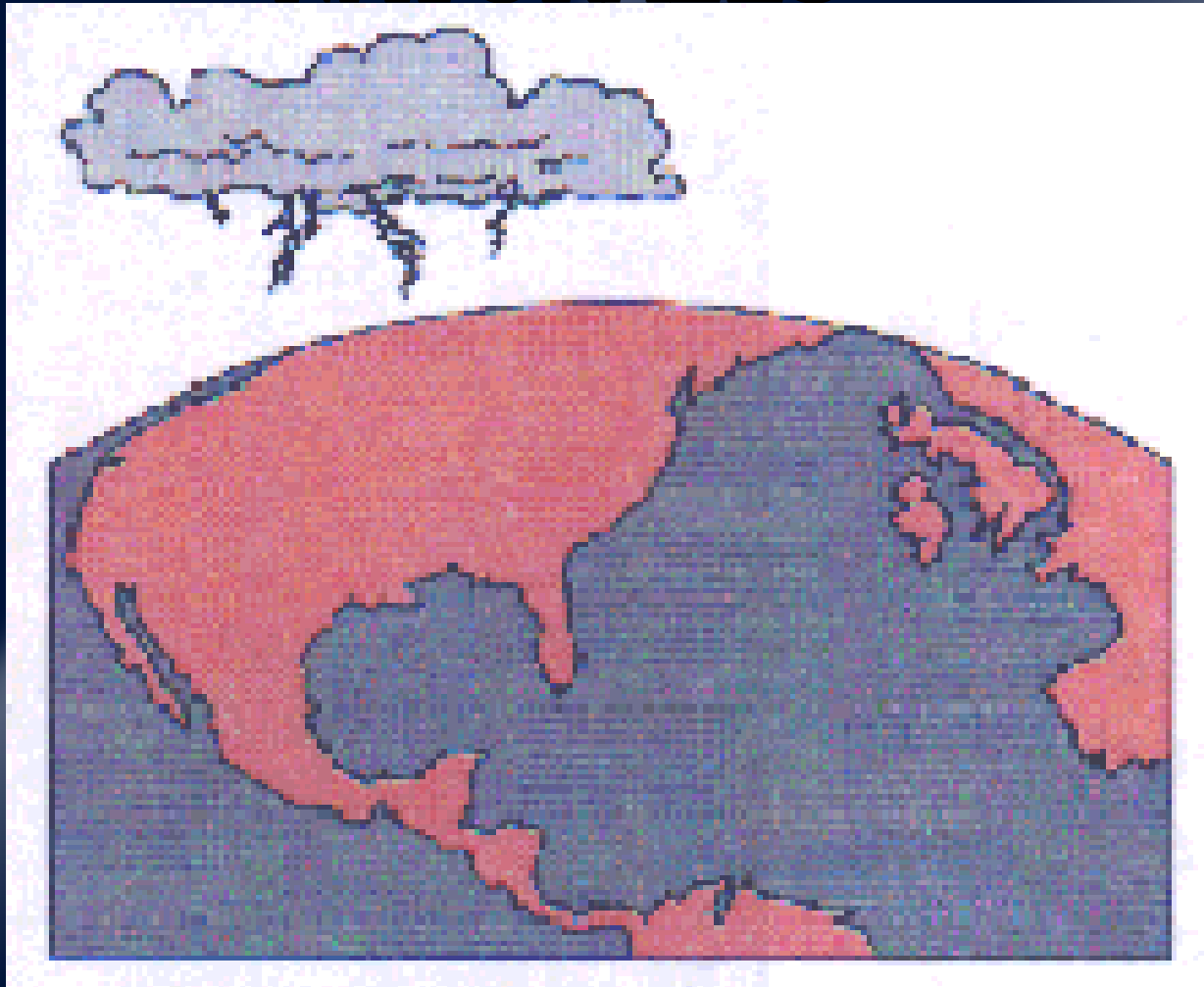
CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

Campo Eléctrico de la Tierra

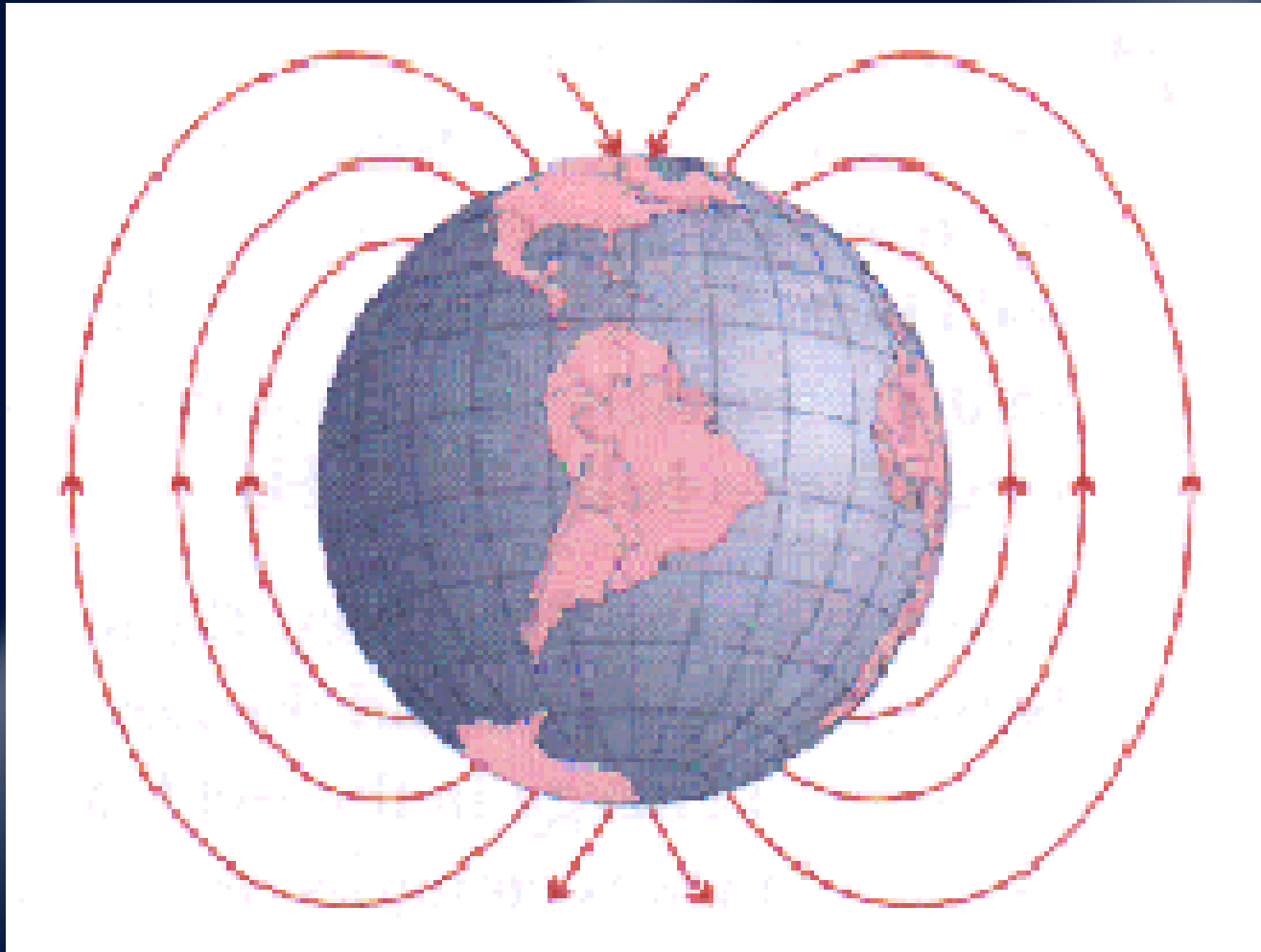
La Tierra produce campos electromagnéticos en la forma de campos estáticos (0 Hz). Los campos eléctricos son producidos por actividad tormentosa en la atmósfera. Cerca del suelo, el campo eléctrico es en promedio 200 V/m. Campos de alrededor de 50 kV/m ocurren directamente debajo de las tormentas eléctricas.



CAMPOS ELECTRICOS NATURALES



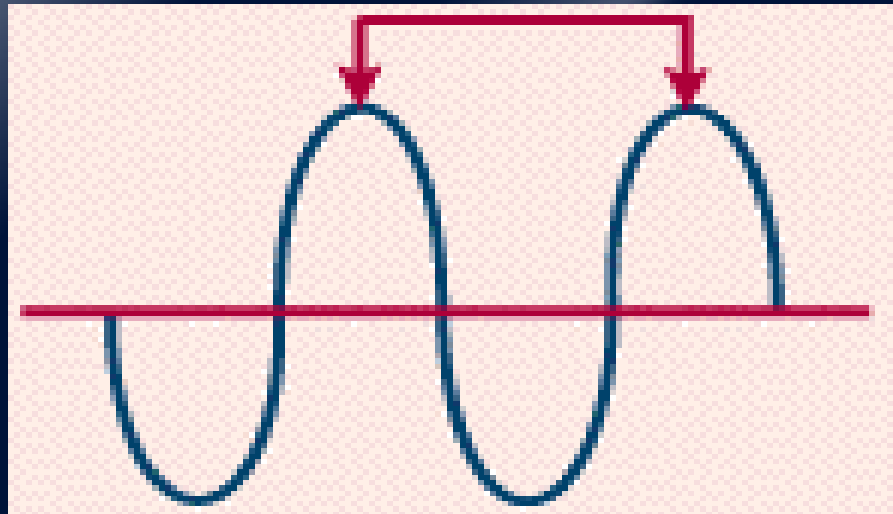
CAMPO MAGNETICO NATURAL



INCIDENCIA DE LA FRECUENCIA

Los CEMs pueden ser ordenados en un espectro electromagnético de acuerdo a su frecuencia

1 ciclo

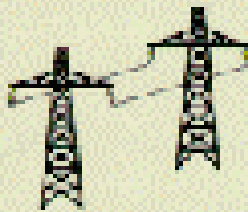


EL ESPECTRO ELECTROMAGNETICO

THE ELECTROMAGNETIC SPECTRUM



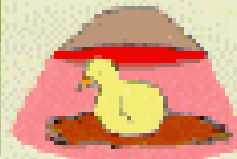
Static



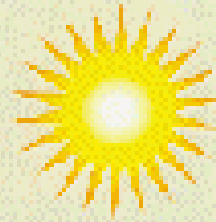
Low frequency



Radio frequency



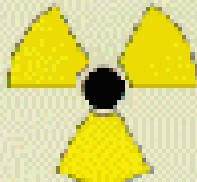
Infrared



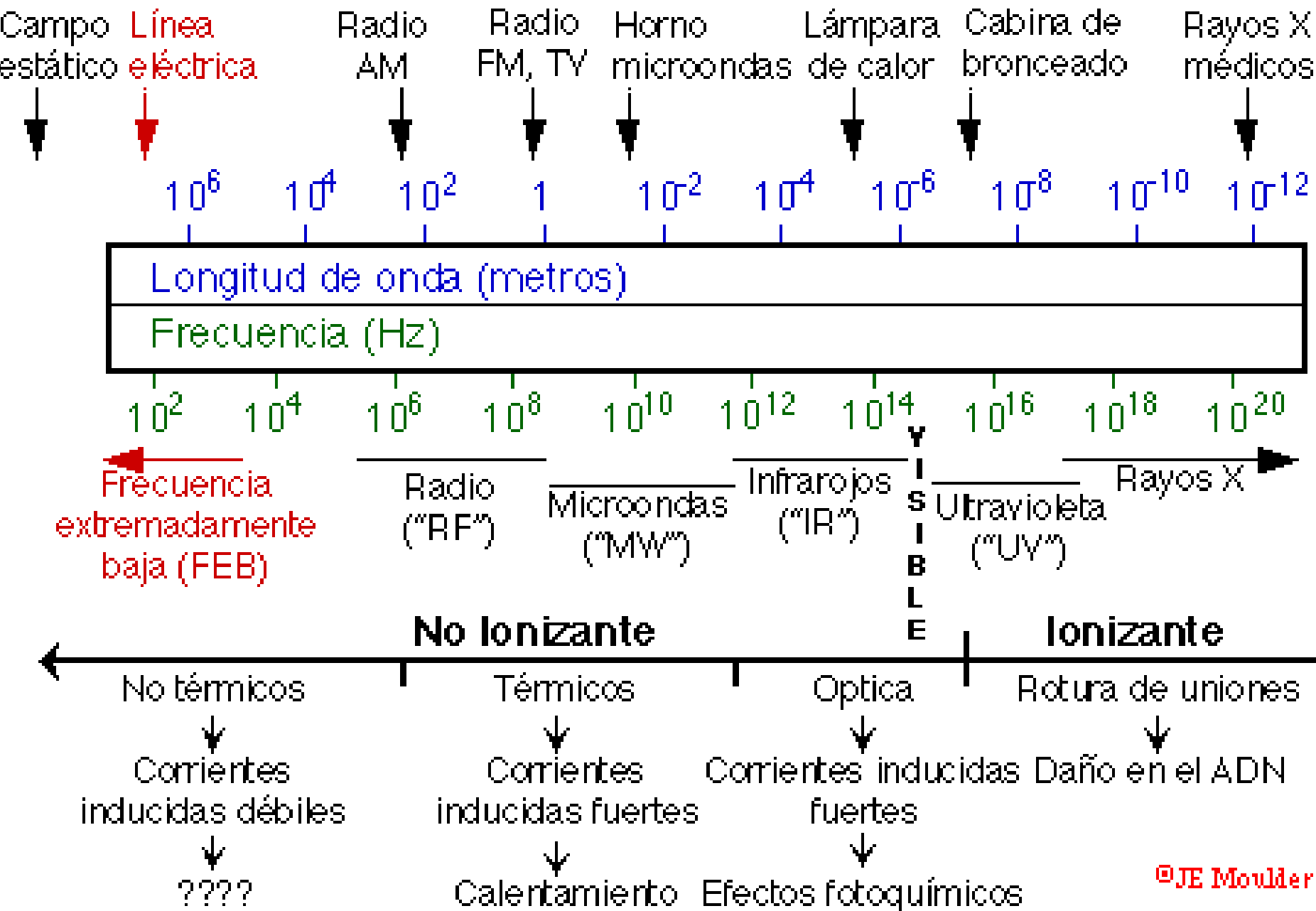
Visible

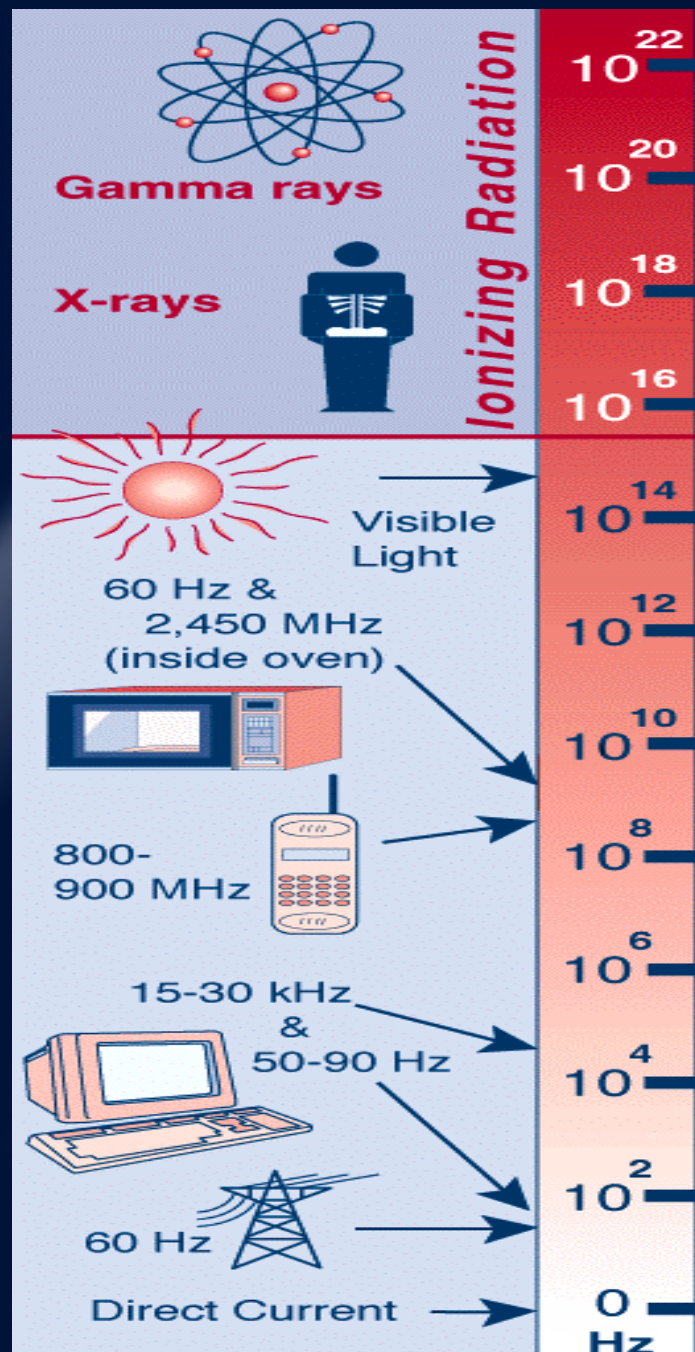


Ultraviolet

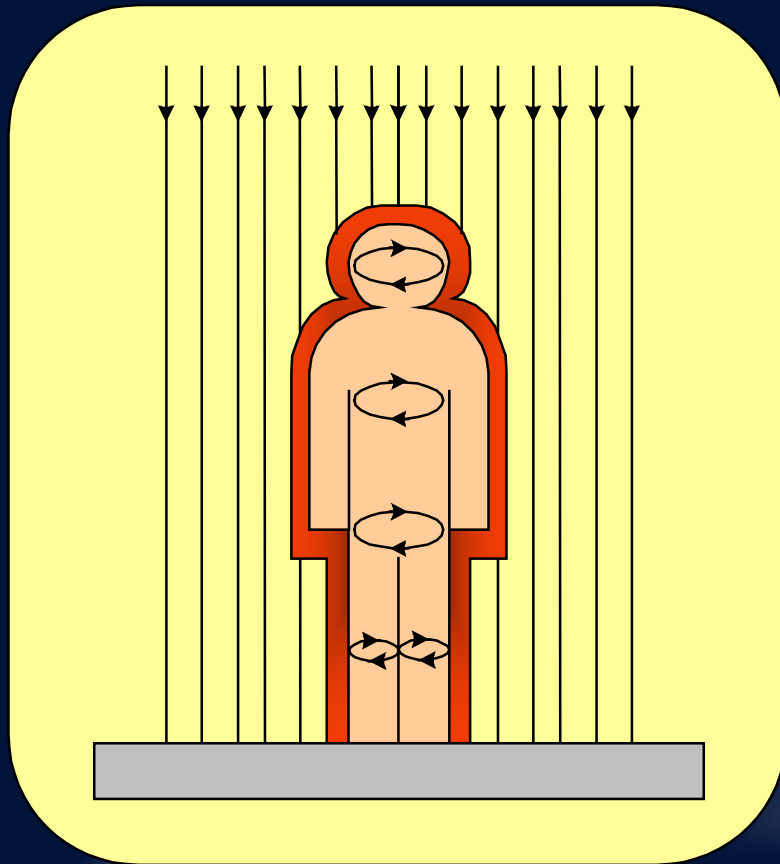


Ionizing





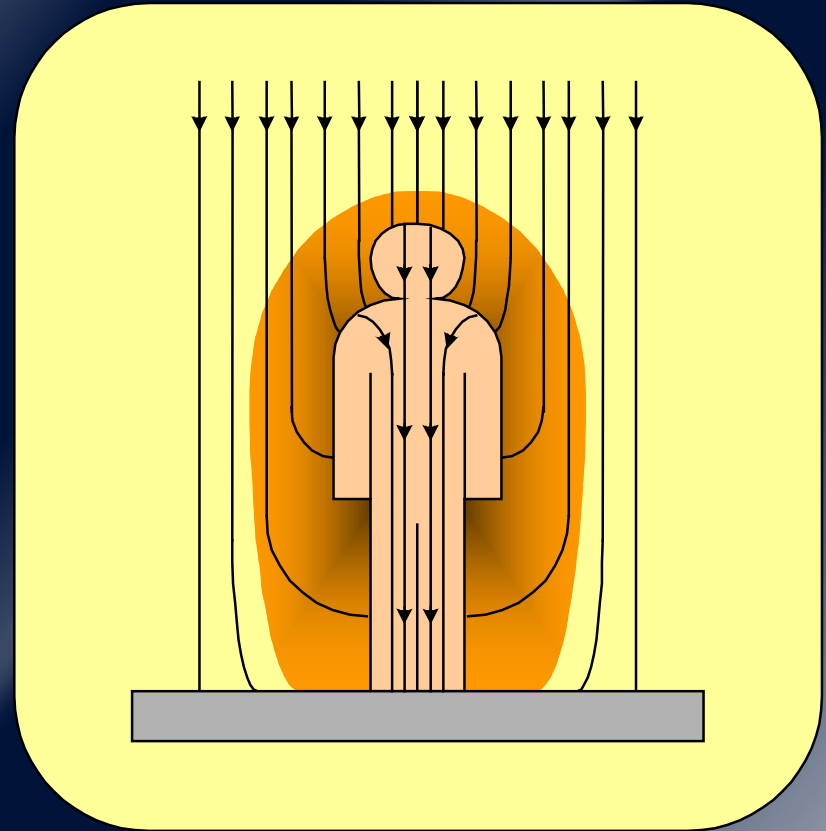
POSIBLES EFECTOS DE LOS CAMPOS MAGNÉTICOS DE BF



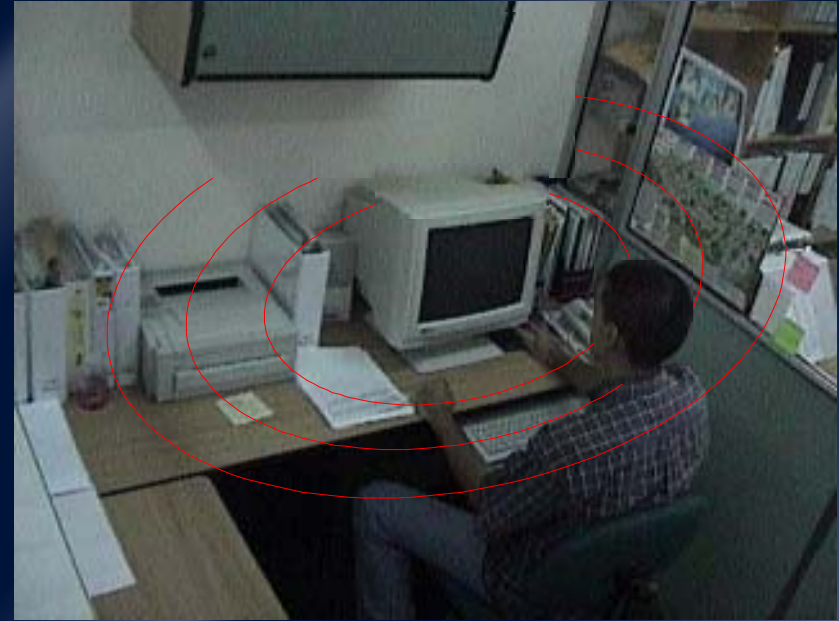
- Los campos magnéticos de frecuencia industrial pueden inducir pequeños flujos de corriente eléctrica en el cuerpo, dependiendo de la magnitud de los mismos.

POSIBLES EFECTOS DE LOS CAMPOS ELÉCTRICOS DE BF

- Los campos eléctricos de frecuencia industrial pueden ejercer fuerzas en moléculas cargadas y no cargadas, y en las estructuras celulares dentro de un tejido.



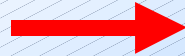
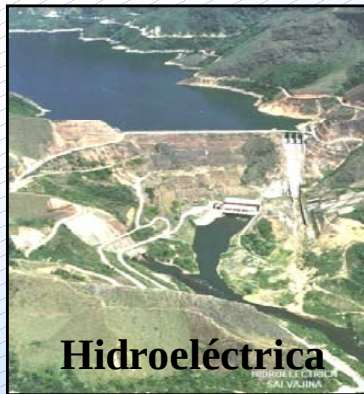
CAMPOS ELÉCTRICOS Y MAGNÉTICOS



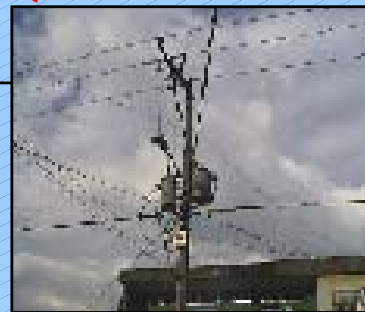
Campo eléctrico y magnético



SISTEMA ELÉCTRICO BÁSICO



**Líneas de
Transmisión
(230, 500 kV)**



**Líneas de
Distribución
(115, 34,5 13,2 kV)**



SITUACION

Los mayores temores se generan por la cercanía de líneas y subestaciones a zonas residenciales



OTROS PUNTOS DE INQUIETUD



TRABAJO REALIZADO

Inicialmente se realizó la evaluación de los Campos Eléctricos y Magnéticos en líneas y subestaciones de 115 y 230 kV, pertenecientes a la Empresa de Energía del Pacífico EPSA.

Luego se hicieron mediciones en el sistema de la costa norte colombiana, en Cuba y en Costa Rica.

EQUIPOS DE MEDICIÓN

➤ Medidor de Campo Magnético EMDEX II

- Rango 0,1 - 3000 mG
- Resolución 0,1 mG
- Ancho de banda 40 - 800 Hz

➤ Rueda para mapeo LINDA

EQUIPOS

Sensor de Campo

Medidor de Campo



CARACTERISTICAS EQUIPO DE MEDICIÓN

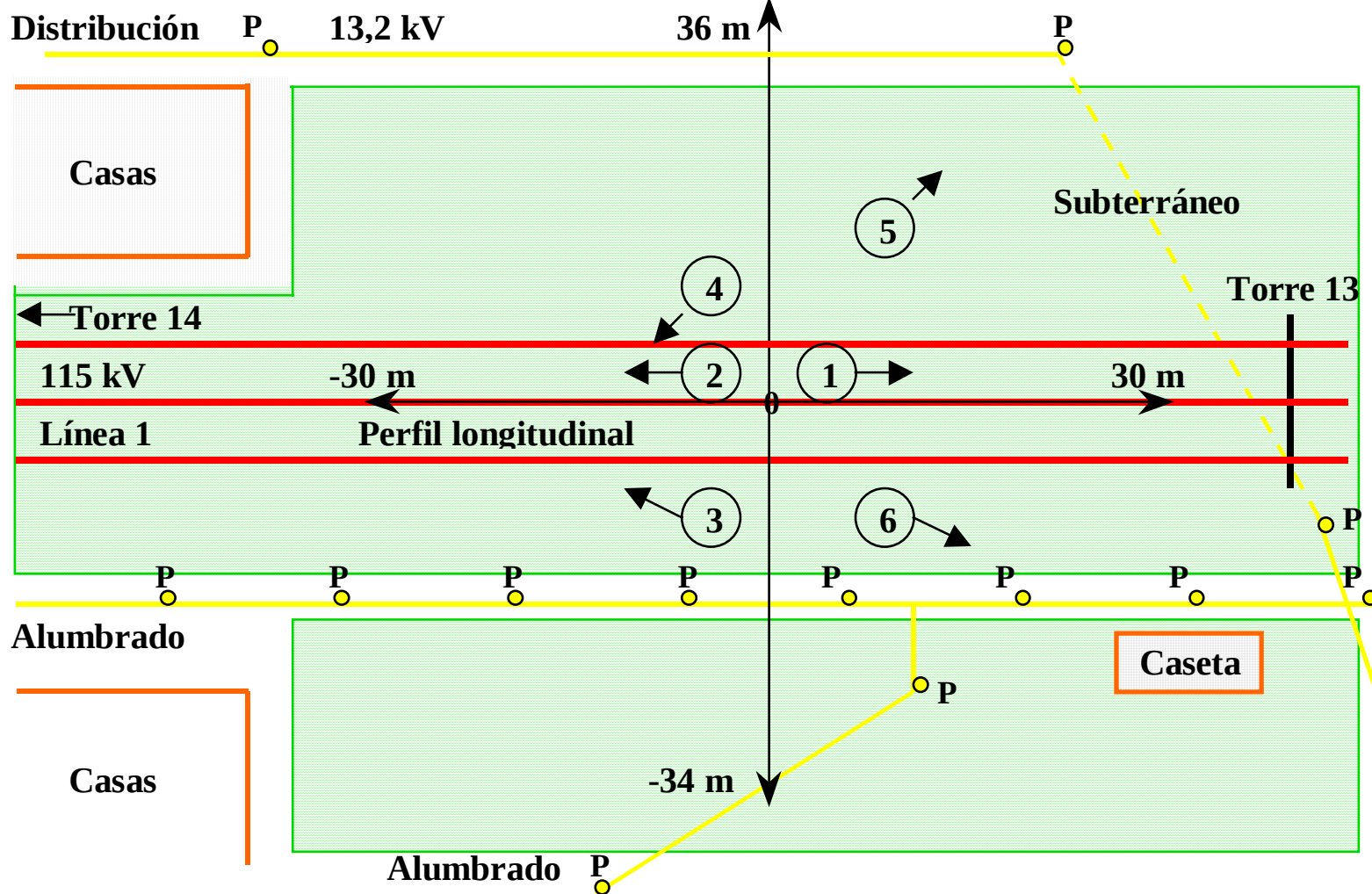
	Sensor de Campo Eléctrico	Medidor de Campo Magnético
Modelo	E-Probe	EMDEX II
Geometría del Sensor	Dos placas separadas 5 cm	Tres bobinas
Componente	Vertical únicamente	Tres ejes y/o resultante
Rango	0 – 13 kV/m	0,1 – 3000 mG
Pértiga Aislante	Pértiga en fibra de vidrio	-----
Fabricante	Enertech Consultants	
Rango de frecuencia: 40 - 800 Hz		

PROCEDIMIENTOS DE MEDICIÓN

Protocolos de Medición

Siguiendo las recomendaciones y estándares internacionales, se desarrollaron protocolos para la medición de campo magnético en cada uno de los ambientes descritos, en donde se indican los procedimientos a seguir antes, durante y después de las mediciones

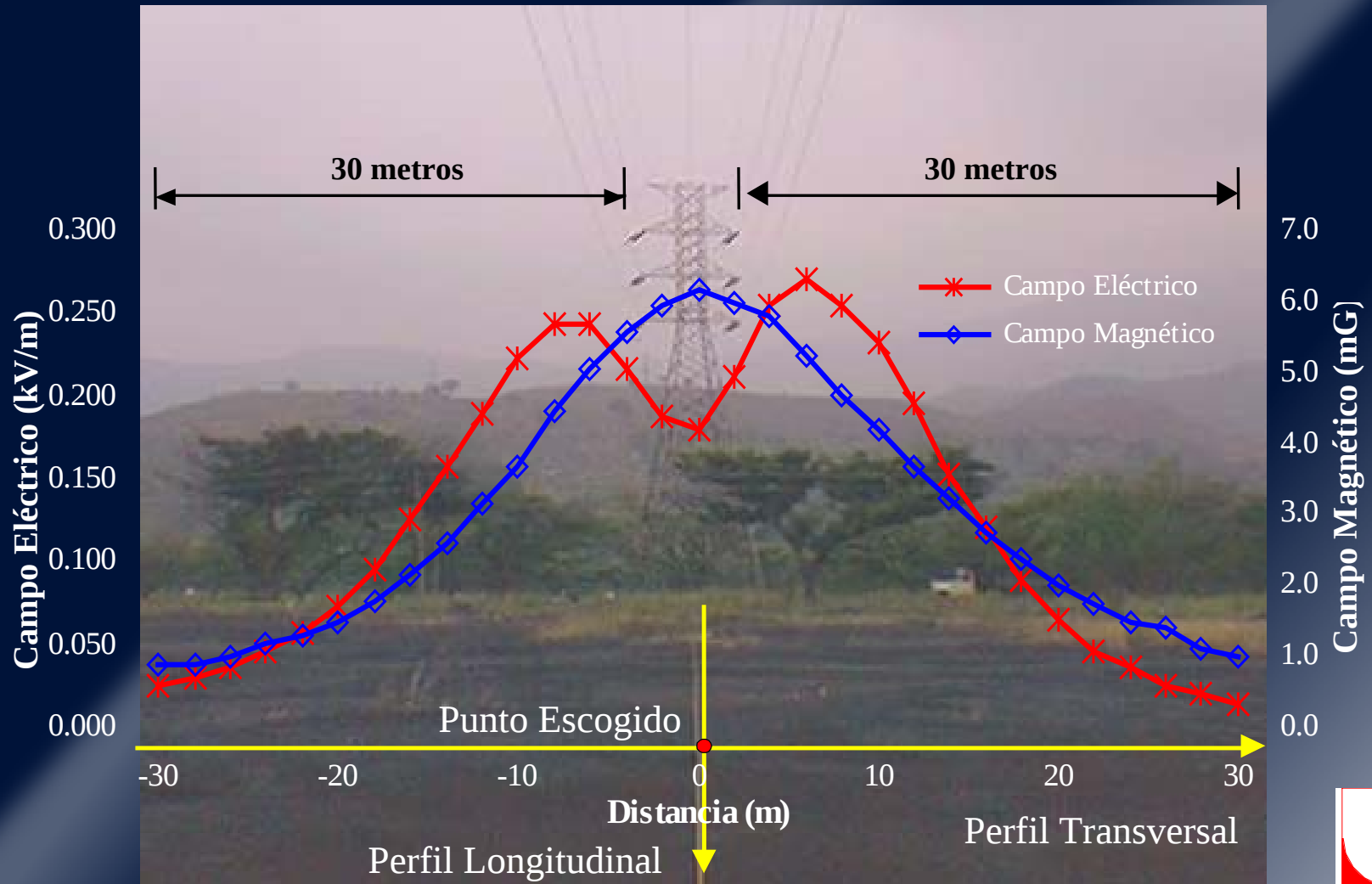
Perfil transversal





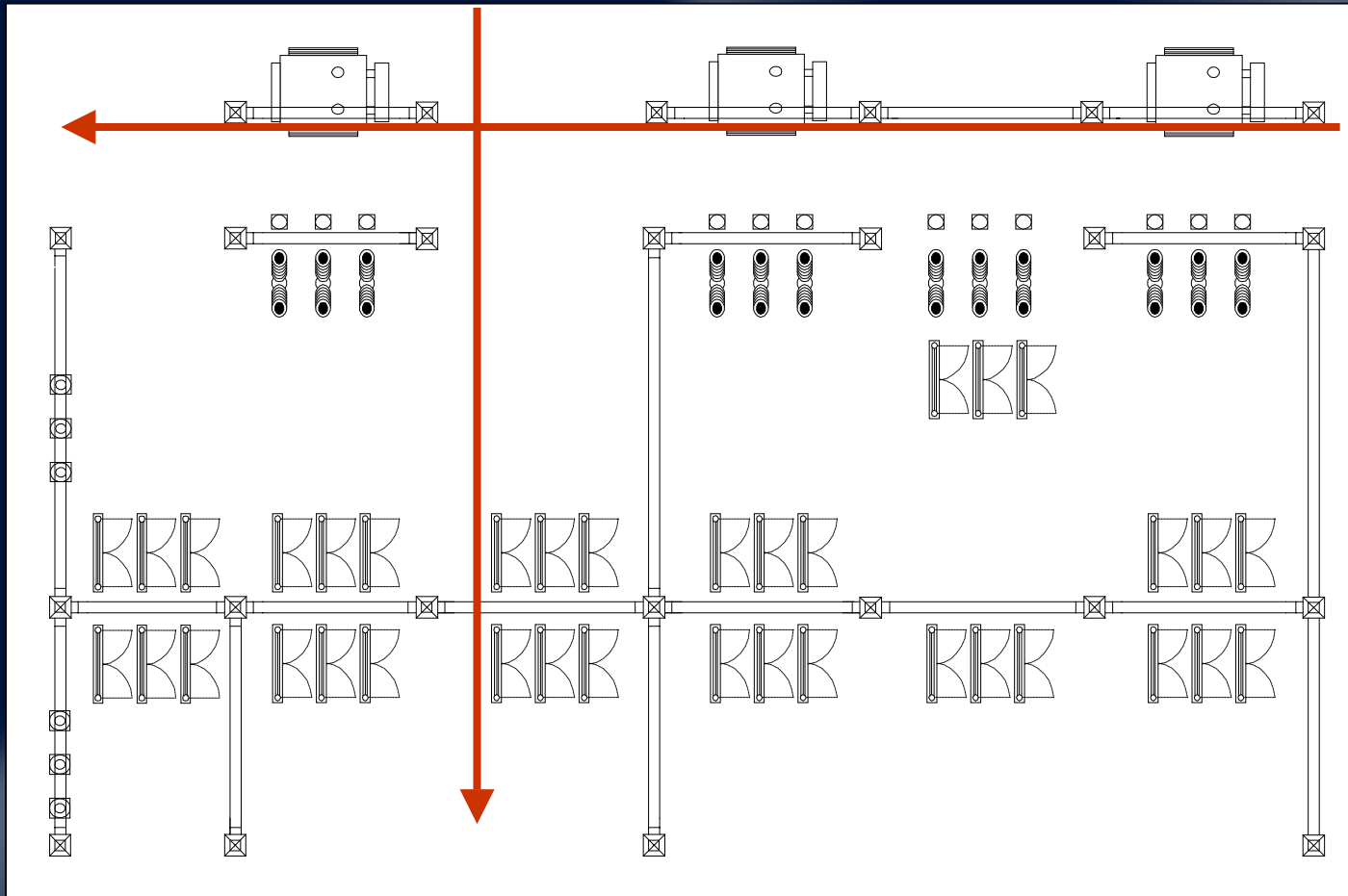


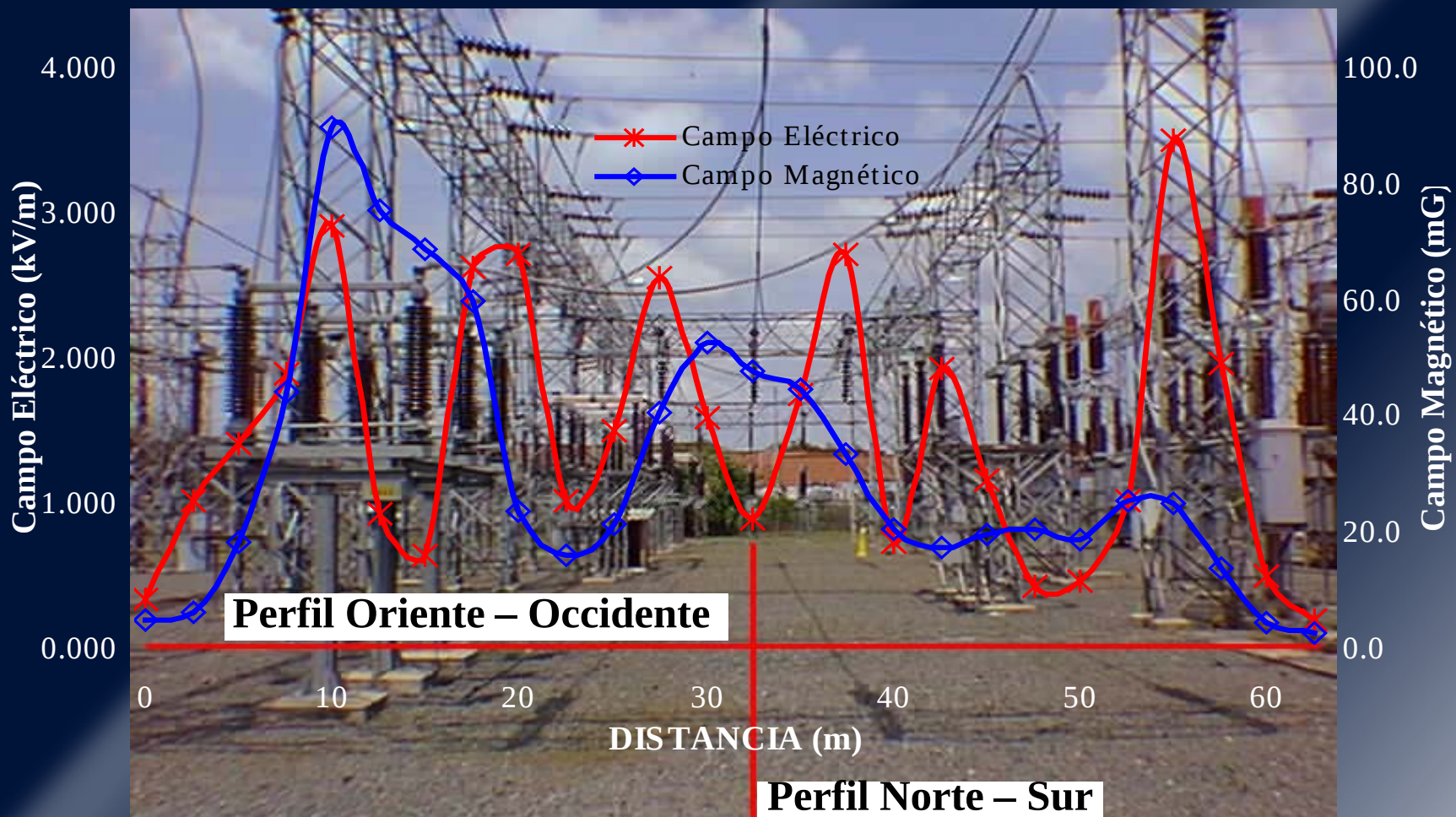
PROCEDIMIENTOS DE MEDICIÓN



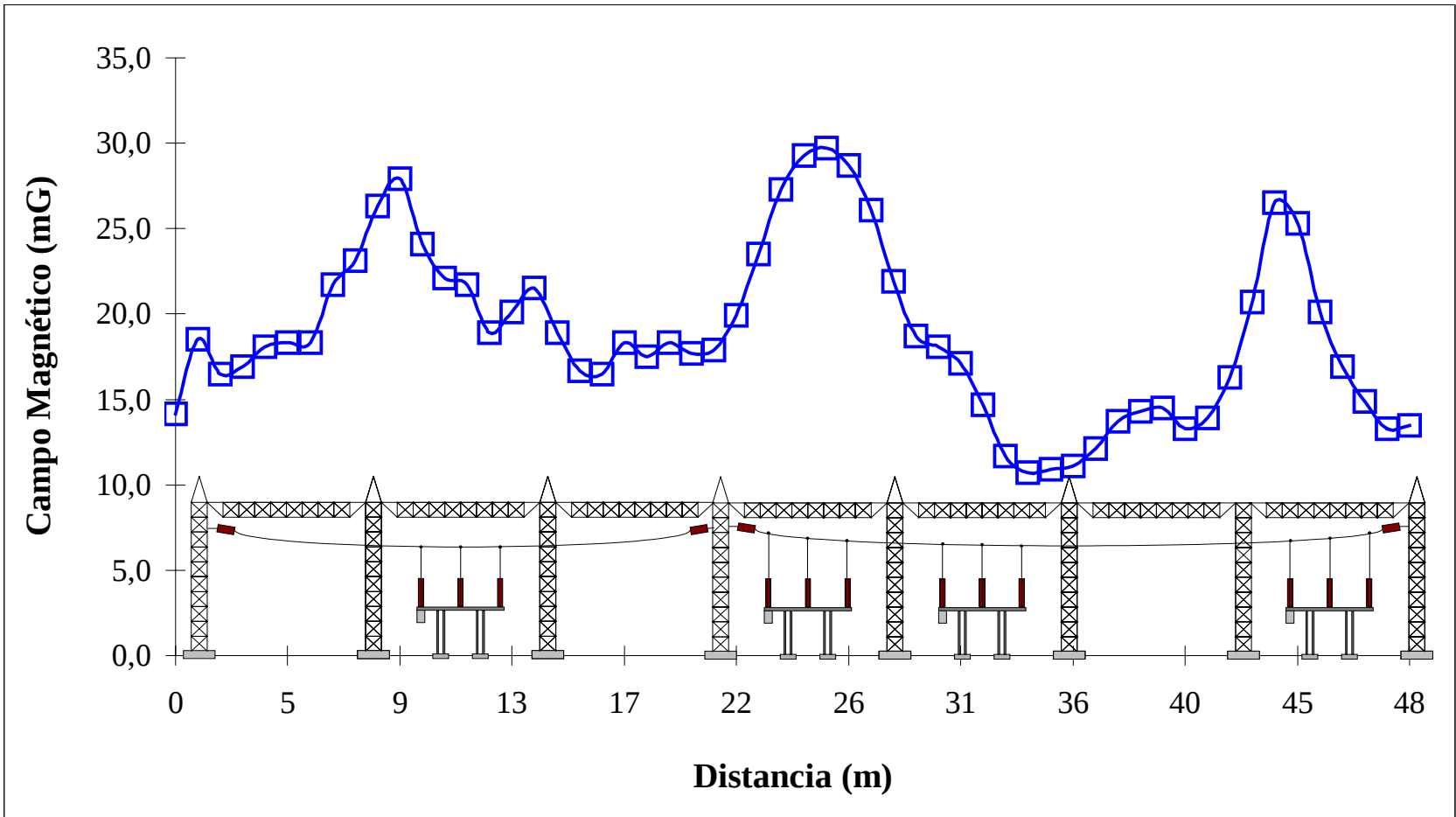
EN SUBESTACIONES

Perfiles





PERFILES DE CAMPO



SUBESTACIONES

Todas las mediciones se hicieron a una altura de 1 metro sobre el nivel del suelo





RESULTADOS EN LINEAS

Sistema EPSA E.S.P.

LINEAS	E Máximo (kV/m)	B Máximo (mG)	E Servid (kV/m)	B Servid (mG)
Buga – Calima 115 kV	2,112	2,2	0,903	1,6
Buga –Tuluá 115 kV	1,076	8,9	0,501	2,5
Termoyumbo – Chipichape 115 kV	0,271	6,2	0,225	4,7
Juanchito – Candelaria 115 kV	1,741	41,7	1,380	18,9
Meléndez – Aguablanca 115 kV	1,902	37,1	0,700	30,6
San Marcos – Codazzi 115 kV	0,426	2,2	0,330	2,0
Santa Bárbara – Codazzi 115 kV	1,887	4,9	0,903	4,1
Pance – Juanchito 230 kV	3,706	20,1	3,381	17,5
Pance – Salvajina 230 kV	1,291	5,2	1,108	4,8

RESULTADOS EN LINEAS

Sistema Electrocosta - Electricaribe

LÍNEAS	E Máximo (kV/m)	B Máximo (mG)	E Servid (kV/m)	B Servid (mG)
20 de Julio – Malambo 110 kV	0,650	12,3	0,614	9,3
Oasis – Rio 110 kV	0,489	21,3	0,474	6,4
Termoflores – Oasis 110 kV	0,717	60,8	0,510	26,7
Bosque – Bocagrande 66kV	-	19,2	-	0,9
Candelaria – N. Cospique 110 kV	0,910	5,8	0,571	4,6
Tenera – Zaragocilla 66 kV	0,249	64,5	0,135	22,3

RESULTADOS EN LINEAS

Sistema Eléctrico Cubano

LÍNEAS	E Máximo (kV/m)	B Máximo (mG)
Línea 1	1,405	27,4
Línea 2 110 kV	0,084	1,1
Línea 3 220 kV	1,494	10,4
Línea 4 110 kV	1,266	6,8
Línea 5 220 kV	1,198	12,1

RESULTADOS EN SUBESTACIONES

Sistema EPSA E.S.P.

SUBESTACIÓN	E máximo (kV/m)	B máximo (mG)	E promedio (kV/m)	B promedio (mG)
Buga 115 kV	2,748	49,5	1,235	23,2
Chipichape 115 kV	2,770	95,3	1,428	21,7
Juanchito 230 kV	8,600	57,5	3,332	18,3
Juanchito 230 lado 115 kV	3,680	147,5	1,562	70,8
Juanchito 115 kV	4,116	217,6	1,899	75,9
Meléndez 115 kV	3,520	90,3	1,033	18,6

RESULTADOS EN SUBESTACIONES

Sistema EPSA E.S.P.

SUBESTACIÓN	E máximo (kV/m)	B máximo (mG)	E promedio (kV/m)	B promedio (mG)
Pance 115 kV	2,598	131,7	1,275	49,9
Pance 230 kV	4,648	149,1	2,423	57,4
Salvajina 115 kV	2,855	140,2	1,095	22,8
San Marcos 115 kV	3,991	66,5	1,634	23,5
Sta Bárbara 115 kV	3,991	286,9	1,505	41,4
Tabor 115 kV	3,445	31,1	1,813	13,6
Zarzal 115 kV	3,091	39,3	0,783	11,5

RESULTADOS EN SUBESTACIONES

Sistema Electrocosta - Electricaribe

SUBESTACIONES	E Máximo (kV/m)	B Máximo (mG)	E Prom (kV/m)	B Prom (mG)
Cordialidad 110 kV	4,266	88,8	2,634	45,8
Oasis 110 kV	3,338	272,0	2,212	148,7
Silencio 110 kV	3,916	135,4	2,174	44,65
Bosque 66 kV	1,909	82,9	1,140	32,15
Candelaria 110 kV	7,456	12,1	3,608	7,65
Mamonal 66 kV	-	30,1	-	9,0
Nueva Cospique 110 kV	4,395	37,1	2,697	25,65

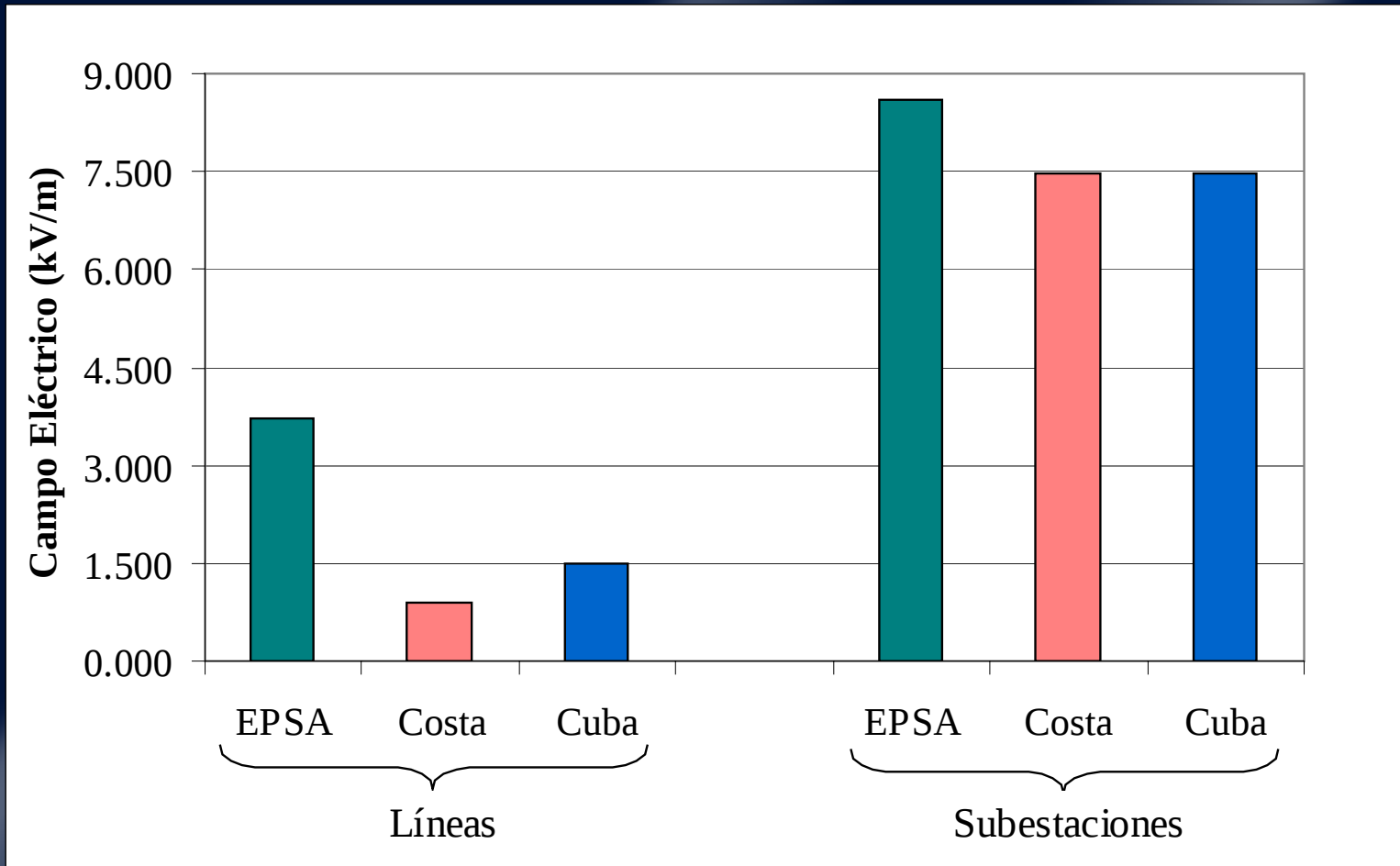
RESULTADOS EN SUBESTACIONES

Sistema Eléctrico Cubano

SUBESTACIONES	E Máximo (kV/m)	B Máximo (mG)	E Prom (kV/m)	B Prom (mG)
Subestación 1 110 kV	1,423	15,9	0,599	9,9
Subestación 2 220/110 kV	3,705	98,3	1,728	37,1
Subestación 2 220 kV	7,467	158,1	3,950	49,0
Subestación 3 220/110 kV	3,850	105,3	1,207	34,6
Subestación 3 220 kV	5,734	58,9	2,642	28,8
Subestación 4 110 kV	1,977	130,7	0,859	44,2
Subestación 5 220/110 kV	2,266	145,4	1,004	46,3
Subestación 5 220 kV	5,352	182,1	2,617	69,6
Subestación 6 220/110 kV	2,759	254,9	1,198	56,4
Subestación 6 220 kV	5,209	46,2	2,185	23,9

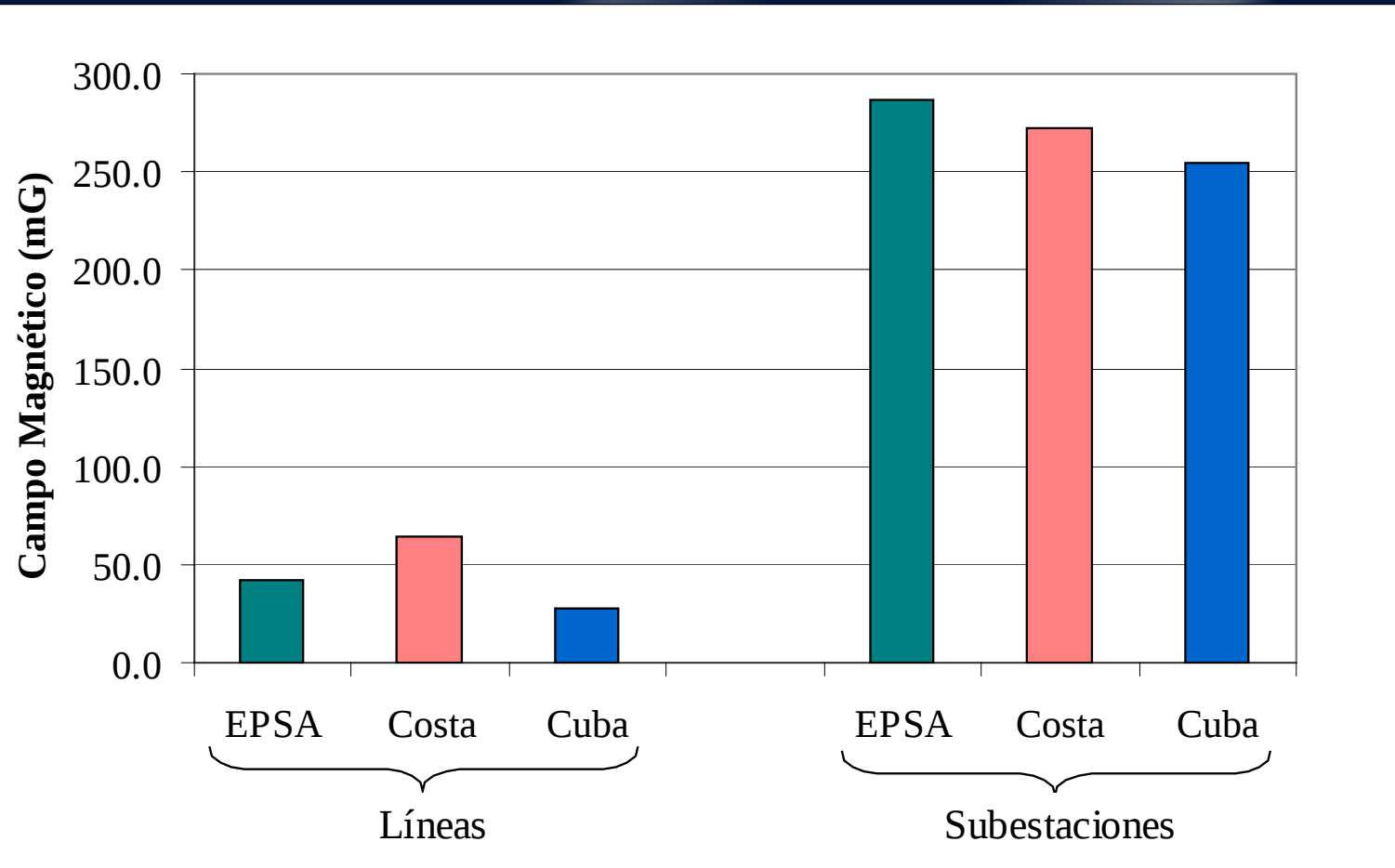
COMPARACION DE RESULTADOS

Campo electrico maximo



COMPARACION DE RESULTADOS

Campo magnetico maximo



REGULACION NACIONAL

Recientemente, el gobierno Colombiano expidió el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE, el cual en su Artículo 14 define los valores límites de campos eléctricos y magnéticos para baja frecuencia

Campo Eléctrico máximo = 10 kV/m

Campo Magnético máximo = 5000 mG

REGULACION NACIONAL

La resolución de la Comisión de Regulación de Energía y Gas CREG 098-2000 establece en Colombia los niveles máximos permitidos, tanto de campo eléctrico como de campo magnético en el borde de la servidumbre de líneas:

Campo Eléctrico máximo = 5 kV/m

Campo Magnético máximo = 1 Gauss

RECOMENDACIONES INTERNACIONALES

Máxima exposición a frecuencia industrial (60 Hz)

ESTÁNDAR	E (kV/m)	B (mG)	COMENTARIOS
International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection, 1998	8,333	4167,7	Trabajadores
	4,167	833,3	Público en General
European Prestandar ENV 50166-1 (1995)	25	13333,33	Trabajadores
	10	5333,33	Público en General
(National Resources Planning Board)	12	16000	Trabajadores
NRPB, Reino Unido	12	16000	Público en General
American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)	25	10000	Trabajadores

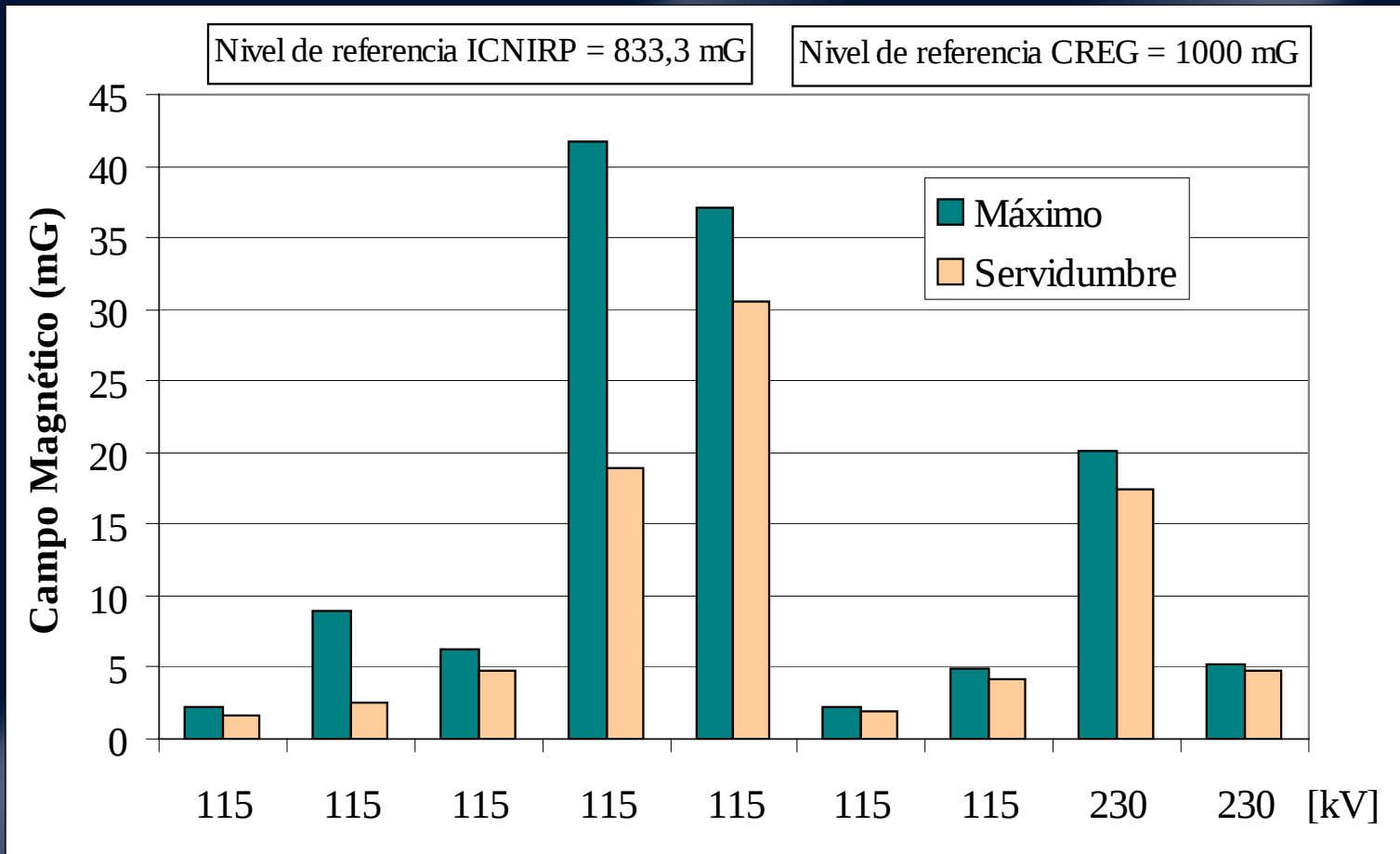
Análisis de Resultados

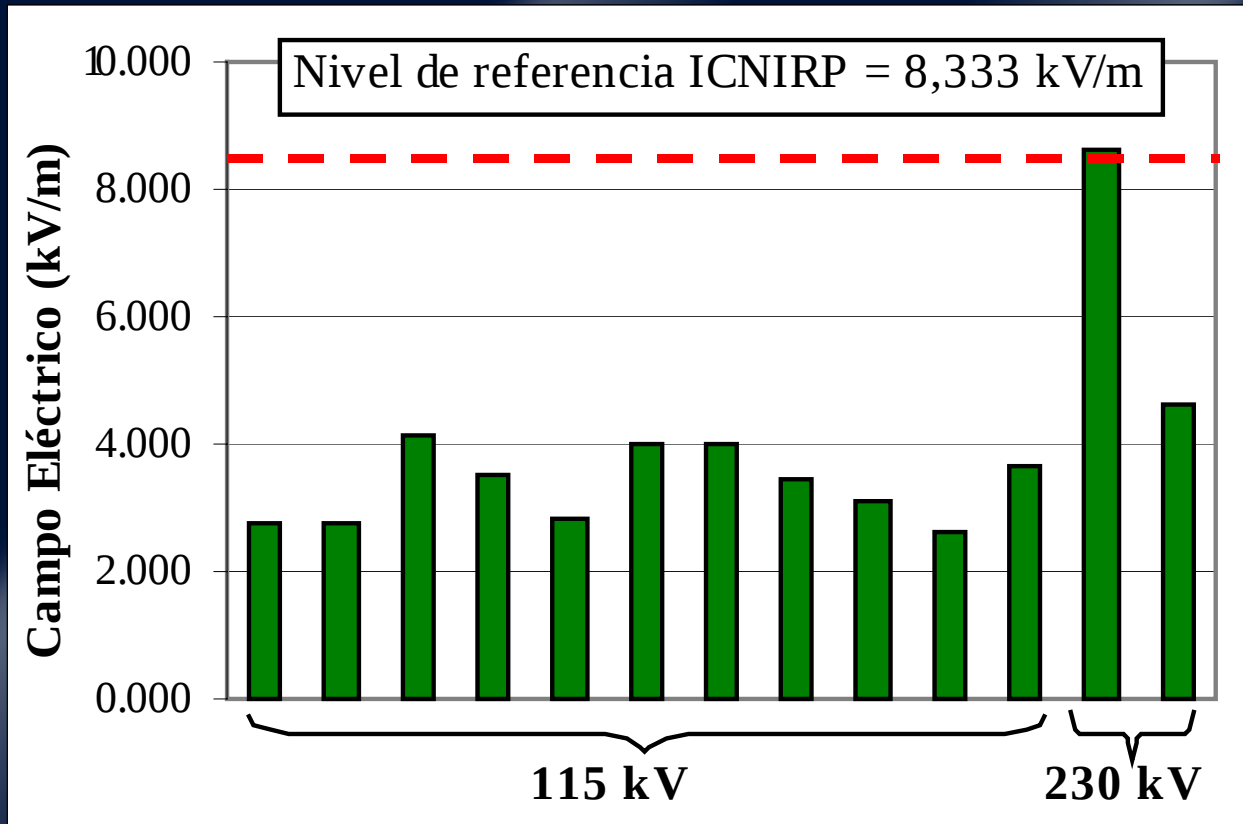
Los valores máximos medidos bajo las líneas se compararon con el nivel de referencia del ICNIRP para el público en general y con el nivel de la CREG a borde de servidumbre.

Mientras que los valores máximos medidos dentro de las subestaciones se compararon con el nivel de referencia del ICNIRP para ambientes ocupacionales.

SISTEMA EPSA E.S.P. (MEDIDO)

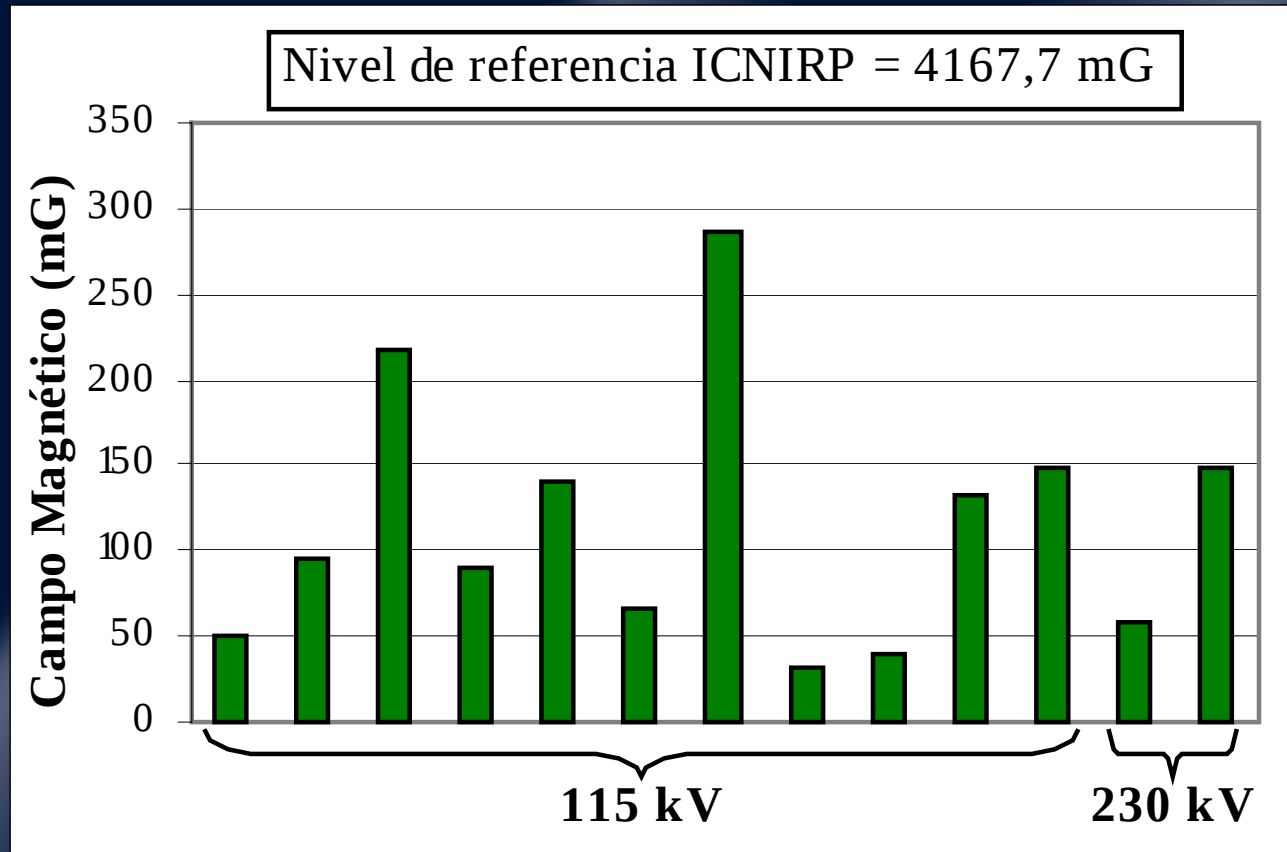
Campo Magnético en Líneas





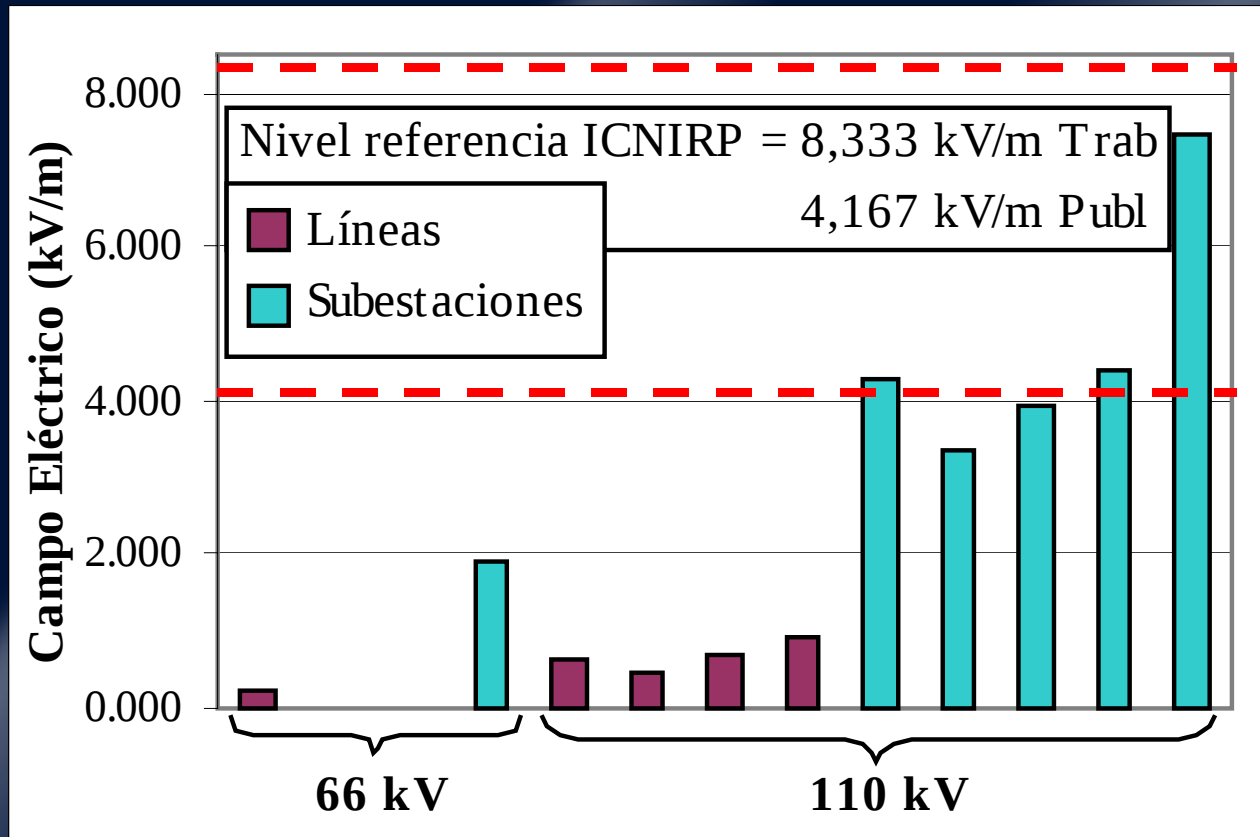
SISTEMA EPSA E.S.P. (MEDIDO)

Campo Magnético en Subestaciones



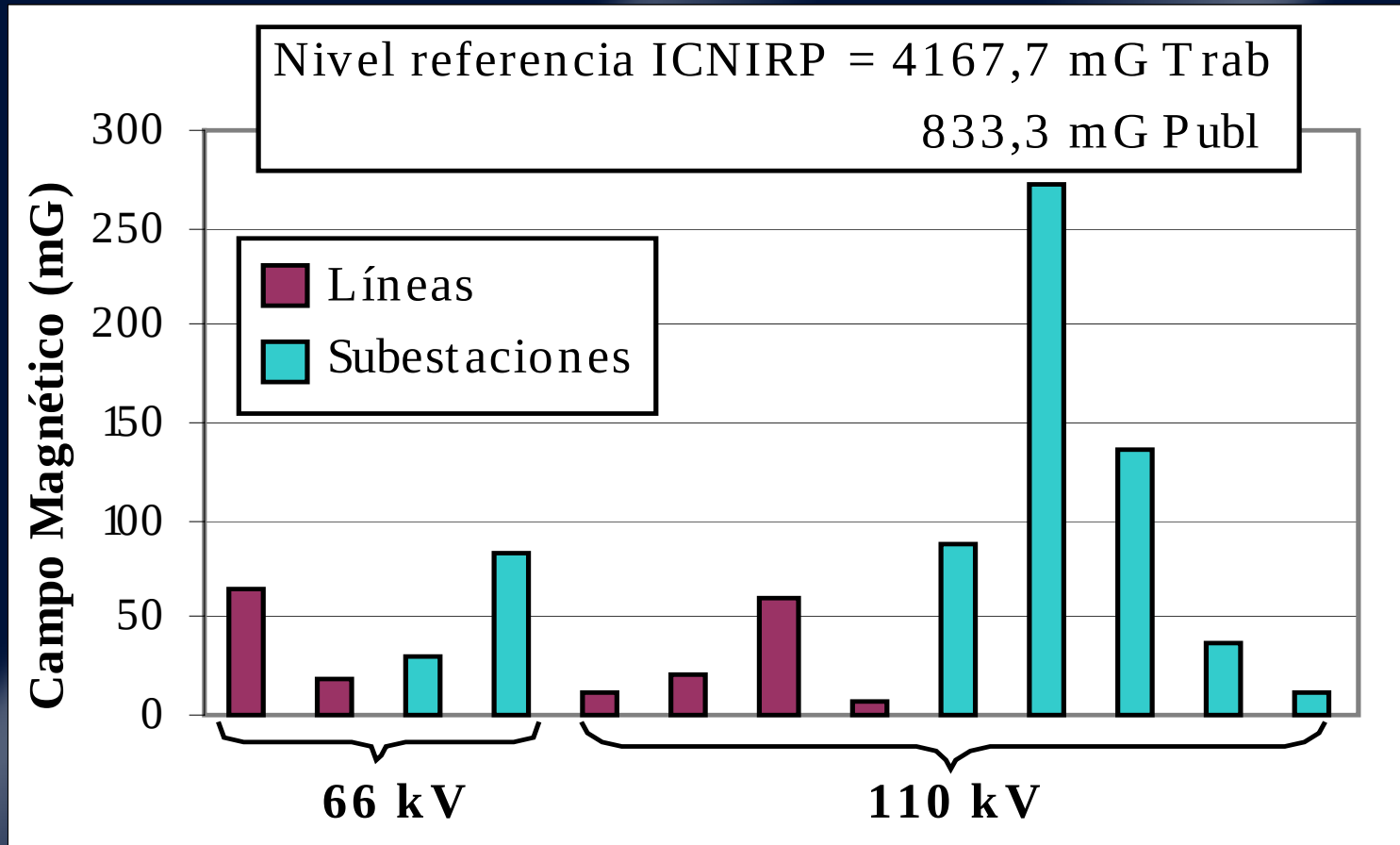
SISTEMA ELECTRO COSTA-ELECTRICARIBE (MEDIDO)

Campo Eléctrico en Líneas y Subestaciones



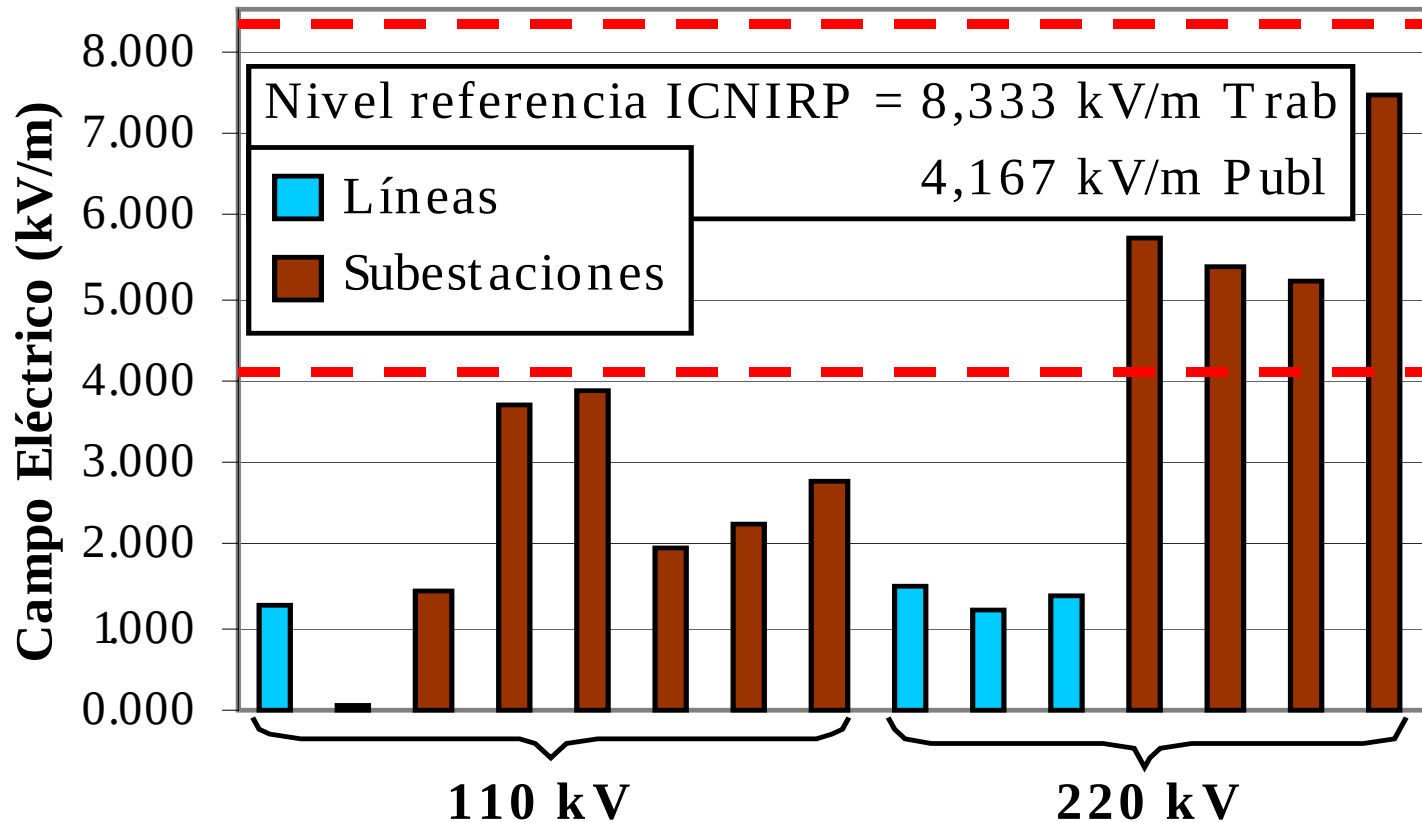
SISTEMA ELECTROOSTA-ELECTRICARIBE (MEDIDO)

Campo Magnético en Líneas y Subestaciones



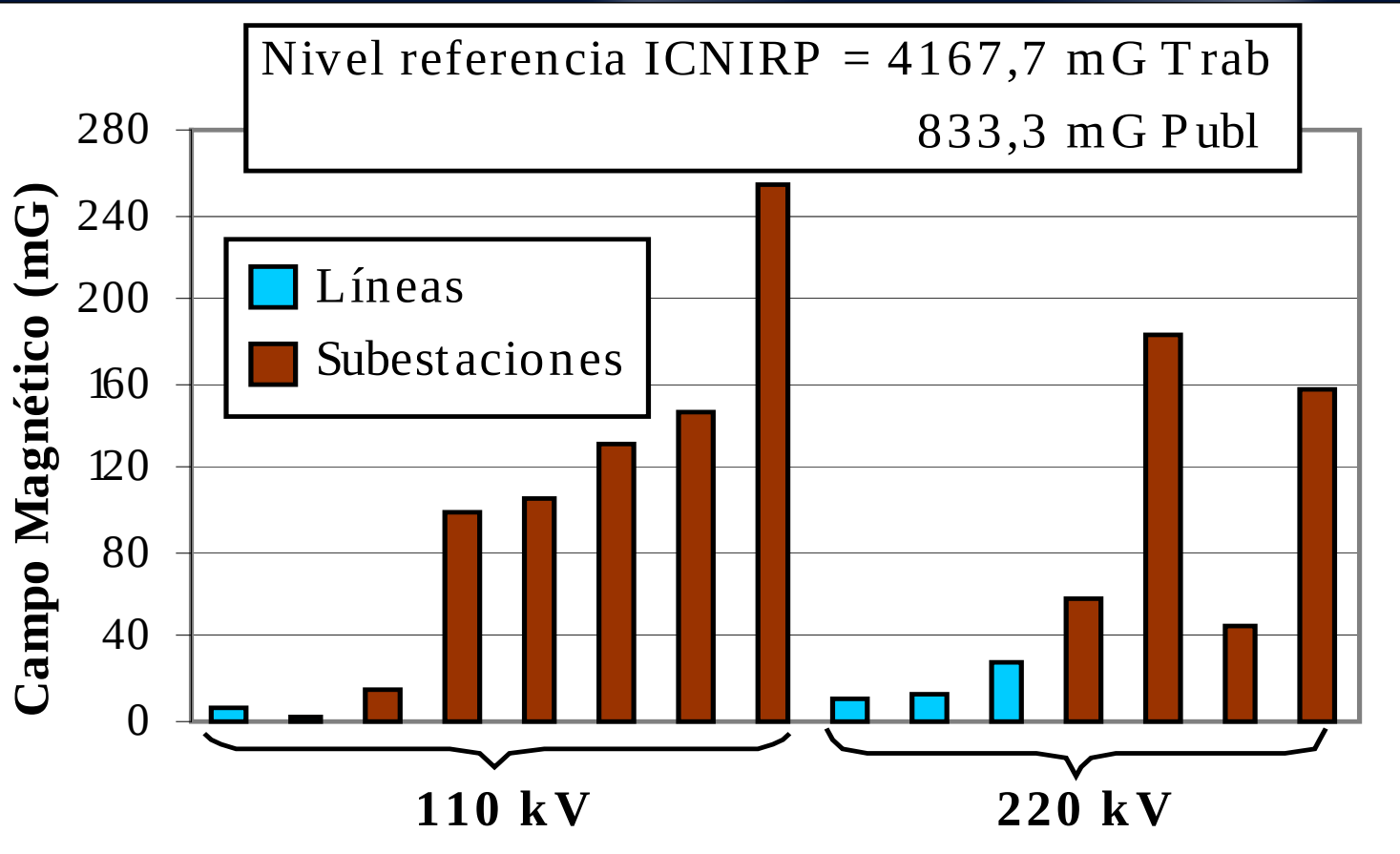
SISTEMA CUBANO (MEDIDO)

Campo Eléctrico en Líneas y Subestaciones



SISTEMA CUBANO (MEDIDO)

Campo Magnético en Líneas y Subestaciones

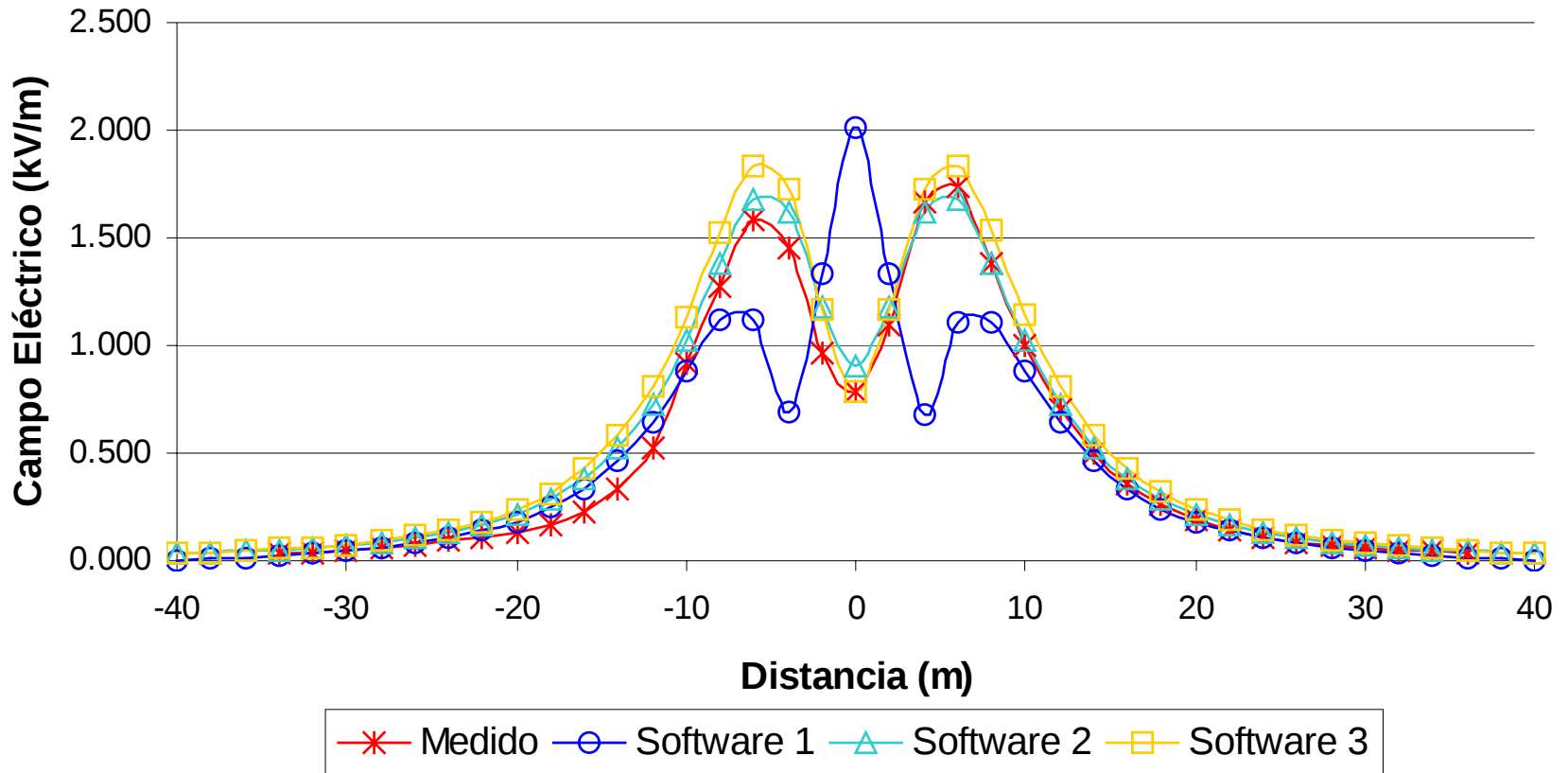


REALIZACION DE SIMULACIONES EN LAS LINEAS

Las simulaciones sólo se realizaron para las líneas pertenecientes al sistema EPSA E.S.P. debido a que de ellas se obtuvieron de manera exacta las alturas de los conductores y los valores de carga.

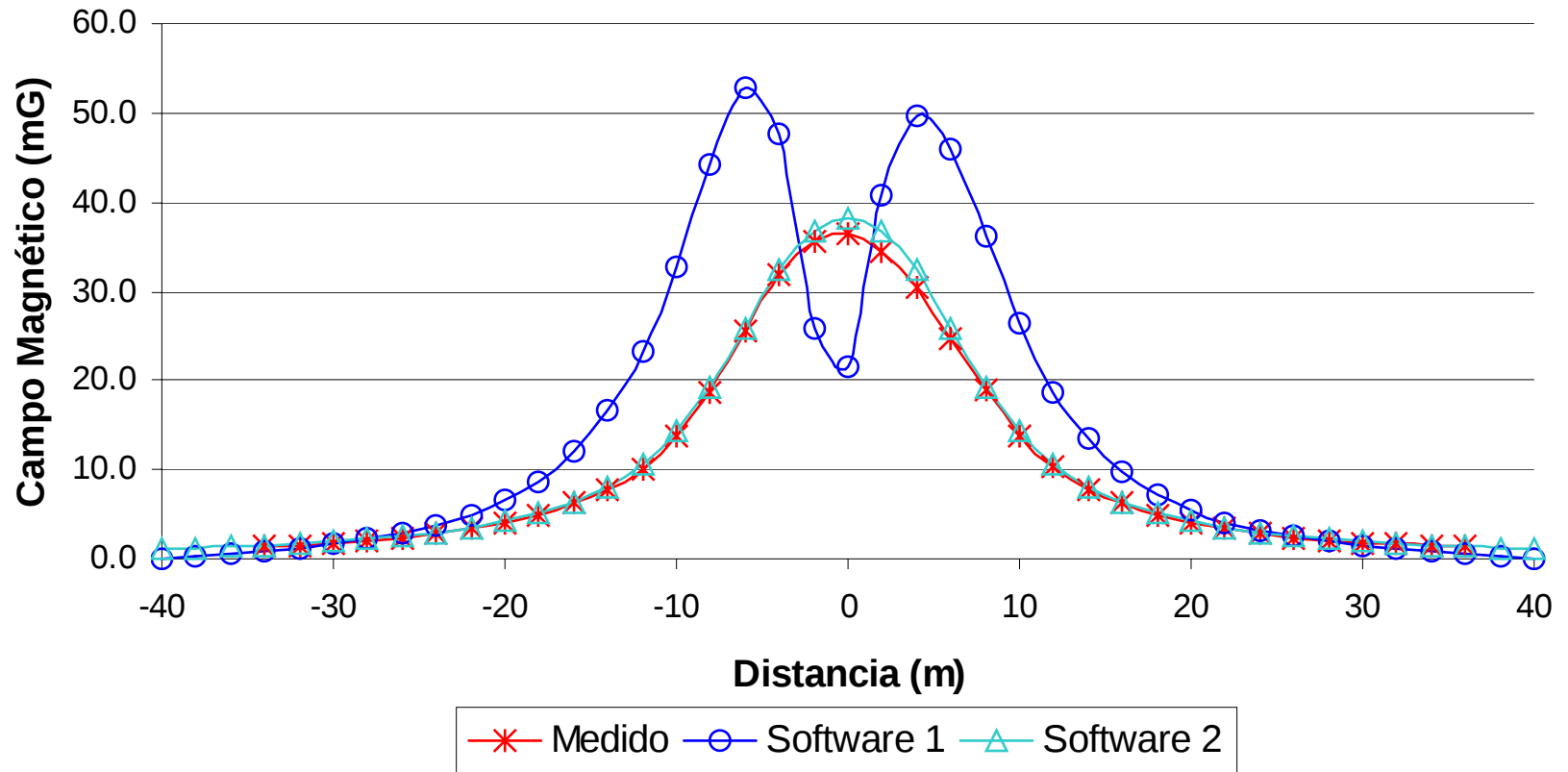
Para la simulación de campo eléctrico y magnético se utilizaron tres y dos programas, respectivamente.

Perfil Transversal Campo Eléctrico



Línea de 115 kV

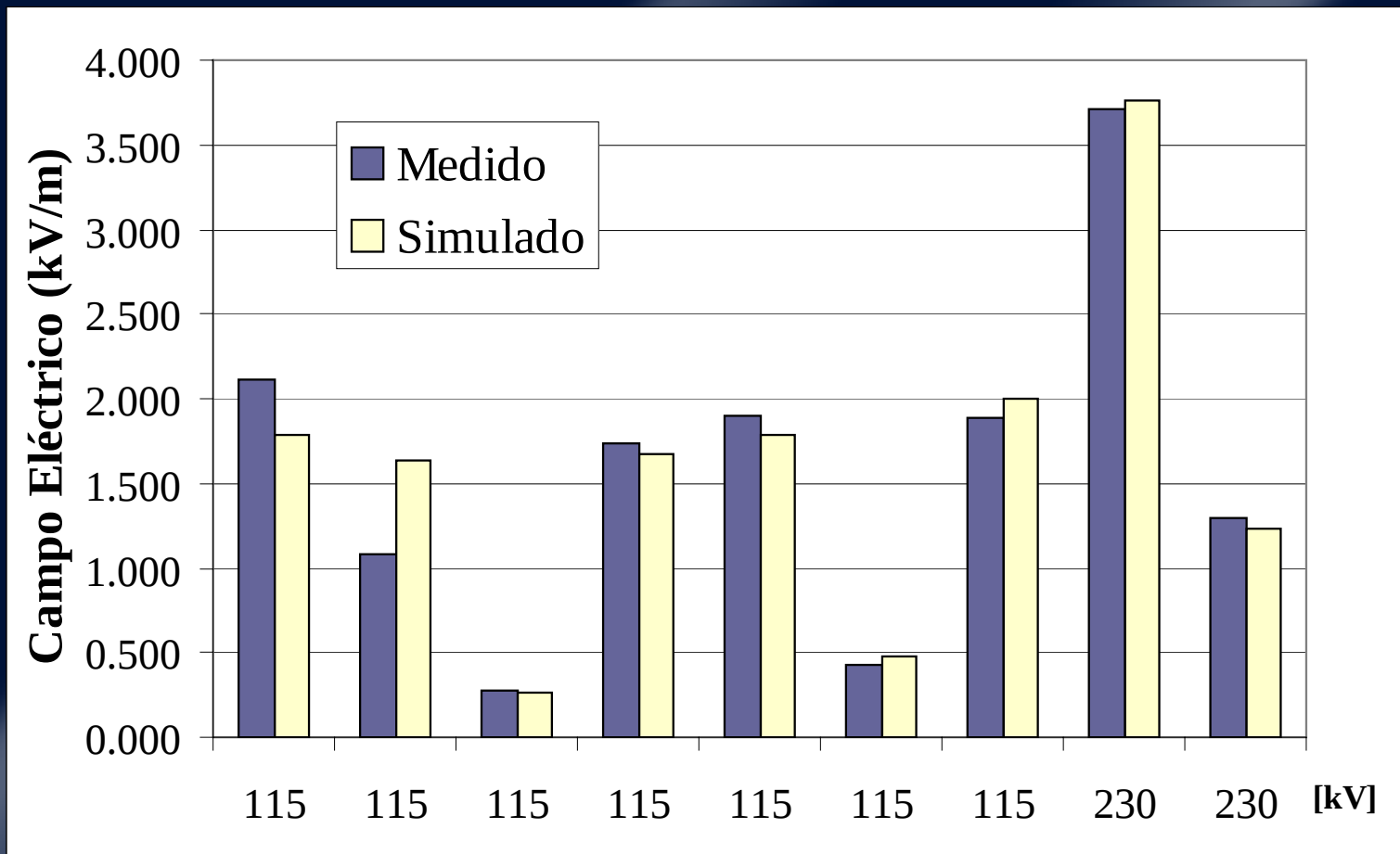
Perfil Transversal Campo Magnético



Línea de 115 kV

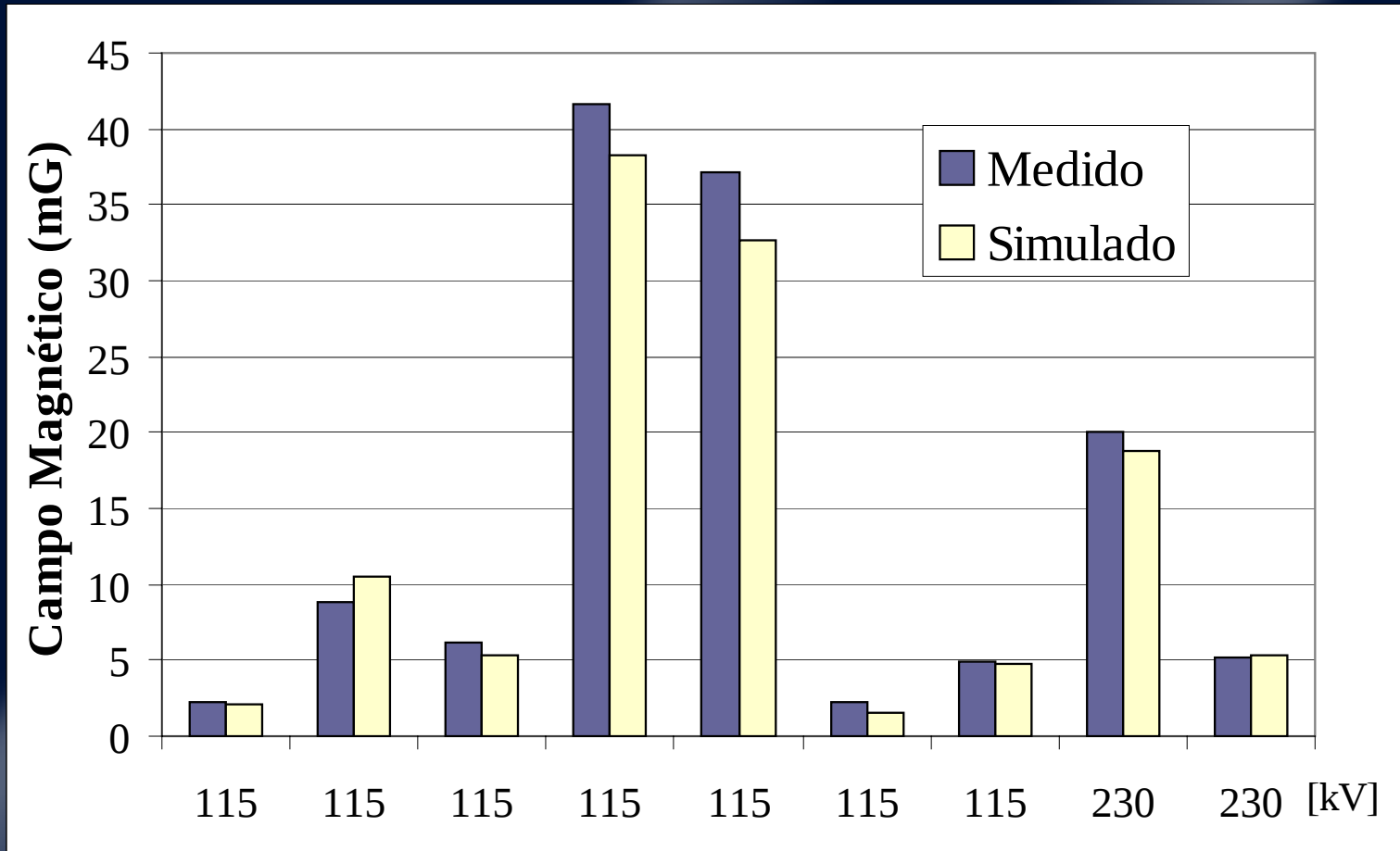
COMPARACION DE RESULTADOS (Medido vs Simulado)

Campo Eléctrico en Líneas



COMPARACION DE RESULTADOS (Medido vs Simulado)

Campo Magnético en Líneas



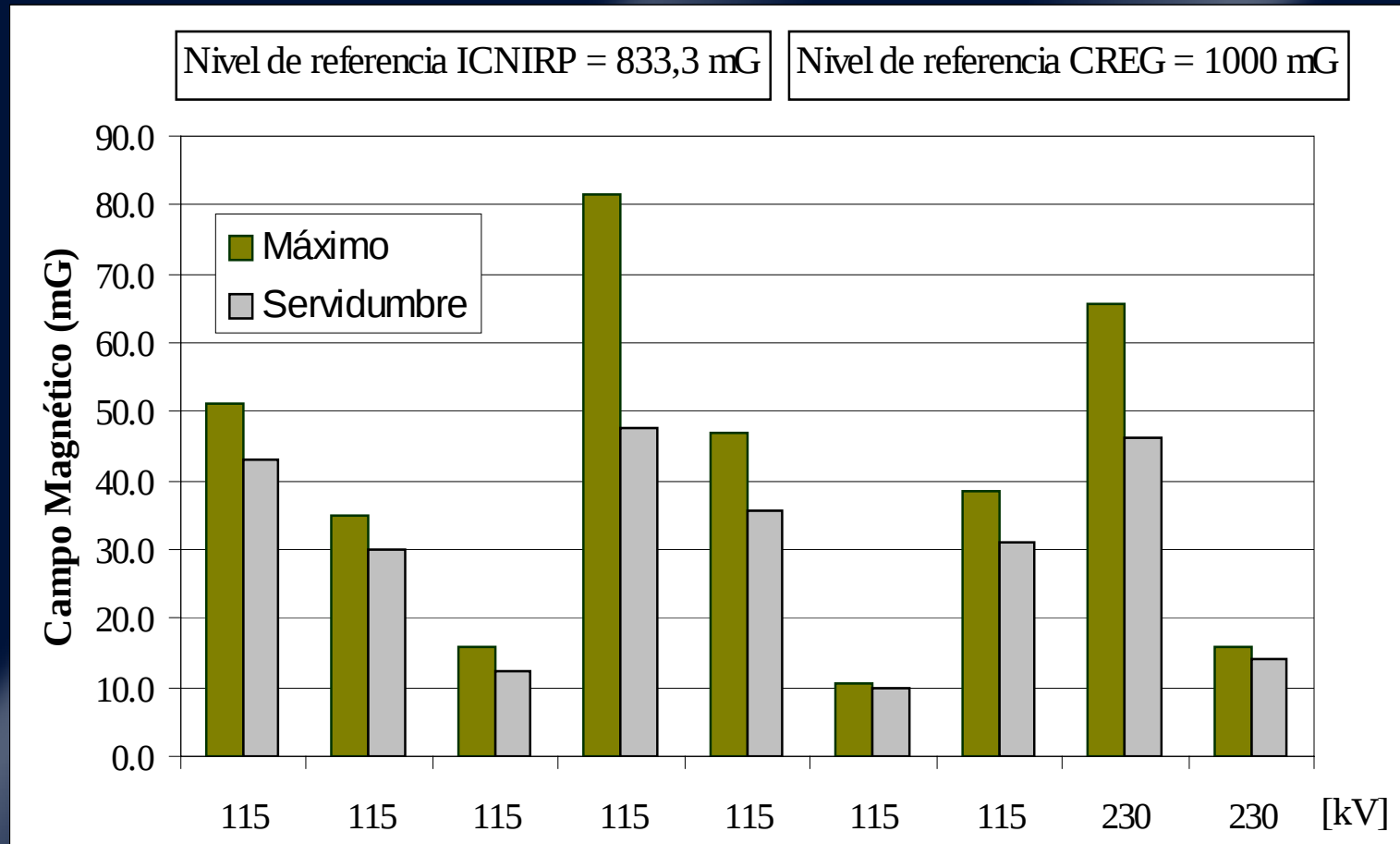
SIMULACION A MÁXIMA CARGA OPERATIVA

Sistema EPSA E.S.P.

LÍNEAS	B (mG)	
	Máximo	Servidumbre
Buga – Calima 115 kV	51,1	43,0
Buga –Tulúa 115 kV	35,1	30,0
Termoyumbo – Chipichape 115 kV	15,9	12,2
Juanchito – Candelaria 115 kV	81,5	47,7
Meléndez – Aguablanca 115 kV	47,1	35,5
San Marcos – Codazzi 115 kV	10,6	9,9
Santa Bárbara – Codazzi 115 kV	38,5	31,0
Pance – Juanchito 230 kV	65,7	46,4
Pance – Salvajina 230 kV	16,0	14,2

ANALISIS DE CAMPOS A MÁXIMA CARGA OPERATIVA

Campo Magnético en Líneas



SIMULACION EN SUBESTACIONES

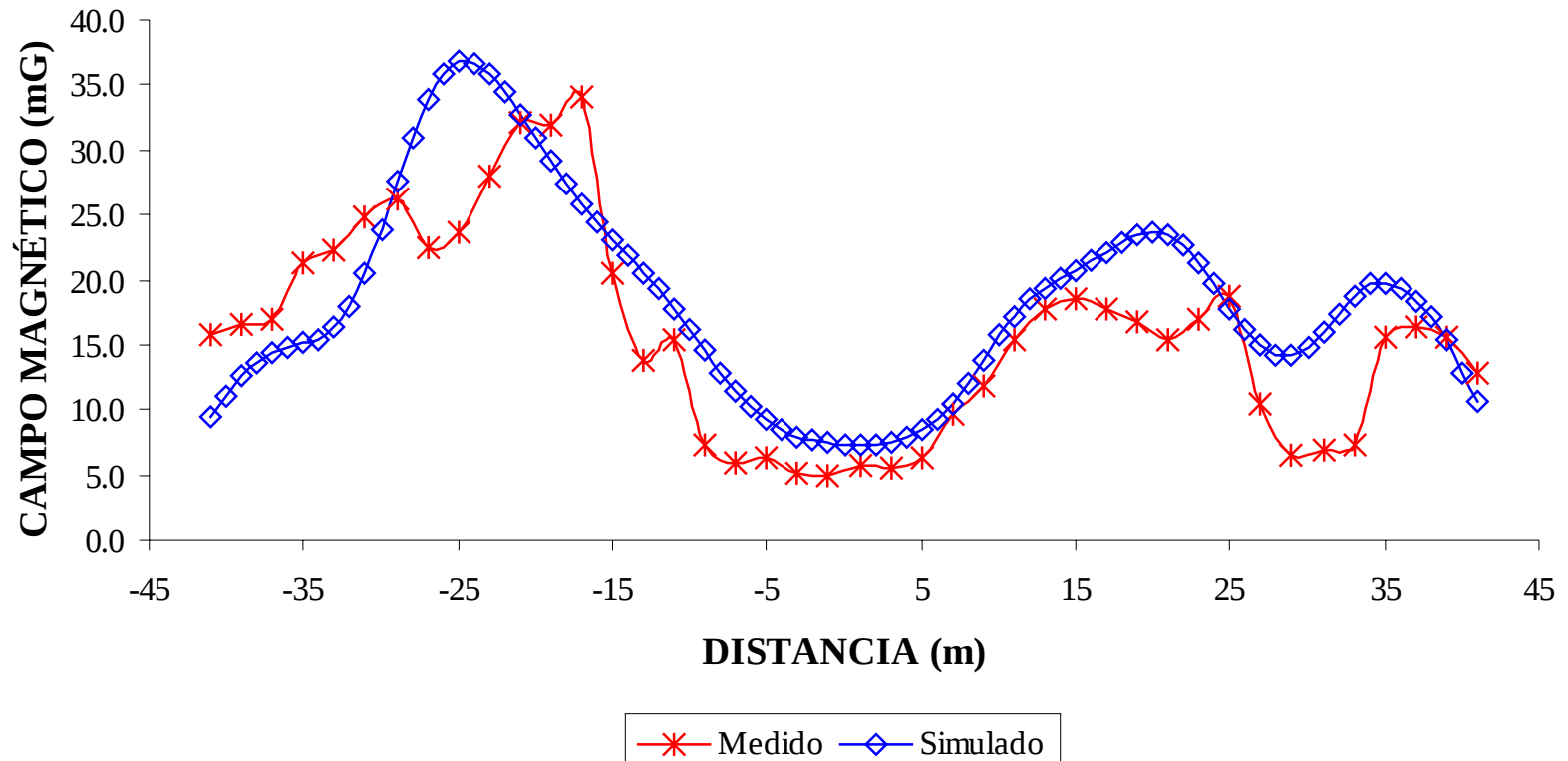
La simulación en subestaciones no estaba inicialmente considerada dentro de los objetivos del proyecto, pero al final del mismo se adquirió el paquete EFC-400 Station (software especializado para la simulación de campo magnético en subestaciones en condiciones especiales de carga).

RESULTADOS DE LAS SIMULACIONES

Se efectuó la simulación de los perfiles de campo magnético de una subestación (San Marcos 115 kV), para validar el modelo.

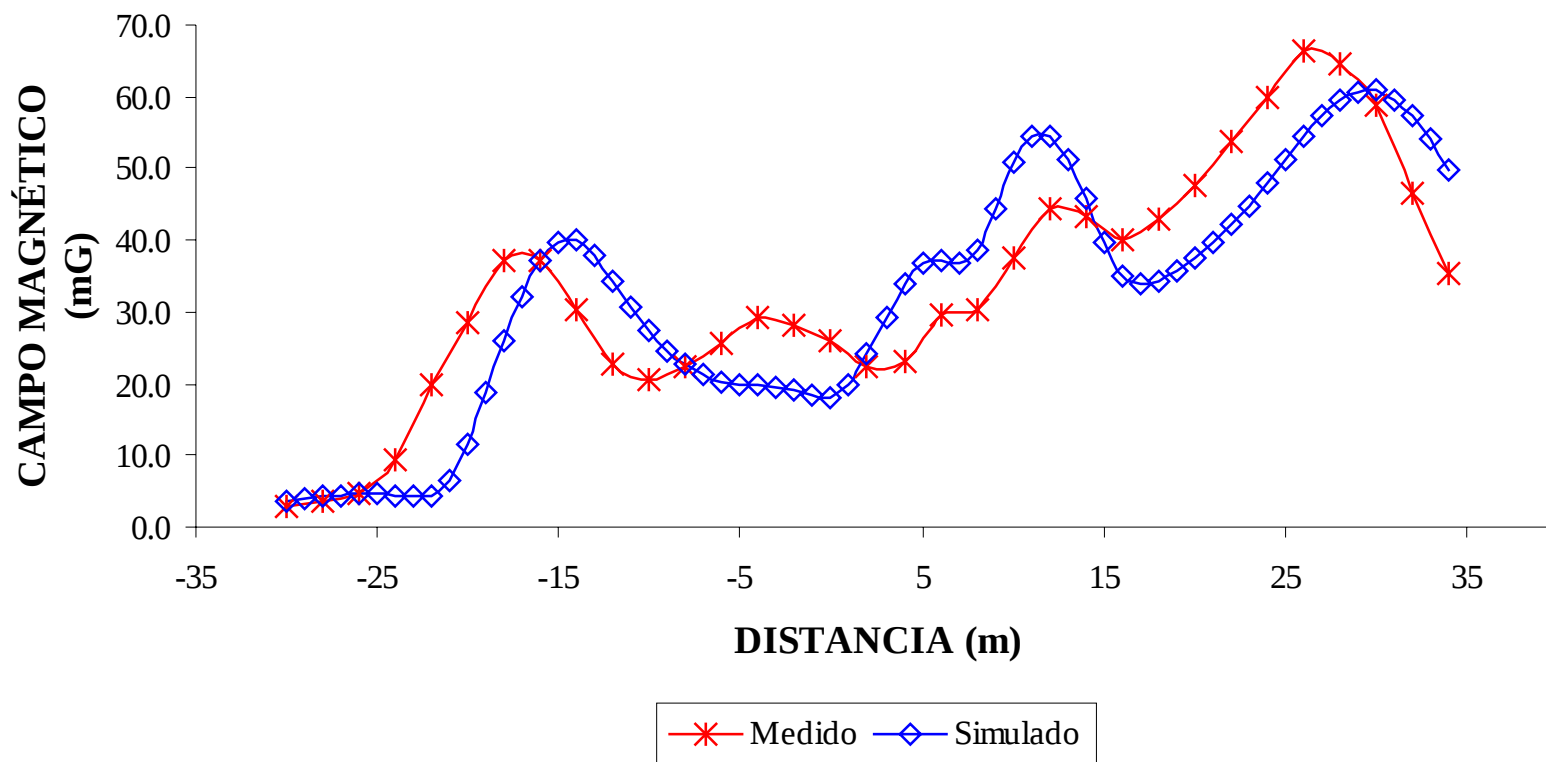
SIMULACION SUBESTACION SAN MARCOS

PERFIL NORTE-SUR 1



SIMULACION SUBESTACION SAN MARCOS

PERFIL ORIENTE-OCCIDENTE 1



SISTEMA DE CALIBRACIÓN DE CAMPO MAGNETICO

(Bobina Helmholtz Cuadrada)



- Dos bobinas cuadradas de 1 m de longitud
- Separadas 55 cm
- Genera en el centro del sistema un campo magnético de magnitud y dirección conocida
- Campo magnético máx. de 3 G

SISTEMAS DE CALIBRACIÓN DE CAMPO ELECTRICO

(Arreglo de Placas Paralelas) ➤ Dos placas

metálicas
cuadradas de 1,5 m
de longitud

➤ Separadas 75 cm

➤ Genera en el
centro del sistema
un campo eléctrico
de magnitud y
dirección conocida

➤ Campo eléctrico
máx. de 13 kV/m



Campos Eléctricos y Magnéticos Asociados con el Uso de la Energía Eléctrica



SEGUNDA ETAPA

Lineas subterraneas
Transformadores de distribución
Ambientes de trabajo

LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN SUBTERRÁNEAS



TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN



AMBIENTES DE TRABAJO



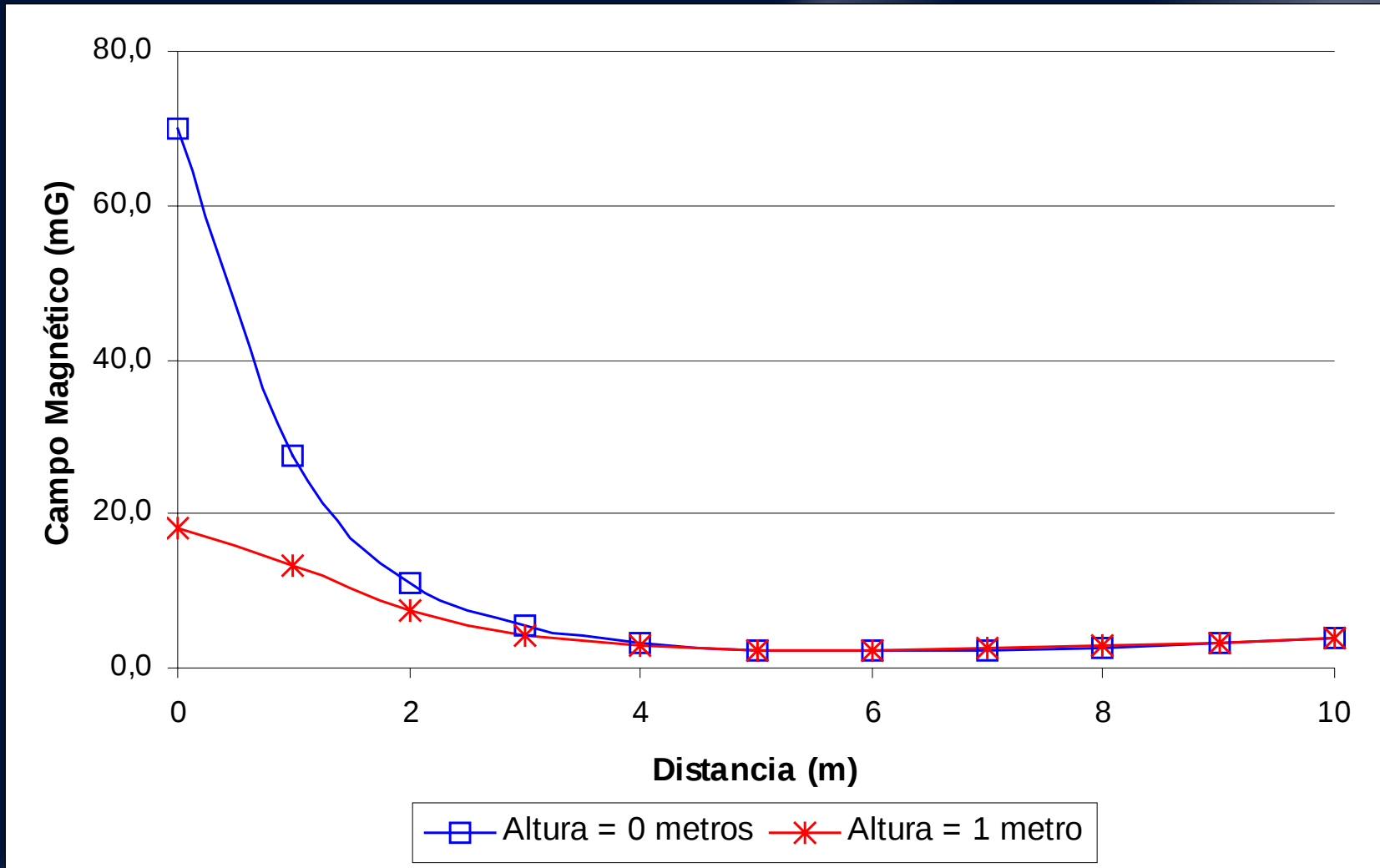
LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN SUBTERRÁNEAS



RESULTADOS EN LINEAS SUBTERRANEAS

Se efectuaron mediciones en diez (10) líneas pertenecientes al sistema EPSA, localizadas en cercanías en el departamento del Valle del Cauca, con voltajes de 34,5 y 13,2 kV

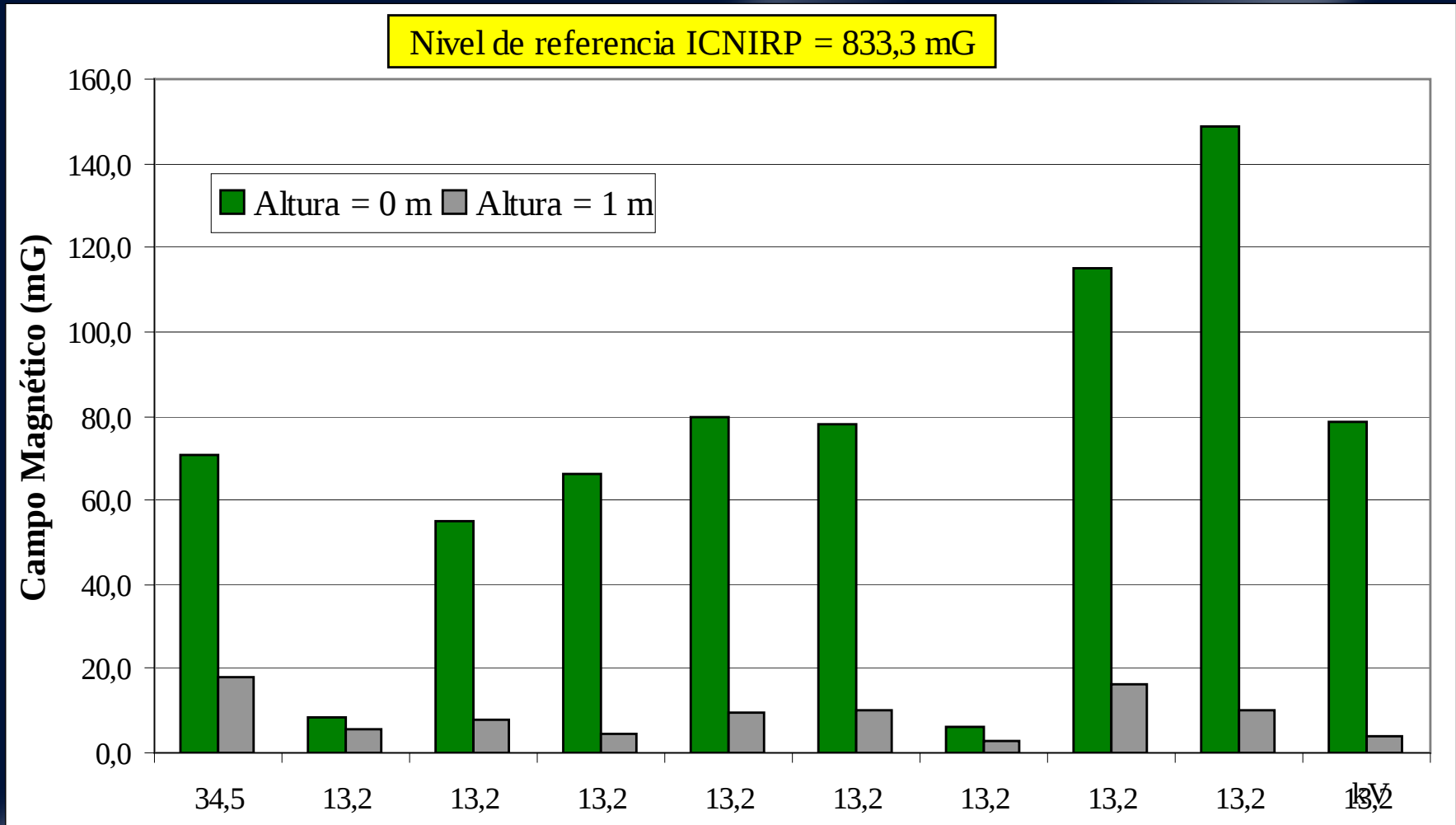
PERFIL DE CAMPO EN LINEAS SUBTERRÁNEAS



RESULTADOS EN LINEAS SUBTERRANEAS

LÍNEA SUBTERRÁNEA	Máximo a 0 metros (mG)	Máximo a 1 metro (mG)
S/E Candelaria (Ctos 1 y 2) 34,5 kV	70,6	18,2
S/E El Recreo (Ctos 1 y 4) 13,2 kV	8,3	5,8
S/E El Recreo (Cto 3) 13,2 kV	55,0	8,1
S/E La Dolores (Ctos 1 y 2) 13,2 kV	66,4	4,3
S/E Norte (Ctos 6 y 10) 13,2 kV	79,8	9,6
S/E Ortigal (Ctos 1 y 2) 13,2 kV	78,2	10,0
S/E Palo Blanco (Ctos 7-9) 13,2 kV	6,2	2,6
S/E Pance (Ctos 1-4) 13,2 kV	115,0	16,4
S/E Pradera (Ctos 1-3) 13,2 kV	148,6	9,9
S/E Rozo (Ctos 1 y 2) 13,2 kV	78,4	3,8

ANÁLISIS DE RESULTADOS EN LINEAS SUBTERRANEAS



RESULTADOS DE TRABAJO EN LÍNEA VIVA

Se realizaron mediciones en diez (10) condiciones de trabajo en línea energizada, en circuitos de distribución a 13,2 kV, en las ciudades de Palmira, Cali y Jamundí.





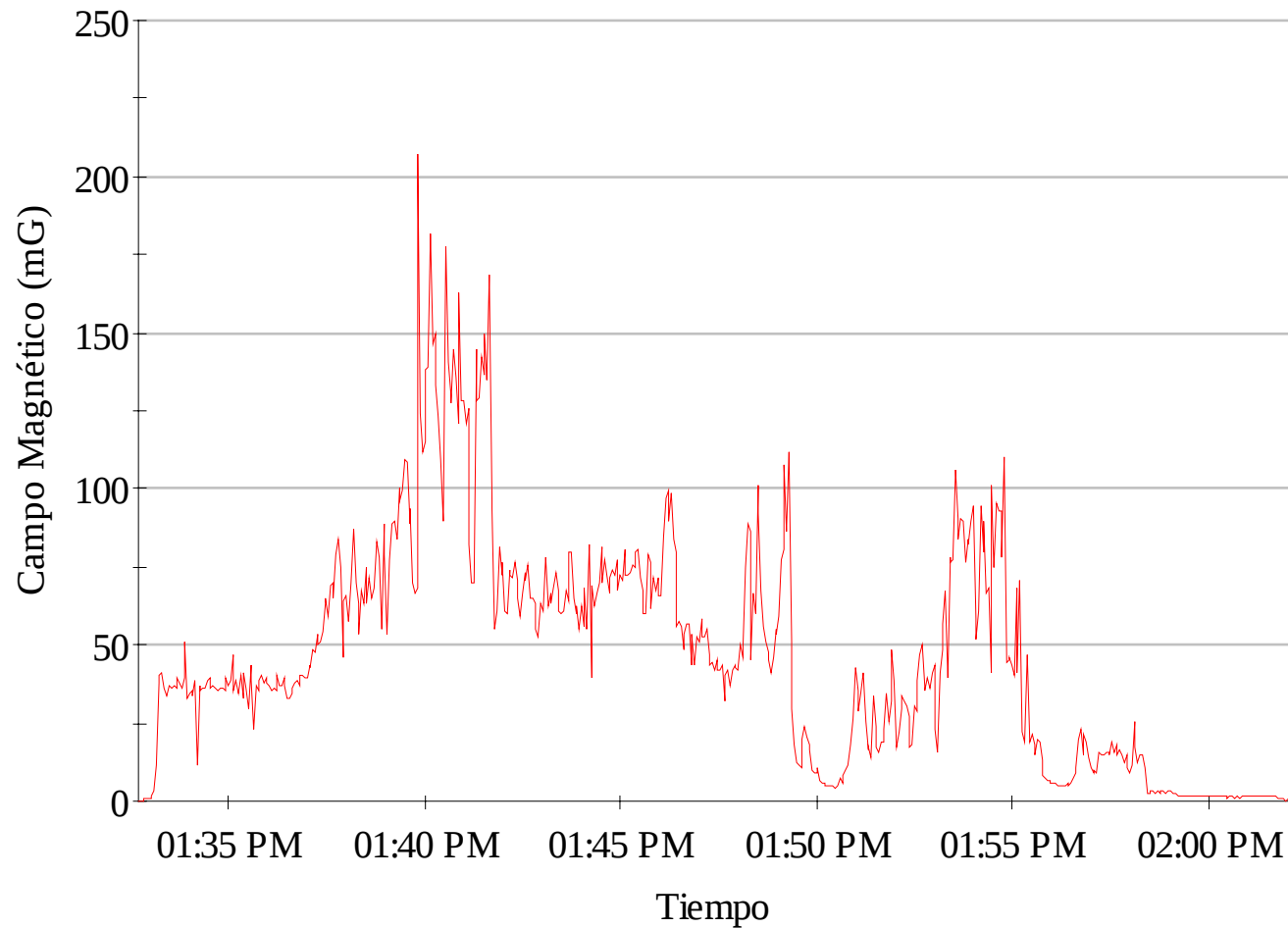
Trabajo en Línea Energizada

UBICACION DEL MEDIDOR

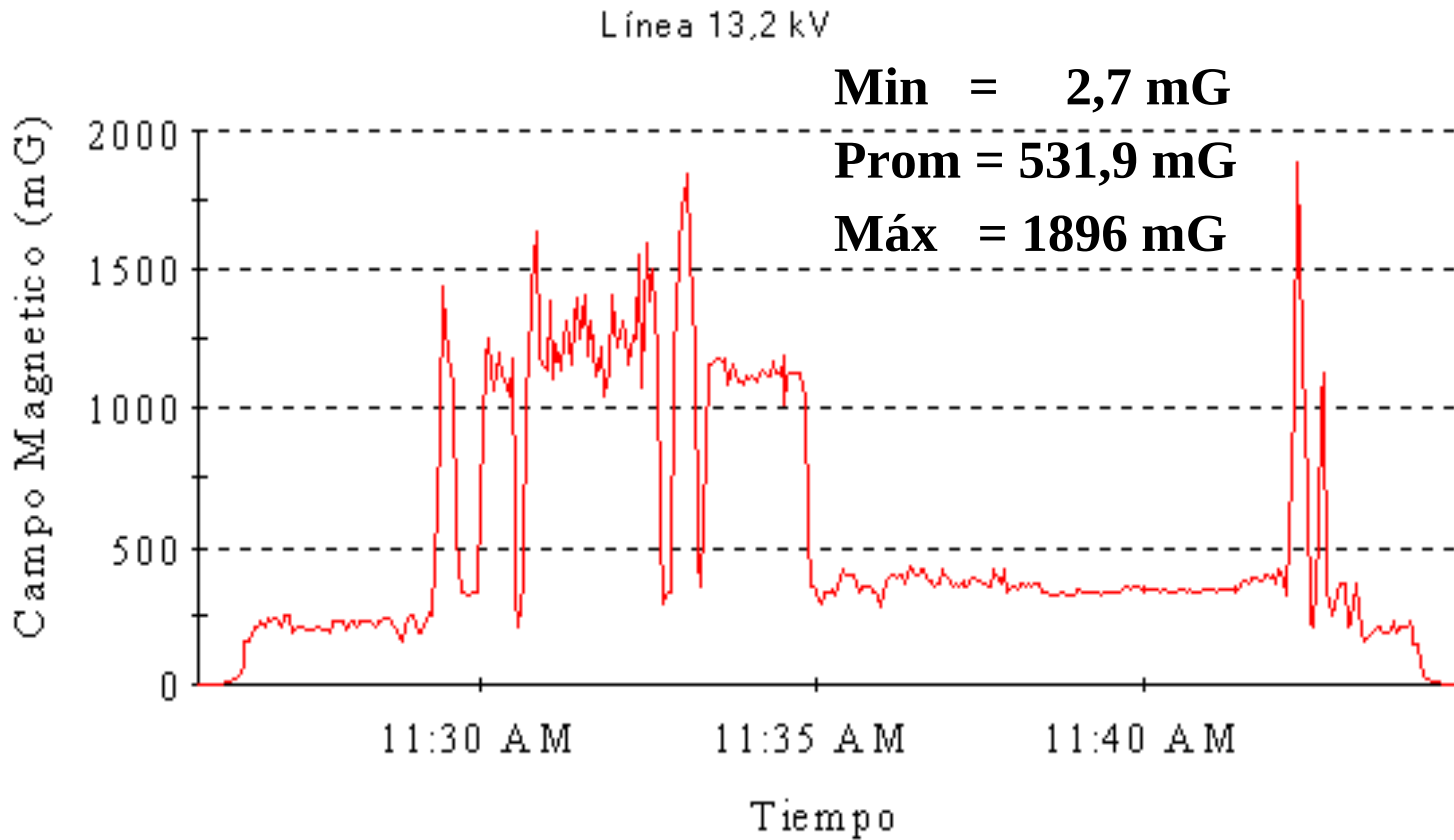




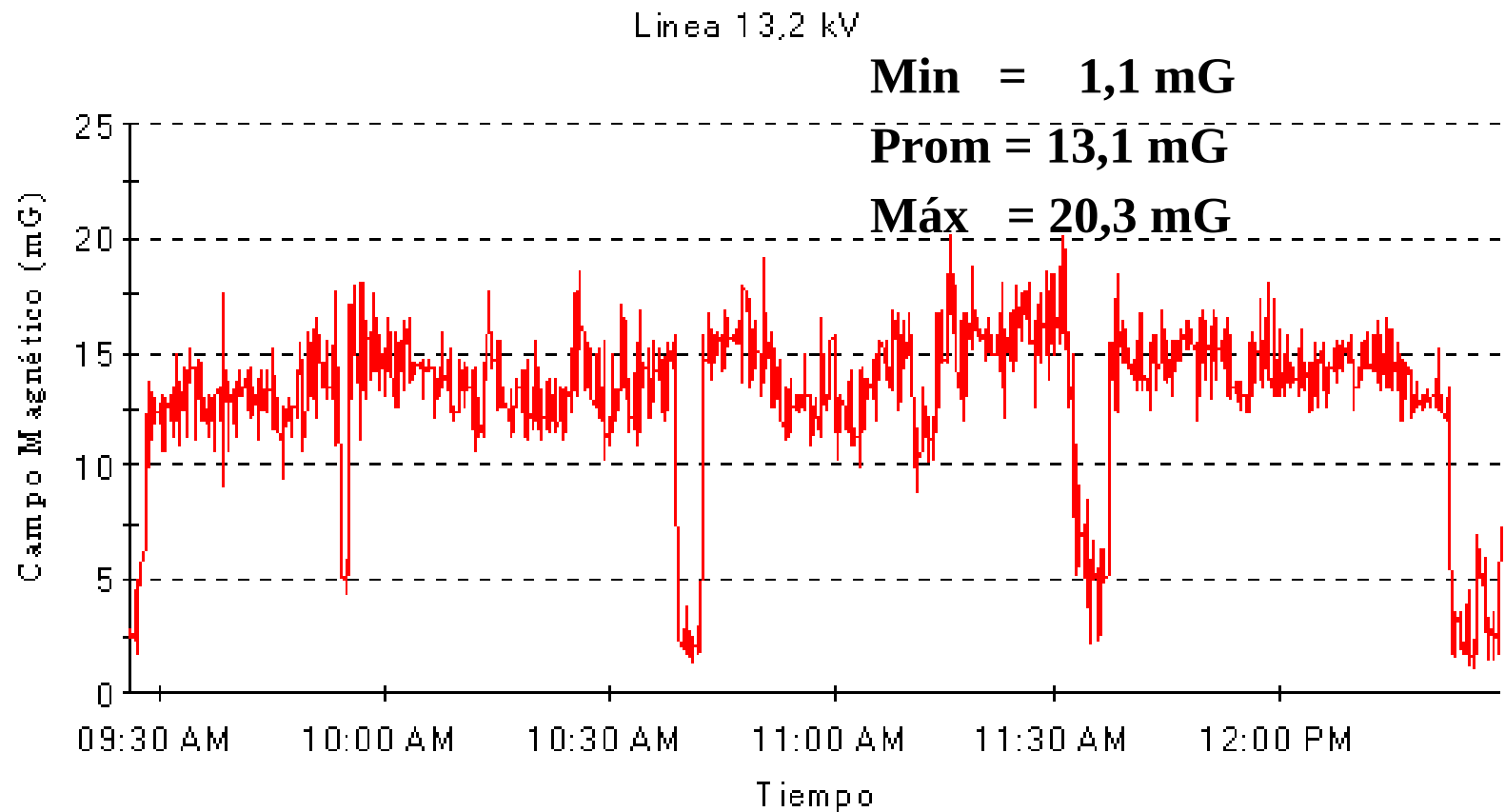
PERFIL DE CAMPO EN EL TIEMPO DURANTE TRABAJO EN LÍNEA VIVA



Línea Recreo 4 (13,2 kV)



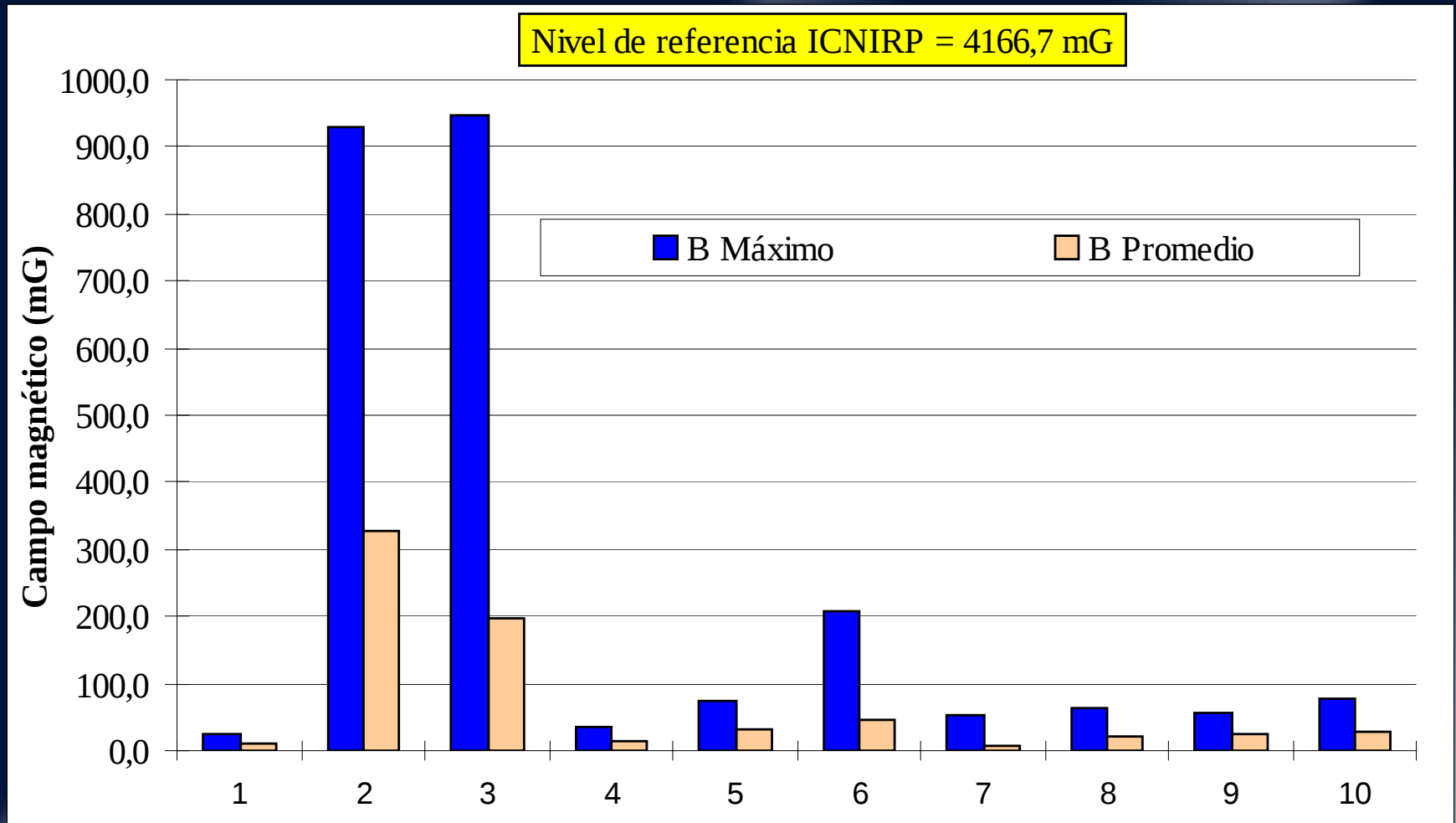
Línea Recreo 2 (13,2 kV)



RESULTADOS DE TRABAJO EN LÍNEA VIVA

CONDICIÓN DE TRABAJO	Máximo (mG)	Promedio (mG)
1 – Retiro de protecciones, 13,2 kV	24,5	11,1
2 – Cambio de puentes primarios, 13,2 kV	929,6	327,0
3 – Cambio de pararrayos, 13,2 kV	945,6	196,4
4 – Cambio de pararrayos, 13,2 kV	36,9	13,8
5 – Cambio de alimentador a cliente, 13,2 kV	73,3	33,0
6 – Cambio de alimentador a cliente, 13,2 kV	207,3	46,6
7 – Cambio de cortacircuitos, 13,2 kV	52,7	8,4
8 – Reubicación cortacircuitos y recloser, 13,2 kV	62,1	20,2
9 – Reubicación cortacircuitos y recloser, 13,2 kV	56,1	23,8
10 – Reubicación cortacircuitos y recloser, 13,2 kV	78,1	29,3

ANÁLISIS DE RESULTADOS PARA TRABAJOS EN LINEA VIVA

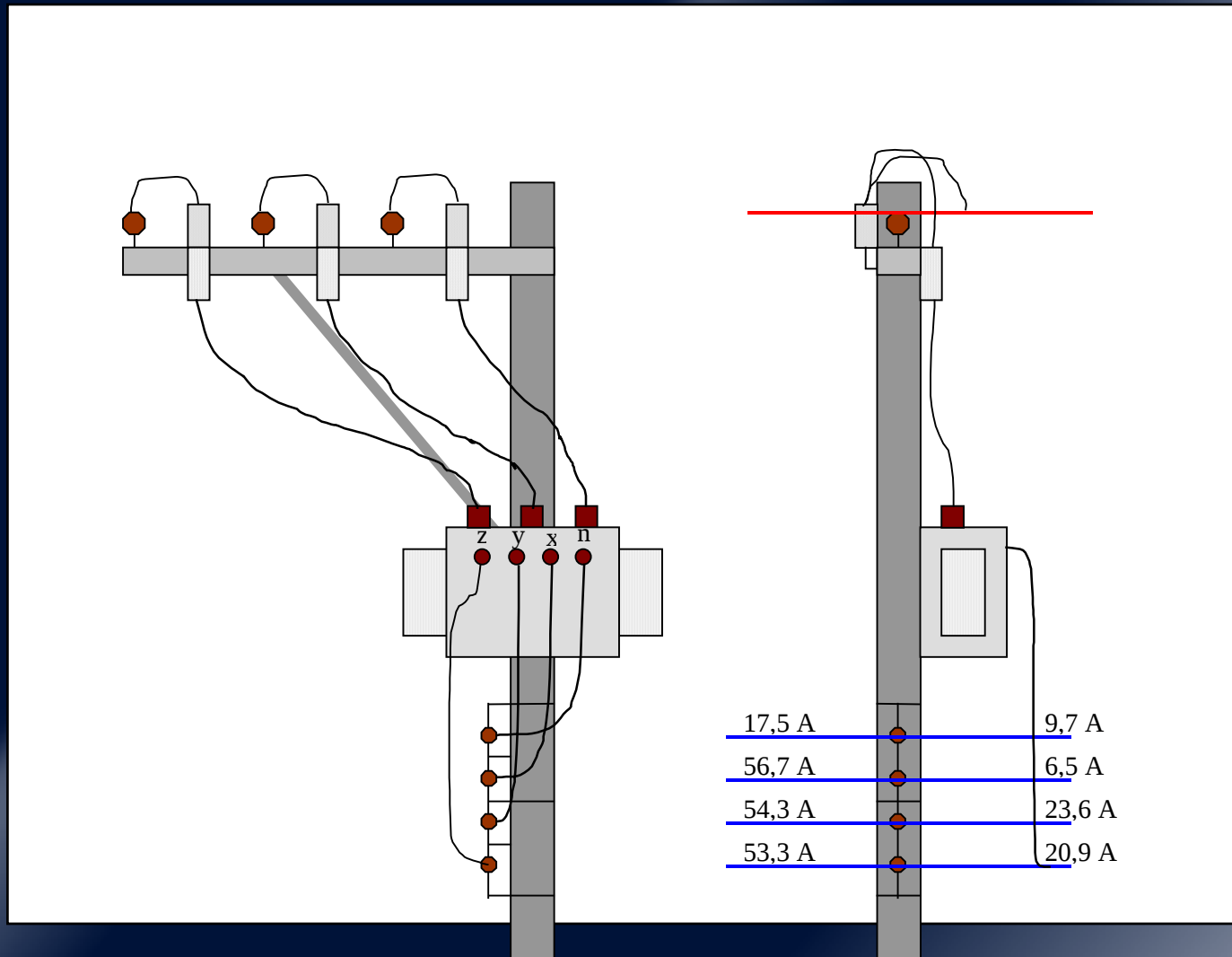


RESULTADOS EN TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN

Se efectuaron mediciones en diez (10) transformadores de distribución pertenecientes al sistema EPSA, de diferentes potencias y número de fases, localizados en la ciudad de Palmira, en el departamento del Valle del Cauca



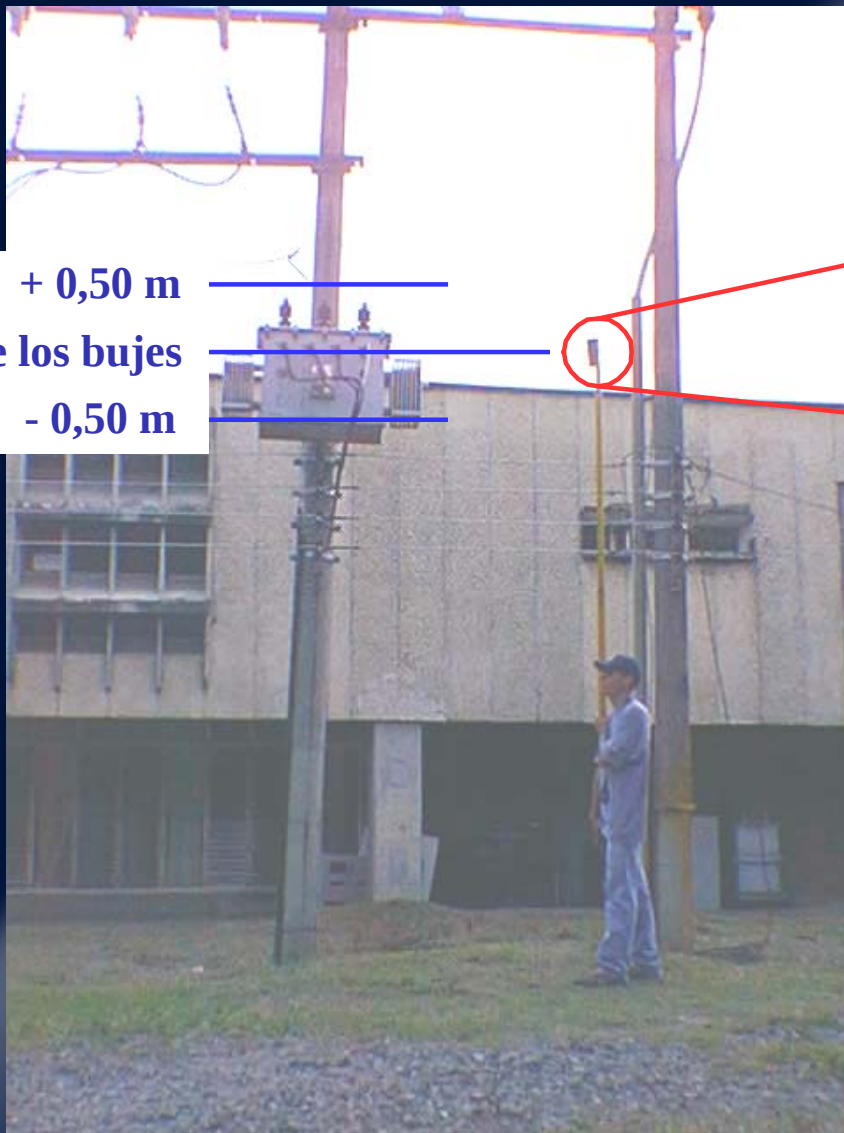
MONTAJE DE LOS TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN



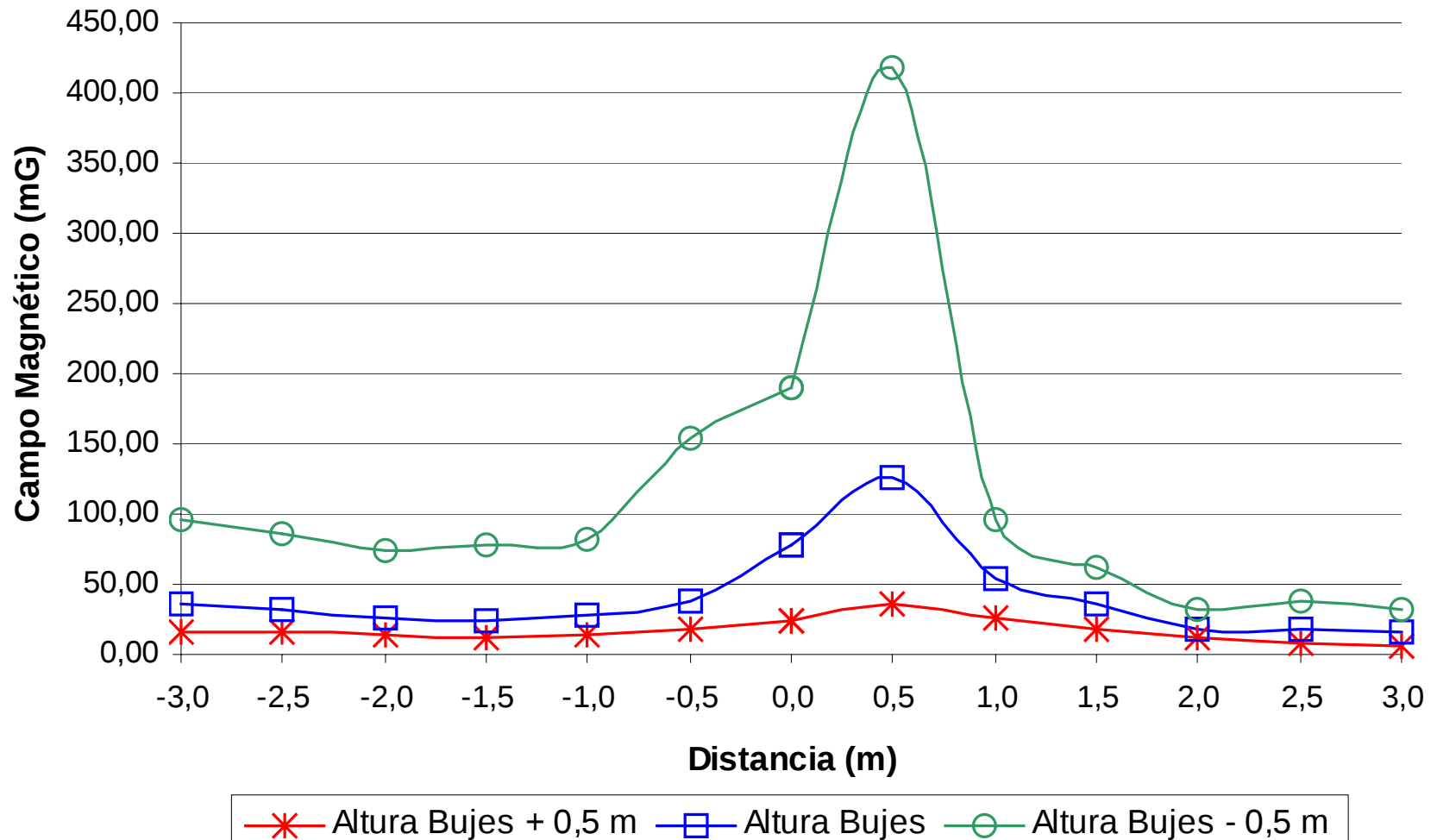
DEFINICION DE PROTOCOLO PARA LOS TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN

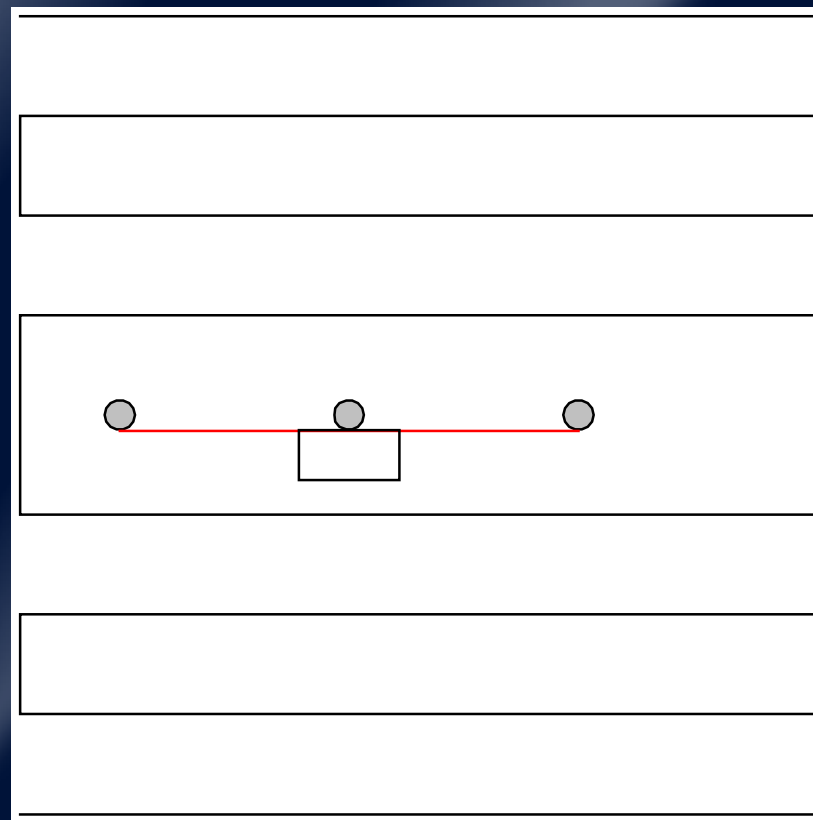
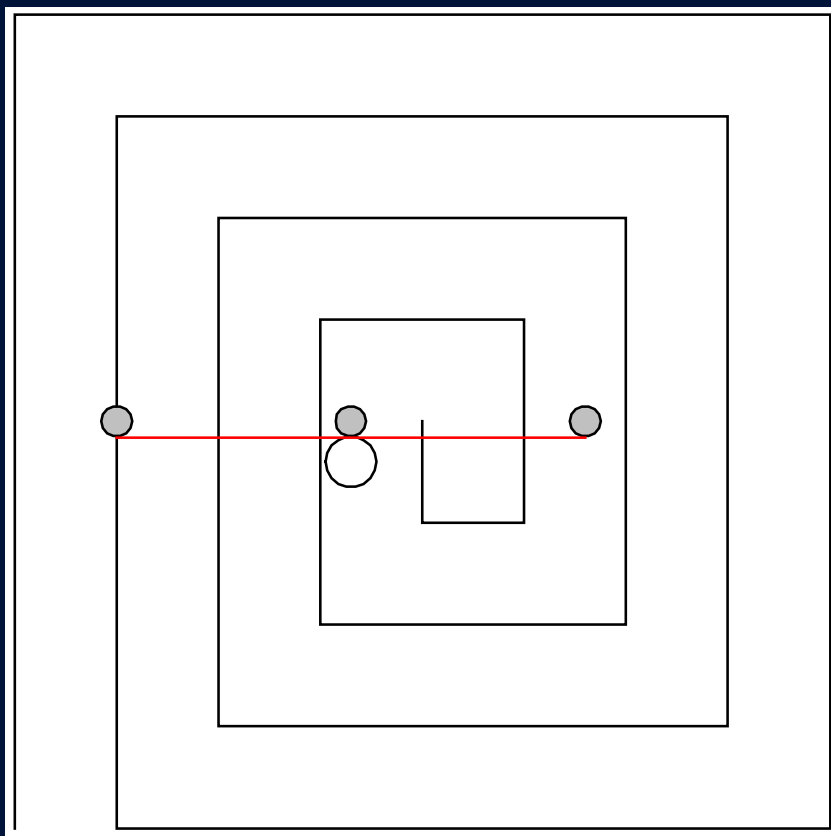


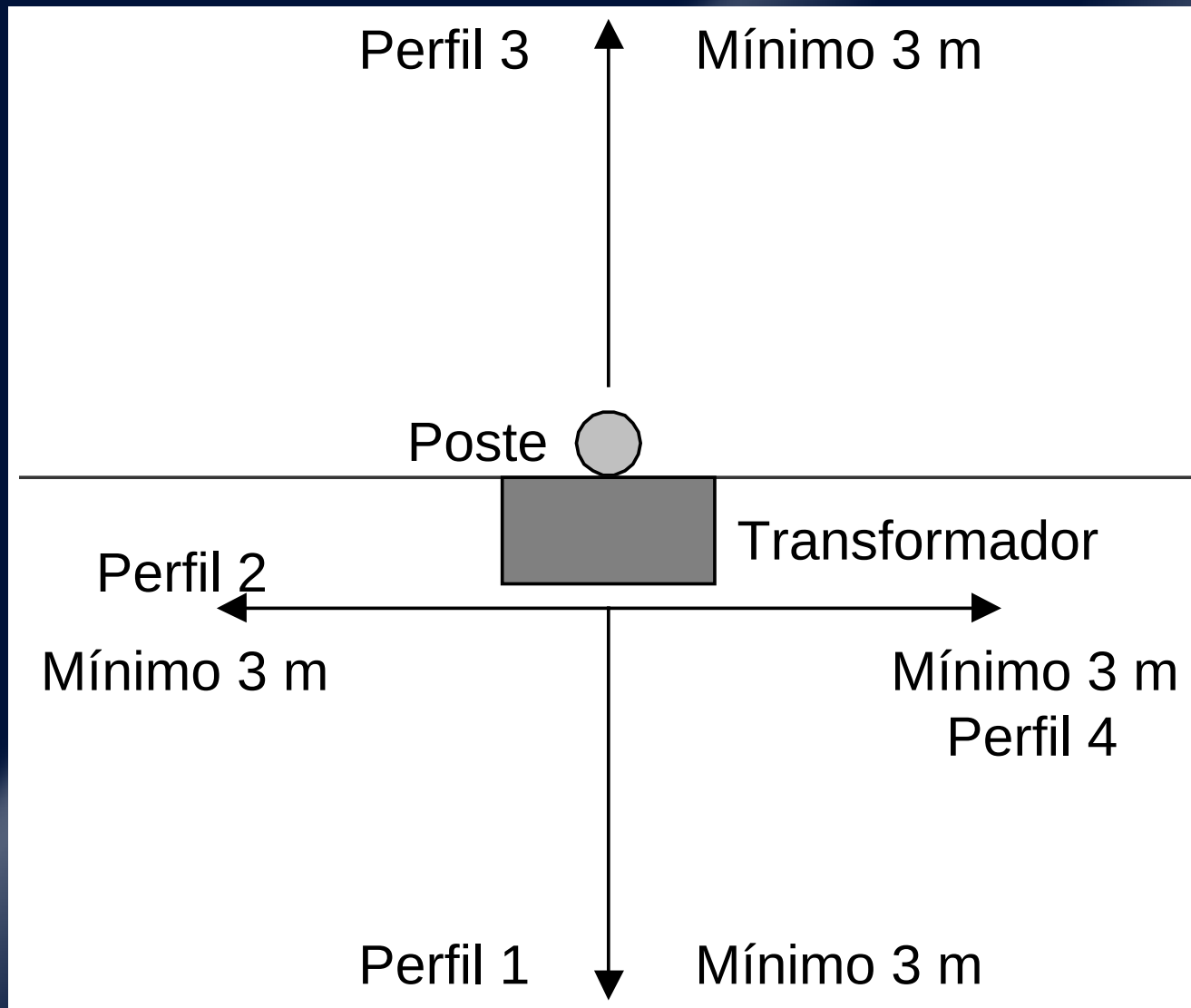




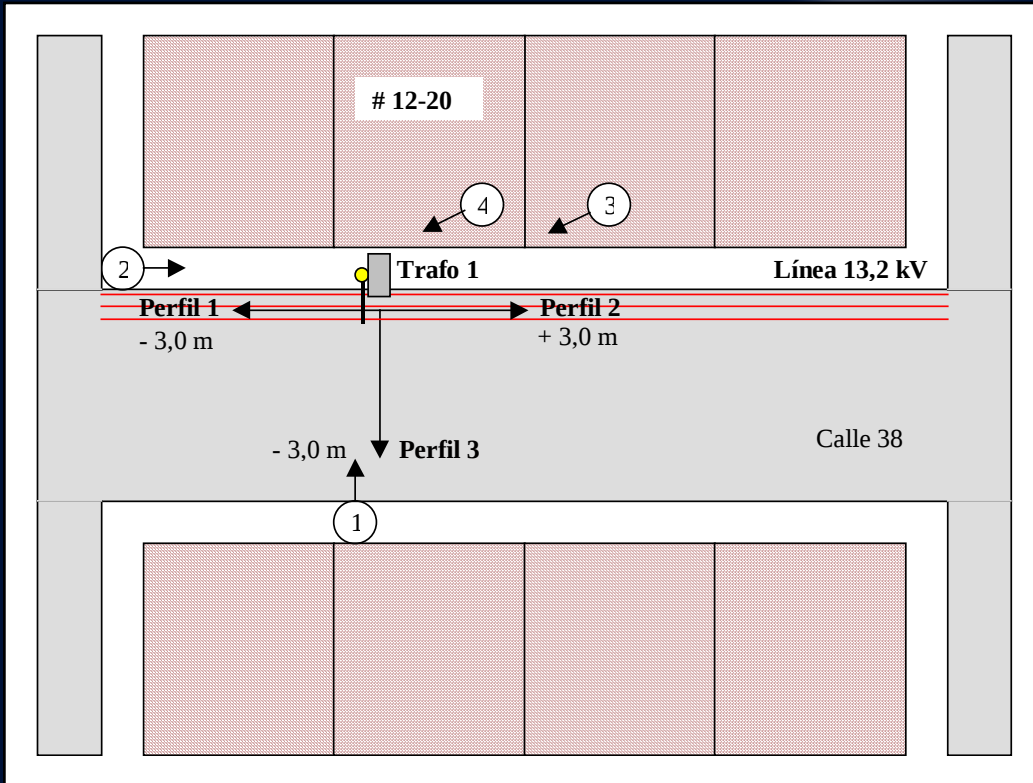
PERFIL DE CAMPO EN TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN







TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN

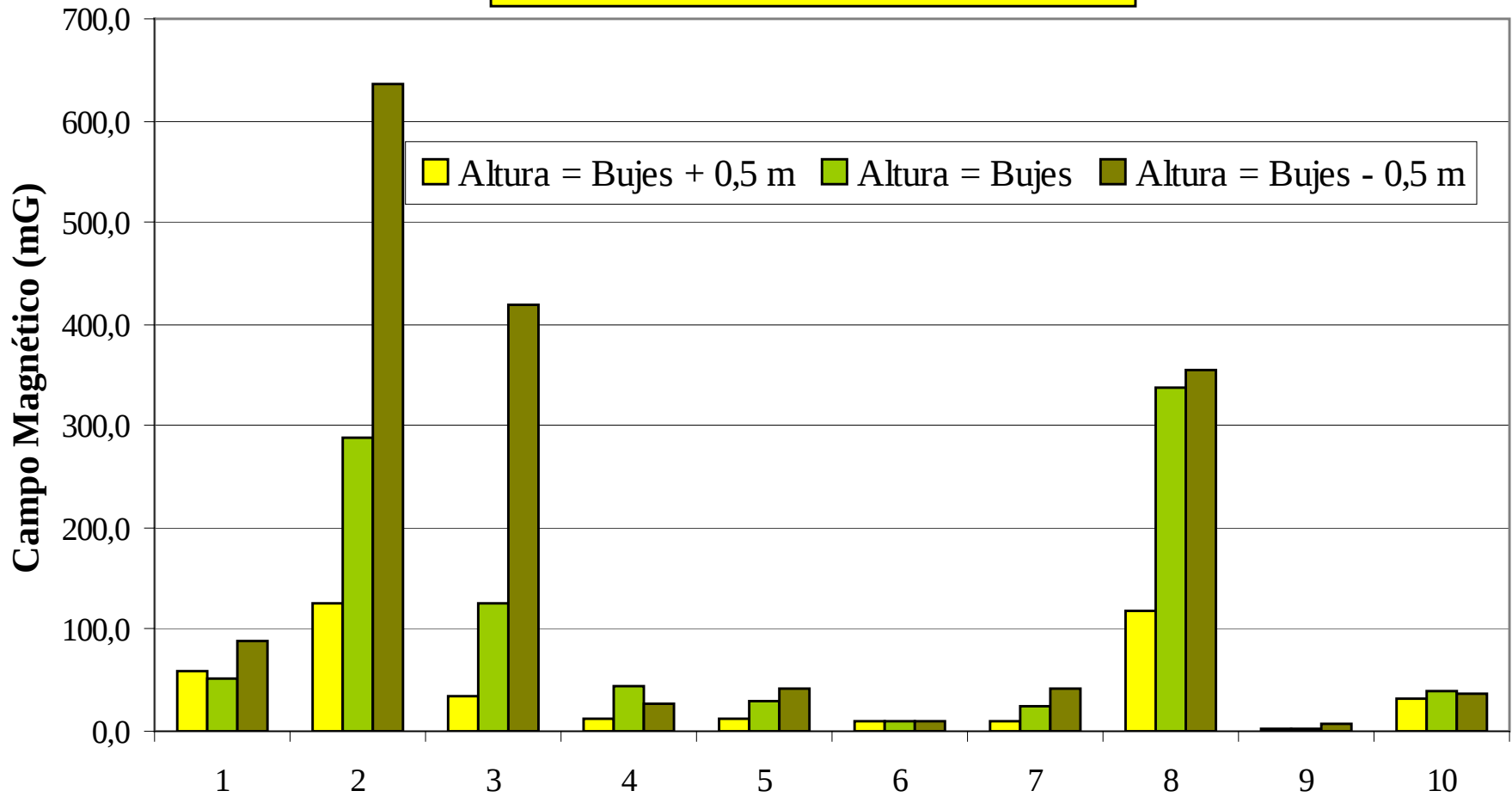


RESULTADOS EN TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN

TRANSFORMADOR	Máximo a altura de bujes – 0,5 m. (mG)	Máximo a altura de bujes (mG)	Máximo a altura de bujes + 0,5 m. (mG)
1 – Trifásico, 75 kVA (29,93 %)	89,2	51,3	60,3
2 – Monofásico, 50 kVA (61,20 %)	636,8	288,0	125,1
3 – Trifásico, 75 kVA (37,86 %)	417,9	125,7	35,2
4 – Monofásico, 25 kVA (4,71 %)	27,7	45,2	11,4
5 – Monofásico, 37,5 kVA (31,90 %)	42,7	30,4	13,2
6 – Monofásico, 37,5 kVA (24,42 %)	10,0	10,6	9,8
7 – Monofásico, 37,5 kVA (35,84 %)	42,9	23,8	9,8
8 – Monofásico, 50 kVA (30,48 %)	355,0	337,8	119,5
9 – Trifásico, 75 kVA (3,99 %)	6,6	2,5	2,1
10 – Monofásico, 50 kVA (38,57 %)	36,6	40,5	33,0

ANÁLISIS DE RESULTADOS EN TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION

Nivel de referencia ICNIRP = 833,3 mG



RESULTADOS EN SUBESTACIONES

Se efectuaron mediciones en once (11) de EPSA, con niveles de tensión de 115 kV y 230 kV



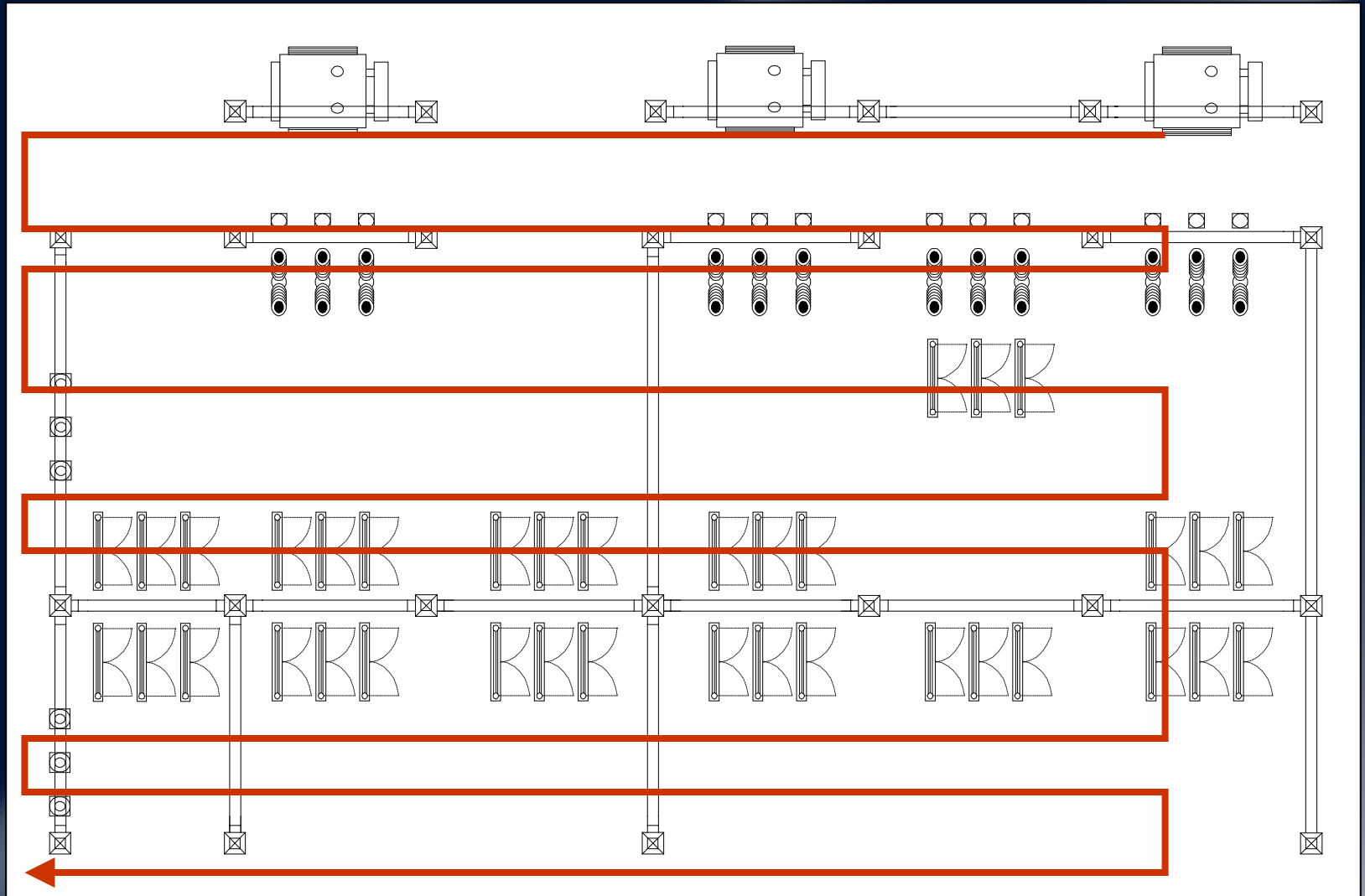


**Medidor de Campo
Magnético EMDEX II**

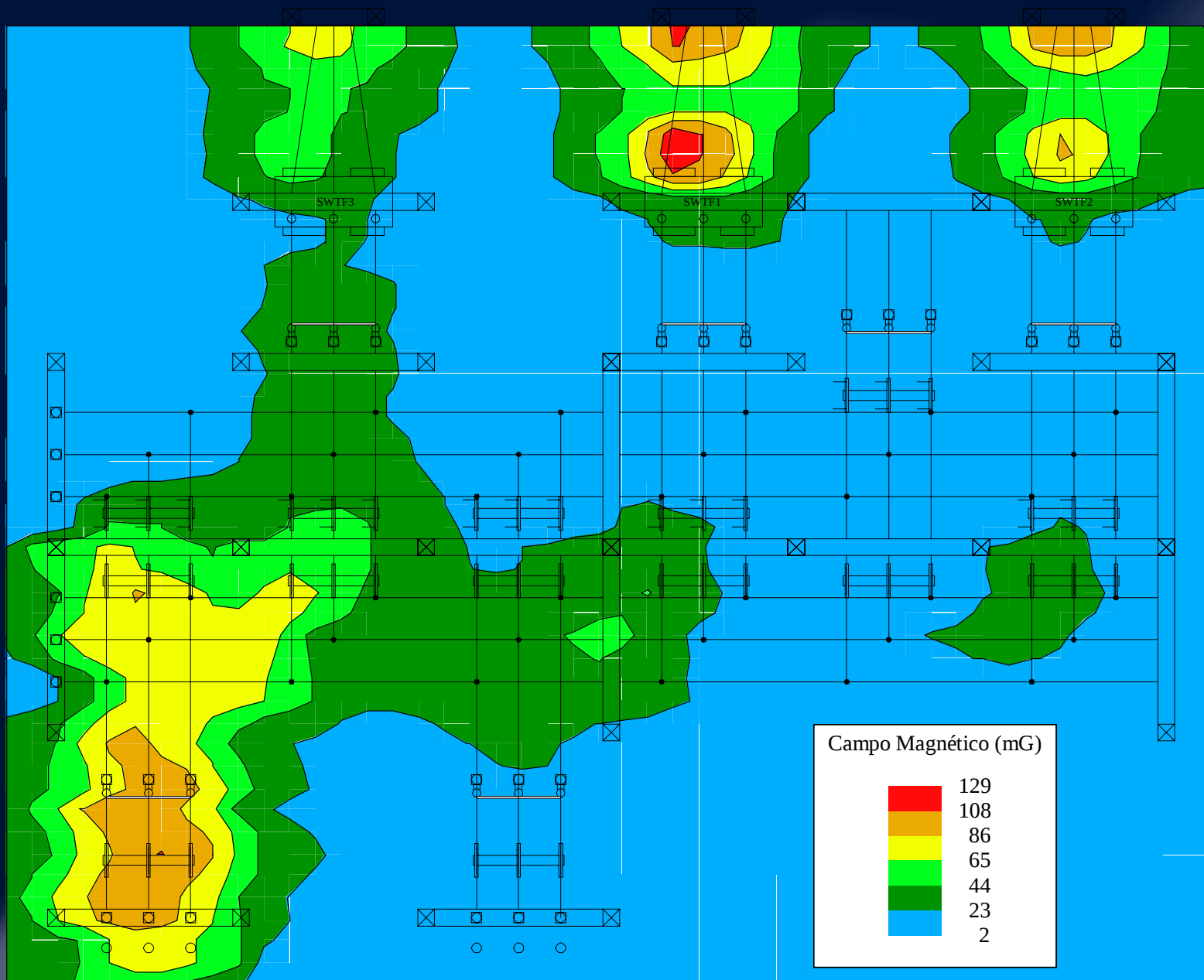


**Rueda para Mapeo
LINDA**

EN SUBESTACIONES



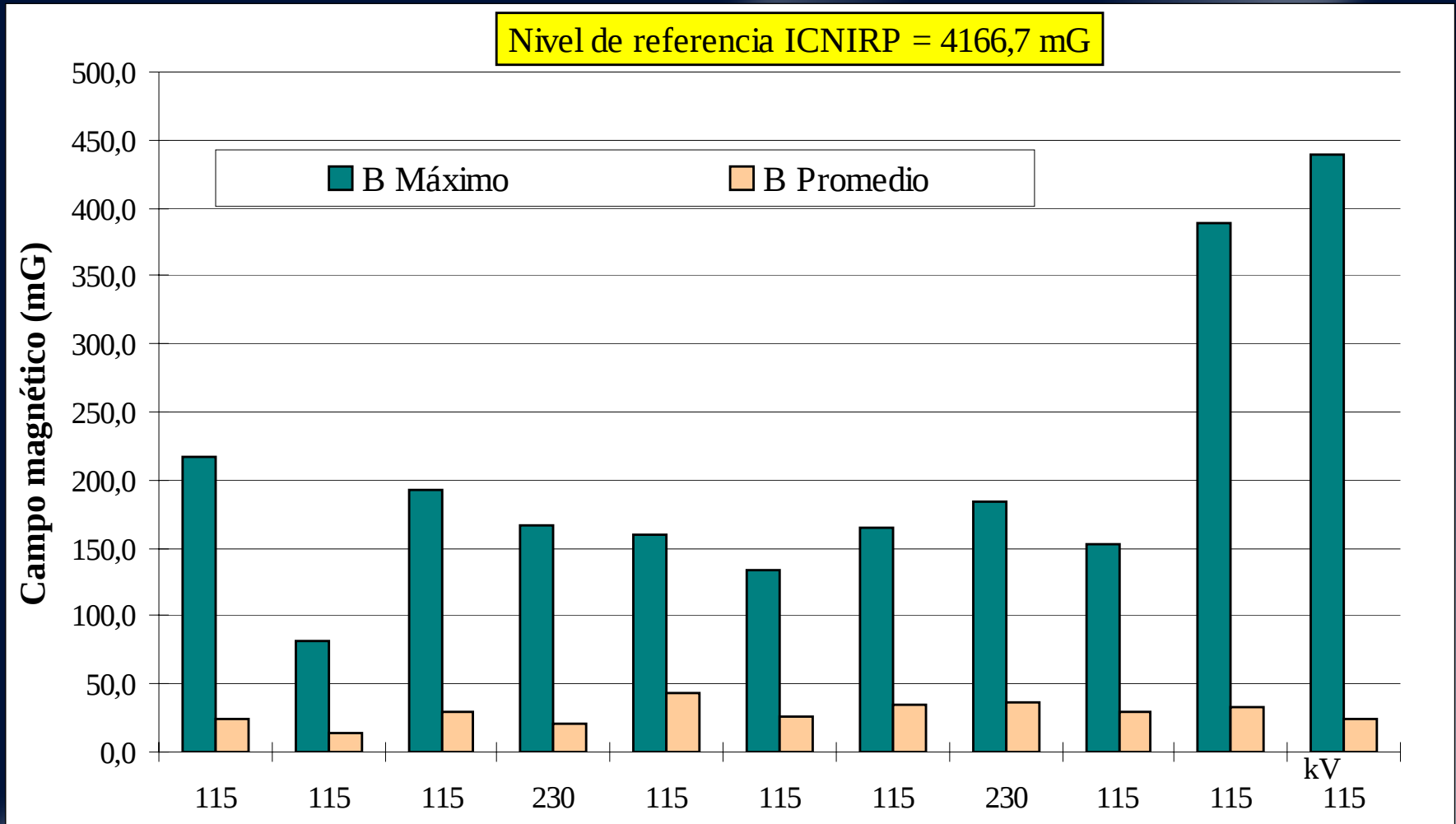
MAPAS DE CAMPO



RESULTADOS EN SUBESTACIONES

SUBESTACIÓN	Máximo (mG)	Promedio (mG)
Chipichape 115 kV	217,3	25,1
Codazzi 115 kV	81,3	14,1
Juanchito 115 kV	192,3	28,7
Juanchito 230 kV	166,1	21,3
Juanchito 230 / 115 kV	159,1	43,2
Meléndez 115 kV	133,7	25,2
Pance 115 kV	164,5	34,4
Pance 230 kV	184,1	36,9
Salvajina 115 kV	152,7	29,0
San Marcos 115 kV	388,8	32,7
Santa Bárbara 115 kV	440,0	25,0

ANÁLISIS DE RESULTADOS EN SUBESTACIONES



SIMULACIÓN DE CAMPOS MAGNÉTICOS EN SUBESTACIONES

Las mediciones reflejan los campos magnéticos en el momento del registro y no necesariamente expresan las condiciones máximas o mínimas

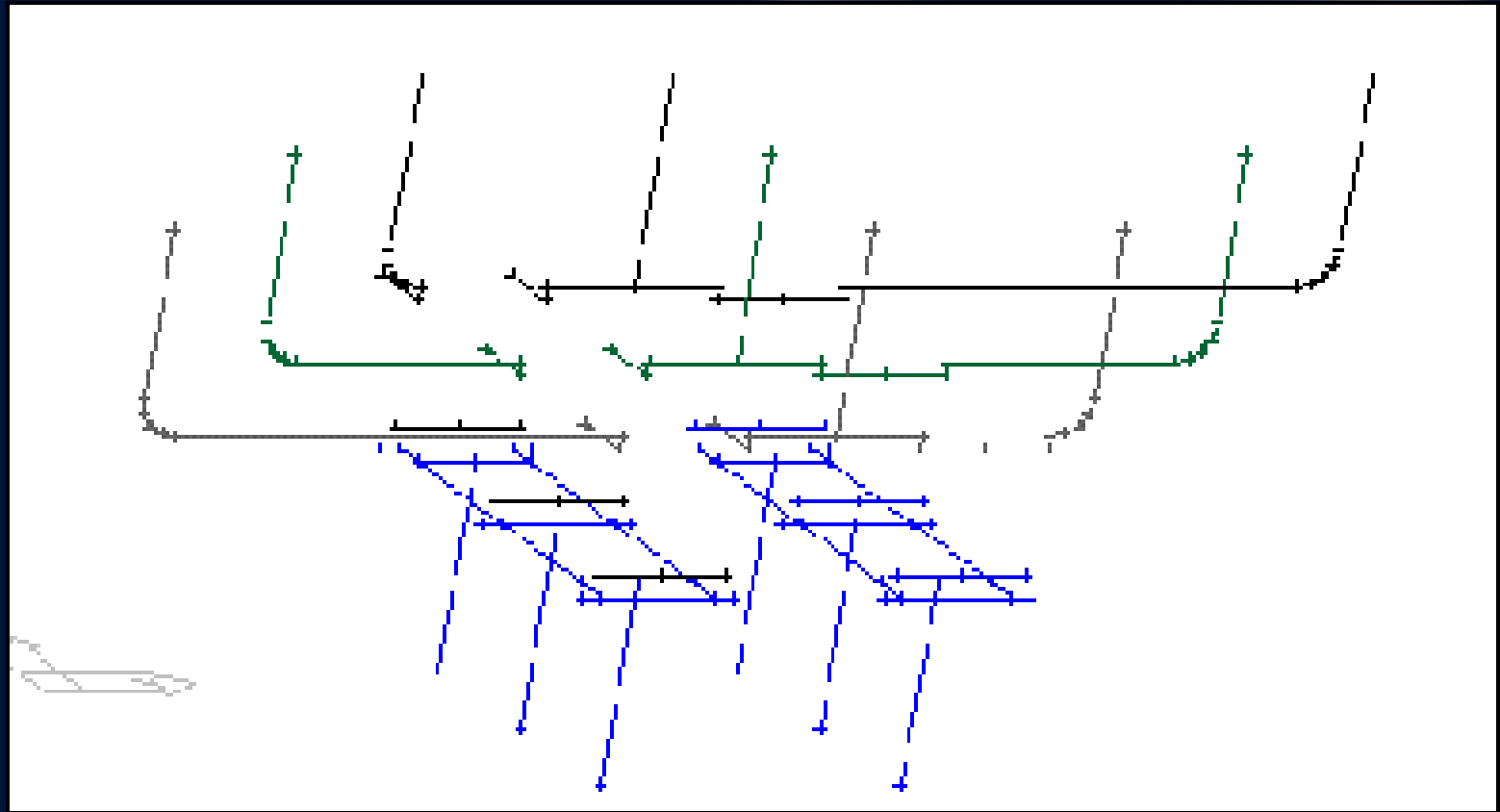
La simulación es una técnica versátil que puede ser utilizada idealmente durante las etapas de planeación, que permite evaluar otras condiciones de carga, diseños alternativos y técnicas de mitigación.

SIMULACIÓN EN SUBESTACIONES

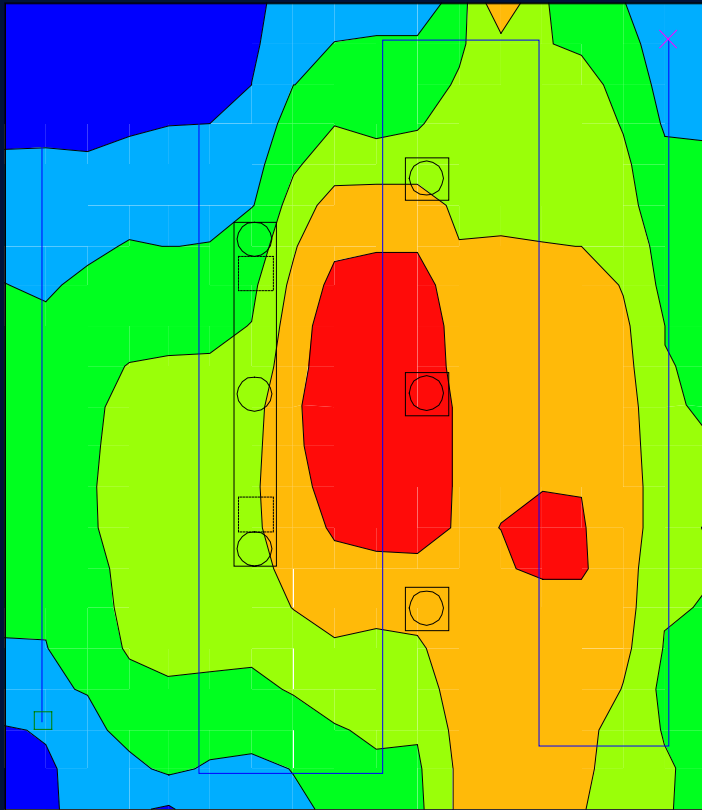
Para realizar la simulación se desarrolló un modelo de computador de cada uno de los elementos encontrados en la subestación



ELEMENTOS INDIVIDUALES

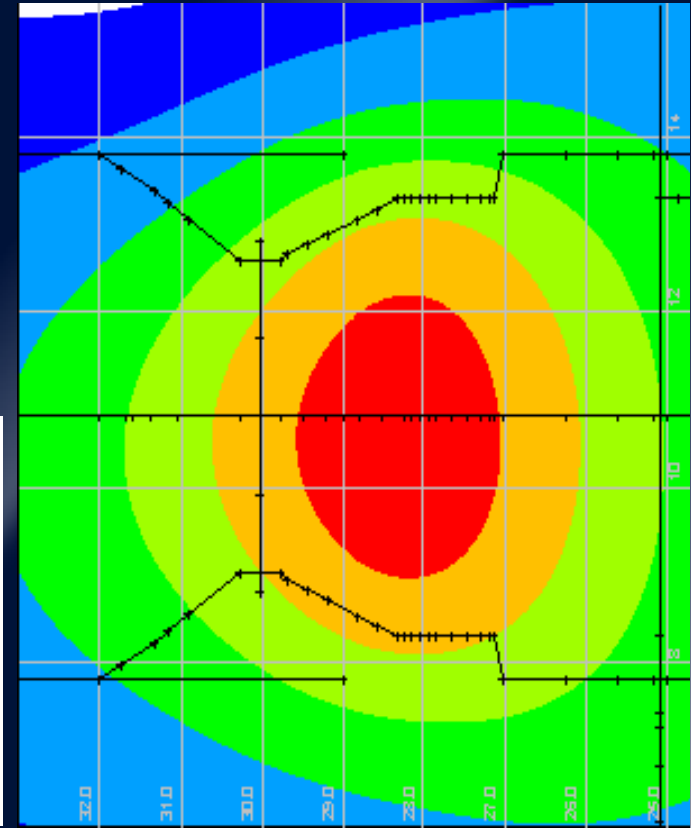
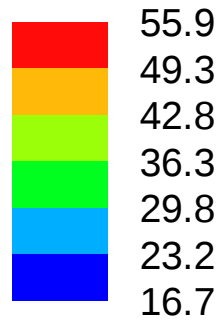


VALIDACION DEL MODELO



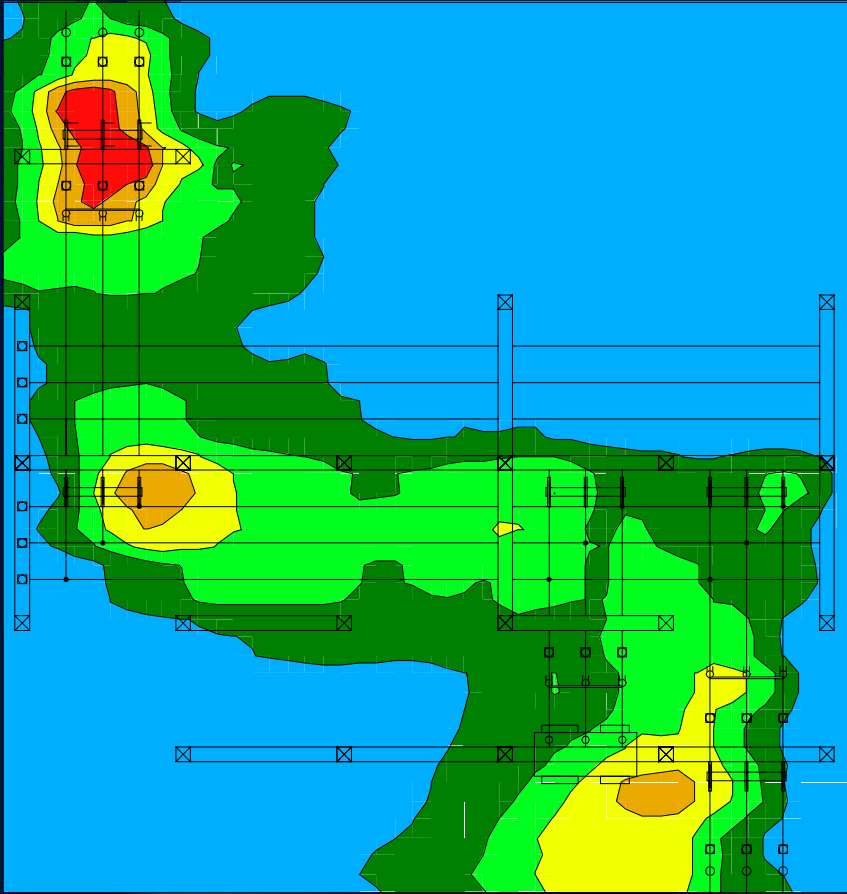
Medido

Campo Magnético (mG)

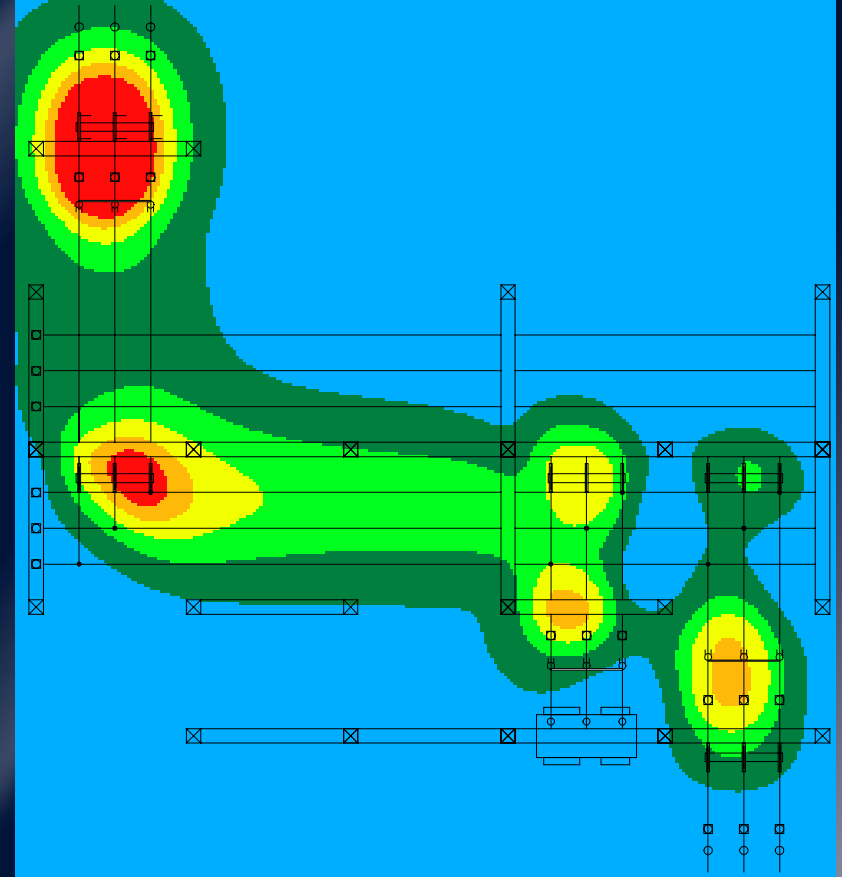


Simulado

SIMULACIÓN EN SUBESTACIONES

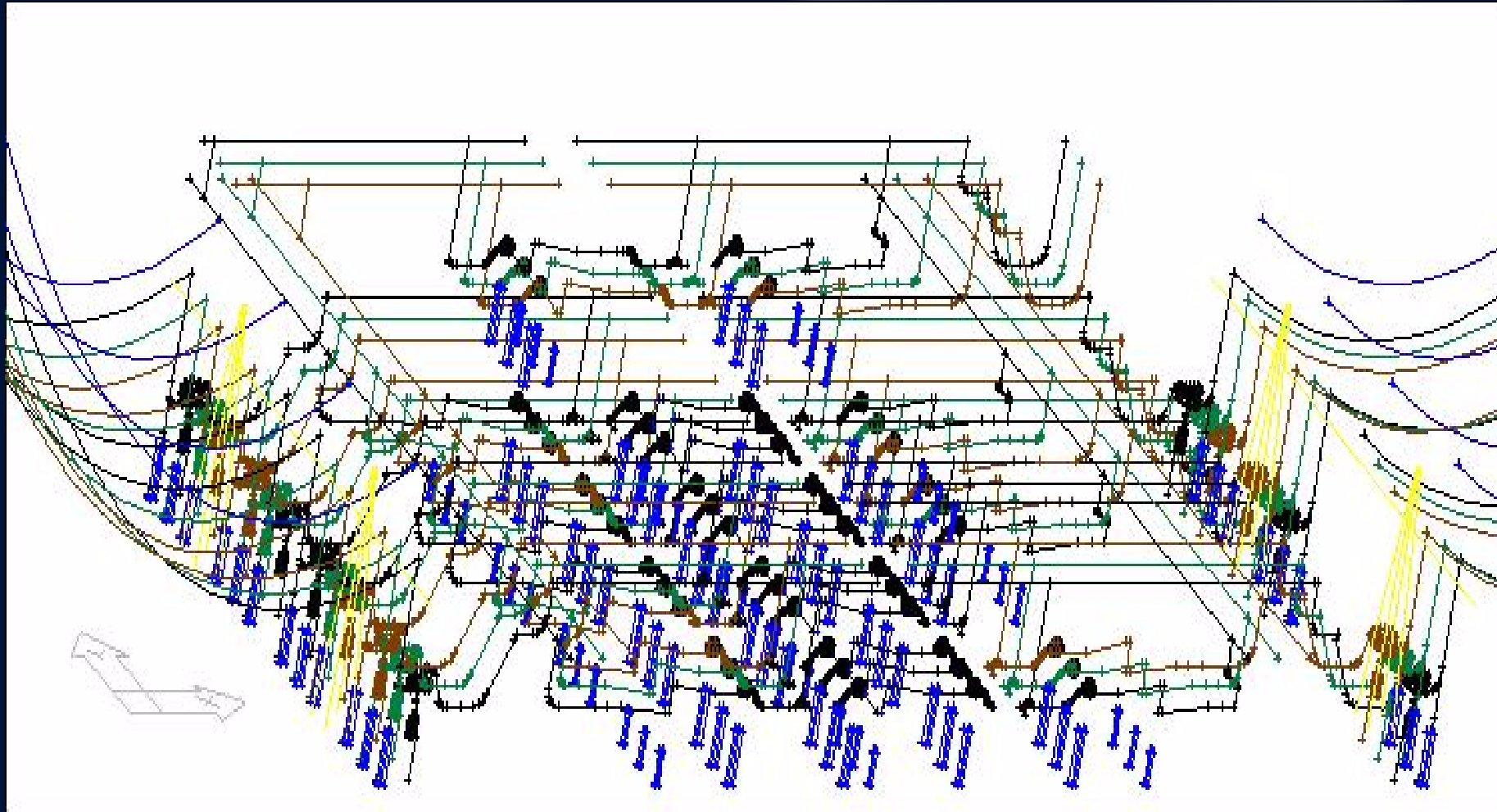


Medido

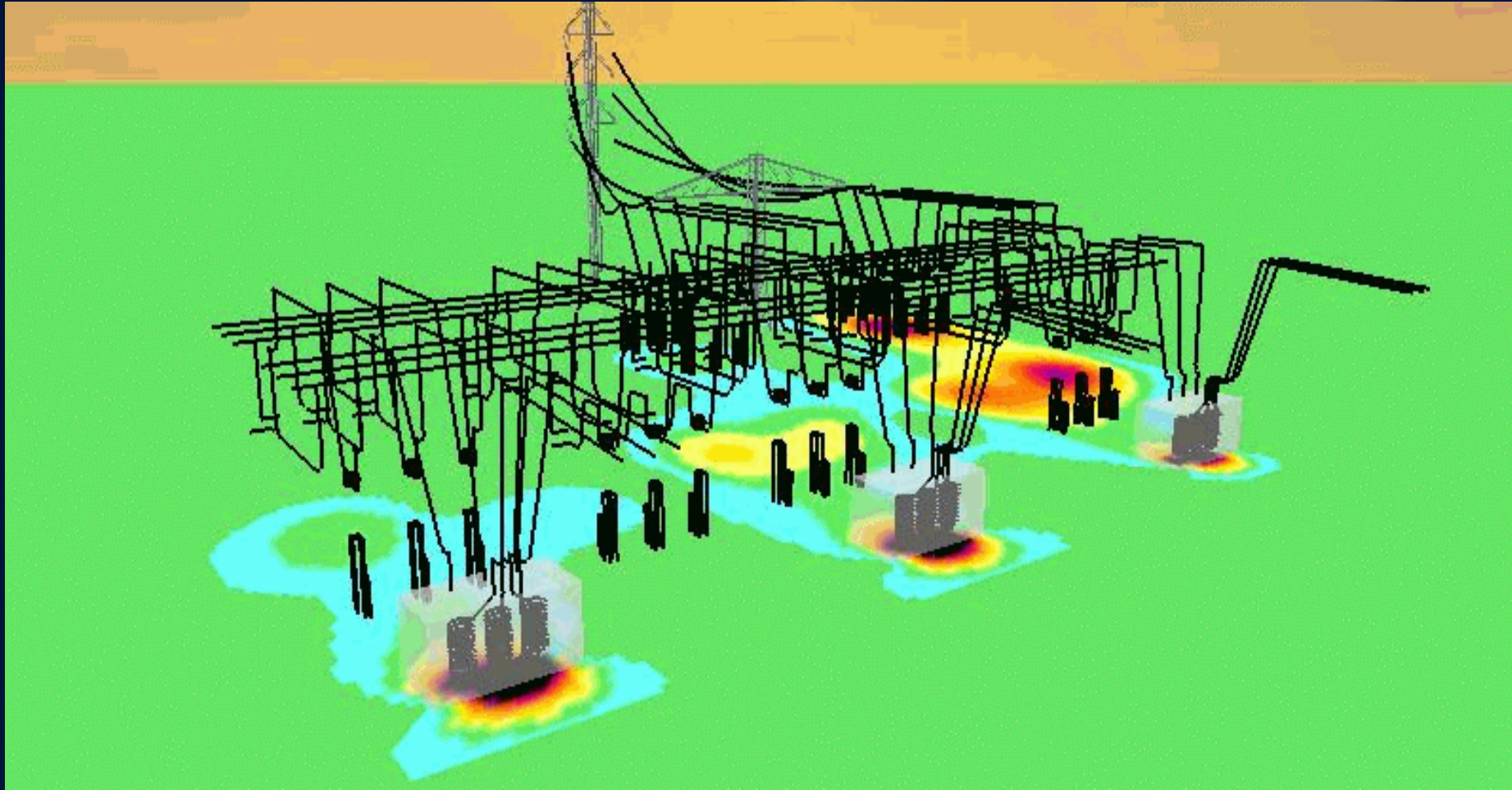


Simulado

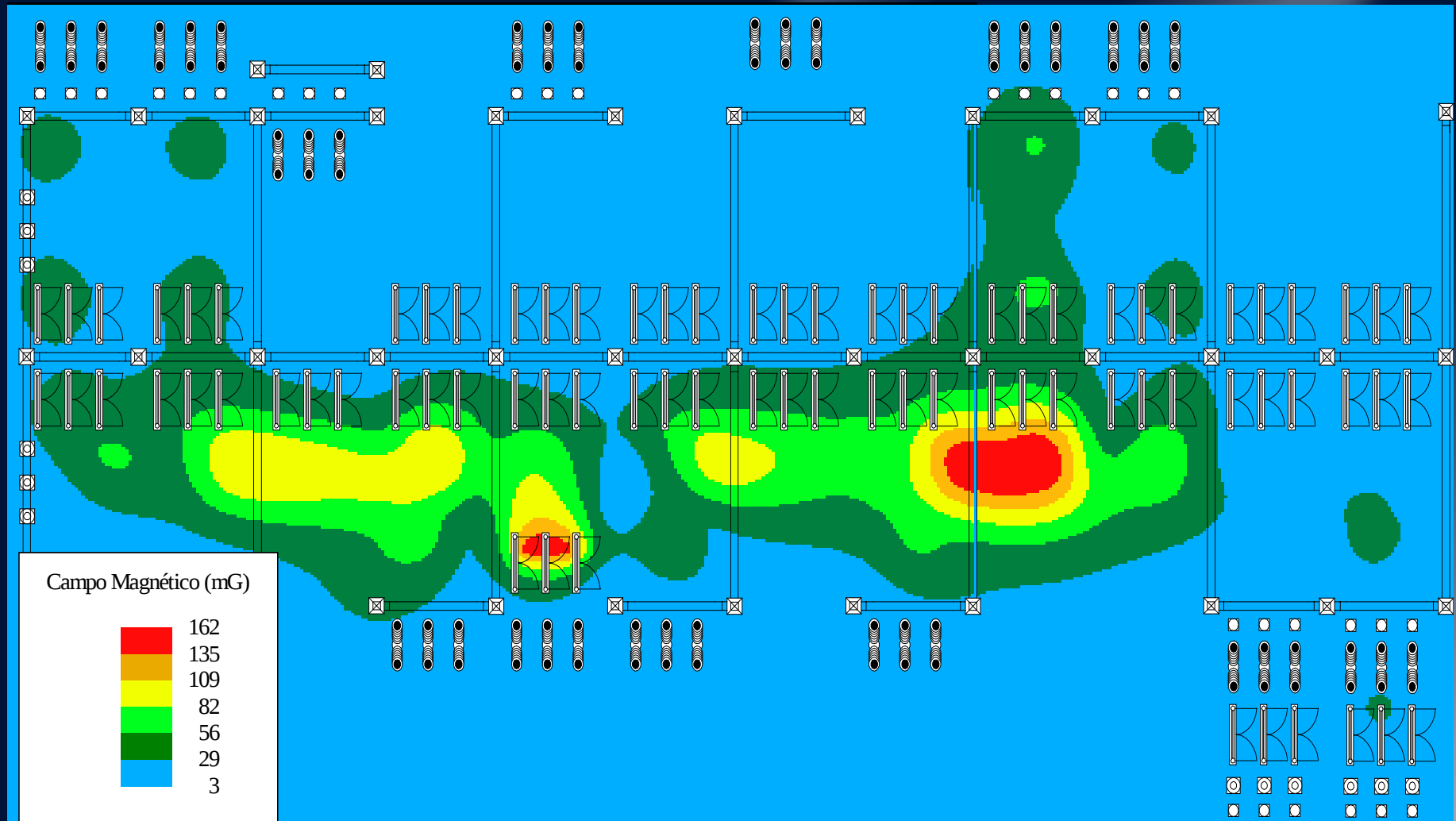
SUBESTACIONES COMPLETA



CAMPOS OBTENIDOS



MAPA DE CAMPO OBTENIDO EN UNA SIMULACIÓN



CONCLUSIONES

- Se diseñaron procedimientos de medición de campos en los diferentes elementos y ambientes
- Los valores máximos de campo magnético encontrados, están por debajo de los límites ocupacionales propuestos por las normas nacionales y por los estándares internacionales

CONCLUSIONES

- Se cuenta con modelos de computador validados, para simular los niveles de campo en líneas y subestaciones.
- Se conocen las medidas remediales a emplear en situaciones donde se superen los niveles permitidos.

IMPACTO DEL PROYECTO

- **EPSA cuenta con elementos para atender las inquietudes de los usuarios, relacionadas con los posibles riesgos debidos a campos electricos y magneticos de su sistema.**
- **Igualmente podra hacr frente a las especulaciones, que generan temores en los clientes y/o vecinos de su sistema eléctrico**

Qué Dicen las Organizaciones Internacionales?

- Informe de la Comisión Internacional para la Protección contra la Radiación no Ionizante (ICNIRP), 1998.

“En la actualidad sólo se puede concluir que no hay una evidencia convincente de efectos cancerígenos y que los datos no se pueden usar como base para desarrollar recomendaciones de exposición”

- **Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos IEEE. Grupo de Expertos COMAR (Comite Man and Radiation), 1999.**

“La evidencia científica no apoya la existencia de cáncer u otros peligros para la salud y seguridad por la exposición a campos de frecuencia industrial a los niveles que se encuentran en los ambientes domésticos normales o en la mayoría de los ambientes laborales...”

- **Informe del Instituto Nacional de Salud y Seguridad Ambiental (NIEHS). Estados Unidos, 1999.**

“La evidencia científica para sugerir que la exposición a campos electromagnéticos de frecuencia extremadamente baja supone un riesgo para la salud es débil.”

- **Ministerio de Sanidad y Consumo de España. Dirección General de Salud Pública y Consumo, 1999.**

“La exposición a campos electromagnéticos no ocasiona efectos adversos para la salud, dentro de los límites establecidos en la Recomendación del Consejo de Ministros de Sanidad de la Unión Europea (1999/519/CE) basada en la guía desarrollada por el ICNIRP, relativa a la exposición del público a campos electromagnéticos de 0 Hz a 300 GHz.”

➤ **Consejo Internacional sobre Grandes Sistemas Eléctricos (CIGRE), 2000.**

“El punto de vista del CIGRE es que no hay justificación científica para tomar medidas para reducir la exposición a los campos electromagnéticos a través de cambios en la tecnología y el manejo de los sistemas de potencia de alto voltaje existentes. Sin embargo, considerando la existencia del interés del público y algunas incertidumbres científicas, el CIGRE continuará monitoreando el problema y actualizará su punto de vista a la luz de cualquier nuevo desarrollo.”

PERSPECTIVAS

PRUEBAS DE LABORATORIO

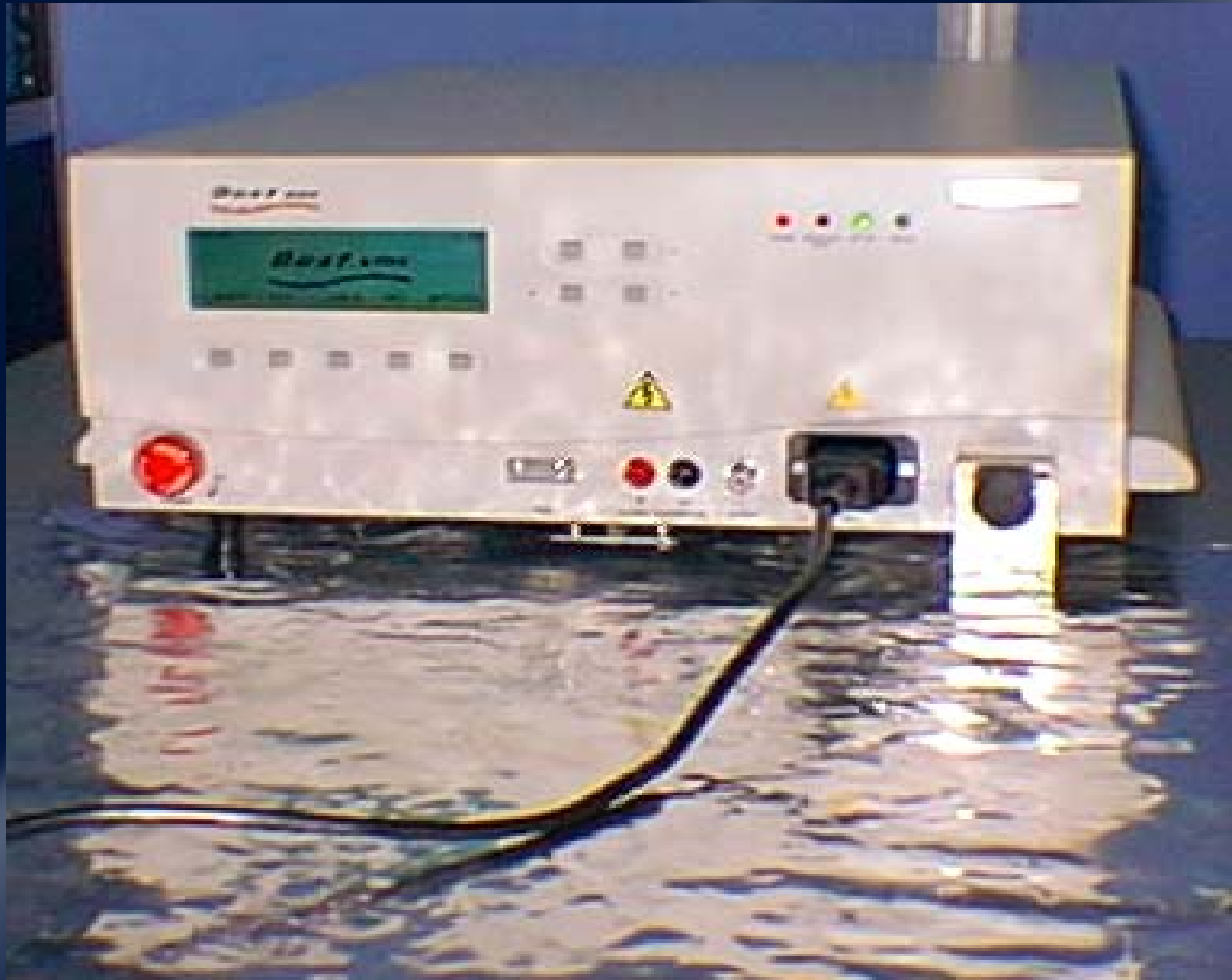
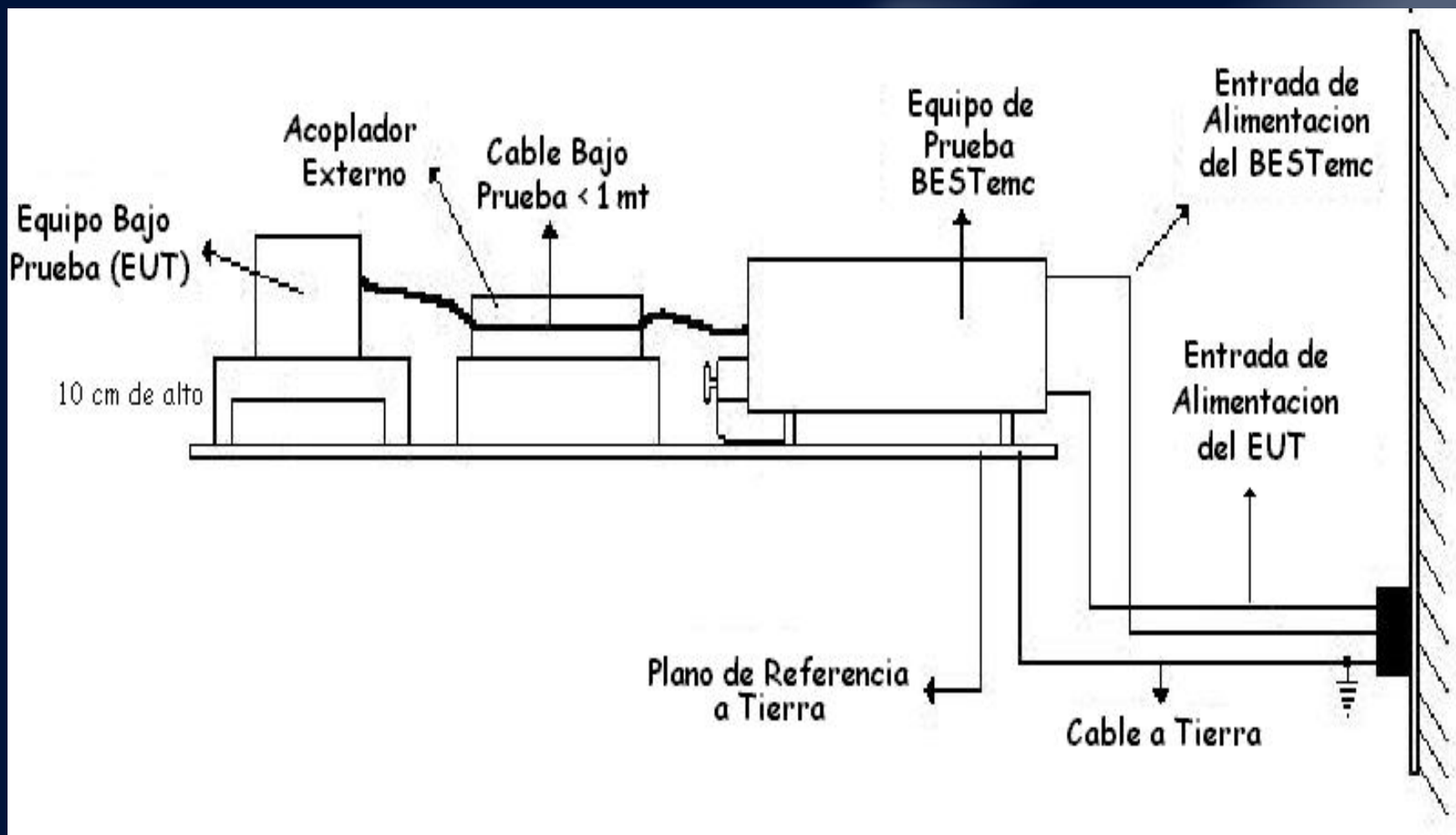
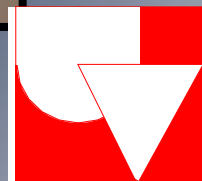
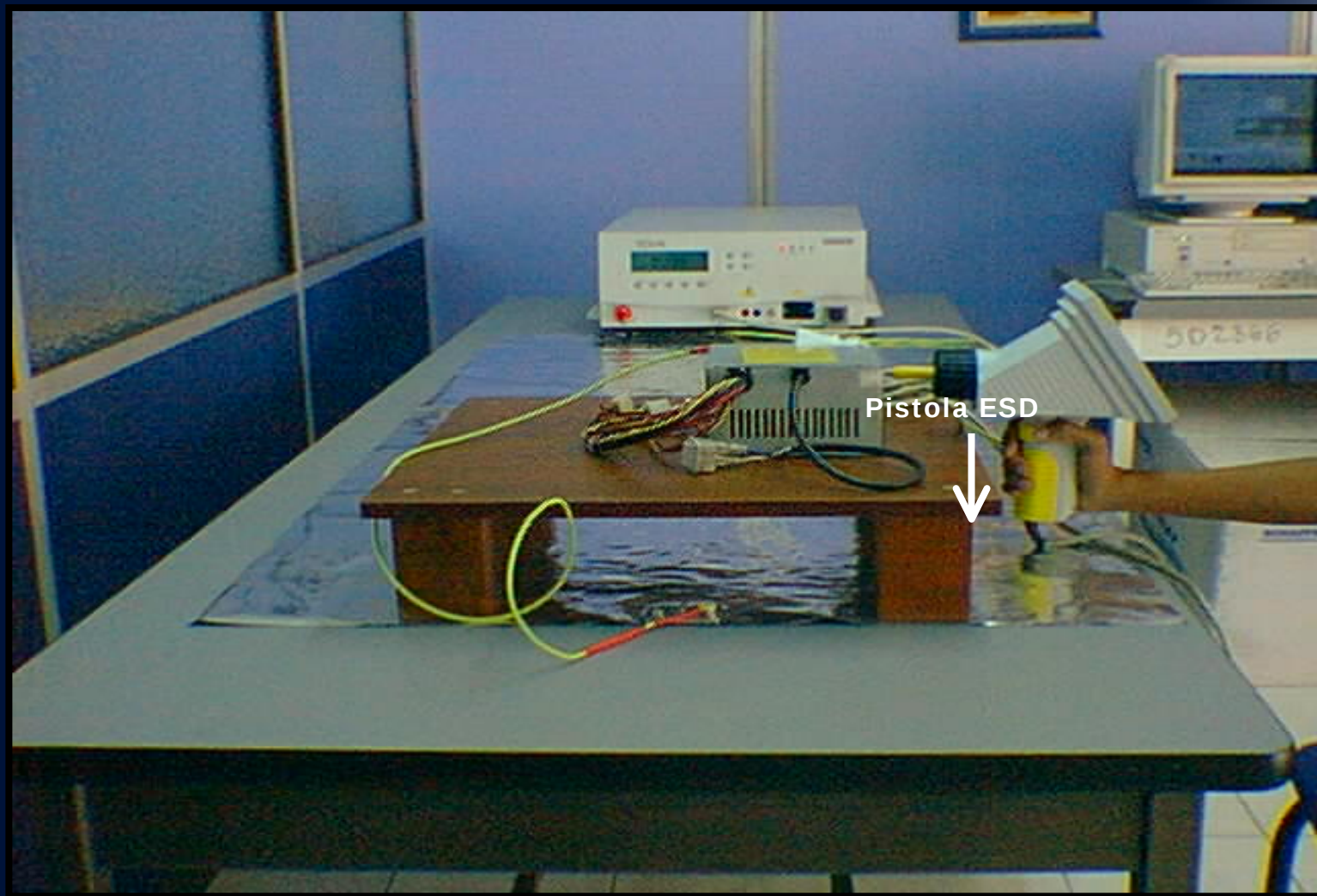


Diagrama General del montaje de pruebas



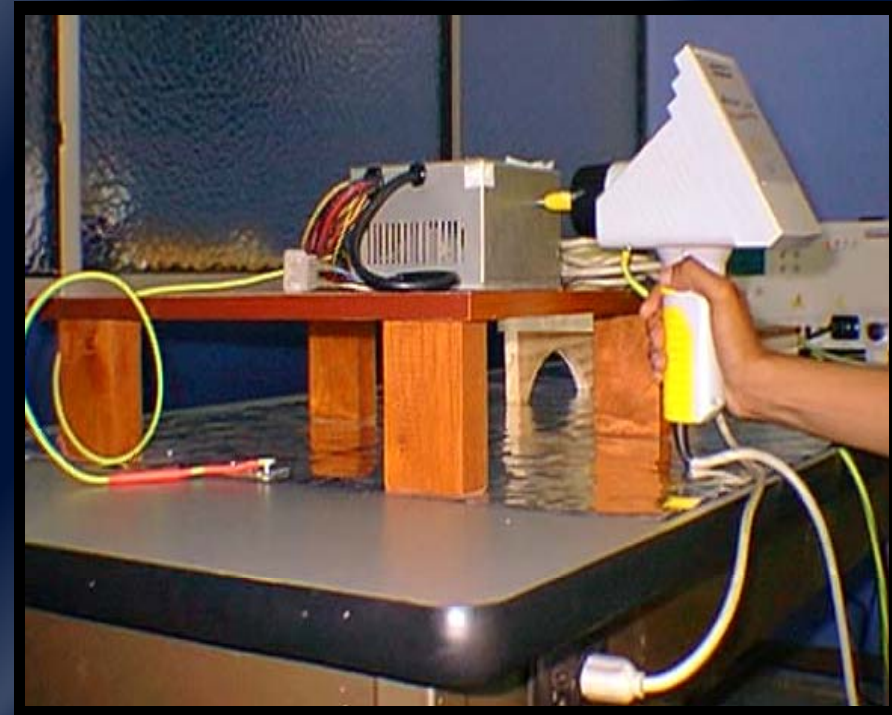


Universidad
del Valle



4kV por contacto y 8kV por aire.

PRUEBAS DE LABORATORIO



TELEFONIA CELULAR



IMPACTO AMBIENTAL. Las ondas electromagnéticas generan trastornos corporales y anímicos

Cali, invadida por antenas

En la ciudad hay 182 antenas de telefonía celular instaladas de manera irregular. Pocas cumplen con plan de manejo ambiental y usos del suelo, denunció la Personería. Este organismo le solicitó a la Alcaldía que reglamente estas torres de comunicaciones.

La proliferación de antenas de telefonía celular no sólo están atentando contra el espacio público en Cali sino contra la salud de sus habitantes.

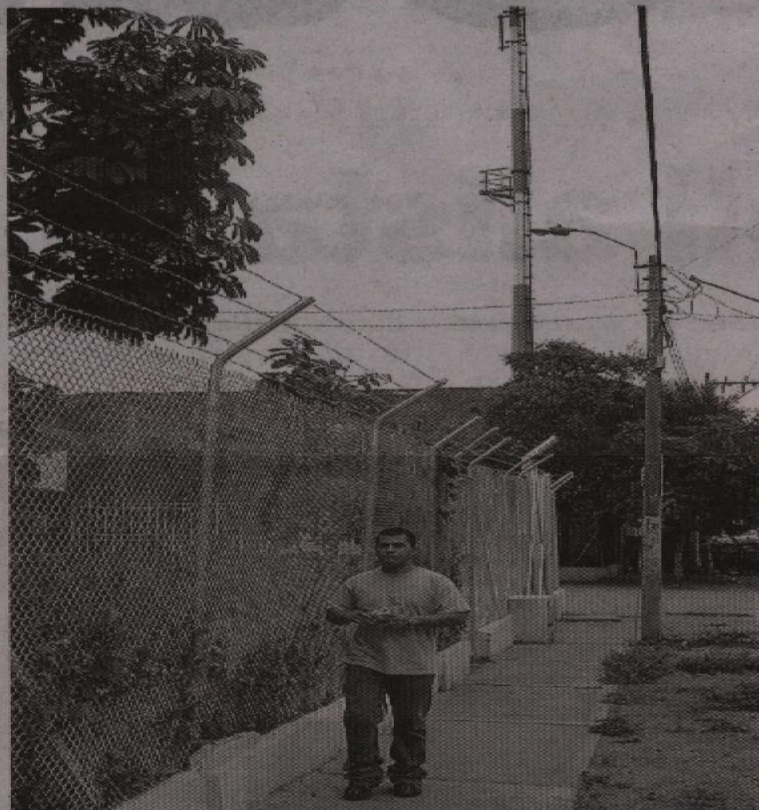
Así lo advirtió ayer la Personería al presentar un estudio realizado este año, a través del cual constató que 182 antenas de telefonía móvil están instaladas de manera irregular en el espacio colectivo terrestre y aéreo de la capital vallecaucana.

El personero Adolfo León López afirmó que ninguna autoridad ha hecho cumplir la reglamentación existente sobre este tipo de servicio público, lo que ha sido aprovechado por los operadores de las redes para instalar las torres según su voluntad.

Por esta razón, en la actualidad hay antenas en lotes, terrazas de edificios, centros de salud, polideportivos, ancianatos, conjuntos residenciales, restaurantes, centros comerciales y entidades médicas.

La mayoría está ubicada al norte de la ciudad y en la vía Cali-Jamundí. Donde menos hay es en el Distrito de Aguablanca.

De acuerdo con la normatividad, para instalar una antena se requiere cumplir con los siguientes requisitos: conceptos de uso del suelo, autorización sanitaria, contrato de concesión, plan de manejo ambiental, licencia de



En el centro de salud del barrio Popular, la antena de telefonía móvil está dentro de sus instalaciones.

JOSE LUIS GUZMÁN | EL PAÍS

Plan para las estructuras

Planeación Municipal se reunirá con las empresas para definir los sitios en que se ubicarán torres. Secretaría de Gobierno anunció que revisará los procesos.

Para que la ciudad no siga enmarañada por las radiaciones electromagnéticas emitidas por los sistemas de comunicación, la Alcaldía contempla en el Plan Especial de Espacio Público y Equipamiento Comunitario la erradicación de las antenas en los cerros tutelares. Esto significa que habrá una antena única para las comunicaciones. Germán Arboleda, titular de Planeación Municipal, señaló la urgencia de reglamentar la localización de las estructuras de las telecomunicaciones en el casco urbano, dado que muchas están en andenes, plazas y zonas verdes sin ninguna regulación. Este viernes se llevará a cabo una reunión con los gerentes de las empresas de celulares para exponerles las propuestas del Plan.

La Secretaría de Gobierno anunció que entrará a revisar los equipos y adelantará operativos para desmontar aquellos que no cumplan con las especificaciones técnicas.

TELEFONÍA / HAY 182 TORRES SIN PERMISOS

Antenas, vecinos incómodos

Una antena no lo deja dormir. Eso dice Samuel Rubio, un residente del barrio Samanes de Guadalupe, que desde hace dos años tiene como vecino a una antena de telefonía celular.

Samuel asegura que la antena, situada a 20 metros de su casa, le ha provocado insomnio y migraña debido a las radiaciones que emana la torre de transmisión.

Otros habitantes se han quejado también ante la Junta de Acción Comunal porque temen por los efectos de las

ondas electromagnéticas. Ellos llevan cinco años pidiendo que desmonten esa y otra antena de telefonía móvil, situadas en el barrio.

A propósito de estos casos, la Personería denunció ayer que estos aparatos representan un riesgo para la salud. Añadió que en Cali hay instaladas 182 antenas sin cumplir con todos los requisitos, pues solo tienen uno de los siete permisos que deben tramitar.

El personero Adolfo León López dijo que en la ciudad hay un problema de anarquía

en la instalación de las antenas, pues las empresas ni siquiera solicitan permiso en los barrios.

Aunque no hay una contundente prueba científica que demuestre los efectos nocivos de estos aparatos, la Personería afirmó que los 1900 megahertz de radiación que alcanzan son suficientes para inferir que la salud de los caleños está en peligro. "La Personería interpondrá una acción popular para exigir el derecho a la salud", puntualizó López.



SANTA MÓNICA Popular se suma a las quejas. Héctor Zamora / EL TIEMPO

GUACARÍ

Lío por antena de celulares

Una polémica se desató en esta localidad a raíz de que habitantes del barrio El Dorado se niegan a que entre en operación una antena instalada por una empresa de telefonía celular.

Según la comunidad, la operación de la antena ocasionará a los vecinos cercanos enfermedades como el cáncer, debido a las ondas que emite este tipo de aparato.

El jefe de Planeación del Municipio, Edinson Rubio, dijo que "se han regulado los procedimientos que garanticen a la comunidad que no se va tener ningún riesgo".

El Ministerio del Medio Ambiente avaló el montaje de la antena, que no está en servicio debido a que se está a la espera de la respuesta del Ministerio de Protección Social sobre el caso.

AGRADECIMIENTOS

A COLCIENCIAS por la cofinanciación de los proyectos y a la Empresa de Energía del Pacífico EPSA por su aporte económico y logístico.

A los expertos K. Naito Ph. D., Y. Mizuno Ph.D., M. Loboda Ph. D. y Claudio Muñoz por su orientación durante el desarrollo de las metodologías de medición.



COLCIENCIAS - EPSA E.S.P. - UNIVALLE



www.gralta.univalle.edu.co

