

# Distribución espacio-temporal de las enfermedades en áreas pequeñas. Nuevos retos.

Pablo Fernández Navarro



## Epidemiología espacial

“Spatial epidemiology is the description and analysis of geographic variations in disease with respect to demographic, environmental, behavioral, socioeconomic, genetic, and infectious risk factors”.

### Information Systems | Mini-Monograph

#### Spatial Epidemiology: Current Approaches and Future Challenges

Paul Elliott<sup>1</sup> and Daniel Wartenberg<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Small Area Health Statistics Unit, Department of Epidemiology and Public Health, Imperial College London, London, United Kingdom;  
<sup>2</sup>Environmental and Occupational Health Sciences Institute and The Cancer Institute of New Jersey, University of Medicine and Dentistry of New Jersey, Robert Wood Johnson Medical School, Piscataway, New Jersey, USA

Spatial epidemiology is the description and analysis of geographic variations in disease with respect to demographic, environmental, behavioral, socioeconomic, genetic, and infectious risk factors. We focus on small-area analyses, encompassing disease mapping, geographic correlation studies, disease clusters, and clustering. Advances in geographic information systems, statistical methodology, and availability of high-resolution, geographically referenced health and environmental quality data have created unprecedented new opportunities to investigate environmental and other factors in explaining local geographic variations in disease. They also present new challenges. Problems include the large random component that may predominate disease rates across small areas. Though this can be dealt with appropriately using Bayesian statistics to provide smooth estimates of disease risks, sensitivity to detect areas at high risk is limited when expected numbers of cases are small. Potential biases and confounding, particularly due to socioeconomic factors, and a detailed understanding of data quality are important. Data errors can result in large apparent disease excess in a locality. Disease cluster reports often arise nonsystematically because of media, physician, or public concern. One ready means of investigating such concerns is the replication of analyses in different areas based on routine data, as is done in the United Kingdom through the Small Area Health Statistics Unit (and increasingly in other European countries, e.g., through the European Health and Environment Information System collaboration). In the future, developments in exposure modeling and mapping, enhanced study designs, and new methods of surveillance of large health databases promise to improve our ability to understand the complex relationships of environment to health. *Key words:* disease clusters, disease mapping, environmental pollution, epidemiology, geographic studies, methods. *Environ Health Perspect* 112:998–1006 (2004). doi:10.1289/ehp.6735 available via <http://dx.doi.org/> [Online 15 April 2004]

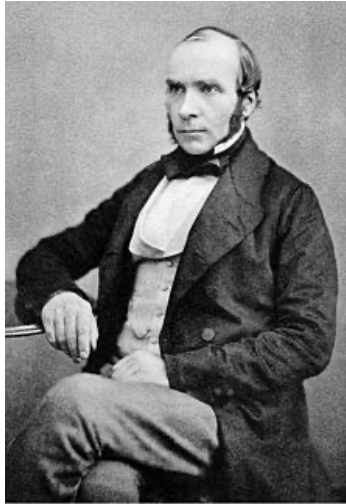
socioeconomic effects can have important influence on the rates of disease observed in small areas (Dolk et al. 1995). They may also be associated with the siting (or absence) of sources of environmental pollution, as “environmental (in)justice” dictates that poorer people in poorer areas are often more likely to be exposed to the effects of pollution (Corburn 2002).

We note that an in-depth and individual-based approach might investigate how individuals interact with their environment and how these interactions affect health. This could address, for example, why people with higher incomes take more leisure-time exercise. Is it because they have a local environment more enticing, have the financial resources to engage in specific activities, have jobs that afford them more leisure time, or pursue more leisure-time activities for other reasons? Such questions may have an important spatial component. However, we see these as second-order issues beyond the scope of this article.

- El estudio de la distribución geográfica de los eventos de salud de gran interés entre los epidemiólogos durante las últimas décadas.
- Concepto de salud, en el cual los individuos son vistos en su contexto sociocultural-ambiental.
- Los primeros estudios de la distribución geográfica de eventos de salud incluyeron la representación de la ubicación de casos de enfermedades infecciosas:
  - Fiebre Amarilla en Nueva York (Seamon y Pascalis), en 1789
  - Cólera en Londres (John Snow), en 1854.

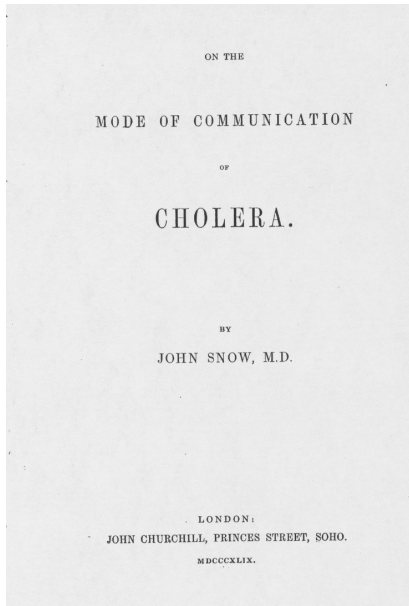
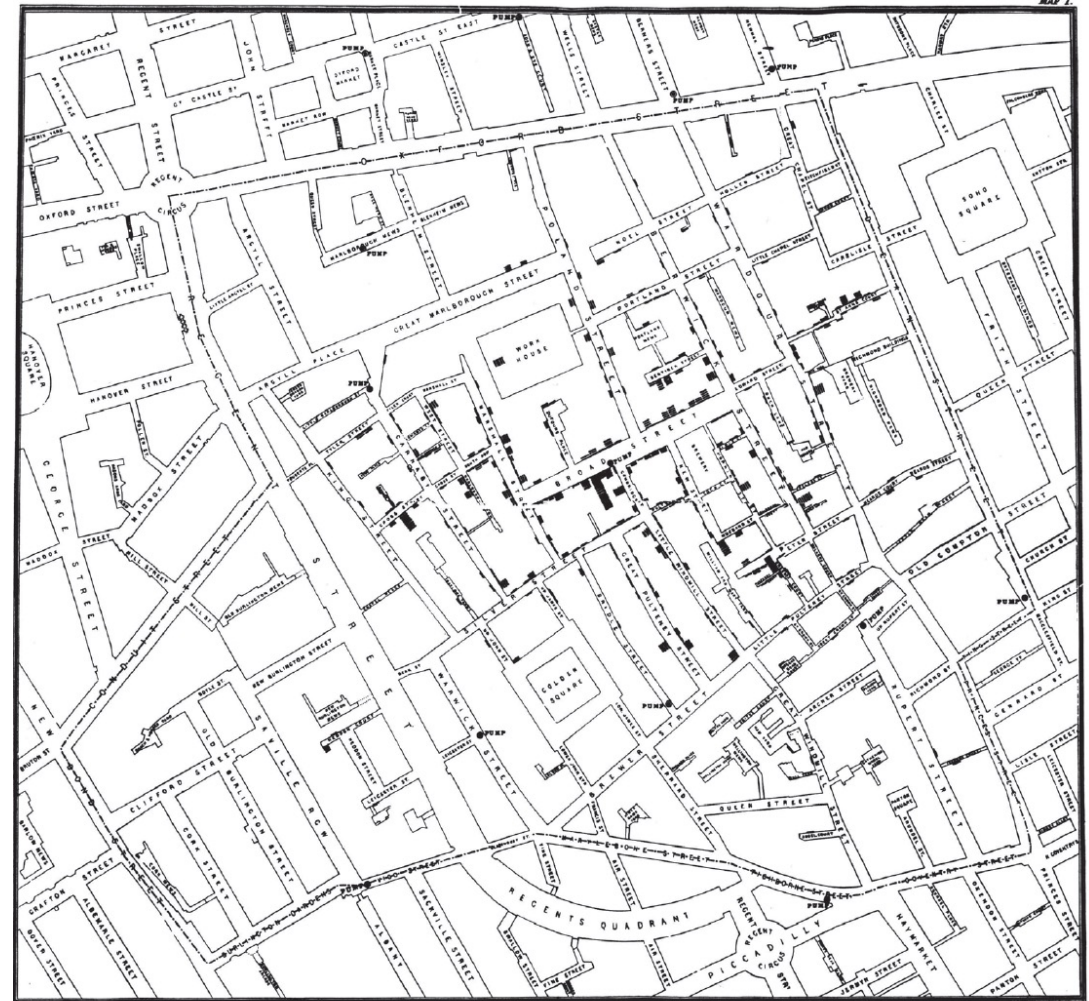
# John Snow

1813-1858



## On the Mode of Communication of Cholera. John Snow. 1849

<https://collections.nlm.nih.gov/ext/cholera/PDF/0050707.pdf>



*Deaths from Cholera in London, registered from September 23d, 1848, to August 25th, 1849.*

Districts of London.	Population in 1841.	Deaths from Cholera.	Deaths to each 1,000 inhabitants.
West . .	300,711	533	1.77
North . .	375,971	415	1.10
Central . .	373,605	920	2.48
East . . .	392,444	1,597	4.06
South . .	502,548	4,001	7.95
Total . .	1,948,369	7,466	3.83

- La epidemiología espacial partió de la representación de la distribución espacial de eventos en salud con el doble objetivo:
  - a) Caracterizar su extension.**
  - b) Establcer hipótesis de sus posibles causas.**
- La epidemiología espacial creció tanto en complejidad (métodos de análisis, unidades pequeñas) y utilidad (estudios ecológicos de asociación geográfica).
- Confluencia entre la epidemiología, la estadística y la informática (imágenes, la percepción remota, etc.).
- Aumento de la preocupación por los problemas ambientales.

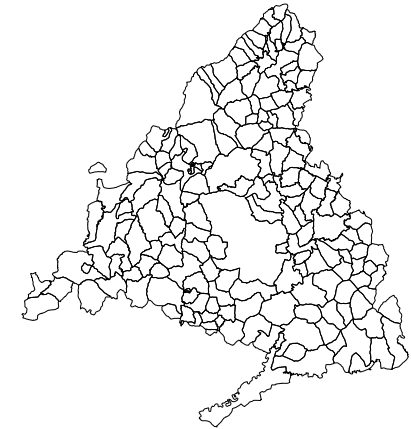
- Los estudios geográficos se limitaban a mapas temáticos utilizando grandes áreas como unidades básicas de estudio (CCAA, provincias, ...)
- Este tipo de representación es útil para documentar patrones espaciales a grandes trazos.
- Profundizar en el estudio de alguna patología **resulta útil** acudir a:
  - a) Escala geográfica menor (**small areas, áreas pequeñas**). Municipios, secciones censales,...
  - b) **Procesos puntuales\***.

*\*"Hay problemas específicos que ocasionen agregaciones de casos de enfermedad que **NO** pueden ser investigados a menos que su tamaño y límites geográficos coincidan con las unidades espaciales en que han sido codificados".*

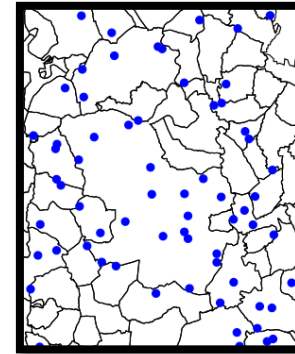
## Datos espaciales

- Mediciones u observaciones realizadas en localizaciones o en áreas específicas.

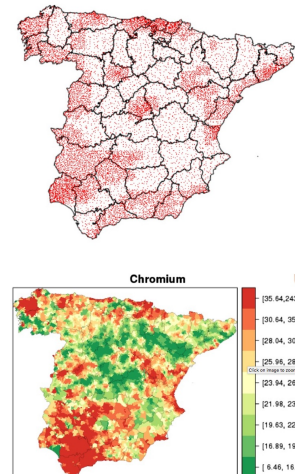
1. Datos en rejilla (“Lattice data”) referidos a áreas.



2. Procesos puntuales (“Point processes”)

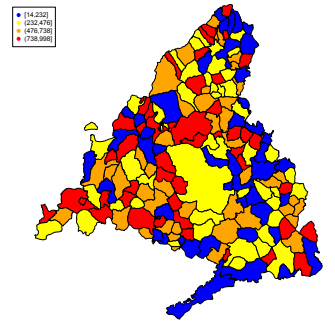


3. Datos geoestadísticos (“Geoestatistical data”) contínuos en el espacio.



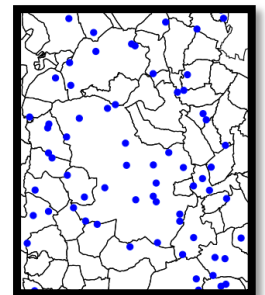
## Datos referidos a áreas

- Número de casos de enfermedad/muerte por áreas geográficas (incluidas las áreas pequeñas)
- Los eventos se refieren a una serie de polígonos.
- Epidemiología espacial en **áreas pequeñas** abordada desde la perspectiva:
  - Mapas de enfermedades: identificación de patrones espaciales y/o evaluación temporal de estos patrones.
  - Estudios de asociación geográfica: descubrir determinantes de los patrones espaciales observados, evaluar efectos ambientales, etc.
  - Aglomeración de casos o “clustering”: localización de clusters de excesos de casos/muertos.



## Procesos puntuales

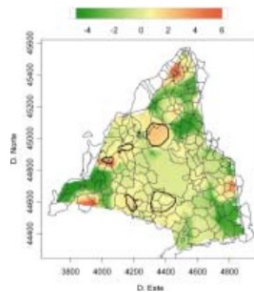
- Localizaciones observadas en una region determinada de un evento. Ej: coordenadas de los domicilios de los casos de cáncer de pulmón de Madrid.
- Se pueden agregar por áreas, pudiendose crear datos en rejilla.
- **Requieren un grupo control geocodificado.**
- Epidemiología espacial en **procesos puntuales** abordada desde las perspectivas:
  - Distribución espacial de las enfermedades como procesos puntual: Función K.
  - Asociacion geográfica: cercania a focos, contexto socioeconómico, etc.



Documentos Técnicos de Salud Pública

66

Aplicación de técnicas de  
análisis espacial a la  
mortalidad por cáncer  
en Madrid



  
**Comunidad de Madrid**  
CONSEJERÍA DE SANIDAD  
Dirección General de Salud Pública

  
Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid  
CONSEJERÍA DE HACIENDA  
**Comunidad de Madrid**

  
Instituto de Salud Carlos III  
Ministerio de Sanidad y Consumo

AUTORES:

Gonzalo López-Abente Ortega  
Área de Epidemiología Ambiental y Cáncer. Centro Nacional de  
Epidemiología.  
Instituto de Salud Carlos III. Madrid

Consuelo Ibáñez Martí  
Servicio de Epidemiología. Dirección General de Salud Pública  
Consejería de Sanidad  
Comunidad de Madrid

<http://gesdoc.isciii.es/gesdoccontroller?action=download&id=19/10/2012-6dfe2a939f>

# Procesos puntuales

Geospatial Health 2018; volume 13:616



pagepress

## Detection of spatial aggregation of cases of cancer from data on patients and health centres contained in the Minimum Basic Data Set

Pablo Fernández-Navarro,<sup>1,2</sup> Jose-Miguel Sanz-Anquela,<sup>3,4</sup> Angel Sánchez Pinilla,<sup>5</sup>  
Rosario Arenas Mayorga,<sup>5</sup> Carmen Salido-Campos,<sup>6</sup> Gonzalo López-Abente<sup>1,2</sup>

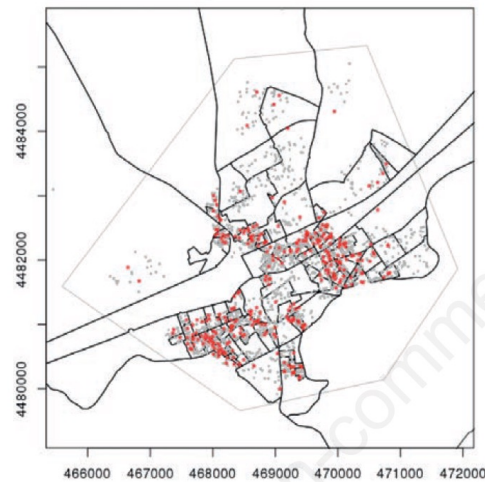
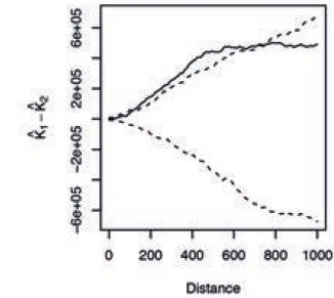
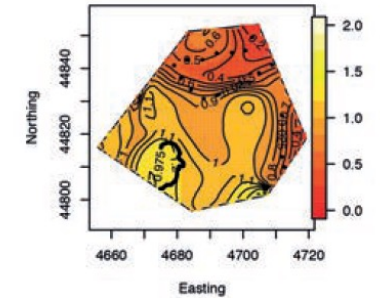


Figure 1. Distribution of lung cancer cases (red asterisks) and controls (gray dots) in the town of Alcalá de Henares. Black lines correspond to the spatial boundaries of census sections and the gray line corresponds to the spatial polygon defined, which includes the subjects selected for the analysis.

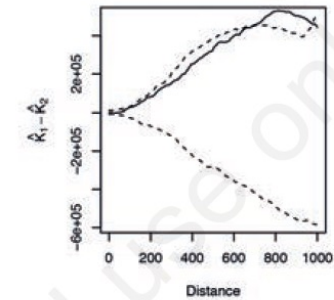
K-functions difference: Lung



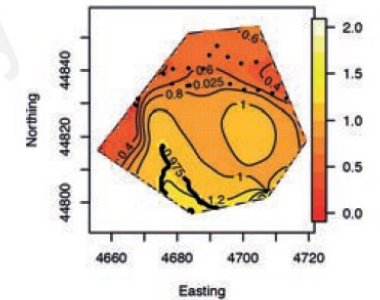
RR distribution



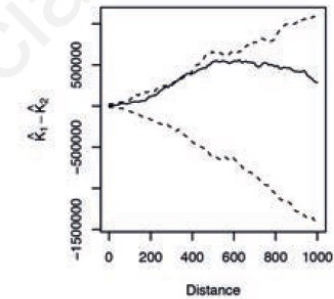
K-functions difference: Bladder



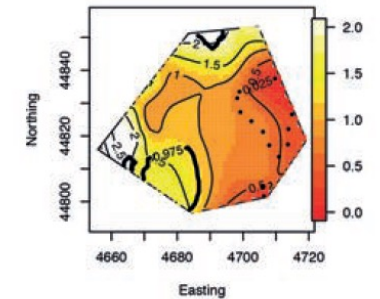
RR distribution



K-functions difference: Kidney



RR distribution



# Procesos puntuales

Received: 17 December 2020 | Revised: 25 August 2020 | Accepted: 28 August 2020

DOI: 10.1002/bimj.201900396

Biometrical Journal

RESEARCH PAPER

## Approximate Bayesian inference for multivariate point pattern analysis in disease mapping

Francisco Palmí-Perales<sup>1</sup> | Virgilio Gómez-Rubio<sup>1</sup> | Gonzalo López-Abente<sup>2,3</sup> |  
 Rebeca Ramis<sup>2,3</sup> | José Miguel Sanz-Anquela<sup>4,5</sup> | Pablo Fernández-Navarro<sup>2,3</sup>

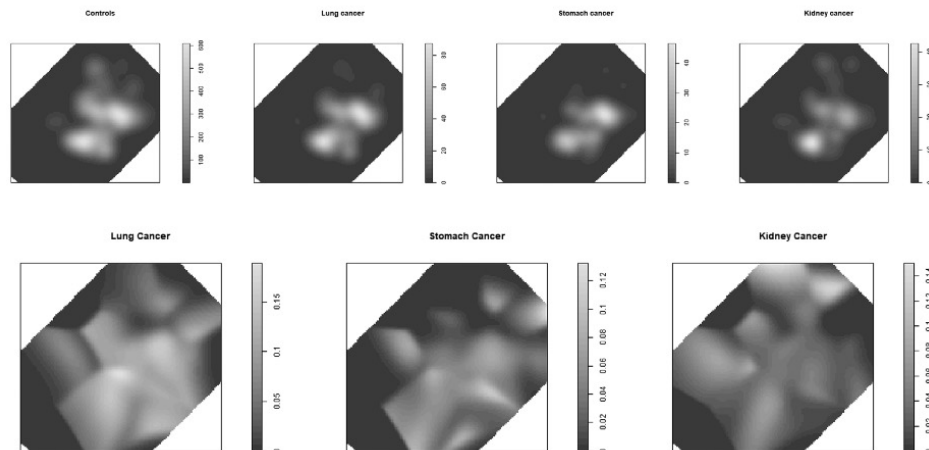
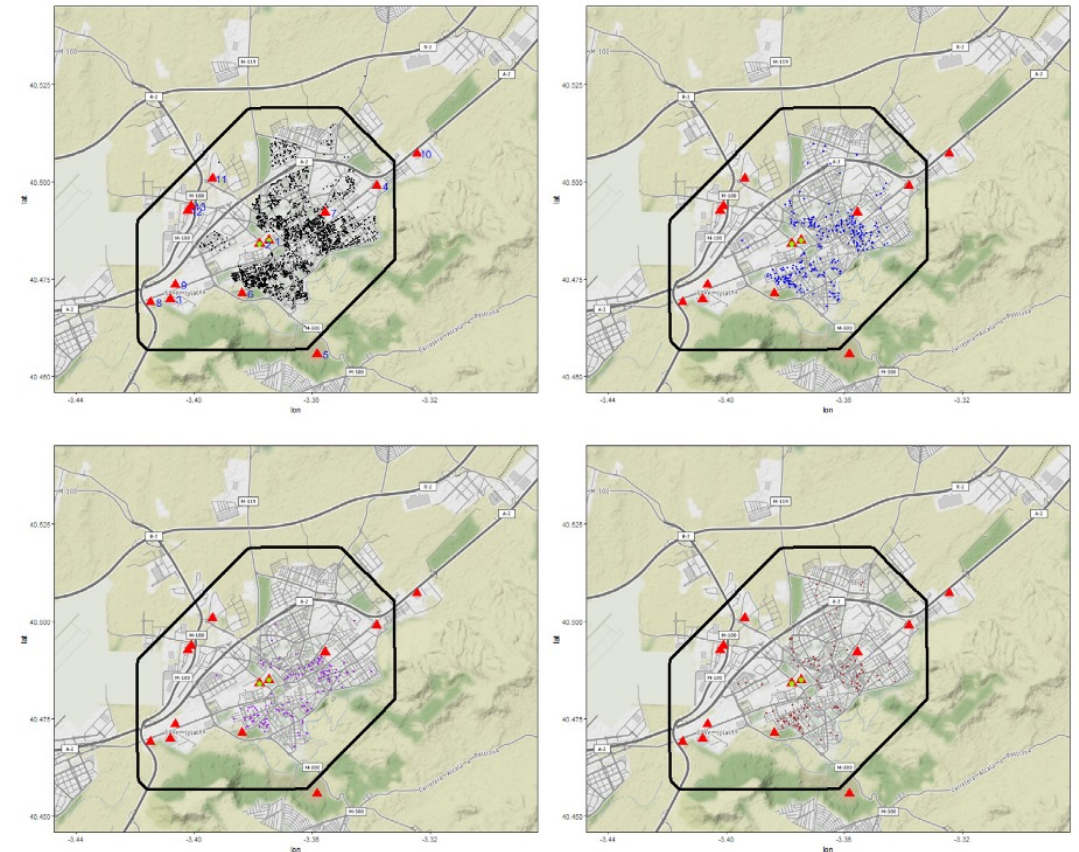
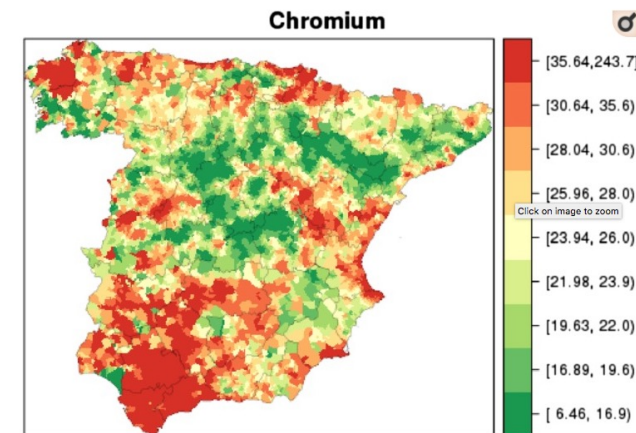
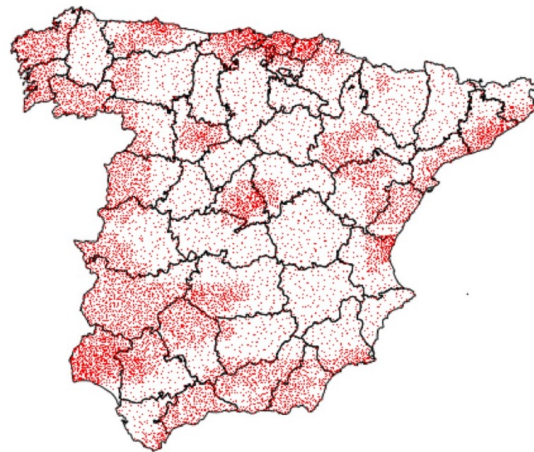


FIGURE 2 Estimated intensities of the controls  $\hat{\lambda}_0(x)$  and the cases  $\hat{\lambda}_i(x) = 1, 2, 3$  (top row) and estimate of the ratio  $\hat{\rho}_i(x), i = 1, 2, 3$  (bottom row)



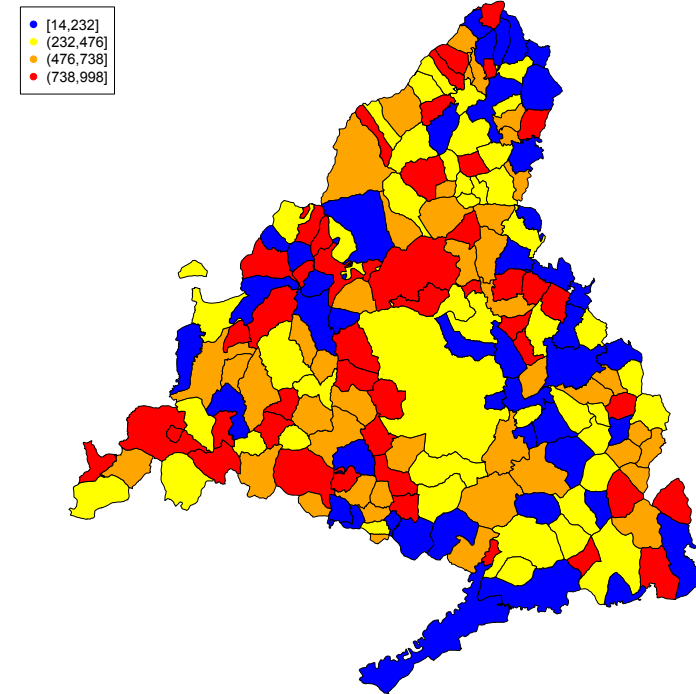
## Datos geoestadísticos

- Mediciones tomadas en puntos fijos que definen una superficie espacialmente continua.
- Extender la distribución espacial de los valores de un atributo sobre la región de estudio mediante modelos matemáticos.



## Datos referidos a áreas

- Epidemiología espacial en **áreas pequeñas** abordada desde la perspectiva:
  - Mapas de enfermedades
  - Estudios de asociación geográfica
  - Aglomeración de casos o “clustering”



## Datos referidos a áreas

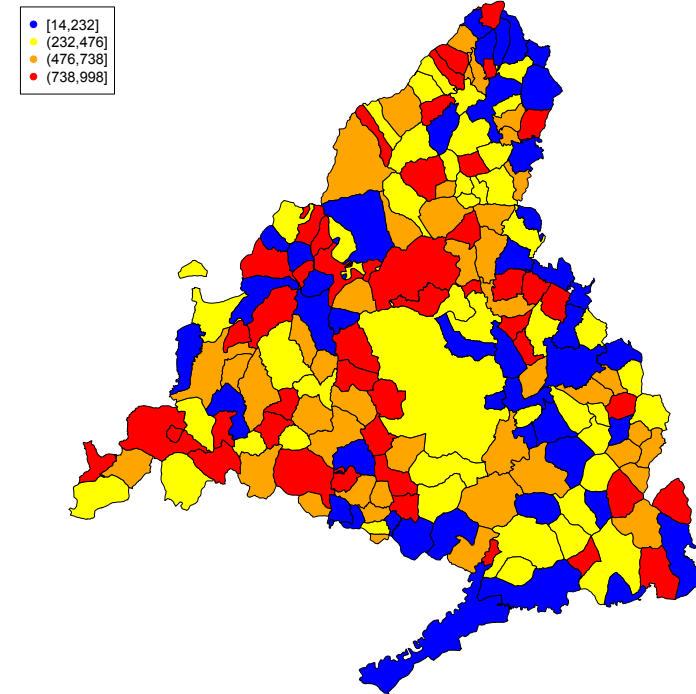
- Trabajar con unidades espaciales nos encontramos con **dos grandes tipos de efectos espaciales**:
  - 1. Dependencia espacial:** Las observaciones de una localización dependen de otras observaciones en otras localizaciones (generalmente próximas)
  - 2. Heterogeneidad espacial:** Las observaciones varían según la localización.
    - Dos tipos:
      - a) Inducida: Por causa de la utilización de datos procedentes de unidades espaciales arbitrarias, existencia de outliers, no inclusión de variables importantes, errores de medida, etc.
      - b) Inestabilidad estructural real: Por la existencia de un factor etiológico.

## Datos referidos a áreas

- Problema en “áreas pequeñas”. Extraer el patrón espacial.
- Esto se afronta mediante el uso de modelos espaciales (controlar los efectos espaciales presentes)
- Modelos espaciales jerárquicos que son también un instrumento ideal para poder analizar las variables explicativas de los patrones espaciales.

## Datos referidos a áreas

- Epidemiología espacial en **áreas pequeñas** abordada desde la perspectiva:
  - Mapas de enfermedades
  - Estudios de asociación geográfica
  - Aglomeración de casos o “clustering”

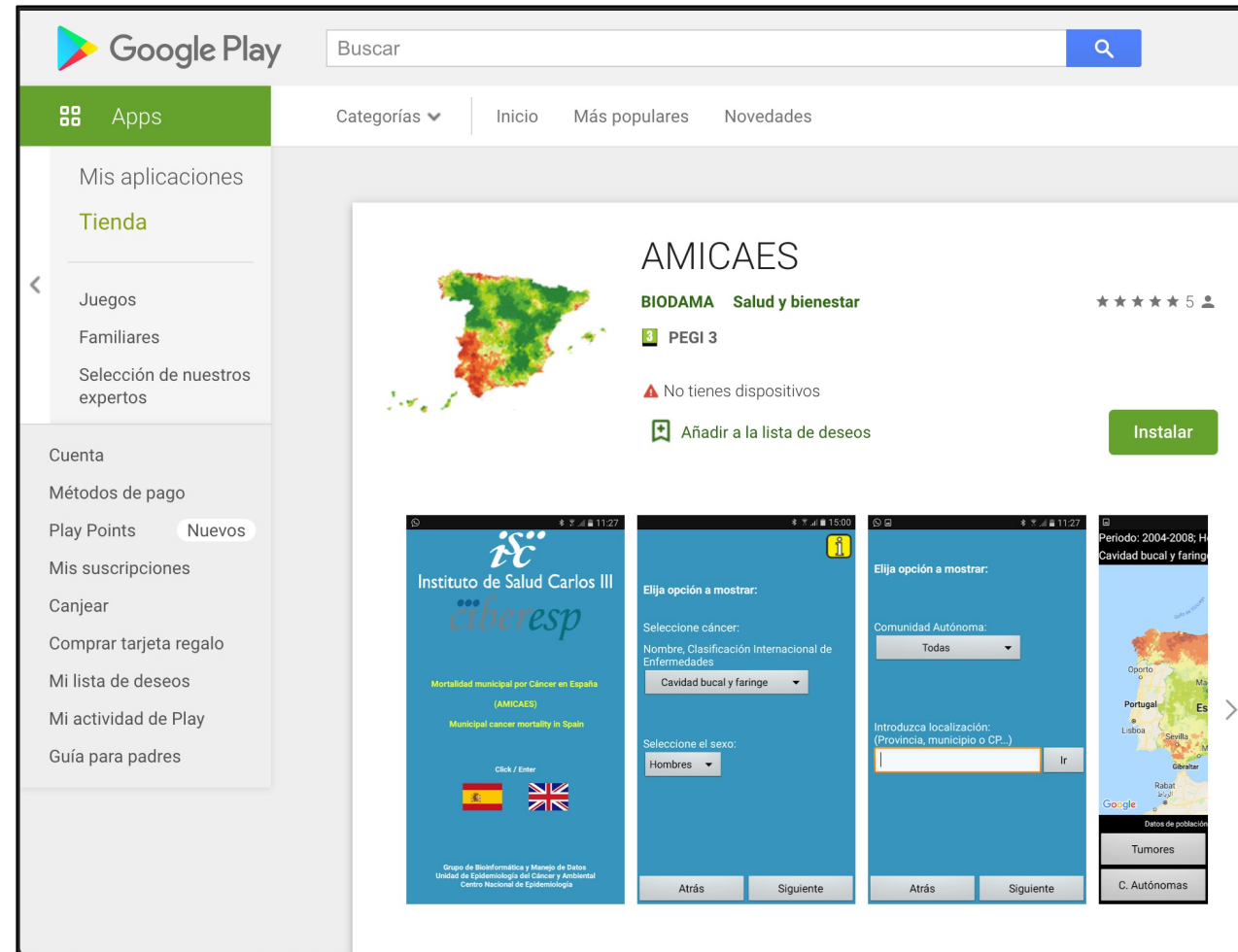


## Datos referidos a áreas. Mapas de enfermedades

- Representación en mapas:
  - Razones de Morbilidad/Mortalidad Estandarizada (RME) (Observados/Esperados) suavizadas calculadas usando modelos espaciales bayesianos (Modelos mixtos lineales generalizados) con dos efectos aleatorios
  - Probabilidades a posteriori (RMEs  $>1$ ).
- Una primera visión de la distribución espacial de la enfermedad/evento de salud, tanto en un periodo de tiempo concreto como a lo largo tiempo.
- Hay mapas con una larga tradición: Atlas de mortalidad.

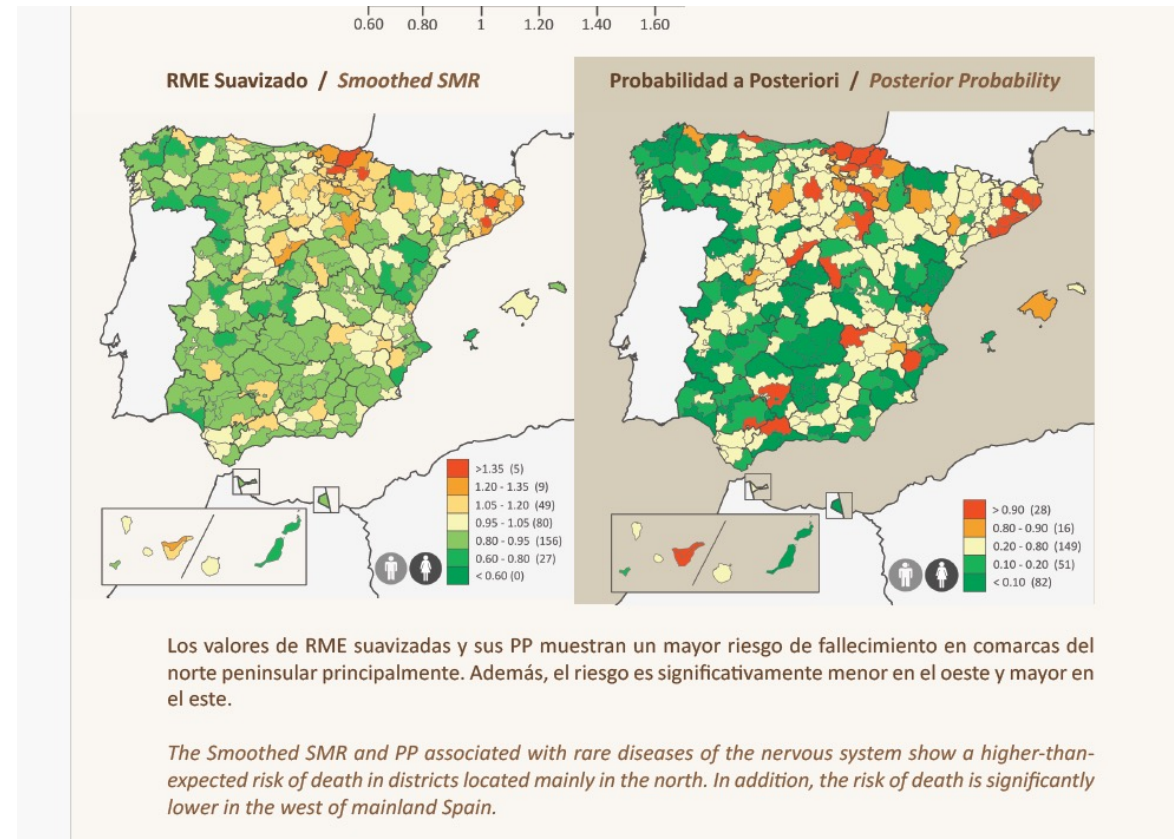


# Datos referidos a áreas. Mapas de enfermedades



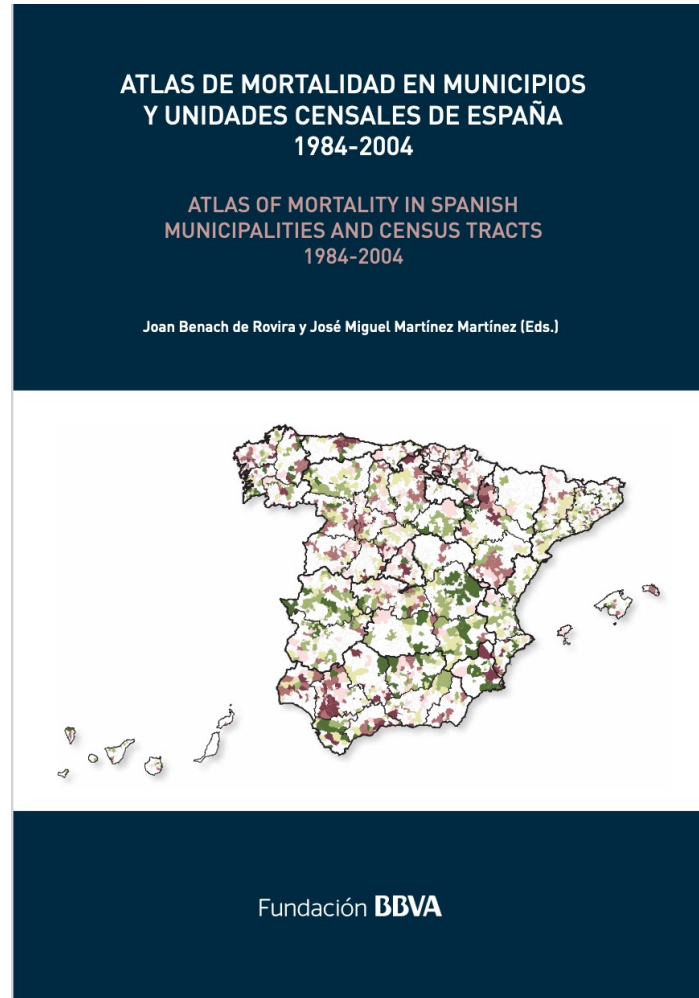
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.amicaes>

## Datos referidos a áreas. Mapas de enfermedades

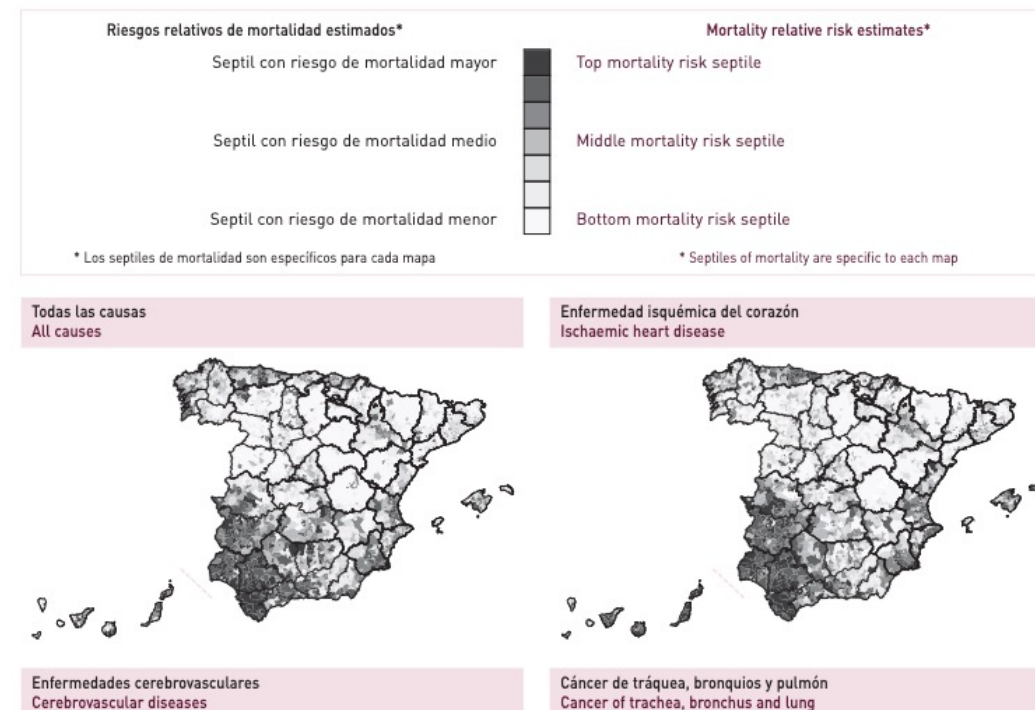


Alonso-Ferreira V, Escobar-Martínez F, Sánchez-Díaz G, Posada de la Paz M. Atlas de Mortalidad debida a Enfermedades Raras en España (Rare Disease Mortality Atlas of Spain). Madrid: Instituto de Salud Carlos III, Instituto de Investigación de Enfermedades Raras; Universidad de Alcalá, 2019.

## Datos referidos a áreas. Mapas de enfermedades



Joan Benach de Rovira y  
José Miguel Martínez Martínez (Eds.)  
2013



[https://www.fbbva.es/microsites/atlasmortalidad/js/archivos/atles\\_protegit.pdf](https://www.fbbva.es/microsites/atlasmortalidad/js/archivos/atles_protegit.pdf)

# Datos referidos a áreas. Mapas de enfermedades

- Mortalidad municipal
- 102 causas
- 1989-2014
- Evolución temporal (periodos de 3 años)

ANDEES

Criterios de selección Criterios de visualización

**Bienvenidos al Atlas Nacional de Mortalidad en España (ANDEES)**

Este atlas pretende ser una herramienta imprescindible para el estudio de la mortalidad en España durante el período 1989-2014. El atlas pone particular énfasis en la distribución espacial y espacio-temporal de la mortalidad a nivel nacional, con un nivel de desagregación geográfica municipal y estudiando por separado 102 causas de muerte que pueden ser exploradas con todo detalle.

Antes de utilizar ANDEES por primera vez, recomendamos a los usuarios consultar la sección de **Ayuda rápida** para que tomen contacto con el indicador de mortalidad utilizado en la representación de los mapas. Posteriormente, y a medida que el usuario lo requiera, puede consultar también la ayuda específica sobre cómo navegar por la aplicación, interpretar los resultados y la metodología empleada en su confección.

ANDEES ha sido desarrollado por el grupo de investigación *Bayensians* de la Fundación FISABIO y la Dirección General de Salud Pública de la Generalitat Valenciana. Su elaboración ha sido parcialmente financiada por las ayudas UGP-15-156 de FISABIO, P116/01004 del Instituto de Salud Carlos III y MTM2013-42323-P del Ministerio de Economía y Competitividad.

**Autores**

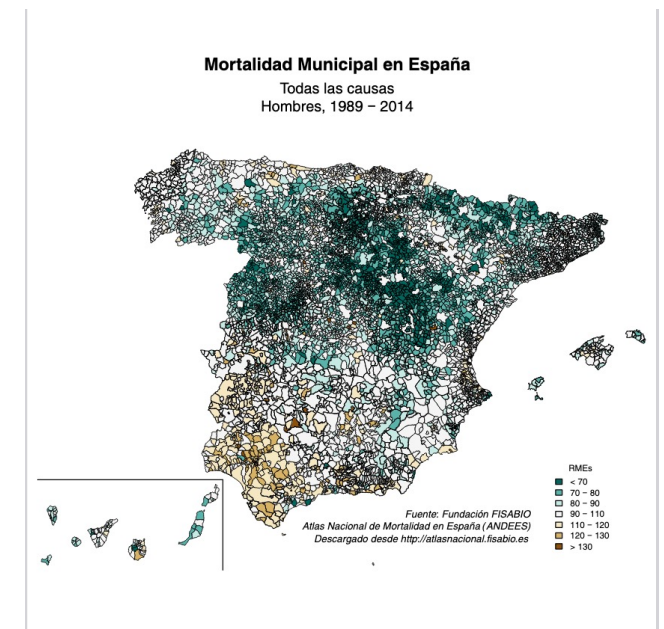
Francisca Corpas Burgos	Carlos Vergara Hernández	Paloma Botella Rocamora
Jordi Pérez Panadés	Hèctor Perpiñán Fabuel	Miguel Ángel Martínez Beneito (responsable del proyecto)

Contenido sujeto a licencia CC-BY 4.0 Fundación FISABIO y Generalitat Valenciana

2020

<http://andees.fisabio.san.gva.es/>

[https://medea3.shinyapps.io/atlas\\_nacional/](https://medea3.shinyapps.io/atlas_nacional/)



## Datos referidos a áreas. Mapas de enfermedades

Gac Sanit. 2011;25(4):290-295

Original

### Patrón espacial de la legionelosis en España, 2003-2007

Diana Gómez-Barroso<sup>a,b,\*</sup>, Francisco Nogareda<sup>a,c</sup>, Rosa Cano<sup>a,b</sup>, Maria Fátima Pina<sup>d,e</sup>, José Luis Del Barrio<sup>f</sup> y Fernando Simon<sup>a,b</sup>

<sup>a</sup> CIBER en Epidemiología y Salud Pública (CIBERESP), España

<sup>b</sup> Centro Nacional de Epidemiología, Instituto de Salud Carlos III, Madrid, España

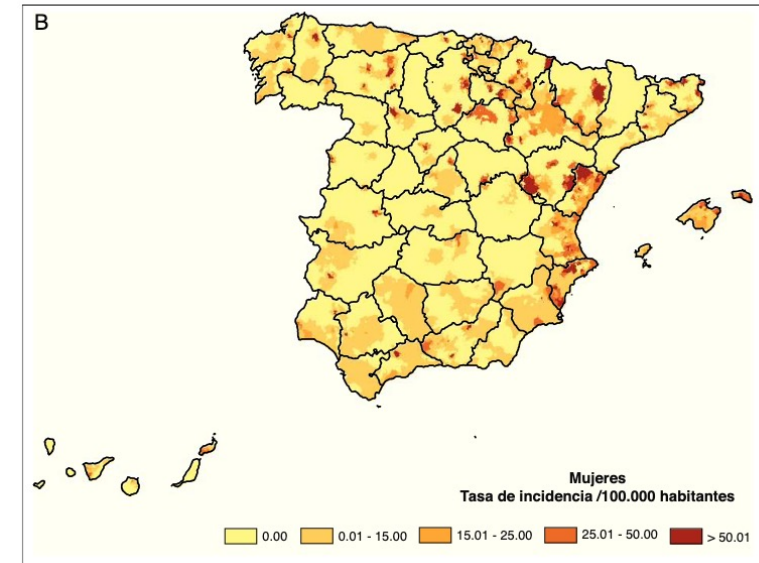
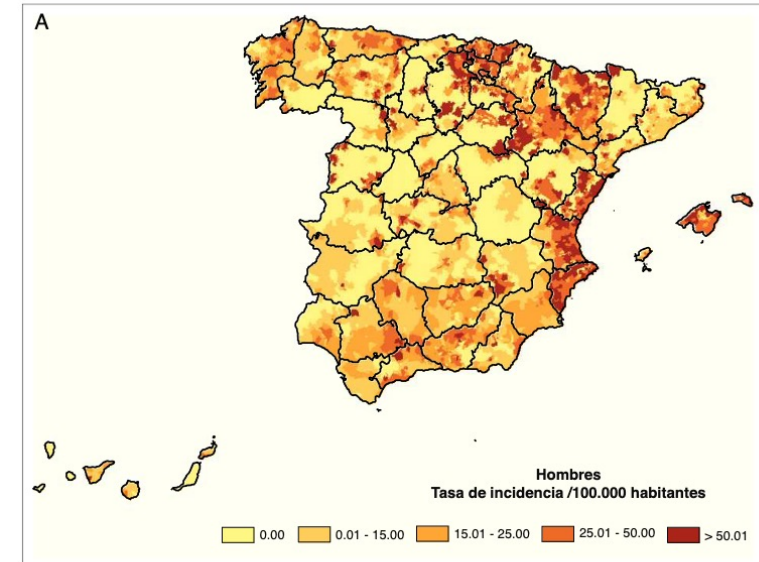
<sup>c</sup> European Programme for Intervention Epidemiology Training (EPIET), Institut de Veille Sanitaire, Paris, France

<sup>d</sup> Serviço de Higiene e Epidemiologia, Faculdade de Medicina, Universidades do Porto, Porto, Portugal

<sup>e</sup> Instituto de Engenharia Biomédica (INEB), Porto, Portugal

<sup>f</sup> Departamento de Ciencias de la Salud I, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Rey Juan Carlos, Madrid, España

Los datos procedentes de la declaración individualizada de casos declarados (RENAVE) 2003 a 2007



## Datos referidos a áreas. Mapas de enfermedades (espacio-temporal)

*Geospatial Health 9(1), 2014, pp. 27-35*

### Disease mapping and spatio-temporal analysis: importance of expected-case computation criteria

Gonzalo López-Abente<sup>1,2</sup>, Nuria Aragonés<sup>1,2</sup>, Javier García-Pérez<sup>1,2</sup>, Pablo Fernández-Navarro<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>*Environmental and Cancer Epidemiology Unit, National Centre for Epidemiology, Carlos III Institute of Health, Madrid, Spain;* <sup>2</sup>*Consortium for Biomedical Research in Epidemiology and Public Health (CIBERESP), Spain*

**Abstract.** The municipal, spatial pattern of male stomach cancer mortality in Spain, spanning the period 1989-2008, was studied, comparing the results of depicting mortality using different expected-case computation methods in a spatial and spatio-temporal modelling context. Expected cases for each municipality were first calculated by two methods: (i) using reference rates for each 5-year period; and (ii) using average reference rates for the overall period. This was visualised by two types of models: (i) independent maps for each period based on the model proposed by Besag, York and Mollié; and (ii) a series of maps over time based on a model with spatio-temporal interaction terms. An additional model, based on mortality rate ratios as an alternative to the traditional use of standardised mortality ratios, was also fitted. Integrated nested Laplace approximations were used as the Bayesian inference tool. The results show that, in general, the geographical pattern was maintained across the study period, and that the maps differed appreciably according to the method used to obtain the expected number of cases. While the use of average reference rates appears to be the most suitable choice where the aim is to study time trends by area, it may nevertheless mask the spatial pattern in situations where the time trend is very marked and the study period is long. When it comes to studying changes in the spatial pattern of stomach cancer mortality, we feel that it is most useful to plot independent maps by period and use the “local” rates for each period as reference in the computation of expected cases.

**Keywords:** disease mapping, cancer mortality, epidemiology, gastric cancer, spatial epidemiology, Spain.

## Datos referidos a áreas. Mapas de enfermedades (espacio-temporal)

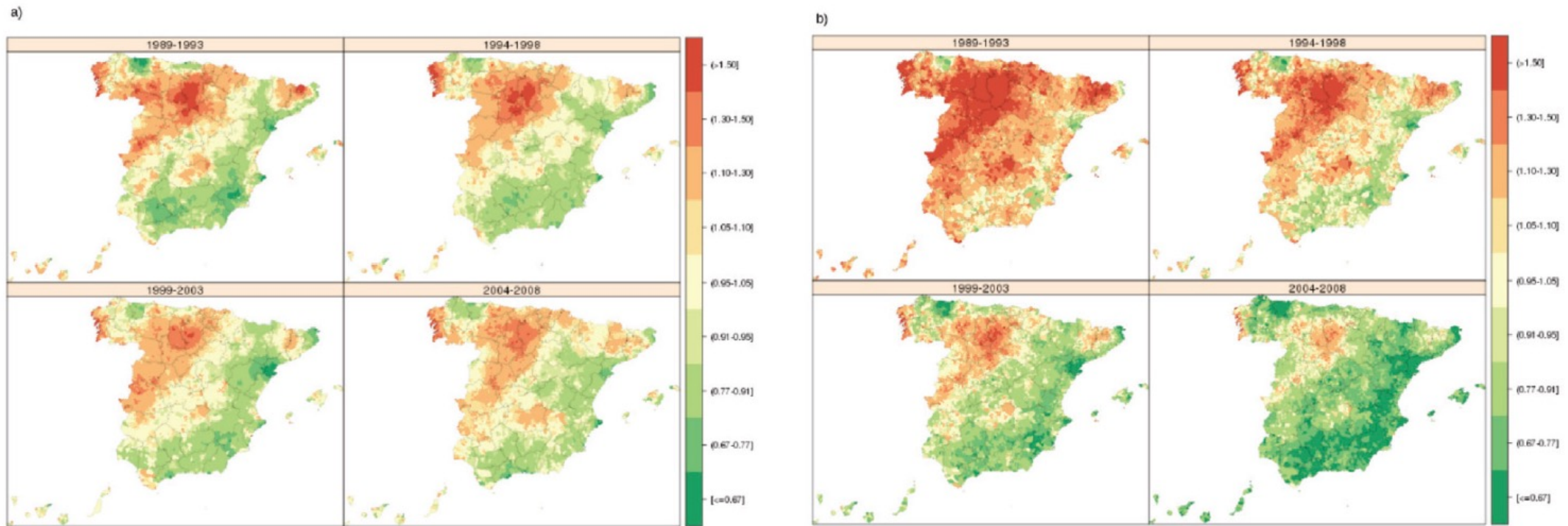


Fig. 2. Municipal distribution of RR of stomach cancer mortality in men for each 5-year period between 1989-2008 yielded by model 1. Independent maps for each quinquennium based on: (a) expected-case calculation with reference rates for each period; and (b) expected-case calculation with average reference rates for the overall period.

# Datos referidos a áreas. Mapas de enfermedades (espacio-temporal)

Spatio-temporal model with interaction term between time and space

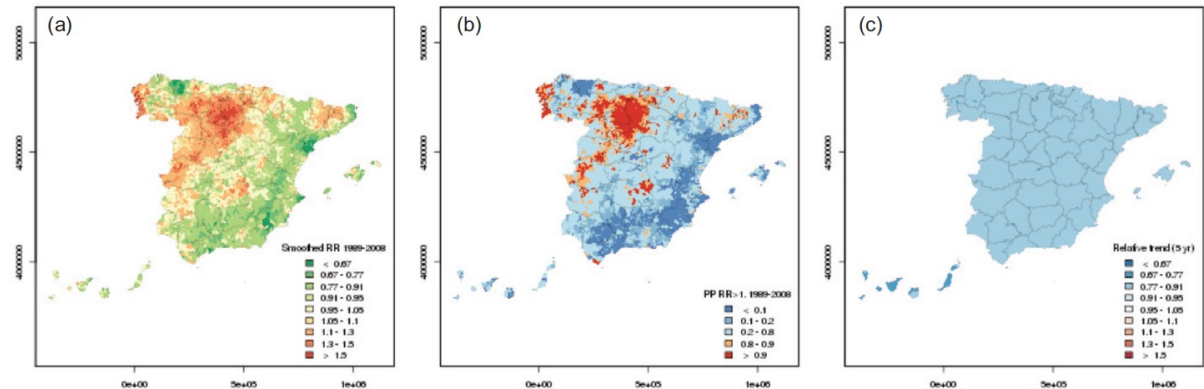


Fig. 4. Municipal distribution of stomach cancer mortality in men over the period 1989-2008 estimated based on average reference rates and model 4. (a) Map of spatial pattern of relative risk of disease  $\zeta_i = \exp(v_i + v_i)$ ; (b) map of uncertainty for the spatial effect  $\zeta_i : p(\zeta_i > 1 | y)$ ; and (c) map of relative time trend.

Spatio-temporal model with a variable “period” as a continuous variable categorised into four groups

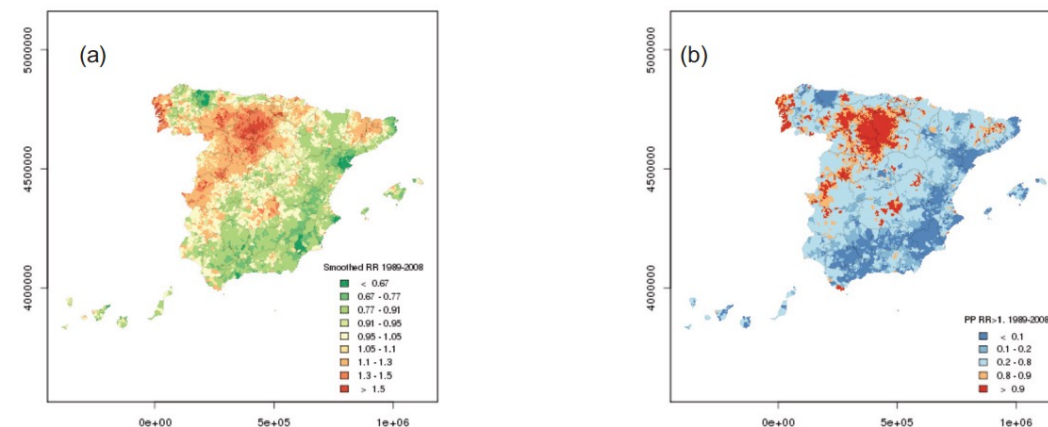


Fig. 5. Municipal distribution of RR ( $\zeta_i = \exp(v_i + v_i)$ ) of stomach cancer mortality in men over the period 1989-2008 and map of uncertainty for the spatial effect  $\zeta_i : p(\zeta_i > 1 | y)$ . Maps based on the smoothing of age- (a) and period-adjusted (b) mortality rates ratios (model 5).

## Datos referidos a áreas. Mapas de enfermedades

López-Abente *et al.* *BMC Cancer* 2014, **14**:535  
<http://www.biomedcentral.com/1471-2407/14/535>



RESEARCH ARTICLE

Open Access

### Time trends in municipal distribution patterns of cancer mortality in Spain

Gonzalo López-Abente<sup>1,2\*</sup>, Nuria Aragonés<sup>1,2</sup>, Beatriz Pérez-Gómez<sup>1,2</sup>, Marina Pollán<sup>1,2</sup>, Javier García-Pérez<sup>1,2</sup>, Rebeca Ramis<sup>1,2</sup> and Pablo Fernández-Navarro<sup>1,2</sup>

Municipal spatial pattern of stomach, colorectal, lung, breast, prostate and urinary bladder cancer mortality in Spain. 1989-2008

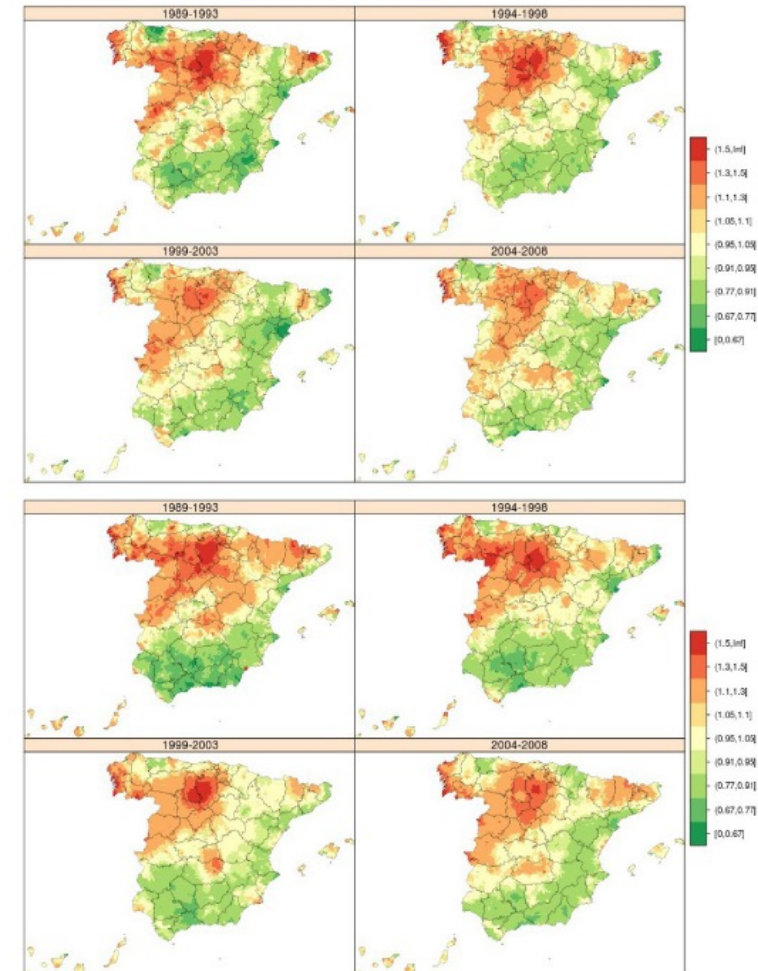


Figure 2 Municipal distribution of relative risk of stomach cancer mortality in men (above) and women (down) for each five-year period, Independent maps for each quinquennium. Spain 1989-2008.

## Datos referidos a áreas. Mapas de enfermedades

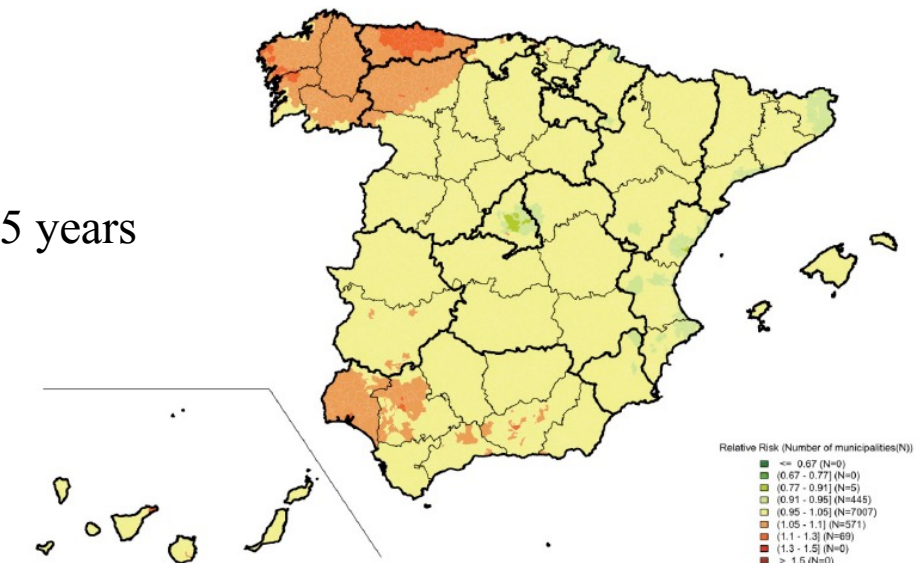
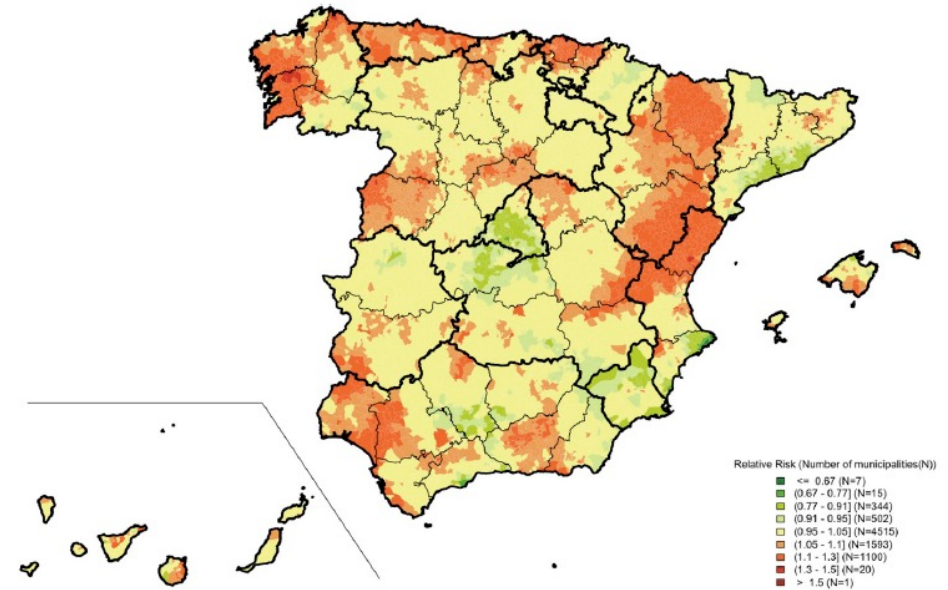
> [PLoS One](#). 2019 Jan 25;14(1):e0210980. doi: 10.1371/journal.pone.0210980. eCollection 2019.

### Different spatial pattern of municipal prostate cancer mortality in younger men in Spain

Lara Rodríguez-Sánchez<sup>1 2</sup>, Pablo Fernández-Navarro<sup>3 4</sup>, Gonzalo López-Abente<sup>3 4</sup>,  
Olivier Nuñez<sup>3 4</sup>, Nerea Fernández de Larrea-Baz<sup>3 4</sup>, Jose Juan Jimenez-Moleón<sup>4 5 6 7</sup>,  
Álvaro Páez Borda<sup>1 2</sup>, Marina Pollán<sup>3 4</sup>, Beatriz Perez-Gomez<sup>3 4 8</sup>

Affiliations + expand

PMID: 30682085 PMCID: [PMC6347247](#) DOI: [10.1371/journal.pone.0210980](#)



Mortalidad municipal 2010–2014

men <65 years

# Datos referidos a áreas. Mapas de enfermedades

Redondo-Sánchez *et al. International Journal for Equity in Health* (2023) 22:145  
<https://doi.org/10.1186/s12939-023-01970-y> International Journal for Equity  
in Health

**RESEARCH** **Open Access**

**Socio-economic inequalities in lung cancer mortality in Spain: a nation-wide study using area-based deprivation**

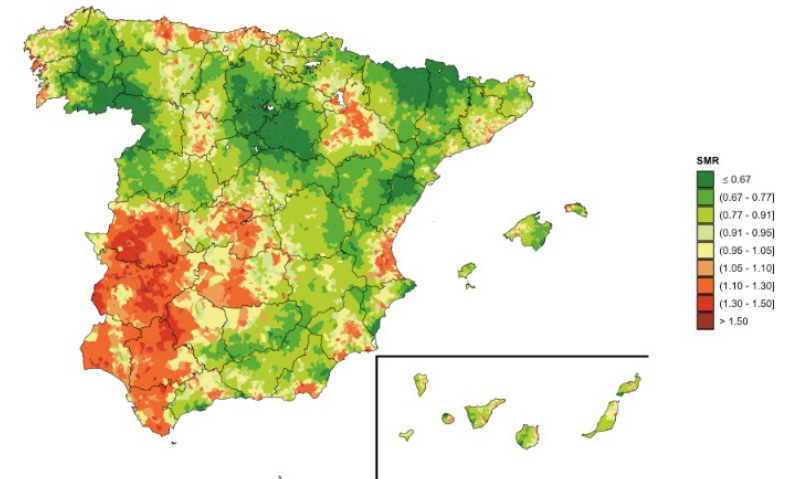
Daniel Redondo-Sánchez<sup>1,2,3\*</sup>, Pablo Fernández-Navarro<sup>2,4</sup>, Miguel Rodríguez-Barranco<sup>1,2,3</sup>, Olivier Nuñez<sup>2,4</sup>, Dafina Petrova<sup>1,2,3</sup>, Juan Manuel García-Torrecillas<sup>1,2,5</sup>, Jose Juan Jiménez-Moleón<sup>1,6</sup> and María-José Sánchez<sup>1,2,3</sup>

Check for updates

Mortalidad por secciones censales 2011–2017

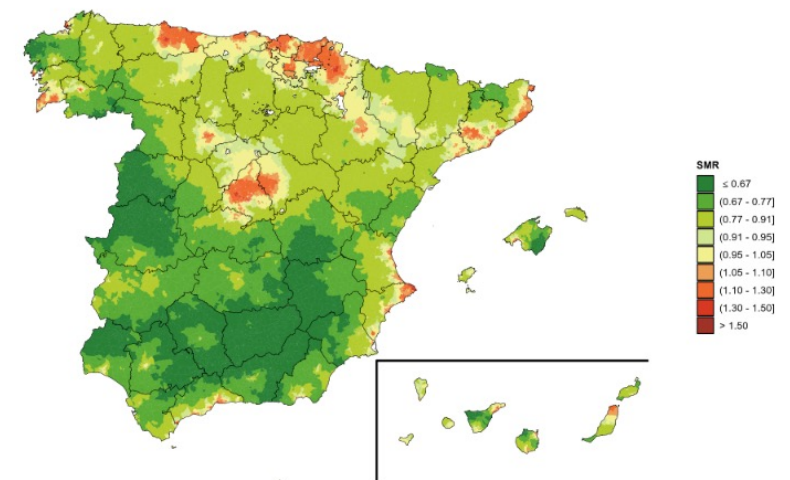
A

Lung cancer mortality.  
Men, Spain, 2011-2017.



B


Lung cancer mortality.  
Women, Spain, 2011-2017.



# Datos referidos a áreas. Mapas de enfermedades

Environmental Research 204 (2022) 112395


---



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

## Environmental Research

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/envres](http://www.elsevier.com/locate/envres)




---

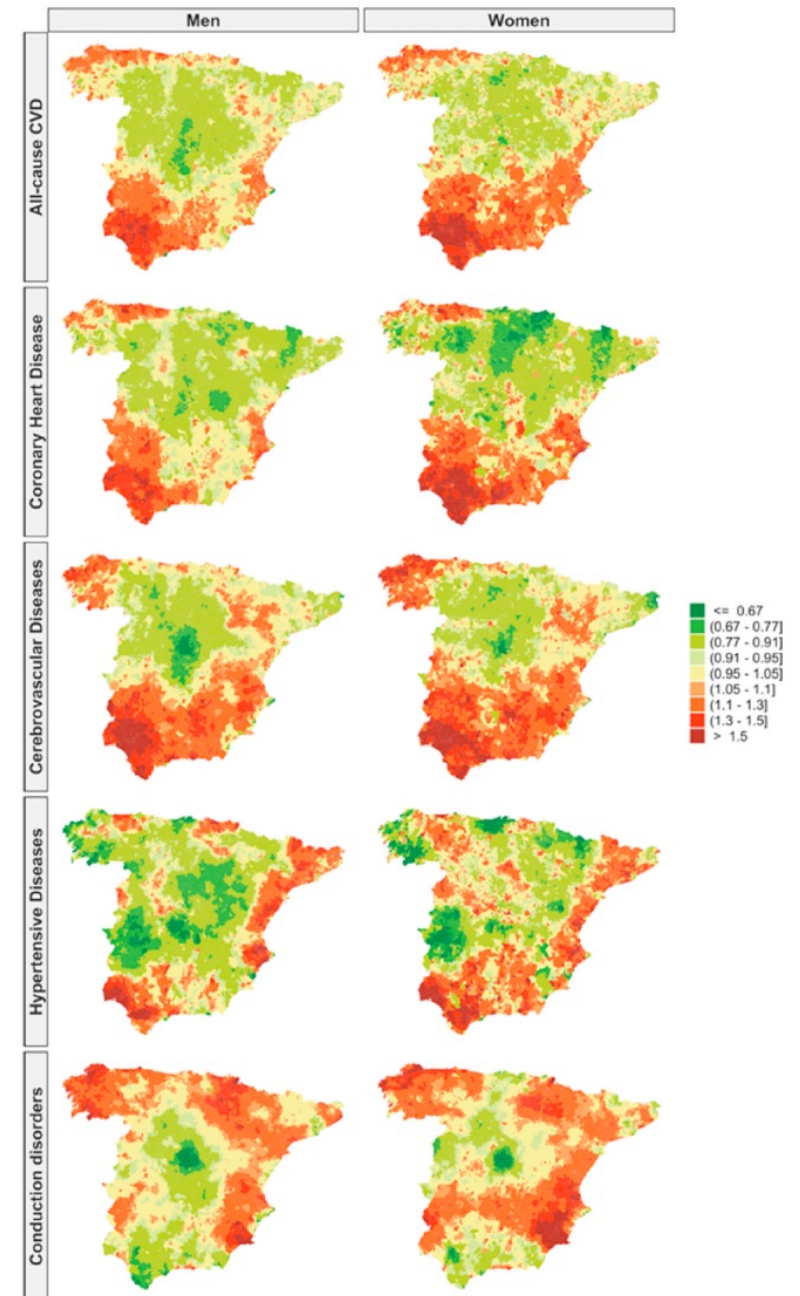
### Metal and metalloid levels in topsoil and municipal cardiovascular mortality in Spain

Ana Ayuso-Álvarez<sup>a,b</sup>, Olivier Nuñez<sup>a,c</sup>, Iván Martín-Méndez<sup>d</sup>, Alejandro Bel-Lán<sup>d</sup>,  
 María Tellez-Plaza<sup>a,e</sup>, Beatriz Pérez-Gómez<sup>a,c</sup>, Iñaki Galán<sup>a,e</sup>, Pablo Fernández-Navarro<sup>a,c,\*</sup>

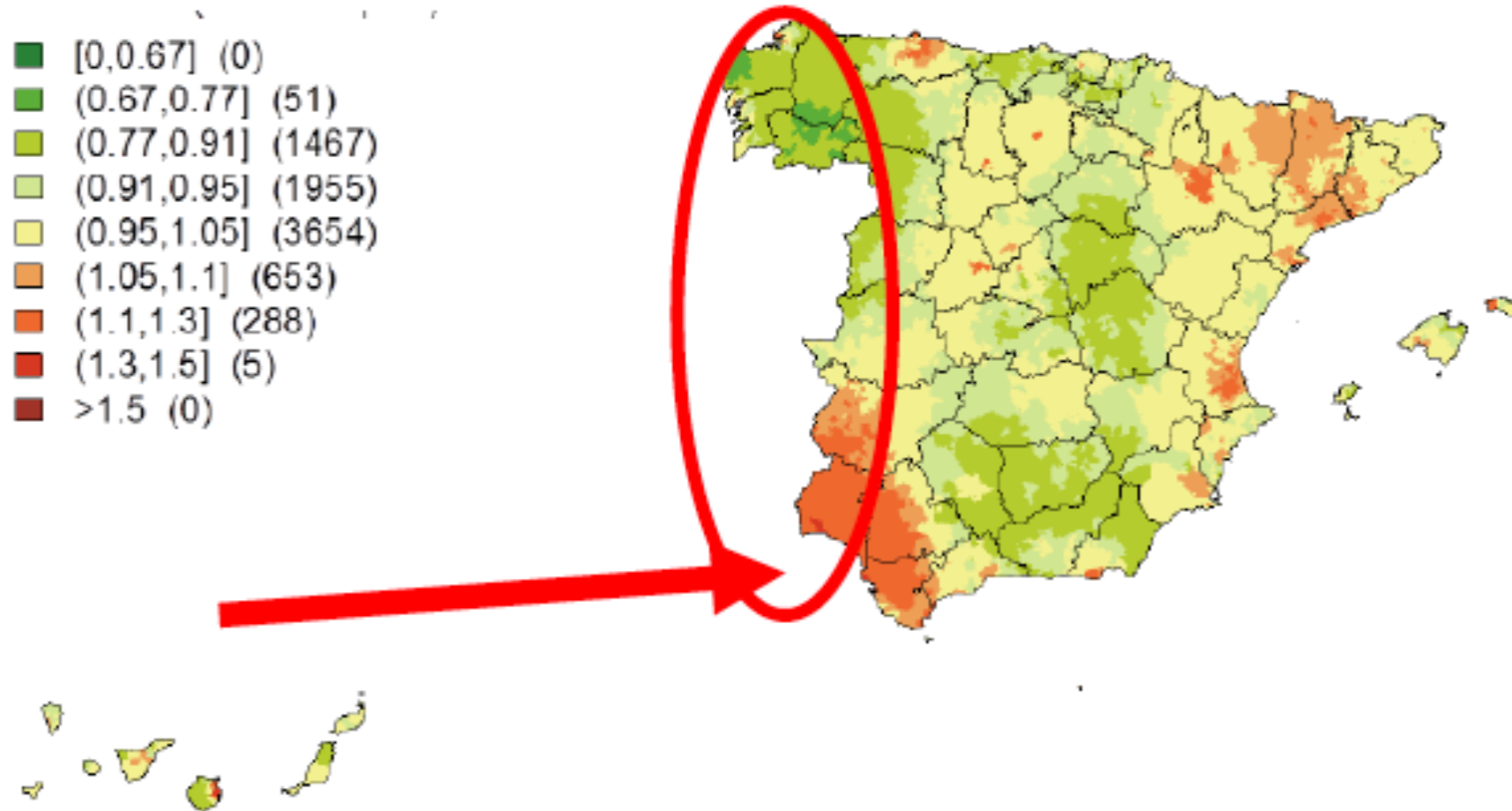
<sup>a</sup> National Centre for Epidemiology, Instituto de Salud Carlos III (ISCIII), Madrid, Spain  
<sup>b</sup> Faculty of Economics and Business, Autonomous University of Madrid, Spain  
<sup>c</sup> Consortium for Biomedical Research in Epidemiology and Public Health (CIBERESP), Madrid, Spain  
<sup>d</sup> Geological Survey of Spain (Instituto Geológico y Minero de España, IGME-CSIC), Spain  
<sup>e</sup> Autonomous University of Madrid/IdiPAZ, Madrid, Spain



## Mortalidad municipal 2010 and 2014

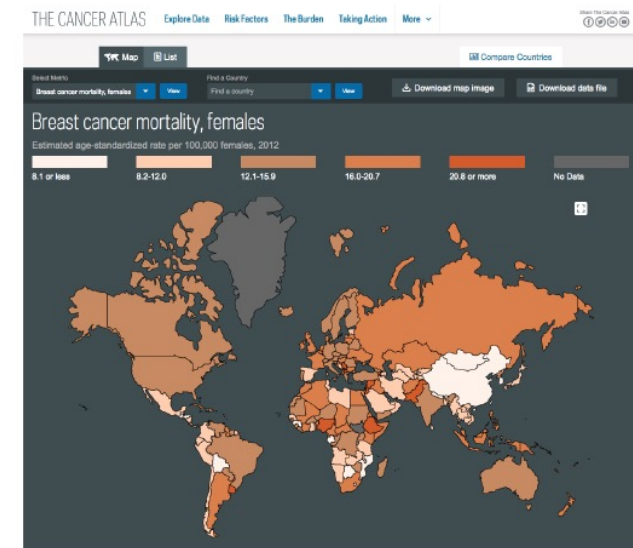
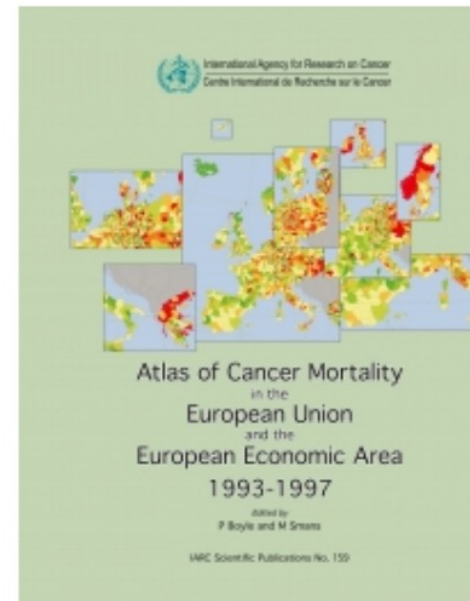
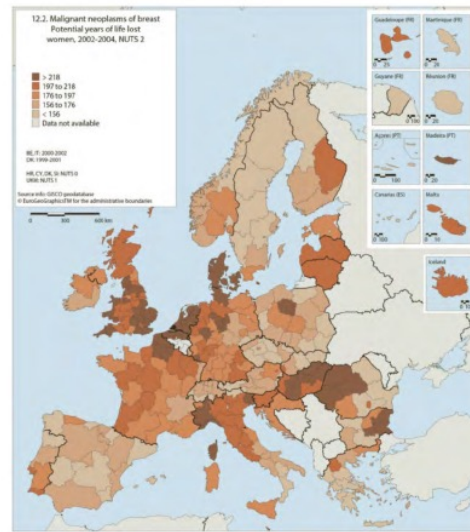
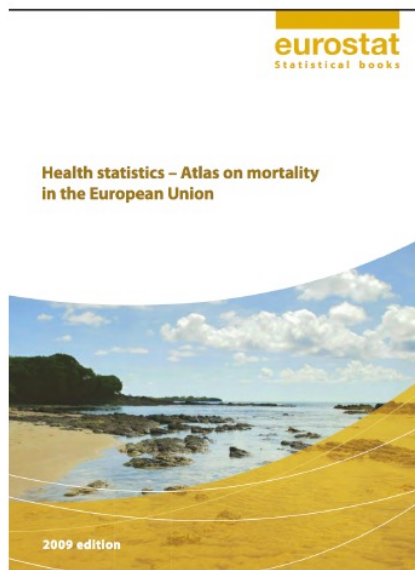


## Datos referidos a áreas. Mapas de enfermedades



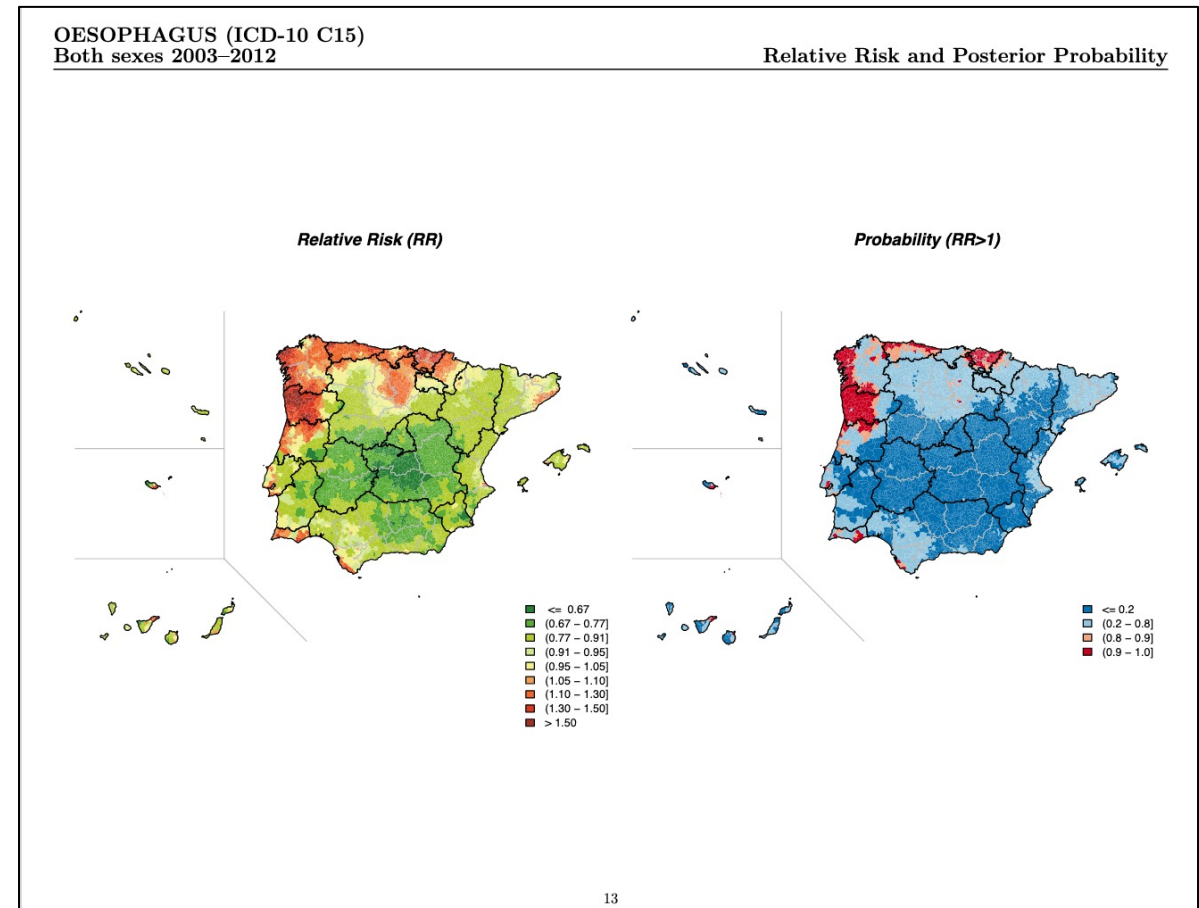
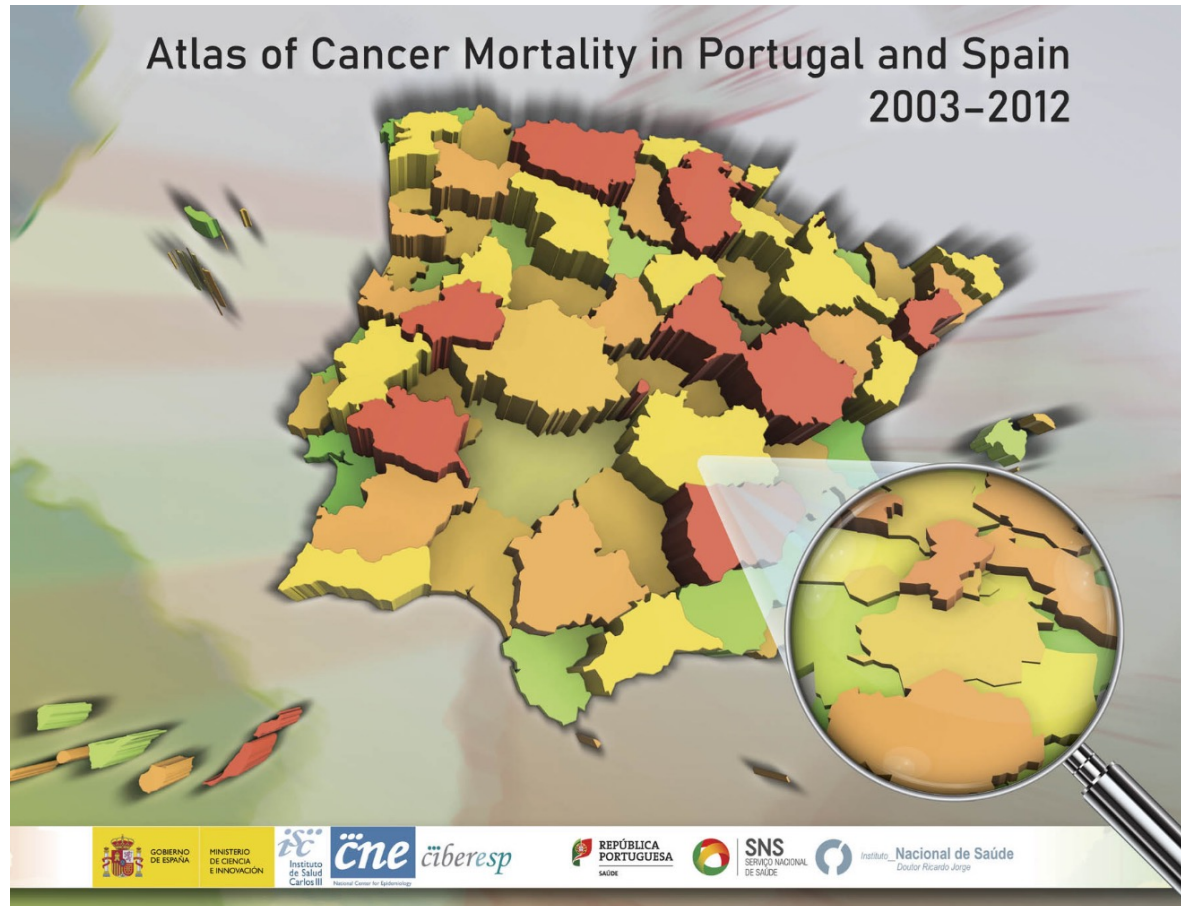
## Datos referidos a áreas. Mapas de enfermedades

- Los patrones pueden no estar aislados y tener una extensión más allá de las fronteras de los países.
- Atlas de mortalidad por cáncer (unidades espaciales grandes)



# Datos referidos a áreas. Mapas de enfermedades

## Atlas de mortalidad por cáncer en Portugal y España

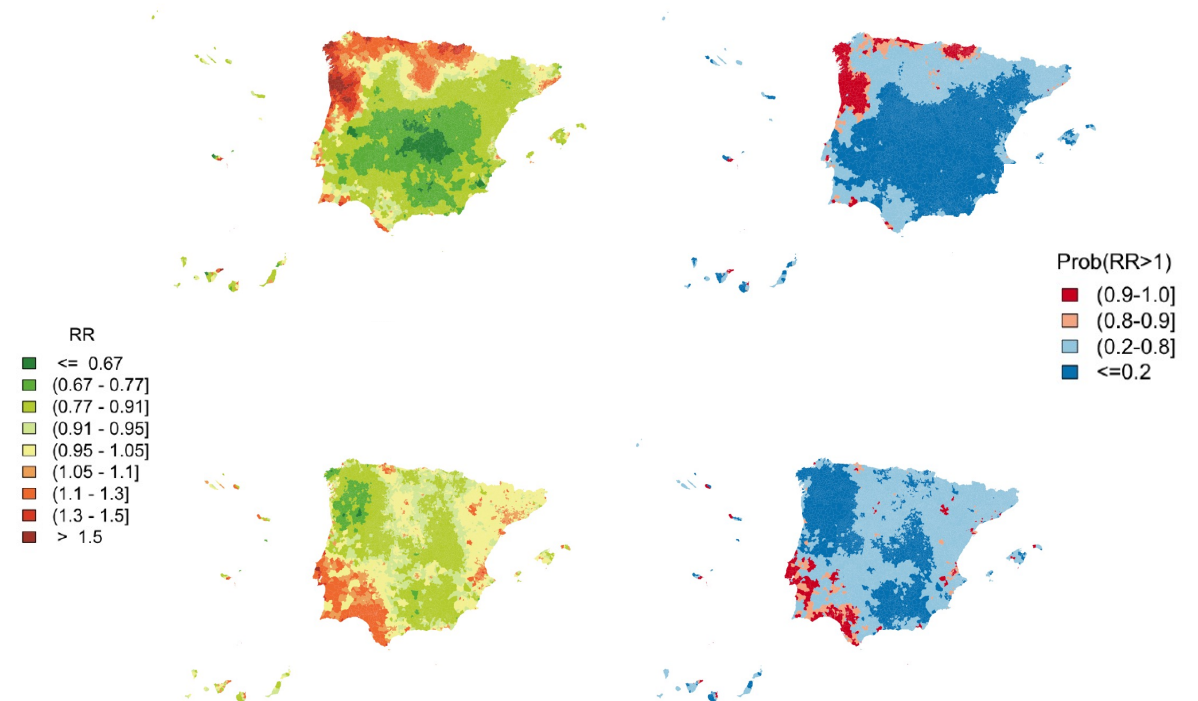
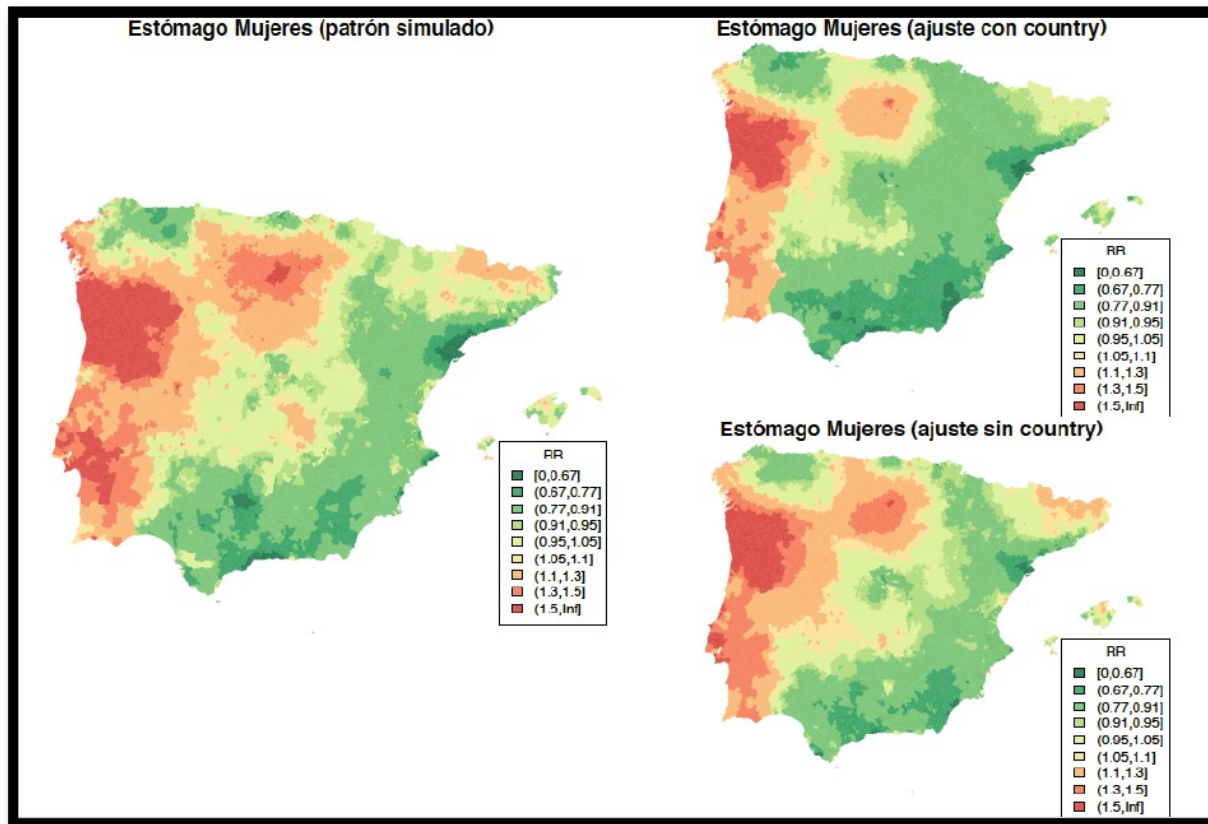


# Datos referidos a áreas. Mapas de enfermedades

## Atlas de mortalidad por cáncer en Portugal y España

-Expected cases: Specific rates by age group and sex of Portugal and Spain together.

- Mortality patterns are observed for different types of cancer that cover regions in both countries.
- Two clear examples: Oesophageal and Breast cancer



## Datos referidos a áreas. Mapas de enfermedades

### Atlas de mortalidad por cáncer en Portugal y España

- Spatial patterns suggesting the presence of common risk factors in both countries.

#### Oesophageal cancer:

- Lifestyle (alcohol and tobacco).
- Obesity (Diet).
- Environmental (toxic metals in soil)
- Sociodemographic factors.
- Genetic susceptibility (small).

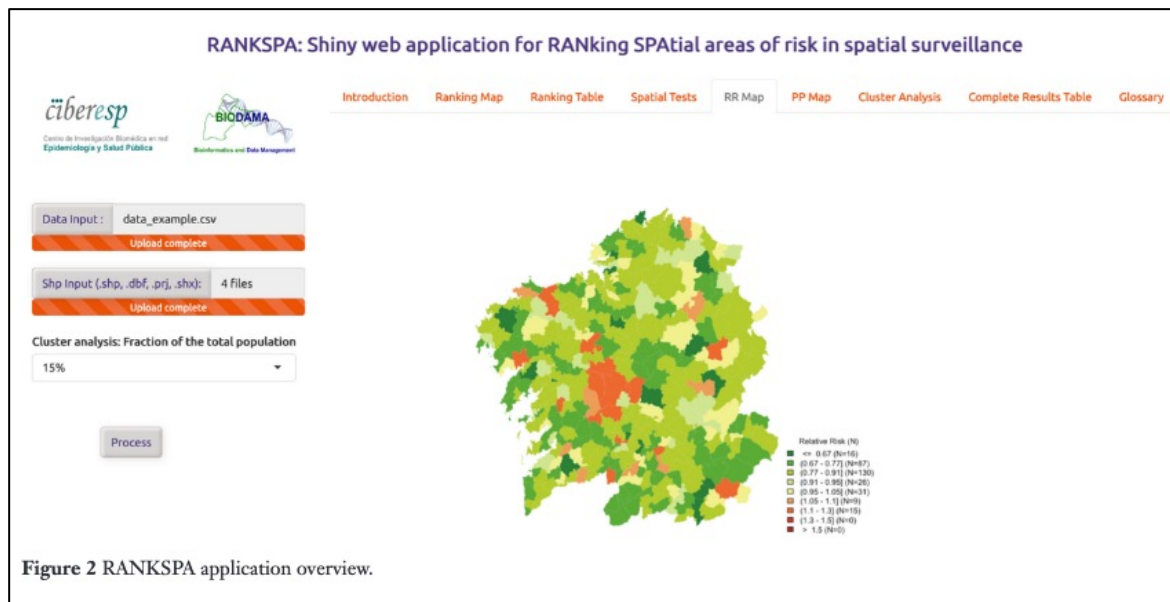
#### Breast cancer:

- Age, early menarche, late menopause, nulliparity, etc.
- Obesity.
- Environmental factors: ionizing radiation, industrial pollution.
- Sociodemographic factors.
- Factors related to the health system (Screening Programs).
- Genetic susceptibility.

# Datos referidos a áreas. Mapas de enfermedades

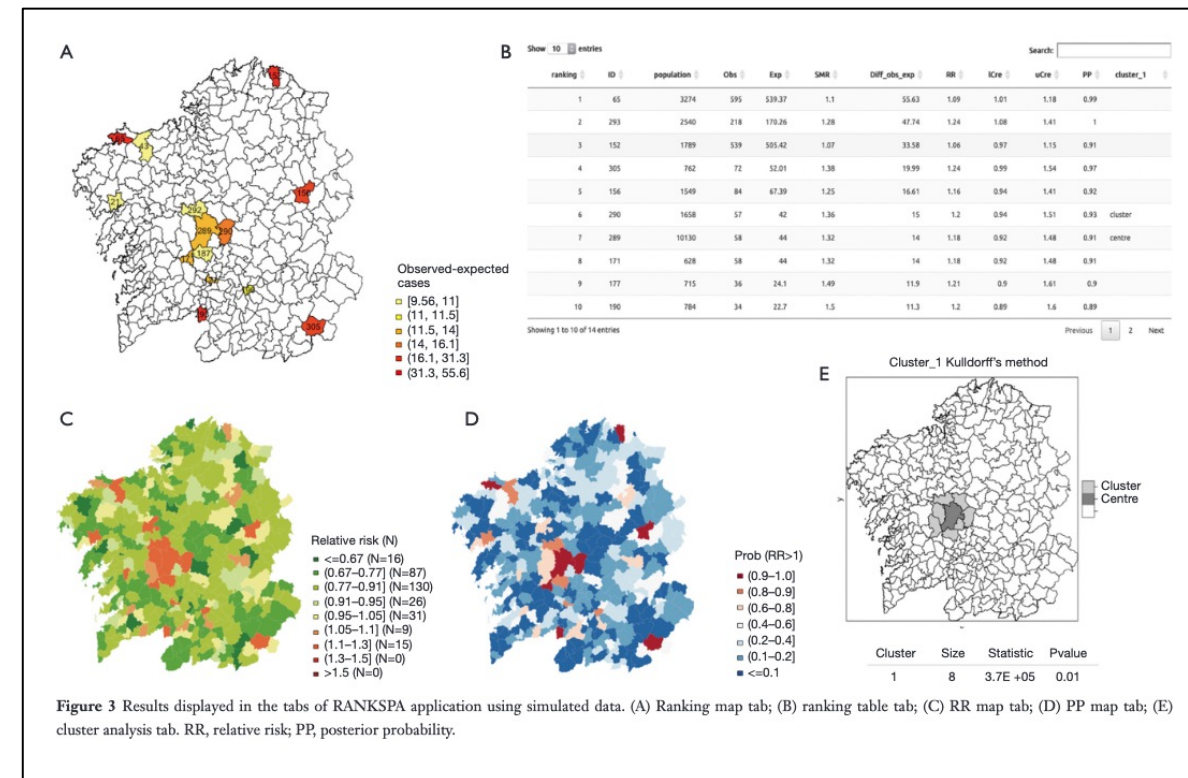
- Discriminar qué regiones son importantes, tanto desde el punto de vista de los estimadores relativos como de los estimadores absolutos importantes para la salud pública.

## RANKSPA: Shiny web application for RANKing SPAtial areas of risk in spatial surveillance



<https://ace.amegroups.com/article/view/6094/html>

<https://biodama.shinyapps.io/rankspa/>

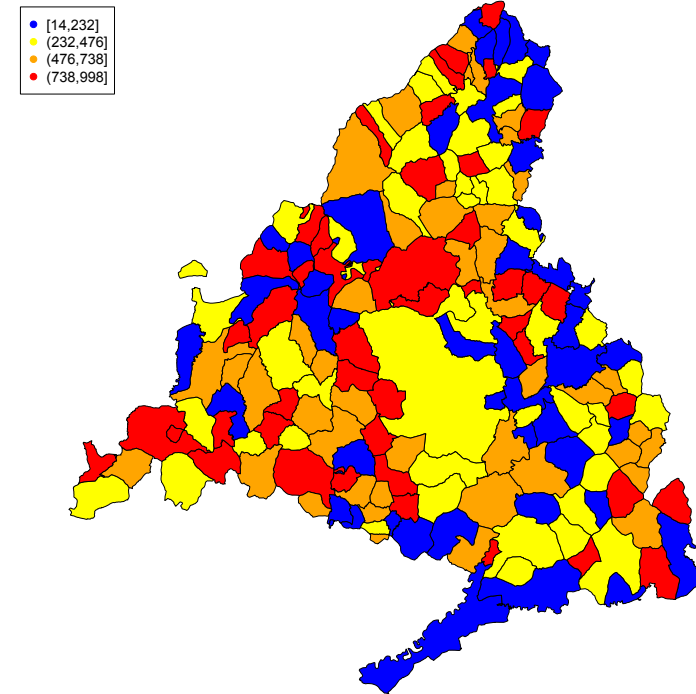


## Datos referidos a áreas. Mapas de enfermedades

- Visión actualizada de distribución de las enfermedades no transmisibles / transmisibles en áreas pequeñas en España (Portugal y Francia).
- Análisis temporo-espacial vs análisis de tendencia temporal.
- Colores de los mapas (daltónicos).
- Análisis por sexo y edad (técnicas de tamizado)
- Implementación en aplicaciones web/móvil.
- Generacion de mapas descontando efecto de los **principales factores de riesgo.**

## Datos referidos a áreas

- Epidemiología espacial en **áreas pequeñas** abordada desde la perspectiva:
  - Mapas de enfermedades
  - Estudios de asociación geográfica
  - Aglomeración de casos o “clustering”



# Datos referidos a áreas. Estudios de asociación geográfica

Environmental Research 159 (2017) 555–563

Contents lists available at ScienceDirect

Environmental Research

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/envres](http://www.elsevier.com/locate/envres)



ELSEVIER



## Industrial pollution and cancer in Spain: An important public health issue

Pablo Fernández-Navarro<sup>a,b,\*</sup>, Javier García-Pérez<sup>a,b</sup>, Rebeca Ramis<sup>a,b</sup>, Elena Boldo<sup>a,b</sup>, Gonzalo López-Abente<sup>a,b</sup>

<sup>a</sup> Cancer and Environmental Epidemiology Unit, National Center for Epidemiology, Carlos III Institute of Health, Avda. Monforte de Lemos, 5, 28029 Madrid, Spain

<sup>b</sup> Consortium for Biomedical Research in Epidemiology & Public Health (CIBER en Epidemiología y Salud Pública - CIBERESP), Spain



Tumor	Industrial sector	Total RR (95% CrI)	Men RR (95% CrI)	Women RR (95% CrI)
Pleura (López-Abente et al., 2012a)	Combustion installations	1.40 (0.99–1.98)	1.51 (1.01–2.26)	1.25 (0.68–2.31)
	Refineries and coke ovens	1.27 (0.58–2.83)	0.90 (0.32–2.54)	2.83 (1.11–7.22)
	Galvanization	1.64 (1.14–2.35)	1.78 (1.16–2.72)	1.75 (0.97–3.15)
	Glass and mineral fibers	1.67 (1.04–2.67)	1.77 (1.03–3.05)	1.52 (0.70–3.32)
	Organic chemical industry	1.39 (1.08–1.78)	1.43 (1.07–1.92)	1.79 (1.23–2.59)
	Biocides	2.60 (1.46–4.62)	2.88 (1.47–5.69)	3.18 (1.26–8.04)
	Non-hazardous waste	1.74 (1.08–2.80)	2.18 (1.28–3.72)	0.76 (0.27–2.12)
	Food and beverage sector	1.26 (1.01–1.56)	1.40 (1.08–1.80)	1.06 (0.72–1.56)
	Ship building	2.32 (1.38–3.92)	2.92 (1.61–5.33)	0.77 (0.38–1.56)
	Colon-rectum (López-Abente et al., 2012b)	Production and processing of metals	1.07 (1.01–1.12)	1.06 (1.00–1.13)
Surface treatment of metals and plastic		1.04 (1.00–1.08)	1.05 (1.00–1.10)	0.98 (0.94–1.03)
Mining industry		1.26 (1.08–1.46)	1.26 (0.98–1.43)	1.18 (0.98–1.43)
Ceramic		1.05 (1.00–1.10)	1.01 (0.96–1.07)	1.09 (1.02–1.15)
Urban waste-water treatment plants		1.06 (0.99–1.13)	1.01 (0.93–1.09)	1.08 (1.00–1.17)
Paper and wood production		1.07 (1.01–1.14)	1.09 (1.01–1.17)	1.03 (0.92–1.12)
Food and beverage sector		1.07 (1.03–1.11)	1.05 (1.00–1.10)	1.07 (1.02–1.12)
Surface treatment using organic solvents		1.06 (0.99–1.13)	1.08 (1.00–1.16)	1.00 (0.92–1.09)
Fertilizers		–	–	1.22 (1.00–1.46)
Aquaculture		–	2.42 (1.53–3.63)	–
Non-Hodgkin's lymphoma (Ramis et al., 2009)	Paper and wood production	1.21 (1.01–1.45)	–	–

Effect estimates (RR and 95% credibility intervals (CrI)) adjusted by age, sociodemographic covariates (population size, percentage of illiteracy, farmers and unemployed, average persons per household, and mean income level) and spatial components.

Industrial sector	Tumor site	Total RR (95% CI/CrI)	Men RR (95% CI/CrI)	Women RR (95% CI/CrI)
Metallurgical <sup>a</sup> (García-Pérez et al., 2012, 2010b, 2010a)	Liver	1.11 (1.04–1.18)	1.10 (1.02–1.17)	1.14 (1.01–1.27)
	Colon-rectum	1.06 (1.03–1.09)	1.06 (1.02–1.09)	1.06 (1.02–1.11)
	Leukemia	1.09 (1.03–1.14)	1.09 (1.02–1.16)	1.06 (0.99–1.13)
	Oesophagus	1.03 (0.85–1.24)	0.94 (0.77–1.16)	1.81 (1.16–2.84)
	Stomach	1.08 (0.98–1.18)	1.12 (1.00–1.26)	1.04 (0.90–1.21)
Ferrous metals	Pancreas	1.14 (1.00–1.30)	1.15 (0.96–1.36)	1.11 (0.92–1.33)
	Bladder	1.26 (1.03–1.54)	1.38 (1.00–1.89)	1.26 (0.98–1.61)
	Lung	1.12 (1.08–1.16)	1.14 (1.10–1.19)	0.93 (0.82–1.06)
Surface treatment	Larynx	–	1.12 (1.00–1.26)	–
	Bladder	1.18 (1.01–1.37)	1.22 (1.03–1.44)	0.97 (0.66–1.42)
	Colon-rectum	1.10 (1.04–1.16)	1.10 (1.03–1.17)	1.09 (1.02–1.17)
Combustion installations <sup>a</sup> (García-Pérez et al., 2009)	Lung	1.07 (1.01–1.13)	1.08 (1.02–1.14)	0.97 (0.86–1.09)
	Bladder	1.11 (1.02–1.20)	1.13 (1.03–1.24)	1.02 (0.86–1.22)
	Leukemia	1.09 (1.00–1.19)	1.12 (1.00–1.25)	1.12 (0.99–1.27)
Only coal	Gallbladder	1.09 (0.79–1.52)	1.53 (1.00–2.35)	0.81 (0.52–1.26)
	Thyroid gland	1.77 (1.15–2.71)	2.05 (1.01–4.13)	1.70 (1.02–2.84)
	Myeloma	1.58 (0.97–2.58)	2.26 (1.26–4.04)	0.92 (0.38–2.23)
Mining <sup>b</sup> (Fernández-Navarro et al., 2012)	Liver	1.51 (0.99–2.30)	1.69 (1.09–2.63)	1.21 (0.29–2.52)
	Brain	1.37 (0.98–1.90)	1.75 (1.19–2.57)	0.86 (0.49–1.52)
	Stomach	1.51 (0.95–2.38)	1.28 (0.71–2.31)	1.97 (1.05–3.70)
Hazardous waste <sup>b</sup> (García-Pérez et al., 2013)	All cancers	1.06 (1.04–1.09)	1.08 (1.05–1.11)	1.03 (1.01–1.06)
	Stomach	1.18 (1.10–1.27)	1.18 (1.09–1.28)	1.16 (1.06–1.27)
	Colon-rectum	1.08 (1.03–1.13)	1.12 (1.06–1.18)	1.04 (0.98–1.10)
	Liver	1.18 (1.06–1.30)	1.17 (1.05–1.30)	1.20 (1.02–1.40)
	Gallbladder	1.10 (0.99–1.21)	1.26 (1.08–1.45)	1.02 (0.90–1.15)
	Lung	1.10 (1.05–1.15)	1.12 (1.06–1.18)	0.92 (0.84–1.00)
	Pleura	1.71 (1.34–2.14)	1.84 (1.39–2.40)	1.52 (1.04–2.14)
	Ovary	–	–	1.14 (1.05–1.23)
	Bladder	1.08 (1.01–1.16)	1.10 (1.02–1.18)	1.02 (0.91–1.15)
	Kidney	1.14 (1.04–1.23)	1.12 (1.02–1.24)	1.16 (1.02–1.31)
	Brain	1.04 (0.97–1.12)	1.00 (0.91–1.09)	1.11 (1.00–1.22)
	Leukemia	1.10 (1.03–1.17)	1.12 (1.04–1.21)	1.07 (0.98–1.17)
	Kidney	1.36 (1.17–1.58)	1.39 (1.15–1.64)	1.33 (1.03–1.67)
	Thyroid gland	1.63 (1.16–2.20)	1.97 (1.17–3.00)	1.42 (0.91–2.06)
	Connective and soft tissue	1.48 (1.01–2.06)	1.32 (0.80–1.99)	1.47 (0.85–2.28)
	Skin	1.50 (0.95–2.22)	2.14 (1.31–3.22)	1.06 (0.50–1.88)
	Vulva and vagina	–	–	1.85 (1.28–2.56)
Solvents	Skin	2.34 (1.06–4.20)	3.30 (1.30–6.34)	1.49 (0.33–3.70)
	Stomach	2.25 (1.22–3.61)	2.43 (1.16–4.17)	2.15 (0.64–4.66)
Physico/chemical treatment	Hodgkin's lymphoma	3.39 (0.81–8.05)	5.64 (1.34–13.43)	0 (0–inf)
	Vulva and vagina	–	–	1.55 (1.02–2.24)
Industrial waste	All cancers	1.03 (1.00–1.06)	1.04 (1.01–1.07)	1.03 (1.00–1.06)
	Stomach	1.07 (0.99–1.16)	1.09 (1.00–1.18)	1.04 (0.94–1.15)
Cement, lime and plaster <sup>b</sup> (García-Pérez et al., 2015b)	Colon-rectum	1.08 (1.03–1.13)	1.07 (1.01–1.14)	1.10 (1.03–1.16)
	Gallbladder	1.09 (0.98–1.22)	1.21 (1.02–1.42)	1.04 (0.91–1.19)
	Peritoneum	1.22 (0.96–1.53)	1.62 (1.15–2.20)	0.94 (0.69–1.26)
	Pleura	1.50 (1.15–1.91)	1.71 (1.24–2.28)	1.22 (0.80–1.77)
	Bladder	1.07 (1.00–1.16)	1.11 (1.03–1.20)	0.96 (0.83–1.10)
	Vulva and vagina	–	–	1.65 (1.08–2.36)
	Kidney	1.33 (1.08–1.61)	1.26 (0.97–1.58)	1.54 (1.10–2.06)
Lime	Brain	1.25 (1.03–1.48)	1.16 (0.90–1.45)	1.37 (1.05–1.74)
	Melanoma	2.11 (1.19–3.31)	2.34 (1.12–4.04)	1.81 (0.66–3.59)

# Datos referidos a áreas. Estudios de asociación geográfica

Environmental Pollution 260 (2020) 113869

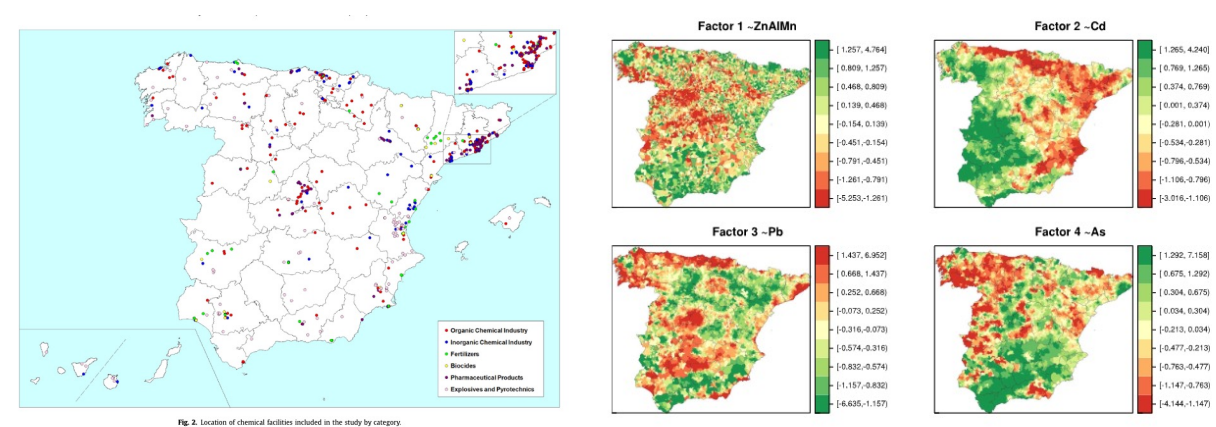
Contents lists available at [ScienceDirect](#)

**Environmental Pollution**

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/envpol](http://www.elsevier.com/locate/envpol)

**Association between proximity to industrial chemical installations and cancer mortality in Spain**

Ana Ayuso-Álvarez <sup>a, b</sup>, Javier García-Pérez <sup>c, d</sup>, José-Matías Triviño-Juárez <sup>e</sup>, Unai Larrinaga-Torrentegui <sup>f</sup>, Mario González-Sánchez <sup>c</sup>, Rebeca Ramis <sup>c, d</sup>, Elena Boldo <sup>c, d</sup>, Gonzalo López-Abente <sup>c, d</sup>, Iñaki Galán <sup>g, h</sup>, Pablo Fernández-Navarro <sup>c, d, \*</sup>



Environmental Pollution 214 (2016) 394–399

Contents lists available at [ScienceDirect](#)

**Environmental Pollution**

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/envpol](http://www.elsevier.com/locate/envpol)

Short communication

**Breast and prostate cancer mortality and industrial pollution<sup>☆</sup>**

Javier García-Pérez <sup>a, b, \*</sup>, Natalia Pérez-Abad <sup>c</sup>, Virginia Lope <sup>a, b</sup>, Adela Castelló <sup>a, b</sup>, Marina Pollán <sup>a, b</sup>, Mario González-Sánchez <sup>a, b</sup>, José Luis Valencia <sup>c</sup>, Gonzalo López-Abente <sup>a, b</sup>, Pablo Fernández-Navarro <sup>a, b</sup>

Environ Sci Pollut Res (2017) 24:7413–7421  
DOI 10.1007/s11356-017-8418-6

RESEARCH ARTICLE

**Association between heavy metal and metalloid levels in topsoil and cancer mortality in Spain**

Olivier Núñez <sup>1,2</sup> · Pablo Fernández-Navarro <sup>1,2</sup> · Iván Martín-Méndez <sup>3</sup> · Alejandro Bel-Lan <sup>3</sup> · Juan F. Locutura Rupérez <sup>3</sup> · Gonzalo López-Abente <sup>1,2</sup>

# Datos referidos a áreas. Estudios de asociación geográfica

Environmental Research 204 (2022) 112395

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

**Environmental Research**

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/envres](https://www.elsevier.com/locate/envres)

**ELSEVIER**

**Check for updates**

**Metal and metalloid levels in topsoil and municipal cardiovascular mortality in Spain**

Ana Ayuso-Álvarez<sup>a,b</sup>, Olivier Nuñez<sup>a,c</sup>, Iván Martín-Méndez<sup>d</sup>, Alejandro Bel-Lán<sup>d</sup>, Maria Tellez-Plaza<sup>a,c</sup>, Beatriz Pérez-Gómez<sup>a,c</sup>, Iñaki Galán<sup>a,e</sup>, Pablo Fernández-Navarro<sup>a,c,\*</sup>

<sup>a</sup> National Centre for Epidemiology, Instituto de Salud Carlos III (ISCIII), Madrid, Spain  
<sup>b</sup> Faculty of Economics and Business, Autonomous University of Madrid, Spain  
<sup>c</sup> Consortium for Biomedical Research in Epidemiology and Public Health (CIBERESP), Madrid, Spain  
<sup>d</sup> Geological Survey of Spain (Instituto Geológico y Minero de España, IGME-CSIC), Spain  
<sup>e</sup> Autonomous University of Madrid/IdiPAZ, Madrid, Spain

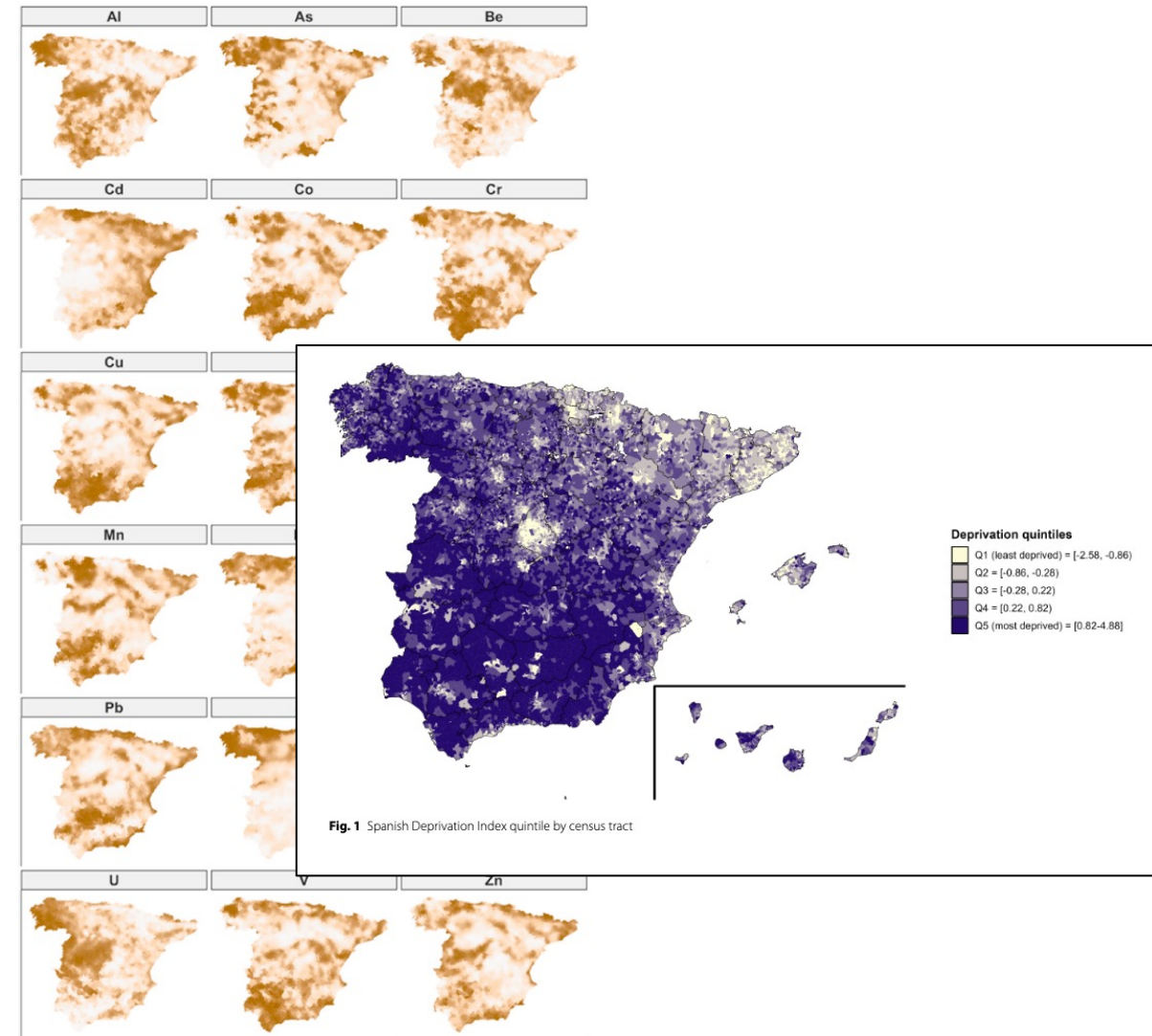
<https://doi.org/10.1186/s12939-023-01970-y>

**RESEARCH** **Open Access**

**Socio-economic inequalities in lung cancer mortality in Spain: a nation-wide study using area-based deprivation**

**Check for updates**

Daniel Redondo-Sánchez<sup>1,2,3\*</sup>, Pablo Fernández-Navarro<sup>2,4</sup>, Miguel Rodríguez-Barranco<sup>1,2,3</sup>, Olivier Nuñez<sup>2,4</sup>, Dafina Petrova<sup>1,2,3</sup>, Juan Manuel García-Torrecillas<sup>1,2,5</sup>, Jose Juan Jiménez-Moleón<sup>1,6</sup> and María-José Sánchez<sup>1,2,3</sup>



## Datos referidos a áreas. Estudios de asociación geográfica

- Seguir estudiando el efecto de exposiciones ambientales en otras enfermedades crónicas (caracterización de la exposición)
- Vigilar el efecto de las factores de riesgo ambientales conocidos (**EN-RISK**)
  - *La dosis hace el veneno* (Parecelso)
- Profundizar en el análisis temporo-espacial de los efectos.
- Herramientas de inferencia bayesiana (MCMC vs INLA)
- Análisis por sexo y edad (técnicas de tamizado)

### JOURNAL ARTICLE

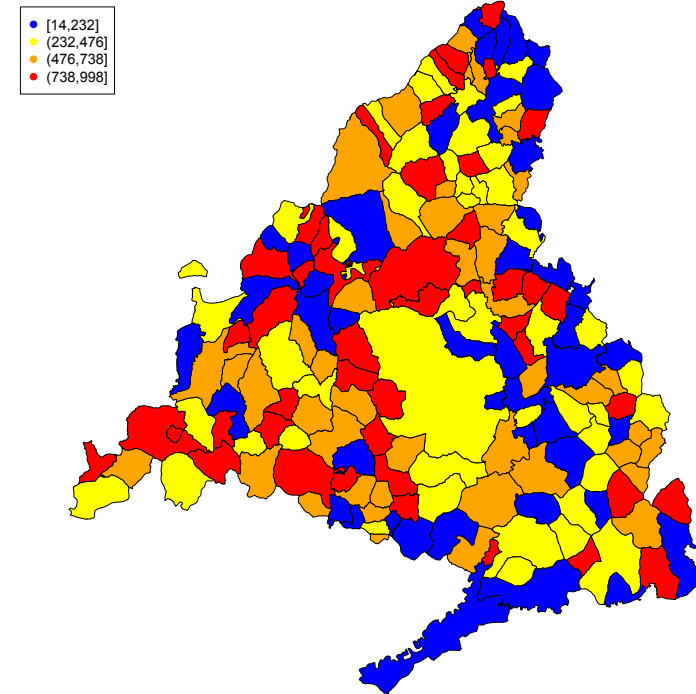
#### Use of non-health EU databases for health surveillance. En-risk application

P Fernández-Navarro, B Pérez-Gómez, T Gómez-García,  
R Sarmiento-Suárez, A Padrón-Monedero, M Ortiz-Pinto, I Galán,  
I Noguer

European Journal of Public Health, Volume 30, Issue Supplement\_5,  
September 2020, ckaa165.269, <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckaa165.269>

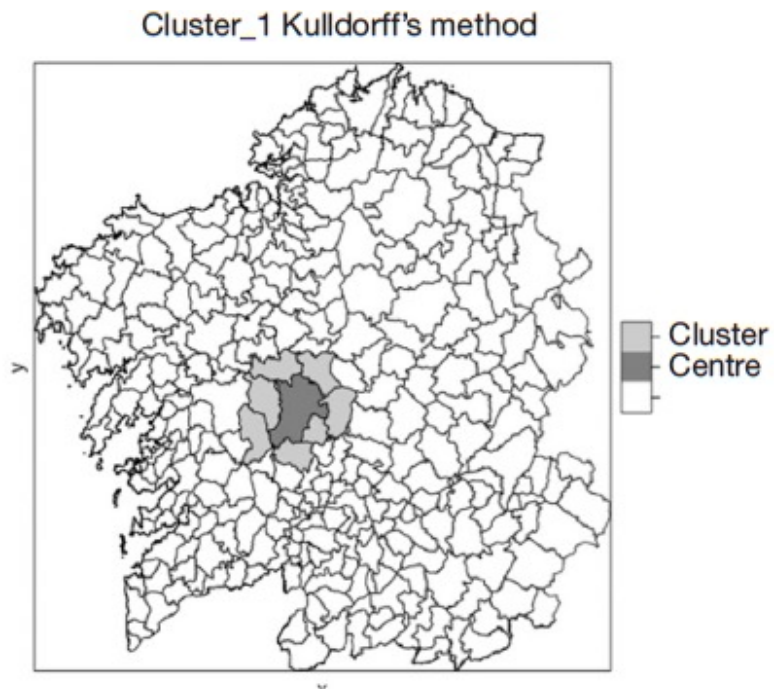
## Datos referidos a áreas

- Epidemiología espacial en **áreas pequeñas** abordada desde la perspectiva:
  - Mapas de enfermedades
  - Estudios de asociación geográfica
  - Aglomeración de casos o “clustering”



## Datos referidos a áreas. Aglomeración de casos o “clustering

Test estadísticos para la detección de clusters espaciales basados en una ventana circular



Cluster	Size	Statistic	Pvalue
1	8	3.7E +05	0.01

## Datos referidos a áreas. Aglomeración de casos o “clustering

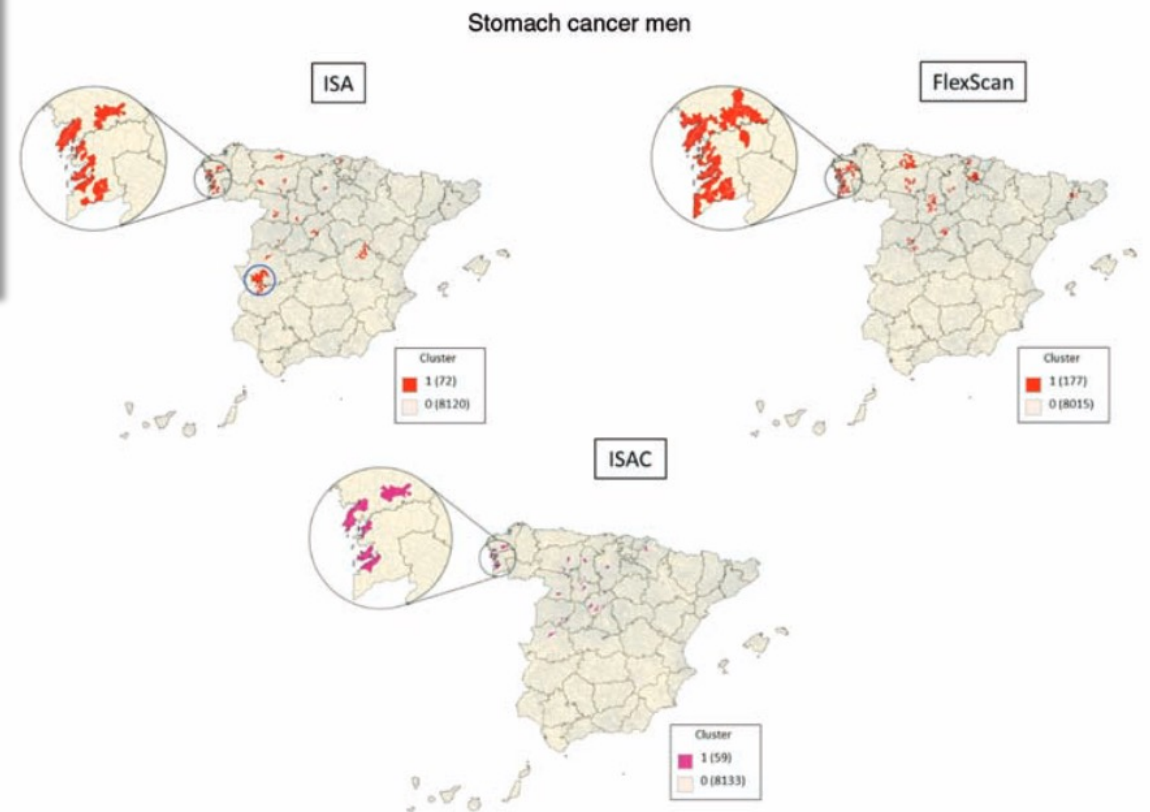
*Geospatial Health* 8(2), 2014, pp. 517-526

### Cluster detection of diseases in heterogeneous populations: an alternative to scan methods

Rebeca Ramis<sup>1,2,3</sup>, Diana Gomez-Barroso<sup>1,2</sup>, Gonzalo López-Abente<sup>1,2</sup>

Irregular spatial aggregation (ISA)

Irregular spatial aggregation with covariates (ISAC)



## **Datos referidos a áreas. Aglomeración de casos o “clustering**

- Incorporar este tipo de análisis al estudio de la distribución temporo-espacial de las enfermedades.
- Rankspa app

# Datos referidos a áreas. Mapas de enfermedades vs Clustering

Original Article

## Ranking spatial areas by risk of cancer: modelling in epidemiological surveillance

Pablo Fernández-Navarro<sup>1,2,3</sup>, Javier González-Palacios<sup>1,3</sup>, Mario González-Sánchez<sup>1,3</sup>, Rebeca Ramis<sup>1,2</sup>, Olivier Nuñez<sup>1,2</sup>, Francisco Palmí-Perales<sup>4</sup>, Virgilio Gómez-Rubio<sup>4</sup>

© Annals of Cancer Epidemiology. All rights reserved.

Ann Cancer Epidemiol 2020;4:10 | <http://dx.doi.org/10.21037/ace-20-15>

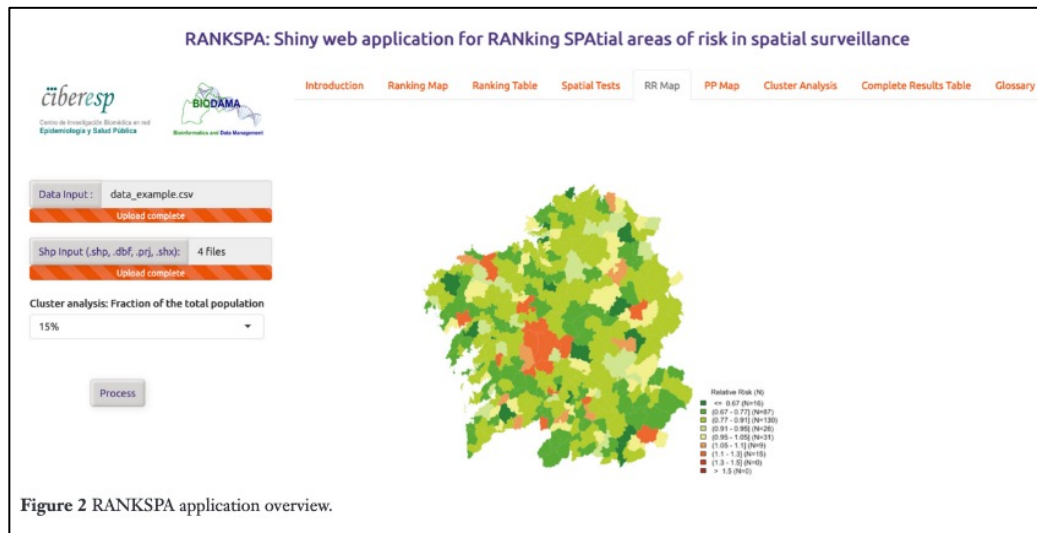


Figure 2 RANKSPA application overview.

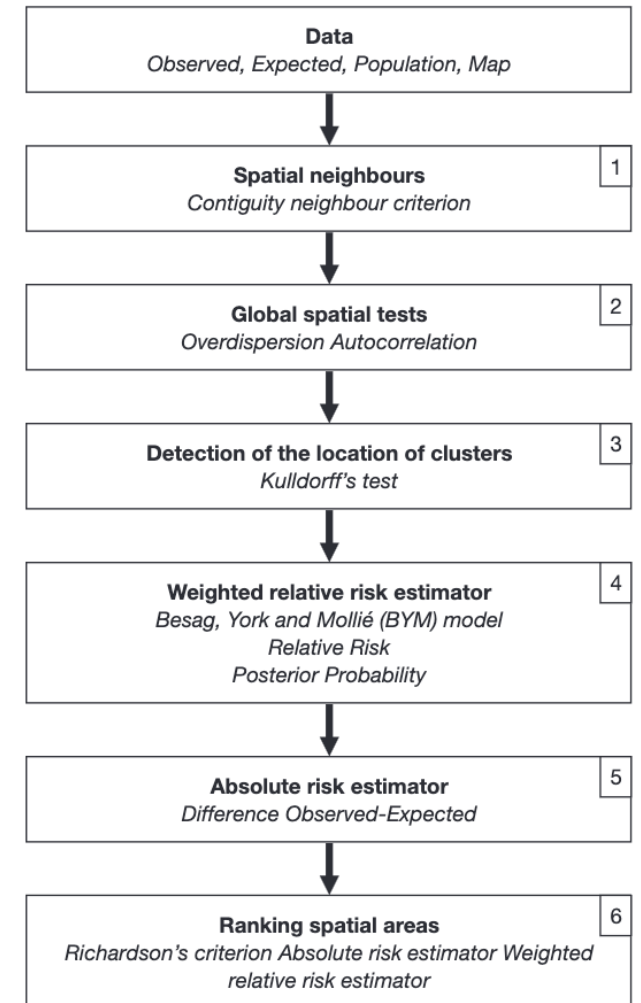
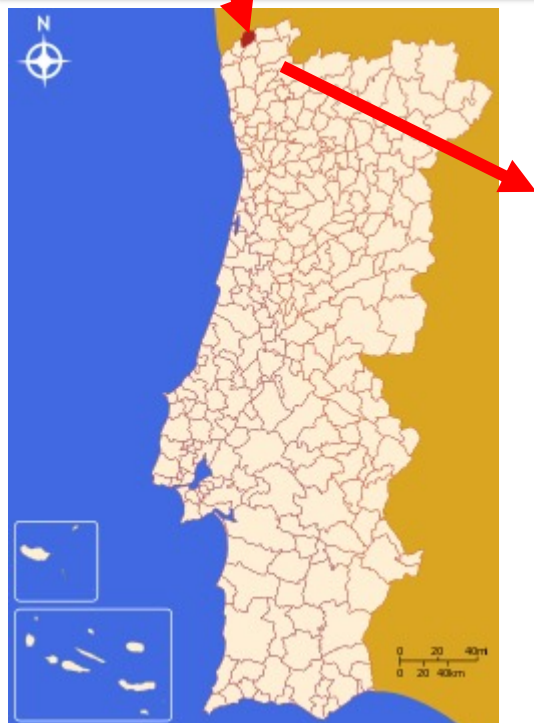


Figure 1 Steps of the pipeline for the ranking of spatial areas.



Puente desde Tui a Valença do Minho (Valença do Minho)