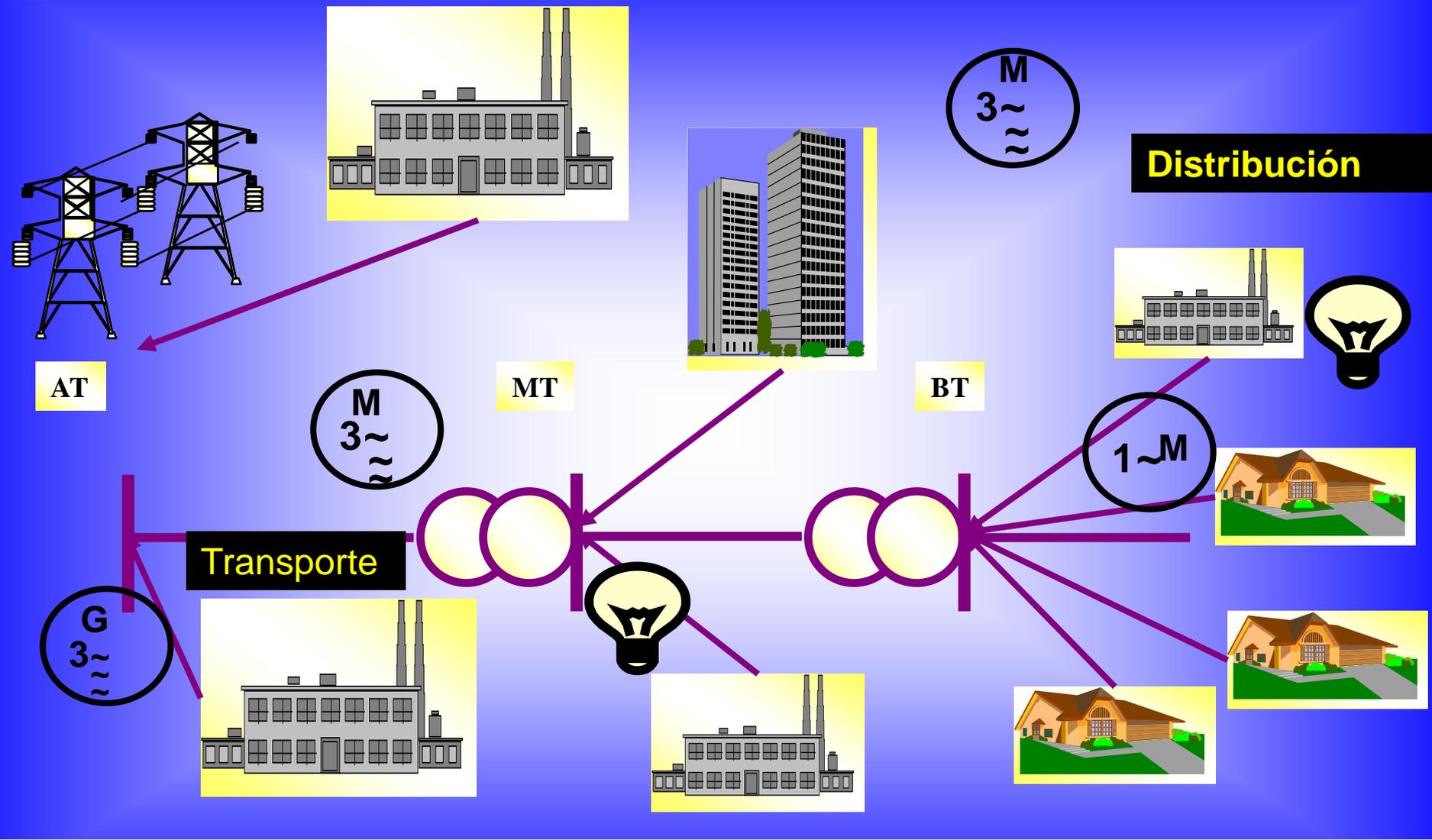




**COMPATIBILIDAD  
DE LOS SISTEMAS  
ELECTRICOS CON  
EL MEDIO  
AMBIENTE**

# Generación Concentrada. Hidráulica , Nuclear Térmica



**EL DESARROLLO TECNOLÓGICO IMPLICA: ACCESO DE LA SOCIEDAD A LOS BENEFICIOS DE LA TECNOLOGÍA MODERNA. IMPACTO SOBRE EL AMBIENTE NATURAL Y SOCIAL**

## **OBJETIVO:**

***PROMOVER CONDICIONES PARA  
HACER POSIBLE UNA MEJOR  
CALIDAD DE VIDA PARA  
NOSOTROS Y LAS GENERACIONES  
FUTURAS CONSIDERANDO QUE  
TODOS LOS RECURSOS SON  
LIMITADOS.***

## **OBJETIVO:**

***IDENTIFICAR LAS FUENTES  
PERTURBADORAS Y CUANTIFICAR  
SUS EFECTOS PARA ARMONIZAR  
LA PRESENCIA DE LOS SISTEMAS  
ELECTRICOS DE POTENCIA CON EL  
AMBIENTE  
Y OTROS SISTEMAS,  
COMUNICACION , CONTROL,ETC.***

# OBJETIVO:

***SE CONSIDERARAN LOS  
POSIBLES EFECTOS  
PERTURBADORES QUE SE  
PUEDEN MANIFESTAR SOBRE LAS  
PERSONAS Y EQUIPOS, SIN QUE  
ELLOS SE ENCUENTREN  
EN CONTACTO DIRECTO CON LOS  
SISTEMAS ELECTRICOS.***

# LIMITES

**VARIABLE A LA CUAL ES SUSCEPTIBLE EL SISTEMA PERTURBADO:**

*Campos de baja y alta frecuencia,  
corrientes de contacto e inducidas,  
nivel sonoro.*

**TIPO DE CONSECUENCIAS:**

**Probables Problemas con los individuos,  
mal funcionamiento de equipos.**

**MARGENES**

**Incertidumbre en los efectos, imprecisión en las mediciones, tolerancias de fabricación.**

# SISTEMAS ELECTRICOS DE POTENCIA

IMPACTO AMBIENTAL

Instalaciones Eléctricas Vs  
Otras Instalaciones, Servicios y  
Personas

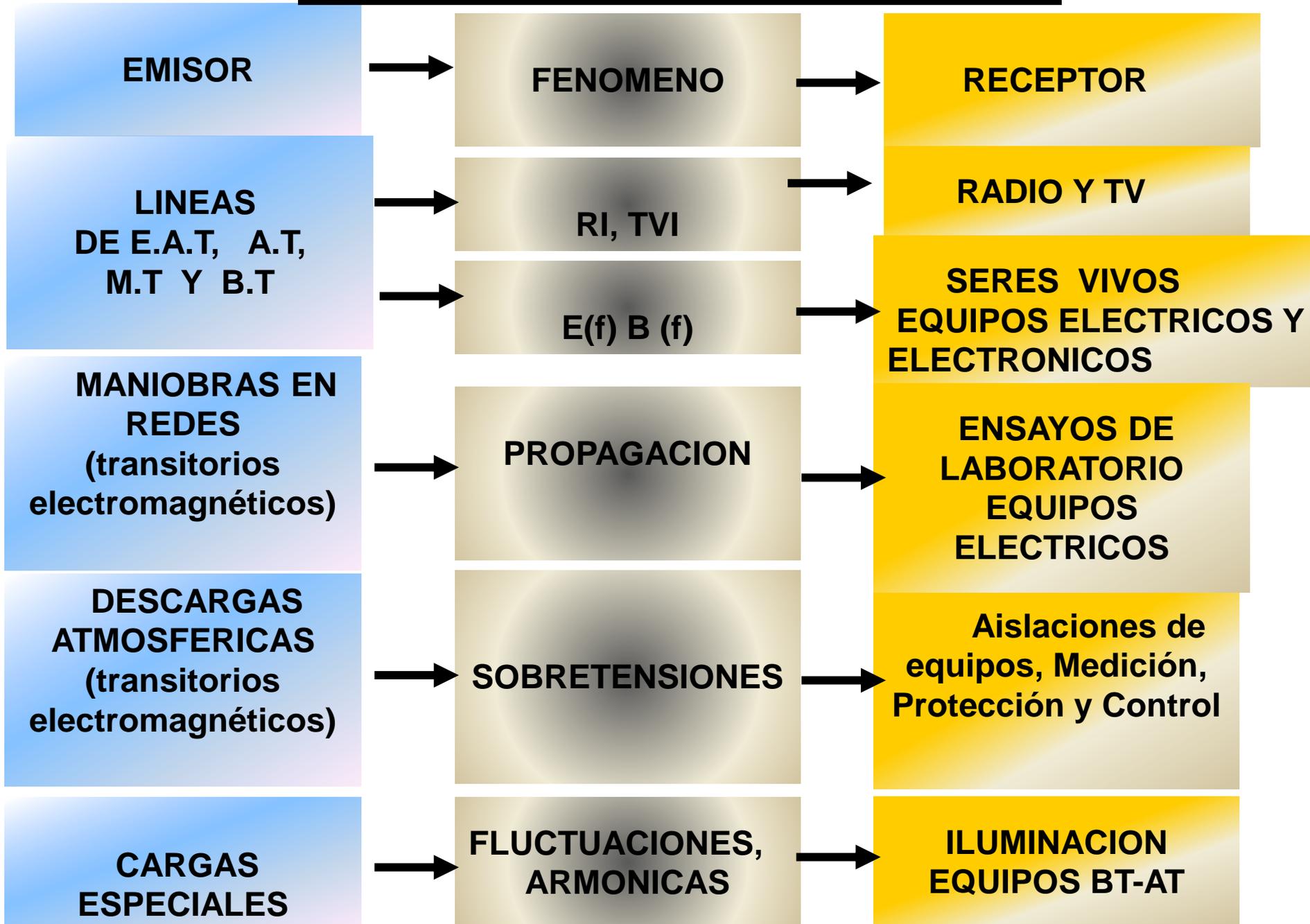
Ej:  
Campo Eléctrico  
Campo Magnético  
RI, TVI  
Ruido audible  
Potenciales ( de contacto y de paso)

PETURBACIONES

*Instalaciones Equipos o Sistema en  
la red  
Vs Producto Eléctrico*

Ej:  
Flicker  
Armónicas  
Huecos

# COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNETICA



# **CAMPOS DE FRECUENCIA INDUSTRIAL**

## **ORIGEN:**

**Potenciales y Corrientes Electricas de 50 / 60 Hz en líneas y equipos.**

## **EFEECTO:**

**Campo Eléctrico y Magnético ( no relacionados entre si, desacoplados en baja frecuencia, en alta frecuencia se habla de campo electromagnético)**

## **PERTURBACION:**

**Potenciales, Tensiones de contacto y corrientes peligrosas para personas**

**Alteración en la operación de equipos eléctricos y electrónicos-**

# CAMPOS DE ALTA FRECUENCIA

## ORIGEN:

Descargas superficiales en elementos con diferencias de potencial elevadas.

Descargas entre partes inmersas en campos eléctricos intensos.

Descargas internas en dieléctricos (descargas parciales)

## EFECTO:

**Generación de corrientes de alta frecuencia.**

## PERTURBACION:

Campos guiados/radiados que afectan a los servicios de radiodifusión en frecuencias de 0,5 a 1,7 MHz; Radiocomunicaciones en frecuencias de 3 a M30 MHz y Televisión frecuencias de 54 a 220 MHz.

# SONIDO

## ORIGEN:

Vibración de las partes de los transformadores y reactores por los campos magnéticos alternos , también efecto Corona  
Descargas superficiales entre conductores y equipo sometidos a elevados potenciales ( corona)

## EFECTO:

Generación de sonidos ( ruido audible)  
Fisuras en radiadores de transformadores por la vibración y cañerías de la misma maquina. Perdidas pot activa en redes de EAT

## PERTURBACION:

Ruidos molestos para las personas,  
Perdidas de aceite aislante refrigerante de los transformadores.

# **LINEAS AEREAS**

**MENOR COSTO FRENTE A LAS LINEAS SUBTERRANEAS**

**MAYORES FACILIDADES CONSTRUCTIVAS.**

**FACILIDAD DE MANTENIMIENTO**

**MENOR TIEMPO DE REPOSICION DEL SERVICIO ANTE FALLAS**

**MAYOR IMPACTO VISUAL**

**MAYOR EXPOSICION AL VIENTO Y A LAS ALTAS Y BAJAS  
TEMPERATURAS.**

**MAYOR EXPOSICION A LAS DESCARGAS ATMOSFERICAS**

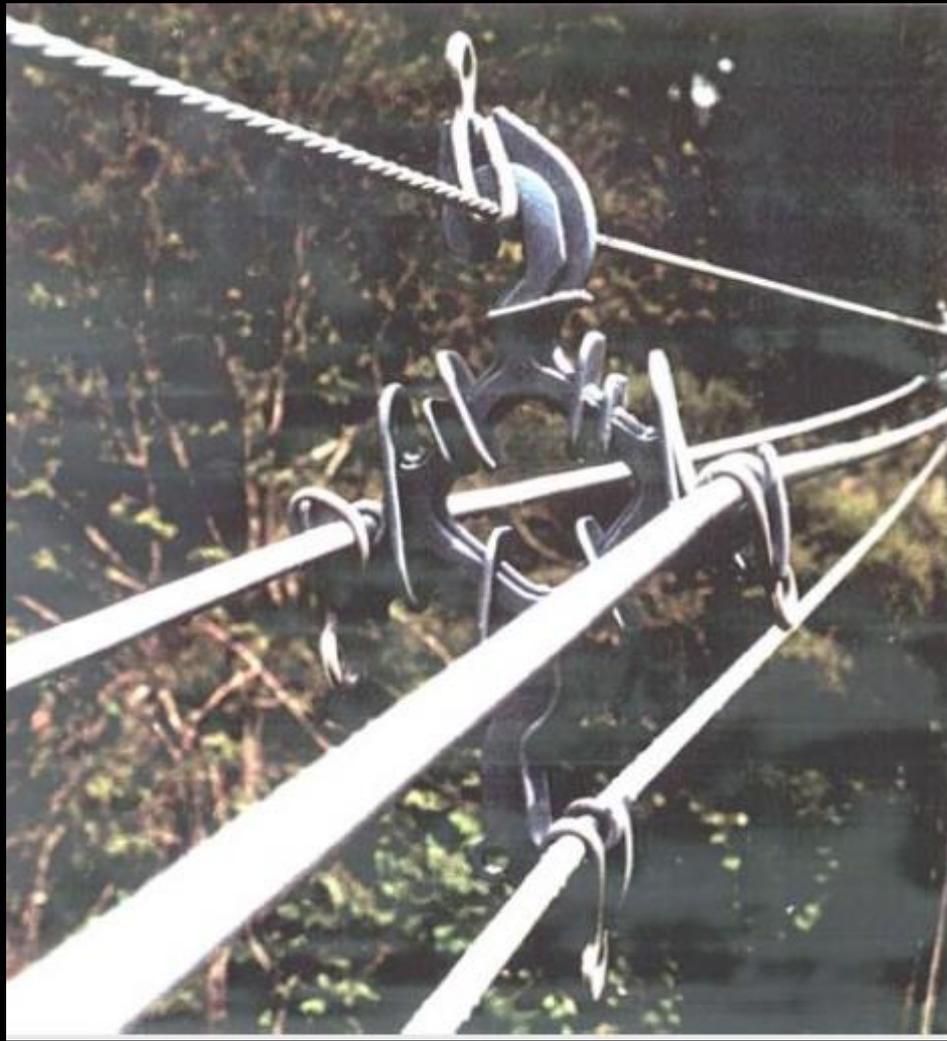
**MAYOR EXPOSICION A SITUACIONES DE VANDALISMO**



**PREENSAMBLADO**  
**Baja tension**

**PREENSAMBLADO**  
**13,2 kV y 33 kV**





**Cable protegido de media tensión**



**Conductor de aleación de aluminio para líneas de BT y MT**

**Conductor de aleación de aluminio y Alma de acero líneas de AT**



**LINEA DE 500 KV**



# LINEAS 132 KV



# ESTACION TRANSFORMADORA DE 500 KV



24 2 2008

# TRANSFORMADOR DE 132 KV



# TRANSFORMADOR DE 500 KV



21/04/2008



**LINEAS DE 132 KV**



**LINEAS DE 132 KV**



**LINEA DE 132 KV**



**LINEA DE 132 KV**



**LINEAS DE 132 KV EEUU**

# LINEAS DE 132 KV EEUU





26 3'00

**LINEAS DE 132 KV EEUU**



**LINEA DE 132 KV ITALIA**

# **LINEAS SUBTERRANEAS**

## **VENTAJAS**

**Menor impacto visual, menor exposición y efectos de vientos, a descargas atmosféricas y a vandalismo.**

**Son muy usadas en MT y BT, fundamentalmente en zonas de alta densidad poblacional.**

**En AT se usan para cruzar cursos de agua y casos especiales.**

## **INCONVENIENTES, PROBLEMAS MEDIOAMBIENTALES:**

**Deterioro ambiental por instalación y operación, excavaciones y o voladuras en caso de que exista roca en el terreno, sobre los cables deben estar libres de vegetación.**

## **PROBLEMAS DE OPERACIÓN:**

**Menor confiabilidad por enlaces**

**Mayor tiempo de detección de la falla**

**Mayor tiempo de reparación ( deberían tener respaldo del 100% redundante)**

## **INCONVENIENTES**

**Superiores costos de construcción (zanjeo, voladuras, relleno)**

**Costos de 10 a 20 veces superiores a una línea Aérea. (AT)**

**Superiores costos de operación y mantenimiento ( tiempo de localización de la falla, tiempo de reparación, enlaces subterráneos).**

## **INCONVENIENTES, :**

**En AT se utilizan en distancias cortas (mayor numero de cables, en largas distancias hay que realizar compensación inductiva cada 20 Km, ya que los cables son altamente capacitivos.**

.

## **INCONVENIENTES**

**Menor disipación de calor ( los cables deben estar separados de acuerdo a lo que indique el fabricante)**

**Deterioro por estar en lugares de naturaleza agresiva.**

**Gran cantidad de empalmes especiales, con equipos de control y mantenimiento.**

3 7:29

**CABLES DE 13,2 kV**



03  
103

**CABLES DE 13,2 kV**



**TRANSFERENCIA DE CABLES DE 7:31**  
**33 kV A LINEA AEREA 33 kV**



3 7:29

**TRANSFERENCIA DE CABLES DE  
13,2 kV A LINEA AEREA 13,2 kV**



**Cable Tripolar, cobre 13,2 o 33 kV**



**Aluminio unipolar , 13,2 o 33 kV**

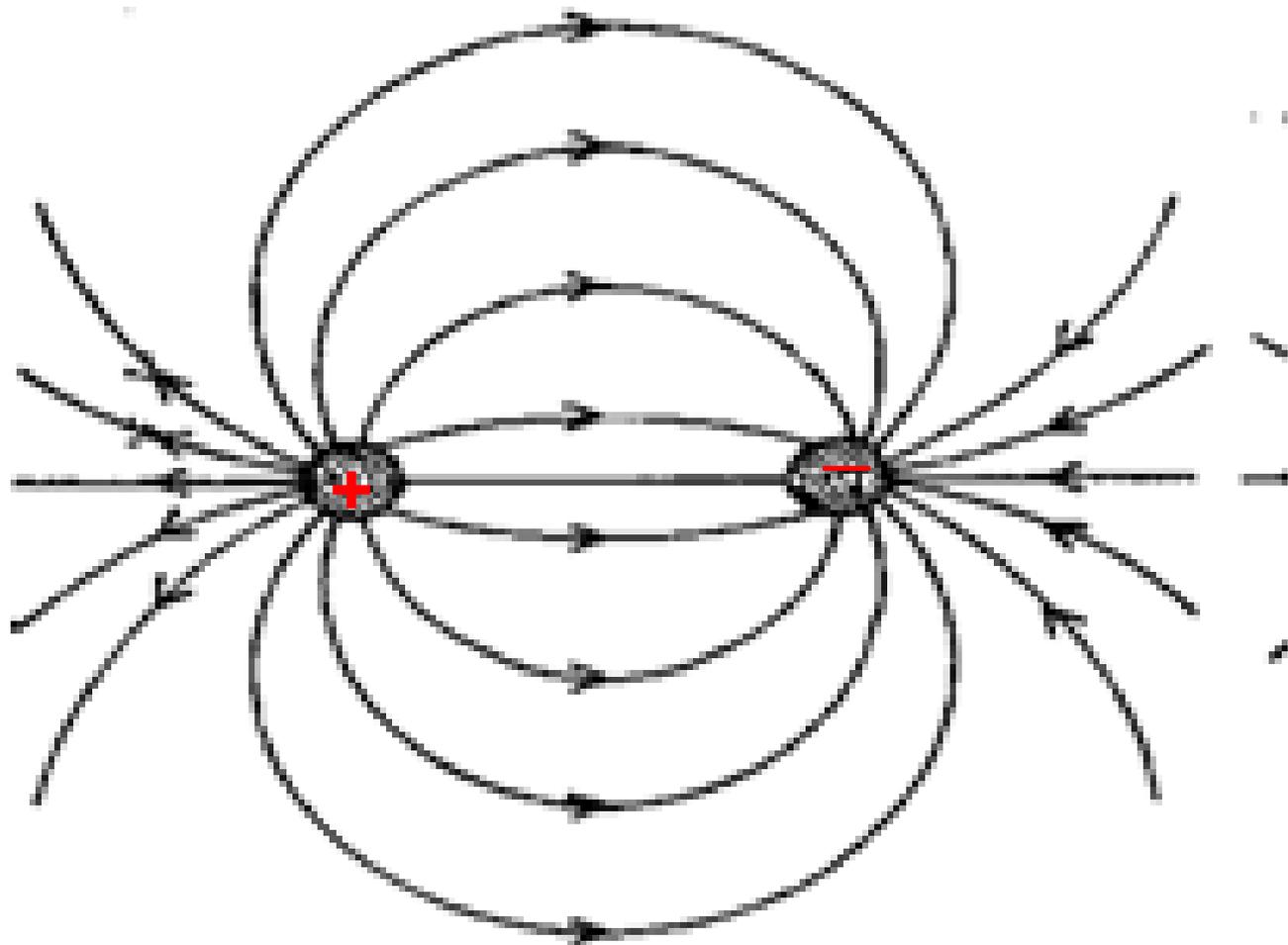
# DUCTO PARA LA COLOCACION DE UNA TERNA DE CABLES DE 132 kV



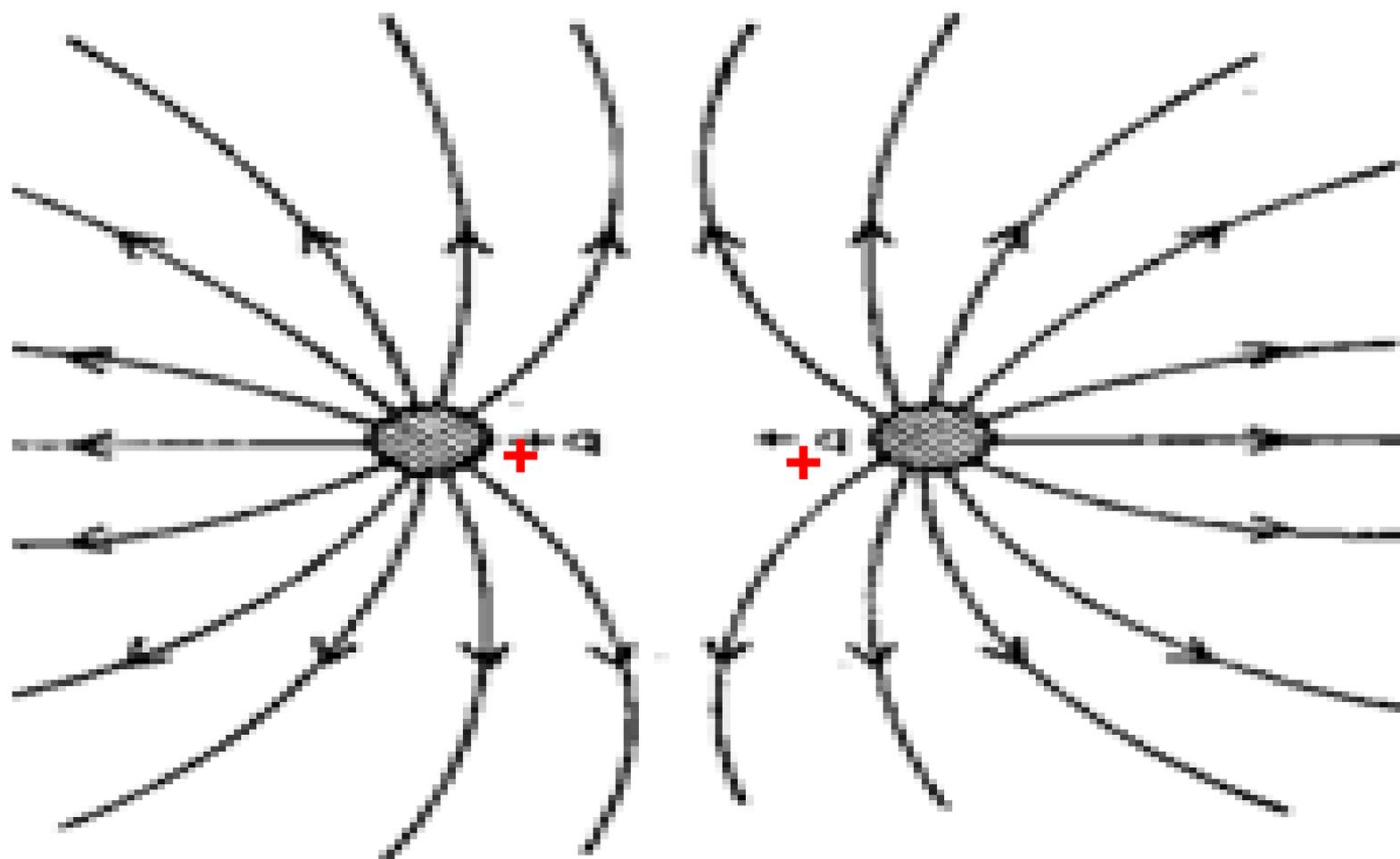


**Cable de 132 kV**

**CAMPO ELECTRICO**



ESFERITAS CONDUCTORAS  
CON CARGAS  $+q$ ,  $-q$

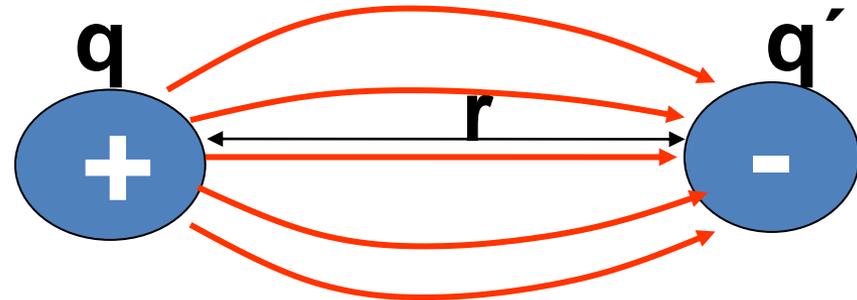


ESFERITAS CONDUCTORAS  
CON CARGAS  $+q$ ,  $+q$

# CAMPO ELECTRICO

**LEY DE COULOMB:** La fuerza ejercida  $F$  entre dos cargas eléctricas  $q$  y  $q'$  es directamente proporcional al producto de ambas e inversamente proporcional al cuadrado de las distancias que la separa

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q \cdot q'}{r^2} \quad [\text{Newton}]$$



$\epsilon_0$  permitividad de vacío =  $8,85 \cdot 10^{-12} \text{ N/m}$

Campo de fuerzas de origen electrostático

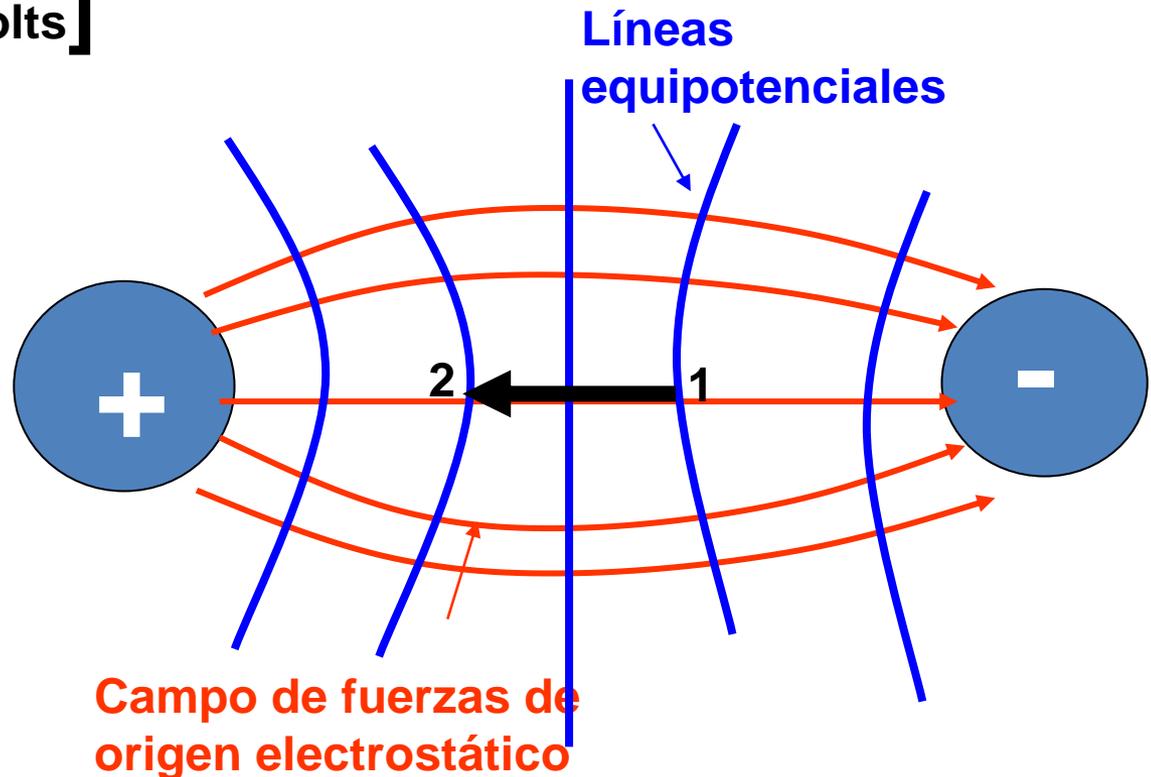
**CAMPO ELECTRICO:** Sumatoria de Fuerzas por unidad de carga, que actúan sobre una partícula cargada, en el interior del campo de fuerzas de origen electrostático..

$$E = \frac{F}{q'} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2} \quad [\text{Newton/ Culombio}] \rightarrow \text{V/m}$$

# CAMPO ELECTRICO

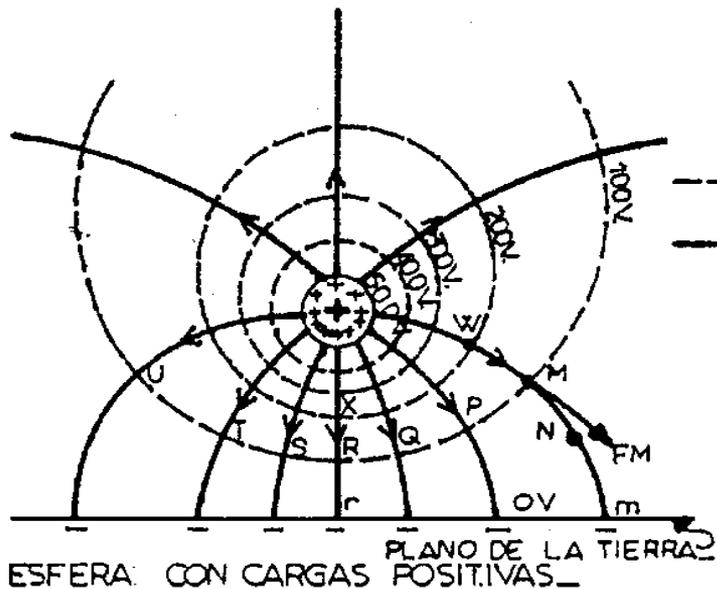
Diferencia de **POTENCIAL ELECTRICO**: es el trabajo necesario para desplazar una carga positiva desde un punto a otro ( dentro del campo) en contra las fuerzas del Campo Eléctrico

$$V_{12} = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0} \cdot \frac{q}{r_{12}} \quad [\text{Volts}]$$



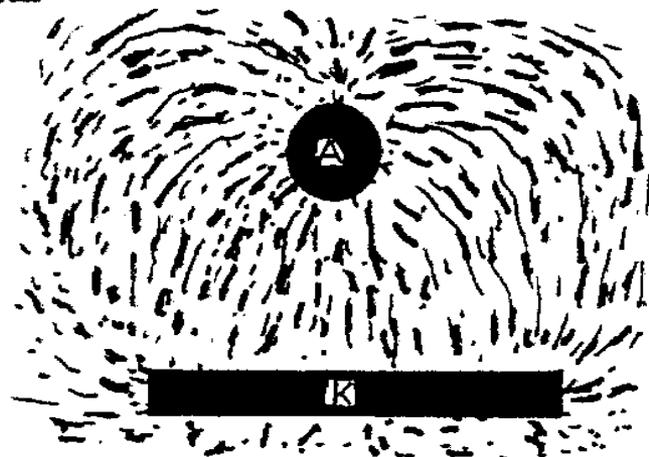
ESQUEMA PARA APLICAR EL CONCEPTO DE "POTENCIAL ELECTRICO"

EL TRABAJO TOTAL DE LAS FUERZAS DE ATRACCION O DE REPULSION NO DEPENDE DEL CAMINO



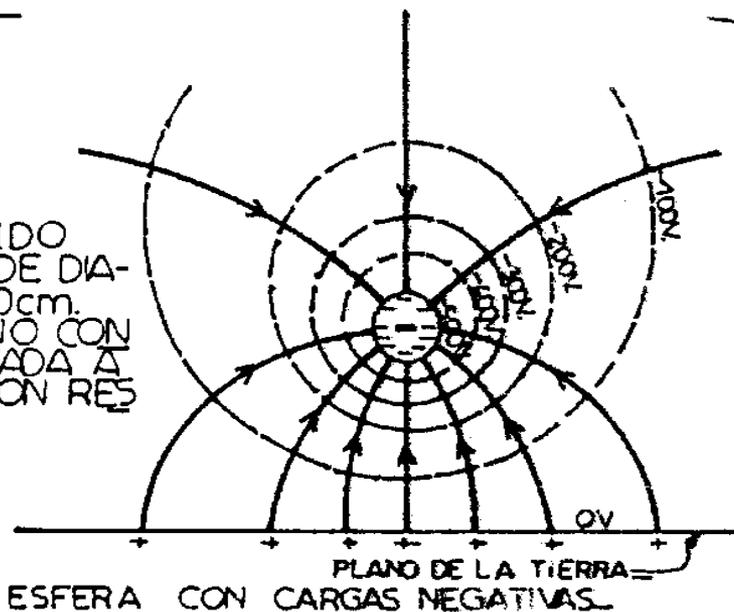
----- SUPERFICIES EQUIPOTENCIALES  
 ——— LINEAS DE FUERZA

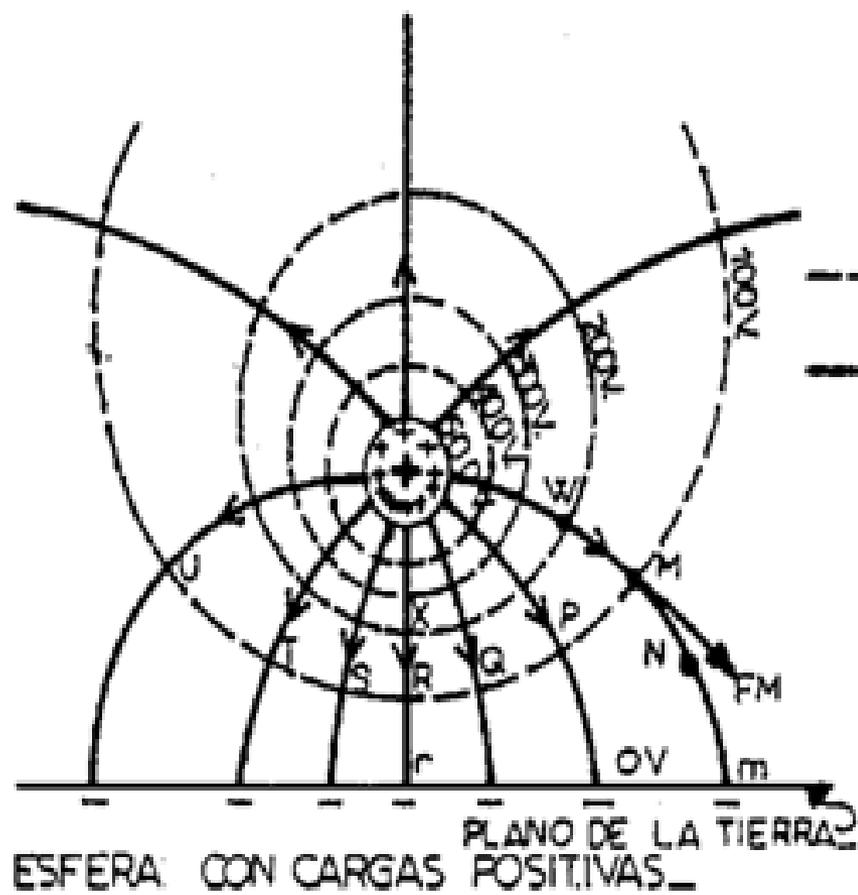
LINEAS DE FUERZA OBTENIDAS EXPERIMENTALMENTE



ESFERA CON CARGAS POSITIVAS

CAMPO MAGNETICO PRODUCIDO POR UNA ESFERA DE 15cm. DE DIAMETRO COLOCADA A UNOS 50cm. DE ALTURA SOBRE UN PLANO CON DUCTOR INDEFINIDO Y CARGADA A UN POTENCIAL DE 500 V. CON RESPECTO A LA TIERRA





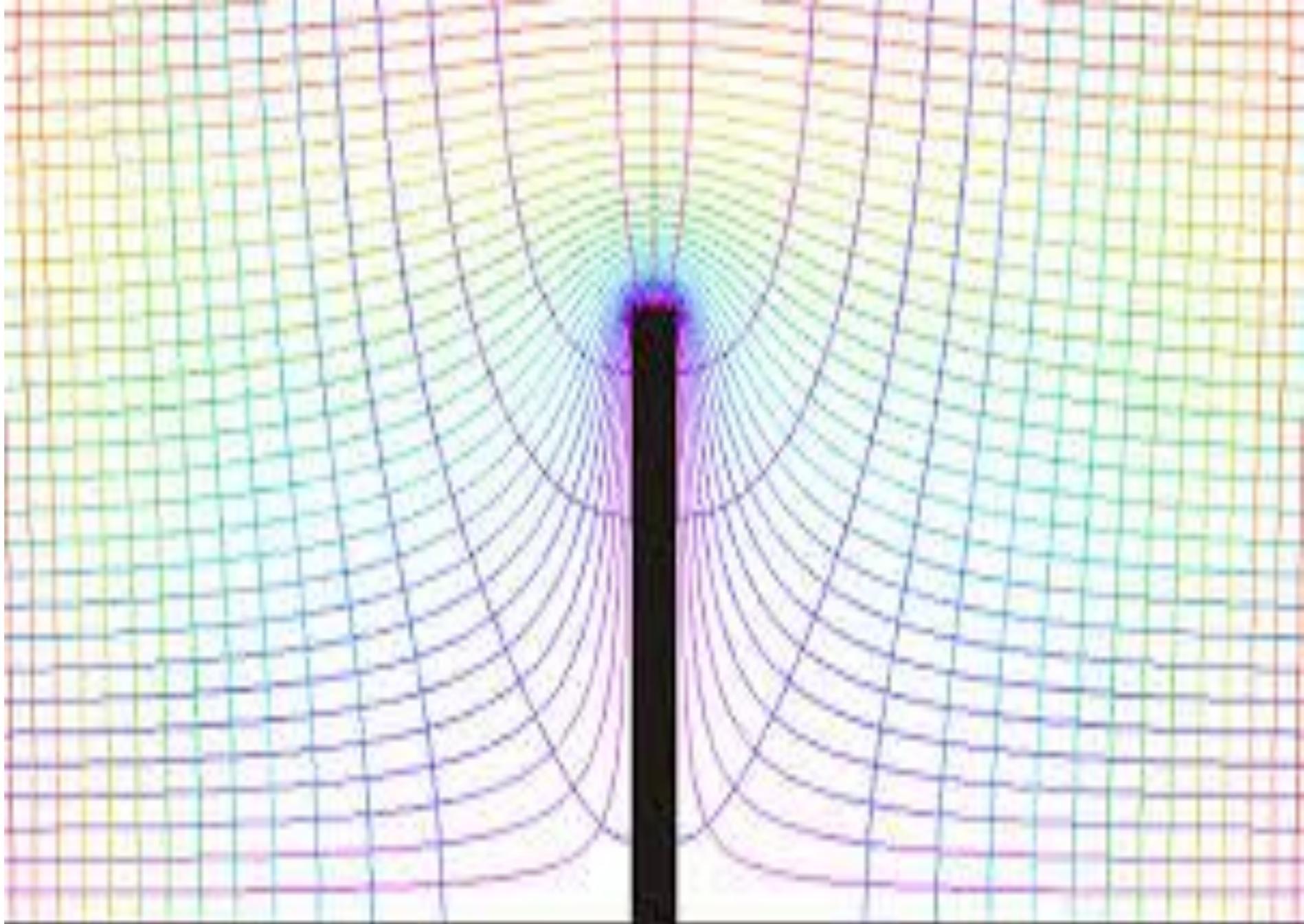
-----SUPERFICIES EQUIPOTENCIALES  
 ————LINEAS DE FUERZA

ESFERA CON CARGAS POSITIVAS

|

CAMPO MAGNETICO PRODUCIDO  
POR UNA ESFERA DE 15cm. DE DIA-  
METRO COLOCADA A UNOS 50cm.  
DE ALTURA SOBRE UN PLANO CON-  
DUCTOR INDEFINIDO Y CARGADA A  
UN POTENCIAL DE 500 V. CON RES-  
PECTO A LA TIERRA.





CAMPO ELECTRICO DISTORSIONADO

EFECTO DE PUNTA



# Condensador o capacitor:

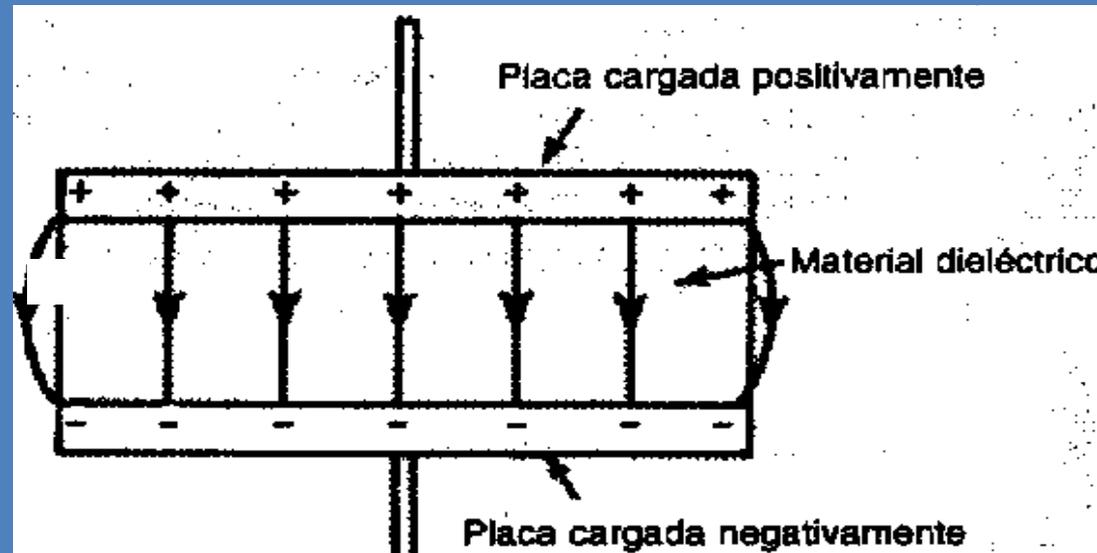
Dos placas paralelas, metálicas cargadas. establecen un campo de fuerzas de origen electrostático: Presentan el fenómeno de almacenar Energía, y su unidad es el Faradio

$q$  (Culombio)

$V_{12}$  (Volts) = -----

$C$  ( faradio)

Las líneas eléctricas al estar tensionadas presentan fenómenos capacitivos, campos de fuerza de origen electrostático y energía almacenada



# CAMPO ELECTRICO

**Para una determinada distancia el Campo eléctrico es directamente proporcional al Potencial de la línea o cuerpo Cargado e inversamente proporcional a la distancia al cuadrado  $1/d^2$**

**La distribución el mismo se altera fácilmente con la presencia de cualquier objeto conductor o dieléctrico**

**Variables que afectan al Campo Eléctrico (magnitud, distorsión, perturbación)**

**Tensión de la línea (proporcional)**

**Altura de los conductores sobre el Terreno**

**Configuración de la línea**

**Proximidad a objetos conductores (cercos, arboles)**

**Distancia lateral al centro  $1/d^2$**

**Son Fáciles de Blindar**

**Poca variabilidad ya que depende del nivel de tensión de la línea que es suficientemente constante +/- n %. de la Unominal.**

# CAMPO MAGNETICO

# CAMPO MAGNETICO

Son directamente dependiente de la intensidad de corriente. Y con bajas tensiones pueden tener corrientes elevadas y campos magnéticos asociados también elevados, inclusive superiores a líneas de alta tensión.

H intensidad de campo magnético en A/m

B inducción e campo magnético en Tesla, Gauss, Wb/m<sup>2</sup>

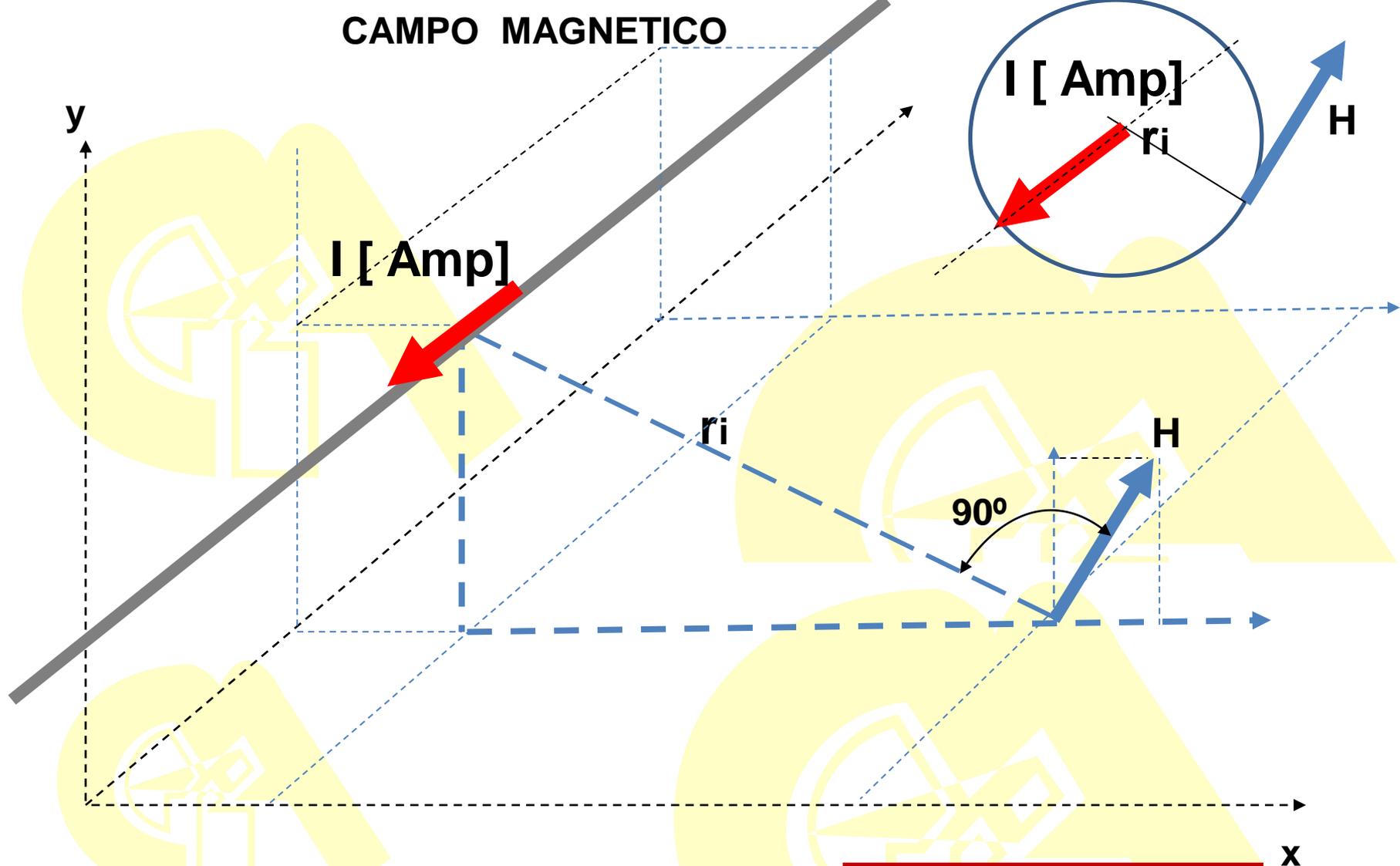
1  $\mu$ Tesla ( micro Tesla)= 10 mG( miligauss)

1 Tesla = 1 Wb/m<sup>2</sup> = 10.000 Gauss

$B = \mu H$                        $\mu$ = permeabilidad magnética  $12,56 \cdot 10^{-7}$  [ Wb/(A m)]

**Es directamente proporcional al valor de intensidad de corriente e inversamente proporcional a la distancia**

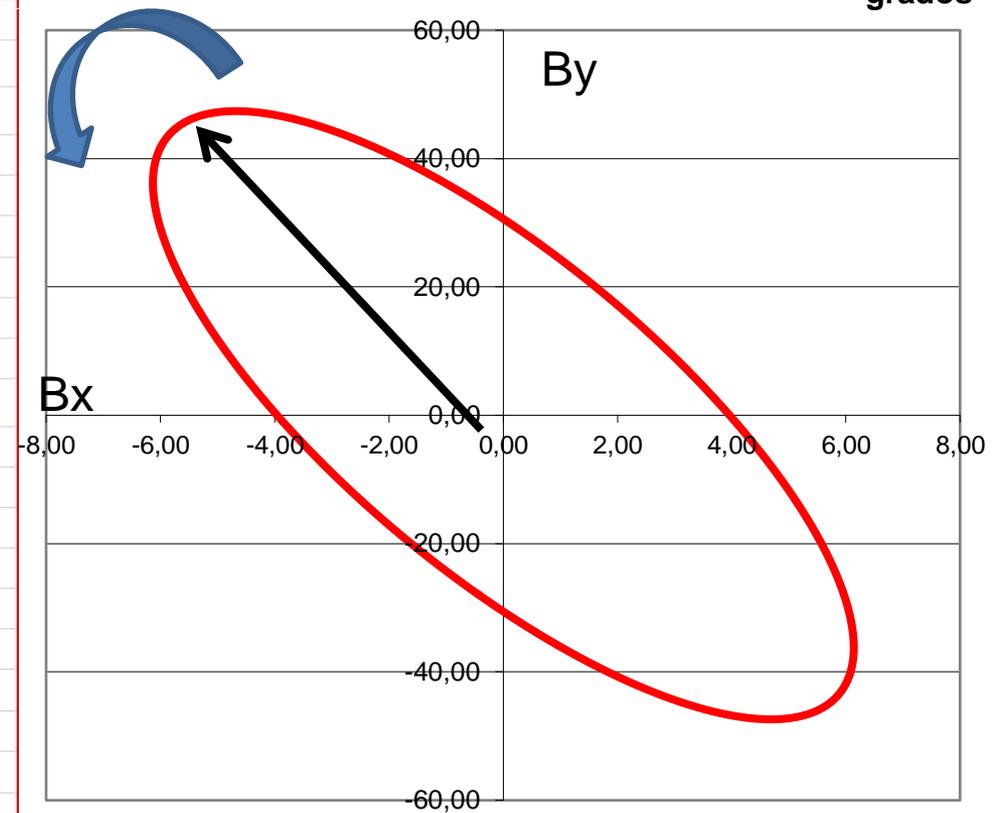
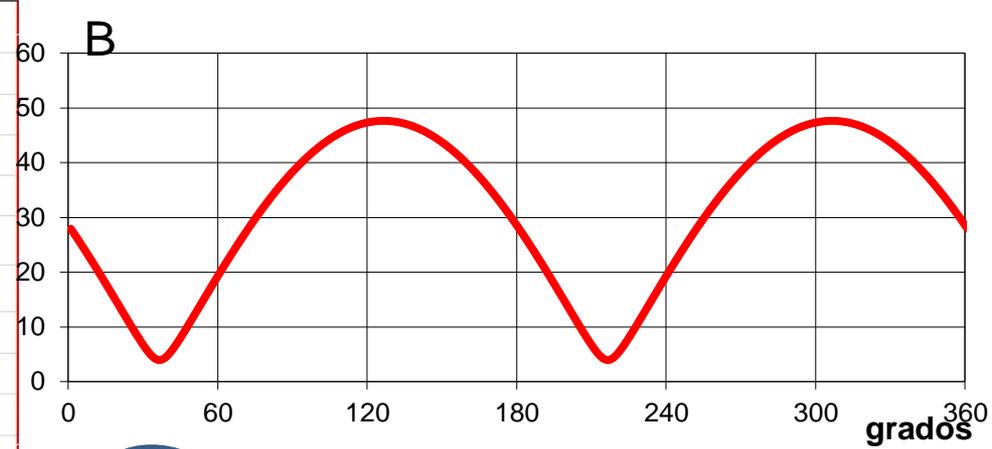
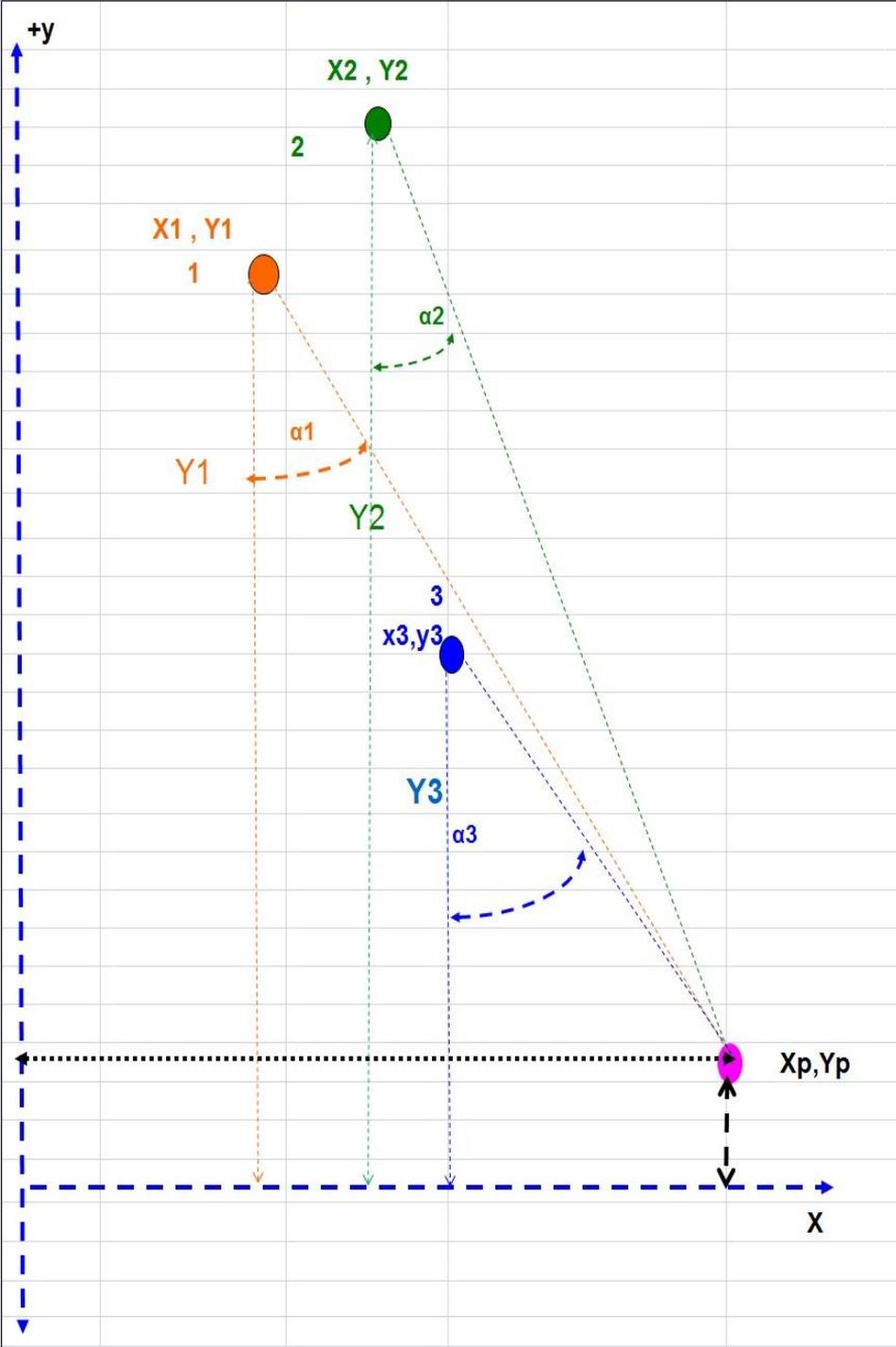
# CAMPO MAGNETICO



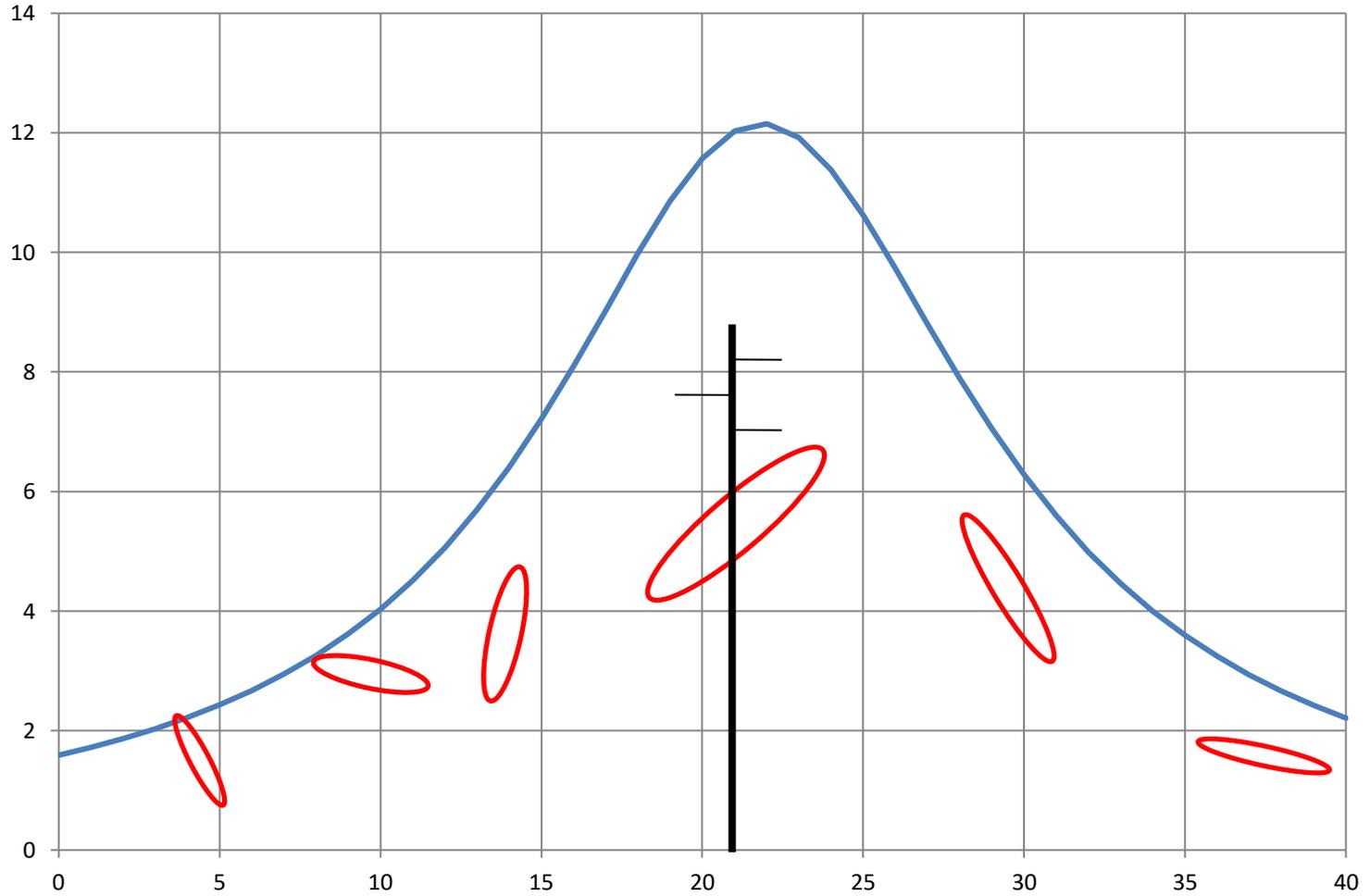
**$H$  [A/m]**  
**intensidad**  
**de campo magnético**

**$I$  (Amp)**  
 **$H = \frac{I}{2 \cdot \pi \cdot r_i(m)}$**

**$B = \mu H$  (T) o ( $\mu T$ )**  
**Inducción de**  
**campo magnético**



B mGaus



metros

# CAMPO MAGNETICO

**Variabilidad en relación con la variación de la corriente, en función de la carga de la línea.**

**Depende de la altura de los conductores sobre el terreno**

**Si hay desbalance de corrientes, el valor de campo es bastante mayor que con corrientes balanceadas y su valor decae más lentamente en la medida que nos alejamos del eje de la línea.**

**Efectos sobre los hilos de guardia**

**Su atenuación se consigue con placas de material ferro magnético de espesor importante , también placas de características conductivas por ejemplo lámina de aluminio. Disposición geométrica de la línea.**

**Son muy difíciles de blindar ya que atraviesan casi todo,**

**Se debe aumentar la altura de las líneas**

**Se debe aumentar el Nivel de tensión, para transmitir con menor intensidad de corriente.**

**Uso de circuitos múltiples, con secuencia inversa de una terna respecto a la otra.**

# CAMPO MAGNETICO

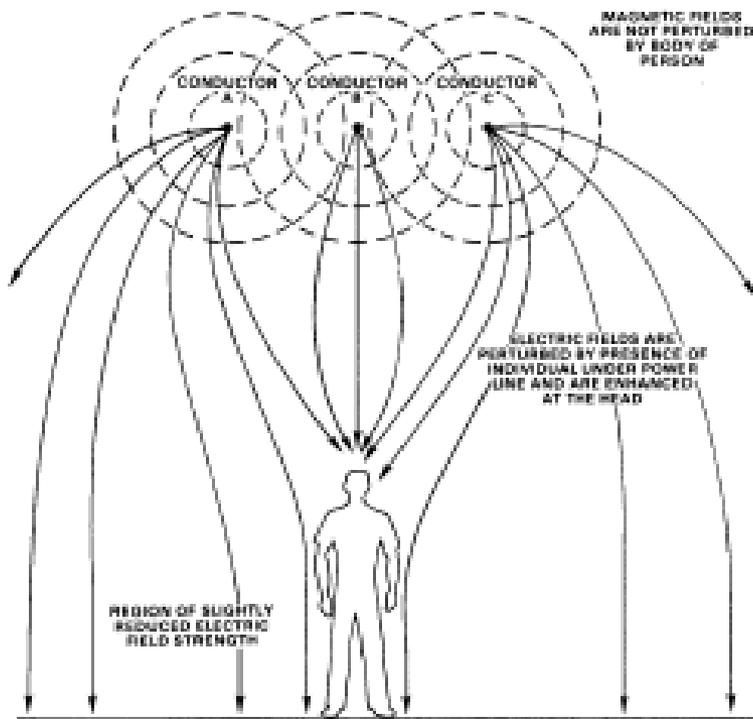
**Líneas compactas 13,2 KV y 33 KV, mejoran el impacto visual , menor reactancia inductiva.**

**Dificulta el mantenimiento con tensión.**

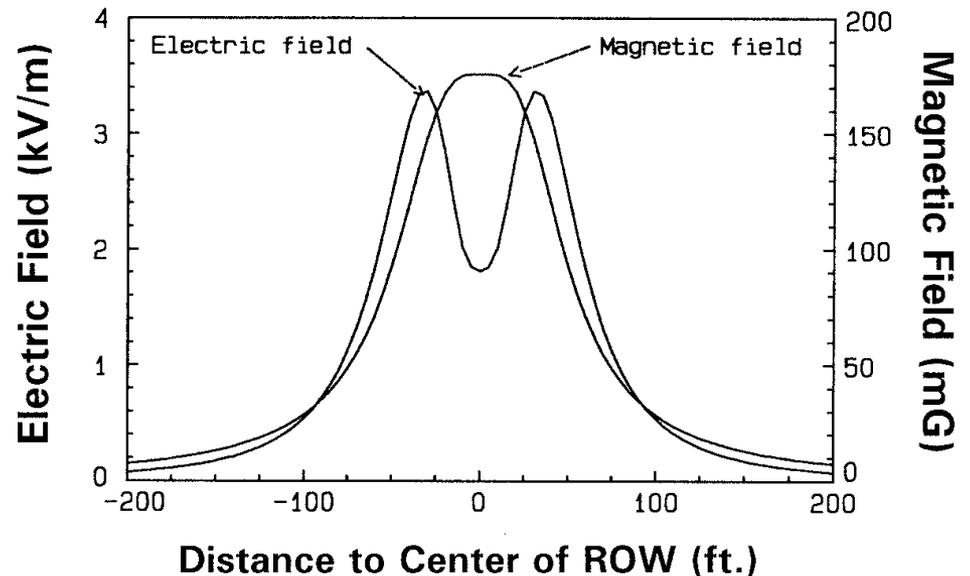
**Ante cortocircuitos aumenta la tensión en las fases sanas, 1,25 a 1,5**

**Con lo cual obliga a aumentar el BIL de la línea ( Basic Insulation Level)**

# Línea de 345 kV Campo Magnético y Campo Eléctrico



Spatial Distribution of Electric and Magnetic Field Strength Beneath a 345 kV Transmission Line



# EFEECTO CORONA

Si se somete a un dieléctrico( aire) a un campo eléctrico cuyo gradiente de potencial  $\Delta E/\Delta d$  va en aumento, se llegara a un valor del gradiente de potencial que exceda la rigidez dieléctrica máxima del dieléctrico, perforando al mismo

Este valor del gradiente se llama gradiente disruptivo.

En particular si se somete a un conductor de una línea de transmisión a un voltaje creciente, también lo hará el gradiente de potencial y se llega a el momento en que supera al gradiente disruptivo del aire.

Se producen entonces la ionización del aire que rodea al conductor y que se manifiesta por una crepitación ( ruido a fritura) y una luminosidad azulada que se percibe de noche.

Si el campo eléctrico fuese uniforme alrededor de un conductor, la ionización aparecería a 25° C a 760 mm de mercurio, al alcanzar un  $\Delta E/\Delta d$  de pico de 30 kV/cm

# **EFEECTO CORONA**

**Aparece en la superficie de los elementos que componen la línea y que se encuentran bajo tensión**

**Existen pequeñas descargas , el campo eléctrico  $E$  acelera los iones del aire y se producen perdidas energéticas ( línea aérea , sin pantalla electrostática)**

**Altamente dependiente de la concentración de campo eléctrico en la superficie del conductor y de las condiciones atmosféricas.**

**Dichas descargas emiten radiación en las inmediaciones que pueden perturbar las señales de comunicación ( radio interferencia RI)**

**En AT y EAT , el movimiento de los iones se transmite en el aire, y puede provocar ruido audible**

**Descargas eléctricas parciales en un medio dieléctrico gaseoso en regiones de alta intensidad de campo eléctrico, en el entorno de conductores-**

**Micro descargas que tienen lugar generalmente en la morseteria y que se deben a falsos contactos o a imperfecciones en el ensamble entre un aislador y su morseteria.**

# **EFECTO CORONA**

## **RESUMIENDO**

**Descargas corona: dependen del diseño de la línea e interfieren en frecuencias inferiores a 30 MHz ( radio Amplitud Modulada) fenómeno conocido como radio interferencia RI.**

**Se lo limita con conductores múltiples, en 220 kV 2 c/f, 500 kV 4 c/f, ya que cuanto menor en el diámetro del conductor aumenta el efecto corona, al colocar esa sección (área) en varios conductores múltiples, aumenta el RMG y disminuye el efecto corona. Y además baja la reactancia inductiva de la línea.**

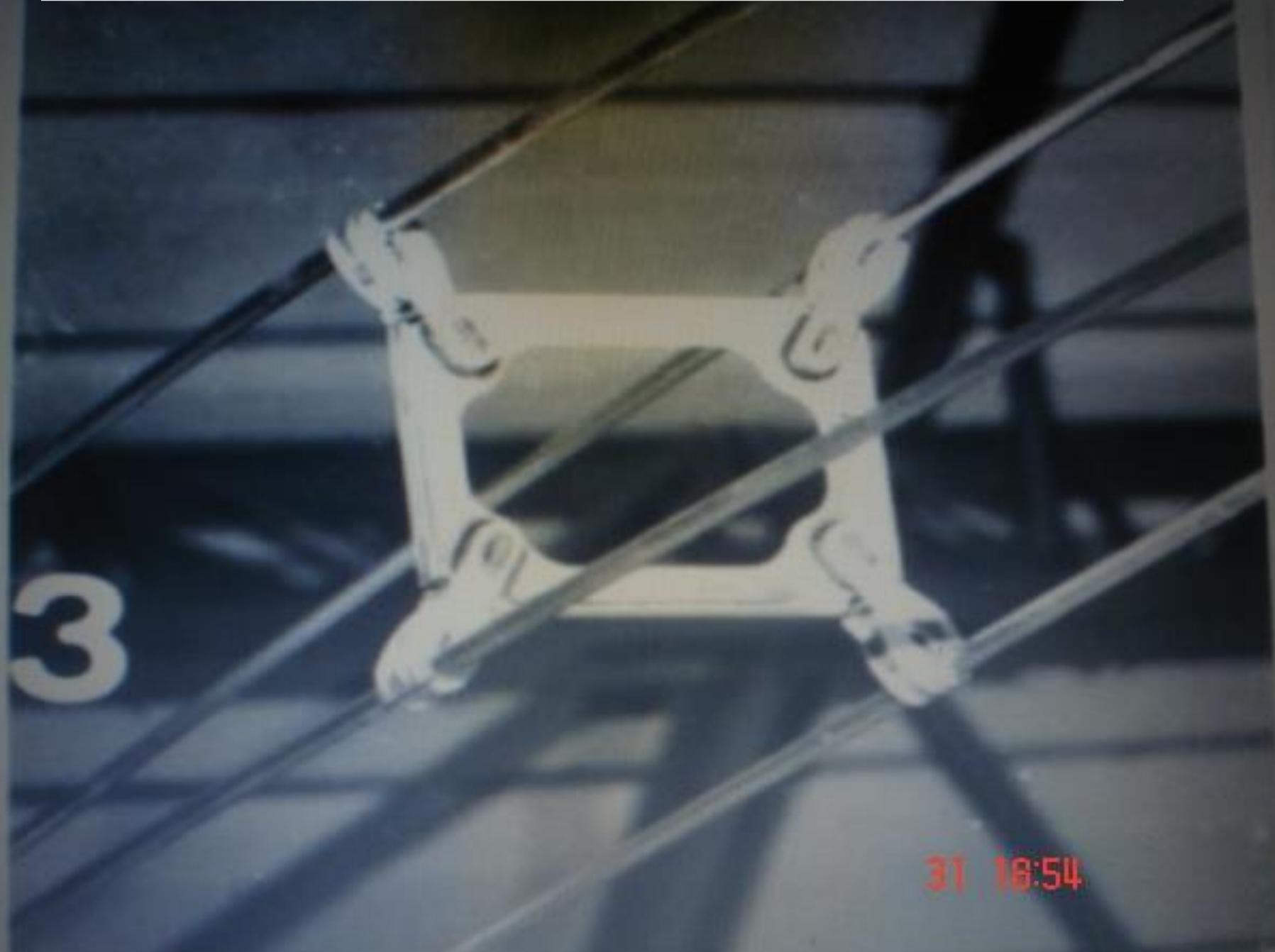
**Presenta pérdidas de energía , que aumentan con condiciones desfavorables de la atmósfera, en caso de tiempo lluvioso puede aumentar las pérdidas unas 10 veces mas que condiciones optimas.**

**Descargas disruptivas: dependen de los aspectos constructivos de la línea e interfieren en los centenares de MHz ( radio FM y TV).**

# ENSAYO DE LABORATORIO PARA ANALIZAR EL EFECTO CORONA



ENSAYO DE LABORATORIO PARA ANALIZAR EL EFECTO CORONA





ENSAYO DE LABORATORIO PARA ANALIZAR EL EFECTO CORONA

# RELACION CON LOS SERES HUMANOS

## RESUMIENDO

### CAMPOS ELECTRICOS

**E: ASOCIADO A LA PRESENCIA DE CARGA ELECTRICA ( V/m)**

**DEPENDEN DE LA TENSION  $U \approx \text{CTE}$**

**DISMINUYEN CON EL CUADRADO DE LA DISTANCIA**

**FACILES DE BLINDAR**

### CAMPOS MAGNETICOS

**H: ASOCIADO AL MOVIMIENTO DE CARGA ELECTRICA ( A/m)**

**$B = \mu H$  ( Tesla )**

**$1 \mu T$  ( micro Tesla) = 10 mG ( miligauss)**

**DEPENDEN DE LA CORRIENTE (I VARIA DURANTE EL DIA)**

**DISMINUYEN CON LA DISTANCIA**

**DIFICILES DE BLINDAR**

# FUENTES ELECTROMAGNETICAS

## CAMPOS RADIANTES

SE PROPAGAN DESDE SU FUENTE, VINCULADOS E y B

IONIZANTE FRECUENCIAS SUPERIORES A  $10^{16}$  Hz -RAYOS X, DISRUPCION DE TEJIDOS MOLECULARES. LONGITUDES DE ONDAS CORTAS

SE PROPAGAN POR EL ESPACIO AUN CUANDO LA FUENTE HAYA DESAPARECIDO

## CAMPOS NO RADIANTES

A MUY BAJA FRECUENCIA LAS COMPONENTES ELECTRICA Y MAGNETICA ESTAN DESACOPLANOS Y SU ANALISIS ES INDEPENDIENTE.

NO SE REALIMENTAN, DESAPARECEN CUANDO LA FUENTE NO EMITE.

DESAPARECEN A CIERTA DISTANCIA DE LA FUENTE

LONGITUDES DE ONDA ALTAS, A 60 Hz 5.000 Km Y 50 Hz 6.000 Km

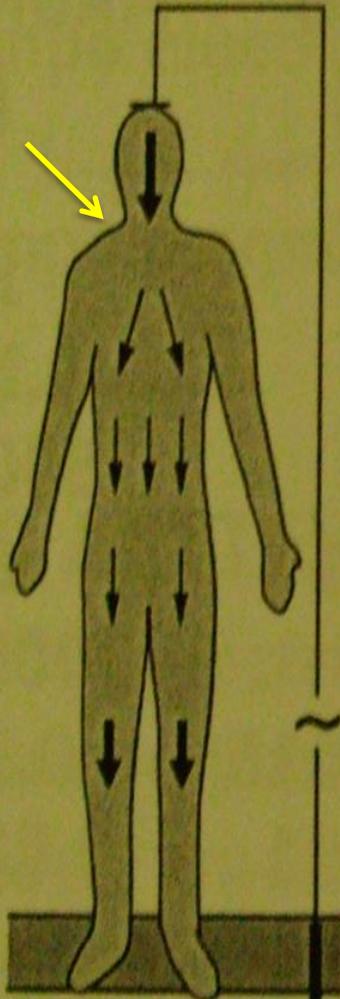
**CERCANOS- NO RADIANTES Y NO IONIZANTES**

**Líneas de campo eléctrico  
Superficiales no penetran  
el cuerpo humano**

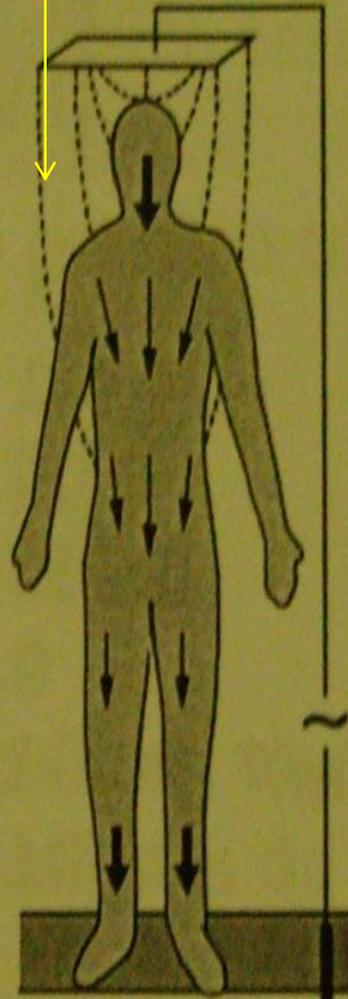
**THE PHYSICAL MECHANISM: INDUCTION OF ELECTRIC CURRENTS**

**Corrientes  
directas  
internas**

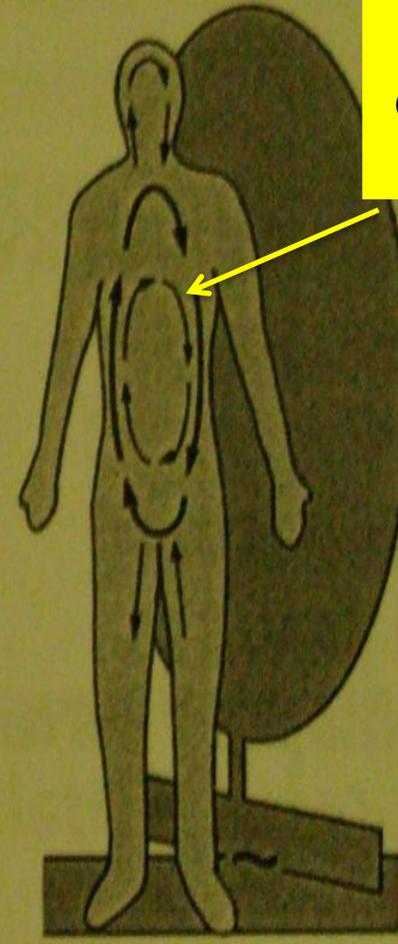
**Electric Voltage**



**Electric Field**



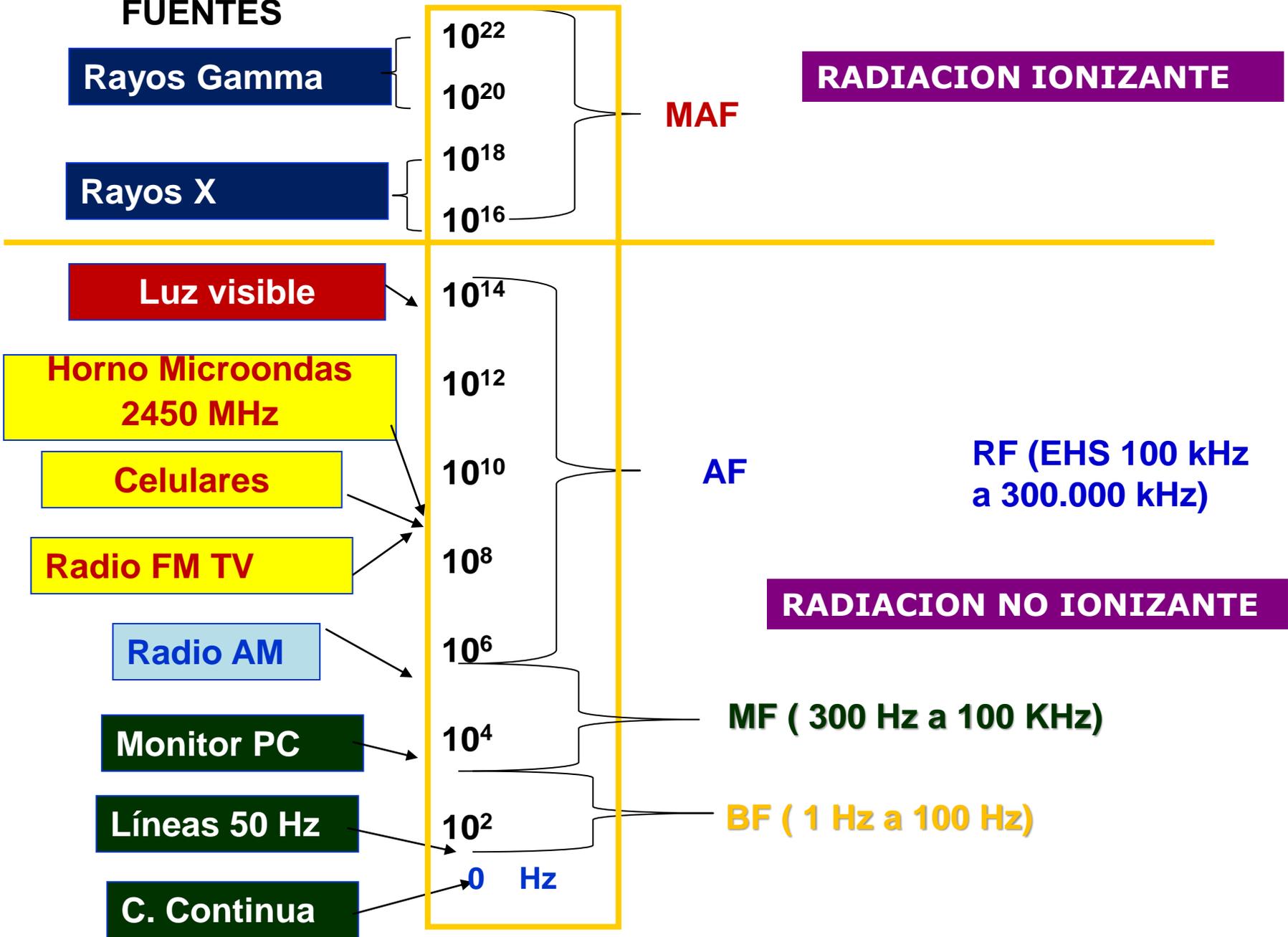
**Magnetic Field**



**Corrientes  
Inducidas  
de  
circulación  
internas**

# ESPECTRO ELECTROMAGNETICO en Hz

## FUENTES



**RADIACION IONIZANTE**

**MAF**

**RF (EHS 100 kHz a 300.000 kHz)**

**AF**

**RADIACION NO IONIZANTE**

**MF (300 Hz a 100 KHz)**

**BF (1 Hz a 100 Hz)**

**0 Hz**

# ESPECTRO ELECTROMAGNETICO Hz

## FUENTES

Rayos Gamma

Rayos X

Luz visible

Horno Microondas  
2450 MHz

Celulares

Radio FM TV

Radio AM

Monitor PC

Líneas 50 Hz

C. Continua

$10^{22}$

$10^{20}$

$10^{18}$

$10^{16}$

$10^{14}$

$10^{12}$

$10^{10}$

$10^8$

$10^6$

$10^4$

$10^2$

0

RADIACION  
IONIZANTE

RADIACION  
NO  
IONIZANTE

Ionizantes

TERMICOS OPTICOS

NO TERMICOS

Bioefectos

Roturas de  
enlaces  
moleculares

Efectos  
Genotóxicos

Excitación  
de  
Electrones

Efectos  
Fotoquímicos

Inducción de  
corrientes  
intensas

Calentamiento

Inducción  
de  
Corrientes  
débiles

Muy débiles como  
para producir  
convulsiones  
musculares incluso  
debajo de una línea  
eléctrica

**Carcinógenos Genotóxicos:** Algunos agentes carcinógenos, en especial los agentes iniciadores y progresores se caracterizan por su capacidad de alterar la estructura del ADN y/o de los cromosomas. Estos efectos genotóxicos inducen directamente la aparición de células neoplásicas (transformadas o malignas). Tales efectos genotóxicos podríamos sumarizarlos en mutaciones, formación de aductos y aberraciones cromosómicas. Sin embargo, en la mayor parte de los casos, la acción carcinógena de estos agentes consiste en un aumento del potencial oxidativo de las células lo cual resulta en modificaciones en el ADN (oxidación del ADN) o formación de uniones covalentes de los agentes o sus metabolitos a las cadenas de ADN (aductos). En la acción de este tipo de sustancias juega un papel fundamental el metabolismo celular, a través del cual se produce la biotransformación de sustancias en principio inocuas a compuestos (generalmente reactivos) que presentan capacidad genotóxica y que son llamados (carcinógenos finales). En todo caso, la acción de un agente carcinogénico debe acompañarse, para que ésta sea efectiva, de un desbalance en los mecanismos de reparación de ADN.

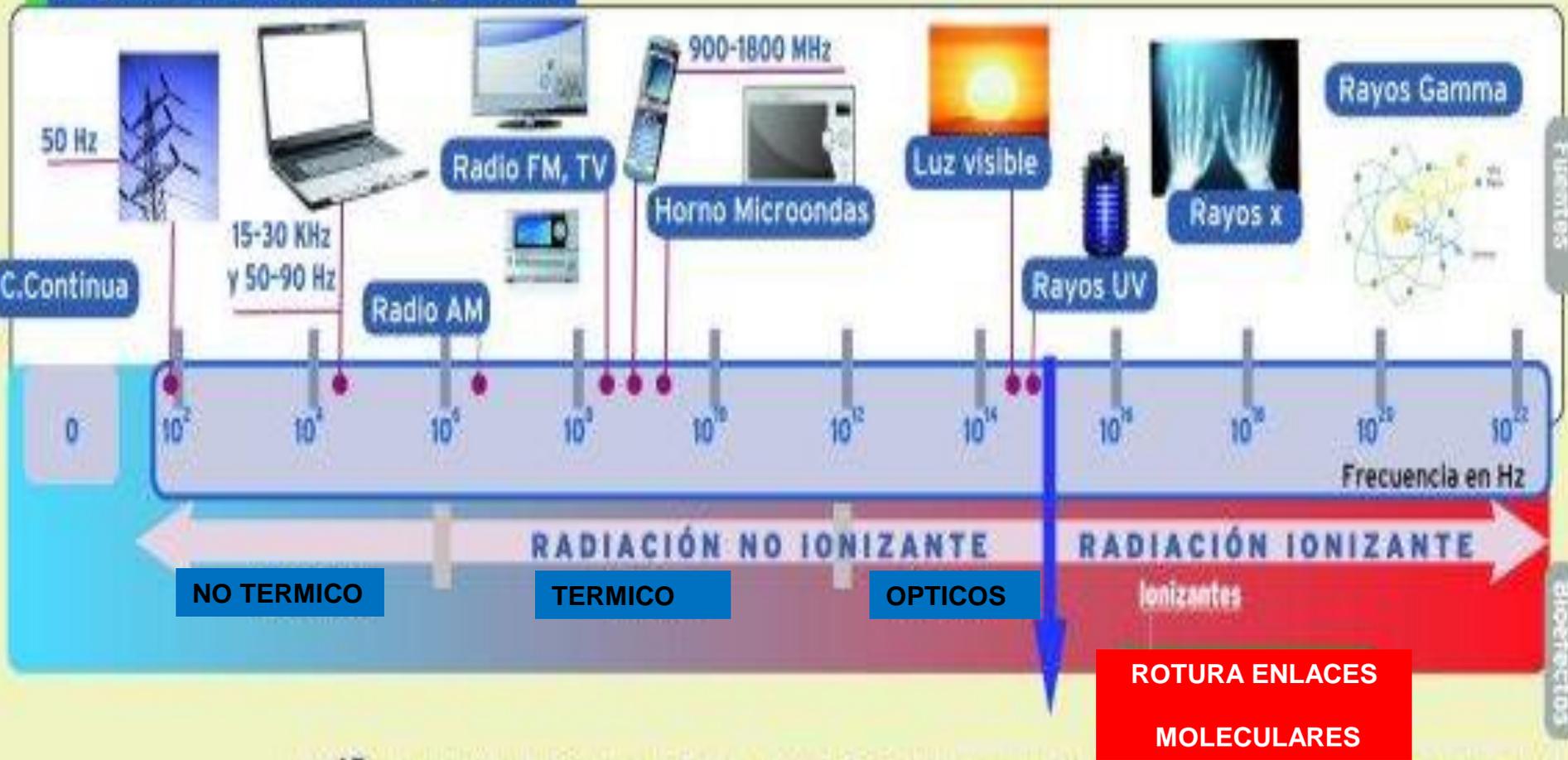
## EFFECTOS FOTOQUIMICOS.

Constituye uno de los efectos Radiación Ultravioleta debido a su energía, esta radiación ya es capaz de extraer electrones de las órbitas externas de los átomos, puede redistribuir los átomos componentes de las moléculas en nuevas moléculas o puede facilitar diversas reacciones químicas.

## CALENTAMIENTO

**Posibles efectos sistema nervioso central**

# Espectro Electromagnético



## **FUENTES NATURALES**

**Campo eléctrico estático terrestre  $\leq 0,2$  KV/m**

**en lugares desérticos y tormentosos  $\leq 50$  KV/m**

**Campo magnético estático terrestre  $\approx 50 \mu\text{T} = 500$  mG**

## **FUENTES ARTIFICIALES**

### **Instalaciones eléctricas**

**Líneas de transmisión de energía eléctrica**

**Líneas y transformadores de distribución**

**Equipos electrónicos**

**maquinaria eléctrica**

**aparatos electrodomésticos**

## **Aparatos electrodomésticos y equipos electrónicos**

**A pocos centímetros.**

$$B \leq 2500 \mu\text{T} = 25000 \text{ mG}$$

$$E \leq 0,2 \text{ kV/m}$$

**Campo eléctrico de fondo residencial en el centro de las habitaciones:**

$$E \leq 0,01 \text{ kV/m}$$

**Campo Magnético residencial de fondo en el centro de las habitaciones:**

$$0,05 \mu\text{T}(0,5\text{mG}) \leq B \leq 0,3 \mu\text{T} (3 \text{ mG})$$

**Otras fuentes de campos en hogares y oficinas:**

**Cableado domiciliario de alimentación eléctrica**

**Corrientes de neutro en cañerías puesta a tierra**

**Fuentes externas próximas ( líneas, trafos, etc)**

# Tabla de Intensidad de campo Eléctrico y densidad de campo magnético en electrodomésticos

## Campo eléctrico a 30 cm

Cocina eléctrica	130 V/m
Tostador de Pan	40 V/m
Refrigerador	50 V/m
Televisión	30 V/m
Lámpara incandescente	2 V/m

## Densidad de campo magnético ( mG)

	3 cm	30 cm	1m
Televisión	300	40	1
Batidora Eléctrica	500	10	0,5
Procesadora eléctrica	8000	30	1
Afeitadora eléctrica	10000	50	2
Secador de pelo	25000 a 10000		

## Densidad de campo magnético) en equipos de oficinas ( mG)

Maq. de escribir eléctrica	32
Monitor de red	12 a 14
Fotocopiadora	10 a 12
Microordenador	2 a 7
Impresora	6 a 14

## **Densidad de campo magnético) en equipos de aparatos de industrias ( mG)**

Soldaduras convencionales	50 a 3500
Soldaduras en líneas de producción en distintas frecuencias	1800 a 41000
Tornos	10
Fresadoras	5
Cizallas	210
Aparatos de erosión electrolítico	14
Sierras	2
Compresores	3
Agujereadoras y limadoras	8
Cortadoras	5 a 6

## **Otros, Densidad de campo magnético( mG)**

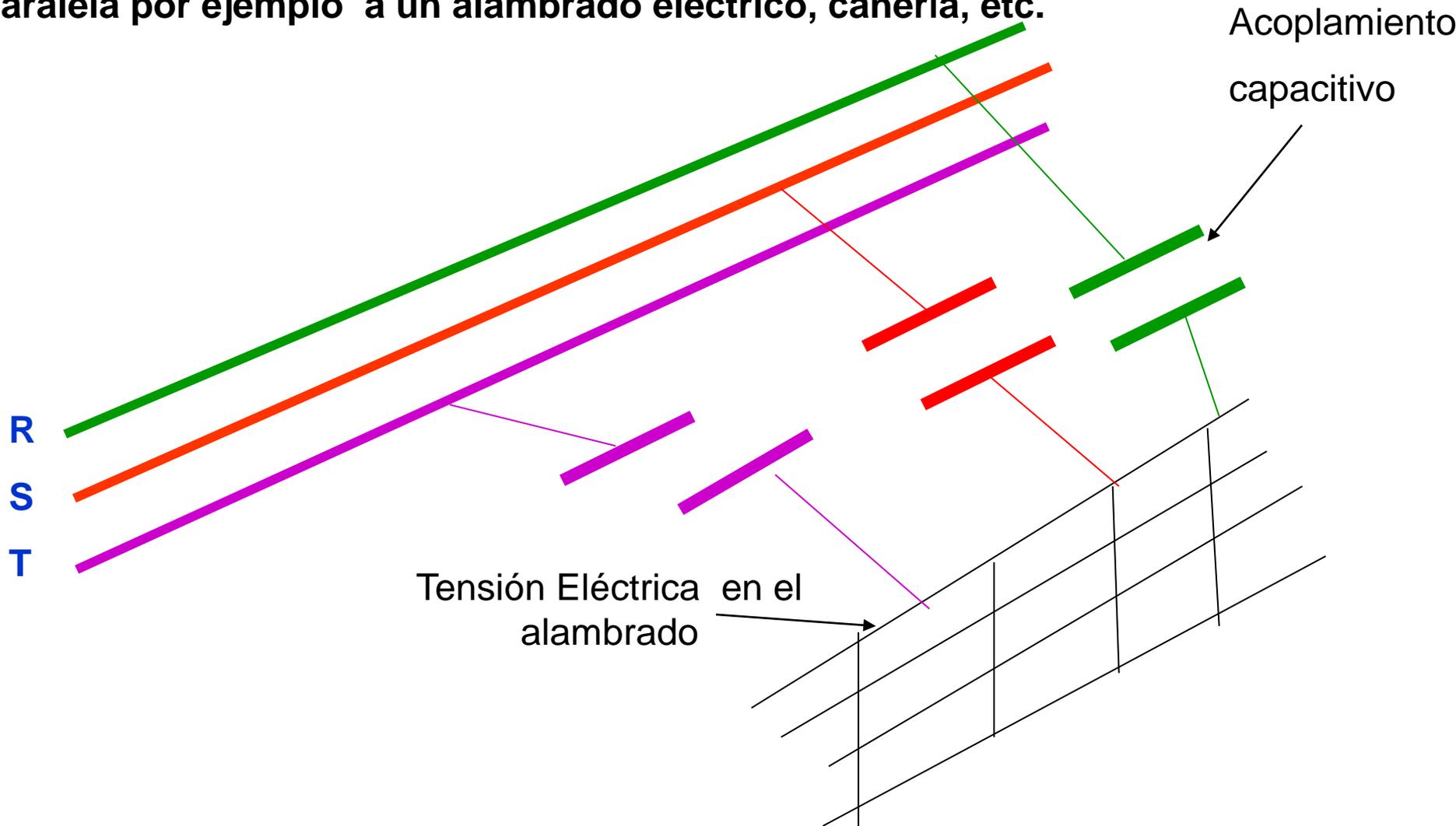
Resonancia Magnética	20.000.000 (CC)
Marcapasos hasta	5000 (CC)

# CORRIENTES POR TENSIONES DE CONTACTO

## EFECTO CAMPO ELECTRICO

**Corrientes de Contacto Originadas por Inducción Electroestática**

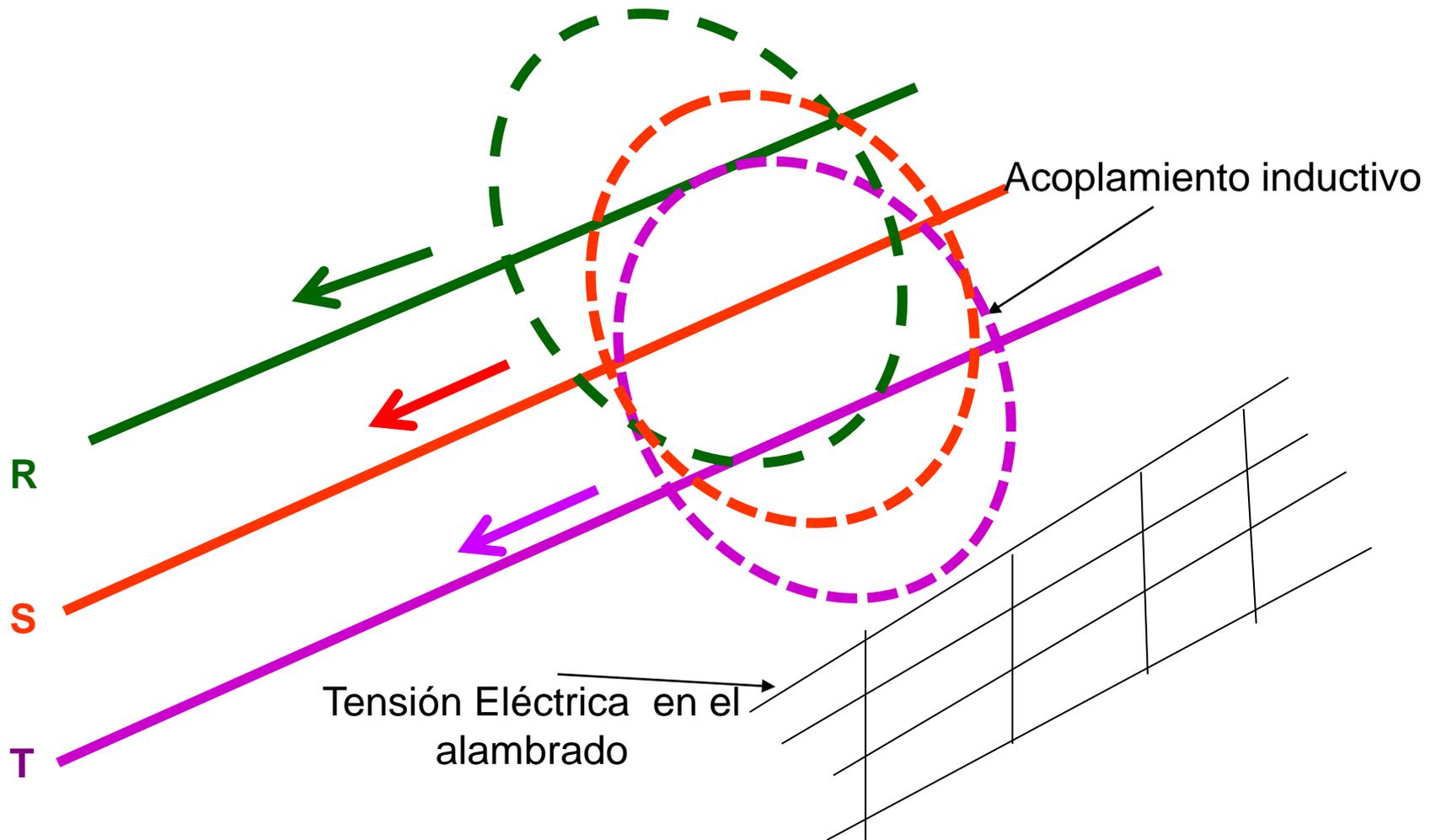
**Se producen por Efecto capacitivo, en la cercanía de líneas de AT y EAT, paralela por ejemplo a un alambrado eléctrico, cañería, etc.**



# CORRIENTES POR TENSIONES DE CONTACTO

## EFFECTO CAMPO MAGNETICO

Corrientes de Contacto Originadas por Inducción Magnética el Acoplamiento magnético, induce tensiones en el alambrado. siempre en cercanía de líneas de AT y EAT, paralela a un alambrado, cañería y o cerco, etc..



# CORRIENTES INDUCIDAS EN EL CUERPO

Valores limites

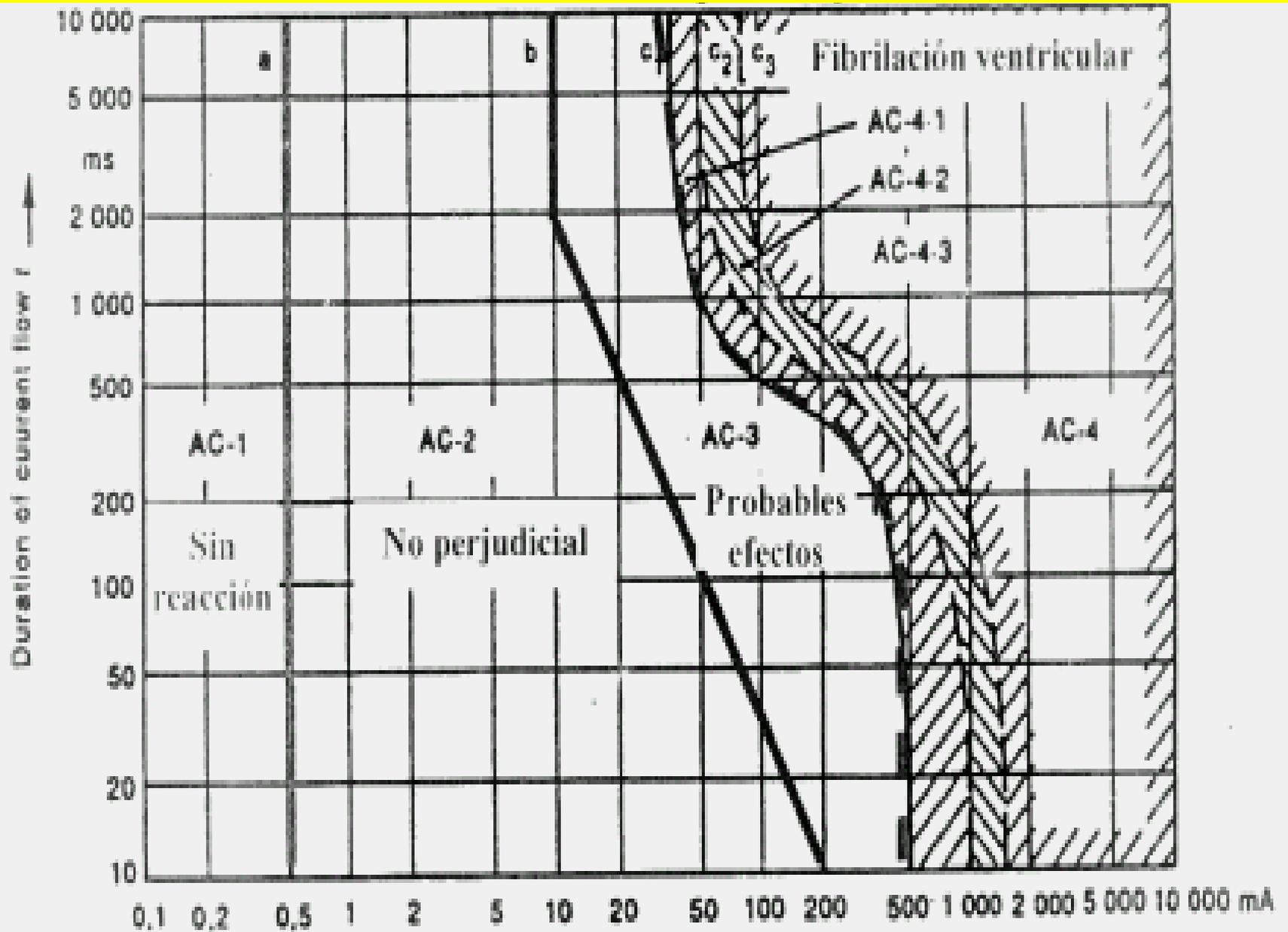
**Norma IRAM. 2371** :Efectos fisiológicos por el paso de la corriente alterna ( 15 a 100 Hz) por el cuerpo humano, basada en la norma IEC 479-1

**I** contacto limite: 5 mA      Umbral de sensibilidad 0,5 mA (sin reacción)

**ICNIRP** ( Asociación Internacional Protección Contra Radiación)

**J** Densidad de corriente admisible 10 mA/m<sup>2</sup>    o  0,1 mA/cm<sup>2</sup>

# IRAM 2371-1 efectos fisiológicos del paso de la corriente alterna (15 a 100 Hz) por el cuerpo humano IEC 479-1



# Descripción de la figura anterior

<b>Zona de designación</b>	<b>Zona de Limites</b>	<b>Efectos Fisiológicos</b>
<b>AC-1</b>	<b>Hasta 0,5 mA Línea a</b>	<b>Generalmente no hay reacción</b>
<b>AC-2</b>	<b>Hasta 0,5 mA Línea b</b>	<b>Generalmente efecto fisiológicos no perjudiciales</b>
<b>AC-3</b>	<b>Línea b hasta curva c1</b>	<b>Generalmente no es de esperar daño orgánico. Probabilidad de contracción muscular, calambres y dificultad en la respiración para corrientes de duración mayor a 2 seg. Alteraciones reversibles en la formación y conducción de impulsos del corazón, incluyendo la fibrilación arterial y paro cardiaco transitorio sin fibrilación ventricular que aumenta con la magnitud de la corriente y con el tiempo.</b>

# Descripción de la figura anterior

<b>Zona de designación</b>	<b>Zona de Limites</b>	<b>Efectos Fisiológicos</b>
<b>AC-4</b>	<b>Por encima de la curva c1</b>	<b>Efectos patofisiológicos peligrosos, creciente con la magnitud de la corriente y el tiempo, tales como paro cardiaco, paro respiratorio y quemaduras severas, sumados a los efectos de la zona 3</b>
<b>AC-4.1</b>	<b>Entre c1 y la la curva c2</b>	<b>Probabilidad de fibrilación ventricular creciendo hasta cerca del 5%</b>
<b>AC-4.2</b>	<b>Entre c2 y la la curva c3</b>	<b>Probabilidad de fibrilación ventricular creciendo hasta cerca del 50%</b>
<b>AC-4.3</b>	<b>Mas allá de la Curva C3</b>	<b>Probabilidad de fibrilación ventricular por encima del 50%</b>

# **NORMATIVA EN ARGENTINA**

**NORMA**

```
graph TD; A[NORMA] --> B[ORGANISMO GUBERNAMENTAL]; B --> C[OBLIGATORIA Y RESTRICTIVA];
```

**ORGANISMO  
GUBERNAMENTAL**

**OBLIGATORIA Y  
RESTRICTIVA**

# NORMATIVA EN ARGENTINA

Resolución 295 ( 2003) Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social

HIGIENE Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO

## VALORES LIMITES DE CAMPO MAGNETICO ESTATICO

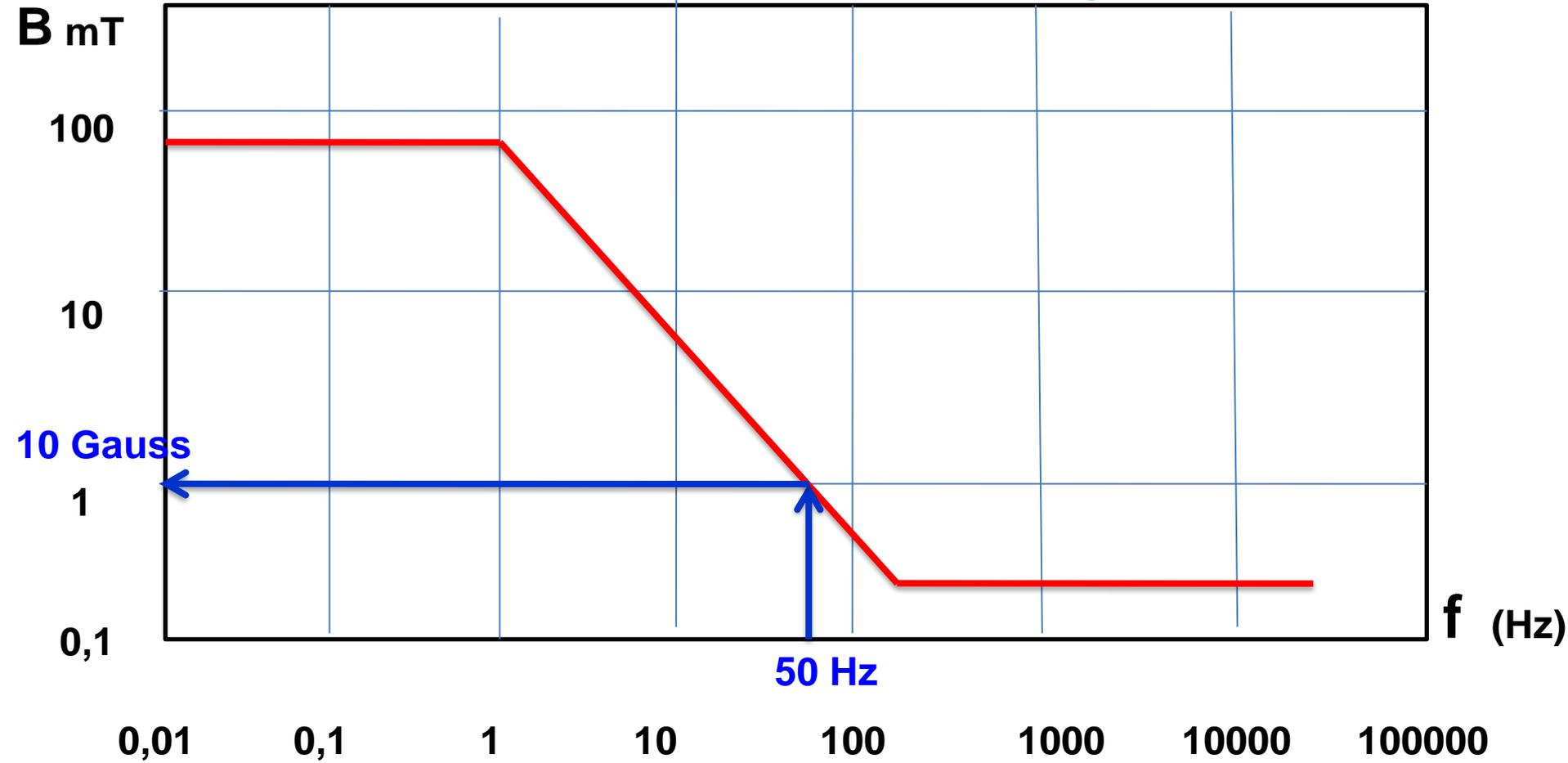
Condición	media ponderada en el tiempo tiempo 8 h	techo
Cuerpo.....	60 mT.....	2T
Extremidades.....	600 mT.....	5T
Personas con Dispositivos Médicos electrónicos.....		0,5mT

1  $\mu$ Tesla ( micro Tesla)= 10 mG( miligauss)

# NORMATIVA EN ARGENTINA

Resolución 295 ( 2003) Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social. HIGIENE Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO. Rango de 0 a 30 kHz

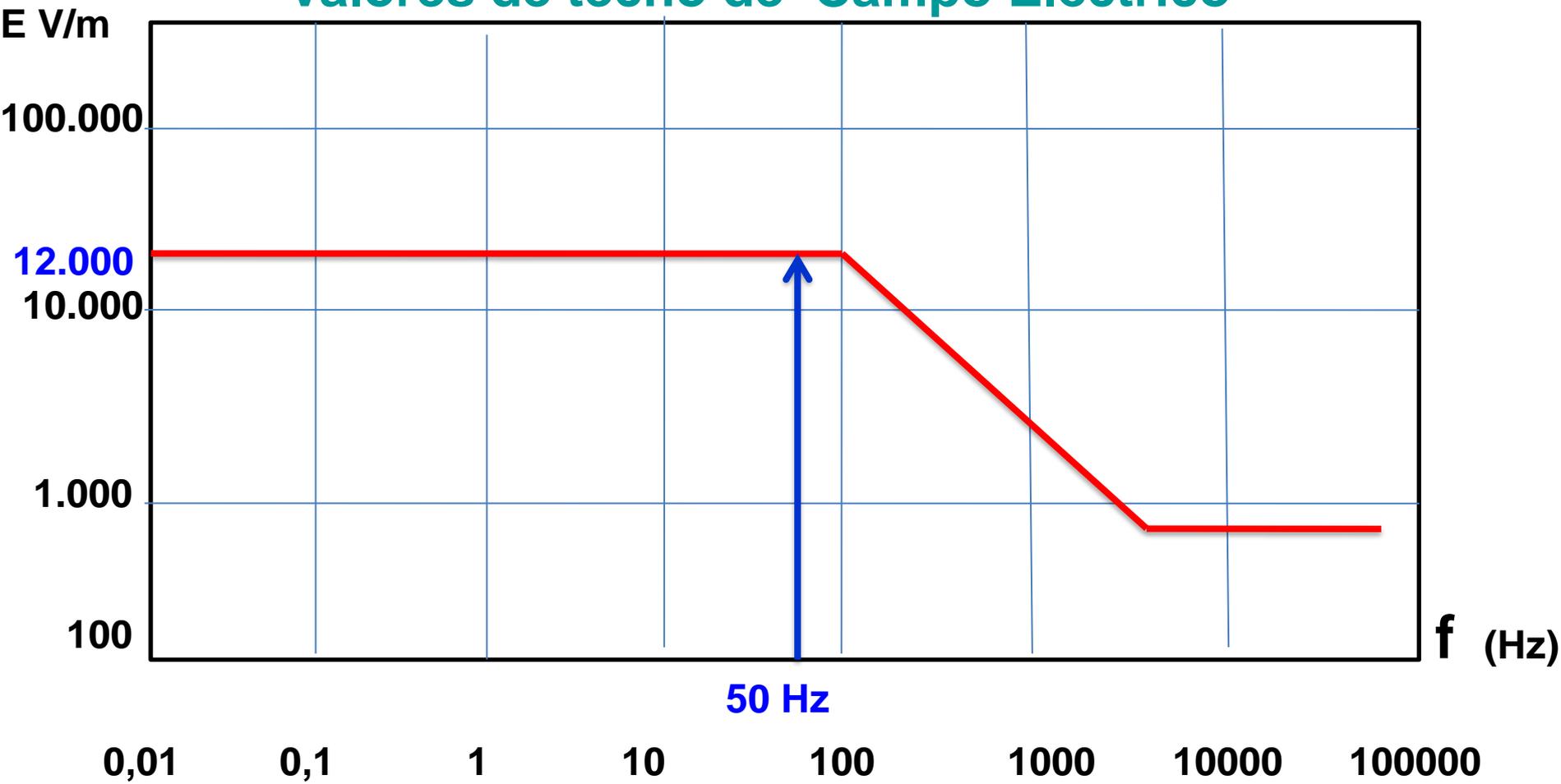
## Valores de techo de Campo Magnético



# NORMATIVA EN ARGENTINA

Resolución 295 ( 2003) Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social. HIGIENE Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO. Rango de 0 a 30 kHz

## Valores de techo de Campo Eléctrico



## **Resolución 295 ( 2003) Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social. HIGIENE Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO.**

*Estos valores limite están basados en las corrientes que se producen en la superficie del cuerpo e inducen a corrientes internas a niveles bajo los cuales se cree producen efectos adversos para la salud*

*Las fuerzas de campo Eléctrico mayores de aproximadamente 5 a 7 kV/m pueden producir una gran variedad de peligros para la seguridad, tales como situaciones de alarma asociada con descargas disruptivas ( chispas) y corrientes de contacto procedentes de los conductores sin puesta a tierra.*

*Además pueden existir situaciones de peligro para la seguridad asociadas con la combustión, ignición de materiales inflamables y dispositivos eléctricos explosivos cuando existan campos eléctricos de alta intensidad.*

*Deben evitarse los objetos no conectados a tierra, y cuando haya que manejarlos a estos hay que conectarlos a tierra o utilizar guantes aislantes. Una medida de prudencia es usar medios de protección ( trajes dieléctricos, guantes y elementos de aislación) en los casos de que los campos eléctricos excedan los 15 kV/m*

# **SECRETARIA DE ENERGIA**

**fija medidas de protección y ambiental  
Estándares ambientales**



## **ENTE NACIONAL REGULADOR DE LA ELECTRICIDAD**

**Procedimientos para el cumplimiento de normas**

**Auditorias ambientales**

**Autoridad de fiscalización**

**Resolución 77 / 1998 de la SECRETARIA DE  
ENERGIA DE LA NACION**



**Campo Eléctrico No perturbado para líneas en  
condiciones de  $U_n$ , y a temp max**

$$E = 3 \text{ kV/m}$$



**Densidad de flujo Magnético para líneas en  
condiciones limite térmico de los conductores**

$$B = 25 \text{ } \mu\text{T} \text{ o } 250 \text{ mG}$$

**Estas consideraciones, tanto para E o B, proveerán una norma interina que evitara aumentos innecesarios de los niveles existentes de exposición a campos magnéticos**



**Tal norma se aplicará solamente a futuras instalaciones de transmisión, y no pretende indicar niveles de exposición seguros ni inseguros**

***CAMPOS ELECTRICOS Y  
MAGNETICOS***

***REFERENCIA  
INTERNACIONAL***

# **REFERENCIA INTERNACIONAL**

## **NRPB UK ( National Radiation Protection Board- United Kingdom)**

**publico en general**

**ocupacional**

<b>E</b>	<b>50 Hz</b>	<b>12 kV/m</b>	<b>12 kV/m</b>
<b>E</b>	<b>60 Hz</b>	<b>10 kV/m</b>	<b>10 kV/m</b>
<b>B</b>	<b>50 Hz</b>	<b>16.000 mG</b>	<b>16.000mG</b>
<b>B</b>	<b>60 Hz</b>	<b>13.300 mG</b>	<b>13.300mG</b>

**Nin. Trab 12 kV/m 12.000 mG**

**Se 3 kV/m 250 mG**

# ***REFERENCIA INTERNACIONAL***

**EC (European Commission 2004/40/CE)**

**Valores limites**

**50 Hz**

**J 10 mA/m<sup>2</sup>**

**E 10 kV/m**

**B 500 $\mu$ T(5000 mG))**

**Nin. Trab 12 kV/m 12.000 mG**

**Se 3 kV/m 250 mG**

# ***REFERENCIA INTERNACIONAL***

**ACGIH(American Conference of Govern  
Industrial Commillee 1993)**

**60 Hz**

**OCUPACIONAL**

**E 25 kV/m**

**B 10.000 mG**

**Nin. Trab 12 kV/m 12.000 mG**

**Se 3 kV/m 250 mG**

# ***REFERENCIA INTERNACIONAL***

**ITALIA (decreto Presidente Consejo de Ministros)**

**Limites en áreas, con ocupación significativa**

**E 5 kV/m**

**B 1.000 mG**

**En Zonas de exposición limitada**

**E 10 kV/m**

**B 10.000 mG**

**Nin. Trab 12 kV/m 12.000 mG**

**Se 3 kV/m 250 mG**

# TEMA SALUD

**ICNIRP** ( International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection)

**IARC** (Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer)

**EMF RAPID**. Programa para la Investigación y Diseminación de Información Pública sobre Campos Electromagnéticos –

**(NIEHS)** Instituto Nacional de Ciencias en Salud Ambiental y **(DOE)** Departamento de Energía USA. Período 1992-1998.

<b>Categoría</b>	<b>Clasificación</b>
<b>1</b>	<b>ES carcinogénico</b>
<b>2</b>	<b>NO es carcinogénico</b>

<b>Categoría IARC</b>	<b>Clasificación IARC</b>	<b>Evidencia Epidemiológica</b>	<b>Evidencia Animal</b>
<b>1</b>	<b>Es carcinogénico</b>	<b>Suficiente</b>	
<b>2 A</b>	<b>Probablemente es</b>	<b>Limitada</b>	<b>Suficiente</b>
<b>2 B</b>	<b>Posiblemente es</b>	<b>Limitada</b>	<b>Inadecuada</b>
<b>3</b>	<b>No clasifica</b>	<b>Inadecuada</b>	<b>Inadecuada</b>
<b>4</b>	<b>Probablemente no es</b>		

**Categoría IARC**

**2 B**

**Clacif. IARC**

**Posiblemente es**

**Evidencia Epidemiológica**

**Limitada**

**Evidencia Animal**

**Inadecuada**

**1998: "Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz)" Health Physics 74:494-522, 1998**

**ICNIRP: (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection)**

**50 Hz: público en general**

**J: 2 mA/m<sup>2</sup>**

**E: 5 kV/m**

**B: 100 μT**

**ocupacional**

**10 mA/m<sup>2</sup>**

**10 kV/m**

**500 μT**

**Se 3 kV/m 250 mG**

**Nin. Trab 12 kV/m 12.000 mG**

**1999: EC: (European Commission) recomendó a los estados miembros el uso de las guías de ICNIRP para la limitación de la exposición a CEM para el público en general (1999/519/CE).**

# Summary of the ICNIRP exposure guidelines

## ICNIRP, EMF guidelines, Health Physics 74, 494-522 (1998)

	European power frequency		Mobile phone base station frequency		Microwave oven frequency
Frequency	50 Hz	50 Hz	900 MHz	1.8 GHz	2.45 GHz
	Electric field (V/m)	Magnetic field ( $\mu\text{T}$ )	Power density ( $\text{W}/\text{m}^2$ )	Power density ( $\text{W}/\text{m}^2$ )	Power density ( $\text{W}/\text{m}^2$ )
Public exposure limits	5 000	100	4.5	9	10
Occupational exposure limits	10 000	500	22.5	45	

**"Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz)"  
Health Physics 74:494-522, 1998**

- Basada en efectos conocidos y comprobados a corto plazo.
- Establece como 'Restricción Básica' que no se debe superar para CEM de 50 Hz una Densidad de Corriente Inducida promediada en los tejidos del Sistema Nervioso Central de la cabeza y el tronco de: 10 mA/m<sup>2</sup> para trabajadores y 2 mA/m<sup>2</sup> para el público en general.
- Calcula unos 'Valores de Referencia' de campo eléctrico (kV/m) y campo magnético (μT) externo de 50 Hz por debajo de los cuales se asegura el cumplimiento de esta Restricción:
  - 10 kV/m y 500 μT para trabajadores.
  - 5 kV/m y 100 μT para el público en general.
- No tiene en cuenta el tiempo de exposición.



Limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields ● ICNIRP

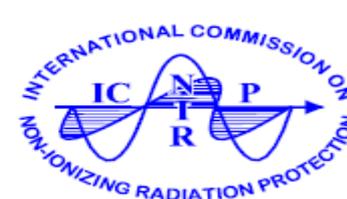
Table 4. Reference levels for **general public exposure** to time-varying electric and magnetic fields (unperturbed rms values).

Frequency range	E-field strength E (kV m <sup>-1</sup> )	Magnetic field strength H (A m <sup>-1</sup> )	Magnetic flux density B (T)
1 Hz–8 Hz	5	$3.2 \times 10^4/f^2$	$4 \times 10^{-2}/f^2$
8 Hz–25 Hz	5	$4 \times 10^3/f$	$5 \times 10^{-3}/f$
25 Hz–50 Hz	<b>5</b> <b>kV/m</b>	$1.6 \times 10^2$	<b><math>2 \times 10^{-4}</math> 200μT</b>
50 Hz–400 Hz	$2.5 \times 10^2/f$	$1.6 \times 10^2$	$2 \times 10^{-4}$
400 Hz–3 kHz	$2.5 \times 10^2/f$	$6.4 \times 10^4/f$	$8 \times 10^{-2}/f$
3 kHz–10 MHz	$8.3 \times 10^{-2}$	21	$2.7 \times 10^{-5}$

Notes:

- f in Hz.

**Se 3 kV/m 250 mG**



## Limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields ● ICNIRP

**Table 3. Reference levels for occupational exposure to time-varying electric and magnetic fields (unperturbed rms values).**

Frequency range	E-field strength E (kV m <sup>-1</sup> )	Magnetic field strength H (A m <sup>-1</sup> )	Magnetic flux density B (T)
1 Hz–8 Hz	20	$1.63 \times 10^5/f^2$	$0.2/f^2$
8 Hz–25 Hz	20	$2 \times 10^4/f$	$2.5 \times 10^{-2}/f$
25 Hz–300 Hz	$5 \times 10^2/f$ <b>10 kV/m</b>	$8 \times 10^2$	$1 \times 10^{-3}$ <b>1000 μT</b>
300 Hz–3 kHz	$5 \times 10^2/f$	$2.4 \times 10^5/f$	$0.3/f$
3 kHz–10 MHz	$1.7 \times 10^{-1}$	80	$1 \times 10^{-4}$

Notes:

- f in Hz.

**Nin. Trab 12 kV/m 12.000 mG**

- See separate sections below for advice on non sinusoidal and multiple frequency exposure.

# EXPOSICIÓN PÚBLICO GENERAL

Summary of the ICNIRP exposure guidelines ICNIRP, EMF guidelines, Health Physics 74, 494-522 (1998)

Limite internacional recomendado de 100  $\mu\text{T}$  a 50 Hz o 83  $\mu\text{T}$  a 60 Hz

Summary of the ICNIRP exposure guidelines ICNIRP, EMF guidelines, Health Physics 99(6):818-836;2010.

Limite internacional recomendado de 200  $\mu\text{T}$  a 50 Hz o 200  $\mu\text{T}$  a 60 Hz



**ESTA ÚLTIMA CLASIFICACIÓN NO FUE ACEPTADA POR LA OMS**

### **Los trabajadores:**

- Son adultos generalmente sanos.
- Su exposición está controlada
- Disponen de información, conocen los posibles riesgos y las medidas de precaución.
- Su exposición se limita a la jornada laboral y a la duración de la vida laboral.

### **El público en general:**

- Incluye individuos de todas las edades y condición física; y grupos especialmente sensibles.
- Su exposición puede no estar controlada.
- Pueden no disponer de información, ni conocer los posibles riesgos y medidas de precaución.
- Pueden estar expuestos 24 horas al día durante toda su vida.

**2001: IARC: (*International Agency for Research on Cancer*), clasifica a MF-ELF como "posiblemente cancerígenos para los seres humanos" (2B). Sin embargo, esta evidencia es insuficientemente fuerte como para recomendar cambios en las guías de ICNIRP.**

**2001: WHO: (*World Health Organization*), Publicación Nota Descriptiva 263.**

**MF-ELF: "2B" basados en estudios epidemiológicos de leucemia en niños. Esta es la más débil de tres categorías para clasificar agentes carcinógenos potenciales basados en evidencia científica publicada.**

**El resto de cánceres no clasifica ("3").**

<b>Categoría IARC</b>	<b>Clasif. IARC</b>	<b>Evidencia Epidemiológica</b>	<b>Evidencia Animal</b>
<b>2 B</b>	<b>Posiblemente es</b>	<b>Limitada</b>	<b>Inadecuada</b>

# ELEMENTOS CLASIFICADOS POR LA IARC (2001)

<b>Carcinogénico(1)</b>	<b>Tabaco (Fumadores activos y pasivos), Bebidas alcohólicas, Benceno, Gas Radón, Radiación solar, Radiación Gamma - Rayos X, Asbestos, Gas de mostaza</b>	<b>87</b>
<b>Probablemente carcinogénico (2A)</b>	<b>Escape de motores diesel, Creosota, PCB, Lámparas de sol, <u>Mate caliente</u>, Radiación UV, Formaldehído</b>	<b>63</b>
<b>Posiblemente carcinogénico (2B)</b>	<b>Café, Estireno, Escape de motores nafteros, campos magnéticos ELF, Humos de soldadura, Cloroformo, Lana de vidrio</b>	<b>232</b>
<b>No clasificable (3)</b>	<b>Combustible de aviones, Campos eléctricos ELF, Campos eléctricos y magnéticos estáticos, Polvo de carbón, Mercurio, Té, Mate, Implantes quirúrgicos (siliconas)</b>	<b>496</b>
<b>Probablemente no cancerígeno (4)</b>	<b>Caprolactan</b>	<b>1</b>

En realidad el problema es el agua hirviendo

**2002: IARC "Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans Non-Ionizing Radiation, Part 1: Static and Extremely Low-Frequency (ELF) Electric and Magnetic Fields" Volume 80**

- **"Hay *evidencia inadecuada* en seres humanos de la carcinogenicidad de los campos eléctricos o magnéticos estáticos..."**
- **"No hay disponibles datos relevantes en animales de laboratorio sobre la carcinogenicidad de los campos eléctricos o magnéticos estáticos."**
- **"Los campos eléctricos y magnéticos estáticos y los campos eléctricos de frecuencia extremadamente baja son *inclasificables* en cuanto a su carcinogenicidad para los seres humanos."**
- **Hay que destacar que *evidencia inadecuada* e *inclasificable* tienen significados especiales en la clasificación de IARC**

**2004: EC: (*European Commission*) recomendó a los estados miembros el uso de las guías de ICNIRP para la limitación de la exposición a CEM para la exposición laboral (2004/40/CE)**

**Los Estados Miembros tienen un plazo de 4 años para incorporarla a la legislación nacional.**

## Directiva de la Unión Europea (2004/40/CE)

- Aprobada el 29 de abril de 2004. Los Estados Miembros tienen un plazo de 4 años para trasponerla a la legislación nacional.
- Se basa en la guía de ICNIRP, sólo tiene en cuenta los efectos a corto plazo, dada la falta de evidencias de efectos a largo plazo.
- Establece como parámetros básicos:
  - 'Valores Límite', parámetro que no se debe superar en el Sistema Nervioso Central, debiendo cesar la actividad laboral en tal caso. Para 50 Hz es una Densidad de Corriente Inducida de 10 mA/m<sup>2</sup>.
  - 'Valores de Acción', valores de campo externo por encima de los cuales la empresa ha de tomar una serie de acciones. Para 50 Hz son 10 kV/m (campo eléctrico) y 500 µT (campo magnético).
- Las empresas deben evaluar, y si es necesario medir o calcular, el nivel de campo eléctrico y magnético al que están expuestos sus trabajadores en sus actividades laborales. Cuando se superan los Valores de Acción la empresa deberá adoptar un Plan de Acción.

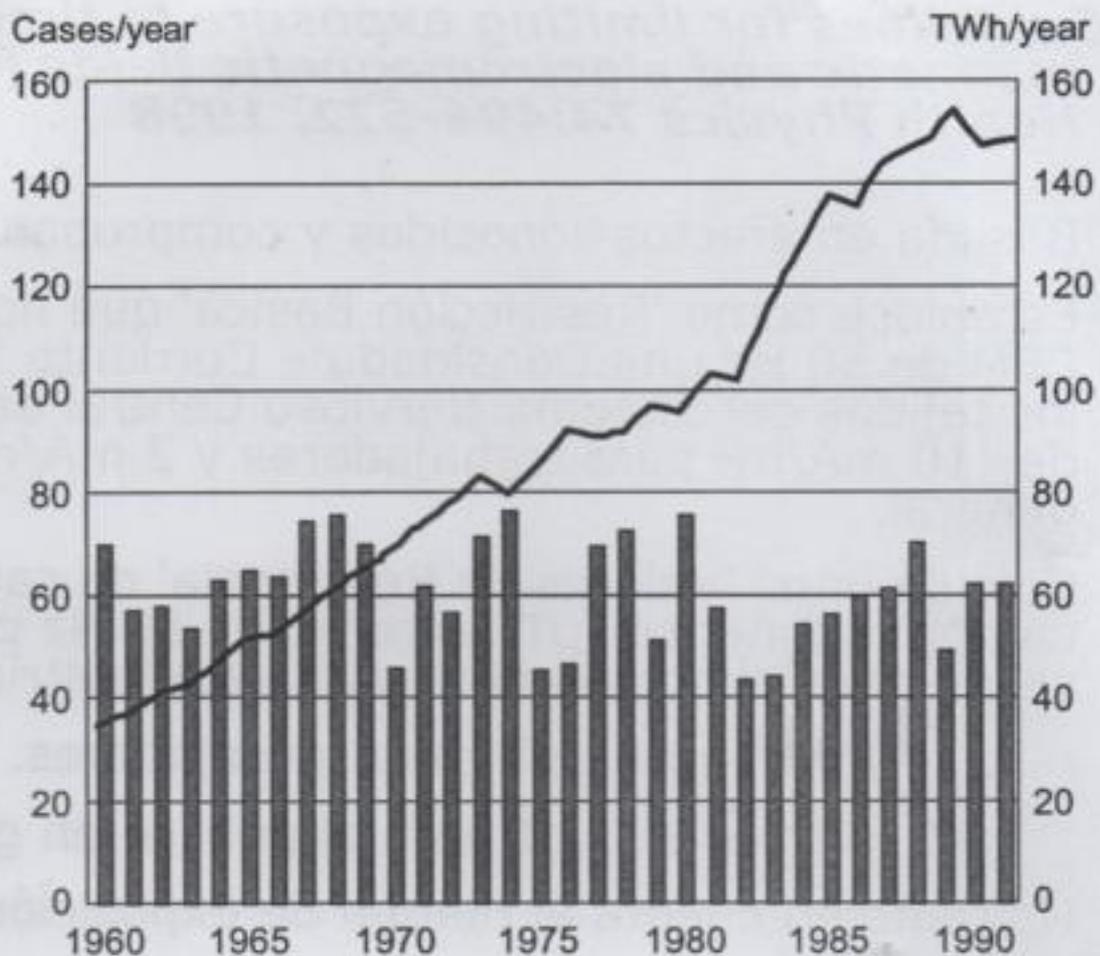
**Nin. Trab 12 kV/m 12.000 mG**

**Se 3 kV/m 250 mG**

País: Suecia

Casos anuales de leucemia (barras)

Consumo anual de energía eléctrica (línea)





**ASOCIACIÓN TOXICOLÓGICA ARGENTINA**

# **INFORME DE LA ASOCIACION TOXICOLOGICA ARGENTINA**

**Hay escasa evidencia que apoye la posible existencia de casos de hipersensibilidad a los campos electromagnéticos. Tampoco existe ningún mecanismo biológico aceptado que explique la hipersensibilidad. La investigación en este campo es difícil porque además los efectos directos de los propios campos electromagnéticos, pueden intervenir muchas otras respuestas subjetivas. Por lo tanto están en curso mas estudios al respecto.**

**CONCLUSIONES**

**A) La calidad de los estudios epidemiológicos ha mejorado en los últimos tiempos y varios de los estudios recientes sobre la leucemia infantil y otros cánceres asociados con exposición ocupacional están cerca del límite de lo que podría lograrse en términos de tamaño de estudio y rigor metodológico.**

**B) La evaluación de exposición es una dificultad particular en varios aspectos**  
**i) la exposición imperceptible, ubicua, tiene múltiples fuentes , y puede variar mucho a lo largo del tiempo y en distancia cortas. ii) el periodo de exposición relevante es anterior a la fecha a las cuales las mediciones son obtenidas y los periodos de duración y de inducción son desconocidos, iii) la métrica de exposición adecuada no es conocida y no hay datos biológicos desde los cuales imputarla.**

**C) En ausencia de evidencia experimental y dadas las incertidumbres metodológicas en la literatura epidemiológica, no hay enfermedad crónica para la cual se haya podido establecer una relación etológica.**



**D) Hay un gran cuerpo de datos de alta calidad para cáncer infantil y también para la leucemia del adulto y cáncer de cerebro en relación con la exposición ocupacional. Entre todas las enfermedades evaluadas en los estudios epidemiológicos, la leucemia infantil en relación con exposición posnatal por encima de 0,4  $\mu$ T, es una para las cuales hay mas evidencia de asociación. El riesgo fue estimado en 2 en un gran análisis conjunto. Es improbable que esto se deba al azar pero puede ser debido a los sesgos del estudio. Esto es difícil de interpretar en ausencia de mecanismos conocidos o soporte experimental reproducible .**

**En un gran análisis conjunto solo el 0,8% de todos los niños estuvieron expuestos a mas de 0,4  $\mu$ T. Se necesitaran estudios posteriores diseñados para probar la hipótesis específicas así como aspectos de sesgo de selección o exposición.**



**C) Sobre la base de los hallazgos epidemiológicos, la evidencia muestra una asociación de esclerosis lateral amiotrofia con exposición ocupacional aunque puede haber factores de confusión que lo expliquen.**

**F) Permanecen irresueltos el cáncer de mama , enfermedades cardiovasculares, suicidio y depresión.**

**A pesar de 20 años de investigación epidemiológica sobre la relación de los CEM con el riesgo de enfermedad crónica, todavía quedan cuestiones epidemiológicas que es necesario resolver . Para que sean de valor próximos estudios deberán ser de alta calidad epidemiológica, de suficiente tamaño y con suficiente numero de individuos con altos niveles de exposición y deben incluir grupos de exposición adecuados y evaluaciones de exposición sofisticadas. Especialmente para leucemia infantil, poco se ganara con la repetición de investigaciones de riesgo a niveles bajos y moderados de exposición, a menos que tales estudios puedan ser diseñados para probar hipótesis específicas, tales como el sesgo de selección o aspectos de exposición no considerados. Previamente. Adicionalmente hay una necesidad de estudiar los efectos fisiológicos posibles humanos que pudieran relacionarse con enfermedad crónica.**



Los campos magnéticos de extremadamente baja frecuencia son posiblemente carcinógenos para seres humanos ( grupo 2B).

Se define como posible carcinógeno humano a aquellos agentes cuyo potencial para desarrollar Cáncer esta escasamente probado en las personas e insuficientemente probada en experimentos con animales. Esto significa que no hay pruebas fiables de que la exposición a campos electromagnéticos de baja frecuencia pueda ser causa de Cáncer.

Los campos magnéticos y eléctricos estáticos y los campos eléctricos de extremadamente baja frecuencia no son clasificables como carcinógenos para los seres humanos ( grupos 2B y 3)

Categoría IARC	Clacif. IARC	Evidencia Epidemiológica	Evidencia Animal
2 B CM BF	Posiblemente es	Limitada	Inadecuada
3 CE BF	No Clasifica	Inadecuada	Inadecuada



***CONCLUSIONES DE LA ORGANIZACIÓN  
MUNDIAL DE LA SALUD ( GRUPO DE  
TRABAJO)***

***Con respecto a E:***

**No existe ninguna cuestión sustantiva  
sanitaria relacionada**

***Con respecto a B en altas  
frecuencias  $10^{16}$  Hz. ( campos ionizantes)***

**Los efectos que la exposición a corto plazo a campos de frecuencia elevada tiene en la salud, han quedado demostrados y conforman la base de dos conjuntos de directrices internacionales sobre los límites de exposición ( ICNIRP 1998 y IEEE 2002)**

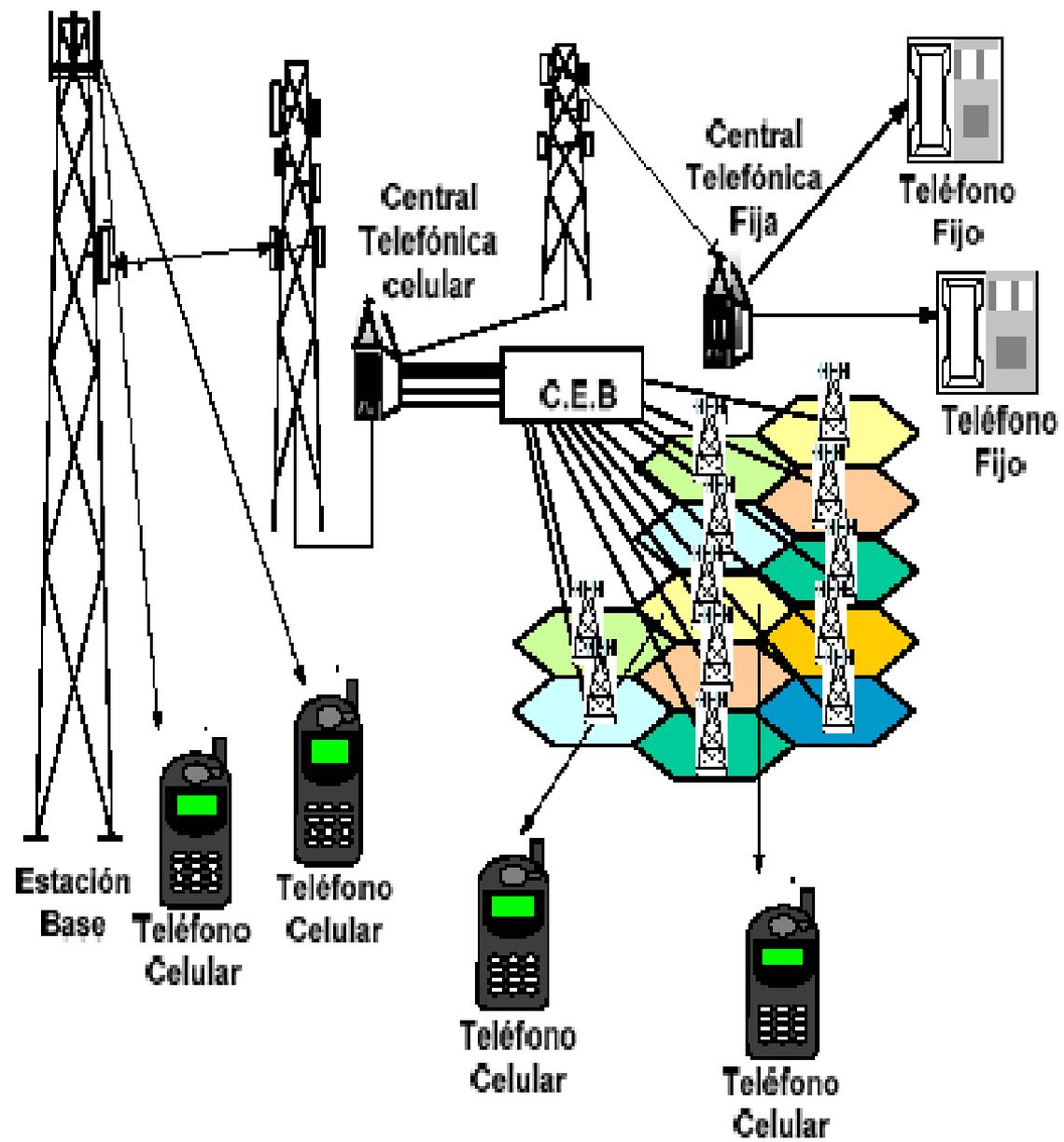
***Con respecto a B en bajas frecuencias:  
50 y 60 Hz ( no ionizantes)***

**Tanto el ICNIRP como IEEE, en la actualidad consideran que las pruebas científicas relacionadas con los posibles efectos sanitarios atribuibles a la exposición a largo plazo a CEM de baja frecuencia son insuficientes para justificar una reducción de estos límites de exposición cuantitativos.**

***B en altas frecuencias campos no  
ionizantes (superiores a 100 kHz  
fundamentalmente la telefonía celular,  
el Wi Fi etc)***







C.E.B. : Controlador de Estación Base

***Todavía no está suficientemente estudiado, ni hay demasiada información al respecto.***

***Pero hay altos indicios de perturbaciones en las personas eléctricamente sensibles***

***En este tipo de radiación hay que poner mucha atención en el futuro.***



**en la sala de estar**

# ¿Hábitat con contaminación electromagnética?

- 1- Antenas repetidoras de señal
- 2- Radiaciones wifi del piso inferior
- 3- Teléfono sin hilos del piso inferior
- 4- Antenas de telefonía camufladas
- 5- Proyector wifi
- 7- "Tablet "
- 8 - Router wifi
- 9- "Smart tv"
- 10- Wifis exteriores
- 11- Altavoces wifi
- 12- Consola de videojuegos

**EN REALIDAD ESTAMOS  
RODEADOS DE UN ENTRAMADO  
DE CAMPOS ELÉCTRICOS Y  
MAGNÉTICOS DE DISTINTAS  
FRECUENCIAS.**

**TANTO FUERA COMO DENTRO  
DEL HOGAR Y LOS LUGARES DE  
TRABAJO**



# **ICNIRP GUIDELINES**

**FOR LIMITING EXPOSURE TO TIME-VARYING  
ELECTRIC AND MAGNETIC FIELDS (1 Hz – 100 kHz)**

**Los datos epidemiológicos y biológicos acerca las condiciones crónicas fueron con cuidado examinadas y han concluido que por ahora no hay pruebas convincentes que son causalmente relacionado con la exposición de CEM-EMF-ELF en baja frecuencia.**

**Según Criterios establecidos por la agencia Internacional para la Investigación del Cáncer de la Organización Mundial de la Salud OMS, se ha concluido que los campos Electromagnéticos de baja frecuencia deben considerarse como posible carcinógeno humano.**

**¿Qué significa esta ultima expresión?**

**Se define como posible carcinógeno humano a aquellos agentes cuyo potencial para desarrollar Cáncer esta escasamente probado en las personas e insuficientemente probada en experimentos con animales. Esto significa que no hay pruebas fiables de que la exposición a campos electromagnéticos de baja frecuencia pueda ser causa de Cáncer.**

# **CONCLUSION FINAL RELATIVO AL TEMA DE LA SALUD RELACIONADOS A LOS CEM**

**La controversia entre líneas eléctricas y la salud continuara hasta que futuras investigaciones demuestren de forma concluyente que los campos son peligrosos, o hasta que el publico asuma que la ciencia no puede garantizar la seguridad absoluta, o hasta que el publico y los medios de comunicación consideren que no es un tema de importancia.**

**OTROS FACTORES QUE PRODUCEN  
MUERTES MASIVAS POR CONTAMINACION  
DEL AIRE**

# **7 MILLONES DE PERSONAS MUEREN POR AÑO EN EL MUNDO A CAUSA DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE QUE RESPIRAN.**

Más de la mitad de ellas, casi todas en Asia, murieron por cocinar con estufas de leña, carbón y biomasa.

Otro tanto halló la muerte al aire libre por la suma de millones de partículas diminutas que llegaron a sus pulmones ocasionando problemas de salud crónicos y dolencias cardíacas. Los datos fueron revelados por la Organización Mundial de la Salud, que presentó las últimas estadísticas sobre contaminación.

Estas demuestran que una de cada ocho muertes en el mundo está relacionada con la exposición a ambientes contaminados. De los 7 millones de decesos, 3,7 tienen por causa la contaminación ambiental externa, y 4,3 se deben a la polución interna de los hogares.

Los estudios revelaron que el 80 por ciento de las enfermedades causadas por la contaminación exterior son dolencias cardiovasculares: un cuarenta por ciento son ataques al corazón y otro cuarenta por ciento son ataques cerebrales.

Con respecto a la polución en los hogares, las principales dolencias que causa son ataques cerebrales; ataques al corazón; afecciones pulmonares crónicas; infecciones respiratorias agudas en niños; y el cáncer de pulmón. "Las cifras son sorprendentes, son dramáticas. Y es un problema que afecta a todos, tanto a países en desarrollo como desarrollados.

Pero tenerlas ya es un primer paso positivo, porque nos da el conocimiento para poder actuar y resolver el problema", explicó *María Neira*, directora del departamento de Salud Pública y Medio Ambiente de la OMS.

**Países con ingresos bajos o medios del sudeste de Asia y la región del oeste del Pacífico tuvieron la mayor carga relacionada con la contaminación en el 2012, con 3,3 millones de muertes vinculadas con la polución en exteriores y 2,6 millones, con la contaminación del aire en interiores**

**La contaminación interna está causada principalmente por cocinar con carbón, madera y biomasa. La OMS estima que aproximadamente 2.900 millones de personas en todo el mundo viven en casas que usan carbón, madera o excrementos como principal combustible para cocinar.**

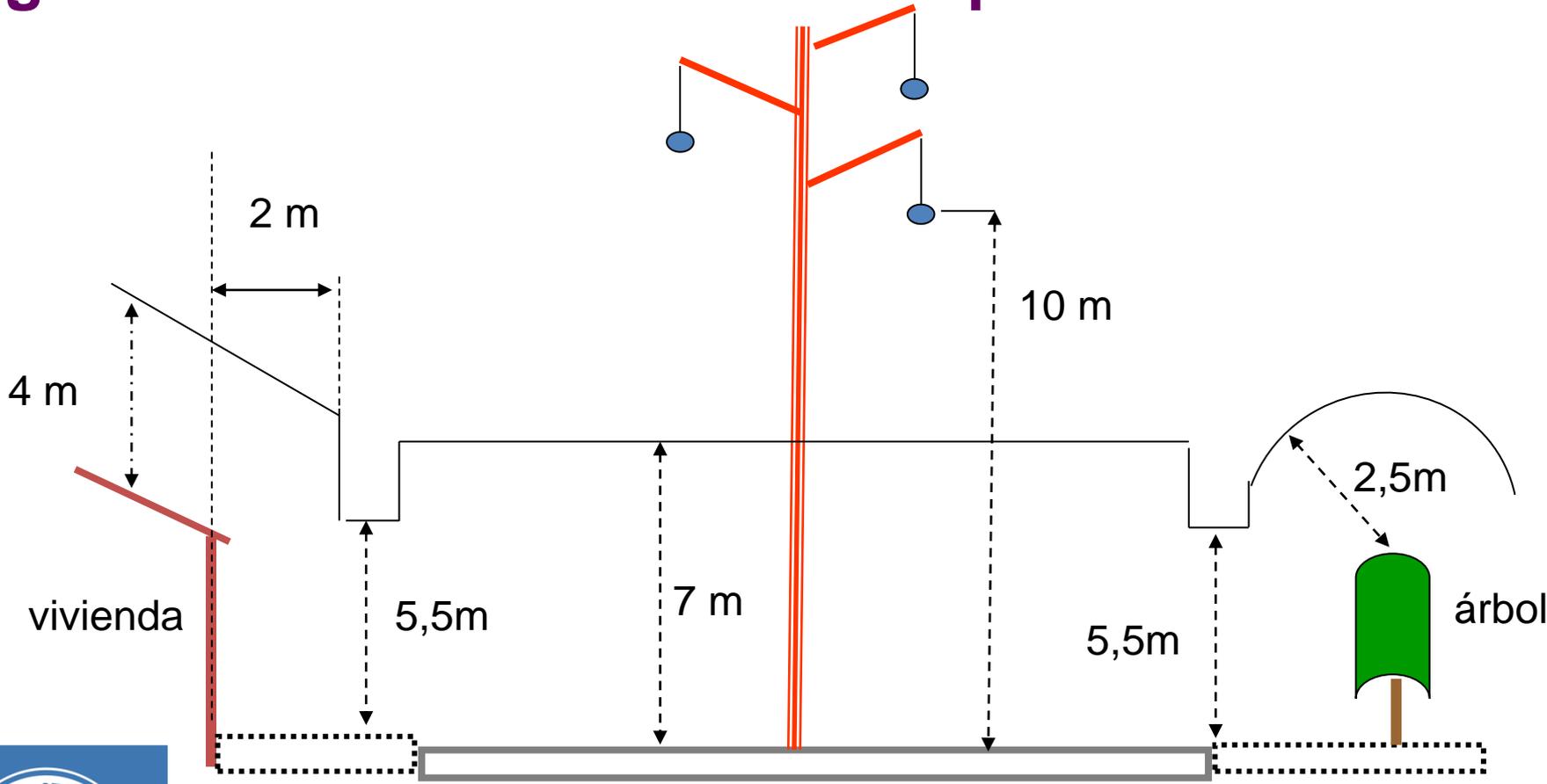
***Flavia Bustreo*, experta familiar de la OMS, dijo que las mujeres y los niños - especialmente los que viven en países pobres - a menudo ostentan el mayor riesgo de la contaminación en interiores "dado que pasan más tiempo en casa respirando humo y hollín de las estufas de carbón y madera".**

**En exteriores, el aire se contamina principalmente transporte ( vehículos), la generación de energía (Carbón, Diesel, fuel oil , gas natural), las emisiones agrícolas e industriales y la calefacción y la cocina de los hogares. Beijing y Tokio preocupan.**

**La investigación sugiere que los niveles de contaminación en exteriores han crecido de forma significativa en poblaciones de países de rápida industrialización, como China e India. (Generación fundamentalmente a base de carbón)**

***Frank Kelly*, director del grupo de investigación ambiental en el King's College de Londres, dijo que las soluciones dependen de que los gobiernos legislen a favor del aire limpio, de alejar plantas eléctricas (Termicas base Hidrocarburos) lejos de grandes ciudades y de dar alternativas baratas a las estufas de leña y carbón**

# Distancias mínimas de seguridad en zona urbana reglamento AEA . > a 6 a 15 mm por cada kV de Un

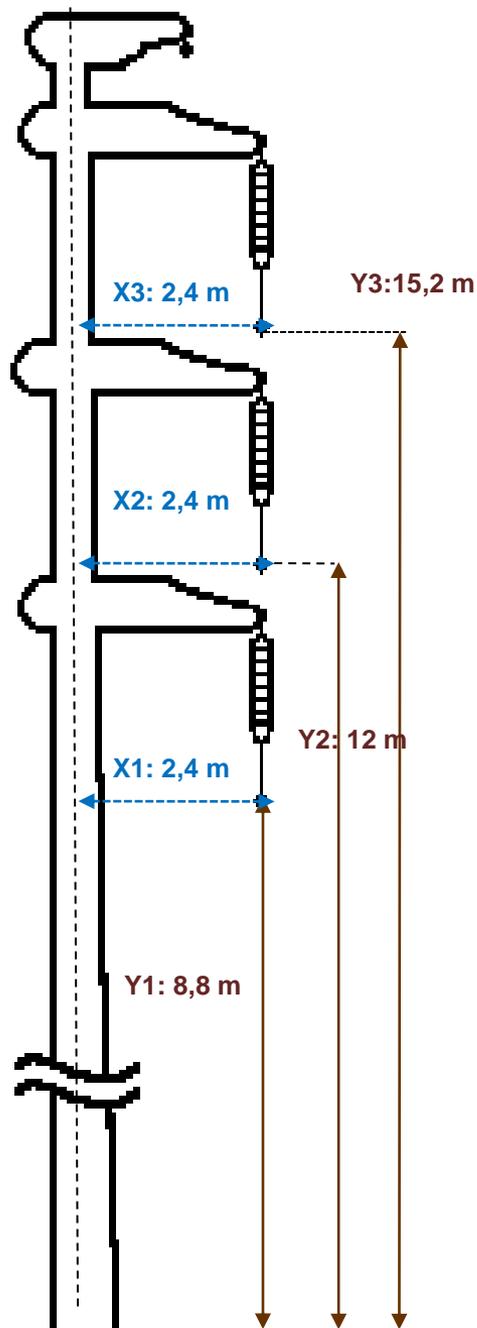


# ANALISIS DE VALORES

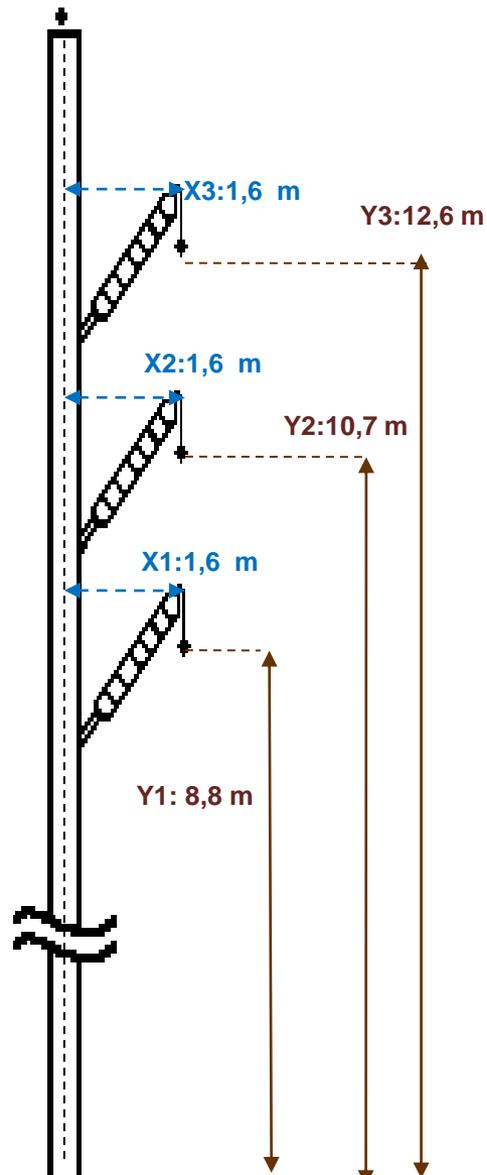
DE **E** y **B** EN

**LINEAS AEREAS ELECTRICAS 50 Hz**

**Disposición COPLANAR  
VERTICAL  
LINEA DE 132 kV urbana**

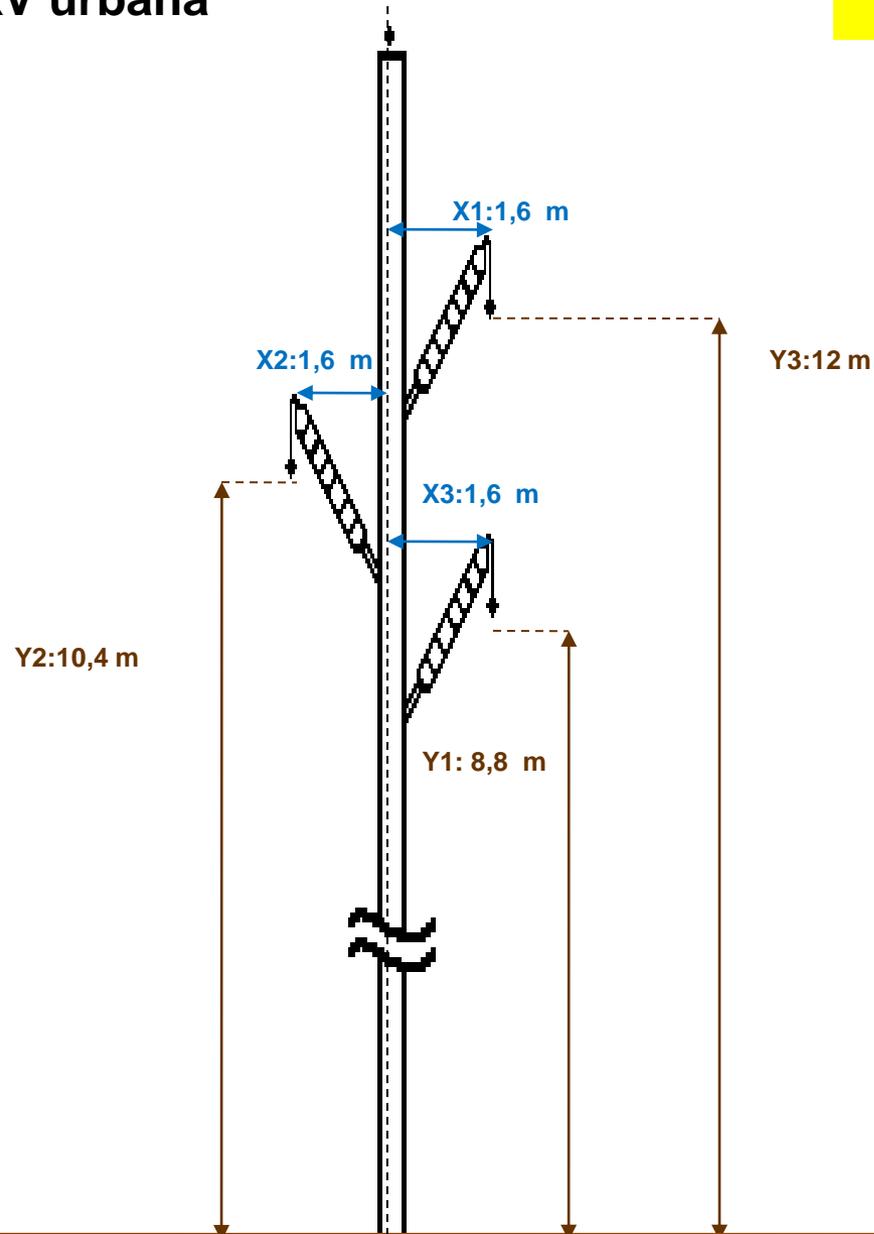


**Disposición Line Post  
Coplanar Vertical  
LINEA DE 132 kV urbana**



# Disposición Triangular Line Post LINEA DE 132 kV urbana

UNLP IITREE  
CIDEL Argentina 2002

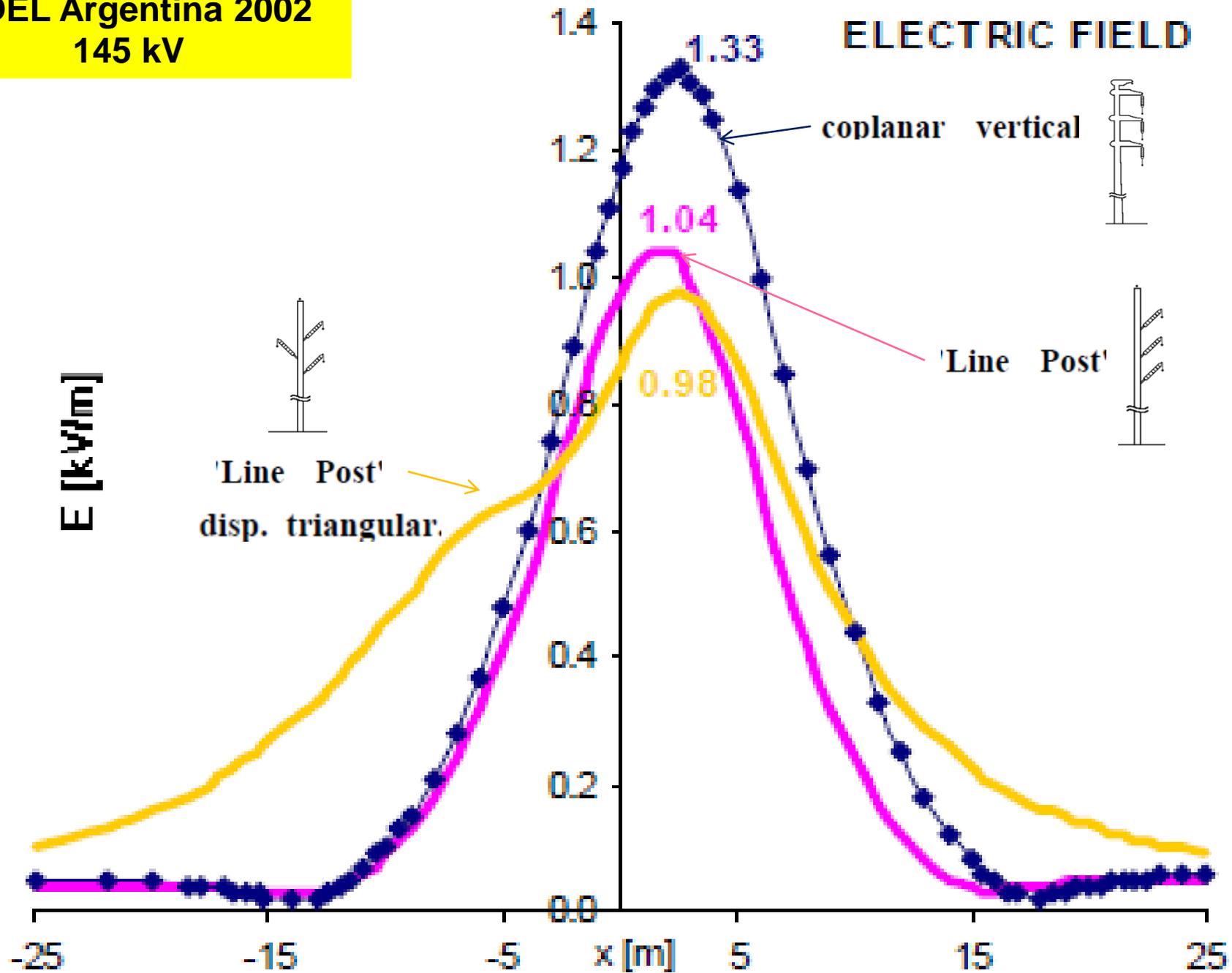


**CAMPO ELECTRICO**  
**E kV/m**

UNLP IITREE  
CIDEL Argentina 2002  
145 kV

Resolución SE 77/98 3 kV/m

ELECTRIC FIELD

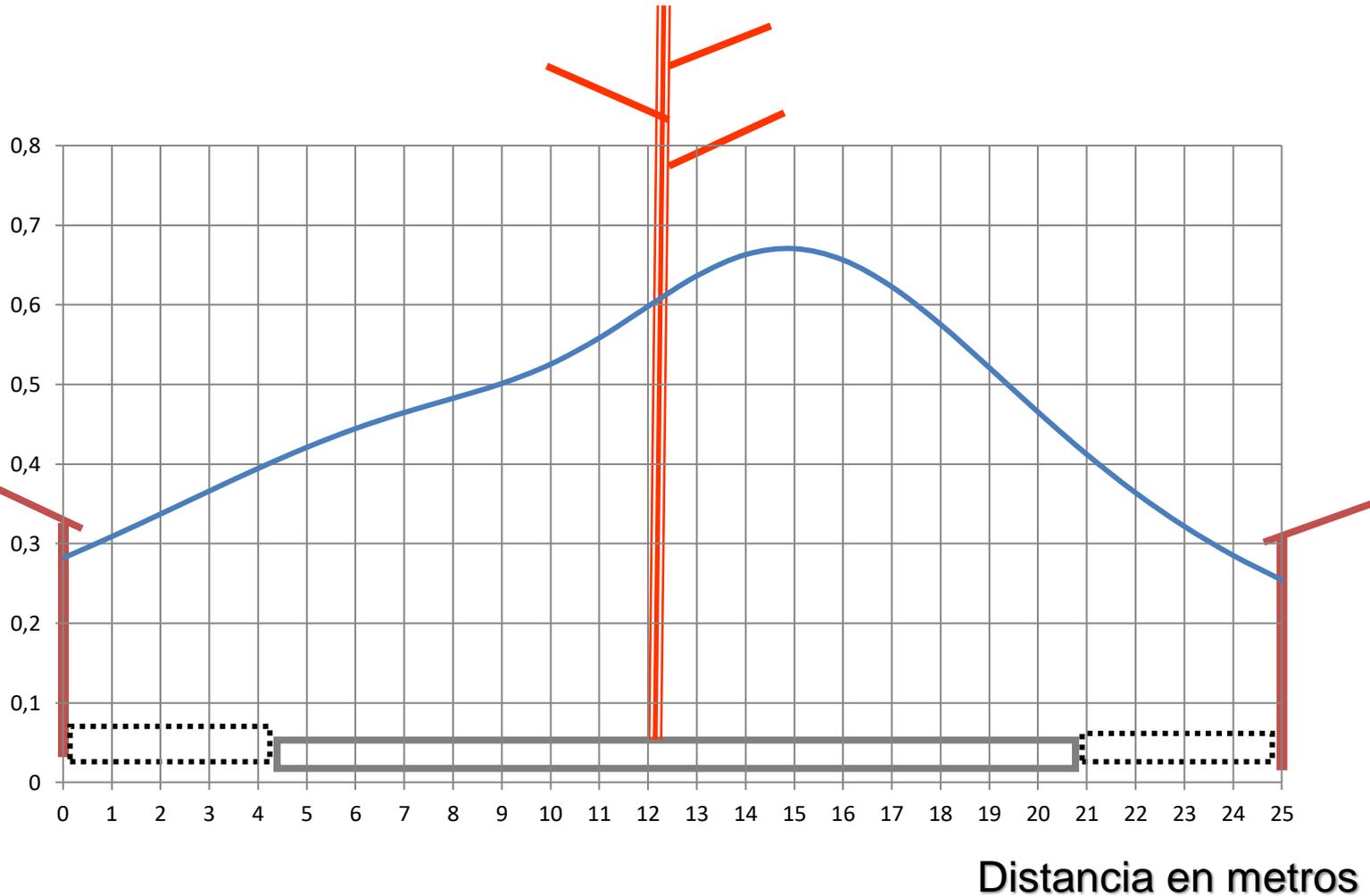


# Línea de 132 kV Urbana

Disposición LINE POST ( COMPACTA hmin 10m)

E kV/m

Campo Eléctrico Análisis a 138,6 kV



**Campo Eléctrico** Resolución SE 77/98 3 kV/m

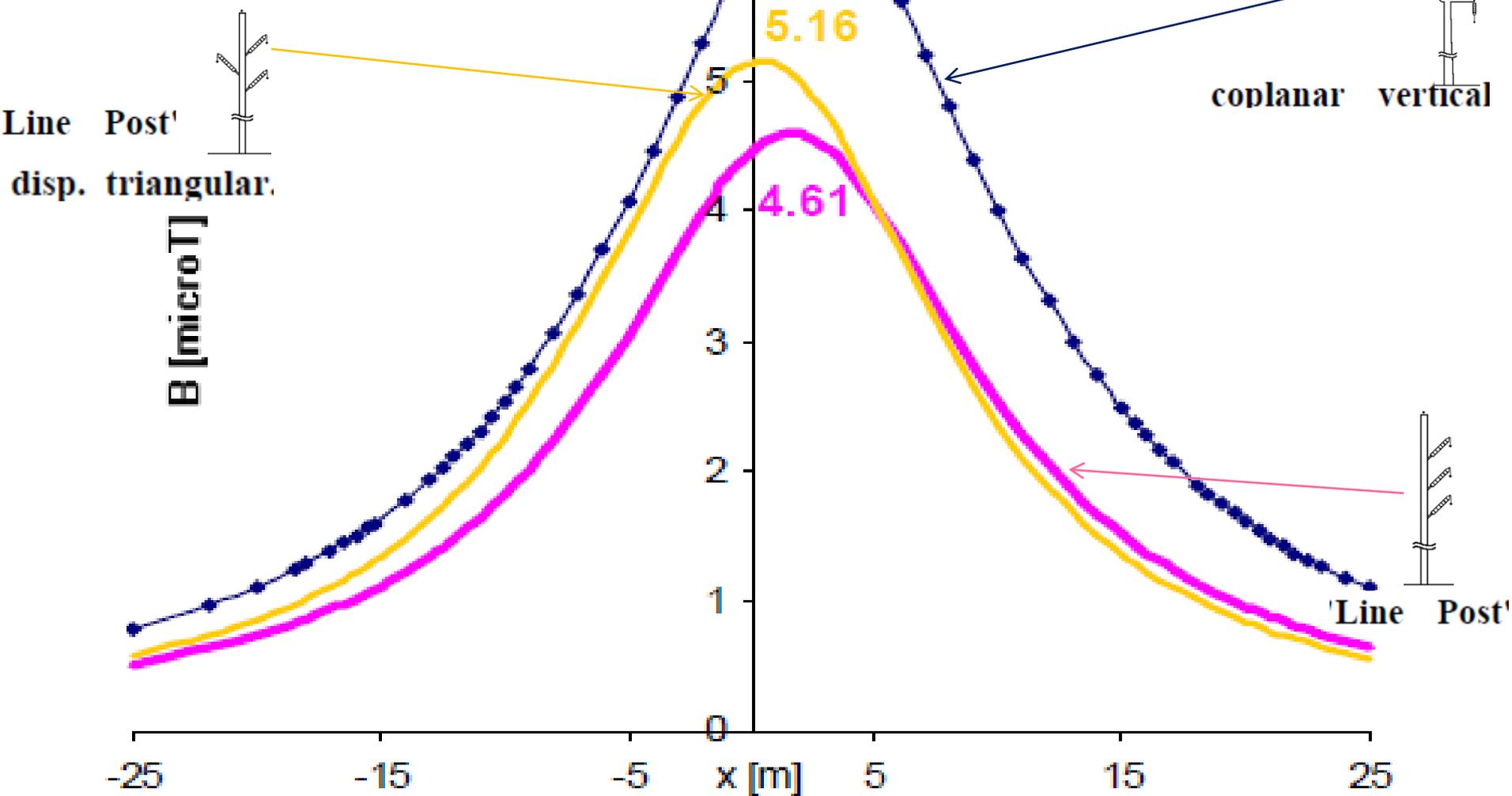
# **CAMPO MAGNETICO**

**B  $\mu\text{t}$**

$$1 \mu\text{T} = 10 \text{ mG}$$

**UNLP IITREE**  
**CIDEL Argentina 2002**  
**I<sub>max</sub> conductor 630 A**  
**144 MVA**

**MAGNETIC FIELD**



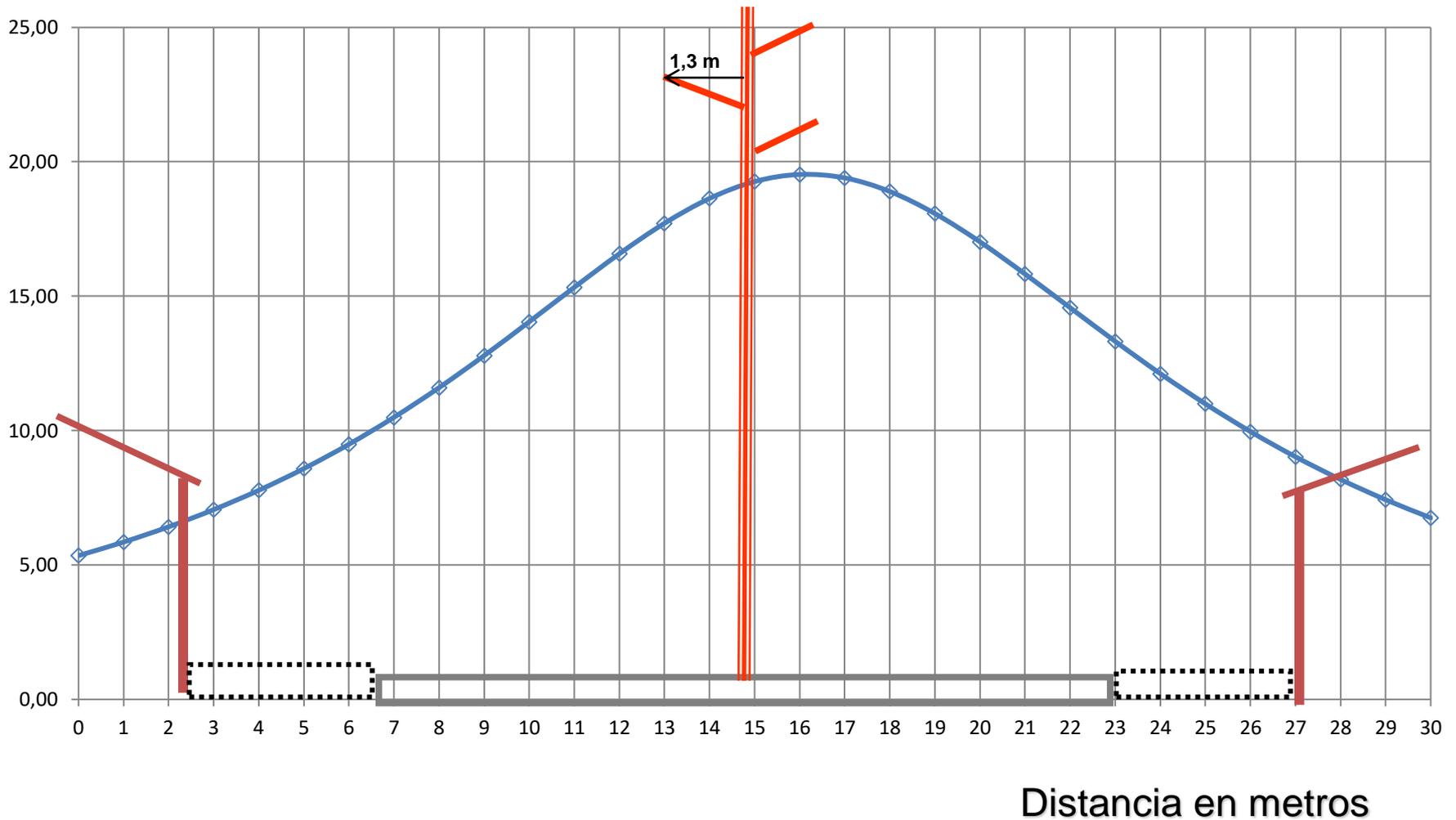
**Resolución SE 77/98 250 mg**

# Línea de 132 kV Urbana

## Disposición LINE POST ( COMPACTA hmin 10m)

### Análisis 440 A 100 MVA

B mg



Distancia en metros

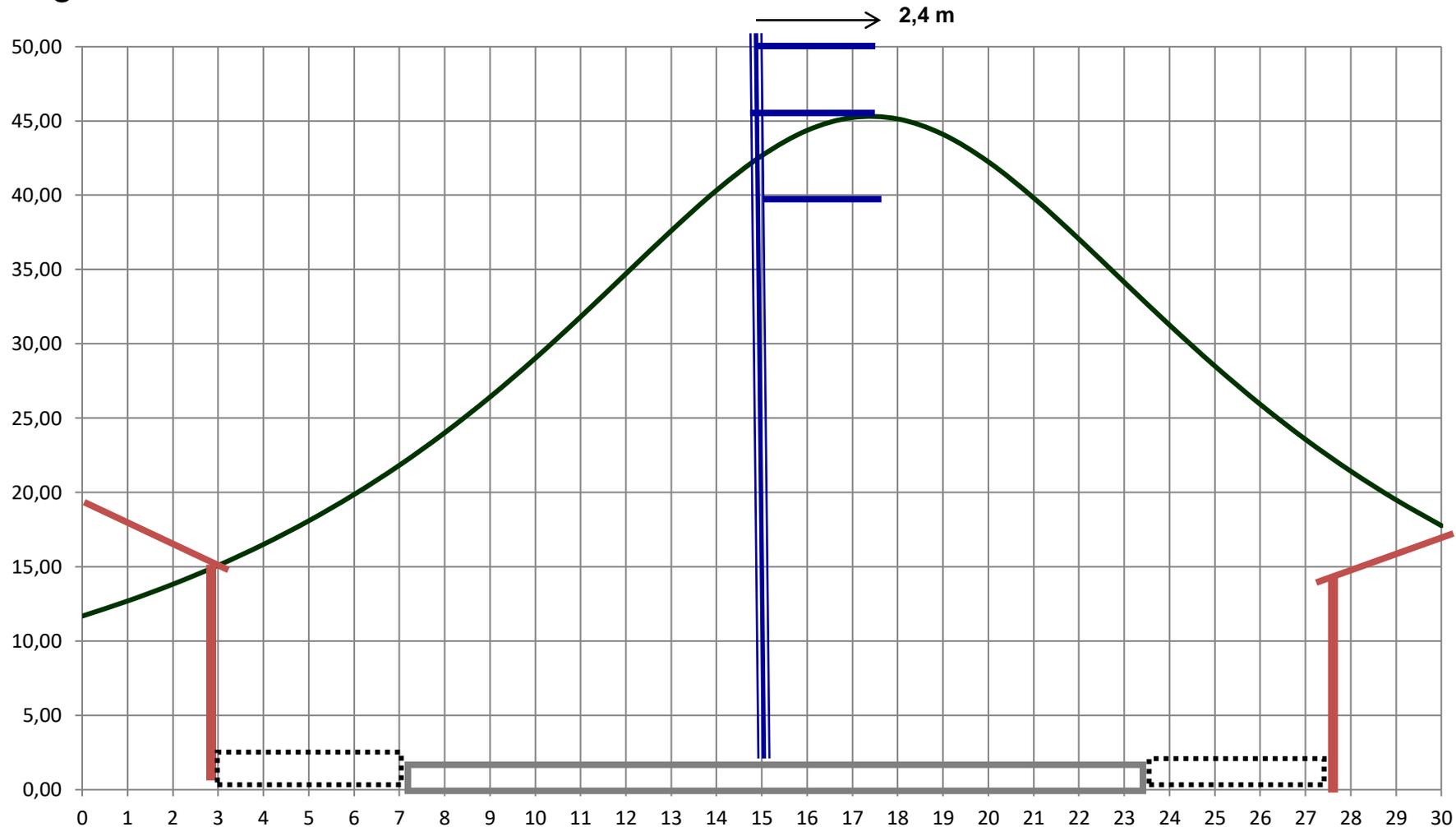
# Campo Magnético

Resolución SE 77/98 250 mg

# Línea de 132 kV Semi Urbana Disp. Bandera hmin 8,8 m

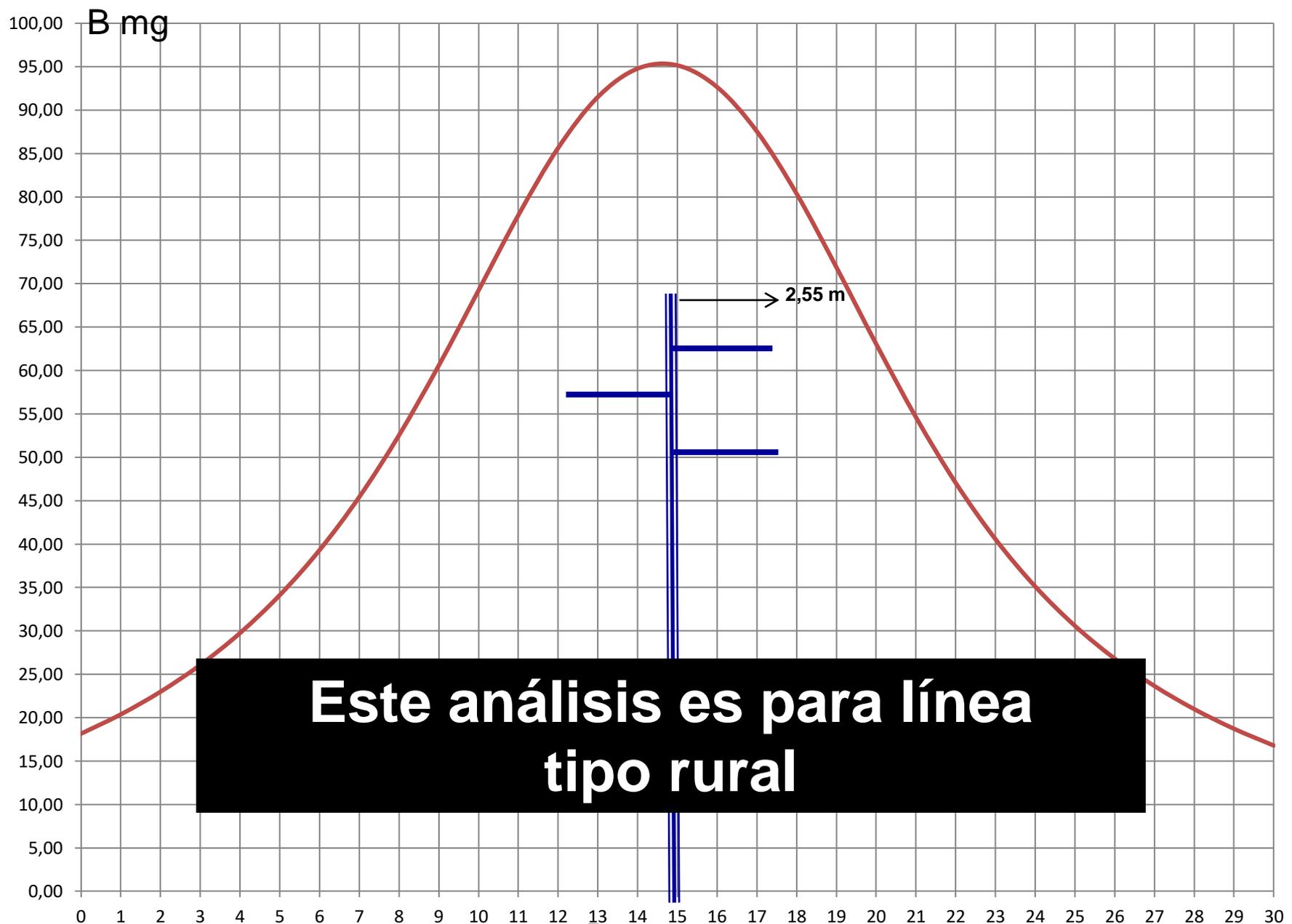
## Análisis a 440 A 100 MVA

B mg



**Campo Magnético** Resolución SE 77/98 250 mg

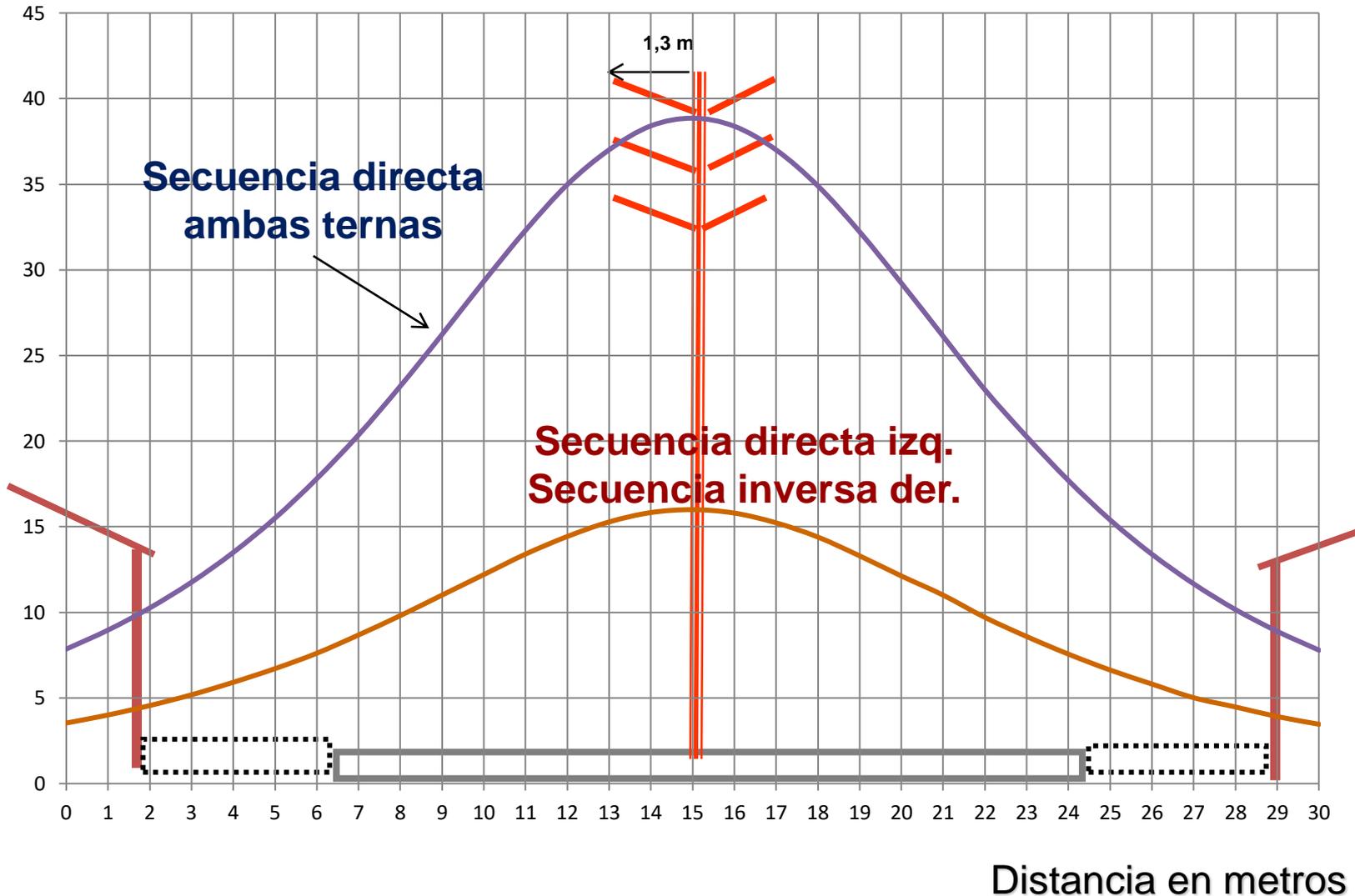
# Línea de 132 kV Rural Disp. Triangular hmin 7 m Análisis a 440 A 100 MVA



**Campo Magnético** Resolución SE 77/98 250 mg

# Línea de 132 kV Urbana Disposición LINE POST DT SD y SI COMPACTA hmin 10m Análisis 440 A 100 MVA

B mg



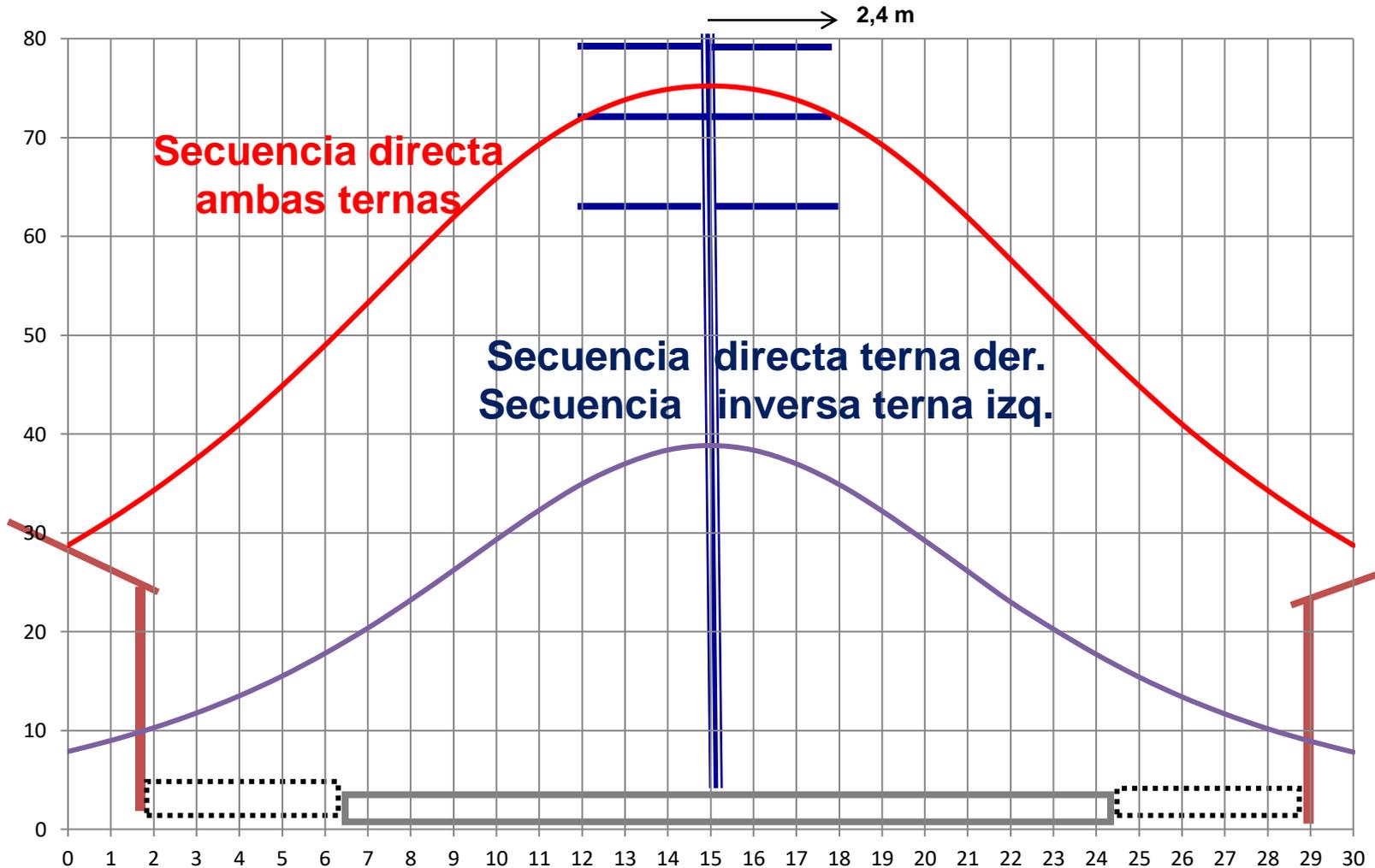
Distancia en metros

## Campo Magnético

Resolución SE 77/98 250 mg

# Línea de 132 kV Semi Urbana Disp. Bandera DT SD y SI

hmin 8,8 m Análisis a 440 A 100 MVA

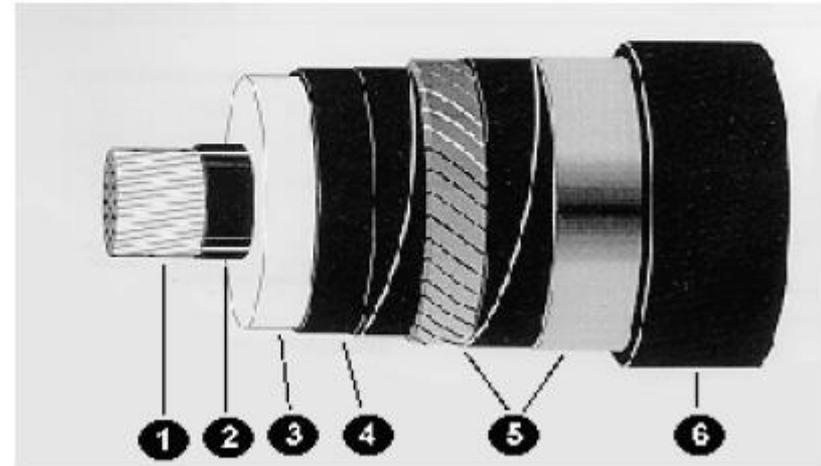


**Campo Magnético** Resolución SE 77/98 250 mg

**CAMPO MAGNETICO EN  
LINEAS SUBTERRANEAS DE  
132 kV**

# CABLES 132 kV

1. Conductor
2. Semiconductor interno
3. Aislamiento
4. Semiconductor externo
5. Blindajes
6. Envoltura



Cables con vaina de aleación de plomo

Sección Nominal	(mm <sup>2</sup> )	400	500	630
Diámetro del conductor (aprox.)	(mm)	23.5	26.6	30.3
Diámetro exterior (aprox.)	(mm)	87	88	90
Masa (aprox.)	(kg / km)	15400	16200	17750
Resistencia eléctrica máxima a 20°C y CC	(Ohm / km)	.047	.0366	.0283
Resistencia eléctrica máxima a 90°C y CA	(Ohm / km)	.0615	.0488	.0389
Capacidad	(mF / km)	.14	.16	.18
Reactancia Inductiva a 50 Hz. (*)	(Ohm / km)	.135	.134	.128
Intensidad de corriente para cables enterrados (**)	(A)	625	710	795
Intensidad de corriente para cables enterrados (***)	(A)	780	900	1010
Longitud de expedición	(m)	500	500	500

(\*) Tres cables en trébol.

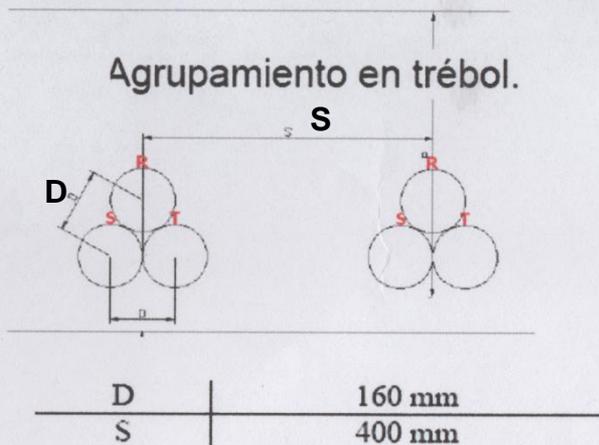
(\*\*) Una terna con cables en disposición trébol, enterrados a 1,5 m. de profundidad en un terreno a 25°C. y 100 °C\*cm/W de resistividad térmica. Puestas a tierra de las pantallas en ambos extremos.

(\*\*\*) Una terna en un plano horizontal con separación entre ejes de 250 mm., aire a 40°C. y con libre circulación de aire. Conductores traspuestos regularmente y puestas a tierra de las pantallas en ambos extremos

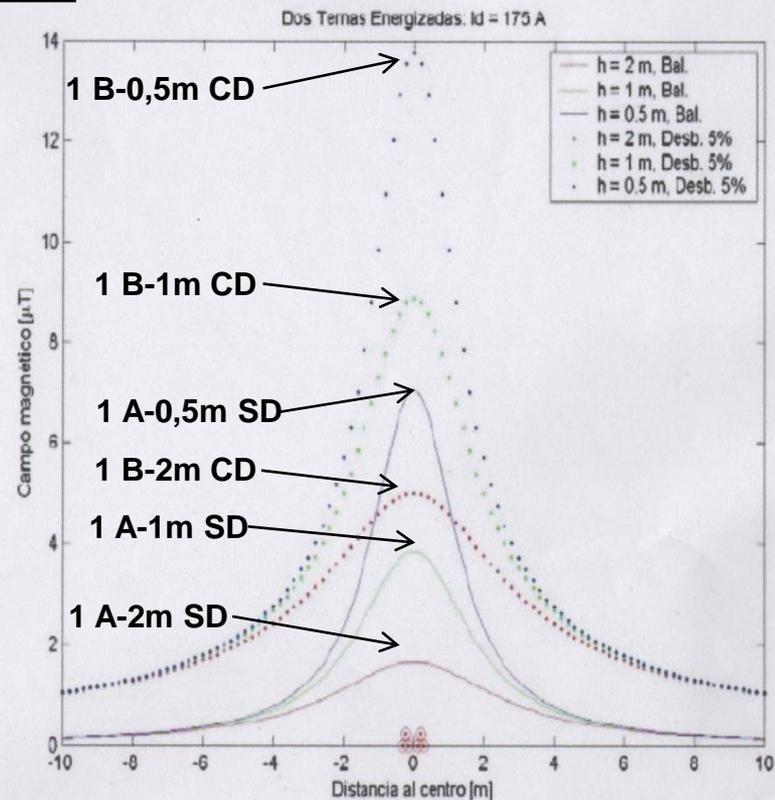
# Campo Magnético en cables subterráneos

CD con desbalance

SD sin desbalance

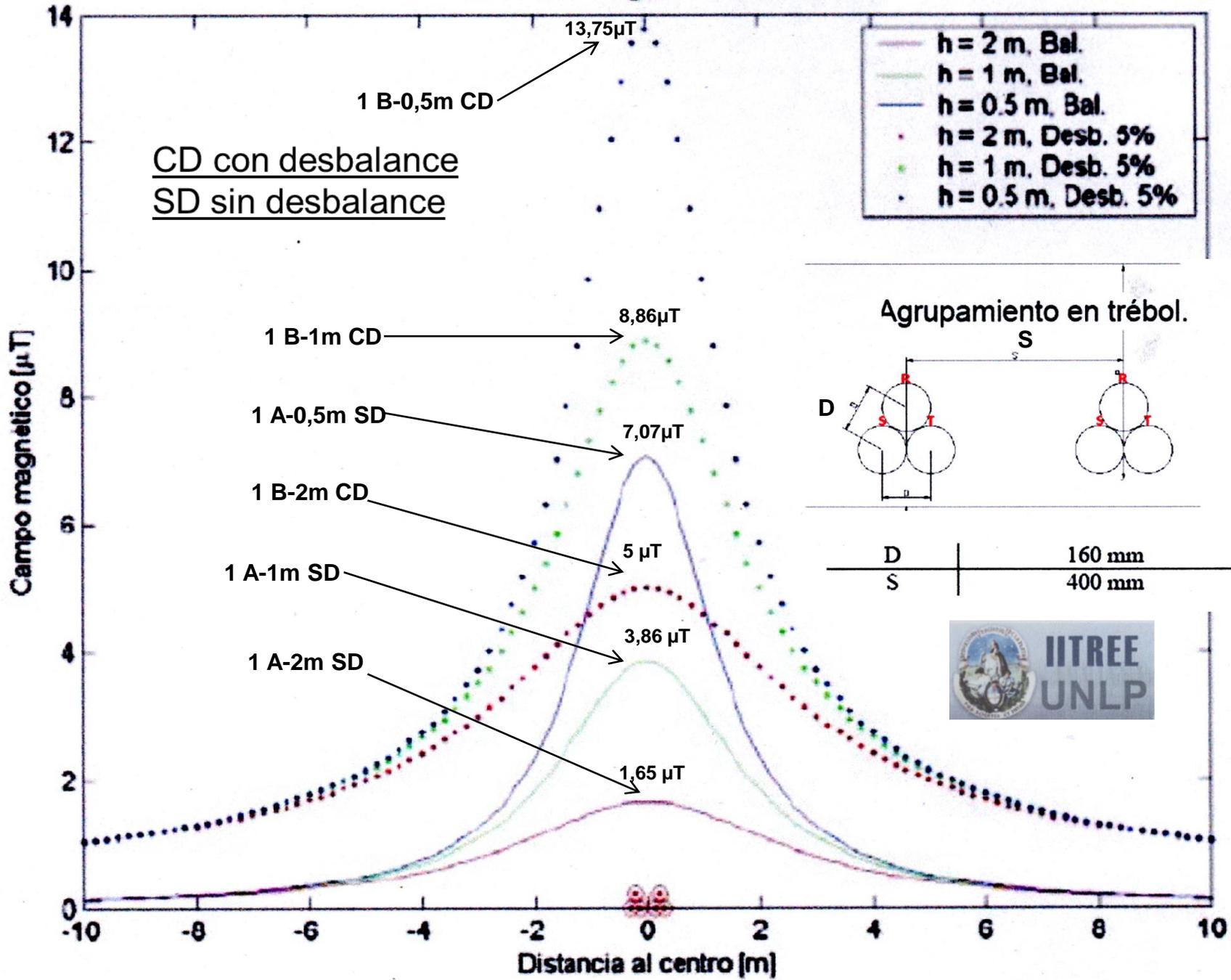


Disposición	Caso	Profundidad	Valor Máximo [ $\mu T$ ]
Trébol	Caso I - A Dos Ternas Energizadas Id = 175 A Ih = 0 %	2 m	1.65 $\mu T$
		1.0 m	3.86 $\mu T$
		0.5 m	7.07 $\mu T$
	Caso I - B Dos Ternas Energizadas Id = 175 A Ih = 5 %	2 m	5.00 $\mu T$
		1.0 m	8.86 $\mu T$
		0.5 m	13.75 $\mu T$
	Caso II-A Una Terna Energizada Id = 210 A Ih = 0 %	2 m	1.01 $\mu T$
		1.0 m	2.40 $\mu T$
		0.5 m	4.53 $\mu T$
	Caso II-B Una Terna Energizada Id = 210 A Ih = 5 %	2 m	2.98 $\mu T$
		1.0 m	5.37 $\mu T$
		0.5 m	8.54 $\mu T$

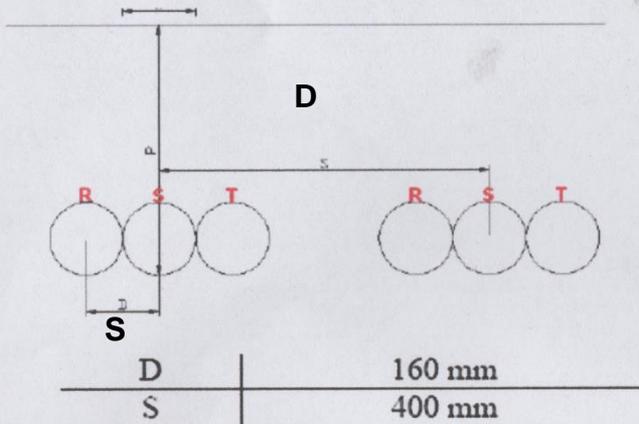


**42 MVA cada una a 138,6 kV 175 Amp  
50 MVA a 138,6 kV a 220 Amp**

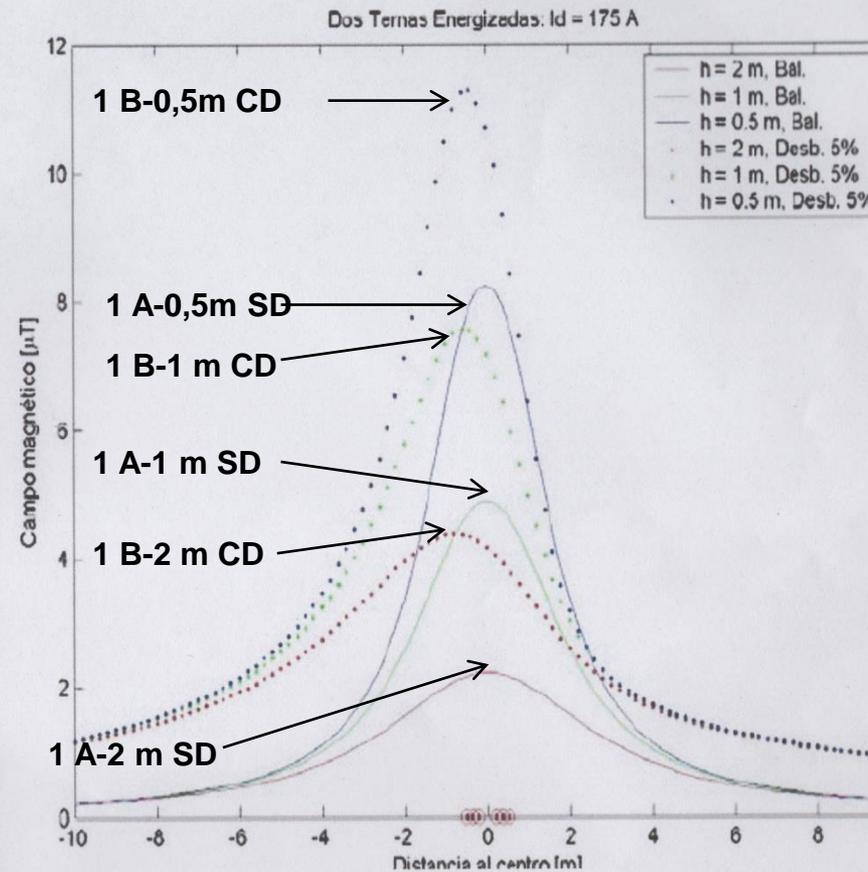
Dos Ternas Energizadas. Id = 175 A



## CD con desbalance SD sin desbalance



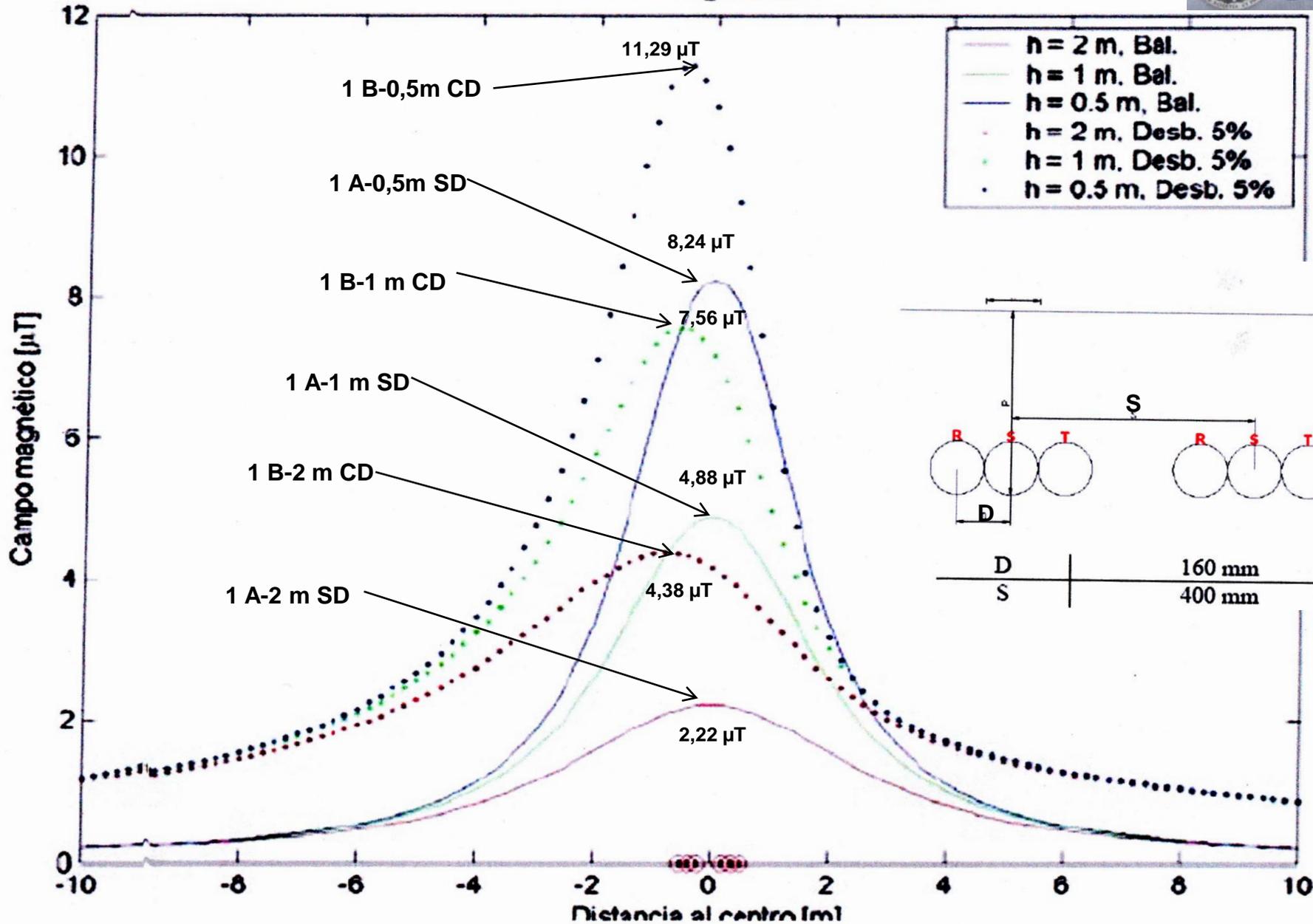
Disposición	Caso	Profundidad	Valor Máximo [ $\mu T$ ]
Coplanar	Caso I - A Dos Ternas Energizadas Id = 175 A Ih = 0 %	2 m	2.22 $\mu T$
		1.0 m	4.88 $\mu T$
		0.5 m	8.24 $\mu T$
	Caso I - B Dos Ternas Energizadas Id = 175 A Ih = 5 %	2 m	4.38 $\mu T$
		1.0 m	7.56 $\mu T$
		0.5 m	11.29 $\mu T$
	Caso II-A Una Terna Energizada Id = 210 A Ih = 0 %	2 m	1.40 $\mu T$
		1.0 m	3.26 $\mu T$
		0.5 m	6.01 $\mu T$
	Caso II-B Una Terna Energizada Id = 210 A Ih = 5 %	2 m	2.66 $\mu T$
1.0 m		4.80 $\mu T$	
0.5 m		7.68 $\mu T$	



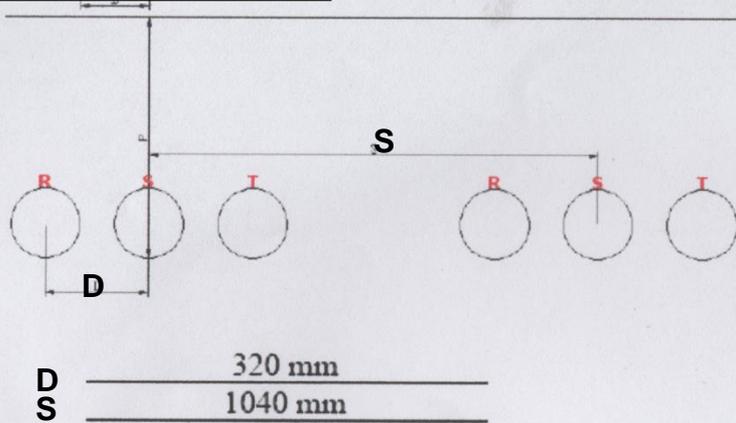
CD con desbalance

SD sin desbalance

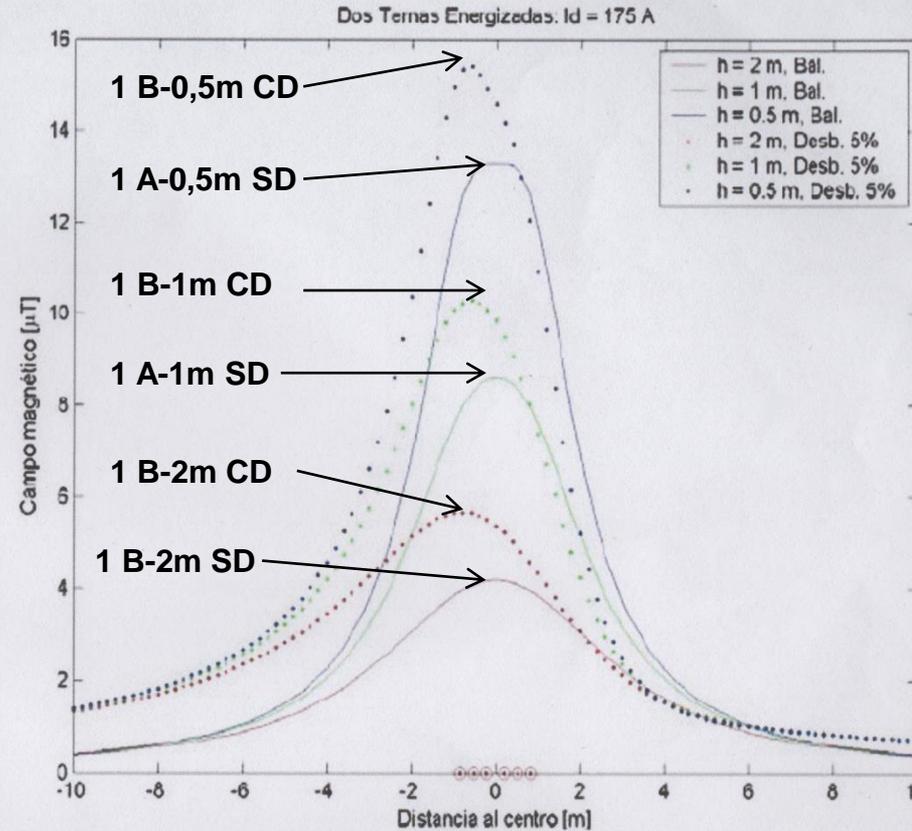
Dos Ternas Energizadas:  $I_d = 175 \text{ A}$



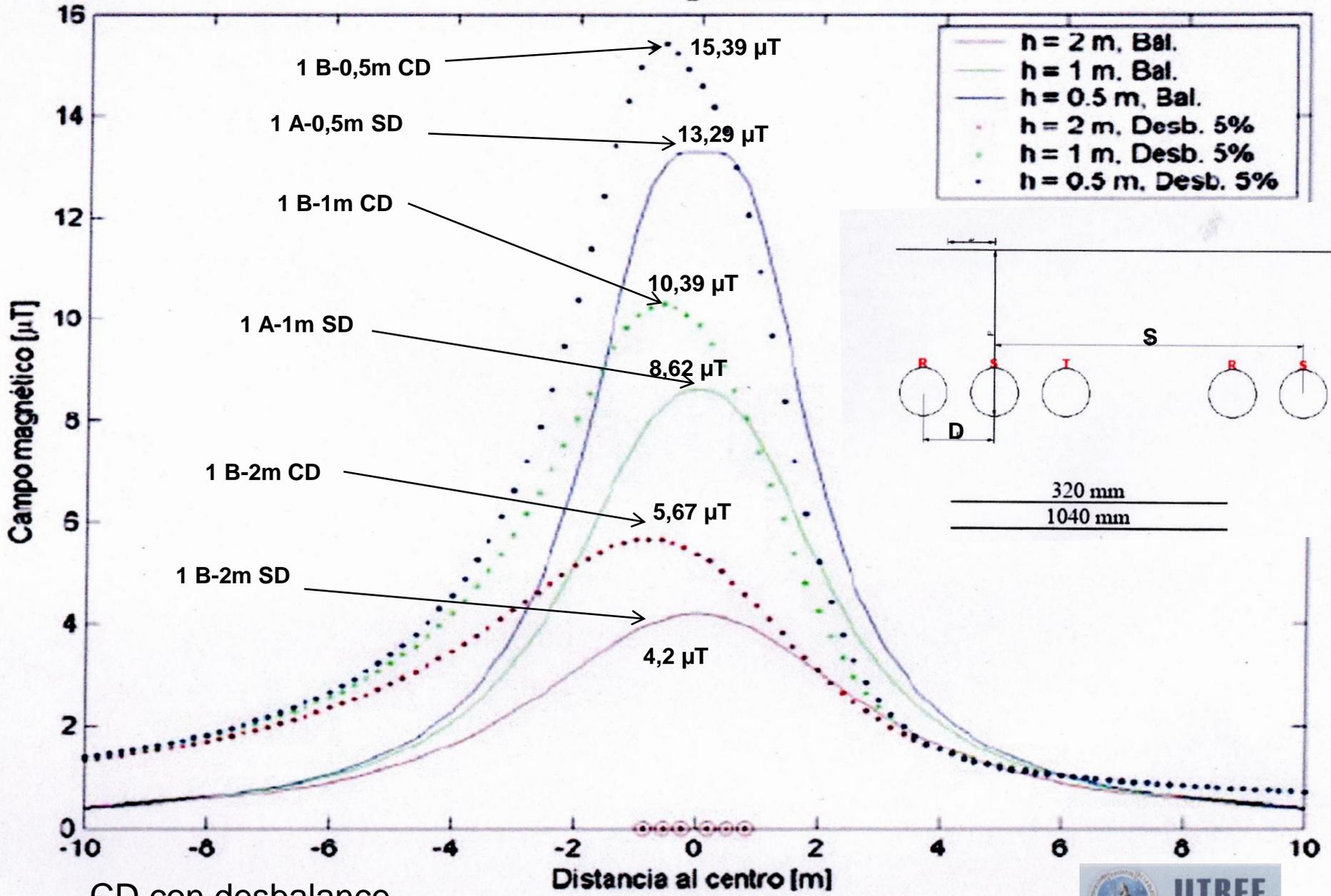
## CD con desbalance SD sin desbalance



Disposición	Caso	Profundidad	Valor Máximo [ $\mu T$ ]
Coplanar (separación doble)	Caso I - A Dos Ternas Energizadas Id = 175 A Ih = 0 %	2 m	4.20 $\mu T$
		1.0 m	8.62 $\mu T$
		0.5 m	13.29 $\mu T$
	Caso I - B Dos Ternas Energizadas Id = 175 A Ih = 5 %	2 m	5.67 $\mu T$
		1.0 m	10.31 $\mu T$
		0.5 m	15.39 $\mu T$
	Caso II-A Una Terna Energizada Id = 210 A Ih = 0 %	2 m	2.77 $\mu T$
		1.0 m	6.40 $\mu T$
		0.5 m	11.61 $\mu T$
	Caso II-B Una Terna Energizada Id = 210 A Ih = 5 %	2 m	3.61 $\mu T$
		1.0 m	7.25 $\mu T$
		0.5 m	12.42 $\mu T$



# Dos Ternas Energizadas: Id = 175 A



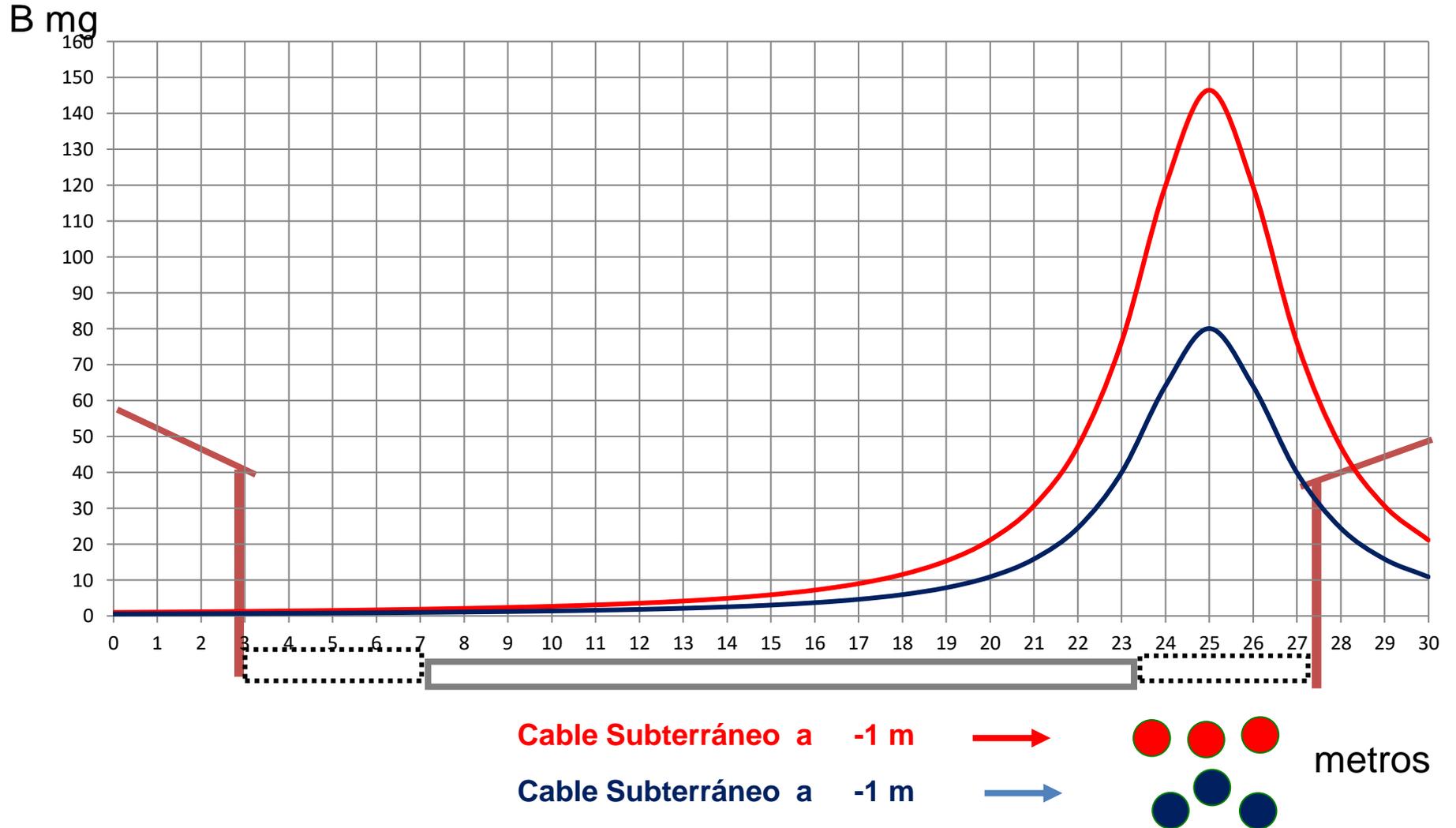
CD con desbalance  
SD sin desbalance



# Línea de 132 kV Urbana

## Subterránea a – 1m. de profundidad.

### Análisis 440 A 100 MVA separación 40 cm trébol y coplanar horizontal



# Campo Magnético

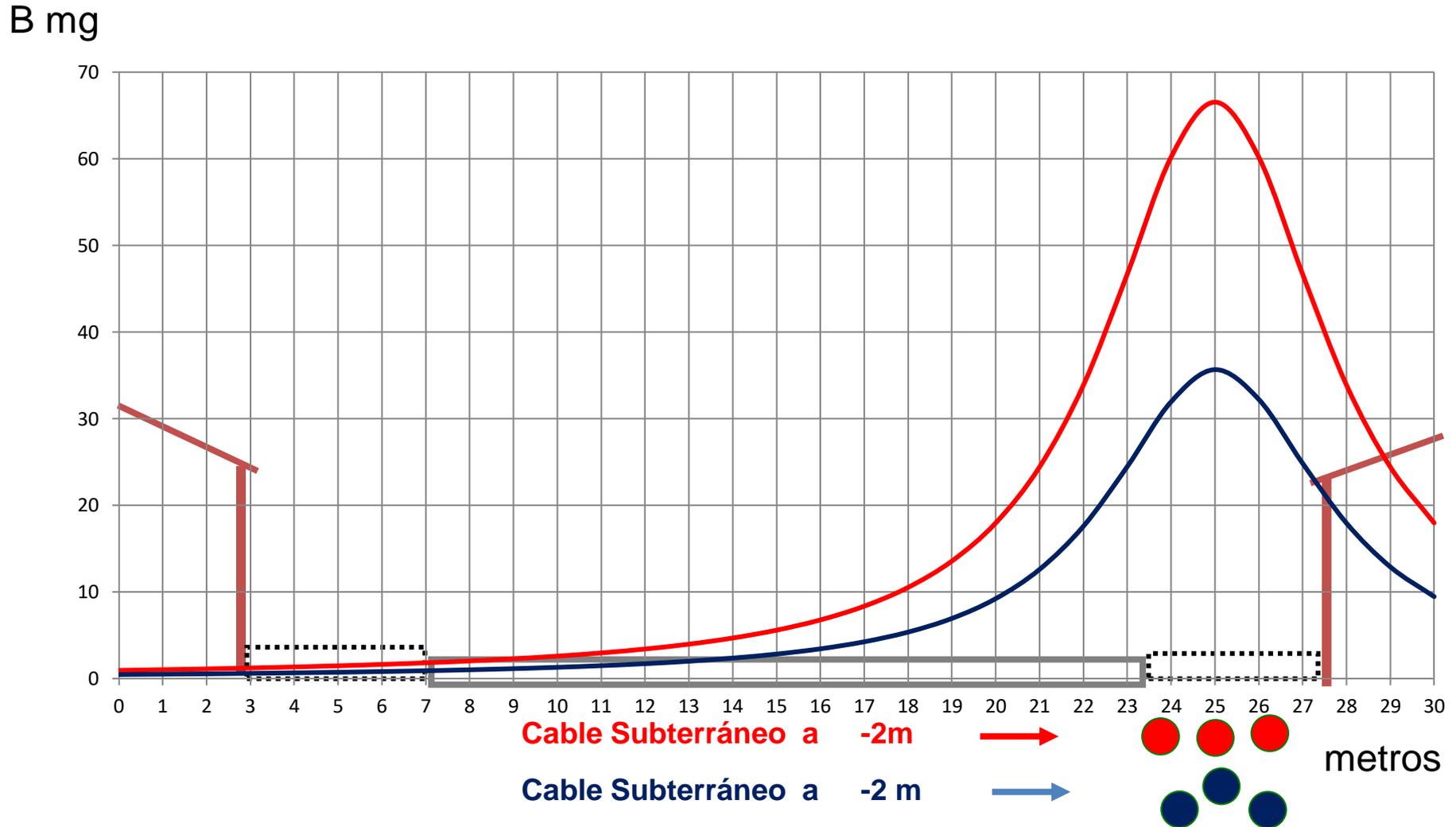
Resolución SE 77/98 250 mg

# Línea de 132 kV Urbana



## Subterránea a – 2m. de profundidad.

### Análisis 440 A 100 MVA separación 40 cm trébol y coplanar horizontal

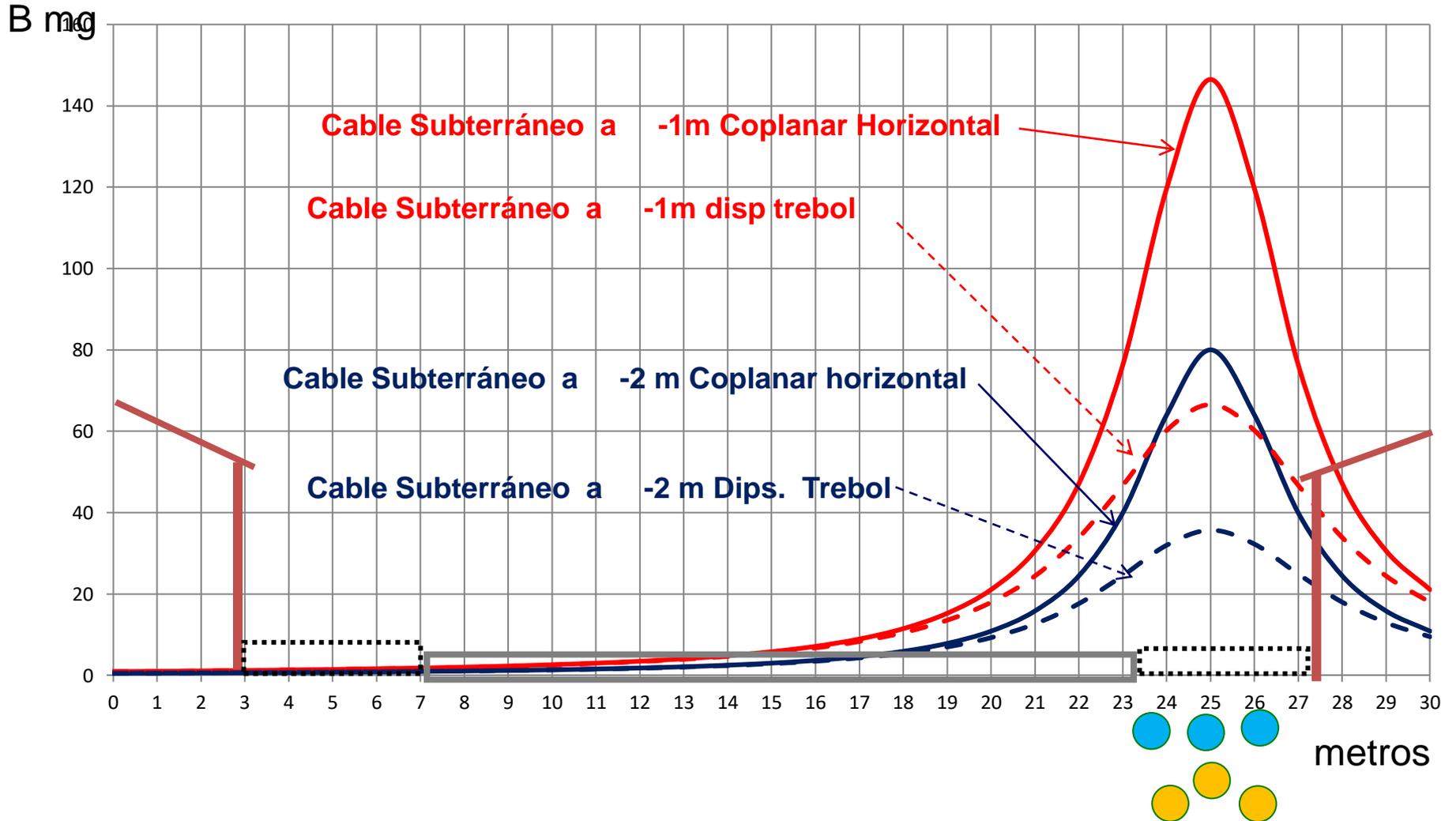


**Campo Magnético** Resolución SE 77/98 250 mg

# Línea de 132 kV Urbana

Comparación líneas Subterránea a -1 y -2m. de profundidad.

Análisis 440 A 100 MVA separación 40 cm trébol y coplanar horizontal



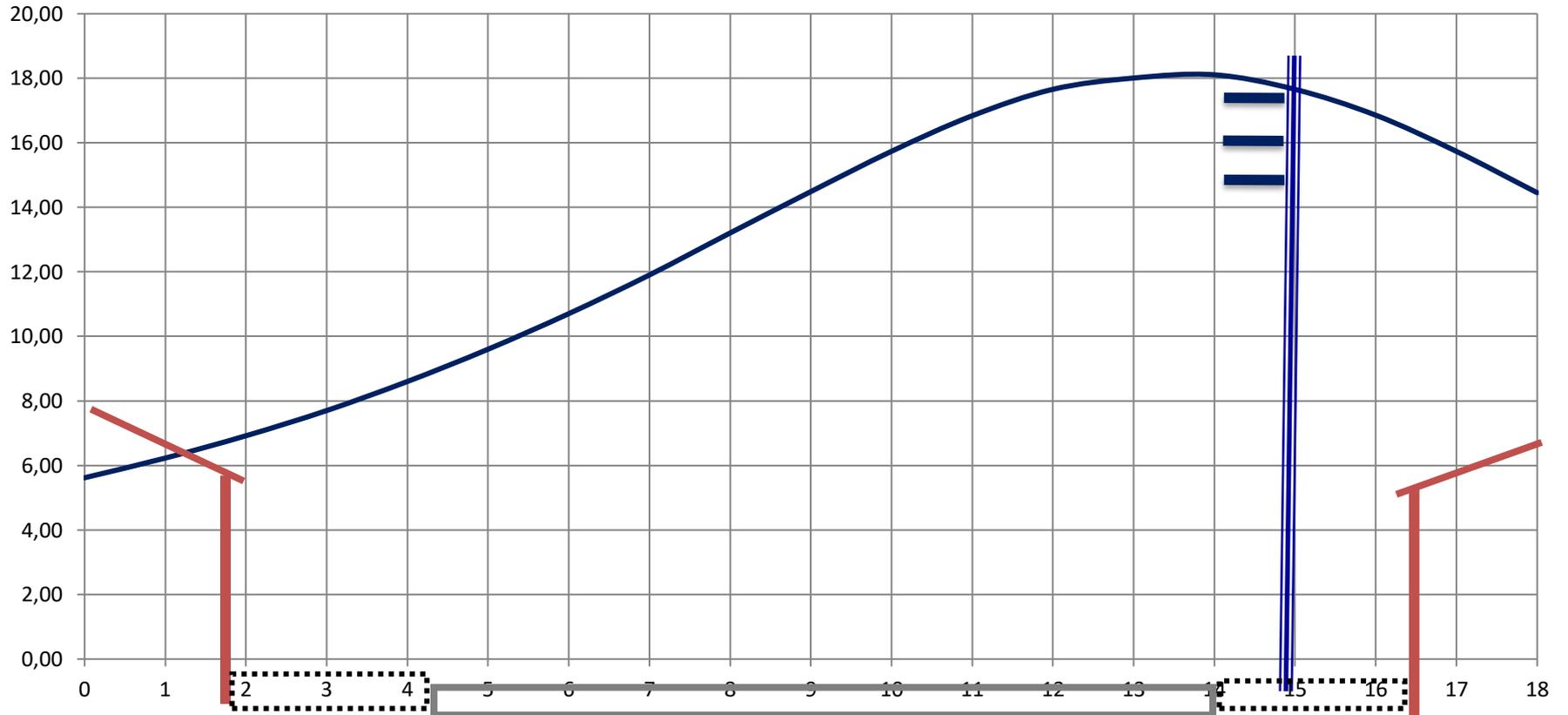
**Campo Magnético** Resolución SE 77/98 250 mg

# **CAMPO MAGNETICO EN LINEAS DE MEDIA TENSION AEREAS URBANAS**

**33 kV y 13,2 kV**

# Línea de 33 kV Urbana Disp. Bandera hmin 6,8 m

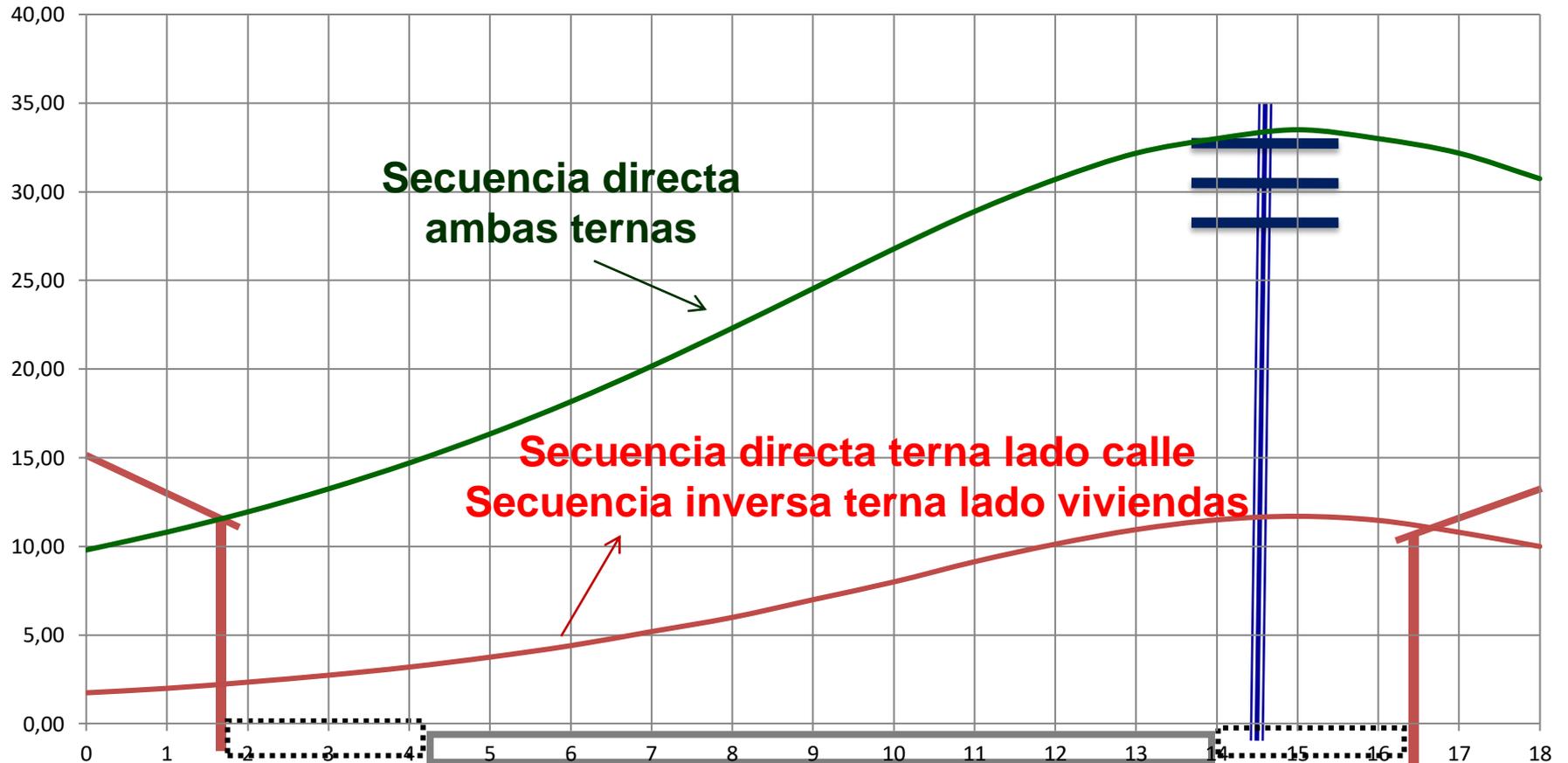
## Análisis de B 300 A 17 MVA



**Campo Magnético** Resolución SE 77/98 250 mg

# Línea de 33 kV Urbana Disp. DT SD y SI hmin 6,8 m

## Análisis de B 300 A 17 MVA.

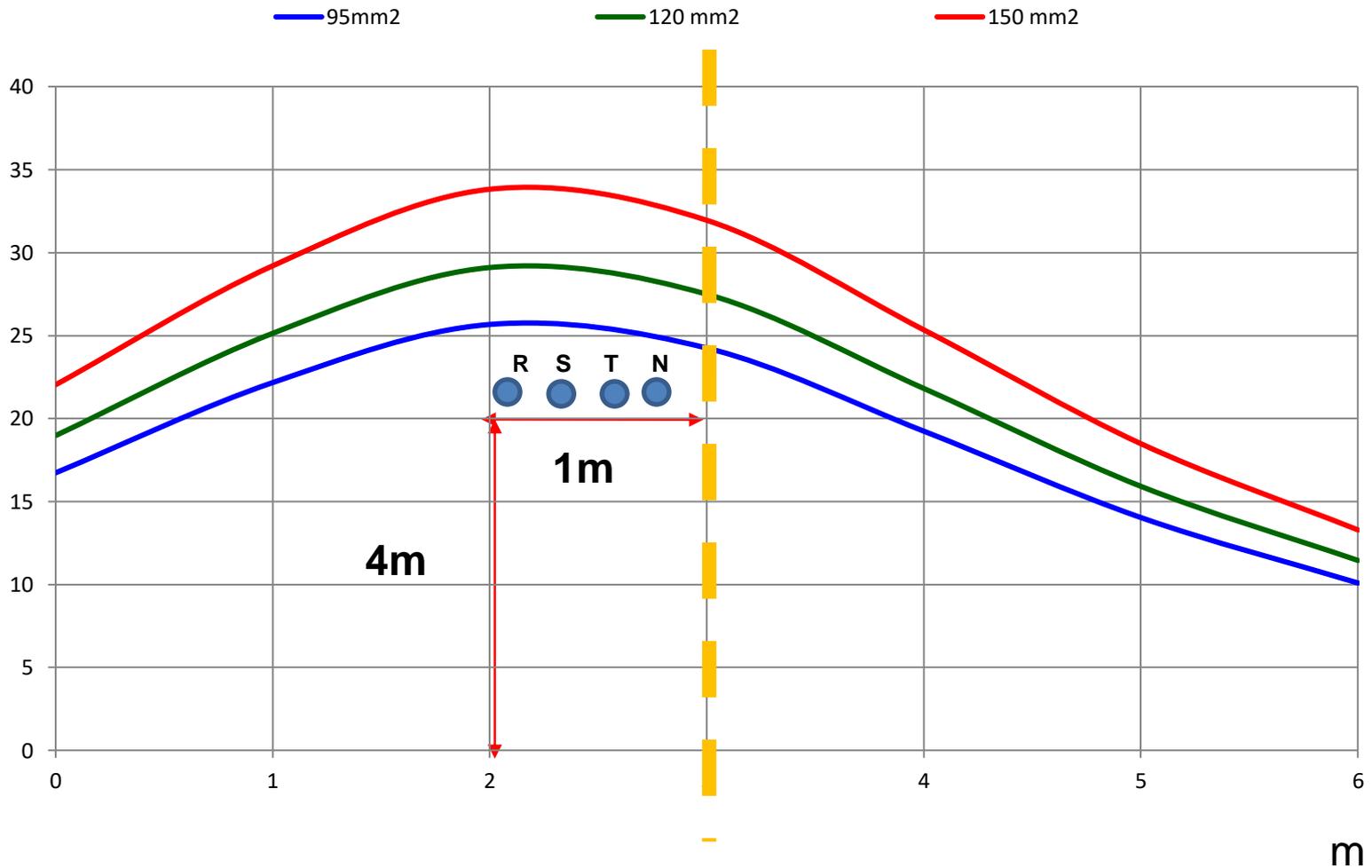


**Campo Magnético** Resolución SE 77/98 250 mg

# LÍNEA DE BAJA TENSIÓN URBANA, CONDUCTORES DESNUDOS , SALIDA TRANSFORMADOR DE 500 KVA 13,2/0,38/0,22 KV. CORRIENTES DESEQUILIBRADAS EN ANGULO,

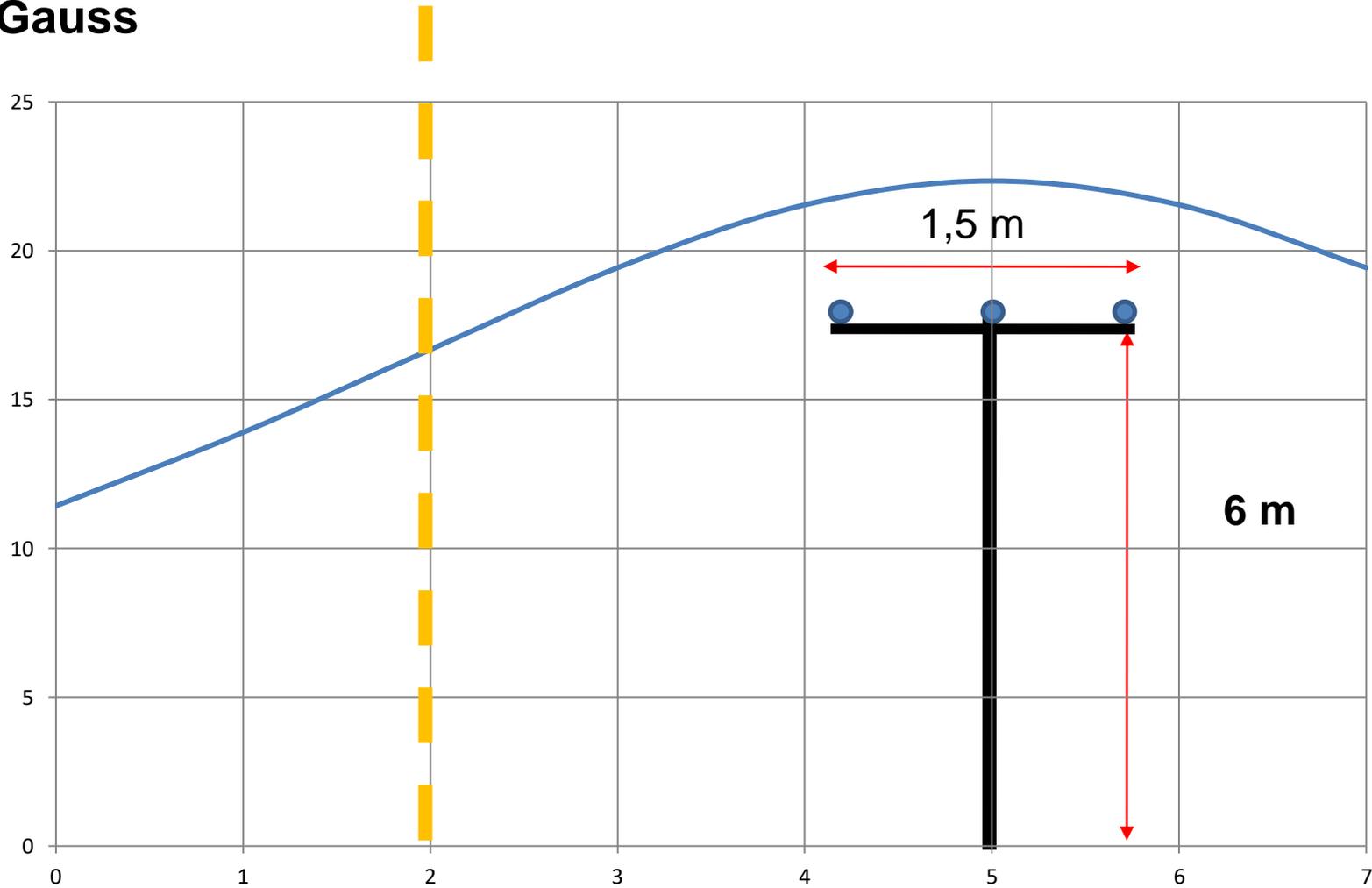
300 Amp, 95 mm<sup>2</sup>,207 KVA-340 Amp,120 mm<sup>2</sup>,234 KVA- 355 Amp,150 mm<sup>2</sup>,272 KVA

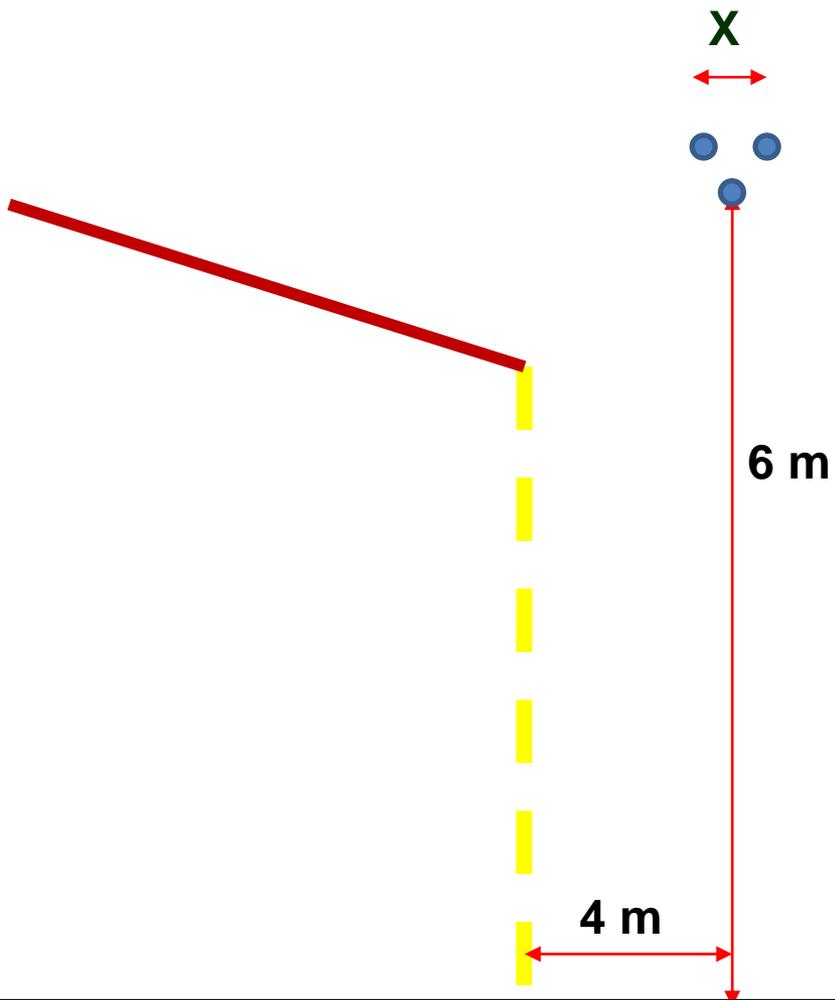
m Gauss



# LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN URBANA 13,2 KV, CONDUCTORES DESNUDOS , 220 Amp. 5 MVA 95 mm<sup>2</sup>

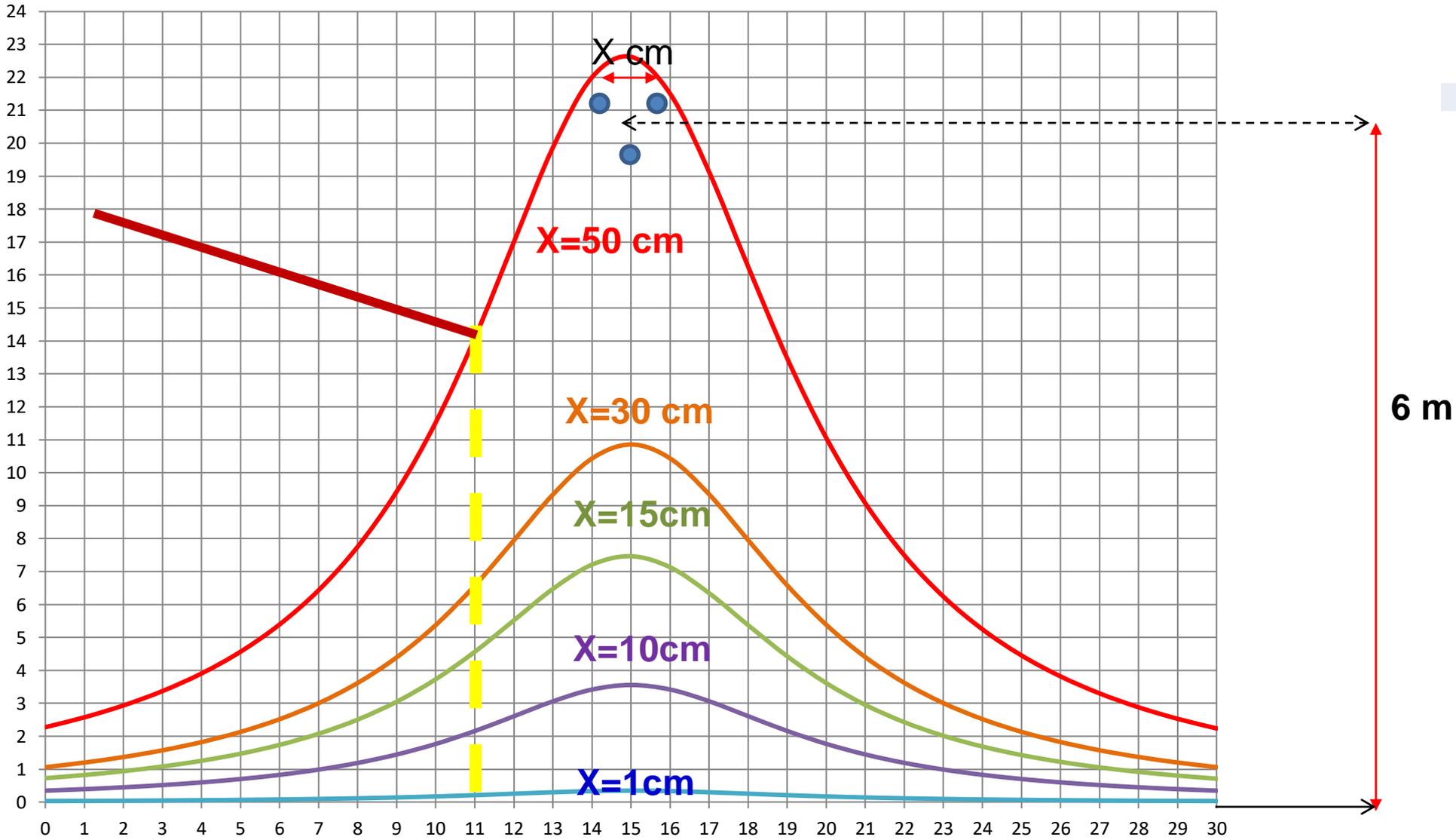
m Gauss



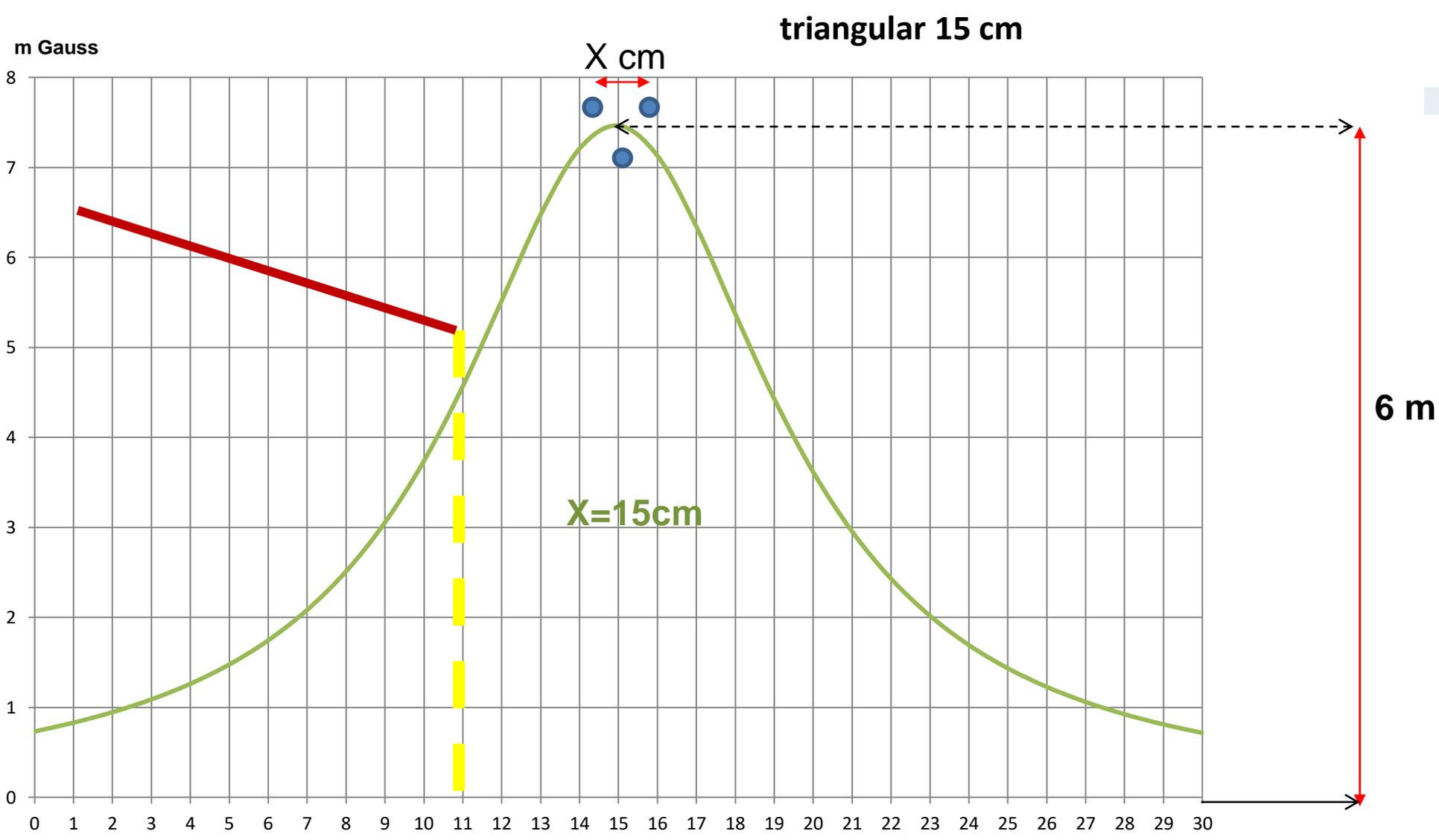


**ANÁLISIS DE UNA LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN DISPOSICIÓN TRIANGULAR**

m Gauss



**LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN 13,2 kV , 220 Amp.**



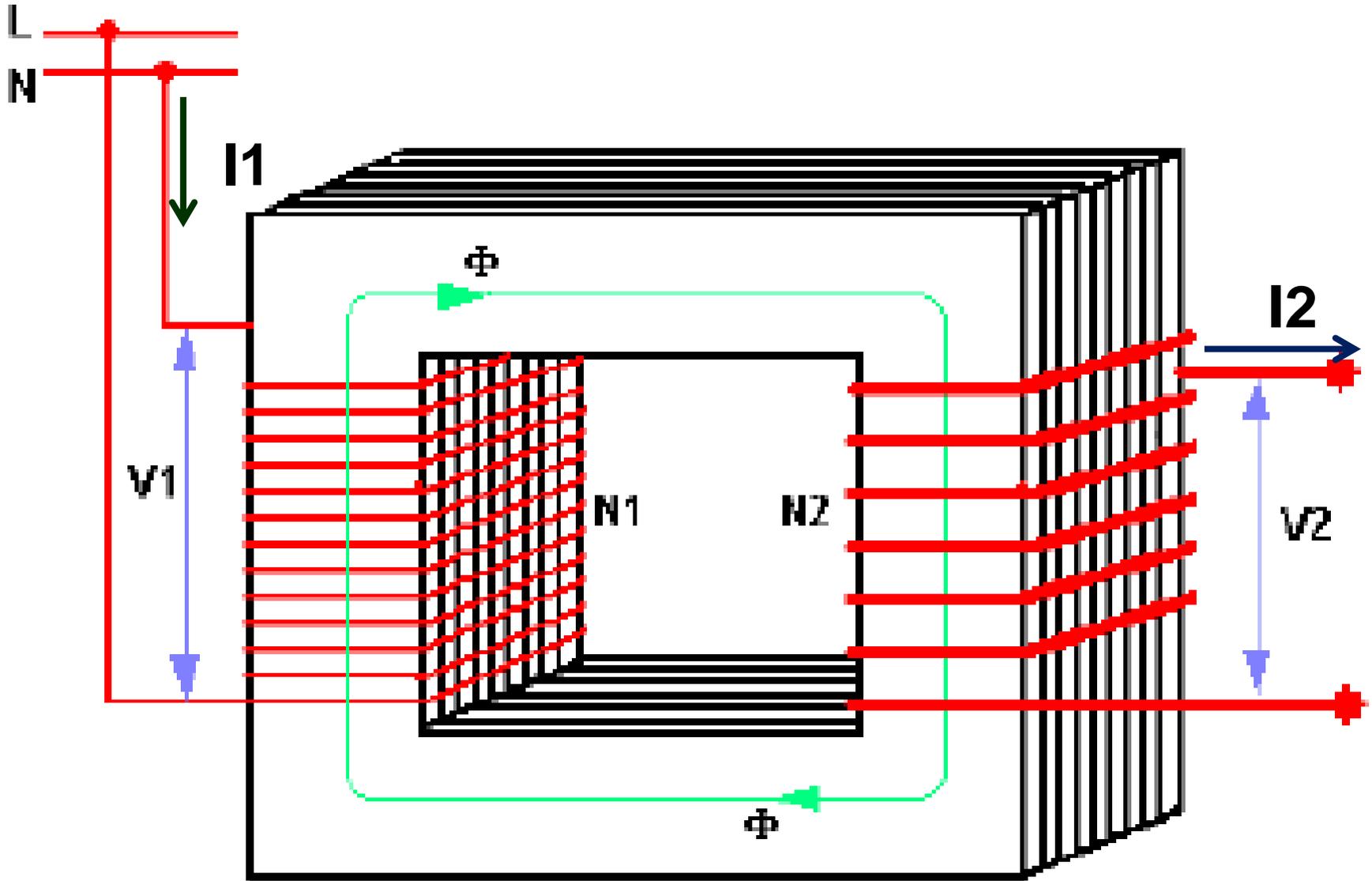
**LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN 13,2 kV , CABLE PROTEGIDO 220 Amp.**

**Las exigencias de la Secretaría de Energía de la República Argentina de acuerdo a la Resolución N° 77/98 para instalaciones Eléctricas de Alta Tensión, son**

**:**

- Campo Magnético máximo 250 mG. 25  $\mu$ T –**
- Campo Eléctrico máximo 3 kV/m.( 3.000 V/m)–**

# MODELO DE UN TRANSFORMADOR



**EL CAMPO MAGNETICO QUEDA CIRCUNSCRIPTO DENTRO DEL TRANSFORMADOR**

# Caso 1

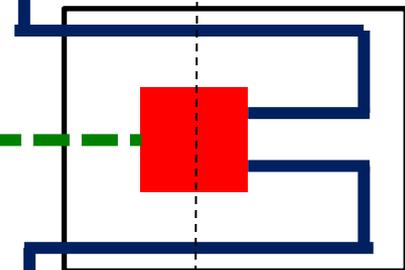
140 Amp  
33 kV

167 Amp  
13,2 kV

8,5 MVA

167 Amp  
13,2 kV

30 m



## Caso 2

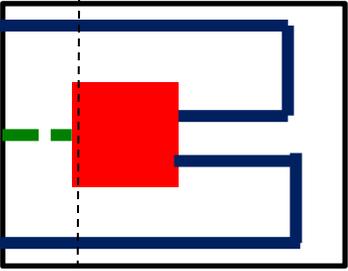
140 Amp  
33 kV

167 Amp  
13,2 kV

8,5 MVA

167 Amp  
13,2 kV

150 m



### Caso 3

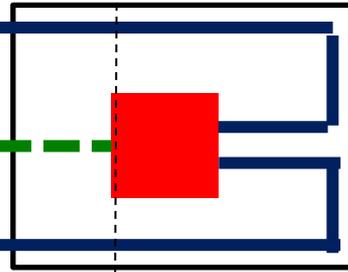
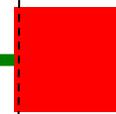
140 Amp  
33 kV

167 Amp  
13,2 kV

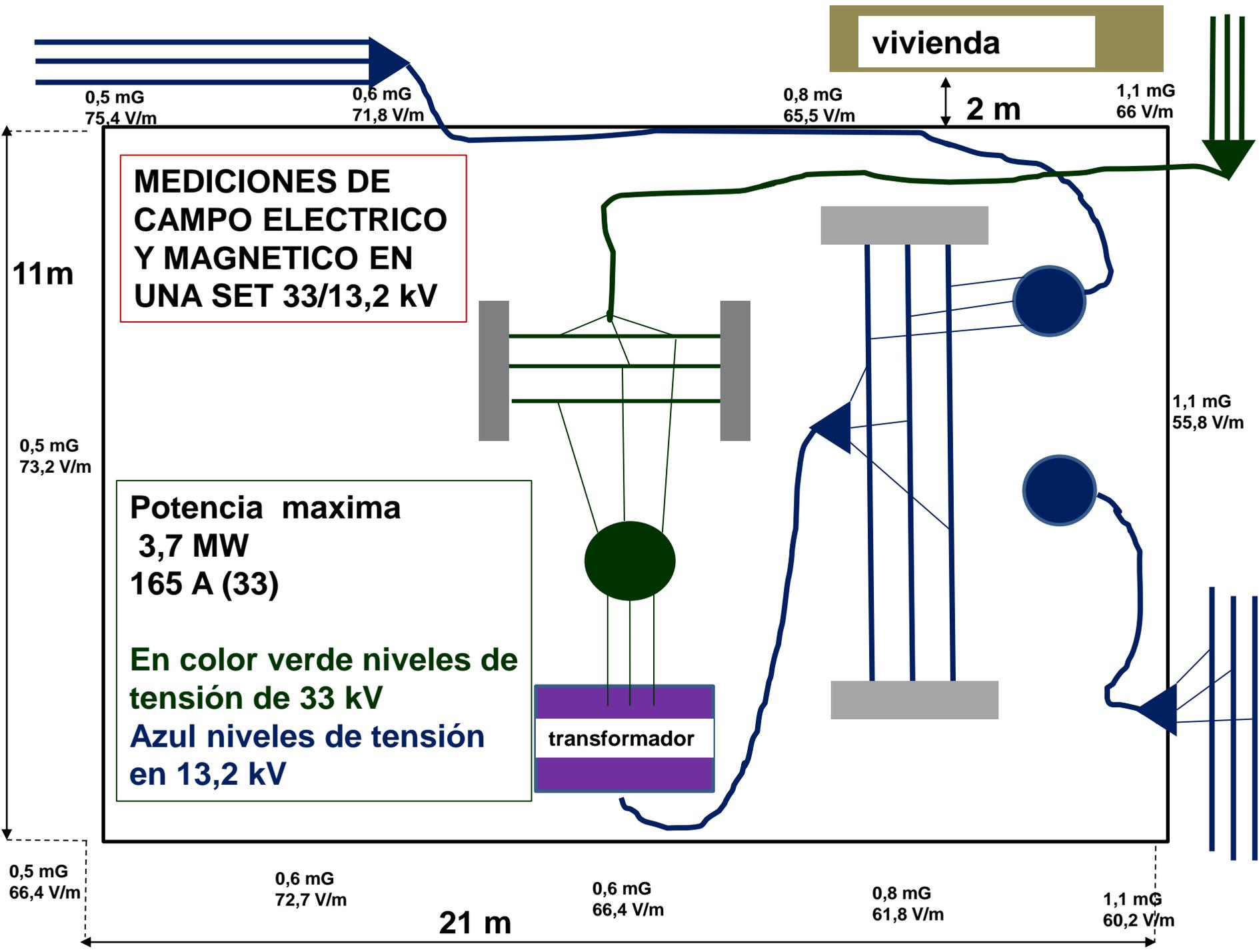
8,5 MVA

167 Amp  
13,2 kV

250 m



# **Resultados de Mediciones de Campo en una SET de 33/13,2 KV de 8,5 MVA**



# **CALCULO DE VALORES DE CAMPO MAGNETICO EN INSTALACIONES DE AT/MT**

Proyecto ET GIS 40 MVA

132kV/13,2kV

Ingreso 175 A en 132 kV.

7 salidas en 13,2 kV. de 250 A

Perímetro: 23mX19m

Valor máximo calculado 2,5  $\mu$ T (25 mG)

**Fuente IITREE-LAT-FI-UNLP**

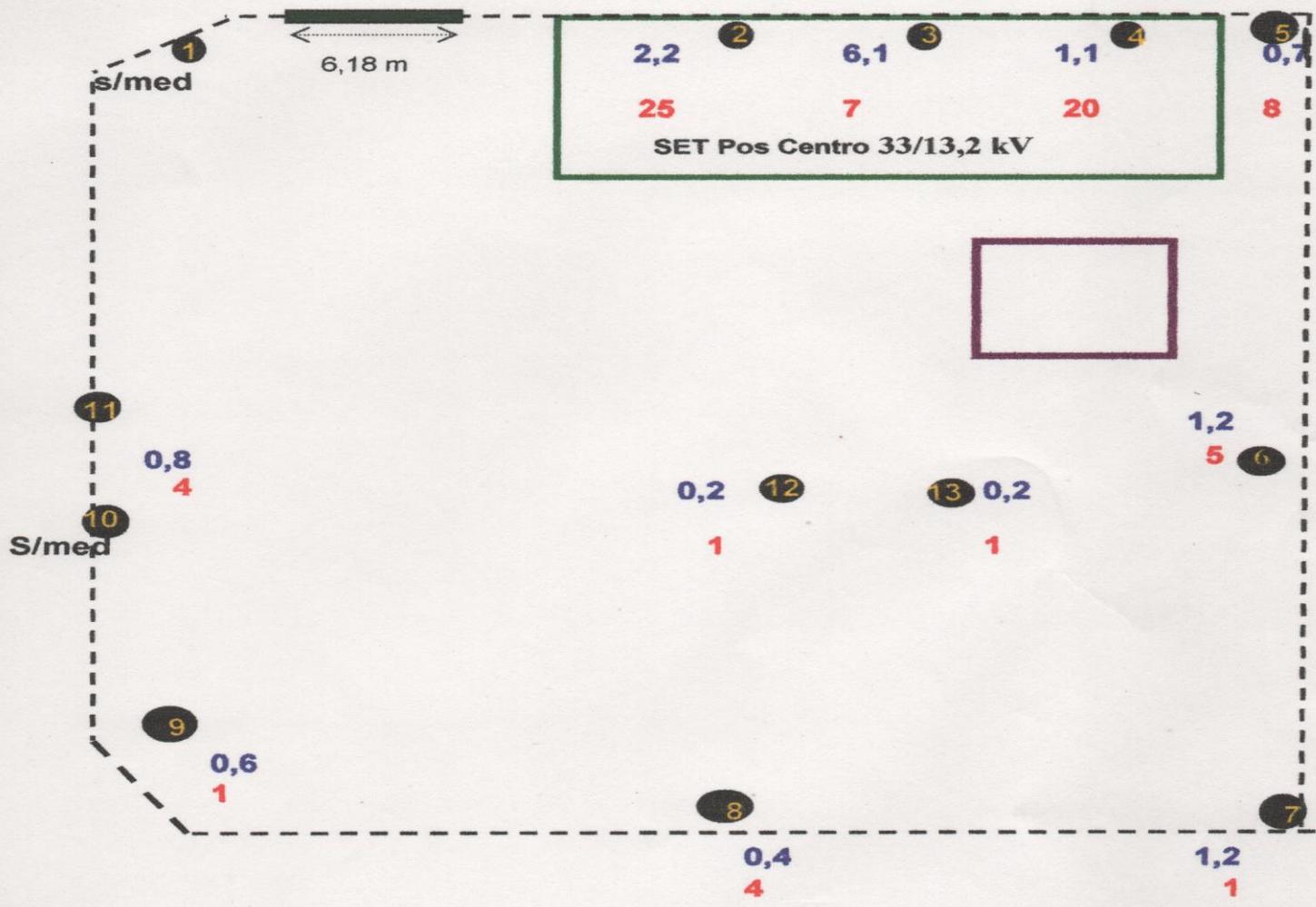
SET 33/13,2 kV 2x 8,5 MVA



CENTRO DE CONTROL



**MEDICION REALIZADA EL 9 DE NOVIEMBRE DE 2004**  
**ESTACION TRANSFORMADORA**  
**FUNCIONANDO LA LINEA EN 33 KV**  
**Valores de B ( mG) en color azul**  
**Valores de E ( V/m) en color rojo**



**Normativa de la secretaria de Energía, Resolución 77/98**  
**Limites de Campo Magnético, B: 250 mG,**  
**Limites de Campo Eléctrico E:3 kV/m**

**SECCIONADOR INGRESO A LA ET**



**TRANSFORMADOR 132/33/13,2 kV  
44/15/44 MVA**

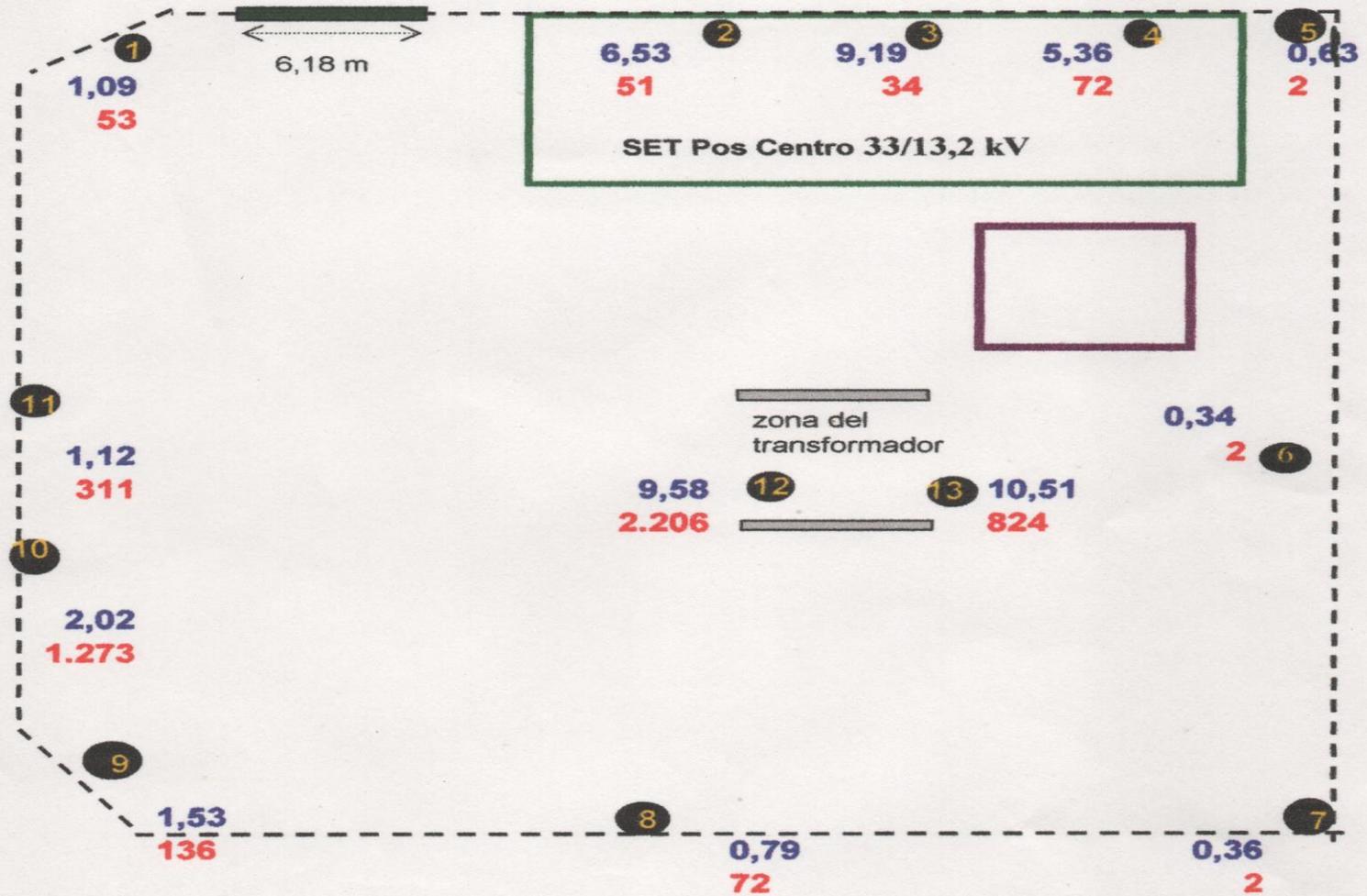


**PORTICO 132 kV**



**MEDICION REALIZADA EL 2 DE MAYO DE 2008**  
**ESTACION TRANSFORMADORA**

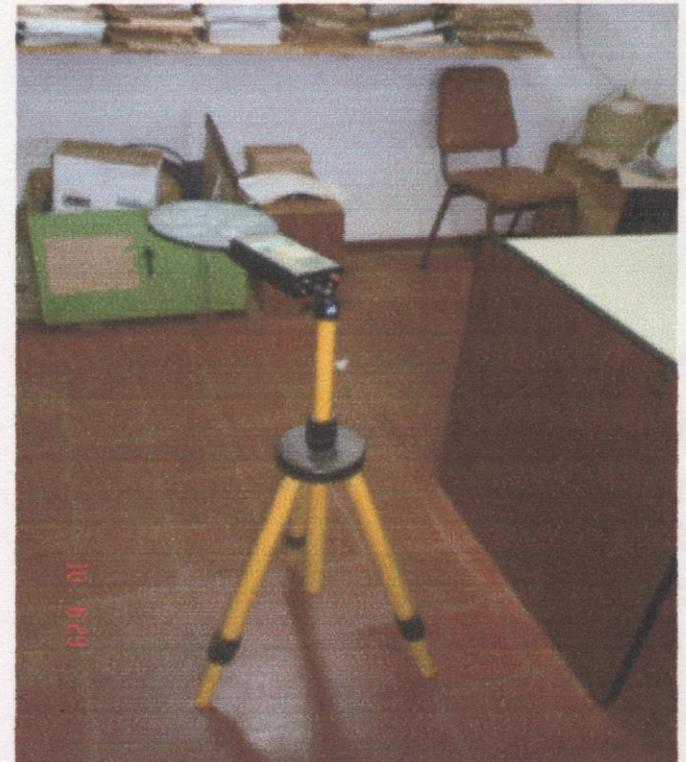
**FUNCIONANDO EN 132 KV**  
**Valores de B ( mG) en color azul**  
**Valores de E ( V/m) en color rojo**



**Normativa de la secretaria de Energía, Resolución 77/98**  
**Limites de Campo Magnético, B: 250 mG,**  
**Limites de Campo Eléctrico E:3 kV/m**

# CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL EQUIPO DE MEDICION

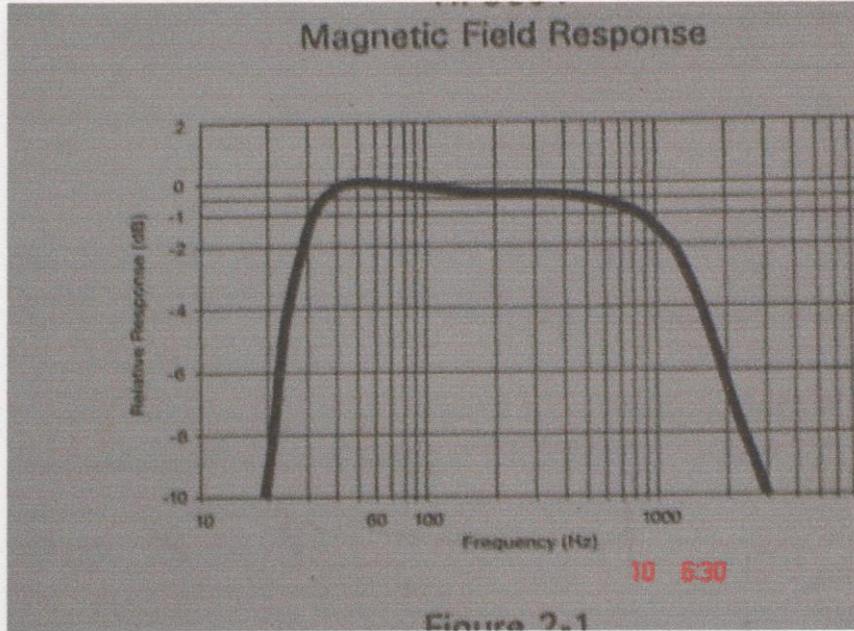
**Marca: HOLADAY**



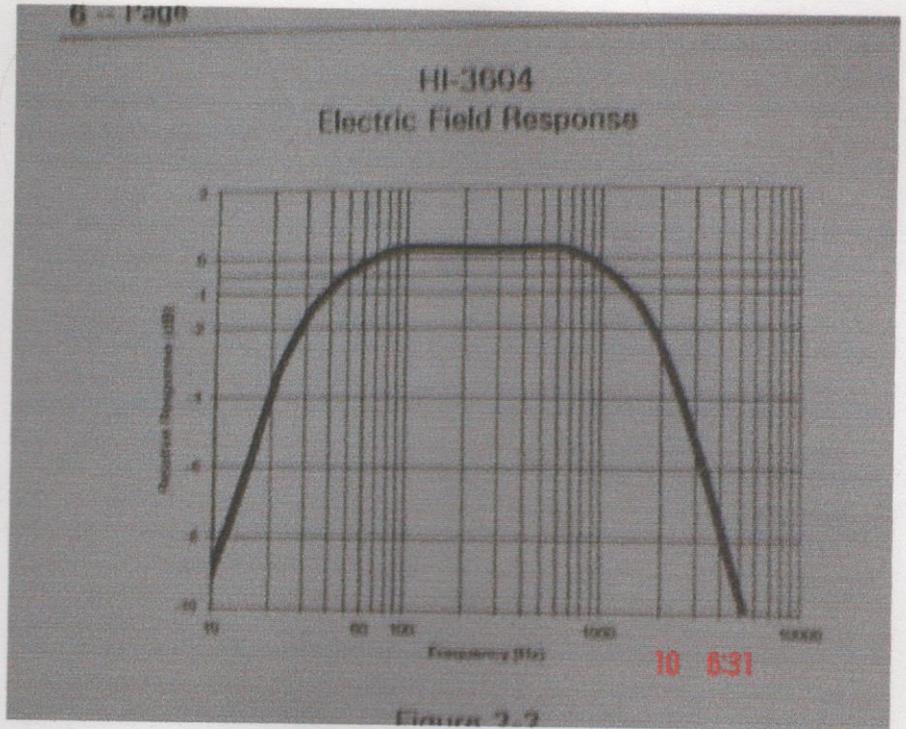
**Sensibilidad: Campo Eléctrico**  
**Campo Magnético**

**1 a 199 kV/m**  
**0,1 a 20 G**

# Respuesta en Frecuencia: Campo Magnético



# Respuesta en Frecuencia Campo Eléctrico





**CRITERIOS  
PRACTICOS PARA  
MITIGAR EL CAMPO  
MAGNETICO DE 50 Y  
O 60 Hz EN LAS  
INSTALACIONES**

**Para transportar la misma potencia, las instalaciones de Alta Tensión producen menos campos magnéticos que las de menor tensión.**

**Las instalaciones aéreas suelen ser menos contaminantes que las subterráneas**

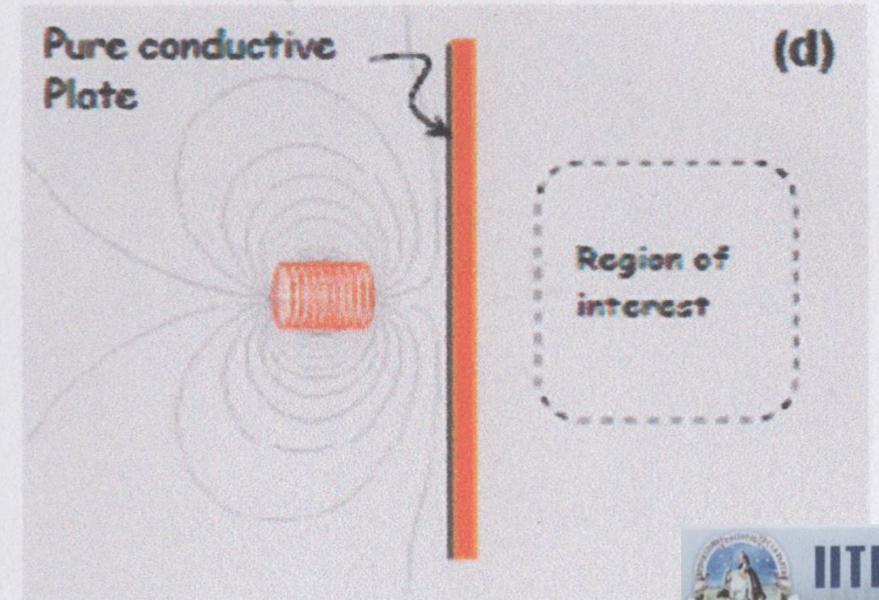
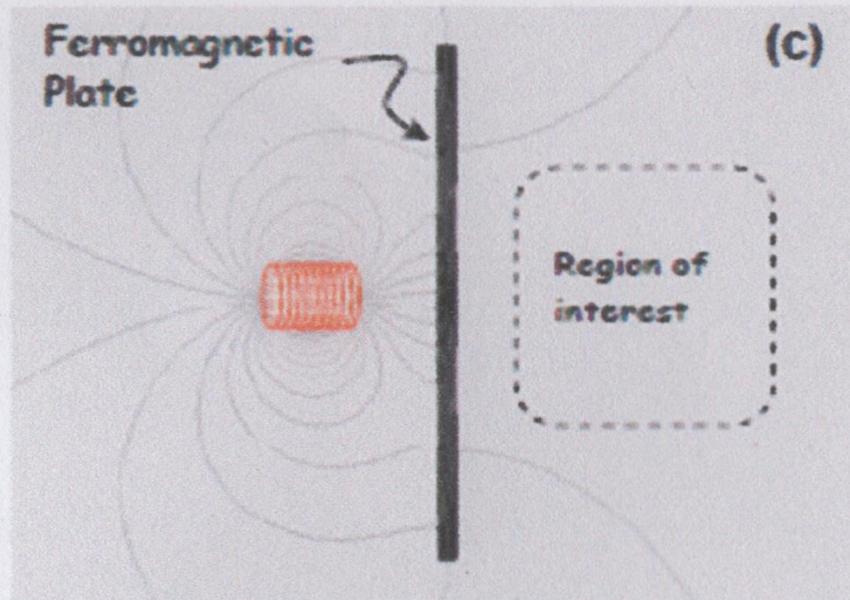
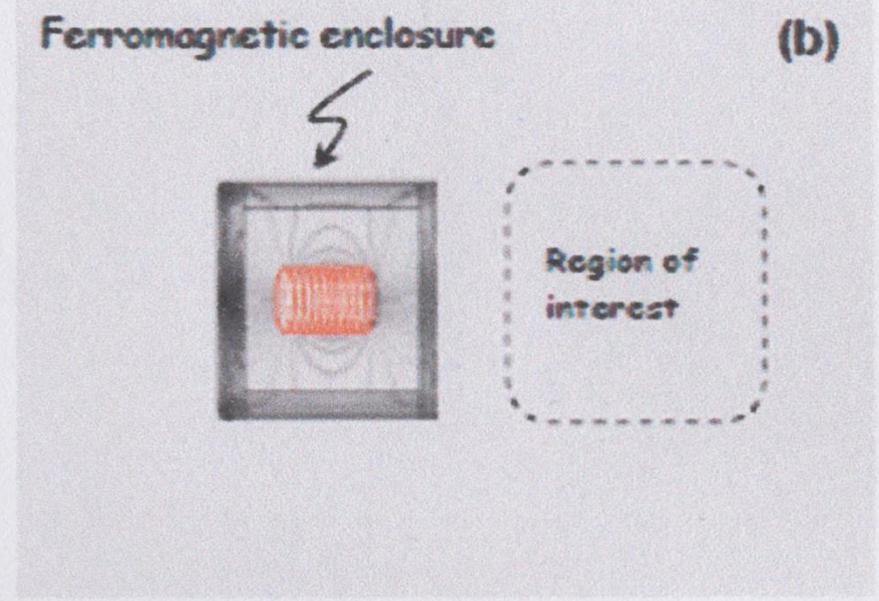
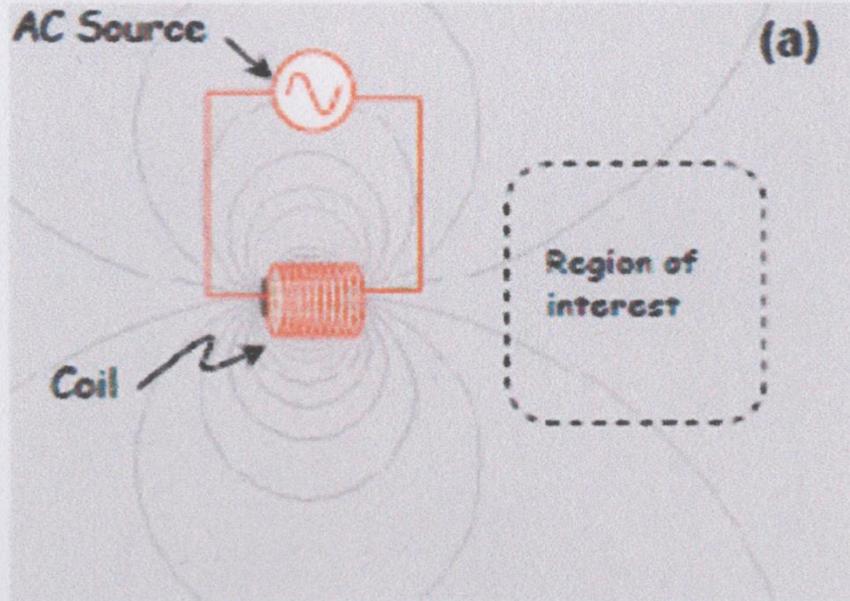
**Los diseños de líneas y EETT deben buscar en lo posible compensación entre ternas ( secuencia directa e inversa de fases). Disposición triangular líneas aéreas y trébol líneas subterráneas .Conservar distancias mínimas.**

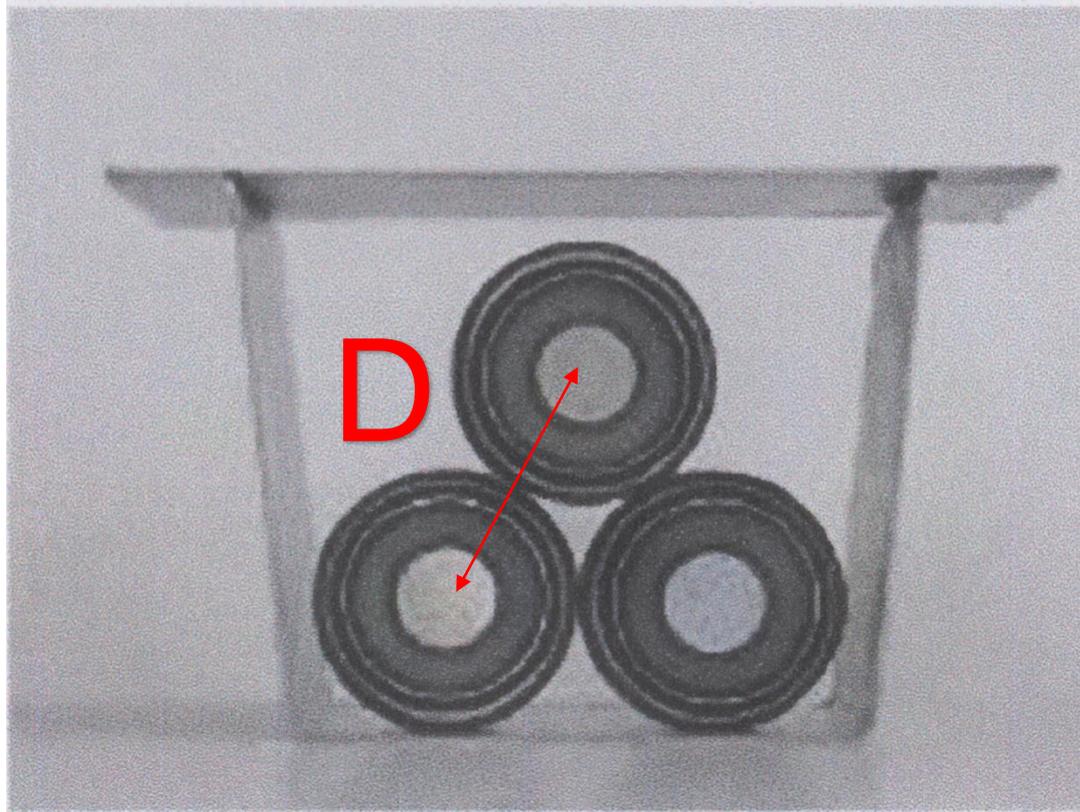
**En las redes de Baja tensión y media tensión se logran mejores resultados con cables preensablados en ambos casos y cables protegidos en media tensión.**

**Las cargas (Intensidades de corrientes por fase) deben estar lo mas equilibradas posible( tema difícil en BT ya que depende de la demanda y el uso de la misma). Evitar en lo posible puestas a tierra múltiples del neutro. (retorno de corrientes unipolares de secuencia 0 ya que su retorno por tierra, producen campos magnéticos en el nivel suelo superficial)**

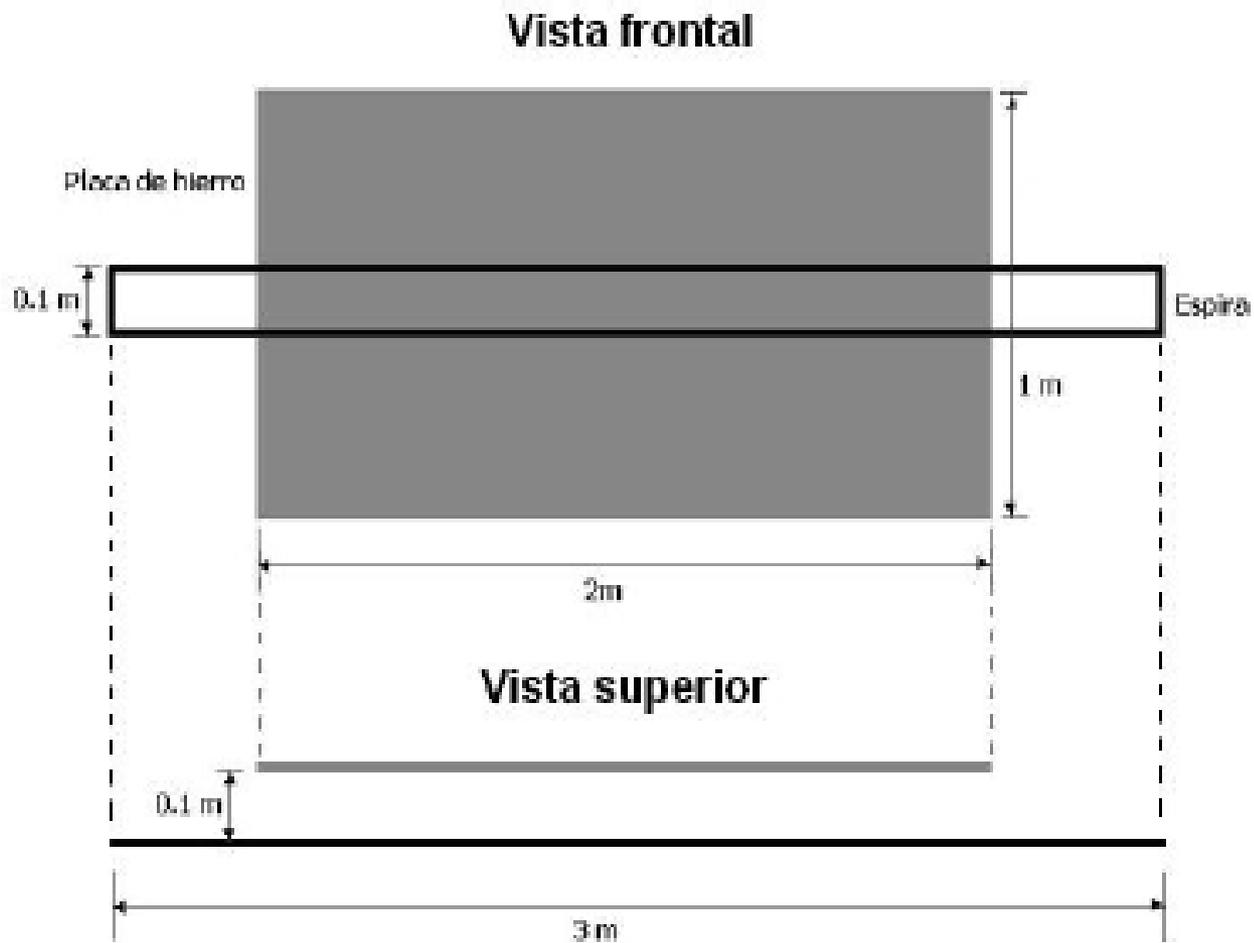
Tipo de Material	Características
No magnético	No facilita o no permite el paso de las líneas de Campo magnético. Ejemplo: el Vacío.
Diamagnético	Material débilmente magnético. Si se sitúa una barra magnética cerca de él esta lo repele. Ejemplo: <b>Bismuto (Bi), Plata (Ag), Plomo (Pb), Agua.</b>
Paramagnético	Presenta un magnetismo muy poco significativo. Atraído por la barra magnética. Ejemplo: <b>Aire, Aluminio (Al), Paladio (Pd), Magneto Molecular.</b>
Ferromagnético	Magnético por excelencia o fuertemente magnético. Atraído por la barra magnética. Paramagnético por encima de la temperatura de Curie (La temperatura de Curie del hierro metálico es aproximadamente unos 770 °C). Ejemplo: <b>Hierro (Fe), Cobalto (Co), Níquel (Ni), Acero suave.</b>
Antiferromagnético	No magnético aun bajo acción de un campo magnético inducido. Ejemplo: Óxido de Manganeso (MnO <sub>2</sub> ).
Ferrimagnético	Menor grado magnético que los materiales ferromagnéticos. Ejemplo: Ferrita de Hierro.
Superparamagnético	Materiales ferromagnéticos suspendidos en una matriz dieléctrica. Ejemplo: Materiales utilizados en cintas de audio y video.
Ferritas	Ferrimagnético de baja conductividad eléctrica. Ejemplo: Utilizado como núcleo inductores para aplicaciones de corriente alterna.

# Blindajes



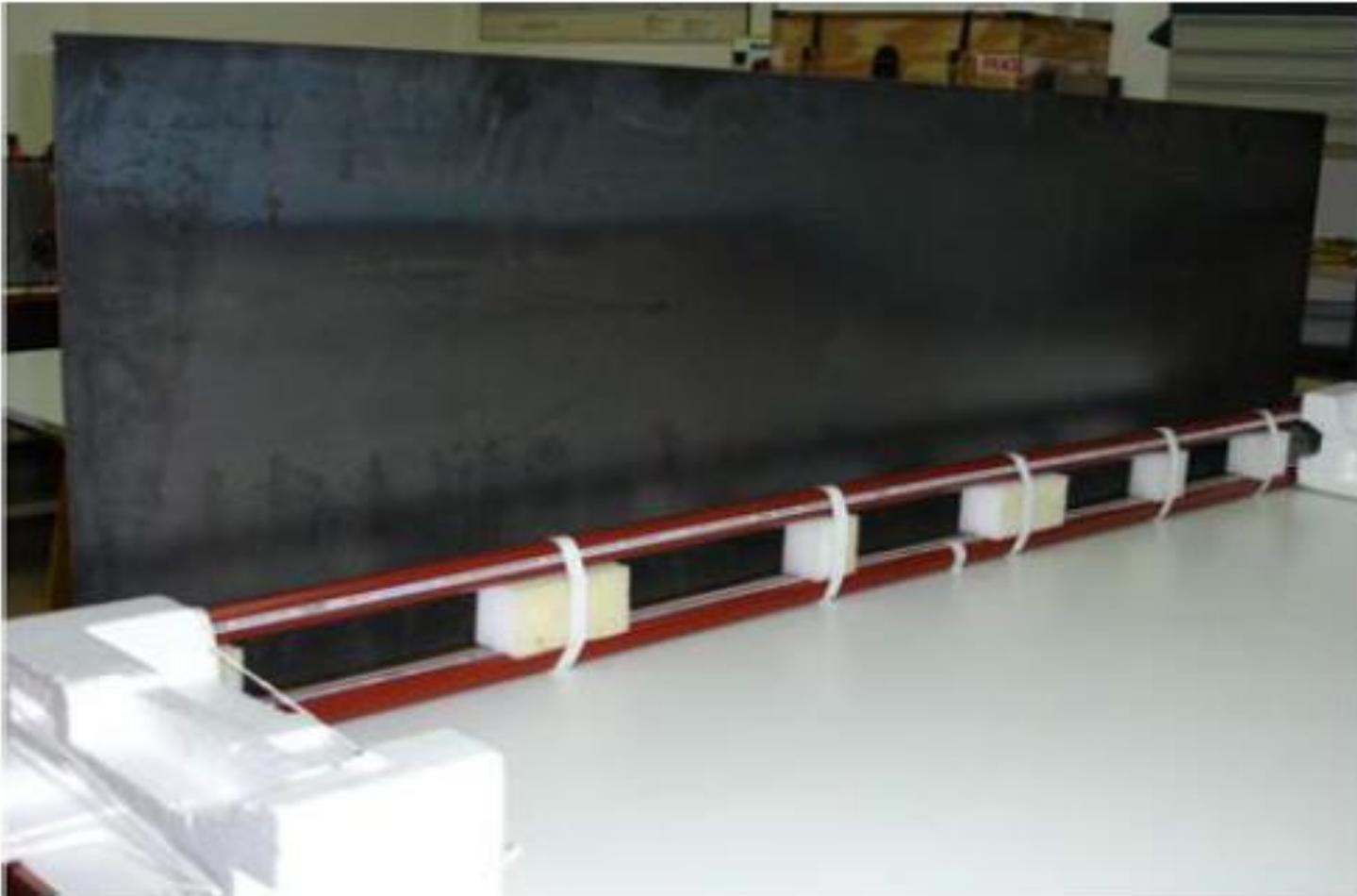


**Tiene sentido realizarlo en zonas urbanas, y cuando se superen los limites permitidos**



Material	e [mm]	$\sigma$ [S/m]	$\mu_r$	$\delta$ @ 50 Hz
Aluminio	1,5	$35 \cdot 10^6$	1	12 mm
Hierro	1,5	$8,4 \cdot 10^6$	260	1,5 mm
Hierro	2,5	$8,4 \cdot 10^6$	260	1,5 mm

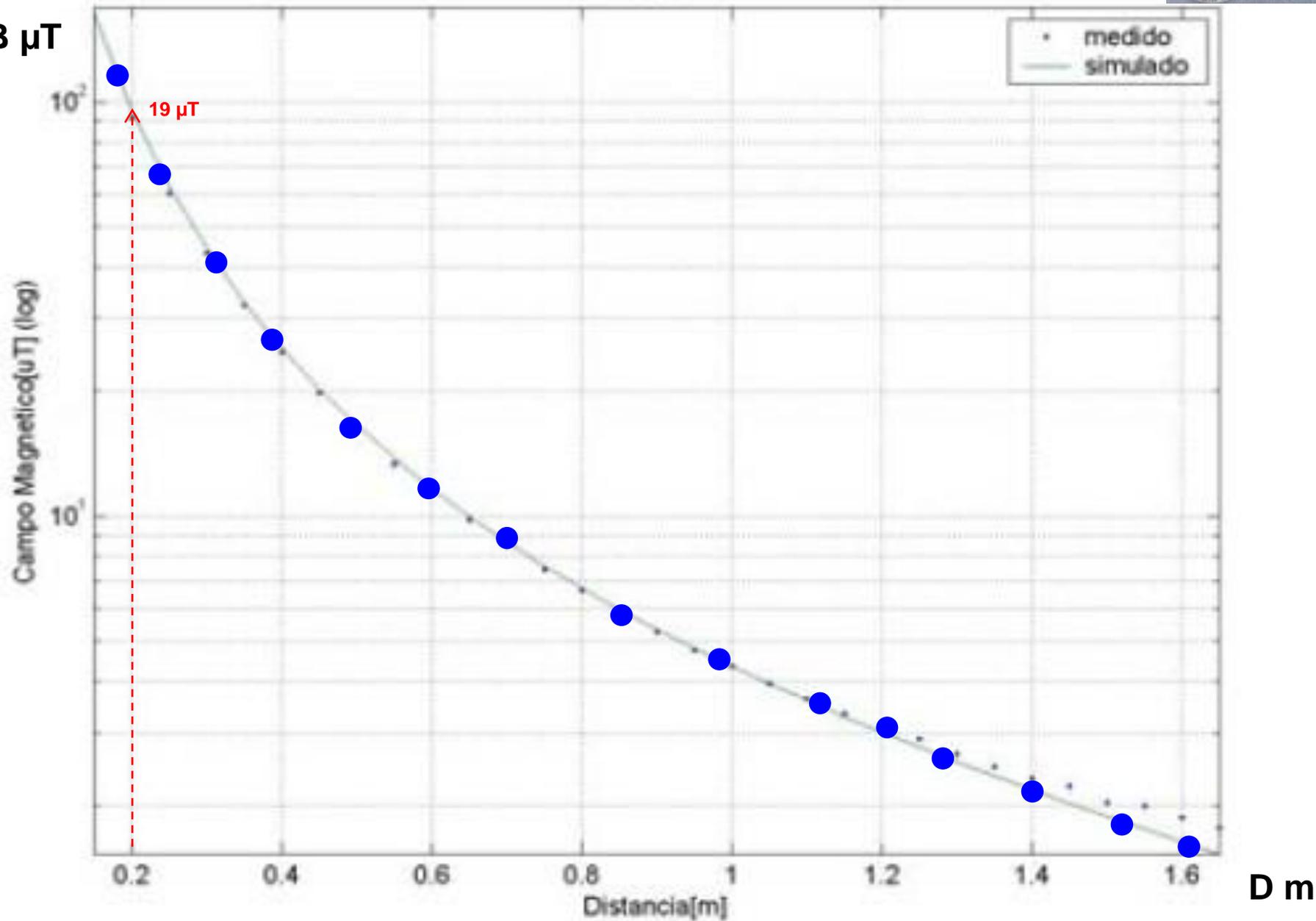
e espesor  $\sigma$  conductividad relativa  $\mu_r$  permeabilidad relativa  
 $\delta$  profundidad de penetración



Sin blindaje

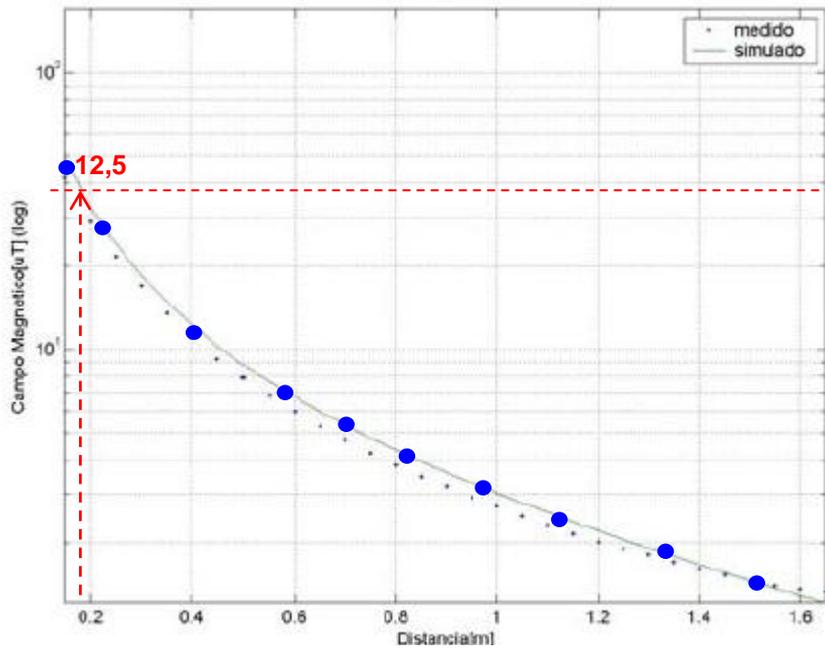
Aire

B  $\mu\text{T}$

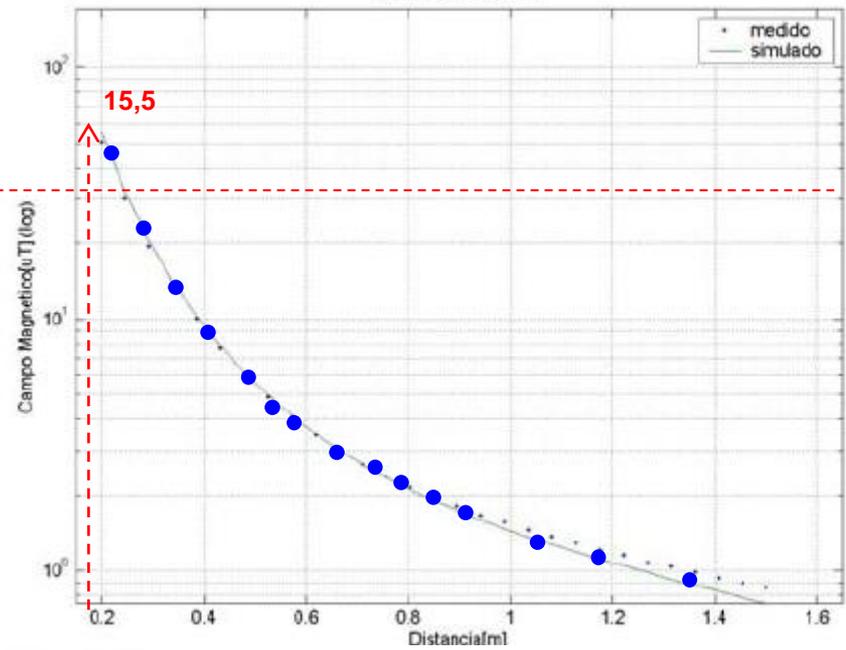


D m

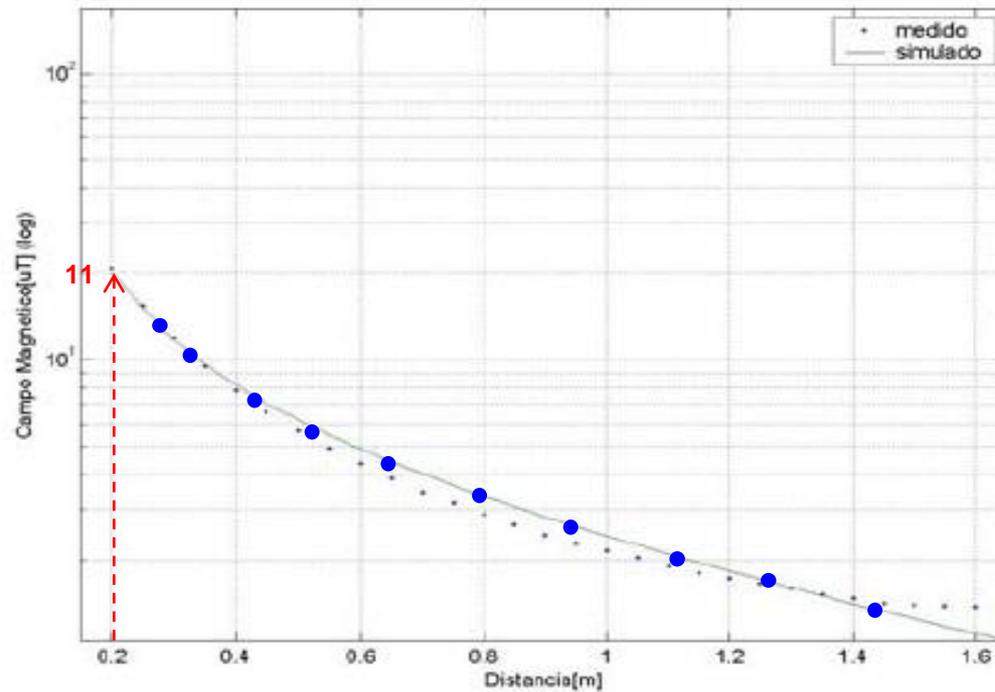
Hierro de 1.5mm



Aluminio de 1.5mm



Hierro de 2.5mm





**\_Mu-metal es una aleación de níquel-hierro (aproximadamente 75% de níquel, 15% de hierro, además de cobre y molibdeno) que tiene una permeabilidad magnética muy alta. La alta permeabilidad hace al mu-metal muy eficaz en la detección de campos magnéticos estáticos o de baja frecuencia, que no puede ser atenuada por otros métodos**

# **PROGRAMAS DE CALCULO Y CONCLUSIONES FUENTES PROPIAS**

## **BIBLIOGRAFIA:**

**CURSO DE POST GRADO COMPATIBILIDAD DE  
INSTALACIONES ELECTRICAS CON EL AMBIENTE (IAE) La  
Plata .Septiembre 2009. INSTITUTO DE INVESTIGACIONES  
TECNOLOGICAS PARA REDES Y EQUIPOS ELECTRICOS.  
LABORATORIO DE ALTA TENSION. (IITREE-LAT) FACULTAD  
DE INGENIERIA – UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA  
REPUBLICA ARGENTINA**

**COMISION INTERNACIONAL PARA LA PROTECCION DE LA  
RADIACION NO IONIZANTE (ICNIRP)**

**ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS).**

**ASOCIACION TOXICOLOGICA ARGENTINA.**

# Ingeniero Eduardo A Soracco. Mat prof 2330

**Ingeniero Electricista Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata.**

**Ex Miembro del Comité Técnico Nacional de Energía de la Unión Argentina de Asociaciones de Ingenieros (UADI)**

**Ex Coordinador de la comisión de Política Energética, Planeamiento y Medio Ambiente del Consejo Profesional de Ingeniería de Misiones (CPAIM).**

**Ex Miembro de la Comisión de Energía de la Federación Argentina de la Ingeniería Especialista (FADIE)**

**Expresidente del Consejo Profesional de Ingeniería de Misiones.  
CPAIM**

**Expresidente de la Federación de Colegios y Consejos Profesionales de Misiones.  
Fe.C.Co.Pro.Mi**

**Expresidente de la Federación Económica Brasil Argentina y Paraguay.  
FEBAP**

**Ex integrante de Sub Gerencia de Planificación Energética de EMSA**

**Ex integrante Área Estudios Eléctricos Gerencia de explotación de EMSA**

**Ex integrante de la Secretaria de Estado de Energía Provincia de Misiones ,  
Planificación Energética**