



**DISTANCIA A LAS LÍNEAS DE MEDIA Y  
ALTA TENSIÓN COMO ESTIMADOR DE  
RIESGO DE MORTALIDAD POR  
NEOPLASIAS MALIGNAS EN LA  
PROVINCIA DE BUENOS AIRES**

**Lic. Paula Risso**

**Director: Dr. Gustavo Horacio Marín**

**Codirectora: Ing. María Inés Urrutia**

**Año 2018**



*Dedicado a quienes me quieren y apoyan  
incondicionalmente*

*A mis padres, Alicia y Miguel*

## **Agradecimientos**

*A la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires por su apoyo institucional a través de la Beca Doctoral otorgada, que permitió mi formación de postgrado.*

*Al profesor titular de la Cátedra de Farmacología Básica, Dr. Jorge Errecalde, por permitir el desarrollo de las actividades en la Casa de Estudios.*

*A mi director, Gustavo Marín, por su acompañamiento constante a lo largo de este camino recorrido.*

*A mi codirectora, María Inés Urrutia, por su buena disposición y el amor que compartimos por la Estadística.*

*A Betina Zucchini, por su asesoramiento en materia de georreferenciación y capacitación en el manejo de herramientas informáticas de Sistemas de Información Geográfica. Pero sobre todo, por su amistad.*

*Al Dr. Juan Ángel Basualdo Farjat, por la inspiración y el interés que despertó en mí hacia la Metodología Científica.*

*Al Ing. Carlos Raúl Peralta y el Dr. Guillermo Ricardo Cocha, docentes de la Facultad Regional La Plata de la Universidad Tecnológica Nacional, por introducirme al mundo de la Ingeniería y la Energía Eléctrica.*

*A Nélica Nieto, coordinadora de la Dirección de Información Sistematizada de la Provincia de Buenos Aires, por su colaboración en el acceso a la información de los certificados de defunción.*

*Al Lic. Pablo Varela, por su contribución en la verificación y revisión de las bases de datos.*

*Al Lic. Leandro Esteban Stryjek, por el material sobre líneas de media y alta tensión, aportado desde el Área de Sistemas de Información Geográfica de la Secretaría de Energía de la Nación.*

*A Alejo Barrera, integrante de la Secretaría de Postgrado de la Facultad de Ciencias Médicas, por su orientación y recomendación de cursos durante mi formación.*

*Quiero agradecer muy especialmente a*

*Santiago, por escucharme y acompañarme siempre.*

*Ali, quien dedicó y compartió su tiempo conmigo en la revisión de este manuscrito.*

*Mi abuela Olga, por estar siempre pendiente del tema.*

*Ricardo, amigo y compañero en el camino académico.*

*Celeste y Belén, colegas, amigas y oídos frecuentes de las marchas y contramarchas de esta investigación.*

*¡A todos, muchas gracias!*

# ÍNDICE

<b>SIGLAS Y ACRÓNIMOS.....</b>	<b>p. 9-10</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>p. 11-16</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>p. 17-31</b>
Neoplasias malignas.....	p. 18
Electricidad y radiación no ionizante.....	p. 19
Estado del arte.....	p. 20
<i>Leucemia infantil.....</i>	<i>p. 20</i>
<i>Neoplasias malignas de mama.....</i>	<i>p. 24</i>
<i>Neoplasias malignas broncopulmonares.....</i>	<i>p. 25</i>
<i>Situación en Argentina.....</i>	<i>p. 27</i>
Campos eléctricos, magnéticos y distancia a las líneas eléctricas.....	p. 27
Justificación.....	p. 30
<b>OBJETIVOS E HIPÓTESIS.....</b>	<b>p. 32-34</b>
Objetivo general.....	p. 33
Objetivos específicos.....	p. 33
Hipótesis.....	p. 34
<b>MATERIAL Y MÉTODOS.....</b>	<b>p. 35-47</b>
Tipo de diseño, área y período.....	p. 36
Población de estudio.....	p. 36
Identificación de las variables.....	p. 37
<i>Variables de estudio.....</i>	<i>p. 37</i>
<i>Variables categóricas.....</i>	<i>p. 38</i>
<i>Variables control.....</i>	<i>p. 39</i>
Métodos Técnicos y Operativos.....	p. 39
<i>Instrumentos y Técnicas de recolección de datos.....</i>	<i>p. 39</i>
<i>Acciones operativas y procedimientos.....</i>	<i>p. 41</i>
<i>Cálculo de Tasas Brutas de mortalidad.....</i>	<i>p. 42</i>
<i>Cálculo de Tasas específicas de mortalidad.....</i>	<i>p. 42</i>
<i>Estandarización etaria.....</i>	<i>p. 43</i>
Análisis estadístico.....	p. 44

<i>Software</i> .....	p. 44
Tablas (1 - 4).....	p. 45-47
<b>RESULTADOS</b> .....	<b>p. 48-143</b>
❖ Capítulo I. Tasas Brutas de mortalidad por neoplasias malignas.....	p. 49-76
Defunciones y Tasas Brutas de Mortalidad por Neoplasias Malignas (TBMNM) .....	p. 51
<i>TBMNM en la población femenina</i> .....	p. 53
<i>TBMNM en la población masculina</i> .....	p. 54
Neoplasias malignas más frecuentes en la provincia de Buenos Aires.....	p. 56
❖ Capítulo II. Tasas de mortalidad específicas por edad y sexo.....	p. 58-76
Población menor de 15 años.....	p. 59
<i>Tasa de Mortalidad por Neoplasias Malignas (TMNM) en la población         femenina</i> .....	p. 60
<i>TMNM en la población masculina</i> .....	p. 61
Población de jóvenes entre 15 y 39 años.....	p. 63
<i>TMNM en la población femenina</i> .....	p. 64
<i>TMNM en la población masculina</i> .....	p. 65
Población adulta de 40 a 64 años.....	p. 67
<i>TMNM en la población femenina</i> .....	p. 69
<i>TMNM en la población masculina</i> .....	p. 70
Población mayor de 64 años.....	p. 71
<i>TMNM en la población femenina</i> .....	p. 73
<i>TMNM en la población masculina</i> .....	p. 74
❖ Capítulo III. Mortalidad por Neoplasias malignas y distancia a las LMT-LAT... p. 77-81	
Georreferenciación de los domicilios de residencia de la población.....	p. 78
Georreferenciación de las líneas eléctricas aéreas de media y alta tensión.....	p. 79
Mortalidad y distancia las líneas eléctricas.....	p. 80
Corolario.....	p. 81

❖ Capítulo IV. Leucemia en la población menor de 15 años y distancia a las LMT-LAT.....	p. 82-87
Distancia a las líneas de media y alta tensión.....	p. 83
❖ Capítulo V. Neoplasias malignas de testículo en jóvenes y distancia a las LMT-LAT.....	p. 88-93
Distancia a las líneas de media y alta tensión.....	p. 89
❖ Capítulo VI. Neoplasias malignas de mama en la población femenina y distancia a las LMT-LAT.....	p. 94-111
Defunciones en mujeres de 15 a 39 años.....	p. 95
<i>Distancia a las líneas de media y alta tensión.....</i>	p. 95
Defunciones en mujeres de 40 a 64 años.....	p. 100
<i>Distancia a las líneas de media y alta tensión.....</i>	p. 100
<i>Distancia a LMT-LAT como factor de riesgo.....</i>	p. 105
Defunciones en mujeres mayores de 64 años.....	p. 106
<i>Distancia a las líneas de media y alta tensión.....</i>	p. 106
<i>Distancia a LMT-LAT como factor de riesgo.....</i>	p. 111
❖ Capítulo VII. Neoplasias malignas broncopulmonares y distancia a las LMT-LAT.....	p. 112-124
Defunciones en hombres y mujeres de 40 a 64 años.....	p. 113
<i>Distancia a las líneas de media y alta tensión.....</i>	p. 113
<i>Distancia a LMT-LAT como factor de riesgo.....</i>	p. 118
Defunciones en hombres y mujeres mayores de 64 años.....	p. 119
<i>Distancia a las líneas de media y alta tensión.....</i>	p. 119
<i>Distancia a LMT-LAT como factor de riesgo.....</i>	p. 124
❖ Capítulo VIII. Neoplasias malignas de colon y distancia a las LMT-LAT.....	p. 125-136
Defunciones en hombres de 40 a 64 años.....	p. 126
<i>Distancia a las líneas de media y alta tensión.....</i>	p. 126
Defunciones en hombres y mujeres mayores de 64 años.....	p. 131
<i>Distancia a las líneas de media y alta tensión.....</i>	p. 131
<i>Distancia a LMT como factor de riesgo.....</i>	p. 136



❖ Capítulo IX. Neoplasias malignas de próstata en la población mayor de 64 años y distancia a las LMT-LAT.....	p. 137-143
Distancia a las líneas de media y alta tensión.....	p. 138
Distancia a LMT como factor de riesgo.....	p. 143
<b>DISCUSIÓN.....</b>	<b>p. 144-164</b>
Corolario de la discusión.....	p. 161
Fortalezas y Limitaciones del estudio.....	p. 163
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>p. 165-167</b>
<b>APÉNDICES.....</b>	<b>p. 168-179</b>
Apéndice 1. Las neoplasias malignas en un contexto espacio-temporal.....	p. 169-173
Apéndice 2. Estándares internacionales y nacionales para los campos electromagnéticos y distancias mínimas de seguridad.....	p. 174-179
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>p. 180-190</b>

## **SIGLAS Y ACRÓNIMOS**

**AEA:** Asociación Electrotécnica Argentina

**CE:** Campo Eléctrico

**CEM:** Campo Electromagnético

**CEM-FEB:** Campo Electromagnético de Frecuencia Extremadamente Baja

**CIE-10:** Clasificación Internacional de Enfermedades - décima revisión

**CM:** Campo Magnético

**DEIS:** Dirección de Estadísticas e Información en Salud

**DIS:** Dirección de Información Sistematizada

**FEB:** Frecuencia Extremadamente Baja

**IARC:** Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer

**ICNIRP:** Comisión Internacional sobre Protección frente a la Radiación No Ionizante

**IGN:** Instituto Geográfico Nacional

**INDEC:** Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC)

**LAT:** Línea/s de Alta Tensión

**LL:** Leucemia Linfoide

**LLA:** Leucemia Linfoblástica Aguda

**LMT:** Línea/s de Media Tensión

**LMC:** Leucemia Mieloide Crónica

**LMT-LAT:** Líneas de Media y Alta Tensión

**LNE:** Leucemia de células de tipo No Especificado

**NM:** Neoplasias Malignas

**OMS:** Organización Mundial de la Salud

**OPDS:** Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible

**RPP:** Registro Provincial de las Personas

**SEN:** Secretaría de Energía de la Nación

**TBMNM:** Tasa Bruta de Mortalidad por Neoplasias Malignas

**TMNM:** Tasa de Mortalidad por Neoplasias Malignas

# RESUMEN













# INTRODUCCIÓN

## Neoplasias malignas

---

Se conoce como neoplasia al crecimiento anormal y nuevo de tejido. Las neoplasias malignas en relación a las benignas, muestran un mayor grado de anaplasia y poseen la propiedad de invasión y metástasis.<sup>1</sup>

Según el Instituto Nacional del Cáncer de Estados Unidos estas patologías son consideradas la segunda causa de muerte en el mundo.<sup>2</sup> En Argentina se consideran la segunda causa de muerte en la población general, pero constituyen la primera causa entre los 35 y 74 años de edad.<sup>3</sup>

En nuestro país existen publicaciones que mencionan la mortalidad por neoplasias malignas en función del análisis de la información brindada por la Dirección de Estadísticas e Información en Salud (DEIS).<sup>4-6</sup> En el informe de la DEIS del año 2012 se registraron 59.518 muertes por neoplasias malignas a nivel nacional, siendo las diez causas más frecuentes las neoplasias broncopulmonares, de colon, mama, páncreas, próstata, estómago, útero, hígado, riñón y leucemias.<sup>6</sup> Entre éstas se encuentran algunas que desde hace casi 40 años se han sido estudiado por su posible asociación con la exposición a la radiación del sistema de energía eléctrica (*e.g.* leucemias infantiles, neoplasias mamarias, neoplasias del sistema respiratorio). Esta relación no se encuentra validada de manera inequívoca, por lo que genera incertidumbre tanto en la comunidad como en las autoridades sanitarias, que son frecuentemente consultadas por esta temática.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Más de doscientas consultas de bonaerenses recibidas por el Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible (OPDS) en el año 2012 quedaron sin respuesta por ausencia de estudios oficiales realizados a nivel regional.

## Electricidad y radiación no ionizante

---

La electricidad se ha convertido en una parte esencial de nuestras vidas y es entendida como un elemento integral de la vida moderna. Puede estar asociada al sistema de suministro eléctrico, que incluye la generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica.<sup>7</sup> El sistema eléctrico genera campos electromagnéticos (CEM) que representan la interacción conjunta de fuerzas eléctricas y magnéticas que oscilan en una frecuencia extremadamente baja (FEB).<sup>8</sup> Dependiendo del país, estos campos viajan a través del cableado aéreo a 50 ó 60 Hertz o ciclos por segundo.<sup>7</sup> Una de las principales fuentes emisoras de CEM-FEB, son las **líneas eléctricas aéreas de alta tensión (LAT)**.<sup>7,9,10</sup>

En ciertos países europeos las magnitudes superiores a 1 kilovoltio (1 kV)<sup>1</sup> son las que definen la alta tensión.<sup>11</sup> En Argentina el punto de corte es mayor a 33 kV.<sup>12</sup> Debido a esta diversidad en la clasificación hablar de líneas eléctricas aéreas con una tensión mayor a 1 kV resulta un criterio inclusivo a nivel global, ya que muchas veces se utiliza el término *media tensión* pero se trata de líneas de alta tensión de tercera categoría.<sup>11</sup>

Más allá de estos límites es el gran uso de la electricidad el que genera una amplia y constante exposición de la población a dicha radiación, dando origen a interrogantes acerca de su acción sobre la salud humana, especialmente aquella relacionada con la aparición de eventos neoplásicos malignos.<sup>7,9,10,13,14</sup>

---

<sup>1</sup> 1 kilovoltio equivale a 1.000 voltios (1.000 V).

## Estado del arte

---

En los inicios del siglo XX se suponía por defecto que la energía de la radiación de estos campos, conocida como radiación no ionizante, no era suficiente como para ionizar moléculas o romper enlaces químicos en los sistemas biológicos.<sup>7,9,14,15</sup>

Sin embargo, en el año 1979 comenzó la preocupación acerca del cableado eléctrico como posible agente asociado al desarrollo de neoplasias malignas.<sup>13</sup> Desde entonces diversos estudios se han enfocado en la búsqueda de mecanismos que pudieran predecir los efectos biológicos de los campos de baja intensidad, centrándose la mayor parte de la literatura científica en el estudio de leucemia infantil, neoplasias malignas de mama e, incluso, patologías del sistema respiratorio.<sup>9,10,13,14,16-27</sup>

### *Leucemia infantil*

El primer estudio enfocado en el desarrollo de leucemia en niños y su vinculación con la presencia de líneas de alta tensión data de 1979, cuando Wertheimer y Leeper sustituyeron la medición de los campos magnéticos de estas fuentes de energía por el uso de código de cableado. Este código incluía características como la configuración de los tramos eléctricos y la distancia hacia los hogares de residencia de la población de estudio. Desde entonces se instaló en el mundo científico la pregunta acerca de si las líneas eléctricas, particularmente aquellas de alta tensión, podían aumentar el riesgo de desarrollar esta neoplasia maligna en niños, ya que observaron un aumento significativo del riesgo de leucemia en presencia de líneas con configuración de corriente muy elevada y cercanas a los domicilios ( $p < 0,05$ ).<sup>13</sup>

En 1997, Linet y colaboradores realizaron un estudio en Inglaterra en menores de 15 años, en el que se registraron los campos magnéticos dentro de sus hogares. Estas mediciones se relacionaron al riesgo de desarrollar Leucemia Linfoblástica Aguda (LLA). A su vez, estudiaron los domicilios de las madres durante el embarazo. Posteriormente se promediaron las mediciones de campo magnético, se agruparon en categorías discretas y también se consideró la clasificación de corriente de Wertheimer y Leeper de las líneas más cercanas a los hogares de los niños y de sus madres. Los resultados de este trabajo no indicaron un aumento del riesgo de LLA con el aumento promedio de los campos magnéticos en los domicilios de los niños ( $p=0,22$ ) ni en la residencia de las madres durante el embarazo ( $p=0,25$ ). Tampoco se demostró un aumento significativo del riesgo en niños cuya residencia se encontrase cercana a las líneas con la configuración de corriente más elevada, respecto a la configuración de referencia (OR: 0,88; IC: 0,48-1,63). La misma tendencia se observó al considerar la residencia de las madres (OR: 1,49; IC: 0,66-3,37).<sup>16</sup>

En el año 2000, se realizó un estudio en el Reino Unido que comparó el riesgo de leucemia y otras neoplasias malignas infantiles entre estratos de distancia a las líneas eléctricas y entre niveles de campos magnéticos. No se encontró evidencia de que la proximidad a las instalaciones eléctricas o los niveles de los campos se hallaran asociados significativamente al aumento del riesgo de dichas patologías, sobre todo para aquellos hogares ubicados dentro de los 50 metros de distancia a una línea eléctrica ( $p > 0,05$ ).<sup>17</sup>

El debate resurgió en el año 2005, con un estudio publicado por Draper y colaboradores sobre leucemia y otras neoplasias malignas en poblaciones de niños menores de 15 años, en el que se propuso el uso de las distancias a las líneas eléctricas

como estimador de riesgo de leucemia. En este trabajo se contabilizó la frecuencia absoluta de casos-contróles en relación a la distancia a las líneas más cercanas a sus hogares, considerando las líneas existentes en el año de su nacimiento y utilizando tres intervalos de distancia: menos de 200 metros, entre 200 y 599 metros y 600 metros o más. Los autores calcularon el riesgo relativo (RR), utilizando como estrato de referencia a la distancia  $\geq 600$  metros, elegido por estar alejado de la influencia de los campos magnéticos de las líneas estudiadas. Así se observó que el RR de leucemia fue significativamente mayor en cualquier distancia menor a los 600 metros: a menos de 200 metros (RR: 1,68; IC: 1,12-2,52) y entre 200 y 599 metros (RR: 1,22; IC: 1,01-1,47). Además, demostraron una relación significativa entre el aumento del RR y la disminución de la distancia a las LAT, con lo cual propusieron la inversa de la distancia como estimador del RR de leucemia.<sup>9</sup>

En el 2007, Maslanyj y colaboradores sugirieron que el nivel base de radiación en los hogares no estaba asociado con las líneas de alta tensión, sino con las fuentes de baja tensión, vinculadas a las corrientes en el interior del hogar y/o en los alrededores de las casas. Estos autores postularon que los mayores campos magnéticos se originan en las líneas de menor tensión, que en general se encuentran ubicadas más próximas a los hogares de la población.<sup>18</sup>

Dos años más tarde, el mismo grupo de investigadores reorganizó los datos de estudios previos en función de la distancia a las LAT (<50 vs  $\geq 50$  metros y <100 vs  $\geq 100$  metros) y el valor de campo magnético (<0,2  $\mu\text{T}$  vs  $\geq 0,2$   $\mu\text{T}$  y <0,4  $\mu\text{T}$  vs  $\geq 0,4$   $\mu\text{T}$ ). En ambos casos, se estimaron baja sensibilidad y pobres valores predictivos positivos (VPP  $\geq 8,6$ ). Incluso en el peor escenario de exposición (menor distancia y campo más

elevado), el VPP fue 0,188. Esto implica que sólo el 18,8% de los niños con leucemia expuestos a un  $CM \geq 0,4 \mu T$  vivía en un hogar a menos de 50 metros desde una LAT.<sup>19</sup>

En el 2010, Kroll y colaboradores utilizaron los mismos casos-controles del estudio de Draper y cols. y analizaron el RR de neoplasias malignas en relación al campo magnético promedio de las LAT del año en que nacieron los niños o hasta cinco años antes al diagnóstico. La emisión magnética se consideró como variable discreta y continua, no hallándose en ningún caso un aumento significativo del RR para ninguna neoplasia estudiada ( $p > 0,05$ ).<sup>20</sup>

En el 2013, Sermage-Faure y colaboradores contabilizaron los casos-controles de Leucemias Agudas en menores de 15 años en Francia. Se utilizó la residencia de los niños al momento del diagnóstico, no la residencia al nacer. En este caso, se encontró un aumento significativo de los valores de "Odds Ratio" (OR) en niños menores de 5 años, cuyo lugar de residencia se encontrase a una distancia igual o menor a 50 metros desde las líneas de extra alta tensión (OR: 2,6; IC: 1,0-6,9). No se observó asociación significativa más allá de una distancia de 50 metros en esta población. Tampoco se encontró asociación significativa con ninguna categoría de distancia en niños a partir de los 5 años de edad.<sup>10</sup>

En el trabajo experimental de Stratton y colaboradores, se estudió el comportamiento de células de leucemia mielomonocítica frente a la exposición de radiación no ionizante generada por CEM de corriente pulsada ( $0,3 \mu T$  a 10 Hz). Se observó que este estímulo indujo el daño transitorio en la membrana plasmática, lo que permitió el ingreso de calcio en el citoplasma, causando la liberación de microvesículas estimuladas (MVe). Posteriormente, el calcio extracelular fue quelado con EGTA, lo cual redujo la biogénesis de las MVe iniciada por el campo magnético, pero esa



reducción fue menor a la esperada para las células no irradiadas. Esto sugirió que la radiación había generado poros en la membrana transcelular de las organelas, a través de los cuales se produjo una fuga de calcio adicional en el citoplasma, situación que perpetuó la liberación de vesículas. Cuando la exposición al campo magnético fue prolongada, el daño en la membrana resultó irreversible, llevando a la pérdida de la viabilidad celular. Este estudio mostró por primera vez la liberación de MVe ocurrida frente a la exposición magnética, siendo estas microvesículas vehículos de comunicación intercelular con un probable rol en el desarrollo de neoplasias y otras patologías.<sup>21</sup>

### *Neoplasias malignas de mama*

La creciente incidencia y ciertas variaciones geográficas en la prevalencia de las neoplasias malignas de mama han sugerido que los factores ambientales juegan cierto rol en su etiología. En este contexto tuvo su origen la hipótesis de que la exposición a largo plazo a CEM relativamente débiles podría aumentar el riesgo de desarrollar este tipo de neoplasia maligna. Dicha hipótesis fue planteada bajo la suposición de que la exposición a los CEM, entre otros efectos, suprime la producción nocturna de melatonina, siendo ésta un posible factor de protección al afectar los niveles de estrógeno en el organismo.<sup>14,22</sup> Estudios sobre líneas celulares de tumores humanos han demostrado que la melatonina modula proteínas reguladoras dependientes de estrógenos, suprime la actividad del gen del receptor de estrógeno y detiene la capacidad de metástasis.<sup>14,23</sup>

En el año 2004 Kliukiene y colaboradores demostraron una asociación significativa entre la exposición a los campos magnéticos de 50 Hz y el riesgo de desarrollar

neoplasias de mama, dándole un papel de mayor importancia al tipo de exposición residencial, en particular durante los cinco años previos al diagnóstico (OR: 1,53; IC: 1,28-2,85,  $p<0,05$ ).<sup>23</sup> Loomis y cols. observaron un mayor riesgo de desarrollar neoplasias mamarias en situaciones de mayor exposición eléctrica en el ámbito laboral (OR: 1,36; IC: 1,03 – 1,79,  $p<0,05$ ).<sup>24</sup>

En ese contexto, Chen y colaboradores realizaron un meta-análisis incorporando 23 estudios de casos-contróles sobre neoplasias de mama en la población femenina y su relación con la exposición a los campos magnéticos. En el análisis de estos estudios sólo uno mencionaba una asociación significativa entre la exposición a los campos y el riesgo de desarrollar neoplasias mamarias. Al estratificar los estudios con información sobre receptores estrogénicos, se halló un OR=1,11 (IC: 1,03-1,20) para receptor positivo versus OR=0,96 (IC: 0,84-1,10) para receptor negativo. Cuando se evaluó la población pre y post menopáusica se encontró un OR=1,11 (IC: 1,0-1,23) para el primer caso versus OR=1,02 (IC: 0,95-1,09) para el segundo.<sup>25</sup> Estos resultados parecen indicar que los campos magnéticos favorecen el desarrollo de las neoplasias malignas de mama; sin embargo, no está demostrado de manera inequívoca si existe una relación causal entre exposición electromagnética y desencadenamiento de una neoplasia mamaria.

### *Neoplasias malignas broncopulmonares*

Los sistemas de energía eléctrica de alta tensión causan cierta degradación en las moléculas de aire circundante, generando iones positivos o negativos. Las LAT producen estas pequeñas partículas con carga en el aire situado alrededor de los

cables, generando atracción y concentración de aerosoles contaminantes y gas radón, sobre todo en las inmediaciones de zonas industriales. Este fenómeno se conoce como *efecto Corona*.<sup>9,26,27</sup> Aunque los sistemas eléctricos están diseñados para minimizar este efecto, igualmente ocurre y cualquier aerosol contaminante que pase a través de estas nubes puede adquirir carga eléctrica. Si las partículas con carga son inhaladas pueden adherirse al revestimiento del sistema respiratorio.<sup>27</sup>

En 1999, con las publicaciones de Fews y colaboradores, comenzó el estudio de la influencia de los campos eléctricos sobre el depósito de partículas de aire con carga y los posibles efectos adversos en la salud humana, especialmente cuando el viento genera una movilización de esos iones lejos de las líneas. Las mediciones llevadas a cabo por estos autores en LAT de 132 kV han señalado que a 1,80 metros de altura (altura que simula la estatura de un humano adulto), un 20% de aerosoles contaminantes llevan exceso de carga.<sup>26,27</sup> En promedio, este efecto se extendió hasta unos 200 metros desde las LAT en dirección del viento, pudiendo ser mayor en líneas de muy alta tensión.<sup>27</sup>

En el año 2005 se realizó una prueba usando un modelo sencillo asumiendo una única dirección de viento prevalente. La razón casos/controles no fue significativamente mayor en favor de la dirección del viento que en contra, lo que no permitió avalar el *efecto Corona*.<sup>9</sup>

## *Situación en Argentina*

Según la Asociación Toxicológica Argentina la evidencia existente hasta el 2005 acerca de la asociación de las neoplasias mamarias y leucemias con la radiación no ionizante indicaba un rol débil para los CEM-FEB.<sup>28</sup>

En el 2014 se realizó un estudio en la provincia de Buenos Aires, en el que se analizaron encuestas sobre la presencia de neoplasias en habitantes de dos localidades, una ubicada en las cercanías de la subestación eléctrica *Sobral* (Ezpeleta, Quilmes) y otra distante a una subestación (Villa España, Berazategui). En este estudio se identificó a la neoplasia de mama como la patología más frecuente en ambos grupos. No se encontraron diferencias significativas en la prevalencia de neoplasias entre las viviendas cercanas y distantes (9,1% hasta los 50 metros de la subestación, 5% a más de 100 metros y 5,9% a más de 200 metros de distancia). Asimismo, la proporción de manifestaciones de los problemas de salud fue similar en ambos grupos (48,1% vs. 49,1%,  $p>0,05$ ). Finalmente, no se demostró correlación significativa entre la presencia de problemas de salud y la cercanía a la fuente de emisión ( $R = 0,08$ ,  $p>0,05$ ).<sup>29</sup>

## **Campos eléctricos, magnéticos y distancia a las líneas eléctricas**

---

Muchos investigadores han estudiado la corriente inducida por el campo eléctrico (CE) de una línea de transmisión en el cuerpo humano debido a la probabilidad de que genere efectos biológicos adversos. La máxima corriente del cuerpo inducida por el CE es mucho mayor que la densidad de corriente inducida por su campo magnético

(CM).<sup>30</sup> Sin embargo, se sospecha que el real agente causal de los problemas de salud se relaciona con el magnetismo, ya que los CE pueden ser absorbidos fácilmente por cualquier objeto conductor que atravesase (*e.g.* árboles o edificaciones) antes de llegar al tejido vivo.<sup>7</sup>

Mientras que la tensión determina la fuerza del CE, la fuerza del CM se asocia a la corriente eléctrica.<sup>19</sup> La corriente eléctrica por su parte, no es una constante, ya que oscila a lo largo del día y a lo largo del año. Por otra parte, los niveles de exposición de cada ser humano varían cuando se cambia de ambiente y cuando se utilizan dispositivos eléctricos o inalámbricos. Todo esto hace extremadamente difícil la medición directa de la exposición magnética.<sup>15</sup>

Tanto los CE como los CM muestran una disminución significativa en su magnitud cuando se incrementa la distancia a las líneas eléctricas, indicando que las distancias más cercanas muestran fuerzas más elevadas, lo cual evidencia el efecto de la distancia en la reducción de la fuerza de los CM y CE.<sup>7,30</sup>

Estudios que consideraron una distancia de 200 metros a las LAT como distancia crítica para hacer inferencias sobre el aumento del riesgo de Leucemia en niños, observaron que los CM oscilaban entre  $<0,1 \mu\text{T}$  y  $<0,01 \mu\text{T}$ , valores muy por debajo de los CM promedio proveniente de otras fuentes dentro de los hogares.<sup>9</sup> A esa distancia entonces, difícilmente pueda afirmarse que los CM provengan de las líneas en cuestión.

Tomando ideas previas, en el año 2009 investigadores del Instituto Epidemiológico del Cáncer de Copenhague-Dinamarca plantearon una distancia de 50 metros a las LAT como punto de delimitación de una zona en la que los campos involucrados fuesen únicamente aquellos pertenecientes a las LAT y no a otras fuentes anexas.<sup>19</sup>

En el año 2007, investigadores malayos midieron la distribución espacial de los CE y CM de ciertos hogares de su país, debajo de líneas de transmisión aérea de muy alta tensión (275 kV) y cada 10 metros de distancia a dicha noxa, hasta llegar a los 30 metros. Sus resultados mostraron que los niveles de CM variaron según la ubicación de las medidas, las cuales estuvieron fuertemente influenciadas por la distancia vertical y horizontal desde los cables aéreos. El mayor nivel de CM se registró debajo de las líneas, que representó el 1,92% del límite máximo permitido por la ICNIRP<sup>1</sup> para la exposición magnética pública (ver Apéndice 2).<sup>31</sup> Los CE no sólo se vieron afectados por las distancias verticales y horizontales desde los cables sino también por la presencia de otros objetos cercanos. El mayor nivel de CE se registró debajo de la línea, representando el 64,4% del límite máximo permitido por la ICNIRP para la exposición eléctrica pública.<sup>7</sup>

En un estudio del 2015 se determinaron las distribuciones del CE en la superficie del cuerpo de un ser humano simulado, ubicado debajo y a diferentes distancias desde una LAT de 400 kV. En la simulación se utilizó un modelo de 1,80 metros de altura. Se estudiaron cinco situaciones de distancia entre el ser humano y la LAT: 0 (debajo de la LAT), 10, 20, 30 y 40 metros.<sup>30</sup> Cuando se ubicó directamente debajo de la LAT mostró valores entre 5,11 y 5,28 kV/m, cifras que superaron el valor crítico estándar de CE de la ICNIRP.<sup>31</sup> A los 40 metros de distancia desde la LAT se reportaron valores de 0,25 y 0,31 kV/m, lo cual confirmó que las magnitudes de CE decrecieron cuando aumentó la distancia entre el conductor y el ser humano simulado.<sup>30</sup>

Por otro lado se han realizado estudios con mediciones de CM a lo largo de 24 horas y luego se han promediado los valores, pero aún no se sabe si el promedio es

---

<sup>1</sup> ICNIRP: Comisión Internacional sobre Protección frente a la Radiación No Ionizante.

representativo de la exposición contemporánea, y mucho menos, si representa la exposición previa al desarrollo de una neoplasia.<sup>16</sup> La complejidad de la evaluación de la exposición magnética, particularmente en relación a su carácter retrospectivo, es una de las dificultades esenciales para abordar el vínculo con el desarrollo de una neoplasia maligna.<sup>32</sup>

A la luz de lo antedicho, el presente estudio de Tesis se enfocó en la evaluación de la distancia a las líneas aéreas de media y alta tensión, en vez de orientarse en los siempre fluctuantes campos magnéticos. A su vez, resultó coherente pensar que una distancia **menor a 50 metros desde una línea eléctrica**, podría ser un punto crítico que satisfaga el decaimiento en magnitud de ambos campos, tanto eléctrico como magnético, y que delimite una **zona de potencial riesgo** debida a la radiación de las líneas en estudio.

## Justificación

---

Las líneas eléctricas de transmisión y distribución deben llegar a las grandes urbes para proveerlas de energía. Por esta razón, existe inquietud e incertidumbre en las familias que por largos períodos de su vida habitan en zonas lindantes. De esta manera se sienten cautivas de una situación que podría ameritar un potencial traslado de esos grupos familiares a una distancia prudencial, particularmente de existir una relación directa con el riesgo de desarrollar neoplasias malignas. Aún falta una respuesta epidemiológica respecto a esta asociación, ya que ni siquiera la Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC) ni organismos oficiales locales como el Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible (OPDS), se permiten ser categóricos

respecto a la genotoxicidad de los CE y CM, considerando a los mismos como *posiblemente carcinogénicos para los seres humanos, con evidencia epidemiológica limitada* (clase 2B).<sup>33,34</sup>

En Argentina el 33% de la población se concentra en la provincia de Buenos Aires.<sup>35</sup> Los bonaerenses son considerados los mayores consumidores de tecnología y de energía eléctrica del país, ya que el 42% de la energía total de Argentina es utilizada por ellos.<sup>36</sup> A pesar de eso, y exceptuando estudios como el de Bourgeois y colaboradores, son escasas las investigaciones que abordan la relación entre la exposición a esta radiación y el desarrollo de neoplasias malignas a nivel provincial.<sup>29</sup> Resulta necesario entonces, contar con más estudios basados en fuentes de información objetivas e irrefutables (*e.g.* los certificados de defunción con diagnóstico de neoplasias malignas) para aportar un mayor conocimiento de la temática.

Asimismo, al no existir un consenso a nivel mundial acerca de los límites que determinan la alta tensión, resulta de gran interés centrarse en el estudio de las líneas eléctricas que poseen una tensión superior a 1 kV (discriminando ulteriormente entre media, alta y extra alta tensión) y evaluar si existe una relación de asociación entre estas líneas y las neoplasias malignas que más frecuentemente causan mortalidad en la población bonaerense. El presente trabajo pretende colaborar aportando algunas respuestas a dichos interrogantes.



## **OBJETIVOS E HIPÓTESIS**

## Objetivo general

---

Evaluar la asociación entre la mortalidad ocasionada por neoplasias malignas y la distancia a las líneas eléctricas de media y alta tensión (LMT-LAT) en la provincia de Buenos Aires.

## Objetivos específicos

---

1. Estimar la tasa bruta de mortalidad por neoplasias malignas en la población femenina y masculina en cada partido del territorio bonaerense.
2. Estimar la tasa de mortalidad por neoplasias malignas específica según sexo y partido, en cuatro grupos etarios: población menor de 15 años, jóvenes (15-39 años), adultos (40-64 años) y población mayor de 64 años.
3. Determinar las neoplasias malignas más frecuentes en cada grupo etario.
4. Calcular la distancia entre los domicilios de residencia y las LMT-LAT más cercanas para las neoplasias malignas más frecuentes en cada grupo etario.
5. Comparar la proporción de eventos neoplásicos malignos entre zonas más y menos cercanas a las LMT-LAT.

6. Generar un índice que relacione las defunciones y la distancia a las LMT-LAT, para las neoplasias malignas más frecuentes en cada grupo etario, y analizar su comportamiento con el aumento de la distancia.
  
7. Establecer el área que representan los 50 metros de influencia desde las LMT-LAT dentro del ejido urbano a nivel provincial.

## Hipótesis

---

Sobre la base de la información disponible se plantea la siguiente hipótesis de trabajo:

***existiría una relación de asociación entre la mortalidad ocasionada por algunas neoplasias malignas y las distancias desde los domicilios de residencia de la población a las líneas de media y alta tensión.***

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

## Tipo de diseño, área y período

---

Estudio epidemiológico. Diseño observacional, retrospectivo, transversal, con etapa analítica, en el cual se utilizó metodología cuantitativa en pos de determinar las distancias entre las LMT-LAT y los domicilios de los pacientes fallecidos por neoplasias malignas. El estudio se realizó en la provincia de Buenos Aires, haciendo enfoque en los 135 partidos del territorio provincial, durante el año 2012 (Tabla 1).<sup>1</sup>

## Población de estudio

---

La población bonaerense fallecida durante enero a diciembre del 2012 se seleccionó a través del análisis de la información, para incluir a aquellos individuos fallecidos por cualquier enfermedad que figurase como neoplasia maligna según la Clasificación Internacional de Enfermedades - décima revisión (CIE-10) (Tabla 2).<sup>2</sup> La fuente primaria de información estuvo conformada por los certificados de defunción de dichos individuos cuya residencia habitacional y registro de óbito se encontrase dentro del territorio de la provincia de Buenos Aires. Los certificados de defunción de dicho año fueron proporcionados por el Departamento de Estadísticas Vitales de la Dirección de Información Sistematizada (DIS).<sup>1</sup>

Para garantizar que los domicilios de residencia correspondiesen a una dirección estable por al menos tres años (población realmente residente), se corroboró el

---

<sup>1</sup> Hasta el año 2015, la DIS pertenecía a la Subsecretaría de Planificación de la Salud del Ministerio de Salud de la Provincia de Buenos Aires. Actualmente la Subsecretaría ha pasado a llamarse 'Subsecretaría de Gestión y Contralor del Conocimiento, Redes y Tecnologías Sanitarias'. Disponible en: <http://www.ms.gba.gov.ar/autoridades/organigrama/> (acceso 05/11/2016).

Las defunciones por neoplasias malignas ocurridas en la provincia de Buenos Aires se analizaron en un contexto temporal en el primer Apéndice de este trabajo de Tesis.

documento único de identidad (DUI) establecido en los certificados, con el lugar de residencia en los padrones electorales y en el caso de los menores de 18 años, con la base del Registro Provincial de las Personas (RPP).<sup>I</sup>

Criterios de exclusión: se excluyeron aquellos certificados sin dato de domicilio de residencia, domicilio incompleto, ilegibilidad del documento, incongruencia entre la dirección o numeración declarada y la cartografía disponible y/o domicilio con tiempo de estada menor de tres años. Otro criterio de exclusión fue la ausencia de DUI en el certificado de defunción.

## **Identificación de las variables**

---

### *Variables de estudio*

1. Líneas de Media (LMT) y Alta Tensión (LAT): fuentes generadoras de CEM-FEB. Se consideraron tanto la geo-posición dentro del territorio provincial como la tensión de cada línea (en kilovoltios o kV). Se estudiaron las líneas de transmisión y distribución con tensiones superiores a 1 kV, discriminando ulteriormente entre media (6,6/7,62/13,2/33 kV), alta (66/132/220 kV) y extra-alta tensión (500 kV).<sup>3</sup> Se tuvieron en cuenta los tramos eléctricos que no hubiesen sufrido modificaciones estructurales durante el período 2009-2012, considerando así al menos tres años de tiempo entre la modificación de la estructura eléctrica y el registro de defunción de la población de

---

<sup>I</sup> En este aspecto, se contó con colaboradores que revisaron las bases de datos y contrastaron el DUI con los padrones electorales y con la información del Registro Provincial de las Personas. Cuando existió incertidumbre respecto al domicilio postal, se recurrió al contacto con el hospital en el que se llevó a cabo la asistencia del paciente o con el médico tratante. De continuar siendo impreciso el dato, el registro se descartó del estudio.

estudio.<sup>1</sup> Se descartaron aquellos tramos eléctricos que no fuesen de tipo aéreo y/o no contasen con el dato exacto de tensión.

2. Mortalidad: definida como el número de defunciones ocasionadas por neoplasias malignas en la población con riesgo de muerte.<sup>4</sup> La población considerada en riesgo fue toda la población residente en cada partido de la provincia de Buenos Aires. Las neoplasias malignas fueron las causas subyacentes de defunción, identificadas según CIE-10 como C00-C97 (Tabla 2).<sup>2</sup>

3. Distancia a las LMT-LAT: distancia *euclidiana*<sup>II</sup> entre el domicilio de residencia de la población fallecida por neoplasias malignas y las LMT-LAT más cercanas para todos los puntos georreferenciados (ver sección *Instrumentos y Técnicas de recolección de datos*). Posteriormente, siguiendo las metodologías de Draper y cols. y Sermage-Faure y cols., esta variable se trató como cualitativa-ordinal, agrupando las distancias en categorías cada 50 metros hasta los 600 metros, a partir de ese valor se consideró un estrato que abarcó  $\geq 600$  metros.<sup>5,6</sup>

### *Variables categóricas*

1. Lugar de residencia: domicilio, localidad y partido de residencia registrados en los certificados de defunción. Se incorporaron al estudio para realizar la georreferenciación de los pacientes fallecidos por neoplasias malignas, conducir el cálculo de distancias a las LMT-LAT y delimitar la población realmente residente (ver sección *Población de estudio*).

---

<sup>I</sup> Se contó con dicha información en los archivos brindados por la Secretaría de Energía de la Nación.

<sup>II</sup> Conceptualmente, el algoritmo euclidiano determina para cada celda, un triángulo con máximo valor de x y máximo valor de y, a través del cual se calcula la **distancia más corta** a un origen, representado por la hipotenusa de ese triángulo (aplica el Teorema de Pitágoras). Tomado de: <http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/tools/spatial-analyst-toolbox/understanding-euclidean-distance-analysis.htm#GUID-6CC4991E-74A0-4612-B649-4961D5DFA6E3> (acceso 31/10/2016).

Fue utilizado el complemento *Cercano* de la caja de herramientas del software Quantum GIS 2.8.2-Wien.

2. Población en riesgo: variable cuantitativa discreta integrada por el número total de habitantes pertenecientes a un grupo etario y sexo específicos, en cada partido de la provincia de Buenos Aires. Basada en los registros del INDEC, se utilizó para calcular las tasas de mortalidad brutas y específicas por edad y sexo.<sup>7</sup>

### *Variables control*

Las variables sexo y edad se manejaron como variables *control*, ya que la población se estratificó en relación al sexo (población masculina y femenina) e intervalo etario.

1. Sexo: variable cualitativa nominal dicotómica (femenino/masculino) obtenida de los certificados de defunción, considerada para la estratificación de la población de estudio.

2. Edad: variable cuantitativa discreta (en años), indicada en los certificados de defunción. Con ella se establecieron los intervalos o grupos etarios para estandarizar las tasas de mortalidad (ver sección *Estandarización etaria*).<sup>4,8</sup>

## **Métodos técnicos y operativos**

---

### *Instrumentos y Técnicas de recolección de datos*

Las fuentes de datos primarios provinieron de tres instituciones principales: el Departamento de Estadísticas Vitales de la DIS,<sup>1</sup> la Secretaría de Energía de la Nación

---

<sup>1</sup> El contenido de los certificados de defunción se obtuvo mediante un Convenio Formal entre la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CICPBA) y el Ministerio de Salud de la Provincia de Buenos Aires (dictaminado el 25 de noviembre de 2014. Acta Nº 1314/14).



(SEN)<sup>9I</sup> y el INDEC.<sup>II</sup> Los certificados de defunción así como los datos censales se organizaron en planillas electrónicas de Microsoft Excel®. Los datos de energía eléctrica fueron proporcionados por la SEN en formato *shapefile*<sup>III</sup> (.shp). Para el proceso de geocodificación<sup>IV</sup> y georreferenciación<sup>V</sup> de domicilios de residencia, se utilizó un complemento para Microsoft Excel® desarrollado sobre una API (*Application Programming Interface*) para georreferenciar datos en el espacio.

La integración de los datos para el análisis espacial y el diseño de mapas se realizaron con el programa Quantum GIS 2.8.2-Wien.<sup>10</sup> Los intervalos de las variables de los mapas se calcularon mediante dos métodos de generación de gradientes: método de Cuantiles y optimización de Jenks (Tabla 3).<sup>11,12</sup> Para la visualización de los domicilios de residencia según su distancia a las LMT-LAT, se mapearon las primeras cuatro categorías (<50/ 50-99,9/ 100-149,9/ 150-199,9 metros) y a partir de los 200 metros se agruparon las restantes categorías de distancia ( $\geq 200$  metros).<sup>VI</sup>

---

<sup>I</sup> Actualmente se denomina *Secretaría de Energía Eléctrica - Ministerio de Energía y Minería*. Disponible en: <https://www.minem.gob.ar/www/706/23979/organigrama.html> (acceso 05/11/2016).

<sup>II</sup> INDEC - Base REDATAM+SP.

<sup>III</sup> Se entabló correspondencia con el *Área de Sistemas de Información Geográfica* de la Secretaría de Energía de la Nación (Nota formal con fecha 31 de marzo de 2015. Contacto: Leandro Esteban Stryjek).

<sup>IV</sup> Geocodificación: procedimiento técnico por el cual se asigna una localización geográfica a un objeto. Existen diferentes formas de geocodificar información, una de las más generalizadas es utilizar los ejes de las calles con su respectiva numeración. En esta modalidad la información de origen debe contener direcciones compuestas por calles y números. Es posible utilizar también códigos postales u otros datos de las direcciones, como por ejemplo distintas jerarquías dentro de la red vial. Disponible en: <https://drive.google.com/file/d/0BwGugo-MtkDQc3lJemdDUHpPSGs/view> (acceso 08/04/2018).

<sup>V</sup> Georreferenciación: uso de coordenadas de mapa para asignar una ubicación espacial a entidades cartográficas. Disponible en ArcGIS Resources: <http://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n0000000s000000.htm> (acceso 08/04/2018).

<sup>VI</sup> Este procedimiento se eligió en función del poder de resolución de gradientes de color que posee el ojo humano.

### *Acciones operativas y procedimientos*

La frecuencia absoluta y relativa de cada evento neoplásico maligno se estimó según edad, sexo, territorio departamental y provincial. Se calcularon las tasas brutas de mortalidad y específicas por edad y sexo cada 100.000 habitantes (ver sección *Cálculo de Tasas específicas de mortalidad*). Posteriormente, se realizaron mapas temáticos o coropléticos.

Los tramos eléctricos se geo-posicionaron mediante QGIS 2.8.2-Wien y se superpusieron con los datos georreferenciados de mortalidad, lo cual permitió calcular las distancias entre los domicilios de residencia y las LMT-LAT.<sup>10</sup> Los domicilios pudieron ser agrupados según dicha distancia en las categorías antes descritas, identificando a las defunciones ubicadas a distancias menores de 50 metros como aquellas con mayor riesgo electromagnético potencial.

Ulteriormente, la frecuencia absoluta de defunciones se relacionó con la distancia de cada categoría, obteniéndose un índice o razón (defunciones/distancia a las LMT-LAT). El denominador en todos los casos fue 50 metros, excepto la categoría más alejada ( $\geq 600$  metros), en la cual el rango de distancia varió según cada caso particular.

Por otra parte, se utilizó una capa de ejidos urbanos obtenida de la página web del Instituto Geográfico Nacional (IGN).<sup>I</sup> Este archivo se superpuso a las LMT y LAT en el mismo Sistema de Referencia de Coordenadas (SRC).<sup>II</sup> Luego se interceptaron las LMT-LAT dentro de las manchas o ejidos urbanos del territorio provincial. Se realizó un área

---

<sup>I</sup> Instituto Geográfico Nacional (IGN) - Ministerio de Defensa - Presidencia de la Nación. Descargas de Geodatos - Ejidos urbanos - actualización Agosto de 2015. Disponible en: <http://www.ign.gob.ar/sig> (acceso: 31/07/2017)

<sup>II</sup> El Marco de Referencia Geodésico Nacional era POSGAR 94 (Posiciones Geodésicas Argentinas del año 1994) y se trabajó como POSGAR 98 - Faja 5.

de influencia o “buffer”<sup>1</sup> con una distancia fija de 50 metros a cada lado de las líneas estudiadas y se calculó dicha superficie. Esto se realizó mediante QGIS 2.8.2-Wien, que por defecto realizó el cálculo en unidades de m<sup>2</sup>, llevándose luego a Km<sup>2</sup>. Como punto final se estimó la razón entre el área de las LMT-LAT y el área de los ejidos urbanos, para arribar al porcentaje ocupado por las LMT-LAT y sus 50 metros de distancia en el territorio urbano.

### *Cálculo de Tasas Brutas de mortalidad*

Las tasa brutas de mortalidad por neoplasias malignas (TBMNM) se calcularon como el número total de muertes ocasionadas por neoplasias malignas en un período determinado (año 2012), dividido la población total en riesgo en ese período. La población se estratificó por sexo y las tasas fueron expresadas por partido y cada 100.000 habitantes.<sup>4</sup> Cada TBMNM se estimó como:

$$\text{TBMNM} = (N / P) * 100.000$$

N: número total de muertes por neoplasias malignas en un período (año 2012), en cada partido de la provincia.

P: población en riesgo en el mismo período y lugar.

### *Cálculo de Tasas específicas de mortalidad*

En epidemiología y demografía la mayoría de las tasas, incluidas aquellas que consideran la mortalidad, dependen fuertemente de la edad de la población, con

---

<sup>1</sup> Un *buffer* es un polígono que encierra un área de influencia resultante de una distancia determinada en torno a un punto, línea o polígono. En este caso la distancia correspondió a los 50 metros en torno a líneas, representadas por las LMT-LAT de la provincia de Buenos Aires.

riesgos crecientes o decrecientes según la edad. Esto se relaciona con ciertos aspectos biológicos y con la exposición acumulativa, como ocurre para varios tipos de neoplasias malignas. Por lo tanto, a los cálculos del presente trabajo se les aplicó un proceso de estandarización de ajuste por edad.<sup>4,8</sup>

### *Estandarización etaria*

Para el cálculo de las tasas de mortalidad ajustadas por edad se consideraron cuatro agrupamientos etarios, por pertenecer a distintas etapas biológicas, con diferente prevalencia neoplásica: niños y adolescentes menores de 15 años, jóvenes (15 a 39 años), adultos (40 a 64 años) y adultos mayores de 64 años.<sup>4</sup>

Las tasas de mortalidad por neoplasias malignas (TMNM) específicas por edad fueron consideradas como el número de muertes producidas por neoplasias malignas en personas en un grupo de edad determinado, dividido por la población de ese grupo de edad en un período determinado (año 2012), expresadas cada 100.000 habitantes y por partido de la provincia. La estandarización etaria se llevó a cabo con los cuatro grupos previamente definidos.<sup>4</sup> En todos los cálculos la población se estratificó por sexo. Las TMNM se calcularon como:

$$TMNM_i = (n_i / p_i) * 100.000$$

i: grupo de edad

n<sub>i</sub>: número de muertes por neoplasias malignas en el grupo de edad i, en un período determinado (año 2012), en cada partido de la provincia.

p<sub>i</sub>: población en riesgo en el grupo de edad i, en el mismo período y lugar.

## **Análisis estadístico**

---

Se utilizaron técnicas para describir la población de estudio, *i.e.* edad promedio, intervalo y rango etario, porcentaje de población femenina y masculina, frecuencia absoluta y porcentual de los distintos tipos de neoplasias malignas.

La frecuencia absoluta de defunciones fue comparada entre las categorías de distancia. Para ello se utilizó la prueba Bayesiana de Comparación Múltiple de Proporciones (Tabla 4). La misma fue elegida por su mayor sensibilidad frente a las clásicas pruebas estadísticas como Chi-cuadrado y Prueba Exacta de Fisher.<sup>13</sup> Se utilizaron distribuciones Prior no informativas (parámetros  $\alpha = 1$ ,  $\beta = 1$ ).<sup>13-16</sup>

En las neoplasias malignas en que se observó un patrón de mortalidad en función de la distancia a las LMT-LAT, se condujo un modelo de regresión simple de tipo exponencial, que consideró como variable dependiente ( $y$ ) el número total de defunciones y como variable independiente ( $x$ ) la distancia máxima registrada en cada categoría.

### *Software*

En todos los casos se utilizó lenguaje R de programación y WinBUGS.<sup>13,17,18</sup> El nivel de significancia fue  $p < 0,05$ .

### Tabla 1. Cartografía y asignación de códigos censales.

*Para realizar la cartografía que formó parte de este trabajo se utilizaron los códigos censales aportados por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC) y por la Dirección de Información Sistematizada (DIS).*

Dado que a la fecha en que se dispuso la cartografía para el Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010 no se contó con la delimitación geográfica del partido de Lezama, la información correspondiente al mismo se encuentra incluida dentro del partido de Chascomús. En lo que respecta a la asignación de códigos geográficos, con posterioridad al Censo 2010 se modificó el código utilizado en el operativo para el partido de Chascomús (código 217) por el nuevo código 218. Por su parte, al partido de Lezama le corresponde el código 466.

Por tanto, en los mapas se visualizan los límites entre Chascomús y Lezama (delimitando 135 partidos) pero los datos poblacionales considerados fueron pertenecientes a 134 departamentos, ya que Lezama se trató junto a Chascomús, por no contarse con los datos individuales requeridos para el cálculo de las tasas de mortalidad.<sup>1</sup>

**Tabla 2. Tumores o Neoplasias malignas.**

<b>Diagnóstico</b>	<b>CIE-10</b>
Tumores malignos de labio de la cavidad bucal y de la faringe	C00-14
Tumores malignos de los órganos digestivos	C15-26
Tumores malignos de los órganos respiratorios e intratorácicos	C30-39
Tumores malignos de los huesos y de los cartílagos articulares	C40-41
Melanoma y otros tumores malignos de la piel	C43-44
Tumores malignos de los tejidos mesoteliales y de los tejidos blandos	C45-49
Tumores malignos de mama	C50
Tumores malignos de los órganos genitales femeninos	C51-58
Tumores malignos de los órganos genitales masculinos	C60-63
Tumores malignos de las vías urinarias	C64-68
Tumores malignos del ojo del encéfalo y de otras partes del sistema nervioso	C69-72
Tumores malignos de la glándula tiroides y de otras glándulas endocrinas	C73-75
Tumores malignos de sitios mal definidos secundarios y de sitios no especificados	C76-80
Tumores malignos del tejido linfático, de los órganos hematopoyéticos y de tejidos afines	C81-96
Tumores malignos primarios de sitios múltiples independientes	C97

**Tabla 3. Métodos para definir Intervalos.**

*Para la delimitación de intervalos se utilizaron el método de Cuantiles y la optimización de Jenks, según se aclara en la siguiente tabla.*

**Metodología de Cuantiles:** método de clasificación que distribuye un conjunto de valores en grupos, que contienen un número igual de datos.<sup>11</sup>

**Optimización de Jenks o Natural Breaks:** método estadístico de clasificación que particiona datos en clases, utilizando un algoritmo que calcula el agrupamiento de los valores basado en la distribución de los mismos, buscando reducir la varianza dentro de los grupos y maximizar la varianza entre ellos.<sup>12</sup>

Nota: ambos métodos construyen intervalos con el extremo izquierdo abierto y derecho cerrado. Esto indica que en cada intervalo, el valor mínimo es excluido (considera un valor mayor pero no igual) y el valor máximo integra el límite superior del mismo (considera un valor menor e igual).

**Tabla 4. Método Bayesiano de Comparación Múltiple de Proporciones<sup>13</sup>**

```
#####
##### WINBUGS CÓDIGO PARA MÚLTIPLE DIFERENCIA DE PROPORCIONES #####
#####
```

```
Model                                     # Comienzo del modelo
{
# PRIMER BUCLE EN WB
for( i in 1 : Ncla ) {                   # Todas las proporciones
pi[i] ~ dbeta(pri1,pri2)                 # Prior No Informativa
x[i] ~ dbin(pi[i],N[i])                 # Verosimilitud
}                                         # Fin del Primer Bucle

# DETERMINAR LA DIFERENCIA ENTRE VARIAS PROPORCIONES
# SEGUNDO BUCLE EN WB
for ( i in 1:(Ncla-1)
{ for ( j in (i+1):Ncla)
{
di[i,j]<-((pi[i]-pi[j]))                # Diferencia entre proporciones (di)
pp[i,j]<-(1-step(di[i,j]))              # Si di es Positiva, leer pp
pn[i,j]<-step(di[i,j])                  # Si di es Negativa, leer pn
}}                                       # Final del segundo Bucle
}

# Datos
list(Ncla=N, x=c(d1, d2, d3,dn), N=c(n1,n2,n3,nn), pri1=1, pri2=1)

# Datos de Inicio
# Para datos de inicio marcamos pi[] con cursor y luego Load Inits
pi[]
0.5
0.5
0.5

END                                     # No borrar palabra END
```

Referencias: Ncla=N, indica la cantidad de proporciones comparadas; d1, d2, d3, dn: número de defunciones georreferenciadas ocasionadas por la neoplasia maligna en estudio en cada categoría de distancia (1, 2, 3, n); n1, n2, n3, nn: total de defunciones georreferenciadas ocasionadas por la neoplasia maligna en estudio. La categoría de distancia 1 correspondió a <50 metros desde una LMT-LAT y las restantes fueron en aumento de distancia (categorías cada 50 metros hasta los 599,9 metros, y a partir de ese valor se consideró un estrato que abarcó  $\geq 600$  metros).<sup>5,6</sup>



# RESULTADOS

---

*Capítulo I.*

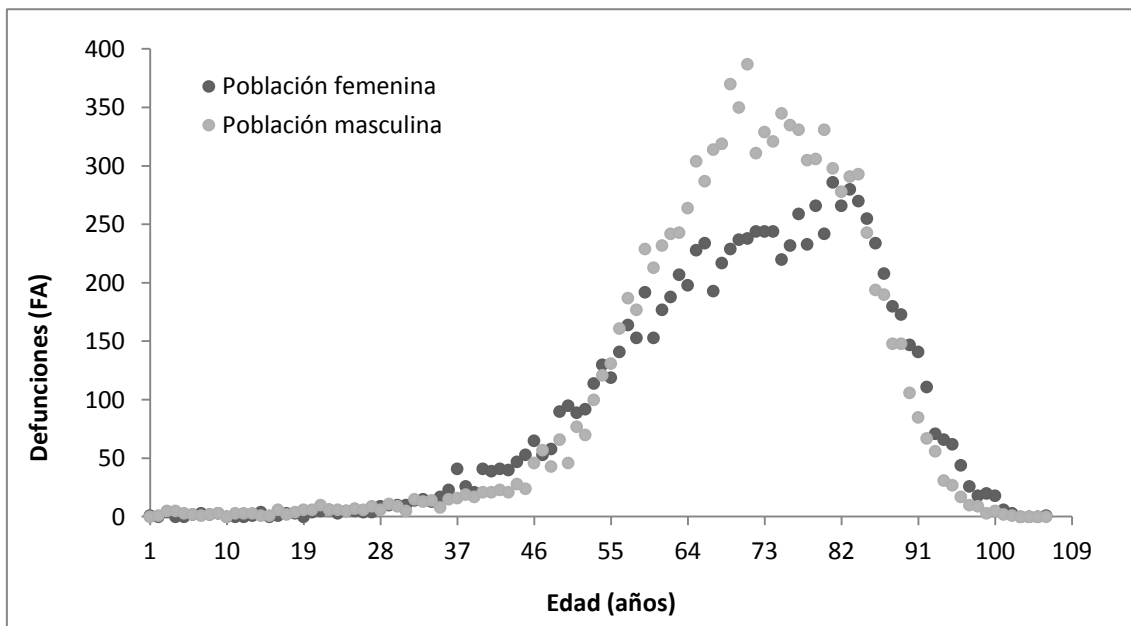
*Tasas Brutas de mortalidad por neoplasias malignas*

---

Según la Dirección de Estadísticas e Información en Salud (DEIS) las muertes por neoplasias malignas en la Argentina fueron 59.518 durante el año 2012. A nivel provincial se registraron 24.009 defunciones, lo cual representó el 40,3% de la mortalidad nacional. De esos 24.009 certificados se pudo acceder de manera institucional a 20.578.<sup>I</sup>

Se obtuvo información acerca del sexo y la edad de esa población en el 99,6% (20.499). El 52,9% (n = 10.843) correspondió a población masculina, cuya edad promedio fue 69,5 años (D.E = 13 años), con un intervalo entre 1 y 101 años. El 47,1% restante (9.656) fue población femenina. La edad promedio fue 69,9 años (D.E = 14,7 años), con un intervalo entre <1 y 105 años. La Figura 1 muestra la distribución de la frecuencia de edad en ambos sexos.

Figura 1. Frecuencia absoluta (FA) de defunciones ocasionadas por neoplasias malignas según edad y sexo en la provincia de Buenos Aires durante el año 2012.



<sup>I</sup> La Dirección de Información Sistematizada (DIS) excluyó 3.431 certificados por falta de conservación adecuada del patrimonio documental.

## **Defunciones y Tasas Brutas de Mortalidad por Neoplasias Malignas (TBMNM)**

---

Las defunciones por neoplasias malignas se registraron en los 135 partidos de la provincia de Buenos Aires.<sup>1</sup> La Matanza y La Plata fueron los partidos con mayor mortalidad absoluta anual: 1.461 (7,1%) y 1.158 defunciones (5,6%), respectivamente. Sin embargo, la tasa bruta de mortalidad por neoplasias malignas (TBMNM) fue significativamente mayor en La Plata que en un municipio populoso como La Matanza ( $p < 0,00001$ ): 177 vs. 82,3 muertes cada 100.000 habitantes (Tabla 1). Aunque el partido de La Matanza presentó 303 defunciones más que el partido de La Plata, su población en riesgo fue 2,7 veces mayor (1.775.816 vs. 654.324 habitantes), lo cual resultó llamativo como dato colateral a los resultados específicos relevados para este estudio. En el partido de La Plata la neoplasia maligna más frecuente fue la broncopulmonar (C349), registrándose 208 defunciones (17,96%).

Por otra parte, General Lavalle y General Guido estuvieron posicionados entre los cuatro partidos con mortalidad absoluta más baja (8 y 6 muertes, respectivamente); no obstante, sus TBMNM anuales fueron mayores a 200 muertes cada 100.000 habitantes (213,1 y 216,2 muertes cada 100.000 habitantes, respectivamente). En estos partidos el aumento de la TBMNM no se relacionó al incremento de las defunciones brutas sino a la baja población departamental, que impactó como denominador en los cálculos de TBMNM. Por tanto, para el presente trabajo se consideraron no sólo las tasas sino también las cifras absolutas, ya que las primeras sufren fuertes incrementos ante cada defunción y marcados descensos con el aumento de la población en riesgo.

---

<sup>1</sup> En el partido de Lezama se registraron 16 muertes, que fueron asignadas dentro de los límites de Chascomús para el cálculo de las tasas de mortalidad (ver Material y Métodos - Tabla 1).

**Tabla 1. Frecuencia de eventos neoplásicos, georreferenciación y TBMNM por partido de la provincia de Buenos Aires.**

PARTIDO	Casos	G	%G	Po.T	FR%	TBMNM	PARTIDO	Casos	G	%G	Po.T	FR%	TBMNM
LA MATANZA	1461	1211	82,9%	1775816	7,1%	82,3	L.FLORES	60	39	65,0%	23871	0,3%	251,4
LA PLATA	1158	1015	87,7%	654324	5,6%	177,0	RAMALLO	60	46	76,7%	33042	0,3%	181,6
QUILMES	742	642	86,5%	582943	3,6%	127,3	B.JUÁREZ	51	47	92,2%	20239	0,2%	252,0
G.PUEYRREDÓN	707	599	84,7%	618989	3,4%	114,2	PUAN	51	25	49,0%	15743	0,2%	324,0
L.DE ZAMORA	567	523	92,2%	616279	2,8%	92,0	V.GESELL	50	39	78,0%	31730	0,2%	157,6
G.S.MARTÍN	565	479	84,8%	414196	2,7%	136,4	COLÓN	49	41	83,7%	24890	0,2%	196,9
B.BLANCA	548	501	91,4%	301572	2,7%	181,7	BRANDSEN	48	33	68,8%	26367	0,2%	182,0
3 DE FEBRERO	545	457	83,9%	340071	2,6%	160,3	VILLARINO	48	17	35,4%	31014	0,2%	154,8
S.ISIDRO	541	514	95,0%	292878	2,6%	184,7	C.CASARES	47	22	46,8%	22237	0,2%	211,4
LANÚS	529	428	80,9%	459263	2,6%	115,2	L.N.ALEM	47	1	2,1%	16799	0,2%	279,8
MERLO	529	461	87,1%	528494	2,6%	100,1	M.PAZ	47	43	91,5%	54181	0,2%	86,7
A.BROWN	519	436	84,0%	552902	2,5%	93,9	G.VILLEGAS	46	12	26,1%	30864	0,2%	149,0
MORÓN	495	435	87,9%	321109	2,4%	154,2	DOLORES	45	41	91,1%	27042	0,2%	166,4
AVELLANEDA	472	428	90,7%	342677	2,3%	137,7	AYACUCHO	44	38	86,4%	20337	0,2%	216,4
V.LÓPEZ	419	396	94,5%	269420	2,0%	155,5	C.PRINGLES	44	23	52,3%	22933	0,2%	191,9
TIGRE	399	304	76,2%	376381	1,9%	106,0	G.ARENALES	43	13	30,2%	14903	0,2%	288,5
BERAZATEGUI	383	354	92,4%	324244	1,9%	118,1	NAVARRO	43	22	51,2%	17054	0,2%	252,1
M.ARGENTINAS	370	318	85,9%	322375	1,8%	114,8	SAAVEDRA	42	10	23,8%	20749	0,2%	202,4
F.VARELA	355	283	79,7%	426005	1,7%	83,3	G.ALVARADO	41	36	87,8%	39594	0,2%	103,6
S.MIGUEL	325	286	88,0%	276190	1,6%	117,7	LOBERÍA	40	26	65,0%	17523	0,2%	228,3
MORENO	290	237	81,7%	452505	1,4%	64,1	S.A.DE GILES	40	27	67,5%	23027	0,2%	173,7
J.C.PAZ	264	229	86,7%	265981	1,3%	99,3	S.A.DE ARECO	39	25	64,1%	23138	0,2%	168,6
TANDIL	264	180	68,2%	123871	1,3%	213,1	DAIREAUX	38	22	57,9%	16889	0,2%	225,0
PILAR	255	178	69,8%	299077	1,2%	85,3	S.M. MONTE	38	19	50,0%	21034	0,2%	180,7
HURLINGHAM	247	210	85,0%	181241	1,2%	136,3	PATAGONES	38	25	65,8%	30207	0,2%	125,8
E.ECHEVERRÍA	234	191	81,6%	300959	1,1%	77,8	C.DORREGO	36	19	52,8%	15825	0,2%	227,5
ESCOBAR	233	180	77,3%	213619	1,1%	109,1	E.DE LA CRUZ	36	23	63,9%	29805	0,2%	120,8
S.NICOLÁS	230	195	84,8%	145857	1,1%	157,7	RAUCH	36	18	50,0%	15176	0,2%	237,2
PERGAMINO	223	163	73,1%	104590	1,1%	213,2	RIVADAVIA	36	15	41,7%	17143	0,2%	210,0
S.FERNANDO	219	184	84,0%	163240	1,1%	134,2	C.SARMIENTO	35	25	71,4%	14494	0,2%	241,5
OLAVARRÍA	212	166	78,3%	111708	1,0%	189,8	ROJAS	35	21	60,0%	23432	0,2%	149,4
JUNÍN	207	162	78,3%	90305	1,0%	229,2	G.BELGRANO	34	18	52,9%	17365	0,2%	195,8
ITUZAINGÓ	186	155	83,3%	167824	0,9%	110,8	A.ALSINA	32	20	62,5%	17072	0,2%	187,4
LUJÁN	185	153	82,7%	106273	0,9%	174,1	G.VIAMONTE	31	21	67,7%	18078	0,2%	171,5
NECOCHEA	181	154	85,1%	92933	0,9%	194,8	MAR CHIQUITA	31	19	61,3%	21279	0,2%	145,7
ZÁRATE	162	146	90,1%	114269	0,8%	141,8	PINAMAR	31	16	51,6%	25728	0,2%	120,5
BERISSO	155	120	77,4%	88470	0,8%	175,2	C. TEJEDOR	29	20	69,0%	11570	0,1%	250,6
CAMPANA	142	116	81,7%	94461	0,7%	150,3	MAGDALENA	29	15	51,7%	19301	0,1%	150,3
3 ARROYOS	140	109	77,9%	57110	0,7%	245,1	A. G.CHAVES	28	24	85,7%	12047	0,1%	232,4
CHIVILCOY	138	110	79,7%	64185	0,7%	215,0	G.PAZ	27	11	40,7%	11202	0,1%	241,0
AZUL	137	107	78,1%	65280	0,7%	209,9	G.LA MADRID	24	9	37,5%	10783	0,1%	222,6
9 DE JULIO	131	76	58,0%	47722	0,6%	274,5	ALBERTI	22	16	72,7%	10654	0,1%	206,5
LA COSTA	129	114	88,4%	69633	0,6%	185,3	C. DE ARECO	22	15	68,2%	14692	0,1%	149,7
C.ROSALES	118	99	83,9%	62152	0,6%	189,9	G.LAS HERAS	22	17	77,3%	14889	0,1%	147,8
LINCOLN	115	81	70,4%	41808	0,6%	275,1	GUAMINÍ	22	6	27,3%	11826	0,1%	186,0
MERCEDES	115	103	89,6%	63284	0,6%	181,7	LAPRIDA	22	9	40,9%	10210	0,1%	215,5
EZEIZA	108	94	87,0%	163722	0,5%	66,0	MAIPÚ	22	6	27,3%	10188	0,1%	215,9
BRAGADO	105	90	85,7%	41336	0,5%	254,0	3 LOMAS	22	13	59,1%	8700	0,1%	252,9
S.PEDRO	105	76	72,4%	59036	0,5%	177,9	R.PEREZ	21	12	57,1%	12513	0,1%	167,8

ENSENADA	101	80	79,2%	56729	0,5%	178,0	G.ALVEAR	20	15	75,0%	11130	0,1%	179,7
CHACABUCO	100	79	79,0%	48703	0,5%	205,3	H.IRIGOYEN	20	17	85,0%	9585	0,1%	208,7
BOLÍVAR	98	71	72,4%	34190	0,5%	286,6	SUIPACHA	20	13	65,0%	10081	0,1%	198,4
G.RODRÍGUEZ	96	59	61,5%	87185	0,5%	110,1	TORNQUIST	20	17	85,0%	12723	0,1%	157,2
PEHUAJO	94	65	69,1%	39776	0,5%	236,3	P.INDIO	19	13	68,4%	9888	0,1%	192,2
BALCARCE	89	73	82,0%	43823	0,4%	203,1	TAPALQUÉ	19	11	57,9%	9178	0,1%	207,0
S.VICENTE	84	70	83,3%	59478	0,4%	141,2	F.AMEGHINO	18	3	16,7%	8869	0,1%	203,0
C.SUÁREZ	77	61	79,2%	38320	0,4%	200,9	G.PINTO	18	6	33,3%	11261	0,1%	159,8
25 DE MAYO	76	50	65,8%	35842	0,4%	212,0	SALLIQUELÓ	17	9	52,9%	8644	0,1%	196,7
CHASCOMÚS	76	67	88,2%	42277	0,4%	179,8	CASTELLI	14	9	64,3%	8205	0,1%	170,6
SALADILLO	75	44	58,7%	32103	0,4%	233,6	G.J.MADARIAGA	14	9	64,3%	19747	0,1%	70,9
SALTO	74	35	47,3%	32653	0,4%	226,6	S.CAYETANO	13	0	0,0%	8399	0,1%	154,8
LOBOS	71	41	57,7%	36172	0,3%	196,3	M.HERMOSO	12	7	58,3%	6499	0,1%	184,6
P.PERÓN	69	51	73,9%	81141	0,3%	85,0	PELLEGRINI	12	7	58,3%	5887	0,1%	203,8
T.LAUQUEN	69	57	82,6%	43021	0,3%	160,4	G.LAVALLE	8	3	37,5%	3700	0,0%	216,2
BARADERO	68	50	73,5%	32761	0,3%	207,6	G.GUIDO	6	3	50,0%	2816	0,0%	213,1
CAÑUELAS	64	40	62,5%	51892	0,3%	123,3	PILA	3	2	66,7%	3640	0,0%	82,4
ARRECIFES	61	46	75,4%	29044	0,3%	210,0	TORDILLO	2	1	50,0%	1764	0,0%	113,4

Referencias: Casos: número de defunciones; G: domicilios georreferenciados; %G: porcentaje de georreferenciación por partido; FR%: frecuencia relativa porcentual (representación de cada partido a nivel provincial); Po.T: población total en cada partido; TBM: Tasa Bruta de Mortalidad cada 100.000 habitantes. En el caso de Chascomús, 16 registros pertenecieron a Lezama (G: 14; %G: 87,5%).

### *TBMNM en la población femenina*

La TBMNM femenina tomó valores de 39,1 a 309,6 defunciones cada 100.000 mujeres.

Se registraron dos partidos con tasa nula (Tordillo y Tres Arroyos). Adolfo Gonzales

Chaves y Leandro N. Alem fueron los partidos con mayores tasas; no obstante, A.

Gonzales Chaves fue el partido con la TBMNM femenina significativamente más

elevada (Tabla 2, Figura 2).

<b>Tabla 2. TBMNM en mujeres y hombres.</b>					
Sexo	Partido	Defunciones	Población total	TBMNM	Valor-p
Femenino	A. Gonzales Chaves	19	6.138	309,5	0,0005
	Leandro N. Alem	24	8.584	279,6	
Masculino	Puan	36	7.724	466,1	0,00014
	General Arenales	27	7.268	371,5	

Figura 2. TBMNM femenina en cada departamento de la provincia de Buenos Aires.

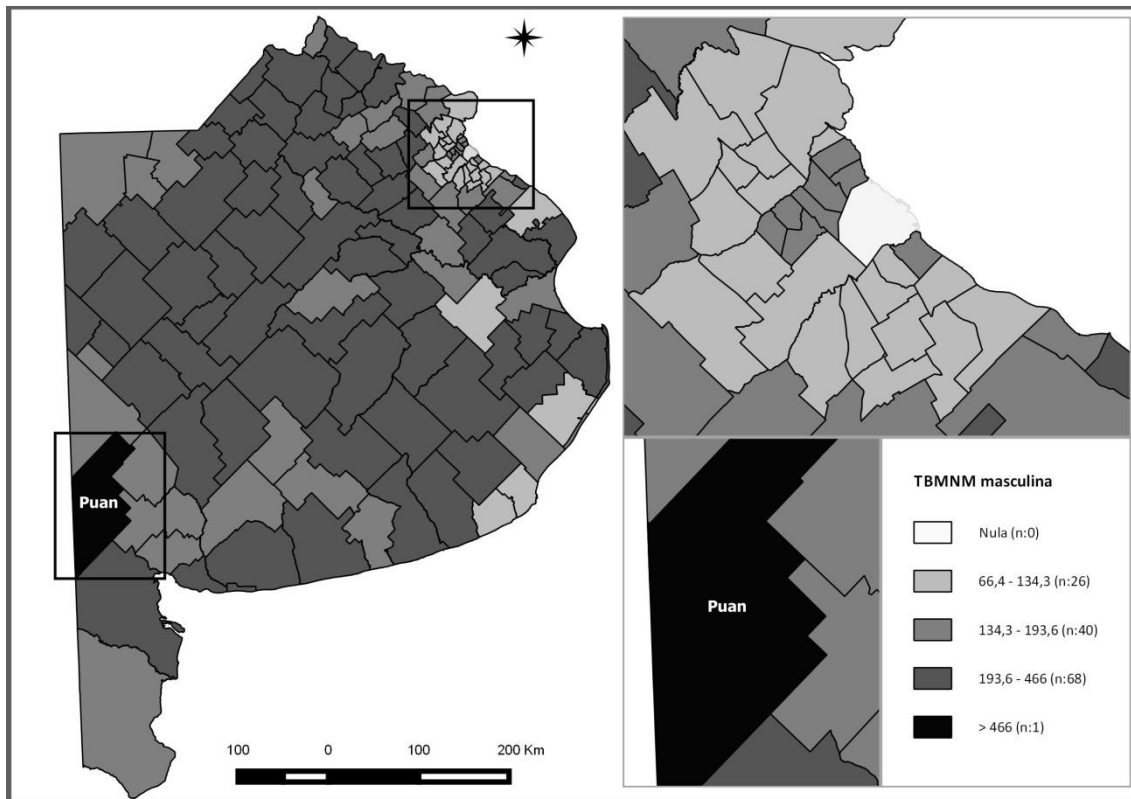


Referencias: n: cantidad de partidos en cada intervalo de la TBMNM en mujeres. Escala de la provincia de Buenos Aires 1:6000000, conurbano 1:1200000. Se muestra el partido con mayor TBMNM femenina a nivel provincial: Adolfo Gonzales Chaves (escala 1:2000000). Los intervalos se realizaron mediante Optimización de Jenks.

### *TBMNM en la población masculina*

La TBMNM masculina osciló entre 66,4 y 466,1 defunciones cada 100.000 hombres. No se registraron partidos sin eventos neoplásicos malignos. Puan y General Arenales fueron los partidos que mostraron mayores tasas; sin embargo, Puan fue el partido con TBMNM masculina significativamente mayor (Tabla 2, Figura 3).

Figura 3. TBMNM masculina en cada departamento de la provincia de Buenos Aires.



Referencias: n: cantidad de partidos en cada intervalo de la TBMNM en hombres. Escala de la provincia de Buenos Aires 1:6000000, conurbano 1:1200000. Se muestra el partido con mayor TBMNM masculina a nivel provincial: Puan (escala 1:2000000). Los intervalos se realizaron mediante Optimización de Jenks.

Las mayores TBMNM, tanto en mujeres como en hombres, se registraron en partidos con baja población departamental. El partido de Adolfo Gonzales Chaves mostró una tasa de 309,6 defunciones cada 100.000 mujeres, producto de la razón de 19 muertes anuales en sólo 6.138 mujeres de todas las edades. En el caso de Puan fueron 36 defunciones anuales en 7.724 hombres de cualquier grupo etario (Tabla 2).

Ambos partidos mostraron como neoplasias malignas más frecuentes a aquellas relacionadas al aparato digestivo: en A. Gonzales Chaves se observaron 9 decesos, todos en mujeres entre 76 a 94 años de edad, de los cuales 5 se produjeron por neoplasias malignas de colon. En Puan se registraron 13 defunciones, la mayoría en hombres entre 65 y 88 años de edad, de las cuales 4 se ocasionaron por neoplasias malignas de colon y otras 4 por neoplasias malignas de páncreas.



## Neoplasias malignas más frecuentes en la provincia de Buenos Aires

---

La mortalidad a nivel de grandes sistemas afectados indicó que las neoplasias en el aparato digestivo fueron las más frecuentes (6.643 defunciones; 32,3%). Siguió en frecuencia absoluta aquellas patologías que involucraron el aparato respiratorio, registrando 3.735 defunciones anuales (18,2%).

Sin embargo, al analizar cuál fue la patología específica más frecuente en cada una de estas categorías, la tendencia fue inversa: 3.360 defunciones se ocasionaron por neoplasias malignas broncopulmonares y 2.246 por neoplasias malignas de colon, representando el 16,3% y 10,9% de la mortalidad anual de la provincia, respectivamente.

Estratificando según sexo, las neoplasias malignas más frecuentes en la población femenina se presentaron a nivel del aparato digestivo (31,7%) y de la mama (20%). En la población masculina fueron las neoplasias malignas del aparato digestivo (33%) y respiratorio (25%) (Tabla 3).

**Tabla 3. Tumores o Neoplasias malignas agrupadas según CIE-10 discriminadas por edad y sexo.**

Sexo	Causas agrupadas	CIE-10	Casos	%	Edad p.	D.E	IE
Femenino	Tumores malignos de los órganos digestivos	C15-C26	3.059	31,7%	73,26	13,04	<1 105
	Neoplasia maligna de mama	C50	1.932	20,0%	68,45	14,74	21 101
	Tumores malignos de los órganos genitales femeninos	C51-C58	1.259	13,0%	65,11	15,77	17 100
	Tumores malignos de los órganos respiratorios e intratorácicos	C30-C39	1.025	10,6%	68,1	11,92	21 99
	Tumores malignos de sitios mal definidos secundarios y de sitios no especificados	C76-C80	828	8,6%	71,98	13,91	7 100
	Tumores malignos del tejido linfático, de los órganos hematopoyéticos y de tejidos afines	C81-C96	558	5,8%	67,53	19,02	2 96
	Tumores malignos de las vías urinarias	C64-C68	344	3,6%	71,88	13,76	27 99
	Tumores malignos del ojo del encéfalo y de otras partes del sistema nervioso	C69-C72	204	2,1%	63,04	17,67	2 96
	Tumores malignos de los tejidos mesoteliales y de los tejidos blandos	C45-C49	105	1,1%	68,19	15,43	7 96
	Melanoma y otros tumores malignos de la piel	C43-C44	97	1,0%	74,26	14,94	38 100
	Tumores malignos de labio, de la cavidad bucal y de la faringe	C00-C14	93	1,0%	71,81	14,97	36 96
	Tumores malignos (primarios) de sitios múltiples independientes	C97	62	0,6%	68,15	14,24	24 91
	Tumores malignos de los huesos y de los cartílagos articulares	C40-C41	46	0,5%	69,3	16,66	22 92
	Tumores malignos de la glándula tiroides y de otras glándulas endócrinas	C73-C75	44	0,5%	71,16	16,57	8 93
Masculino	Tumores malignos de los órganos digestivos	C15-C26	3.582	33,0%	70,15	12,06	2 100
	Tumores malignos de los órganos respiratorios e intra-torácicos	C30-C39	2.710	25,0%	67,66	10,52	22 101
	Tumores malignos de los órganos genitales masculinos	C60-C63	1.366	12,6%	75,64	12,67	17 100
	Tumores malignos de sitios mal definidos secundarios y de sitios no especificados	C76-C80	917	8,5%	69,68	13	3 99
	Tumores malignos de las vías urinarias	C64-C68	800	7,4%	70,98	11,56	2 99
	Tumores malignos del tejido linfático, de los órganos hematopoyéticos y de tejidos afines	C81-C96	596	5,5%	64,3	18,73	3 97
	Tumores malignos de labio, de la cavidad bucal y de la faringe	C00-C14	224	2,1%	65,33	11,23	14 97
	Tumores malignos del ojo del encéfalo y de otras partes del sistema nervioso	C69-C72	194	1,8%	60,68	17,72	1 90
	Melanoma y otros tumores malignos de la piel	C43-C44	149	1,4%	70,27	15,95	16 96
	Tumores malignos de los tejidos mesoteliales y de los tejidos blandos	C45-C49	126	1,2%	63,14	15,84	5 91
	Tumores malignos (primarios) de sitios múltiples independientes	C97	78	0,7%	71,72	13,67	30 93
	Tumores malignos de los huesos y de los cartílagos articulares	C40-C41	57	0,5%	56,44	22,04	17 94
	Tumores malignos de la glándula tiroides y de otras glándulas endócrinas	C73-C75	38	0,4%	62,58	20,74	3 93
	Tumores malignos de mama	C50	6	0,1%	65,67	15,36	47 81

Referencias: Edad p.: edad promedio, D.E: desvío estándar; IE: intervalo etario. La edad se expresó en años.

---

*Capítulo II.*

*Tasas de mortalidad específicas por edad y sexo*

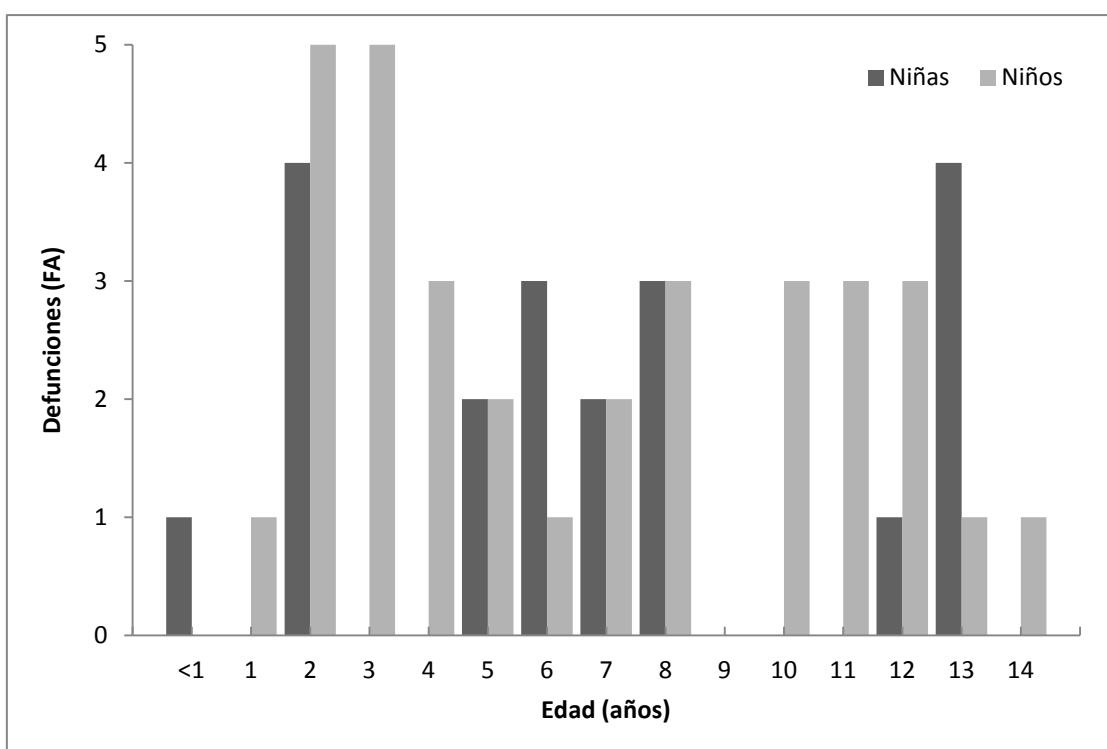
---

## Población menor de 15 años

---

Fueron 53 las defunciones ocasionadas por neoplasias malignas en niños y adolescentes menores de 15 años, representando el 0,26% de las defunciones por estas patologías en la provincia de Buenos Aires. Se registraron 33 decesos en varones y 20 en mujeres. La Figura 1 ilustra la distribución de la frecuencia de casos por edad y sexo. Debido al bajo número de defunciones se estudió a la población femenina y masculina en conjunto.

Figura 1. Distribución de la frecuencia absoluta (FA) de defunciones según sexo en la población menor de 15 años de la provincia de Buenos Aires durante el año 2012.



El 49,1% de las defunciones infantiles se debieron a Leucemias, las cuales representaron el diagnóstico significativamente más frecuente (26 leucemias vs 7

neoplasias malignas de encéfalo;  $p = 0,000012$ ). Las neoplasias de encéfalo representaron el 13,2% y los neuroblastomas se evidenciaron en un 7,5% (Tabla 1).

<b>Tabla 1. Frecuencia absoluta y porcentual de los diagnósticos en la población menor de 15 años.</b>						
Causas	Casos	%	CIE-10	Diagnóstico	Casos	%
Leucemias	26	49,1%	C910	LL	14	26,4%
			C920 - C929	LMC	7	13,2%
			C950 - C959	LNE	5	9,4%
Otras	27	50,9%	C716 - C719	NM de encéfalo	7	13,2%
			C749	Neuroblastoma	4	7,5%
			C80X	NM de sitios no especificados	4	7,5%
			C729	NM de médula espinal, nervios craneales y otras partes del SNC	2	3,8%
			C222 - C229	Hepatoblastoma	2	3,8%
			C499	NM de tejidos conjuntivos y tejidos blandos	2	3,8%
			C189	NM de colon	2	3,8%
			C113	NM de nasofaringe	1	1,9%
			C64X	NM de riñón (excepto pelvis renal)	1	1,9%
			C679	NM de vejiga	1	1,9%
C696	NM de ojo y anexos	1	1,9%			

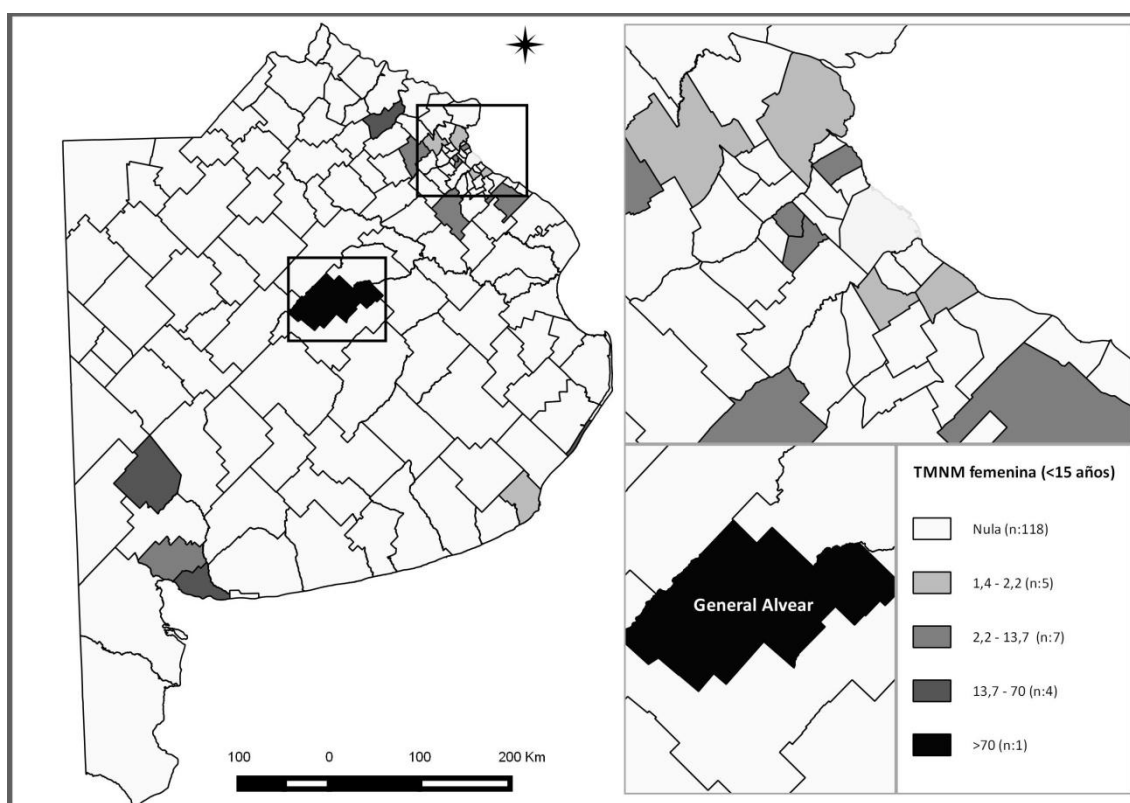
Referencias: LL: Leucemia Linfoide, LMC: Leucemia Mieloide Crónica, LNE: Leucemia de células de tipo no especificado, NM: Neoplasia Maligna.

### *Tasa de Mortalidad por Neoplasias Malignas (TMNM) en la población femenina*

La TMNM en la población femenina menor de 15 años osciló entre 1,4 y 87,5 muertes cada 100.000 niñas, registrándose 118 partidos con tasa nula (Figura 2). Los partidos con mayores tasas fueron General Alvear (87,5 cada 100.000 niñas) y Saavedra (47,98 cada 100.000 niñas). Sin embargo, el primero indicó la tasa significativamente más elevada ( $p = 0,000034$ ). A pesar de ello se debe tener en cuenta que General Alvear mostró una sola defunción infantil que, relacionada al total poblacional de niñas

menores de 15 años (1.143 niñas), generó una tasa de 87,5 muertes cada 100.000. Dicho caso correspondió a un ependimoblastoma diseminado.

Figura 2. TMNM en la población femenina menor de 15 años en cada departamento de la provincia de Buenos Aires.



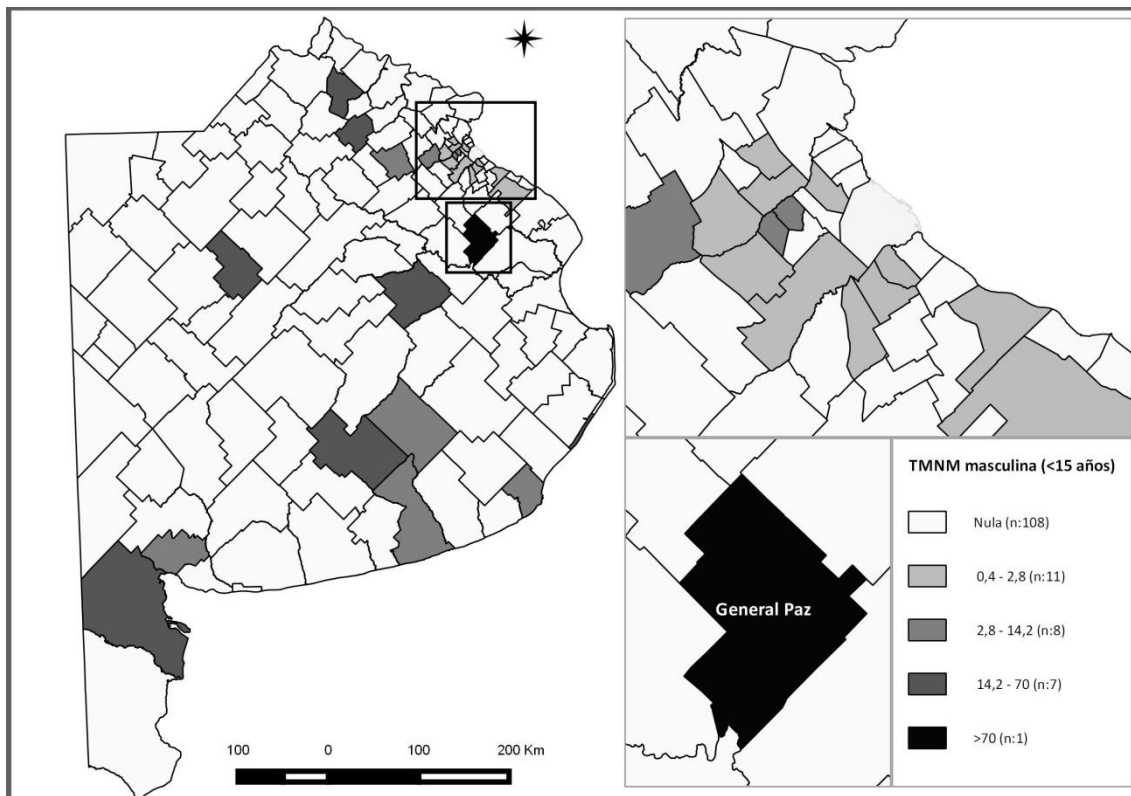
Referencias: n: cantidad de partidos en cada intervalo de la TMNM en niñas menores de 15 años. Escala de la provincia de Buenos Aires 1:6000000, escala del conurbano 1:1200000. Se muestra el partido con mayor TMNM en la población femenina menor de 15 años a nivel provincial: General Alvear (escala 1:2000000). Los intervalos se calcularon mediante Optimización de Jenks.

### *TMNM en la población masculina*

La TMNM en la población masculina menor de 15 años osciló entre 0,4 y 70,3 muertes cada 100.000 niños, registrándose 108 partidos con tasa nula (Figura 3). General Paz (70,3) y Carmen de Areco (52,1) fueron los partidos con mayores tasas; no obstante, General Paz fue el partido con la tasa significativamente más elevada ( $p = 0,0186$ ).

A pesar de ello, se debe tener en cuenta que General Paz mostró una sola defunción infantil que, relacionada al total poblacional de niños menores de 15 años (1.423 niños), generó una tasa de 70,3 muertes cada 100.000. El diagnóstico correspondió a leucemia mieloide aguda.

Figura 3. TMNM en la población masculina menor de 15 años en cada departamento de la provincia de Buenos Aires.



Referencias: n: cantidad de partidos en cada intervalo de la TMNM en niños menores de 15 años. Escala de la provincia de Buenos Aires 1:6000000, escala del conurbano 1:1200000. Se muestra el partido con mayor TMNM en la población masculina menor de 15 años a nivel provincial: General Paz (escala 1:1200000). Los intervalos se calcularon mediante Optimización de Jenks.

Los partidos de Coronel Rosales, Bahía Blanca, La Plata y General Pueyrredón, mostraron la mayor frecuencia absoluta de defunciones infantiles, aunque sus TMNM no resultaron ser las más elevadas. En los primeros tres partidos los diagnósticos en el sexo femenino fueron: leucemia linfoblástica (n: 2), leucemia de células de tipo no especificado (n: 2), leucemia mieloblástica (n: 1) y neoplasia maligna de encéfalo (n: 1).

En General Pueyrredón, las neoplasias malignas observadas en el sexo masculino fueron: leucemia de estirpe linfoide (n: 1), neoplasia maligna de hígado (n: 1) y de riñón (n: 1) (Tabla 2).

**Tabla 2. TMNM en partidos con mayor frecuencia absoluta de defunciones en la población menor de 15 años.**

Sexo	Partido	Defunciones	Población	TMNM
Femenino	Coronel Rosales	2	7.595	26,3
	Bahía Blanca	2	30.974	6,5
	La Plata	2	71.080	2,8
Masculino	General Pueyrredón	3	68.013	4,4

## **P**oblación de jóvenes entre 15 y 39 años

---

Se registraron 535 defunciones en la población de 15 a 39 años, representando el 2,6% (535/20.578) de las muertes por neoplasias malignas registradas en la provincia de Buenos Aires durante el 2012.

El 54,8 % fueron registros femeninos (293). En este grupo el 10,1% de las defunciones se ocasionaron por neoplasias malignas de mama (C509). Si bien las neoplasias malignas de cuello uterino (C539) representaron un 7,9%, las neoplasias mamarias mostraron una frecuencia significativamente mayor ( $p = 0,000025$ ).

La neoplasia maligna más frecuente en los hombres fue a nivel testicular (7,1%, Tabla 3).



**Tabla 3. Frecuencia absoluta y porcentual de los diagnósticos en la población de 15 a 39 años.**

Causa	Casos	%	Causa	Casos	%	Causa	Casos	%	Causa	Casos	%
<b>C509</b>	<b>54</b>	<b>10,1%</b>	C229	9	1,7%	C249	2	0,4%	C410	1	0,2%
C539	42	7,9%	C20X	8	1,5%	C269	2	0,4%	C411	1	0,2%
<b>C62</b>	<b>38</b>	<b>7,1%</b>	C950	8	1,5%	C383	2	0,4%	C412	1	0,2%
C189	32	6,0%	C959	8	1,5%	C578	2	0,4%	C448	1	0,2%
C80X	27	5,0%	C439	7	1,3%	C58X	2	0,4%	C449	1	0,2%
C859	24	4,5%	C499	6	1,1%	C61X	2	0,4%	C470	1	0,2%
C349	23	4,3%	C921	5	0,9%	C679	2	0,4%	C479	1	0,2%
C55X	22	4,1%	C159	4	0,7%	C729	2	0,4%	C480	1	0,2%
C169	21	3,9%	C329	4	0,7%	C760	2	0,4%	C52X	1	0,2%
C719	21	3,9%	C710	4	0,7%	C762	2	0,4%	C541	1	0,2%
C920	18	3,4%	C97X	4	0,7%	C786	2	0,4%	C713	1	0,2%
C56X	16	3,0%	C469	3	0,6%	C795	2	0,4%	C720	1	0,2%
C910	16	3,0%	C716	3	0,6%	C179	1	0,2%	C73X	1	0,2%
C419	15	2,8%	C900	3	0,6%	C187	1	0,2%	C749	1	0,2%
C259	13	2,4%	C919	3	0,6%	C19X	1	0,2%	C842	1	0,2%
C819	13	2,4%	C029	2	0,4%	C23X	1	0,2%	C851	1	0,2%
C64X	12	2,2%	C140	2	0,4%	C384	1	0,2%			

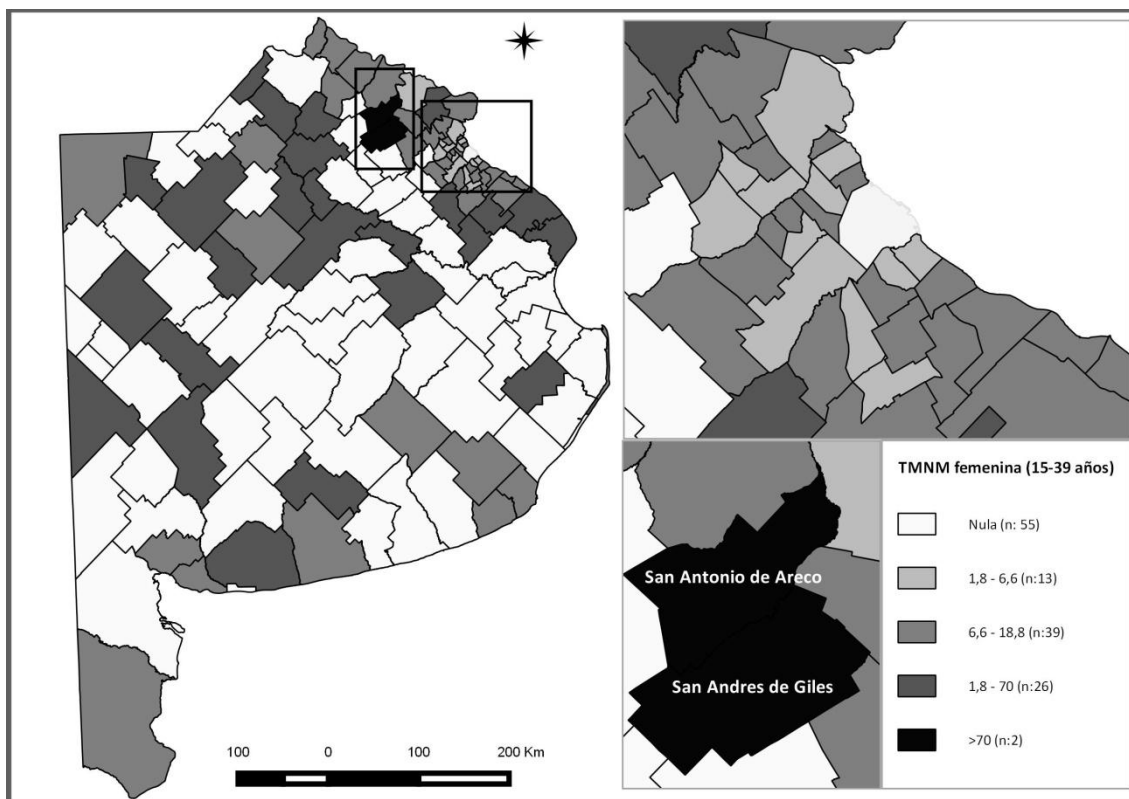
Referencias: en **negrita** se indican las causas de mortalidad más frecuentes para esta población etaria.

### *TMNM en la población femenina*

La TMNM en mujeres jóvenes osciló entre 1,86 y 71,7 muertes cada 100.000 (Figura 4).

San Antonio de Areco (71,7) y San Andrés de Giles (70,7) mostraron las mayores tasas y no difirieron significativamente entre sí ( $p = 0,492$ ). Ambos partidos presentaron sólo 3 defunciones entre 4.182 mujeres de 15-39 años en San Antonio de Areco y entre 4.244 mujeres de 15-39 años en San Andrés de Giles. Los diagnósticos fueron mieloma múltiple (n: 1), enfermedad de Hodgkin (n: 1) y leucemia mieloide (n: 1) para el primero, y Linfoma no Hodgkin (n: 1), neoplasia maligna de mama (n: 1) y de encéfalo (n: 1) para el segundo.

Figura 4. TMNM en la población femenina entre 15 y 39 años en cada departamento de la provincia de Buenos Aires.

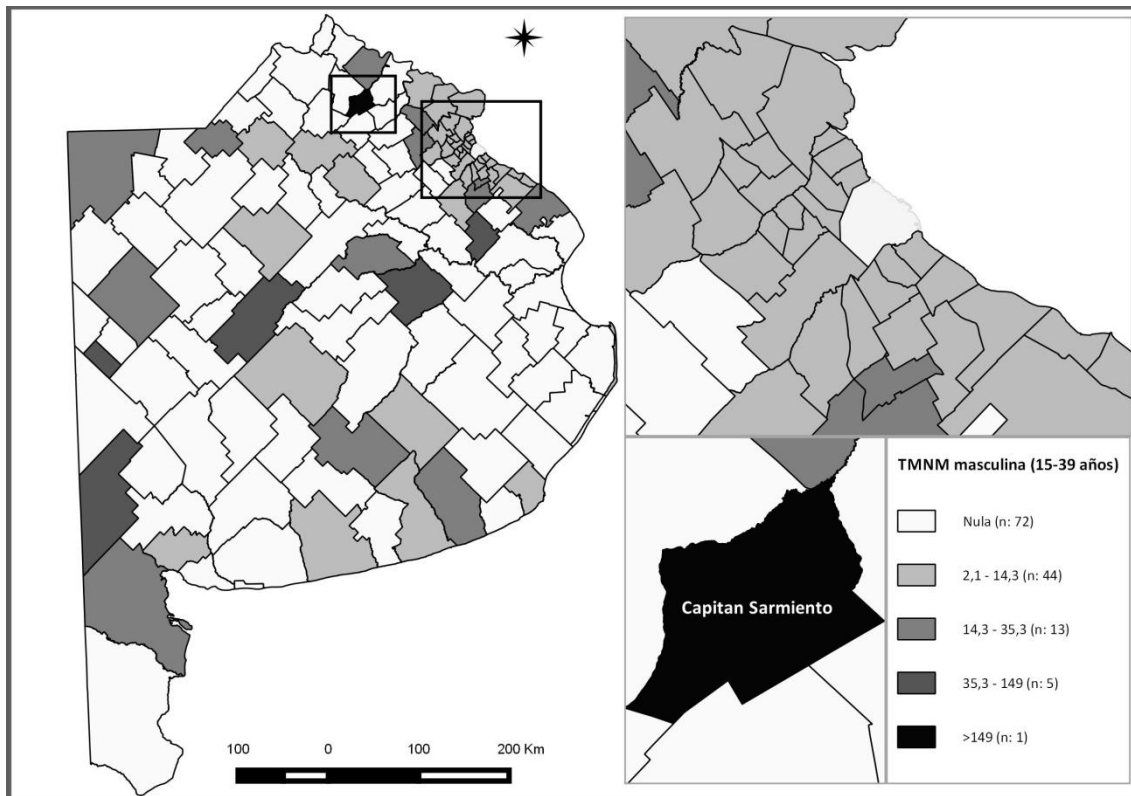


Referencias: n: cantidad de partidos en cada intervalo de la TMNM en mujeres de 15 a 39 años. Escala de la provincia de Buenos Aires 1:6000000, escala del conurbano 1:1200000. Se muestran los partidos con mayor TMNM en la población femenina de 15 a 39 años a nivel provincial: San Antonio de Areco y San Andrés de Giles (escala 1:1200000). Los intervalos se calcularon mediante Optimización de Jenks.

### *TMNM en la población masculina*

La TMNM en hombres jóvenes varió entre 2,1 y 149,3 muertes cada 100.000 (Figura 5). Capitán Sarmiento (149,3) y Puan (85,4) indicaron las tasas más elevadas; no obstante, el primero fue el partido con tasa significativamente mayor ( $p = 0,0201$ ). En él se registraron 4 defunciones en un total de 2.679 hombres entre 15 y 39 años. Los diagnósticos correspondieron a leucemia mieloide (n: 1), neoplasia maligna de médula espinal (n: 1), de testículo (n: 1) y del recto (n: 1).

Figura 5. TMNM en la población masculina entre 15 y 39 años en cada departamento de la provincia de Buenos Aires.



Referencias: n: cantidad de partidos en cada intervalo de la TMNM en varones de 15 a 39 años. Escala de la provincia de Buenos Aires 1:6000000, escala del conurbano 1:1200000. Se muestra el partido con mayor TMNM en la población masculina de 15 a 39 años a nivel provincial: Capitán Sarmiento (escala 1:700000). Los intervalos se calcularon mediante Optimización de Jenks.

Los partidos que indicaron mayor frecuencia absoluta de defunciones fueron La Matanza y La Plata. Sin embargo, evidenciaron bajas TMNM femenina y masculina (Tabla 4). En estos partidos los diagnósticos más frecuentes en la población femenina fueron: neoplasias malignas de cuello de útero (n: 6) y de mama (n: 5). Las patologías identificadas en la población masculina correspondieron a neoplasias malignas broncopulmonares (n: 4), de testículo (n: 3) y leucemia mieloide (n: 3).

**Tabla 4. TMNM en partidos con mayor frecuencia absoluta de defunciones en la población de 15 a 39 años.**

Sexo	Partido	Defunciones	Población	TMNM
Femenino	La Matanza	23	365.774	6,3
Masculino	La Plata	17	133.638	12,7

## **P**oblación adulta de 40 a 64 años

---

Se registraron 6.053 muertes en la población de adultos (40 – 64 años), representando el 29,4% (6.053/20.578) de las muertes por neoplasias malignas en la provincia de Buenos Aires durante el 2012. El 51,6% correspondió a hombres (n: 3.126), 48,3% a mujeres (n: 2.926) y hubo un sólo registro con datos faltantes.

El 20,83% de las defunciones se produjeron por neoplasias malignas broncopulmonares (C349), registrándose 891 casos en hombres y 370 en mujeres (Tabla 5). Las siguientes dos patologías más frecuentes fueron las neoplasias malignas de mama (con 711 registros en la población femenina) y de colon (con 281 registros en la población masculina).

**Tabla 5. Frecuencia absoluta y porcentual de los diagnósticos en la población adulta.**

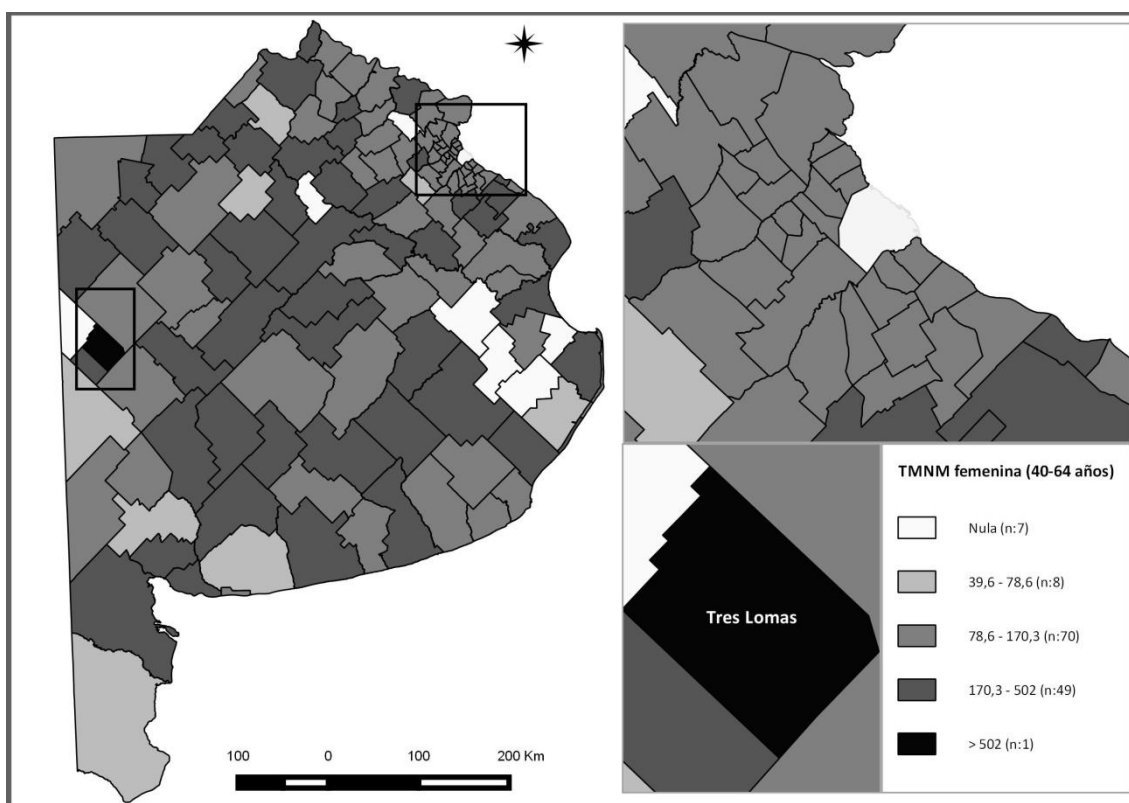
Causa	Casos	%	Causa	Casos	%	Causa	Casos	%
<b>C349</b>	<b>1.261</b>	<b>20,8%</b>	C609	12	0,20%	C248	2	0,03%
<b>C509</b>	<b>714</b>	<b>11,8%</b>	C480	12	0,20%	C481	2	0,03%
<b>C189</b>	<b>514</b>	<b>8,5%</b>	C19X	11	0,18%	C761	2	0,03%
C80X	387	6,4%	C221	11	0,18%	C716	2	0,03%
C259	340	5,6%	C629	10	0,17%	C720	2	0,03%
C169	288	4,8%	C910	9	0,15%	C269	2	0,03%
C64X	205	3,4%	C482	9	0,15%	C080	2	0,03%
C55X	183	3,0%	C220	8	0,13%	C829	2	0,03%
C159	168	2,8%	C099	8	0,13%	C495	2	0,03%
C229	145	2,4%	C921	7	0,12%	C680	2	0,03%
C539	129	2,13%	C851	7	0,12%	C321	2	0,03%
C56X	127	2,10%	C929	6	0,10%	C384	2	0,03%
C329	123	2,03%	C170	6	0,10%	C218	2	0,03%
C61X	119	1,97%	C01X	6	0,10%	C442	1	0,02%
C719	113	1,87%	C762	6	0,10%	C837	1	0,02%
C859	102	1,69%	C768	6	0,10%	C728	1	0,02%
C20X	99	1,64%	C113	6	0,10%	C741	1	0,02%
C679	75	1,24%	C07X	6	0,10%	C913	1	0,02%
C249	58	0,96%	C911	6	0,10%	C12X	1	0,02%
C900	47	0,78%	C412	5	0,08%	C845	1	0,02%
C439	43	0,71%	C519	5	0,08%	C835	1	0,02%
C97X	41	0,68%	C689	4	0,07%	C268	1	0,02%
C920	38	0,63%	C450	4	0,07%	C919	1	0,02%
C541	36	0,59%	C059	4	0,07%	C380	1	0,02%
C23X	35	0,58%	C759	4	0,07%	C721	1	0,02%
C786	32	0,53%	C969	3	0,05%	C579	1	0,02%
C029	30	0,50%	C139	3	0,05%	C445	1	0,02%
C499	30	0,50%	C749	3	0,05%	C498	1	0,02%
C760	30	0,50%	C52X	3	0,05%	C491	1	0,02%
C710	29	0,48%	C051	3	0,05%	C039	1	0,02%
C140	23	0,38%	C210	3	0,05%	C765	1	0,02%
C459	23	0,38%	C729	3	0,05%	C65X	1	0,02%
C959	23	0,38%	C069	3	0,05%	C940	1	0,02%
C383	22	0,36%	C241	3	0,05%	C430	1	0,02%
C819	21	0,35%	C410	3	0,05%	C763	1	0,02%
C950	18	0,30%	C240	2	0,03%	C319	1	0,02%
C049	18	0,30%	C490	2	0,03%	C160	1	0,02%
C419	17	0,28%	C089	2	0,03%	C37X	1	0,02%
C73X	14	0,23%	C411	2	0,03%	C009	1	0,02%
C449	14	0,23%	C250	2	0,03%	C696	1	0,02%
C578	14	0,23%	C119	2	0,03%	C048	1	0,02%
C260	13	0,21%	C951	2	0,03%	C414	1	0,02%
C109	13	0,21%	C179	2	0,03%			

Referencias: en **negrita** se indican las causas de mortalidad más frecuentes para esta población etaria.

### *TMNM en la población femenina*

La TMNM en mujeres adultas varió entre 39,6 y 502,1 muertes cada 100.000 mujeres de 40 a 64 años (Figura 6). Tres Lomas y Tapalqué fueron los únicos dos partidos de la provincia con una tasa mayor a 400 muertes: 502,1 y 404,5 muertes cada 100.000 mujeres adultas, respectivamente. Sin embargo, Tres Lomas mostró una tasa significativamente mayor ( $p = 0,0002$ ). En este partido se registraron 6 defunciones en relación a una población de 1.195 mujeres entre 40 y 64 años. Dichos decesos se ocasionaron por neoplasias malignas de mama (n: 3), de ovario (n: 1), de bronquios y pulmón (n: 1) y de páncreas (n: 1).

Figura 6. TMNM en la población femenina entre 40 y 64 años en cada departamento de la provincia de Buenos Aires.

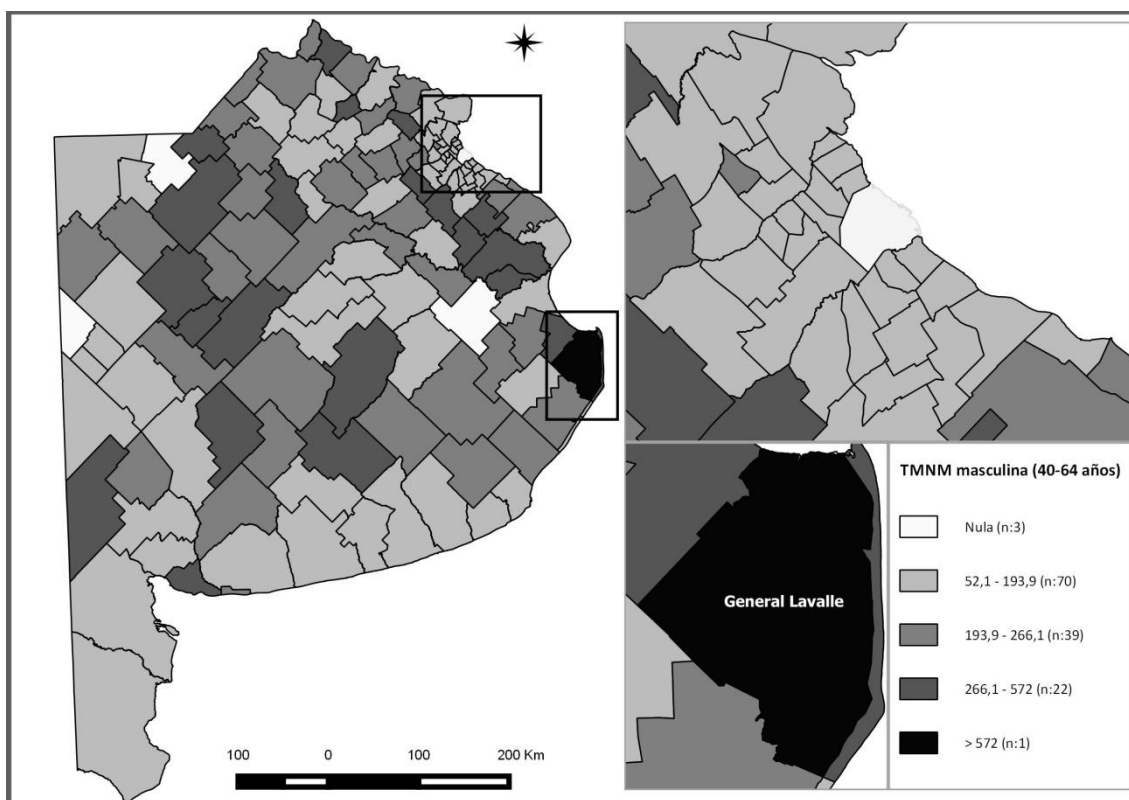


Referencias: n: cantidad de partidos en cada intervalo de la TMNM en mujeres de 40 a 64 años. Escala de la provincia de Buenos Aires 1:6000000, escala del conurbano 1:1200000. Se muestra el partido con mayor TMNM en mujeres de 40 a 64 años a nivel provincial: Tres Lomas (escala 1:1000000). Los intervalos se calcularon mediante Optimización de Jenks.

### *TMNM en la población masculina*

La TMNM en hombres adultos mostró valores entre 52,1 y 572,5 muertes cada 100.000 hombres de 40 a 64 años. General Lavalle (572,5) y Ramallo (492,5) fueron los departamentos con mayores tasas; no obstante, el primero fue el partido con tasa significativamente mayor ( $p = 0,009$ ) (Figura 7). En este partido se registraron 3 defunciones en un total de 524 hombres de 40 a 64 años. Dichos decesos se ocasionaron por neoplasias malignas broncopulmonares (n: 1), de próstata (n: 1) y de sitios no especificados (n: 1).

Figura 7. TMNM en la población masculina entre 40 y 64 años en cada departamento de la provincia de Buenos Aires.



Referencias: n: cantidad de partidos en cada intervalo de la TMNM en hombres de 40 a 64 años. Escala de la provincia de Buenos Aires 1:6000000, escala del conurbano 1:1200000. Se muestra el partido con mayor TMNM en hombres de 40 a 64 años a nivel provincial: General Lavalle (escala 1:1300000). Los intervalos se calcularon mediante Optimización de Jenks.

La Matanza fue el partido con mayor frecuencia absoluta de defunciones; sin embargo, no mostró las mayores TMNM (Tabla 6). En este partido la patología hallada más frecuentemente en la población femenina fue la neoplasia maligna de mama (26,27%, n: 57). El 24,19% de las defunciones en la población masculina correspondió a neoplasias malignas broncopulmonares (n: 52).

**Tabla 6. TMNM en partidos con mayor frecuencia absoluta de defunciones en la población de 40 a 64 años.**

Sexo	Partido	Defunciones	Población	TMNM
Femenino	La Matanza	217	221.742	97,9
Masculino	La Matanza	215	208.385	103,2

## **Población mayor de 64 años**

---

El 67,7% de la mortalidad por neoplasias malignas en la provincia de Buenos Aires durante el 2012 correspondió a la población mayor a 64 años (13.937/20.578). Los hombres representaron el 53,7% (n: 7.481) y las mujeres, el 46,3% (n: 6.452). Se registraron 4 datos faltantes (0,028%).

La neoplasia maligna con mayor frecuencia absoluta fue de tipo broncopulmonar, ya que el 14,9% de las defunciones se ocasionaron por este tipo de patología: 1.503 defunciones en hombres y 572 en mujeres. Las siguientes neoplasias malignas en cuanto a ocurrencia fueron las de colon en hombres (n: 905) y en mujeres (n: 825), de mama en mujeres (n: 1.171) y de próstata en hombres mayores de 64 años (n: 1.169) (Tabla 7).



**Tabla 7. Frecuencia absoluta y porcentual de los diagnósticos en la población mayor de 64 años.**

Causa	Casos	%	Causa	Casos	%	Causa	Casos	%	Causa	Casos	%
<b>C349</b>	<b>2.076</b>	<b>14,9%</b>	C921	31	0,22%	C579	6	0,04%	C12X	1	0,007%
<b>C189</b>	<b>1.730</b>	<b>12,4%</b>	C480	30	0,22%	C01X	5	0,04%	C164	1	0,007%
<b>C509</b>	<b>1.174</b>	<b>8,42%</b>	C07X	28	0,20%	C240	5	0,04%	C460	1	0,007%
<b>C61X</b>	<b>1.169</b>	<b>8,39%</b>	C819	26	0,19%	C139	4	0,03%	C925	1	0,007%
C80X	1.063	7,63%	C459	25	0,18%	C059	4	0,03%	C168	1	0,007%
C259	997	7,15%	C049	24	0,17%	C494	4	0,03%	C857	1	0,007%
C169	641	4,60%	C19X	23	0,17%	C160	4	0,03%	C443	1	0,007%
C64X	460	3,30%	C140	22	0,16%	C749	4	0,03%	C111	1	0,007%
C159	440	3,16%	C170	21	0,15%	C629	3	0,02%	C457	1	0,007%
C679	373	2,68%	C383	20	0,14%	C969	3	0,02%	C639	1	0,007%
C229	356	2,55%	C221	19	0,14%	C319	3	0,02%	C495	1	0,007%
C55X	243	1,74%	C384	18	0,13%	C119	3	0,02%	C638	1	0,007%
C859	234	1,68%	C609	18	0,13%	C929	3	0,02%	C490	1	0,007%
C20X	214	1,54%	C482	17	0,12%	C830	3	0,02%	C163	1	0,007%
C56X	212	1,52%	C269	15	0,11%	C765	3	0,02%	C142	1	0,007%
C249	195	1,40%	C578	13	0,09%	C720	3	0,02%	C927	1	0,007%
C329	178	1,28%	C109	13	0,09%	C66X	3	0,02%	C380	1	0,007%
C900	143	1,03%	C113	11	0,08%	C678	2	0,01%	C716	1	0,007%
C719	141	1,01%	C220	11	0,08%	C452	2	0,01%	C310	1	0,007%
C439	104	0,75%	C951	11	0,08%	C833	2	0,01%	C767	1	0,007%
C959	103	0,74%	C910	10	0,07%	C838	2	0,01%	C690	1	0,007%
C97X	95	0,68%	C412	9	0,06%	C411	2	0,01%	C880	1	0,007%
C541	87	0,62%	C250	9	0,06%	C051	2	0,01%	C048	1	0,007%
C23X	73	0,52%	C763	9	0,06%	C842	2	0,01%	C729	1	0,007%
C539	67	0,48%	C851	9	0,06%	C261	2	0,01%	C090	1	0,007%
C449	67	0,48%	C069	8	0,06%	C33X	2	0,01%	C837	1	0,007%
C786	62	0,44%	C759	8	0,06%	C829	2	0,01%	C009	1	0,007%
C260	57	0,41%	C210	8	0,06%	C689	2	0,01%	C445	1	0,007%
C760	52	0,37%	C919	8	0,06%	C709	2	0,01%	C761	1	0,007%
C920	50	0,36%	C52X	8	0,06%	C751	2	0,01%	C475	1	0,007%
C710	48	0,34%	C768	8	0,06%	C492	2	0,01%	C840	1	0,007%
C911	43	0,31%	C179	7	0,05%	C414	2	0,01%	C913	1	0,007%
C029	41	0,29%	C795	6	0,04%	C089	2	0,01%	C442	1	0,007%
C73X	40	0,29%	C099	6	0,04%	C772	2	0,01%	C469	1	0,007%
C950	39	0,28%	C410	6	0,04%	C574	2	0,01%	C621	1	0,007%
C419	38	0,27%	C481	6	0,04%	C320	2	0,01%	C388	1	0,007%
C519	37	0,27%	C241	6	0,04%	C444	2	0,01%	C437	1	0,007%
C762	34	0,24%	C450	6	0,04%	C693	1	0,007%	C268	1	0,007%
C499	33	0,24%	C699	6	0,04%	C451	1	0,007%	C65X	1	0,007%

Referencias: en **negrita** se indican la causan de mortalidad más frecuentes para esta población etaria.

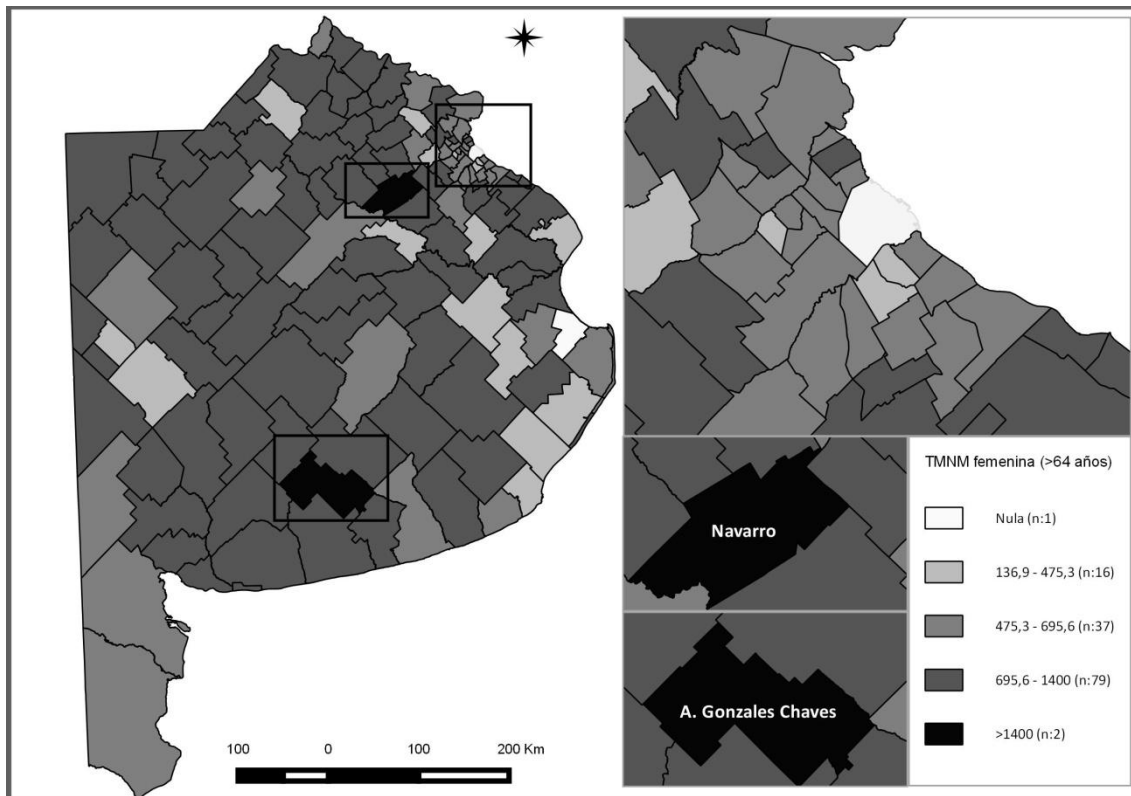
### *TMNM en la población femenina*

La TMNM femenina en la población mayor de 64 años mostró un intervalo entre 137 y 1.439,5 defunciones cada 100.000 (Figura 8). Fueron dos los partidos con más de 1.400 muertes cada 100.000 mujeres mayores de 64 años: Adolfo Gonzales Chaves (1.439,5) y Navarro (1.415,9). Ambos mostraron las mayores tasas y no difirieron significativamente entre sí ( $p = 0,477$ ).

El partido de Adolfo Gonzales Chaves evidenció 15 defunciones femeninas en relación a una población de 1.042 mujeres mayores de 64 años. La neoplasia maligna más frecuente fue de colon (n: 5).

Navarro mostró 16 defunciones en relación a una población de 1.130 mujeres mayores de 64 años. Los diagnósticos más frecuentes fueron las neoplasias malignas de colon (n: 3) y de mama (n: 3).

Figura 8. TMNM en la población femenina mayor de 64 años en cada departamento de la provincia de Buenos Aires.



Referencias: n: cantidad de partidos en cada intervalo de la TMNM en mujeres mayores de 64 años. Escala de la provincia de Buenos Aires 1:6000000, escala del conurbano 1:1200000. Se muestran los partidos con mayor TMNM en mujeres mayores de 64 años a nivel provincial: Navarro y Adolfo Gonzales Chaves (escala 1:1700000 y 1:2500000, respectivamente). Los intervalos se calcularon mediante Optimización de Jenks.

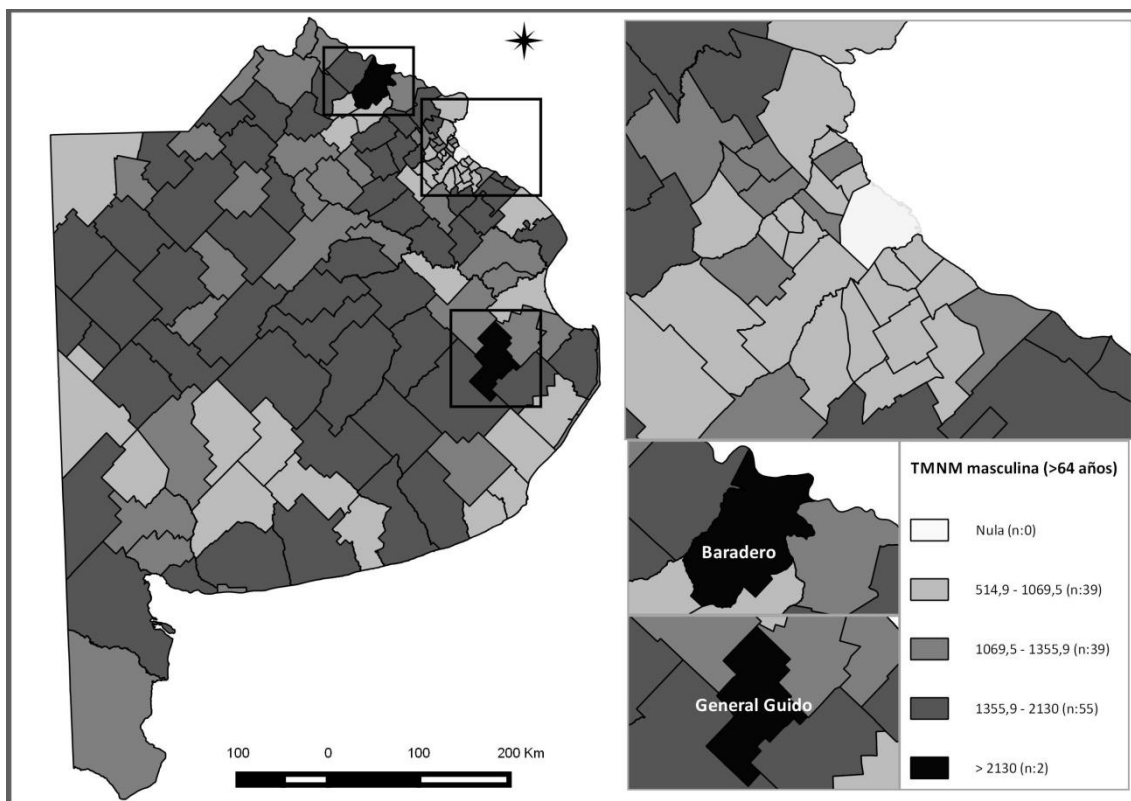
### *TMNM en la población masculina*

La TMNM masculina en la población mayor de 64 años mostró valores entre 514,9 y 2.173,9 defunciones cada 100.000 (Figura 9). Fueron tres los partidos con más de 2.100 muertes cada 100.000 hombres mayores de 64 años: General Guido (2.173,9), Baradero (2.130,2) y General Paz (2.102,1). General Guido y Baradero fueron los partidos con tasa significativamente mayor respecto a General Paz ( $p \leq 0,03$ ).

En el partido de General Guido se registraron 4 muertes en relación a 184 hombres mayores de 64 años. Los decesos se debieron a neoplasias malignas de colon (n: 2), de bronquios y pulmón (n: 1) y de vejiga (n: 1).

En Baradero se observaron 36 defunciones masculinas entre una población de 1.690 hombres mayores de 64 años. Los diagnósticos más frecuentes fueron las neoplasias malignas broncopulmonares (n: 7) y de colon (n: 6).

Figura 9. TMNM en la población masculina mayor de 64 años en cada departamento de la provincia de Buenos Aires.



Referencias: n: cantidad de partidos en cada intervalo de la TMNM en hombres mayores de 64 años. Escala de la provincia de Buenos Aires 1:6000000, escala del conurbano 1:1200000. Se muestran los partidos con mayor TMNM en hombres mayores de 64 años a nivel provincial: Baradero y General Guido (escala 1:2000000 y 1:3000000, respectivamente). Los intervalos se calcularon mediante Optimización de Jenks.

La Matanza fue el partido con mayor frecuencia absoluta de defunciones; sin embargo, no mostró las mayores TMNM (Tabla 8).

En este partido los diagnósticos más frecuentes en el sexo femenino fueron las neoplasias malignas de mama (n: 78), de sitios no especificados (n: 70), de colon (n:57) y de tipo broncopulmonar (n: 39).

Las patologías más frecuentes en el sexo masculino fueron las neoplasias malignas broncopulmonares (n: 104), de próstata (n: 79), de sitios no especificados (n: 64) y de colon (n: 61).

**Tabla 8. TMNM en partidos con mayor frecuencia absoluta de defunciones en la población mayor de 64 años.**

Sexo	Partido	Defunciones	Población	TMNM
Femenino	La Matanza	459	86.999	527,6
Masculino	La Matanza	530	61.730	858,6

---

*Capítulo III.*  
*Mortalidad por Neoplasias malignas y distancia a*  
*las LMT-LAT*

---

## Georreferenciación de los domicilios de residencia de la población

---

De los 20.578 certificados de defunción otorgados por la DIS se excluyeron 198 por no contar con información acerca del partido de residencia. La población potencialmente geo-codificable quedó integrada por 20.380 registros. De ellos, 3.868 casos se descartaron por contar con un domicilio de residencia incompleto. Así, el 81% de los certificados logró llegar a instancia de georreferenciación (16.512/20.380 registros). Asimismo, el 97,5% de las direcciones georreferenciadas (n: 16.102) se ubicaron en el espacio a través de la API que utilizó un procedimiento estandarizado como se indica en la Tabla 1. Cuando se contó con domicilios sin numeración pero con información de las calles entre las cuales se ubicaba la residencia, la georreferenciación fue manual. Ésta representó sólo el 2,5% (n: 410) de los domicilios georreferenciados.

**Tabla 1. Estructura para definir la geocodificación en un proceso de georreferenciación mediada por API.**

Estructura para geocodificar

Número o altura de la calle, nombre de la calle (especificar si es avenida), nombre de la localidad, nombre del partido, nombre de la provincia, nombre del país.

***e.g. (creado ad hoc para este ítem): 200, Avenida 1, La Plata, Buenos Aires, Argentina.***

El porcentaje de georreferenciación de los domicilios de residencia en relación a los grupos etarios estudiados varió entre 71,7% y 80,9%. Alcanzó 71,7% (38/53) en la población menor de 15 años, 76,8% (411/535) en los jóvenes de 15 a 39 años, 78,8% (4.771/6.053) en la población de adultos entre 40 y 64 años y 80,9% (11.260/13.937) en la población mayor de 64 años.

## Georreferenciación de las líneas eléctricas aéreas de media y alta tensión

El 83,75% de los tramos eléctricos con una tensión superior a 1 kV situados en la provincia de Buenos Aires fue de tipo aéreo y poseía dato exacto de su tensión (Tabla 2). Este estudio abarcó el 83,9% de los tramos de media tensión (6,6 kV, 7,62kV, 13,2kV y 33 kV). Cuando se trató de alta tensión se la discriminó como alta o extra alta tensión. Se incluyó el 71% de los tramos de alta tensión (66 kV, 132 kV y 220 kV) y el 100% de extra-alta tensión (500 kV).

**Tabla 2. Líneas de media y alta tensión y porcentaje de georreferenciación.**

Categoría	Tensión (kV)	T. Iniciales	T. Finales	R %
EAT	500	29	29	100 %
AT	220	1357	1.234	90,94%
	132	6.222	4.403	70,77%
	66	93	90	96,77%
	SDT	397	0	-
MT	33	21.693	14.280	65,83%
	27	2464	0	-
	27,5	665	0	-
	21	1	0	-
	13,2	601.784	511.725	85,03%
	7,62	244	244	100%
	6,6	397	117	29,47%
	SDT	15	0	-
Total		635.361	532.122	83,75%

Referencias: EAT: extra alta tensión; AT: alta tensión; MT: media tensión. T. Iniciales: tramos iniciales; T. Finales: tramos finales. Inicial y final, hace referencia al número de tramos de las líneas eléctricas, antes y después de descartar aquellas líneas no aéreas y/o sin dato de tensión (SDT); R%, indica la representatividad porcentual alcanzada en los tramos eléctricos luego de aplicar los criterios de inclusión/exclusión.

*Nota: datos procesados desde los shapefiles otorgados por el Área de Sistemas de Información Geográfica de la Secretaría de Energía de la Nación (marzo de 2015).*



## Mortalidad y distancia las líneas eléctricas

---

Según datos del IGN<sup>I</sup> el ejido urbano de la provincia de Buenos Aires ocupa unos 2.273,37 Km<sup>2</sup>, lo que representa el 0,74% del territorio total de la provincia (307.571 Km<sup>2</sup>).

El área ocupada por los 50 metros a ambos lados de cada línea de media y alta tensión se calculó en 638,75 Km<sup>2</sup>, lo cual indica que el 28,1% del territorio urbano se encuentra ocupado por esta zona.

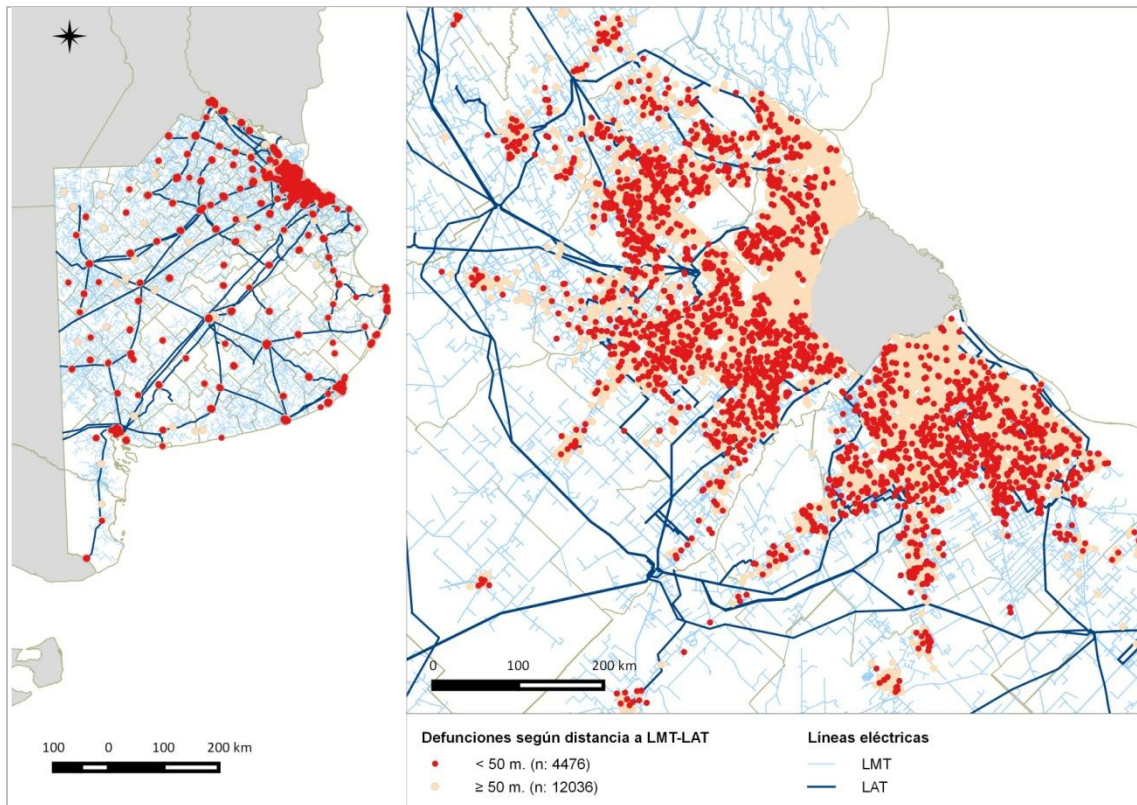
Teniendo en cuenta que la superficie ubicada a 600 o más metros de distancia desde cualquier LMT-LAT se estimó en 210.708,27 Km<sup>2</sup>, este valor constituye el 68,51% del territorio de la provincia de Buenos Aires.

Si se considera la distancia entre las líneas eléctricas y los domicilios de residencia georreferenciados 4.476 defunciones se ubicaron a menos de 50 metros desde una LMT-LAT, lo que representa el 27,1% de la mortalidad total ocasionada por neoplasias malignas a nivel provincial (Figura 1).

---

<sup>I</sup> Datos del IGN, actualizados al año 2015.

Figura 1. Defunciones ocasionadas por neoplasias malignas según la distancia a las LMT-LAT.



Referencias: n: número de defunciones en relación a las categorías de distancia a las LMT-LAT (<50 metros y  $\geq$  50 metros). Escala de la provincia de Buenos Aires 1:7000000, escala del conurbano 1:450000.

## Corolario

El 27,1% de los domicilios de residencia de la población fallecida por neoplasias malignas en la provincia de Buenos Aires se localizó en la cercanía de las LMT-LAT (< 50 metros). A su vez esta zona con potencial riesgo electromagnético ocupó el 28,1% del territorio urbano de la provincia.

Teniendo en cuenta las neoplasias malignas más frecuentes en cada grupo etario (ver capítulo II) y los porcentajes de georreferenciación alcanzados, se enfocaron los análisis de comparación de la mortalidad en función de la distancia entre los domicilios de residencia y las líneas de media-alta tensión (capítulos IV-IX).

---

*Capítulo IV.*

*Leucemia en la población menor de 15 años y  
distancia a las LMT-LAT*

---

En el 2012 se registraron en Argentina 144 defunciones producidas por distintos tipos de Leucemia en niños y adolescentes menores de 15 años.<sup>1</sup> El 18,1% de ellas ocurrió en la provincia de Buenos Aires (26/144).

Fueron 53 los decesos provinciales ocasionados por neoplasias malignas en esta población etaria. El 49,1% de los mismos correspondió a leucemia (26/53) (ver Capítulo II, Tabla 1). El 80,8% de estas defunciones pudo ser georreferenciado (21/26 casos).

## **D**istancia a las líneas de media y alta tensión

---

En la Tabla 1 se observa la distancia promedio, mínima y máxima desde los domicilios de residencia a las LMT-LAT y el tipo de línea interceptada según su tensión (kV).

Sólo 8 de 21 defunciones georreferenciadas se situaron a menos de 50 metros desde LMT de 13,2 kV (Tabla 1). Los domicilios más cercanos a las líneas eléctricas se ubicaron en los partidos de Arrecifes, Lujan, Tigre, Hurlingham, Merlo, Esteban Echeverría, Villa Gesell y Bahía Blanca (Figura 1).

No se observó una caída progresiva de la frecuencia absoluta de defunciones con el aumento de la distancia debido a que a menos de 50 metros y posteriormente a los 100-149,9 metros se observaron dos picos de mortalidad que no difirieron significativamente entre sí ( $p = 0,17$ ). Estas dos zonas mostraron una mortalidad mayor en comparación con aquella registrada en las restantes categorías de distancia ( $p \leq 0,001$ ). Entre los 150 y 249,9 metros el número de defunciones se mantuvo

---

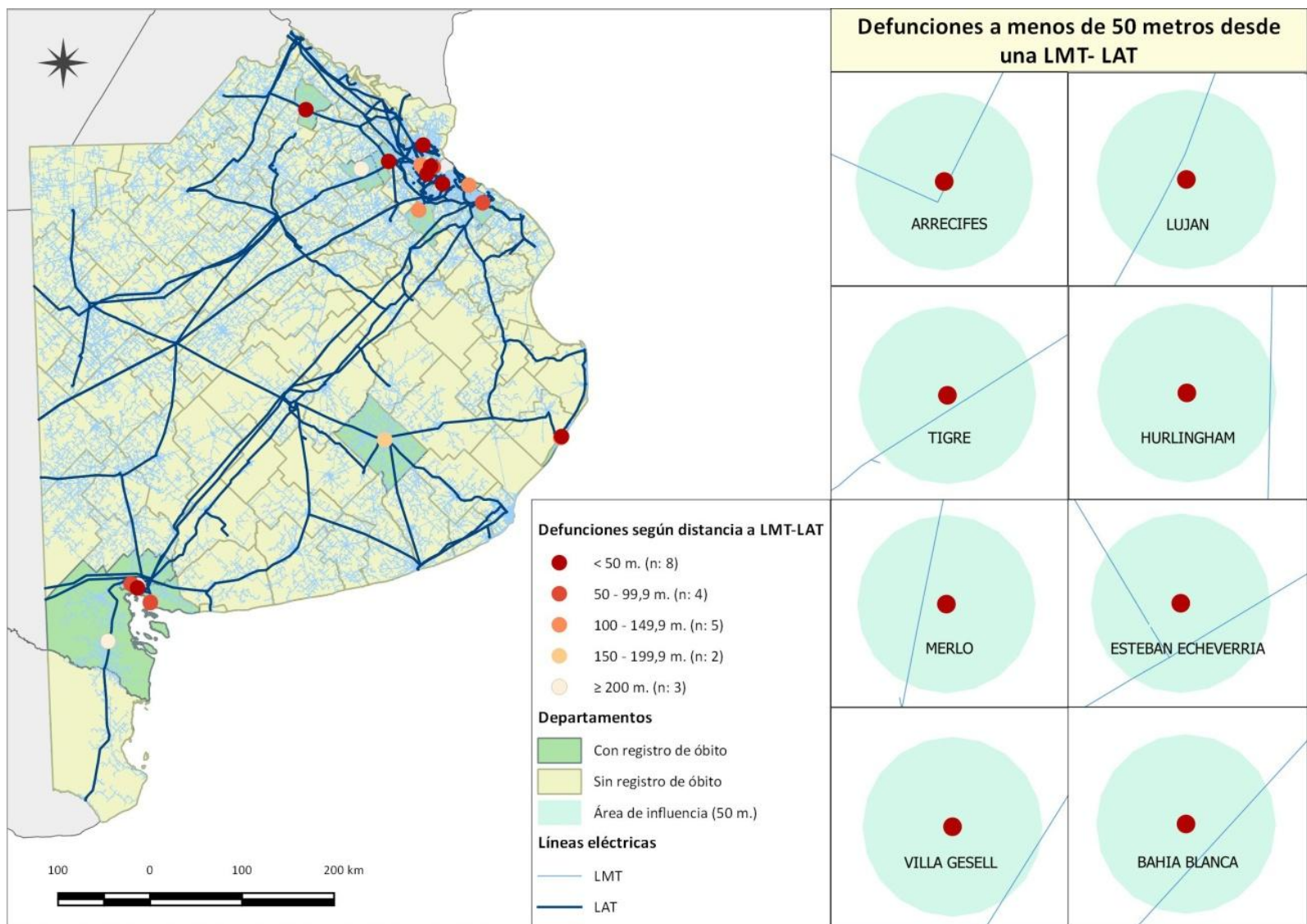
<sup>1</sup> Extraído de la Dirección de Estadísticas e Información de Salud (DEIS) – Ministerio de Salud – Presidencia de la Nación. Año 2012. Serie 5- N° 56. Tabla 23. Disponible en: <http://www.deis.msal.gov.ar/wp-content/uploads/2016/01/Serie5Nro56.pdf> (acceso 27/12/2016).

constante ( $p = 0,303$ ). No se registraron más defunciones a 250-299,9 metros y a partir de los 350 metros desde las LMT-LAT (Tabla 1, Figura 2).

<b>Tabla 1. Distancia del domicilio de residencia a las LMT-LAT más cercanas e identificación del tipo de línea según tensión.</b>							
Categoría de distancia (m)	F.A	D.p	D.E	D.m	D.mx	Tensión (kV)	Valor-p
< 50	8	20,17	17,07	1,94	46,48	13,2	-
50-99,9	3	80,81	21,70	56,92	99,30	13,2	<b>0,04</b>
100-149,9	5	120,86	13,71	100,10	133,29	13,2	0,17
150-199,9	2	176,92	0,42	176,62	177,21	13,2/132	<b>0,02</b>
200-249,9	2	236,41	1,16	235,58	237,23	13,2	<b>0,02</b>
250-299,9	0	-	-	-	-	-	<b>0,001</b>
300-349,9	1	-	-	328,9	-	13,2	<b>0,004</b>
350-399,9	0	-	-	-	-	-	<b>0,001</b>
400-449,9	0	-	-	-	-	-	<b>0,001</b>
450-499,9	0	-	-	-	-	-	<b>0,001</b>
500-499,9	0	-	-	-	-	-	<b>0,001</b>
550-599,9	0	-	-	-	-	-	<b>0,001</b>
≥ 600	0	-	-	-	-	-	<b>0,001</b>

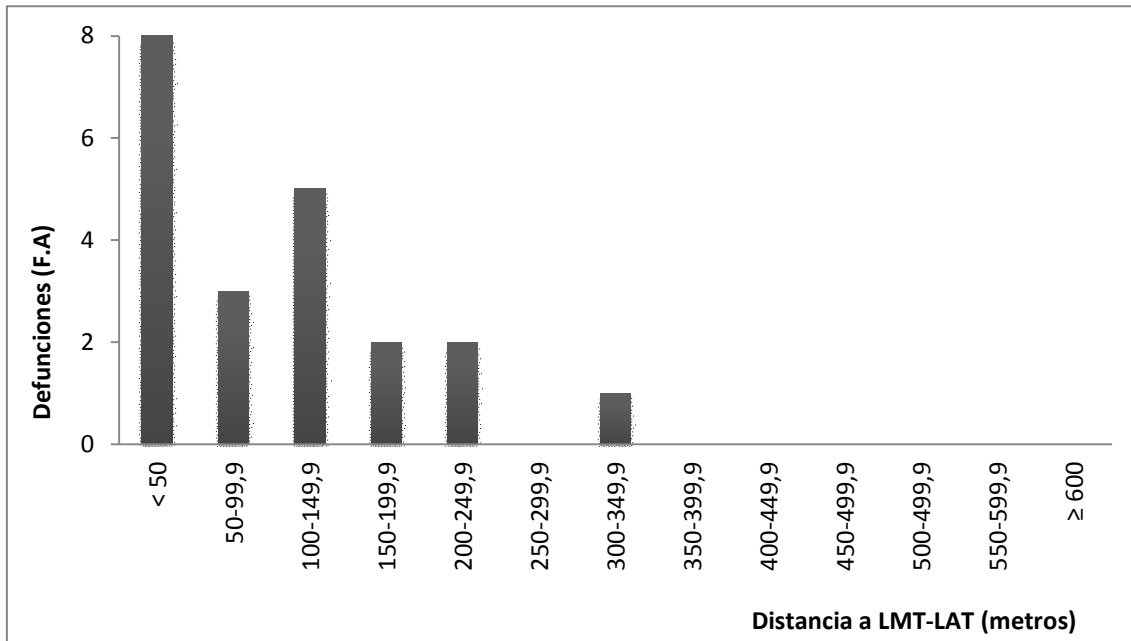
Referencias: F.A: frecuencia absoluta de defunciones; D.p: distancia promedio hasta una LMT-LAT; D.E: desvío estándar; D.m: distancia mínima; D.mx: distancia máxima; m: metros; kV: kilovoltios. Los casilleros vacíos no contienen información por falta de neoplasias malignas en esas distancias. La última columna muestra el valor-p de la comparación de la F.A de defunciones de la categoría de menor distancia respecto a las categorías crecientes. Un valor-p < 0,05 indica una diferencia estadísticamente significativa.

Figura 1. Geo-posición de los domicilios de residencia de la población menor de 15 años fallecida por Leucemia, haciendo énfasis en aquellos ubicados a menos de 50 metros desde una LMT-LAT.



Nota: escala de la provincia de Buenos Aires 1:6800000, escala de los partidos seleccionados 1:3500. Los intervalos de distancia a las LMT-LAT se realizaron mediante el método de Cuantiles.

Figura 2. Frecuencia absoluta (F.A) de las defunciones por Leucemias en niños y niñas menores de 15 años en función de la distancia a las LMT-LAT (en metros).



Al relacionar el número de defunciones con el rango de distancia en cada categoría se obtuvo un índice que reflejó que las muertes se encontraron más concentradas a menos de 50 metros desde las LMT-LAT. Sin embargo, no se identificó un patrón de disminución de la mortalidad con el aumento de la distancia (al igual que ocurrió con la frecuencia absoluta de las defunciones), oscilando entre los 0 y 149,9 metros, manteniéndose constante entre los 150 y 249,9 metros y alcanzando la mayor dispersión a los 300-349,9 metros de distancia a las LMT-LAT (Tabla 2).

**Tabla 2. Relación defunciones/distancia para cada categoría de distancia desde las LMT-LAT.**

Categoría de distancia (m)	F.A	Rango (m)	Índice
< 50	8	50	0,16
50-99,9	3	50	0,06
100-149,9	5	50	0,10
150-199,9	2	50	0,04
200-249,9	2	50	0,04
250-299,9	0	50	-
300-349,9	1	50	0,02
350-399,9	0	50	-
400-449,9	0	50	-
450-499,9	0	50	-
500-499,9	0	50	-
550-599,9	0	50	-
≥ 600	0	-	-

Referencias: F.A: frecuencia absoluta de defunciones. Rango: rango de distancia en cada categoría; m: metros. El índice indica la relación F.A/Rango y se lee como muertes por cada metro de distancia. Los casilleros vacíos no contienen información por falta de neoplasias malignas en esas distancias.

Teniendo en cuenta únicamente las LAT, la frecuencia absoluta de defunciones se mantuvo similar hasta los 349,9 metros ( $p \geq 0,089$ ). Entre los 350 y los 599,9 metros no se registraron muertes. A una distancia igual o mayor a 600 metros, la mortalidad no varió significativamente respecto a la categoría de menor distancia ( $p = 0,053$ ).

De esta manera, no se observó un patrón definido de los decesos por leucemia en la población menor de 15 años en función de la distancia a las LAT.



---

*Capítulo V.*

*Neoplasias malignas de testículo en jóvenes y  
distancia a las LMT-LAT*

---

En el año 2012 se registraron en la provincia de Buenos Aires 242 decesos ocasionados por neoplasias malignas en hombres de 15 a 39 años. El 15,7% de los mismos correspondió a neoplasia maligna de testículo (38/242) (ver Capítulo II, Tabla 3). El 73,7% de estas defunciones pudo ser georreferenciado (28/38 casos).

## **D**istancia a las líneas de media y alta tensión

---

En la Tabla 1 se observa la distancia promedio, mínima y máxima desde los domicilios de residencia a las LMT-LAT y el tipo de línea interceptada según su tensión (kV).

Sólo 8 de 28 defunciones georreferenciadas se ubicaron a menos de 50 metros desde LMT de 13,2 kV y LAT de 66 y 132 kV. No se registraron decesos a menos de 50 metros desde líneas de 200 ó 500 kV (Tabla 1). Los domicilios más cercanos a las líneas eléctricas se localizaron en Capitán Sarmiento, José C. Paz, Moreno, Quilmes, Florencio Varela, La Plata, Saladillo y General Pueyrredón (Figura 1).

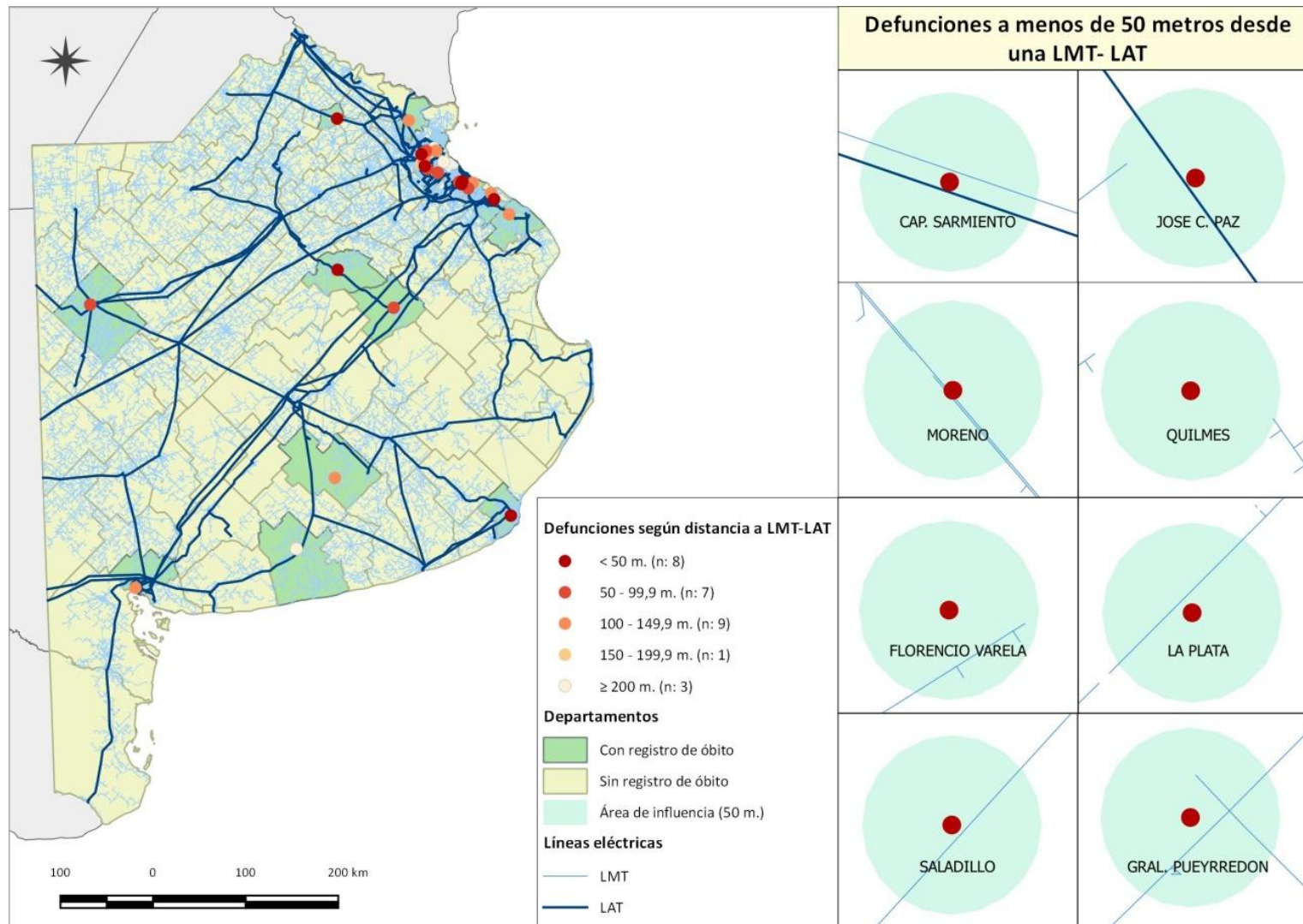
La frecuencia absoluta de defunciones no varió significativamente hasta los 149,9 metros de distancia a las LMT-LAT ( $p \geq 0,388$ , Figura 2). A partir de los 150 metros en adelante la frecuencia varió entre 2 y ninguna defunción, siendo significativamente menor a la mortalidad hallada a menos de 150 metros de distancia ( $p \leq 0,02$ ) (Tabla 1).

**Tabla 1. Distancia del domicilio de residencia a las LMT-LAT más cercanas e identificación del tipo de línea según tensión.**

Categorías de distancia (m)	F.A	D.p	D.E	D.m	D.mx	Tensión (kV)	Valor-p
< 50	8	14,92	15,81	1,97	48,44	13,2/66/132	-
50-99,9	7	79,33	14,32	54,82	94,11	13,2/132	0,388
100-149,9	9	127,32	9,11	118,80	141,18	13,2/33/220	0,392
150-199,9	1	-	-	165,72	-	13,2	<b>0,006</b>
200-249,9	0	-	-	-	-	-	<b>0,001</b>
250-299,9	2	292,92	6,05	288,64	297,2	13,2	<b>0,020</b>
300-349,9	0	-	-	-	-	-	<b>0,001</b>
350-399,9	0	-	-	-	-	-	<b>0,001</b>
400-449,9	0	-	-	-	-	-	<b>0,001</b>
450-499,9	0	-	-	-	-	-	<b>0,001</b>
500-549,9	0	-	-	-	-	-	<b>0,001</b>
550-599,9	0	-	-	-	-	-	<b>0,001</b>
≥ 600	1	-	-	1.017,06	-	13,2	<b>0,006</b>

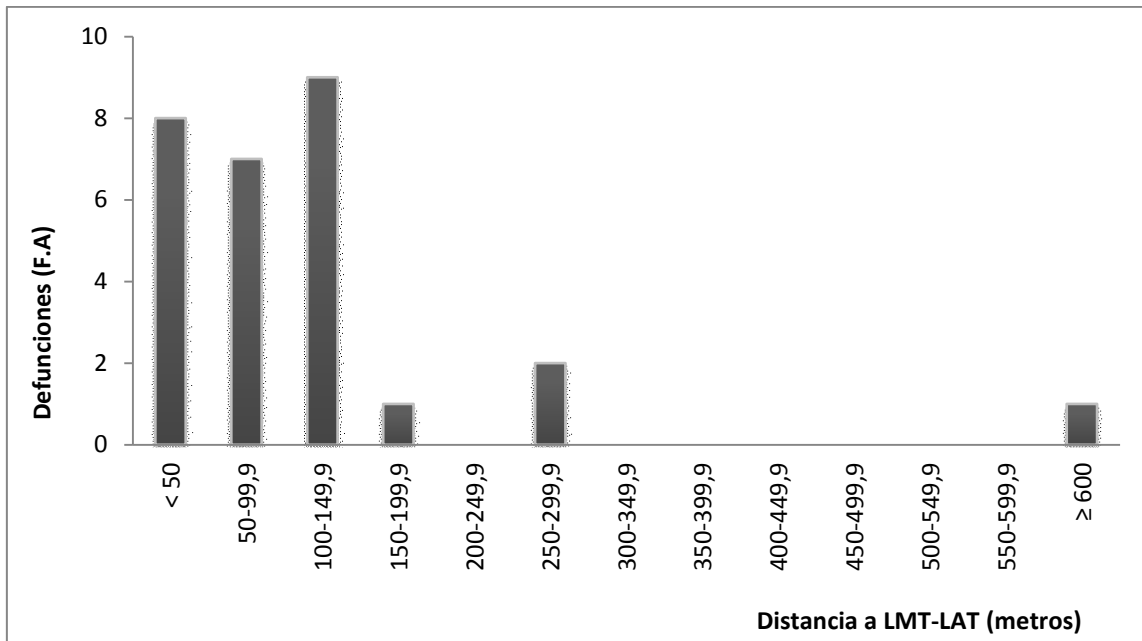
Referencias: F.A: frecuencia absoluta de defunciones; D.p: distancia promedio hasta una LMT-LAT; D.E: desvío estándar; D.m: distancia mínima; D.mx: distancia máxima; m: metros; kV: kilovoltios. Los casilleros vacíos no contienen información por falta de neoplasias malignas en esas distancias. La última columna muestra el valor-p de la comparación de la F.A de defunciones de la categoría de menor distancia respecto a las categorías crecientes. Un valor-p < 0,05 indica una diferencia estadísticamente significativa.

Figura 1. Geo-posición de los domicilios de residencia de la población masculina de 15 a 39 años fallecida por neoplasias malignas de testículo, haciendo énfasis en aquellos ubicados a menos de 50 metros desde una LMT-LAT.



Nota: escala de la provincia de Buenos Aires 1:6800000, escala de los partidos seleccionados 1:3500. Los intervalos de distancia a las LMT-LAT se realizaron mediante el método de Cuantiles.

Figura 2. Frecuencia absoluta (F.A) de las defunciones por neoplasia maligna de testículo en hombres de 15 a 39 años en función de la distancia a las LMT-LAT (en metros).



Al relacionar el número de defunciones con el rango de distancia en cada categoría se estimó un índice que mostró que las muertes se encontraron más concentradas en dos zonas: a menos de 50 metros y a 100-149,9 metros desde las LMT-LAT. A 200-249,9 metros no se registraron muertes; luego se registraron 2 y nuevamente no se observaron más defunciones entre los 300 y 599,9 metros de distancia. El valor más disperso se detectó a partir de los 600 metros (Tabla 2).

**Tabla 2. Relación defunciones/distancia para cada categoría de distancia desde las LMT-LAT.**

Categoría de distancia (m)	F.A	Rango (m)	Índice
< 50	8	50	0,16
50-99,9	7	50	0,14
100-149,9	9	50	0,18
150-199,9	1	50	0,02
200-249,9	0	50	-
250-299,9	2	50	0,04
300-349,9	0	50	-
350-399,9	0	50	-
400-449,9	0	50	-
450-499,9	0	50	-
500-549,9	0	50	-
550-599,9	0	50	-
≥ 600	1	417,1	0,002

Referencias: F.A: frecuencia absoluta de defunciones. Rango: rango de distancia en cada categoría; m: metros. El índice indica la relación F.A/Rango y se lee como muertes por cada metro de distancia. Los casilleros vacíos no contienen información por falta de neoplasias malignas en esas distancias.

Teniendo en cuenta únicamente las LAT la frecuencia absoluta de defunciones se mantuvo similar hasta los 349,9 metros ( $p \geq 0,097$ ). Desde los 350 a 599,9 metros no se registraron muertes. A una distancia igual o mayor a 600 metros las defunciones aumentaron significativamente con respecto a la categoría de menor distancia ( $p=0,009$ ); sin embargo, se ubicaron más dispersas entre sí.

Teniendo en cuenta lo expuesto, se observa que la distancia a las LAT no permitió distinguir un patrón definido de los decesos por neoplasias malignas de testículo en hombres de 15 a 39 años.

---

*Capítulo VI.*

*Neoplasias malignas de mama en la población  
femenina y distancia a las LMT-LAT*

---

## Defunciones en mujeres de 15 a 39 años

---

El informe anual de la DEIS del 2012 refiere que en Argentina se registraron 197 defunciones por neoplasias malignas mamarias en la población de mujeres jóvenes.<sup>1</sup> El 27,4% de ellas se produjo en la provincia de Buenos Aires (54/197).

A nivel provincial fueron 293 los decesos por neoplasias malignas en mujeres de este grupo etario. El 18,4% de los mismos correspondió a neoplasias malignas de mama (54/293) (ver Capítulo II, Tabla 3). El 81,5% de estas defunciones pudo ser georreferenciado (44/54 casos).

### *Distancia a las líneas de media y alta tensión*

En la Tabla 1 se observa la distancia promedio, mínima y máxima desde los domicilios de residencia a las LMT-LAT y el tipo de línea interceptada según su tensión (kV). Fueron 17 de 44 defunciones georreferenciadas las que se ubicaron a menos de 50 metros desde LMT de 13,2 kV y 33 kV. Los domicilios de residencia más cercanos a las líneas eléctricas se localizaron en los partidos de San Nicolás de los Arroyos, San Antonio de Areco, Campana, Pilar, Ituzaingó, Merlo, La Matanza (con 2 registros), Esteban Echeverría, Almirante Brown, Ezeiza, Quilmes, Berazategui, San Vicente, General Paz, General Pueyrredón y Bahía Blanca (Figura 1).

La frecuencia absoluta de decesos fue significativamente mayor a menos de 50 metros de distancia (17 defunciones) en relación a las categorías de distancia creciente ( $p \leq 0,035$ ). Entre los 50 y 149,9 metros de distancia el número de defunciones no varió

---

<sup>1</sup> Extraído de la Dirección de Estadísticas e Información de Salud (DEIS) – Ministerio de Salud – Presidencia de la Nación. Año 2012. Serie 5- N° 56. Tabla 25B. Disponible en: <http://www.deis.msal.gov.ar/wp-content/uploads/2016/01/Serie5Nro56.pdf> (acceso 27/12/2016).



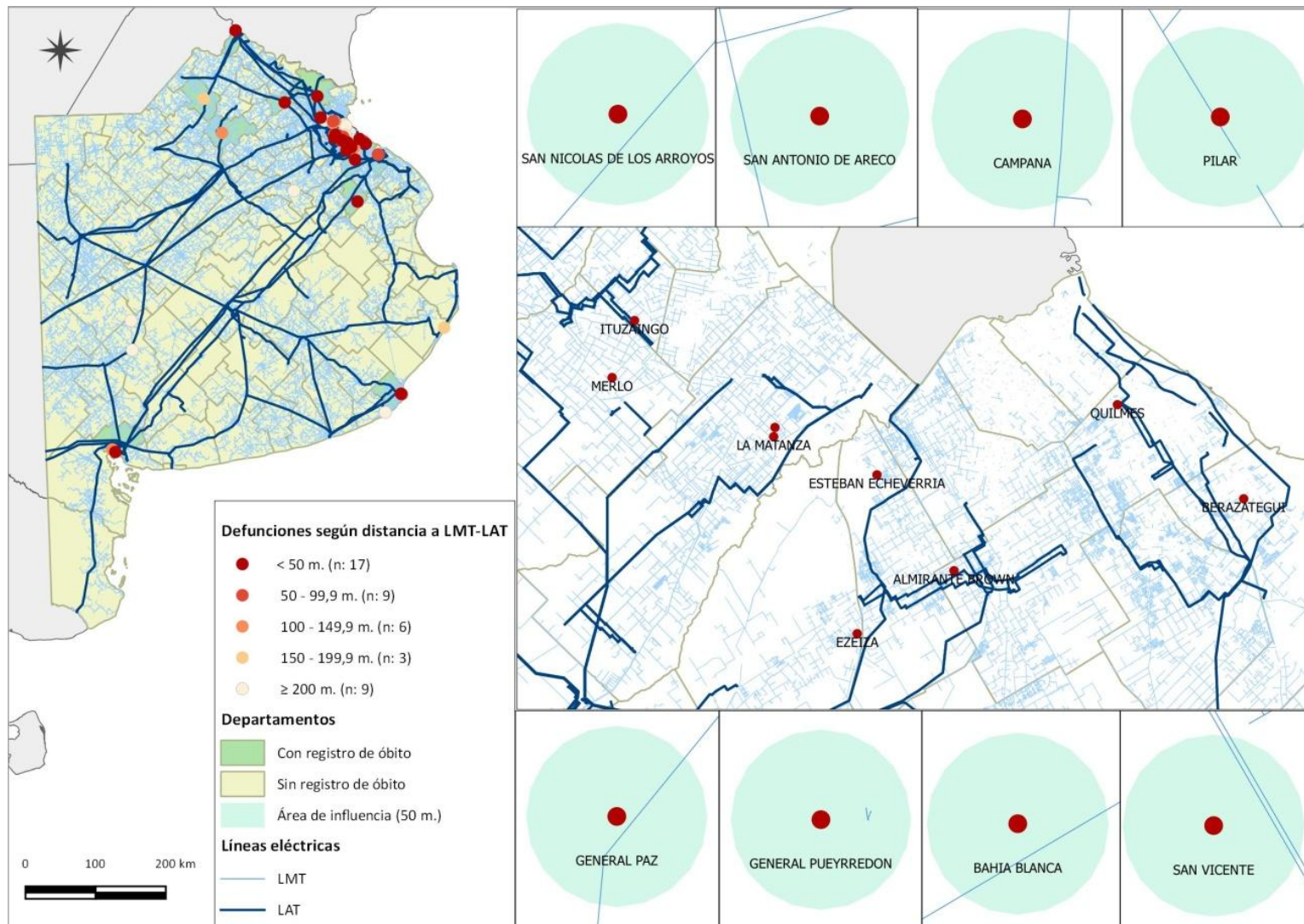
significativamente ( $p = 0,201$ ). Las defunciones registradas a 50-99,9 metros fueron más frecuentes que aquellas situadas a partir de los 150 metros en adelante ( $p \leq 0,032$ ). Desde los 100 hasta los 299,9 metros no se observaron diferencias significativas ( $p \geq 0,081$ ). A partir de los 300 metros la mortalidad disminuyó ( $p \leq 0,027$ ). A los 400 y a partir de los 500 metros de distancia no se observaron más defunciones (Tabla 1, Figura 2).

**Tabla 1. Distancia del domicilio de residencia a las LMT-LAT más cercanas e identificación del tipo de línea según tensión.**

Categorías de distancia (m)	F.A	D.p	D.E	D.m	D.mx	Tensión (kV)	Valor-p
< 50	17	23,52	14,75	2,62	49,66	13,2/33	-
50-99,9	9	74,22	16,41	52,26	91,07	13,2	<b>0,035</b>
100-149,9	6	118,96	16,39	101,29	142,35	13,2/132	<b>0,004</b>
150-199,9	3	169,16	7,77	161,30	176,84	13,2	<b>0,0002</b>
200-249,9	2	224,03	9,78	217,11	230,95	13,2	<b>0,00005</b>
250-299,9	4	282,73	10,81	272,69	294,82	13,2	<b>0,0006</b>
300-349,9	1	-	-	302,77	-	13,2	<b>0,000003</b>
350-399,9	1	-	-	389,42	-	13,2	<b>0,000003</b>
400-449,9	0	-	-	-	-	-	<b>0,000003</b>
450-499,9	1	-	-	495,86	-	13,2	<b>0,000003</b>
500-549,9	0	-	-	-	-	-	<b>0,000003</b>
550-599,9	0	-	-	-	-	-	<b>0,000003</b>
$\geq 600$	0	-	-	-	-	-	<b>0,000003</b>

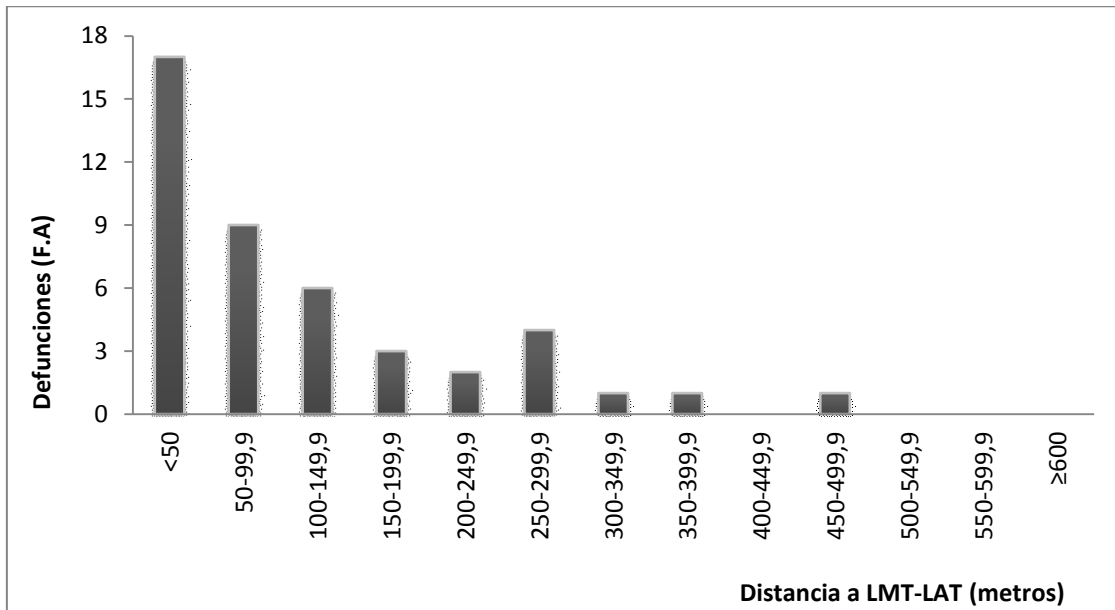
Referencias: F.A: frecuencia absoluta de defunciones; D.p: distancia promedio hasta una LMT-LAT; D.E: desvío estándar; D.m: distancia mínima; D.mx: distancia máxima; m: metros; kV: kilovoltios. Los casilleros vacíos no contienen información por falta de neoplasias malignas en esas distancias. La última columna muestra el valor-p de la comparación de la F.A de defunciones de la categoría de menor distancia respecto a las categorías crecientes. Un valor-p < 0,05 indica una diferencia estadísticamente significativa.

Figura 1. Geo-posición de los domicilios de residencia de la población femenina de 15 a 39 años fallecida por neoplasias malignas de mama, haciendo énfasis en aquellos ubicados a menos de 50 metros desde una LMT-LAT.



Nota: escala de la provincia de Buenos Aires 1:9000000, escala de los partidos seleccionados 1:3500, escala del recuadro más amplio 1:450000. Los intervalos de distancia a las LMT-LAT se realizaron mediante el método de Cuantiles.

Figura 2. Frecuencia absoluta (F.A) de las defunciones por neoplasia maligna de mama en mujeres de 15 a 39 años en función de la distancia a las LMT-LAT (en metros).



Al relacionar el número de defunciones con el rango de distancia en cada categoría se obtuvo un índice que evidenció una mortalidad más concentrada a menos de 50 metros desde las LMT-LAT en comparación con las restantes categorías. Este índice disminuyó con la distancia hasta los 249,9 metros, posteriormente se elevó y volvió a decrecer, para estabilizarse entre los 300 y 399,9 metros. A los 400-449,9 metros no se registraron defunciones, luego el índice mostró el mismo valor que a los 300-399,9 metros. Finalmente, no se registraron más decesos a partir de los 500 metros de distancia (Tabla 2). Así, no se evidenció un patrón de mortalidad por neoplasias malignas de mama en mujeres de 15 a 39 años en función de la distancia a las LMT-LAT.

**Tabla 2. Relación defunciones/distancia para cada categoría de distancia desde las LMT-LAT.**

Categoría de distancia (m)	F.A	Rango (m)	Índice
< 50	17	50	0,34
50-99,9	9	50	0,18
100-149,9	6	50	0,12
150-199,9	3	50	0,06
200-249,9	2	50	0,04
250-299,9	4	50	0,08
300-349,9	1	50	0,02
350-399,9	1	50	0,02
400-449,9	0	50	-
450-499,9	1	50	0,02
500-549,9	0	50	-
550-599,9	0	50	-
≥ 600	0	-	-

Referencias: F.A: frecuencia absoluta de defunciones. Rango: rango de distancia en cada categoría; m: metros. El índice indica la relación F.A/Rango y se lee como muertes por cada metro de distancia. Los casilleros vacíos no contienen información por falta de neoplasias malignas en esas distancias.

Teniendo en cuenta únicamente las LAT la frecuencia absoluta de defunciones se mantuvo similar hasta los 549,9 metros de distancia ( $p \geq 0,055$ ). A distancias de 400-449,9 y 550-599,9 metros no se registraron muertes por este tipo de neoplasia maligna. A partir de los 600 metros los decesos aumentaron significativamente ( $p=0,0002$ ); no obstante, se ubicaron más dispersos entre sí. En consecuencia, tampoco se observó un patrón definido de los decesos ocasionados por esta patología en función de la distancia a las LAT.

## Defunciones en mujeres de 40 a 64 años

---

En el 2012 en Argentina se registraron 2.187 defunciones por neoplasias malignas de mama en la población de mujeres adultas.<sup>I</sup> El 32,5% de éstas se localizó en la provincia de Buenos Aires (711/2.187).

Ese mismo año fueron 2.926 los decesos provinciales por neoplasias malignas en mujeres de este grupo etario. El 24,3% de los mismos correspondió a neoplasias malignas de mama (711/2.926) (ver Capítulo II). El 80,5% de estas defunciones pudo ser georreferenciado (572/711 casos).

### *Distancia a las líneas de media y alta tensión*

En la Tabla 3 se observa la distancia promedio, mínima y máxima desde los domicilios de residencia a las LMT-LAT y el tipo de línea interceptada según su tensión (kV). Fueron 151 de 572 defunciones georreferenciadas las que se localizaron a menos de 50 metros desde LMT de 13,2 y 33 kV y LAT de 132 kV. Ningún domicilio de residencia fue interceptado en las cercanías de tramos eléctricos de 200 ó 500 kV. En la Figura 3 se indican los decesos según la distancia a las líneas eléctricas.

La frecuencia absoluta de defunciones fue significativamente mayor a menos de 50 metros de distancia (151 defunciones), respecto a las categorías de distancia creciente ( $p \leq 0,009$ ) (Tabla 3, Figura 4). Se observó una disminución del número de defunciones a medida que aumentó la distancia a las líneas eléctricas. Sólo entre los 350 y 499,9 metros la frecuencia se mantuvo sin variaciones significativas ( $p \geq 0,305$ ), así como

---

<sup>I</sup> Extraído de la Dirección de Estadísticas e Información de Salud (DEIS) – Ministerio de Salud – Presidencia de la Nación. Año 2012. Serie 5- N° 56. Tabla 25B. Disponible en: <http://www.deis.msal.gov.ar/wp-content/uploads/2016/01/Serie5Nro56.pdf> (acceso 27/12/2016).

entre los 550 y 599,9 metros ( $p = 0,367$ ). A partir de los 600 metros de distancia el número de decesos se elevó; no obstante, fue significativamente menor que el registrado a menos de 50 metros desde las LMT-LAT ( $p = 1,03E^{-24}$ ).

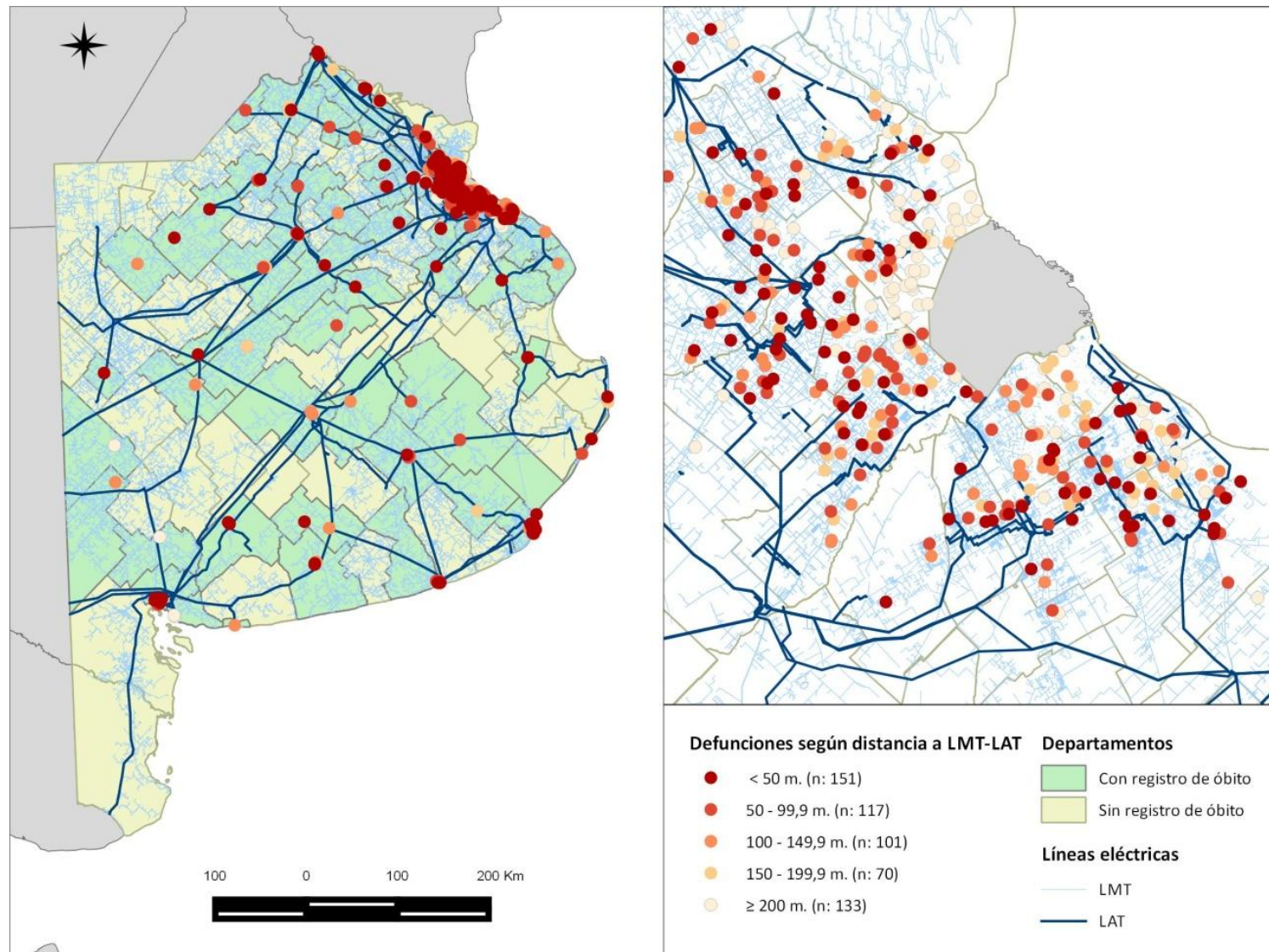
**Tabla 3. Distancia del domicilio de residencia a las LMT-LAT más cercanas e identificación del tipo de línea según tensión.**

Categorías de distancia (m)	F.A	D.p	D.E	D.m	D.mx	Tensión (kV)	Valor-p
< 50	151	18,08	14,37	0,02	49,61	13,2/33/132	-
50-99,9	117	75,09	14,05	50,05	99,85	13,2/33/132/220	<b>0,009</b>
100-149,9	101	122,12	15,24	100,14	149,97	13,2/33/66/132	<b>0,00017</b>
150-199,9	70	168,15	12,23	150,32	199,66	13,2/33/66/132	<b>3,9E<sup>-10</sup></b>
200-249,9	35	223,03	15,12	201,41	247,74	13,2	<b>3,1E<sup>-22</sup></b>
250-299,9	30	274,01	13,94	250,65	299,39	13,2/33	<b>1,0E<sup>-24</sup></b>
300-349,9	10	321,86	15,00	301,86	345,93	13,2	<b>1,6E<sup>-37</sup></b>
350-399,9	6	372,63	14,55	351,84	386,30	13,2	<b>8,6E<sup>-41</sup></b>
400-449,9	8	425,08	12,45	402,23	442,12	13,2	<b>4,0E<sup>-39</sup></b>
450-499,9	7	470,98	12,04	451,83	485,59	13,2	<b>5,9E<sup>-40</sup></b>
500-549,9	3	520,79	20,28	502,37	542,52	13,2	<b>1,9E<sup>-43</sup></b>
550-599,9	4	578,33	14,70	567,16	599,57	13,2	<b>1,5E<sup>-42</sup></b>
≥ 600	30	1.209,08	612,62	678,66	3.384,79	13,2	<b>1,0E<sup>-24</sup></b>

Referencias: F.A: frecuencia absoluta de defunciones; D.p: distancia promedio hasta una LMT-LAT; D.E: desvío estándar; D.m: distancia mínima; D.mx: distancia máxima; m: metros; kV: kilovoltios. La última columna muestra el valor-p de la comparación de la F.A de defunciones de la categoría de menor distancia respecto a las categorías crecientes. Un valor-p < 0,05 indica una diferencia estadísticamente significativa.

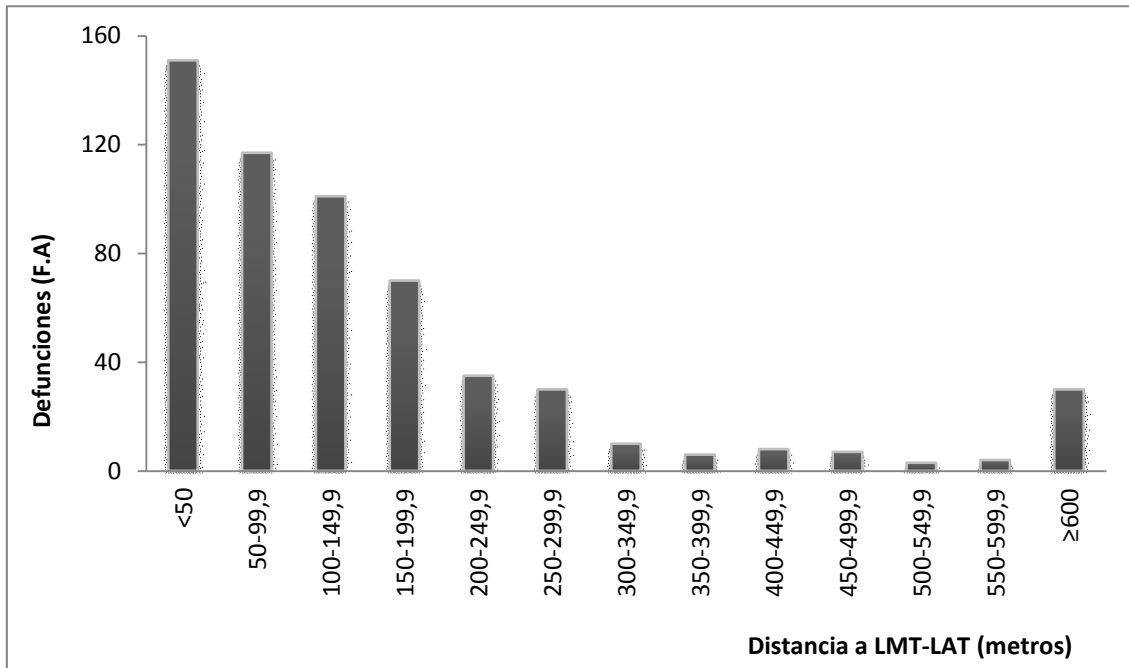


Figura 3. Geo-posición de los domicilios de residencia de mujeres de 40 a 64 años fallecidas por neoplasias malignas de mama según la distancia a las LMT-LAT.



Nota: escala del mapa de la provincia de Buenos Aires 1:7000000, escala del conurbano 1:700000. Los intervalos de distancia a las LMT-LAT se realizaron mediante el método de Cuantiles.

Figura 4. Frecuencia absoluta (F.A) de las defunciones por neoplasia maligna de mama en mujeres de 40 a 64 años en función de la distancia a las LMT-LAT (en metros).



Al relacionar el número de defunciones con el rango de distancia en cada categoría se obtuvo un índice que disminuyó con la distancia a las LMT-LAT. Esto reflejó una mayor concentración de los decesos a menos de 50 metros desde las líneas eléctricas y un aumento de la dispersión de los mismos a medida que se alejaron de las LMT-LAT. Sólo se presentaron dos momentos de oscilación: a los 400-499,9 metros y los 550-599,9 metros de distancia (Tabla 4).

Este comportamiento se vio corroborado al evaluar el número de defunciones por  $\text{Km}^2$ : se registraron 0,24 muertes/ $\text{Km}^2$  en las cercanías de las líneas y 0,0001 muertes/ $\text{Km}^2$  a 600 o más metros de distancia.



**Tabla 4. Relación defunciones/distancia para cada categoría de distancia desde las LMT-LAT.**

Categoría de distancia (m)	F.A	Rango (m)	Índice
< 50	151	50	3,02
50-99,9	117	50	2,34
100-149,9	101	50	2,02
150-199,9	70	50	1,40
200-249,9	35	50	0,70
250-299,9	30	50	0,60
300-349,9	10	50	0,20
350-399,9	6	50	0,12
400-449,9	8	50	0,16
450-499,9	7	50	0,14
500-549,9	3	50	0,06
550-599,9	4	50	0,08
≥ 600	30	2.706,13	0,01

Referencias: F.A: frecuencia absoluta de defunciones. Rango: rango de distancia en cada categoría; m: metros. El índice indica la relación F.A/Rango y se lee como muertes por cada metro de distancia.

Teniendo en cuenta únicamente las LAT la frecuencia absoluta de defunciones fue mayor en las cercanías de las líneas (< 50 metros) en relación a distancias crecientes, incluidos los 599,9 metros ( $p \leq 0,014$ ). Alcanzados los 600 metros los decesos aumentaron significativamente ( $p < 0,00001$ ); sin embargo, se ubicaron más dispersos entre sí.

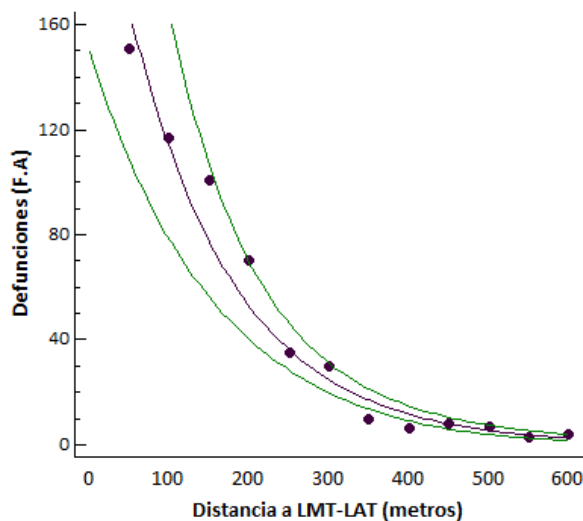
### *Distancia a LMT-LAT como factor de riesgo*

La relación entre la mortalidad por neoplasias malignas de mama en mujeres de 40 a 64 años y la distancia a las LMT-LAT, indicó un ajuste significativo en un modelo regresional de tipo exponencial ( $p < 0,00001$ ). Este modelo permitió predecir el aumento de estas defunciones a medida que disminuyó la distancia máxima a las líneas de media y alta tensión hasta los 599,99 metros inclusive ( $R = -0,972$ ;  $R^2 = 0,944$ ). La ecuación resultante fue:

$$y = \exp(5,48997 - 0,00761124 * x)$$

Siendo la variable y el número total de defunciones debidas a neoplasias malignas de mama en mujeres de 40 a 64 años, y la variable x la distancia máxima a las LMT-LAT por categoría (Figura 5).

Figura 5. Distancia a las LMT-LAT como predictor de mortalidad por neoplasias malignas de mama en mujeres de 40 a 64 años.



## Defunciones en mujeres mayores de 64 años

---

En el 2012 en Argentina se registraron 3.137 defunciones por neoplasias malignas de mama en mujeres mayores de 64 años.<sup>1</sup> El 37,3% de ellas se produjo en la provincia de Buenos Aires (1.171/3.137).

El mismo año fueron 6.452 los decesos provinciales por neoplasias malignas en mujeres de este grupo etario. El 18,1% de los mismos correspondió a neoplasias malignas de mama (1.171/6.452) (ver Capítulo II). El 81,9% de estas defunciones pudo ser georreferenciado (959/1.171 casos).

### *Distancia a las líneas de media y alta tensión*

En la Tabla 5 se observa la distancia promedio, mínima y máxima desde los domicilios de residencia a las LMT-LAT y el tipo de línea interceptada según su tensión (kV). Fueron 247 de 959 defunciones georreferenciadas las que se ubicaron a menos de 50 metros desde LMT de 13,2 y 33 kV y LAT de 132 y 220 kV. Ningún domicilio de residencia fue interceptado en las cercanías de tramos eléctricos de extra alta tensión (500 kV). En la Figura 6 se indican los decesos según la distancia a las LMT-LAT.

La frecuencia absoluta de defunciones fue significativamente mayor a menos de 50 metros de distancia (247 defunciones), respecto a las categorías de distancia creciente ( $p \leq 0,00001$ ) (Tabla 5, Figura 7). Se observó una disminución de la mortalidad a medida que aumentó la distancia a las líneas eléctricas. Sólo entre los 50 a 149,9 metros la frecuencia se mantuvo sin variaciones significativas ( $p = 0,48$ ), así como

---

<sup>1</sup> Extraído de la Dirección de Estadísticas e Información de Salud (DEIS) – Ministerio de Salud – Presidencia de la Nación. Año 2012. Serie 5- N° 56. Tabla 23B. Disponible en: <http://www.deis.msal.gov.ar/wp-content/uploads/2016/01/Serie5Nro56.pdf> (acceso 27/12/2016).

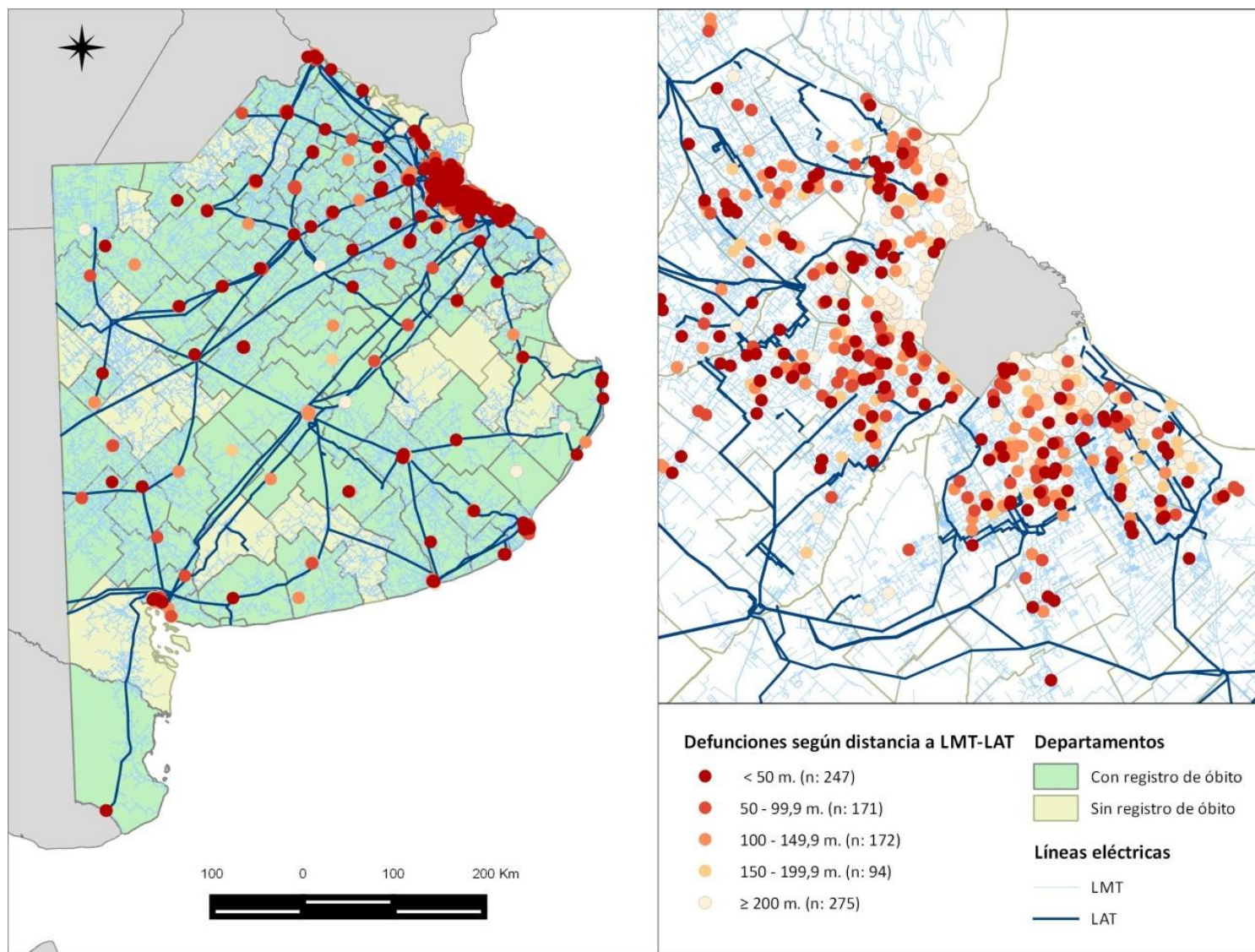
entre los 400 y 499,9 ( $p = 0,499$ ) y los 500 y 599,9 metros ( $p = 0,195$ ). A partir de los 600 metros de distancia el número de defunciones se elevó; no obstante, fue significativamente menor que el registrado a menos de 50 metros desde las LMT-LAT ( $p = 1,9E^{-29}$ ).

**Tabla 5. Distancia del domicilio de residencia a las LMT-LAT más cercanas e identificación del tipo de línea según tensión.**

Categorías de distancia (m)	F.A	D.p	D.E	D.m	D.mx	Tensión (kV)	Valor-p
< 50	247	17,79	14,32	0,25	49,88	13,2/33/132/220	-
50-99,9	171	76,52	14,63	50,01	99,85	13,2/33/132	<b>0,00001</b>
100-149,9	172	121,81	14,35	100,28	149,74	13,2/33	<b>0,00002</b>
150-199,9	94	173,64	13,18	150,09	198,98	13,2/33/132	<b>5,7E<sup>-21</sup></b>
200-249,9	66	218,49	13,30	200,17	249,43	6,6/13,2/33/132	<b>4,2E<sup>-31</sup></b>
250-299,9	45	271,07	15,31	251,35	298,86	13,2/33/132	<b>3,4E<sup>-41</sup></b>
300-349,9	33	319,64	14,39	300,54	349,85	13,2/33/132	<b>3,3E<sup>-48</sup></b>
350-399,9	22	378,29	13,94	350,98	396,50	13,2/132	<b>1,3E<sup>-55</sup></b>
400-449,9	14	427,91	15,28	401,38	447,80	13,2	<b>1,0E<sup>-61</sup></b>
450-499,9	14	476,09	15,10	451,16	499,17	13,2/33	<b>1,0E<sup>-61</sup></b>
500-549,9	4	521,08	7,12	511,29	528,10	13,2	<b>2,7E<sup>-70</sup></b>
550-599,9	7	574,41	17,77	554,97	595,80	13,2	<b>1,3E<sup>-67</sup></b>
≥ 600	70	1.219,76	544,9	606,81	2.711,50	13,2	<b>1,9E<sup>-29</sup></b>

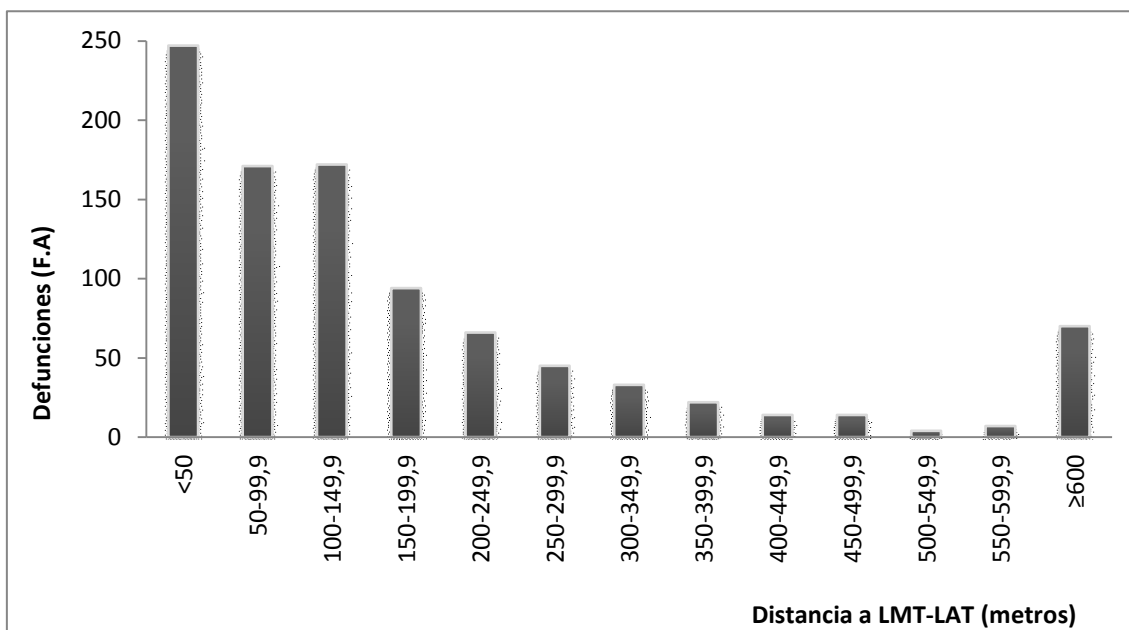
Referencias: F.A: frecuencia absoluta de defunciones; D.p: distancia promedio hasta una LMT-LAT; D.E: desvío estándar; D.m: distancia mínima; D.mx: distancia máxima; m: metros; kV: kilovoltios. La última columna muestra el valor-p de la comparación de la F.A de defunciones de la categoría de menor distancia respecto a las categorías crecientes. Un valor-p < 0,05 indica una diferencia estadísticamente significativa.

Figura 6. Geo-posición de los domicilios de residencia de mujeres mayores de 64 años fallecidas por neoplasias malignas de mama según la distancia a las LMT-LAT.



Nota: escala del mapa de la provincia de Buenos Aires 1:7000000, escala del conurbano 1:700000. Los intervalos de distancia a las LMT-LAT se realizaron mediante el método de Cuantiles.

Figura 7. Frecuencia absoluta (F.A) de defunciones por neoplasia maligna de mama en mujeres mayores de 64 años en función de la distancia a las LMT-LAT (en metros).



Al relacionar el número de defunciones con el rango de distancia en cada categoría se obtuvo un índice que disminuyó con la distancia a las LMT-LAT. Esto reflejó una mayor concentración de los decesos a menos de 50 metros desde las líneas eléctricas y un aumento de la dispersión de los mismos a medida que se alejaron de las LMT-LAT. Sólo se presentaron tres momentos sin variación: a los 100-149,9, a los 450-499,9 y a los 550-599,9 metros de distancia a las LMT-LAT (Tabla 6).

Este comportamiento se vio corroborado al analizar el número de defunciones por  $\text{Km}^2$ : se registraron 0,39 muertes/ $\text{Km}^2$  en el estrato más cercano a las líneas y 0,0003 muertes/ $\text{Km}^2$  a 600 o más metros de distancia.

**Tabla 6. Relación defunciones/distancia para cada categoría de distancia desde las LMT-LAT.**

Categorías de distancia (m)	F.A	Rango (m.)	Índice
< 50	247	50	4,94
50-99,9	171	50	3,42
100-149,9	172	50	3,44
150-199,9	94	50	1,88
200-249,9	66	50	1,32
250-299,9	45	50	0,90
300-349,9	33	50	0,66
350-399,9	22	50	0,44
400-449,9	14	50	0,28
450-499,9	14	50	0,28
500-549,9	4	50	0,08
550-599,9	7	50	0,14
≥ 600	70	2.104,69	0,03

Referencias: F.A: frecuencia absoluta de defunciones. Rango: rango de distancia en cada categoría; m: metros. El índice indica la relación F.A/Rango y se lee como muertes por cada metro de distancia.

Teniendo en cuenta solamente las LAT la frecuencia absoluta de defunciones fue mayor en las cercanías de las líneas (< 50 metros) en relación a distancias crecientes, incluidos los 599,9 metros ( $p \leq 0,012$ ). Alcanzados los 600 metros la frecuencia de decesos fue significativamente mayor que en la zona cercana a las LAT ( $p < 0,00001$ ); sin embargo, se ubicaron más dispersos entre sí.

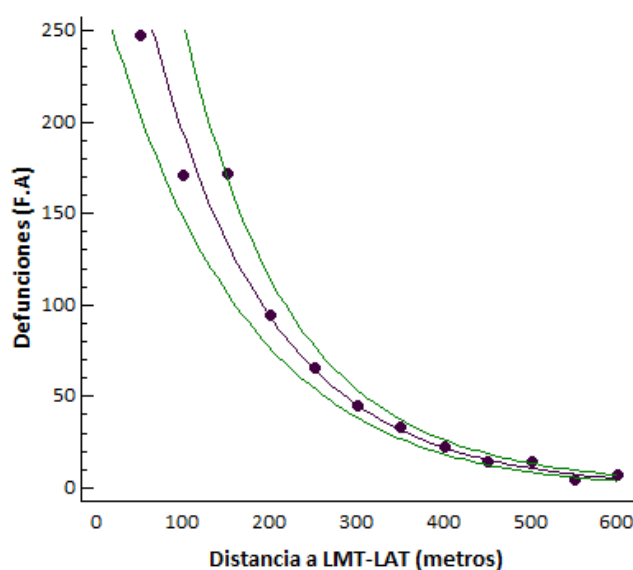
### *Distancia a LMT-LAT como factor de riesgo*

La relación entre la mortalidad por neoplasias malignas de mama en mujeres mayores de 64 años y la distancia a las LMT-LAT mostró un ajuste significativo en un modelo regresional de tipo exponencial ( $p < 0,00001$ ). La distancia máxima de cada categoría permitió predecir la variación de la mortalidad por estas neoplasias malignas hasta los 599,99 metros inclusive ( $R = -0,9832$ ;  $R^2 = 0,9667$ ). La ecuación del modelo fue:

$$y = \exp(5,98396 - 0,00725114 * x)$$

Siendo la variable  $y$  el número total de defunciones debidas a neoplasias malignas de mama en mujeres mayores de 64 años, y la variable  $x$  la distancia máxima a las LMT-LAT por categoría (Figura 8).

Figura 8. Distancia a las LMT-LAT como predictor de mortalidad por neoplasias malignas de mama en mujeres mayores de 64 años.





---

*Capítulo VII.*

*Neoplasias malignas broncopulmonares y distancia  
a las LMT-LAT*

---

## Defunciones en hombres y mujeres de 40 a 64 años

---

En el 2012 en Argentina se registraron 3.464 defunciones por neoplasias malignas broncopulmonares en la población de adultos.<sup>1</sup> El 36,4% de ellas ocurrió en la provincia de Buenos Aires (1.261/3.464).

El mismo año fueron 6.053 los decesos provinciales por neoplasias malignas en hombres y mujeres de este grupo etario. El 20,8% de los mismos correspondió a neoplasias malignas broncopulmonares (1.261/6.053) (ver Capítulo II, Tabla 5). El 78,3% de estas defunciones pudo ser georreferenciado (987/1.261 casos).

### *Distancia a las líneas de media y alta tensión*

En la Tabla 1 se observa la distancia promedio, mínima y máxima desde los domicilios de residencia a las LMT-LAT y el tipo de línea interceptada según su tensión (kV). Fueron 313 de 987 defunciones georreferenciadas las que se localizaron a menos de 50 metros desde LMT de 6,6, 13,2 y 33 kV y LAT de 132 kV (Tabla 1). Ningún domicilio de residencia fue interceptado en las cercanías de tramos eléctricos de 200 ó 500 kV.

En la Figura 1 se indican las defunciones según la distancia a las líneas eléctricas.

La frecuencia absoluta de decesos fue significativamente mayor en la zona más cercana a las LMT-LAT (< 50 metros), respecto a las restantes categorías de distancia ( $p \leq 1,7E^{-14}$ , Tabla 1, Figura 2).

Se observó una disminución del número de defunciones con el aumento de la distancia, exceptuando tres zonas en que se mantuvo similar o sin variaciones

---

<sup>1</sup> Extraído de la Dirección de Estadísticas e Información de Salud (DEIS) – Ministerio de Salud – Presidencia de la Nación. Año 2012. Serie 5- N° 56. Tabla 25. Disponible en: <http://www.deis.msal.gov.ar/wp-content/uploads/2016/01/Serie5Nro56.pdf> (acceso 27/12/2016).

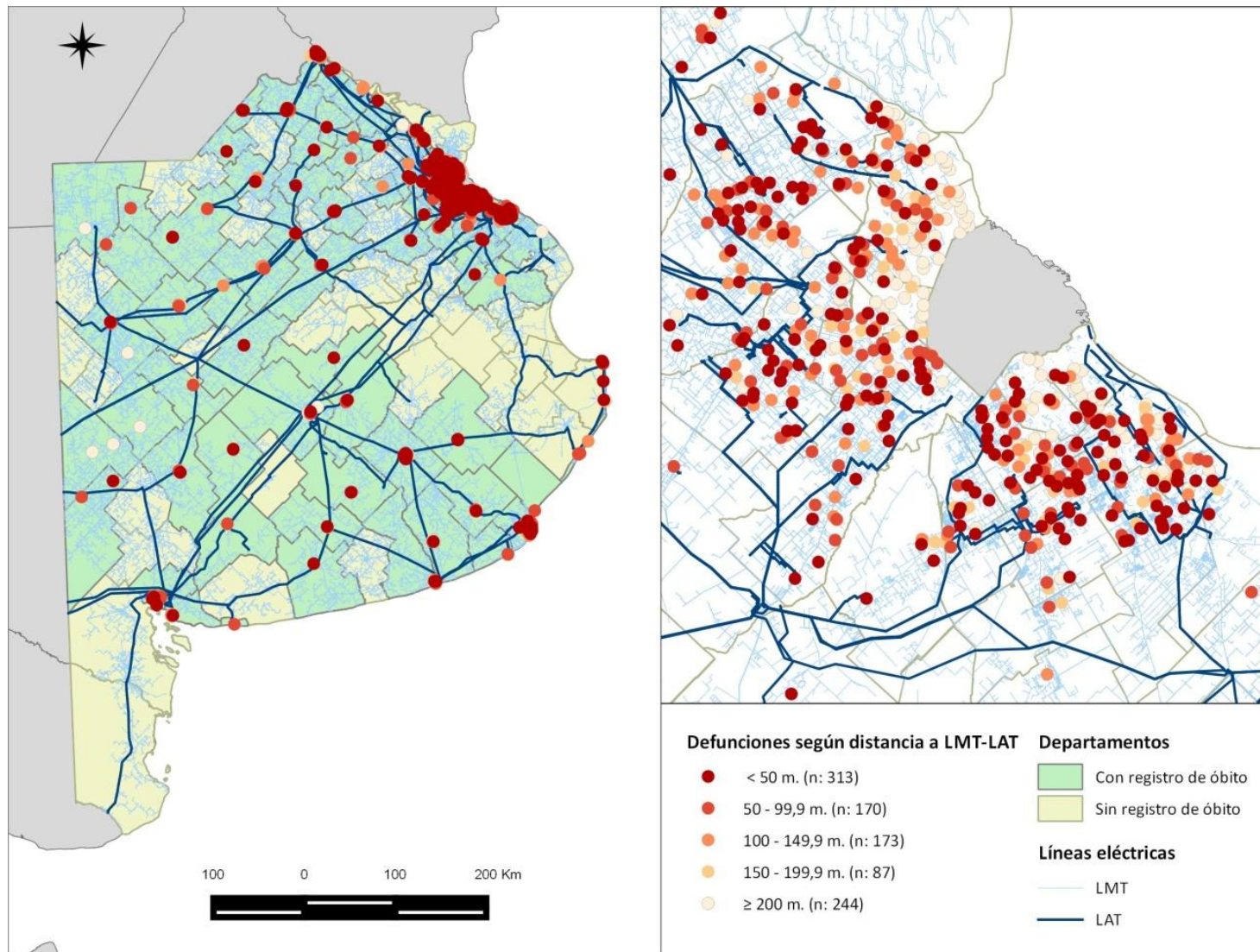
significativas: 50 a 149,9 metros ( $p = 0,432$ ), 300 a 499,9 metros ( $p \geq 0,09$ ) y 500 a 599,9 metros ( $p = 0,193$ ). A partir de los 600 metros de distancia las defunciones se elevaron; no obstante, fueron significativamente menores que aquellas registradas en las cercanías de las LMT-LAT ( $p = 3,3E^{-60}$ ).

**Tabla 1. Distancia del domicilio de residencia a las LMT-LAT más cercanas e identificación del tipo de línea según tensión.**

Categorías de distancia (m)	F.A	D.p	D.E	D.m	D.mx	Tensión (kV)	Valor-p
< 50	313	17,86	13,96	0,25	49,90	6,6/13,2/33/132	-
50-99,9	170	76,54	13,98	50,03	99,14	6,6/13,2/33/132	$1,7E^{-14}$
100-149,9	173	122,37	13,66	100,75	149,84	13,2/33/132/220	$6,5E^{-14}$
150-199,9	87	173,73	14,43	150,00	198,34	13,2/33/132	$6,0E^{-40}$
200-249,9	74	224,61	14,18	200,23	248,56	13,2/33/132	$4,7E^{-46}$
250-299,9	42	271,48	14,34	250,13	298,97	13,2	$7,5E^{-65}$
300-349,9	16	325,17	14,67	303,15	347,69	13,2/33	$2,0E^{-85}$
350-399,9	22	368,64	14,69	350,05	394,08	13,2/220	$3,8E^{-80}$
400-449,9	16	426,21	16,57	400,07	447,39	13,2/132	$2,0E^{-85}$
450-499,9	14	477,26	13,89	457,33	499,25	13,2	$3,0E^{-87}$
500-549,9	7	516,09	10,11	503,00	530,98	13,2	$5,1E^{-94}$
550-599,9	4	579,20	16,52	561,46	594,46	13,2	$4,3E^{-97}$
$\geq 600$	49	1.120,72	543,36	605,61	2.713,06	13,2/132	$3,3E^{-60}$

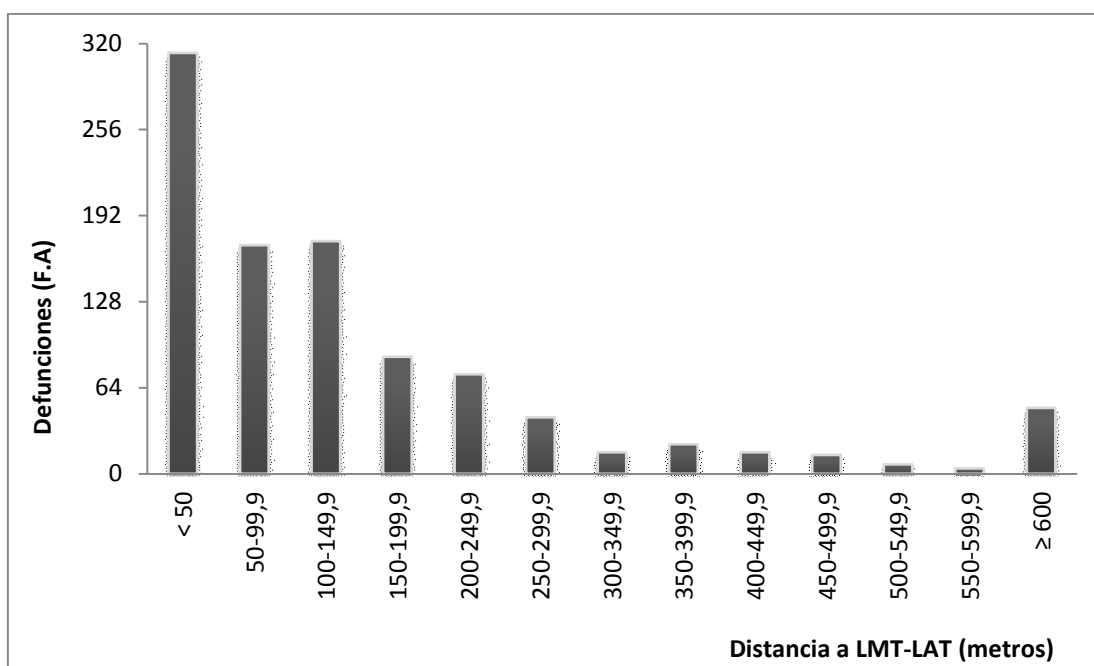
Referencias: F.A: frecuencia absoluta de defunciones; D.p: distancia promedio hasta una LMT-LAT; D.E: desvío estándar; D.m: distancia mínima; D.mx: distancia máxima; m: metros; kV: kilovoltios. La última columna muestra el valor-p de la comparación de la F.A de defunciones de la categoría de menor distancia respecto a las categorías crecientes. Un valor-p < 0,05 indica una diferencia estadísticamente significativa.

Figura 1. Geo-posición de los domicilios de residencia de hombres y mujeres de 40 a 64 años fallecidos por neoplasias malignas broncopulmonares según la distancia a las LMT-LAT.



Nota: escala del mapa de la provincia de Buenos Aires 1:7000000, escala del conurbano 1:700000. Los intervalos de distancia a las LMT-LAT se realizaron mediante el método de Cuantiles.

Figura 2. Frecuencia absoluta (F.A) de las defunciones por neoplasia maligna broncopulmonar en hombres y mujeres de 40 a 64 años en función de la distancia a las LMT-LAT (en metros).



Al relacionar el número de defunciones con el rango de distancia en cada categoría se obtuvo un índice que disminuyó con la distancia a las LMT-LAT. Esto reflejó una mayor concentración de los decesos a menos de 50 metros desde las líneas eléctricas y un aumento de la dispersión de los mismos a medida que se alejaron de las LMT-LAT. Sólo se presentaron dos momentos de oscilación: a 100-149,9 y 350-399,9 metros de distancia (Tabla 2).

Este comportamiento se vio corroborado al evaluar el número de defunciones por  $\text{Km}^2$ : se registraron 0,49 muertes/ $\text{Km}^2$  en las cercanías de las líneas y 0,0002 muertes/ $\text{Km}^2$  a 600 o más metros de distancia.

**Tabla 2. Relación defunciones/distancia para cada categoría de distancia desde las LMT-LAT.**

Categorías de distancia (m)	F.A	Rango (m.)	Índice
< 50	313	50	6,26
50-99,9	170	50	3,40
100-149,9	173	50	3,46
150-199,9	87	50	1,74
200-249,9	74	50	1,48
250-299,9	42	50	0,84
300-349,9	16	50	0,32
350-399,9	22	50	0,44
400-449,9	16	50	0,32
450-499,9	14	50	0,28
500-549,9	7	50	0,14
550-599,9	4	50	0,08
≥ 600	49	2.107,45	0,02

Referencias: F.A: frecuencia absoluta de defunciones. Rango: rango de distancia en cada categoría; m: metros. El índice indica la relación F.A/Rango y se lee como muertes por cada metro de distancia.

Considerando únicamente las LAT la frecuencia absoluta de decesos fue mayor en las cercanías de las líneas (< 50 metros) en relación a distancias crecientes, incluidos los 599,9 metros ( $p \leq 0,014$ ). Alcanzados los 600 metros la frecuencia fue significativamente mayor que en la zona más cercana a las LAT ( $p < 0,00001$ ), pero las defunciones se ubicaron más dispersas entre sí.

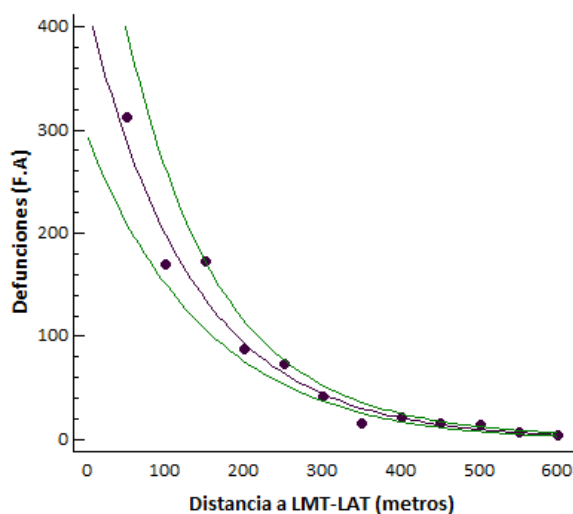
### *Distancia a LMT-LAT como factor de riesgo*

La relación entre la mortalidad por neoplasias malignas broncopulmonares en hombres y mujeres de 40 a 64 años y la distancia a las LMT-LAT indicó un ajuste significativo en un modelo de regresión exponencial hasta 599,99 metros de distancia ( $p < 0,00001$ ). La distancia máxima de cada categoría permitió predecir la frecuencia de las defunciones ocasionadas por estas neoplasias malignas ( $R = -0,9833$ ;  $R^2 = 0,9670$ ). La ecuación fue la siguiente:

$$y = \exp(6,03533 - 0,00750624 * x)$$

Siendo la variable  $y$  el número total de defunciones debidas a neoplasias malignas broncopulmonares en hombres y mujeres de 40 a 64 años, y la variable  $x$  la distancia máxima a las LMT-LAT por categoría (Figura 3).

Figura 3. Distancia a las LMT-LAT como predictor de mortalidad por neoplasias malignas broncopulmonares en hombres y mujeres de 40 a 64 años.



## Defunciones en hombres y mujeres mayores de 64 años

---

Según reportes de la DEIS del año 2012 se registraron 5.652 defunciones por neoplasias malignas broncopulmonares en la población de adultos mayores de 64 años en Argentina.<sup>1</sup> El 36,6% de ellas ocurrió en la provincia de Buenos Aires (2.067/5.652).

El mismo año fueron 13.937 los decesos provinciales por neoplasias malignas en hombres y mujeres de este grupo etario. El 14,8% de los mismos correspondió a neoplasias malignas broncopulmonares (2.067/13.937) (ver Capítulo II, Tabla 7). El 80,9% de estas defunciones pudo ser georreferenciado (1.672/2.067 casos).

### *Distancia a las líneas de media y alta tensión*

En la Tabla 3 se observa la distancia promedio, mínima y máxima desde los domicilios de residencia a las LMT-LAT y el tipo de línea interceptada según su tensión (kV). Fueron 422 de 1.672 defunciones georreferenciadas las que se ubicaron a menos de 50 metros desde LMT de 13,2 y 33 kV y LAT de 132 y 220 kV. Ningún domicilio de residencia fue interceptado en las cercanías de tramos eléctricos de extra alta tensión (500 kV). La Figura 4 indica los decesos según la distancia a las líneas eléctricas.

La frecuencia absoluta de defunciones fue significativamente mayor en la zona < 50 metros respecto a las restantes categorías de distancia ( $p \leq 0,000003$ , Tabla 1, Figura 5). Se observó una disminución en el número de los decesos a medida que aumentó la distancia a las líneas eléctricas. Sólo entre los 350 y 499,9 metros la frecuencia se mantuvo sin variaciones significativas ( $p \geq 0,108$ ). A partir de los 600 metros de

---

<sup>1</sup> Extraído de la Dirección de Estadísticas e Información de Salud (DEIS) – Ministerio de Salud – Presidencia de la Nación. Año 2012. Serie 5- N° 56. Tabla 23. Disponible en: <http://www.deis.msal.gov.ar/wp-content/uploads/2016/01/Serie5Nro56.pdf> (acceso 27/12/2016).



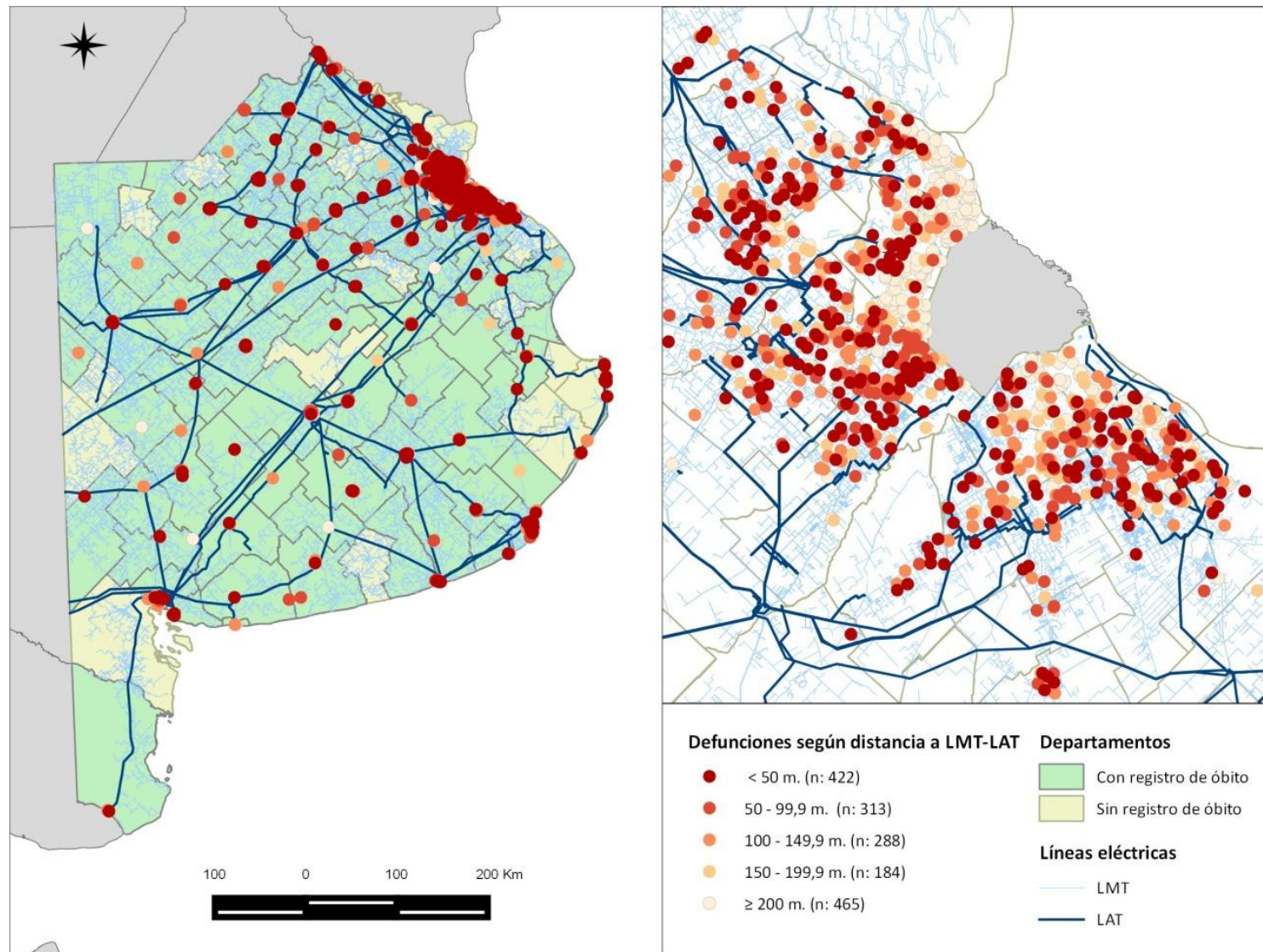
distancia las defunciones se elevaron; no obstante, fueron menores que aquellas registradas a menos de 50 metros desde una LMT-LAT ( $p = 9,1E^{-50}$ ).

**Tabla 3. Distancia del domicilio de residencia a la LMT-LAT más cercana e identificación del tipo de línea según tensión.**

Categorías de distancia (m)	F.A	D.p	D.E	D.m	D.mx	Tensión (kV)	Valor-p
< 50	422	18,38	14,31	0,01	49,83	13,2/33/132/220	-
50-99,9	313	77,97	13,42	50,35	99,96	6,6/13,2/33/132	<b>0,000003</b>
100-149,9	288	122,34	14,16	100,00	149,90	13,2/33/66/132/220	<b>6,4E<sup>-9</sup></b>
150-199,9	184	173,72	14,38	150,22	199,91	13,2/33/132	<b>9,1E<sup>-28</sup></b>
200-249,9	128	222,57	14,00	200,01	249,52	13,2/33/132	<b>2,0E<sup>-45</sup></b>
250-299,9	73	275,52	14,60	250,16	299,14	13,2	<b>8,7E<sup>-71</sup></b>
300-349,9	48	320,95	14,94	300,84	349,13	13,2	<b>5,5E<sup>-86</sup></b>
350-399,9	30	377,70	14,25	351,59	399,53	13,2/132	<b>8,5E<sup>-99</sup></b>
400-449,9	26	425,18	15,29	402,79	449,51	13,2/33/132	<b>6,9E<sup>-102</sup></b>
450-499,9	21	475,10	13,70	450,69	496,31	13,2	<b>6,9E<sup>-106</sup></b>
500-549,9	14	521,84	16,04	500,58	545,46	13,2	<b>9,3E<sup>-112</sup></b>
550-599,9	8	577,99	12,40	558,00	597,76	13,2	<b>4,7E<sup>-117</sup></b>
≥ 600	117	1.167,67	555,26	611,00	3.335,06	13,2	<b>9,1E<sup>-50</sup></b>

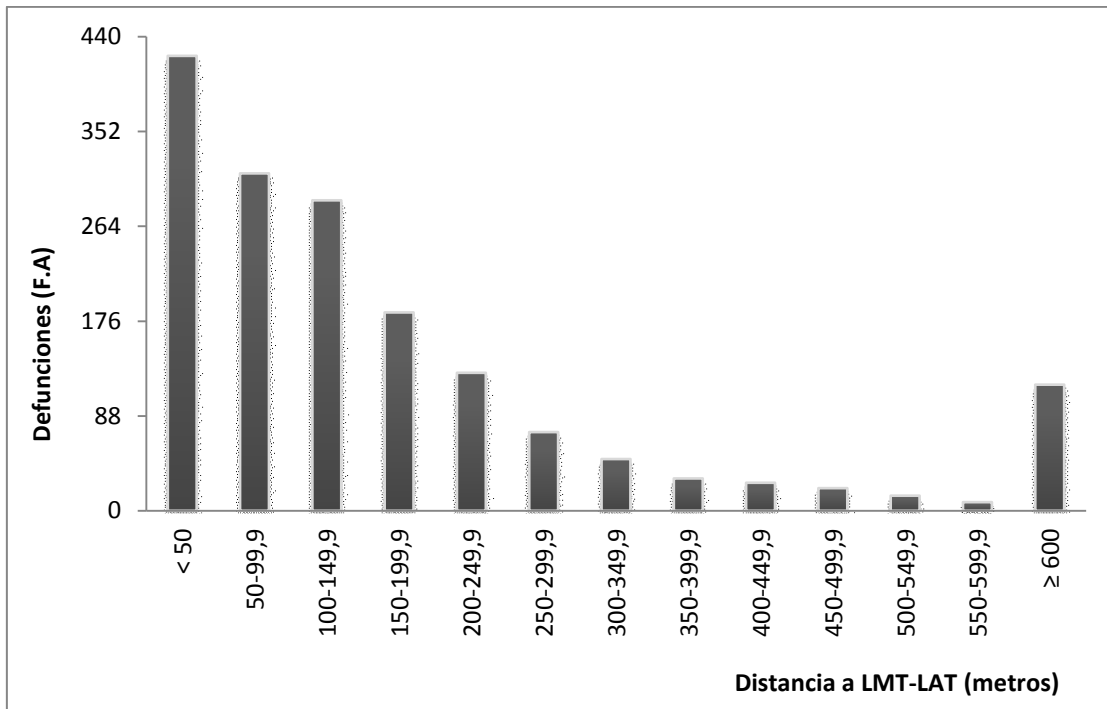
Referencias: F.A: frecuencia absoluta de defunciones; D.p: distancia promedio hasta una LMT-LAT; D.E: desvío estándar; D.m: distancia mínima; D.mx: distancia máxima; m: metros; kV: kilovoltios. La última columna muestra el valor-p de la comparación de la F.A de defunciones de la categoría de menor distancia respecto a las categorías crecientes. Un valor-p < 0,05 indica una diferencia estadísticamente significativa.

Figura 4. Geo-posición de los domicilios de residencia de hombres y mujeres mayores de 64 años fallecidos por neoplasias malignas broncopulmonares según la distancia a las LMT-LAT.



Nota: escala del mapa de la provincia de Buenos Aires 1:7000000, escala del conurbano 1:700000. Los intervalos de distancia a las LMT-LAT se realizaron mediante el método de Cuantiles.

Figura 5. Frecuencia absoluta (F.A) de las defunciones por neoplasia maligna broncopulmonar en hombres y mujeres mayores de 64 años en función de la distancia a las LMT-LAT (en metros).



Al relacionar el número de defunciones con el rango de distancia en cada categoría se obtuvo un índice que reflejó que las muertes estuvieron más concentradas a menos de 50 metros desde una línea eléctrica. Este índice disminuyó con la distancia, indicando defunciones ubicadas más dispersas en el espacio a medida que aumentó la distancia a las LMT-LAT (Tabla 4).

El comportamiento de este índice se vio corroborado al analizar el número de defunciones por Km<sup>2</sup>: se registraron 0,66 muertes/Km<sup>2</sup> en las cercanías de los tramos eléctricos y 0,0006 muertes/Km<sup>2</sup> a 600 o más metros de distancia.

**Tabla 4. Relación defunciones/distancia para cada categoría de distancia desde las LMT-LAT.**

Categorías de distancia (m)	F.A	Rango (m.)	Índice
< 50	422	50	8,44
50-99,9	313	50	6,26
100-149,9	288	50	5,76
150-199,9	184	50	3,68
200-249,9	128	50	2,56
250-299,9	73	50	1,46
300-349,9	48	50	0,96
350-399,9	30	50	0,60
400-449,9	26	50	0,52
450-499,9	21	50	0,42
500-549,9	14	50	0,28
550-599,9	8	50	0,16
≥ 600	117	2.724,06	0,04

Referencias: F.A: frecuencia absoluta de defunciones. Rango: rango de distancia en cada categoría; m: metros. El índice indica la relación F.A/Rango y se lee como muertes por cada metro de distancia.

Teniendo en cuenta únicamente las LAT la frecuencia absoluta de defunciones fue mayor en la zona de los 0-49 metros respecto a las categorías de distancia creciente, incluyendo los 599,9 metros ( $p \leq 0,002$ ). Alcanzados los 600 metros la frecuencia de decesos fue significativamente mayor que en la zona más cercana a las LAT ( $p < 0,00001$ ); sin embargo, se ubicaron más dispersos en el espacio.

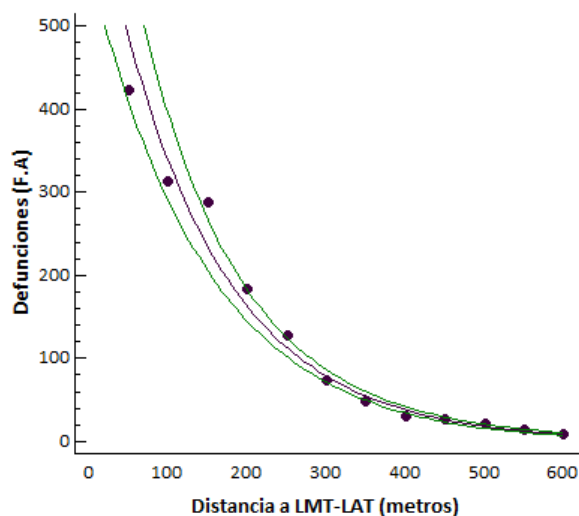
### *Distancia a LMT-LAT como factor de riesgo*

La relación entre la mortalidad por neoplasias malignas broncopulmonares en hombres y mujeres mayores de 64 años y la distancia a las LMT-LAT indicó un ajuste significativo ( $p < 0,00001$ ). La distancia máxima a estas líneas eléctricas permitió predecir las variaciones de las defunciones por esta patología a través de un modelo de regresión exponencial ( $R = -0,995$ ;  $R^2 = 0,989$ ). El ajuste fue significativo hasta 599,99 metros de distancia. La ecuación correspondiente se describe a continuación:

$$y = \exp(6,54971 - 0,00730569 * x)$$

Siendo la variable  $y$  el número total de defunciones debidas a neoplasias malignas broncopulmonares en hombres y mujeres mayores de 64 años, y la variable  $x$  la distancia máxima a las LMT-LAT por categoría (Figura 6).

Figura 6. Distancia a las LMT-LAT como predictor de mortalidad por neoplasias malignas broncopulmonares en hombres y mujeres mayores de 64 años.



---

*Capítulo VIII.*  
*Neoplasias malignas de colon y distancia a las*  
*LMT-LAT*

---

## Defunciones en hombres de 40 a 64 años

---

En Argentina se registraron 815 defunciones por neoplasias malignas de colon en la población de hombres adultos durante el año 2012.<sup>I</sup> El 34,5% de ellas se produjo en la provincia de Buenos Aires (281 /815).

El mismo año fueron 3.126 los decesos provinciales por neoplasias malignas en hombres de este grupo etario. El 9% de los mismos correspondió a neoplasias malignas de colon (281/3.126) (ver Capítulo II). El 75,1% de estas defunciones pudo ser georreferenciado (211/281 casos).

### *Distancia a las líneas de media y alta tensión*

En la Tabla 1 se observa la distancia promedio, mínima y máxima desde los domicilios de residencia a las LMT-LAT y el tipo de línea interceptada según su tensión (kV). Fueron 58 de 211 defunciones georreferenciadas las que se localizaron a menos de 50 metros desde LMT de 13,2 y 33 kV y LAT de 132 y 220 kV (Tabla 1). Ningún domicilio de residencia fue interceptado en las cercanías de tramos eléctricos de extra alta tensión (500 kV). La Figura 1 indica los decesos según la distancia a las LMT-LAT.

La frecuencia absoluta de defunciones no varió significativamente entre los 0 y 99,9 metros de distancia a una LMT-LAT ( $p = 0,156$ ). A partir de allí el número de decesos decreció significativamente en relación a los primeros 100 metros ( $p \leq 0,0003$ , Tabla 1). Entre los 150 y 299,9 metros la mortalidad no varió significativamente ( $p \geq 0,2969$ ). El número de defunciones continuó disminuyendo a medida que se incrementó la

---

<sup>I</sup> Extraído de la Dirección de Estadísticas e Información de Salud (DEIS) – Ministerio de Salud – Presidencia de la Nación. Año 2012. Serie 5- N° 56. Tabla 25A. Disponible en: <http://www.deis.msal.gov.ar/wp-content/uploads/2016/01/Serie5Nro56.pdf> (acceso 27/12/2016).

distancia a las líneas eléctricas, hasta que a los 550 metros comenzó a elevarse nuevamente, aunque dicho aumento fue significativamente menor respecto a la primera categoría ( $p \leq 5,3E^{-12}$ , Tabla 1, Figura 2).

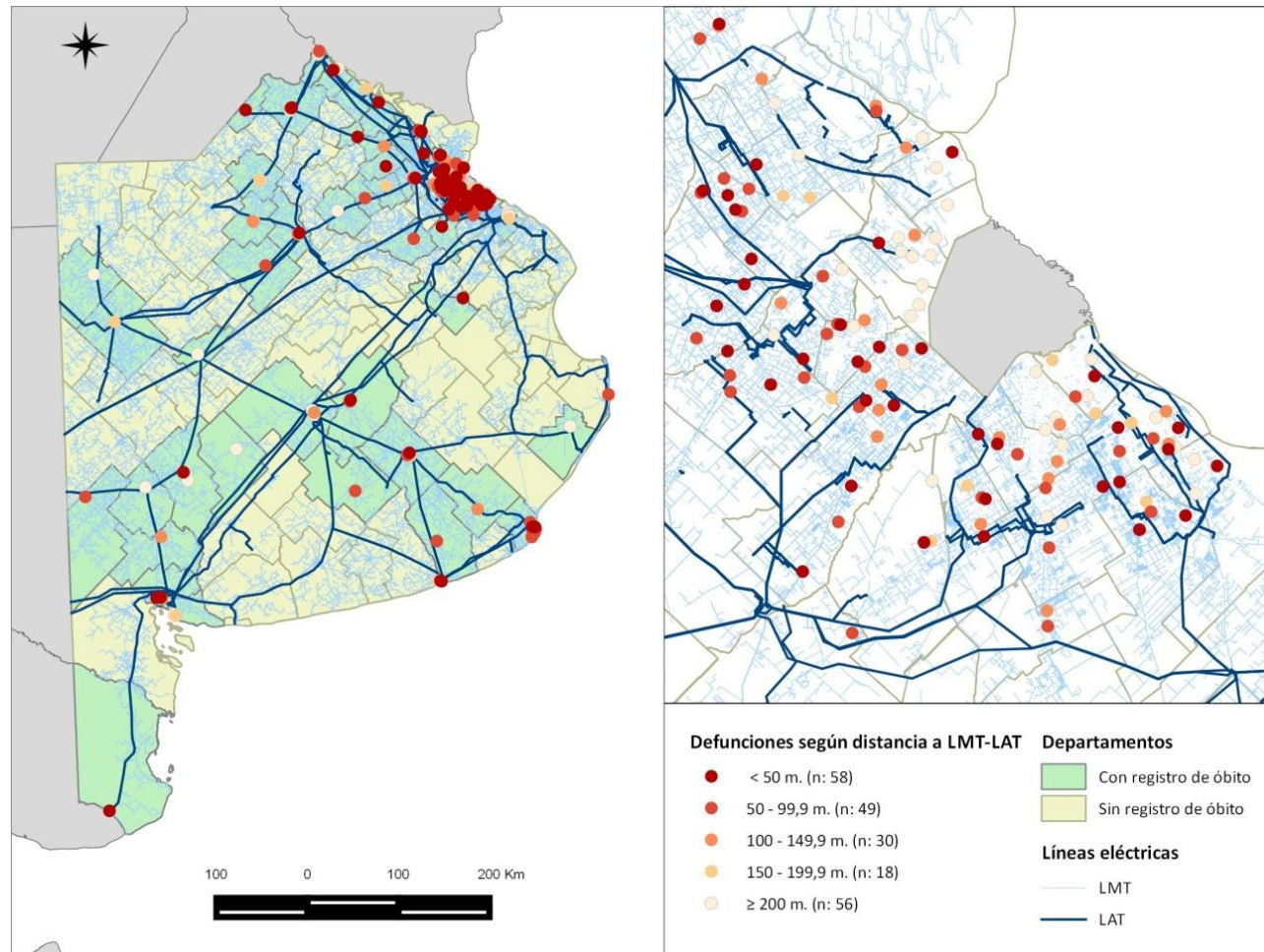
**Tabla 1. Distancia del domicilio de residencia a las LMT-LAT más cercanas e identificación del tipo de línea según tensión.**

Categorías de distancia (m)	F.A	D.p	D.E	D.m	D.mx	Tensión (kV)	Valor-p
< 50	58	18,18	14,62	0,71	49,25	13,2/33/132/220	-
50-99,9	49	77,08	14,03	50,40	98,77	13,2/33/132	0,156
100-149,9	30	121,55	11,54	103,20	140,95	13,2/33	<b>0,0003</b>
150-199,9	18	171,85	13,26	151,56	198,68	13,2	<b>0,0000001</b>
200-249,9	15	224,07	12,63	206,59	243,05	13,2/220	<b>6,5E<sup>-9</sup></b>
250-299,9	17	271,95	13,19	251,10	294,14	6,6/13,2/132	<b>4,5E<sup>-8</sup></b>
300-349,9	6	327,20	17,80	309,23	348,11	13,2	<b>6,1E<sup>-14</sup></b>
350-399,9	3	364,10	10,03	353,72	373,72	13,2	<b>3,3E<sup>-16</sup></b>
400-449,9	1	-	-	424,37	-	13,2	<b>6,1E<sup>-18</sup></b>
450-499,9	1	-	-	492,11	-	13,2	<b>6,1E<sup>-18</sup></b>
500-549,9	1	-	-	516,09	-	13,2	<b>6,1E<sup>-18</sup></b>
550-599,9	3	569,29	13,61	558,20	584,48	13,2	<b>3,3E<sup>-16</sup></b>
≥ 600	9	766,31	256,72	600,01	1.359,31	13,2/220	<b>5,3E<sup>-12</sup></b>

Referencias: F.A: frecuencia absoluta de defunciones; D.p: distancia promedio hasta una LMT-LAT; D.E: desvío estándar; D.m: distancia mínima; D.mx: distancia máxima; m: metros; kV: kilovoltios. Los casilleros vacíos no contienen información por falta de neoplasias malignas en esas distancias. La última columna muestra el valor-p de la comparación de la F.A de defunciones de la categoría de menor distancia respecto a las categorías crecientes. Un valor-p < 0,05 indica una diferencia estadísticamente significativa.

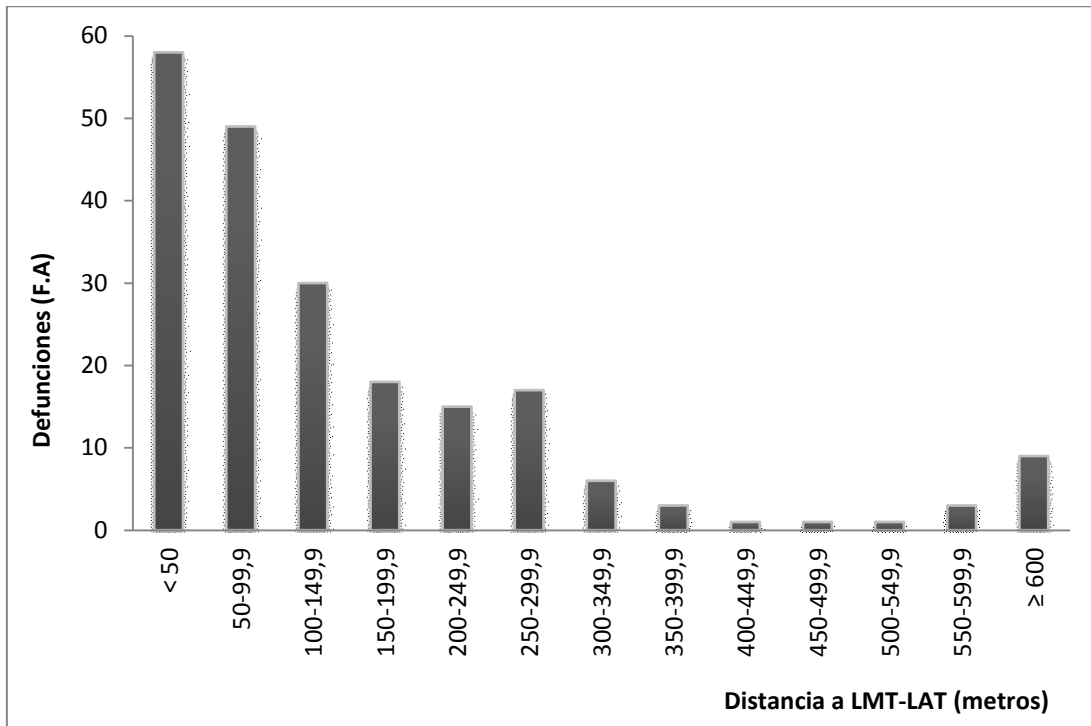


Figura 1. Geo-posición de los domicilios de residencia de hombres de 40 a 64 años fallecidos por neoplasias malignas de colon según la distancia a las LMT-LAT.



Nota: escala del mapa de la provincia de Buenos Aires 1:7000000, escala del conurbano 1:700000. Los intervalos de distancia a las LMT-LAT se realizaron mediante el método de Cuantiles.

Figura 2. Frecuencia absoluta (F.A) de defunciones por neoplasia maligna de colon en hombres de 40 a 64 años en función de la distancia a las LMT-LAT (en metros).



Al relacionar el número de defunciones con el rango de distancia en cada categoría se obtuvo un índice que arrojó valores similares hasta los 99,9 metros; a partir de los 100 metros decreció con el aumento de la distancia. Se observó, sin embargo, un aumento puntual a los 250 metros, una zona sin variación entre los 300 y 549,9 metros y nuevamente un aumento a los 550 metros desde las líneas eléctricas (Tabla 2). Así, no se evidenció un patrón de mortalidad por neoplasias malignas de colon en hombres adultos en función de la distancia a las LMT-LAT.

**Tabla 2. Relación defunciones/distancia para cada categoría de distancia desde las LMT-LAT.**

Categorías de distancia (m)	F.A	Rango (m.)	Índice
< 50	58	50	1,16
50-99,9	49	50	0,98
100-149,9	30	50	0,60
150-199,9	18	50	0,36
200-249,9	15	50	0,30
250-299,9	17	50	0,34
300-349,9	6	50	0,12
350-399,9	3	50	0,06
400-449,9	1	50	0,02
450-499,9	1	50	0,02
500-549,9	1	50	0,02
550-599,9	3	50	0,06
≥ 600	9	759,3	0,01

Referencias: F.A: frecuencia absoluta de defunciones. Rango: rango de distancia en cada categoría; m: metros. El índice indica la relación F.A/Rango y se lee como muertes por cada metro de distancia.

Considerando únicamente las LAT la frecuencia absoluta de defunciones fue similar entre los 0 y 99,9 metros de distancia ( $p = 0,380$ ) y significativamente mayor respecto a las categorías de distancia creciente, incluyendo los 599,9 metros ( $p \leq 0,05$ ). Alcanzados los 600 metros de distancia la frecuencia de decesos fue mayor en comparación con la zona más cercana a las LAT ( $p < 0,00001$ ), pero esas defunciones se ubicaron más dispersas entre sí.

De esta manera, tampoco se observó un patrón de mortalidad por neoplasias malignas de colon en hombres adultos en función de la distancia a las LAT.

## Defunciones en hombres y mujeres mayores de 64 años

---

En Argentina se registraron 5.008 defunciones por neoplasias malignas de colon en la población de adultos mayores de 64 años durante el año 2012.<sup>1</sup> El 34,5% de ellas ocurrió en la provincia de Buenos Aires (1.730/5.008).

El mismo año fueron 13.937 los decesos provinciales por neoplasias malignas en hombres y mujeres de esta población etaria. El 12,4% de los mismos correspondió a neoplasias malignas de colon (1.730/13.937) (ver Capítulo II, Tabla 7). El 83% de estas defunciones pudo ser georreferenciado (1.436/1.730 casos).

### *Distancia a las líneas de media y alta tensión*

En la Tabla 3 se observa la distancia promedio, mínima y máxima desde los domicilios de residencia a las LMT-LAT y el tipo de línea interceptada según su tensión (kV). Fueron 349 de 1.436 defunciones georreferenciadas las que se localizaron a menos de 50 metros desde LMT de 13,2 y 33 kV y LAT de 66 y 132 kV. Ningún domicilio de residencia fue interceptado en las cercanías de tramos eléctricos de 200 ó 500 kV. Sólo se registró un caso interceptado por una línea de extra alta tensión que se ubicó a 1.418 metros de distancia. La Figura 3 muestra los decesos según su distancia a las LMT-LAT.

La frecuencia absoluta de defunciones a menos de 50 metros de distancia fue significativamente mayor en relación a las restantes categorías ( $p \leq 0,00005$ ). El número de defunciones fue disminuyendo a medida que aumentó la distancia a las

---

<sup>1</sup> Extraído de la Dirección de Estadísticas e Información de Salud (DEIS) – Ministerio de Salud – Presidencia de la Nación. Año 2012. Serie 5- N° 56. Tabla 23. Disponible en: <http://www.deis.msal.gov.ar/wp-content/uploads/2016/01/Serie5Nro56.pdf> (acceso 27/12/2016).

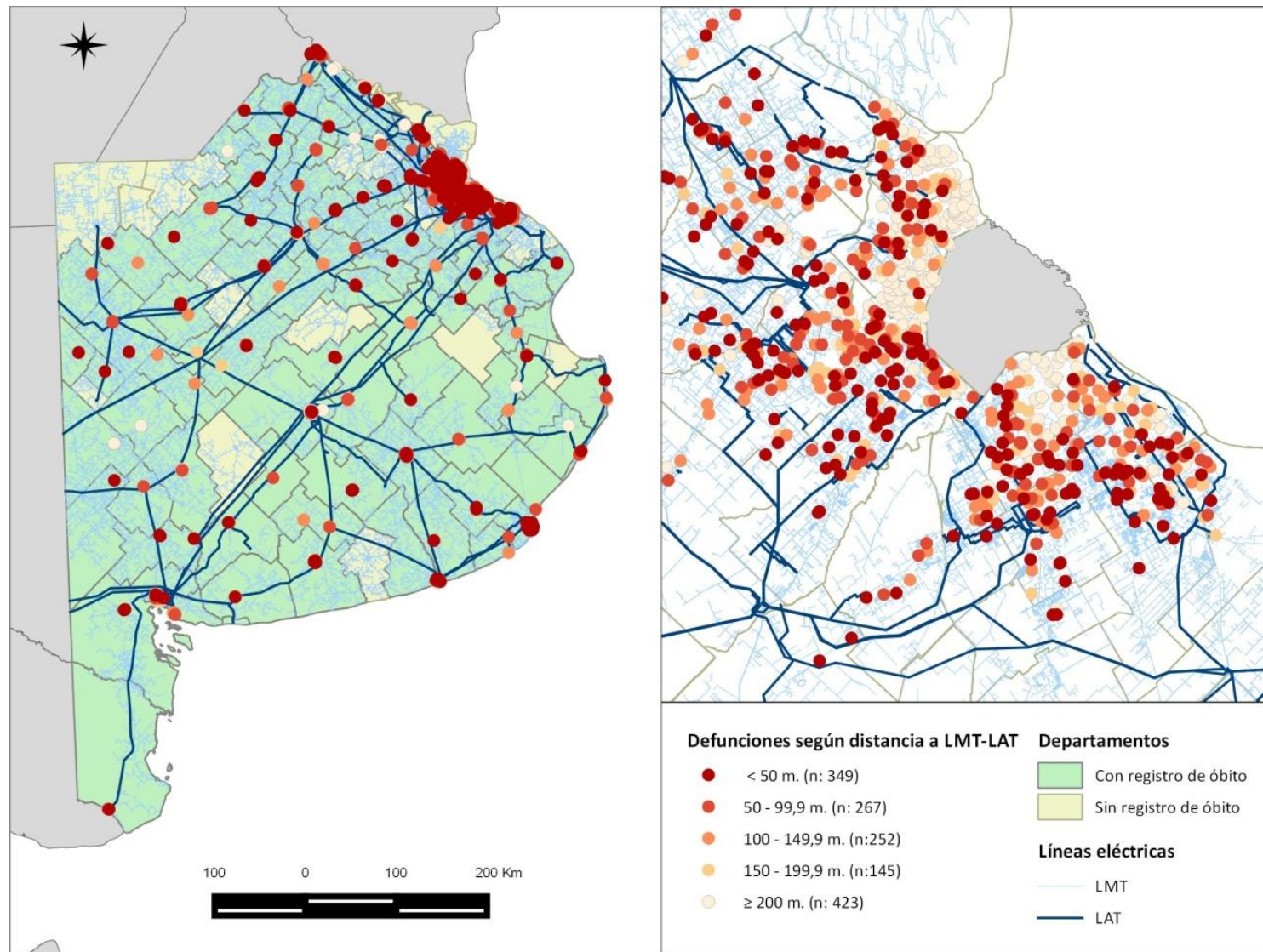
líneas eléctricas. Sin embargo, entre los 50 y 149,9 metros se observó una zona sin variación significativa ( $p=0,231$ ), así como entre los 350 y 449,9 metros ( $p = 0,453$ ) y entre los 450 y 549,9 metros ( $p = 0,434$ ). A partir de los 600 metros las defunciones comenzaron a ser más frecuentes; no obstante, fueron menores que aquellas ubicadas a menos de 50 metros desde las LMT-LAT ( $p = 8,3E^{-40}$ , Tabla 3, Figura 4).

**Tabla 3. Distancia del domicilio de residencia a las LMT-LAT más cercanas e identificación del tipo de línea según tensión.**

Categorías de distancia (m)	F.A	D.p	D.E	D.m	D.mx	Tensión (kV)	Valor-p
< 50	349	18,22	14,82	0,02	49,94	13,2/33/66/132	-
50-99,9	267	76,87	14,72	50,12	99,76	6,6/13,2/33/132	<b>0,00005</b>
100-149,9	252	124,20	13,64	100,34	149,90	6,6/13,2/33/132	<b>0,000004</b>
150-199,9	145	174,43	14,95	150,12	199,97	6,6/13,2/33/66/132	<b>5,6E<sup>-25</sup></b>
200-249,9	113	222,16	13,73	200,01	249,88	13,2/132/220	<b>6,0E<sup>-35</sup></b>
250-299,9	64	268,57	11,35	250,50	291,43	13,2/33	<b>2,5E<sup>-56</sup></b>
300-349,9	40	324,26	15,12	301,58	349,52	13,2/33/220	<b>1,8E<sup>-70</sup></b>
350-399,9	31	373,86	14,44	352,98	399,34	13,2	<b>1,3E<sup>-76</sup></b>
400-449,9	32	425,10	14,53	400,11	449,07	13,2	<b>6,7E<sup>-76</sup></b>
450-499,9	17	474,80	17,61	452,33	499,12	13,2	<b>3,5E<sup>-87</sup></b>
500-549,9	18	526,64	14,95	500,97	548,70	13,2/33	<b>2,2E<sup>-86</sup></b>
550-599,9	8	567,30	12,88	550,30	592,89	13,2	<b>9,7E<sup>-95</sup></b>
≥ 600	100	1.221,54	545,29	604,68	3.354,51	13,2/132/500	<b>8,3E<sup>-40</sup></b>

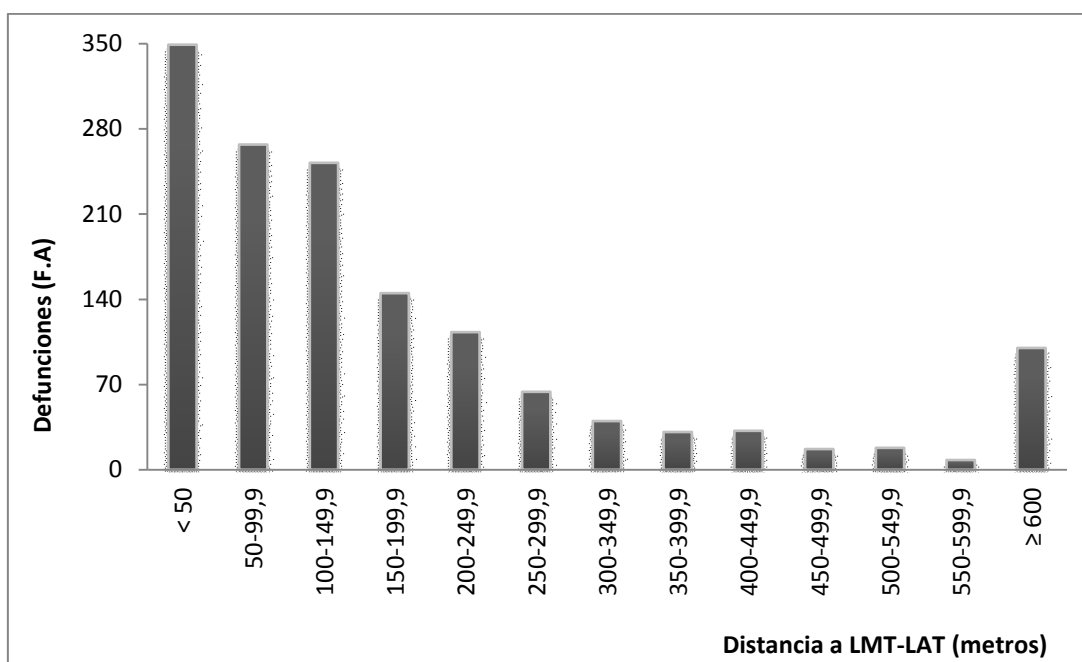
Referencias: F.A: frecuencia absoluta de defunciones; D.p: distancia promedio hasta una LMT-LAT; D.E: desvío estándar; D.m: distancia mínima; D.mx: distancia máxima; m: metros; kV: kilovoltios. La última columna muestra el valor-p de la comparación de la F.A de defunciones de la categoría de menor distancia respecto a las categorías crecientes. Un valor-p < 0,05 indica una diferencia estadísticamente significativa.

Figura 3. Geo-posición de los domicilios de residencia de hombres y mujeres mayores de 64 años fallecidos por neoplasias malignas de colon según la distancia a las LMT-LAT.



Nota: escala del mapa de la provincia de Buenos Aires 1:7000000, escala del conurbano 1:700000. Los intervalos de distancia a las LMT-LAT se realizaron mediante el método de Cuantiles.

Figura 4. Frecuencia absoluta (F.A) de defunciones por neoplasia maligna de colon en hombres y mujeres mayores de 64 años en función de la distancia a las LMT-LAT (en metros).



Al relacionar el número de defunciones con el rango de distancia en cada categoría se obtuvo un índice que evidenció que los decesos se ubicaron más dispersos entre sí en relación al estrato más cercano a las líneas de media y alta tensión. Sólo se observaron dos desviaciones de la tendencia: entre los 400 y 449,9 metros y los 500-549,9 metros (Tabla 4).

El comportamiento de este índice se vio corroborado al evaluar el número de defunciones por Km<sup>2</sup>: se registraron 0,55 muertes/Km<sup>2</sup> en las cercanías de las líneas y 0,0005 muertes/Km<sup>2</sup> a 600 o más metros de distancia.

**Tabla 4. Relación defunciones/distancia para cada categoría de distancia desde las LMT-LAT.**

Categorías de distancia (m)	F.A	Rango (m.)	Índice
< 50	349	50	6,98
50-99,9	267	50	5,34
100-149,9	252	50	5,04
150-199,9	145	50	2,90
200-249,9	113	50	2,26
250-299,9	64	50	1,28
300-349,9	40	50	0,80
350-399,9	31	50	0,62
400-449,9	32	50	0,64
450-499,9	17	50	0,34
500-549,9	18	50	0,36
550-599,9	8	50	0,16
≥ 600	100	2.749,83	0,04

Referencias: F.A: frecuencia absoluta de defunciones. Rango: rango de distancia en cada categoría; m: metros. El índice indica la relación F.A/Rango y se lee como muertes por cada metro de distancia.

Teniendo en cuenta únicamente las LAT la frecuencia absoluta de defunciones fue similar entre los 0 y 150 metros de distancia ( $p \geq 0,147$ ), pero significativamente mayor respecto a las categorías de distancia creciente, hasta los 599,9 metros ( $p \leq 0,00001$ ). Alcanzados los 600 metros de distancia el número de decesos fue significativamente mayor que en la zona más cercana a las LAT ( $p < 0,00001$ ); sin embargo, las defunciones se ubicaron más dispersas entre sí.

Así, la distancia a las LAT no permitió distinguir un patrón definido de mortalidad para este tipo de neoplasia maligna.

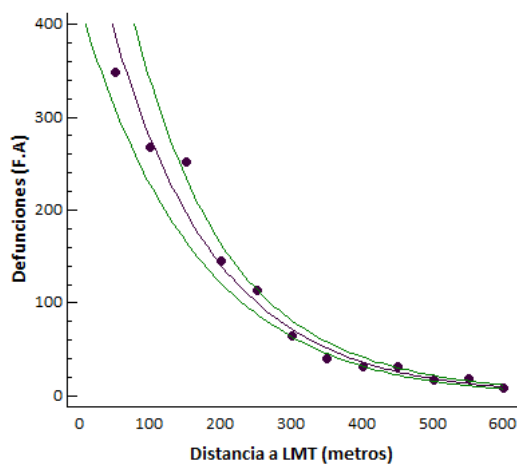


### *Distancia a LMT como factor de riesgo*

La distribución de las defunciones ocasionadas por neoplasias malignas de colon en hombres y mujeres mayores de 64 años indicó un patrón en función de la distancia a las líneas de media y alta tensión como conjunto. Esto no ocurrió con la distancia que consideraba solamente a los tramos eléctricos de alta tensión. Esta situación puso de manifiesto que la variable que operó como factor de riesgo fue la distancia a las líneas de media tensión (LMT). Debido a ello, resultó significativo el ajuste entre la mortalidad por estas neoplasias malignas y la distancia a las LMT hasta los 599,99 metros ( $p < 0,00001$ ,  $R = -0,989$ ;  $R^2 = 0,978$ ). El modelo de regresión exponencial otorgó la siguiente ecuación:  **$y = \exp(6,29682 - 0,00675457 \cdot x)$**

Siendo la variable  $y$  el número total de defunciones debidas a neoplasias malignas de colon en hombres y mujeres mayores de 64 años, y la variable  $x$  la distancia máxima a las LMT por categoría (Figura 5).

Figura 5. Distancia a las LMT como predictor de mortalidad por neoplasias malignas de colon en hombres y mujeres mayores de 64 años.



---

*Capítulo IX.*

*Neoplasias malignas de próstata en la población  
mayor de 64 años y distancia a las LMT-LAT*

---

En el año 2012 se registraron en nuestro país 3.386 defunciones por neoplasias malignas de próstata en la población masculina mayor de 64 años<sup>I</sup>. El 34,5% de ellas ocurrió en la provincia de Buenos Aires (1.169/3.386).

El mismo año fueron 7.481 los decesos provinciales por neoplasias malignas en hombres de este grupo etario. El 15,6% de los mismos correspondió a neoplasias malignas de próstata (1.169/7.481) (ver Capítulo II, Tabla 7). El 80,2% de estas defunciones pudo ser georreferenciado (938/1.169 casos).

## **D**istancia a las líneas de media y alta tensión

---

En la Tabla 1 se observa la distancia promedio, mínima y máxima desde los domicilios de residencia a las LMT-LAT y el tipo de línea interceptada según su tensión (kV). Fueron 255 de 938 defunciones georreferenciadas las que se ubicaron a menos de 50 metros desde LMT de 13,2 y 33 kV y LAT de 66 y 132 kV de tensión. Ningún domicilio de residencia fue interceptado en las cercanías de tramos eléctricos de 200 ó 500 kV. La Figura 1 indica los decesos según la distancia a las LMT-LAT.

La frecuencia absoluta de defunciones fue significativamente mayor a menos de 50 metros que en las demás categorías de distancia creciente ( $p \leq 0,0000017$ , Tabla 1, Figura 2).

Si bien la tendencia fue hacia la disminución de las defunciones a medida que aumentó la distancia a las LMT-LAT, no se encontraron variaciones significativas entre los 150 y 249,9 metros ( $p = 0,371$ ), entre los 300 y 449,9 ( $p \geq 0,088$ ), entre los 350 y 499,9 metros ( $p \geq 0,053$ ) ni entre 500 a 599,9 metros ( $p = 0,498$ ). A partir de los 600 metros

---

<sup>I</sup> Extraído de la Dirección de Estadísticas e Información de Salud (DEIS) – Ministerio de Salud – Presidencia de la Nación. Año 2012. Serie 5- N° 56. Tabla 23A. Disponible en: <http://www.deis.msal.gov.ar/wp-content/uploads/2016/01/Serie5Nro56.pdf> (acceso 27/12/2016).

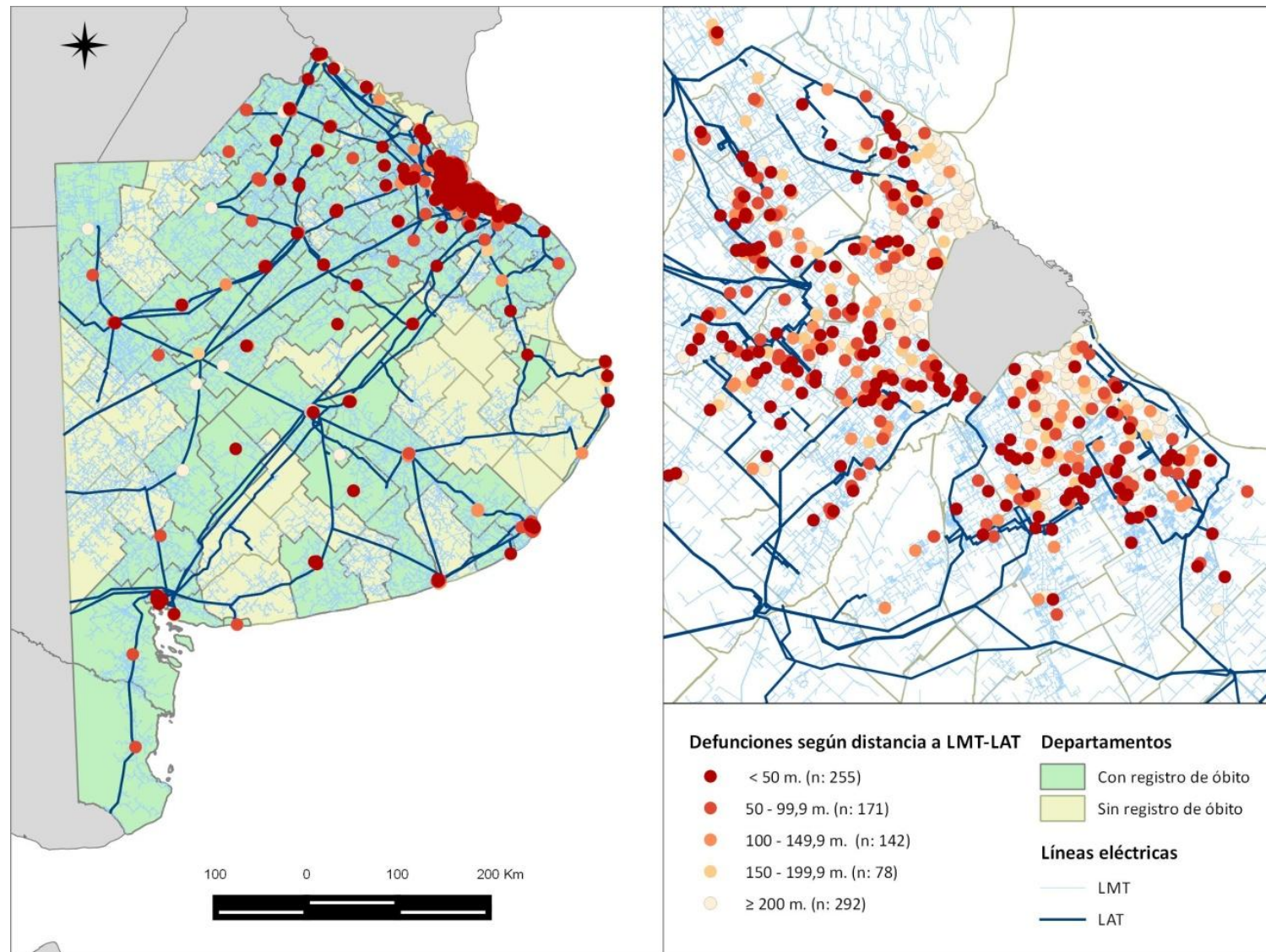
el número de defunciones comenzó a ser más frecuente, aunque fue significativamente menor que aquel registrado en las cercanías de las LMT-LAT ( $p=6,9E^{-29}$ , Tabla 1).

**Tabla 1. Distancia del domicilio de residencia a las LMT-LAT más cercanas e identificación del tipo de línea según tensión.**

Categorías de distancia (m)	F.A	D.p	D.E	D.m	D.mx	Tensión (kV)	Valor-p
< 50	255	18,43	14,17	0,10	49,70	13,2/33/66/132	-
50-99,9	171	75,43	14,73	50,20	99,78	13,2/33/132	<b>0,0000017</b>
100-149,9	142	122,86	13,98	100,07	149,72	13,2/33/132/220	<b>5,7E<sup>-11</sup></b>
150-199,9	78	174,56	15,18	150,54	199,85	13,2/33/132	<b>1,7E<sup>-28</sup></b>
200-249,9	74	221,53	12,86	201,80	249,29	6,6/13,2/33	<b>4,4E<sup>-30</sup></b>
250-299,9	42	272,57	12,94	250,09	298,99	13,2/33	<b>1,2E<sup>-45</sup></b>
300-349,9	27	325,54	15,15	300,22	349,37	13,2/33	<b>2,9E<sup>-55</sup></b>
350-399,9	25	379,45	12,90	354,22	399,36	13,2	<b>1,1E<sup>-56</sup></b>
400-449,9	18	422,83	12,73	401,07	447,40	13,2	<b>6,2E<sup>-48</sup></b>
450-499,9	15	474,01	12,94	454,42	496,37	13,2	<b>2,5E<sup>-64</sup></b>
500-549,9	7	533,14	15,68	507,51	546,43	13,2	<b>3,2E<sup>-71</sup></b>
550-599,9	7	571,61	12,90	561,94	598,93	13,2/132	<b>3,2E<sup>-71</sup></b>
≥ 600	77	1.187,4	445,82	600,43	2.537,10	13,2	<b>6,9E<sup>-29</sup></b>

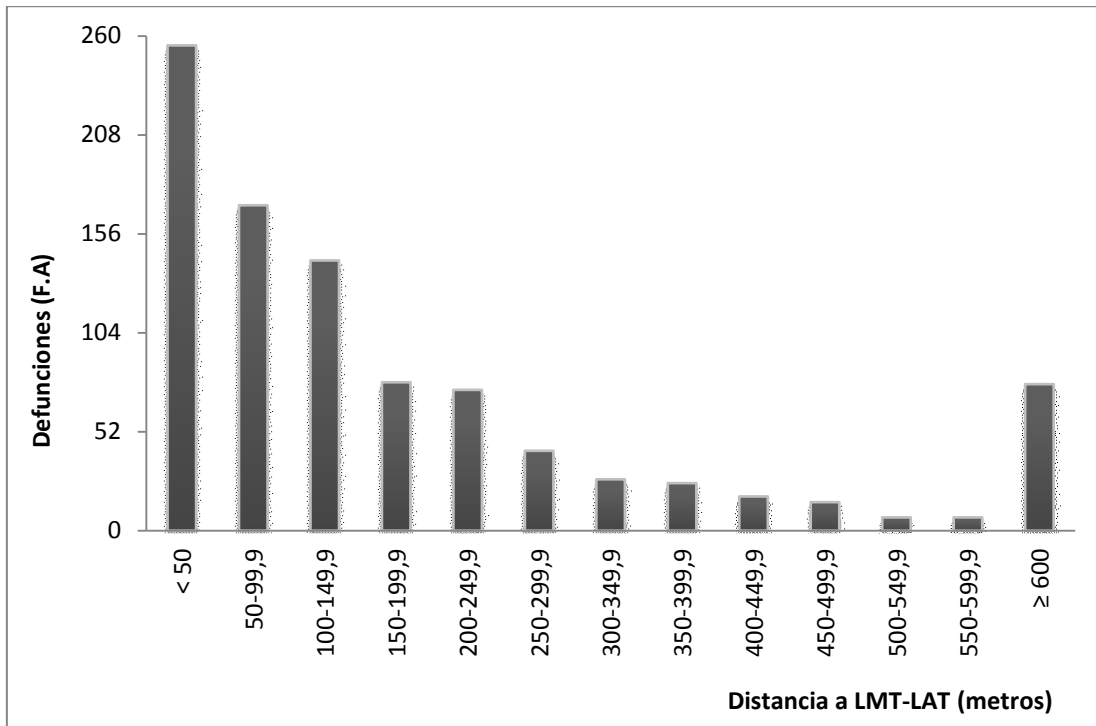
Referencias: F.A: frecuencia absoluta de defunciones; D.p: distancia promedio hasta una LMT-LAT; D.E: desvío estándar; D.m: distancia mínima; D.mx: distancia máxima; m: metros; kV: kilovoltios. La última columna muestra el valor-p de la comparación de la F.A de defunciones de la categoría de menor distancia respecto a las categorías crecientes. Un valor-p < 0,05 indica una diferencia estadísticamente significativa.

Figura 1. Geo-posición de los domicilios de residencia de hombres mayores de 64 años fallecidos por neoplasias malignas de próstata según la distancia a las LMT-LAT.



Nota: escala del mapa de la provincia de Buenos Aires 1:7000000, escala del conurbano 1:700000. Los intervalos de distancia a las LMT-LAT se realizaron mediante el método de Cuantiles.

Figura 2. Frecuencia absoluta (F.A) de defunciones por neoplasia maligna de próstata en hombres mayores de 64 años en función de la distancia a las LMT-LAT (en metros).



Al relacionar el número de defunciones con el rango de distancia en cada categoría se estimó un índice que descendió con el aumento de la distancia, indicando que las defunciones se ubicaron más dispersas entre sí. Sólo se observó una fase sin variación entre los 500 y 599,9 metros de distancia (Tabla 2).

El comportamiento de este índice se vio corroborado al analizar el número de defunciones por Km<sup>2</sup>: se registraron 0,40 muertes/Km<sup>2</sup> en el estrato más cercano y 0,0004 muertes/Km<sup>2</sup> a 600 o más metros de distancia.

**Tabla 2. Relación defunciones/distancia para cada categoría de distancia desde las LMT-LAT.**

Categorías de distancia (m)	F.A	Rango (m.)	Índice
< 50	255	50	5,10
50-99,9	171	50	3,42
100-149,9	142	50	2,84
150-199,9	78	50	1,56
200-249,9	74	50	1,48
250-299,9	42	50	0,84
300-349,9	27	50	0,54
350-399,9	25	50	0,50
400-449,9	18	50	0,36
450-499,9	15	50	0,30
500-549,9	7	50	0,14
550-599,9	7	50	0,14
≥ 600	77	1.936,7	0,04

Referencias: F.A: frecuencia absoluta de defunciones. Rango: rango de distancia en cada categoría; m: metros. El índice indica la relación F.A/Rango y se lee como muertes por cada metro de distancia.

Considerando únicamente las LAT la frecuencia absoluta de defunciones fue similar entre los 0 y 99,9 metros de distancia ( $p = 0,229$ ), y significativamente mayor respecto a las categorías de distancia creciente ( $p \leq 0,018$ ). Alcanzados los 600 metros los decesos fueron más frecuentes que aquellos hallados a menos de 100 metros ( $p < 0,00001$ ); sin embargo, se ubicaron más dispersos entre sí.

Así, la distancia a las LAT no permitió distinguir un patrón definido de mortalidad para este tipo de neoplasia maligna.

## Distancia a LMT como factor de riesgo

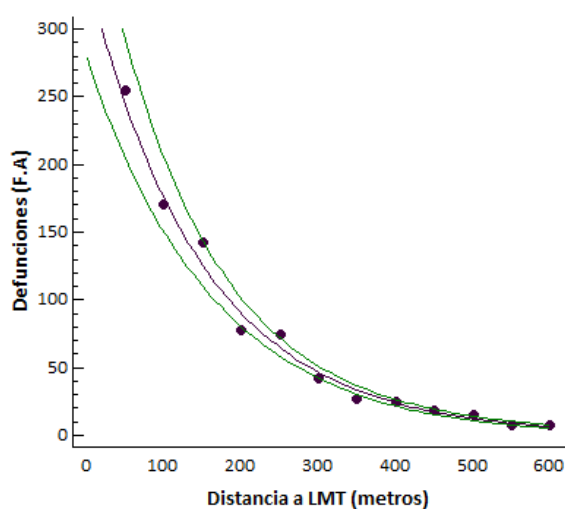
---

La distribución de las defunciones ocasionadas por neoplasias malignas de próstata en hombres mayores de 64 años indicó un patrón en función de la distancia a las líneas de media y alta tensión como conjunto. Esto no ocurrió con la distancia que consideraba únicamente a las LAT, lo cual sugiere que el factor de riesgo fue la distancia a las líneas de media tensión (LMT). Consecuentemente, se realizó un modelo de regresión exponencial con la distancia a las LMT como variable independiente, que resultó predictivo hasta los 599,99 metros ( $p < 0,00001$ ,  $R = -0,993$ ;  $R^2 = 0,986$ ).

La ecuación del modelo fue:  **$y = \exp(5,83051 - 0,00664904 * x)$**

Siendo la variable  $y$  el número total de defunciones debidas a neoplasias malignas de próstata en hombres mayores de 64 años, y la variable  $x$  la distancia máxima a las LMT por categoría (Figura 3).

Figura 3. Distancia a las LMT como predictor de mortalidad por neoplasias malignas de próstata en hombres mayores de 64 años.





## DISCUSIÓN

Los factores condicionantes asociados a distintas patologías han sido objeto de estudio desde los inicios de las Ciencias de la Salud. No obstante, pocos de ellos han podido aseverar una real relación causa-efecto. La mayoría de estas noxas se relaciona con enfermedades infecciosas. Menos evidencia categórica existe en relación a ciertas neoplasias malignas.

Las neoplasias malignas derivadas de cada tejido o sistema son de origen multicausal, pudiendo iniciarse o exacerbarse en presencia de alguna noxa determinada. El tabaquismo en el desarrollo de neoplasias de pulmón, la edad, el sexo y la presencia de receptores hormonales en las neoplasias mamarias, son ejemplos concretos aportados por estudios de cohortes y ensayos clínicos controlados, considerados en la actualidad como factores de riesgo por organismos internacionales como el Instituto Nacional del Cáncer de Estados Unidos y los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades.<sup>1,2</sup>

En el caso de los campos electromagnéticos de frecuencia extremadamente baja (CEM-FEB), la complejidad de su medición así como las dificultades para establecer una relación directa entre la noxa y los individuos que desarrollan una determinada neoplasia maligna, continúan generando dificultades para arribar a elementos de certeza en esta temática.

Sin embargo, las pocas investigaciones que han podido confirmar alguna relación directa entre una causa y el desarrollo de una neoplasia maligna comenzaron con estudios epidemiológicos que permitieron identificar si las noxas estaban asociadas a las patologías en estudio.<sup>3</sup>

La incertidumbre de los individuos que habitan en las proximidades de fuentes generadoras de CEM-FEB como son las líneas de media y alta tensión (LMT-LAT), y la

imposibilidad de las autoridades sanitarias de contar con estudios locales que aporten evidencias para responder los interrogantes de la población y elementos concretos para tomar una conducta o decisión al respecto, genera inquietud en ambas partes.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) han quedado demostrados los efectos negativos que tiene en la salud humana la exposición a los campos eléctricos y magnéticos de frecuencia elevada a corto plazo. A causa de ello se han creado directrices internacionales para establecer los límites de exposición.<sup>1</sup>

En relación a los posibles efectos sanitarios atribuibles a la exposición a los campos electromagnéticos de baja frecuencia a largo plazo, la OMS sostiene que a pesar de las investigaciones realizadas no se han registrado pruebas concluyentes y éstas son insuficientes para justificar una reducción de los límites cuantitativos de exposición. Razón por la cual anima a los grupos de investigación a realizar aportes que permitan contar con respuestas parciales o totales a estos interrogantes.<sup>4,5</sup>

Respecto a la leucemia infantil, la OMS reconoce una relación con los CEM-FEB que resuelve en parte el conflicto entre los datos epidemiológicos y los mecánico-experimentales<sup>II</sup>; no obstante, convoca a reunir mayor evidencia, por lo que considera como prioridad la investigación en este campo.<sup>6</sup>

En este contexto, el presente estudio de tipo epidemiológico ha sido diseñado basándose en metodología cuantitativa para evaluar la distancia entre los domicilios de residencia de los pacientes bonaerenses fallecidos por neoplasias malignas y las LMT-LAT, con el fin de demostrar la posible asociación entre estas variables.

---

<sup>I</sup> Los límites de exposición se crearon por la Comisión Internacional sobre Protección frente a la Radiación No Ionizante (ICNIRP) y el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IIEE).

<sup>II</sup> Los estudios epidemiológicos demuestran una asociación significativa entre la exposición a los CEM-FEB y el riesgo incrementado de leucemia. Los estudios experimentales no apoyan estadísticamente dicha asociación.

Si bien algunos de los resultados obtenidos en esta investigación han demostrado dicha asociación para determinadas neoplasias malignas, el estudio no pretende, sin embargo, brindar respuestas categóricas al problema sino responder a los interrogantes planteados y generar nuevos puntos de partida para futuros estudios más focalizados.

Con respecto a las tasas de mortalidad por neoplasias malignas resulta pertinente remarcar que en el estudio fueron evidentes las diferencias en el comportamiento y la distribución de las tasas entre la población femenina y masculina bonaerense para el año 2012. Esto permite corroborar que cualquier publicación referida a esta temática debe estandarizar los cálculos según sexo y edad para ser válida.<sup>7,8</sup> La tasa bruta de mortalidad por neoplasias malignas (TBMNM) en la población femenina tomó valores en un amplio rango que se extendió de 39,1 a 309,6 defunciones cada 100.000 mujeres, siendo Adolfo Gonzales Chaves el partido con TBMNM femenina significativamente más elevada. Respecto a la TBMNM masculina, que osciló entre 66,4 y 466,1 muertes cada 100.000 hombres, fue Puan el partido con mayor valor.

Cuando los decesos se estratificaron según grupo etario y sexo, el estudio identificó 11 “hot spots” departamentales en las tasas de mortalidad por neoplasias malignas (TMNM). En la población menor de 15 años se registraron dos picos de mortalidad localizados en General Alvear (87,5 muertes cada 100.000 niñas) y General Paz (70,3 muertes cada 100.000 niños). En la población de 15 a 39 años, tres fueron los partidos que arrojaron las mayores TMNM. Ellos fueron San Antonio de Areco (71,7 muertes cada 100.000 mujeres), San Andrés de Giles (70,7 muertes cada 100.000 mujeres) y Capitán Sarmiento (149,3 muertes cada 100.000 hombres). Dos fueron los “hot spots”

de mortalidad en adultos de 40 a 64 años: Tres Lomas (502,1 muertes cada 100.000 mujeres) y General Lavalle (572,5 muertes cada 100.000 hombres). En adultos mayores de 64 años se identificaron dos picos de mortalidad femenina en Adolfo González Chaves y Navarro (1.439,5 y 1.415,9 muertes cada 100.000, respectivamente); y otros dos de mortalidad masculina, localizados en General Guido y Baradero (2.173,9 y 2.130,2 defunciones cada 100.000, respectivamente).

En los partidos mencionados la baja frecuencia de defunciones no permitió establecer una relación con la distancia a las LMT-LAT. Asimismo, no existe el dato, al menos en el análisis documental y en la consulta realizada con la Subsecretaría de Planificación de la Salud, de la instalación de una industria o actividad directamente relacionada con el desarrollo de neoplasias malignas, y no se tiene evidencia conocida de contaminación acuífera, aérea o de suelos. Todos ellos, sin embargo, son distritos que poseen características rurales, con una población que no supera en su mayoría los 15.000 habitantes y cuya actividad económica principal es la agropecuaria, dedicada al cultivo de cereales y plantas oleaginosas (e.g. maíz, cebada, centeno, trigo, girasol, soja), y la cría de ganado vacuno.

En relación a los métodos de geocodificación y georreferenciación, se optó por la utilización de una metodología innovadora para ubicar en el espacio las direcciones documentadas en los certificados de defunción, merced a un trabajo realizado por quien presenta esta Tesis y asistido por el Área de Sistemas de Información Geográfica para la Gestión de la Salud.<sup>1</sup> El producto de dicho trabajo, generó una estructura de geocodificación de gran exactitud (ver capítulo III, Tabla 1). Esta ubicación en el

---

<sup>1</sup> A cargo de la coordinadora del Área, la Lic. Betina Zucchini.

espacio (mediada por un complemento a través de Microsoft Excel®) se revisó y corroboró en un proceso ulterior de manera manual, a fin de confirmar la correcta localización de los domicilios a través de la vinculación con un servidor de aplicaciones (Apps) de mapas en la web.

Un aspecto importante, que ha sido observado en estudios anteriores, es la inestabilidad de la clasificación de los sujetos en cuanto a la proximidad de sus viviendas a las líneas eléctricas, debido a que la misma es altamente dependiente de la calidad de la geocodificación utilizada.<sup>9-11</sup> Teniendo en cuenta esta observación, en el presente trabajo se geocodificaron 20.380 domicilios de residencia, que lograron llegar a un elevado porcentaje de georreferenciación (81% - 16.512 registros), los cuales en un 97,5% (n: 16.102) se georreferenciaron mediante el complemento y la App elegidos, siguiendo un proceso estandarizado que resultó en un formato recomendable para futuros trabajos. Cuando se contó con direcciones sin numeración pero con información de las calles entre las cuales se ubicaba la residencia, los registros se ubicaron manualmente en el espacio cartográfico. Si bien éste podría ser el punto más débil del procesamiento, sólo se trató del 2,5% de los registros (n: 410).

Los domicilios de residencia y las LMT-LAT se superpusieron en el espacio utilizando un algoritmo euclidiano mediante el cual para cada punto en el espacio se generó una triangulación a través de la que se calculó la distancia más corta a cada línea eléctrica (ver Material y Métodos). Obtenidas dichas distancias, se analizaron en función de cada patología identificada como la más frecuente en cada población etaria: leucemia en la población menor de 15 años; neoplasias malignas de mama y testículo en jóvenes de 15 a 39 años; neoplasias malignas broncopulmonares, de mama y de colon a partir de los 40 años; y neoplasias malignas de próstata en hombres mayores de 64 años.

Las neoplasias malignas que representaron el 49,1% de la mortalidad de la población bonaerense menor de 15 años durante el 2012 correspondieron a distintos tipos de Leucemia. Si se focaliza el análisis en la frecuencia absoluta de estas defunciones según la distancia de los domicilios de residencia a las LMT-LAT se evidencian dos picos de mortalidad. El primero localizado a menos de 50 metros y el siguiente a 100-149,9 metros de distancia. Si bien ambas zonas mostraron una frecuencia similar entre sí ( $p=0,17$ ) al compararlas con las distancias crecientes, la diferencia en términos de mortalidad resultó estadísticamente significativa ( $p \leq 0,001$ ). A partir de los 150 metros el número de defunciones se mantuvo constante ( $p = 0,303$ ).

La variabilidad de estos resultados no permitió detectar un patrón definido y significativo de mortalidad que establezca a la distancia a las LMT-LAT como estimador de riesgo de mortalidad por leucemia en menores de 15 años. Esta reflexión es coincidente con las conclusiones publicadas por el *United Kingdom Childhood Cancer Study Investigators*, en las que no se encontró evidencia de que la proximidad a las instalaciones eléctricas o los niveles de los campos magnéticos se hallaran asociados significativamente al aumento del riesgo de leucemia, sobre todo para aquellos hogares ubicados dentro de los 50 metros de distancia a las LAT ( $p > 0,05$ ).<sup>12</sup> Sin embargo, existe un número no despreciable de trabajos en la literatura que sostienen una relación significativa entre el aumento del riesgo de leucemia y la disminución de la distancia a las LAT.<sup>9,10,13</sup>

Aún reconociendo la elevada incidencia de este tipo de neoplasia en los niños el número absoluto de casos en los cuales se hace presente esta malignidad es muy bajo, limitando en cierto modo la validación estadística que pretende establecer algún grado

de asociación directa tanto en las publicaciones mencionadas como en los datos obtenidos en este estudio de Tesis.

En cuanto a las defunciones por neoplasias malignas de mama en la población femenina incluidas en este trabajo, se estableció que para el período de estudio esta causa ocasionó el 20% de los decesos femeninos ocurridos en la provincia de Buenos Aires.

Analizando la población de 15 a 39 años se observó que la frecuencia absoluta de las defunciones por esta patología fue mayor en las cercanías de las LMT-LAT ( $p \leq 0,035$ ). A pesar de ello, las muertes se distribuyeron escalonadamente, no registrando variaciones entre los 50 y 149,9 metros ( $p=0,201$ ), así como en la zona de 100 a 299,9 metros ( $p \geq 0,081$ ). Considerando solamente la distancia a las LAT el número de defunciones se mantuvo sin variaciones hasta los 549,9 metros ( $p \geq 0,055$ ), aumentando significativamente a partir de los 600 metros de distancia ( $p = 0,0002$ ).

La incorporación de las LMT al análisis mostró mejorías para detectar variaciones en la distribución de las defunciones según la distancia a las líneas eléctricas, aunque no permitió avalar una asociación significativa.

Al evaluar la frecuencia de defunciones debidas a estas neoplasias en mujeres de 40 a 64 años y mayores de 64 años se observó un aumento significativo de la mortalidad a menos de 50 metros de distancia a las LMT-LAT ( $p \leq 0,009$  y  $p \leq 0,00001$ , respectivamente). En ambos grupos se evidenció la disminución de la mortalidad con el aumento de la distancia, incluidos los 599,9 metros. A partir de los 600 metros el número de defunciones se elevó. No obstante, dicho aumento fue menor en relación a la mortalidad registrada en las cercanías de las LMT-LAT ( $p = 1,03E^{-24}$  y  $p=1,9E^{-29}$ ,



respectivamente). Esta situación en el estrato más alejado podría parecer una desviación del patrón de mortalidad; sin embargo, resultó esperable un aumento de los casos en esta zona debido a que abarcó una mayor distancia respecto a los estratos previos. Esto también se vio reflejado en la dispersión de las defunciones: en la población de 40 a 64 años se registró en promedio 0,0001 muertes/Km<sup>2</sup> en el estrato más alejado versus 0,24 muertes/Km<sup>2</sup> en las cercanías de las líneas. En las mujeres mayores de 64 años se observó 0,0003 muertes/Km<sup>2</sup> en el estrato  $\geq 600$  metros versus 0,39 muertes/Km<sup>2</sup> en el de  $< 50$  metros.

Si se tiene en cuenta exclusivamente la distancia a las LAT (sin considerar las LMT), la frecuencia de defunciones fue mayor a menos de 50 metros en relación a distancias crecientes, incluidos los 599,9 metros ( $p \leq 0,014$  y  $p \leq 0,012$ , respectivamente). Alcanzados los 600 metros se halló otro pico de mortalidad que, aunque resultó mayor al registrado en las cercanías de las líneas ( $p < 0,00001$ ), mostró decesos situados muy dispersos en el espacio.

A la luz de los resultados obtenidos se podría generalizar que se identificaron dos picos (u “outbreaks”) en las defunciones ocasionadas por neoplasias malignas de mama en mujeres a partir de los 40 años en función de la distancia a las LAT: uno ubicado a menos de 50 metros y otro a 600 metros o más de las líneas eléctricas. El primer pico de mortalidad podría ser explicado por una mayor exposición a la radiación no ionizante proveniente de las LAT. El segundo se registró en un estrato que ocupó un área mayor, consecuentemente tiene sentido ese aumento de las defunciones, sin que ello implique que se encuentren más concentradas espacialmente. Cuando se incorporó el análisis de la distancia a las LMT se identificó un único pico de defunciones localizado a menos de 50 metros desde las líneas, permitiendo distinguir

un gradiente o patrón de mortalidad en función de la distancia a las líneas de media y alta tensión como conjunto.

Lo antedicho se vio corroborado al evaluar la distancia a las LMT-LAT como predictor de la variación en la frecuencia de las defunciones: la disminución de la mortalidad resultó exponencial con el aumento de la *distancia máxima* en cada categoría. Los modelos de regresión evidenciaron un ajuste significativo hasta 599,9 metros de distancia ( $p < 0,00001$ ), pudiendo explicar el 94,4% de la variación de la mortalidad en la población femenina de 40 a 64 años y el 96,67% en las mujeres mayores de 64 años.

Si la distancia a las LMT-LAT resulta ser un estimador preciso de emisión magnética los resultados aquí expuestos podrían ser semejantes a aquellos presentados por Kliukiene y colaboradores, que demostraron una asociación significativa entre la exposición a campos magnéticos de 50 Hz y el riesgo de desarrollar neoplasias malignas de mama, otorgándole un papel de mayor importancia al tipo de exposición residencial, en particular durante los 5 años previos al diagnóstico (OR: 1,53; IC: 1,28-2,85,  $p < 0,05$ ).<sup>14</sup>

Estos hallazgos permitieron identificar a un grupo etario específico (*i.e.* mujeres mayores de 39 años fallecidas por neoplasia maligna de mama) como asociado a la presencia de LMT-LAT cercanas. Resulta claro que la multicausalidad de este tipo de neoplasia maligna obliga a considerar cualquier resultado obtenido como relativo y la intención del presente estudio epidemiológico se encuentra lejos de pretender ser categórico al respecto. Sin embargo, la asociación estadísticamente significativa obtenida abre un potencial camino para nuevos estudios en la temática.

Considerando los resultados obtenidos en relación a las neoplasias malignas broncopulmonares se puede aseverar que éstas fueron la causa de mortalidad más frecuente en el estudio, resultando en el 16,3% del origen de las muertes por neoplasias malignas en la provincia de Buenos Aires durante el año 2012.

La frecuencia absoluta de defunciones debida a esta patología se comportó de manera similar en hombres y mujeres de 40 a 64 años y mayores de 64 años: se observó un aumento significativo de la mortalidad a menos de 50 metros de distancia a las LMT-LAT ( $p \leq 1,7E^{-14}$  y  $p \leq 0,000003$ , respectivamente). Para la población de 40 a 64 años se observó disminución de la mortalidad con el aumento de la distancia, exceptuando tres zonas en que las defunciones se mantuvieron similares en su frecuencia. Para la población mayor de 64 años se observó un patrón más pronunciado, en el que únicamente en una zona las defunciones se mantuvieron sin variaciones significativas. En ambos grupos etarios a partir de los 600 metros el número de defunciones se elevó, pero ese aumento fue menor al registrado en las cercanías de las LMT-LAT ( $p = 3,3E^{-60}$  y  $p = 9,1E^{-50}$ , respectivamente). Asimismo, los decesos se ubicaron más dispersos en el espacio en la categoría más alejada: en los adultos de 40 a 64 años se registró en promedio 0,0002 muertes/Km<sup>2</sup> en el estrato más alejado versus 0,49 muertes/Km<sup>2</sup> en las cercanías de las líneas. En los adultos mayores de 64 años se observó 0,0006 muertes/Km<sup>2</sup> en el estrato  $\geq 600$  metros versus 0,66 muertes/Km<sup>2</sup> en el de  $<50$  metros. Al considerar únicamente la distancia a las LAT, en ambas poblaciones etarias la frecuencia de defunciones fue significativamente mayor en las cercanías de las líneas hasta los 599,9 metros ( $p \leq 0,014$  y  $p \leq 0,002$ , respectivamente). Al igual que con las defunciones por neoplasias malignas de mama en las mujeres a partir de los 40 años, el análisis de la mortalidad por cáncer broncopulmonar en función de la distancia a las

LAT (sin considerar las LMT) indicó dos picos de mortalidad. El primero se registró en las cercanías de las líneas eléctricas (<50 metros) y el segundo en el estrato de mayor distancia ( $\geq 600$  metros). El primer “outbreak” de mortalidad podría ser explicado por una mayor exposición a la radiación no ionizante proveniente de las LAT. El segundo ocurrió en un estrato que ocupó una superficie de terreno mayor, por lo cual es coherente que se haya elevado el número de decesos (si bien éstos se hallaron más dispersos en el espacio).

Cuando se incorporó al análisis la distancia a las LMT se identificó un único pico de defunciones, localizado a menos de 50 metros desde las líneas, permitiendo distinguir un gradiente o patrón de la mortalidad en función de la distancia a las LMT-LAT. Así, fue la *distancia máxima* a las LMT-LAT la que permitió predecir la caída exponencial de la mortalidad por estas neoplasias. Los modelos de regresión evidenciaron un ajuste significativo hasta los 599,9 metros de distancia, pudiendo explicar el 96,7% de la variación de la mortalidad en la población de 40 a 64 años y el 98,9% en la población mayor de 64 años.

Debido a que la fuente primaria de información provino de los certificados de defunción se carece de datos epidemiológicos relevantes de los individuos fallecidos, como pueden ser ciertos hábitos de vida (*e.g.* el hábito fumador) que ya han demostrado su grado de asociación y responsabilidad como noxa inductora de este tipo de neoplasia. Razón por la cual no se puede aseverar de manera inequívoca que el magnetismo creciente de las LMT-LAT en las cercanías de la fuente emisora se comporte como factor de riesgo de neoplasia broncopulmonar, pero sí lo sugiere.

Una posible explicación para el aumento de estas neoplasias en las cercanías de las LMT-LAT podría deberse al denominado *efecto Corona* planteado por Fews y

colaboradores. Este fenómeno describe la degradación de ciertas moléculas en el aire circundante a las líneas, generando partículas con carga que atraen y concentran aerosoles contaminantes. Cualquier aerosol contaminante que pase a través de estas nubes puede adquirir carga eléctrica y si las partículas con carga son inhaladas, pueden adherirse al revestimiento del sistema respiratorio.<sup>15,16</sup>

Las neoplasias malignas de testículo en la población de 15 a 39 años estudiadas para este trabajo mostraron ser responsables del 15,7% de las defunciones de los jóvenes de sexo masculino. Analizando esas defunciones y la distancia a las LMT-LAT no se identificó un gradiente que mostrase una mayor frecuencia absoluta de defunciones en la categoría de menor distancia, ya que las mismas no variaron significativamente hasta los 149,9 metros ( $p \geq 0,388$ ). Teniendo en cuenta únicamente la distancia a las LAT la frecuencia se mantuvo similar hasta los 349,9 metros ( $p \geq 0,097$ ). La incorporación de las LMT al análisis generó mejorías para detectar variaciones en la mortalidad por neoplasias malignas de testículo según la distancia a las líneas eléctricas, pero los resultados no permitieron detectar un patrón definido que establezca a la distancia a las LMT-LAT como estimador de riesgo.

Al observar los resultados obtenidos en relación con las neoplasias malignas de colon se evidenció que fueron la causa del 9% de las defunciones en hombres adultos de 40 a 64 años. La frecuencia absoluta de estas defunciones se mantuvo estable entre los 0 y 99,9 metros de distancia a las LMT-LAT ( $p = 0,156$ ), disminuyendo luego hasta los 549,9 metros y elevándose a los 550 metros, aunque este último aumento fue menor respecto al estrato más cercano ( $p \leq 5,3E^{-12}$ ). Tanto en el análisis de la distancia a las

LMT-LAT como considerando solamente a las LAT se observó una tendencia similar hasta los 100 metros de distancia. En ninguno de los casos se detectó un patrón definido de la mortalidad que permita establecer a la distancia a las líneas eléctricas como estimador de riesgo de este tipo de cáncer.

Al incluir a hombres y mujeres mayores de 64 años al análisis de esta patología se advirtió que fue responsable del 12,4% del total de las defunciones en este grupo etario. La mortalidad por estas neoplasias fue significativamente mayor en el estrato más cercano a las LMT-LAT respecto a las restantes categorías de distancia ( $p \leq 0,00005$ ). El número de defunciones disminuyó a medida que aumentó la distancia a las líneas eléctricas. A partir de los 600 metros los decesos aumentaron aunque fueron menos frecuentes que en las cercanías de las LMT-LAT ( $p = 8,3E^{-40}$ ) y además se ubicaron más dispersos en el espacio: se registró en promedio 0,0005 muertes/ $Km^2$  en el estrato más alejado versus 0,55 muertes/ $Km^2$  en las cercanías de las líneas eléctricas.

Teniendo en cuenta únicamente las LAT la frecuencia fue similar entre los 0 y 150 metros de distancia ( $p \geq 0,147$ ), pero significativamente mayor en relación a las categorías de distancia creciente, hasta los 599,9 metros ( $p \leq 0,00001$ ). Alcanzados los 600 metros las defunciones fueron más frecuentes que en la zona más cercana a las LAT ( $p < 0,00001$ ); sin embargo, se ubicaron más dispersas entre sí.

Todo esto indicó que únicamente el análisis de la distancia a las LMT permitió identificar un único pico de defunciones, localizado a menos de 50 metros, y distinguir un gradiente de la mortalidad ocasionado por neoplasias malignas de colon en hombres y mujeres mayores de 64 años.

Las neoplasias malignas de próstata causaron la muerte del 15,6% de los hombres mayores de 64 años fallecidos por cáncer en la provincia de Buenos Aires. La frecuencia absoluta de defunciones fue significativamente mayor a menos de 50 metros de las LMT-LAT ( $p \leq 0,0000017$ ). La tendencia fue hacia la disminución a medida que aumentó la distancia a estas líneas eléctricas. A partir de los 600 metros las defunciones comenzaron a ser más frecuentes; no obstante, fueron menores que aquellas ubicadas a menos de 50 metros ( $p = 6,9E^{-29}$ ). Asimismo, se distribuyeron más distantes en el espacio: se registró en promedio 0,0004 muertes/ $Km^2$  en el estrato más alejado versus 0,40 muertes/ $Km^2$  en las cercanías de las líneas.

Considerando únicamente las LAT la frecuencia fue similar entre los 0 y 99,9 metros de distancia ( $p = 0,229$ ), y significativamente mayor respecto a las categorías de distancia creciente ( $p \leq 0,018$ ). Alcanzados los 600 metros la frecuencia fue mayor respecto a la zona más cercana ( $p < 0,00001$ ); sin embargo, las defunciones se ubicaron más dispersas entre sí.

Nuevamente, sólo cuando se incorporó al análisis la distancia a las LMT se pudo identificar un único pico de defunciones localizado a menos de 50 metros desde las líneas, permitiendo distinguir un patrón de la mortalidad por neoplasias malignas de próstata en hombres mayores de 64 años.

Como generalidad, el análisis de la distancia a las LAT no permitió distinguir un patrón de decesos ocasionados por neoplasias malignas de próstata, testículo o colon ya que la frecuencia absoluta se mantuvo sin variaciones significativas hasta los 100, 150 o 350 metros de distancia. Dichas defunciones probablemente no se deban a la radiación no ionizante de las LAT, ya que la caída de la magnitud de la radiación a esas distancias ( $\geq 100$  metros) es demasiado grande como para alcanzar los tejidos humanos.<sup>17</sup>

No obstante, si bien estas patologías no han sido citadas en la bibliografía como eventos asociados a la exposición electromagnética, la incorporación de las LMT al análisis de la distancia indicó una tendencia diferente: la *distancia máxima* a las LMT logró predecir de manera significativa, hasta los 599,9 metros de distancia, la variación en las defunciones debidas a neoplasias malignas de colon en hombres y mujeres mayores de 64 años y de próstata en hombres mayores de 64 años ( $p < 0,00001$  en ambos casos). La disminución de la mortalidad fue exponencial con el aumento de la distancia máxima, con un 97,8% de ajuste para el primer caso, y un 98,6% para el segundo.

Para todas las neoplasias malignas analizadas (*i.e.* leucemias, neoplasias mamarias, pulmonares, colon, testículo y próstata) las LMT-LAT más cercanas a los domicilios de residencia correspondieron a tramos de 6,6, 13,2, 33, 66, 132 y 220 kV de tensión. En ningún caso se registraron domicilios de residencia en las cercanías de LAT de 500 kV. La mayoría de las líneas eléctricas interceptadas a menos de 50 metros pertenecieron específicamente a LMT de 13,2 kV y LAT de 132 kV.

En la población de mujeres de 40 a 64 años fallecidas por neoplasias malignas de mama el 98,7% de los casos (149/151) se ubicó en la cercanía de esas líneas. En las mujeres mayores de 64 años fallecidas por las mismas neoplasias, la proporción alcanzó un 94,7% (234/247).

El 95,8% (300/313) de las defunciones ocasionadas por neoplasias malignas broncopulmonares en hombres y mujeres de 40 a 64 años se localizó en las cercanías de estas líneas específicas. Para la población mayor de 64 años el porcentaje fue 96,9% (409/422).



Considerando las defunciones por neoplasias malignas de colon en la población mayor de 64 años cuyo domicilio de residencia se situó a menos de 50 metros de distancia a una línea eléctrica, el 95,13% (332/349) correspondió a LMT, que en un 97% (322/332) fue de 13,2 kV.

El 97,65% (249/255) de las defunciones por neoplasias malignas de próstata en hombres mayores de 64 años ubicadas en el estrato más cercano a una línea eléctrica, correspondió a LMT. A su vez, el 96% (239/249) fue de 13,2 kV.

Por otra parte, los resultados de este estudio indicaron que la zona con potencial riesgo electromagnético (50 metros a ambos lados de las LMT-LAT) representó el 28,1% del territorio urbano de la provincia de Buenos Aires. De esta manera, el porcentaje de muertes ubicado en las cercanías de las líneas (<50 metros) tuvo una variación entre 24,30% y 31,71% para las neoplasias malignas que demostraron una asociación significativa con la distancia a las LMT o a las LMT-LAT.<sup>1</sup>

Otro aspecto importante que surgió de esta Tesis se relacionó con la distancia mínima entre los domicilios de residencia y las líneas eléctricas: se hallaron 1.155 defunciones localizadas a una distancia menor a 6 metros (< 6 m), lo cual genera controversias debido a la distancia mínima horizontal que debe haber, por normativa nacional, entre cada línea y las edificaciones accesibles a las personas para evitar descargas eléctricas (ver Apéndice 2).<sup>18</sup>

---

<sup>1</sup> 24,30% (349/1.436) para las defunciones por neoplasias de colon en hombres y mujeres mayores de 64 años; 25,24% (422/1.672) para las defunciones por neoplasias broncopulmonares en hombres y mujeres mayores de 64 años; 25,80% (247/959) para las defunciones por neoplasias de mama en mujeres mayores de 64 años; 26,40% (151/572) para las defunciones por neoplasias de mama en mujeres de 40 a 64 años; 27,19% (255/938) para las defunciones por neoplasias de próstata en hombres mayores de 64 años; y 31,71% (313/987) para las defunciones por neoplasias broncopulmonares en hombres y mujeres de 40 a 64 años.

## Corolario de la discusión

---

La inversa de la distancia a las líneas de media y alta tensión se comportó como indicador de riesgo de ciertas neoplasias malignas, mostrando un riesgo aumentado cuando las distancias disminuyen. En algunos estudios se ha considerado una distancia de 200 metros a las líneas eléctricas como distancia mínima para la protección poblacional de la radiación no ionizante producida por las mismas.<sup>9,10</sup> Otros estudios consideran como poco probable que a esa distancia los CEM de las líneas generen un efecto adverso sobre los tejidos humanos, ya que probablemente los típicos CM se estiman entre  $<0,1 \mu\text{T}$  y  $<0,01 \mu\text{T}$ , valores muy por debajo del magnetismo promedio proveniente de otras fuentes de energía eléctrica dentro de los hogares (*e.g.* los electrodomésticos).<sup>19,20</sup>

De acuerdo con la bibliografía parece ser más aceptable considerar hasta 50 metros de distancia a las LMT-LAT como punto crítico de una zona de potencial riesgo electromagnético.<sup>17,19,20</sup> Esta distancia parece satisfacer la perspectiva de disciplinas como la ingeniería y la física, en cuanto al alcance de la radiación proveniente de las líneas eléctricas.<sup>19,20</sup> Incluso en trabajos como los de Maslanyj y colaboradores, en los que se cuestiona la medición de la distancia como reemplazo a las reales mediciones de los CM, por considerar un alto grado de error, se ha mencionado que una proximidad de hasta 50 metros desde una LAT resulta una zona en la cual podrían esperarse CM elevados debidos a las líneas de alta tensión y no a otras fuentes emisoras.<sup>17</sup> Es por estas razones que se consideró, para el desarrollo del presente estudio, una distancia menor a 50 metros como punto de delimitación de la menor distancia a las potenciales noxas LMT y LAT.

Los datos aportados por este estudio mostraron que a la menor distancia considerada, la radiación de las LMT-LAT podría significar un factor de riesgo de mortalidad por neoplasias malignas de mama en mujeres y broncopulmonares en hombres y mujeres, en ambos casos a partir de los 40 años de edad. En el caso de las defunciones por neoplasias malignas de colon y próstata en la población mayor de 64 años fue únicamente la distancia a las LMT la que actuó como factor de riesgo de mortalidad. En este estudio se identificaron las líneas eléctricas de 13,2 kV y 132 kV, como los tipos de línea asociados a las neoplasias malignas estudiadas. Consecuentemente, futuros trabajos podrían focalizarse en el estudio de estas líneas eléctricas en particular.

Uno de los debates más polémicos en torno al análisis de las poblaciones pediátricas ha sido el estudio de leucemias y su posible relación con la exposición a la radiación de los CM producidos por las líneas eléctricas. El primer estudio sobre esta temática mostró un riesgo incrementado de leucemia según el tipo de configuración de corriente de los cables a los que estuvo expuesta la población.<sup>13</sup> Años después, el riesgo fue evaluado en relación a la disminución de la distancia, encontrando una asociación significativa.<sup>9,10</sup> La mayoría de los trabajos subsiguientes, enfocados en la exposición magnética, no encontraron relación entre ambos eventos.<sup>12,17,21,22</sup>

El presente trabajo no permitió avalar la asociación significativa entre la mortalidad por leucemia y la distancia a LMT-LAT en niños y adolescentes menores de 15 años.

## Fortalezas y Limitaciones del estudio

---

Una de las fortalezas principales de este estudio fue la utilización de un método de geocodificación que permitió una mayor certeza en la ubicación espacial de los domicilios de residencia de la población fallecida. Esto significó un enorme avance en relación a otros trabajos en los que ha sido criticada la inestabilidad de la gerreferenciación utilizada.<sup>11</sup>

Otro elemento de importancia a considerar es la metodología estadística elegida. La mayoría de los trabajos citados han aplicado técnicas Clásicas o Frecuentistas en situaciones en las que la población de estudio era pequeña en términos de tamaño muestral. Por ejemplo, Kroll y colaboradores, lograron analizar una población de tan sólo 43 niños. Planteado este escenario, encontrar una asociación significativa entre la exposición a los CM y el riesgo de desarrollar una patología, resulta extremadamente difícil desde la visión de la estadística empleada por los autores.<sup>21</sup> Es por ello, que en este trabajo se eligió una perspectiva de análisis Bayesiano, enfoque que permite superar la limitación que podría significar un bajo tamaño muestral debido a que posee mayor sensibilidad, mejorando la calidad de los resultados.<sup>23,24</sup>

La limitación principal de este estudio se relacionó con la fuente primaria de información contenida en los certificados de defunción, pues no permitió tener registro de la morbilidad y/o los hábitos de vida u otras características de la población de estudio. En este contexto, ciertas variables podrían haberse comportado como *variables de confusión* en la identificación de la relación entre la mortalidad por neoplasias malignas en la población bonaerense y la distancia del domicilio de residencia a las líneas de media y alta tensión (asumiendo a la distancia como

estimador de exposición electromagnética): los hábitos alimenticios del paciente, el nivel de sedentarismo, el hábito fumador, la presencia de antecedentes familiares con la misma patología, la presencia de posibles contaminantes carcinogénicos en la periferia habitacional (*e.g.* policlorobifenilos o PCB en el agua de consumo), entre otros.

No obstante, el elevado número de unidades de análisis tomado en consideración para el presente trabajo (>20.000), disponer de datos demográfico-epidemiológicos para cada tipo de neoplasia y la manera en que cada caso fue validado (corroboración contrastando con organismos oficiales como el Registro Provincial de las Personas, los padrones electorales y las Instituciones tratantes de los pacientes), permitió valorar los resultados obtenidos, al menos para fomentar la continuidad de estos estudios, en los que se consideren las variables de confusión mencionadas.

## **CONCLUSIONES**

El presente trabajo se considera un estudio de tipo epidemiológico del cual se pueden extraer elementos que permiten identificar a distancias cercanas a las líneas de media-alta tensión (<50 metros) y a ciertos niveles de tensión (13,2kV y 132 kV) como aquellos asociados a convertirse en potencial noxa.

Se ha encontrado un patrón de mortalidad que disminuyó exponencialmente con el aumento de la distancia a las LMT-LAT para las defunciones ocasionadas por neoplasias malignas de mama en mujeres y broncopulmonares en hombres y mujeres, en ambos casos a partir de los 40 años de edad. Si se consideran los decesos por neoplasias malignas de colon y de próstata en la población mayor de 64 años, fue la distancia a las líneas de media tensión la que actuó como factor predictor de riesgo. Lo antedicho avala la asociación significativa entre una mayor frecuencia de defunciones y una menor distancia a las líneas eléctricas (menos de 50 metros). Esto difiere de estudios previos, en los cuales se han tomado en cuenta distancias más inclusivas (200 o más metros), cuya consideración no resulta útil para discriminar la presencia de riesgo.

El aumento de las defunciones por estas patologías a medida que las residencias de los individuos se aproximan a las líneas de media o media y alta tensión permite arribar a dos razonamientos principales: en primer término, las muertes se encuentran más concentradas en las cercanías de estas líneas eléctricas, y en segundo lugar, una función que considere la inversa de la distancia, podría comportarse como indicador de riesgo de mortalidad por dichas causas. Esto último reabre el debate iniciado por Draper y colaboradores hace más de diez años y estimula a iniciar nuevos estudios, sobre todo de tipo experimental, para seguir aportando información a esta temática

tan sensible para la comunidad, las autoridades de áreas medioambientales y la Salud Pública.

Otro aporte surgido de este estudio fue la identificación de algunos partidos de la provincia de Buenos Aires con tasas de mortalidad por neoplasias malignas ajustadas a la población cada 100.000 habitantes varias veces superiores a los valores esperados para el área en cuestión. Si bien este dato fue relevado en el proceso preestablecido para alcanzar los objetivos del trabajo y, habiendo observado que esos hallazgos no se relacionan con la noxa seleccionada como objeto de estudio (LMT-LAT), dada la baja frecuencia de defunciones cercanas a las LMT-LAT en dichos distritos, resulta de sumo interés y amerita iniciar futuras investigaciones que ayuden a explicar estas observaciones.

Finalmente, el modelo de geocodificación y georreferenciación, el cálculo de la distancia y el tratamiento estadístico Bayesiano utilizados en este estudio, permitieron aportar a la presente investigación un valor diferencial en términos de rigurosidad del dato y un alto grado de exactitud y sensibilidad, aspectos que le otorgan al trabajo un valor agregado en relación con estudios previos realizados sobre la misma temática.



# APÉNDICES

## *Apéndice 1.*

### *Las neoplasias malignas en un contexto espacio-temporal*

El análisis del número de defunciones ocasionadas por neoplasias malignas (NM) en la provincia de Buenos Aires a lo largo del tiempo no constituyó un objetivo específico del presente trabajo de Tesis; sin embargo, en este apéndice los decesos ocurridos en el año de estudio (2012) se compararon con los registros de la Dirección de Información Sistematizada (DIS) de la última década, pretendiendo contextualizar y mostrar una línea de tiempo en términos de mortalidad ocasionada por las NM que se presentaron con mayor frecuencia según sexo y grupo etario.

La Tabla 1 muestra los porcentajes de representación a nivel provincial que indicaron los eventos neoplásicos malignos estudiados a lo largo de los capítulos IV-IX durante el período 2004-2014.

**Tabla 1. Porcentaje de eventos neoplásicos específicos a nivel provincial durante el período 2004-2014.**

Año	< 15 años	15-39 años		40-64 años			> 64 años			
	Leucemia	Mama en mujeres	Testículo	Bronquios y pulmón	Mama en mujeres	Colon en hombres	Bronquios y pulmón	Colon	Mama en mujeres	Próstata
2004	0,25%	0,31%	0,22%	6,95%	3,85%	1,53%	8,96%	7,25%	5,37%	5,83%
2005	0,27%	0,24%	0,14%	6,65%	3,60%	1,49%	9,08%	7,56%	5,34%	5,75%
2006	0,25%	0,32%	0,16%	6,96%	3,65%	1,49%	9,55%	7,81%	5,16%	5,60%
2007	0,18%	0,37%	0,18%	6,81%	3,65%	1,62%	9,58%	7,51%	5,20%	5,64%
2008	0,23%	0,35%	0,18%	6,80%	3,53%	1,56%	9,67%	8,11%	4,97%	5,63%
2009	0,21%	0,36%	0,18%	6,47%	3,47%	1,72%	9,84%	7,67%	5,07%	5,29%
2010	0,23%	0,34%	0,17%	6,78%	3,82%	1,65%	9,25%	7,92%	5,27%	5,80%
2011	0,40%	0,37%	0,17%	6,83%	3,61%	1,50%	9,86%	8,01%	5,14%	5,51%
<b>2012</b>	<b>0,22%</b>	<b>0,34%</b>	<b>0,21%</b>	<b>6,46%</b>	<b>3,66%</b>	<b>1,43%</b>	<b>9,70%</b>	<b>8,01%</b>	<b>5,31%</b>	<b>5,29%</b>
2013	0,39%	0,37%	0,15%	6,65%	3,64%	1,61%	9,53%	7,80%	5,44%	4,84%
2014	0,27%	0,30%	0,23%	6,15%	3,65%	1,66%	10,01%	7,85%	5,12%	5,14%

Referencias: en negrita se indica el año 2012, período en que se centra el presente trabajo de Tesis.

La representatividad de cada NM presentada en la Tabla 1 se comparó estadísticamente entre el 2012 versus los demás años (Tabla 2). No se observaron diferencias significativas (DNS) para la mayoría de las patologías, indicando estabilidad a lo largo del tiempo. La excepción fueron ciertos años puntuales en los que hubo menor o mayor mortalidad en relación al año 2012. Para evaluar esa estabilidad temporal se calculó un índice de homogeneidad (IH) específico para cada NM estudiada, que consideró la siguiente fórmula:

$$\text{(Comparaciones con DNS/ total de comparaciones)} * 100 \%$$

Las defunciones por NM en las que se observó un pico de mortalidad en la zona más cercana a las líneas de media y alta tensión (LMT-LAT), mostraron valores de IH entre 70-80% (NM broncopulmonares) y 90-100% (NM de mama). En el caso de los decesos por NM que evidenciaron una mortalidad más elevada en la zona cercana a las LMT, el IH tomó valores entre 50% (NM de próstata) y 70% (NM de colon).

**Tabla 2. Comparación de eventos neoplásicos en el período 2004-2014 haciendo enfoque en el 2012.**

NM	Año (Razón) (%)	Año a comparar	Defunciones	Total	%	Valor-p	Interpretación	IH
<b>Población de niños y adolescentes menores de 15 años</b>								
Leucemias (C91-C95) en niñas y niños	2012 (54/24009) (0,22%)	2004	55	22185	0,25%	0,305	DNS	80%
		2005	60	22499	0,27%	0,183	DNS	
		2006	58	22774	0,25%	0,256	DNS	
		2007	42	22890	0,18%	0,164	DNS	
		2008	51	22633	0,23%	0,494	DNS	
		2009	48	22453	0,21%	0,402	DNS	
		2010	53	22916	0,23%	0,441	DNS	
		2011	91	22695	0,40%	0,0004	mayor mortalidad en 2011	
		2013	92	23859	0,39%	0,001	mayor mortalidad en 2013	
		2014	66	24380	0,27%	0,158	DNS	

Población juvenil (15-39 años)								
NM de mama (C50) en mujeres	2012 (81/24009) (0,34%)	2004	68	22185	0,31%	0,283	DNS	90%
		2005	53	22499	0,24%	0,021	menor mortalidad en 2005	
		2006	72	22774	0,32%	0,346	DNS	
		2007	84	22890	0,37%	0,294	DNS	
		2008	80	22633	0,35%	0,383	DNS	
		2009	81	22453	0,36%	0,334	DNS	
		2010	78	22916	0,34%	0,476	DNS	
		2011	84	22695	0,37%	0,276	DNS	
		2013	89	23859	0,37%	0,257	DNS	
		2014	72	24380	0,30%	0,206	DNS	
NM de testículo (C62)	2012 (51/24009) (0,21%)	2004	49	22185	0,22%	0,417	DNS	90%
		2005	32	22499	0,14%	0,039	menor mortalidad en 2005	
		2006	36	22774	0,16%	0,090	DNS	
		2007	42	22890	0,18%	0,249	DNS	
		2008	41	22633	0,18%	0,229	DNS	
		2009	40	22453	0,18%	0,209	DNS	
		2010	38	22916	0,17%	0,126	DNS	
		2011	39	22695	0,17%	0,164	DNS	
		2013	36	23859	0,15%	0,061	DNS	
		2014	55	24380	0,23%	0,374	DNS	
Población adulta (40-64 años)								
NM broncopulmonar (C34) en mujeres y hombres	2012 (1551/24009) (6,46%)	2004	1542	22185	6,95%	0,018	mayor mortalidad en 2004	80%
		2005	1497	22499	6,65%	0,200	DNS	
		2006	1585	22774	6,96%	0,015	mayor mortalidad en 2006	
		2007	1558	22890	6,81%	0,066	DNS	
		2008	1540	22633	6,80%	0,068	DNS	
		2009	1452	22453	6,47%	0,488	DNS	
		2010	1553	22916	6,78%	0,084	DNS	
		2011	1549	22695	6,83%	0,057	DNS	
		2013	1586	23859	6,65%	0,204	DNS	
		2014	1500	24380	6,15%	0,082	DNS	
NM de mama (C50) en mujeres	2012 (878/24009) (3,66%)	2004	854	22185	3,85%	0,140	DNS	100%
		2005	809	22499	3,60%	0,368	DNS	
		2006	832	22774	3,65%	0,496	DNS	
		2007	836	22890	3,65%	0,493	DNS	
		2008	800	22633	3,53%	0,239	DNS	
		2009	779	22453	3,47%	0,140	DNS	
		2010	876	22916	3,82%	0,172	DNS	
		2011	819	22695	3,61%	0,392	DNS	
		2013	869	23859	3,64%	0,466	DNS	
		2014	890	24380	3,65%	0,491	DNS	

NM de colon (C18) en hombres	2012 (343/24009) (1,43%)	2004	340	22185	1,53%	0,179	DNS	60%
		2005	335	22499	1,49%	0,294	DNS	
		2006	340	22774	1,49%	0,280	DNS	
		2007	371	22890	1,62%	0,046	mayor mortalidad en 2007	
		2008	353	22633	1,56%	0,123	DNS	
		2009	387	22453	1,72%	0,005	mayor mortalidad en 2009	
		2010	379	22916	1,65%	0,023	mayor mortalidad en 2010	
		2011	341	22695	1,50%	0,258	DNS	
		2013	384	23859	1,61%	0,053	DNS	
		2014	404	24380	1,66%	0,022	mayor mortalidad en 2014	
<b>Población adulta mayor de 64 años</b>								
NM broncopulmonar (C34) en mujeres y hombres	2012 (2330/24009) (9,70%)	2004	1987	22185	8,96%	0,003	menor mortalidad en 2004	70%
		2005	2043	22499	9,08%	0,011	menor mortalidad en 2005	
		2006	2176	22774	9,55%	0,292	DNS	
		2007	2192	22890	9,58%	0,319	DNS	
		2008	2189	22633	9,67%	0,452	DNS	
		2009	2209	22453	9,84%	0,314	DNS	
		2010	2120	22916	9,25%	0,047	menor mortalidad en 2010	
		2011	2238	22695	9,86%	0,284	DNS	
		2013	2273	23859	9,53%	0,255	DNS	
		2014	2441	24380	10,01%	0,128	DNS	
NM de colon (C18) en mujeres y hombres	2012 (1924/24009) (8,01%)	2004	1608	22185	7,25%	0,001	< mortalidad en 2004	70%
		2005	1701	22499	7,56%	0,036	menor mortalidad en 2005	
		2006	1778	22774	7,81%	0,210	DNS	
		2007	1718	22890	7,51%	0,021	menor mortalidad en 2007	
		2008	1836	22633	8,11%	0,349	DNS	
		2009	1722	22453	7,67%	0,083	DNS	
		2010	1816	22916	7,92%	0,361	DNS	
		2011	1819	22695	8,01%	0,496	DNS	
		2013	1862	23859	7,80%	0,202	DNS	
		2014	1915	24380	7,85%	0,263	DNS	
NM de mama (C50) en mujeres	2012 (1274/24009) (5,31%)	2004	1192	22185	5,37%	0,380	DNS	90%
		2005	1201	22499	5,34%	0,438	DNS	
		2006	1175	22774	5,16%	0,235	DNS	
		2007	1191	22890	5,20%	0,305	DNS	
		2008	1125	22633	4,97%	0,0496	menor mortalidad en 2008	
		2009	1139	22453	5,07%	0,128	DNS	
		2010	1208	22916	5,27%	0,436	DNS	

		2011	1167	22695	5,14%	0,216	DNS	
		2013	1297	23859	5,44%	0,262	DNS	
		2014	1249	24380	5,12%	0,184	DNS	
NM de próstata (C61)	2012 (1270/24009) (5,29%)	2004	1294	22185	5,83%	0,005	mayor mortalidad en 2004	50%
		2005	1294	22499	5,75%	0,014	mayor mortalidad en 2005	
		2006	1275	22774	5,60%	0,070	DNS	
		2007	1292	22890	5,64%	0,046	mayor mortalidad en 2007	
		2008	1274	22633	5,63%	0,051	DNS	
		2009	1187	22453	5,29%	0,492	DNS	
		2010	1329	22916	5,80%	0,008	mayor mortalidad en 2010	
		2011	1251	22695	5,51%	0,146	DNS	
		2013	1154	23859	4,84%	0,011	menor mortalidad en 2013	
		2014	1254	24380	5,14%	0,233	DNS	

Referencias: NM: Neoplasia Maligna. Un Valor-p < 0,05 implica diferencias estadísticamente significativas, DNS: diferencia no significativa ( $p \geq 0,05$ ). IH: Índice de Homogeneidad porcentual (calculado como la división entre el número de comparaciones con DNS y el total de las comparaciones, multiplicado por 100). Todas las comparaciones se realizaron de a pares respecto al año 2012.

## Apéndice 2.

### *Estándares internacionales y nacionales para los campos electromagnéticos y distancias mínimas de seguridad*

#### ESTÁNDARES INTERNACIONALES

---

Muchos países y organizaciones internacionales han adoptado los límites de la Comisión Internacional sobre Protección frente a la Radiación No Ionizante (ICNIRP) en sus respectivos estándares de seguridad y legislación nacionales e internacionales.<sup>1</sup> En las recomendaciones del año 2010 la ICNIRP estableció que *'estudios epidemiológicos han encontrado de forma constante que la exposición crónica a los campos magnéticos de baja intensidad (0,3 - 0,4  $\mu$ T) se asocia a un aumento en el riesgo de la leucemia infantil. Sin embargo, la ausencia de una causalidad establecida implica que este efecto no puede abordarse en las restricciones básicas'*.<sup>2</sup>

Los límites que plantean estas guías para la exposición de la población en el ámbito público a campos eléctricos (CE) de frecuencia extremadamente baja (FEB) toman valores hasta 5.000 V/m (= 5 kV/m). Para los campos magnéticos (CM) el valor es de hasta 1.000 mG (= 100  $\mu$ T).<sup>1,2,3</sup>

Por otra parte, el Reporte de BioIniciative del año 2012 presentó recomendaciones para los estándares de exposición a los CEM-FEB, basadas en la evidencia epidemiológica existente en las poblaciones humanas. Para los CM el estándar propuesto fue 1mG (= 0,1  $\mu$ T), un valor mil veces menor que el punto crítico propuesto por la ICNIRP.<sup>4,5</sup> Esta propuesta es coincidente con la preocupación de la comunidad científica por la salud pública que se ha enfocado principalmente en el estudio de los niveles magnéticos superiores a las 0,4  $\mu$ T.<sup>6</sup>

La diferencia entre los estándares actuales de la ICNIRP y los propuestos por BioInitiative muestran la magnitud del problema. El punto crítico drásticamente menor hace pensar en cierta privación del sistema eléctrico, algo complejo de abordar debido a los beneficios actuales derivados de la electricidad y las comunicaciones inalámbricas. Ciertamente regresar a la era pre-eléctrica no es una opción viable, pero resulta imperativo que la sociedad sea consciente de la disparidad entre los estándares de exposición y las evidencias de riesgo de desarrollar ciertas neoplasias malignas. Disminuir en mil el valor crítico (1,000 mG versus 1 mG) es una meta difícilmente alcanzable pero puede ser planteada como reto en el desarrollo de nuevas tecnologías y el cambio del comportamiento humano.<sup>4</sup>

## ESTÁNDARES NACIONALES

---

En Argentina las normativas de exposición tanto a CE como CM se rigen por Normativa de la Secretaría de Energía del año 1998 (Nº 77/98)<sup>7</sup>. En ella se adoptan los límites superiores de CE (inciso 4.1) y CM (inciso 4.2) que muestran ser más restrictivos que los valores internacionales de la ICNIRP.



#### **INCISO 4.1. CAMPO ELÉCTRICO**

En base a los documentos elaborados conjuntamente por la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Asociación Internacional de Protección contra la Radiación (IRPA), y el Programa Ambiental de Naciones Unidas, los cuales recopilan en diferentes países los valores típicos de la mayoría de las líneas que se encuentran en operación, se adopta el valor de límite superior de campo eléctrico no perturbado, para líneas en condiciones de tensión nominal y conductores a temperatura máxima anual: **tres kilovoltios por metro (3 kV/m)**, en el borde de la franja de servidumbre, fuera de ella y en el borde perimetral de las subestaciones, medido a un metro (1 m) desde el nivel del suelo.

Cuando no estuviera definida la franja de servidumbre, el nivel de campo deberá ser igual o inferior a dicho valor en los puntos resultantes de la aplicación de las distancias mínimas establecidas en la Reglamentación de la Asociación Electrotécnica Argentina (AEA) sobre Líneas Eléctricas Aéreas Exteriores.

---

#### **INCISO 4.2. CAMPO DE INDUCCIÓN MAGNÉTICA**

En base a la experiencia de otros países, algunos de los cuales han dictado normas interinas de campos de inducción magnética y a los valores típicos de las líneas en operación, se adopta el siguiente valor de límite superior de campo de inducción magnética para líneas en condiciones de máxima carga definida por el límite térmico de los conductores: **doscientos cincuenta mili gaussios (250 mG)**, en el borde de la franja de servidumbre, fuera de ella y en el borde perimetral de las subestaciones, medido a un metro del nivel del suelo.

Cuando no estuviera definida la franja de servidumbre, el nivel de campo deberá ser igual o inferior a dicho valor en los puntos resultantes de la aplicación de las distancias mínimas establecidas en la Reglamentación de la Asociación Electrotécnica Argentina (AEA) sobre Líneas Eléctricas Aéreas Exteriores.

## DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD

---

En nuestro país existen varias guías acerca de la distancia mínima para evitar descargas eléctricas llamadas *distancias mínimas de seguridad*.<sup>8</sup> Según la Guía Técnica de Aplicación del Ministerio de Industria, Energía y Turismo del año 2013, en sus incisos 5.2 (Distancias de aislamiento eléctrico para evitar descargas) e Inciso 5.12.2 (Edificios, construcciones y zonas urbanas) se menciona:

*Se evitará el tendido de líneas eléctricas aéreas de alta tensión con conductores desnudos en terrenos que estén clasificados como suelo urbano, cuando pertenezcan al territorio de municipios que tengan plan de ordenación o como casco de población en municipios que carezcan de dicho plan. No obstante, a petición del titular de la instalación y cuando las circunstancias técnicas o económicas lo aconsejen, el órgano competente de la Administración podrá autorizar el tendido aéreo de dichas líneas en las zonas antes indicadas. Se podrá autorizar el tendido aéreo de líneas eléctricas de alta tensión con conductores desnudos en las zonas de reserva urbana con plan general de ordenación legalmente aprobado y en zonas y polígonos industriales con plan parcial de ordenación aprobado, así como en los terrenos del suelo urbano no comprendidos dentro del casco de la población en municipios que carezcan de plan de ordenación. Conforme a lo establecido en el Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, no se construirán edificios e instalaciones industriales en la servidumbre de vuelo, incrementada por la siguiente distancia mínima de seguridad a ambos lados:*

Distancia mínima =  $3,3 + Del$ , con un mínimo de 5 metros.

Siendo **Del**, la **distancia de aislamiento** en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido. En la Tabla 1 se indica cuál es la distancia de aislamiento (Del) según la tensión más elevada de cada línea (Us).

**Tabla 1. Distancias de aislamiento eléctrico para evitar descargas.**

Us (kV)	Del (m)
3,6	0,08
7,2	0,09
12	0,12
17,5	0,16
24	0,22
30	0,27
36	0,35
52	0,60
72,5	0,70
123	1,00
145	1,20
170	1,30
245	1,70
420	2,80

Referencias: Us: tensión más elevada de la red, Del: distancia de aislamiento, kV: kilovoltios, m: metros. Información tomada del inciso 5.2 (Distancias de aislamiento eléctrico para evitar descargas).

*Análogamente, no se construirán líneas por encima de edificios e instalaciones industriales en la franja definida anteriormente. No obstante, en los casos de mutuo acuerdo entre las partes, las distancias mínimas que deberán existir en las condiciones más desfavorables, entre los conductores de la línea eléctrica y los edificios o construcciones que se encuentren bajo ella, serán las siguientes:*

Sobre **puntos accesibles a las personas:**

5,5 + Del, con un **mínimo de 6 metros**.

Sobre puntos no accesibles a las personas:

3,3 + Del, con un mínimo de 4 metros.

*En las condiciones más desfavorables, se procurará mantener las anteriores distancias en proyección horizontal, entre los conductores de la línea y los edificios y construcciones inmediatos.*

# **BIBLIOGRAFÍA**

## Introducción

---

1. Biblioteca virtual en salud (bvs). Descriptores en Ciencias de la Salud (DeCS): Neoplasias. Disponible en: [http://decs.bvs.br/cgi-bin/wxis1660.exe/decserver/?IscScript=../cgi-bin/decserver/decserver.xis&task=exact\\_term&previous\\_page=homepage&interface\\_language=e&search\\_language=e&search\\_exp=Neoplasias&show\\_tree\\_number=T](http://decs.bvs.br/cgi-bin/wxis1660.exe/decserver/?IscScript=../cgi-bin/decserver/decserver.xis&task=exact_term&previous_page=homepage&interface_language=e&search_language=e&search_exp=Neoplasias&show_tree_number=T) (Consultado 15/09/2014).
2. Instituto Nacional del Cáncer de Estados Unidos. La Investigación del Cáncer en América Latina. Participante de la Red de Investigación del Cáncer de los Estados Unidos y América Latina (US-LA CRN): Argentina. Carga del cáncer en Argentina. Disponible en: <http://www.cancer.gov/espanol/instituto/olacpd/crn/argentina> (Consultado 5/6/2013).
3. Ministerio de Salud de la Nación. Dirección de Estadísticas e Información en Salud (DEIS). Publicaciones. *Estadísticas Vitales-Información Básica. Año 2012. Serie 5-Número 56. Tabla 24.* Disponible en: <http://deis.msal.gov.ar/wp-content/uploads/2016/01/Serie5Nro56.pdf> (Consultado 02/08/2016).
4. Macías G, Limardo L, Abriata M G. *Atlas de Mortalidad por Cáncer: Argentina, 2011-2015.* 1ª ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Instituto Nacional del Cáncer Ministerio de Salud de la Nación; 2017. 320 p.
5. Pujol C J A, Bertonea C L, Acosta L D. *Morbimortalidad por cáncer infantil en la República Argentina. 2006-2008.* Arch Argent Pediatr. 2014; 112(1): 50-54.
6. Ministerio de Salud de la Nación. Dirección de Estadísticas e Información en Salud (DEIS). Publicaciones. *Estadísticas Vitales-Información Básica. Año 2012. Serie 5-Número 56. Tabla 23.* Disponible en: <http://deis.msal.gov.ar/wp-content/uploads/2016/01/Serie5Nro56.pdf> (Consultado 02/08/2016).
7. Tukimin R, Mahadi W N L, Ali M Y M, Thari M N M. *Extremely Low Frequency Electromagnetic Field (ELF EMF) Survey of Residential Areas around Transmission Lines.* Paper presented at the Asia-Pacific Conference on Applied Electromagnetic Proceedings. 2007. p 1-5.

8. Biblioteca virtual en salud (bvs). Descriptores en Ciencias de la Salud (DeCS). Campos electromagnéticos. Disponible en: <http://decs.bvs.br/cgi-bin/wxis1660.exe/decsserver/> (Consultado 15/09/2014).
9. Draper G, Vincent T, Kroll M E, Swanson J. *Childhood cancer in relation to distance from high voltage power lines in England and Wales: a case-control study*. Bmj. 2005; 330 (7503): 1290.
10. Sermage-Faure C, Demoury C, Rudant J, Goujon-Bellec S, Guyot-Goubin A, Deschamps F, Hemon D, Clavel J. *Childhood leukaemia close to high-voltage power lines—the Geocap study, 2002-2007*. Br J Cancer. 2013; 108: 1899–1906.
11. Boletín Oficial del Estado. España: Ministerio de Industria, Energía y Turismo. 2014; Nro. 139: 43598-43728. Disponible en: <https://www.boe.es/boe/dias/2014/06/09/pdfs/BOE-A-2014-6084.pdf> (Consultado 08/02/2018).
12. Asociación Electrotécnica Argentina. *Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles*. Asociación Electrotécnica Argentina 1913-2006; 258 p. Disponible en: <https://cdecct1.files.wordpress.com/2012/08/reglamento-aea-2006.pdf>(Consultado 08/02/2018).
13. Wertheimer N, Leeper E. *Electrical wiring configurations and childhood cancer*. Am J Epidemiol. 1979; 109 (3):273-84.
14. Strumylaite L, Mechonošina K, Tamašauskas Š. *Continuing medical education: Environmental factors and breast cancer*. Medicina (Kaunas). 2010; 46 (12): 867-873.
15. Carpenter D O. *Electromagnetic fields and cancer: the cost of doing nothing*. Reviews on environmental health. 2010; 25(1): 75-80.
16. Linet M S, Hatch E E, Kleinerman R A, Robison L L, Kaune W T, Friedman D R y colaboradores *Residential exposure to magnetic fields and acute lymphoblastic leukemia in children*. NEJM. 1997; 337(1): 1-8.
17. United Kingdom Childhood Cancer Study Investigators (UKCCSI). *Childhood cancer and residential proximity to power lines*. Br J Cancer. 2000; 83 (11): 1573-1580.

18. Maslanyj M P, Mee T J, Renew D C, Simpson J, Ansell P, Allen S G, Roman E. *Investigation of the sources of residential power frequency magnetic field exposure in the UK Childhood Cancer Study*. J. Radiol. Prot. 2007; 27(1): 41-58.
19. Maslanyj M, Simpson J, Roman E, Schüz J. *Power Frequency Magnetic Fields and Risk of Childhood Leukaemia: Misclassification of Exposure From the Use of the 'Distance From Power Line' Exposure Surrogate*. Bioelectromagnetics. 2009; 30(3):183-188.
20. Kroll M E, Swanson J, Vincent T J, Draper G J. *Childhood cancer and magnetic fields from high-voltage power lines in England and Wales: a case-control study*. Br J Cancer. 2010; 103(7): 1122-1127.
21. Stratton D, Lange S, Inal J M. *Pulsed extremely low-frequency magnetic fields stimulate microvesicle release from human monocytic leukaemia cells*. BBRC. 2013; 430(2): 470-475.
22. Srinivasan V, Spence D W, Pandi-Perumal SR, Trakht I, Esquifi no AI, Cardinali DP, y colaboradores *Melatonin, environmental light, and breast cancer*. Breast Cancer Res Treat. 2008; 108: 339-50.
23. Kliukiene J, Tynes T, Andersen A. *Residential and occupational exposures to 50-Hz magnetic fields and breast cancer in women: a population-based study*. Am J Epidemiol. 2004; 159: 852-61.
24. Loomis, D P, Savitz, D A, Ananth, C V. *Breast cancer mortality among female electrical workers in the United States*. JNCI. 1994; 86(12): 921-925.
25. Chen Q, Lang L, Wu W, Xu G, Zhang X, Li T, Huang H. *A Meta-Analysis on the Relationship between Exposure to ELF-EMFs and the Risk of Female Breast Cancer*. PLoS One. 2013; 8(7):e69272.
26. Fews A P, Henshaw D L, Keitch P A, Close J J, Wilding R J. *Increased exposure to pollutant aerosols under high voltage power lines*. International Journal of Radiation Biology. 1999; 75(12): 1505-1521.
27. Fews A P, Henshaw D L, Wilding R J, Keitch P A. *Corona ions from powerlines and increased exposure to pollutant aerosols*. International Journal of Radiation Biology. 1999; 75(12): 1523-1531.



28. García, S. I. *La salud humana y los campos electromagnéticos de frecuencia extremadamente baja (CEM-FEB)*. Revisión de bibliografía disponible. Asociación Toxicológica Argentina; 2005. 139 p.
29. Bourgeois M, Pascual A, Etchegoyen G. *Estudio epidemiológico sobre daño a la salud de la población que habita en la zona de influencia de una subestación eléctrica en Argentina*. AUGMDOMUS. 2014; Vol.6: 25-46.
30. Das H, Gogoi K, Chatterjee S. *Analysis of the effect of Electric field due to High Voltage Transmission Lines on Humans*. Paper presented at the Power, Dielectric and Energy Management at NERIST (ICPDEN), 2015 1st Conference on IEEE. 2015. p 1-4.
31. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). *Guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz - 100 kHz)*. Health Physics. 2010; 99(6): 818-836.
32. Bonnet-Belfais M, Lambrozo J, Aurengo A. *Comment: childhood leukaemia and power lines—the Geocap study: is proximity an appropriate MF exposure surrogate?*. Br J Cancer. 2013; 109(5): 1382.
33. International Agency for Research on Cancer (IARC). *Non-Ionizing Radiation, Part 1: Static and Extremely Low-Frequency (ELF) Electric and Magnetic Fields*. IARC Monographs on the Evaluation of carcinogenic risks to Humans. 2002; Vol. 80: 429.
34. International Agency for Research on Cancer (IARC). *Non-Ionizing Radiation, Part 2: Radiofrequency Electromagnetic Fields*. IARC Monographs on the Evaluation of carcinogenic risks to Humans. 2013; Vol. 102: 460.
35. Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC). Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010. Instituto Geográfico Nacional (IGN). Censo 2010 Argentina resultados definitivos: mapas. Disponible en: <http://www.sig.indec.gov.ar/censo2010/> (Consultado 10/6/2013).
36. Atlas Ambiental Buenos Aires (AABA). Inicio - Unidades Temáticas - Servicios - Energía. Disponible en: [http://www.atlasdebuenosaires.gov.ar/aaba/index.php?option=com\\_content&task=view&id=193&Itemid=72&lang=es](http://www.atlasdebuenosaires.gov.ar/aaba/index.php?option=com_content&task=view&id=193&Itemid=72&lang=es) (Consultado 23/06/2017).

## Material y Métodos

---

1. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010. REDATAM+SP. Nota aclaratoria sobre la inclusión y códigos de los partidos Chascomús y Lezama. Disponible en:  
<http://200.51.91.245/argbin/RpWebEngine.exe/PortalAction?BASE=CPV2010B>  
(Consultado 02/10/2014).
2. Clasificación Internacional de Enfermedades, décima revisión (CIE-10). Disponible en: <http://www.ms.gba.gov.ar/wp-content/uploads/2016/04/cie10.pdf> (Consultado 01/04/2018).
3. Asociación Electrotécnica Argentina. *Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles*. Asociación Electrotécnica Argentina 1913-2006; 258 p. Disponible en:  
<https://cdecct1.files.wordpress.com/2012/08/reglamento-aea-2006.pdf>(Consultado 08/02/2018).
4. Ren C, Lim S, Hylton T, Huang Y, Button J, Wohler B y colaboradores *Methods*. In: *Florida Annual Cancer Report: 2008 Incidence and Mortality*. Tallahassee: Florida Department of Health. 2012. p.8-9.
5. Draper G, Vincent T, Kroll M E, Swanson J. *Childhood cancer in relation to distance from high voltage power lines in England and Wales: a case-control study*. *Bmj*. 2005; 330 (7503): 1290.
6. Sermage-Faure C, Demoury C, Rudant J, Goujon-Bellec S, Guyot-Goubin A, Deschamps F, Hemon D, Clavel J. *Childhood leukaemia close to high-voltage power lines—the Geocap study, 2002-2007*. *Br J Cancer*. 2013; 108: 1899–1906.
7. Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC). REDATAM Censo 2010. Base de datos REDATAM del cuestionario Básico. Disponible en:  
<http://200.51.91.245/argbin/RpWebEngine.exe/PortalAction?&MODE=MAIN&BASE=CPV2010B&MAIN=WebServerMain.inl> (Consultado 10/6/2013).
8. Ahmad O B, Boschi-Pinto C, Lopez A D, Murray C J L, Lozano R, Inoue M. *Age standardization of rates: a new WHO standard*. In: EIP/GPE/EBD World Health

- Organization. 2001; GPE Discussion Paper Series. No.31: p.1-14. Disponible en: <http://www.who.int/healthinfo/paper31.pdf?ua=1> (Consultado 27/05/2015).
9. Secretaría de Energía de la Nación. Visor SIG. Disponible en: <http://www.energia.gov.ar/home/> (Consultado 04/08/2014).
  10. Quantum GIS 2.8.2-Wien. Sistema de Información Geográfica libre y de Código Abierto. Disponible en: <http://www.qgis.org/es/site/> (Consultado 23/08/2016).
  11. GIS Dictionary - Esri. Quantile classification. Disponible en: <http://support.esri.com/en/knowledgebase/GISDictionary/term/quantile%20classification> (Consultado 20/11/2014).
  12. GIS Dictionary - Esri. Jenks' optimization. Disponible en: <http://support.esri.com/en/knowledgebase/GISDictionary/term/Jenks%27%20optimization> (Consultado 20/11/2014).
  13. Risso M A, Risso P. *WinBUGS, una Simulación Bayesiana*. En: *Introducción a la Estadística Bayesiana: Uso de Lenguaje R y WinBUGS*. 1ª. ed. La Plata, Argentina: Vuelta a Casa - editorial; 2017. p. 113-126.
  14. Christensen R, Johnson W. Branscum A, Hanson T E. *Bayesian Ideas and Data Analysis: An Introduction for Scientists and Statisticians*. 1th. ed. New York, USA: CRC Press Taylor & Francis Group; 2010. 516 p.
  15. Ntzoufras I. *Bayesian modeling using WINBUGS*. 1th. ed. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.; 2009. 520 p.
  16. Bolstad W M. *Introduction to Bayesian statistics*. 2nd. ed. New Jersey, USA: John Wiley & Sons, Inc.; 2007. 437 p.
  17. The R Project for Statistical Computing. Download R. Argentina. Disponible en: <http://mirror.fcaglp.unlp.edu.ar/CRAN/> (Consultado 24/08/2016).
  18. Ocaña Riola R, Sánchez-Cantalejo C, Toro-Cárdenas S M, Mayoral Cortés J M. *Atlas Interactivo de Mortalidad en Andalucía. AIMA 1981-2006*. 1ª ed. Granada, España: Escuela Andaluza de Salud Pública (EASP); 2010. 207p.

## Discusión

---

1. National Cancer Institute. Risk Factors. Disponible en: <https://www.cancer.gov/about-cancer/causes-prevention/risk> (Consultado 14/08/2017).
2. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Breast Cancer. What are the risk factors for Breast Cancer?. Disponible en: [https://www.cdc.gov/cancer/breast/basic\\_info/risk\\_factors.htm](https://www.cdc.gov/cancer/breast/basic_info/risk_factors.htm) (Consultado 22/08/2017).
3. Pollán Santamaría M, Lopez-Abente Ortega G (dir), Gustavsson P (dir), Rodríguez Artalejo F (dir). *Ocupación, exposición laboral a radiaciones electromagnéticas y cáncer de mama* [tesis doctoral en Internet]. [Madrid, España]: Instituto de Salud Carlos III. Ministerio de Sanidad y Consumo; 2001. Disponible en: <http://gesdoc.isciii.es/gesdoccontroller?action=download&id=19/10/2012-fafa6d036e> (Consultado el 07/03/2018).
4. World Health Organization (WHO). *Electromagnetic fields (EMF). Standards and Guidelines*. Disponible en: <http://www.who.int/peh-emf/standards/en/> (Consultado 18/07/2016).
5. Organización Mundial de la Salud (OMS). *Campos electromagnéticos y salud pública. Exposición a campos de frecuencia extremadamente baja*. 2007. Nota No. 322. Disponible en: <http://www.who.int/peh-emf/publications/facts/fs322/es/> (Consultado 05/04/2014).
6. World Health Organization (WHO). *Extremely low frequency fields. Environmental Health Criteria*. Geneva: World Health Organization; 2007. Vol. 238. Disponible en: [http://www.who.int/peh-emf/publications/Completo\\_DEC\\_2007.pdf](http://www.who.int/peh-emf/publications/Completo_DEC_2007.pdf) (Consultado 27/07/2016).
7. Ren C, Lim S, Hylton T, Huang Y, Button J, Wohler B y colaboradores *Methods*. In: *Florida Annual Cancer Report: 2008 Incidence and Mortality*. Tallahassee: Florida Department of Health. 2012. p.8-9.
8. Ahmad O B, Boschi-Pinto C, Lopez A D, Murray C J L, Lozano R, Inoue M. *Age standardization of rates: a new WHO standard*. In: EIP/GPE/EBD World Health

- Organization. 2001; GPE Discussion Paper Series. No.31: p.1-14. Disponible en: <http://www.who.int/healthinfo/paper31.pdf?ua=1> (Consultado 27/05/2015).
9. Draper G, Vincent T, Kroll M E, Swanson J. Childhood cancer in relation to distance from high voltage power lines in England and Wales: a case-control study. *Bmj*. 2005; 330 (7503): 1290.
  10. Sermage-Faure C, Demoury C, Rudant J, Goujon-Bellec S, Guyot-Goubin A, Deschamps F, Hemon D, Clavel J. Childhood leukaemia close to high-voltage power lines—the Geocap study, 2002-2007. *Br J Cancer*. 2013; 108: 1899–1906.
  11. Bonnet-Belfais M, Lambrozo J, Aurengo A. Comment: childhood leukaemia and power lines—the Geocap study: is proximity an appropriate MF exposure surrogate?. *Br J Cancer*. 2013; 109(5): 1382.
  12. United Kingdom Childhood Cancer Study Investigators (UKCCSI). *Childhood cancer and residential proximity to power lines*. *Br J Cancer*. 2000; 83 (11): 1573-1580.
  13. Wertheimer N, Leeper E. *Electrical wiring configurations and childhood cancer*. *Am J Epidemiol*. 1979; 109 (3):273-84.
  14. Kliukiene J, Tynes T, Andersen A. *Residential and occupational exposures to 50-Hz magnetic fields and breast cancer in women: a population-based study*. *Am J Epidemiol*. 2004; 159: 852-61.
  15. Fews A P, Henshaw D L, Keitch P A, Close J J, Wilding R J. *Increased exposure to pollutant aerosols under high voltage power lines*. *International Journal of Radiation Biology*. 1999; 75(12): 1505-1521.
  16. Fews A P, Henshaw D L, Wilding R J, Keitch P A. *Corona ions from powerlines and increased exposure to pollutant aerosols*. *International Journal of Radiation Biology*. 1999; 75(12): 1523-1531.
  17. Maslanyj M, Simpson J, Roman E, Schüz J. *Power Frequency Magnetic Fields and Risk of Childhood Leukaemia: Misclassification of Exposure From the Use of the 'Distance From Power Line' Exposure Surrogate*. *Bioelectromagnetics*. 2009; 30(3):183-188.
  18. Ministerio de Industria, Energía y Turismo. Instrucción Técnica Complementaria ITC-LAT 07. Líneas aéreas con conductores desnudos. *Distancias mínimas de seguridad. Cruzamientos y paralelismos*. 2013. Disponible en:

[http://www.f2i2.net/documentos/lsi/LAT/Guia\\_ITC-LAT\\_07\\_oct13.pdf](http://www.f2i2.net/documentos/lsi/LAT/Guia_ITC-LAT_07_oct13.pdf) (Consultado 13/07/2017).

19. Tukimin R, Mahadi W N L, Ali M Y M, Thari M N M. *Extremely Low Frequency Electromagnetic Field (ELF EMF) Survey of Residential Areas around Transmission Lines*. Paper presented at the *Asia-Pacific Conference on Applied Electromagnetic Proceedings*. 2007. p 1-5.
20. Das H, Gogoi K, Chatterjee S. *Analysis of the effect of Electric field due to High Voltage Transmission Lines on Humans*. Paper presented at the Power, Dielectric and Energy Management at NERIST (ICPDEN), 2015 1st Conference on IEEE. 2015. p 1-4.
21. Kroll M E, Swanson J, Vincent T J, Draper G J. *Childhood cancer and magnetic fields from high-voltage power lines in England and Wales: a case-control study*. *Br J Cancer*. 2010; 103(7): 1122-1127.
22. Linet M S, Hatch E E, Kleinerman R A, Robison L L, Kaune W T, Friedman D R y colaboradores *Residential exposure to magnetic fields and acute lymphoblastic leukemia in children*. *NEJM*. 1997; 337(1): 1-8.
23. Bolstad W M. *Introduction to Bayesian statistics*. 2nd. ed. New Jersey, USA: John Wiley & Sons, Inc.; 2007. 437 p.
24. Risso M A, Risso P. *Introducción a la Estadística Bayesiana: Uso de Lenguaje R y WinBUGS*. 1ª. ed. La Plata, Argentina: Vuelta a Casa – editorial; 2017. 144 p.

## **Apéndice 2. Estándares internacionales y nacionales para los campos electromagnéticos y distancias mínimas de seguridad**

---

1. Tukimin R, Mahadi W N L, Ali M Y M, Thari M N M. *Extremely Low Frequency Electromagnetic Field (ELF EMF) Survey of Residential Areas around Transmission Lines*. Paper presented at the *Asia-Pacific Conference on Applied Electromagnetic Proceedings*. 2007. p 1-5.
2. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). *Guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz - 100 kHz)*. *Health Physics*. 2010; 99(6): 818-836.

3. Das H, Gogoi K, Chatterjee S. *Analysis of the effect of Electric field due to High Voltage Transmission Lines on Humans*. Paper presented at the Power, Dielectric and Energy Management at NERIST (ICPDEN), 2015 1st Conference on IEEE. 2015. p 1-4.
4. Carpenter D O. *Electromagnetic fields and cancer: the cost of doing nothing*. Reviews on environmental health. 2010; 25(1): 75-80.
5. BioInitiative 2012. *A Rationale for Biologically-based Exposure Standards for Low-Intensity Electromagnetic Radiation*. Disponible en: <http://www.bioinitiative.org/table-of-contents/> (Consultado 28/07/2016).
6. Maslanyj M, Simpson J, Roman E, Schüz J. *Power Frequency Magnetic Fields and Risk of Childhood Leukaemia: Misclassification of Exposure From the Use of the 'Distance From Power Line' Exposure Surrogate*. Bioelectromagnetics. 2009; 30(3):183-188.
7. Secretaría de Energía. Energía Eléctrica. Resolución Nro. 77/98. Disponible en: <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/45000-49999/49781/norma.htm> (Consultado 26/03/2018).
8. Ministerio de Industria, Energía y Turismo. Instrucción Técnica Complementaria ITC-LAT 07. Líneas aéreas con conductores desnudos. *Distancias mínimas de seguridad. Cruzamientos y paralelismos*. 2013. Disponible en: [http://www.f2i2.net/documentos/lsi/LAT/Guia\\_ITC-LAT\\_07\\_oct13.pdf](http://www.f2i2.net/documentos/lsi/LAT/Guia_ITC-LAT_07_oct13.pdf) (Consultado 13/07/2017).