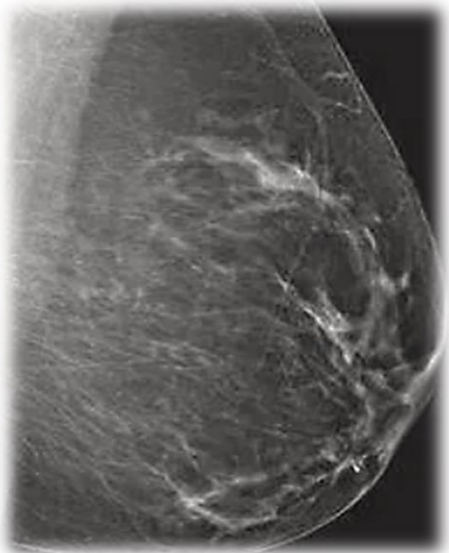


## Seminarios del CNE

# EXPOSICIÓN AMBIENTAL Y LABORAL A SUSTANCIAS CONTAMINANTES Y DENSIDAD MAMOGRÁFICA

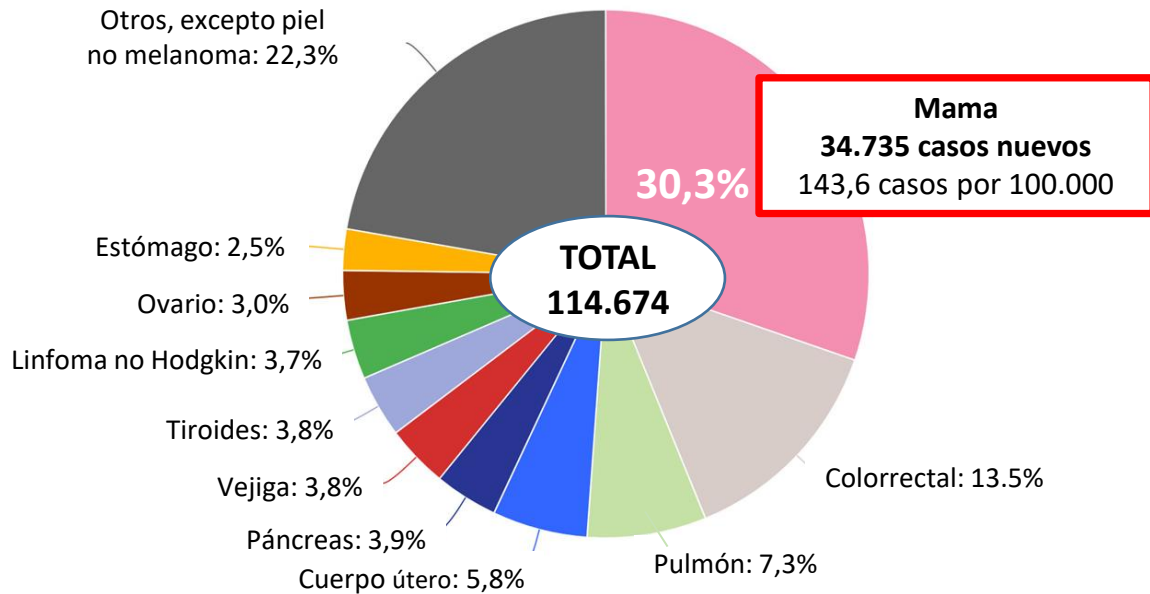
Tamara Jiménez Castellanos  
HM CINAC. UCJC.

Madrid, 22 enero 2026



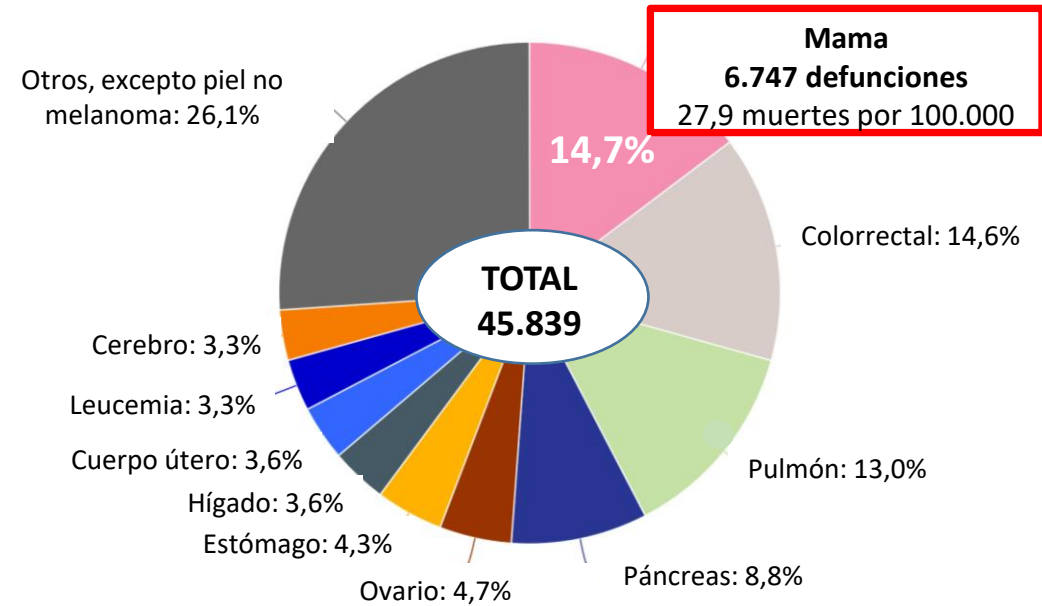
Esta licencia permite a los reutilizadores distribuir, remezclar, adaptar y desarrollar el material en cualquier medio o formato únicamente con fines no comerciales y siempre que se otorgue la atribución al creador. Si remezcla, adapta o construye sobre el material, debe licenciar el material modificado bajo términos idénticos.

### Incidencia. Año 2022, mujeres

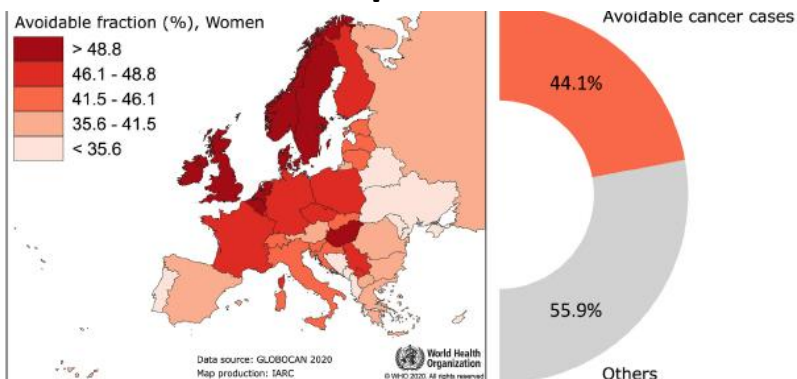


Fuente: ECIS 2022

### Mortalidad. Año 2022, mujeres

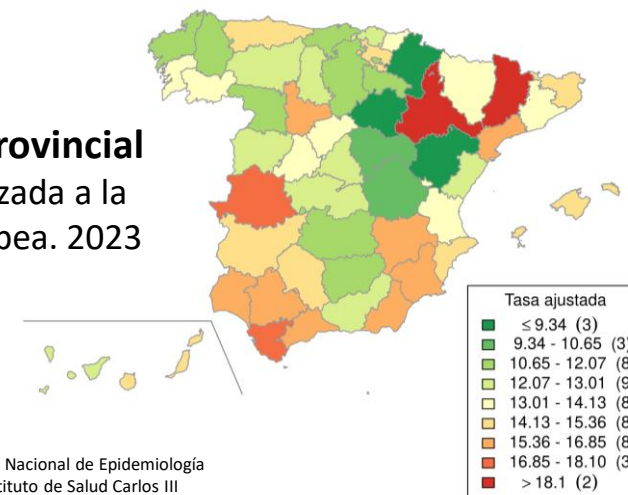


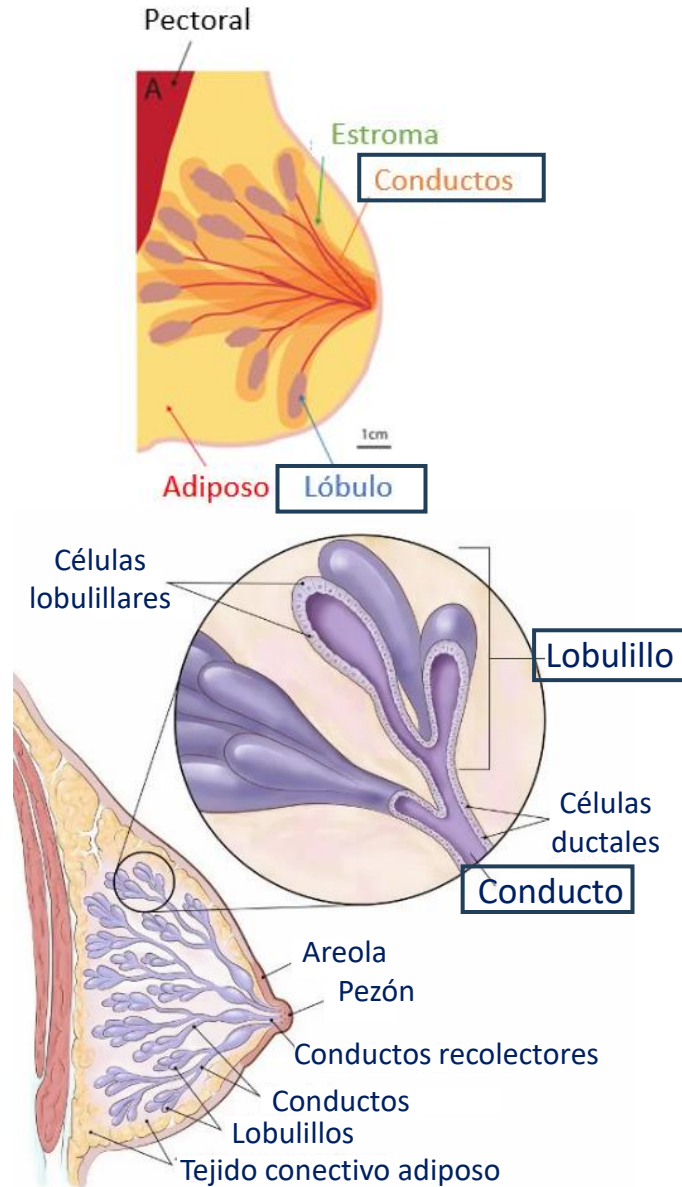
### Casos prevenibles



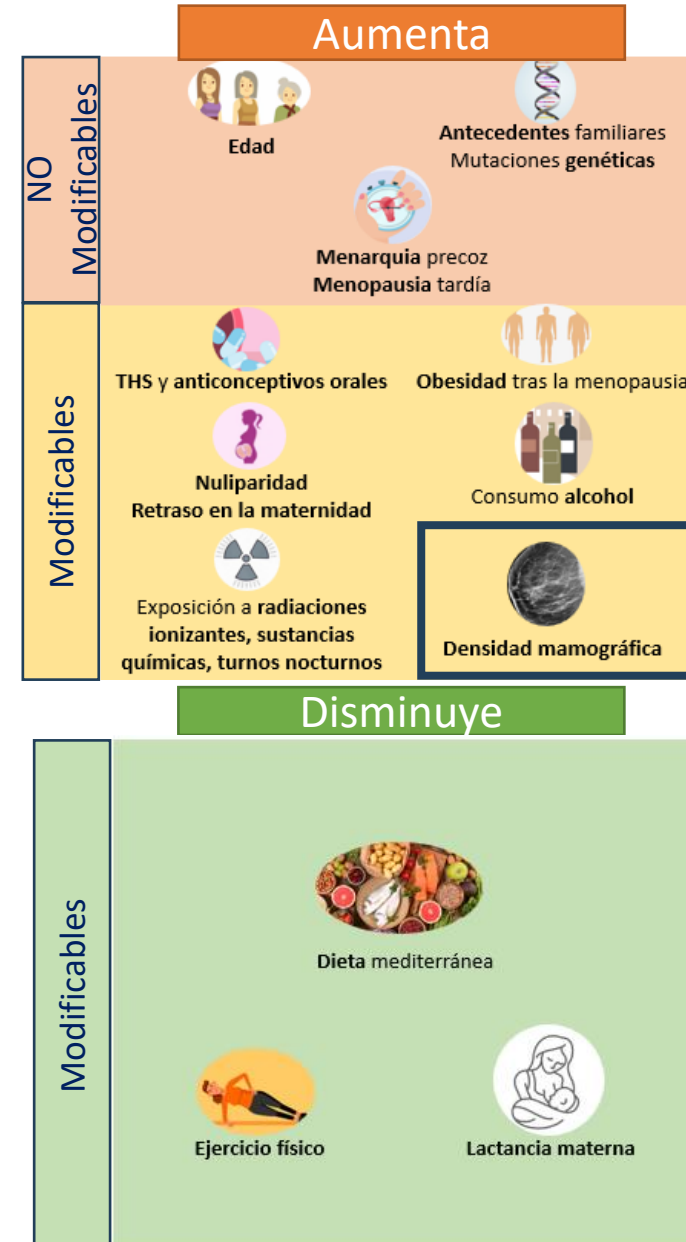
### Mortalidad provincial

Tasa estandarizada a la población europea. 2023



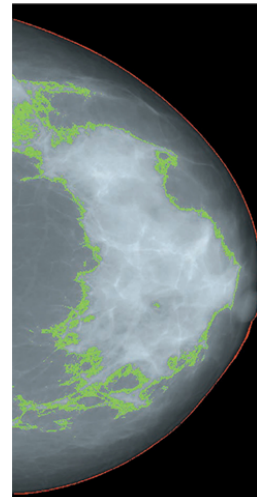
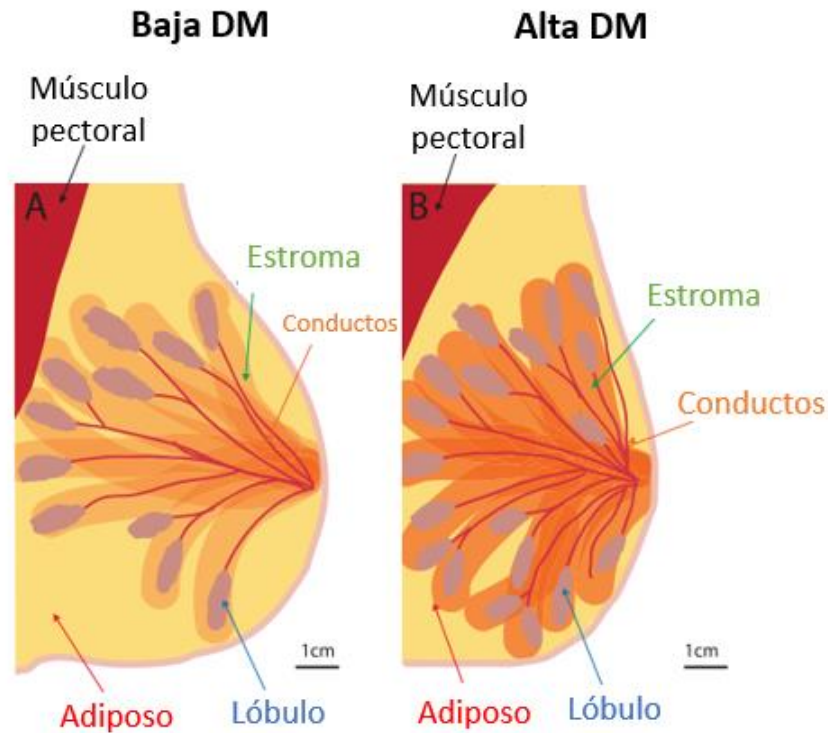


**Factores de riesgo del cáncer de mama**

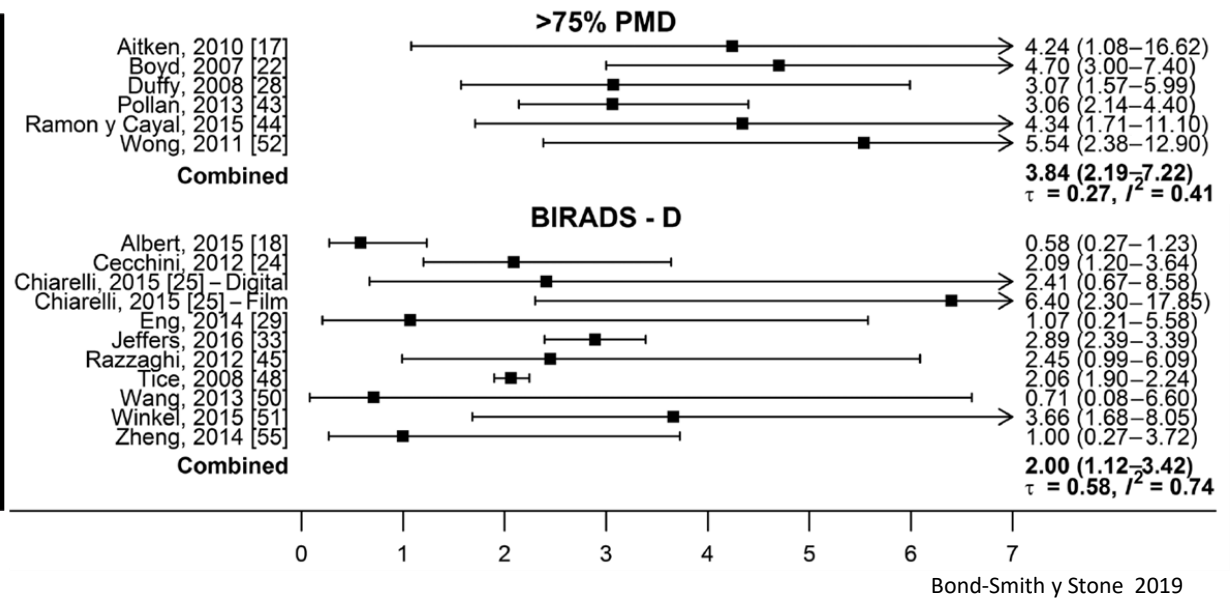


**Densidad mamográfica:** cantidad de tejido radiológicamente denso en relación con el tejido graso.

- **Tejido denso:** tejido fibroso + glandular
- **Tejido no denso:** tejido graso



**Fenotipo marcador de riesgo de cáncer de mama**

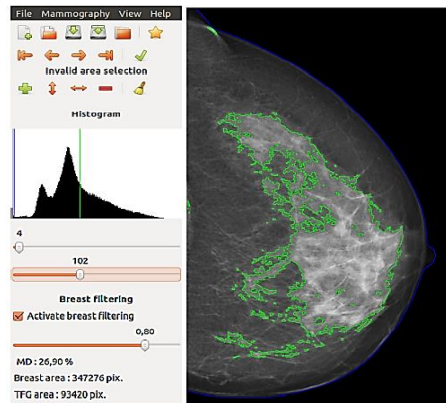


Escalas de medición de la DM:

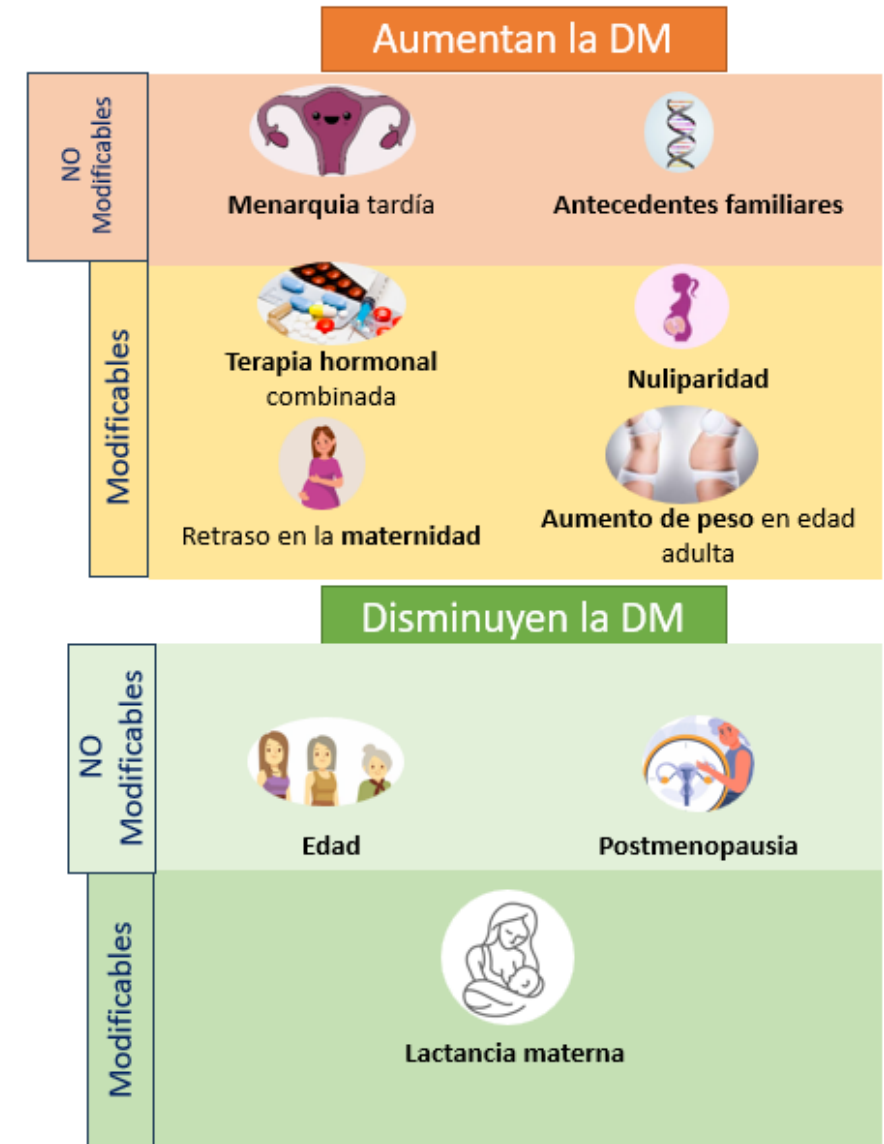
- Escalas cualitativas
- Escalas semicuantitativas
- **Escalas cuantitativas**

### DM-Scan

Identifica píxeles pertenecientes al tejido graso y denso, **calculando el % DM** como la proporción de tejido denso respecto al tamaño total de la mama.



### Factores asociados con la densidad mamográfica (DM)



## Sustancias contaminantes derivadas de origen antropogénico:

- Emisiones de vehículos
- Actividad industrial y agrícola
- Combustión de biomasa
- Generación de energía

### CLASIFICACIÓN DE AGENTES SEGÚN LA IARC

<b>Grupo 1</b>	Carcinógeno para los humanos.
<b>Grupo 2A</b>	Probablemente carcinógeno para los humanos.
<b>Grupo 2B</b>	Posiblemente carcinógeno para los humanos.
<b>Grupo 3</b>	No clasificable.
<b>Grupo 4</b>	Probablemente no carcinógeno para los humanos.

**Aire exterior**

**Disruptores endocrinos**



## Exposiciones ocupacionales

### Suficiente evidencia de carcinogenicidad en humanos

- 47 agentes ocupacionales reconocidos
- 12 ocupaciones

### Cáncer de mama

- Proporción atribuible a factores ocupacionales: 2-8% → 6% trabajo nocturno

#### DM

Ocupaciones:  
profesoras,  
enfermeras

#### DM

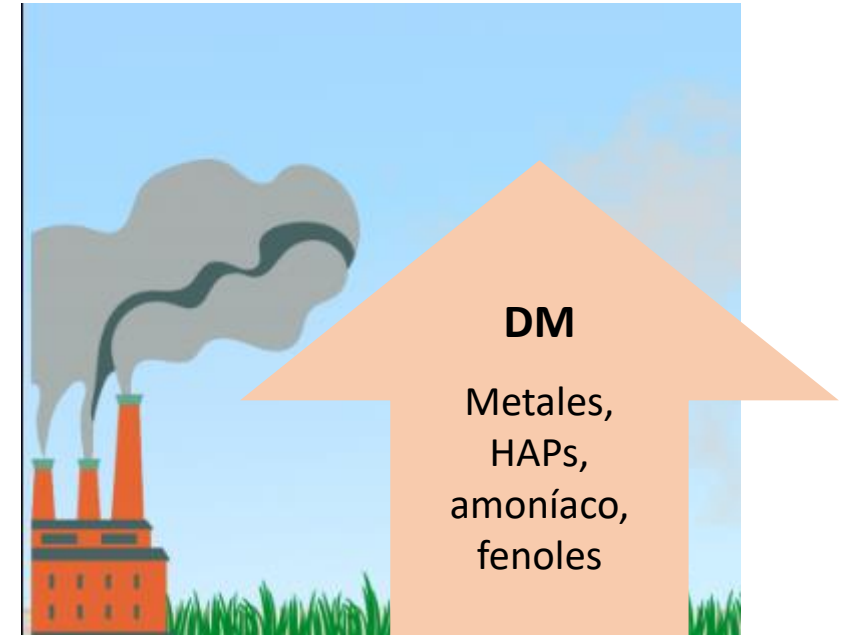
Exposiciones  
laborales:  
percloroetileno,  
radiación ionizante,  
esporas de hongos,  
hidrocarburos  
alicíclicos y trabajo  
a turnos nocturnos

Existen agentes ocupacionales que son carcinógenos o disruptores endocrinos, pero falta información detallada sobre su relación con la DM

## Exposición a contaminación industrial

**RD 508/2007**

Protocolo **E-PRTR** sobre registro público de emisiones industriales anuales

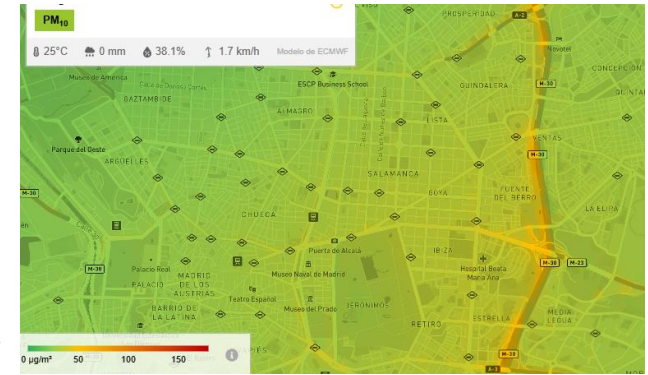


Las industrias se encuentran en los entornos residenciales. Sin embargo, esta fuente de contaminación no ha sido evaluada con relación a la DM a nivel individual

## Exposición a tráfico y contaminantes ambientales

### Políticas para el control de la calidad del aire

- **Ley 34/2007 de calidad del aire y protección de la atmósfera:** prevención, vigilancia y reducción de la contaminación atmosférica para minimizar daños a las personas y el medio ambiente.
- **RD 34/2023:** establece límites contaminantes medidas para episodios de alta contaminación



DM  
(inconsistentes)

NO<sub>2</sub>  
PM<sub>2,5</sub>

La exposición a contaminantes del tráfico se ha estudiado previamente con la DM, proporcionando resultados inconsistentes. Es necesario emplear una metodología que proporcione una evaluación más precisa de la exposición residencial al tráfico y la asociación entre DM y contaminantes

## Objetivo 1

Identificar **ocupaciones** y **exposiciones laborales** asociadas con **mayor DM** en trabajadoras **premenopáusicas**.

## Objetivo 2

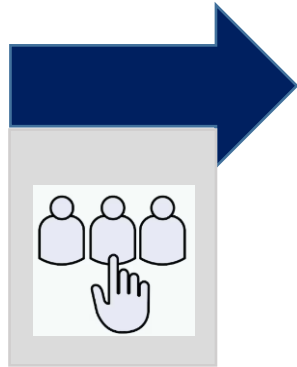
Evaluar la asociación entre **proximidad residencial a industrias** contaminantes y **DM** en mujeres **premenopáusicas**.

## Objetivo 3

Analizar la asociación entre **exposición residencial** a contaminación por **tráfico** y **DM** en mujeres **premenopáusicas**.

## Objetivo 4

Evaluar la asociación entre la exposición a largo plazo a **contaminantes atmosféricos** (SO<sub>2</sub>, CO, NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub> y O<sub>3</sub>) y la **DM** en mujeres **premenopáusicas**.

**Diseño****DDM-Madrid: Estudio transversal unicéntrico****1466 mujeres**

Junio 2013 – Mayo 2015

Centro Diagnóstico Médico Madrid Salud

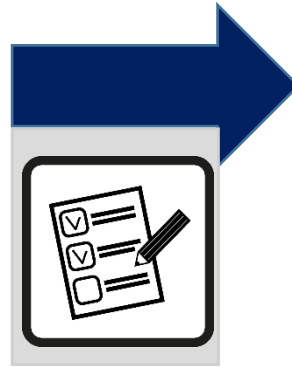
Tasa participación 88,2%

**Criterios de inclusión:**

- Trabajadoras del Ayuntamiento de Madrid
- 39-50 años
- Pre o perimenopáusicas
- Mamografía en su revisión ginecológica

**Medidas antropométricas**

- Peso
- Altura

**Cuestionarios****Dieta****Epidemiológico:**

- Variables sociodemográficas
- Dirección residencial
- Antecedentes familiares/personales
- Historia ginecológica/obstétrica
- Historia laboral
- Actividad física
- Consumo de alcohol
- Consumo de tabaco

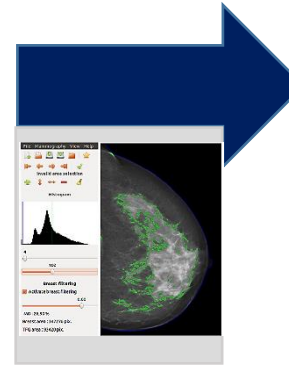
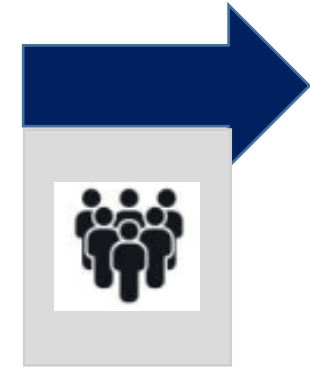
**% Densidad Mamográfica**Software **DM-Scan**

Imagen cráneo-caudal

izquierda

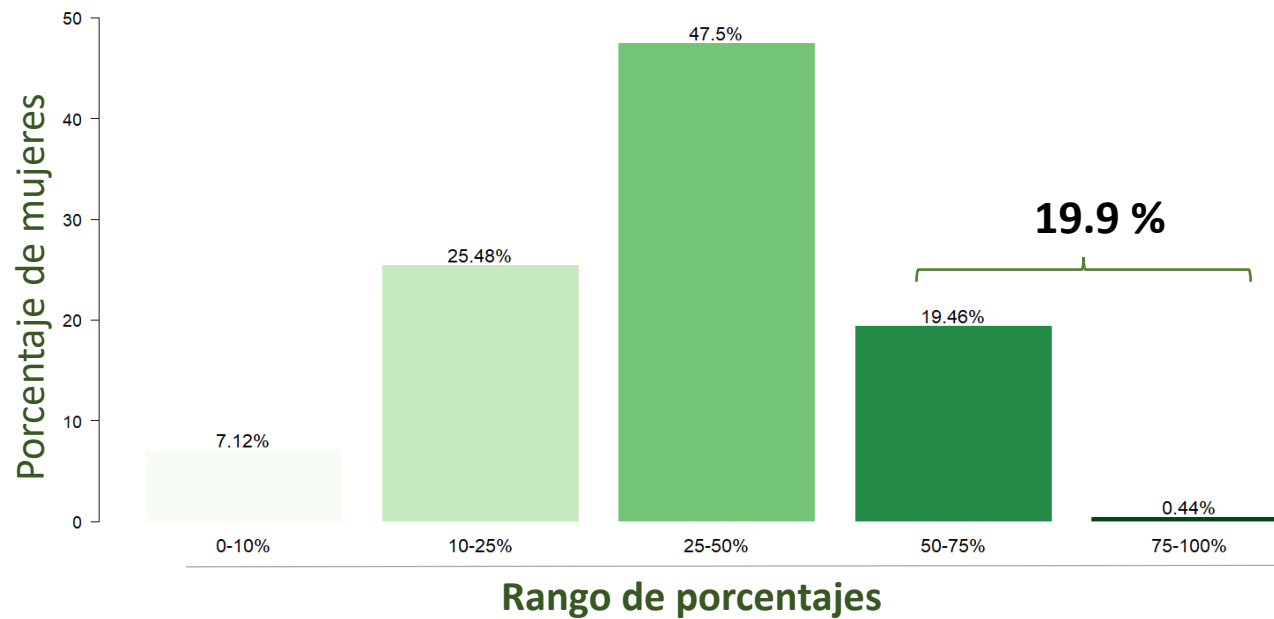
**Muestra final**

Mujeres sin datos faltantes para cada sub-estudio

## Estudio descriptivo: características de las participantes

**1362 mujeres premenopáusicas**

### Distribución DM:



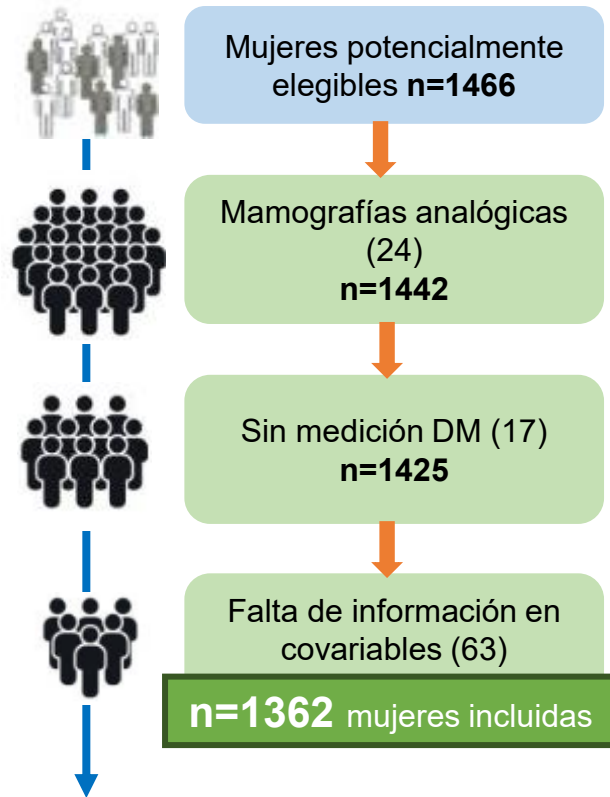
**Media DM: 35%**

### Perfil participantes:

- **44 años** ( $\pm 2.8$ )
- Estudios **universitarios** (60.7%)
- **$\geq 2$  hijos** (52.7%)
- **Normopeso** (65.7%)
- Uso de **anticonceptivos** orales en el **pasado** (58.8%)
- **No fumadora** (38%)
- Consumo de **alcohol**: **<10 g/día** (65.6%)
- **Sin biopsias mamarias** previas (89.8%)
- **Sin antecedentes** familiares de **cáncer de mama** (77.7%)

**Variables de ajuste:** edad, estudios, paridad, IMC, anticonceptivos, tabaco, alcohol, biopsias previas, antecedentes familiares, **calorías**

## ARTÍCULO 1

Historia laboral:

- Ocupación concreta
- Horario laboral
- Tiempo trabajado

Clasificación Nacional de Ocupaciones (CNO-11/CNO-94)

Matriz Empleo Exposición Española (MatEmEsp):

52 agentes químicos, 10 físicos y 2 microbiológicos (1996-2005)



## Modelos de regresión lineal múltiple

- **Variable respuesta:** %DM
- **Variables independientes:** ocupación, exposición a agente físico, químico y microbiológico, y tiempo de exposición
- Trabajadoras laboralmente activas durante  $\geq 1$  año en su última ocupación

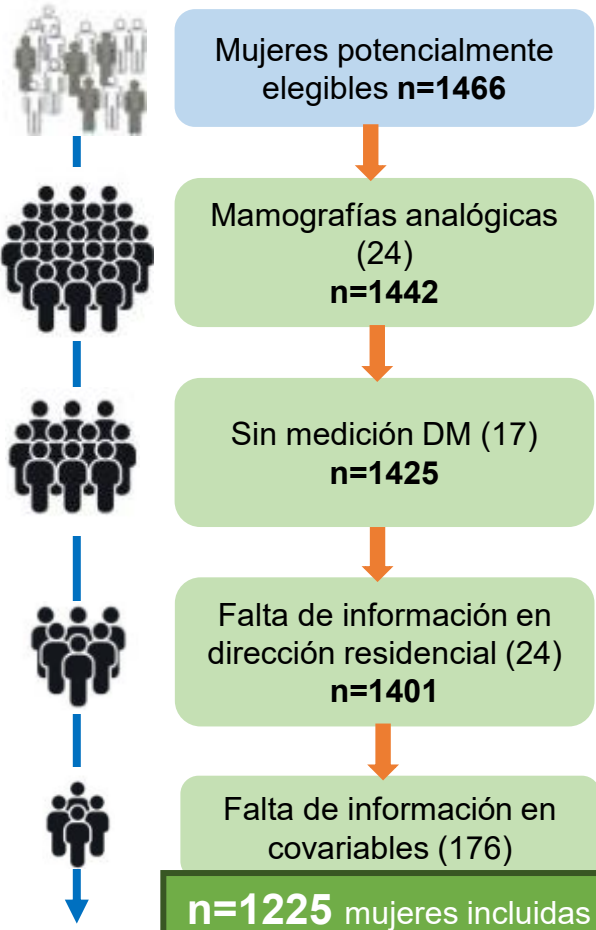
Asociación **DM** y ocupaciones ( $\geq 10$  trabajadoras)Ocupaciones con  $p < 0,100$ <sup>a</sup> Para cada 5 años de exposición

Ocupación	Expuestas vs no expuestas				Tiempo de exposición <sup>a</sup>			
	n	$\beta$	IC 95%	p-val	Media (meses)	$\beta^a$	IC 95%	p-val
Tecnologías de la información y las comunicaciones	15	<b>-7,27</b>	(-15,37; 0,84)	<b>0,079</b>	216	<b>-1,98</b>	(-4,06; 0,11)	<b>0,064</b>
Huertos, invernaderos, viveros y jardines	20	<b>-6,60</b>	(-14,27; 1,07)	<b>0,092</b>	225	-1,46	(-3,42; 0,51)	0,147
Galerías de arte, museos y bibliotecas	13	<b>8,47</b>	(-0,65; 17,60)	<b>0,069</b>	130	<b>2,98</b>	(-0,55; 6,51)	<b>0,098</b>

Asociación **DM** y agentes ocupacionales ( $\geq 10$  trabajadoras)Agentes con  $p < 0,100$ <sup>a</sup> Para cada 5 años de exposición

Agente ocupacional	Expuestas vs no expuestas				Tiempo de exposición <sup>a</sup>			
	n	$\beta$	IC 95%	p-val	Media (meses)	$\beta^a$	IC 95%	p-val
Fungicidas, herbicidas, insecticidas (endosulfán)	29	<b>-6,19</b>	(-12,56; 0,19)	<b>0,057</b>	211	<b>-1,53</b>	(-3,32; 0,26)	<b>0,094</b>
Otros insecticidas (clorpirifós, metomil, piretrin)	33	<b>-5,73</b>	(-11,63; 0,17)	<b>0,057</b>	203	<b>-1,63</b>	(-3,35; 0,08)	<b>0,062</b>
Gasolina, compuestos sulfúricos volátiles	20	<b>-6,60</b>	(-14,27; 1,07)	<b>0,092</b>	225	-1,46	(-3,42; 0,51)	0,147
Polvo de madera	28	<b>-5,44</b>	(-11,70; 0,82)	<b>0,088</b>	193	<b>-1,61</b>	(-3,43; 0,22)	<b>0,085</b>
Polvo animal	20	<b>-6,60</b>	(-14,27; 1,07)	<b>0,092</b>	225	-1,46	(-3,42; 0,51)	0,147
Bacterias y esporas de moho	20	<b>-6,60</b>	(-14,27; 1,07)	<b>0,092</b>	225	-1,46	(-3,42; 0,51)	0,147

## ARTÍCULOS 2 y 3



Residencia participante



Distancia euclídea

Instalación industrial



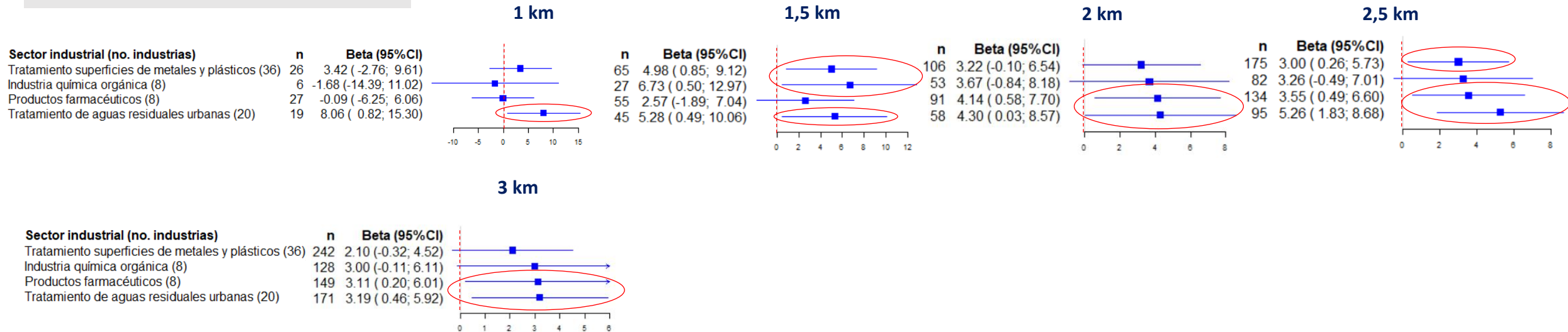
MINISTERIO PARA LA  
TRANSICIÓN  
ECOLÓGICA Y EL RETO  
DEMOGRÁFICO

## Modelos de regresión lineal múltiple

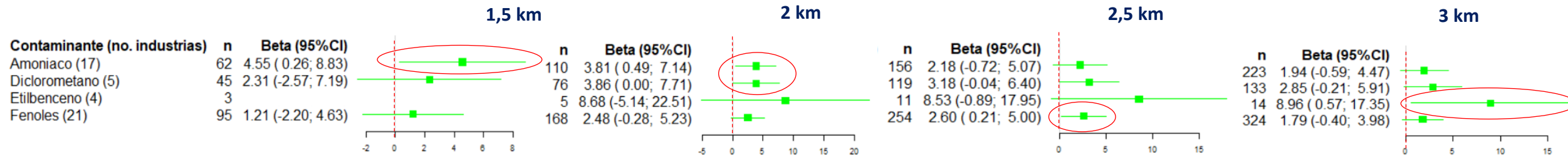
- **Variable respuesta:** %DM
- **Variables independientes (proximidad o “exposición”):**
  - Vivir “cerca” de industrias (entre 1 y 3 km)
  - Referencia:** vivir lejos (sin industrias < 3km)
- Análisis para estudiar DM y proximidad a:
  1. Conjunto de industrias
  2. Sectores industriales
  3. Grupo de carcinógenos y disruptores endocrinos
  4. Contaminantes específicos

1. DM y conjunto de industrias: no asociación
2. DM, grupos de carcinógenos y disruptores endocrinos: no asociación

### 3. DM y sectores industriales



### 4. DM y contaminantes específicos

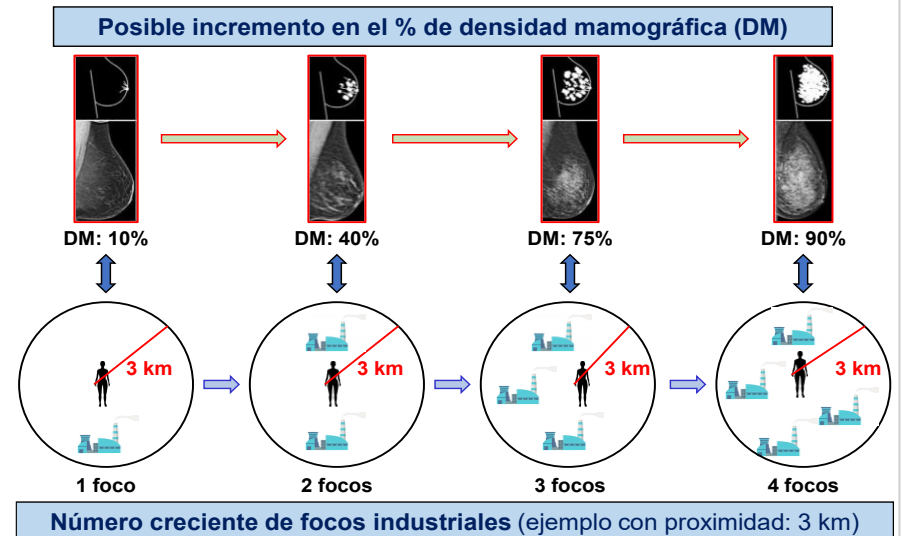
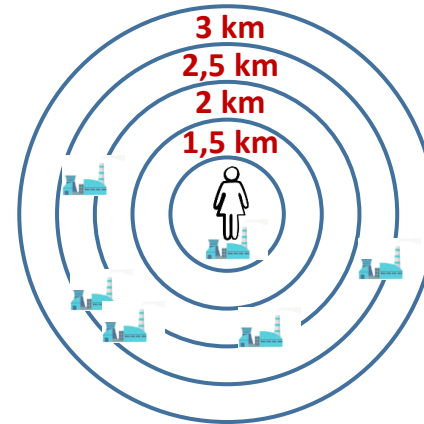


## Modelos de regresión lineal múltiple

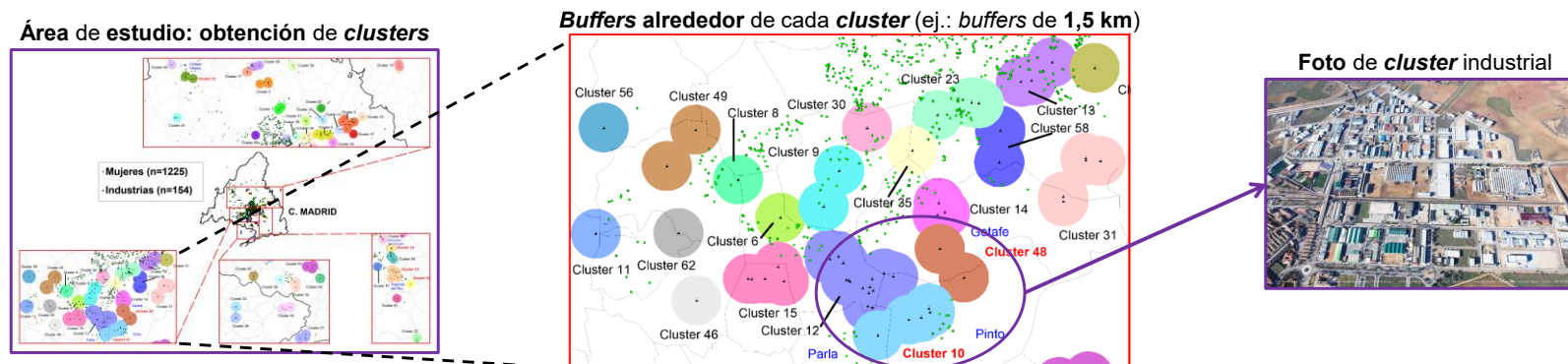
- Variable respuesta: %DM
- Variables independientes: proximidad o “exposición” a focos múltiples

### 2 ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

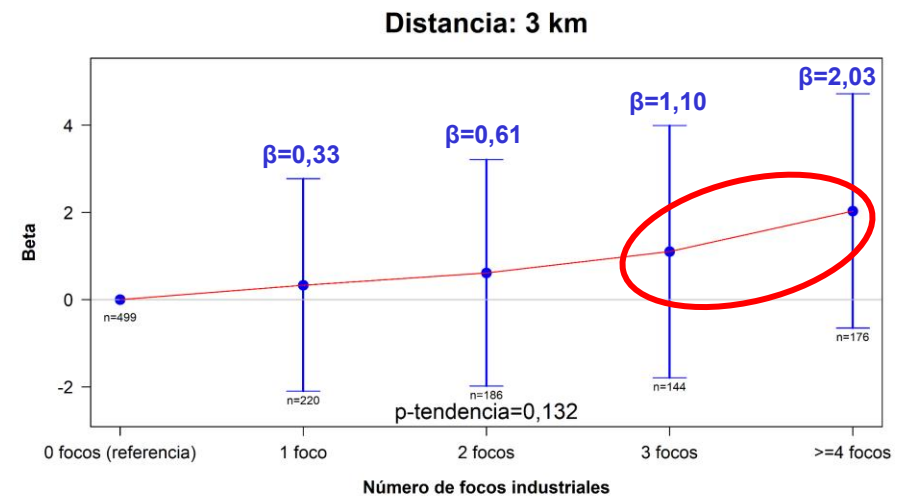
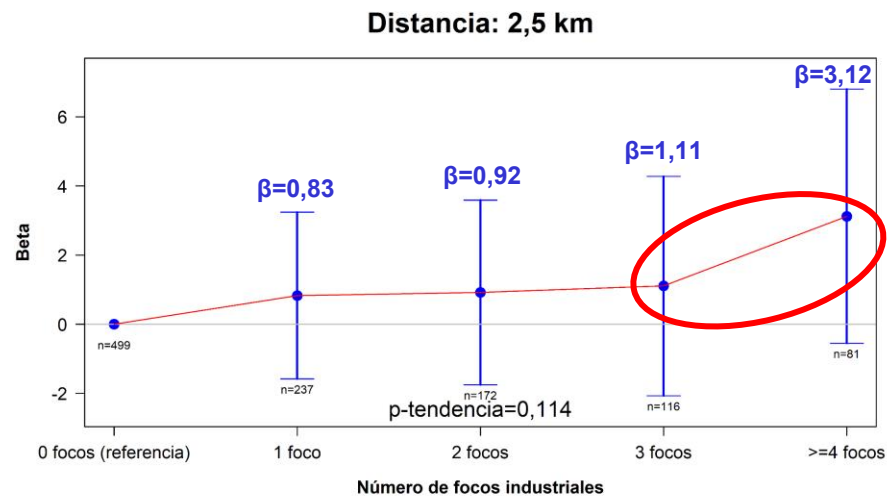
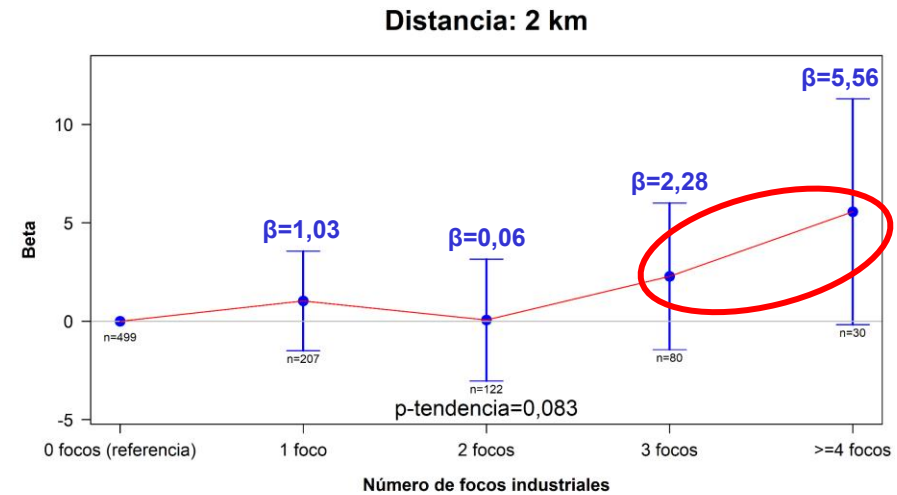
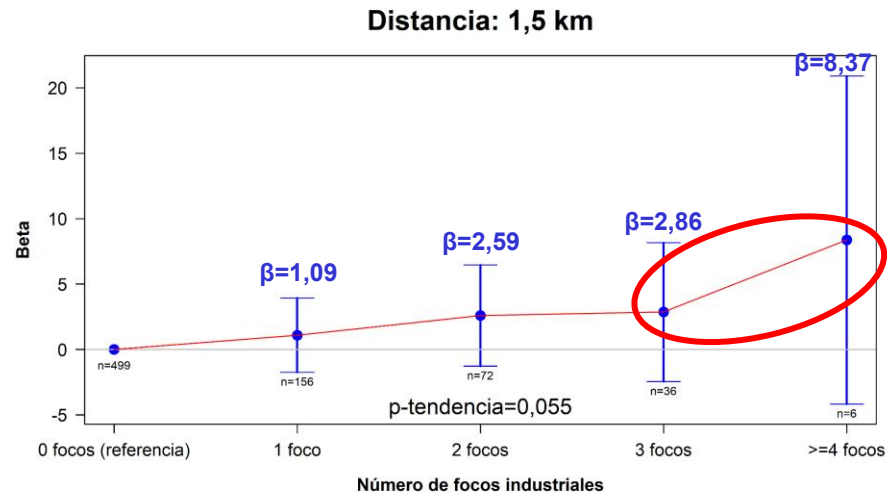
- 1) Evaluar incremento en la DM con la proximidad a un nº creciente de industrias (1, 2, 3 y  $\geq 4$  focos):



- 2) Identificar clusters industriales asociados a una mayor DM en mujeres próximas a sus entornos:



## DM y proximidad a un número creciente de focos industriales

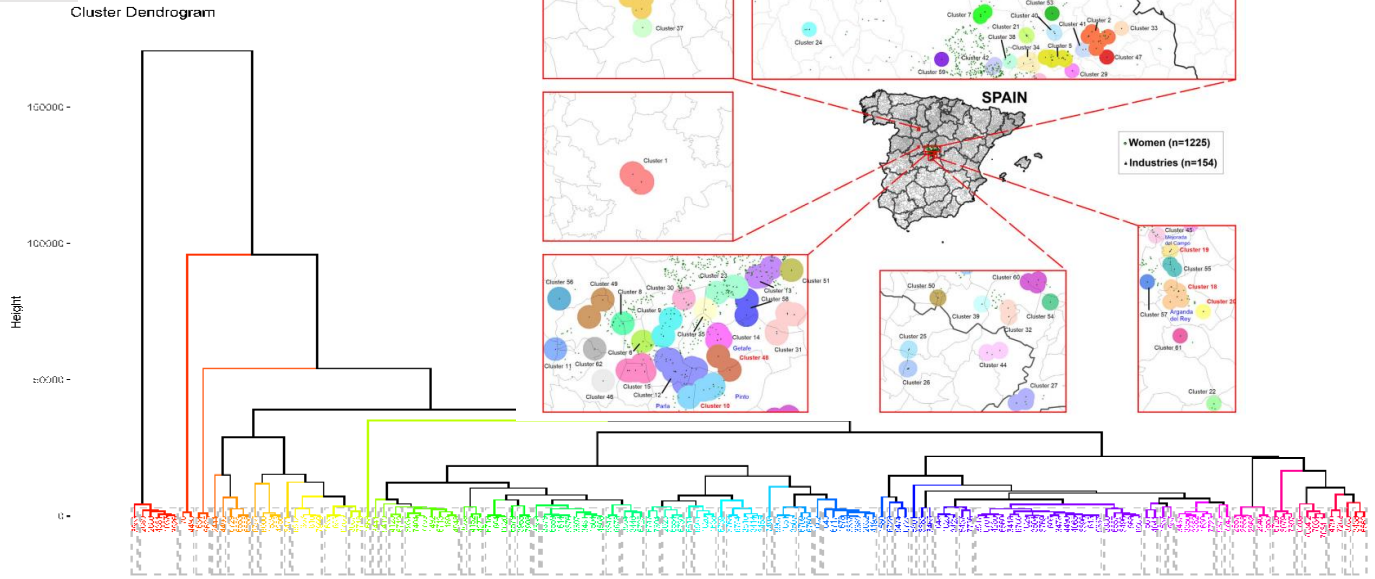


Los ejes verticales no están en la misma escala en los cuatro gráficos.

### DM y proximidad a *clusters* industriales

- Industria metalúrgica
- Cemento
- Química inorgánica
- Gestión de residuos
- Comida/bebida
- Tratamiento de superficies con disolventes orgánicos

62 clusters

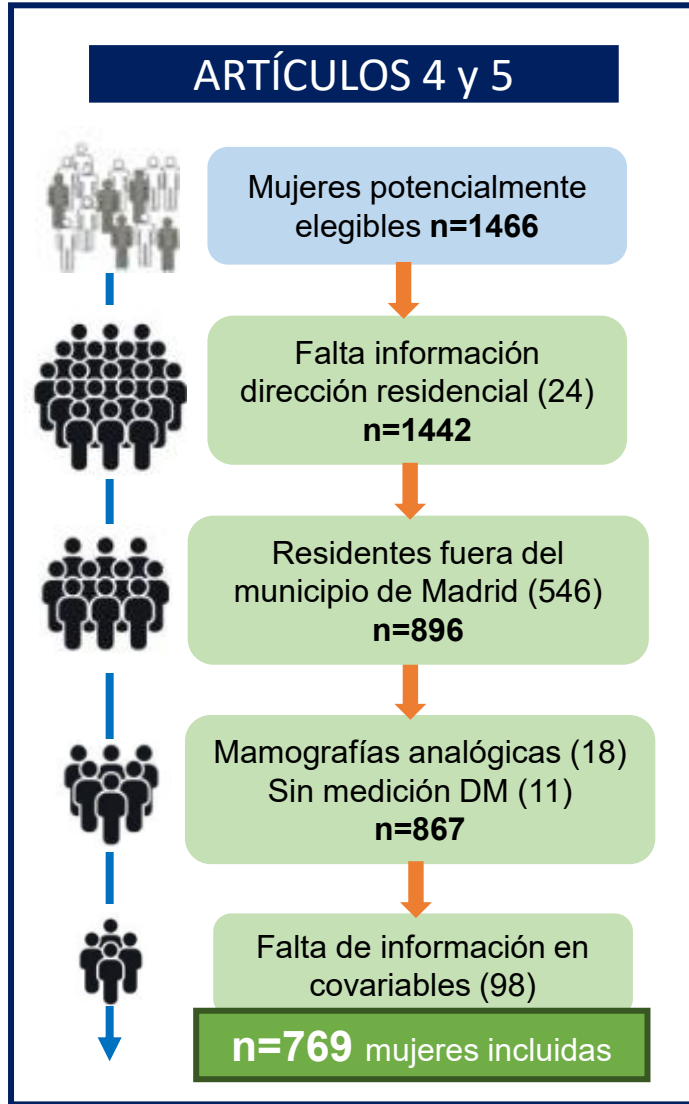


Dendrograma obtenido mediante encadenamiento medio (n≥5)



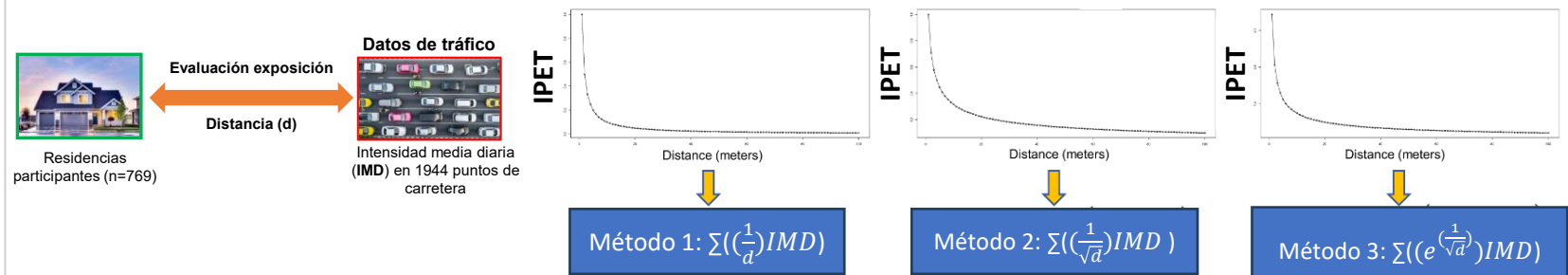
Clusters	≤1,5 km		≤2 km		≤2,5 km		≤3 km	
	β	95%CI	β	95%CI	β	95%CI	β	95%CI
Cluster 10 – 5 Industrias (Pinto y Parla)	<b>10,78</b>	<b>(1,59; 19,97)</b>	<b>7,96</b>	<b>(0,21; 15,70)</b>	6,67	(-0,22; 13,56)	5,99	(-0,75; 12,72)
Cluster 18 – 3 Industrias (Collado Villalba)			0,21	(-12,51; 12,92)	6,44	(-4,68; 17,56)	<b>8,48</b>	<b>(0,01; 16,96)</b>
Cluster 19 – 5 Industrias (Mejorada del Campo)					<b>15,72</b>	<b>(1,96; 29,49)</b>	<b>15,72</b>	<b>(1,96; 29,49)</b>
Cluster 20 – 5 Industrias (Arganda del Rey)							<b>16,95</b>	<b>(2,90; 31,00)</b>
Cluster 48 – 5 Industrias (Arganda del Rey)							<b>15,86</b>	<b>(3,95; 27,77)</b>
Cluster 52 – 5 Industrias (Pinto y Getafe)			10,39	(-2,28; 23,05)	<b>11,09</b>	<b>(0,12; 22,05)</b>	7,90	(-2,44; 18,23)

ARTÍCULOS 4 y 5



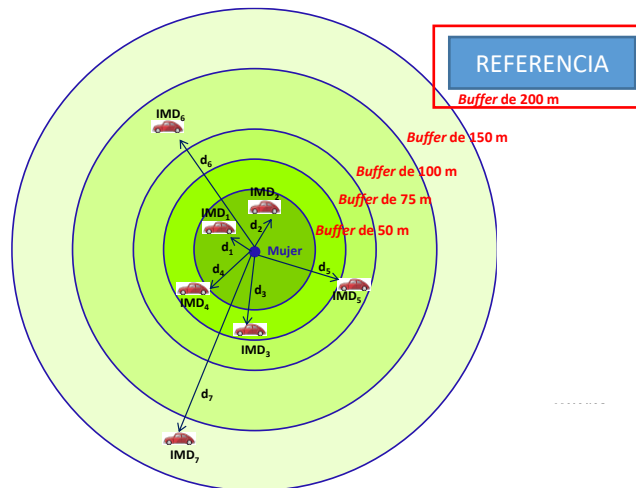
Modelos de regresión lineal múltiple

- Variable respuesta: %DM
- Variable independiente: Índice Ponderado de Exposición al Tráfico (IPET)
  - Volumen de tráfico: Intensidad Media Diaria (IMD)



2 ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

1. Expuestas vs no expuestas (50-200 m vs. >200 m)



2. Grado de exposición al tráfico

IPET<sub>Q1</sub> (exposición baja: referencia)

IPET<sub>Q2</sub> (exposición media)

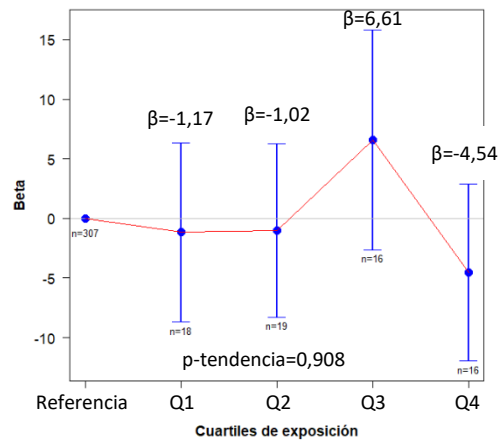
IPET<sub>Q3</sub> (exposición alta)

IPET<sub>Q4</sub> (exposición muy alta)

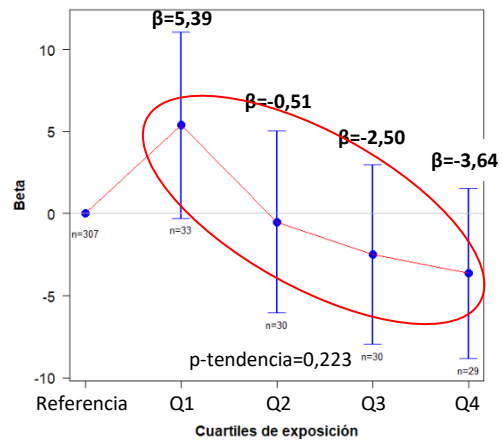
## Estrategia 1: Expuestas vs no expuestas

## MÉTODO 1: (1/d) IMD

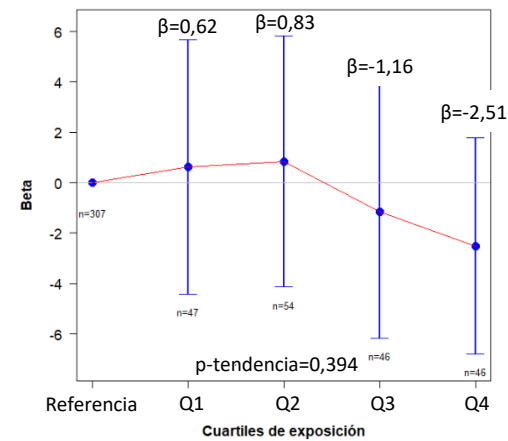
Distancia: 50 m



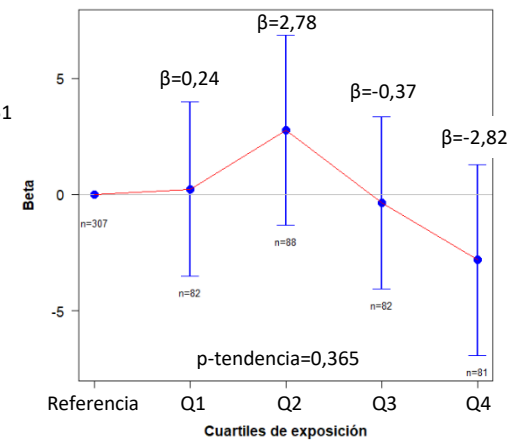
Distancia: 75 m



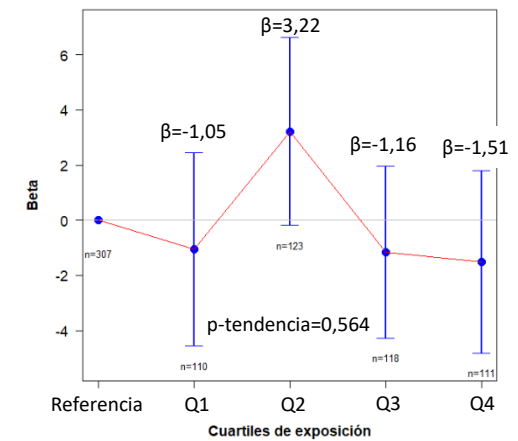
Distancia: 100 m



Distancia: 150 m



Distancia: 200 m



Estrategia 1: Expuestas vs no expuestas

MÉTODO 1: (1/d) IMD

MÉTODO 2: (1/√d) IMD

Distancia: 50 m

Distancia: 75 m

Distancia: 100 m

Distancia: 150 m

Distancia: 200 m

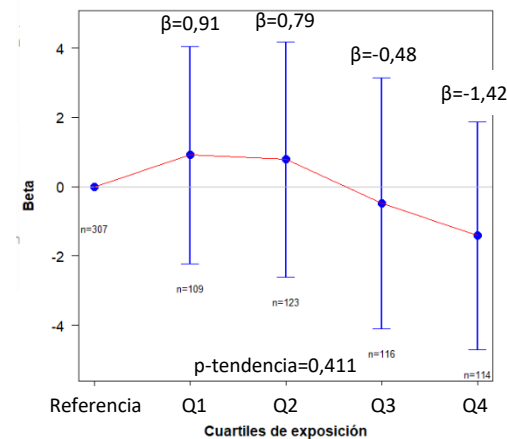
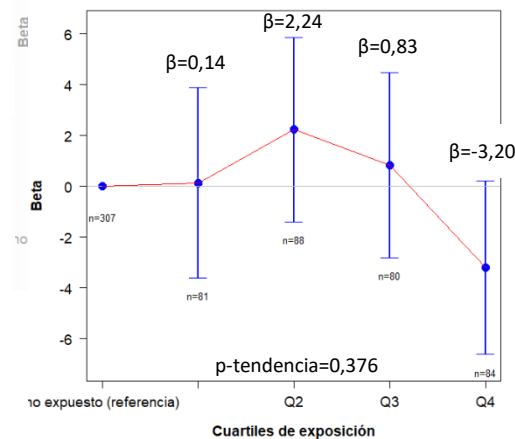
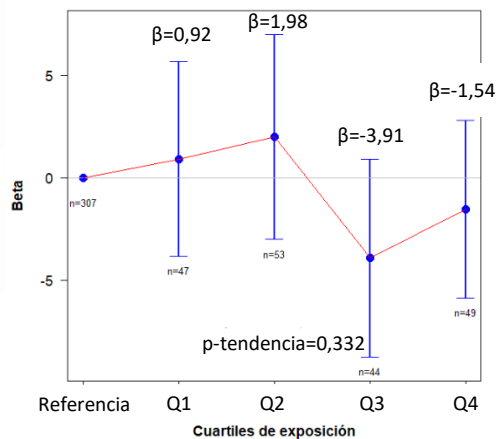
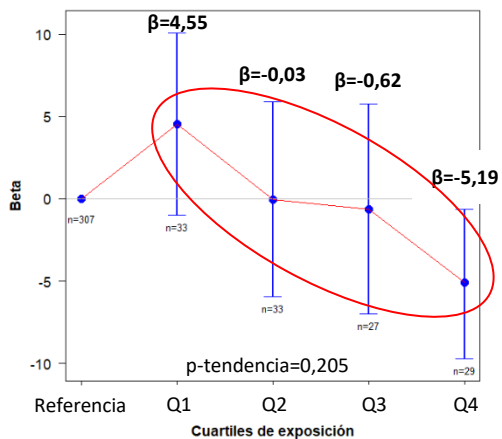
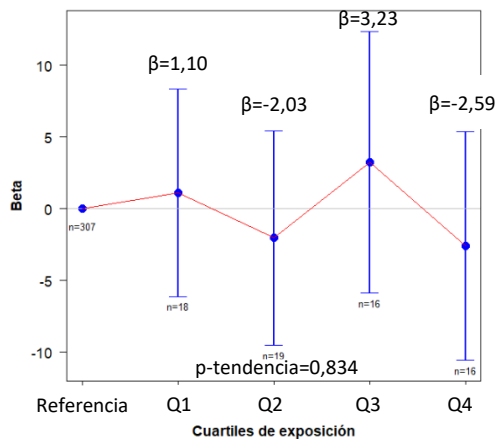
Distancia: 50 m

Distancia: 75 m

Distancia: 100 m

Distancia: 150 m

Distancia: 200 m



Estrategia 1: Expuestas vs no expuestas

MÉTODO 1: (1/d) IMD

MÉTODO 2: (1/√d) IMD

MÉTODO 3: (e<sup>(1/√d)</sup>) IMD

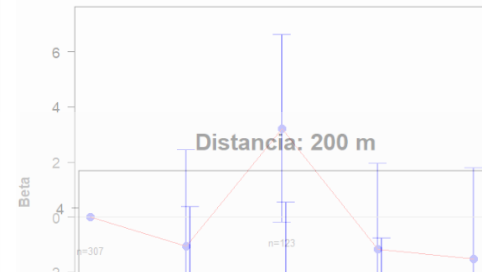
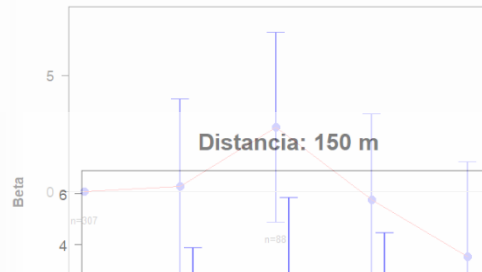
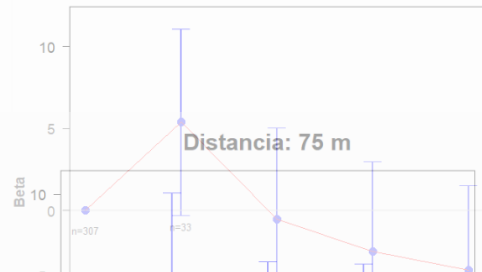
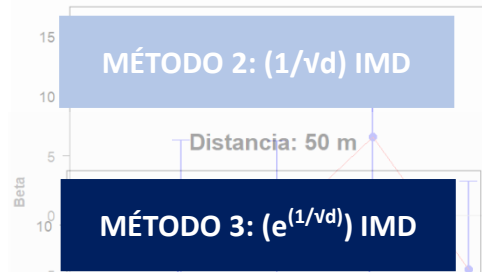
Distancia: 50 m

Distancia: 75 m

Distancia: 100 m

Distancia: 150 m

Distancia: 200 m



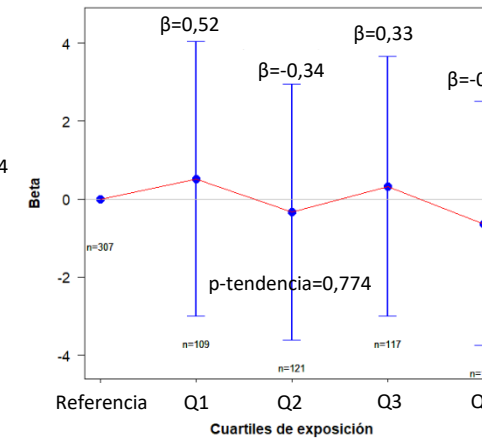
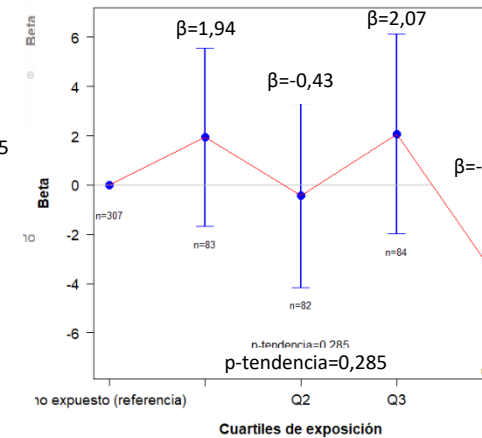
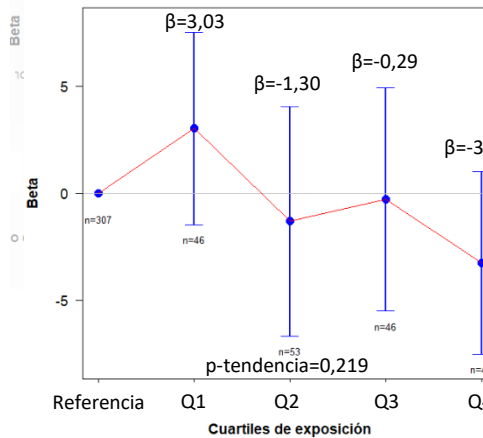
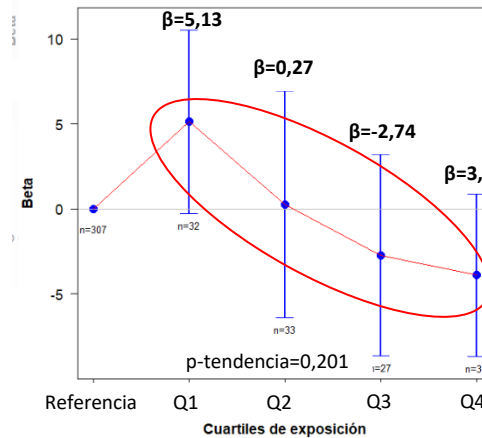
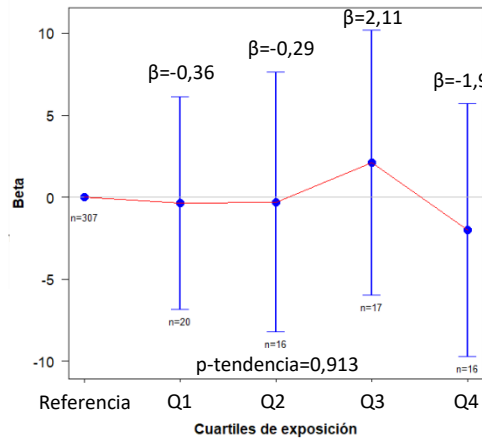
Distancia: 50 m

Distancia: 75 m

Distancia: 100 m

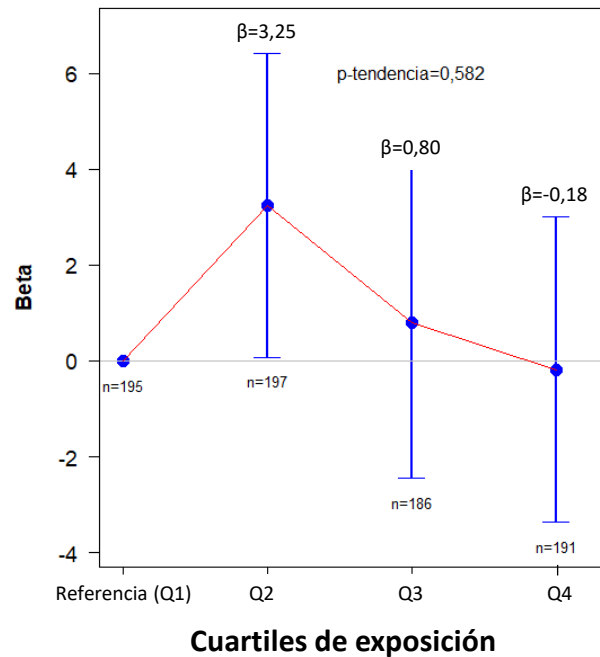
Distancia: 150 m

Distancia: 200 m

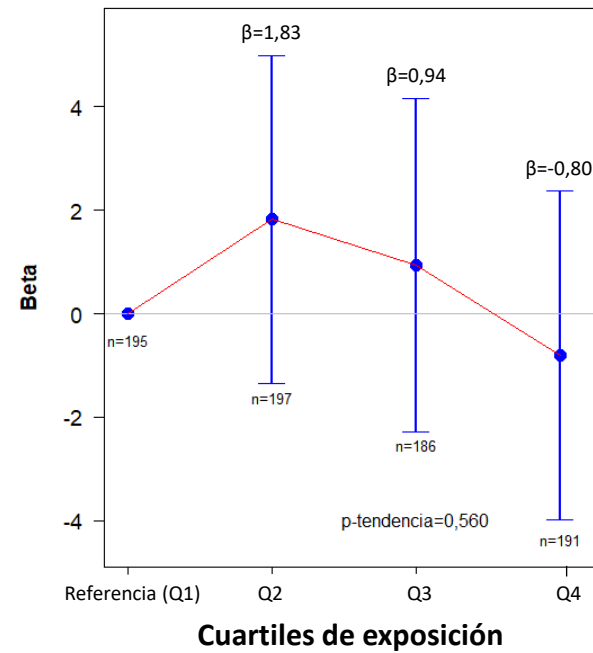
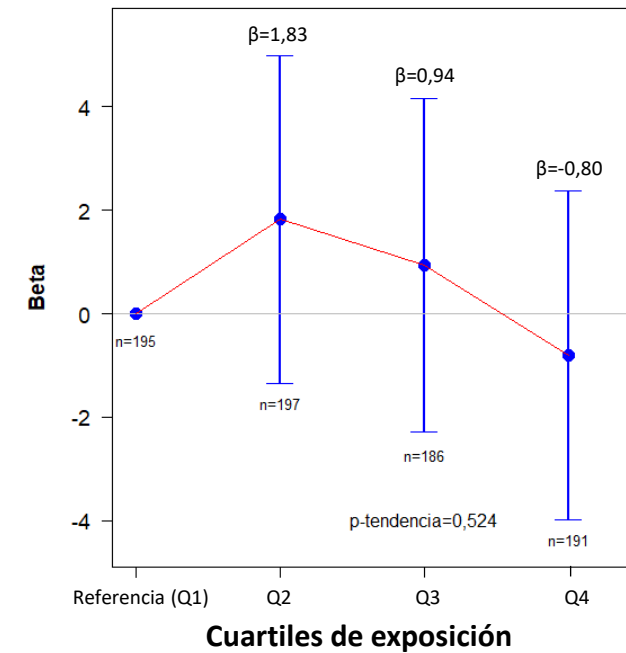


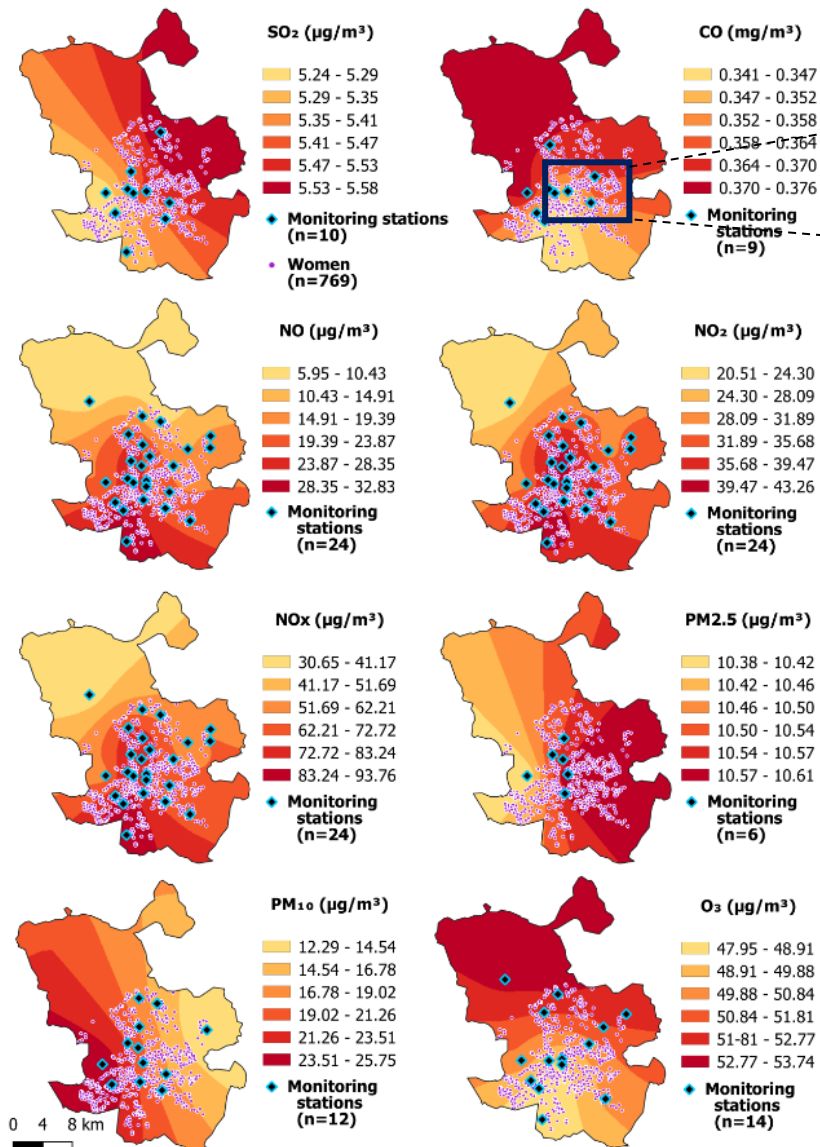
## Estrategia 2: Grado de exposición al tráfico

MÉTODO 1: (1/d) IMD

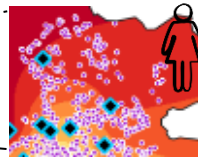


MÉTODO 2: (1/vd) IMD

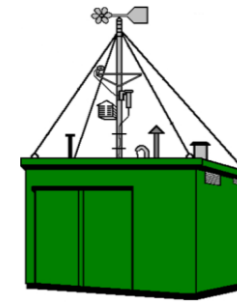
MÉTODO 3: (e<sup>(1/vd)</sup>) IMD



## Exposición a contaminación atmosférica: Sistema Integral de Calidad del Aire



Portal de Calidad del aire



24 estaciones de control con información horaria

• SO<sub>2</sub>  
• CO  
• NO  
• NO<sub>2</sub>  
• NO<sub>x</sub>  
• PM<sub>2,5</sub>  
• PM<sub>10</sub>  
• O<sub>3</sub>

### FUENTES:

- Tráfico
- Industrias
- Combustión

### Exposición

Q1 Q2 Q3 Q4

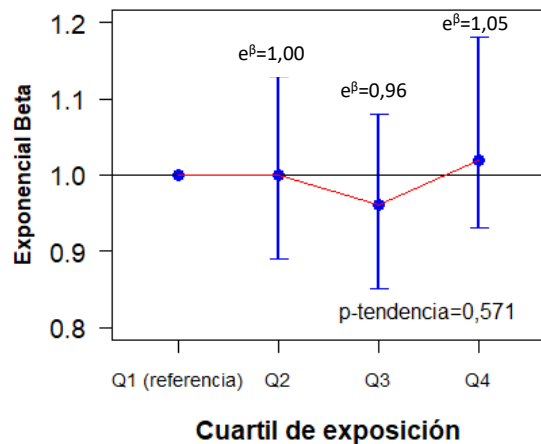
Referencia

## Modelos de regresión lineal múltiple y regresión logística múltiple

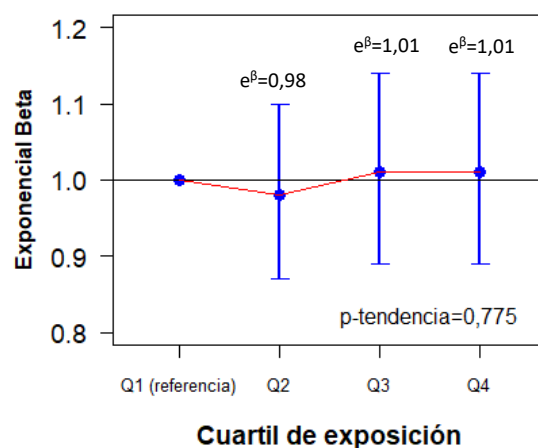
- **Variable independiente:** exposición a contaminantes geocodificando direcciones residenciales
  - *Kriging* ordinario para conocer valor estimado de las concentraciones medias anuales de 3 años de exposición a cada contaminante
- **Variable respuesta:**
  - Continua: log %DM
  - Dicotómica: “alta” DM (> 50%) vs. “baja” DM (≤ 50%)

## Análisis de componentes principales

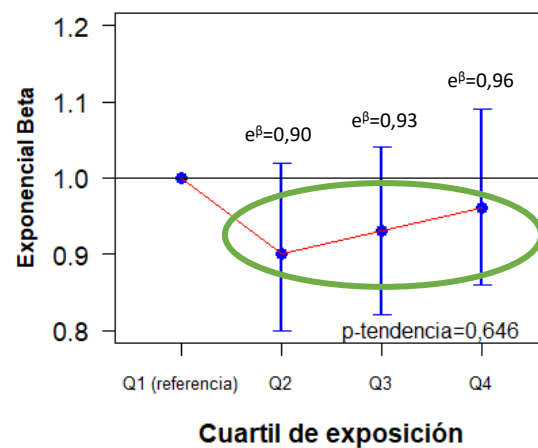
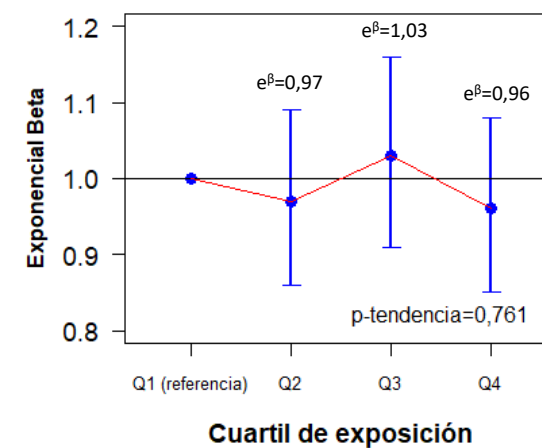
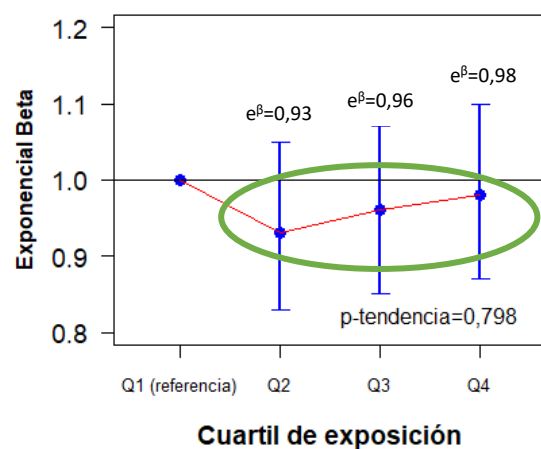
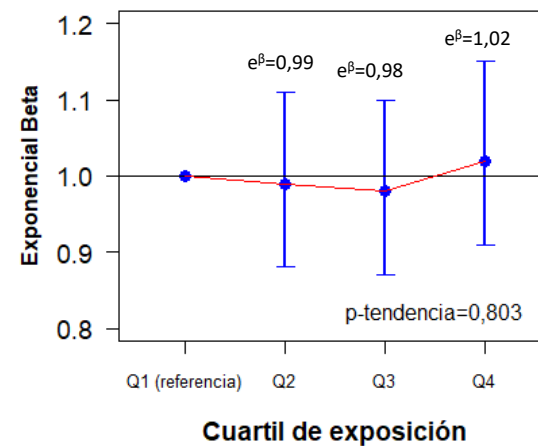
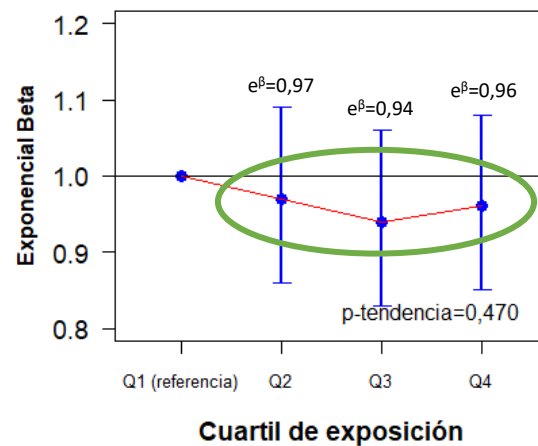
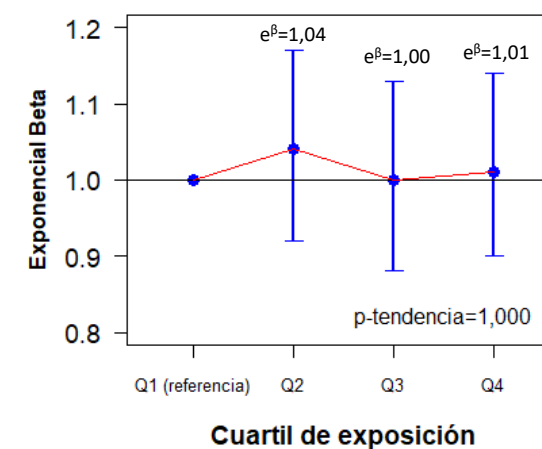
## Análisis de regresión lineal: asociación entre log %DM y exposición residencial a contaminantes atmosféricos específicos

Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)

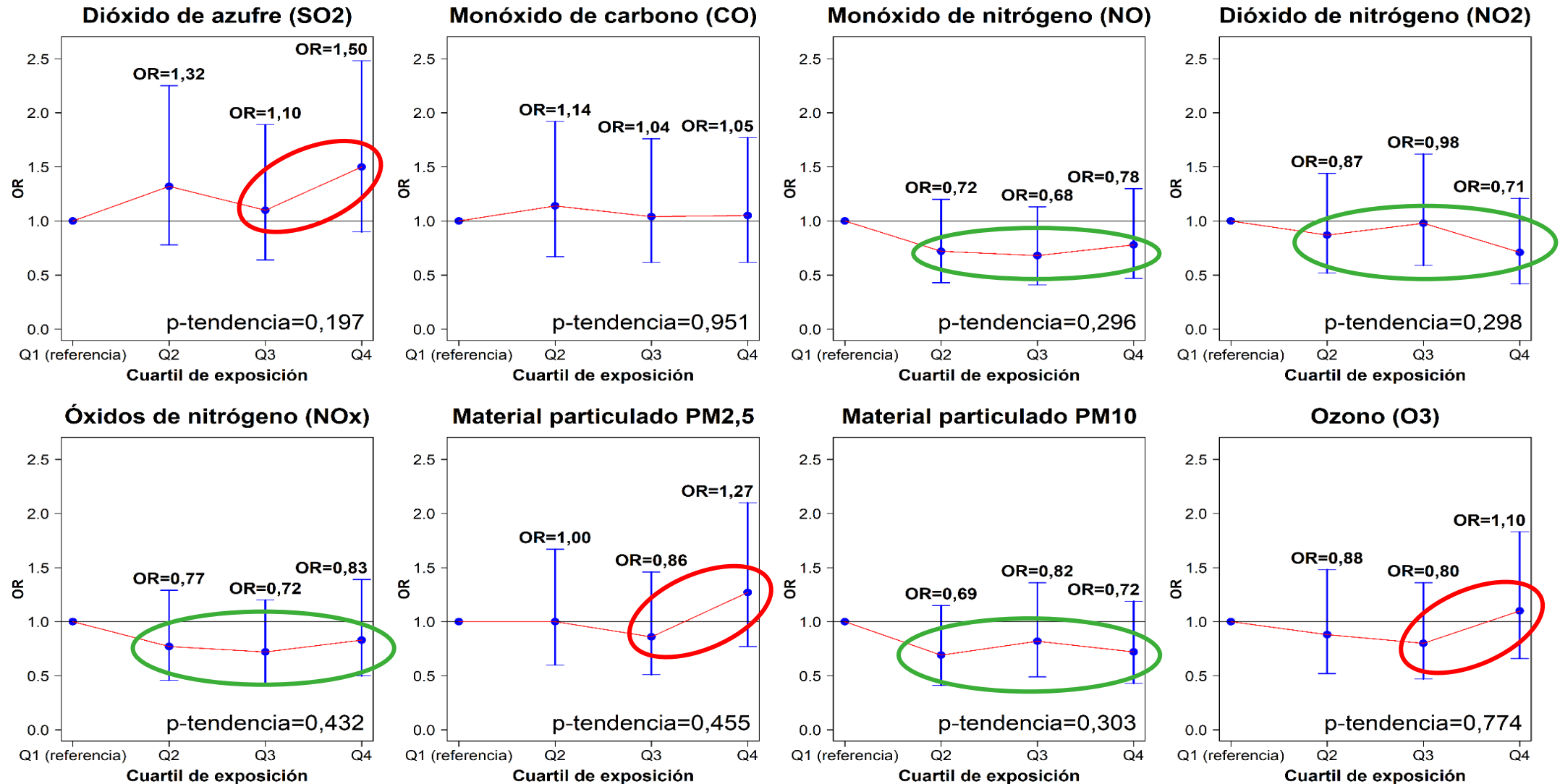
Monóxido de carbono (CO)



Monóxido de nitrógeno (NO)

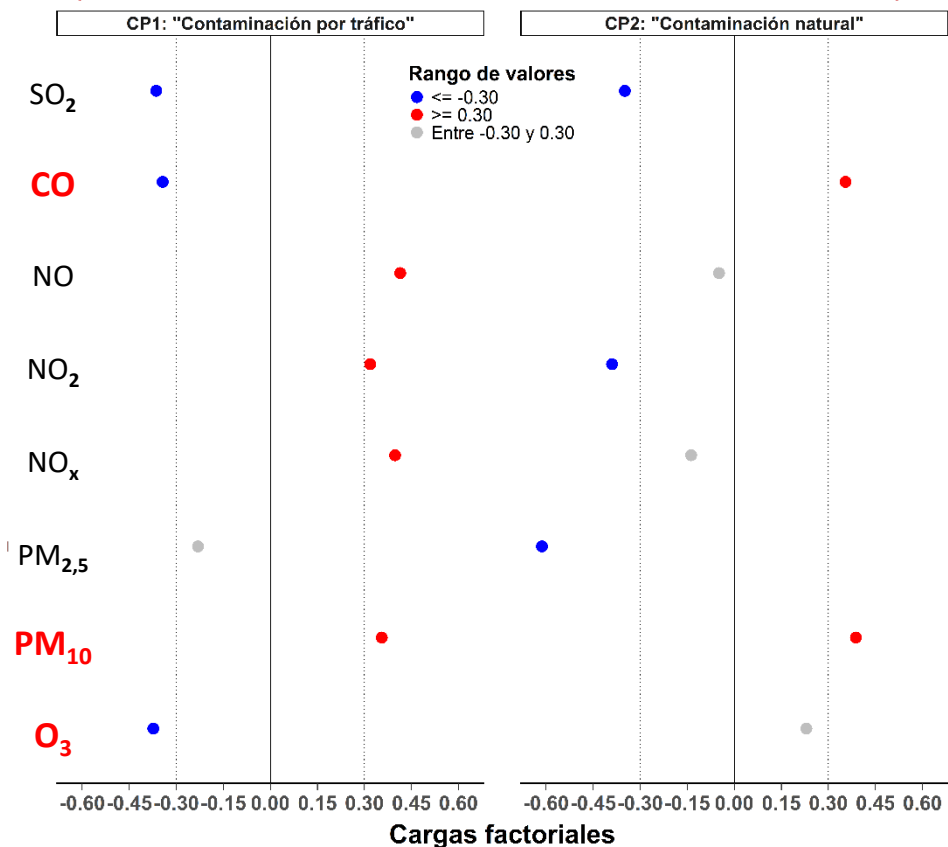
Dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>)Óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>)Material particulado (PM<sub>2,5</sub>)Material particulado (PM<sub>10</sub>)Ozono (O<sub>3</sub>)

## Análisis de regresión logística: ORs de tener una DM "alta" y exposición residencial a contaminantes atmosféricos específicos



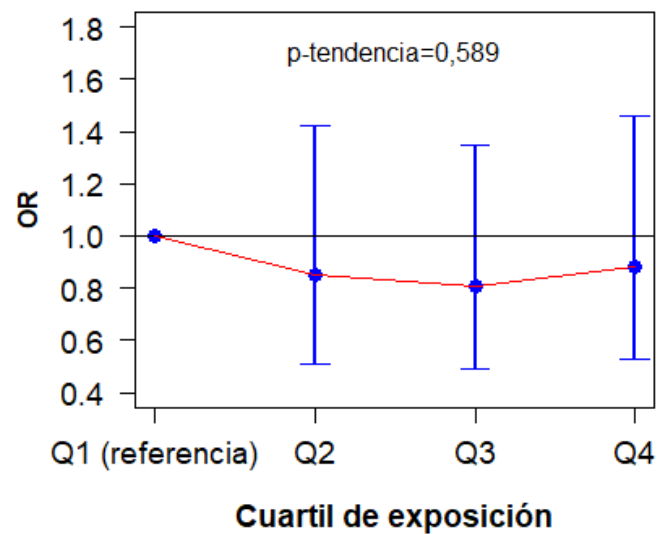
## Análisis de componentes principales

% de varianza explicada: 92%

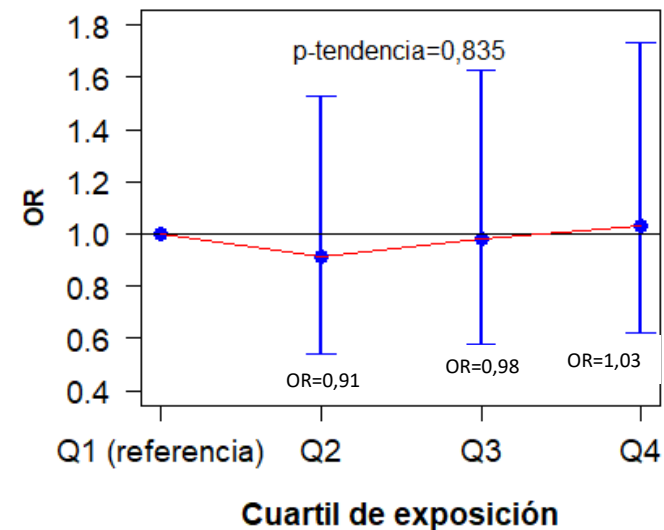


## Riesgo de tener una DM "alta" y exposición a CP

## CP1: Contaminación por tráfico



## CP2: Contaminación natural



### Objetivo 1

Las mujeres premenopáusicas trabajadoras del **sector agrícola**, así como las expuestas a **pesticidas, gasolina, compuestos sulfurados volátiles, polvo de animales, polvo de madera, esporas de moho y bacterias de origen no humano** mostraron una menor DM.

### Objetivo 2

Se encontraron asociaciones estadísticamente significativas entre la proximidad residencial a industrias de tratamiento de **superficies metálicas y plásticas, de la industria química orgánica, de la industria farmacéutica y del tratamiento de aguas urbanas** y una mayor DM en mujeres premenopáusicas, así como en las que residen en las proximidades de industrias que emiten **amoníaco, diclorometano, etilbenceno y/o fenoles**.

Las mujeres premenopáusicas que viven en el entorno de un número creciente de **instalaciones industriales y en el entorno de ciertos clusters** presentaron mayor DM.

### Objetivo 3

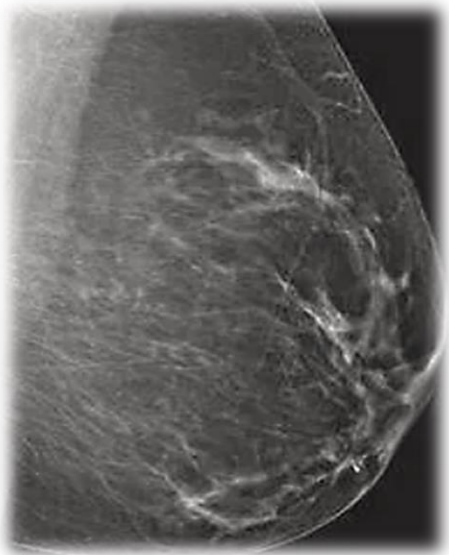
No se encontró asociación entre la exposición residencial a **contaminación por tráfico** y DM en mujeres premenopáusicas.

### Objetivo 4

No se encontró asociación entre la exposición residencial a **contaminantes atmosféricos** y la DM en mujeres premenopáusicas. Aunque las mujeres expuestas a mayores valores de **SO<sub>2</sub>, PM<sub>2,5</sub> y O<sub>3</sub>** presentaron un mayor riesgo, no estadísticamente significativo, de **tener mamas densas**. Por el contrario, las mujeres expuestas a mayores valores de **NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y PM<sub>10</sub>** presentaron un **menor riesgo**, no estadísticamente significativo, de tener mamas densas.

# SEMINARIO

## EXPOSICIÓN AMBIENTAL Y LABORAL A SUSTANCIAS CONTAMINANTES Y DENSIDAD MAMOGRÁFICA



Tamara Jiménez Castellanos  
HM CINAC. UCJC.

Madrid, 22 de enero de 2026