



La mortalidad por cáncer en ciudades situadas en las proximidades de incineradoras e instalaciones para la recuperación o eliminación de residuos peligrosos

Javier García-Pérez ^{a,b}, Pablo Fernández-Navarro ^{a,b}, Adela Castelló ^a, María Felicitas López-Cima ^{a,b}, Rebeca Ramis ^{a,b}, Elena Boldo ^{a,b}, Gonzalo López-Abente ^{a,b}

^a Área de Epidemiología Ambiental y Cáncer, Centro Nacional de Epidemiología, Instituto de Salud Carlos III, Avda. Monforte de Lemos, 5, 28029 Madrid, España

^b CIBER Epidemiología y Salud Pública (CIBERESP), España

Información sobre el artículo Resumen

Historial del artículo:
Recibido el 23 de julio de 2012
Aceptado el 18 de octubre de 2012
Disponible en red xxxx

Palabras clave:
Mortalidad por cáncer
Tratamiento de residuos
Incineradoras
Vehículos para desguace
INLA
Modelo BYM

Antecedentes: Las plantas de tratamiento de residuos liberan emisiones tóxicas al medio ambiente que afectan a las ciudades de las inmediaciones.

Objetivos: Investigar si podría haber un exceso de mortalidad por cáncer en las ciudades españolas próximas a incineradoras e instalaciones para la recuperación o eliminación de residuos peligrosos, según las diferentes categorías de actividades industriales.

Métodos: Se preparó un estudio ecológico para examinar la mortalidad municipal causada por 33 tipos de cáncer durante el período 1997–2006. Se calculó la exposición de la población a la contaminación en base a la distancia desde la ciudad de residencia a la fuente de contaminación. Utilizando los modelos de regresión de Besag, York y Mollié (BYM) con aproximaciones de Laplace anidadas integradas para la inferencia bayesiana y modelos combinados de regresión Poisson, evaluamos el riesgo de morir de cáncer en un área de 5 kilómetros alrededor de las instalaciones, analizamos el efecto de cada categoría de actividad industrial y realizamos análisis individuales en un radio de 50 kilómetros alrededor de cada instalación.

Resultados: Se detectó un exceso de mortalidad por cáncer (modelo BYM: riesgo relativo, intervalos de credibilidad y confianza del 95%) en toda la población residente en las inmediaciones a estas instalaciones en su conjunto (1,06, 1,04–1,09) y, principalmente, en la población próxima a incineradoras (1,09, 1,01–1,18) e instalaciones de manipulación de chatarra o de vehículos para desguace, en particular (1,04, 1,00–1,09). Cabe destacar especialmente los resultados relativos a tumores en la pleura (1,71, 1,34–2,14), el estómago (1,18, 1,10–1,27), el hígado (1,18, 1,06–1,30), los riñones (1,14, 1,04–1,23), los ovarios (1,14, 1,05–1,23), los pulmones (1,10, 1,05–1,15), la leucemia (1,10, 1,03–1,17), en el colon o el recto (1,08, 1,03–1,13) y en la vejiga (1,08, 1,01–1,16) obtenidos en las proximidades de dichas instalaciones.

Conclusiones: Nuestros resultados respaldan la hipótesis de un incremento significativo del riesgo de muerte por cáncer en las localidades próximas a incineradoras e instalaciones para la recuperación o eliminación de residuos peligrosos.

© 2012 Elsevier Ltd. Todos los derechos reservados

1. Introducción

La generación de residuos derivada de las actividades humanas es motivo de preocupación en todo el mundo. Las incineradoras y las instalaciones para la recuperación o eliminación de residuos de los municipios ayudan a abordar este problema aunque, inevitablemente, generan y liberan al medio ambiente emisiones y efluentes tóxicos, como las

dioxinas, sustancias carcinógenas reconocidas por el Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer (CIIC) (CIIC, 1997), que afectan a los municipios cercanos a las mismas.

Algunos estudios han asociado la exposición a las emisiones de las incineradoras con efectos adversos para la reproducción (Dummer et al., 2003), con problemas respiratorios (Miyake et al., 2005) y con el cáncer (Comba et al., 2003; Knox, 2000; Viel et al., 2008). En cuanto al tratamiento (eliminación o recuperación) de residuos peligrosos, que incluye actividades como el reciclaje de chatarra y de vehículos para desguace (ELV), el refinado de aceites usados y el tratamiento físico o químico de los

Abreviaturas: CIIC, Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer (IARC, por sus siglas en inglés), Vehículos para desguace (ELV, por sus siglas en inglés), Prevención y control integrados de la contaminación (IPPC, por sus siglas en inglés); PRTR europeo, Registro Europeo de Emisiones y Transferencias de Contaminantes Integrado; INE, Instituto Nacional de Estadística; PCB, bifenilo policlorado; RR, riesgos relativos; BYM,

modelo propuesto por Besag, York y Mollié; INLA, aproximación de Laplace anidada integrada; HAP, hidrocarburo aromático policíclico; NHL, linfoma no Hodgkin.

Autor perteneciente al Área de Epidemiología Ambiental y Cáncer, Centro Nacional de Epidemiología, Instituto de Salud Carlos III, Avda. Monforte de Lemos, 5, 28029 Madrid, España. Tel.: +34 918222643; fax: +34 913877815.

Direcciones de correo electrónico: jgarcia@isciii.es (J. García-Pérez), pfernandezn@isciii.es (P. Fernández-Navarro), acastello@isciii.es (A. Castelló), flcina@isciii.es (M.F. López-Cima), rramis@isciii.es (R. Ramis), eiboldo@isciii.es (E. Boldo), glabente@isciii.es (G. López-Abente).

0160-4120/\$ – véanse preliminares © 2012 Elsevier Ltd. Todos los derechos reservados.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.envint.2012.10.003>

En el caso de las fuentes de contaminación en España, las directivas de la Comisión Europea aprobadas en el año 2002 contemplaban un nuevo método para estudiar las consecuencias de la contaminación industrial, llamado Prevención y Control Integrados de la Contaminación (IPPC), de conformidad con la Directiva 96/61/CE (codificada recientemente en la Directiva 2008/1/CE) y con la Ley 16/2002, que incorpora esta Directiva al sistema jurídico español y que establece que, para poder operar en España, las industrias sujetas a los instrumentos legislativos mencionados deben obtener un permiso medioambiental integrado. En 2007, en virtud de este mismo acto normativo se creaba el Registro Europeo de Emisiones y Transferencias de Contaminantes Integrado (PRTR europeo), que obliga a declarar todas las emisiones contaminantes liberadas a la atmósfera, al agua y al suelo que superen los límites fijados, y ofrece información detallada sobre la dirección y el tipo de actividad industrial que se realiza en las instalaciones. Por lo tanto, los registros IPPC y PRTR europeo constituyen un inventario de industrias, clasificadas por situación geográfica, que tienen un impacto ambiental en Europa y resultan un recurso muy útil para la vigilancia de la contaminación industrial y, por extensión, permiten establecer una asociación entre la proximidad de estas instalaciones contaminantes a zonas residenciales y sus efectos sobre la salud, por ejemplo, sobre la incidencia del cáncer (García-Pérez et al., 2012; López-Abente et al., 2012; López-Cima et al., 2011).

En este contexto, el presente estudio tenía por objeto: 1) evaluar el posible exceso de mortalidad atribuible a 33 tipos de tumores entre la población española residente en las inmediaciones de incineradoras y plantas de tratamiento de residuos peligrosos incluidas en la Directiva IPPC y el reglamento sobre el PRTR europeo; 2) analizar este riesgo según con las diferentes categorías de actividad industrial y para cada una de las instalaciones individuales; y 3) realizar este análisis para el conjunto de la población en general y desglosada por sexo, aplicando distintos enfoques estadísticos.

2. Materiales y métodos

Elaboramos un estudio ecológico para evaluar la asociación entre la mortalidad por cáncer y la proximidad a incineradoras y plantas de tratamiento de residuos peligrosos de los municipios (8098 municipios españoles), durante el período 1997–2006. Realizamos análisis independientes para el conjunto de la población y para

residuos, apenas hay estudios epidemiológicos sobre los efectos que estas instalaciones tienen para la salud de la población de los municipios vecinos, aunque se sabe que emiten sustancias carcinógenas, como por ejemplo dioxinas, arsénico, benzina, cadmio y cromo (Agencia de Protección del Medio Ambiente, 2002; Landrigan et al., 1989). Por consiguiente, resultaría conveniente verificar si la proximidad de este tipo de instalaciones contaminantes, tan poco estudiadas, a zonas residenciales podría influir en la incidencia del cáncer.

cada sexo.

2.1. Datos sobre mortalidad

Se obtuvieron datos del Instituto Nacional de Estadística (INE) sobre la mortalidad observada en los municipios durante el período estudiado y correspondientes a 33 tipos de tumores malignos (véanse datos suplementarios en la Tabla 1, donde se muestra la lista de tumores analizados y sus códigos de acuerdo con la Clasificación Internacional de Enfermedades, revisiones novena y décima). Se calcularon los casos previstos tomando como base las tasas específicas correspondientes al conjunto de la población española y desglosadas por grupos de edades (18 grupos: 0–4, ..., 80–84 años y más de 85 años), sexo y períodos de cinco años, (1997–2001, 2002–2006), y se multiplicaron los datos obtenidos por persona/años para cada municipio, desglosados por los mismos estratos. Se calcularon los datos de persona/años para cada quinquenio multiplicando las poblaciones respectivas por 5 (tomando los datos correspondientes a 1999 y 2004 como estimación del punto medio de población durante el período estudiado). Asimismo, analizamos específicamente las leucemias y el cáncer cerebral en personas de edades comprendidas entre los 15 y los 25 años, dado que estos son los tumores más frecuentes entre los adolescentes y los jóvenes según nuestros datos.

2.2. Datos sobre la exposición a la contaminación industrial

Se calculó la exposición de la población a la contaminación industrial tomando la distancia del centroide de la ciudad de residencia a la instalación industrial. Consultamos la base de datos industriales (industrias sujetas a la Directiva IPPC e instalaciones pertenecientes a actividades industriales no sujetas a la Directiva e incluidas en el PRTR europeo) facilitada por el Ministerio español de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente en 2007. Teniendo en cuenta los períodos de inducción mínimos para los tumores objeto de estudio, generalmente 10 años para los tumores y 1 año para las leucemias (Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas, 2006), se utilizaron dos bases de datos industriales:

- a) para el estudio de las leucemias, seleccionamos las 129 instalaciones correspondientes a las categorías de la Directiva IPPC 5.1 (instalaciones para la recuperación o eliminación de residuos peligrosos con una capacidad superior a las 10 toneladas por día) y 5.2 (instalaciones para la incineración de los residuos

municipales con una capacidad superior a 3 toneladas por hora), que entraron en funcionamiento antes de 2002 (un año antes de la mitad del período estudiado), denominadas “instalaciones anteriores a 2002”; y

- b) para el resto de los tumores, seleccionamos las 67 instalaciones correspondientes a las categorías 5.1 y 5.2 de la Directiva IPPC que entraron en funcionamiento antes de 1993 (10 años antes de la mitad del período de estudio), denominadas “instalaciones anteriores a 1993”.

La fecha (año) de inicio de las respectivas actividades industriales fue facilitada por las propias industrias.

Cada instalación se clasificó dentro de una de las nueve categorías de actividades industriales siguientes, atendiendo al tipo de residuos generados y al tratamiento aplicado:

1. “*Incineración*”: incineración de residuos urbanos (municipales) sólidos y especiales (9 instalaciones anteriores a 2002 y 5 anteriores a 1993);
2. “*Chatarra y vehículos para desguace*”: desguace o descontaminación de chatarra reciclada (productos de metales ferreos y no ferreos) y equipos eléctricos o electrónicos (32 instalaciones anteriores a 2002 y 23 anteriores a 1993);
3. “*Aceites usados y residuos aceitosos*”: tratamiento de aceites usados, contaminantes marinos aceitosos (MARPOL) y descontaminación de equipos contaminados por bifenilos policlorados (PCB) (24 instalaciones anteriores a 2002 y 8 anteriores a 1993);
4. “*Envases*”: reciclaje de envases industriales de metal y de plástico (9 instalaciones anteriores a 2002 y 5 anteriores a 1993);
5. “*Disolventes*”: recuperación de disolventes usados (7 instalaciones anteriores a 2002 y 5 anteriores a 1993);
6. “*Baños agotados*”: regeneración de baños ácidos de decapado y baños básicos y del ácido clorhídrico utilizado para el decapado de metales (7 instalaciones anteriores a 2002 y anteriores a 1993);
7. “*Tratamiento físico/químico*”: tratamiento físico o químico de residuos no incluidos en las secciones anteriores (8 instalaciones anteriores a 2002 y 4 anteriores a 1993);
8. “*Residuos industriales*”: tratamiento de residuos industriales no incluidos en las secciones anteriores, como la recuperación de residuos de la industria del hierro y del acero (15 instalaciones anteriores a 2002 y 7 anteriores a 1993); y
9. “*Residuos no especificados en otra categoría*”: tratamiento de residuos no incluidos en ninguna de las secciones anteriores, como residuos médicos o baterías de plomo, residuos fotoquímicos o textiles (18 instalaciones anteriores a 2002 y 5 anteriores a 1993). Esta categoría también incluye las instalaciones que tratan distintos tipos de residuos o que aplican distintos procesos de tratamiento.

Debido a la presencia de errores en la localización inicial de las industrias, se validaron previamente las coordenadas geográficas de las instalaciones industriales registradas en la base de datos de 2007 de los registros IPPC y PRTR europeo; cada una de las direcciones se comprobó

exhaustivamente utilizando Google Earth (con la aplicación *street-view*), el sistema español de información geográfica sobre terrenos agrícolas (que incluye ortofotografías y mapas topográficos que muestran los nombres de las industrias) (Ministerio de Agricultura Alimentación y Medio Ambiente, 2012), el servidor de Google Maps y la página Web de las “Páginas amarillas” (que permite buscar direcciones y empresas) y las páginas Web de las propias industrias, para verificar que la instalación industrial estaba situada exactamente en el lugar correcto. En el 25% de los casos, las coordenadas de las incineradoras e instalaciones de tratamiento de residuos se corrigieron en una distancia de 4471 metros o más en relación con la localización original incluida en la base de datos de los registros IPPC y PRTR europeo.

2.3. Análisis estadístico

Se llevaron a cabo tres tipos de análisis para evaluar el posible exceso de mortalidad por cáncer en municipios próximos (“próximos”) respecto a los situados en la lejanía (“alejados”) de incineradoras e instalaciones de tratamiento de residuos peligrosos, denominados análisis de “municipios próximos respecto a municipios alejados”. En todos los casos se tomó una distancia de 5 km como área de proximidad (“exposición”) a las instalaciones industriales, de acuerdo con la distancia utilizada en otros estudios sobre estos tipos de instalaciones (Federico et al., 2010; Knox, 2000; Leem et al., 2006):

1. En una primera fase, hicimos un análisis de los “municipios próximos respecto a los alejados” con objeto de calcular los riesgos relativos (RR) de los municipios situados a una distancia de ≤ 5 km de las incineradoras e instalaciones de tratamiento de residuos peligrosos en su conjunto. La variable, “exposición”, se codificó como: a) zona expuesta o cercana (“próxima”), que comprendía los municipios situados a una distancia de ≤ 5 km de una incineradora o de una instalación de tratamiento de residuos peligrosos; b) zona intermedia, que comprendía los municipios situados a una distancia de ≤ 5 km de una instalación industrial distinta de las incineradoras o las instalaciones de tratamiento de residuos peligrosos, y c) zona no expuesta (“alejada”), que comprendía municipios en los que no hay ninguna industria registrada (en los registros IPPC y PRTR europeo) en un radio de 5 km alrededor de su centroide municipal (grupo de referencia).
2. En un segundo análisis, decidimos estratificar el riesgo del análisis anterior según las distintas categorías de actividad industrial y, para ello, creamos una variable de “exposición” según la cual la zona expuesta se estratificó en los siguientes grupos: Grupo 1, compuesto por los municipios situados en las cercanías (≤ 5 km) de una o más instalaciones pertenecientes a la categoría “Incineración”; Grupo 2, si la categoría era “Chatarra y vehículos para desguace”, y así sucesivamente, hasta llegar al Grupo 9, si la categoría era “Residuos no especificados en otra categoría”; y el Grupo 10, compuesto por los municipios situados en las inmediaciones dos o más instalaciones pertenecientes a diferentes categorías de actividad (“múltiples categorías de sustancias contaminantes”). Las zonas intermedias y no expuestas se definieron igual que en la fase anterior.
3. Por último, teniendo en cuenta que las características

suelen variar de una incineradora o una instalación de tratamiento de residuos peligrosos a otra, efectuamos varios análisis de “municipios próximos respecto a municipios alejados” para cada instalación individual, limitando el análisis a un área de 50 km alrededor de cada una de dichas instalaciones, con el fin de contar con un grupo de comparación a nivel local.

En todos los análisis anteriores empleamos dos enfoques estadísticos basados en los modelos log-lineales para calcular los RR y sus intervalos de credibilidad y confianza del 95% (95% CrIs/CIs, por sus siglas en inglés), suponiendo que el número de muertes por estrato seguía la distribución de Poisson:

- a) un modelo autorregresivo condicional bayesiano propuesto por Besag, York y Mollié (BYM) (Besag et al., 1991), con variables explicativas:

$$O_i \sim \text{Poisson}(\mu_i \lambda_i); \text{ con } \mu_i \sim \frac{1}{4} E_i \lambda_i$$

$$\log \delta \lambda_i \sim \frac{1}{4} \alpha \text{Expos}_i + \sum_j \beta_j \text{Soc}_{ij} + h_i + b_i \quad \log \delta \mu_i \sim \frac{1}{4}$$

$$\log \delta E_i \sim \frac{1}{4} \alpha \text{Expos}_i + \sum_j \beta_j \text{Soc}_{ij} + h_i + b_i$$

$$\text{Soc}_{ij} \sim \frac{1}{4} \text{ps}_i + \text{ill}_i + \text{far}_i + \text{unem}_i + \text{pph}_i + \text{inc}_i$$

$i \sim \frac{1}{4} 1; \dots; 8098$ municipios; $j \sim \frac{1}{4} 1; \dots; 6$ posibles variables de confusión

$$h_i \sim \text{Normal}(\delta\theta; \tau_h)$$

$$b_i \sim \text{Car:Normal}(\eta_i; \tau_b)$$

—.

—.

- b) un modelo de regresión de Poisson combinado (Gelman y Hill, 2007):

$$O_i \sim \text{Poisson}(\mu_i \lambda_i); \text{ with } \mu_i \sim \frac{1}{4} E_i \lambda_i$$

$$\log \delta \lambda_i \sim \frac{1}{4} \alpha \text{Expos}_i + \sum_j \beta_j$$

$$\log \delta E_i \sim \frac{1}{4} \alpha \text{Expos}_i + \sum_j \beta_j \text{Soc}_{ij} + p_i$$

$$\text{Soc}_{ij} \sim \frac{1}{4} \text{ps}_i + \text{ill}_i + \text{far}_i + \text{unem}_i + \text{pph}_i + \text{inc}_i$$

$i \sim \frac{1}{4} 1; \dots; 8098$ municipios; $j \sim \frac{1}{4} 1; \dots; 6$ posibles variables de confusión

donde λ_i es el riesgo relativo (RR) en el municipio i , la variable dependiente es el número de muertes observadas en el municipio i para cada tipo de cáncer (O_i) y la desviación es el número de muertes previstas en el municipio i para cada tipo de cáncer (E_i), en ambos casos. Todas las estimaciones para la variable de “exposición” (Expos_i) se ajustaron para los siguientes indicadores sociodemográficos estandarizados, (Soc_{ij}), tomados como variables potenciales de confusión directamente del censo de 1991 por su disponibilidad a nivel municipal y su capacidad explicativa con respecto a determinados patrones de mortalidad geográfica (López-Abente et al., 2006): tamaño de la población (ps_i) (clasificada en tres niveles: 0–2000, 2000–10.000 y ≥ 10.000 habitantes); porcentaje de analfabetismo (ill_i), agricultores (far_i) y desempleados (unem_i); promedio de personas por familia (pph_i); y renta media (inc_i) según el Anuario de Marketing español, como medida del nivel de renta (Ayuso Orejana et

al., 1993). Sus patrones geográficos muestran el desarrollo económico, demográfico y social de España, apreciándose cierta correspondencia espacial entre analfabetismo, desempleo y zonas de población más jóvenes. La variable de “exposición” y las covariantes potenciales de confusión eran las expresiones de los efectos fijos en los modelos.

Para poder evaluar el problema de la autocorrelación espacial (presencia de patrones geográficos en los datos espaciales contiguos) se aplicó la estadística I de Moran a los cocientes de mortalidad estandarizados (Bivand et al., 2008). El modelo autorregresivo bayesiano BYM aborda este problema mediante la inclusión de dos componentes de efectos aleatorios, a saber, una expresión espacial con los factores de contigüidad de los municipios (b_i); y una expresión de heterogeneidad municipal (h_i). Como herramienta se utilizaron aproximaciones de Laplace anidadas integradas (INLA) (Rue et al., 2009) para obtener la inferencia bayesiana. Para este fin, utilizamos R-INLA (The R-INLA project, 2012) con la opción de estimación de Laplace simplificada de los parámetros. Se incluyeron un total de 8.098 municipios y se obtuvieron los datos espaciales sobre los municipios contiguos mediante el procesamiento de los mapas oficiales del INE.

Además, el modelo de regresión de Poisson combinado incluye la provincia como expresión de los efectos aleatorios (p_i), para poder tener en cuenta la variabilidad geográfica y la dispersión extra-Poisson y considerar los municipios no expuestos pertenecientes a la misma provincia como grupo de referencia en cada caso, algo que se justifica por las diferencias geográficas observadas en la mortalidad atribuible a algunos tumores (López-Abente et al., 2006).

Por último, se llevó a cabo un análisis residual (basado en las desviaciones residuales) para someter a prueba los modelos.

3. Resultados

La Fig. 1 representa la distribución geográfica de las 129 instalaciones estudiadas según las diferentes categorías de actividades industriales, junto con sus códigos PRTR y el año de inicio de las operaciones. Véanse los datos suplementarios, Tabla 2, donde se ofrece una descripción detallada del tipo de actividad que se realiza en cada instalación y las sustancias contaminantes emitidas durante la década precedente. En total, las 129 instalaciones emitieron 525.428 toneladas de sustancias tóxicas a la atmósfera y 4.984 toneladas al agua en el año 2007, incluidas sustancias carcinógenas como el arsénico (32 kg a la atmósfera y 33 kg al agua), el cromo (81 kg a la atmósfera y 80 kg al agua) e hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) (48 kg a la atmósfera y 126 kg al agua). Información más detallada sobre el volumen de las emisiones se ofrece en los datos suplementarios, en las Tablas 3 y 4, donde se muestran los tipos de sustancias emitidos por estas instalaciones a la atmósfera y al agua respectivamente y el volumen de las mismas.



Fig. 1. Distribución geográfica de las incineradoras y las instalaciones de tratamiento de residuos peligrosos en España.

En la Tabla 1 se muestran los riesgos relativos (RR) y los intervalos de credibilidad y confianza del 95% de los cánceres estadísticamente significativos en los municipios situados a ≤ 5 km de distancia de incineradoras e instalaciones de tratamiento de residuos peligrosos, calculados utilizando modelos de regresión combinados de BYM y de Poisson y el test I de Moran para la autocorrelación espacial. En general, en ambos sexos se observó un exceso de mortalidad por cáncer y los dos modelos mostraban RR idénticos, que eran más elevados en los hombres (RR = 1,08) que en las mujeres (RR = 1,03). En el caso de tumores específicos, las estimaciones de ambos modelos eran bastante similares en general (ligeramente más elevadas y significativas en el modelo combinado en el caso de tumores de la cavidad oral y la faringe, el esófago y el linfoma no Hodgkin (NHL) y algo más elevadas en el modelo BYM en el caso del cáncer renal). Algunos tipos de cáncer –por ejemplo, todos los cánceres combinados (en hombres y mujeres) o los tumores malignos en el estómago (en hombres y mujeres) y en el pulmón, la vejiga, la cavidad oral y la faringe, en el colon o el recto y en el hígado (en los hombres)– mostraban una autocorrelación espacial estadísticamente significativa, por lo que se consideró oportuno utilizar el modelo BYM a fin de tener en cuenta esta autocorrelación espacial. Con este modelo como base aparecieron RR estadísticamente significativos para los tumores en el estómago, el hígado, la pleura y el riñón (en hombres y mujeres), en el colon o el recto, en el pulmón, la vejiga, la vesícula y la leucemia (en los hombres) y en el cerebro y

los ovarios (en las mujeres). En estos resultados debe tenerse en cuenta el exceso de riesgo de cáncer de pleura (RR = 1,84 en los hombres y RR = 1,52 en las mujeres). En lo que respecta a las leucemias y el cáncer cerebral en los grupos menores de 15 años y menores de 25 años, no se observó un exceso de riesgo estadísticamente significativo (véanse los datos suplementarios, Tabla 5, donde se muestran los RR de morir de leucemia y de cáncer cerebral entre los grupos menores de 15 años y menores de 25 años en municipios situados a ≤ 5 km de distancia de incineradoras e instalaciones de tratamiento de residuos peligrosos, calculados a partir de modelos BYM).

Los análisis de la Tabla anterior, incluyendo los dos modelos de regresión y el test de autocorrelación espacial, se realizaron por separado para cada uno de los tumores (véanse los datos suplementarios, Tablas 6 y 7, donde se muestra el RR de muerte por cáncer en los municipios situados a ≤ 5 km de distancia de incineradoras e instalaciones de tratamiento de residuos peligrosos en su conjunto –calculado utilizando los modelos BYM– y los valores p del test I de Moran para los análisis de autocorrelación espacial respectivamente). En el análisis residual del modelo BYM para todos los tumores estudiados, los gráficos de las desviaciones residuales en relación con la distancia a la instalación más próxima mostraban un patrón de dispersión aparentemente aleatorio, coherente con un modelo bien adaptado (véanse los datos suplementarios, Fig. 1).

Tabla 1

Riesgo relativo de morir por cáncer con resultados significativos en municipios situados a una distancia de ≤ 5 km de las incineradoras e instalaciones de tratamiento de residuos peligrosos en su conjunto, calculado utilizando los modelos BYM y de regresión combinado de Poisson y el test I de Moran de autocorrelación espacial. Los resultados significativos se destacan en negrita.

	T ^a	Obs ^b	Exp ^c	Modelo BYM		Modelo combinado		Test I de Moran
				RR ^d	95%CrI ^e	RR ^d	95%CI ^f	Valor p
Todos los cánceres ^g								
Total	163	91,708	85,109.6	1.06	1.04–1.09	1.06	1.05–1.07	0.0001
Hombres	163	58,275	53,071.8	1.08	1.05–1.11	1.08	1.07–1.10	0.0001
Mujeres	163	33,433	32,037.8	1.03	1.01–1.06	1.03	1.01–1.04	0.0006
Cáncer oral y de faringe								
Total	163	2482	2178.7	1.04	0.95–1.14	1.11	1.05–1.19	0.0039
Hombres	163	2056	1804.5	1.03	0.94–1.13	1.11	1.04–1.19	0.0031
Mujeres	163	426	374.2	1.09	0.94–1.26	1.07	0.93–1.24	0.4660
Cáncer de esófago								
Total	163	1960	1733.3	0.99	0.90–1.09	1.07	1.00–1.15	0.0725
Hombres	163	1710	1504.0	1.01	0.91–1.11	1.08	1.00–1.16	0.0979
Mujeres	163	250	229.4	0.92	0.74–1.13	1.02	0.84–1.24	0.7441
Cáncer de estómago								
Total	163	6123	5646.0	1.18	1.10–1.27	1.07	1.03–1.11	0.0001
Hombres	163	3822	3461.8	1.18	1.09–1.28	1.09	1.04–1.15	0.0073
Mujeres	163	2301	2184.3	1.16	1.06–1.27	1.04	0.98–1.11	0.0049
Cáncer de colon o recto								
Total	163	12,265	11367.2	1.08	1.03–1.13	1.06	1.03–1.09	0.0004
Hombres	163	7084	6343.6	1.12	1.06–1.18	1.08	1.04–1.12	0.0131
Mujeres	163	5181	5023.6	1.04	0.98–1.10	1.03	0.99–1.08	0.6319
Cáncer de hígado								
Total	163	2929	2310.4	1.18	1.06–1.30	1.23	1.15–1.31	0.0012
Hombres	163	2075	1678.6	1.17	1.05–1.30	1.22	1.13–1.31	0.0014
Mujeres	163	854	631.8	1.20	1.02–1.40	1.24	1.10–1.40	0.8100
Cáncer de vesícula								
Total	163	1339	1262.6	1.10	0.99–1.21	1.10	1.01–1.19	0.2574
Hombres	163	511	432.5	1.26	1.08–1.45	1.23	1.07–1.41	0.5436
Mujeres	163	828	830.1	1.02	0.90–1.15	1.04	0.94–1.15	0.6723
Cáncer de pulmón								
Total	163	19,214	17,394.4	1.10	1.05–1.15	1.10	1.07–1.12	0.0001
Hombres	163	17,156	15,336.5	1.12	1.06–1.18	1.12	1.10–1.15	0.0001
Mujeres	163	2058	2057.8	0.92	0.84–1.00	0.91	0.85–0.97	0.9473
Cáncer de pleura								
Total	163	394	206.8	1.71	1.34–2.14	1.74	1.44–2.11	0.1093
Hombres	163	284	147.0	1.84	1.39–2.40	1.86	1.48–2.34	0.0688
Mujeres	163	110	59.7	1.52	1.04–2.14	1.51	1.07–2.14	0.8281
Cáncer de piel								
Total	163	354	424.0	1.11	0.93–1.31	1.10	0.94–1.27	0.3792
Hombres	163	209	226.5	1.23	0.99–1.50	1.26	1.03–1.53	0.4815
Mujeres	163	145	197.5	0.97	0.75–1.23	0.88	0.70–1.10	0.2312
Cáncer de ovarios								
Mujeres	163	1852	1770.0	1.14	1.05–1.23	1.12	1.05–1.21	0.8134
Cáncer de vejiga								
Total	163	4131	3809.9	1.08	1.01–1.16	1.07	1.02–1.12	0.0140
Hombres	163	3419	3138.4	1.10	1.02–1.18	1.09	1.03–1.14	0.0092
Mujeres	163	712	671.5	1.02	0.91–1.15	1.02	0.91–1.13	0.7499
Cáncer de riñón								
Total	163	1918	1651.3	1.14	1.04–1.23	1.07	1.00–1.15	0.6497
Hombres	163	1268	1094.0	1.12	1.02–1.24	1.07	0.98–1.17	0.4631
Mujeres	163	650	557.4	1.16	1.02–1.31	1.11	0.99–1.26	0.9937
Cáncer de cerebro								
Total	163	2380	2245.9	1.04	0.97–1.12	1.03	0.97–1.10	0.9354
Hombres	163	1285	1248.8	1.00	0.91–1.09	1.00	0.92–1.08	0.1687
Mujeres	163	1095	997.0	1.11	1.00–1.22	1.10	1.00–1.20	0.2573
Linfoma no Hodgkin								
Total	163	2396	2240.2	1.02	0.94–1.11	1.09	1.02–1.16	0.3802
Hombres	163	1274	1171.1	1.07	0.97–1.19	1.12	1.03–1.22	0.7342
Mujeres	163	1122	1069.1	0.96	0.87–1.07	1.03	0.94–1.13	0.1000
Leucemia								
Total	237	5378	4947.1	1.10	1.03–1.17	1.06	1.01–1.11	0.6310
Hombres	237	2956	2713.8	1.12	1.04–1.21	1.09	1.02–1.16	0.1279
Mujeres	237	2422	2233.4	1.07	0.98–1.17	1.04	0.97–1.20	0.2602

a Número de municipios situados a una distancia de ≤ 5 km de las incineradoras e instalaciones de tratamiento de residuos peligrosos en su conjunto.

b Muertes observadas.

c Muertes previstas.

d RR ajustados al tamaño de la población, porcentaje de analfabetismo, agricultores y desempleados, promedio de personas por familia y renta media.

e Intervalo de credibilidad del 95%.

f Intervalo de confianza del 95%.

g Suma de los 33 tipos de cáncer analizados.

Tabla 2

Riesgo relativo de morir por cáncer con resultados significativos en municipios situados a una distancia de 5 km o inferior de las incineradoras e instalaciones de tratamiento de residuos peligrosos en su conjunto, calculado utilizando los modelos BYM y desglosado por categoría de actividad industrial. Los resultados significativos se destacan en negrita.

	T ^a	Total			Hombres			Mujeres		
		Obs ^b	RR ^c	95%CrI ^d	Obs	RR ^c	95%CrI ^d	Obs	RR ^c	95%CrI ^d
Todos los cánceres ^e										
Incineración	12	13,051	1.09	1.01–1.18	8385	1.09	0.99–1.19	4666	1.06	0.98–1.14
Chatarra+vehículos desguace	52	11,981	1.04	1.00–1.09	7668	1.06	1.00–1.12	4313	1.03	0.98–1.08
Aceites usados+residuos aceitosos	7	8277	1.08	0.99–1.18	5214	1.09	0.99–1.21	3063	1.07	0.98–1.16
Envases	2	2471	1.09	0.97–1.22	1591	1.13	0.98–1.29	880	1.02	0.91–1.14
Disolventes	6	1108	0.97	0.87–1.08	693	0.98	0.87–1.11	415	0.95	0.84–1.08
Baños agotados	15	12412	1.06	0.98–1.14	7833	1.09	1.00–1.18	4579	1.03	0.95–1.11
Tratamiento físico/químico	5	369	1.11	0.97–1.26	230	1.08	0.92–1.27	139	1.15	0.95–1.37
Residuos industriales	7	8261	1.07	0.98–1.17	5166	1.09	0.99–1.21	3095	1.01	0.92–1.11
Otros residuos no especificados	1	144	0.98	0.74–1.26	93	0.99	0.71–1.33	51	0.98	0.70–1.31
Múltiples categorías contaminantes	56	33,634	1.08	1.04–1.13	21402	1.10	1.05–1.15	12232	1.04	1.00–1.09
Cáncer de estómago										
Incineración	12	801	1.21	0.98–1.47	492	1.11	0.89–1.36	309	1.38	1.09–1.72
Chatarra+vehículos desguace	52	794	1.14	1.00–1.29	508	1.17	1.01–1.34	286	1.11	0.94–1.31
Aceites usados+residuos aceitosos	7	522	1.22	0.97–1.51	326	1.30	1.01–1.64	196	1.10	0.83–1.42
Envases	2	193	1.38	1.02–1.82	134	1.53	1.20–2.04	59	1.08	0.76–1.49
Disolventes	6	76	1.10	0.79–1.47	50	1.15	0.79–1.60	26	1.01	0.63–1.50
Baños agotados	15	842	1.23	1.00–1.48	523	1.20	0.97–1.48	319	1.20	0.96–1.49
Tratamiento físico/químico	5	17	0.90	0.50–1.41	15	1.24	0.67–1.99	2	0.35	0.06–0.94
Residuos industriales	7	700	1.33	1.05–1.67	407	1.22	0.94–1.55	293	1.33	1.03–1.68
Otros residuos no especificados	1	10	1.25	0.52–2.41	7	1.47	0.53–3.01	3	1.01	0.22–2.51
Múltiples categorías contaminantes	56	2168	1.17	1.05–1.29	1360	1.14	1.01–1.28	808	1.17	1.03–1.33
Cáncer colorrectal										
Incineración	12	1645	1.07	0.95–1.20	933	1.08	0.94–1.24	712	1.04	0.91–1.18
Chatarra+vehículos desguace	52	1583	1.05	0.97–1.14	894	1.09	0.98–1.19	689	1.04	0.93–1.14
Aceites usados+residuos aceitosos	7	1072	1.09	0.95–1.25	576	1.09	0.92–1.27	496	1.12	0.95–1.31
Envases	2	347	1.16	0.97–1.37	215	1.29	1.05–1.55	132	0.99	0.79–1.22
Disolventes	6	148	1.05	0.85–1.27	85	1.10	0.85–1.39	63	0.99	0.74–1.28
Baños agotados	15	1763	1.11	0.99–1.25	1045	1.20	1.05–1.37	718	1.04	0.90–1.20
Tratamiento físico/químico	5	43	1.03	0.73–1.37	20	0.84	0.51–1.26	23	1.31	0.82–1.91
Residuos industriales	7	1201	1.11	0.96–1.28	710	1.15	0.97–1.34	491	1.05	0.88–1.23
Otros residuos no especificados	1	15	0.90	0.48–1.49	9	0.93	0.41–1.69	6	0.92	0.34–1.81
Múltiples categorías contaminantes	56	4448	1.09	1.02–1.16	2597	1.13	1.04–1.21	1851	1.03	0.95–1.12
Cáncer de hígado										
Incineración	12	521	1.26	0.96–1.63	375	1.28	0.97–1.66	146	1.28	0.87–1.81
Chatarra+vehículos desguace	52	364	1.08	0.90–1.29	273	1.13	0.92–1.36	91	0.97	0.71–1.29
Aceites usados+residuos aceitosos	7	290	1.19	0.85–1.60	181	1.14	0.80–1.56	109	1.43	0.88–2.18
Envases	2	80	1.24	0.83–1.78	59	1.28	0.85–1.85	21	1.14	0.60–1.93
Disolventes	6	43	1.17	0.76–1.70	30	1.19	0.74–1.79	13	1.37	0.66–2.42
Baños agotados	15	326	1.43	1.09–1.83	240	1.30	0.98–1.68	86	1.55	1.01–2.25
Tratamiento físico/químico	5	11	1.52	0.72–2.65	8	1.51	0.64–2.81	3	1.75	0.40–4.25
Residuos industriales	7	186	1.03	0.73–1.39	133	1.00	0.70–1.37	53	1.14	0.66–1.79
Otros residuos no especificados	1	3	1.84	0.37–4.84	2	1.61	0.23–4.68	1	3.71	0.22–13.91
Múltiples categorías contaminantes	56	1105	1.18	1.02–1.36	774	1.18	1.01–1.37	331	1.20	0.96–1.49
Cáncer de vesícula										
Incineración	12	201	1.24	0.98–1.55	81	1.43	1.04–1.92	120	1.11	0.83–1.44
Chatarra+vehículos desguace	52	172	1.10	0.90–1.32	65	1.24	0.91–1.62	107	1.04	0.81–1.30
Aceites usados+residuos aceitosos	7	116	1.04	0.77–1.36	43	1.23	0.79–1.78	73	1.01	0.71–1.39
Envases	2	33	1.01	0.66–1.46	12	1.09	0.54–1.87	21	1.01	0.59–1.55
Disolventes	6	17	1.22	0.69–1.92	6	1.31	0.49–2.57	11	1.21	0.59–2.07
Baños agotados	15	177	1.07	0.83–1.35	64	1.25	0.85–1.76	113	0.97	0.71–1.29
Tratamiento físico/químico	5	7	1.75	0.71–3.28	4	2.90	0.85–6.33	3	1.27	0.30–3.02
Residuos industriales	7	104	0.94	0.69–1.23	44	1.23	0.78–1.80	60	0.84	0.57–1.17
Otros residuos no especificados	1	3	2.08	0.47–5.13	1	2.60	0.17–9.31	2	2.24	0.35–6.31
Múltiples categorías contaminantes	56	509	1.13	0.98–1.29	191	1.25	1.01–1.53	318	1.06	0.89–1.25
Cáncer de pulmón										
Incineración	12	2960	1.17	1.01–1.34	2682	1.19	1.01–1.38	278	0.94	0.75–1.16
Chatarra+vehículos desguace	52	2496	1.05	0.96–1.14	2255	1.07	0.98–1.17	241	0.88	0.74–1.05
Aceites usados+residuos aceitosos	7	1772	1.13	0.97–1.31	1618	1.15	0.98–1.35	154	0.90	0.67–1.17
Envases	2	474	1.03	0.85–1.24	414	1.05	0.85–1.28	60	0.96	0.67–1.32
Disolventes	6	229	0.94	0.77–1.14	204	0.96	0.77–1.18	25	0.80	0.49–1.19
Baños agotados	15	2485	1.12	0.99–1.27	2132	1.13	0.99–1.29	353	1.07	0.84–1.33
Tratamiento físico/químico	5	82	1.24	0.94–1.58	69	1.18	0.88–1.54	13	1.72	0.89–2.82
Residuos industriales	7	1570	1.09	0.94–1.26	1388	1.13	0.96–1.32	182	0.82	0.62–1.07
Otros residuos no especificados	1	35	1.20	0.71–1.88	31	1.21	0.69–1.95	4	1.29	0.36–2.95
Múltiples categorías contaminantes	56	7111	1.14	1.06–1.22	6363	1.17	1.08–1.26	748	0.91	0.80–1.03
Cáncer de pleura										
Incineración	12	55	1.55	0.94–2.39	42	1.98	1.09–3.29	13	1.16	0.52–2.15
Chatarra+vehículos desguace	52	38	1.37	0.87–2.01	22	1.13	0.63–1.83	16	1.93	0.99–3.27
Aceites usados+residuos aceitosos	7	49	3.45	1.97–5.54	43	4.85	2.50–8.34	6	1.25	0.41–2.71
Envases	2	9	1.64	0.66–3.19	7	1.88	0.65–3.98	2	1.44	0.22–4.04
Disolventes	6	2	0.93	0.15–2.57	1	0.74	0.05–2.64	1	2.28	0.15–8.12
Baños agotados	15	43	1.50	0.86–2.41	35	1.87	0.98–3.18	8	0.93	0.35–1.88

Tabla 2 (continuación)

	n ^a	Total			Hombres			Mujeres		
		Obs ^b	RR ^c	95%CrI ^d	Obs	RR ^c	95%CrI ^d	Obs	RR ^c	95%CrI ^d
Cáncer de pleura										
Tratamiento físico/químico	5	1	1.78	0.12–6.32	0	0	0-inf	1	7.11	0.46–25.47
Residuos industriales	7	30	1.78	0.95–2.98	20	1.82	0.83–3.35	10	1.85	0.77–3.56
Otros residuos no especificados	1	0	0	0-inf	0	0	0-inf	0	0	0-inf
Múltiples categorías contaminantes	56	167	1.79	1.31–2.36	114	1.90	1.32–2.64	53	1.83	1.13–2.76
Cáncer del tejido conjuntivo y otros tejidos blandos										
Incineración	12	57	1.04	0.74–1.41	24	0.85	0.53–1.26	33	1.29	0.81–1.92
Chatarra+vehículos desguace	52	58	1.10	0.81–1.45	30	1.13	0.74–1.60	28	1.12	0.71–1.63
Aceites usados+residuos aceitosos	7	52	1.48	1.01–2.06	22	1.32	0.80–1.99	30	1.47	0.85–2.28
Envases	2	13	1.18	0.61–1.94	9	1.59	0.72–2.81	4	0.82	0.24–1.81
Disolventes	6	2	0.40	0.07–1.08	1	0.46	0.03–1.61	1	0.52	0.04–1.83
Baños agotados	15	53	1.11	0.77–1.54	27	1.15	0.72–1.70	26	1.04	0.61–1.62
Tratamiento físico/químico	5	0	0	0-inf	0	0	0-inf	0	0	0-inf
Residuos industriales	7	41	1.03	0.69–1.46	23	1.23	0.74–1.86	18	0.97	0.53–1.57
Otros residuos no especificados	1	1	1.94	0.13–6.89	0	0	0-inf	1	4.38	0.28–15.77
Múltiples categorías contaminantes	56	156	1.06	0.85–1.29	84	1.13	0.86–1.44	72	1.00	0.73–1.32
Cáncer de piel										
Incineración	12	39	1.12	0.71–1.66	22	1.07	0.61–1.69	17	1.15	0.58–1.99
Chatarra+vehículos desguace	52	35	0.92	0.61–1.30	18	0.86	0.49–1.33	17	0.99	0.55–1.59
Aceites usados+residuos aceitosos	7	54	1.50	0.95–2.22	38	2.14	1.31–3.22	16	1.06	0.50–1.88
Envases	2	9	1.05	0.45–1.96	8	1.70	0.71–3.18	1	0.36	0.02–1.29
Disolventes	6	10	2.34	1.06–4.20	7	3.30	1.30–6.34	3	1.49	0.33–3.70
Baños agotados	15	47	1.04	0.65–1.55	25	1.12	0.65–1.77	22	0.96	0.48–1.66
Tratamiento físico/químico	5	0	0	0-inf	0	0	0-inf	0	0	0-inf
Residuos industriales	7	41	1.00	0.60–1.55	28	1.40	0.82–2.19	13	0.68	0.29–1.29
Otros residuos no especificados	1	1	1.76	0.11–6.44	0	0	0-inf	1	3.75	0.21–14.19
Múltiples categorías contaminantes	56	116	1.14	0.88–1.46	62	1.07	0.77–1.45	54	1.14	0.77–1.60
Cáncer de vulva y de vagina										
Incineración	12							42	1.01	0.70–1.40
Chatarra+vehículos desguace	52							40	1.03	0.72–1.41
Aceites usados+residuos aceitosos	7							47	1.85	1.28–2.56
Envases	2							6	0.81	0.30–1.59
Disolventes	6							6	1.68	0.63–3.27
Baños agotados	15							37	0.89	0.58–1.29
Tratamiento físico/químico	5							1	1.33	0.09–4.65
Residuos industriales	7							41	1.55	1.02–2.24
Otros residuos no especificados	1							0	0	0-inf
Múltiples categorías contaminantes	56							96	0.89	0.69–1.12
Cáncer de ovario										
Incineración	12							251	1.13	0.95–1.34
Chatarra+vehículos desguace	52							228	1.08	0.92–1.25
Aceites usados+residuos aceitosos	7							151	1.08	0.87–1.33
Envases	2							59	1.34	0.99–1.75
Disolventes	6							23	1.07	0.67–1.56
Baños agotados	15							281	1.29	1.07–1.53
Tratamiento físico/químico	5							8	1.32	0.58–2.37
Residuos industriales	7							158	1.08	0.86–1.33
Otros residuos no especificados	1							2	0.94	0.16–2.56
Múltiples categorías contaminantes	56							691	1.15	1.03–1.27
Cáncer de vejiga										
Incineración	12	567	1.13	0.95–1.34	474	1.13	0.94–1.36	93	0.98	0.75–1.24
Chatarra+vehículos desguace	52	573	1.11	0.98–1.25	483	1.16	1.02–1.32	90	0.99	0.77–1.24
Aceites usados+residuos aceitosos	7	413	1.09	0.88–1.33	348	1.11	0.88–1.38	65	1.11	0.80–1.48
Envases	2	128	1.27	0.98–1.62	102	1.24	0.93–1.61	26	1.43	0.90–2.09
Disolventes	6	46	0.98	0.69–1.33	36	0.95	0.64–1.33	10	1.26	0.60–2.16
Baños agotados	15	528	1.01	0.84–1.20	431	1.02	0.84–1.23	97	0.99	0.74–1.28
Tratamiento físico/químico	5	15	1.09	0.60–1.72	13	1.16	0.61–1.89	2	1.03	0.17–2.78
Residuos industriales	7	363	1.05	0.84–1.28	302	1.04	0.82–1.30	61	1.00	0.71–1.35
Otros residuos no especificados	1	5	0.87	0.28–1.84	3	0.66	0.15–1.60	2	2.46	0.40–6.73
Múltiples categorías contaminantes	56	1493	1.09	0.99–1.20	1227	1.09	0.98–1.21	266	1.02	0.86–1.19
Cáncer de riñón										
Incineración	12	240	1.08	0.88–1.30	150	1.04	0.83–1.28	90	1.18	0.88–1.53
Chatarra+vehículos desguace	52	290	1.36	1.17–1.58	198	1.39	1.16–1.64	92	1.33	1.03–1.67
Aceites usados+residuos aceitosos	7	151	1.14	0.90–1.44	99	1.10	0.83–1.42	52	1.17	0.81–1.63
Envases	2	55	1.24	0.90–1.67	36	1.19	0.80–1.66	19	1.32	0.77–2.03
Disolventes	6	21	0.98	0.59–1.46	12	0.84	0.43–1.39	9	1.33	0.61–2.35
Baños agotados	15	284	1.06	0.86–1.27	189	1.04	0.83–1.28	95	1.16	0.86–1.52
Tratamiento físico/químico	5	14	2.25	1.22–3.61	10	2.43	1.16–4.17	4	2.15	0.64–4.66
Residuos industriales	7	165	0.95	0.75–1.19	107	0.95	0.73–1.22	58	1.03	0.72–1.39
Otros residuos no especificados	1	3	1.16	0.27–2.80	3	1.77	0.41–4.26	0	0	0-inf
Múltiples categorías contaminantes	56	695	1.11	0.99–1.25	464	1.11	0.97–1.26	231	1.12	0.93–1.33
Cáncer de cerebro										
Incineración	12	322	0.99	0.84–1.16	178	0.97	0.79–1.18	144	1.03	0.82–1.27
Chatarra+vehículos desguace	52	288	1.00	0.86–1.15	160	0.96	0.80–1.14	128	1.04	0.85–1.26

Tabla 2 (continuación)

	n ^a	Total			Hombres			Mujeres		
		Obs ^b	RR ^c	95%CrI ^d	Obs	RR ^c	95%CrI ^d	Obs	RR ^c	95%CrI ^d
Cáncer de cerebro										
Aceites usados+residuos aceitosos	7	193	1.00	0.80–1.22	90	0.85	0.65–1.09	103	1.24	0.94–1.59
Envases	2	82	1.31	0.99–1.68	51	1.41	1.01–1.90	31	1.18	0.77–1.68
Disolventes	6	35	1.07	0.73–1.48	22	1.14	0.70–1.69	13	0.98	0.52–1.59
Baños agotados	15	300	0.99	0.82–1.19	153	0.94	0.75–1.17	147	1.07	0.84–1.35
Tratamiento físico/químico	5	7	0.75	0.31–1.39	6	1.11	0.42–2.15	1	0.37	0.03–1.30
Residuos industriales	7	233	1.12	0.90–1.37	132	1.11	0.86–1.41	101	1.15	0.87–1.48
Otros residuos no especificados	1	9	1.99	0.88–3.60	3	1.32	0.31–3.17	6	3.29	1.20–6.56
Múltiples categorías contaminantes	56	911	1.06	0.96–1.17	490	1.01	0.89–1.14	421	1.14	0.99–1.30
Cáncer de tiroides										
Incineración	12	31	0.93	0.59–1.36	7	0.63	0.25–1.20	24	1.09	0.64–1.69
Chatarra+vehículos desguace	52	52	1.63	1.16–2.20	22	1.97	1.17–3.00	30	1.42	0.91–2.06
Aceites usados+residuos aceitosos	7	20	1.05	0.59–1.66	6	0.89	0.33–1.77	14	1.13	0.57–1.93
Envases	2	10	1.51	0.70–2.66	3	1.37	0.32–3.29	7	1.66	0.65–3.18
Disolventes	6	5	1.68	0.57–3.45	1	1.20	0.08–4.22	4	2.16	0.63–4.75
Baños agotados	15	39	1.14	0.73–1.66	14	1.31	0.67–2.22	25	1.14	0.66–1.79
Tratamiento físico/químico	5	2	2.42	0.40–6.57	0	0.00	0-inf	2	3.82	0.62–10.43
Residuos industriales	7	25	1.09	0.65–1.68	8	1.08	0.45–2.03	17	1.08	0.57–1.78
Otros residuos no especificados	1	0	0	0-inf	0	0.00	0-inf	0	0	0-inf
Múltiples categorías contaminantes	56	98	1.06	0.81–1.35	30	0.94	0.59–1.37	68	1.12	0.81–1.49
Linfoma de Hodgkin										
Incineración	12	32	0.87	0.56–1.26	18	0.90	0.51–1.41	14	0.95	0.49–1.56
Chatarra+vehículos desguace	52	45	1.41	0.99–1.91	27	1.52	0.97–2.21	18	1.38	0.79–2.15
Aceites usados+residuos aceitosos	7	15	0.81	0.43–1.32	9	0.89	0.40–1.59	6	0.74	0.27–1.46
Envases	2	4	0.63	0.19–1.38	3	0.87	0.21–2.06	1	0.53	0.04–1.84
Disolventes	6	4	1.14	0.34–2.48	3	1.50	0.36–3.58	1	0.98	0.07–3.43
Baños agotados	15	25	0.93	0.56–1.42	11	0.72	0.35–1.25	14	1.12	0.58–1.90
Tratamiento físico/químico	5	3	3.39	0.81–8.05	3	5.64	1.34–13.43	0	0	0-inf
Residuos industriales	7	16	0.78	0.42–1.26	10	0.89	0.41–1.58	6	0.71	0.26–1.41
Otros residuos no especificados	1	1	3.46	12.26	1	5.95	21.08	0	0	0-inf
Múltiples categorías contaminantes	56	93	1.04	0.79–1.32	48	0.96	0.67–1.30	45	1.21	0.83–1.68
Leucemia										
Incineración	16	416	1.05	0.97–1.13	245	1.08	0.98–1.18	171	1.03	0.93–1.13
Chatarra+vehículos desguace	56	430	1.14	1.01–1.28	227	1.09	0.93–1.26	203	1.23	1.04–1.43
Aceites usados+residuos aceitosos	24	387	1.08	0.90–1.28	216	1.14	0.91–1.39	171	1.03	0.80–1.28
Envases	9	135	1.15	0.89–1.44	79	1.11	0.80–1.48	56	1.21	0.85–1.64
Disolventes	4	33	1.29	0.94–1.70	16	1.28	0.83–1.82	17	1.35	0.85–1.98
Baños agotados	14	195	1.01	0.85–1.18	112	1.12	0.92–1.35	83	0.86	0.68–1.06
Tratamiento físico/químico	8	1573	1.33	0.74–2.08	840	0.97	0.37–1.87	733	1.95	0.90–3.39
Residuos industriales	13	354	1.01	0.84–1.21	188	1.04	0.83–1.28	166	0.99	0.77–1.24
Otros residuos no especificados	11	22	1.03	0.30–2.25	12	1.40	0.33–3.34	10	0.79	0.06–2.77
Múltiples categorías contaminantes	82	1833	1.13	1.04–1.23	1021	1.14	1.02–1.26	812	1.12	0.99–1.26

a Número de municipios situados a una distancia de ≤ 5 km de las incineradoras e instalaciones de tratamiento de residuos peligrosos en su conjunto.

b Muertes observadas.

c RR ajustados al tamaño de la población, porcentaje de analfabetismo, agricultores y desempleados, promedio de personas por familia y renta media.

d Intervalo de credibilidad del 95%.

e Suma de los 33 tipos de cáncer analizados.

En la Tabla 2 se muestran los RR y los intervalos de credibilidad y confianza del 95% calculados con modelos BYM para cánceres que dieron unos resultados estadísticamente significativos en el análisis del riesgo estratificado por categoría de actividad industrial. En todos los cánceres combinados se observó un exceso de riesgo estadísticamente significativo asociado a varias categorías de sustancias contaminantes (en hombres y mujeres), incineradoras e instalaciones para el reciclaje de chatarra y vehículos para desguace (población total) e instalaciones para la regeneración de baños agotados (en hombres), aunque en ningún caso superaron el 10%. En cuanto al resto de los tumores, cabe señalar el exceso de riesgos significativos observados para los siguientes tipos de cáncer (hemos destacado los RR estadísticamente significativos más elevados para cada tumor): cánceres de estómago y colorrectal en hombres que residen cerca de industrias de reciclaje de envases (RR = 1,53 y 1,29 respectivamente); cánceres de hígado y ovarios en mujeres

que residen en los alrededores de instalaciones para la regeneración de baños agotados (RR = 1,55 y 1,29 respectivamente); cánceres de vesícula, pulmón y pleura en hombres que residen cerca de incineradoras (RR = 1,43, 1,19 y 1,98 respectivamente); cáncer de piel en hombres que residen cerca de instalaciones de tratamiento de disolventes (RR = 3,30); linfoma de Hodgkin y cáncer de riñón en hombres que residen en los alrededores de instalaciones de tratamiento físico/químico (RR = 5,64 y 2,43 respectivamente); cáncer de vejiga y tiroides en hombres y leucemia en mujeres que residen cerca de instalaciones de reciclaje de chatarra y vehículos para desguace (RR = 1,16, 1,97 y 1,23 respectivamente); cáncer cerebral en mujeres que residen en las cercanías de otras instalaciones de tratamiento de residuos (RR = 3,29); y cánceres de pleura en los hombres, vulva y vagina en las mujeres, y del tejido conjuntivo en la población total (RR = 4,85, 1,85 y 1,48 respectivamente),

en zonas situadas en torno a instalaciones de tratamiento de aceites usados y residuos aceitosos. Si analizamos los resultados de la estratificación del riesgo por categoría de actividad industrial, vemos que se encontraron las siguientes asociaciones entre tumores malignos y la proximidad a zonas residenciales de determinados tipos de instalaciones: a) “Incineradoras” y tumores en el pulmón, la pleura y la vesícula (hombres) y en el estómago (mujeres); b) “Instalaciones para el reciclaje de chatarra y vehículos para desguace” y cáncer de riñón (hombres y mujeres), tumores en el estómago, la vejiga y el tiroides (hombres) y leucemia (mujeres); c) “Instalaciones para el tratamiento de aceites usados y residuos aceitosos” y cáncer del tejido conjuntivo (población total), tumores en el estómago, la pleura y la piel (hombres) y en la vulva y la vagina (mujeres); d) “instalaciones para el reciclaje de envases” y tumores en el estómago, cáncer colorrectal y cerebral (hombres); e) “Instalaciones para la recuperación de disolventes usados” y cáncer de piel (hombres); f) “Instalaciones para la regeneración de baños agotados” y el cáncer de estómago (población total), cáncer colorrectal (hombres) y tumores en el hígado y los ovarios (mujeres); g) “Instalaciones para el tratamiento físico/químico de residuos” y cáncer de riñón (hombres); h) “instalaciones de tratamiento de residuos industriales” y tumores en el estómago, la vulva y la vagina (mujeres); e, i) “Instalaciones para el tratamiento de residuos no especificados en otra categoría” y cáncer cerebral (mujeres). Además, los municipios próximos a diversas instalaciones de “varias categorías de sustancias contaminantes” presentaban importantes resultados relativos a tumores malignos en el estómago y la pleura (hombres y mujeres), en el colon o el recto, el hígado, la vesícula, el pulmón y leucemia (hombres) y tumores en los ovarios (mujeres).

En la Tabla 3 se muestran los RR en las proximidades de incineradoras e instalaciones específicas de tratamiento de residuos peligrosos que registraron un exceso de riesgo estadísticamente significativo en el análisis de los “municipios próximos respecto a los municipios alejados” y en los que se habían producido ≥ 15 muertes. Se obtuvieron resultados significativos en un total de 3 incineradoras, 15 instalaciones para el reciclaje de chatarra y vehículos para el desguace, 6 para el tratamiento de aceites usados y residuos aceitosos, 3 de reciclaje de envases, 2 para la recuperación de disolventes usados, 3 para la regeneración de baños agotados, 3 para el tratamiento físico/químico de residuos, 4 de tratamiento de residuos industriales y 6 instalaciones para el tratamiento de residuos no especificados en otra categoría. Muchas de las instalaciones presentaban RR considerablemente elevados para más de un tumor simultáneamente, y esto se aplicaba especialmente a las instalaciones ‘372’, ‘4699’ y ‘5692’ (“chatarra y vehículos para desguace”), ‘3710’ (“residuos industriales”), y ‘6053’ (“residuos no especificados en otra categoría”), con resultados estadísticamente significativos para 6 tumores, y las instalaciones ‘3055’ y ‘7476’ (“chatarra y vehículos para desguace”), ‘3713’ (“baños agotados”), ‘3110’ (“tratamiento físico/químico”), ‘3711’ (“residuos industriales”), y ‘7478’ (“residuos no especificados en otra categoría”), con resultados estadísticamente significativos para 5 tumores. También cabe señalar que hay 11 instalaciones con un exceso de riesgo significativo para todos los cánceres combinados: instalaciones ‘372’ (RR = 1,28 en mujeres), ‘3055’ (RR = 1,10 en la población total), ‘5692’ (RR = 1,30 en mujeres), ‘6051’ (RR = 1,21 en mujeres), ‘3050’

(RR = 1,19 en mujeres), ‘3110’ (RR = 1,30 en mujeres) y ‘7478’ (RR = 1,10 en la población total), en la provincia de Barcelona; instalaciones ‘4699’ (RR = 1,13 en los hombres), ‘5910’ (RR = 1,27 en hombres), ‘3710’ (RR = 1,13 en hombres) y ‘3711’ (RR = 1,33 en hombres), en la provincia de Vizcaya) e instalación ‘5493’ (RR = 1,20 en hombres), en la provincia de Granada.

4. Análisis

El presente estudio es uno de los primeros en utilizar los datos industriales que figuran en los registros IPPC y PRTR europeo en la exploración de los efectos del tratamiento de residuos industriales en la mortalidad por cáncer en los municipios próximos a dichas instalaciones. En general, los resultados obtenidos sugieren que existe un moderado aumento del riesgo de muerte por todos los cánceres combinados, mayor entre los hombres que entre las mujeres, en las poblaciones españolas próximas a incineradoras y plantas de tratamiento de residuos peligrosos en su conjunto. Al estratificar el riesgo por actividad industrial, se detectó un exceso de riesgo elevado en municipios próximos a “incineradoras” (población total), “instalaciones para el reciclaje de chatarra y vehículos para desguace”, “instalaciones para la regeneración de baños agotados” (hombres), y varias instalaciones de “diversas categorías de sustancias contaminantes” (hombres y mujeres).

Al analizar cada tipo de cáncer individualmente se observó un exceso significativo de riesgo de sufrir tumores malignos en el estómago, el hígado, la pleura y los riñones (hombres y mujeres), en el colon o el recto, los pulmones, la vejiga y la vesícula y de leucemia (hombres) y de tumores en el cerebro y los ovarios (mujeres). Asimismo, al estratificar el riesgo por categorías de actividad industrial, se encontraron las siguientes asociaciones entre otros tumores malignos y la proximidad de zonas residenciales a determinados tipos de instalaciones: “instalaciones para el reciclaje de chatarra y vehículos para desguace” y tumores de estómago y del tiroides (hombres); “instalaciones para el tratamiento de aceites usados y residuos aceitosos” y el cáncer del tejido conjuntivo (población total), tumores cutáneos (hombres) y en la vulva y la vagina (mujeres); “instalaciones para la recuperación de disolventes usados” y tumores cutáneos (hombres); e “instalaciones de tratamiento de residuos industriales” y tumores en la vulva y la vagina (mujeres).

El hecho de que aparecieran resultados estadísticamente significativos, con un RR $\geq 1,10$, principalmente para los tumores de los sistemas digestivo y respiratorio (en la población total), nos indujo a sospechar que existen dos rutas posibles de exposición a la contaminación generada por dichas instalaciones, a saber: exposición directa a las sustancias contaminantes emitidas a la atmósfera y exposición indirecta a las sustancias contaminantes y a los efluentes líquidos vertidos al agua, que posteriormente pueden pasar al suelo y a los acuíferos, y a las sustancias contaminantes emitidas a la atmósfera, que posteriormente pasan a las plantas. En tales casos, las toxinas pueden pasar a la cadena trófica y afectar a la población.

La hipótesis de que un exceso de mortalidad por cáncer podría deberse a la exposición de la población a la contaminación industrial se ve reforzada por estudios

recientes que han encontrado asociaciones entre la proximidad a las zonas residenciales de determinados tipos de instalaciones industriales y algunos tumores malignos (García-Pérez et al., 2010, 2012; López-Abente et al., 2012; Musti et al., 2009; Tsai et al., 2009). En lo que respecta a las incineradoras y las plantas de tratamiento de residuos peligrosos, los estudios se han centrado casi exclusivamente en las zonas próximas a las incineradoras, donde se han encontrado asociaciones con algunos tumores, como el NHL (Floret et al., 2003; Viel et al., 2011), los sarcomas de los tejidos blandos (Comba et al., 2003) y los tumores infantiles (Knox, 2000).

Estudios ecológicos, como los aquí mencionados, proponen nuevas hipótesis y líneas de investigación con respecto a la exposición de la población a la contaminación industrial. En este sentido, uno de los principales puntos fuertes de nuestro estudio radica en la integridad del análisis exploratorio, consistente en un examen exhaustivo de la mortalidad debida a 33 tipos de cáncer con referencia a diferentes categorías de actividad industrial. Otro de los puntos fuertes es el empleo de diversos enfoques metodológicos para llevar a cabo el análisis estadístico: uno basado en un modelo espacial jerárquico a nivel municipal, con inclusión de variables explicativas (modelo BYM), en el que el uso de expresiones espaciales en el modelo no solo lo hacía menos susceptible a la presencia de la falacia ecológica (Clayton et al., 1993), sino que, además, permitía tener en cuenta la heterogeneidad geográfica de la distribución de la mortalidad; el otro enfoque, basado en un modelo de regresión combinado de Poisson, estaba justificado por su simplicidad de ajuste y por tiempos de cálculo más breves. Aunque los resultados de los dos modelos utilizados no son muy diferentes en términos generales, la presencia de autocorrelación espacial en algunos de los tumores estudiados aconseja el uso de modelos espaciales. Además, el método de cálculo que permite el INLA, como alternativa a los métodos Montecarlo basados en cadenas de Markov, constituye un salto cualitativo en el uso de modelos jerárquicos con variables explicativas (Rue et al., 2009). Hay que tener en cuenta que, a la hora de detectar asociaciones potenciales, los modelos combinados parecen ser más sensibles que los modelos espaciales, que son más restrictivos. Un ejemplo de lo anterior son los resultados obtenidos sobre el NHL en los varones, donde el modelo combinado ofreció resultados estadísticamente significativos ($RR = 1,12$, intervalo de confianza del 95% = $1,03$ – $1,22$) mientras que el modelo BYM no mostraba una asociación estadísticamente significativa ($RR = 1,07$, intervalo de credibilidad del 95% = $0,97$ – $1,19$).

Otras ventajas del estudio son su elevada capacidad estadística, gracias a la inclusión de un gran número de muertes notificadas, factor que permite identificar un exceso de mortalidad de una magnitud inferior, de acuerdo con los efectos previstos de las exposiciones medioambientales; un análisis del riesgo en las inmediaciones a actividades industriales, como plantas de reciclaje de chatarra o de vehículos para desguace, que nunca habían sido estudiadas en su conjunto, así como análisis individuales pormenorizados de las instalaciones respectivas; la eliminación, a efectos del presente estudio, de las instalaciones que habían entrado en funcionamiento recientemente y cuya posible influencia en el desarrollo de tumores es discutible, si se tienen en cuenta los períodos mínimos de latencia de los tumores analizados; y la

inclusión en los análisis de municipios situados en las proximidades de otras industrias distintas de las incineradoras y las instalaciones de tratamiento de residuos peligrosos como “categoría intermedia”, lo que evita resultados que induzcan a una interpretación errónea de los efectos de dichas industrias (que emiten sustancias tóxicas que podrían tener relación con los tumores estudiados) y permite establecer un grupo de referencia “limpio” constituido por municipios en cuyas proximidades no hay ninguna instalación industrial.

Aparte de las limitaciones inherentes a todos los estudios ecológicos, en nuestro caso también debemos mencionar lo siguiente: la inclusión de muchas variables en los modelos, debido a lo cual los análisis podrían ser susceptibles al error del tipo I; la no inclusión de factores de confusión que podrían estar asociados con la distancia (aunque los ajustes realizados para incluir las variables socioeconómicas mitigarían en cierta medida esta falta de información, dado que muchos factores de riesgo relacionados con el estilo de vida, como el hábito de fumar, el consumo de alcohol, el tipo de dieta o los agentes infecciosos, muestran una distribución correlacionada con la situación socioeconómica (Prattala et al., 2009; Woitas-Slubowska et al., 2010)); el empleo de la distancia desde el municipio de residencia a los centros industriales como “variable sustitutiva” de la exposición de la población a la contaminación industrial, basándonos en el supuesto de un modelo isotrópico, dado que la exposición real puede depender de los regímenes de viento o de la forma del relieve geográfico (aunque ello podría limitar la capacidad de detectar resultados positivos, sin invalidar las asociaciones observadas); y el uso de datos de mortalidad en lugar de datos de incidencia, debido a la ausencia de un registro nacional de incidencias basado en la población (aunque en España los tumores con índices de supervivencia más bajos están bien documentados en los certificados de defunción (Pérez-Gómez et al., 2006)).

Una decisión crítica durante la elaboración del estudio fue la elección, a la hora de estratificar el riesgo en los análisis, de las categorías de actividad industrial de acuerdo con las características de los residuos aplicables y el tipo de tratamiento utilizado (Agència de Residus de Catalunya, 2012; Plan Territorial Especial de Ordenación de Residuos (PTEOR), 2012). Además, en el estudio no se incluyeron los vertederos, las plantas de compostaje ni las instalaciones de tratamiento de aguas residuales, puesto que no pertenecen a las categorías 5.1 y 5.2 del registro IPPC.

Otro aspecto a considerar es que las comunidades pobres no tienen otro remedio que vivir en zonas contaminadas, próximas a vertederos e instalaciones industriales (Parodi et al., 2005), por lo que es muy importante insistir en que los resultados y las conclusiones no son simplemente un reflejo de la situación socioeconómica.

4.1. Incineradoras

La incineración es un tratamiento térmico que genera sustancias sospechosas y reconocidas como carcinógenas, como por ejemplo, dioxinas, arsénico, cromo, bencina, hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), cadmio, plomo, tetracloroetano, hexaclorobenceno, níquel y naftalina (Comisión Europea, 2006).

Tabla 3

Riesgo relativo de morir por cáncer con resultados significativos y un número de muertes observadas de ≥ 5 en municipios situados a una distancia inferior a 5 km de incineradoras e instalaciones de tratamiento de residuos peligrosos específicas, calculado utilizando los modelos BYM. Los resultados significativos se destacan en negrita.

Actividad industrial ^a	PRTR Código		T ^b	Obs ^c	Modelo BYM		Actividad industrial ^a	Código PRTR		T ^b	Obs ^c	Modelo BYM	
					RR ^d	95% CrI ^e						RR ^d	95% CrI ^e
Todos los cánceres ^f						Cáncer de páncreas							
2	372	Total	4	949	1.11	1.01–1.23	2	5680	Total	5	24	1.94	1.11–3.09
		Hombres	4	591	1.03	0.91–1.17			Hombres	5	12	1.35	0.61–2.47
		Mujeres	4	358	1.28	1.10–1.48			Mujeres	5	12	3.15	1.38–5.95
2	3055	Total	5	1370	1.10	1.00–1.20	2	5691	Total	3	27	2.08	1.27–3.14
		Hombres	5	916	1.10	0.98–1.22			Hombres	3	15	2.06	1.07–3.47
		Mujeres	5	454	1.09	0.95–1.25			Mujeres	3	12	2.16	1.02–3.84
2	4699	Total	6	4803	1.10	0.99–1.21	2	7476	Total	2	137	1.36	0.90–1.95
		Hombres	6	3184	1.13	1.00–1.27			Hombres	2	71	1.09	0.62–1.77
		Mujeres	6	1619	1.04	0.91–1.19			Mujeres	2	66	1.86	1.04–3.06
2	5692	Total	3	864	1.09	0.98–1.21	7	3110	Total	3	32	1.27	0.77–1.94
		Hombres	3	531	0.99	0.87–1.13			Hombres	3	23	1.86	1.05–3.00
		Mujeres	3	333	1.30	1.11–1.51			Mujeres	3	9	0.76	0.31–1.45
2	6051	Total	3	2441	1.11	1.00–1.23	8	65	Total	2	388	1.67	1.01–2.60
		Hombres	3	1612	1.06	0.94–1.20			Hombres	2	202	2.08	1.08–3.66
		Mujeres	3	829	1.21	1.04–1.39			Mujeres	2	186	1.30	0.61–2.41
3	5493	Total	3	561	1.18	1.00–1.38	8	6749	Total	9	299	1.30	0.85–1.90
		Hombres	3	350	1.20	1.00–1.42			Hombres	9	153	1.79	1.03–2.89
		Mujeres	3	211	1.11	0.90–1.36			Mujeres	9	146	0.93	0.49–1.58
3	5910	Total	3	472	1.25	1.08–1.43	9	6053	Total	2	137	1.36	0.90–1.95
		Hombres	3	309	1.27	1.07–1.51			Hombres	2	71	1.10	0.62–1.78
		Mujeres	3	163	1.21	0.97–1.47			Mujeres	2	66	1.84	1.03–3.05
4	3050	Total	3	1308	1.12	1.01–1.24	Cáncer peritoneal 63713Total6422.000.59–5.00 Hombres6199.044.80–32.66 Mujeres6230.930.22–2.80						
		Hombres	3	847	1.08	0.95–1.23							
		Mujeres	3	461	1.19	1.02–1.38							
7	3110	Total	3	654	1.09	0.97–1.22	Cáncer de laringe 2372Total4211.911.02–3.21 Hombres4212.111.12–3.58 Mujeres4000-inf						
		Hombres	3	398	0.99	0.86–1.14							
		Mujeres	3	256	1.30	1.09–1.52							
8	3710	Total	6	4803	1.10	0.99–1.21	2	3055	Total	5	31	1.88	1.09–3.01
		Hombres	6	3184	1.13	1.00–1.27			Hombres	5	30	1.99	1.13–3.23
		Mujeres	6	1619	1.04	0.91–1.19			Mujeres	5	1	1.49	0.13–5.00
8	3711	Total	4	713	1.26	1.11–1.42	2	5692	Total	3	20	1.96	1.03–3.32
		Hombres	4	478	1.33	1.14–1.54			Hombres	3	20	2.17	1.13–3.70
		Mujeres	4	235	1.13	0.93–1.35			Mujeres	3	0	0	0-inf
9	7478	Total	5	1370	1.10	1.00–1.20			Total	5	31	1.88	1.09–3.01
		Hombres	5	916	1.10	0.98–1.22			Hombres	5	30	1.99	1.13–3.23
		Mujeres	5	454	1.09	0.95–1.25			Mujeres	5	1	1.49	0.13–5.00
Cáncer de esófago						Cáncer de pulmón							
2	3055	Total	5	45	1.59	1.00–2.38	9	7478	Total	5	31	1.88	1.09–3.01
		Hombres	5	44	1.74	1.08–2.64			Hombres	5	30	1.99	1.13–3.23
		Mujeres	5	1	0.47	0.05–1.51			Mujeres	5	1	1.49	0.13–5.00
9	7478	Total	5	45	1.59	1.00–2.38	2	4699	Total	6	990	1.20	0.96–1.48
		Hombres	5	44	1.74	1.08–2.64			Hombres	6	893	1.30	1.02–1.64
		Mujeres	5	1	0.47	0.05–1.51			Mujeres	6	97	0.77	0.47–1.19
Cáncer de estómago						Cáncer de pleura							
2	6049	Total	5	49	1.63	0.96–2.58	2	7476	Total	2	566	1.39	1.05–1.81
		Hombres	5	27	1.35	0.73–2.29			Hombres	2	511	1.43	1.07–1.90
		Mujeres	5	22	2.26	1.00–4.29			Mujeres	2	55	1.04	0.55–1.84
3	5493	Total	3	36	1.31	0.82–1.94	3	5493	Total	3	135	1.39	1.04–1.81
		Hombres	3	25	1.73	1.02–2.68			Hombres	3	120	1.33	0.98–1.76
		Mujeres	3	11	0.82	0.36–1.51			Mujeres	3	15	2.27	1.06–4.14
6	4719	Total	8	43	1.72	1.03–2.69	3	7412	Total	1	819	1.31	0.97–1.71
		Hombres	8	31	1.60	0.87–2.70			Hombres	1	743	1.40	1.02–1.87
		Mujeres	8	12	1.98	0.77–4.07			Mujeres	1	76	0.81	0.43–1.38
6	4833	Total	2	94	1.59	1.05–2.32	5	1678	Total	2	164	1.24	0.98–1.56
		Hombres	2	44	1.27	0.73–2.05			Hombres	2	143	1.29	1.00–1.63
		Mujeres	2	50	2.26	1.24–3.78			Mujeres	2	21	0.89	0.50–1.46
Cáncer colorrectal						Cáncer de pleura							
2	372	Total	4	134	1.25	0.98–1.58	8	3711	Total	4	141	1.38	1.02–1.82
		Hombres	4	71	1.14	0.82–1.52			Hombres	4	126	1.45	1.06–1.95
		Mujeres	4	63	1.41	1.00–1.92			Mujeres	4	15	1.09	0.51–2.00
2	4699	Total	6	605	1.19	0.95–1.47	9	6053	Total	2	566	1.37	1.05–1.79
		Hombres	6	380	1.35	1.02–1.74			Hombres	2	511	1.42	1.07–1.88
		Mujeres	6	225	1.00	0.72–1.37			Mujeres	2	55	1.04	0.55–1.84
2	7476	Total	2	433	1.35	1.04–1.72	Cáncer de pleura 24699Total6304.750.74–13.97 Hombres6254.334.56–13.64 Mujeres65inf0-inf						
		Hombres	2	247	1.48	1.09–1.96							
		Mujeres	2	186	1.23	0.81–1.75							
6	3713	Total	6	1976	1.19	0.96–1.46	6	3713	Total	6	61	2.82	0.73–9.02
		Hombres	6	1182	1.34	1.03–1.72							
		Mujeres	6	794	1.03	0.74–1.38							

Tabla 3
(continuación)

Actividad industrial ^a	PRTR Código		T ^b	Obs ^c	Modelo BYM		Actividad industrial ^a	Código PRTR		T ^b	Obs ^c	Modelo BYM		
					RR ^d	95% CrI ^e						RR ^d	95% CrI ^e	
Cáncer colorrectal							Cáncer de pleura							
7	3110	Total	3	87	1.14	0.86–1.49		Hombres	6	50	2.44	3.64–7.75		
		Hombres	3	41	0.92	0.62–1.31		Mujeres	6	11	inf	0-inf		
		Mujeres	3	46	1.49	1.01–2.09	8	65	Total	2	27	8.73	1.32–35.97	
8	3710	Total	6	605	1.19	0.95–1.47		Hombres	2	19	12.23	1.41–41.46		
		Hombres	6	380	1.35	1.02–1.74		Mujeres	2	8	NE ^g	NE ^g		
		Mujeres	6	225	1.00	0.72–1.37	8	3710	Total	6	30	4.75	0.74–13.97	
9	6053	Total	2	433	1.35	1.04–1.71		Hombres	6	25	4.33	4.57–13.64		
		Hombres	2	247	1.47	1.08–1.95		Mujeres	6	5	inf	0-inf		
		Mujeres	2	186	1.23	0.81–1.75	8	6749	Total	9	25	3.44	0.86–9.74	
								Hombres	9	10	1.24	0.26–4.47		
								Mujeres	9	15	18.61	3.58–79.24		
Cáncer de hígado														
2	7476	Total	2	99	2.40	1.40–3.87								
		Hombres	2	73	2.59	1.42–4.36	Cáncer de huesos							
		Mujeres	2	26	2.29	0.75–5.34	1	467	Total	3	29	2.89	1.04–6.64	
3	1612	Total	1	176	2.25	1.23–3.77		Hombres	3	23	12.40	11.67–47.49		
		Hombres	1	102	1.91	0.92–3.56		Mujeres	3	6	0.88	0.14–2.63		
		Mujeres	1	74	3.79	1.32–8.43	1	4857	Total	3	29	2.89	1.05–6.64	
6	4833	Total	2	58	2.51	0.98–5.29		Hombres	3	23	12.29	17.17–46.76		
		Hombres	2	34	2.12	0.69–4.96		Mujeres	3	6	0.88	0.14–2.63		
		Mujeres	2	24	3.65	1.08–9.53	6	3713	Total	6	28	2.31	0.02–7.79	
9	6053	Total	2	99	2.36	1.37–3.79		Hombres	6	20	3.18	2.61–11.22		
		Hombres	2	73	2.56	1.40–4.30		Mujeres	6	8	14.49	1.79–73.89		
		Mujeres	2	26	2.17	0.71–5.08	8	65	Total	2	26	6.90	1.65–22.49	
								Hombres	2	15	3.26	0.40–13.19		
								Mujeres	2	11	NE ^g	NE ^g		
Tejido conjuntivo y tejidos blandos							Tumores definidos III							
3	6789	Total	2	34	2.55	0.62–7.25	2	5664	Total	2	36	1.74	1.15–2.49	
		Hombres	2	19	9.41	3.10–35.45		Hombres	2	28	2.47	1.51–3.74		
		Mujeres	2	15	0.90	0.02–3.65		Mujeres	2	8	0.88	0.36–1.67		
8	6749	Total	9	36	2.28	0.52–6.03	2	5682	Total	6	168	1.36	1.00–1.81	
		Hombres	9	19	6.65	4.82–23.45		Hombres	6	94	1.28	0.86–1.83		
		Mujeres	9	17	0.93	0.11–3.55		Mujeres	6	74	1.53	0.97–2.28		
							6	4833	Total	2	115	1.41	0.82–2.22	
								Hombres	2	70	2.16	1.17–3.64		
Melanoma														
2	5063	Total	1	16	19.55	10.16–79.17		Mujer	2	45	0.88	0.43–1.62		
		Hombres	1	10	NE ^g	NE ^g								
		Mujeres	1	6	NE ^g	NE ^g	Linfoma no Hodgkin							
6	3713	Total	6	114	1.80	0.82–3.46	1	467	Total	3	215	1.49	1.02–2.12	
		Hombres	6	56	1.54	0.55–3.49		Hombres	3	113	1.63	0.95–2.64		
		Mujeres	6	58	2.58	1.18–6.89		Mujeres	3	102	1.45	0.85–2.35		
							1	4857	Total	3	215	1.49	1.02–2.12	
Cáncer de piel								Hombres	3	113	1.64	0.96–2.67		
3	7412	Total	1	39	6.39	1.35–17.89		Mujeres	3	102	1.44	0.84–2.33		
		Hombres	1	29	17.38	2.92–52.97	2	5692	Total	3	30	1.67	1.00–2.59	
		Mujeres	1	10	3.04	0.35–10.62		Hombres	3	18	1.86	0.93–3.26		
								Mujeres	3	12	1.52	0.68–2.85		
Cáncer de vulva y vagina							2	6051	Total	3	82	1.60	1.03–2.39	
3	7412	Mujeres	1	21	6.66	1.06–23.49		Hombres	3	49	2.15	1.15–3.75		
								Mujeres	3	33	1.23	0.65–2.14		
Cáncer de útero							3	5910	Total	3	15	2.22	1.04–4.04	
4	5557	Mujeres	1	27	2.12	1.00–3.94		Hombres	3	9	3.96	1.45–8.36		
8	3711	Mujeres	4	15	2.27	1.05–4.17		Mujeres	3	6	1.26	0.36–2.94		
							8	3711	Total	4	21	2.01	1.02–3.50	
Cáncer de ovario								Hombres	4	12	3.40	1.36–6.91		
1	2438	Mujeres	2	51	1.95	1.09–3.29		Mujeres	4	9	1.22	0.42–2.66		
2	5685	Mujeres	4	17	2.72	1.38–4.70								
2	7328	Mujeres	3	15	2.68	1.39–4.48	Mieloma							
3	445	Mujeres	8	156	1.49	1.03–2.09	2	372	Total	4	21	2.08	1.11–3.49	
4	3050	Mujeres	3	28	1.82	1.04–2.94		Hombres	4	10	1.70	0.68–3.42		
4	5557	Mujeres	1	36	2.45	1.24–4.31		Mujeres	4	11	2.72	1.09–5.53		
5	2999	Mujeres	3	16	2.58	1.29–4.52	2	3055	Total	5	31	1.91	1.11–3.04	
7	3110	Mujeres	3	17	1.98	1.02–3.39		Hombres	5	20	2.25	1.09–4.09		
7	3452	Mujeres	4	57	2.39	1.39–3.84		Mujeres	5	11	1.56	0.64–3.09		
9	6431	Mujeres	7	151	1.46	1.00–2.06	2	5692	Total	3	21	2.28	1.21–3.84	
								Hombres	3	10	1.87	0.74–3.75		
Cáncer de próstata								Mujeres	3	11	2.98	1.19–6.08		
3	5493	Hombres	3	43	1.66	1.10–2.38	6	3713	Total	6	227	1.69	1.02–2.65	
								Hombres	6	115	2.62	1.25–4.92		
Cáncer de vejiga								Mujeres	6	112	1.21	0.60–2.20		
2	5680	Total	5	24	2.39	1.34–3.86	7	3110	Total	3	16	2.37	1.18–4.18	
		Hombres	5	21	2.68	1.45–4.45		Hombres	3	7	1.87	0.64–4.05		
		Mujeres	5	3	1.36	0.24–3.76		Mujeres	3	9	3.19	1.18–6.76		
2	7476	Total	2	116	1.48	0.93–2.19	7	3452	Total	4	54	1.93	1.10–3.22	

Tabla 3
(continuación)

Actividad industrial ^a	PRTR Código		T ^b	Obs ^c	Modelo BYM		Actividad industrial ^a	Código PRTR		T ^b	Obs ^c	Modelo BYM	
					RR ^d	95% CrI ^e						RR ^d	95% CrI ^e
Cáncer de vejiga							Mieloma						
9	6053	Hombres	2	97	1.68	1.03–2.56	9	7478	Hombres	4	23	1.73	0.78–3.34
		Mujeres	2	19	0.85	0.33–1.81			Mujeres	4	31	2.24	1.05–4.32
		Total	2	116	1.47	0.92–2.19			Total	5	31	1.91	1.11–3.04
		Hombres	2	97	1.67	1.01–2.55			Hombres	5	20	2.25	1.09–4.09
		Mujeres	2	19	0.86	0.33–1.81			Mujeres	5	11	1.56	0.64–3.09
Cáncer de cerebro						Leucemia							
1	2438	Total	2	69	1.14	0.70–1.79	2	372	Total	4	42	1.59	1.03–2.30
		Hombres	2	27	0.78	0.37–1.66			Hombres	4	22	1.27	0.72–2.05
		Mujeres	2	42	2.05	1.01–3.72			Mujeres	4	20	2.28	1.16–3.98
2	372	Total	4	30	1.49	0.89–2.31	2	3055	Total	5	59	1.58	1.08–2.23
		Hombres	4	13	0.99	0.47–1.78			Hombres	5	36	1.56	0.96–2.38
		Mujeres	4	17	2.59	1.17–4.92			Mujeres	5	23	1.69	0.90–2.87
2	4699	Total	6	111	1.42	0.92–2.10	2	3594	Total	10	50	1.63	1.06–2.40
		Hombres	6	59	1.90	1.04–3.20			Hombres	10	28	1.70	0.96–2.79
		Mujeres	6	52	1.12	0.59–1.90			Mujeres	10	22	1.65	0.84–2.88
2	5692	Total	3	27	1.43	0.84–2.25	2	4699	Total	6	136	1.24	0.82–1.80
		Hombres	3	12	0.98	0.45–1.78			Hombres	6	77	0.96	0.58–1.51
		Mujeres	3	15	2.50	1.09–4.86			Mujeres	6	59	1.97	1.01–3.49
3	5910	Total	3	16	2.25	1.11–3.95	2	5680	Total	5	16	2.31	1.18–3.95
		Hombres	3	8	2.63	0.94–5.52			Hombres	5	10	2.83	1.16–5.51
		Mujeres	3	8	2.05	0.73–4.36			Mujeres	5	6	1.92	0.63–4.13
4	3050	Total	3	46	1.60	1.02–2.40	2	5692	Total	3	39	1.60	1.03–2.35
		Hombres	3	25	1.36	0.76–2.24			Hombres	3	20	1.26	0.69–2.05
		Mujeres	3	21	2.14	1.03–3.92			Mujeres	3	19	2.37	1.19–4.18
7	2088	Total	3	37	1.91	1.02–3.24	2	6051	Total	3	81	1.28	0.85–1.86
		Hombres	3	22	1.97	0.84–3.86			Hombres	3	43	1.01	0.60–1.60
		Mujeres	3	15	1.88	0.68–4.12			Mujeres	3	38	2.02	1.02–3.67
8	3710	Total	6	111	1.42	0.92–2.10	3	6789	Total	2	147	2.11	1.13–3.65
		Hombres	6	59	1.90	1.04–3.20			Hombres	2	85	2.87	1.25–5.82
		Mujeres	6	52	1.12	0.59–1.90			Mujeres	2	62	1.57	0.63–3.27
8	3711	Total	4	25	2.42	1.31–4.03	4	3120	Total	5	49	1.60	1.07–2.29
		Hombres	4	14	3.42	1.47–6.66			Hombres	5	25	1.25	0.72–1.97
		Mujeres	4	11	1.78	0.70–3.60			Mujeres	5	24	2.37	1.26–4.05
9	2089	Total	3	43	1.92	1.03–3.28	8	3710	Total	6	136	1.24	0.82–1.80
		Hombres	3	22	1.52	0.62–3.07			Hombres	6	77	0.96	0.58–1.51
		Mujeres	3	21	2.47	0.94–5.31			Mujeres	6	59	1.97	1.01–3.49
9	7403	Total	3	43	1.92	1.03–3.28	9	5703	Total	5	49	1.60	1.07–2.29
		Hombres	3	22	1.52	0.62–3.07			Hombres	5	25	1.25	0.72–1.97
		Mujeres	3	21	2.47	0.94–5.31			Mujeres	5	24	2.37	1.26–4.05
Cáncer de tiroides													
1	467	Total	3	21	1.11	0.38–2.59	9	7478	Total	2	109	1.65	1.00–2.51
		Hombres	3	6	0.66	0.13–2.18			Hombres	2	57	1.69	0.89–2.88
		Mujeres	3	15	2.05	1.52–6.14			Mujeres	2	52	1.78	0.97–3.00
1	4857	Total	3	21	1.10	0.38–2.57	9	7478	Total	5	59	1.58	1.08–2.23
		Hombres	3	6	0.65	0.14–2.14			Hombres	5	36	1.56	0.96–2.38
		Mujeres	3	15	2.04	1.49–6.13			Mujeres	5	23	1.69	0.90–2.87

a 1 = incineración. 2 = chatarra y vehículos para desguace. 3 = aceites y residuos aceitosos. 4 = envases. 5 = disolventes. 6 = baños agotados. 7 = tratamiento físico/químico. 8 = residuos industriales. 9 = residuos no especificados en otra categoría.

b Número de municipios situados a una distancia de ≤5 km de incineradoras e instalaciones de tratamiento de residuos peligrosos específicas.

c Muertes observadas.

d RR ajustados al tamaño de la población, porcentaje de analfabetismo, agricultores y desempleados, promedio de personas por familia y renta media.

e Intervalo de credibilidad del 95%.

f Suma de los 33 tipos de cáncer analizados.

g Sin calcular: no pudo calcularse el riesgo utilizando los modelos INLA.

Los estudios epidemiológicos que analizan los aumentos de la incidencia del cáncer en municipios próximos a incineradoras han proporcionado una evidencia limitada (Porta et al., 2009). Los resultados de un estudio sobre la incidencia del cáncer en las proximidades de 72 incineradoras del Reino Unido (Elliott et al., 1996), que mostraba aumentos estadísticamente significativos de ciertos cánceres, se revisaron con criterio crítico (Elliott et al., 2000) y, según los autores, estos resultados podrían haberse visto afectados por factores parciales, lo que a su vez, significaría que los efectos observados no podrían atribuirse a las emisiones de las incineradoras. Sin embargo, en estudios realizados en otros países se

observó un exceso de riesgos de tumores hematológicos, de cáncer de pulmón y de algunos cánceres del sistema digestivo (Biggeri et al., 1996; Comba et al., 2003; Floret et al., 2003; Knox, 2000; Ranzi et al., 2011; Viel et al., 2011).

Los resultados de nuestro estudio muestran un exceso de riesgos para todos los cánceres combinados y de cáncer de pulmón y, concretamente, un notable incremento del riesgo de tumores en la pleura y la vesícula (hombres) y en el estómago (mujeres). Los análisis individualizados de las instalaciones revelaron riesgos relativos estadísticamente significativos de linfoma no Hodgkin (NHL) en las proximidades a las instalaciones '467' y '4857', situadas en

el mismo municipio, así como un elevado riesgo de tumores en el ovario y en el cerebro en mujeres residentes en las inmediaciones de la incineradora '2438'.

4.2. Instalaciones de reciclaje de chatarra y de desguace de vehículos de motor

Uno de los resultados más sorprendentes de nuestro estudio es el exceso de riesgo detectado – estadísticamente significativo en todos los cánceres combinados, tumores malignos en el estómago, la vejiga y el tiroides (en los hombres), cáncer renal (en hombres y mujeres) y leucemia (en las mujeres) y casi estadísticamente significativos en tumores malignos en el colon o el recto, en el pulmón (en los hombres), cáncer de pleura (en las mujeres) y linfoma de Hodgkin (en la población total) – en las proximidades de instalaciones dedicadas al reciclaje de chatarra y al desguace o descontaminación de vehículos. La razón de agrupar estas actividades en una sola categoría, a efectos analíticos, se debió a que en España hasta hace relativamente poco tiempo estos tipos de residuos entraban dentro del ámbito del sector de la chatarra (Muñoz et al., 2011). En Europa, desde el año 2002, los vehículos para desguace están definidos como residuos peligrosos debido a la composición tóxica de los materiales constituyentes, es decir, aceites usados, líquido de frenos, filtros de aceite, materiales absorbentes, baterías y combustible. El tratamiento aplicado por estos tipos de instalaciones (Joung et al., 2007; Nourreddine, 2007; Santini et al., 2012) genera sustancias sospechosas y reconocidas como carcinógenas, como por ejemplo, dioxinas, furanos, PCB similares a las dioxinas, plomo, cromo, HAP, cadmio o níquel y otras sustancias peligrosas, como por ejemplo, polvos granulados.

Según los datos con los que contamos, no se ha realizado ningún estudio epidemiológico sobre las poblaciones que viven en las inmediaciones de este tipo de instalaciones. En cuanto a la exposición profesional, de algunos estudios se desprende la existencia de asociaciones entre la exposición al polvo orgánico y problemas gastrointestinales y respiratorios entre los trabajadores de instalaciones de recuperación y reciclaje de materiales (Gladding et al., 2003; Ivens et al., 1997). No obstante, debe puntualizarse que existen estudios que han evaluado la exposición a la radiación ionizante y a los materiales radioactivos entre los trabajadores dedicados al procesamiento y reciclaje de chatarra (Lubenau y Yusko, 1998; Vearrier et al., 2009). Estos agentes son sustancias reconocidas como carcinógenas que provocan leucemia y cáncer de tiroides y podrían tener relación con el exceso significativo del riesgo de padecer estos tumores detectado en las proximidades de estas instalaciones por nuestro estudio.

4.3. Instalaciones de tratamiento de aceites usados y residuos aceitosos

En estas instalaciones se lleva a cabo el tratamiento (limpieza, refinado, fraccionamiento térmico, gasificación y destilación) de todo tipo de aceites usados y residuos aceitosos y la descontaminación de equipos contaminados por bifenilos policlorados (PCB), un grupo de sustancias organocloradas definidas como residuos aceitosos por el

Catálogo Europeo de Residuos y en la Lista de Residuos Peligrosos (Agencia de Protección del Medio Ambiente, 2002). Entre las sustancias emitidas por estas instalaciones hay sustancias sospechosas y reconocidas como carcinógenas, como por ejemplo, dioxinas, arsénico, PAH, bencina, cromo, níquel, plomo, naftalina o tetracloroetano.

Según los datos con los que contamos, no se han realizado estudios epidemiológicos ni ocupacionales de las poblaciones que viven cerca de este tipo de instalaciones. Por lo tanto, nuestro estudio es pionero en el análisis del riesgo de morir de cáncer en las zonas próximas a estas fuentes de contaminación y, de hecho, se ha detectado un exceso de riesgos de padecer tumores malignos en el tejido conjuntivo (población total), la pleura, la piel y el estómago (en hombres) y en la vulva y la vagina (en mujeres). Algunas de estas instalaciones se dedican al refinado de aceites, actividad en la que pueden generarse unos niveles considerables de hidrocarburos aromáticos policíclicos y PCB derivados de la fusión de los aceites de corte de los motores usados y los aceites para transformadores (Hewstone, 1994). Se sabe que la exposición a largo plazo a determinados líquidos de corte y aceites minerales provoca el incremento de algunos cánceres profesionales, como por ejemplo, los de estómago y piel (DHHS (NIOSH), 1998; Mackerer, 1989). Esto podría explicar el exceso de riesgos observados en relación con estos tumores, ya que solo se observaron en los hombres, y sugeriría una posible exposición profesional, suponiendo que el lugar de residencia de los trabajadores estuviera distribuido homogéneamente.

4.4. Instalaciones de regeneración de baños agotados.

En las operaciones de decapado de metales (es decir, la inmersión de metales, como el acero inoxidable, en baños ácidos para eliminar la capa de óxidos que se forma en la superficie tras los tratamientos térmicos) en Europa se descarga anualmente una gran cantidad de efluentes procedentes de los baños agotados (Frias y Pérez, 1998). Dichos efluentes representan un grave problema para el medio ambiente, ya que este tipo de residuos contiene nitratos, fluoruros, ácidos y metales pesados (Singhal et al., 2006; Vijay y Sihorwala, 2003). Además, los trabajadores de las plantas de tratamiento de estos residuos están expuestos a materiales radioactivos (Donzella et al., 2007). Nuestro estudio observó un incremento estadísticamente significativo en el riesgo general de muerte por todos los tipos de cánceres (en hombres) en las proximidades de dichas instalaciones y esto se aplica especialmente en el caso de los tumores malignos en el estómago (población total), en el colon o el recto (en hombres), en el hígado (en mujeres) y los ovarios, y casi estadísticamente significativos en los tumores en el pulmón y la pleura (hombres).

5. Conclusión

Los resultados de nuestro estudio respaldan la hipótesis de un riesgo estadísticamente significativo más elevado de morir de todos los tipos de cánceres, tanto los hombres como las mujeres que viven en municipios situados cerca de incineradoras y plantas de tratamiento de residuos peligrosos y, concretamente, un mayor exceso de riesgo de padecer tumores en el estómago, el hígado, la pleura, los riñones y los ovarios. Además, este es uno de los primeros

estudios en analizar el riesgo de muerte por cáncer asociado a actividades industriales específicas en este sector a nivel nacional y en resaltar el exceso de riesgo observado en las proximidades a incineradoras e instalaciones de reciclaje de chatarra y vehículos para desguace, la regeneración de baños agotados y el tratamiento de aceites usados y residuos aceitosos.

Reconocimiento

El presente estudio ha sido financiado por el Fondo de Investigación Sanitaria de España (FIS 080662 y FIS CP11/0012) y por ISCIII EPY 1398/09 y forma parte del proyecto MEDEA (Mortalidad en áreas pequeñas españolas y desigualdades socioeconómicas y ambientales).

Apéndice A. Datos suplementarios

Los datos suplementarios de este artículo pueden consultarse en red en la dirección <http://dx.doi.org/10.1016/j.envint.2012.10.003>.

Referencias

- Agència de Residus de Catalunya. Tipo de residuos; 2012. Disponible en: http://www20.gencat.cat/portal/site/arc/menuitem.0b722e55d906c87b624a1d25b0c0e1a0/?vgnextoid=04082010862b6210VgnVCM1000008d0c1e0aRCRD&vgnextchannel=04082010862b6210VgnVCM1000008d0c1e0aRCRD&vgnnextfmt=ddefault&newLang=en_GB. [accessed 24 September 2012].
- Ayuso Orejana J, Fernández Cuesta JA, Plaza Ibeas JL. Anuario del Mercado Español. Madrid: Banco Español de Crédito; 1993.
- Besag J, York J, Mollié A. Bayesian image restoration, with two applications in spatial statistics (with discussion). *Ann Inst Stat Math* 1991;43:1–59.
- Biggeri A, Barbone F, Lagazio C, Bovenzi M, Stanta G. Air pollution and lung cancer in Trieste, Italy: spatial analysis of risk as a function of distance from sources. *Environ Health Perspect* 1996;104:750–4.
- Bivand RS, Pebesma EJ, Gomez-Rubio V. Applied spatial data analysis with R. New York: Springer; 2008.
- Clayton DG, Bernardinelli L, Montomoli C. Spatial correlation in ecological analysis. *Int J Epidemiol* 1993;22:1193–202.
- Comba P, Ascoli V, Belli S, Benedetti M, Gatti L, Ricci P, et al. Risk of soft tissue sarcomas and residence in the neighbourhood of an incinerator of industrial wastes. *Occup Environ Med* 2003;60:680–3.
- DHHS (NIOSH). Criteria for a recommended standard: occupational exposure to metal-working fluids. No. 98–102. National Institute for Occupational Safety and Health; 1998.
- Donzella A, Formisano P, Giroletti E, Zenoni A. Risk assessment for chemical pickling of metals contaminated by radioactive materials. *Radiat Prot Dosimetry* 2007;123:74–82.
- Dummer TJ, Dickinson HO, Parker L. Adverse pregnancy outcomes around incinerators and crematoriums in Cumbria, north west England, 1956–93. *J Epidemiol Community Health* 2003;57:456–61.
- Elliott P, Shaddick G, Kleinschmidt I, Jolley D, Walls P, Beresford J, et al. Cancer incidence near municipal solid waste incinerators in Great Britain. *Br J Cancer* 1996;73:702–10.
- Elliott P, Eaton N, Shaddick G, Carter R. Cancer incidence near municipal solid waste incinerators in Great Britain. Part 2: histopathological and case-note review of primary liver cancer cases. *Br J Cancer* 2000;82:1103–6.
- Environmental Protection Agency. European waste catalogue and hazardous waste list; 2002. Available: <http://www.environ.ie/en/Publications/Environment/Waste/WEEL/DownloadLoad,1343,en.pdf>. [accessed 24 September 2012].
- European Commission. Integrated pollution prevention and control (IPPC). Reference document on best available techniques for the waste incineration; 2006. Available: <http://www.prtr-es.es/data/images/BREF%20Incineraci%C3%B3n%20de%20Residuos-43EA4732C41F2B44.pdf> [accessed 24 September 2012].
- Federico M, Pirani M, Rashid I, Caranci N, Cirilli C. Cancer incidence in people with residential exposure to a municipal waste incinerator: an ecological study in Modena (Italy), 1991–2005. *Waste Manag* 2010;30:1362–70.
- Floret N, Mauny F, Challier B, Arveux P, Cahn JY, Viel JF. Dioxin emissions from a solid waste incinerator and risk of non-Hodgkin lymphoma. *Epidemiology* 2003;14:392–8.
- Frias O, Perez O. Acids and metals recovery from spent pickling baths of stainless steels. *Rev Metal Madrid* 1998;34:427–31.
- Garcia-Perez J, Lopez-Cima MF, Boldo E, Fernandez-Navarro P, Aragones N, Pollan M, et al. Leukemia-related mortality in towns lying in the vicinity of metal production and processing installations. *Environ Int* 2010;36:746–53.
- Garcia-Perez J, Lopez-Cima MF, Pollan M, Perez-Gomez B, Aragones N, Fernandez-Navarro P, et al. Risk of dying of cancer in the vicinity of multiple pollutant sources associated with the metal industry. *Environ Int* 2012;40:116–27.
- Gelman A, Hill J. Data analysis using regression and multilevel/hierarchical models. New York: Cambridge University Press; 2007.
- Gladding T, Thorn J, Stott D. Organic dust exposure and work-related effects among recycling workers. *Am J Ind Med* 2003;43:584–91.
- Hewstone RK. Health, safety and environmental aspects of used crankcase lubricating oils. *Sci Total Environ* 1994;156:255–68.
- IARC. Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Volume 69: polychlorinated dibenzo-para-dioxins and polychlorinated dibenzofurans; 1997. Available: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol69/volume69.pdf> [accessed 24 September 2012].
- Ivens UI, Ebbehob N, Poulse OM, Skov T. Gastrointestinal symptoms among waste recycling workers. *Ann Agric Environ Med* 1997;4:153–7.
- Joung HT, Seo YC, Kim KH. Distribution of dioxins, furans, and dioxin-like PCBs in solid products generated by pyrolysis and melting of automobile shredder residues. *Chemosphere* 2007;68:1636–41.
- Knox E. Childhood cancers, birthplaces, incinerators and landfill sites. *Int J Epidemiol* 2000;29:391–7.
- Landrigan PJ, Halper LA, Silbergeld EK. Toxic air pollution across a state line: implications for the siting of resource recovery facilities. *J Public Health Policy* 1989;10:309–23.
- Leem JH, Lee DS, Kim J. Risk factors affecting blood PCDDs and PCDFs in residents living near an industrial incinerator in Korea. *Arch Environ Contam Toxicol* 2006;51:478–84.
- Lopez-Abente G, Ramis R, Pollan M, Perez-Gomez B, Gomez-Barroso D, Carrasco JM, et al. Atlas municipal de mortalidad por cáncer en España, 1989–1998. Instituto de Salud Carlos III; 2006.
- Lopez-Abente G, Fernandez-Navarro P, Boldo E, Ramis R, Garcia-Perez J. Industrial pollution and pleural cancer mortality in Spain. *Sci Total Environ* 2012;424:57–62.
- Lopez-Cima MF, Garcia-Perez J, Perez-Gomez B, Aragones N, Lopez-Abente G, Tardon A, et al. Lung cancer risk and pollution in an industrial region of Northern Spain: a hospital-based case-control study. *Int J Health Geogr* 2011;10:10.
- Lubenau JO, Yusko JG. Radioactive materials in recycled metals—an update. *Health Phys* 1998;74:293–9.
- Mackerer CR. Health effects of oil mists: a brief review. *Toxicol Ind Health* 1989;5: 429–40.
- Ministerio de Agricultura Alimentación y Medio Ambiente. SIGPAC; 2012. Available: <http://sigpac.mapa.es/feaga/visor/>. [accessed 24 September 2012].
- Miyake Y, Yura A, Misaki H, Ikeda Y, Usui T, Iki M, et al. Relationship between distance of schools from the nearest municipal waste incineration plant and child health in Japan. *Eur J Epidemiol* 2005;20:1023–9.
- Muñoz C, Vidal MR, Justel D. Análisis ambiental del proceso de fin de vida de vehículos en España; 2011. Available: <http://www.gid.uji.es/sites/default/files/libros/Analisis%20ambiental%20del%20proceso%20de%20fin%20de%20vida%20de%20vehiculos.pdf> [accessed 24 September 2012].
- Musti M, Pollice A, Cavone D, Dragonieri S, Bilancia M. The relationship between malignant mesothelioma and an asbestos cement plant environmental risk: a spatial case-control study in the city of Bari (Italy). *Int Arch Occup Environ Health* 2009;82:489–97.

- Nourreddine M. Recycling of auto shredder residue. *J Hazard Mater* 2007;139:481–90. Parodi S, Stagnaro E, Casella C, Puppo A, Daminelli E, Fontana V, et al. Lung cancer in an urban area in Northern Italy near a coke oven plant. *Lung Cancer* 2005;47:155–64. Perez-Gomez B, Aragonés N, Pollán M, Suarez B, Lope V, Llacer A, et al. Accuracy of cancer death certificates in Spain: a summary of available information. *Gac Sanit* 2006;20(Suppl. 3):42–51.
- Porta D, Milani S, Lazzarino AI, Perucci CA, Forastiere F. Systematic review of epidemiological studies on health effects associated with management of solid waste. *Environ Health* 2009;8:60.
- Prattala R, Hakala S, Roskam AJ, Roos E, Helmer U, Klumbiene J, et al. Association between educational level and vegetable use in nine European countries. *Public Health Nutr* 2009;12:2174–82.
- Ranzi A, Fano V, Erspamer L, Lauriola P, Perucci CA, Forastiere F. Mortality and morbidity among people living close to incinerators: a cohort study based on dispersion model-ing for exposure assessment. *Environ Health* 2011;10:22.
- Rue H, Martino S, Chopin N. Approximate Bayesian inference for latent Gaussian models using integrated nested Laplace approximations (with discussion). *J R Stat Soc Ser B* 2009;71:319–92.
- Santini A, Passarini F, Vassura I, Serrano D, Dufour J, Morselli L. Auto shredder residue recycling: mechanical separation and pyrolysis. *Waste Manag* 2012;32:852–8.
- Singhal A, Tewari VK, Prakash S. A study on sludge minimization during the treatment of pickling effluent. *J Environ Sci Eng* 2006;48:109–12.
- Special Territorial Plan of Waste Management (PTEOR). Appendix I: Study of national and international waste management models (Anexo I: Estudio nacional e internacional de modelos de gestión de residuos); 2012. Available: http://www.tenerrife.es/planes/PTEOResiduos/adjuntos/Anexo01_Info13.pdf. [accessed 24 September 2012].
- The R-INLA project; 2012. Available: <http://www.r-inla.org/>. [accessed 24 September 2012].
- Tsai SS, Tiao MM, Kuo HW, Wu TN, Yang CY. Association of bladder cancer with resi-dential exposure to petrochemical air pollutant emissions in Taiwan. *J Toxicol Environ Health A* 2009;72:53–9.
- United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. UNSCEAR 2006 report: volume I — annex A: epidemiological studies of radiation and cancer; 2006. Available: <http://www.unscear.org/unscear/en/publications.html>. [accessed 24 September 2012].
- Vearrier D, Curtis JA, Greenberg MI. Technologically enhanced naturally occurring radioactive materials. *Clin Toxicol (Phila)* 2009;47:393–406.
- Viel JF, Daniau C, Gorla S, Fabre P, Crouy-Chanel P, Sauleau EA, et al. Risk for non Hodgkin's lymphoma in the vicinity of French municipal solid waste incinerators. *Environ Health* 2008;7:51.
- Viel JF, Floret N, Deconinck E, Focant JF, De Pauw E, Cahn JY. Increased risk of non-Hodgkin lymphoma and serum organochlorine concentrations among neighbors of a municipal solid waste incinerator. *Environ Int* 2011;37:449–53.
- Vijay R, Sihorwala TA. Identification and leaching characteristics of sludge generated from metal pickling and electroplating industries by toxicity characteristics leaching procedure (TCLP). *Environ Monit Assess* 2003;84:193–202.
- Wojtas-Słubowska D, Hurnik E, Skarpanska-Stejnborn A. Correlates of smoking with socioeconomic status, leisure time physical activity and alcohol consumption among Polish adults from randomly selected regions. *Cent Eur J Public Health* 2010;18:179–85.

Title of the manuscript: "Cancer mortality in towns in the vicinity of incinerators and installations for the recovery or disposal of hazardous waste."

Supplementary Data

This document is available as supplementary data for inclusion as online documentation. It includes:

- a) Table 1, showing the list of tumors analyzed and their codes as per the International Classification of Diseases-9th Revision (ICD-9) and 10th Revision (ICD-10).
- b) Table 2, showing a description of industrial facilities analyzed in the paper, including the following information: PRTR code; category of industrial activity; industrial sub-activity; province and municipality where the respective facilities are located; and pollutants released in the last decade to both air and water.
- c) Table 3, showing the types of substances and amounts released to air by Spanish-based incinerators and hazardous waste treatment installations (IPPC, 2007).
- d) Table 4, showing the types of substances and amounts released to water by Spanish-based incinerators and hazardous waste treatment installations (IPPC, 2007).
- e) Table 5, showing observed and expected cases, and the relative risk of dying from leukemia and brain cancer among the under-15 and under-25 age groups in towns situated at a distance of 5 km or less from incinerators and hazardous waste treatment installations, estimated using BYM models.
- f) Table 6, showing observed and expected cases, and the relative risk of dying from cancer in towns situated at a distance of 5 km or less from incinerators and hazardous waste treatment installations as a whole, estimated using Poisson mixed regression and BYM models.
- g) Table 7, showing Moran's I statistics and *p*-values for spatial autocorrelation analyses, by tumor type.
- h) Figure 1, showing graphs plotting deviance residuals against the distance to the nearest incinerator or hazardous waste treatment installation.

Supplementary data, Table 1.

Tumor	ICD-9	ICD-10
Malignant neoplasm of lip, oral cavity, and pharynx	140-149	C00, C14
Malignant neoplasm of esophagus	150	C15
Malignant neoplasm of stomach	151	C16
Malignant neoplasm of small intestine, including duodenum	152	C17
Malignant neoplasm of colon, rectum, rectosigmoid junction, and anus	153-154, 159.0	C18-C21
Malignant neoplasm of liver, primary	155.0	C22.0
Malignant neoplasm of gallbladder and extrahepatic bile ducts	156	C23-C24
Malignant neoplasm of pancreas	157	C25
Malignant neoplasm of retroperitoneum and peritoneum	158	C45.1-C48
Malignant neoplasm of nasal cavities, middle ear, and accessory	160	C30-C31
Malignant neoplasm of larynx	161	C32
Malignant neoplasm of trachea, bronchus, and lung	162	C33-C34
Malignant neoplasm of pleura	163	C38.4, C45.0
Malignant neoplasm of bone and articular cartilage	170	C40-C41
Malignant neoplasm of connective and other soft tissue	171	C49
Malignant melanoma of skin	172	C43
Other malignant neoplasm of skin	173	C44
Malignant neoplasm of female breast	174	C50
Malignant neoplasm of other and unspecified female genital organs (vulva and vagina)	184	C51, C52
Malignant neoplasm of uterus	179-182	C53-C55
Malignant neoplasm of ovary and other uterine adnexa	183	C56, C57
Malignant neoplasm of prostate	185	C61
Malignant neoplasm of testis	186	C62
Malignant neoplasm of bladder	188	C67
Malignant neoplasm of kidney and other and unspecified urinary organs	189	C64-C66, C68
Malignant neoplasm of brain	191	C71
Malignant neoplasm of other and unspecified parts of nervous system	192	C70, C72
Malignant neoplasm of thyroid gland	193	C73
Malignant neoplasm of other and ill-defined sites, or without specification of site	195-199	C76-C80
Non-Hodgkin lymphoma	200, 202	C82-C85
Hodgkin lymphoma	201	C81
Multiple myeloma and immunoproliferative neoplasms	203	C90
Leukemia	204-208	C91-C95

Supplementary data, Table 2.

PRTR code	Industrial activity	Industrial sub-activity	Province	Municipality	Pollutants released in the last decade ^a	
					Air	Water
132	Incineration	Incineration of solid urban waste	BALEARIC ISLANDS	Palma de Mallorca	Ammonia, cadmium, chlorine, copper, NMVOC, ^b chromium, CO ₂ , fluorine, PAHs, mercury, CO, nickel, SO ₂ , NO ₂ , PM ₁₀ , dioxins and furans, lead	
467	Incineration	Incineration of solid urban waste	BARCELONA	Sant Adrià de Besòs	CO ₂ , NO ₂ , cadmium, mercury, chlorine	
838	Incineration	Incineration of solid urban waste	GERONA	Gerona	Antimony, arsenic, cadmium, total organic carbon, chlorine, cobalt, copper, chromium, CO ₂ , fluorine, manganese, mercury, CO, nickel, SO ₂ , NO ₂ , PM ₁₀ , lead, thallium, vanadium, dioxins and furans	
1700	Incineration	Incineration of solid urban waste	MELILLA	Melilla	Ammonia, arsenic, benzene, cadmium, hydrogen cyanide, chlorine, copper, NMVOC, ^b chromium, CO ₂ , fluorine, mercury, CO, naphthalene, nickel, SO ₂ , NO ₂ , PM ₁₀ , dioxins and furans, lead, zinc, dichloromethane, hexachlorobenzene, pentachlorobenzene, tetrachloroethylene, trichlorobenzenes, vinyl chloride, PAHs	
2438	Incineration	Incineration of solid urban waste	TARRAGONA	Tarragona	Ammonia, antimony, arsenic, cadmium, total organic carbon, chlorine, copper, chromium, CO ₂ , fluorine, mercury, CO, nickel, SO ₂ , PM ₁₀ , dioxins and furans, lead, thallium, vanadium	Cadmium, chlorides, copper, chromium, nickel, lead, zinc
2469	Incineration	Incineration of special waste	TARRAGONA	Constantí	Antimony, arsenic, cadmium, cobalt, copper, chromium, manganese, mercury, nickel, dioxins and furans, lead, thallium, vanadium	Arsenic, cadmium, copper, chromium, COD, ^c mercury, nickel, lead, zinc
3094	Incineration	Incineration of solid urban waste	BARCELONA	Mataró	Arsenic, antimony, cadmium, chromium, cobalt, copper, CO, CO ₂ , fluorine, manganese, mercury, NO ₂ , nickel, lead, SO ₂ , chlorine, thallium, vanadium, total suspended particles, dioxins and furans	
3455	Incineration	Incineration of solid urban waste	MADRID	Madrid	Cadmium, chlorine, copper, NMVOC, ^b chromium, CO ₂ , fluorine, methane, CO, SO ₂ , NO ₂ , PAHs, total suspended particles, dioxins and furans, lead, zinc	
4857	Incineration	Incineration of solid urban waste	BARCELONA	Sant Adrià de Besòs	Ammonia, arsenic, cadmium, chlorine, copper, NMVOC, ^b chromium, CO ₂ , fluorine, mercury, CO, nickel, SO ₂ , NO ₂ , total suspended particles, dioxins and furans, lead	
372	Scrap metal+ELVs	Recycling of scrap metal	BARCELONA	Castellbisbal	Total suspended particles	
899	Scrap metal+ELVs	Recycling of scrap metal and metal	GERONA	Sant Julià del Llor i Bonmatí	CO, SO ₂ , NO ₂ , PM ₁₀ , lead, nitrous oxide	Chlorides, lead, phosphorus, nitrogen, COD ^c
3055	Scrap metal+ELVs	Management and recycling of scrap metal from ferrous and non-ferrous products	BARCELONA	Molins de Rei	Unvalidated releases	
3594	Scrap metal+ELVs	Recycling of ferrous and non-ferrous products	VALENCIA	Massalfassar	Arsenic, benzene, cadmium, copper, NMVOC, ^b chromium, CO ₂ , mercury, methane, CO, nickel, nitrous oxide, SO ₂ , NO ₂ , PM ₁₀ , dioxins and furans, PAHs, lead, zinc	Total organic carbon, copper, chromium, phosphorus, nickel, nitrogen, lead, zinc
4699	Scrap metal+ELVs	Management and recycling of electrical and electronic equipment, and complex scrap metal	VIZCAYA	Erandio	Cadmium, nickel, chromium, lead, copper, zinc, CO, PM ₁₀	Arsenic, chlorides, halogenated organic compounds, zinc
4885	Scrap metal+ELVs	Management and recycling of ferrous and non-ferrous scrap metal; recycling of ELVs	GERONA	Gerona	CO, SO ₂ , NO ₂ , total suspended particles	
4899	Scrap metal+ELVs	Decontamination and scrapping of ELVs; recovery or disposal of scrap metal, non-ferrous metals	BARCELONA	Terrassa		Phosphorus, PAHs, nitrogen
4905	Scrap metal+ELVs	Scrapping of ELVs	BARCELONA	Hostalets de Pierola (Els)		COD, ^c phosphorus, PAHs, nitrogen
5063	Scrap metal+ELVs	Scrapping of ELVs	HUELVA	Huelva	Unvalidated releases	
5664	Scrap metal+ELVs	Recovery of scrap metal and waste products	GERONA	Llagostera	Unvalidated releases	
5665	Scrap metal+ELVs	Recovery of ferrous and non-ferrous materials (scrap metal)	BARCELONA	Granollers	Total organic carbon, CO, NO ₂ , total suspended particles	COD, ^c phosphorus, lead
5678	Scrap metal+ELVs	Scrapping of ELVs	BARCELONA	Castellar del Vallès	Unvalidated releases	
5680	Scrap metal+ELVs	Scrapping of ELVs; recycling of ferrous and non-ferrous products	LERIDA (LLEIDA)	Mollerussa		COD, ^c PAHs, total organic carbon
5682	Scrap metal+ELVs	Scrapping of ELVs	TARRAGONA	Reus	Unvalidated releases	
5685	Scrap metal+ELVs	Scrapping of ELVs	TARRAGONA	Valls	Unvalidated releases	
5691	Scrap metal+ELVs	Recycling, recovery or disposal of ferrous and non-ferrous scrap metal; decontamination and recycling of ELVs	BARCELONA	Sant Fruitós de Bages	Unvalidated releases	
5692	Scrap metal+ELVs	Recovery of non-ferrous metal containing wastes	BARCELONA	Sant Andreu de la Barca	Unvalidated releases	
5693	Scrap metal+ELVs	Decontamination and scrapping of ELVs	BARCELONA	Sant Fruitós de Bages	Unvalidated releases	
5695	Scrap metal+ELVs	Metal recycling and recovery; recycling and recovery of ELVs; classification of wastes from electrical and electronic equipment	BARCELONA	Sant Sadurní D'Anoia	Unvalidated releases	
5704	Scrap metal+ELVs	Scrapping of ELVs	GERONA	Gerona		COD ^c
6037	Scrap metal+ELVs	Recovery of ELVs	BARCELONA	Mataró		Chlorides, COD, ^c phosphorus, nitrogen
6038	Scrap metal+ELVs	Recovery of industrial ELVs	BARCELONA	Hostalets de Pierola (Els)		COD, ^c PAHs, phosphorus, nitrogen

PRTR code	Industrial activity	Industrial sub-activity	Province	Municipality	Pollutants released in the last decade ^a	
					Air	Water
6041	Scrap metal+ELVs	Scrapping of ELVs	BARCELONA	Masies de Voltregà (Les)		Chlorides, COD, ^c PAHs, nitrogen, phosphorus
6042	Scrap metal+ELVs	Decontamination and scrapping of ELVs	BARCELONA	Polinyà	Unvalidated releases	
6043	Scrap metal+ELVs	Recycling of ELVs, scrap metal and waste metal in general	BARCELONA	Montcada i Reixac	Unvalidated releases	
6049	Scrap metal+ELVs	Recycling of scrap metal and waste metal	LERIDA (LLEIDA)	Seu D'Urgell (La)	Unvalidated releases	
6051	Scrap metal+ELVs	Decontamination of ELVs	BARCELONA	Viladecans	Unvalidated releases	
6584	Scrap metal+ELVs	Scrapping of ELVs	NAVARRRE	Berrioplano	Unvalidated releases	
6936	Scrap metal+ELVs	Recycling of scrap metal and waste metal	ZARAGOZA	Pina de Ebro	Unvalidated releases	
7328	Scrap metal+ELVs	Treatment of scrap metal wastes	GUADALAJARA	Chiloeches	NO ₂	
7443	Scrap metal+ELVs	Scrapping of ELVs	GERONA	Quart	Unvalidated releases	
7476	Scrap metal+ELVs	Recycling of ELVs: recycling of scrap metal	LERIDA	Lérida		Halogenated organic compounds, PAHs, phosphorus, nitrogen
445	Oil + oily waste	Treatment of used mineral oils	BARCELONA	Barberà del Vallès	Chlorine, PAHs, NMVOC ^b	Phosphorus, nitrogen, chlorides
772	Oil + oily waste	Recovery or disposal and regeneration of industrial oils	CORUNNA (A CORUÑA)	Laracha (A)	Arsenic, benzene, cadmium, copper, NMVOC, ^b chromium, CO ₂ , PAHs, mercury, methane, CO, nickel, nitrous oxide, SO ₂ , NO ₂ , PM ₁₀ , lead, zinc	Total organic carbon
1612	Oil + oily waste	MARPOL-waste treatment	CADIZ	Cádiz	Total organic carbon	Phenols
1879	Oil + oily waste	Treatment of used oil and fuel production	LA RIOJA	Alfaro	Total organic carbon, CO, SO ₂ , NO ₂ , PM ₁₀ , NMVOC, ^b methane	COD, ^c PAHs
2029	Oil + oily waste	Regeneration of used oil	CORUNNA	Somozas (As)	CO ₂ , CO, SO ₂	Arsenic, cadmium, cyanides, copper, chromium, phenols, mercury, nickel, lead, zinc
2378	Oil + oily waste	Treatment of oily waste	SEVILLE	Lebrija	Unvalidated releases	
3114	Oil + oily waste	Treatment of used oil	TARRAGONA	Alcover	Arsenic, cadmium, chlorine, copper, chromium, fluorine, hexachlorobenzene, mercury, CO, NO ₂ , PM ₁₀ , SO ₂ , dioxins and furans, lead, zinc	
3119	Oil + oily waste	Recovery of vegetable oils	TARRAGONA	Constantí	Unvalidated releases	
3457	Oil + oily waste	Recovery and treatment of used oil	MADRID	Paracuellos del Jarama	NO ₂ , dioxins and furans, zinc	
3474	Oil + oily waste	Treatment of and energy recovery from used oil	VALENCIA	Buñol	1,1,1-trichloroethane, arsenic, cadmium, copper, chromium, benzene, methane, CO, CO ₂ , NO ₂ , copper, mercury, nickel, NMVOC, ^b nitrous oxide, PM ₁₀ , lead, dioxins and furans, PAHs, SO ₂ , chlorine, fluorine, zinc	Chlorides, halogenated organic compounds, mercury, nitrogen, phosphorus, total organic carbon
3504	Oil + oily waste	Regeneration of used mineral oils	MADRID	Fuenlabrada	Copper, chromium, CO ₂ , fluorine, CO, SO ₂ , NO ₂ , PM ₁₀ , SO ₂ , lead, dioxins and furans, total suspended particles, total organic carbon	COD, ^c total organic carbon, trichloromethane
3508	Oil + oily waste	MARPOL-waste treatment, and fuel production	VALENCIA	Valencia	1,1,1-trichloroethane, arsenic, benzene, cadmium, chlorine, copper, NMVOC, ^b chromium, CO ₂ , fluorine, PAHs, mercury, methane, CO, nickel, nitrous oxide, SO ₂ , NO ₂ , PM ₁₀ , dioxins and furans, lead, zinc	Arsenic, total organic carbon, chromium, phenols, phosphorus, PAHs, nitrogen
3556	Oil + oily waste	MARPOL-waste treatment, and fuel production	CADIZ	Algeciras	Arsenic, cadmium, chlorine, chromium, CO ₂ , fluorine, PAHs, methane, CO, nickel, SO ₂ , NO ₂ , PM ₁₀ , nitrous oxide, dioxins and furans, lead, total suspended particles	Arsenic, cadmium, chromium, copper, nickel, total organic carbon, COD, ^c phosphorus, nitrogen, lead
3636	Oil + oily waste	Treatment of used oil and lubricants	ALAVA	Vitoria	NO ₂ , SO ₂	
3825	Oil + oily waste	Decontamination of transformers and condensers contaminated by PCBs	MURCIA	Cartagena	Benzene, PAHs, NMVOC, ^b PM ₁₀	Cadmium, copper, COD, ^c dichloromethane, nickel, polychlorinated biphenyls
3905	Oil + oily waste	Decontamination of products contaminated by PCBs	ASTURIAS	Carreño	CO ₂ , CO, SO ₂ , NO ₂ , tetrachloroethylene, trichlorobenzenes	COD, ^c halogenated organic compounds, polychlorinated biphenyls, trichlorobenzenes
4557	Oil + oily waste	Treatment of oil and oily waste	CANTABRIA	Santander	CO ₂ , CO, SO ₂ , NO ₂	Total organic carbon, COD ^c
4740	Oil + oily waste	Recovery of used oil	VIZCAYA	Zamudio	NMVOC, ^b CO ₂ , methane, CO, nitrous oxide, NO ₂	
5311	Oil + oily waste	Recycling of used oil and oily products	CORUNNA (A CORUÑA)	Somozas (As)	CO ₂ , CO, SO ₂ , NO ₂	
5493	Oil + oily waste	Treatment and recycling of used oil	GRANADA	Santa Fe	Unvalidated releases	
5910	Oil + oily waste	Treatment of oil and fats	VIZCAYA	Muskiz	Unvalidated releases	
6789	Oil + oily waste	Treatment of used oil	NAVARRRE	Aranguren	Unvalidated releases	
7167	Oil + oily waste	Treatment of oil and fats	ZARAGOZA	Puebla de Alfindén (La)	CO, SO ₂ , NO ₂	COD ^c
7412	Oil + oily waste	Treatment of oily waste and MARPOL waste	MURCIA	Cartagena		Benzene, COD, ^c toluene, vinyl chloride, xylenes
426	Packaging	Recovery and destruction of industrial packaging (drums)	BARCELONA	Granollers	Total organic carbon, CO, SO ₂	
427	Packaging	Recovery of plastic packaging	BARCELONA	Terrassa	CO ₂ , CO, SO ₂ , NO ₂	Chlorides, phosphorus, nitrogen
692	Packaging	Treatment of packaging	CASTELLON	Onda	Unvalidated releases	
2449	Packaging	Recycling of industrial packaging	TARRAGONA	Cambrils	NMVOC, ^b SO ₂ , PM ₁₀	Total organic carbon, COD ^c
3050	Packaging	Recycling of metallic and plastic packaging	BARCELONA	Rubi	Unvalidated releases	
3091	Packaging	Recycling of metallic and plastic packaging	BARCELONA	Viladecavalls	Total organic carbon, CO, NO ₂	Chlorides, COD, ^c phosphorus, nitrogen, nonylphenol
3112	Packaging	Recycling of packaging	BARCELONA	Polinyà	NMVOC, ^b PM ₁₀	
3120	Packaging	Recycling of plastic packaging	BARCELONA	Sant Andreu de la Barca	Unvalidated releases	
5557	Packaging	Recovery or disposal of metallic and plastic packaging	GUADALAJARA	Guadalajara	CO ₂ , CO, SO ₂ , NO ₂ , total suspended particles	
370	Solvents	Recovery of solvents	BARCELONA	Santa Perpètua de Mogoda	CO ₂ , CO, SO ₂ , NO ₂	Total organic carbon, chlorides
439	Solvents	Recycling of solvents	BARCELONA	Montornès del Vallès	NO ₂ , CO, NMVOC, ^b SO ₂	Phosphorus, nitrogen

PRTR code	Industrial activity	Industrial sub-activity	Province	Municipality	Pollutants released in the last decade ^a	
					Air	Water
1325	Solvents	Regeneration of solvents	BARCELONA	Santa Perpètua de Mogoda	Unvalidated releases	
1678	Solvents	Recovery of solvents	MADRID	Arganda del Rey	NMVOC, ^b CO ₂ , methane, CO, SO ₂ , NO ₂ , PM ₁₀	Total organic carbon, COD ^c
2999	Solvents	Recovery and recycling of solvents	TARRAGONA	Valls	NMVOC, ^b CO ₂ , CO, nitrous oxide, SO ₂ , NO ₂	Chlorides, dichloromethane, ethyl benzene, halogenated organic compounds, tetrachloroethylene, trichloromethane, trichloroethylene, phenols, phosphorus, nitrogen, toluene, vinyl chloride, total organic carbon, xylenes
3049	Solvents	Recovery or disposal of used solvents	BARCELONA	Gualba	Total organic carbon, CO ₂ , CO, NO ₂	
3439	Solvents	Recovery of solvents	AVILA	San Pedro del Arroyo	NMVOC, ^b CO ₂ , CO, SO ₂ , NO ₂ , PM ₁₀	
1928	Spent baths	Recovery of hydrochloric acid	ASTURIAS	Avilés	CO, CO ₂ , NO ₂ , SO ₂ , chlorine, PM ₁₀	
3713	Spent baths	Recovery of spent acid pickling baths	VIZCAYA	Bilbao	NMVOC, ^b CO ₂ , methane, CO, nitrous oxide, NO ₂	Arsenic, cadmium, chlorides, copper, organotin compounds, chromium, nickel, nitrogen, lead, phenols, total organic carbon, zinc
4613	Spent baths	Regeneration of spent hydrochloric-acid-based pickling baths used for descaling	ALAVA	Vitoria	Chlorine, copper, NMVOC, ^b CO ₂ , fluorine, methane, CO, nickel, nitrous oxide, NO ₂ , lead, zinc	
4614	Spent baths	Recovery of hydrochloric acid for obtaining iron (ferric and/or ferrous) chloride (spent baths)	ALAVA	Lantarón	Chlorine, NMVOC, ^b CO ₂ , methane, CO, nitrous oxide, SO ₂ , NO ₂ , PM ₁₀	Arsenic, cyanides, chlorides, chromium, ethyl benzene, nickel, xylenes
4719	Spent baths	Neutralization of spent acid pickling and alkaline baths containing neither cyanide nor hexavalent chromium	GUIPUZCOA	Aduna	Ammonia, chlorine, SO ₂ , NO ₂	Arsenic, cadmium, total organic carbon, cyanides, chlorides, copper, halogenated organic compounds, chromium, phenols, fluoranthene, fluorides, phosphorus, mercury, naphthalene, nickel, nitrogen, lead, zinc
4833	Spent baths	Recovery of hydrochloric acid	VALENCIA	Sagunto	Unvalidated releases	
4903	Spent baths	Recovery of spent baths containing trivalent chrome	BARCELONA	Igualada	Unvalidated releases	
1664	Physico/chemical treatment	Physico/chemical waste treatment	MADRID	Madrid	Ammonia, hydrogen cyanide, fluorine, mercury, di-(2-ethyl hexyl) phthalate	1,2-dichloroethane, anthracene, arsenic, cadmium, total organic carbon, Chloroalkanes, C10-C13, chlorides, copper, halogenated organic compounds, organotin compounds, chromium, dichloromethane, COD, ^c ethyl benzene, phenols, fluorides, phosphorus, mercury, naphthalene, nickel, nitrogen, lead, toluene, xylenes, zinc
1667	Physico/chemical treatment	Physico/chemical waste treatment	MADRID	Madrid		Total organic carbon, benzene, chlorides, halogenated organic compounds, dichloromethane, ethyl benzene, organotin compounds, phenols, phosphorus, nickel, nitrogen, xylenes, naphthalene
2088	Physico/chemical treatment	Physico/chemical hazardous waste treatment	CANTABRIA	Astillero (El)	Ammonia, arsenic, cadmium, copper, chlorine, chromium, CO ₂ , mercury, nickel, SO ₂ , NO ₂ , lead, zinc	Cadmium, copper, chromium, COD, ^c fluorides, phosphorus, nickel, nitrogen, lead, zinc, total organic carbon
3057	Physico/chemical treatment	Physico/chemical waste treatment	BARCELONA	Barcelona	Total organic carbon, chlorine, CO ₂ , CO, SO ₂ , NO ₂ , PM ₁₀	Cadmium, total organic carbon, copper, chlorides, chromium, cyanides, phosphorus, PAHs, nickel, nitrogen, lead, zinc
3086	Physico/chemical treatment	Physico/chemical waste treatment	CASTELLON	Villarreal	Ammonia, arsenic, cadmium, copper, NMVOC, ^b chromium, CO ₂ , mercury, methane, CO, nickel, nitrous oxide, SO ₂ , NO ₂ , PM ₁₀ , dioxins and furans, lead, zinc	Total organic carbon, copper, chromium, mercury, nickel, zinc
3110	Physico/chemical treatment	Physico/chemical waste treatment	BARCELONA	Martorell	Ammonia, chlorine, NMVOC, ^b CO, NO ₂ , PAHs, total suspended particles	Cadmium, total organic carbon, cyanides, chlorides, copper, chromium, phosphorus, nickel, nitrogen, lead, zinc
3452	Physico/chemical treatment	Physico/chemical waste treatment	TARRAGONA	Constantí	Ammonia, chlorine, total organic carbon, fluorine, CO, SO ₂ , NO ₂ , total suspended particles, dioxins and furans	Chlorides, copper, halogenated organic compounds, COD, ^c phosphorus
3818	Physico/chemical treatment	Physico/chemical waste treatment	VALLADOLID	Santovenia de Pisuerga	Ammonia, arsenic, CO ₂ , cadmium, chromium, copper, lead, chlorine, fluorine, NO ₂ , PM ₁₀	Total organic carbon, chlorides, nitrogen, phosphorus, zinc
65	Industrial waste	Integrated treatment and recovery of saline slags; recovery or disposal of wastes from aluminum thermal metallurgy	VALLADOLID	Valladolid	Ammonia, chlorine, NMVOC, ^b CO ₂ , CO, NO ₂ , PM ₁₀ , SO ₂	
1083	Industrial waste	Elimination, recovery or disposal of industrial waste	HUELVA	Palos de la Frontera	PM ₁₀ , total suspended particles	
1665	Industrial waste	Industrial waste treatment	MADRID	San Fernando de Henares	Unvalidated releases	
1938	Industrial waste	Treatment and recycling of metallurgical waste	ASTURIAS	Gijón	Total suspended particles	
2103	Industrial waste	Industrial waste treatment	CANTABRIA	Astillero (El)	Arsenic, cadmium, chlorine, copper, chromium, CO ₂ , fluorine, hexachlorobenzene, PAHs, CO, nickel, SO ₂ , NO ₂ , PM ₁₀ , lead, zinc	Cadmium, total organic carbon, cyanides, chlorides, copper, chromium, phenols, fluorides, phosphorus, nickel, nitrogen, lead, zinc
2568	Industrial waste	Industrial waste treatment	TOLEDO	Casarrubios del Monte	Arsenic, cadmium, chlorine, copper, NMVOC, ^b chromium, CO, CO ₂ , nickel, SO ₂ , NO ₂ , total suspended particles, lead, zinc	Arsenic, cadmium, chlorides, chromium, copper, cyanides, fluorides, mercury, nickel, lead, nitrogen, phosphorus, total organic carbon, zinc
3028	Industrial waste	Recovery and smelting of aluminum skimmings	LERIDA	Seròs	Chlorine, CO, SO ₂ , NO ₂ , total suspended particles	
3082	Industrial waste	Recovery or disposal of sands and industrial waste	BARCELONA	Granollers	Unvalidated releases	
3710	Industrial waste	Recycling of steel mill dust	VIZCAYA	Erandio	Cadmium, copper, NMVOC, ^b chromium, CO ₂ , mercury, methane, CO, nickel, nitrous oxide, SO ₂ , NO ₂ , PM ₁₀ , lead, zinc, dioxins and furans	Arsenic, cadmium, chromium, copper, chlorides, fluorides, lead, zinc
3711	Industrial waste	Treatment of refinery waste	VIZCAYA	Muskiz	NMVOC, ^b CO ₂ , PAHs, methane, CO, nitrous oxide, SO ₂ , NO ₂ , PM ₁₀	Arsenic, total organic carbon, cyanides, chlorides, halogenated organic compounds, phosphorus, PAHs, mercury, nitrogen, zinc
4065	Industrial waste	Recycling of aluminum skimmings and other industrial waste	MADRID	Fuenlabrada	PM ₁₀ , total suspended particles	COD, ^c chlorides, copper, zinc
4733	Industrial waste	Treatment of metallurgical waste	GUIPUZCOA	Azkoitia	Unvalidated releases	
5907	Industrial waste	Treatment of metallurgical waste	GUIPUZCOA	Azkoitia	Unvalidated releases	
6749	Industrial waste	Industrial waste treatment	NAVARRRE	Pamplona	Unvalidated releases	

PRTR code	Industrial activity	Industrial sub-activity	Province	Municipality	Pollutants released in the last decade ^a	
					Air	Water
6807	Industrial waste	Recovery or disposal and reuse of industrial waste	NAVARRRE	Pamplona	Unvalidated releases	
537	Wastes not otherwise specified	Integrated waste treatment (metallic and plastic packaging, paper, textile fibers, ELVs)	CADIZ	Jerez de la Frontera	Methane, CO ₂	Total organic carbon, COD ^c
707	Wastes not otherwise specified	Recovery or disposal of plastic packaging, waste ceramics; soil decontamination	CASTELLON	Vall D'Alba	Arsenic, cadmium, copper, NMVOC, ^b chromium, CO ₂ , mercury, methane, CO, nickel, nitrous oxide, SO ₂ , NO ₂ , PM ₁₀ , dioxins and furans, lead, zinc	
734	Wastes not otherwise specified	Treatment of special waste; treatment of used oil; recovery or disposal of used packaging; soil decontamination	CORDOBA	Córdoba	Chlorine, NMVOC, ^b CO ₂ , fluorine, CO, SO ₂ , NO ₂ , PM ₁₀ , total suspended particles	
1567	Wastes not otherwise specified	Recycling, crushing and shredding of spent lead batteries	ZARAGOZA	Pina de Ebro	Unvalidated releases	
2031	Wastes not otherwise specified	Medical waste treatment	TARRAGONA	Constantí	CO, SO ₂ , NO ₂	COD ^c
2032	Wastes not otherwise specified	Medical waste treatment	MADRID	Arganda del Rey	CO ₂ , CO	Total organic carbon, nitrogen, phosphorus, mercury, COD ^c
2089	Wastes not otherwise specified	Recovery of silver from photochemical wastes	CANTABRIA	Camargo	CO, SO ₂ , NO ₂	Cadmium, copper, chromium, COD, ^c fluorides, phosphorus, nickel, lead, zinc, total organic carbon
2470	Wastes not otherwise specified	Treatment of special waste	BARCELONA	Barberà del Vallès		Chlorides, COD, ^c phosphorus, nitrogen
2702	Wastes not otherwise specified	Treatment of batteries and other lead wastes	VALLADOLID	Medina del Campo	Lead	
3187	Wastes not otherwise specified	Integrated waste management and waste transfer center	BARCELONA	Montmeló	Chlorine, NMVOC, ^b PM ₁₀ , total organic carbon	Chlorides, COD, ^c phosphorus
3690	Wastes not otherwise specified	Treatment of hazardous waste (wastes from the photographic industry, solvents, dyes, absorbents, packaging)	VIZCAYA	Bilbao	Unvalidated releases	
5703	Wastes not otherwise specified	Recovery of solid and liquid waste from radiologic and photographic processes	BARCELONA	Sant Andreu de la Barca		COD, ^c phosphorus, nitrogen
5781	Wastes not otherwise specified	Crushing and shredding of spent lead batteries; recovery of lead capacitors	ZARAGOZA	Pina de Ebro	Unvalidated releases	
6053	Wastes not otherwise specified	Treatment of scrap metal, ELVs, paper and cardboard, metals. Containers	LERIDA	Lérida		COD, ^c PAHs, phosphorus
6251	Wastes not otherwise specified	Treatment of hospital waste matter	MURCIA	Cartagena	CO ₂ , CO, SO ₂ , NO ₂	Arsenic, cadmium, chromium, cyanides, COD, ^c fluorides, lead, total organic carbon, copper, mercury, nickel, nitrogen, organotin compounds, phenols, zinc
6431	Wastes not otherwise specified	Recovery of textile waste (rags, cleaning cloths, gloves)	BARCELONA	Barberà del Vallès	NMVOC, ^b CO ₂ , methane, CO, NO ₂	Cadmium, cyanides, chlorides, copper, halogenated organic compounds, chromium, phosphorus, PAHs, nickel, nitrogen, lead, zinc
7403	Wastes not otherwise specified	Recovery of silver from photochemical wastes	CANTABRIA	Camargo	Unvalidated releases	
7478	Wastes not otherwise specified	Recovery of metal, scrap metal, ELVs, wastes from electrical and electronic equipment, batteries, refrigerators, transformers contaminated by PCBs	BARCELONA	Molins de Rei	PM ₁₀	COD, ^c phosphorus, PAHs, nitrogen

^aPollutants released in the period 2001-2010 and included in the IPCC database.

^bNon-methane organic compounds.

^cChemical oxygen demand.

Supplementary data, Table 3.

PRT Code	Releases to air (IPPC, 2007) (kg/year) ^a																																					TOTAL
	A1 ^b	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20	A21	A22	A23	A24	A25	A26	A27	A28	A29	A30	A31	A32	A33	A34	A35			
65	0	34000	0	0	0	0	0	0	471	0	0	54200	0	16700000	0	0	0	0	0	0	28400	0	0	0	0	39900	1250	0	0	0	0	0	0	0	0	16858221		
132	0	645	0	0	0	0.66	0	0	5320	0	3	1900	46	82700000	151	0	0.32	0	0.34	0	4630	0	3	0	10100	103000	800	0	0.00003	4	0	0	0	0	0	82826604		
370	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	54100000	0	0	0	0	0	0	893	0	0	0	2070	6020	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5418983		
372	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0		
426	0	0	0	0	0	0	5840	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5847		
427	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	18	135	0	0	0	0	0	0	0	0	0	171		
439	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0			
445	0	0	0	0	0	0	0	0	0.50	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11		
467	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0			
537	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
692	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0			
707	0	0	0	0.001	0	0.001	0	0	0	0	0.001	8	0.0002	39300	0	0	0	0	0.001	0.92	6	0	0.001	0.38	1	38	3	0	2.5E-10	0.002	0	0	0	0	0.001	39357		
734	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	89	0	253000	1	0	0	0	0	0	328	0	0	0	25	101	0	150	0	0	0	0	0	0	0	253708		
772	0	0	0	0.29	0.05	0.09	0	0	0	0	0.40	726	0.19	3500000	0	0	0.24	0	0.03	225	901	0	19	24	2470	3100	1400	0	0	0.35	0	0	0	0	7			
838	0	0	0.51	0.51	0	0.21	2480	0	664	0.07	0.68	0	0.20	9340000	61	0	0	2	0.47	0	5050	0	2	0	2150	44100	826	0	0	0.39	1	0	0.25	0	9395339			
899	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	433	0	0	0	0	882	666	10	0	0	1	0	0	0	1992			
1083	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	228	482	0	0	0	0	0	0	0	710			
1325	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0			
1567	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0			
1612	0	0	0	0	0	0	477	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	477		
1664	0	2	0	0	0	0	0	0.09	0	0	0	0	0	0	0.04	0	0	0	0.001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2		
1665	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0			
1667	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
1678	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	73	0	797000	0	0	0	0	0	2	108	0	0	0	998	865	35	0	0	0	0	0	0	0	0	799081		
1700	0	162	0	2	0	2	0	5.43	3490	0	8	4160	2	34300000	6	0	0	0	0.19	0	3260	0.01	2	0	18800	98200	1350	0	4.8E-06	10	0	0	0	0	20	34429480		
1879	0	0	0	0	0	0	201	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	885	0	0	0	245	2040	245	0	0	0	0	0	0	0	0	3616		
1928	0	0	0	0	0	0	0	9580	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10200	0	0	0	0	0	0	0	0	19780			
1938	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	272	0	0	0	0	0	0	0	272			
2029	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3000000	0	0	0	0	0	0	1500	0	0	0	1700	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3003200			
2031	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	82	0	0	0	9	168	0	0	0	0	0	0	0	0	259			
2032	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	465000	0	0	0	0	0	0	12.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	465013		
2088	0	233	0	2	0	0.3	0	0	0	0	0.70	0	0.88	8500	0	0	0	0	0.33	0	0	0	2	0	5300	18700	0	0	0	1	0	0	0	0	32740			
2089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	79	18	0	0	0	0	0	0	0	0	111			
2103	0	0	0	4	0	0.8	0	0	414	0	2	0	4	322000	20	17	37	0	0	0	2250	0	4	0	719	2680	310	0	0	8	0	0	0	0	12	328483		
2378	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0			
2438	0	2980	3	3	0	0.63	596	0	4470	0	1	0	0.93	43600000	67	0	0	0	1	0	596	0	0.65	0	5380	114000	3730	0	2.0E-06	0.87	1	0	0.50	0	43731832			
2449	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24900	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	308	0	46	0	0	0	0	0	0	0	25254			
2469	0	0	9	9	0	8	0	0	0	8	9	0	8	0	0	0	0	8	2	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	2.0E-06	9	9	0	9	0	96		
2470	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
2568	0	0	0	0.25	0	0.01	0	0	0.81	0	0.10	89	0.62	0	0	0	0	0	0	0	258	0	0.01	0	77	137	0	10	0	0.01	0	0	0	0	0.01	573		
2702	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	295	0	0	0	0	295			
2999	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4510	0	2300000	0	0	0	0	0	0	313	0	0	2500	2890	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2310213			
3028	0	0	0	0	0	0	0	253	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38000	0	0	0	3800	5760	0	1730	0	0	0	0	0	0	0	49543		
3049	0	0	0	0	0	0	1120	0	0	0	0	0	0	1050000	0	0	0	0	0	0	224	0	0	0	0	2590	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1053934		
3050	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0			
3055	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0			
3057	0	0	0	0	0	0	12700	0	24	0	0	0	0	1150000	0	0	0	0	0	0	200	0	0	0	6520	2820	64	0	0	0	0	0	0	0	0	1172328		
3082	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0			
3086	0	95	0	0.001	0	0.001	0	0	0	0	0.001	10	0.0003	50100	0	0	0	0	0.001																			

[illegible]

Supplementary data, Table 4.

PRTR Code	Releases to water (IPPC 2007) (kg/year) ^a																												TOTAL
	W1 ^b	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W10	W11	W12	W13	W14	W15	W16	W17	W18	W19	W20	W21	W22	W23	W24	W25	W26	W27	W28	
65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
132	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
370	0	0	0	1960	0	0	24500	0	0	0	0	0	7150	0	0	0	0	702	0	0	0	0	1010	0	0	0	0	0	
372	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
426	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
427	0	0	0	0	0	0	407	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	
439	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
445	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.05	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	
467	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
537	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
692	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
707	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
734	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
772	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
838	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
899	0	0	0	0	0	0	253	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	142	0	0	0	0	0	
1083	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1325	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
1567	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
1612	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1664	0.0004	0.15	2	3830	0	0.54	564000	9	15	0.0002	2	0.34	16900	0.67	13	0	6	19	0	0.003	0.28	6							

PRT Code	Releases to water (IPPC 2007) (kg/year) ^a																												TOTAL
	W1 ^b	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W10	W11	W12	W13	W14	W15	W16	W17	W18	W19	W20	W21	W22	W23	W24	W25	W26	W27	W28	
3710	0	29	0	0	0	0	3240000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10200	0	0	0	0	0	0	5	0	0	4.97	3250239	
3711	0	0.25	0	1020	0.337	0	23700	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0.05	0.08	0	0	1290	0	0	0	0	16	26102
3713	0	0	0.08	0	0	0	16100	4	0	0.76	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	1750	0	8	0	0	7	17883
3818	0	0	0	110	0	0	500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	641
3825	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
3905	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4065	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4557	0	0	0	49	0	0	0	0	0	0	0	0	171	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	220
4613	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4614	0	0.44	0	0	0.653	0	85400	0	0	0.15	0	0	0	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0.44	0	0	0	0	0.02	0	85402
4699	0	0.67	0	0	0	0	5020	0	0.47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	5025
4719	0	0.45	0.45	2200	0.45	0	428000	8	7	0	0.45	0	0	0	4	0.89	4	4	0	0.45	0.89	2	327	0	0.45	0	0	7	430569
4733	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0
4740	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4833	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0
4857	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4885	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4899	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.03	0.02	0	0	0	0.35	0	0	0	0	0	0.39
4903	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0
4905	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	0	0	0	0	3	7	0	0	0	52	0	0	0	0	0	83
5063	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0
5311	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5493	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0
5557	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5664	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0
5665	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0.15	0	0	0	0	2	0	0.08	0	0	0	4
5678	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0
5680	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0
5682	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0
5685	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0
5691	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0
5692	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0
5693	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0
5695	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0
5703	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.17	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0.05	0	0	0	0	0	0.22
5704	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.001
5781	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0
5907	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0
5910	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0
6037	0	0	0	0	0	0	0.04	0	0	0	0	0	0.004	0	0	0	0	0.001	0	0	0	0	0.001	0	0	0	0	0	0.04
6038	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	31	0	0	0	0	0	33
6041	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.50	0	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0.52
6042	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0
6043	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0
6049	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0
6051	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0
6053	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0
6251	0	0	0	652	0	0	0	0.08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.06	0	0.05	84	0	0	0	0	0.19	736
6431	0	0	0.30	0	0.30	0	493	0.30	0.11	0	0.30	0	0	0	0	0	0	11	0.60	0	0	0.30	14	0	0.60	0	0	0.60	522
6584	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0
6749	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0
6789	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0
6807	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0
6936	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0
7167	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.06
7328	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7403	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0
7412	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0
7443	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0
7476	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	18	0	0	0	0	0	21
7478	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	883	0	0	0	0	20	5	0	0	0	278	0	0	0	0	0	1186
TOTAL	0.0004	33	20	73480	10	0.54																							

Supplementary data, Table 5.

	T ^a	Obs ^b	Exp ^c	BYM model	
				RR ^d	95%CrI ^e
<i>Leukemia<15 years</i>	237	126	133.5	1.00	0.74-1.31
Total	237	72	80.2	0.98	0.66-1.39
Men	237	54	53.3	1.03	0.66-1.54
Women					
<i>Leukemia<25 years</i>					
Total	237	248	247.3	1.01	0.81-1.25
Men	237	145	153.4	0.97	0.72-1.27
Women	237	103	93.9	1.10	0.79-1.49
<i>Brain cancer<15 years^f</i>					
Total	237	66	67.7	0.84	0.56-1.21
Men	237	43	41.8	0.95	0.57-1.48
Women	237	23	26.0	0.73	0.37-1.28
<i>Brain cancer<25 years^f</i>					
Total	237	136	133.6	0.95	0.71-1.24
Men	237	75	76.8	1.01	0.69-1.43
Women	237	61	56.8	0.91	0.59-1.33
<i>Brain cancer<15 years^g</i>					
Total	163	41	40.5	0.92	0.59-1.36
Men	163	29	25.0	1.11	0.64-1.79
Women	163	12	15.5	0.69	0.31-1.29
<i>Brain cancer<25 years^g</i>					
Total	163	107	79.5	0.94	0.68-1.26
Men	163	45	45.7	1.05	0.68-1.54
Women	163	62	33.8	0.84	0.51-1.29

^aNumber of towns situated at ≤5 km from incinerators and hazardous waste treatment installations as a whole.^bObserved deaths.^cExpected deaths.^dRRs adjusted for population size, percentage illiteracy, farmers and unemployed persons, average persons per household, and mean income^e95% credible interval.^fTaking 1 year as the minimum induction period.^gTaking 10 years as the minimum induction period.

Supplementary data, Table 6.

	T ^a	Obs ^b	Exp ^c	BYM model		Mixed model			T ^a	Obs ^b	Exp ^c	BYM model		Mixed model	
				RR ^d	95%CrI ^e	RR ^d	95%CI ^f					RR ^d	95%CrI ^e	RR ^d	95%CI ^f
<i>All cancers^g</i>								<i>Melanoma</i>							
Total	163	91708	85109.6	1.06	1.04-1.09	1.06	1.05-1.07	Total	163	750	724.8	0.98	0.87-1.09	0.99	0.90-1.10
Men	163	58275	53071.8	1.08	1.05-1.11	1.08	1.07-1.10	Men	163	391	388.5	0.97	0.84-1.12	0.97	0.84-1.11
Women	163	33433	32037.8	1.03	1.01-1.06	1.03	1.01-1.04	Women	163	359	336.3	1.00	0.85-1.17	1.02	0.88-1.19
<i>Oral and pharyngeal cancer</i>								<i>Skin cancer</i>							
Total	163	2482	2178.7	1.04	0.95-1.14	1.11	1.05-1.19	Total	163	354	424.0	1.11	0.93-1.31	1.10	0.94-1.27
Men	163	2056	1804.5	1.03	0.94-1.13	1.11	1.04-1.19	Men	163	209	226.5	1.23	0.99-1.50	1.26	1.03-1.53
Women	163	426	374.2	1.09	0.94-1.26	1.07	0.93-1.24	Women	163	145	197.5	0.97	0.75-1.23	0.88	0.70-1.10
<i>Esophageal cancer</i>								<i>Breast cancer</i>							
Total	163	1960	1733.3	0.99	0.90-1.09	1.07	1.00-1.15	Women	163	5898	5696.3	0.99	0.93-1.04	0.99	0.95-1.03
Men	163	1710	1504.0	1.01	0.91-1.11	1.08	1.00-1.16	<i>Vulvar and vaginal cancer</i>							
Women	163	250	229.4	0.92	0.74-1.13	1.02	0.84-1.24	Women	163	316	316.0	1.07	0.90-1.25	1.06	0.91-1.24
<i>Stomach cancer</i>								<i>Uterine cancer</i>							
Total	163	6123	5646.0	1.18	1.10-1.27	1.07	1.03-1.11	Women	163	1691	1762.9	0.98	0.89-1.06	0.98	0.91-1.05
Men	163	3822	3461.8	1.18	1.09-1.28	1.09	1.04-1.15	<i>Ovarian cancer</i>							
Women	163	2301	2184.3	1.16	1.06-1.27	1.04	0.98-1.11	Women	163	1852	1770.0	1.14	1.05-1.23	1.12	1.05-1.21
<i>Small intestine cancer</i>								<i>Prostate cancer</i>							
Total	163	123	129.8	0.87	0.65-1.12	0.86	0.66-1.10	Men	163	4915	4975.5	0.95	0.90-1.01	0.99	0.95-1.03
Men	163	67	70.5	0.86	0.61-1.17	0.85	0.62-1.17	<i>Testicular cancer</i>							
Women	163	56	59.3	0.88	0.60-1.24	0.85	0.59-1.24	Men	163	35	43.7	0.89	0.54-1.36	0.73	0.46-1.16
<i>Colorectal cancer</i>								<i>Bladder cancer</i>							
Total	163	12265	11367.2	1.08	1.03-1.13	1.06	1.03-1.09	Total	163	4131	3809.9	1.08	1.01-1.16	1.07	1.02-1.12
Men	163	7084	6343.6	1.12	1.06-1.18	1.08	1.04-1.12	Men	163	3419	3138.4	1.10	1.02-1.18	1.09	1.03-1.14
Women	163	5181	5023.6	1.04	0.98-1.10	1.03	0.99-1.08	Women	163	712	671.5	1.02	0.91-1.15	1.02	0.91-1.13
<i>Liver cancer</i>								<i>Renal cancer</i>							
Total	163	2929	2310.4	1.18	1.06-1.30	1.23	1.15-1.31	Total	163	1918	1651.3	1.14	1.04-1.23	1.07	1.00-1.15
Men	163	2075	1678.6	1.17	1.05-1.30	1.22	1.13-1.31	Men	163	1268	1094.0	1.12	1.02-1.24	1.07	0.98-1.17
Women	163	854	631.8	1.20	1.02-1.40	1.24	1.10-1.40	Women	163	650	557.4	1.16	1.02-1.31	1.11	0.99-1.26
<i>Gallbladder cancer</i>								<i>Brain cancer</i>							
Total	163	1339	1262.6	1.10	0.99-1.21	1.10	1.01-1.19	Total	163	2380	2245.9	1.04	0.97-1.12	1.03	0.97-1.10
Men	163	511	432.5	1.26	1.08-1.45	1.23	1.07-1.41	Men	163	1285	1248.8	1.00	0.91-1.09	1.00	0.92-1.08
Women	163	828	830.1	1.02	0.90-1.15	1.04	0.94-1.15	Women	163	1095	997.0	1.11	1.00-1.22	1.10	1.00-1.20
<i>Pancreatic cancer</i>								<i>Cancer of other parts of nervous system</i>							
Total	163	4272	4004.6	1.01	0.95-1.07	1.00	0.96-1.05	Total	163	69	78.4	0.98	0.67-1.39	0.96	0.68-1.40
Men	163	2272	2133.0	1.01	0.94-1.09	1.00	0.94-1.07	Men	163	39	39.1	1.27	0.79-1.91	1.16	0.74-1.83
Women	163	2000	1871.6	1.02	0.94-1.10	1.01	0.94-1.08	Women	163	30	39.3	0.80	0.45-1.30	0.81	0.49-1.36
<i>Peritoneal cancer</i>								<i>Thyroid cancer</i>							
Total	163	260	226.6	1.20	0.97-1.46	1.12	0.92-1.36	Total	163	282	258.4	1.15	0.96-1.38	1.15	0.97-1.37
Men	163	115	102.6	1.30	0.96-1.73	1.28	0.97-1.69	Men	163	91	87.0	1.06	0.79-1.40	1.03	0.78-1.36
Women	163	145	124.0	1.10	0.85-1.40	1.01	0.79-1.30	Women	163	191	171.4	1.17	0.93-1.45	1.19	0.96-1.48
<i>Nasal cancer</i>								<i>Ill-defined tumors</i>							
Total	163	98	88.1	1.21	0.88-1.62	1.18	0.87-1.60	Total	163	5946	5747.7	1.03	0.97-1.09	1.02	0.98-1.06
Men	163	67	61.8	1.21	0.82-1.70	1.15	0.79-1.65	Men	163	3417	3209.2	1.04	0.97-1.11	1.03	0.98-1.09
Women	163	31	26.4	1.12	0.65-1.79	1.10	0.66-1.85	Women	163	2529	2538.5	1.00	0.93-1.07	1.00	0.94-1.06
<i>Laryngeal cancer</i>								<i>Non-Hodgkin lymphoma</i>							
Total	163	1805	1681.5	1.07	0.97-1.17	1.06	0.98-1.14	Total	163	2396	2240.2	1.02	0.94-1.11	1.09	1.02-1.16
Men	163	1751	1620.0	1.08	0.98-1.19	1.06	0.99-1.15	Men	163	1274	1171.1	1.07	0.97-1.19	1.12	1.03-1.22
Women	163	54	61.5	0.87	0.59-1.23	0.86	0.60-1.23	Women	163	1122	1069.1	0.96	0.87-1.07	1.03	0.94-1.13
<i>Lung cancer</i>								<i>Hodgkin lymphoma</i>							
Total	163	19214	17394.4	1.10	1.05-1.15	1.10	1.07-1.12	Total	163	238	234.7	1.00	0.82-1.19	1.01	0.84-1.22
Men	163	17156	15336.5	1.12	1.06-1.18	1.12	1.10-1.15	Men	163	133	132.8	1.00	0.78-1.26	0.99	0.79-1.25
Women	163	2058	2057.8	0.92	0.84-1.00	0.91	0.85-0.97	Women	163	105	101.9	1.03	0.78-1.33	1.05	0.79-1.40
<i>Pleural cancer</i>								<i>Myeloma</i>							
Total	163	394	206.8	1.71	1.34-2.14	1.74	1.44-2.11	Total	163	1532	1429.2	1.06	0.97-1.15	1.07	0.99-1.16
Men	163	284	147.0	1.84	1.39-2.40	1.86	1.48-2.34	Men	163	747	702.8	1.06	0.95-1.18	1.07	0.97-1.19
Women	163	110	59.7	1.52	1.04-2.14	1.51	1.07-2.14	Women	163	785	726.4	1.05	0.93-1.17	1.05	0.95-1.17
<i>Bone cancer</i>								<i>Leukemia</i>							
Total	163	286	288.6	1.05	0.88-1.24	1.04	0.88-1.23	Total	237	5378	4947.1	1.10	1.03-1.17	1.06	1.01-1.11
Men	163	177	168.6	1.03	0.83-1.27	1.02	0.83-1.26	Men	237	2956	2713.8	1.12	1.04-1.21	1.09	1.02-1.16
Women	163	109	120.1	1.09	0.83-1.40	1.06	0.82-1.38	Women	237	2422	2233.4	1.07	0.98-1.17	1.04	0.97-1.20
<i>Connective and soft tissue cancer</i>															
Total	163	433	412.6	1.08	0.93-1.25	1.07	0.93-1.23								
Men	163	220	211.1	1.09	0.90-1.31	1.08	0.90-1.30								
Women	163	213	201.5	1.06	0.85-1.30	1.06	0.87-1.30								

^aNumber of towns situated at ≤5 km from incinerators and hazardous waste treatment installations as a whole.^bObserved deaths.^cExpected deaths.^dRRs adjusted for population size, percentage illiteracy, farmers and unemployed persons, average persons per household, and mean income^e95% credible interval.^f95% confidence interval.^gSum of the 33 types of cancer analyzed.

Supplementary data, Table 7.

Tumor	Sex	Observed	Moran's I statistic	P-value
All cancers ^a	Total	893060	0.13609260	0.0001
All cancers ^a	Men	561225	0.13390940	0.0001
All cancers ^a	Women	331835	0.03867270	0.0006
Oral cavity-pharynx	Total	21978	0.02851527	0.0039
Oral cavity-pharynx	Men	18136	0.03281445	0.0031
Oral cavity-pharynx	Women	3842	-0.00497693	0.4660
Esophagus	Total	17760	0.01497462	0.0725
Esophagus	Men	15377	0.01346098	0.0979
Esophagus	Women	2383	0.00217831	0.7441
Stomach	Total	59671	0.05919367	0.0001
Stomach	Men	36754	0.02406238	0.0073
Stomach	Women	22917	0.02936369	0.0049
Small intestine	Total	1364	0.02321788	0.0163
Small intestine	Men	744	0.00324212	0.5262
Small intestine	Women	620	0.00357149	0.3594
Colon-rectum	Total	120841	0.03348700	0.0004
Colon-rectum	Men	68095	0.02178990	0.0131
Colon-rectum	Women	52746	0.00376531	0.6319
Liver	Total	24255	0.03272991	0.0012
Liver	Men	17609	0.03650195	0.0014
Liver	Women	6646	0.00174938	0.8100
Gallbladder	Total	13467	0.00899794	0.2574
Gallbladder	Men	4682	0.00450373	0.5436
Gallbladder	Women	8785	-0.00320082	0.6723
Pancreas	Total	41918	0.00662672	0.4224
Pancreas	Men	22328	-0.00178663	0.8569
Pancreas	Women	19590	0.00416046	0.5961
Peritoneum	Total	2347	-0.00743644	0.2266
Peritoneum	Men	1066	-0.00181122	0.7607
Peritoneum	Women	1281	-0.00604124	0.2213
Nasal	Total	908	-0.00354655	0.4886
Nasal	Men	636	-0.00236683	0.6296
Nasal	Women	272	-0.00282667	0.2493
Larynx	Total	17297	0.00871922	0.2829
Larynx	Men	16674	0.00830898	0.3049
Larynx	Women	623	-0.00460573	0.1950
Lung	Total	181027	0.13861970	0.0001
Lung	Men	160104	0.14922080	0.0001
Lung	Women	20923	-0.00076182	0.9473
Pleura	Total	2156	0.00991473	0.1093
Pleura	Men	1538	0.01131336	0.0688
Pleura	Women	618	-0.00120012	0.8281
Bone	Total	2921	0.00620273	0.3433
Bone	Men	1702	0.01073817	0.0778
Bone	Women	1219	-0.00403557	0.4080
Connective and soft tissue	Total	4182	-0.00422738	0.5665
Connective and soft tissue	Men	2148	-0.00242306	0.7297
Connective and soft tissue	Women	2034	-0.00170239	0.7879
Melanoma	Total	7401	-0.00359993	0.6458
Melanoma	Men	3987	-0.00314765	0.6672
Melanoma	Women	3414	0.00252278	0.7087
Skin	Total	4632	0.00603235	0.3792
Skin	Men	2498	0.00456981	0.4815
Skin	Women	2134	0.00701161	0.2312
Breast	Women	57830	0.01816782	0.0409
Vulva and vagina	Women	3355	-0.00728299	0.2742
Uterus	Women	18080	0.01081323	0.1745
Ovary	Women	18046	0.00180327	0.8134
Prostate gland	Men	55772	0.02395405	0.0060
Testis	Men	425	-0.00083472	0.8640
Bladder	Total	41282	0.02099862	0.0140
Bladder	Men	34107	0.02300539	0.0092
Bladder	Women	7175	-0.00249227	0.7499
Kidney	Total	17341	0.00365353	0.6497
Kidney	Men	11532	0.00548841	0.4631
Kidney	Women	5809	-0.00015571	0.9937
Brain	Total	22689	0.00063534	0.9354
Brain	Men	12622	-0.01103704	0.1687
Brain	Women	10067	0.00870612	0.2573
Other central nervous system	Total	801	-0.00565016	0.1698
Other central nervous system	Men	400	-0.00331781	0.2930
Other central nervous system	Women	401	-0.00124413	0.7755
Thyroid gland	Total	2711	0.00413772	0.5100
Thyroid gland	Men	911	-0.00197359	0.7459
Thyroid gland	Women	1800	0.00385805	0.4953
Ill-defined	Total	60638	0.01733277	0.0393
Ill-defined	Men	33968	0.00926813	0.2712
Ill-defined	Women	26670	0.00911907	0.2623
Non-Hodgkin lymphoma	Total	23338	0.00724669	0.3802
Non-Hodgkin lymphoma	Men	12229	0.00254773	0.7342
Non-Hodgkin lymphoma	Women	11109	0.01269486	0.1000
Hodgkin lymphoma	Total	2379	-0.00386222	0.5652
Hodgkin lymphoma	Men	1345	-0.00582930	0.2573
Hodgkin lymphoma	Women	1034	-0.00223628	0.6798
Myeloma	Total	15178	0.01292908	0.1116
Myeloma	Men	7541	-0.00104481	0.8915
Myeloma	Women	7637	0.00892536	0.2204
Leukemia	Total	29070	0.00379937	0.6310
Leukemia	Men	16295	0.01199455	0.1279
Leukemia	Women	12775	-0.00888875	0.2602

^a Sum of the 33 types of cancer analyzed.

Supplementary data, Figure 1.



