

4. CONCEPTOS BÁSICOS.

Antes de realizar la toma de datos necesaria para realizar el presente estudio es necesario hacerse varias preguntas previas: ¿Existen campos eléctricos y magnéticos naturales? ¿Cómo se genera un campo electromagnético?, etc. Deben aclararse estos conceptos de manera previa a la realización del presente estudio. De esta forma se podrá dar una mejor interpretación a los resultados y éstos podrán, a su vez, servir mejor como herramienta de decisión. Para dar respuesta previa a estos interrogantes se ha creado este apartado.

4.1. CONCEPTOS RELACIONADOS CON CAMPOS ELÉCTRICOS Y MAGNÉTICOS.

4.1.1. Campos eléctricos y magnéticos naturales.

En la Tierra existen campos eléctricos y magnéticos de forma natural, siendo algunos necesarios para la existencia de la vida en la Tierra tal y como la conocemos. En la atmósfera, hay una región con un campo eléctrico relativamente fuerte que se extiende desde una altura de unas pocas decenas de kilómetros hasta la parte superior de la ionosfera.

A esta región se la conoce como electrosfera. La electrosfera actúa de barrera haciendo que las partículas ionizadas que consiguen entrar en la atmósfera no traspasen la parte inferior de la electrosfera, y que los fenómenos atmosféricos tormentosos, que se dan por debajo de ella, no pasen a otras capas más altas de la atmósfera.

La magnitud del campo eléctrico cerca de la superficie de la tierra en un día soleado vale aproximadamente 120 V/m, sobre la superficie del océano la media es de 130 V/m y en las zonas industrializadas a causa de la polución este valor aumenta hasta los 360 V/m. En situaciones de tormenta se puede llegar a generar un campo eléctrico de hasta 20.000 V/m.

Campo eléctrico natural de la Tierra.



Figura 1. Valores naturales de campo eléctrico. FUENTE: Colegio Oficial de Fisicos.

Pero estos no son los únicos campos eléctricos que existen en la naturaleza. En el interior del núcleo de la Tierra se generan unas corrientes eléctricas debido al movimiento de rotación del núcleo semilíquido de hierro y níquel. Aparentemente no parecen tan importantes unas corrientes eléctricas que se dan a miles de kilómetros por debajo de nuestros pies en el núcleo de la Tierra, pero sin embargo son de una gran importancia.

Estas corrientes son las responsables del campo magnético terrestre, campo que lo podemos observar simplemente con la ayuda de una brújula y que utilizamos comúnmente para orientarnos. Este campo magnético se puede considerar estático, es decir que no varía con el tiempo, pero sí que varía con la latitud: desde 25 μT en el ecuador magnético (30 μT en el ecuador geográfico) hasta aproximadamente 67 μT en los polos. En la Península Ibérica el campo magnético está en torno a 40 μT .

BD

Campo magnético natural de la Tierra.

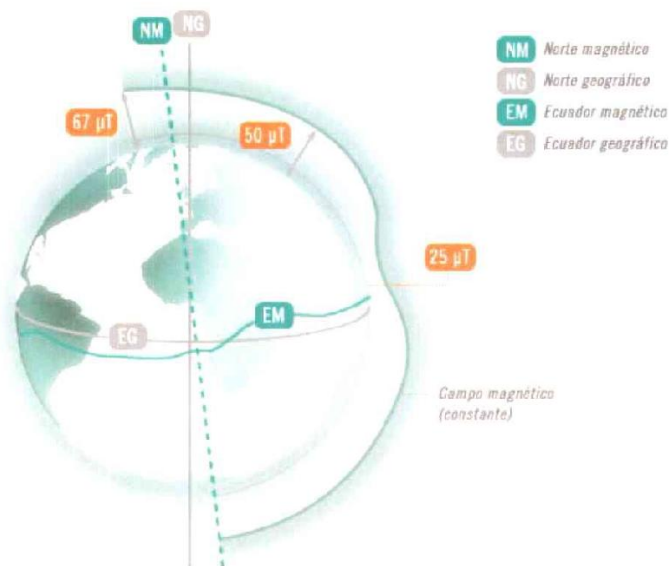


Figura 2. Valores naturales de campo magnético. FUENTE: Colegio Oficial de Físicos.

Pero su importancia va más allá de la simple orientación, ya que las líneas del campo magnético terrestre forman la magnetosfera que actúa como un escudo frente a las partículas ionizadas que bombardean la Tierra desde el Sol, y que aún así, en ocasiones en las que hay grandes tormentas solares se producen interferencias que originan problemas de telecomunicaciones.

Las observaciones de satélites han revelado que la magnetosfera tiene forma de lágrima alargada en dirección opuesta al Sol. En condiciones normales, a unos 10 radios terrestres de distancia de la superficie de nuestro planeta, la intensidad del campo magnético de la Tierra ($0,03 \mu\text{T}$) es igual a la intensidad del campo magnético del Sol, tensado por el viento solar. A esta zona donde se bloquea el campo magnético solar se la conoce como magnetopausa. El deslizamiento de las partículas y de los campos magnéticos de origen solar en torno a la magnetosfera genera una larguísima cola magnética, que se extiende por más de 200 radios terrestres.

BD

Magnetosfera.

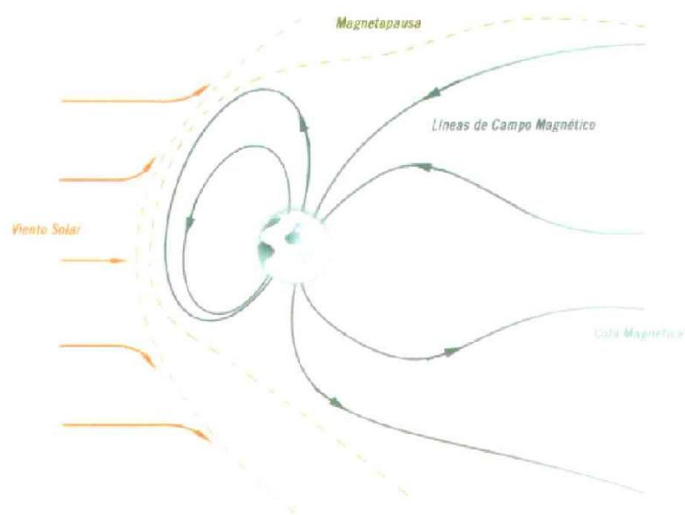


Figura 3. Descripción de la magnetosfera. FUENTE: Colegio Oficial de Físicos.

4.1.2. Generación de campos eléctricos y magnéticos.

Siempre que haya al menos una carga eléctrica, parada o en movimiento, se genera un campo eléctrico. Mientras que el campo magnético sólo se genera a partir de una corriente eléctrica, es decir, por cargas eléctricas en movimiento.

Una carga eléctrica, positiva o negativa, es una fuente que genera a su alrededor un campo eléctrico que ejerce una fuerza sobre otras cargas que estén al alcance del campo. El campo eléctrico E se expresa en Voltios/metro (V/m).

Si en vez de una carga, hay muchas cargas eléctricas dentro de un conductor –por ejemplo, electrones en un cable- sometidas a una diferencia de tensión, voltaje, éstas generan un campo eléctrico.

Si además, estas cargas están en movimiento debido al paso de una corriente eléctrica, junto al campo eléctrico se genera un campo magnético que actúa provocando una fuerza sobre otras corrientes eléctricas. El campo magnético H se expresa en Amperios/metro (A/m), aunque es más habitual representarlo por la inducción magnética o densidad de flujo magnético B ($B=\mu_0 H$), que se expresa en Tesla (T).

BD

Tensión y corriente eléctrica

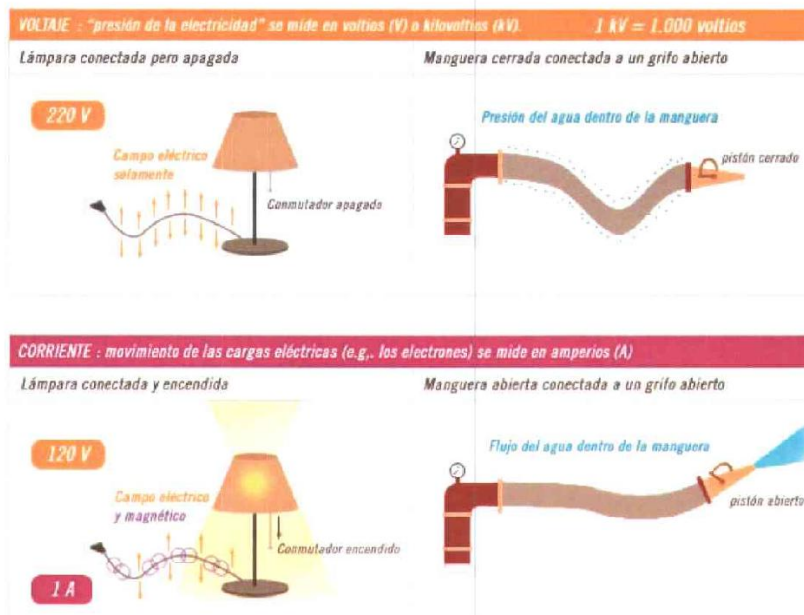


Figura 4. Generación de campos eléctricos y magnéticos. FUENTE: Colegio Oficial de Físicos.

Al originarse juntos el campo magnético y el campo eléctrico se puede intuir que estos tienen una relación especial, en física la relación entre los dos campos viene dada por las ecuaciones de Maxwell, y especialmente por el vector Poynting.

Las ecuaciones de Maxwell predicen la existencia de ondas electromagnéticas, es decir una onda compuesta por los dos campos el eléctrico y el magnético. El campo electromagnético tiene la propiedad de transmitir energía a grandes distancias mediante ondas, energía que está relacionada con el vector de Poynting S , que no es más que el producto vectorial del campo eléctrico y el campo magnético, $S = E \times H$, y describe como se propaga el campo electromagnético y por ende el campo eléctrico y el campo magnético.

Vector de Poynting.

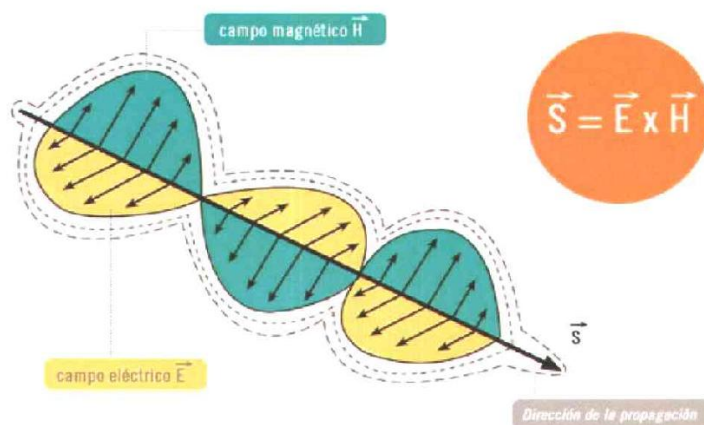


Figura 5. Vector de Poynting. FUENTE: Colegio Oficial de Físicos.

En resumen, las fuentes del campo eléctrico son las cargas eléctricas y del campo magnético las fuentes son las corrientes eléctricas. El campo eléctrico cuando se genera por cargas estáticas –que no se mueven- no se genera junto a ningún campo magnético. El campo magnético se genera por el movimiento de cargas y siempre se da junto a un campo eléctrico, propagándose mediante ondas electromagnéticas.

4.1.3. Distribución en el espacio de los campos eléctricos y magnéticos.

Las líneas de fuerza del campo magnético se distribuyen en forma de círculos concéntricos entorno al elemento de corriente (“cable”) que genera el campo, mientras que las líneas del campo eléctrico van de una carga eléctrica a otra carga eléctrica. Una cuestión a tener en cuenta es que los campos eléctricos y magnéticos no sólo tienen un valor si no que además tienen una dirección.

Cuando tenemos dos cargas eléctricas de signo opuesto, las líneas del campo eléctrico E describen arcos de circunferencia que empiezan en la carga positiva y terminan en la carga negativa.

Si consideramos un conductor por el que circulan cargas eléctricas (una línea eléctrica simple) y tiene cerca un conductor (la superficie terrestre) las líneas del campo eléctrico acaban en ángulo recto con la superficie del conductor.

Líneas de fuerza del campo eléctrico en un cable de corriente.



Figura 6. Líneas de fuerza del campo eléctrico en un cable de corriente. FUENTE: Colegio Oficial de Físicos.

La distribución del campo magnético es diferente, se da en circunferencias concéntricas con centro en la línea de corriente. Si las cargas que generan la corriente se mueven alejándose de nosotros, la dirección de las líneas de campo es hacia la derecha, y si las cargas se acercan, las líneas de campo llevan dirección a izquierdas.

Líneas de fuerza del campo magnético en un cable de corriente.



Figura 7. Líneas de fuerza del campo magnético en un cable de corriente. FUENTE: Colegio Oficial de Físicos.

BD

4.1.4. Variación con la distancia de los campos eléctricos y magnéticos.

Independientemente de la fuente que genere una radiación electromagnética, el valor del campo electromagnético en el exterior de la fuente disminuye con la distancia. El valor del campo electromagnético disminuye con la distancia, pero, su dependencia no es la misma para todas las fuentes de radiación. Al alejarse de la fuente, el campo puede disminuir con mayor o menor rapidez según sea la geometría y el diseño de la fuente.

Si pensamos en un cable eléctrico típico como un conductor rectilíneo por el que circula una corriente eléctrica, tanto el campo eléctrico E como la densidad de flujo magnético o campo B dependen inversamente de la distancia a la que estemos del cable.

Mientras, que si consideramos los campos que genera una línea eléctrica éstos varían con el cuadrado de la distancia, es decir, el valor de los campos disminuye más rápido al alejarnos de una línea eléctrica que de un cable común.

Si pasamos a objetos compactos, como pueden ser los motores eléctricos de cualquier electrodoméstico, los campos todavía disminuyen con mayor rapidez, la dependencia en este caso es con la distancia al cubo.

Disminución de la intensidad del campo magnético según el número de conductores y distancia a los mismos.

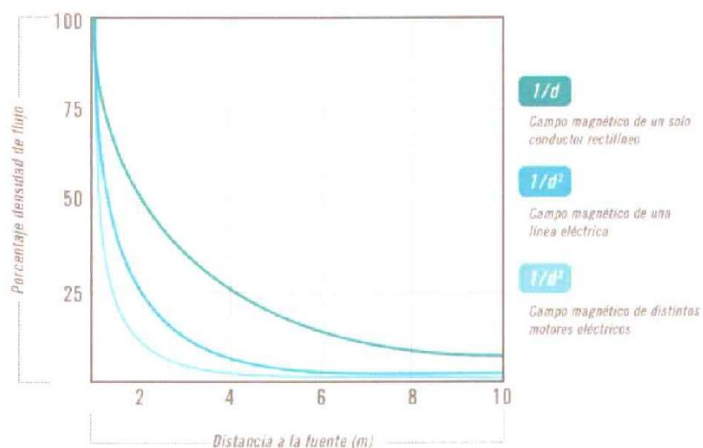


Figura 8. Disminución de la intensidad del campo magnético según el número de conductores y la distancia a los mismos. FUENTE: Colegio Oficial de Físicos.

BD

ESTUDIO DE CONTAMINACIÓN ELECTROMAGNÉTICA DE LA MODIFICACIÓN PUNTUAL DEL PGOU DE ALCALÁ DE HENARES EN EL ÁMBITO DEL POLÍGONO 29 Y UNIDAD DE EJECUCIÓN 20.

Valores medios del campo magnético (pT) de las líneas eléctricas aéreas medido a diferentes distancias.

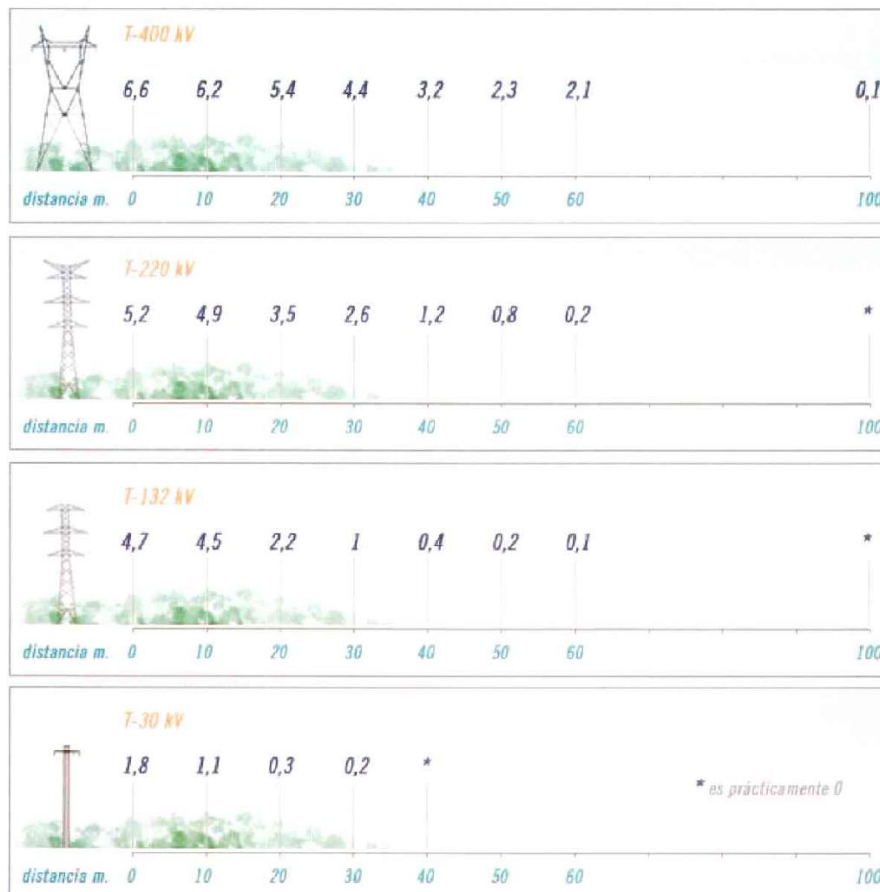


Figura 9. Disminución de la intensidad del campo magnético según el tipo de línea eléctrica aérea.

FUENTE: Colegio Oficial de Físicos.

Con el campo magnético también hay que tener en cuenta que el valor del campo en una línea eléctrica concreta depende del diseño de la línea y de la cantidad de corriente que pase por la línea en un momento dado, pudiendo variar enormemente según la demanda, dependiendo así de la hora del día o la estación del año en la que nos encontremos. En todos estos casos es más fácil medir la variación del campo que intentar calcular su valor de forma teórica.

BD

ESTUDIO DE CONTAMINACIÓN ELECTROMAGNÉTICA DE LA MODIFICACIÓN PUNTUAL DEL PGOU DE ALCALÁ DE HENARES EN EL ÁMBITO DEL POLÍGONO 29 Y UNIDAD DE EJECUCIÓN 20.

Pero no es tan simple calcular el valor de los campos con la distancia, ya que, por ejemplo, el campo eléctrico se ve perturbado enormemente por la presencia de objetos conductores. Cerca de una línea de transporte de electricidad el campo eléctrico se reduce enormemente por la presencia de un terreno irregular con vegetación alta, o de vehículos, o de edificios... ya que éstos actúan en parte como escudos.

Otro factor que determina la intensidad del campo eléctrico es la configuración del conductor y de la línea. En los electrodomésticos, el valor del campo eléctrico es diferente si se mide el valor del campo del electrodoméstico o de su motor de manera individual, ya que muchos electrodomésticos están diseñados para apantallar el campo eléctrico.

Campos eléctricos generados por diferentes electrodomésticos

<i>Electrodoméstico</i>		<i>Campo eléctrico de 50 Hz (V/m). Medido a 30 cm.</i>
	<i>Bombilla de incandescencia</i>	2
	<i>Televisor</i>	30
	<i>Tostadora</i>	40
	<i>Frigorífico</i>	60
	<i>Cadena de música</i>	90
	<i>Horno</i>	130
	<i>Manta eléctrica</i>	250

Figura 10. Campos eléctricos generados por diferentes electrodomésticos. FUENTE: Colegio Oficial de Físicos.

BD

ESTUDIO DE CONTAMINACIÓN ELECTROMAGNÉTICA DE LA MODIFICACIÓN PUNTUAL DEL PGOU DE ALCALÁ DE HENARES EN EL ÁMBITO DEL POLÍGONO 29 Y UNIDAD DE EJECUCIÓN 20.

Campos magnéticos generados por diferentes electrodomésticos.

Electrodoméstico		Campo magnético de 50 Hz (pT)		
		a 10 cm.	a 30 cm.	a 1 m.
	Refrigerador	0.06	0.05	0.02
	Reloj despertador	0.59	0.23	0.03
	Tostadora	1.14	0.13	0.00
	Televisión	1.40	0.50	0.09
	Lámpara halógena	10.64	1.42	0.14
	Lavadora	16.14	8.20	2.38
	Horno de microondas	30.04	6.04	0.61

Figura 11. Campos magnéticos generados por diferentes electrodomésticos. FUENTE: Colegio Oficial de Físicos.

4.1.5. Soterramiento de líneas eléctricas y sus efectos sobre los campos electromagnéticos.

Las líneas eléctricas subterráneas no eliminan los campos, únicamente provocan una redistribución del campo. Ciertos criterios de diseño para los cableados en la construcción y en las instalaciones eléctricas de viviendas y oficinas, pueden reducir apreciablemente los niveles ambientales de densidad de campo magnético.

En las líneas eléctricas, uno de los criterios es la compactación al máximo de una línea eléctrica aérea mediante el soterramiento de las líneas de transporte de energía eléctrica. Pero no siempre se consigue una reducción efectiva de la densidad de campo magnético si no lo que se logra es una redistribución del campo.

BD

ESTUDIO DE CONTAMINACIÓN ELECTROMAGNÉTICA DE LA MODIFICACIÓN PUNTUAL DEL PGOU DE ALCALÁ DE HENARES EN EL ÁMBITO DEL POLÍGONO 29 Y UNIDAD DE EJECUCIÓN 20.

Cambio de línea aérea a subterránea en baja tensión. Compactación.

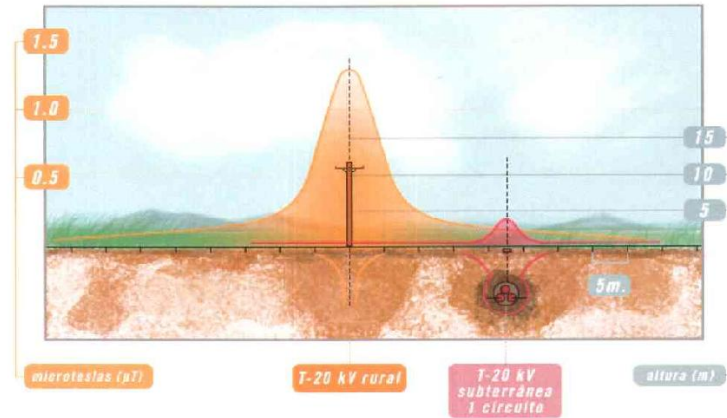


Figura 12. Cambio de línea aérea a subterránea en baja tensión. Compactación. FUENTE: Colegio Oficial de Físicos.

En ciertos casos, esta redistribución provoca una disminución del campo magnético mucho más rápido al alejarnos horizontalmente de la línea si está enterrada que si es una línea aérea convencional, pero en la proximidad a la vertical del eje de la línea eléctrica hace que el campo magnético sea mucho mayor.

Cambio de línea aérea de 400 kV (2.000 Amperios) a subterránea.

Densidad de campo magnético medida a 1 metro del suelo. A estas tensiones no es posible compactar las fases como en el caso de los 20 kV

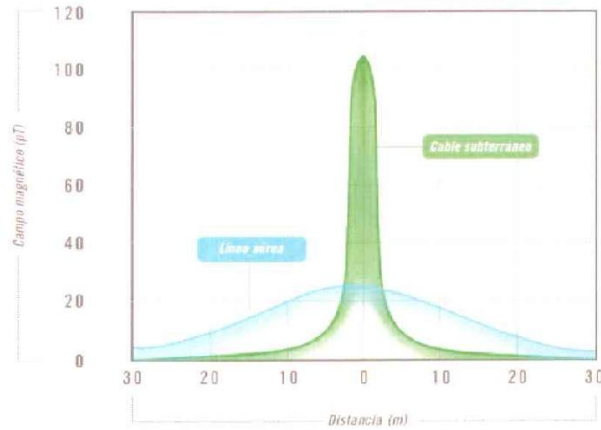


Figura 13. Cambio de línea aérea de 400 kV (2000 A) a subterránea. FUENTE: Colegio Oficial de Físicos.

BD

4.1.6. Apantallamiento de los campos electromagnéticos.

Los campos eléctricos se pueden apantallar mediante objetos conductores, mientras que los campos magnéticos es bastante más complejo el conseguir apantallarlos.

La razón de que los campos eléctricos se puedan apantallar mediante conductores está en la propia naturaleza del campo eléctrico. Las líneas del campo eléctrico van desde la distribución de carga que genera el campo hasta otras cargas donde terminan las líneas de fuerza.

De lo que se puede deducir que si se sitúa cualquier objeto que pueda conducir la electricidad, como una hilera de árboles o una pared, en el campo eléctrico, la mayor parte de las líneas del campo "morirán" en las cargas de la superficie de estos objetos.

En una casa típica están apantallados aproximadamente el 90% de los campos eléctricos que hay en el exterior. Por ejemplo, si una casa está cerca de una línea eléctrica que genera un campo de 1 kV/m, el campo eléctrico en el interior de la vivienda será como máximo de un 10%, es decir 0,1 kV/m. Si además, se utilizan materiales a propósito para apantallar el campo aún se pueden reducir más estos valores.

Sin embargo, en la mayoría de las ocasiones los campos magnéticos no se pueden aislar. Si continuamos con la argumentación anterior, se podría decir que las líneas del campo magnético no tienen ni principio ni fin, sino que son líneas cerradas que describen círculos concéntricos en torno a las líneas de corriente, y pueden atravesar cualquier material.

Aunque los campos magnéticos pueden viajar a través de cualquier material (aire, conductores, personas...), hay algunos materiales como el hierro o el acero por donde se desplazan con mayor facilidad.

Esta propiedad se puede utilizar en algunas construcciones donde hay grandes vigas de acero para desviar los campos magnéticos hacia las vigas, en vez de que viajen por todo el interior del edificio donde están las personas. Pero si resulta que estas vigas llevan corriente a tierra se pueden convertir en una fuente de campo magnético. Con lo que es imposible predecir, si no se hace ninguna medida, como afectan estos materiales al campo magnético.

Concepto: Apantallamiento.

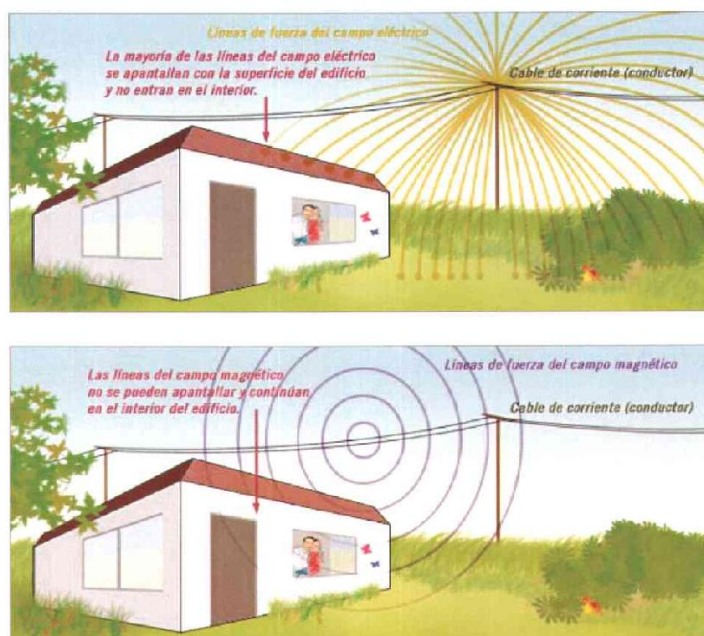


Figura 14. Apantallamiento de campos eléctricos y magnéticos. FUENTE: Colegio Oficial de Físicos.

Ciertos criterios de diseño para los cableados en la construcción y en las instalaciones eléctricas de viviendas y oficinas, pueden reducir apreciablemente los niveles ambientales de densidad de campo magnético, pero no consiguen eliminar el campo sino que provocan una redistribución del campo, "modificando" su forma. Por lo general estas técnicas se utilizan para proteger equipos sensibles. Entre estas técnicas las más usuales son: el blindaje con materiales tipo Mumetal y equivalentes, que reconducen las líneas del campo, o pantallas electromagnéticas activas (circuitos eléctricos), que crean un campo opuesto al que se quiere reducir.

4.1.7. Efectos de los campos electromagnéticos sobre el ser humano.

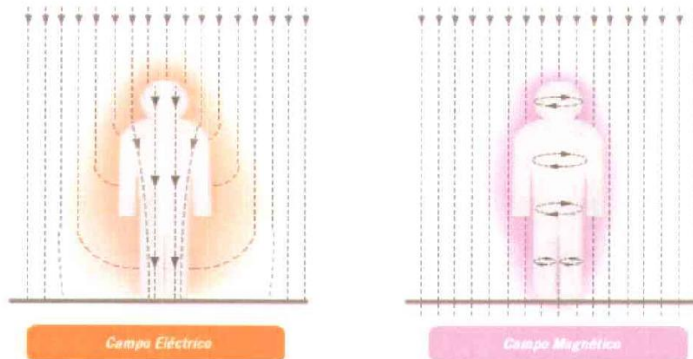
En los campos de frecuencia industrial, entre los que están los campos generados por fuentes de 50 Hz, como son las líneas eléctricas, electrodomésticos, etc., está comprobado que debido a su frecuencia no tienen suficiente energía como para ser capaces de romper el material genético, por lo que se han investigado otros mecanismos que pudieran producir posibles efectos sobre la salud humana.

ESTUDIO DE CONTAMINACIÓN ELECTROMAGNÉTICA DE LA MODIFICACIÓN PUNTUAL DEL PGOU DE ALCALÁ DE HENARES EN EL ÁMBITO DEL POLÍGONO 29 Y UNIDAD DE EJECUCIÓN 20.

Estos campos eléctricos y magnéticos pueden interactuar con los seres vivos provocando un movimiento de las cargas eléctricas libres que existen en el organismo. Las corrientes que generan estos movimientos se conocen como corrientes inducidas, y su magnitud se expresa en intensidad de corriente por unidad de superficie (A/m^2). Las corrientes inducidas por campos eléctricos y campos magnéticos llevan diferentes direcciones y sentidos. El valor de una corriente inducida depende de muchos factores como pueden ser la intensidad del campo externo, la distancia del cuerpo a la fuente, la presencia de objetos que deformen el campo externo, el tamaño y postura de la persona, etc. Se sabe que las corrientes naturales dentro de un organismo oscilan entre 1 y 10 mA/m^2 , y el umbral para producir efectos nocivos es la inducción de corrientes superiores a 100 mA/m^2 .

Un campo eléctrico de 1 kV/m induce sobre la cabeza de una persona una corriente de 0,05 mA/m^2 y un campo eléctrico de 0,0005 V/m . Mientras que un campo magnético de 1 μT induce una corriente de 0,0015 mA/m^2 y un campo eléctrico de 0,000015 V/m . Para inducir 10 mA/m^2 en una persona habría que exponerla a un campo superior a 500 μT , una intensidad 50 veces superior a la que puede encontrarse bajo una línea de muy alta tensión. Con campos magnéticos muy grandes, del orden de 10000 μT , se ha visto que pueden provocar en los ojos destellos similares a los que se producen cuando uno se los frota.

Corrientes inducidas en el cuerpo humano por los campos eléctricos y los campos magnéticos.



Magnitud de las corrientes inducidas en la cabeza de una persona expuesta a:

1 kV/m : 0,05 mA/m^2
1 μT : 0,0015 mA/m^2

Figura 15. Efectos de los campos electromagnéticos en el ser humano. FUENTE: Colegio Oficial de Físicos.

BD

ESTUDIO DE CONTAMINACIÓN ELECTROMAGNÉTICA DE LA MODIFICACIÓN PUNTUAL DEL PGOU DE ALCALÁ DE HENARES EN EL ÁMBITO DEL POLÍGONO 29 Y UNIDAD DE EJECUCIÓN 20.

La cuestión está en saber que factor del campo magnético es el importante para que se pudiera dar algún efecto biológico sobre las personas. Entre estos factores podría estar el nivel medio al que se está expuesto durante un período de tiempo, considerar sólo exposiciones al campo magnético que estuvieran por encima de un valor umbral, las veces que se entra o se sale de un campo magnético, etc. En estos momentos en la comunidad científica existe una controversia respecto a si estos factores influyen realmente o no.

Otros mecanismos hipotéticos mediante los cuales los campos magnéticos pudieran provocar algún efecto biológico y además se han investigado son los siguientes:

- Alteración en la estructura del material genético y alteraciones en su reparación
- Alteración en la síntesis del ADN
- Alteraciones en la expresión de algunos genes relacionados con el cáncer
- Efectos sobre células preleucémicas
- Transformación tumoral
- Alteración del movimiento de iones
- Alteración en la respuesta a la hormona melatonina en células de cáncer de mama
- Alteración en ODC (un compuesto relacionado con la proliferación celular)
- Alteración en interleukinas (sistema inmune)

De los estudios que se han realizado sobre estos mecanismos se puede extraer que con las intensidades habituales del campo electromagnético, e incluso superiores, no se ha podido determinar ningún mecanismo bioquímico o biofísico que pueda producir efectos perjudiciales para la salud. Respecto a la variación de los niveles de la melatonina no se ha comprobado que sea relevante en mamíferos y personas.

Otro efecto producido por las líneas aéreas de alta tensión es la ionización del aire próximo. Este “**efecto corona**” va acompañado de cierta **producción de ozono troposférico**, por cuanto implica ionización del aire. En condiciones de máxima ionización (y con tiempo lluvioso) se calcula en unos 50 gramos por hora y por kilómetro esta producción en una línea de 400 kV, lo que no se considera excesivo, aunque es un valor que debe ser observado con cautela.

Pese a esto deben respetarse los límites estipulados por la legislación española, ya que el hecho de que no haya todavía comprobación sobre los efectos no significa que no haya efectos.

BD

4.2. CONCEPTOS RELACIONADOS CON LAS RADIOFRECUENCIAS.

4.2.1. Tipos de antenas de telefonía móvil

Como los criterios para emplazar antenas de baja y alta ganancia son diferentes, es importante saber distinguirlas. Afortunadamente, las antenas tienen un aspecto bastante diferente:

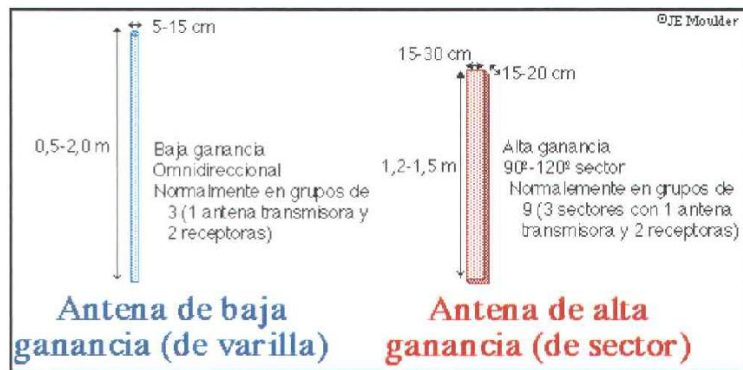


Figura 16. Tipos de antenas de telefonía móvil.

Incluso a distancia, el emplazamiento (torres) para antenas de alta y baja ganancia tienen un aspecto diferente. Cuando se instalan antenas de alta ganancia en edificios, puede que no sean visibles de forma obvia, especialmente si se instalan a los lados del edificio o, lo que es más habitual, a los lados de las buhardillas. Las antenas de telefonía móvil (estaciones base) están instaladas sobre torres de 10-30 metros de altura, o bien sobre torres más pequeñas cuando éstas van colocadas sobre los edificios. Hay antenas de dos tipos: las de alta ganancia que son paneles verticales, y las de baja ganancia, que son varillas. Las de alta ganancia (las más habituales) dirigen su radiación en una dirección determinada a la que apuntan.

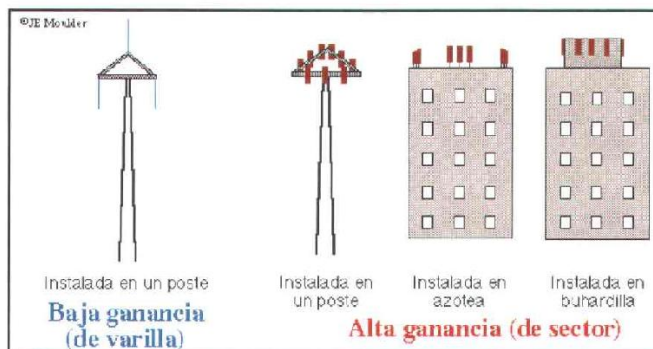


Figura 17. Ubicación de las antenas en edificios y torres.

4.2.2. Diagramas de radiación de antenas de radiofrecuencias.

Los diagramas de radiación de radiofrecuencias de dos tipos diferentes de antenas son muy distintos. Para una antena de baja ganancia (de varilla) del tipo usado por la mayoría de las estaciones base de telefonía celular, el diagrama de radiación tiene esta forma:

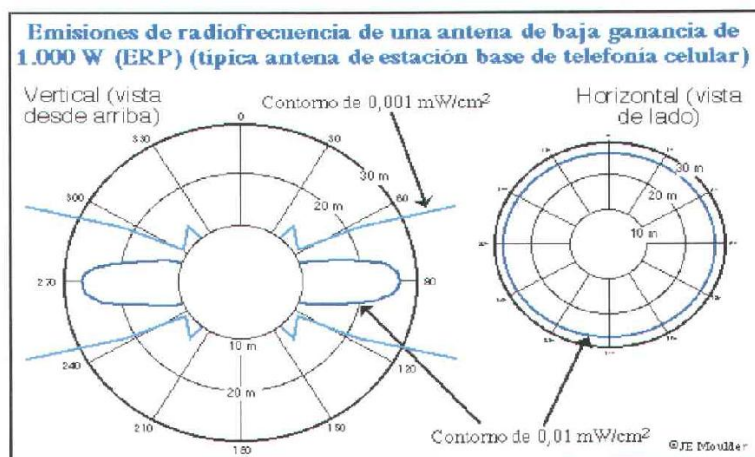


Figura 18. Emisiones de radiofrecuencia de una antena de baja ganancia de 1000 W (ERP). FUENTE: J.E. Moulder.

Muy cerca de una antena de baja ganancia (lo que se conoce técnicamente como "campo cercano") la densidad de potencia alrededor de la antena tiene esta forma:

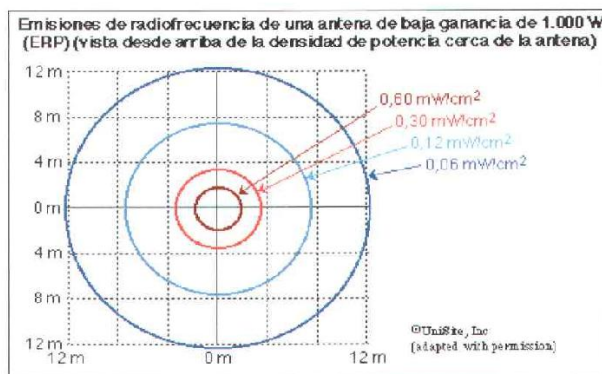


Figura 19. Emisiones de radiofrecuencia de una antena de baja ganancia de 1000 W (ERP). FUENTE: Unisite.

Para una antena de alta ganancia (de sector) del tipo usado en estaciones base de SCP, el diagrama de radiación tiene esta forma:

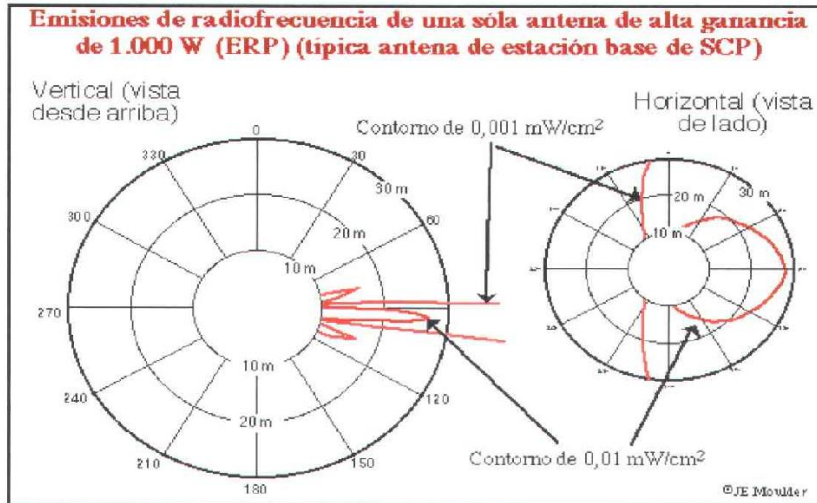


Figura 20. Emisiones de radiofrecuencia de una sola antena de alta ganancia de 1000 W (ERP).

FUENTE: J.E. Moulder.

Recuerde que una estación base de SCP típica tiene 3 (ocasionalmente 4) antenas transmisoras, cada una apuntando en distintas direcciones. Muy cerca de una antena de alta ganancia (lo que se conoce técnicamente como "campo cercano") la densidad de potencia alrededor de la antena tiene esta forma:

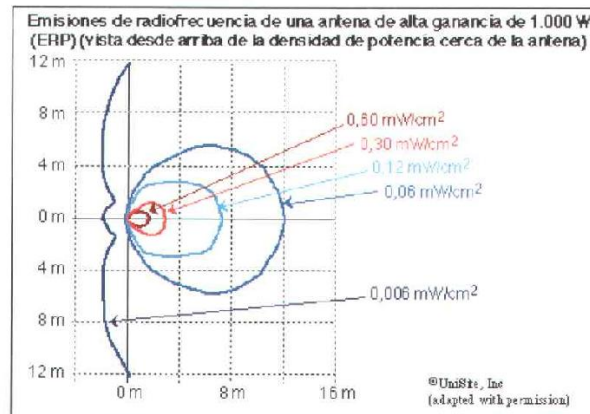


Figura 21. Emisiones de radiofrecuencia de una sola antena de alta ganancia de 1000 W (ERP).

FUENTE: Unisite.

BD

ESTUDIO DE CONTAMINACIÓN ELECTROMAGNÉTICA DE LA MODIFICACIÓN PUNTUAL DEL PGOU DE ALCALÁ DE HENARES EN EL ÁMBITO DEL POLÍGONO 29 Y UNIDAD DE EJECUCIÓN 20.

Estos diagramas nos dan la densidad de potencia emitida por la antena en la zona del espacio que la rodea. La antena, al emitir, genera un valor para la radiación en los puntos del espacio situados alrededor de la misma. Esta será la radiación que recibiremos si nos situamos en dichos puntos, por lo que es un valor de extraordinario interés para evaluar el impacto ambiental de la antena.

4.2.3. Principales parámetros de las antenas de radiofrecuencias.

Los datos necesarios para definir las propiedades de las antenas de telefonía móvil y poder calcular su zona de influencia son los siguientes:

- 1.- **Tipo de antena:** Antena de alta ganancia (panel) o antena de baja ganancia (varilla). Una antena de alta ganancia concentra toda su energía en emitir en una dirección determinada a costa de emitir poco o nada en otras direcciones.
- 2.- **Altura de la antena desde el nivel del suelo (en metros o en pisos):** Los pisos son los de la construcción sobre la que se encuentre la antena. Su altura es de 3 metros de alto.
- 3.- **Ángulo de caída de la antena (en grados):** Sólo para antenas de alta ganancia. Dichas antenas suelen tener una pequeña inclinación hacia debajo de tal manera que apuntan hacia un punto que está entre 50 y 200 metros de la base de la antena. Pueden ser 5 o 20 grados.

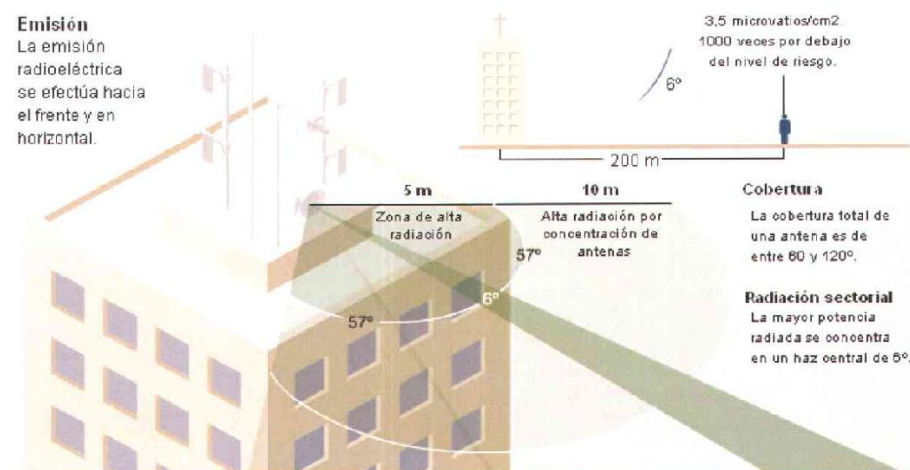


Figura 21(a). Emisiones de radiofrecuencia de una antena de alta ganancia de 1000 W (ERP). FUENTE: El mundo.es.

ESTUDIO DE CONTAMINACIÓN ELECTROMAGNÉTICA DE LA MODIFICACIÓN PUNTUAL DEL PGOU DE ALCALÁ DE HENARES EN EL ÁMBITO DEL POLÍGONO 29 Y UNIDAD DE EJECUCIÓN 20.

Normalmente cada torre soporta tres antenas de alta ganancia, cada una de ellas con una cobertura sobre un sector de 120°. La mayor parte de la potencia radiada se concentra en un rayo de apertura aproximada de 6°, y el resto en una serie de rayos más débiles a los lados del rayo principal. El rayo principal no llega a alcanzar el suelo hasta una distancia desde la torre de entre 50 y 200 metros.

- 4.- **Potencia (ERP) de emisión de la antena (W (vatios)):** Es la potencia con la que está trabajando la antena en Watios ERP (Effective Radiated Power).

Si la definición de potencia se hace comparando la potencia de la antena a lo largo del haz principal con la de una antena que emita isotrópicamente de una forma esférica, en este caso se denomina EIRP (Effective Isotropic Radiated Power) o PIRE (Potencia Isotrópica Radiada Equivalente). Para pasar de unidades de potencia ERP a potencia EIRP se usará la relación:

$$P (ERP) = P (EIRP)/1,64$$

Una antena de alta ganancia tienen una potencia máxima de 2500 W EIRP que son unos 1600 W ERP. La potencia con la que tenga que trabajar la antena dependerá del número de conversaciones que se establezcan simultáneamente. Conviene recordar que los diagramas de radiación de dos tipos diferentes de antenas son muy distintos. Las de baja ganancia emiten simétricamente alrededor de la torre y las de alta ganancia emiten con mayor intensidad en una dirección determinada (como un foco de luz).

La manera de representar la densidad de potencia es mediante líneas isopotenciales (densidad de potencia constante). Son líneas que unen puntos que están recibiendo la misma densidad de potencia en $\mu\text{W}/\text{cm}^2$, indicando sus valores. También se pueden representar por un gradiente de colores o por una malla numérica.

- 5.- **Dirección hacia donde apunta la antena (Norte, Sur, Este u Oeste; o bien en grados) y su ubicación sobre plano:** Sólo para antenas de alta ganancia. Dichas antenas apuntan en una dirección determinada. Puede tomarse en grados, siendo 0 grados la dirección Norte, o bien las direcciones de los puntos cardinales (N, S, E, W).

BD