

Informe técnico

10/03/2025

CEMPROTECTA



Para más información contactanos a través de:
www.cemprotecta.com o via email a: info@cemprotecta.com

Contenido

Resumen del encargo	3
Objetivo y definición	4-11
Medición en Galve	12-13
Medición en Cañada Vellida	14-15
Medición en Mezquita de Jarque	16-18
Medición en Escatrón	19
Medición en Alcorisa	20-23
Conclusiones	24



Informe técnico

Fecha: 10-03-2025

Cliente: Fundación GEA Gestión Territorial

Dirección: Plaza Mayor, 1, 44556 Molinos.

Encargo: Informe técnico sobre la inmisión de campos electromagnéticos generados por la red eléctrica y parques fotovoltaicos.

Factores de riesgo evaluados: campos electromagnéticos de baja frecuencia.

Evaluación realizada por: Juan Antonio Rivera Vila. Ingeniero Industrial. Máster en bioconstrucción. Especialista en mediciones por el Instituto Español de Bioconstrucción. Miembro del Building Biology Institute. Miembro del ISEAI (International Society for Environmental Acquired Illness).

Informe técnico - Objetivo y definición

Objetivo

A petición de la Fundación GEA Gestión Territorial hemos elaborado un informe para definir los resultados de las mediciones realizadas el día 28 de abril de 2023 y así poder evaluar la inmisión de **campos electromagnéticos alternos** (campos producidos por la presencia de algún tipo de instalación eléctrica) en varios municipios producida por la red eléctrica de las empresas distribuidoras en la zona, concretamente se pactó evaluar **una línea de alta tensión, una línea de media tensión y una línea de baja tensión**. Por otro lado, también se pidió evaluar el impacto de instalaciones fotovoltaicas, concretamente una instalación doméstica, una instalación mediana y una instalación macro como las que hay en parques fotovoltaicos. Existe preocupación por si la inmisión de dichas infraestructuras podría afectar la salud de las personas. Tal y como se pactó previamente, se realizaron una serie de mediciones en los municipios aragoneses de Galve, Cañada Vellida, Mezquita de Jarque, Escatrón y Alcorisa. Definimos de antemano que cuando evaluamos la red eléctrica o sistemas fotovoltaicos, la inmisión está producida básicamente por **campos electromagnéticos de baja frecuencia** (campos eléctricos alternos, campos magnéticos alternos y probablemente por interferencias electromagnéticas).

Definición del marco conceptual

Los campos eléctricos y magnéticos alternos se crean por la presencia de voltaje y corriente en cables, instalaciones, aparatos, transformadores, conductos con y sin toma de tierra. La frecuencia dominante en dichos campos generados por la red eléctrica es de 50 Hz, pero muchas veces dado que la calidad eléctrica suministrada no es óptima, se generan armónicos de tensión o corriente, así como interferencias electromagnéticas conducidas también denominadas transitorios de tensión o corriente. Dichos armónicos y transitorios se acaban superponiendo a la frecuencia dominante de 50 Hz con frecuencias que son múltiplos de la misma o con valores en el rango de kilohercios respectivamente. Desde un punto de vista epidemiológico, los campos magnéticos alternos son los que resultan más preocupantes, ya que toda la literatura científica los describe, en la mayoría de circunstancias, con claros efectos cancerígenos. Por este mismo motivo nos preocuparemos especialmente en evaluar dicho tipo de campos. Cuando se evalúan campos eléctricos alternos, se analiza la intensidad de campo de los mismos y su unidad de medición es el voltio por metro (V/m); cuando se evalúan campos magnéticos alternos, se analiza la densidad de flujo de los mismos y su unidad de medición es el nanotesla (nT). Cuando evaluamos interferencias electromagnéticas, se analizan tanto la frecuencia como la amplitud, la unidad de medición de la frecuencia es el hercio (Hz) y la unidad de medición de la amplitud es el milivoltio pico a pico (mV_{pp}).

Primeros estudios sobre campos magnéticos alternos y su efecto en la salud

La relación entre efectos en la salud y la presencia de campos magnéticos alternos fue investigada de manera científica y epidemiológica por primera vez en el año 1979 por **Nancy Wertheimer y Ed Leeper**¹. Estos dos investigadores observaron como la probabilidad de tener leucemia en niños pequeños era tres veces más elevada cuando estaban expuestos a campos magnéticos alternos por encima de los **100 nT**. Desde entonces, el número de estudios para continuar las investigaciones de Wertheimer y Leeper ha ido aumentando, en 1988 un estudio del New York State Department of Health (Savitz y otros)² corroboró la hipótesis de ambos investigadores. Es a partir de estas investigaciones que en el año 2001 el **IARC** (International Agency for Research on Cancer), agencia que depende de la OMS, clasificó los campos magnéticos alternos como **posiblemente carcinógenos** (sustancias o agentes que pueden producir cáncer), categoría 2B³.

Estudios más recientes sobre campos magnéticos alternos y su efecto en la salud

Así mismo, y muy en sintonía con la literatura científica cada vez más presente, el estudio de **De-Kun Li**, investigador del prestigioso **Institut Kaiser Permanente** de California, titulado '*Exposure to Magnetic Field Non-Ionizing Radiation*

Informe técnico - Objetivo y definición

and the Risk of Miscarriage: A Prospective Cohort Study' (Scientific Reports, marzo 2017)⁴ plantea que una exposición a niveles altos de campo magnético alterno en el útero materno está asociada con un aumento en el riesgo de aborto (2,7 veces más probable cuando hay exposición). Así mismo, en un estudio reciente 'Residential proximity to power lines and risk of brain tumor in the general population' (Environmental Research, junio 2020)⁵ se observó una asociación significativa entre vivir de manera continuada **a menos de 50 metros** de líneas de alta tensión y tumores cerebrales, así como de padecer gliomas (cánceres en el cerebro). Finalmente, en una revisión y meta análisis (análisis de diversos estudios correlacionados) de marzo de 2022 'Exposure to Magnetic Fields and Childhood Leukemia: A Systematic Review and Meta-Analysis of Case-Control and Cohort Studies' (Reviews on Environmental Health, marzo 2022)⁶, se observó como los campos magnéticos alternos de baja frecuencia mayores de **400 nT** pueden incrementar el riesgo de desarrollar leucemia en niños. Estas son las conclusiones después de analizar 38 estudios sobre los efectos de los campos magnéticos alternos, muy en sintonía con las primeras investigaciones de **Nancy Wertheimer y Ed Leeper** en 1979. Se han establecido valores de precaución o valores límite de exposición para campos magnéticos alternos de baja frecuencia o de baja frecuencia con armónicos (campos magnéticos alternos con frecuencias por encima de los 50 Hz donde se amplifican los efectos nocivos de dichos campos).

A partir de un compendio grande de estudios sobre el efecto de los campos electromagnéticos en la biología humana, la Academia Europea para la Medicina Ambiental publicó una guía con valores de precaución para la exposición a campos electromagnéticos, la guía EUROPAEM, una de las más completas publicadas a día de hoy.

Así mismo, el Instituto Alemán de Biología del Hábitat (IBN) basado en el meta análisis de diferentes estudios científicos ha ido publicando diferentes normas técnicas con valores de referencia para salvaguardar la salud de la población en general.

Valores límite de exposición recomendados en la guía EUROPAEM y por el Instituto Alemán de Biología del Hábitat (IBN)

Valores de precaución para campo eléctrico alterno según la guía EUROPAEM EMF Guide 2016

Exposición durante el día	10 V/m
Exposición durante la noche	3 V/m
Exposición para población sensible	1 V/m

Valores de referencia en biología del hábitat para campo eléctrico alterno según SBM-2024 del IBN

Menos de 0,3 V/m no significativo	No significativo biológicamente
0,3 a 1,5 V/m débilmente significativo	Corregir a largo plazo
1,5 a 10 V/m fuertemente significativo	Se debería de corregir a corto plazo
Más de 10 V/m extremadamente significativo	Se debería de corregir inmediatamente

Valores de precaución para campo magnético alterno según la guía EUROPAEM EMF Guide 2016

Exposición durante el día	100 nT
Exposición durante la noche	100 nT
Exposición para población sensible	30 nT

Valores de referencia en biología del hábitat para campo magnético alterno según SBM-2024 del IBN

Menos de 20 nT no significativo	No significativo biológicamente
20 a 100 nT débilmente significativo	Corregir a largo plazo
100 a 500 nT fuertemente significativo	Se debería de corregir a corto plazo
Más de 500 nT extremadamente significativo	Se debería de corregir inmediatamente

Informe técnico - Objetivo y definición

AMERICAN JOURNAL OF EPIDEMIOLOGY
Copyright © 1979 by The Johns Hopkins University School of Hygiene and Public Health
All rights reserved

Vol. 109, No. 3
Printed in U.S.A.

Original Contributions

ELECTRICAL WIRING CONFIGURATIONS AND CHILDHOOD CANCER

NANCY WERTHEIMER¹ AND ED LEEPER

Wertheimer, N. (Dept. of Preventive Medicine, U. of Colorado Medical Center, Box C-245, Denver, CO 80262), and E. Leeper. Electrical wiring configurations and childhood cancer. *Am J Epidemiol* 109:273-284, 1979.

An excess of electrical wiring configurations suggestive of high current-flow was noted in Colorado in 1976-1977 near the homes of children who developed cancer, as compared to the homes of control children. The finding was strongest for children who had spent their entire lives at the same address, and it appeared to be dose-related. It did not seem to be an artifact of neighborhood, street congestion, social class, or family structure. The reason for the correlation is uncertain; possible effects of current in the water pipes or of AC magnetic fields are suggested.

electricity; electromagnetic fields; leukemia; neoplasms

Electrical power came into use many years before environmental impact studies were common, and today our domestic power lines are taken for granted and generally assumed to be harmless. However, this assumption has never been adequately tested. Low level harmful effects could be missed, yet they might be important for the population as a whole, since electric lines are so ubiquitous. In 1976-1977 we did a field study in the greater Denver area which suggested that, in fact, the homes of children who developed cancer were found unduly often near electric lines carrying high currents.

In our modern power delivery systems, high-tension wires carrying current at

voltages up to several hundred kilovolts (kv) deliver power to distribution substations where the voltage is stepped down, resulting in proportionately higher current in the medium-voltage (usually 13 kv, wire-to-wire) primary lines. These latter radiate out from the substation to distribute power through a neighborhood. Then, at the local transformer, the voltage of the primaries is stepped down once more to produce the 240 volt current which is carried along the secondary wires to service drops which bring the power to the customer's house. The current flow will always be greatest in the wires directly issuing from the substation or the transformer. At these points the voltage has been stepped down and "transformed" into current. And it was particularly homes close to these transforming points that were over-repre-

¹Received for publication May 11, 1978.

Abbreviations: AC, alternating current; HCC,

Informe técnico - Objetivo y definición

AMERICAN JOURNAL OF EPIDEMIOLOGY

Copyright © 1988 by The Johns Hopkins University School of Hygiene and Public Health
All rights reserved

Vol. 128, No. 1
Printed in U.S.A.

CASE-CONTROL STUDY OF CHILDHOOD CANCER AND EXPOSURE TO 60-HZ MAGNETIC FIELDS

DAVID A. SAVITZ,¹ HOWARD WACHTEL,² FRANK A. BARNES,²
ESTHER M. JOHN,¹ AND JIRI G. TVRDIK³

Savitz, D. A. (Dept. of Epidemiology, School of Public Health, U. of North Carolina, Chapel Hill, NC 27599), H. Wachtel, F. A. Barnes, E. M. John, and J. G. Tvrdik. Case-control study of childhood cancer and exposure to 60-Hz magnetic fields. *Am J Epidemiol* 1988;128:21-38.

Concern with health effects of extremely low frequency magnetic fields has been raised by epidemiologic studies of childhood cancer in relation to proximity to electric power distribution lines. This case-control study was designed to assess the relation between residential exposure to magnetic fields and the development of childhood cancer. Eligible cases consisted of all 356 residents of the five-county 1970 Denver, Colorado Standard Metropolitan Statistical Area aged 0-14 years who were diagnosed with any form of cancer between 1976 and 1983. Controls were selected by random digit dialing to approximate the case distribution by age, sex, and telephone exchange area. Exposure was characterized through in-home electric and magnetic field measurements under low and high power use conditions and wire configuration codes, a surrogate measure of long-term magnetic field levels. Measured magnetic fields under low power use conditions had a modest association with cancer incidence; a cutoff score of 2.0 milligauss resulted in an odds ratio of 1.4 (95% confidence interval (CI) = 0.6-2.9) for total cancers and somewhat larger odds ratios (ORs) for leukemias (OR = 1.9), lymphomas (OR = 2.2), and soft tissue sarcomas (OR = 3.3). Neither magnetic fields (OR = 1.0) nor electric fields (OR = 0.9) under high power use conditions were related to total cancers. Wire codes associated with higher magnetic fields were more common among case than control homes. The odds ratio to contrast very high and high to very low, low, and buried wire codes was 1.5 (95% CI = 1.0-2.3) for total cases, with consistency across cancer subgroups except for brain cancer (OR = 2.0) and lymphomas (OR = 0.8). Contrasts of very high to buried wire code homes produced larger, less precise odds ratios of 2.3 for total cases, 2.9 for leukemias, and 3.3 for lymphomas. Adjusted estimates for measured fields and wire codes did not differ from crude results, indicating an absence of confounding. Limitations to the study are nonresponse (especially for field measurements), differential mobility of cases and controls, and a presumably nondifferential exposure misclassification from the use of imperfect surrogates for long-term magnetic field exposure history. In spite of these concerns, the results encourage further examination of the carcinogenic potential from this form of nonionizing radiation.

Informe técnico - Objetivo y definición

**WORLD HEALTH ORGANIZATION
INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER**



IARC MONOGRAPHS ON THE EVALUATION OF CARCINOGENIC RISKS TO HUMANS

**VOLUME 80
NON-IONIZING RADIATION, PART 1:
STATIC AND EXTREMELY LOW-FREQUENCY
(ELF) ELECTRIC AND MAGNETIC FIELDS**

2002
IARC*Press*
L Y O N

Informe técnico - Objetivo y definición

SCIENTIFIC REPORTS

[There are amendments to this paper](#)

OPEN

Exposure to Magnetic Field Non-Ionizing Radiation and the Risk of Miscarriage: A Prospective Cohort Study

De-Kun Li, Hong Chen, Jeannette R. Ferber, Roxana Odouli & Charles Quesenberry

Magnetic field (MF) non-ionizing radiation is widespread and everyone is exposed to some degree. This prospective cohort study of 913 pregnant women examined the association between high MF exposure and miscarriage risk. Cox (proportional hazards) regression was used to examine the association. After controlling for multiple other factors, women who were exposed to higher MF levels had 2.72 times the risk of miscarriage (hazard ratio = 2.72, 95% CI: 1.42–5.19) than those with lower MF exposure. The increased risk of miscarriage associated with high MF was consistently observed regardless of the sources of high MF. The association was much stronger if MF was measured on a typical day of participants' pregnancies. The finding also demonstrated that accurate measurement of MF exposure is vital for examining MF health effects. This study provides fresh evidence, directly from a human population, that MF non-ionizing radiation could have adverse biological impacts on human health.

Magnetic field (MF) non-ionizing radiation is a ubiquitous environmental exposure and a serious looming public health challenge. MFs are emitted from both traditional sources that generate low frequency MFs (e.g., power lines, appliances, transformers, etc.) and from emerging sources that generate higher frequency MFs (e.g., wireless networks, smart meter networks, cell towers, wireless devices such as cell phones, etc.). Humans are now widely exposed to MF with ever-increasing intensity, due to the proliferation of MF-generating apparatuses.

The steep increase in MF exposure has renewed concerns about the potential health effects of this invisible, man-made environmental exposure. A recent NIEHS multi-year project conducted by the National Toxicology Program (NTP) has revealed an increased risk of cancer associated with MF non-ionizing radiation exposure^{1,2}. More specifically, the NTP study found that the cancer risk due to MF exposure observed in their experimental animals matched the cancer cell types that had been reported in previous epidemiologic studies in human populations³. This finding has made it more difficult to continue to dismiss possible biological effects of MF exposure. Such outright dismissal could be especially troublesome given the high prevalence of human exposure (with almost everyone being exposed to MF non-ionizing radiation to some degree). This includes vulnerable populations such as pregnant women and young children. The International Agency for Research on Cancer (IARC) has classified MF as a possible carcinogen^{3,4}.

Miscarriage is one of the potential adverse health outcomes that are sensitive to MF exposure and also an endpoint that the WHO has recommended to be further studied in the context of MF health effects⁵. Over the years, a few observational studies in human populations have suggested a possible link between MF exposure during pregnancy and an increased risk of miscarriage^{6–11} including two studies published in 2002 that increased the public awareness of such an association^{12,13}. In addition, one study examined human embryonic tissues to assess the association between EMF exposure and embryonic growth, and observed an increased risk of impaired embryonic bud growth and apoptosis associated with exposure to higher MF level¹⁴, providing some direct evidence of adverse biological impact of EMF exposure on embryonic development.

Nevertheless, the association between MF exposure and risk of miscarriage remains largely unknown and overlooked. We conducted this prospective cohort study among a large population of pregnant women to further examine whether exposure to MF non-ionizing radiation during pregnancy increases the risk of miscarriage.

Received: 14 August 2017

Accepted: 10 November 2017

Published online: 13 December 2017

Informe técnico - Objetivo y definición



Contents lists available at [ScienceDirect](http://www.sciencedirect.com)

Environmental Research

journal homepage: www.elsevier.com/locate/envres



Residential proximity to power lines and risk of brain tumor in the general population



Camille Carles^{a,b,*}, Yolande Esquirol^{c,d}, Maxime Turuban^a, Clément Piel^a, Lucile Migault^a,
Camille Pouchieu^a, Ghislaine Bouvier^a, Pascale Fabbro-Peray^e, Pierre Lebailly^{f,g,h},
Isabelle Baldi^{a,b}

^a Univ. Bordeaux, INSERM UMR 1219, Equipe EPICENE, F33000, Bordeaux, France

^b CHU de Bordeaux, Service de Médecine du Travail et pathologie professionnelle, F33000, Bordeaux, France

^c CHU, Toulouse, France

^d UMR 1027, Université Paul Sabatier III, Inserm, Toulouse, France

^e Nîmes University Hospital, BESPIM, Nîmes, France

^f Centre François Baclesse, Caen, France

^g Caen Normandie University, Caen, France

^h INSERM, UMR1086-Anticipo, Axe Cancers et Préventions, Caen, France

ARTICLE INFO

Keywords:

ELF-MF
Geographic information system
Environmental exposure
Glioma
Meningioma

ABSTRACT

The effect of ELF-MF on human health is still controversial, particularly as regards long-term health effects like cancer. The literature does suggest, however, that they could be involved in the occurrence of brain tumors, although results concerning residential exposure are scarce. Our objective was to investigate the association between residential proximity to power lines and brain tumors among adults in France by using a geographical information system. CERENAT is a population-based case-control study carried out in France in 2004–2006. We used geographical data sources on power line location to create exposure scores based on distance between residence and power lines, and on the number of lines near residences. Conditional logistic regression for matched sets was used to estimate Odds Ratios (ORs) and 95% confidence intervals (95%CI). We found significant associations between cumulated duration living at < 50 m to high voltage lines and: i) all brain tumors (OR 2.94; 95%CI 1.28–6.75); ii) glioma (OR 4.96; 95%CI 1.56–15.77). Further investigations are needed, particularly to improve the quality and availability of geographical and technical data on power lines.

1. Introduction

Due to the intense development of technologies using electricity over the last few decades, electromagnetic fields (EMF), including extremely low frequency electromagnetic fields (ELF-MF), are present in all living environments. Their effects on human health have been debated since the 1980's but remain controversial, particularly as regards long-term health effects like cancer, including brain tumors.

In 2002, ELF-MF were assessed as possibly carcinogenic to humans by the International Agency for Research on Cancer (Group 2B) mainly because of the association found with childhood leukemia but the evidence on brain tumor risk, both in adults and children, was limited (Gurney and van Wijngaarden, 1999), due to important methodological limits concerning exposure (IARC, 2002; SCENIHR. Health, 2009).

Among the diverse sources of ELF-MF (electrical domestic appliances, specific occupational activities), the most studied when focusing on health effects are power lines. Associations in individuals living near power lines have not been found as clearly with other cancers (brain and breast tumors, malignant blood diseases) (ANSES, 2019), cardiovascular disease or reproductive disorders (Feychting, 2005).

In the past few decades, the incidence of primary brain tumors has increased in many countries such as Norway, Denmark, Finland, Sweden, France and the USA. This trend could be explained partly by the improvement of diagnosis techniques (Deltour et al., 2009; Helseth, 1995; Hoffman et al., 2006; Pouchieu et al., 2016). But temporal and spatial changes in the incidence of brain tumors also suggest the role of environmental factors, such as ionizing radiation (Umansky et al., 2008), and of other hypothetical environmental causes such as

* Corresponding author. Equipe EPICENE, Centre de Recherche INSERM U1219, Université de Bordeaux, ISPED case 11, 146 rue Léo Saignat, 33076, Bordeaux cedex, France.

E-mail address: camille.carles@u-bordeaux.fr (C. Carles).

Informe técnico - Objetivo y definición

DE GRUYTER

Rev Environ Health 2022; aop

Review Article

Christian Brabant*, Anton Geerinck, Charlotte Beaudart, Ezio Tirelli, Christophe Geuzaine and Olivier Bruyère

Exposure to magnetic fields and childhood leukemia: a systematic review and meta-analysis of case-control and cohort studies

<https://doi.org/10.1515/reveh-2021-0112>

Received August 27, 2021; accepted February 13, 2022;
published online March 15, 2022

Abstract: The association between childhood leukemia and extremely low frequency magnetic fields (ELF-MF) generated by power lines and various electric appliances has been studied extensively during the past 40 years. However, the conditions under which ELF-MF represent a risk factor for leukemia are still unclear. Therefore, we have performed a systematic review and meta-analysis to clarify the relation between ELF-MF from several sources and childhood leukemia. We have systematically searched Medline, Scopus, Cochrane Database of Systematic Review and DARE to identify each article that has examined the relationship between ELF-MF and childhood leukemia. We have performed a global meta-analysis that takes into account the different measures used to assess magnetic field exposure: magnetic flux density measurements ($<0.2 \mu\text{T}$ vs. $>0.2 \mu\text{T}$), distances between the child's home and power lines ($>200 \text{ m}$ vs. $<200 \text{ m}$) and wire codings (low current configuration vs. high current configuration). Moreover, meta-analyses

either based on magnetic flux densities, on proximity to power lines or on wire codings have been performed. The association between electric appliances and childhood leukemia has also been examined. Of the 863 references identified, 38 studies have been included in our systematic review. Our global meta-analysis indicated an association between childhood leukemia and ELF-MF (21 studies, pooled OR=1.26; 95% CI 1.06–1.49), an association mainly explained by the studies conducted before 2000 (earlier studies: pooled OR=1.51; 95% CI 1.26–1.80 vs. later studies: pooled OR=1.04; 95% CI 0.84–1.29). Our meta-analyses based only on magnetic field measurements indicated that the magnetic flux density threshold associated with childhood leukemia is higher than $0.4 \mu\text{T}$ (12 studies, $>0.4 \mu\text{T}$: pooled OR=1.37; 95% CI 1.05–1.80; acute lymphoblastic leukemia alone: seven studies, $>0.4 \mu\text{T}$: pooled OR=1.88; 95% CI 1.31–2.70). Lower magnetic fields were not associated with leukemia (12 studies, $0.1\text{--}0.2 \mu\text{T}$: pooled OR=1.04; 95% CI 0.88–1.24; $0.2\text{--}0.4 \mu\text{T}$: pooled OR=1.07; 95% CI 0.87–1.30). Our meta-analyses based only on distances (five studies) showed that the pooled ORs for living within 50 m and 200 m of power lines were 1.11 (95% CI 0.81–1.52) and 0.98 (95% CI 0.85–1.12), respectively. The pooled OR for living within 50 m of power lines and acute lymphoblastic leukemia analyzed separately was 1.44 (95% CI 0.72–2.88). Our meta-analyses based only on wire codings (five studies) indicated that the pooled OR for the very high current configuration (VHCC) was 1.23 (95% CI 0.72–2.10). Finally, the risk of childhood leukemia was increased after exposure to electric blankets (four studies, pooled OR=2.75; 95% CI 1.71–4.42) and, to a lesser extent, electric clocks (four studies, pooled OR=1.27; 95% CI 1.01–1.60). Our results suggest that ELF-MF higher than $0.4 \mu\text{T}$ can increase the risk of developing leukemia in children, probably acute lymphoblastic leukemia. Prolonged exposure to

***Corresponding author: Christian Brabant**, WHO Collaborating Centre for Public Health Aspects of Musculo-Skeletal Health and Ageing, Division of Public Health, Epidemiology and Health Economics, University of Liège, Avenue Hippocrate, 13/B-23, B-4000 Liège, Belgium; and Department of Psychology, Cognition and Behavior, University of Liège, Place des Orateurs, 2/B-32, Liège, Belgium, Phone: +32 43 66 25 81, Fax: +32 43 66 28 12, E-mail: christian.brabant@uliege.be

Anton Geerinck, Charlotte Beaudart and Olivier Bruyère, WHO Collaborating Centre for Public Health Aspects of Musculo-Skeletal Health and Ageing, Division of Public Health, Epidemiology and Health Economics, University of Liège, Liège, Belgium
Ezio Tirelli, Department of Psychology, Cognition and Behavior,

Informe técnico - Medición en Galve

Evaluación de campos electromagnéticos en el municipio de Galve.

El día 28 de abril de 2023 a las 08:53 empezamos nuestras mediciones de **campo eléctrico alterno** y **campo magnético alterno** en el municipio de Galve. En este municipio sólo había una **línea de media tensión** llegando por cableado aéreo a un transformador cubierto cercano al cementerio del pueblo, a las afueras del mismo. En Galve no observamos ningún tipo de línea de alta tensión. Se realizó la medición a 1,5 metros de la torre de media tensión utilizando un trípode de madera a una altura aproximada de 1,5 metros de altura del suelo. El valor de **campo eléctrico alterno** obtenido con una medición de intensidad de campo libre de potencial, a la distancia antes comentada, fue de **34,1 V/m** (voltios por metro), la frecuencia predominante fue de 50 Hz. El valor de **campo magnético alterno** medido a la misma distancia anterior fue de **4 nT** (nanoteslas). Según los valores indicativos en la norma técnica SBM-2024, el valor de **campo eléctrico alterno** se halla en el rango **extremadamente significativo**, pero el valor de **campo magnético alterno** se halla en el rango **no significativo**. Cuando los espacios evaluados no son dormitorios o no se utilizan durante muchas horas, los valores indicativos límite deben de evaluarse de una manera no tan crítica. Ver fotos 1, 2, 3 y 4.



Foto 1. Municipio de Galve.



Foto 2. Línea de media tensión que llega la municipio.



Foto 3. Línea de media tensión cerca del cementerio.



Foto 4. Medición a pie de la torre de media tensión.

Informe técnico - Medición en Galve

Dentro del casco antiguo encontramos el cableado de baja tensión que se deriva del transformador colindante con el cementerio y el valor detectado de **campo magnético alterno** en la calle Alta, cerca de la Iglesia de Nuestra Señora de la Asunción, 1 fue de **2 nT** y **0,4 V/m** para **campo eléctrico alterno**. Ver fotos 5 y 6.

Según los valores límite definidos en la norma técnica SBM-2024, los valores que hemos registrado se hallan en un rango que no suponen un riesgo significativo para las personas.



Foto 5. Medición de campo magnético alterno a pie de calle.



Foto 6. Medición de campo eléctrico alterno a pie de calle.

Informe técnico - Medición en Cañada Vellida

Evaluación de campos electromagnéticos en el municipio de Cañada Vellida.

El día 28 de abril de 2023 a las 09:15 continuamos las mediciones de **campo eléctrico alterno** y **campo magnético alterno** en el municipio de Cañada Vellida. En este municipio se encuentra el parque fotovoltaico 'La Estación' en la carretera TE-V-8021, con una producción de 50 MW. En este parque fotovoltaico solo pudimos medir fuera porque el acceso al recinto donde se encontraban los paneles solares estaba cerrado y vigilado por cámaras. Medimos lo más cerca posible de la valla y el valor de **campo eléctrico alterno** era de **0 V/m** y ni siquiera se detectó la frecuencia de tensión de 50 Hz, cosa que era de esperar dado que los paneles fotovoltaicos generan corriente continua. Al medir **campo magnético alterno**, el valor fue de **1 nT**. Según los valores indicativos en la norma técnica SBM-2024, el valor de **campo eléctrico alterno** así como el de **campo magnético alterno** se hallan en el rango **no significativo**.

En un escenario así, con el parque fotovoltaico muy distanciado de las viviendas, los sistemas fotovoltaicos no suponen un riesgo significativo para la salud de las personas, pero en el caso que las placas solares estuviesen muy cerca como es en el caso de los huertos urbanos, sí que veríamos **campos eléctricos alternos** muy elevados llenos de **armónicos** e **interferencias electromagnéticas irradiadas** que podrían afectar gravemente la biología humana. En este tipo de escenario, recomendaríamos encarecidamente alejarnos lo máximo posible de cualquier placa fotovoltaica.



Foto 7. Parque fotovoltaico 'La Estación' en Cañada Vellida.



Foto 8. Medidor en trípode cerca de la valla del parque fotovoltaico.



Foto 9. Medición de campo eléctrico alterno cerca de la valla.



Foto 10. Medición de campo magnético alterno cerca de la valla.

Informe técnico - Medición en Cañada Vellida

Evaluación de campos electromagnéticos en el municipio de Cañada Vellida.

El día 28 de abril de 2023 a las 10:23 continuamos realizando mediciones de **campo eléctrico alterno** y **campo magnético alterno** en el municipio de Cañada Vellida. En este municipio se encuentra la subestación transformadora Montesol. Realizamos mediciones a **125 metros** de las torres de alta tensión de **132 kV**. A esa distancia el valor de **campo eléctrico alterno** medido era de **644 V/m** con una frecuencia de tensión de 50 Hz. Al medir **campo magnético alterno**, el valor fue de **907 nT**. Según los valores indicativos en la norma técnica SBM-2024, tanto el valor de **campo eléctrico alterno** así como el de **campo magnético alterno** se hallan en el rango **extremadamente significativo**.



Foto 11. Subestación eléctrica 'Montesol' en Cañada Vellida.



Foto 12. Medidor en trípode cerca de las torres de alta tensión.



Foto 13. Medición de campo eléctrico alterno cerca de las torres.



Foto 14. Medición de campo magnético alterno cerca de las torres.

Informe técnico - Medición en Mezquita de Jarque

Evaluación de campos electromagnéticos en el municipio de Mezquita de Jarque.

El día 28 de abril de 2023 a las 11:07 realizamos mediciones de **campo eléctrico alterno** y **campo magnético alterno** en el municipio de Mezquita de Jarque. A las afueras de este municipio encontramos una línea de media tensión entrando en el mismo y conectándose a un transformador de zona. Realizamos mediciones entre 2,5 y 3,5 metros del transformador. A esa distancia el valor de **campo eléctrico alterno** medido fue de **27,2 V/m** con una frecuencia de tensión de 50 Hz. Al medir **campo magnético alterno**, el valor fue de **26 nT**. Según los valores indicativos en la norma técnica SBM-2024, el valor de **campo eléctrico alterno** se halla en el rango **extremadamente significativo**, en cambio el valor de **campo magnético alterno** se halla en el rango **débilmente significativo** (fotos 16, 17 y 18). También evaluamos a una distancia de 4 metros la línea aérea que se conecta a dicho transformador y el valor de **campo eléctrico alterno** fue de **52,2 V/m** y el valor de **campo magnético alterno** fue de **75 nT**, en este caso los valores son superiores (fotos 19, 20 y 21). Para acabar, medimos cerca de una línea de baja tensión que pasa cerca de una vivienda, el valor de **campo eléctrico alterno** fue de **1,6 V/m** y el de **campo magnético alterno** fue de **1 nT** (fotos 22, 23 y 24). El valor de **campo eléctrico alterno** se halla en el rango **fuertemente significativo**.



Foto 15. Municipio de Mezquita de Jarque.



Foto 16. Medidor en trípode cerca del transformador de zona.



Foto 17. Medición de campo eléctrico alterno cerca del transformador.



Foto 18. Medición de campo magnético alterno cerca del transformador.

Informe técnico - Medición en Mezquita de Jarque

Evaluación de campos electromagnéticos en el municipio de Mezquita de Jarque.



Foto 19. Medidor a 4 metros de la torre de media tensión.



Foto 20. Medición de campo eléctrico alterno cerca de la torre.



Foto 21. Medición de campo magnético alterno cerca de la torre.

Informe técnico - Medición en Mezquita de Jarque

Evaluación de campos electromagnéticos en el municipio de Mezquita de Jarque.



Foto 22. Medidor a 2 metros de línea de baja tensión.



Foto 23. Medición de campo eléctrico alterno cerca de la línea.



Foto 24. Medición de campo magnético alterno cerca de la línea.

Informe técnico - Medición en Escatrón

Evaluación de campos electromagnéticos en el municipio de Escatrón.

El día 28 de abril de 2023 a las 16:36 realizamos mediciones de **campo eléctrico alterno** y **campo magnético alterno** en el municipio de Escatrón. A 1,3 kilómetros de la zona urbana de este municipio encontramos la subestación eléctrica de Escatrón. Realizamos mediciones a **10 metros** de los transformadores. A esa distancia el valor de **campo eléctrico alterno** medido fue de **837 V/m** con una frecuencia de tensión de 50 Hz. Al medir **campo magnético alterno**, el valor fue de **3.093 nT**. Según los valores indicativos en la norma técnica SBM-2024, el valor de **campo eléctrico alterno** así como el de **campo magnético alterno** se hallan en el rango **extremadamente significativo**.



Foto 25. Municipio de Escatrón. Subestación a la izquierda de la foto.



Foto 26. Medidor en trípode cerca de transformadores.



Foto 27. Medición de campo eléctrico alterno cerca de transformadores.



Foto 28. Medición de campo magnético alterno cerca de transformadores.

Informe técnico - Medición en Alcorisa

Evaluación de campos electromagnéticos en el municipio de Alcorisa.

El día 28 de abril de 2023 a las 17:58 realizamos mediciones de **interferencias electromagnéticas** en el municipio de Alcorisa. Se realizó una medición del impacto de una **instalación fotovoltaica** en una vivienda. Dado que el inversor de una **instalación fotovoltaica** genera gran cantidad de **interferencias electromagnéticas conducidas** en la instalación eléctrica, se utilizó un osciloscopio de la marca Pico Technology, modelo Picoscope 4444. Se observó gran cantidad de **interferencias electromagnéticas** en el cableado generadas por el **inversor fotovoltaico**. La frecuencia pico fue de **19,5 kHz** (kilohercios) y la amplitud era de **4.100 mV_{pp}** (milivoltios pico a pico). Ver gráfico 1. Ambos valores tienen que contemplarse como un todo. Cuando observamos frecuencias por encima de los **10 kHz** y amplitudes mayores de **250 mV_{pp}**, el riesgo que dichas **interferencias electromagnéticas** puedan afectar la salud es muy elevado. A medida que aumentamos tanto la frecuencia como la amplitud asociada, la probabilidad de crear una ventana biológica de afectación, aumenta considerablemente.

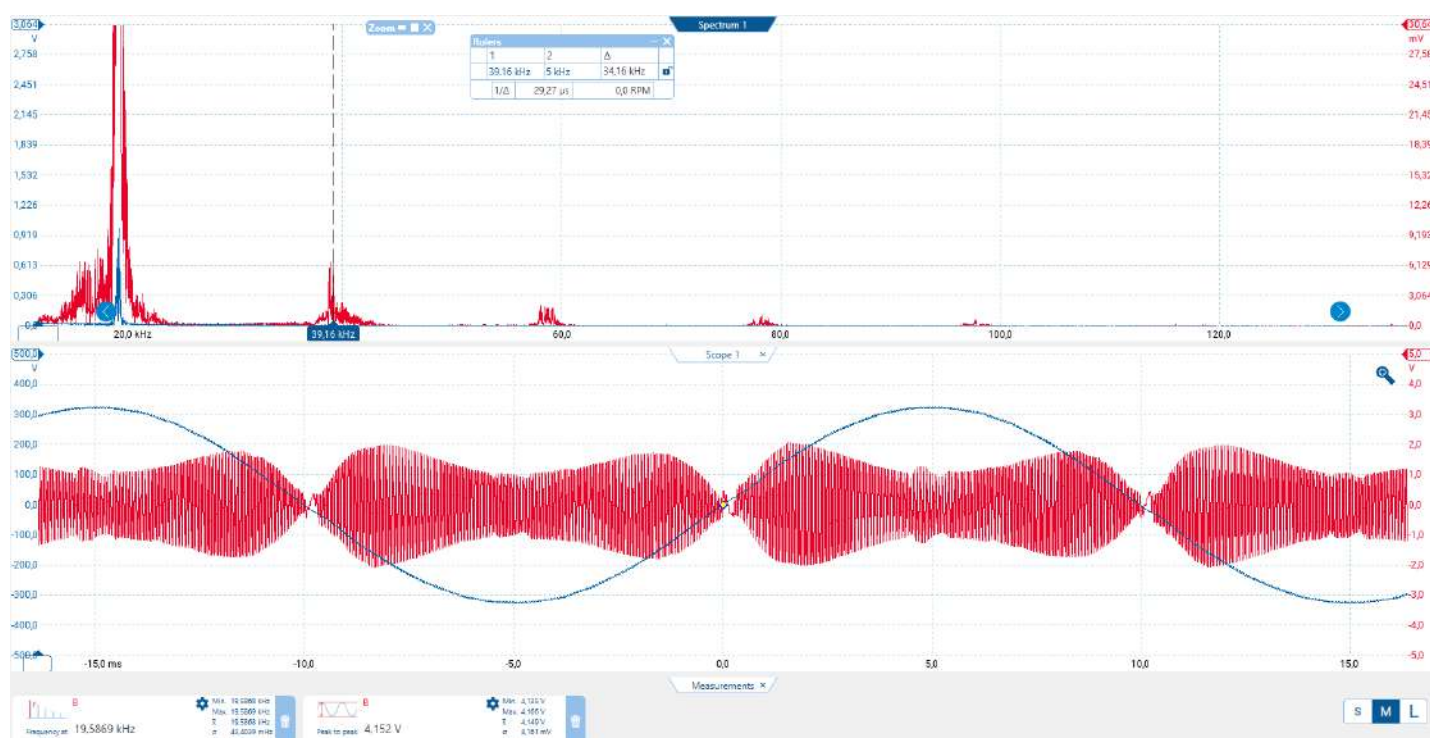


Gráfico 1. Visualización de las interferencias electromagnéticas generadas por el inversor fotovoltaico de la vivienda.

Informe técnico - Medición en Alcorisa

Evaluación de campos electromagnéticos en el municipio de Alcorisa.

El día 28 de abril de 2023 a las 18:52 realizamos mediciones de **interferencias electromagnéticas** en el municipio de Alcorisa. Se realizó una medición del impacto de una **instalación fotovoltaica** en la empresa Mármol Piquer. Dado que el inversor de una **instalación fotovoltaica** genera gran cantidad de **interferencias electromagnéticas conducidas** en la instalación eléctrica, se utilizó un osciloscopio de la marca Pico Technology, modelo Picoscope 4444. Se observaron **interferencias electromagnéticas** en el cableado generadas por el **inversor fotovoltaico**. La frecuencia pico fue de **19,8 kHz** (kilohercios) y la amplitud era de **842 mV_{pp}** (milivoltios pico a pico). Ver gráfico 2. Ambos valores tienen que contemplarse como un todo. Cuando observamos frecuencias por encima de los **10 kHz** y amplitudes mayores de **250 mV_{pp}**, el riesgo que dichas **interferencias electromagnéticas** puedan afectar la salud es muy elevado. A medida que aumentamos tanto la frecuencia como la amplitud asociada, la probabilidad de crear una ventana biológica de afectación, aumenta considerablemente. En esta caso la amplitud es menor que en la vivienda anterior, pero se observan gran cantidad de frecuencias armónicas que podrían amplificar la ventana biológica de afectación.

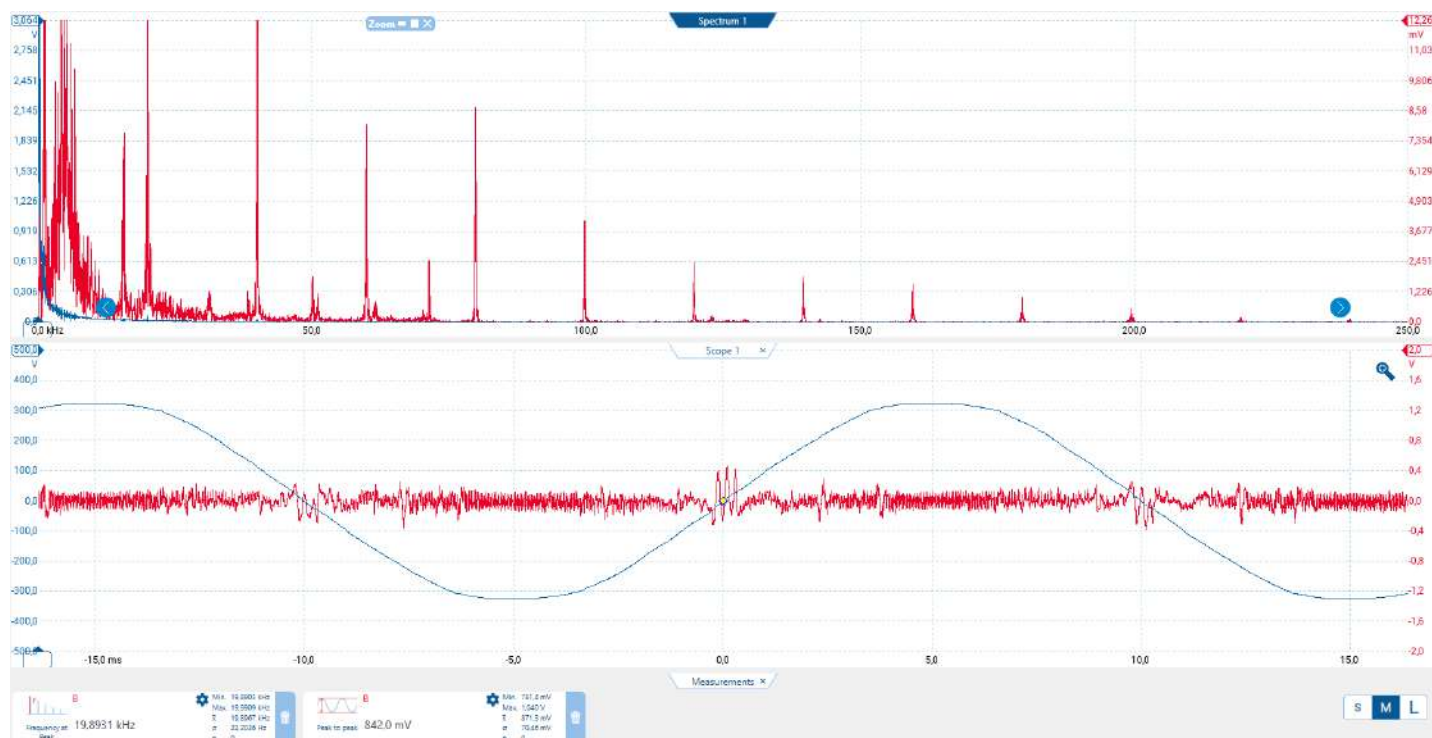


Gráfico 2. Visualización de las interferencias electromagnéticas generadas por el inversor fotovoltaico de la vivienda.

Informe técnico - Medición en Alcorisa

Evaluación de campos electromagnéticos en el municipio de Alcorisa.

El día 28 de abril de 2023 casi al final del día realizamos mediciones de **campo eléctrico alterno** y **campo magnético alterno** en el municipio de Alcorisa. A 3,8 kilómetros de la zona urbana de este municipio realizamos mediciones en un terreno de cultivo. Realizamos mediciones a varias distancias de las torres de muy alta tensión de **380 kV**. Observamos que el **campo magnético alterno** variaba dependiendo de la distancia observando valores que iban desde los **623 nT** hasta los **1.119 nT**, ambos valores que según el SBM-2024 se encuentran en el rango **extremadamente significativo**. Con el **campo eléctrico alterno** sucedía algo muy diferente, incluso en un radio de **250 metros** se mantenía siempre muy alto con un valor de **19.990 V/m**, esto se debe al voltaje elevado que es conducido por el cableado aéreo, pero también porque el paisaje está exento de vegetación, lo que dificulta que el **campo eléctrico alterno** producido por el cableado sea derivado a tierra fácilmente. Tal valor supone un riesgo importante para la salud de las personas, animales y plantas que hubiesen en dicho radio de **250 metros**. Con esta información podemos ser conscientes del riesgo que supone tener torres de muy alta tensión cerca de nuestra vivienda o espacio de trabajo. Ciertamente, el **campo eléctrico alterno** tiene efectos diferentes del **campo magnético alterno**, pero a esos niveles de exposición la biología de cualquier ser vivo se ve afectada y puede sufrir un estrés oxidativo constante que afecte seriamente su sistema inmunológico y minimice la posibilidad de adaptarse satisfactoriamente al medio. Ver fotos 30 y 31.

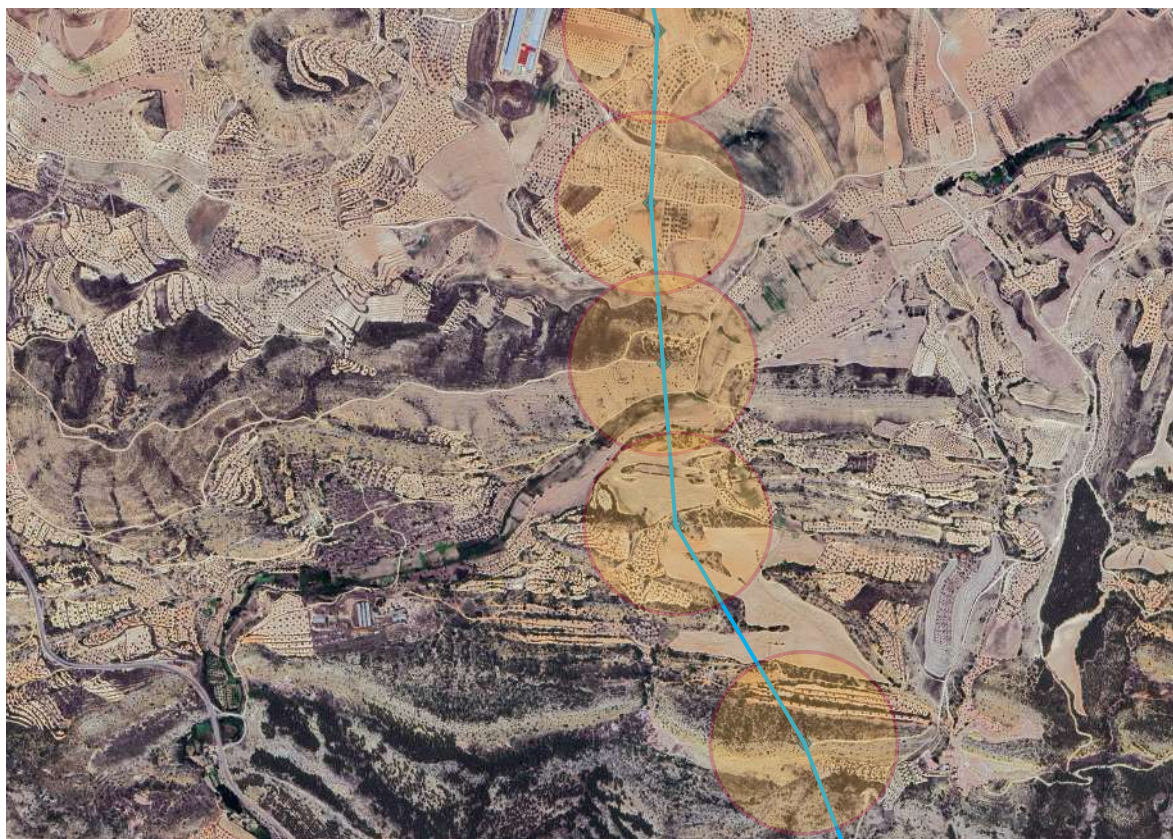


Foto 29. Municipio de Alcorisa. Terreno rural afectado por torres de muy alta tensión que pasan cerca de la finca.

Informe técnico - Medición en Alcorisa

Evaluación de campos electromagnéticos en el municipio de Alcorisa.



Foto 30. Terreno en Alcorisa. Valor de campo eléctrico alterno elevado.



Foto 31. Terreno en Alcorisa. Valor de campo magnético alterno elevado.

Informe técnico - Medición en Alcorisa

Conclusiones

Después de evaluar los diversos municipios antes mencionados y analizar tanto los valores observados para campos eléctricos, campos magnéticos alternos e interferencias electromagnéticas en diferentes puntos de la red eléctrica, podemos concluir que la presencia de valores elevados se aprecia mayormente en zonas afectadas por líneas de muy alta tensión, en las inmediaciones de líneas de media tensión los valores no son elevados y estarían en el rango **ligeramente significativo** según la norma técnica SBM-2024. Hemos detectado **valores preocupantes** en el rango **extremadamente significativo** de campo eléctrico alterno así como de campo magnético alterno cuando nos situamos a menos de 250 metros de líneas de muy alta tensión como las que hemos observado en un terreno ubicado en el municipio de Alcorisa.

En lo que respecta a las mediciones llevadas a cabo cerca del parque fotovoltaico 'La Estación' de Cañada Vellida, no hemos observado valores significativos que denoten afectación en la salud, salvo que nos situemos muy cerca de los paneles solares. No hemos podido medir muy cerca de dichos paneles por tratarse de propiedad privada protegida con vallas, pero nuestra experiencia realizando mediciones de paneles solares en otras instalaciones similares, donde sí se nos ha concedido acceso, demuestra que los paneles solares a **un metro o metro y medio** irradian **interferencias electromagnéticas** con alta carga de armónicos e incluso con frecuencias en el rango de kilohercios. Este fenómeno no está producido por el propio panel, ya que éste solo genera corriente continua, sino por el uso del inversor dentro del propio sistema.

Por lo anteriormente explicado, podemos ver cómo el uso de instalaciones fotovoltaicas supone un riesgo para la salud de los usuarios ya que dichas instalaciones hacen uso de inversores para convertir la corriente continua de los paneles solares en corriente alterna que posteriormente van a utilizar los aparatos conectados a la instalación eléctrica. La energía fotovoltaica no es tan inocua como parece, deberíamos de considerar su impacto masivo cuando miles de personas o cientos de miles de personas instalen sistemas fotovoltaicos con inversores que acaben añadiendo **cantidades ingentes de interferencias electromagnéticas** tanto en sus viviendas como en toda la red eléctrica a la que estén conectados. Tenemos siempre que recordar que en lo que concierne a campos eléctricos y magnéticos, **cuanto más alta** sea la frecuencia de éstos, mayor es su capacidad de poder **afectar negativamente** a un sistema biológico. Siempre que detectemos con los medidores valores dentro del rango **extremadamente significativo**, sabemos que tenemos actuar inmediatamente aplicando medidas de corrección que minimicen el riesgo existente.

¹ NANCY WERTHEIMER, ED LEEPER, ELECTRICAL WIRING CONFIGURATIONS AND CHILDHOOD CANCER, American Journal of Epidemiology, Volume 109, Issue 3, March 1979, Pages 273-284, <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aje.a112681>

² DAVID A. SAVITZ, HOWARD WACHTEL, FRANK A. BARNES, ESTHER M. JOHN, JIRI G. TVRDIK, CASE-CONTROL STUDY OF CHILDHOOD CANCER AND EXPOSURE TO 60-HZ MAGNETIC FIELDS, American Journal of Epidemiology, Volume 128, Issue 1, July 1988, Pages 21-38, <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aje.a114943>

³ 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, IARC Press, 2002, <https://publications.iarc.fr/98>

⁴ Li, DK., Chen, H., Ferber, J.R. et al. Exposure to Magnetic Field Non-Ionizing Radiation and the Risk of Miscarriage: A Prospective Cohort Study. Sci Rep 7, 17541 (2017). <https://doi.org/10.1038/s41598-017-16623-8>.

⁵ Carles C, Esquirol Y, Turuban M, Piel C, Migault L, Pouchieu C, Bouvier G, Fabbro-Peray P, Lebailly P, Baldi I. Residential proximity to power lines and risk of brain tumor in the general population. Environ Res. 2020 Jun;185:109473. doi: 10.1016/j.envres.2020.109473. Epub 2020 Apr 4. PMID: 32278161.

⁶ Brabant C, Geerinck A, Beaudart C, Tirelli E, Geuzaine C, Bruyère O. Exposure to magnetic fields and childhood leukemia: a systematic review and meta-analysis of case-control and cohort studies. Rev Environ Health. 2022 Mar 15;38(2):229-253. doi: 10.1515/reveh-2021-0112. PMID: 35302721.

CEMPROTECTA

EN INTERNET

www.cemprotecta.com
info@cemprotecta.com

TELÉFONO

+ 34 601 212 609

DIRECCIÓN

Cemprotecta
Carrer Pare Coll, 15, 4-1
17005 Girona