ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE LA INCIDENCIA EN LA SALUD DE LAS EMISIONES PROCEDENTES DEL PARQUE TECNOLÓGICO DE VALDEMINGÓMEZ

Madrid, julio 2018

Centro Nacional de Sanidad Ambiental

DIRECCIÓN:	**Antonio Prieto**, *Gerente de Madrid Salud*
COORDINACIÓN:	**José Jover**. *Madrid Salud*
AUTORÍA:	**Ana Pérez, Consuelo Garrastazu, José M. Díaz Olalla, Gema Blasco.** *Madrid Salud.* **Rafael Borge.** *ETSII, Universidad Politécnica de Madrid.* *Miguel* **Ángel Baquedano, Alberto Orío**. *D.G. del Parque Tecnológico de Valdemingómez. Área de Gobierno de Medio Ambiente y Movilidad.* **Ángeles Cristóbal, María Encarnación de Vega.** *S.G. de Sostenibilidad. Área de Gobierno de Medio Ambiente y Movilidad.*
COLABORACIONES:	**Marina Pollán, Pablo Fernández Navarro.** *Área de Epidemiología Ambiental y Cáncer, Departamento de Enfermedades Crónicas, Centro Nacional de Epidemiologia, ISCIII y Centro de Investigación Biomédica en Red de Epidemiología y Salud Pública (CIBERESP).* **Argelia Castaño, Pilar Morillo, Saúl Garcia.** *Centro Nacional de Sanidad Ambiental, ISCIII.* **Antonio Bermejo, Remedios Pérez.** *Servicio Municipal de Estadística. Ayuntamiento de Madrid.*
PERSONAL BECARIO EN FORMACIÓN:	**Clara Rey, Ester Rodríguez, Alex Blanco**. *Madrid Salud*.
Edición y Maquetación	**Madrid Salud**

ÍNDICE GLOBAL

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE LA INCIDENCIA EN LA SALUD DE LAS EMISIONES PROCEDENTES DEL PARQUE TECNOLÓGICO DE VALDEMINGÓMEZ 5

1.- INTRODUCCIÓN. 5

2.- DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS Y FUNCIONALIDADES DE LA PLANTA DE VALORIZACIÓN ENERGÉTICA DEL PTV. 6

3.- ANTECEDENTES. 7

4.- ABORDAJE DEL ESTUDIO. 10

4.1. ANÁLISIS DE LA MORBI-MORTALIDAD. 12

4.1.1. Estudio Ecológico Retrospectivo Transversal de mortalidad. 12

4.1.2. Estudio de Mortalidad de Casos y Controles de Base Poblacional 12

4.2. VALORACIÓN DE LA EXPOSICIÓN AMBIENTAL. 12

4.2.1. Evaluación Toxicológica Ambiental 12

4.2.2. Estudio de dispersión de contaminantes atmosféricos 12

4.2.3. Campaña de medición de contaminantes atmosféricos en el PTV y en el Ensanche de Vallecas. 13

4.2.4. Estudio de contribución de otras fuentes contaminantes. 13

5. - CONCLUSIONES. 13

6. - LIMITACIONES DEL ESTUDIO. 14

7. - RECOMENDACIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE TRABAJO 14

8.- ANEXOS 16

9.- BIBLIOGRAFÍA, ENLACES. 17

ANEXO I - INFORME SOBRE LOS CONTROLES DE EMISIONES E INMISIONES DE LA PLANTA DE VALORIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS LOMAS 19

ÍNDICE ANEXO I 21

ANEXO II - ESTUDIO EPIDEMIOLÓGICO DEL IMPACTO DE LA ACTIVIDAD DEL PARQUE TECNOLÓGICO DE VALDEMINGÓMEZ EN LA SALUD DE LA POBLACIÓN MADRILEÑA 58

ÍNDICE ANEXO II 60

ANEXO III - EVALUACIÓN TOXICOLÓGICA AMBIENTAL EN EL ENTORNO DE LA INCINERADORA DEL PARQUE TECNOLÓGICO VALDEMINGÓMEZ 108

ÍNDICE ANEXO III 110

ANEXO IV - ESTUDIO DE DISPERSIÓN DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS DE LA PLANTA DE VALORIZACIÓN ENERGÉTICA DE RESIDUOS "LAS LOMAS" EN EL PARQUE TECNOLÓGICO DE VALDEMINGÓMEZ 179

ÍNDICE ANEXO IV 184

ANEXO V - INFORME SOBRE LAS CAMPAÑAS DE MEDICIÓN DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS EN EL PARQUE TECNOLÓGICO DE VALDEMINGÓMEZ Y EN EL ENSANCHE DE VALLECAS 217

ÍNDICE ANEXO V 220

ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE LA INCIDENCIA EN LA SALUD DE LAS EMISIONES PROCEDENTES DEL PARQUE TECNOLÓGICO DE VALDEMINGÓMEZ

1.- INTRODUCCIÓN.

Por Acuerdo en Pleno de 28/02/2017 (sesión 5/2017) se aprobó la proposición nº 2017/8000287, interesando que se inste al Equipo de Gobierno a que, a través de Madrid Salud, se promueva un *"Estudio que evalúe la incidencia sobre la salud de las emisiones procedentes del Parque Tecnológico de Valdemingómez"*.

Dicho Acuerdo establece que:

- "El Parque Tecnológico de Valdemingómez se compone de siete centros o plantas de tratamiento donde se reciben anualmente 1.200.000 toneladas de residuos urbanos que se generan en los hogares de nuestra ciudad (un 80 por ciento aproximadamente) y en la actividad de la ciudad (residuos de limpieza viaria, de parques y jardines, etc.). La Planta de Las Lomas es uno de estos siete centros y en él se desarrolla desde 1997 un proceso de aprovechamiento energético (incineración) de los rechazos de los residuos generados en procesos de separación y clasificación".
- "Desde el inicio de las operaciones de la Planta de Las Lomas, distintas asociaciones vecinales han reclamado un estudio epidemiológico que evaluara la incidencia sobre la salud de las emisiones a la atmósfera del Parque Tecnológico de Valdemingómez, y especialmente, del proceso de incineración /...".
- "La realización de este estudio en el actual momento responde a una demanda vecinal de hace 20 años y resulta necesaria teniendo en cuenta que el contrato con la actual empresa concesionaria de la explotación de esta instalación finaliza en el año 2020. De acuerdo con un informe elaborado por la Dirección General del Parque Tecnológico de Valdemingómez en 2013, los estudios epidemiológicos realizados al respecto de la exposición a dioxinas y compuestos tóxicos en las proximidades de incineradoras y los efectos en salud son limitados y no concluyentes. En la práctica totalidad de estos estudios se indica la necesidad de generar un mayor conocimiento para establecer conclusiones".

Finalmente, el Pleno aprueba:

A. "Instar al Equipo de Gobierno a solicitar a Madrid Salud la elaboración de un estudio que evalúe la incidencia sobre la salud de las emisiones procedentes del Parque Tecnológico de Valdemingómez".

B. "El alcance y detalle del mismo deberá ser definido por Madrid Salud, garantizando en todo caso que la licitación para la realización de este estudio se inicie en 2017 y que a la finalización del mismo, sus conclusiones estén a disposición del público para su consulta".

C. "Para la realización de este estudio, Madrid Salud deberá coordinarse con otros órganos administrativos o entidades públicas que puedan ostentar competencias que resulten afectadas por la realización del mismo. En todo caso, esta necesaria actuación no dilatará el plazo indicado anteriormente para su licitación". (1)

2.- DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS Y FUNCIONALIDADES DE LA PLANTA DE VALORIZACIÓN ENERGÉTICA DEL PTV.

Se describen a continuación la estructura y funcionalidades de la Planta de Valorización Energética del Parque Tecnológico de Valdemingómez.

Planta de valorización energética y sistema de depuración de gases.

a) Características técnicas

La instalación de valorización energética de Las Lomas lleva a cabo la combustión con aprovechamiento energético de 240.000-300.000 toneladas al año de una fracción de residuos llamada "combustible derivado de residuos" (CDR, "*RDF*" en inglés). Esta fracción, valorizable energéticamente, proviene actualmente de varias plantas de clasificación y reciclado, que procesan residuos sólidos urbanos (RSU): las plantas de La Paloma, Las Dehesas y la propia instalación de Las Lomas. En estas plantas se recupera principalmente materia orgánica, plásticos, aluminio y materiales férricos. El resto es lo que se considera CDR.

Así, en Las Lomas, la fracción valorizable energéticamente se obtiene de procesar anualmente unas 360.000 toneladas de RSU, y de las que el CDR representa alrededor del 42% del total, es decir algo más de 150.000 toneladas al año. Como la capacidad de tratamiento de la planta de valorización energética es mucho mayor, se valorizan también los rechazos producidos en las plantas de La Paloma y Las Dehesas que, si no, tendrían que llevarse a vertedero.

La capacidad de tratamiento depende fundamentalmente del poder calorífico del residuo valorizable. Así, según el proyecto constructivo, la planta se diseñó con una capacidad total de 600 toneladas al día de CDR, con un poder calorífico de 3.500 kcal/kg. La situación actual es que el poder calorífico medio del CDR es menor, por lo que la capacidad de tratamiento es de 900-1.000 toneladas al día. Es decir, asumiendo que la planta puede estar disponible en un 96%, la capacidad máxima de valorización energética es de unas 315.000 – 350.000 toneladas al año.

El poder calorífico de los residuos es convertido finalmente en energía eléctrica mediante una turbina de vapor. La capacidad de producción de energía eléctrica del proyecto constructivo es de 29,01MW. Si se aprovechara al máximo la capacidad de la instalación, podría producirse alrededor de 220.000 MWh de energía eléctrica al año, equivalente al consumo anual de alrededor de 22.000 viviendas. Parte de esta energía eléctrica (27-29%) se destina a autoconsumo de la propia instalación.

b) Sistema de depuración de gases

La instalación de valoración energética cuenta con 3 líneas que pueden funcionar simultáneamente, con sendos hornos de lecho fluidificado, donde se valoriza el CDR; una cámara de postcombustión, que permite alcanzar el tiempo de residencia de los gases de más de 2 segundos a más de 850ºC (para reducir la emisión de compuestos orgánicos derivados de una combustión incompleta, como los hidrocarburos aromáticos policíclicos o HAP); una caldera, donde se recupera el calor de los gases de combustión para la producción de energía eléctrica y, finalmente, un sistema de depuración de gases.

El sistema de depuración de gases está constituido por varias etapas:

- Eliminación de partículas gruesas mediante un sistema de ciclones.
- Absorción semihúmeda, para reducir los gases ácidos (principalmente HCl y SO_2) mediante una ducha de lechada de cal.
- Adsorción con carbón activo, donde se eliminan de la corriente gaseosa, entre otros contaminantes, las dioxinas y los furanos.
- Filtro de mangas, donde se retienen las partículas más finas y el carbón activo utilizado previamente.
- Reducción catalítica de óxidos de nitrógeno.

Este sistema de depuración de gases permite cumplir con los valores límite de emisión y requisitos técnicos establecidos por la Directiva 2010/75/UE, sobre las emisiones industriales y con el Real Decreto 815/2013, de 18 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de emisiones industriales. Dichos requisitos y valores límite se establecen a su vez en el Anexo I de la Autorización Ambiental Integrada (AAI) con la que cuenta la instalación.

La incineradora cuenta con Autorización Ambiental Integrada (AAI) de la Comunidad de Madrid, otorgada mediante Resolución, de 27 de agosto de 2008, de la Dirección General de Evaluación Ambiental.

Dicha autorización se otorga a las instalaciones de la empresa TIRMADRID, S.A.U, ubicadas en el término municipal de Madrid (actualmente URBASER, S.A.), e incluye la fase de recuperación de materiales (vidrio, plástico, chatarra, papel y cartón) y la de recuperación de energía mediante la valorización del rechazo resultante de la primera fase.

Se adjunta un informe aportado por la Dirección General del Parque Tecnológico de Valdemingómez, donde figuran los datos pormenorizados de las emisiones a la atmósfera de la Planta y los valores de inmisión medidos por el Ayuntamiento de Madrid en tres zonas relativamente cercanas a los focos de emisión (ERAR Butarque, Villa de Vallecas y ERAR Sur-Oriental) desde el año 2008 hasta los primeros meses de 2018 Anexo I.

3.- ANTECEDENTES.

La incineración es uno de los sistemas más comunes para el tratamiento y manejo de los residuos, tanto de los residuos sólidos urbanos como de otro tipo. Este sistema tiene ventajas en cuanto a reducción del volumen y la revalorización energética que ello supone. Frente a éstas tiene el inconveniente que se emiten a la atmósfera compuestos tóxicos persistentes (CTP) que, en ciertas concentraciones, pueden ser nocivos para la salud. Los CTP son sustancias químicas que se liberan al ambiente, son resistentes a la degradación biológica y química, por lo que permanecen en él a lo largo de mucho tiempo y pueden impregnar los diferentes compartimentos ambientales: aire, suelo y agua, y por ende a animales, que posteriormente, por su incorporación a la cadena alimentaria pueden afectar a los humanos. Entre ellos están el DDT y análogos, lindano, aldrín, dieldrín y otros. Dentro de los CTP se encuentran los Compuestos Orgánicos Persistentes (COP), que son elementos que en su estructura química contienen carbono e hidrógeno. Los COP son lipofílicos, se acumulan en diversos órganos y principalmente en el tejido graso y se amplifica su presencia según se asciende en la cadena trófica.

“Los COP son producto de los modelos económicos, socioculturales y políticos de nuestro mundo actual. Los desarrollos de la industria, la agricultura, el transporte, el reciclaje, etc., hace que tengan una presencia sistémica en nuestro medio. Los COP en general pueden clasificarse como plaguicidas o como productos industriales y su uso está generalizado” **(4).**

Entre los CTP que se emiten por las plantas de incineración se encuentran los compuestos orgánicos volátiles (COV), los metales pesados como el plomo, cadmio, arsénico, cromo y mercurio, fluoruro de hidrógeno, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), otros productos que contienen cloro (compuestos organoclorados) como son las dioxinas (policloro-dibenzo dioxinas, PCDD), furanos (policloro-dibenzo furanos, PCDF) y policlorobifenilos (PCB).

Las dioxinas y furanos, compuestos clasificados como agentes cancerígenos por la Agencia Internacional de Investigación del Cáncer (IARC), se emiten en los procesos de combustión tanto naturales como industriales, en fabricación de productos químicos que contienen cloro, en la incineración de residuos, en la industria metalúrgica, en el blanqueo de pasta de papel con cloro, en ciertos combustibles usados en la fabricación de cemento y otros. Están documentados efectos tóxicos para los humanos. Su impacto en la salud puede ser agudo en el que destaca el cloracné y los efectos crónicos son neurotóxicos, endocrinos, reproductores, vasculares y carcinogénicos (2), (3).

Aunque la incineración puede que sea actualmente la principal fuente de liberación de PCDD al ambiente, las cantidades de PCDD producidas por incineración son extremadamente pequeñas. Las PCDD están asociadas con cenizas generadas en procesos de incineración y combustión. Las emisiones desde incineradores varían enormemente y dependen de las prácticas de manejo y las tecnologías que se aplican. También se han detectado bajas concentraciones de PCDD en el humo de los cigarrillos, sistemas de calefacción domésticos y en las emisiones del escape de automóviles que usan gasolina (con o sin plomo) o diésel. Las PCDD pueden generarse al quemar una gran variedad de materiales que contienen cloro, tales como plásticos, madera tratada con pentaclorofenol, residuos tratados con plaguicidas y otras sustancias químicas policloradas (bifenilospoliclorados). La quema de papel blanqueado también puede generar PCDD (5).

Las PCDD se encuentran ampliamente distribuidas en el ambiente, y la mayoría de la población está expuesta a cantidades muy pequeñas al respirar aire, al consumir alimentos o cuando la piel entra en contacto con materiales contaminados con PCDD. Se han encontrado PCDD en muestras de tejido graso y sangre de individuos sin exposición conocida, esto indica que gran parte de la población ha estado expuesta a pequeñas cantidades de las mismas (5).

Se recoge en diversas aportaciones a la literatura científica que a partir del año 2000, año de entrada en vigor de la nueva normativa europea CE/2000/76, junto con los avances tecnológicos de las plantas incineradoras, han disminuido de manera importante el nivel de emisiones de estas instalaciones.

Es conocido, que la contaminación por COP en la población general se debe en más de un 90-95% a la ingesta alimentaria (5). El ser humano está al final de la cadena trófica y recoge a través del consumo de carne o leche los contaminantes de los vegetales que los animales han ingerido. Por ello, en los aislados de fluidos y tejidos biológicos analizados en seres humanos se encuentran generalmente cantidades detectables de estas sustancias, aunque faltan estudios sistemáticos en muestras representativas en la población general (4).

Los alimentos que vehiculizan más específicamente estos compuestos organoclorados son el pescado y el marisco, aceites y grasas, huevos y productos lácteos (7). En un estudio reciente llevado a cabo en Cataluña, se estima que los alimentos principalmente implicados en la exposición por vía alimentaria a dioxinas y furanos eran el pescado, los lácteos y sus derivados, los aceites y las grasas (14).

En las investigaciones realizadas con marcadores biológicos a grupos poblacionales (en algún caso representativo de la población general), se evidencian presencia de estos compuestos en el

organismo, más en las mujeres y cifras más altas en grupos de mayor edad, por efecto de la bioacumulación y el mayor tiempo de exposición.

Se realizó una revisión bibliográfica sobre estudios realizados en colectivos poblacionales a los que se ha estudiado en función de su dedicación laboral o para conocer la presencia de estos compuestos en las poblaciones cercanas a este tipo de instalaciones. Se valoraron, asimismo, los resultados de estudios precedentes en relación a posibles impactos en la salud de instalaciones similares a las del PTV, como Plantas de Tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos y Plantas de Valorización Energética.

Se realizaron consultas desde Madrid Salud a diversos equipos de investigación que hubieran llevado a cabo estudios similares en nuestro país, con el objeto de diseñar el estudio de la manera más eficaz y con los resultados lo más concluyentes posible. La mayor parte de estos grupos cuentan con aportaciones recientes sobre el impacto en salud de los Compuestos Orgánicos Persistentes (COP) que se generan en instalaciones similares a la que se nos propone. Muchos de ellos son estudios de biomonitorización, esto es, se midieron compuestos tóxicos o sus metabolitos en sangre, orina, leche materna o tejido adiposo en poblaciones ubicadas en las cercanías de plantas de incineración de residuos urbanos.

En los estudios referidos se recogen valoraciones de presencia de tóxicos en algún compartimento ambiental y en otros casos en fluidos humanos. Aparte de las diferentes metodologías de estudio, se evidencia la dificultad para comparar las distintas conclusiones por lo dispar de las muestras seleccionadas y la falta de representatividad poblacional. De hecho, no existen estudios válidos en España que reflejen los niveles reales de COP en la población general. Solamente hay dos estudios sobre pesticidas, en Canarias y Cataluña, en que las muestras hayan sido representativas de la población general (4).

En múltiples estudios con biomarcadores realizados a partir de los años dos mil en poblaciones cercanas y alejadas de estas instalaciones no se encuentran en ellas diferencias significativas de estos contaminantes como PCDD y PCDF y PCB (6).

Se relacionan aquí a algunos estudios realizados en España llevados a cabo mediante análisis de biomarcadores en diversas muestras de colectivos, aunque sin base poblacional.

En un estudio de biomonitorización de dioxinas y furanos en el periodo de 1995 a 1999 en la población cercana a una incineradora en Mataró y la población de Arenys de Mar, alejada de la instalación, no se encontraron diferencias significativas, encontrándose ligeros descensos en ambos compuestos entre las dos fechas (11).

En el año 2004 se realizó en Madrid en relación a la Incineradora de Valdemingómez un estudio de biomarcadores en tríos, padre, madre y recién nacidos, de población expuesta (alrededor de la instalación) y en sendos tríos en otra no expuesta, situada en Getafe y Parla. Se analizaron dioxinas, furanos, HCH, DDT y análogos, PCB, y metales pesados (As, Cd, Hg y Pb). Dicho estudio pretendía plantear un sistema de vigilancia de biomarcadores para la población madrileña, ya que se asumía que, como recogían otros estudios previos, los contaminantes encontrados en poblaciones cercanas a la Incineradora y en otras alejadas no presentabas diferencias estadísticamente significativas (8).

En estudios de monitorización realizados en una planta incineradora en Vizcaya en los años 2006, 2008 y 2010, no se encontraron diferencias significativas de presencia de dioxinas, furanos y PCB entre la población cercana a la planta y la de la población control, más alejada (6).

Tampoco parece darse un incremento de metales pesados (Pb, Cr, Cd y Hg) en sangre y orina en poblaciones cercanas a incineradoras de residuos sólidos con respecto a otras más alejadas (9). En un estudio reciente, este mismo grupo concluyó que los niveles de dioxinas y PCB en suero en

residentes en las cercanías de una incineradora de residuos urbanos no eran más altos que los residentes en zonas más alejadas (15).

En los estudios llevados a cabo en Tarragona en la Incineradora de Constantí, cuantificándose marcadores biológicos en suero, leche materna y tejido adiposo en la población cercana a la incineradora se evidenció que ha habido una reducción significativa de su presencia desde el año 1996 hasta ahora, después de 20 años de monitorización (17).

Es conocido que los COP son sustancias que se acumulan en el organismo a lo largo de la vida (bioacumulación), detectándose niveles más altos en grupos de mayor edad. En España, aunque los datos son parcelares e incompletos, los niveles en las poblaciones estudiadas la mayoría de los 12 COP recogidos en el Convenio de Estocolmo aprobado en 2004, están descendiendo (4). Se estima que esta disminución es debida, como ya se ha referido, además de la aplicación de la nueva normativa a las mejoras tecnológicas aplicadas en las instalaciones para reducir las emisiones contaminantes. Diversos autores recomiendan que, para evidenciar los posibles riesgos para la salud en la población generados por las plantas de incineración de residuos, es necesaria la valoración específica de cada instalación tanto en sus emisiones como en sus características tecnológicas, longevidad y procedimientos de trabajo (18).

4.- ABORDAJE DEL ESTUDIO.

La demanda solicitada está referida al estudio de los efectos en la salud de las emisiones procedentes de la Incineradora en las poblaciones cercanas a la Instalación, por tanto se planteó el abordaje del estudio teniendo en cuenta la distancia de las poblaciones al PTV. En ese sentido se podían plantear diferentes abordajes.

Se consideró promover un estudio epidemiológico sobre la presencia de compuestos tóxicos o sus metabolitos analizando marcadores biológicos (biomonitorización) en tejidos y fluidos humanos: sangre, orina, leche materna, tejido adiposo, etc. en una muestra de la población ubicada en las cercanías del PTV, comparándola con otra muestra de población alejada de la instalación, similares ambas en cuanto a variables como edad, sexo, ocupación, situación socio-económica, etc. Como más arriba se indica, diversos estudios que compararon niveles en suero de dioxinas y furanos y otros contaminantes en poblaciones que viven cerca y alejadas de este tipo de incineradoras de residuos urbanos, no mostraron diferencias significativas entre ellas, tanto en nuestro país como en otros (12), (15). Por otro lado las exposiciones a otros emisores (tráfico, otras industrias, combustiones incontroladas) se superponen, y los marcadores biológicos existentes no permiten señalar de forma específica y unívoca la exposición a una instalación de este tipo.

En la literatura se recoge que no hay diferentes grados de exposición a compuestos organoclorados (PCDD/F, PCB) en poblaciones que viven cerca o alejadas de este tipo de instalaciones. Además, la comparación de la exposición no es posible realizarla entre instalaciones antiguas y modernas por falta de información, tanto en las emisiones como en la impregnación biológica (6).

Las medidas regulatorias en cuanto a emisiones de compuestos organoclorados a la atmósfera junto con la aplicación de los acuerdos internacionales, que han tenido por objeto la limitación en su producción y comercialización, han producido una reducción muy significativa en la generación de estos compuestos en estos últimos años. En Italia se evidenció que desde mediados de los años noventa hasta el año 2008, las emisiones fueron 10.000 veces menores (16). En el País Vasco las disminuciones en un periodo de 2006 a 2013 los compuestos organoclorados en suero en una muestra de la población, disminuyeron entre un 37% y un 80%. Recientes estudios en el País Vasco muestran que los individuos que viven cerca de estas instalaciones no presentan niveles de compuestos organoclorados de los que viven más alejados (5).

Ante estas evidencias recogidas en la literatura científica al respecto, se desechó el abordaje epidemiológico mediante análisis de biomarcadores en una población cercana y otra alejada de la planta de incineración, pues no permitiría discriminar entre ambas la posible contaminación (15), añadiéndose además la dificultad de su ejecución, tanto por la representatividad de las muestras poblacionales, generalmente pequeñas, como por el acceso a la población para extraer muestras biológicas.

Parecía más factible la posibilidad de diseñar un estudio ecológico de mortalidad general por todas las causas, específicas para patologías cardiovasculares, respiratorias y por los tipos de cánceres a los que se asocia la exposición a estos COP, comparando las tasas encontradas en poblaciones cercanas a la Instalación y lejanas a la misma, todo ello con el objetivo de evidenciar el posible exceso de mortalidad en la población bajo la influencia de la Instalación ligado al riesgo para la salud de vivir cerca de la misma.

Desde el punto de vista de la exposición ambiental a los contaminantes se consideró plantear un estudio de evaluación toxicológica ambiental midiendo los valores de diversos contaminantes en el aire ambiente que se asocian a las emisiones de este tipo de instalaciones: Partículas ($PM_{2,5}$), dioxinas (PCDD), furanos (PCDF), Policlorobifenilos (PCB), Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP), metales pesados y otros Compuestos Orgánicos Persistentes (COP). Dichas mediciones podían efectuarse en zonas cercanas a la instalación y en zonas alejadas de la misma, para comparar así la posible exposición de ambas muestras poblaciones allí ubicadas. Esta valoración de las inmisiones podía estimarse como un marcador indirecto de exposición a los compuestos ambientales estudiados.

Por todo lo anteriormente referido y valorados tanto la literatura científica al respecto como la idoneidad, pertinencia y eficacia en el abordaje, desde Madrid Salud se decidió acometer el Estudio desde dos enfoques:

1. Llevar a cabo una valoración de la morbimortalidad de la población residente más cercana al PTV comparándola con otra ubicada más lejos de la instalación (análisis de la mortalidad), completándolo con un estudio de mortalidad de casos y controles de base poblacional para dar mayor robustez a la inferencia causal.
2. Realizar un estudio de evaluación ambiental de las inmisiones de los compuestos que pueda emitir la incineradora del PTV, entre ellos Partículas en Suspensión ($PM_{2,5}$), Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos, Carbono elemental y orgánico, metales pesados (Pb, Cd, As, Ni, Cu y Mn) y dioxinas y furanos.

Además, como estudios complementarios, se propuso realizar:

1. Un "Estudio de Dispersión de Contaminantes Atmosféricos de la Planta de Valorización Energética de Residuos "Las Lomas". En el estudio se analizan la dispersión de las emisiones de la Planta en función de la orografía, acción del viento y otras variables meteorológicas como la temperatura, radiación y precipitaciones. Ha sido realizado por la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid, ya realizado.
2. Campaña de medición de contaminantes en el PTV y en el Ensanche de Vallecas, realizada entre octubre y noviembre de 2017. Se midieron los siguientes contaminantes: CO, NOx, SO_2, PM_{10}, $PM_{2,5}$, Benceno, O_3 y Amoniaco.
3. Un Estudio de Contribución de otras Fuentes de emisión, que pudieran emitir a la atmósfera otros contaminantes en los alrededores del PTV, pendiente de iniciarse.

Para los estudios de morbi-mortalidad y de evaluación ambiental, Madrid Salud solicitó, en marzo de 2017, el apoyo y asesoría científica a diferentes instituciones con experiencia contrastada en este

tipo de estudios. Así, para el diseño y apoyo metodológico para los estudios de mortalidad y de evaluación ambiental, se colaboró respectivamente con el Área de Epidemiología Ambiental y Cáncer del Centro Nacional de Epidemiología, y el Laboratorio de Referencia Nacional de Calidad del Aire del Centro Nacional de Sanidad Ambiental, ambas unidades del Instituto de Salud Carlos III.

Se recabaron datos sobre las características y funcionalidades de la Planta de Valorización Energética, medición de las emisiones e inmisiones alrededor del PTV al Área de Medio Ambiente y Movilidad del Ayuntamiento de Madrid, de la que depende el PTV. Para el análisis de la mortalidad se solicitó el apoyo del Servicio Municipal de Estadística de la Subdirección General de Estadística del Ayuntamiento de Madrid que aportó las bases de datos y su tratamiento estadístico inicial.

Para el análisis de la morbilidad se solicitó la colaboración a la Consejería de Sanidad de la Comunidad de Madrid. Se precisaba que dichos datos procedentes de la Atención Primaria o del CMBD estuvieran georreferenciados para que fuera coherente con el análisis de la mortalidad. La Consejería no nos pudo facilitar dichos datos pues no tenían referencia geográfica y llevarla a cabo precisaría de recursos profesionales de los que no disponían y, en todo caso, el manejo de dichas bases de datos estaban reservadas a los profesionales de la Comunidad de Madrid y su cesión sería muy problemática. La falta de esta información hace que los datos obtenidos de morbilidad no tengan el mismo nivel de desagregación que en el estudio de mortalidad, por lo que la información generada es menos afinada que la que se realiza en la mortalidad.

4.1. ANÁLISIS DE LA MORBI-MORTALIDAD.

Estos estudios se han realizado en Madrid Salud en colaboración con El Área de Epidemiología Ambiental y Cáncer del Centro Nacional de Epidemiología del Instituto de Salud Carlos III.

4.1.1. Estudio Ecológico Retrospectivo Transversal de mortalidad.

Desde mayo de 2017 se iniciaron los trabajos para plantear el análisis epidemiológico de la mortalidad, que ha consistido en la realización de un *Estudio Ecológico Retrospectivo Transversal de Mortalidad*, para analizar la posible existencia de un exceso de mortalidad general por todas las cusas y por aquellas causas relacionadas con las emisiones atmosféricas de instalaciones de incineración de residuos en la población de Madrid ubicada cerca del PTV. (ANEXO II)

4.1.2. Estudio de Mortalidad de Casos y Controles de Base Poblacional.

Además del citado estudio, terminado a finales del enero de 2018, se ha realizado un *Estudio de Mortalidad de Casos y Controles de Base Poblacional* para incrementar la potencia de la inferencia causal de los resultados obtenidos. (ANEXO II)

4.2. VALORACIÓN DE LA EXPOSICIÓN AMBIENTAL.

4.2.1. Evaluación Toxicológica Ambiental.

Esta evaluación se ha realizado en Madrid Salud en colaboración con el Laboratorio de Referencia Nacional de Calidad del Aire del Centro Nacional de Sanidad Ambiental del Instituto de Salud Carlos III, que así mismo realizó el análisis toxicológico de las muestras recogidas. (ANEXO III)

4.2.2. Estudio de dispersión de contaminantes atmosféricos.

Este estudio lo ha realizado Rafael Borge de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid. (ANEXO IV)

4.2.3. Campaña de medición de contaminantes atmosféricos en el PTV y en el Ensanche de Vallecas.

Se realizó una campaña de mediciones de contaminantes atmosféricos en el PTV y en el Ensanche de Vallecas, con captadores fijos y móviles entre octubre y noviembre de 2107. (ANEXO V)

4.2.4. Estudio de contribución de otras fuentes contaminantes.

Este estudio está en proceso de licitación por parte del Área de Gobierno de Medio Ambiente y Movilidad.

5. - CONCLUSIONES.

1. En este trabajo encontramos que no existe mayor riesgo de morir por ninguna causa a menos de 5 km del PTVM una vez ajustado el análisis por la privación material. Por último podemos concluir que en este trabajo no encontramos suficientes evidencias que demuestren que la actividad del PTVM incida en la salud de la población.
2. Hallamos que existe un mayor riesgo de morir en el anillo situado a 5-8 Km del PTV dentro del municipio de Madrid, por enfermedades respiratorias en hombres (también para el conjunto de la población), cáncer de pulmón en hombres y mieloma múltiple en mujeres, tras eliminar el efecto del bajo nivel SE en la génesis de esos fallecimientos. Esta circunstancia no la apreciamos a menos de 5 Km.
3. No obstante, en los excesos del riesgo de morir hallados en la zona próxima al PTV por enfermedades respiratorias y cáncer de pulmón en hombres parece que el efecto de la precariedad juega un papel relevante. De hecho, en este estudio, la circunstancia de vivir en una zona con alto nivel de privación material es el factor más determinante de mortalidad de todos los estudiados, tanto en toda la ciudad como en la zona más próxima a la instalación industrial.
4. Del estudio de Evaluación Toxicológica Ambiental se concluye que comparando las inmisiones, es decir presencia en el aire ambiente, de los productos tóxicos analizados: Partículas en Suspensión ($PM_{2,5}$), Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos, Carbono elemental y orgánico y metales pesados (Pb, Cd, As, Ni, Cu y Mn), no existen diferencias significativas entre los encontrados en zonas cercanas a la Incineradora y alejada de la misma. Por lo tanto no hay evidencia de que la Planta contribuya a aumentar los niveles de estos contaminantes en su entorno más próximo.
5. Sí se han encontrado diferencias en la presencia de dioxinas/furanos, más elevadas en la zona cercana a la Instalación, aunque de muy baja magnitud. Deben de realizarse estudios más amplios para confirmar estos hallazgos. Dado que valores de concentración en aire ambiente obtenidos en dioxinas y furanos no cuentan con límites legales de referencia, se ha planteado la realización de una aproximación a la Evaluación de Riesgos, como modelo teórico establecido en las guías metodológicas de la Agencia de Protección Ambiental Americana (EPA). Esta evaluación debe ser considerada como una aproximación orientativa del riesgo potencial sobre la salud de la población expuesta a estos contaminantes en las concentraciones obtenidas. El valor resultante es muy cercano a 10^{-6}, límite que la EPA considera aceptable, recomendando análisis adicionales para una mejor caracterización del riesgo.
6. En el estudio de Dispersión de Contaminantes, en el que se han valorado partículas, HAP, dioxinas y metales pesados, se concluye que los órdenes de magnitud de estos compuestos apuntan a un impacto mínimo sobre la calidad del aire y la población cercana.

7. En la campaña de medición de contaminantes en el PTV y en el Ensanche de Vallecas, realizada entre octubre y noviembre de 2017, con captadores pasivos y móviles no se encontraron diferencias significativas en los puntos de muestreo.
8. Es necesario realizar un estudio de contribución de fuentes, es decir valorar la aportación de contaminantes a la atmósferas de otras industrias ubicadas en la cercanía del PTV, según los datos notificados al Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes (PRTR), así como otras posibles emisiones procedentes de combustiones no controladas de residuos que pudieran realizarse en este entorno. No se ha valorado la presencia de tráfico intenso en vías rápidas en las inmediaciones de la Instalación como fuente añadida de contaminantes ambientales.

6. - LIMITACIONES DEL ESTUDIO.

Desde el punto de vista de la evaluación toxicológica ambiental:

1. Los análisis realizados en el estudio de evaluación toxicológica ambiental (partículas en suspensión y su composición en compuestos carbonados, metales pesados e hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), así como dioxinas y furanos en fase gaseosa y fase particulada) han sido escasos y únicamente se han considerado dos puntos de muestreo, por lo que las inferencias espacio-temporales de la toxicidad de los agentes ambientales y la caracterización del riesgo potencial para la salud tienen una consistencia limitada.
2. Valorada la localización de empresas potencialmente emisoras de Dioxinas e HAP en el entorno próximo a la incineradora, y observando una posible contribución a la presencia de estos contaminantes en la atmosfera, se considera necesario realizar un análisis de contribución de fuentes emisoras, que considere, además de las empresas inscritas en PRTR indicadas, otras posibles fuentes que pudieran contribuir a elevar los niveles de dioxinas y furanos observados, entre ellos el tráfico en vías rápidas en las inmediaciones de la Instalación.
3. Los valores de concentración en aire ambiente obtenidos en dioxinas y furanos no cuentan con límites legales de referencia, se e ha planteado la realización de una aproximación a la Evaluación de Riesgos, como modelo teórico establecido en las guías metodológicas de la Agencia de Protección Ambiental Americana (EPA). Debe ser considerado como una aproximación orientativa del riesgo potencial sobre la salud de la población expuesta a estos contaminantes en las concentraciones obtenidas. El valor resultante es muy cercano a 10^{-6}, límite que la EPA considera aceptable, ante lo que se recomiendan análisis adicionales para una mejor caracterización del riesgo.

7. - RECOMENDACIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE TRABAJO

Dado que valoración de la contaminación individual a través de los marcadores no arrojaría suficiente evidencia de la exposición, futuras investigaciones deberían orientarse a realizar intervenciones que vigilaran (monitorizaran) las emisiones, las inmisiones y un sistema de vigilancia por posibles situaciones que alertaran de un posible efecto en salud.

A. Para la reducción de los posibles impactos sobre la salud, debería de actuarse sobre la emisión de los contaminantes, es decir la Instalación, mejorando la eficacia de sus procesos industriales minimizando las emisiones a la atmósfera, implantando la tecnología (filtros, recogida de cenizas, etc.) y haciendo más eficaz la incineración. Por tanto, monitorizando los procesos en las líneas de combustión de la incineradora.

B. Incrementar la vigilancia de presencia de compuestos en el aire ambiente, es decir, monitorizando los valores de estas en zonas cercanas a la Instalación teniendo en cuenta la dirección de los vientos predominantes. Lo más recomendable sería la monitorización en continuo de las inmisiones, incrementando el número de captadores y el tiempo de captación, con más frecuencia de las que disposiciones legales obligan.

C. Proponer a la Comunidad de Madrid, como responsable de la Vigilancia Epidemiológica, la puesta en marcha de un sistema de vigilancia de la morbilidad aguda y crónica de las poblaciones más cercanas a la Instalación.

8.- ANEXOS

I. DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS Y FUNCIONALIDADES DE LA PLANTA DE VALORIZACIÓN ENERGÉTICA DEL PTV. (ir a ANEXO I)

II. ESTUDIO ECOLÓGICO RETROSPECTIVO TRANSVERSAL DE MORTALIDAD, ESTUDIO DE MORBILIDAD Y ESTUDIO DE CASOS-CONTROLES DE BASE POBLACIONAL. (ir a ANEXO II)

III. ESTUDIO DE EVALUACIÓN TOXICOLÓGICA AMBIENTAL. (ir a ANEXO III)

IV. ESTUDIO DE DISPERSIÓN DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS (ir a ANEXO IV).

V. CAMPAÑA DE MEDICIÓN DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS EN EL PARQUE TECNOLÓGICO VALDEMINGÓMEZ Y ENSANCHE DE VALLECAS. (ir a ANEXO V)

(Seguir en ÍNDICE)

9.- BIBLIOGRAFÍA, ENLACES.

1. Sesión del Pleno del Ayuntamiento de Madrid, 28/02/2017. Resumen de Acuerdos (Pág. 9): http://www.madrid.es/UnidadesDescentralizadas/UDCPleno/Actividad/Pleno/2017/2017-02-28/AC_PO_28_02_17.pdf. Seguir en pág. 6

2. OMS. Las dioxinas y sus efectos en la salud humana. http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/dioxins-and-their-effects-on-human-health. Seguir en pág. 9

3. ATSDR. ToxFAQs™ Dibenzo-*p*-dioxinas policloradas (DDPC). https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts104.html. Seguir en pág. 9

4. PORTA M, PUIGDOMENECH E, BALLESTER F. (Eds.). Nuestra Contaminación Interna. Ed. Los libros de la Catarata. Madrid, 2009. Pág. 218. Seguir en pág. 8, pág. 10 y pág. 11

5. ATSDR. Resúmenes de Salud Pública. Dibenzo-*p*-dioxinas policloradas [DDPC]. https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs104.html. Seguir en pág. 9 y pág. 11

6. ZUBERO MB, AURRECOETXEAJJ, IBARLUCEAJM, RIVERA J, PARERA J, ABAD E, RODRIGUEZ C, SAENZ JR. *Evolution of PCDD/Fs and dioxin-like PCBs in the general adult population living close to a MSW incinerator. Science of the total environmental. 410-411 (2011), 241-247*. Seguir en pág. 10 y pág. 11

7. BOCIO A, DOMINGO JL. *Daily intake of CDD/PCDF in foodstuffs consumed in Tarragona. Spain. A review of recent studies (2001-2003) on human PCDD/PCDF exposure trough the diet. Environm. Res. 2005; 97:1-9*. Seguir en pág. 9

8. ARAGONÉS N, PÉREZ-GÓMEZ B, ASTRAY J, GIL E, PÉREZ-MEIXEIRA AM, DE PAZ C, IRISO A, CISNEROS M, DE SANTOS A, ARIAS P, SANZ JC, ASENSIO A, FERNÁNDEZ MA, GONZÁLEZ MJ, DE LEÓN A, GARCÍA-SAGREDOJM, POLLÁN M, LÓPEZ-ABENTE G, FRUTOS GARCÍA J, MARTÍNEZ M. Biomonitorización de la exposición a contaminantes ambientales en recién nacidos y sus progenitores en Madrid [BioMadrid]: diseño del estudio y resultados del trabajo de campo.Gaceta Sanitaria 2008; 22: 483-91 - Vol. 22 Núm.5. Seguir en pág. 10

9. ZUBERO MB, AURRECOETXEAJJ, IBARLUCEAJM, RIVERA J, ARENAZA MJ, RODRIGUEZ C, SAENZ JR. *Heavy metal levels (Pb, Cd, Cu and Hg) in the adult general population near an urban solid waste incinerator. Science of the total environment (2010).408(20):4468-74*. Seguir en pág. 10

10. ZUBERO MB, AURRECOETXEAJJ, IBARLUCEAJM, RIVERA J, PARERA J, ABAD E, GOÑI F, LÓPEZ R, ETXEANDIA A, RODRIGUEZ C, SAENZ JR. *Serum levels of polychlorinated dibenzodioxins and dibenzofurans and PCBs in the general population living near an urban waste treatment plant in Biscay, Basque Country. Chemosphere 76 (2009), 784-791*.

11. GONZALEZ CA, KOGEVINAS M, GADEA E, HUICI A, BOSCH A, BLEDA MJ, PAPKE E. *Biomonitoring Study of People Living near or Working at a Municipal Solid-Waste Incinerator Before and After Two Years of Operation. Archives of Environmental Health: An International Journal. (2000) Volume 55. Issue 4. 259-267*. Seguir en pág. 10

12. DE FELIP E, ABBALLE A, CASILINO F, DI DOMENICO A, DOMENICI P, LACOVELLA N, et al. *Serum levels of PCDDs, PCDFs and PCBs in non-occupationally exposed population groups living near two incineration plants in Tuscany, Italy Chemosphere 2008; 72:25-33*. Seguir en pág. 11

13. NADAL M, PERELLÓ G, SHUHMACHER M, CID J, JOSÉ L, DOMINGO JL. *Concentrations of PCDD/PCDFs in plasma of subjects living in the vicinity of a hazardous waste incinerator: follow-up and modeling validation. Chemosphere 2008; 73:901-6.*

14. PERELLÓ G, GÓMEZ-CATALÁN J, CASTELL V, LLOBETJM, DOMINGO JL. *Assessment of the temporal trend of the dietary exposure to PCDD7Fs and PCBs in Catalonia, Spain: Health Risks. Food ChemToxicol 2011. Jul 7 (Epub ahead of print).* Seguir en pág. 9

15. ZUBERO MB, EGUIRAUN E, AURREKOETXEAJJ, LERTXUNDI A, ABAD E, PARERA J, GOÑI-IRIGOYEN F, IBARLUZEA J. *Changes in serum dioxin and PCB levels in residents around a municipal waste incinerator in Bilbao, Spain. Environmental Research 156 (2017) 738-746.* Seguir en pág. 11 y pág. 12

16. RANZI A, FANO V, ERSPAMER L, LAURIOLA P, PERUCCI CA, FORASTIERE F. 2001. *Mortality and morbidity among people living close to incinerators, a cohort study based on dispersion modeling for exposure assessment. Environ. Health 10, 22.* Seguir en pág. 11

17. VILAVERT L, NADAL M, SCHUHMACHER M, DOMINGO JL. *Two decades of environmental surveillance in the vicinity of a waste incinerator: human health risks associated with metals and PCDD/Fs. Arch Environ ContamToxicol 2015 Aug; 69(2):241-53.* Seguir en pág. 11

18. DOMINGO JL, ROVIRA J, VILAVERT L, NADAL M, FIGUERAS MJ, SCHUHMACHER M. *Health risks for the population living in the vicinity of an Integrated Waste Management Facility: Screening environmental pollutants. Science of the Total Environment 518-519 (2015) 369.* Seguir en pág. 11

ANEXO I - INFORME SOBRE LOS CONTROLES DE EMISIONES E INMISIONES DE LA PLANTA DE VALORIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS LOMAS

DIRECCIÓN:	**Miguel Ángel Baquedano,** *D.G. del Parque Tecnológico de Valdemingómez*
AUTORÍA:	**Alberto Orío Hernández,** *Departamento de Valorización Energética de la Dirección General del Parque Tecnológico de Valdemingómez*
	Madrid, julio de 2018

ÍNDICE ANEXO I

ANEXO I - INFORME SOBRE LOS CONTROLES DE EMISIONES E INMISIONES DE LA PLANTA DE VALORIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS LOMAS 19

1. CARACTERÍSTICAS Y FUNCIONALIDADES DE LA PLANTA DE VALORIZACIÓN ENERGÉTICA. 22

1.1.- Planta de valorización energética y sistema de depuración de gases 22

1.2.- Autorización Ambiental Integrada. Valores límite de emisión y Controles requeridos. 24

2. ANÁLISIS DE LOS CONTROLES DE EMISIONES E INMISIONES 25

2.1 Control de emisiones a la atmósfera 25

2.2 Controles de inmisión 27

3. CONCLUSIONES 30

ANEXO I/A - UBICACIÓN DE LA PLANTA DE LAS LOMAS Y DE LOS 3 PUNTOS DE CONTROL DE INMISIONES 32

ANEXO I/B - RESUMEN DE LOS CONTROLES DE INMISIÓN 35

(Seguir en pág. 15 / Seguir en ÍNDICE)

1. CARACTERÍSTICAS Y FUNCIONALIDADES DE LA PLANTA DE VALORIZACIÓN ENERGÉTICA.

1.1.- Planta de valorización energética y sistema de depuración de gases

Características técnicas

La instalación de valorización energética de Las Lomas lleva a cabo la **combustión con aprovechamiento energético** de 240.000-300.000 toneladas al año de una fracción de residuos llamada "combustible derivado de residuos" (CDR). Esta fracción valorizable energéticamente se obtiene de procesar previamente unas 360.000 toneladas de residuos sólidos urbanos (RSU), que entran anualmente a la planta de clasificación y reciclado de Las Lomas y de las que se recupera principalmente materia orgánica, plásticos, aluminio y materiales férricos. La cantidad de CDR valorizable energéticamente obtenido de este RSU oscila alrededor del 45%, es decir algo más de 160.000 toneladas al año. Dado que la capacidad de tratamiento mayor, además del CDR generado en esta planta, se valorizan otros rechazos provenientes de las plantas Las Dehesas y La Paloma, donde también se ha hecho previamente una recuperación de materiales.

La capacidad de tratamiento depende fundamentalmente del poder calorífico del residuo valorizable. Así, según el proyecto constructivo, la planta se diseñó con una capacidad total de 600 toneladas al día de CDR, con un poder calorífico de 3.500 kcal/kg. La situación actual es que el poder calorífico medio del CDR es de 2.400-2.600 kcal/kg por lo que la capacidad de tratamiento es de 900-1.000 toneladas al día. Es decir, asumiendo que la planta puede estar disponible en un 96%, la capacidad máxima de valorización energética es de unas **315.000 – 350.000 toneladas al año**.

El poder calorífico de los residuos es convertido finalmente en **energía eléctrica** mediante el sistema de caldera-turbina de vapor, que aprovecha el calor de los gases de combustión del CDR. La capacidad de producción de energía eléctrica del proyecto constructivo es de 29,01MW. Si se aprovechara al máximo la capacidad de incineración, la planta podría producir alrededor de 220.000 MWh de energía eléctrica al año, equivalente al consumo anual de alrededor de 63.000 viviendas. Parte de esta energía eléctrica (27-29%) se destina a autoconsumo de la propia instalación.

La siguiente tabla muestra la evolución desde el año 2010 hasta 2016 del total de residuos tratados en el Parque Tecnológico de Valdemingómez, así como la cantidad valorizada energéticamente, y la energía producida:

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
RESIDUOS TRATADOS EN EL PTV (toneladas /año)	1.411.724	1.302.977	1.230.996	1.186.148	1.196.164	1.221.222	1.248.180
RESIDUOS VALORIZADOS ENERGÉTICAMENTE EN LAS LOMAS (toneladas /año)	315.130	307.378	266.140	242.315	241.730	257.605	270.035

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
% RESIDUOS VALORIZADOS ENERGÉTICAMENTE	22,3%	23,6%	21,6%	20,4%	20,2%	21,1%	21,6%
ENERGÍA PRODUCIDA EN LAS LOMAS (MW.h)	236.160	212.486	183.642	166.977	145.163	177.577	189.727

Sistema de depuración de gases

La instalación de valoración energética cuenta con 3 líneas que pueden funcionar simultáneamente, con sendos hornos de lecho fluidizado, donde se valoriza el CDR; una cámara de postcombustión, que permite alcanzar el tiempo de residencia de los gases de más de 2 segundos a más de 850ºC (para reducir la emisión de compuestos orgánicos derivados de una combustión incompleta); una caldera, donde se recupera el calor de los gases de combustión para la producción de energía eléctrica y, finalmente, un sistema de depuración de gases (figura 1).

Figura 1.- Esquema de una línea de la planta de incineración de Valdemingómez

El sistema de depuración de gases está constituido por varias etapas:

- Eliminación de partículas gruesas mediante un sistema de ciclones.
- Absorción semihúmeda, para reducir los gases ácidos (principalmente HCl y SO_2) mediante una ducha de lechada de cal.
- Adsorción con carbón activo, donde se eliminan de la corriente gaseosa. Entre otros contaminantes, las dioxinas y los furanos.
- Filtro de mangas, donde se retienen las partículas más finas y el carbón activo utilizado previamente.
- Reducción catalítica de óxidos de nitrógeno.

Este sistema de depuración de gases **permite cumplir con los valores límite de emisión y requisitos técnicos** establecidos por la Directiva 2010/75/UE, sobre las emisiones industriales y con el Real Decreto 815/2013, de 18 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de emisiones industriales. Dichos requisitos y valores límite se establecen a su vez en el Anexo I/A de la Autorización Ambiental Integrada con la que cuenta la instalación.

1.2.- Autorización Ambiental Integrada. Valores límite de emisión y Controles requeridos.

La incineradora cuenta con Autorización Ambiental Integrada (AAI) de la Comunidad de Madrid, otorgada mediante Resolución, de 27 de agosto de 2008, de la Dirección General de Evaluación Ambiental.

Dicha autorización se otorga a las instalaciones de la empresa TIRMADRID, S.A.U, ubicadas en el término municipal de Madrid (actualmente URBASER, S.A.), e incluye la fase de recuperación de materiales (vidrio, plástico, chatarra, papel y cartón) y la de recuperación de energía mediante la valorización del rechazo resultante de la primera fase.

El Anexo I de la AAI establece las Prescripciones Técnicas y los Valores Límite de Emisión. A su vez, en el Anexo I/B se establece el control de emisiones a la atmósfera, con mediciones en continuo y en discontinuo.

1.2.1.- Valores límite de emisión

Los valores límite de emisión (VLE) se establecen para los 3 focos de emisión de la incineradora, que se corresponden con cada una de las 3 líneas de incineración y tratamiento de gases.

Parámetro	VLE (*)	Periodo de referencia
Partículas totales	10 mg/Nm^3	Valor medio diario
	30 mg/Nm^3	Valor medio semihorario
Sustancias orgánicas volátiles expresadas como carbono orgánico total	10 mg/Nm^3	Valor medio diario
	20 mg/Nm^3	Valor medio semihorario
Cloruro de hidrógeno (HCl)	10 mg/Nm^3	Valor medio diario
	60 mg/Nm^3	Valor medio semihorario
Fluoruro de hidrógeno	1 mg/Nm^3	Valor medio calculado a partir de valores medidos en períodos de muestreo de 30 minutos
	4 mg/Nm^3	Valor medido en un período de muestreo de 30 minutos
Dióxido de azufre	50 mg/Nm^3	Valor medio diario
	200 mg/Nm^3	Valor medio semihorario
Óxidos de nitrógeno (NOx) expresados como NO_2	200 mg/Nm^3	Valor medio diario
	400 mg/Nm^3	Valor medio semihorario
Monóxido de carbono	50 mg/Nm^3	Valor medio diario
	100 mg/Nm^3	Valor medio horario
Mercurio y sus compuestos (Hg)	0,05 mg/Nm^3	Valor medio medido en períodos de muestreo de un mínimo de 30 minutos y un máximo de 8 horas Valor medio medido en períodos de muestreo de un mínimo de 30 minutos y un máximo de 8 horas
Cadmio y talio y sus compuestos (CD + Tl)	Total: 0,05 mg/Nm^3	Valor medio medido en períodos de muestreo de un mínimo de 30

Parámetro	VLE (*)	Periodo de referencia
		minutos y un máximo de 8 horas
Antimonio, arsénico, plomo, cromo, cobalto, cobre, manganeso, níquel, vanadio y compuestos	Total 0,5 mg/Nm³	Valor medio medido en períodos de muestreo de un mínimo de 30 minutos y un máximo de 8 horas
Dioxinas y furanos	0,1 ng I-TEQ/ Nm³	Valor medio medido en períodos de muestreo de un mínimo de 30 minutos y un máximo de 6 horas

(*) VLE expresados en condiciones normales de presión y temperatura del gas seco (101,3kPa, 273,15K), referidos a un porcentaje de oxígeno del 11%

1.2.2.- Control de emisiones a la atmósfera y control de inmisiones

El **control de emisiones** establecido en la AAI, para cada uno de los 3 focos, es el que se presenta en la siguiente tabla:

PARÁMETROS	PERIODICIDAD DE CONTROL
Partículas	CONTINUO
CO	
NOx	
SO_2	
COV	
HCl	
HF	TRIMESTRAL 3 medidas de 30 mm a lo largo de un día
Hg	TRIMESTRAL 2 medidas de 90 min a lo largo de un día
Cd+Tl	
Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V	
Dioxinas y furanos	TRIMESTRAL 1 medida, con un periodo de muestreo entre 6 y 8 horas, a lo largo de un día
NH_3	TRIENAL (Un foco cada año) 3 medidas de 1 hora en período representativo
Zn	
HCB	
HAP	

Por otra parte, con objeto de analizar la posible incidencia en el aire de los alrededores de la planta de Las Lomas, la AAI establece la obligación de recabar los datos recogidos por las estaciones de **control de calidad del aire** del Ayuntamiento de Madrid. Las campañas de medida de inmisiones se llevan a cabo por el Ayuntamiento de Madrid en las siguientes ubicaciones:

- Villa de Vallecas (realizados en las instalaciones del INSÍA)
- Estación Regeneradora de Aguas Residuales (ERAR) Sur-Oriental
- Estación Regeneradora de Aguas Residuales (ERAR) Butarque

2. ANÁLISIS DE LOS CONTROLES DE EMISIONES E INMISIONES

2.1 Control de emisiones a la atmósfera

Los controles de emisiones a la atmósfera se vienen realizando por parte de la empresa responsable de la gestión de la planta de valorización energética (TIRMADRID y ahora Urbaser),

en respuesta a las exigencias de la AAI, y con la periodicidad que ahí se determina. Por otra parte, el Ayuntamiento de Madrid realiza sus propios controles anuales en la chimenea para comprobar el buen funcionamiento de los sistemas de depuración de gases.

En la tabla siguiente se presentan los resultados de los autocontroles realizados por la empresa responsable de la gestión de la planta, expresados como valores medios anuales, desde el otorgamiento de la autorización ambiental:

EMISIONES EN LA PLANTA DE RECUPERACION ENERGETICA DE LAS LOMAS 2.008 - 2.017											
AÑO	CO	COV	HCl	Partículas	SO2	NOx	HF	Cd+Tl	Hg	Ni+As+Pb+Cr+Co +Cu+Mn+Sb+V	Dioxinas y furanos
	(mg/Nm3)	(mg de COT/Nm3)	(mg/Nm3)	(mg/Nm3)	(mg/Nm3)	(mg de NO2/Nm3)	(mg/Nm3)	(mg/Nm3)	(mg/Nm3)	(mg/Nm3)	(ng I-TEQ/Nm3)
2.008	14,4	0,6	4,2	1,5	0,3	114,1	0,02	<0,010	0,0010	<0,117	0,0091
2.009	14,1	1,4	4,2	0,9	0,2	122,7	0,09	<0,005	0,0006	0,0532	0,0090
2.010	14,1	2,9	4,2	0,2	0,2	118,5	0,12	0,0037	<0,0029	0,0274	0,0107
2.011	13,1	1,6	2,9	0,5	0,3	98,1	<0,06	<0,0048	0,0013	0,0299	0,0064
2.012	11,7	0,9	3,2	0,5	0,4	94,8	0,03	<0,0040	0,0008	0,0356	0,0100
2.013	11,6	1,0	3,0	0,4	0,6	98,2	<0,02	0,0034	0,0005	0,0340	0,0063
2.014	12,2	1,7	3,9	0,3	0,6	94,4	0,06	0,0026	0,0013	0,0508	0,0040
2.015	8,9	1,7	3,9	0,2	0,5	92,8	<0,02	0,0029	0,0033	0,0561	0,0060
2.016	9,6	1,8	3,9	0,2	0,5	87,9	<0,106	0,0032	0,0012	0,0575	0,0076
2.017	10,0	1,9	3,5	0,7	0,7	88,2	<0,138	0,0011	0,0005	0,1002	0,0078
Media 2.008-2.017	**12,0**	**1,6**	**3,7**	**0,5**	**0,4**	**101,0**	**0,05**	**0,0029**	**0,0013**	**0,0503**	**0,0077**
LIMITE R.D. 653/03 LIMITE R.D. 815/13	**50**	**10**	**10**	**10**	**50**	**200**	**1**	**0,05**	**0,05**	**0,5**	**0,1**

***Nota**: para el cálculo de las medias, cuando algún resultado (pero no todos) es inferior al límite de cuantificación, se emplea la mitad del valor*

El promedio de los controles realizados entre 2008 y 2017 indica que los valores se encuentran muy por debajo de los valores límite de emisión; es decir, cumplen sobradamente los límites establecidos en la legislación. Las partículas, los metales y las dioxinas y furanos presentan **valores 10 veces menores a dichos límites**.

En la tabla siguiente se presentan todos los resultados de **dioxinas y furanos,** en ng I-TEQ/Nm^3 (corregidos al 11% de O_2), obtenidos trimestralmente en cada uno de los 3 focos (cada mes se analiza en uno de ellos), desde 2008 hasta 2017:

Concentración de dioxinas y furanos en chimenea (ng I-TEQ/Nm^3)													
Mes Año	Enero	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov	Dic	Media
2008	0,0031	0,0055	0,038	0,0049	0,0043	0,0207	0,0035	0,004	0,003	0,0023	0,0028	0,017	**0,009**
2009	0,013	0,03	0,0058	0,0078	0,009	0,0079	0,0043	0,0020	0,0042	0,0169	0,0020	0,0054	**0,009**
2010	0,0053	0,0019	0,0058	0,0055	0,0092	0,0023	0,0103	0,0693	0,0019	0,0047	0,0094	0,0032	**0,011**
2011	0,0050	0,0027	0,0028	0,0065	0,0029	0,0100	0,0113	0,0032	0,0048	0,0034	0,022	0,0020	**0,006**
2012	0,004	0,007	0,002	0,045	0,0057	0,0026	parada	0,0093	0,0026	0,0026	0,0262	0,0025	**0,010**
2013	parada	0,0087	0,0046	0,0037	parada	0,0031	0,0027	0,0027	parada	0,0037	0,0139	0,0138	**0,006**
2014	0,0028	0,0077	parada	0,0018	parada	0,0034	0,0048	parada	0,005	-	0.0059	0,0024	**0,004**
2015	0,0029	0,0035	0,0051	0,0065	0,0062	0,0093	0,0025	0,0107	0,0013	0,005	0,0015	0,018	**0,006**
2016	parada	0,001	0,005	0,025	0,02	0,0049	0,0011	parada	0,009	-	<0,0018	0,0015	**0,008**
2017	0,0017	0,0039	0,0057	0,014	0,0026	0,0015	0,026	0,0047	0,0037	0,022	0,0055	0,0024	**0,008**
Valor límite de emisión= 0,1ng I-TEQ/Nm3													

Los valores medios de los últimos 5 años oscilan entre 0,004-0,008 ng/Nm^3, cuando el valor límite es 0,1 ng/ Nm^3.

En cuanto a los controles realizados esporádicamente por el Ayuntamiento de Madrid, en cada una de las 3 chimeneas, en la tabla siguiente se presentan los resultados de los últimos años, que tienen el mismo orden de magnitud que los de la tabla anterior:

Año	FOCO 1	FOCO 2	FOCO 3
2010 (feb) 2010 (mayo) 2010 (nov)	0,0046 0,0073 0,0050	0,0051 0,0071 0,0020	0,0036 0,0069 0,0030
2011	0,0156	0,0051	0,0065
2014	0,0217	-	0,0045
2015	-	0,0126	0,0097
2016	0,0025	0,0037	-
2017	-	0,0052	0,0291
MEDIA	0,0095	0,0058	0,0090
Resultados expresados en ngITEQ/Nm^3 al 11% de O_2			
Valor límite de emisión= 0,1 ng I-TEQ/Nm3			

A la vista de los resultados de los autocontroles realizados por la propia empresa y de los controles realizados por el Ayuntamiento de Madrid, se puede concluir que los valores de emisión son, al menos, 10 veces menos que el valor límite de emisión establecido legalmente en la normativa nacional y europea.

2.2 Controles de inmisión

Como se ha dicho en el punto 2.2, para evaluar el posible impacto de las emisiones del PTV en la calidad del aire, la AAI de Las Lomas prevé que se realicen controles de inmisión en 3 puntos ubicados a una distancia relativamente cercana a los focos de emisión. En concreto, la AAI exige recabar los datos que se generan en los controles que realiza el Ayuntamiento de Madrid, en las siguientes ubicaciones:

- Junta Municipal de Vallecas.
- Estación Regeneradora de Aguas Residuales (E.R.A.R.) Sur-Oriental
- E.R.A.R. Butarque.

Estos tres puntos están situados a unos 5 km de distancia, al norte (Vallecas), este (Sur-Oriental) y oeste (Butarque) de los focos de emisión de Las Lomas (ver Anexo I/A).

Parámetros y frecuencias de toma de muestra y análisis

Para dar cumplimiento al vigente Manual de Operaciones para la Planta de Las Lomas, se realizan mensualmente estas mediciones y una medición al semestre para dioxinas y furanos en los 3 puntos de control:

PARÁMETRO	MEDIDAS AL MES
PM_{10}	2 medidas al mes.
SO_2	2 días consecutivos al mes.
NO_2	2 días consecutivos al mes.
HCl	2 medidas al mes.
Metales(*)	2 medidas al mes.
CO	2 días consecutivos al mes.
Dioxinas y Furanos	1 medida al semestre.

(*) Metales pesados particulados: plomo (Pb), cromo (Cr), cobre (Cu), cadmio (Cd), manganeso (Mn), níquel (Ni), arsénico (As), mercurio (Hg).

En el Anexo I/B de este documento se presenta un resumen de los resultados de estos controles y, a continuación, se explican con más detalle los resultados obtenidos para dioxinas y furanos.

En la tabla siguiente se muestran los **resultados de dioxinas y furanos** (en pgITEQ /Nm³) obtenidos en los 3 puntos de control de inmisión desde el año 2012 al año 2018:

Dioxinas y Furanos (pg ITEQ/ Nm³)	2012		2013		2014		2015		2016		2017		2018				
	Mayo	Nov	Mayo	Nov	Mayo	Nov	Mayo	Nov	Mayo	Nov	Mayo	Nov	Ene	Feb	Mar	Abr	May
Sur Oriental	0,06	0,05	0,06	0,06	0,016	0,028	0,018	0,017	0,016	0,015	0,015	0,056			0,015	0,016	0,014
Butarque	0,06	0,1	0,08	0,060	0,060	0,014	0,016	0,058	0,015	0,016	0,126	0,017	0,15		0,015	0,03	0,055
INSIA	0,06	0,06	0,13	0,05	0,025	0,015	0,06	0,013	0,015	0,02	0,118	0,018		0,095			

Para las dioxinas y furanos no existen valores de referencia dentro del marco legislativo de la Unión Europea. En Japón sí existe un valor que puede servir de referencia: 0,6 pgITEQ/m3 (**600 fgITEQ/m³**), como promedio anual, que no se debe sobrepasar.

En la tabla anterior se ve que el valor promedio más alto obtenido en los controles de inmisión del Ayuntamiento es de 0,05 pgITEQ/Nm³, es decir, **50 femtogramos /m³**que, comparado con el valor de referencia japonés (600 fg/m³), es 12 veces inferior.

Por último, en la tabla siguiente se representa, para cada uno de los 3 puntos de toma de muestra, la dirección del viento necesaria para que el punto de muestreo quede a sotavento dela Planta de Las Lomas, es decir, para que el viento transporte sus emisiones al punto de medición. Se dibuja también la **dirección del viento predominante durante las 24 horas que transcurren durante la toma de muestra**, para poder conocer el origen principal de las dioxinas que se están midiendo.

Se señalan en rojo los valores de dioxinas medidos en los días en los que el viento predominante coincide con la dirección del viento requerida para que dicho transporte se produzca. Se observa que solamente hay 4 días en los que se produce esta circunstancia y que los valores medidos (0.028, 0.015 y 0.015) son inferiores a los valores medios que se han medido (0,0575; 0,08 y 0,075).

Los valores más altos (en morado) se registran cuando los vientos predominantes tienen componente Norte, Nordeste y Noroeste.

Dioxinas y Furanos (pgITEQ/Nm^3)	2012		2013		2014		2015		2016		2017		Dirección del viento para que el punto de toma de muestra quede a sotavento del PTV
	Mayo	Nov	Mayo	Nov	Mayo	Nov	Mayo	Nov	Mayo	Nov	Mayo	Nov	
ERAR SUR ORIENTAL	0,060	0,050	0,060	0,060	**0.016**	0.028	0.018	0.017	0.016	0.015	0.015	0.056	ONO
Dirección viento durante el muestreo	NE	NE	SO	NE	NNO	NO	SO	N	NE	NE	OSO	SO	
	2012		2013		2014		2015		2016		2017		
	Enero	Julio	Enero	Julio	Enero	Julio	Enero	Julio	Enero	Julio	Enero	Julio	
ERAR BUTARQUE	0,060	0,100	0,080	0.060	0.060	**0.014**	0.016	0.058	0.015	**0.016**	0.126	**0.017**	ENE
Dirección viento durante el muestreo	SO	NE	NE	N	NE	SO	SE	OSO	ESE	OSO	NNO	SE	
	2012		2013		2014		2015		2016		2017		
	Marzo	Sept	Marzo	Sept	Marzo	Sept	Marzo	Sept	Marzo	Sept	Marzo	Sept	
INSÍA	0,060	0,060	0,130	0,050	0.025	0.015	0.06	0.013	0.015	0.02	0.118	0.018	SSE
Dirección viento durante el muestreo	SO	NE	NO	N	NE	NE	SO	ESE	SO	OSO	NE	NE	

3. CONCLUSIONES

El sistema de depuración de gases **permite cumplir con los valores límite de emisión y requisitos técnicos** establecidos por la Directiva 2010/75/UE, sobre las emisiones industriales y con el Real Decreto 815/2013, de 18 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de emisiones industriales.

A la vista de los resultados de los autocontroles realizados por la propia empresa, los **valores medios en emisión** de los últimos 5 años oscilan entre 0,004-0,008 ng/Nm^3, cuando el valor límite es 0,1ng/Nm^3. Y, utilizando los datos de los controles realizados por el Ayuntamiento de Madrid, se puede concluir que los valores de emisión son del orden de 10 veces menos que el valor límite de emisión establecido legalmente en la normativa nacional y europea.

En cuanto a los controles de **inmisión**, realizados mensualmente, solamente se ha detectado alguna superación reseñable para las partículas PM_{10}. Pero dichas superaciones suelen coincidir con días en los que se producen intrusiones de arena sahariana, por lo que no se encuentra que exista relación alguna con las emisiones de la planta de Las Lomas.

En cuanto a las dioxinas y furanos medidas en inmisión, no existen valores de referencia dentro del marco legislativo de la Unión Europea. En Japón sí existe un valor que puede servir de referencia: 0,6 pgITEQ/m3 (**600 fgITEQ/m^3**), como promedio anual, que no se debe sobrepasar. El valor promedio más alto obtenido en los controles de inmisión del Ayuntamiento es de 0,05 pgITEQ/Nm^3, es decir, **50 femtogramos /m^3**que, comparado con el valor de referencia japonés (600 fg/m^3), es 12 veces inferior.

Relacionando los valores medidos con la dirección del viento predominante durante las 24 horas del muestreo, se puede observar que los valores más altos se registran cuando los vientos predominantes tienen componente Norte, Nordeste y Noroeste, es decir, provenientes del núcleo urbano.

De estos resultados se puede inferir que es necesario estudiar con detalle cuál es la contribución real de la planta de las Lomas a las concentraciones de dioxinas observadas en el aire ambiente. Esto se puede calcular mediante la realización de un estudio de contribución de fuentes, realizando durante un año completo la toma de muestras de filtros de partículas y analizando metales y dioxinas en una o más ubicaciones.

Madrid, 2 de julio de 2018

ANEXOS “A” Y “B”

ANEXO I/A - UBICACIÓN DE LA PLANTA DE LAS LOMAS Y DE LOS 3 PUNTOS DE CONTROL DE INMISIONES

MOCALVARO
SANTA EUGENIA
INSIA
Estadio de Vallecas
PUENTE DE VALLECAS
ENTREVIAS
Sanmar
VILLA DE VALLECAS
Colegio
PLANTA DE LAS LOMAS de Valorización de Residuos de Valdemingómez
INSIA
Depuradora Butarque

ANEXO I/B - RESUMEN DE LOS CONTROLES DE INMISIÓN

EVOLUCIÓN DE RESULTADOS INMISIÓN

A continuación presentamos la evolución de resultados por ámbito; en función del parámetro se establecen evoluciones mensuales, semestrales y/ anuales:

CO, NO_2, SO_2

ERAR SUR ORIENTAL

	RESULTADOS DE CO, NOx Y SO_2																							
ERAR SUR ORIENTAL			FEBRERO'14		MARZO '14		ABRIL '14		MAYO '14		JUNIO '14		JULIO '14		AGOSTO '14		SEPTIEMBRE '14		OCTUBRE '14		NOVIEMBRE '14		DICIEMBRE '14	
			Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2
SO_2 (µg/m³)			4.8	2.8	1.91	1.81	2.8	2.6	2.62	3.64	2.92	3.58	1.20	2.50	2.20	2.00	1.60	1.90	2.20	1.90	1.40	4.20	3.40	4.60
NO_2 (µg/m³)			44.4	41	9.4	32.1	1.6	4.6	14.68	10.10	28.34	22.02	8.00	24.70	6.20	5.00	16.70	11.60	19.30	14.70	31.30	36.90	31.10	40.5
CO (mg/m³)			0.7	0.6	0.7	0.8	0.7	0.6	0.65	0.60	0.24	0.29	0.25	0.31	0.37	0.27	0.40	0.40	0.20	0.30	0.40	0.40	0.50	0.50
ERAR SUR ORIENTAL	ENERO '15		FEBRERO'15		MARZO '15		ABRIL'15		MAYO '15		JUNIO '15		JULIO '15		AGOSTO '15		SEPTIEMBRE '15		OCTUBRE '15		NOVIEMBRE '15		DICIEMBRE '15	
	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2
SO_2 (µg/m³)	4.40	4.70	4.00	3.70	2.60	3.50	4.00	3.30	4.10	3.50	2.80	3.00	2.09	1.89	4.15	1.53	4.30	1.90	2.10	1.00	2.40	1.60	0.90	2.30
NO_2 (µg/m³)	13.93	17.40	5.80	5.80	7.60	15.80	0.80	3.80	26.40	41.20	14.70	26.40	17.73	9.10	20.42	27.76	40.50	13.50	31.00	24.80	6.80	26.80	0.10	43.90
CO (mg/m³)	0.60	0.60	0.70	0.70	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.87	0.90	0.72	1.01	0.90	0.70	0.90	0.80	0.90	0.90	0.90	0.90
ERAR SUR ORIENTAL	ENERO '16		FEBRERO'16		MARZO '16		ABRIL'16		MAYO '16		JUNIO '16		JULIO '16		AGOSTO '16		SEPTIEMBRE '16		OCTUBRE '16		NOVIEMBRE '16		DICIEMBRE '16	
	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2
SO_2 (µg/m³)	1.10	1.00	1.60	1.00	3.30	3.20	0.80	0.30	0.10	0.20	6.20	3.90	13.18	14.32	24.20	17.70	1.00	0.80	0.80	0.70	1.10	0.90	2.49	2.36
NO_2 (µg/m³)	2.30	3.40	20.20	25.80	27.70	20.20	27.50	30.50	7.30	13.30	11.30	9.50	20.24	9.71	10.60	9.80	27.80	21.80	16.90	17.50	37.70	11.80	22.09	17.27
CO (mg/m³)	0.90	0.80	0.90	0.90	0.90	0.90	1.30	1.30	1.00	1.00	1.00	0.90	0.97	0.96	1.10	1.10	1.00	1.10	1.10	1.10	1.40	1.20	0.75	0.67

ERAR SUR ORIENTAL	ENERO '17		FEBRERO '17		MARZO '17		ABRIL '17		MAYO '17		JUNIO '17		JULIO '17		AGOSTO '17		SEPTIEMBRE '17		OCTUBRE '17		NOVIEMBRE '17		DICIEMBRE '17	
	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2
SO_2 (µg/m³)	1.50	1.30	0.60	0.60	0.90	0.60	4.90	8.00	3.90	4.40	4.60	4.50	4.40	4.30	4.20	3.20	2.10	2.20	4.70	5.00	0.90	0.80	1.10	1.00
NO_2 (µg/m³)	45.50	26.90	39.20	43.60	4.30	21.00	17.10	40.40	4.00	6.30	18.90	20.70	50.10	42.80	48.10	30.30	43.70	15.90	59.40	76.40	13.90	12.90	34.30	21.00
CO (mg/m³)	1.10	0.80	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.20	1.20	0.90	0.90	1.20	1.30	1.10	1.10	1.50	1.60
ERAR SUR ORIENTAL	ENERO '18																							
	Día 1	Día 2																						
SO_2 (µg/m³)	4.70	4.90																						
NO_2 (µg/m³)	62.60	47.20																						
CO (mg/m³)	1.40	1.40																						

Tabla 1. Resultados de SO_2, NO_2 y CO en inmisión (datos normalizados a 293K y 101.3kPa)

Figura 1. Valores registrados en ERAR SUR ORIENTAL desde el comienzo de la asistencia con escala de valores límite (en rojo)

ERAR BUTARQUE

	RESULTADOS DE CO, NOx Y SO_2																							
ERAR BUTARQUE			FEBRERO '14		MARZO '14		ABRIL '14		MAYO '14		JUNIO '14		JULIO '14		AGOSTO '14		SEPTIEMBRE '14		OCTUBRE '14		NOVIEMBRE '14		DICIEMBRE '14	
			Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2
SO_2 (µg/m³)			2.2	1.4	2.9	4.3	2.7	2.2	3.82	3.25	4.26	3.70	2.50	2.00	2.80	3.10	1.90	2.70	1.40	1.50	2.10	1.40	2.40	5.10
NO_2 (µg/m³)			43.1	22.6	61.1	54.2	29.1	17.2	74.69	63.17	19.54	30.69	36.10	15.50	4.70	4.80	6.90	4.70	23.60	26.20	63.50	31.10	26.70	37.30
CO (mg/m³)			0.6	0.5	0.8	0.8	0.7	0.6	0.64	0.52	0.36	0.29	0.31	0.26	0.27	0.26	0.20	0.30	0.30	0.30	0.40	0.30	0.40	0.50
ERAR BUTARQUE	ENERO '15		FEBRERO '15		MARZO '15		ABRIL '15		MAYO '15		JUNIO '15		JULIO '15		AGOSTO '15		SEPTIEMBRE '15		OCTUBRE '15		NOVIEMBRE '15		DICIEMBRE '15	
SO_2 (µg/m³)	4.60	3.80	3.70	3.60	4.30	4.90	2.90	3.30	4.00	4.80	2.20	2.60	2.26	2.55	4.51	2.77	3.10	2.40	1.60	1.00	8.90	11.20	12.30	4.40
NO_2 (µg/m³)	36.30	20.90	25.50	36.90	20.80	23.00	4.00	4.00	22.40	58.00	14.50	14.50	70.50	42.97	57.16	50.46	15.60	30.70	11.30	34.50	88.20	107.70	146.90	68.80
CO (mg/m³)	0.60	0.50	0.70	0.70	0.70	0.70	0.90	0.80	0.90	0.90	0.60	0.80	0.88	0.87	1.31	1.70	0.80	0.80	0.80	0.80	1.20	1.40	1.40	1.00
ERAR BUTARQUE	ENERO '16		FEBRERO '16		MARZO '16		ABRIL '16		MAYO '16		JUNIO '16		JULIO '16		AGOSTO '16		SEPTIEMBRE '16		OCTUBRE '16		NOVIEMBRE '16		DICIEMBRE '16	
	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2
SO_2 (µg/m³)	2.30	1.40	1.90	2.90	1.40	1.20	0.20	1.00	6.30	2.00	7.60	7.60	15.67	16.06	22.20	22.20	1.00	0.80	0.90	0.80	0.40	1.00	3.83	4.23
NO_2 (µg/m³)	33.40	16.50	10.50	8.50	56.70	62.50	25.20	20.60	38.00	21.40	37.70	48.90	21.83	23.33	32.70	16.60	30.20	24.40	13.90	12.60	16.50	6.10	63.51	67.88
CO (mg/m³)	1.00	1.00	0.90	1.00	1.20	1.30	1.20	1.10	1.30	1.20	0.90	0.90	1.15	1.13	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.10	0.90	0.50	0.97	1.03
ERAR BUTARQUE	ENERO '17		FEBRERO '17		MARZO '17		ABRIL '17		MAYO '17		JUNIO '17		JULIO '17		AGOSTO '17		SEPTIEMBRE '17		OCTUBRE '17		NOVIEMBRE '17		DICIEMBRE '17	
	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2
SO_2 (µg/m³)	0.60	0.60	0.50	0.50	0.20	0.20	4.70	5.20	4.10	4.40	4.10	4.40	4.70	5.00	4.50	4.10	3.70	1.90	4.40	4.30	0.90	1.00	2.30	1.40
NO_2 (µg/m³)	26.00	19.60	15.30	9.10	40.00	55.80	14.50	12.70	33.90	22.50	21.20	27.40	39.40	25.20	22.20	12.10	26.80	44.30	43.40	49.30	36.90	47.40	33.40	16.50
CO (mg/m³)	1.10	0.90	0.90	0.90	1.00	1.20	1.10	1.00	1.20	1.20	1.20	1.10	0.90	1.10	1.10	1.10	0.90	1.00	1.40	1.30	1.20	1.20	1.90	1.80
ERAR BUTARQUE	ENERO '18																							
	Día 1	Día 2																						
SO_2 (µg/m³)	3.20	1.90																						
NO_2 (µg/m³)	59.20	29.10																						
CO (mg/m³)	1.40	1.40																						

Tabla 2. Resultados de SO_2, NO_2 y CO en inmisión (datos normalizados a 293K y 101.3kPa)

Figura 2. Valores registrados en ERAR BUTARQUE desde el comienzo de la asistencia con escala de valores límite (en rojo)

INSÍA

	RESULTADOS DE CO, NOx Y SO_2																							
INSÍA			FEBRERO '14		MARZO '14		ABRIL '14		MAYO '14		JUNIO '14		JULIO '14		AGOSTO '14		SEPTIEMBRE '14		OCTUBRE '14		NOVIEMBRE '14		DICIEMBRE '14	
			Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2
SO_2 (µg/m³)			2.2	1.4	2.9	4.3	2.7	2.2	3.82	3.25	4.26	3.70	2.10	2.30	1.40	0.90	1.50	2.70	1.97	1.58	3.40	2.60	4.10	9.80
NO_2 (µg/m³)			43.1	22.6	61.1	54.2	29.1	17.2	74.69	63.17	19.54	30.69	5.20	8.00	13.30	10.50	31.10	50.60	29.20	39.00	63.50	31.10	41.50	67.20
CO (mg/m³)			0.6	0.5	0.8	0.8	0.7	0.6	0.64	0.52	0.36	0.29	0.19	0.17	0.27	0.24	0.30	0.40	0.40	0.30	0.40	0.40	0.40	0.80
INSÍA	ENERO '15		FEBRERO '15		MARZO '15		ABRIL '15		MAYO '15		JUNIO '15		JULIO '15		AGOSTO '15		SEPTIEMBRE '15		OCTUBRE '15		NOVIEMBRE '15		DICIEMBRE '15	
	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2
SO_2 (µg/m³)	5.20	4.20	4.30	4.40	8.80	10.20	3.50	2.70	5.20	4.60	3.20	3.50	1.90	2.90	-	-	4.50	5.60	1.80	3.50	3.30	11.20	5.80	3.00
NO_2 (µg/m³)	4.40	5.10	46.70	33.10	83.40	81.40	0.30	0.30	63.50	42.00	25.80	18.30	41.69	66.77	-	-	39.00	36.70	33.20	49.20	53.50	107.70	96.80	67.00
CO (mg/m³)	0.50	0.50	0.80	0.70	0.90	1.00	0.90	0.80	1.00	0.90	0.90	0.90	0.89	0.92	-	-	1.00	0.90	0.90	1.00	1.10	1.40	1.10	0.90
INSÍA	ENERO '16		FEBRERO '16		MARZO '16		ABRIL '16		MAYO '16		JUNIO '16		JULIO '16		AGOSTO '16		SEPTIEMBRE '16		OCTUBRE '16		NOVIEMBRE '16		DICIEMBRE '16	
	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2
SO_2 (µg/m³)	3.00	4.90	1.40	2.50	1.20	1.10	0.10	0.10	8.40	6.70	13.70	13.10	25.25	26.20	34.70	32.30	1.00	0.80	0.90	1.00	1.70	3.30	2.72	3.10
NO_2 (µg/m³)	55.70	76.60	63.80	57.20	55.10	40.70	33.90	31.00	40.40	37.40	54.70	44.60	37.18	39.47	20.70	12.50	10.20	27.70	36.90	47.40	46.80	60.60	54.99	57.88
CO (mg/m³)	0.80	1.00	0.90	0.90	1.20	1.20	1.20	1.20	1.10	1.10	0.90	0.90	1.05	0.99	0.90	0.90	0.90	1.00	1.20	1.20	0.80	0.90	1.08	1.18
INSÍA	ENERO '17		FEBRERO '17		MARZO '17		ABRIL '17		MAYO '17		JUNIO '17		JULIO '17		AGOSTO '17		SEPTIEMBRE '17		OCTUBRE '17		NOVIEMBRE '17		DICIEMBRE '17	
	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2
SO_2 (µg/m³)	1.20	0.70	0.50	0.80	0.40	0.70	6.00	6.00	4.40	4.20	4.40	4.40	4.30	4.90			2.80	2.40	4.30	4.90	0.80	0.70	3.00	4.90
NO_2 (µg m³)	76.10	52.50	26.00	40.10	51.40	36.60	13.00	26.30	47.20	21.50	24.20	41.80	37.30	42.60			40.10	51.80	54.10	25.90	16.90	17.80	55.70	76.60
CO (mg/m³)	1.20	0.90	0.90	1.00	1.10	1.40	1.00	1.10	1.20	1.10	1.00	1.10	1.00	1.10			0.80	0.80	1.40	1.30	1.10	1.10	1.50	1.50
INSÍA	ENERO '18																							
	Día 1	Día 2																						
SO_2 (µg/m³)	4.40	4.60																						
NO_2 (µg/m³)	26.70	25.70																						
CO (mg/m³)	1.20	1.30																						

Tabla 3. Resultados de SO_2, NO_2 y CO en inmisión (datos normalizados a 293K y 101.3kPa)

Figura 3. Valores registrados en INSÍA desde el comienzo de la asistencia con escala de valores límite (en rojo)

HCl

ERAR SUR ORIENTAL

	RESULTADOS DE HCl																							
ERAR SUR ORIENTAL			FEBRERO'14		MARZO '14		ABRIL '14		MAYO '14		JUNIO '14		JULIO '14		AGOSTO '14		SEPTIEMBRE '14		OCTUBRE '14		NOVIEMBRE '14		DICIEMBRE '14	
			Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2
HCl (µg/m³)			<13.34	<14.90	<13.22	<13.82	<11.55	<11.49	<11.87	<11.82	<11.80	<12.29	<12.23	<12.29	<12.47	<11.41	<12.24	<12.16	<12.36	<12.08	<12.05	<12.48	<12.50	<12.50
ERAR SUR ORIENTAL	ENERO '15		FEBRERO '15		MARZO '15		ABRIL '15		MAYO '15		JUNIO '15		JULIO '15		AGOSTO '15		SEPTIEMBRE '15		OCTUBRE '15		NOVIEMBRE '15		DICIEMBRE '15	
	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2
HCl (µg/m³)	<12.34	<12.47	<12.45	<12.15	<12.28	<12.65	<13.51	<10.07	<16.29	<16.23	<18.28	<17.97	<16.80	<16.64	<18.56	<17.76	<18.13	<18.32	<16.85	<18.40	<13.18	<13.52	<13.07	<13.31
ERAR SUR ORIENTAL	ENERO '16		FEBRERO '16		MARZO '16		ABRIL '16		MAYO '16		JUNIO '16		JULIO '16		AGOSTO '16		SEPTIEMBRE '16		OCTUBRE '16		NOVIEMBRE '16		DICIEMBRE '16	
	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2
HCl (µg/m³)	<12.42	<12.77	<12.84	<12.93	<12.84	<12.93	<13.02	<12.69	<12.72	<13.32	<12.97	<12.99	<13.59	<13.26	<13.31	<13.31	<13.09	<12.93	<13.09	<13.07	<13.09	<13.07	<12.50	<12.65
ERAR SUR ORIENTAL	ENERO '17		FEBRERO '17		MARZO '17		ABRIL '17		MAYO '17		JUNIO '17		JULIO '17		AGOSTO '17		SEPTIEMBRE '17		OCTUBRE '17		NOVIEMBRE '17		DICIEMBRE '17	
	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2
HCl (µg/m³)	<12.69	<12.68	<12.33	<12.60	<12.67	<12.89	<12.72	<12.95	<13.03	<13.09	<9.02	<11.79	<10.14	<10.17	<13.12	<13.43	<8.62	<8.03	<10.41	<9.51	<7.32	<7.57	<14.97	<13.96
ERAR SUR ORIENTAL	ENERO '18																							
	Día 1	Día 2																						
HCl (µg/m³)	<8.08	<10.83																						

Tabla 4. Resultados HCl en inmisión (datos normalizados a 293K y 101.3kPa)

Figura 4. Valores registrados en ERAR SUR ORIENTAL desde el comienzo de la asistencia con escala de valores límite (en rojo)

ERAR BUTARQUE

	RESULTADOS DE HCl																							
ERAR BUTARQUE			FEBRERO'14		MARZO '14		ABRIL '14		MAYO '14		JUNIO '14		JULIO '14		AGOSTO '14		SEPTIEMBRE '14		OCTUBRE '14		NOVIEMBRE '14		DICIEMBRE '14	
			Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2
HCl (µg/m³)			<13.82	<14.51	<13.81	<13.69	<12.23	<12.28	<12.14	<12.04	<12.19	<11.99	<11.64	<12.37	<11.26	<11.21	<12.51	<12.55	<12.13	<12.77	<11.94	<12.38	<12.49	<12.47
ERAR BUTARQUE	ENERO '15		FEBRERO '15		MARZO '15		ABRIL '15		MAYO '15		JUNIO '15		JULIO '15		AGOSTO '15		SEPTIEMBRE '15		OCTUBRE '15		NOVIEMBRE '15		DICIEMBRE '15	
	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2
HCl (µg/m³)	<12.46	<12.56	<12.55	<12.51	<12.34	<12.62	<13.77	<13.68	<16.20	<15.92	<19.11	<20.31	<16.82	<17.02	<18.25	<17.82	<18.13	<18.10	<15.28	<16.01	<13.17	<13.32	<13.58	<12.74
ERAR BUTARQUE	ENERO '16		FEBRERO '16		MARZO '16		ABRIL '16		MAYO '16		JUNIO '16		JULIO '16		AGOSTO '16		SEPTIEMBRE '16		OCTUBRE '16		NOVIEMBRE '16		DICIEMBRE '16	
	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2
HCl (µg/m³)	<14.55	<12.98	<12.70	<12.49	<13.03	<13.01	<12.93	<13.14	<13.24	<13.13	<13.10	<13.34	<13.60	<14.31	<13.02	<13.77	<13.07	<13.15	<13.18	<13.19	<13.18	<13.19	<12.80	<13.13
ERAR BUTARQUE	ENERO '17		FEBRERO '17		MARZO '17		ABRIL '17		MAYO '17		JUNIO '17		JULIO '17		AGOSTO '17		SEPTIEMBRE '17		OCTUBRE '17		NOVIEMBRE '17		DICIEMBRE '17	
	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2
HCl (µg/m³)	<12.62	<12.66	<12.33	<12.55	<12.75	<12.67	<12.77	<12.79	<13.02	<12.86	<12.31	<12.41	<9.04	<9.59	<13.12	<12.21	<8.58	<9.25	<9.76	<10.41	<7.12	<7.47	<14.43	<14.15
ERAR BUTARQUE	ENERO '18																							
	Día 1	Día 2																						
HCl (µg/m³)	<7.71	<6.03																						

Tabla 5. Resultados HCl en inmisión (datos normalizados a 293K y 101.3kPa)

Figura 5. Valores registrados en ERAR BUTARQUE desde el comienzo de la asistencia con escala de valores límite (en rojo)

INSÍA

	RESULTADOS DE HCl																							
INSÍA			FEBRERO'14		MARZO '14		ABRIL '14		MAYO '14		JUNIO '14		JULIO '14		AGOSTO '14		SEPTIEMBRE '14		OCTUBRE '14		NOVIEMBRE '14		DICIEMBRE '14	
			Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2
HCl (µg/m³)			<12.50	<12.50	<13.82	<14.51	<13.81	<13.69	<12.23	<12.28	<12.14	<12.04	<12.19	<11.99	<11.42	<12.35	<11.49	<12.22	<12.53	<12.54	<12.23	<12.06	<12.59	<12.42
INSÍA	ENERO '15		FEBRERO '15		MARZO '15		ABRIL '15		MAYO '15		JUNIO '15		JULIO '15		AGOSTO '15		SEPTIEMBRE '15		OCTUBRE '15		NOVIEMBRE '15		DICIEMBRE '15	
	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2
HCl (µg/m³)	<12.39	<12.24	<12.22	<12.24	<12.31	<12.59	<13.94	<13.58	<16.20	<16.32	<22.34	<19.44	<16.39	<16.00			<18.58	<18.80	<23.43	<20.06	<13.36	<13.49	<13.35	<13.40
INSÍA	ENERO '16		FEBRERO '16		MARZO '16		ABRIL '16		MAYO '16		JUNIO '16		JULIO '16		AGOSTO '16		SEPTIEMBRE '16		OCTUBRE '16		NOVIEMBRE '16		DICIEMBRE '16	
	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2
HCl (µg/m³)	<13.24	<13.10	<12.80	<12.51	<12.84	<13.01	<12.47	<12.79	<12.53	<13.30	<13.26	<12.33	<14.17	<14.16	<13.64	<13.47	<13.10	<13.05	<13.05	<13.16	<13.05	<13.16	<13.27	<13.57
INSÍA	ENERO '17		FEBRERO '17		MARZO '17		ABRIL '17		MAYO '17		JUNIO '17		JULIO '17		AGOSTO '17		SEPTIEMBRE '17		OCTUBRE '17		NOVIEMBRE '17		DICIEMBRE '17	
	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2
HCl (µg/m³)	<12.69	<12.67	<12.46	<12.33	<12.77	<12.84	<12.93	<12.57	<13.20	<12.75	<13.05	<12.38	<11.83	<9.93			<7.85	<7.10	<11.44	<12.59	<7.45	<6.48	<14.65	<13.49
INSÍA	ENERO '18																							
	Día 1	Día 2																						
HCl (µg/m³)	<11.64	<7.56																						

Tabla 6. Resultados HCl en inmisión (datos normalizados a 293K y 101.3kPa)

Figura 6. Valores registrados en INSÍA desde el comienzo de la asistencia con escala de valores límite (en rojo)

PM10

ERAR SUR ORIENTAL

	RESULTADOS DE PM_{10}																							
ERAR SUR ORIENTAL			FEBRERO'14		MARZO '14		ABRIL '14		MAYO '14		JUNIO '14		JULIO '14		AGOSTO '14		SEPTIEMBRE '14		OCTUBRE '14		NOVIEMBRE '14		DICIEMBRE '14	
			Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2
PM_{10} (µg/m³)			14.90	14.00	9.05	9.05	14.39	9.05	17.61	19.59	9.03	9.07	9.07	9.00	25.32	9.05	19.63	28.35	15.37	12.94	14.93	9.05	9.05	9.05
ERAR SUR ORIENTAL	ENERO '15		FEBRERO '15		MARZO '15		ABRIL '15		MAYO '15		JUNIO '15		JULIO '15		AGOSTO '15		SEPTIEMBRE '15		OCTUBRE '15		NOVIEMBRE '15		DICIEMBRE '15	
	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2
PM_{10} (µg/m³)	17.19	24.99	<9.07	<9.05	11.68	10.32	10.69	<9.05	25.29	<9.06	26.29	24.52	29.00	37.70	72.06	44.59	14.29	12.74	22.56	20.75	23.48	35.47	36.00	55.77
ERAR SUR ORIENTAL	ENERO '16		FEBRERO '16		MARZO '16		ABRIL '16		MAYO '16		JUNIO '16		JULIO '16		AGOSTO '16		SEPTIEMBRE '16		OCTUBRE '16		NOVIEMBRE '16		DICIEMBRE '16	
	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2
PM_{10} (µg/m³)	<9.01	<9.01	<9.07	<9.06	10.32	<9.06	<9.05	<9.05	<9.04	<9.05	<9.06	21.99	23.17	38.22	24.15	19.09	49.14	55.68	21.61	20.21	9.04	9.06	19.48	11.89
ERAR SUR ORIENTAL	ENERO '17		FEBRERO '17		MARZO '17		ABRIL '17		MAYO '17		JUNIO '17		JULIO '17		AGOSTO '17		SEPTIEMBRE '17		OCTUBRE '17		NOVIEMBRE '17		DICIEMBRE '17	
	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2
PM_{10} (µg/m³)	10.52	32.80	9.33	11.69	<9.06	13.04	19.21	11.05	11.14	<9.95	27.19	23.83	43.31	16.50	24.56	30.20	26.28	<10.54	32.33	42.66	25.09	<9.06	46.56	43.93
ERAR SUR ORIENTAL	ENERO '18																							
	Día 1	Día 2																						
PM_{10} (µg/m³)	18.12	9.34																						

Tabla 7. Resultados PM_{10} en inmisión (datos normalizados a 293K y 101.3kPa)

Figura 7. Valores registrados en ERAR SUR ORIENTAL desde el comienzo de la asistencia con escala de valores límite (en rojo)

ERAR BUTARQUE

	RESULTADOS DE PM_{10}																							
ERAR BUTARQUE			FEBRERO'14		MARZO '14		ABRIL '14		MAYO '14		JUNIO '14		JULIO '14		AGOSTO '14		SEPTIEMBRE '14		OCTUBRE '14		NOVIEMBRE '14		DICIEMBRE '14	
			Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2
PM_{10} (µg/m³)			18.00	9.00	16.39	30.96	9.07	9.08	32.64	22.07	19.24	20.34	16.36	9.70	16.29	18.22	15.29	22.07	15.38	12.22	9.05	9.04	9.05	21.32
ERAR BUTARQUE	ENERO '15		FEBRERO '15		MARZO '15		ABRIL '15		MAYO '15		JUNIO '15		JULIO '15		AGOSTO '15		SEPTIEMBRE '15		OCTUBRE '15		NOVIEMBRE '15		DICIEMBRE '15	
	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2
PM_{10} (µg/m³)	32.98	21.29	<9.05	<9.05	<9.05	<9.05	<9.05	10.31	<9.06	24.32	16.59	21.12	59.10	47.00	23.93	31.36	22.98	26.71	13.23	19.73	51.79	62.87	85.80	41.52
ERAR BUTARQUE	ENERO '16		FEBRERO '16		MARZO '16		ABRIL '16		MAYO '16		JUNIO '16		JULIO '16		AGOSTO '16		SEPTIEMBRE '16		OCTUBRE '16		NOVIEMBRE '16		DICIEMBRE '16	
	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2
PM_{10} (µg/m³)	<9.02	<9.02	<9.14	<9.05	21.27	29.82	9.23	<9.05	24.66	15.09	20.46	9.06	29.20	24.37	26.78	9.15	32.56	26.67	18.68	<9.07	<9.05	<9.06	<9.07	38.04
ERAR BUTARQUE	ENERO '17		FEBRERO '17		MARZO '17		ABRIL '17		MAYO '17		JUNIO '17		JULIO '17		AGOSTO '17		SEPTIEMBRE '17		OCTUBRE '17		NOVIEMBRE '17		DICIEMBRE '17	
	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2
PM_{10} (µg/m³)	50.85	17.69	<9.06	21.00	22.20	42.12	<9.06	13.05	18.48	22.55	24.84	<9.06	17.13	19.84	12.24	19.21	11.69	26.38	21.02	26.92	34.52	18.02	46.92	56.99
ERAR BUTARQUE	ENERO '18																							
	Día 1	Día 2																						
PM_{10} (µg/m³)	24.20	9.87																						

Tabla 8. Resultados PM_{10} en inmisión (datos normalizados a 293K y 101.3kPa)

Figura 8. Valores registrados en ERAR BUTARQUE desde el comienzo de la asistencia con escala de valores límite (en rojo)

INSÍA

	RESULTADOS DE PM_{10}																							
INSÍA			FEBRERO'14		MARZO '14		ABRIL '14		MAYO '14		JUNIO '14		JULIO '14		AGOSTO '14		SEPTIEMBRE '14		OCTUBRE '14		NOVIEMBRE '14		DICIEMBRE '14	
			Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2
PM_{10} (µg/m³)			18.00	9.00	16.39	30.96	9.07	9.08	32.64	22.07	19.24	20.34	9.05	13.32	11.60	9.25	9.05	20.46	9.05	9.05	9.05	11.58	13.92	43.70
INSÍA	ENERO '15		FEBRERO '15		MARZO '15		ABRIL '15		MAYO '15		JUNIO '15		JULIO '15		AGOSTO '15		SEPTIEMBRE '15		OCTUBRE '15		NOVIEMBRE '15		DICIEMBRE '15	
	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2
PM_{10} (µg/m³)	17.70	<9.05	13.22	18.63	15.92	39.53	<9.05	<9.05	38.26	57.91	19.30	17.50	22.20	25.20			18.34	19.95	13.61	<4.98	<4.24	8.53	32.95	22.96
INSÍA	ENERO '16		FEBRERO '16		MARZO '16		ABRIL '16		MAYO '16		JUNIO '16		JULIO '16		AGOSTO '16		SEPTIEMBRE '16		OCTUBRE '16		NOVIEMBRE '16		DICIEMBRE '16	
	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2
PM_{10} (µg/m³)	12.98	23.18	25.63	35.21	24.53	21.10	<9.35	10.59	11.05	<9.05	<9.06	38.12	39.11	10.23	9.41	<9.06	10.61	23.88	34.75	26.39	30.57	36.50	28.03	30.48
INSÍA	ENERO '17		FEBRERO '17		MARZO '17		ABRIL '17		MAYO '17		JUNIO '17		JULIO '17		AGOSTO '17		SEPTIEMBRE '17		OCTUBRE '17		NOVIEMBRE '17		DICIEMBRE '17	
	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2
PM_{10} (µg/m³)	40.90	23.46	17.32	13.95	17.78	39.51	<9.06	<9.06	24.08	20.28	21.74	25.65	17.33	21.75			11.96	22.05	24.65	10.70	34.62	<9.06	62.25	39.49
INSÍA	ENERO '18																							
	Día 1	Día 2																						
PM_{10} (µg/m³)	13.95	10.79																						

Tabla 9. Resultados PM_{10} en inmisión (datos normalizados a 293K y 101.3kPa)

Figura 9. Valores registrados en INSÍA desde el comienzo de la asistencia con escala de valores límite (en rojo)

METALES

ERAR SUR ORIENTAL

RESULTADOS DE METALES

ERAR SUR ORIENTAL			FEBRERO '14		MARZO '14		ABRIL '14		MAYO '14		JUNIO '14		JULIO '14		AGOSTO '14		SEPTIEMBRE '14		OCTUBRE '14		NOVIEMBRE '14		DICIEMBRE '14	
			Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2
Arsénico (ng/m³)			0.40	2.20	0.40	2.20	0.40	0.40	0.36	0.36	0.36	0.36	0.20	0.10	0.60	0.30	0.70	0.70	0.40	0.50	0.36	0.36	1.30	1.80
Cadmio (ng/m³)			0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.36	0.65	0.10	1.30	0.30	0.10	0.40	0.40	0.40	0.40	0.76	0.36	0.20	0.80
Níquel (ng/m³)			1.80	3.10	1.80	3.10	1.80	1.80	1.99	1.81	1.81	1.81	1.30	1.40	3.10	1.60	2.70	2.00	4.20	3.60	8.69	1.80	1.40	1.30
Plomo (µg/m³)			0.004	0.011	0.004	0.011	0.008	0.003	0.009	0.005	0.004	0.007	0.001	0.006	0.007	0.003	0.009	0.006	0.009	0.004	0.008	0.003	0.003	0.004
ERAR SUR ORIENTAL	ENERO '15		FEBRERO '15		MARZO '15		ABRIL '15		MAYO '15		JUNIO '15		JULIO '15		AGOSTO '15		SEPTIEMBRE '15		OCTUBRE '15		NOVIEMBRE '15		DICIEMBRE '15	
	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2
Arsénico (ng/m³)	0.800	1.100	0.400	0.900	1.100	1.300	2.800	4.000	0.360	0.710	0.560	0.620	0.360	0.400	0.405	0.490	0.530	0.330	0.050	0.050	0.770	0.750	1.670	0.820
Cadmio (ng/m³)	0.400	0.400	0.600	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.360	0.360	0.360	0.360	0.360	0.360	0.977	0.363	0.140	0.140	0.200	0.110	0.140	0.260	0.170	0.170
Níquel (ng/m³)	7.800	8.100	2.900	2.400	7.200	6.700	2.800	3.800	3.100	2.900	3.300	2.500	1.800	1.800	11.795	2.361	4.300	3.600	2.700	1.700	2.000	2.000	2.100	3.300
Plomo (µg/m³)	0.015	0.008	0.007	0.004	0.006	0.009	0.003	0.004	0.007	0.004	0.005	0.004	0.007	0.004	0.012	0.007	0.004	0.004	0.011	0.006	0.007	0.012	0.014	0.018
ERAR SUR ORIENTAL	ENERO '16		FEBRERO '16		MARZO '16		ABRIL '16		MAYO '16		JUNIO '16		JULIO '16		AGOSTO '16		SEPTIEMBRE '16		OCTUBRE '16		NOVIEMBRE '16		DICIEMBRE '16	
	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2
Arsénico (ng/m³)	<0.36	0.36	<0.36	<0.36	1.36	0.63	1.00	1.30	<0.36	<0.36	<0.36	0.65	0.90	0.78	0.99	0.51	0.79	0.81	0.68	0.67	0.58	<0.36	0.87	1.76
Cadmio (ng/m³)	<0.36	<0.36	<0.36	<0.36	<0.36	<0.36	<0.36	<0.36	<0.36	<0.36	<0.36	<0.36	<0.36	<0.36	<0.36	<0.36	<0.14	<0.14	<0.36	<0.36	<0.36	0.44	<0.36	<0.36
Níquel (ng/m³)	<1.8	<1.8	<1.8	1.8	1.8	<1.8	<1.8	2.2	2.2	<1.8	<1.8	2.0	1.8	2.0	2.7	3.3	1.8	1.3	3.2	3.1	1.8	2.5	2.9	2.2
Plomo (µg/m³)	<0.002	0.005	0.005	0.004	0.012	0.005	0.003	0.003	0.003	<0.002	0.002	0.008	0.008	0.003	0.003	0.002	0.006	0.008	0.007	0.008	0.010	0.005	0.005	0.004

ERAR SUR ORIENTAL	ENERO '17		FEBRERO '17		MARZO '17		ABRIL '17		MAYO '17		JUNIO '17		JULIO '17		AGOSTO '17		SEPTIEMBRE '17		OCTUBRE '17		NOVIEMBRE '17		DICIEMBRE '17	
	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2
Arsénico (ng/m³)	0.60	0.56	<0.36	0.40	<0.36	0.65	0.98	2.54	0.43	<0.40	<0.36	0.47	1.58	1.49	0.38	<0.36	0.53	0.74	0.62	0.98	0.71	0.63	0.67	0.72
Cadmio (ng/m³)	<0.36	<0.36	<0.36	<0.36	<0.36	<0.36	<0.36	<0.36	<0.36	<0.40	<0.36	<0.36	2.17	0.62	<0.36	<0.36	<0.36	<0.42	<0.36	<0.36	0.53	<0.36	<0.36	0.45
Níquel (ng/m³)	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	5.1	3.3	<1.8	<2.0	2.4	2.0	7.4	4.2	<1.8	<1.8	<1.8	<2.1	<1.8	2.0	2.5	<1.8	4.7	2.7
Plomo (µg/m³)	0.022	0.016	0.002	0.005	0.002	0.003	0.016	0.013	0.004	0.006	0.003	0.005	0.010	0.004	0.013	0.004	0.004	0.003	0.004	0.006	0.016	<0.002	0.011	0.017
ERAR SUR ORIENTAL	ENERO '18																							
	Día 1	Día 2																						
Arsénico (ng/m³)	0.72	<0.36																						
Cadmio (ng/m³)	0.58	<0.36																						
Níquel (ng/m³)	<1.8	2.0																						
Plomo (µg/m³)	0.010	0.008																						

Tabla 10. Resultados de metales en inmisión en condiciones reales de medida

Figura 10. Valores registrados en ERAR SUR ORIENTAL con escala de valores límite (en rojo)

ERAR BUTARQUE

	RESULTADOS DE METALES																							
ERAR BUTARQUE			FEBRERO '14		MARZO '14		ABRIL '14		MAYO '14		JUNIO '14		JULIO '14		AGOSTO '14		SEPTIEMBRE '14		OCTUBRE '14		NOVIEMBRE '14		DICIEMBRE '14	
			Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2
Arsénico (ng/m³)			0.60	0.70	0.60	0.70	0.40	0.40	0.57	0.36	0.36	0.36	0.30	0.10	0.30	0.30	0.40	0.60	0.40	0.40	0.38	0.36	0.40	0.70
Cadmio (ng/m³)			0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.36	0.36	0.66	0.36	0.50	0.30	0.10	0.30	0.40	0.40	0.40	0.40	0.4	0.4	0.70	0.30
Níquel (ng/m³)			1.80	2.50	1.80	2.50	1.80	1.80	1.82	5.11	1.82	1.82	1.30	1.20	1.60	1.50	2.40	1.80	2.00	5.80	3.8	2.5	1.10	1.70
Plomo (µg/m³)			0.011	0.008	0.011	0.008	0.012	0.003	0.005	0.005	0.005	0.005	0.004	0.002	0.004	0.006	0.003	0.003	0.008	0.017	0.005	0.005	0.003	0.005
ERAR BUTARQUE	ENERO '15		FEBRERO '15		MARZO '15		ABRIL '15		MAYO '15		JUNIO '15		JULIO '15		AGOSTO '15		SEPTIEMBRE '15		OCTUBRE '15		NOVIEMBRE '15		DICIEMBRE '15	
	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2
Arsénico (ng/m³)	0.700	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	3.300	0.400	0.360	0.360	0.420	0.360	0.730	0.540	0.363	0.363	0.330	0.390	0.170	0.420	1.140	1.180	1.810	0.750
Cadmio (ng/m³)	0.400	0.700	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.360	0.360	0.360	0.360	0.360	0.380	0.363	0.363	0.140	0.140	0.240	0.220	0.400	0.400	0.960	0.380
Níquel (ng/m³)	4.500	4.200	2.900	2.000	5.800	3.600	2.700	2.400	3.300	3.600	2.200	2.400	1.800	1.800	1.813	2.538	7.600	6.000	1.000	1.300	3.100	3.500	3.500	3.100
Plomo (µg/m³)	0.010	0.008	0.007	0.006	0.004	0.004	0.011	0.005	0.011	0.016	0.003	0.003	0.007	0.010	0.007	0.004	0.008	0.006	0.014	0.007	0.015	0.017	0.025	0.012
ERAR BUTARQUE	ENERO '16		FEBRERO '16		MARZO '16		ABRIL '16		MAYO '16		JUNIO '16		JULIO '16		AGOSTO '16		SEPTIEMBRE '16		OCTUBRE '16		NOVIEMBRE '16		DICIEMBRE '16	
	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2
Arsénico (ng/m³)	<0.36	<0.36	<0.37	<0.36	0.45	0.69	<0.36	<0.36	0.52	<0.36	0.51	<0.36	<0.36	0.42	<0.47	0.36	0.57	0.38	0.51	0.47	0.89	<0.36	<0.36	1.18
Cadmio (ng/m³)	<0.36	<0.36	<0.37	<0.36	<0.36	<0.36	<0.36	<0.36	<0.36	<0.36	<0.36	<0.36	<0.36	<0.36	<0.36	<0.36	0.26	<0.14	<0.36	<0.36	<0.36	<0.36	<0.36	0.73
Níquel (ng/m³)	<1.8	<1.8	2.9	<1.8	2.4	2.9	<1.8	1.8	3.8	<1.8	2.0	<1.8	1.8	2.0	2.7	1.8	1.5	1.7	2.0	2.0	3.3	1.8	<1.81	3.3
Plomo (µg/m³)	0.002	0.003	0.004	0.003	0.009	0.015	0.005	0.006	0.016	0.005	0.004	0.002	0.013	0.004	0.030	0.002	0.014	0.005	0.005	0.004	0.014	0.005	0.003	0.010

ERAR BUTARQUE	ENERO '17		FEBRERO '17		MARZO '17		ABRIL '17		MAYO '17		JUNIO '17		JULIO '17		AGOSTO '17		SEPTIEMBRE '17		OCTUBRE '17		NOVIEMBRE '17		DICIEMBRE '17	
	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2
Arsénico (ng/m³)	1.11	<0.36	<0.36	0.65	<0.36	1.03	<0.36	<0.36	<0.36	<0.36	<0.36	<0.36	<0.36	<0.36	<0.36	<0.36	<0.36	<0.36	<0.36	0.47	0.54	0.54	0.69	1.05
Cadmio (ng/m³)	0.44	<0.36	<0.36	<0.36	0.60	0.45	<0.36	<0.36	<0.36	<0.36	<0.36	<0.36	<0.36	<0.36	<0.36	<0.36	<0.36	<0.36	<0.36	<0.36	<0.36	<0.36	<0.36	0.51
Níquel (ng/m³)	2.9	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	2.7	<1.8	2.4	2.0	<1.8	1.8	<1.8	<1.8	1.8	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	2.0	2.2	2.4	2.2	2.9	3.1
Plomo (µg/m³)	0.022	0.005	0.003	0.034	0.008	0.020	0.003	0.006	0.004	0.004	0.007	0.002	<0.002	0.002	0.002	0.003	0.003	0.002	0.004	0.004	0.009	0.010	0.010	0.016
ERAR BUTARQUE	ENERO '18																							
	Día 1	Día 2																						
Arsénico (ng/m³)	0.74	<0.36																						
Cadmio (ng/m³)	<0.36	<0.36																						
Níquel (ng/m³)	2.2	<1.8																						
Plomo (µg/m³)	0.010	0.010																						

Tabla 11. Resultados de metales en inmisión en condiciones reales de medida

Figura 11. Valores registrados en ERAR BUTARQUE con escala de valores límite (en rojo)

INSÍA

	RESULTADOS DE METALES																							
INSÍA			FEBRERO '14		MARZO '14		ABRIL '14		MAYO '14		JUNIO '14		JULIO '14		AGOSTO '14		SEPTIEMBRE '14		OCTUBRE '14		NOVIEMBRE '14		DICIEMBRE '14	
			Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2
Arsénico (ng/m³)			0.60	0.70	0.60	0.70	0.40	0.40	0.57	0.36	0.36	0.36	0.10	0.10	0.20	0.10	0.40	0.40	0.40	0.40	0.36	0.36	0.30	1.10
Cadmio (ng/m³)			0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.36	0.36	0.66	0.36	1.30	0.50	0.10	0.20	0.40	0.40	0.40	0.40	0.5	0.4	0.60	1.30
Níquel (ng/m³)			1.80	2.50	1.80	2.50	1.80	1.80	1.82	5.11	1.82	1.82	1.10	1.10	1.20	1.20	1.80	3.60	2.40	1.80	1.81	1.81	1.40	3.50
Plomo (µg/m³)			0.011	0.008	0.011	0.008	0.012	0.003	0.005	0.005	0.005	0.005	0.007	0.004	0.003	0.003	0.002	0.004	0.015	0.002	0.003	0.002	0.004	0.012
INSÍA	ENERO '15		FEBRERO '15		MARZO '15		ABRIL '15		MAYO '15		JUNIO '15		JULIO '15		AGOSTO '15		SEPTIEMBRE '15		OCTUBRE '15		NOVIEMBRE '15		DICIEMBRE '15	
	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2
Arsénico (ng/m³)	0.400	0.500	0.400	0.400	0.400	0.600	0.400	0.400	0.580	0.670	0.360	0.360	0.360	0.360			0.280	0.320	0.350	0.140	0.140	1.010	0.430	0.380
Cadmio (ng/m³)	0.400	0.400	0.400	1.500	0.900	0.600	0.700	0.400	0.890	0.740	1.230	0.360	0.360	0.360			0.140	0.140	0.140	0.140	0.140	0.140	0.150	0.310
Níquel (ng/m³)	4.200	3.100	2.400	4.200	6.700	3.500	2.400	1.800	3.100	3.300	2.700	2.200	1.800	1.800			5.400	4.700	1.400	0.700	0.900	2.100	1.900	1.500
Plomo (µg/m³)	0.015	0.004	0.013	0.005	0.006	0.013	0.003	0.002	0.012	0.018	0.007	0.005	0.003	0.003			0.005	0.005	0.006	0.002	0.003	0.003	0.006	0.005
INSÍA	ENERO '16		FEBRERO '16		MARZO '16		ABRIL '16		MAYO '16		JUNIO '16		JULIO '16		AGOSTO '16		SEPTIEMBRE '16		OCTUBRE '16		NOVIEMBRE '16		DICIEMBRE '16	
	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2
Arsénico (ng/m³)	<0.36	1.80	0.62	0.72	0.54	0.68	<0.37	<0.36	<0.36	<0.36	<0.36	0.42	<0.36	<0.36	<0.36	<0.36	<0.14	0.33	0.53	0.53	0.52	0.65	0.69	1.03
Cadmio (ng/m³)	<0.36	1.17	<0.36	0.40	<0.36	<0.39	<0.37	<0.36	<0.36	<0.36	<0.36	<0.36	<0.36	<0.36	<0.36	<0.36	0.47	0.56	1.61	0.47	<0.36	<0.36	<0.36	<0.36
Níquel (ng/m³)	<1.8	1.8	3.1	3.1	<1.8	1.9	2.8	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	2.0	<1.8	1.8	<1.8	1.8	0.7	1.5	3.3	3.8	2.2	2.4	2.7	2.7
Plomo (µg/m³)	0.007	0.009	0.008	0.009	0.008	0.007	0.005	0.002	0.002	0.004	0.002	0.003	0.004	0.004	0.002	0.002	0.003	0.004	0.008	0.006	0.013	0.008	0.007	0.007

INSÍA	ENERO '17		FEBRERO '17		MARZO '17		ABRIL '17		MAYO '17		JUNIO '17		JULIO '17		AGOSTO '17		SEPTIEMBRE '17		OCTUBRE '17		NOVIEMBRE '17		DICIEMBRE '17	
	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2	Día 1	Día 2
Arsénico (ng/m³)	1.32	0.38	0.42	<0.36	0.87	0.69	<0.36	<0.36	<0.36	<0.36	<0.36	<0.36	<0.36	<0.36			<0.36	<0.36	0.45	<0.36	0.42	<0.36	1.18	0.71
Cadmio (ng/m³)	<0.36	<0.36	<0.36	<0.36	<0.36	0.58	<0.36	<0.36	<0.36	<0.36	<0.36	0.36	<0.36	<0.36			<0.36	<0.36	<0.36	<0.36	0.42	<0.36	1.81	0.47
Níquel (ng/m³)	<1.8	<1.8	2.5	2.0	2.0	2.7	2.4	<1.8	<1.8	<1.8	<1.8	3.3	4.7	<1.8			<1.8	2.4	<1.8	<1.8	3.3	<1.8	3.1	2.2
Plomo (µg/m³)	0.017	0.007	0.006	0.003	0.007	0.008	0.009	0.009	0.004	0.003	0.007	0.007	0.042	0.003			0.003	0.003	0.004	<0.002	0.008	<0.002	0.015	0.043
INSÍA	ENERO '18																							
	Día 1	Día 2																						
Arsénico (ng/m³)	<0.36	<0.36																						
Cadmio (ng/m³)	<0.36	<0.36																						
Níquel (ng/m³)	<1.8	<1.8																						
Plomo (µg/m³)	0.009	0.007																						

Tabla 12. Resultados de metales en inmisión en condiciones reales de medida

Figura 12. Valores registrados en INSÍA con escala de valores límite (en rojo)

DIOXINAS Y FURANOS

Dioxinas y Furanos (pgITEQ/m³)	2014		2015		2016		2017		2018				
	Mayo	Noviembre	Mayo	Noviembre	Mayo	Noviembre	Mayo	Noviembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
ERAR SUR ORIENTAL	0.016	0.028	0.018	0.017	0.016	0.015	0.015	0.056			0.015	0.016	0.014
	2014		2015		2016		2017		2018				
	Enero	Julio	Enero	Julio	Enero	Julio	Enero	Julio	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
ERAR BUTARQUE		0.0140	0.0160	0.0582	0.0150	0.0160	0.1260	0.0170	0.150		0.015	0.030	0.055
	2014		2015		2016		2017		2018	2018			
	Marzo	Septiembre	Marzo	Septiembre	Marzo	Septiembre	Marzo	Septiembre	Enero	Febrero			
INSÍA	0.0250	0.0150	0.0600	0.0130	0.0150	0.0200	0.1180	0.0180		0.095			
	2014		2015		2016		2017		2018	2018			
	Marzo	Septiembre	Marzo	Septiembre	Marzo	Septiembre	Marzo	Septiembre	Enero	Febrero			
EDAR SUR										0.029			

Tabla 13. Resultados de dioxinas en inmisión en los tres puntos de control desde el comienzo de la asistencia

Figura 13. Valores registrados de dioxinas y furanos en los diferentes puntos de control de inmisión

ANEXO II - ESTUDIO EPIDEMIOLÓGICO DEL IMPACTO DE LA ACTIVIDAD DEL PARQUE TECNOLÓGICO DE VALDEMINGÓMEZ EN LA SALUD DE LA POBLACIÓN MADRILEÑA

AUTORÍA:	**José Manuel Díaz Olalla, Gema Blasco Novalbos.** *Madrid Salud*
COLABORACIONES:	**Marina Pollán Santamaría, Pablo Fernández Navarro.** *Centro Nacional de Epidemiología, ISCIII* **Antonio Bermejo Aguña, Remedios Pérez Lorenzo.** *Servicio de Estadística Municipal. Ayuntamiento de Madrid* **Angel Sánchez Pinilla, Raquel López Zazo.** *Estadísticas demográficas. Instituto de Estadística. Comunidad de Madrid* **Jorge Rois Soto, María Teresa Ortiz Segura.** *Estadísticas sociales. Instituto de Estadística. Comunidad de Madrid*
PERSONAL BECARIO EN FORMACIÓN Y PERSONAL EN PRÁCTICAS:	**Clara Rey Caramés, Ester Rodríguez Rives, Alex Blanco Quintana, Eduardo López de Ayala.** *Madrid Salud*

ÍNDICE ANEXO II

ANEXO II - ESTUDIO EPIDEMIOLÓGICO DEL IMPACTO DE LA ACTIVIDAD DEL PARQUE TECNOLÓGICO DE VALDEMINGÓMEZ EN LA SALUD DE LA POBLACIÓN MADRILEÑA..... 58

INTRODUCCIÓN 61

METODOLOGÍA 62

Técnicas y procedimientos de recogida de la información. Fuentes de datos.....63

Población.....63

Mortalidad. 63

Morbilidad.....63

Índice de Privación.....63

Variables.....64

Universo poblacional. 64

Causas de mortalidad 64

Causas de morbilidad.....65

Georreferenciación. 66

Exposición.....66

Técnicas y procedimientos de análisis de la información e indicadores. 66

Análisis de la morbilidad. 66

Análisis de la mortalidad. 67

RESULTADOS. 69

3.1.- Descriptivos. 69

Población y nivel SE.....69

Morbilidad.....70

Mortalidad 71

3.2.- Analíticos 72

Modelos multivariantes de asociación geográfica.....72

Estudio de Casos y Controles de base poblacional (CCBP) 73

DISCUSIÓN.-..... 75

CONCLUSIONES..... 77

BIBLIOGRAFÍA.-..... 79

ANEXO II / A - MAPAS, TABLAS Y GRÁFICOS..... 80

ANEXO II / B - TABLA DE DISTRIBUCIÓN DE CASOS Y CONTROLES EN EL ANÁLISIS DE "*CCBP*" PARA CADA CAUSA, SEXO Y CATEGORÍAS DE LAS VARIABLES "EXPOSICIÓN" E IP.....102

(Seguir en PÁG. 15 / Seguir en ÍNDICE)

INTRODUCCIÓN

El efecto de la actividad industrial y, más concretamente, de las emisiones ambientales de las incineradoras de residuos urbanos en la salud de la población ha suscitado tanto interés en los investigadores de salud pública como inquietud en la ciudadanía en general. Diferentes colectivos sociales han expresado su preocupación por la presencia en el municipio de Madrid del Parque Tecnológico de Valdemingómez (PTV) y el impacto que su actividad pudiera tener en la población que reside o trabaja en las proximidades. Sus instalaciones se pusieron en marcha en 1978, aunque la incineradora entró en funcionamiento en 1996, tratando en la actualidad las más de cuatro mil toneladas de residuos urbanos que produce diariamente la ciudad de Madrid. El pleno municipal del Ayuntamiento de Madrid de 28 de febrero de 2017 instó a Madrid Salud a realizar un estudio sobre el impacto de la actividad del PTV en la salud de la población madrileña, análisis del que este estudio epidemiológico forma parte.

Las incineradoras emiten al aire y al suelo diferentes contaminantes con potencial efecto en la salud humana, como cadmio, cloro, cobre, metano y otros compuestos orgánicos volátiles diferentes a metano, cromo, CO_2, flúor, CO, SO_2, NO_2, hidrocarburos aromáticos policíclicos, partículas en suspensión, dioxinas y furanos, plomo y zinc. Según la bibliografía consultada las enfermedades que más frecuentemente se asocian a la exposición a estos contaminantes son:

Contaminante	Efectos agudos	Efectos crónicos
Partículas en suspensión y gases ácidos (CLH, SO_2, CO, NO_2)	Alteraciones inespecíficas de los mecanismos de defensa del tracto respiratorio, exacerbación de la patología respiratoria (asma, BNOC), aumento de la mortalidad cardiovascular	Alteraciones de la función pulmonar, alteraciones cardiovasculares (ateroesclerosis, arritmias) y psicológicas
Metales pesados	Irritación de la mucosa nasal y de los tejidos pulmonares, disnea, tos	Enfisema, bronquitis crónica, asma, cáncer de pulmón, de fosas nasales
Dioxinas y furanos (2,3,7,8-TCDC)	Náuseas, vómitos, dolor de cabeza, irritación de la piel, ojos y tracto respiratorio	Cáncer

Dentro de los cánceres más relacionados con las dioxinas y los furanos, además de todos en general, deben señalarse los de hígado, pulmón, tejido conjuntivo, linfoma no *Hodgkin* y leucemias.

Recientes estudios apuntan a que la cercanía residencial a incineradoras y a plantas de tratamiento de residuos peligrosos y la consiguiente exposición crónica a sus emisiones incrementa el riesgo de mortalidad por cáncer de estómago, hígado, pleura, riñón y ovario (1). Estos análisis son de diseño ecológico transversal, por lo que su aportación a la evidencia causal es muy limitada, aunque la reiteración de sus resultados conforma una hipótesis de trabajo consistente. En el estudio señalado, de ámbito municipal en toda España, no se analiza el impacto del PTV, aunque los resultados relativos a otras incineradoras apuntan en el sentido comentado. El grupo del CNE autor del trabajo monitoriza los riesgos de mortalidad por cáncer en algunos municipios españoles, resaltando el hecho de que la población residente en Rivas-Vaciamadrid, municipio limítrofe al de Madrid que se encuentra también en las proximidades del PTV, no ha mostrado exceso significativo de mortalidad por ningún tipo de cáncer, en relación a la tasa nacional, en los periodos 2004-2008 y 2009-2013 (2).

El estudio MEDEA, uno de los trabajos de epidemiología de la mortalidad más importantes realizado en España en los últimos años, analiza el riesgo de morir por todas las causas y por

algunas escogidas en área pequeña en el municipio de Madrid, dándose la circunstancia de que no ha encontrado problemas reseñables en la sección censal en la que se asienta el PTV, aunque puntualmente haya notificado algún exceso en la mortalidad general en hombres (2007-2012) y en mujeres (2007), además de la causada por cáncer en hombres (2007-2012), en la población residente en la zona básica de salud (un área mayor que la sección censal) en la que se ubica la instalación industrial. No hay que obviar que Valdemingómez se encuentra en una zona de la ciudad en la que se registran históricamente problemas de mortalidad (distritos de Villa de Vallecas, Puente de Vallecas, Villaverde y Vicálvaro) (3). Su relación con las dificultades socioeconómicas de la población que allí reside está ampliamente documentada en trabajos que hemos realizado (4).

En este sentido resulta muy interesante leer algunos estudios publicados en diferentes ciudades del mundo en los que se constata un hallazgo común: muchos de los excesos en la mortalidad registrados en las poblaciones que residen en la cercanía de las incineradoras de residuos urbanos (RU) parecen estar relacionados no tanto con la presencia de estas sino con la precariedad en que viven los residentes, circunstancia frecuente en gran parte de las poblaciones estudiadas. De esta forma, al ajustar por el factor socioeconómico, los excesos hallados suelen desaparecer (5 y 6).

Por último, resulta especialmente interesante para el propósito de este trabajo analizar los resultados de un reciente estudio de la Agencia de Salud Pública de Barcelona sobre el riesgo de mortalidad asociado a la actividad de la incineradora de St. Adriá del Besós (Barcelona) (en prensa), por las similitudes que plantea con el abordaje que ahora presentamos. En él se concluye que no existe exceso de riesgo de mortalidad general ni por las causas asociadas a los contaminantes producidos por la incineradora en las áreas pequeñas situadas en las proximidades. En este caso, además, el nivel socioeconómico de la población que en ellas vive es mayor que el de la media de la población de la ciudad.

Por lo tanto, este estudio pretende conocer si la presencia del PTV y los efectos de su actividad tienen algún impacto en la salud de la población de la ciudad de Madrid.

METODOLOGÍA

Se analiza la situación de la salud y los eventos relacionados con ella (mortalidad y morbilidad) de la población madrileña, definida por encontrarse registrada en el Padrón Municipal de Habitantes de la ciudad en los años que comprende la observación, en relación a la exposición de riesgo que se estudia, que no es otro que las emisiones del PTV. A falta de otros indicadores de los que no disponemos, como por ejemplo biomarcadores específicos emitidos por esa industria y que fuera posible detectar en las personas o la existencia de problemas de salud específicos de las emisiones de esta industria en concreto, utilizamos la distancia residencial al Parque Tecnológico como factor de riesgo, en diferentes aproximaciones que definen gradiente de exposición, a saber: vivir a menos de 5 Km del mismo, a menos de 8 Km y a menos de 10 Km, y en los tramos o anillos intermedios (A 5-8 Km y A 8-10 Km). En todo caso, lo que ocurre en el anillo 8-10 Km y en el búfer 10 Km (B10) se estudia con el objeto de analizar la existencia de gradientes de riesgo en relación a la distancia, aunque entendemos, en uniformidad con los establecido en la bibliografía al uso, que por encima de los 8 Km, tanto por la distancia como por la presencia de otras industrias y puntos potencialmente contaminantes (como grandes vías), los resultados no se deben tomar en consideración. En alguno de los análisis establecemos como zona de referencia o “de no exposición” a la que dista más de 10 Km de la instalación industrial.

La distancia al foco se establece a partir de la delimitación geográfica del búfer correspondiente tomada desde el borde exterior del perímetro del PTV y no desde un punto en concreto dentro de las extensas instalaciones. Los datos de población y defunciones están georreferenciados a partir del domicilio de residencia tratándose después con los programas Arc-Gis y Arc-Map a partir de las coordenadas XY.

Atendiendo a la caracterización de la exposición descrita se diseñó un estudio ecológico (factores de riesgo y efectos en la salud se estudian en el territorio de forma conjunta además de agregada) y, aunque se han hecho abordajes más exigentes en este mismo trabajo, estos diseños son los que menos evidencias causales son capaces de sostener, destacándose que su valor principal es la descripción de los fenómenos (exceso de muerte o enfermedad en las proximidades del punto de emisión de contaminantes) y la elaboración de hipótesis a partir de esa observación, que habrá que confirmar, o no, en otros diseños más demostrativos de las relaciones entre factores.

Técnicas y procedimientos de recogida de la información. Fuentes de datos.

Población.

Conocemos la edad, el sexo y el punto exacto del domicilio (georreferenciado) de las personas residentes en el municipio de Madrid, según la aplicación NdP (número de portal) del Padrón Municipal de Habitantes (PMH) (padrón continuo), facilitada por el Departamento de Estadística del Ayuntamiento de Madrid, en los diferentes años desde el 2010 a 2014. La selección de controles del análisis de Casos y Controles de Base Poblacional (CCBP) la ha realizado dicho departamento a partir de sus ficheros individualizados y anonimizados del PMH.

Mortalidad.

Contamos con los ficheros íntegros de toda la mortalidad registrada en residentes en el municipio de Madrid en los años 2010, 2011, 2012, 2013 y 2014, cedida por el Instituto Madrileño de Estadística (Comunidad de Madrid), con georreferenciación de cada fallecido en su domicilio de residencia (coordenadas x/y) y con la siguiente información de cada uno: edad, año de nacimiento, año de defunción, sexo y causa de defunción según la clasificación internacional de enfermedades CIE-10 (lista de Grandes Grupos de Causas, lista de Causas Reducidas y lista de Causas Básicas).

Morbilidad.

Llegamos a una aproximación indirecta a la morbilidad, a falta de otras fuentes más apropiadas, a través de la información cedida por el Instituto Madrileño de Estadística sobre los ingresos hospitalarios. Contamos con los datos del CMBD (Conjunto Mínimo Básico de Datos) del año 2014 relativas a los ingresos registrados en los hospitales de la Comunidad de Madrid de residentes en el municipio de Madrid que procedieron de urgencias, para las causas relacionadas en la bibliografía con las emisiones de este tipo de instalaciones (ver más adelante) según se recoge en el diagnóstico de alta de cada paciente (causa principal), agrupadas por cada distrito municipal de residencia, sexo, edad y causa de ingreso.

Índice de Privación.

Para el análisis de la situación socioeconómica de la población de la ciudad de Madrid ubicada en el territorio, como factor determinante de la salud, usamos el Índice de Privación (IP) de todas las secciones censales de la ciudad de Madrid (sscc) a partir del seccionado vigente en el año 2011.

Este indicador integral clasifica el nivel socioeconómico de las áreas más pequeñas en las que se divide administrativamente la ciudad según una aproximación a la precariedad global definida por los siguientes componentes y variables: carencia material y grado de exclusión social (cantidad de euros que reciben en concepto de Renta Mínima de Inserción por habitante al mes, 2013), insuficiencia educativa (frecuencia de personas de 30 a 64 años con grado educativo de enseñanza secundaria o más bajo, 2012), dificultad residencial (frecuencia de personas que residen en viviendas con una superficie media por persona inferior a 20 m^2, 2012) y desempleo (frecuencia de personas en edad laboral inscritas en las oficinas de empleo como demandantes de trabajo, 2014). Este indicador integral ha sido desarrollado por los autores del presente estudio y todo lo relativo a su elaboración y su distribución en las más de 2.400 sscc (secciones censales) de la ciudad está publicado en el Estudio de Salud de la ciudad de Madrid, 2014 (4). Para algunos análisis de este estudio se adjudican a las personas (fallecidos o población) el IP correspondiente a su sección censal de residencia. Para otros se clasifica la sección censal de residencia según el quintil de privación (Q) de la misma, tras dividir a las de toda la ciudad en cinco categorías ordenadas que recoge cada una el 20% de las sscc que más se parecen en IP, considerando que el Q1 contiene las sscc de menor privación y el Q5 las de mayor privación.

En numerosos trabajos que hemos desarrollado se documenta que la privación es un factor de riesgo que explica una gran parte de la mortalidad de la ciudad de Madrid, como ocurre en otras grandes ciudades. En nuestro último Estudio de Salud (2014) (7) se determina que el riesgo de morir por todas las causas es superior a un 20% más en las personas que viven en precariedad extrema (en el sentido territorial, las que residen en alguna de las sscc del Q5) que en las que viven en alguna sección censal del quintil de menor privación (Q1).

Variables

Universo poblacional.

Se utiliza el que consta en el PMH en el periodo acumulado de estudio (2010 a 2014), agrupado para la mayor parte de los análisis por edades (grupos quinquenales) y sexos. A los decesos se les somete a la misma técnica clasificatoria.

En el análisis del estudio CCBP se incluyen solo los fallecidos menores de 81 años con sus correspondientes controles.

Causas de mortalidad

Se estudia la mortalidad por todas las causas y por las siguientes causas más frecuentemente señaladas en la bibliografía como relacionadas con las emisiones de las instalaciones industriales a que se refiere este trabajo (8) (9) según la clasificación de la CIE-10.

Causas de mortalidad	*Código*
Grandes Grupos	
Respiratorias	*10*
Cardiovasculares	*9*
Tumores	*2*

Causas de mortalidad	*Código*
Causas reducidas	
Cáncer de estómago	*11*
Cáncer de hígado	*14*
Cáncer de laringe	*17*
Cáncer de pulmón	*18*
Cáncer de mama	*23*
Cáncer de ovario	*26*
Cáncer de próstata	*28*
Cáncer de riñón	*30*
Otros tumores malignos del tejido linfático, de los órganos hematopoyéticos y de tejidos afines	*36*
Leucemia	*37*
Cardiopatía isquémica	*55-56*
Causas básicas	
Tumor colorrectal (Neoplasia maligna de colon, de unión rectosigmoidea, de recto y de ano y canal anal)	*C18-C21*
Cáncer de pleura	*C38.4*
Neoplasia maligna de tejido conjuntivo y otros tejidos blandos	*C49*
Neoplasia maligna de endometrio	*C54.1*
Neoplasia maligna de vejiga	*C67*
Linfoma Hodgkin	*C81*
Linfoma No-Hodgkin	*C82-C85*
Mieloma múltiple	*C90.0*

Causas de morbilidad.

Para el análisis de las causas de enfermedad (morbilidad) según diagnóstico de alta se utiliza la clasificación con que se recogen en la fuente de información (CMBD), la CIE-9 MC (modificación clínica). En concreto y además de los ingresos por todas las causas, se analizan éstas con sus códigos:

- **Total cáncer (140-239),** Cáncer de Tráquea, bronquios y pulmón (162), Cáncer de Mama (174, 175), Cáncer de Colón y recto (153,154), Cáncer de Estómago (151), Cáncer de Vejiga (188), Cáncer de Próstata (185), Neoplasia maligna del hígado y de los conductos biliares intrahepáticos (155), Neoplasia maligna del ovario y otros anexos uterinos (183), Neoplasia maligna del riñón, de otros órganos urinarios y órganos urinarios no especificados (189), Neoplasia maligna de tejidos linfáticos y hematopoyéticos (200-208), Neoplasia maligna de la pleura (163), Neoplasia maligna de tejido conjuntivo y otros tejidos blandos (171), Enfermedad de Hodgkin (201), Linfosarcoma, reticulosarcoma y otros tumores malignos especificados de tejidos linfáticos (200), Mieloma múltiple y neoplasias inmunoproliferativas (203), Neoplasia maligna de laringe (161),
- **Total circulatorias (390-459),** Cardiopatía isquémica (411-414), Infarto agudo de miocardio (410),
- **Total enfermedades respiratorias (460-519)**, Neumonía (480-486), Asma (493), EPOC (sin asma) (490-492, 494-496)
- **Malformaciones congénitas (740-759),** y
- **Resto de las causas.**

Georreferenciación.

Todas las personas que se han incluido en estos análisis (fallecidos y población superviviente) han sido referenciadas geográficamente según su lugar de residencia padronal por el sistema de coordenadas XY, sistema proyección ETRS 1989, zona 30-N, con el programa Arc-Map 10.2.2. Los búfer y las distancias al PTV se toman a partir del perímetro de la instalación que no establece frontera con el municipio colindante (Rivas Vaciamadrid).

Exposición.

La variable exposición viene definida por la distancia existente entre el lugar de residencia de cada individuo (sobreviviente o fallecido) y el perímetro exterior del PTV. Esa distancia es la que determinará la adscripción de cada uno/una a un búfer determinado (B5 para quienes residen a menos de 5 Km del PTV, B8 para los que lo hacen a menos de 8 Km y >10 Km para quienes viven más allá de los 10 Km, zona que se toma como de "no exposición" al PTV). En este análisis, como se dijo, a falta de otras alternativas más afinadas, el único criterio que se usa para definir exposición es la distancia residencial de cada persona al foco potencialmente contaminante. Como se entiende, es un criterio válido pero sujeto a multitud de imprecisiones dependientes de cuestiones individuales que determinarán niveles de exposición diferentes. En algunos casos los ficheros de mortalidad o de población informan de la sección censal de residencia de un individuo pero no de sus coordenadas XY exactas; en esa situación, que es poco frecuente, se le adjudican las correspondientes al centro i de de dicha sección censal. En las zonas de exposición (menos de 8 Km del PT) y con excepción de dos sscc, en la mayoría de ellas esta situación afecta a menos de un 4% de la población. En el caso de las defunciones, esta situación ha afectado a un 8% de todas ellas.

Técnicas y procedimientos de análisis de la información e indicadores.

Análisis de la morbilidad.

Se analiza la morbilidad de forma indirecta a través de la búsqueda de exceso de morbilidad (nº de enfermos deducido del nº de ingresos hospitalarios por causas y en general) agregadamente

para la población residente en cada uno de los 21 distritos de la ciudad, en términos de tasa, en relación con la tasa global de la ciudad. Para ello se calculan las Tasas Ajustadas de Ingresos Hospitalarios (TAIH), como medida del riesgo poblacional de ingresos hospitalarios en general y por determinadas causas. Las TAIH se ajustan por edades según el método directo usando de referencia la población estándar europea (OMS, 2015) para cada sexo y para el conjunto de la población por cada distrito de la ciudad. El exceso de morbilidad lo definimos en relación a la tasa ajustada del conjunto de la ciudad, contrastando para ello las TAIH de la población de cada distrito con sus IC95%, obtenidas por el software Epidat 4.2, tras ajustar los respectivos modelos de regresión de Poisson. Posteriormente se mapean los resultados con Arc-Map.

Análisis de la mortalidad.

Se estudia la mortalidad a través de distintos abordajes, uno descriptivo y el resto analíticos, que en términos generales están planteados en gradualidad, yendo en cada paso a diseños más exigentes con la significación de los resultados.

Estudio epidemiológico ecológico transversal del riesgo de morir en general y por causas seleccionadas, según la distancia al PTV, en el periodo conjunto 2010-2014 (descriptivo).

a. Se establecen 2 búfer de análisis para delimitar zonas de exposición/no exposición a los 5 km y 8 km del PT, de forma circular y agregada (el exterior incluye al más próximo a la zona de emisiones). El objetivo es analizar si existe algún exceso del riesgo de morir reseñable en las proximidades al PT en relación al registrado en el conjunto de la ciudad. El riesgo (tasa) en cada búfer se acota por su Razón de Mortalidad Estandarizada **(RME)** tras ajustar por edades según el método indirecto con la mortalidad estándar de la población de la ciudad de Madrid en el mismo periodo. El riesgo de morir según zonas de exposición (búfer o sscc) lleva asociada cierta incertidumbre en relación a la magnitud del fenómeno y la población en riesgo durante el periodo (población anual x 5) que queda acotada por el IC95% de las RME obtenido a partir del cálculo de las defunciones esperadas. Los cálculos se hacen con Epidat 4.2. El ajuste por edades de las tasas de mortalidad por el método indirecto utiliza los tamaños de los grupos de la variable por la que se quiere ajustar, en este caso la edad y las tasas específicas (por edad) de mortalidad de la población estándar (ciudad de Madrid) para calcular cuántos eventos se podrían esperar en las áreas de influencia si tuviesen la misma estructura de mortalidad por edades de la población estándar. Los eventos esperados se combinan con los observados (O/E) obteniéndose la RME (Razón de Mortalidad Estandarizada). Se han calculado las razones de todas las causas escogidas para cada uno de los dos círculos planteados (ajuste por edades).

b. En una segunda fase se ajustan los RME según IP. Para ello, dentro de cada búfer se calculan las defunciones esperadas en relación al quintil de privación en que vivían los fallecidos, según la mortalidad estándar de las sscc de cada quintil en el conjunto de la ciudad. Finalmente y para cada zona de exposición se suman las defunciones esperadas y se ponen en relación con las realmente observadas obteniendo un nuevo RME para cada causa y en total, ajustado por edad y por nivel socioeconómico **(RMEip).**

c. Damos aquí un salto metodológico pues dejamos de trabajar en los búfer y pasamos a analizar la información en sus sscc. La representación espacial de las RME por sección censal aconseja eliminar aquéllas que han resultado extremas por recoger fenómenos resultantes de bajas casuística. Para ello usamos técnicas de suavización de las RME. Estos métodos son capaces de eliminar la hipervariabilidad de las cifras extremas incorporando dos informaciones: una, espacial, dependiente de los datos de las sscc de la vecindad y otra que

depende de criterios no espaciales muy determinados por el volumen de población de cada una. Mediante la ponderación de ambos tipos de información el modelo minimiza el problema relativo a la estabilidad de los riesgos estimados. Para ello, se utilizarán técnicas de análisis estadístico espacial basadas en modelos autorregresivos condicionales de Poisson propuestos por Besag, York y Mollié (BYM), denominando al indicador obtenido Riesgo Relativo (RR). El abordaje bayesiano que está en el fundamento de este análisis permite señalar en el mapa no sólo los RR resultantes en las sscc de toda la ciudad, sino también aquéllas que presentaron una probabilidad de RR a posteriori mayor que la de la ciudad con un 100% o con un 80% de seguridad (*hot spot*).

Estudio epidemiológico ecológico transversal según un Modelo de Asociación Geográfica.

Se emplea el mismo modelo con el que se obtuvieron los riesgos relativos de mortalidad en las secciones censales (RR), pero incorporando los efectos fijos de dos variables, la distancia al PTV y el índice de privación, de forma que se puede conocer el efecto de cada una de ellas sobre el RR. Se llevan a cabo dos tipos de análisis exploratorios para evaluar el posible exceso de mortalidad:

a. En primer lugar se estudia cómo varía el riesgo de morir por una determinada causa a medida que nos alejamos cada km, y uno a uno, del PTV.

b. En un segundo caso, se realiza un análisis "cerca *vs* lejos" para estimar los riesgos relativos (RR) de las 2409 secciones censales utilizando la matriz de distancias entre los centroides de las secciones y el complejo industrial, donde se tomó una distancia fijada (1,2,3,...15 km) como zona de proximidad a las instalaciones industriales.

   Este modelo multivariante incorpora las siguientes variables independientes: defunciones observadas, defunciones esperadas, IP, distancia del centroide de la sección censal en la que vive cada individuo al PTV y las RME de las sscc vecinas y la de toda la ciudad, para explicar la mortalidad observada tomando en cuenta todas las demás. Este análisis se efectúa con el paquete estadístico "R".

Estudio de Casos y Controles de Base Poblacional (CCBP)

El objetivo principal de un estudio de casos y controles es proveer una estimación válida y razonablemente precisa de la fuerza de asociación de una relación hipotética causa-efecto. Con el objeto de establecer relaciones más sólidas y fundamentadas entre la proximidad residencial a la instalación industrial y la probabilidad de morir en general y por algunas causas seleccionadas, realizamos este estudio, también de ámbito ecológico aunque más complejo y exigente, asignando 5 controles a cada uno de los 122.495 fallecidos en el periodo, que tienen la característica de, además de sobrevivir al periodo de análisis, ser de la misma edad y sexo que el fallecido y vivir en Madrid, y en el lugar en que están empadronados, al menos desde el año anterior al del fallecimiento del caso asignado.

a. La selección de los controles se hace a partir del PMH, por cada año de defunción estableciéndose una sistemática aleatoria y sin reemplazo a partir de la generación de los correspondientes script del programa de análisis estadístico "R". Esto se traduce en que a partir de los 83 años de edad de los casos comienzan las dificultades para encontrar los 5 controles correspondientes, llegándose a la situación de que un total de 24.469 casos no encuentra ni un solo control con quien emparejarse. La base de datos completa final es de 574.895 personas, de las que 122.449 son casos (defunciones) y los 452.446 restantes, controles. Con objeto de que todos los casos tengan sus cinco controles para asegurar de esta forma la suficiente potencia del análisis estadístico y considerando que el mayor interés de un

análisis de esta naturaleza es comprender y cuantificar el efecto potencial de las emisiones en personas que no han superado la esperanza de vida media al nacer en la actualidad, se decide trabajar con una base de datos compuesta por todos los casos de 80 años o menos y sus respectivos controles, resultando por ello una base final de trabajo de 304.545 individuos, de los que 253.802 son controles y el resto, 50.743, casos (defunciones).

b. Los casos y los controles proceden de una misma población y estos últimos han sido seleccionados del mismo registro del universo muestral (PMH) en el que estaban incluidos los casos hasta su fallecimiento, de tal forma que estos, de no haber fallecido, podrían haber sido seleccionados como controles de otro caso que compartiera los mismos criterios de emparejamiento (edad y sexo).

c. Tras georreferenciar casos y controles y determinar qué exposición al PTV es, eventualmente, residir a menos de 8 km del mismo, realizamos los análisis correspondientes para cada causa de muerte y sexo de la siguiente forma: con el software SPSS 17.0 construimos un modelo multivariante (binario) en el que la variable determinada es el fallecimiento por determinada causa en el periodo de estudio (caso), asignando la categoría "control" a los supervivientes en ese periodo. Los factores (variables independientes) que se introdujeron en el modelo fueron, además de la edad (en 5 categorías: menores de 50 años, de 51 a 60, de 61 a 70, de 71 a 75 y de 76 a 80) y el sexo, la distancia residencial al PTV establecida gradualmente (menos de 5 Km y anillo 5-8 Km) y el IP de la sección censal de residencia, también gradualmente, clasificado en quintiles.

d. Se toma como referencia para la edad, el grupo de menor edad; para el sexo a las mujeres; para la intensidad de exposición, el hecho de vivir a más de 10 Km del PTV y para la privación el quintil 1 (Q1, 20% de sscc de menor privación). En este análisis se escoge como método de introducción de factores el condicional por pasos.

Las *Odds Ratio (OR)* obtenidas se muestran para las distintas categorías de distancia ajustadas por el nivel socioeconómico de la sección censal (IP) y para cada rango de privación ajustado por la distancia a Valdemingómez, además de estarlo, en uno y otro caso, también por sexo y edad, si bien y como se entiende ninguna de estas dos variables resultaron explicativas en análisis alguno ni en ningún modelo. El ajuste por sexos, como es lógico, solo se aplica en los cálculos que se hacen con toda la población. Los análisis se repiten para cada causa de muerte (incluyendo todas las causas) estableciéndose la significación estadística según los IC95% de las OR obtenidas. Con ello obtenemos una medida de la magnitud de la asociación entre cada uno de los dos factores de riesgo (proximidad residencial ajustada por IP e IP ajustado por proximidad residencial) y el resultado hipotético (morir por una causa determinada), a partir de establecer la relación entre probabilidad de exposición en los casos con la probabilidad de exposición en los controles (razón de odds u OR).

RESULTADOS.

3.1.- Descriptivos.

Población y nivel SE

Territorio, población y situación socioeconómica (Índice de Privación).

En el mapa 1 y en las ortofotos 1 y 2 se observa el PTV, la delimitación de los búfer 5 y 8 km (B5, B8, respectivamente), su relación con los distritos municipales y las zonas urbanizadas así como

la situación de otras industrias potencialmente contaminantes según el Registro Europeo de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (E-PRTR).

El número de personas residente en cada búfer así como las defunciones registradas en el periodo y la frecuencia de las mismas sobre la totalidad en el conjunto de la ciudad aparecen en la tabla 1. La proporción de juventud (% de menores de 16 años) de la población que reside en el B5 es de 18,21% y de 16,37% en el B8, mientras que para el conjunto de la ciudad de Madrid es de 14,48%, todo en 2014, por lo que constatamos que la población es más joven en las zonas de influencia, especialmente en la más cercana al Valdemingómez.

En las proximidades inmediatas del PTV sólo existe, como zona poblada, la Cañada Real Galiana, más concretamente el llamado sector 6, que es el tramo de esta vía que atraviesa el distrito de Villa de Vallecas. Según datos del Comisionado de la Comunidad de Madrid para esta vía, en toda la Cañada Real viven 7.283 personas, de las que 2.953 lo hacen en dicho sector 6 (10). En el primer y segundo km a partir de la instalación la única zona poblada es la situada en los tramos más próximos de esa vía (no se pueden encontrar estimaciones sobre qué cantidad de esas 2.953 personas viven en esos búfer, aunque el área de los 2 km engloba aproximadamente un 75% del sector 6). En los 3 km se encuentra prácticamente todo el sector 6 y la esquina sur-oeste del nuevo Ensanche de Vallecas, para sumar en total 6.884 personas (PMH).

En el mapa 2 y, con más detalle de la zona estudiada, en el mapa 3, se observa el IP según sscc y en la tabla 2 algunos indicadores del nivel socioeconómico a partir de las sscc de cada búfer. En esta se resalta que el nivel SE de la población, que vive en las proximidades del PTV es más modesto que el de la ciudad, tanto por el IP resultante como por la proporción de personas que viven en sscc de privación mayor (Q4+Q5), debiendo destacarse que la situación peor es la del anillo 5-8 (gran parte del distrito de Puente de Vallecas).

Morbilidad

Análisis de las tasas de ingresos hospitalarios por distritos y causas seleccionadas y en total en el año 2014.

En ese año se registraron en Madrid 309.291 ingresos hospitalarios de residentes en la ciudad. De ellos 139.236 fueron ingresos de hombres y 170.055 de mujeres. Tras calcular las tasas brutas de ingresos por las causas seleccionadas en cada uno de los 21 distritos de la capital y ajustarlas por edades podemos señalar que, en general, los distritos más próximos al PTV presentan menor tasa de ingresos hospitalarios que los demás distritos y que la media de la ciudad (mapas 4 y 5).

De las causas que se relacionan con las emisiones de esas instalaciones en los distritos más cercanos al PTV (tabla 3) debemos señalar que:

- En el distrito de Villa de Vallecas solo hay mayor tasa de ingresos significativamente que en la ciudad por enfermedades respiratorias en mujeres y dentro de este tipo de patologías también destacan los ingresos por enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) en hombres y total de la población, y por neumonía en ambos sexos, hombres y mujeres. También hay que señalar que en Villa de Vallecas la tasa de ingresos por neoplasias malignas de tejido conjuntivo y otros tejidos blandos en ambos sexos es significativamente más alta, aunque en la desagregación por sexos se pierde la significación (en el conjunto del distrito significan aproximadamente 7 ingresos al año).

- En Puente de Vallecas, se encuentran los siguientes excesos en la tasa de ingresos significativos: neoplasias malignas del hígado en hombres, asma en ambos sexos y mujeres, EPOC en ambos sexos y hombres, y neumonía en ambos sexos, hombres y mujeres.
- En Villaverde hemos encontrado mayores tasas con diferencias significativas en los ingresos por todas las causas, causas respiratorias, causas circulatorias, neoplasias de colon y recto, neoplasias del hígado, infarto agudo de miocardio y resto de causas no seleccionadas, todas ellas en ambos sexos y mujeres. También están por encima de la ciudad las tasas por neoplasia maligna de laringe, neoplasia maligna del tejido conjuntivo y otros tejidos blandos solo en ambos sexos perdiéndose la significación con la desagregación por sexos.
- En el distrito de Vicálvaro no hay ninguna causa que registre exceso de tasa de ingresos sobre la de la ciudad.

Mortalidad

Estudio descriptivo ecológico transversal del riesgo de morir globalmente y por determinadas causas en las proximidades del PTV.

En esta parte descriptiva el estudio se ha planteado en fases, utilizando diferentes métodos de análisis cada vez más exigentes, en la dirección de conseguir el objetivo de establecer la existencia de alguna relación entre mortalidad y cercanía residencial al PTV si se diera. A continuación se presentan los resultados obtenidos.

Tasas de mortalidad estandarizadas por edad por el método indirecto (Razón de Mortalidad Estandarizadas o RME) (Tablas 4 y 5)

En general se observa que la mortalidad en el área de influencia de 5 km es de la misma magnitud que la de la ciudad, con intervalos de confianza muy amplios por su escasa casuística. El infarto agudo de miocardio es la única causa que muestra una mayor mortalidad que la ciudad en el área de influencia de 5 km, con un riesgo de morir un 29% superior.

Se observa también que en el área de influencia de 8 km aparece una tasa ajustada de mortalidad (RME) mayor que la de la ciudad, de forma estadísticamente significativa para las siguientes causas (se incluyen también las que presenta un IC95% inferior cercano a la unidad, aunque por debajo, y una tasa central mayor del 10%):

- Mortalidad general para hombres y mujeres.
- Tumores en hombres.
- Causas circulatorias en el conjunto de la población.
- Causas respiratorias en hombres y mujeres, con una especial significación en el caso de los hombres (un 30% más que el resto de la población).
- Infarto Agudo de Miocardio
- Cáncer de estómago.
- Cáncer de hígado.
- Cáncer de laringe.
- Cáncer de pulmón.

Tasas de mortalidad estandarizadas por edad por el método indirecto (Razón de Mortalidad Estandarizadas o RME) ajustadas por nivel socioeconómico (según quintil de privación de cada sección censal) (tablas 6 y 7).

Se observa que para las causas en que el análisis crudo arrojaba un exceso de mortalidad con respecto a la ciudad, una vez que se ajusta por el nivel socioeconómico de la población y "se descuenta" de esta forma el efecto que esta circunstancia aporta a los correspondientes riesgos de morir, estos se han igualado a los de la ciudad. La excepción es la mortalidad general y la mortalidad por causas respiratorias en toda la población para ambas causas, y en hombres para esta última en el B8.

El área de influencia de 5 km no muestra resultados significativos. La única causa que mostraba un exceso de mortalidad que superaba el 20% a esta distancia era el infarto agudo de miocardio y, una vez extraído el efecto del nivel socioeconómico, si bien cercano a la significación, ha perdido este rango y se ha igualado al riesgo que tiene la población de toda la ciudad.

Se analiza el exceso de mortalidad observado en el B8 para enfermedades respiratorias, así como en el anillo 5-8 con el fin de conocer el efecto específico de esa franja en el exceso final. Los resultados de los RME ajustados por IP en ese anillo se muestran en la tabla 8, constatándose que ese exceso no es acumulativo, sino que se debe a lo que ocurre en el anillo de forma independiente.

Patrones geográficos. Mapas del riesgo relativo de mortalidad e identificación de los *hot spot* de riesgo.

Tras el tratamiento de suavización de las RME, tal y como que se recoge en la metodología, hasta convertirlas en RR, podemos observar la distribución geográfica de esos riesgos en las sscc de toda la ciudad en los mapas 6 a 9. En todo caso llama la atención el hecho de que aquéllas causas que mostraron un exceso de mortalidad significativo respecto al de la ciudad en las proximidades de la incineradora por el análisis de los búfer tras ajustar por IP (Mortalidad General y Enfermedades Respiratorias) no aparecen entre los *hot spot* por sección censal más próximos a la incineradora, por lo que el riesgo máximo de mortalidad no se sitúa, en la ciudad, cerca de esa instalación.

3.2.- Analíticos

Modelos multivariantes de asociación geográfica.

Aplicando modelos de asociación geográfica multivariante, se estudia cómo varía el riesgo de morir por una determinada causa a medida que nos alejamos, km a km y desde el primero, del PTV, teniendo en cuenta en estos cálculos el efecto del IP, observándose que solamente hay resultados significativos en el riesgo de morir en el caso de las enfermedades respiratorias, que disminuye un 2% a medida que nos separamos cada km de las instalaciones, una vez eliminado el efecto del nivel SE (entre 1 y 15 km) (tabla 9).

Usando los resultados de este mismo modelo analizamos todas las causas de muerte según el criterio multivariante (distancia ajustada por el IP) "cerca/lejos", km a km desde el PTV hasta los 15 km. Incorporamos a estos análisis para las enfermedades respiratorias, también los tumores en hombres, ya que tuvieron algún resultado significativo (tabla 10 y gráfico 1), mostrando en este caso un efecto similar (tabla 11 y gráfico 2). Como se aprecia, existe alguna significación de exceso de riesgo a cierta distancia (8, 10 y 14 km) pero no en otras más cercanas al PTV para las

enfermedades respiratorias. Llama la atención que en las distancias que resultaron significativas la diferencia entre el número de fallecidos observados y esperados es pequeño en líneas generales. Algo muy similar se observa también en la tabla y gráfico de las neoplasias en hombres. El dato de incrementos aislados del riesgo en distancias puntuales según se aumenta la distancia al PTV sin que eso mismo se observe en las cercanías, sugiere la existencia de otros focos contaminantes. Seguramente, más allá de los 4 km, el efecto "específico" de la incineradora se pierda.

Estudio de Casos y Controles de base poblacional (CCBP)

Trabajamos por fin con una base de datos de casos y controles, de base poblacional, de 304.545 personas de 80 años o menos, de las que los casos son todos los residentes en Madrid fallecidos en el periodo 2010-2014 (50.743 personas) de esas edades, siendo el resto los controles de la misma edad y sexo de cada fallecido (5 por cada caso), también residentes en Madrid en el mismo periodo y que no fallecieron en el quinquenio, con la característica de que no hubo reemplazo y una vez escogido el control salía definitivamente del grupo de elegibles. Considerando el criterio de exposición como la cercanía residencial al PTV (alternativamente a menos de 5 km y entre 5 y 8 km) y la no exposición a la situación de casos (fallecidos) y de controles (vivos) que residen dentro del municipio de Madrid a más distancia de 10 km desde el perímetro del PTV, componemos un análisis de regresión multivariante binaria (variable dependiente: caso o control) incluyendo como factores (variables independientes) la edad, el sexo, la distancia al PT ("exposición") y el quintil de privación de la sección censal en que reside cada caso o cada control. Calculamos las OR ajustadas por IP de cada zona de exposición y las de cada quintil de IP ajustadas por la exposición, para cada causa de fallecimiento y sexo, obteniendo los resultados que se observan en las tablas 12, 13 y 14.

Se aprecia que para la variable exposición (distancia), ninguna causa de las estudiadas muestra ninguna OR significativa en la distancia menor de los 5 Km, apareciendo, sin embargo, OR que sí lo son para las siguientes causas y sexos en el anillo 5-8 Km (gráfica 3):

- Respiratorias (hombres y toda la población, aunque no en mujeres aisladamente)
- Cáncer de pulmón en hombres
- Mieloma múltiple en mujeres

Como se dijo, las OR de la exposición están ajustadas, además de por edad y sexo, por el índice de privación de la sección censal en que residen los individuos que forman parte del análisis (casos y controles). El sexo y la edad no aparecen como explicativos en ningún caso, como era de esperar sin nos atenemos al método empleado en la selección de los controles.

Como se observa en dichas tablas la situación es muy diferente a la comentada de las OR relativas a la exposición, cuando se estudian las OR relativas a las diferentes categorías de IP ajustadas por distancia, sexo y edad, pues la significación del estimador es más frecuente para muchas de las causas de defunción, la magnitud del mismo mucho mayor en relación a la referencia (las sscc de mejor situación socioeconómica) y el gradiente muy claro en el sentido directo, es decir a "mayor privación corresponde más riesgo". Las causas que presentan esta situación, clasificadas según los grupos de la CIE-10 son:

- Grandes grupos de causas
    - Todas las causas (hombres y mujeres)

    - Tumores (hombres aunque también afecta al conjunto de la población)
    - Cardiovasculares (hombres y mujeres)
    - Respiratorias (hombres y toda la población)
- Causas reducidas
    - Cáncer de estómago (hombres y el conjunto de la población)
    - Cáncer de hígado (hombres y mujeres)
    - Cáncer de pulmón (hombres y, conjuntamente, hombres y mujeres)
    - Cáncer de riñón (toda la población para el Q3 y el Q5 de privación)
    - Leucemia (mujeres y solo para el Q4)
- Causas básicas
    - Cardiopatía isquémica (hombres y mujeres)
    - Cáncer de endometrio (mujeres solo para el Q4)

Como se dijo, y con excepción del cáncer de riñón, la leucemia y el cáncer de endometrio, causas que no presentan OR significativas en todas las categorías de la IP, el gradiente directo (mayor valor de la OR cuando mayor privación) es muy claro.

Resulta muy llamativo el importante efecto de la variable socioeconómica sobre la de distancia al PTV en este análisis, confirmando lo esbozado en la aproximación más descriptiva. Tras ajustar (controlar) el efecto de la distancia al PT, las causas en que este efecto de la privación se hace muy importante, cuantificado en términos de la OR del quintil de más privación (Q5) en relación al de menor (Q1), fueron: 54% más riesgo de morir en hombres por cualquier causa en las sscc del Q5 que en las del Q1, un 36% más en hombres por tumores, un 50% más por un problemas cardiovasculares en hombres (29% más en mujeres), un 90% más en hombres por alguna causa respiratoria, un 84% más por cáncer de estómago en hombres (50% más en mujeres aproximadamente), un 42% más en hombres por cáncer de pulmón, un 70% más en mujeres por cardiopatía isquémica (aproximadamente un 40% más en hombres) y 2 veces más riesgo de fallecer por cáncer de endometrio en las mujeres que viven en una sección censal del Q4 que las que lo hacen en una del Q1. Cabe destacar también que para algunas causas, sin embargo, el efecto del nivel socioeconómico analizado en el entorno residencial, no parece tener efecto alguno en el riesgo de morir, como es el caso de los cánceres de laringe, mama, próstata, ovario, colorrectal, del tejido conjuntivo, vejiga, linfomas y mieloma múltiple. En todos ellos ni la distancia ni, como se dice, el IP, explican la mortalidad registrada. En las gráficas 4, 5 y 6 se pueden apreciar las OR de cada categoría de privación, ajustadas por edad y distancia al PTV de la mortalidad general, por Cardiopatía isquémica y por Cáncer de hígado, para cada sexo.

En el anexo I se puede analizar la distribución de casos y controles de este análisis de CCBP según causa, sexo y categorías de las variables de exposición y nivel socioeconómico (IP). Con objeto de identificar, si la hubiere, agregación de casos alrededor de algún punto del mapa (clúster), lo que podría ayudar a interpretar los resultados, hemos representado en mapas *ad-hoc* la distribución espacial de los fallecimientos ocurridos en las zonas de exposición y durante el periodo de estudio por mieloma múltiple en mujeres, por cáncer de pulmón en hombres y por enfermedades respiratorias en hombres, aquéllas causas que obtuvieron OR significativas en la distancia 5-8 Km, tras ajustar por IP y edad. La correcta interpretación de esos mapas exige conocer la densidad de población en las zonas, por lo que se representaron los decesos sobre

una capa de manzanas de viviendas. En dicho análisis apreciamos que para ninguna de las causas estudiadas se observa la existencia de clúster de mortalidad.

DISCUSIÓN.-

Este estudio es básicamente una aproximación desde la epidemiología ecológica al problema de la salud de los ciudadanos que residen en las proximidades del PTV y al posible efecto en ella de esta instalación industrial. Eso significa que, incluso para el análisis de CCBP, su capacidad demostrativa causal está muy limitada por la imposibilidad de conocer y estudiar factores de riesgo individuales u otros ambientales que influyan en el riesgo de morir, como ocurre siempre en estos diseños. Estos trabajos informan de cuestiones, en todo caso, que deben ser objeto de otros análisis en el futuro y preferentemente con otro tipo de abordajes capaces de incluir más variables hipotéticamente causales en la ecuación explicativa.

Pero hay que señalar que una de las grandes ventajas de este análisis es la posibilidad que hemos tenido de georreferenciar no solo toda la población de la ciudad (empadronada) sino también todas las defunciones ocurridas según la causa del deceso. Esto nos ha permitido estudiar lo que ocurre en un territorio que nosotros delimitamos según nuestro criterio y no necesariamente, y como es habitual, en zonas previamente definidas según las divisiones territoriales administrativas. Con todo hay que insistir en que el análisis casi exclusivamente de la mortalidad, la única aproximación al fenómeno de la salud de la población que hemos podido realizar, no es el abordaje ideal pues las características del evento fatal, en relación con la historia natural de muchos problemas de salud estudiados, no es la mejor información sobre el efecto de una exposición ambiental de todas las que sería posible manejar. Otras circunstancias, como el uso de la distancia geográfica desde el lugar de residencia a la fuente hipotéticamente contaminante, con ser el factor de riesgo que habitualmente se usa en este tipo de estudios, tampoco ofrece muchas garantías de exposición real e intensidad de la misma (años de residencia en la zona, ocupación, tiempo en que cada cual permanece diariamente en la zona de exposición, sentido de los vientos dominantes, etc.).

Dejamos constancia también de que la escasa población residente en las inmediaciones al punto potencialmente contaminante (hasta los 3-4 km) nos ha aconsejado ampliar los márgenes de la zona expuesta para asegurar volúmenes poblacionales suficientes, aún a costa de asumir que en la medida en que nos alejamos del PTV las fuentes de contaminación (industrial y la derivada del tráfico de vehículos) se multiplican, desdibujando así el auténtico efecto de la actividad de la incineradora en la salud de la población. En el aludido análisis realizado recientemente por la Agencia de Salud Pública de Barcelona sobre los efectos de la incineradora de St. Adrià del Besós, toman como zona no expuesta a la parte de la ciudad que queda a una distancia superior a los 8 km, si bien es cierto que en este caso las zonas cercanas a la incineradora están densamente pobladas.

Sin abandonar este asunto debemos señalar que en nuestro caso, y como se ha resaltado, la circunstancia comentada de la importante despoblación existente en las proximidades al PTV no contribuye a dar la consistencia deseada a los cálculos estadísticos que hemos realizado, y que seguramente puede explicar en parte la inexistencia de algún dato relevante a menos de 5 Km de Valdemingómez. No solo eso, sino que por sus características, la población que vive más cerca (Cañada Real Galiana, sector 6) puede estar sujeta a un infra-registro importante, tanto poblacional como de mortalidad. El hecho de que en la distancia intermedia estudiada (5 a 8 Km) la situación socioeconómica sea notablemente peor que la de la ciudad nos obliga a considerar este factor a la hora de analizar los riesgos de morir, como se ha hecho en otros estudios citados

(5 y 6) encontrándose habitualmente que al ajustar el efecto de ese factor se aprecian rebajas muy importantes tanto de las tasas de mortalidad como del riesgo de morir asociado a la distancia residencial al punto potencialmente emisor de contaminantes (fuerza de asociación en términos de las OR correspondientes). En uno de esos trabajos citados (6) los autores llegan a plantear que, además, las zonas con peor situación socioeconómica suelen ser las más contaminadas, por lo que al ajustar por el grado de privación material estamos haciéndolo también por la exposición a las emisiones de contaminantes, produciéndose un cierto efecto de "sobre-ajuste" que puede afectar a los resultados.

El estudio, por causas ajenas a los autores, adolece también de un análisis de la morbilidad más ajustado a la zona de exposición (barrio, secciones censales o búfer) y a partir de una fuente de información más adecuada (quizás las historias clínicas de atención primaria).

En todo caso este análisis se fundamenta en diferentes abordajes metodológicos cada vez más exigentes y en todos se refleja básicamente el mismo fenómeno: se trata de una zona con exceso de mortalidad, conocido desde hace mucho tiempo, con condiciones socioeconómicas especialmente precarias que intervienen en la mortalidad prematura y donde existen también otras industrias contaminantes además de la estudiada (mapa 1). Por ello, en las zonas expuestas (cercanas al PTV) detectamos exceso de mortalidad (descriptiva, tasa) y de riesgo asociado a la exposición (analítica, OR) por algunas causas, que desaparece casi por completo o se reduce muy notablemente cuando "descontamos" el efecto de la privación material.

En las proximidades del PTV (5 km) no se encuentra exceso de mortalidad ni en el abordaje descriptivo ni en el analítico, tras controlar el efecto socioeconómico. Esto es explicable, como se ha dicho, en parte por el hecho de la escasez de población (B5 recoge unas 70.000 personas) y de defunciones (1.567 en el periodo de estudio), todo ello a pesar de que la incertidumbre asociada a la baja casuística la vencemos, en parte, con ciertos abordajes estadísticos (suavización, asociación geográfica, etc.). Es llamativo también el hecho de que no existan sscc próximas a Valdemingómez que registren las probabilidades más altas de la ciudad de morir por determinados problemas relacionados con las emisiones (*hot spot*). También lo es que la mortalidad por las enfermedades respiratorias (en hombres pero algo menos en mujeres) surja como elevada en casi todos los análisis. Sobre el sentido de la distribución espacial de esas muertes hay que señalar que si bien disminuye levemente el riesgo de morir en la medida en que nos alejamos del PTVG, en las proximidades no se detecta riesgo elevado, apareciendo más tarde ese exceso sobre la media de la ciudad en puntos más distanciados y puntualmente. Esta evidencia sugiere la existencia de otras emisiones contaminantes en el territorio estudiado. Cabe añadir que la necesidad de contar con un buen estudio de contribución de fuentes es imprescindible.

Es muy interesante, por otro lado, analizar los resultados del estudio CCBP por su mayor capacidad de explicación del fenómeno en términos causales (asociación con la distancia y el nivel SE y magnitud de esa relación). Como se ha visto, el mayor riesgo detectado a la distancia de 5-8 Km para alguna causa después de ajustar por el IP (enfermedades respiratorias, cáncer de pulmón) sugiere que existen otros factores, además del nivel socioeconómico, que justifican ese exceso, si bien el efecto de la precariedad es mucho mayor para esas causas que el asociado a la proximidad residencial, sobre todo en hombres, apoyando claramente la idea de que la precariedad es un factor de riesgo de gran magnitud, mucho mayor que la presencia del PT y seguramente uno de los mayores que se involucran con estas causas. En su génesis es muy conocido el papel relevante de ciertos hábitos, como el tabaco, lo que sin duda explica el exceso de riesgo hallado y que no desparece del todo al eliminar el efecto de la privación material. La

mayor frecuencia en hombres, los referidos problemas socioeconómicos (a mayor precariedad mayor intensidad del hábito tabáquico) y la imposibilidad de controlar esos hábitos individuales en este diseño epidemiológico nos llevan a pensar que el factor distancia al PTV aporte poco al problema encontrado. Caso diferente es el exceso de OR encontrado para la mortalidad por mieloma múltiple en mujeres, problema de cuya etiología se conoce poco y que se relaciona con emisiones contaminantes, especialmente de energías nucleares, aunque de forma poco evidente.

No obstante, el hecho de que el exceso de riesgo de morir tras ajustar por nivel SE persista en la franja 5-8 km por enfermedades respiratorias en hombres, cáncer de pulmón en hombres y mieloma múltiple en mujeres, nos obliga a plantear que se hace necesario realizar nuevos estudios con otros diseños epidemiológicos que logren explicar hasta qué punto interviene el PTV en este fenómeno o si en su génesis caben otros factores causales, tanto individuales como ambientales de otra índole. En este punto debemos insistir en que, con excepción de la última causa referida, los estilos de vida parecen tener una influencia relevante.

También debemos señalar que el hallazgo de desproporciones importantes en el riesgo de morir por alguna causa de un sexo sobre el otro parece poner en entredicho la hipótesis etiológica ambiental, si bien esta suposición debiera constatarse de otra forma.

CONCLUSIONES

La población que reside en las proximidades de PTV, especialmente los hombres, sufre un exceso de mortalidad general y por algunas causas, como se ha constatado en múltiples trabajos.

La zona más próxima a la incineradora está poco poblada aunque se trata de un territorio en plena expansión urbanística.

La población que reside en lo que hemos definido como zona de exposición (a menos de 8 Km aunque especialmente quienes residen en el anillo 5-8 Km) sufre mala situación socioeconómica en relación al conjunto de la ciudad.

La mala situación socioeconómica implica por sí misma un mayor riesgo de enfermar y de morir prematuramente, en general y por algunas causas que en la bibliografía se relacionan, también, con las emisiones de estas industrias.

En este trabajo encontramos que no existe mayor riesgo de morir por causa alguna a menos de 5 km del PTV una vez ajustado el análisis por la privación material.

Ninguna sección censal de la ciudad con los más altos riesgos de mortalidad por las causas estudiadas se encuentra en las proximidades de Valdemingómez (no encontramos *hot spot* en las proximidades del PTV).

Hallamos que existe un mayor riesgo de morir en el anillo situado a 5-8 Km del PTV dentro del municipio de Madrid, por enfermedades respiratorias en hombres (también para el conjunto de la población), cáncer de pulmón en hombres y mieloma múltiple en mujeres, tras eliminar el efecto del bajo nivel SE en la génesis de esos fallecimientos. Esta circunstancia no la apreciamos a menos de 5 Km.

No obstante, en los excesos del riesgo de morir hallados en la zona próxima al PTV por enfermedades respiratorias y cáncer de pulmón en hombres parece que el efecto de la precariedad juega un papel relevante. De hecho, en este estudio, la circunstancia de vivir en una

zona con alto nivel de privación material es el factor más determinante de mortalidad de todos los estudiados, tanto en toda la ciudad como en la zona más próxima a la instalación industrial.

La mortalidad por enfermedades respiratorias disminuye en la medida en que nos alejamos del PTV. Sin embargo, existen zonas más distantes dentro del área de exposición donde aparecen excesos puntuales significativos, sugiriendo la posible existencia de otros focos contaminantes en el propio territorio estudiado.

El efecto de los hábitos en la mortalidad por las causas identificadas es indudable y así lo refrenda el conocimiento científico actual. Se necesitan más estudios que sean capaces de incluir y ajustar estos riesgos individuales (estilos de vida y condiciones de vida) y otros medioambientales no conocidos para concretar más certeramente el efecto de la actividad del PTV en la salud de la población madrileña.

Por último, podemos concluir que en este trabajo no encontramos suficientes evidencias que demuestren que la actividad del PTV incida en la salud de la población madrileña.

BIBLIOGRAFÍA.-

1. 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, Pablo Fernández-Navarro, Adela Castelló, María Felicitas López-Cima, Rebeca Ramis, Elena Boldo, Gonzalo López-Abente. Environment International 51 (2013) 31–44. Seguir en pág. 61

2. Informes vigilancia mortalidad municipal por cáncer. CNE, disponible web (https://bit.ly/2JqZmpV). Seguir en pág. 61

3. II Atlas de mortalidad yd desigualdades socioeconómicas en la Comunidad de Madrid, 2001-2007. Gandarillas A, DomínguezBerjónMF, Soto MJ, Marta MI. Disponible en:(https://bit.ly/2NiviPQ). Seguir en pág. 62

4. Informe Monográfico: Propuesta de un Índice de Privación en Área Pequeña en la Ciudad de Madrid para el análisis de las desigualdades territoriales en salud. Díaz- Olalla JM, Antona-Rodríguez A y García-Howlett M. (En Díaz-Olalla JM y Benítez-Robredo T (eds.). Estudio de Salud de la Ciudad de Madrid 2014. Madrid: Madrid Salud, Ayuntamiento de Madrid; 2015. p. 224-242. Disponible en: (http://www.madridsalud.es/publicaciones/OtrasPublicaciones/estudio_salud_madrid_2014.pdf). Seguir en pág. 62 y 64

5. Small area study of mortality among people living near multiple sources of air pollution. P Michelozzi, D Fusco, F Forastiere, C Ancona, V Dell'Orco, C A Perucci. Occup Environ Med 1998;55:611–615). Seguir en pág. 62 y 75

6. Cancer incidence near municipal solid waste incinerators in Great Britain. Br J Cancer 1996; 73(5):702-710. Elliott P, Shaddick G, Kleinschmidt I, Jolley D, Walls P, Beresford J et al.). Seguir en pág. 62 y 75

7. Estudio de Salud de la Ciudad de Madrid 2014. Díaz-Olalla JM y Benítez-Robredo T (eds.). Madrid: Madrid Salud, Ayuntamiento de Madrid; 2015. p. 224-242. Disponible en: (http://www.madridsalud.es/publicaciones/OtrasPublicaciones/estudio_salud_madrid_2014.pdf). Seguir en pág. 64

8. Incineración de residuos urbanos y salud pública. Dirección de Salud Pública del Departamento de Sanidad; Dir. Jesús María Ibarluzea, Mikel Basterretxea. - 1ª ed. – Vitoria-Gasteiz :EuskoJaurlaritzarenArgitalpenZerbitzuNagusia = Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco, 2004). Seguir en pág. 64

9. Incineración y salud, conocimientos actuales sobre los Impactos de las incineradoras en la salud humana. Michelle Allsopp, Pat Costner, Paul Johnston. Laboratorios de Investigación de Greenpeace, Universidad de Exeter, Reino Unido, 2001. Seguir en pág. 64

10. Radiografía de la Cañada Real Galiana, todos los datos sector a sector. Disponible en:(https://bit.ly/2JmqvKN). Seguir en pág. 70

ANEXO II / A - MAPAS, TABLAS Y GRÁFICOS

Mapa 1. *- PTV y búfer 5 y 8, su relación con los distritos municipales y otras industrias potencialmente contaminantes según el E-PRTR.*

(Seguir en descriptivo / Seguir en la página 69 y 76)

Ortofoto 1. - *Ciudad de Madrid y sus distritos, situación del PTV y los búfer 5 y 8 Km a partir del mismo (trazo verde grueso: límite de los distritos; trazo verde fino: límite de los barrios; en rojo el perímetro del PTV)*

(Seguir en la página 69)

Ortofoto 2. - *Ciudad de Madrid y sus distritos, situación del PTV y los búfer 5 y 8 Km a partir del mismo. Detalle (trazo verde grueso: límite de los distritos; trazo verde fino: límite de los barrios; en rojo el perímetro del PTV)*

(Seguir en la página 69)

Tabla 1. - *Población y defunciones (x 5 años) (nº absolutos y frecuencias) según búfer y anillo alrededor del PTV*

	Territorio	Población	Defunciones	Población (%)	Defunciones (%)
Búfer	Área de influencia 5 Km	384.116	1.567	2%	1,3%
	Área de influencia 8 Km	2.155.308	13.448	13%	11%
	Anillo 5-8 Km	1.771.192	11.881	11%	10%
	Resto de la ciudad	14.018.269	109.047	87%	90%
	Toda la ciudad	16.173.577	122.495	100%	100%

(Seguir en la página 69)

Mapa 2. - *IP por sscc (secciones censales) de la ciudad de Madrid, agrupadas por quintiles, 2015.*

(Seguir en la página. 70)

Mapa 3. - *IP por sscc de la ciudad de Madrid, agrupadas por quintiles, 2015. Detalle de las sscc de los distritos más cercanos al PTV.*

(Seguir en la página. 70)

Tabla 2. - *Indicadores de privación por sscc en el búfer y anillos analizados en relación con la ciudad de Madrid (a más IP, más privación).*

	nº sscc	IP ponderado	% población Q4+Q5 (*)
B5	50	0,384	55,34
B8	326	0,424	74,13
A 5-8	276	0,433	78,75
Madrid	**2260**	**0,320**	**39,83**

(*) Los quintiles 4 y 5 son los de mayor privación

(Seguir en la página. 70)

Mapas 4 y 5. - *Tasa ajustada de ingresos hospitalarios por todas las causas para hombres y mujeres. Ciudad de Madrid, distritos y búfer según tramos, 2014. (Fuente CMBD, Instituto Madrileño de Estadística, elaboración propia).*

(Seguir en la página. 70)

Tabla 3. *Tasa brutas y ajustadas de ingresos hospitalarios según las causas que resultaron significativas sobre las tasas globales de la ciudad (IC95%) en las poblaciones de los distritos más próximos al PTV, según sexo (tasas por 100.000 habitantes ajustadas por población estándar europea), 2014 (Fuente CMBD, Instituto Madrileño de Estadística, elaboración propia).*

TASA ESTANDARIZADA DE MORBILIDAD POR INGRESOS HOSPITALARIOS POR URGENCIAS EN LOS DISTRITOS VECINOS AL PTV CON RESULTADOS SIGNIFICATIVAMENTE SUPERIORES A LA CIUDAD. AÑO 2014																	
		Ambos Sexos					Hombres					Mujeres					
Distrito	Diagnostico	Tasa bruta	Significación	Tasa ajustada	IC inf (95,0%)	IC sup (95,0%)	Tasa bruta	Significación	Tasa ajustada	IC inf (95,0%)	IC sup (95,0%)	Tasa bruta	Significación	Tasa ajustada	IC inf (95,0%)	IC sup (95,0%)
13. Puente de Vallecas	NEO.M.DEL HÍGADO Y DE LOS CONDUCTOS BILIARES	36	no	35	27	44	60	↑	65	50	86	13	no	11	6	19
13. Puente de Vallecas	ASMA	71	↑	73	62	85	40	no	41	30	58	99	↑	96	79	116
13. Puente de Vallecas	EPOC (SIN ASMA)	222	↑	216	197	237	346	↑	401	360	446	110	no	99	82	118
13. Puente de Vallecas	NEUMONÍA	267	↑	259	238	281	327	↑	378	338	422	213	↑	184	161	210
17. Villaverde	TODAS LAS CAUSAS	9820	↑	9984	9814	10157	8952	no	10046	9783	10318	10625	↑	10190	9960	10425
17. Villaverde	CAUSAS CIRCULATORIAS	1061	↑	1074	1018	1132	1003	no	1185	1094	1288	1115	↑	982	914	1055
17. Villaverde	CAUSAS RESPIRATORIAS	647	↑	652	609	698	669	no	748	677	829	626	↑	577	524	635
17. Villaverde	NEOPLASIA DE COLON Y RECTO	105	↑	117	99	138	100	no	128	99	170	110	↑	108	85	135
17. Villaverde	NEOPLASIA MALIGNA DE LARINGE	18	↑	21	14	32	34	no	43	27	73	3	no	4	0	14
17. Villaverde	NEO. M. DE TEJIDO CONJUNTIVO Y OTROS T. BLAND	5	↑	2	12	8	6	no	7	2	31	4	no	3	1	12
17. Villaverde	NEO.M.DEL HÍGADO Y DE LOS CONDUCTOS BILIARES	45	↑	45	35	59	59	no	68	48	102	33	↑	28	17	43
17. Villaverde	INFARTO AGUDO DE MIOCARDIO	94	↑	97	80	116	125	no	148	116	192	65	↑	56	41	76
17. Villaverde	RESTO DE LAS CAUSAS	6471	↑	6550	6413	6689	5399	no	5896	5698	6104	7466	↑	7267	7072	7467
18. Villa de Vallecas	CAUSAS RESPIRATORIAS	566	no	640	583	701	582	no	664	575	776	550	↑	601	530	681
18. Villa de Vallecas	NEO. M. DE TEJIDO CONJUNTIVO Y OTROS T. BLAND	7	↑	2	18	12	6	no	9	1	56	4	no	5	1	22
18. Villa de Vallecas	EPOC (SIN ASMA)	161	↑	247	210	290	257	↑	483	400	589	71	no	91	64	128
18. Villa de Vallecas	NEUMONÍA	240	↑	311	270	356	284	↑	444	363	550	198	↑	223	180	275

(Seguir en la página. 70)

Tabla 4. - *Búfer de 5 km. Causas cuyas RME (IME) resultaron significativas por sus IC95% o excedieron más de un 10% de la tasa de la ciudad.*

CAUSA	SEXO	BUFFER	CASOS OBSERVADOS	CASOS ESPERADOS	IME	IC (95,0%) INF	IC (95,0%) SUP	Significativamente distinta a la ciudad
Leucemia	Ambos sexos	BUFFER_5	9	17,29	52,06	23,76	98,83	↓↓
Infarto agudo de miocardio	Ambos sexos	BUFFER_5	86	66,42	129,47	103,56	159,90	↑↑
Mieloma múltiple	Ambos sexos	BUFFER_5	13	7,64	170,19	90,53	291,04	

(Seguir en página 71

Tabla 5.- *Búfer de 8 km. Causas cuyas RME (IME) resultaron significativa por sus IC95% o excedieron más de un 10% de la tasa de la ciudad.*

CAUSA	SEXO	BUFFER	CASOS OBSERVADOS	CASOS ESPERADOS	IME	IC (95,0%) INF	IC (95,0%) SUP	Significativamente distinta a la ciudad
Mortalidad General	Ambos sexos	BUFFER_8	13448	12.467,36	107,87	106,05	109,70	↑
Mortalidad General	Hombres	BUFFER_8	7104	6471,07	109,78	107,24	112,36	↑
Mortalidad General	Mujeres	BUFFER_8	6344	6103,46	103,94	101,40	106,53	↑
Tumores	Hombres	BUFFER_8	2448	2290,77	106,86	102,67	111,18	↑
Tumores	Mujeres	BUFFER_8	1479	1.608,19	91,9668	87,3389	96,7762	↓
Circulatorias	Ambos sexos	BUFFER_8	3339	3205,17	104,18	100,67	107,77	↑
Respiratorias	Ambos sexos	BUFFER_8	2181	1800,79	121,11	116,08	126,31	↑↑
Respiratorias	Hombres	BUFFER_8	1261	977,37	129,02	122,00	136,34	↑↑
Respiratorias	Mujeres	BUFFER_8	920	844,92	108,89	101,96	116,16	↑
Cáncer de estómago	Ambos sexos	BUFFER_8	217	192,77	112,57	98,09	128,59	
Cáncer de hígado	Ambos sexos	BUFFER_8	248	203,89	121,63	106,96	137,75	↑↑
Cáncer de laringe	Ambos sexos	BUFFER_8	52	40,41	128,69	96,10	168,76	
Cáncer de pulmón	Ambos sexos	BUFFER_8	842	751,91	111,98	104,54	119,81	↑
Cáncer de mama	Ambos sexos	BUFFER_8	200	246,06	81,28	70,41	93,36	↓
Mieloma múltiple	Ambos sexos	BUFFER_8	77	62,35	123,49	97,45	154,34	

(Seguir en página 71)

Tabla 6. - *Búfer de 5 km. Causas cuyas RME resultaron significativa por sus IC95% ajustadas por privación.*

CAUSA	SEXO	BUFFER	CASOS OBSERVADOS	CASOS ESPERADOS	IME	IC (95,0%) INF	IC (95,0%) SUP	Significativamente distinta a la ciudad
Infarto agudo de miocardio	Ambos sexos	BUFFER_5	86	68,82	124,97	99,96	154,34	↑

Tabla 7. - *Búfer de 8 km. Causas cuyas RME resultaron significativa por sus IC95% ajustadas por privación.*

CAUSA	SEXO	BUFFER	CASOS OBSERVADOS	CASOS ESPERADOS	IME	IC (95,0%) INF	IC (95,0%) SUP	Significativamente distinta a la ciudad
Mortalidad general	Ambos sexos	BUFFER_8	13449	13184,89	102,00	100,29	103,74	↑
Tumores	Mujeres	BUFFER_8	1.480	1565,74	94,52	89,77	99,47	↓
Respiratorias	Ambos sexos	BUFFER_8	2181	1986,27	109,80	105,24	114,51	↑
Respiratorias	Hombres	BUFFER_8	1261	1144,87	110,14	104,15	116,39	↑

(Seguir en página 71)

Tabla 8. - *Anillo 5-8. Mortalidad por causas respiratorias, RME con sus IC95% ajustadas por privación.*

CAUSA	SEXO	BUFFER	CASOS OBSERVADOS	CASOS ESPERADOS	IME	IC (95,0%) INF	IC (95,0%) SUP	Significativamente distinta a la ciudad
Respiratorias	Ambos sexos	BUFFER_5_8	1.957	1761,66	111,09	106,22	116,12	↑
Respiratorias	Hombres	BUFFER_5_8	1.140	1021,84	111,56	105,18	118,23	↑
Respiratorias	Mujeres	BUFFER_5_8	817	761,57	107,28	100,05	114,89	↑

(Seguir en Página 72)

Mapas 6 a 9. - *Distribución de los RR por sscc de la ciudad, para el conjunto de la población y por sexos, de las causas de muerte en grandes grupos seleccionados, con sus hot spot (resultado de cálculo bayesiano a posteriori de que presentan una mortalidad superior a la de la ciudad con una probabilidad mayor de un 80% y de un 100%).*

RR enfermedades respiratorias en Madrid
N
RR representado en natural breaks
0,34 - 0,85
0,86 - 0,99
1,00 - 1,14
1,15 - 1,40
1,41 - 2,73
0 2,5 5 10 Kilometers
PP>0,8
Significación
hCre<1
lCre>1

RR enfermedades respiratorias hombres en Madrid

RR enfermedades respiratorias mujeres en Madrid

(Seguir en Página 72)

Tabla 9. - Modelo multivariante de asociación geográfica del riesgo de morir por las causas especificadas considerando la distancia al PTV ajustada por IP de la sección censal. Cambios en el RR por cada km de alejamiento del PTV (licre y lscre: límites inferior y superior del intervalo de credibilidad del RR; RR: RME suavizada).

Modelo asociación distancia						
Distancia	Causa	Sexo	RR	licre	lscre	Significativo
1 km	Mortalidad General	Ambos sexos	1,00	0,99	1,01	No
1 km	Mortalidad General	Hombres	1,00	0,98	1,01	No
1 km	Mortalidad General	Mujeres	1,00	0,99	1,01	No
1 km	Tumores	Ambos sexos	1,00	0,99	1,01	No
1 km	Tumores	Hombres	1,00	0,99	1,01	No
1 km	Tumores	Mujeres	1,00	0,99	1,01	No
1 km	Circulatorio	Ambos sexos	1,00	0,99	1,01	No
1 km	Circulatorio	Hombres	1,00	0,98	1,01	No
1 km	Circulatorio	Mujeres	1,00	0,99	1,02	No
1 km	Respiratorio	Ambos sexos	0,98	0,97	0,99	Sí
1 km	Respiratorio	Hombres	0,98	0,97	1,00	Sí
1 km	Respiratorio	Mujeres	0,99	0,98	1,00	Sí
1 km	Cáncer estómago	Ambos sexos	1,01	0,98	1,02	No
1 km	Cáncer estómago	Hombres	1,02	1,00	1,04	No
1 km	Cáncer estómago	Mujeres	0,99	0,97	1,02	No
1 km	Cáncer hígado	Ambos sexos	0,99	0,97	1,01	No
1 km	Cáncer hígado	Hombres	0,99	0,98	1,01	No
1 km	Cáncer hígado	Mujeres	0,98	0,96	1,01	No
1 km	Cáncer laringe	Ambos sexos	0,98	0,95	1,01	No
1 km	Cáncer laringe	Hombres	0,99	0,95	1,02	No
1 km	Cáncer laringe	Mujeres	0,92	0,82	1,03	No
1 km	Cáncer pulmón	Ambos sexos	0,99	0,98	1,01	No
1 km	Cáncer pulmón	Hombres	0,99	0,97	1,01	No
1 km	Cáncer pulmón	Mujeres	1,00	0,98	1,03	No
1 km	IAM	Ambos sexos	1,00	0,99	1,01	No
1 km	IAM	Hombres	0,99	0,97	1,01	No
1 km	IAM	Mujeres	1,00	0,99	1,02	No

(Seguir en Página 72)

Tabla 10. - *Modelo multivariante de asociación geográfica del riesgo de morir por causas respiratorias para el conjunto de la población considerando la distancia al PTV ajustada por IP de la sección censal. RR para zonas definidas, km a km, según el criterio cerca/lejos a partir del PTV, de 1 hasta 15 km (licre y lscre: límites inferior y superior del intervalo de credibilidad del RR).*

Mortalidad por causas respiratorias · ambos sexos								
Observados	Esperados	RR	licre	lscre	Error-	Error+	Significativo	distancia
2	1,90	1,01	0,20	3,73	0,81	2,72	No	Km1
0	0,63	0,74	0,15	2,67	0,60	1,93	No	Km2
2	4,94	0,50	0,16	1,26	0,34	0,76	No	Km3
15	13,38	0,82	0,49	1,33	0,34	0,51	No	Km4
203	195,07	0,84	0,68	1,02	0,16	0,19	No	Km5
99	66,32	0,98	0,81	1,17	0,17	0,19	No	Km6
662	512,40	1,11	0,99	1,23	0,11	0,12	No	Km7
1 193	1 003,35	1,10	1,00	1,20	0,10	0,10	Sí	Km8
1 191	1 122,60	1,03	0,94	1,13	0,10	0,10	No	Km9
1 426	1 248,64	1,13	1,04	1,21	0,08	0,08	Sí	Km10
1 990	2 013,55	1,05	0,97	1,13	0,08	0,08	No	Km11
2 278	2 380,12	1,03	0,95	1,11	0,08	0,08	No	Km12
1 811	1 870,61	1,04	0,96	1,12	0,08	0,08	No	Km13
2 113	2 149,84	1,10	1,03	1,18	0,07	0,08	Sí	Km14
1 868	2 135,44	1,05	0,97	1,14	0,09	0,09	No	Km15

Gráfica1. - *Modelo multivariante de asociación geográfica del riesgo de morir por causas respiratorias para el conjunto de la población considerando la distancia al PTV ajustada por IP de la sección censal. RR para zonas definidas km a km según el criterio cerca/lejos a partir del PTV, de 1 hasta 15 km.*

(Seguir en Página 72) **(Tabla 10 y gráfico 1)**

Tabla 11. - *Modelo multivariante de asociación geográfica del riesgo de morir por tumores en hombres considerando la distancia al PTV ajustada por IP de la sección censal. RR para zonas definidas km a km según el criterio cerca/lejos a partir del PTV, de 1 hasta 15 km (licre y lscre: límites inferior y superior del intervalo de credibilidad del RR).*

Mortalidad por tumores hombres								
Observados	Esperados	RR	licre	lscre	Error-	Error+	Significativo	distancia
1	5,1031	0,203	0,022	1,092	0,181	0,889	No	Km1
2	1,339988	0,484	0,136	1,345	0,348	0,861	No	Km2
8	10,1791	0,68	0,353	1,205	0,327	0,525	No	Km3
18	22,078	0,76	0,508	1,099	0,252	0,339	No	Km4
285	264,7235	0,977	0,834	1,141	0,143	0,164	No	Km5
111	96,31157	1,018	0,878	1,179	0,14	0,161	No	Km6
759	683,9598	1,047	0,957	1,146	0,09	0,099	No	Km7
1 272	1 202,706	1,021	0,944	1,104	0,077	0,083	No	Km8
1 326	1 368,524	0,924	0,855	0,997	0,069	0,073	Sí	Km9
1 573	1 469,921	1,018	0,949	1,094	0,069	0,076	No	Km10
2 054	2 093,854	0,983	0,922	1,048	0,061	0,065	No	Km11
2 297	2 376,288	0,94	0,881	1,002	0,059	0,062	No	Km12
2 023	1 936,524	1,017	0,954	1,088	0,063	0,071	No	Km13
2 297	2 265,84	0,996	0,935	1,059	0,061	0,063	No	Km14
2 324	2 255,129	1,079	1,011	1,152	0,068	0,073	Sí	Km15

Gráfica 2. - *Modelo multivariante de asociación geográfica del riesgo de morir por tumores en hombres considerando la distancia al PTV ajustada por IP de la sección censal. RR para zonas definidas km a km según el criterio cerca/lejos a partir del PTV, de 1 hasta 15 km.*

(Seguir en Página 72) **(Tabla 11 y gráfico 2)**

Tabla 12. -*Estudio CCBP. Resultados del análisis de RLM según causas (todas y grandes grupos de la CIE-10) y sexo. OR "exposición" ajustadas por edad, sexo e IP y OR "privación" ajustadas por sexo, edad y exposición. Se remarcan los resultados significativos de la exposición.*

		TODA LA POBLACIÓN			HOMBRES			MUJERES		
		OR	IC95%		OR	IC95%		OR	IC95%	
TODAS LAS CAUSAS										
Exposición (distancia VMG)	No expuestos (>10 km)	1			1			1		
	Anillo 5-8 km	1,012	0,980	1,044	1,026	0,986	1,068	0,988	0,938	1,041
	Búffer 5 km	0,894	0,819	0,976	0,932	0,837	1,037	0,825	0,708	0,961
Privación (quintiles sscc)	Q1 (Baja privación)	1			1			1		
	Q2 (Media-baja)	**1,080**	**1,048**	**1,114**	**1,120**	**1,076**	**1,166**	1,024	0,976	1,075
	Q3 (Media)	**1,124**	**1,090**	**1,159**	**1,205**	**1,158**	**1,254**	1,012	0,964	1,063
	Q4 (Media alta)	**1,260**	**1,222**	**1,299**	**1,387**	**1,333**	**1,442**	**1,087**	**1,035**	**1,141**
	Q5 (Alta privación)	**1,385**	**1,342**	**1,429**	**1,537**	**1,477**	**1,601**	**1,176**	**1,118**	**1,236**
GRANDES GRUPOS CIE-10										
TUMORES										
Exposición (distancia VMG)	No expuestos (>10 km)	1			1			1		
	Anillo 5-8 km	0,964	0,918	1,012	1,022	0,961	1,087	0,872	0,803	0,946
	Búffer 5 km	0,891	0,779	1,020	0,951	0,804	1,125	0,802	0,640	1,004
Privación (quintiles sscc)	Q1 (Baja privación)	1			1			1		
	Q2 (Media-baja)	**1,047**	**1,001**	**1,095**	**1,082**	**1,020**	**1,148**	1,000	0,934	1,071
	Q3 (Media)	**1,061**	**1,015**	**1,110**	**1,142**	**1,076**	**1,211**	0,958	0,893	1,028
	Q4 (Media alta)	**1,143**	**1,092**	**1,196**	**1,263**	**1,190**	**1,340**	0,990	0,921	1,063
	Q5 (Alta privación)	**1,213**	**1,157**	**1,272**	**1,361**	**1,280**	**1,447**	1,022	0,947	1,102
CARDIOVASCULARES										
Exposición (distancia VMG)	No expuestos (>10 km)	1			1			1		
	Anillo 5-8 km	1,010	0,939	1,087	0,975	0,888	1,071	1,067	0,951	1,199
	Búffer 5 km	0,740	0,597	0,919	0,774	0,597	1,003	0,666	0,450	0,984
Privación (quintiles sscc)	Q1 (Baja privación)	1			1			1		
	Q2 (Media-baja)	1,068	0,994	1,148	1,092	0,995	1,198	1,027	0,916	1,153
	Q3 (Media)	**1,080**	**1,005**	**1,160**	**1,150**	**1,050**	**1,259**	0,975	0,868	1,095
	Q4 (Media alta)	**1,286**	**1,199**	**1,379**	**1,349**	**1,233**	**1,475**	**1,191**	**1,064**	**1,332**
	Q5 (Alta privación)	**1,417**	**1,319**	**1,523**	**1,504**	**1,372**	**1,648**	**1,288**	**1,148**	**1,446**
RESPIRATORIAS										
Exposición (distancia VMG)	No expuestos (>10 km)	1			1			1		
	Anillo 5-8 km	**1,197**	**1,089**	**1,317**	**1,248**	**1,114**	**1,398**	1,092	0,917	1,300
	Búffer 5 km	0,975	0,730	1,302	0,936	0,659	1,329	1,112	0,664	1,865
Privación (quintiles sscc)	Q1 (Baja privación)	1			1			1		
	Q2 (Media-baja)	**1,135**	**1,025**	**1,257**	**1,277**	**1,121**	**1,454**	0,941	0,798	1,110
	Q3 (Media)	**1,130**	**1,021**	**1,251**	**1,232**	**1,082**	**1,402**	0,995	0,845	1,173
	Q4 (Media alta)	**1,345**	**1,218**	**1,486**	**1,645**	**1,451**	**1,865**	0,944	0,799	1,115
	Q5 (Alta privación)	**1,561**	**1,412**	**1,726**	**1,907**	**1,680**	**2,164**	1,090	0,920	1,291

(Seguir en página 73)

Tabla 13a. *Estudio CCBP. Resultados del análisis de RLM según causas (causas reducidas de la CIE-10) y sexo. OR "exposición" ajustadas por edad, sexo e IP y OR "privación" ajustadas por sexo, edad y exposición. Se remarcan los resultados significativos de la exposición.*

		TODA LA POBLACIÓN			HOMBRES			MUJERES		
		OR	IC95%		OR	IC95%		OR	IC95%	
CÁNCER DE RIÑÓN										
	No expuestos (>10 km)	1			1			1		
Exposición (distancia VMG)	Anillo 5-8 km	0,689	0,453	1,048	0,602	0,357	1,015	0,851	0,417	1,739
	Búffer 5 km	0,190	0,026	1,410	0,000	0,000	.	1,223	0,138	10,863
	Q1 (Baja privación)	1			1			1		
	Q2 (Media-baja)	1,337	0,936	1,911	1,213	0,792	1,857	1,719	0,880	3,355
Privación (quintiles sscc)	Q3 (Media)	**1,463**	**1,026**	**2,087**	1,293	0,850	1,968	2,010	1,019	3,964
	Q4 (Media alta)	1,428	0,995	2,049	1,461	0,953	2,241	1,468	0,740	2,911
	Q5 (Alta privación)	**1,492**	**1,015**	**2,192**	1,444	0,915	2,279	1,746	0,842	3,624
OTROS CÁNCERES LINFÁTICOS										
	No expuestos (>10 km)	1			1			1		
Exposición (distancia VMG)	Anillo 5-8 km	0,939	0,725	1,215	0,807	0,565	1,153	1,120	0,770	1,628
	Búffer 5 km	1,133	0,615	2,087	1,017	0,445	2,325	1,317	0,530	3,269
	Q1 (Baja privación)	1			1			1		
	Q2 (Media-baja)	1,028	0,824	1,283	1,147	0,848	1,551	0,904	0,650	1,255
Privación (quintiles sscc)	Q3 (Media)	0,965	0,771	1,208	1,104	0,811	1,503	0,826	0,595	1,146
	Q4 (Media alta)	0,975	0,774	1,228	1,081	0,783	1,494	0,868	0,624	1,208
	Q5 (Alta privación)	1,009	0,793	1,283	1,221	0,875	1,704	0,817	0,577	1,158
LEUCEMIA										
	No expuestos (>10 km)	1			1			1		
Exposición (distancia VMG)	Anillo 5-8 km	0,900	0,688	1,176	0,886	0,622	1,262	0,920	0,610	1,388
	Búffer 5 km	0,455	0,181	1,149	0,560	0,167	1,874	0,355	0,083	1,510
	Q1 (Baja privación)	1			1			1		
	Q2 (Media-baja)	1,057	0,825	1,354	0,965	0,700	1,332	1,184	0,802	1,746
Privación (quintiles sscc)	Q3 (Media)	1,194	0,931	1,532	1,046	0,752	1,454	1,419	0,968	2,080
	Q4 (Media alta)	1,277	0,997	1,636	1,142	0,821	1,587	**1,469**	**1,006**	**2,146**
	Q5 (Alta privación)	1,186	0,911	1,545	1,082	0,765	1,528	1,345	0,891	2,030
CÁNCER DE PRÓSTATA										
	No expuestos (>10 km)				1					
Exposición (distancia VMG)	Anillo 5-8 km				0,822	0,614	1,101			
	Búffer 5 km				0,935	0,387	2,258			
	Q1 (Baja privación)				1					
	Q2 (Media-baja)				0,889	0,688	1,147			
Privación (quintiles sscc)	Q3 (Media)				1,036	0,807	1,330			
	Q4 (Media alta)				0,928	0,718	1,200			
	Q5 (Alta privación)				1,130	0,870	1,468			
CÁNCER DE OVARIO										
	No expuestos (>10 km)							1		
Exposición (distancia VMG)	Anillo 5-8 km							0,670	0,457	0,980
	Búffer 5 km							0,952	0,418	2,167
	Q1 (Baja privación)							1		
	Q2 (Media-baja)							0,785	0,586	1,053
Privación (quintiles sscc)	Q3 (Media)							0,746	0,554	1,004
	Q4 (Media alta)							0,807	0,591	1,102
	Q5 (Alta privación)							1,000	0,725	1,378

(Seguir en página 73)

Tabla 13b (cont).- *Estudio CCBP. Resultados del análisis de RLM según causas (causas reducidas de la CIE-10) y sexo. OR "exposición" ajustadas por edad, sexo e IP y OR "privación" ajustadas por sexo, edad y exposición.*

CAUSAS REDUCIDAS CIE-10											
		TODA LA POBLACIÓN			HOMBRES			MUJERES		
		OR	IC95%		OR	IC95%		OR	IC95%	
CÁNCER DE ESTÓMAGO										
Exposición (distancia VMG)	No expuestos (>10 km)	1			1			1		
	Anillo 5-8 km	1,125	0,911	1,388	1,091	0,839	1,420	1,187	0,835	1,687
	Búffer 5 km	0,867	0,486	1,544	1,325	0,708	2,480	0,159	0,022	1,178
Privación (quintiles sscc)	Q1 (Baja privación)	1			1			1		
	Q2 (Media-baja)	1,183	0,950	1,472	**1,470**	**1,112**	**1,945**	0,840	0,585	1,206
	Q3 (Media)	**1,437**	**1,166**	**1,771**	**1,837**	**1,403**	**2,406**	0,976	0,697	1,367
	Q4 (Media alta)	**1,521**	**1,231**	**1,880**	**1,837**	**1,397**	**2,417**	1,154	0,821	1,622
	Q5 (Alta privación)	**1,448**	**1,160**	**1,809**	**1,845**	**1,389**	**2,451**	0,989	0,685	1,428
CÁNCER DE HÍGADO										
Exposición (distancia VMG)	No expuestos (>10 km)	1			1			1		
	Anillo 5-8 km	0,980	0,801	1,198	1,003	0,792	1,269	0,929	0,631	1,368
	Búffer 5 km	0,906	0,526	1,563	0,959	0,509	1,807	0,779	0,267	2,275
Privación (quintiles sscc)	Q1 (Baja privación)	1			1			1		
	Q2 (Media-baja)	1,186	0,963	1,460	**1,291**	**1,004**	**1,660**	0,971	0,669	1,410
	Q3 (Media)	1,201	0,977	1,476	**1,390**	**1,088**	**1,777**	0,835	0,568	1,229
	Q4 (Media alta)	**1,604**	**1,312**	**1,962**	**1,826**	**1,435**	**2,324**	1,175	0,813	1,699
	Q5 (Alta privación)	**1,880**	**1,529**	**2,312**	**2,078**	**1,621**	**2,662**	**1,488**	**1,020**	**2,172**
CÁNCER DE LARINGE										
Exposición (distancia VMG)	No expuestos (>10 km)	1			1			1		
	Anillo 5-8 km	1,410	0,940	2,114	1,486	0,976	2,262	0,922	0,164	5,189
	Búffer 5 km	2,214	0,771	6,357	2,249	0,780	6,483	.	.	.
Privación (quintiles sscc)	Q1 (Baja privación)	1			1			1		
	Q2 (Media-baja)	0,765	0,500	1,170	0,766	0,485	1,210	0,840	0,253	2,793
	Q3 (Media)	0,833	0,550	1,261	0,815	0,522	1,273	1,221	0,373	3,991
	Q4 (Media alta)	1,304	0,875	1,943	1,427	0,937	2,173	0,574	0,126	2,602
	Q5 (Alta privación)	1,061	0,698	1,613	1,193	0,771	1,844	.	.	.
CÁNCER DE PULMÓN										
Exposición (distancia VMG)	No expuestos (>10 km)	1			1			1		
	Anillo 5-8 km	1,067	0,965	1,179	**1,142**	**1,022**	**1,277**	0,812	0,641	1,029
	Búffer 5 km	0,896	0,679	1,184	1,016	0,753	1,371	0,475	0,218	1,038
Privación (quintiles sscc)	Q1 (Baja privación)	1			1			1		
	Q2 (Media-baja)	1,064	0,970	1,167	**1,125**	**1,008**	**1,256**	0,929	0,782	1,105
	Q3 (Media)	1,047	0,952	1,150	**1,178**	**1,055**	**1,316**	0,763	0,634	0,919
	Q4 (Media alta)	**1,124**	**1,021**	**1,236**	**1,329**	**1,190**	**1,484**	0,667	0,545	0,816
	Q5 (Alta privación)	**1,259**	**1,141**	**1,389**	**1,421**	**1,269**	**1,592**	0,895	0,729	1,100
CÁNCER DE MAMA										
Exposición (distancia VMG)	No expuestos (>10 km)	1			1			1		
	Anillo 5-8 km	0,801	0,652	0,985	0,825	0,190	3,574	0,801	0,650	0,986
	Búffer 5 km	0,686	0,373	1,263	0,000	0,000	.	0,696	0,378	1,282
Privación (quintiles sscc)	Q1 (Baja privación)	1			1			1		
	Q2 (Media-baja)	1,117	0,945	1,320	1,113	0,302	4,103	1,116	0,943	1,321
	Q3 (Media)	0,987	0,830	1,175	0,402	0,074	2,187	0,997	0,837	1,188
	Q4 (Media alta)	0,947	0,791	1,133	1,208	0,296	4,934	0,944	0,787	1,132
	Q5 (Alta privación)	1,027	0,851	1,240	1,990	0,435	9,100	1,020	0,843	1,233

(Seguir en página 73)

Tabla 14a. - *Estudio CCBP. Resultados del análisis de RLM según causas (causas básicas de la CIE-10) y sexo. OR "exposición" ajustadas por edad, sexo e IP y OR "privación" ajustadas por sexo, edad y exposición. (** Cardiopatía isquémica es IAM más otras enfermedades isquémicas).*

CAUSAS BÁSICAS CIE-10		TODA LA POBLACIÓN			HOMBRES			MUJERES		
		OR	IC95%		OR	IC95%		OR	IC95%	
INFARTO DE MIOCARDIO										
Exposición (distancia VMG)	No expuestos (>10 km)	1			1			1		
	Anillo 5-8 km	1,012	0,867	1,181	0,951	0,790	1,144	1,170	0,881	1,555
	Búffer 5 km	0,951	0,647	1,398	0,889	0,571	1,385	1,169	0,536	2,549
Privación (quintiles sscc)	Q1 (Baja privación)	1			1			1		
	Q2 (Media-baja)	**1,165**	**1,004**	**1,353**	1,157	0,969	1,381	1,184	0,896	1,564
	Q3 (Media)	**1,233**	**1,064**	**1,428**	**1,277**	**1,074**	**1,518**	1,132	0,854	1,498
	Q4 (Media alta)	**1,373**	**1,185**	**1,591**	**1,382**	**1,162**	**1,644**	**1,353**	**1,024**	**1,788**
	Q5 (Alta privación)	**1,486**	**1,277**	**1,729**	**1,474**	**1,231**	**1,764**	**1,501**	**1,130**	**1,994**
OTRAS ENFERMEDADES ISQUÉMICAS DEL CORAZÓN										
Exposición (distancia VMG)	No expuestos (>10 km)	1			1			1		
	Anillo 5-8 km	0,908	0,742	1,110	0,825	0,645	1,055	1,131	0,795	1,609
	Búffer 5 km	0,562	0,291	1,086	0,589	0,268	1,297	0,500	0,150	1,668
Privación (quintiles sscc)	Q1 (Baja privación)	1			1			1		
	Q2 (Media-baja)	1,206	0,991	1,467	1,148	0,918	1,435	1,452	0,962	2,193
	Q3 (Media)	0,993	0,814	1,211	0,922	0,734	1,158	1,281	0,847	1,938
	Q4 (Media alta)	**1,243**	**1,024**	**1,509**	1,145	0,915	1,433	**1,631**	**1,098**	**2,422**
	Q5 (Alta privación)	**1,469**	**1,210**	**1,784**	**1,296**	**1,035**	**1,624**	**2,158**	**1,454**	**3,204**
CARDIOPATÍA ISQUÉMICA (**)										
Exposición (distancia VMG)	No expuestos (>10 km)	1			1			1		
	Anillo 5-8 km	0,971	0,859	1,098	0,903	0,779	1,047	1,146	0,919	1,429
	Búffer 5 km	0,817	0,587	1,138	0,800	0,545	1,176	0,861	0,450	1,648
Privación (quintiles sscc)	Q1 (Baja privación)	1			1			1		
	Q2 (Media-baja)	**1,181**	**1,049**	**1,330**	1,155	1,005	1,327	**1,263**	**1,003**	**1,590**
	Q3 (Media)	**1,141**	**1,013**	**1,284**	**1,132**	**0,987**	**1,300**	1,176	0,932	1,483
	Q4 (Media alta)	**1,325**	**1,178**	**1,490**	**1,289**	**1,124**	**1,479**	**1,434**	**1,143**	**1,798**
	Q5 (Alta privación)	**1,484**	**1,317**	**1,672**	**1,406**	**1,222**	**1,618**	**1,705**	**1,356**	**2,143**
TUMOR COLORRECTAL										
Exposición (distancia VMG)	No expuestos (>10 km)	1			1			1		
	Anillo 5-8 km	1,134	0,984	1,307	1,084	0,907	1,296	1,222	0,966	1,545
	Búffer 5 km	1,099	0,741	1,630	0,850	0,536	1,348	1,930	0,881	4,230
Privación (quintiles sscc)	Q1 (Baja privación)	1			1			1		
	Q2 (Media-baja)	1,031	0,911	1,167	1,078	0,919	1,266	0,967	0,796	1,175
	Q3 (Media)	1,027	0,907	1,163	1,042	0,889	1,222	1,003	0,822	1,225
	Q4 (Media alta)	0,929	0,820	1,052	0,927	0,790	1,087	0,930	0,761	1,137
	Q5 (Alta privación)	0,953	0,834	1,088	0,907	0,766	1,074	1,032	0,832	1,281
CÁNCER DE PLEURA										
Exposición (distancia VMG)	No expuestos (>10 km)	1			1			1		
	Anillo 5-8 km	1,188	0,600	23,530	0,963	0,043	21,423	.	.	.
	Búffer 5 km	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Privación (quintiles sscc)	Q1 (Baja privación)	1			1			1		
	Q2 (Media-baja)	1,092	0,073	16,231	0	0	0	0,568	0,027	11,818
	Q3 (Media)	1,893	0,093	38,629	.	.	.	1,976	0,076	51,282
	Q4 (Media alta)	4,625	0,240	89,040	0	0	0	.	.	.
	Q5 (Alta privación)	2,694	0,053	136,497	0	0	0	.	.	.
CÁNCER DE TEJIDO CONJUNTIVO										
Exposición (distancia VMG)	No expuestos (>10 km)	1			1			1		
	Anillo 5-8 km	0,855	0,443	1,654	0,564	0,217	1,463	1,294	0,510	3,282
	Búffer 5 km	0,780	0,092	6,608	1,119	0,118	10,608	.	.	.
Privación (quintiles sscc)	Q1 (Baja privación)	1			1			1		
	Q2 (Media-baja)	1,319	0,758	2,294	1,246	0,570	2,727	1,386	0,628	3,059
	Q3 (Media)	1,098	0,600	2,010	1,063	0,447	2,531	1,085	0,459	2,565
	Q4 (Media alta)	1,249	0,691	2,256	1,181	0,503	2,772	1,301	0,565	2,997
	Q5 (Alta privación)	1,294	0,696	2,405	1,780	0,763	4,149	0,863	0,335	2,219

(Seguir en página 73)

Tabla 14b (cont.). - *Estudio CCBP. Resultados del análisis de RLM según causas (causas básicas de la CIE-10) y sexo. OR "exposición" ajustadas por edad, sexo e IP y OR "privación" ajustadas por sexo, edad y exposición. Se remarcan los resultados significativos (OR) de la exposición.*

		TODA LA POBLACIÓN			HOMBRES			MUJERES		
		OR	IC95%		OR	IC95%		OR	IC95%	
CÁNCER DE VEJIGA										
	No expuestos (>10 km)	1			1			1		
Exposición (distancia VMG)	Anillo 5-8 km	1,186	0,919	1,531	1,085	0,825	1,427	1,924	0,924	4,005
	Búffer 5 km	1,780	0,758	4,179	2,299	0,820	6,441	0,583	0,113	3,000
	Q1 (Baja privación)	1			1			1		
	Q2 (Media-baja)	0,808	0,644	1,014	0,804	0,622	1,038	0,818	0,497	1,345
Privación (quintiles sscc)	Q3 (Media)	0,860	0,680	1,086	0,869	0,668	1,131	0,821	0,492	1,372
	Q4 (Media alta)	0,802	0,636	1,010	0,803	0,619	1,042	0,787	0,475	1,304
	Q5 (Alta privación)	0,780	0,612	0,993	0,711	0,545	0,929	1,263	0,692	2,305
LINFOMA HOGKIN										
	No expuestos (>10 km)	1			1			1		
Exposición (distancia VMG)	Anillo 5-8 km	0,683	0,239	1,953	0,600	0,154	2,332	0,871	0,158	4,792
	Búffer 5 km	.	.	.	0,000	0,000	0,000	.	.	.
	Q1 (Baja privación)	1			1			1		
	Q2 (Media-baja)	0,748	0,281	1,992	0,833	0,257	2,699	0,574	0,093	3,555
Privación (quintiles sscc)	Q3 (Media)	0,958	0,336	2,732	0,755	0,172	3,302	1,231	0,252	6,018
	Q4 (Media alta)	1,381	0,575	3,315	1,645	0,556	4,866	1,063	0,219	5,173
	Q5 (Alta privación)	0,717	0,246	2,089	0,431	0,094	1,985	1,320	0,271	6,437
LINFOMA NO HODGKIN										
	No expuestos (>10 km)	1			1			1		
Exposición (distancia VMG)	Anillo 5-8 km	0,792	0,547	1,147	0,830	0,512	1,345	0,729	0,407	1,307
	Búffer 5 km	0,804	0,308	2,098	1,090	0,361	3,289	0,410	0,053	3,194
	Q1 (Baja privación)	1			1			1		
	Q2 (Media-baja)	1,042	0,756	1,435	1,222	0,788	1,894	0,860	0,536	1,379
Privación (quintiles sscc)	Q3 (Media)	1,160	0,846	1,589	1,384	0,901	2,127	0,948	0,594	1,513
	Q4 (Media alta)	1,053	0,757	1,465	1,390	0,886	2,181	0,760	0,466	1,241
	Q5 (Alta privación)	1,130	0,802	1,593	1,556	0,976	2,483	0,777	0,465	1,298
MIELOMA MÚLTIPLE										
	No expuestos (>10 km)	1			1			1		
Exposición (distancia VMG)	Anillo 5-8 km	1,341	0,896	2,007	0,944	0,502	1,775	**1,792**	**1,052**	**3,055**
	Búffer 5 km	**2,425**	**1,040**	**5,655**	1,848	0,484	7,053	2,902	0,961	8,763
	Q1 (Baja privación)	1			1			1		
	Q2 (Media-baja)	1,139	0,807	1,609	1,277	0,788	2,071	0,979	0,592	1,618
Privación (quintiles sscc)	Q3 (Media)	0,780	0,543	1,121	0,860	0,509	1,454	0,717	0,434	1,187
	Q4 (Media alta)	0,818	0,563	1,190	0,741	0,414	1,325	0,872	0,531	1,430
	Q5 (Alta privación)	0,971	0,663	1,421	1,156	0,661	2,024	0,844	0,500	1,423
CÁNCER DE ENDOMETRIO										
	No expuestos (>10 km)							1		
Exposición (distancia VMG)	Anillo 5-8 km							0,750	0,439	1,281
	Búffer 5 km							1,771	0,537	5,848
	Q1 (Baja privación)							1		
	Q2 (Media-baja)							0,974	0,597	1,590
Privación (quintiles sscc)	Q3 (Media)							0,867	0,520	1,446
	Q4 (Media alta)							**2,040**	**1,290**	**3,225**
	Q5 (Alta privación)							1,391	0,851	2,271

(Seguir en página 73)

Gráfica 3.- *Estudio de CCBP. OR y sus IC95% de la exposición (distancia) al PTV ajustados por edad, sexo, e índice de privación de la sección censal de residencia. Detalle de las causas que resultaron significativas en el anillo 5-8 km (escala logarítmica) (*) El exceso significativo de la OR de la mortalidad respiratoria en hombres en el anillo 5-8 afecta también al conjunto de la población.*

(Seguir en página 73)

Gráfica 4.- *Estudio de CCBP. OR de la Mortalidad por todas las causas y sus intervalos de confianza por quintil de privación (sscc de residencia en quintiles según IP), ajustadas por edad y exposición (distancia) al PTV, para cada sexo (escala logarítmica). OR de Q1 = 1; Q5 son las sscc de máxima privación*

(Seguir en página 74)

Gráfica 5. - *Estudio de CCBP. OR de la Mortalidad por Cardiopatía isquémica y sus IC95% por quintil de privación (sscc de residencia en quintiles según IP), ajustadas por edad y exposición (distancia) al PTV, para cada sexo (escala logarítmica). OR de Q1 = 1; Q5 son las sscc de máxima privación*

Nota: Cardiopatía isquémica es Infarto agudo de miocardio más "otras enfermedades isquémicas del corazón".

(Seguir en página 74)

Gráfica 6. - *Estudio de CCBP. OR de la Mortalidad por Cáncer hepático y sus IC95% por quintil de privación (sscc de residencia en quintiles según IP), ajustadas por edad y exposición (distancia) al PTV, para cada sexo (escala logarítmica). OR de Q1 = 1; Q5 son las sscc de máxima privación*

Nota: *(Cardiopatía isquémica es Infarto agudo de miocardio más "otras enfermedades isquémicas del corazón")*

(Seguir en página 74)

ANEXO II / B - TABLA DE DISTRIBUCIÓN DE CASOS Y CONTROLES EN EL ANÁLISIS DE “*CCBP*” PARA CADA CAUSA, SEXO Y CATEGORÍAS DE LAS VARIABLES “EXPOSICIÓN” E IP

ANEXO II / B - Tabla de distribución de casos y controles en el análisis de CCBP para cada causa, sexo y categorías de las variables "Exposición" e IP.

		TODA LA POBLACIÓN		HOMBRES		MUJERES	
		Casos	Controles	Casos	Controles	Casos	Controles
TODAS LAS CAUSAS							
Exposición (distancia VMG)	No expuestos (>10 km)	37.146	188.556	22.404	114.946	14.742	73.610
	Anillo 5-8 km	5.811	26.622	3.729	16.604	2.082	10.018
	Búffer 5 km	609	3.287	412	2.121	197	1.166
Privación (quintiles sscc)	Q1 (Baja privación)	9.459	54.828	5.495	34.006	3.964	20.822
	Q2 (Media-baja)	9.651	51.842	5.732	31.688	3.919	20.154
	Q3 (Media)	10.070	52.102	6.233	32.048	3.837	20.054
	Q4 (Media alta)	10.606	48.964	6.646	29.692	3.960	19.272
	Q5 (Alta privación)	10.957	46.066	6.997	28.124	3.960	17.942
GRANDES GRUPOS CIE-10							
TUMORES							
Exposición (distancia VMG)	No expuestos (>10 km)	16.739	83.540	9.845	49.976	6.894	33.564
	Anillo 5-8 km	2.353	11.528	1.538	7.009	815	4.519
	Búffer 5 km	257	1.395	167	847	90	548
Privación (quintiles sscc)	Q1 (Baja privación)	4.602	24.825	2.591	14.995	2.011	9.830
	Q2 (Media-baja)	4.504	23.294	2.605	13.947	1.899	9.347
	Q3 (Media)	4.491	23.006	2.721	13.826	1.770	9.180
	Q4 (Media alta)	4.450	21.185	2.771	12.726	1.679	8.459
	Q5 (Alta privación)	4.319	19.558	2.758	11.744	1.561	7.814
CARDIOVASCULARES							
Exposición (distancia VMG)	No expuestos (>10 km)	7.006	35.641	4.266	21.693	2.740	13.948
	Anillo 5-8 km	1.088	4.970	653	3.054	435	1.916
	Búffer 5 km	97	632	68	418	29	214
Privación (quintiles sscc)	Q1 (Baja privación)	1.735	10.079	1.058	6.367	677	3.712
	Q2 (Media-baja)	1.756	9.556	1.054	5.813	702	3.743
	Q3 (Media)	1.821	9.839	1.147	6.041	674	3.798
	Q4 (Media alta)	2.093	9.484	1.264	5.671	829	3.813
	Q5 (Alta privación)	2.173	8.941	1.322	5.343	851	3.598
RESPIRATORIAS							
Exposición (distancia VMG)	No expuestos (>10 km)	3.518	18.676	2.245	12.246	1.273	6.430
	Anillo 5-8 km	696	2.710	503	1.847	193	863
	Búffer 5 km	56	288	38	208	18	80
Privación (quintiles sscc)	Q1 (Baja privación)	817	5.127	472	3.406	345	1.721
	Q2 (Media-baja)	920	5.054	592	3.315	328	1.739
	Q3 (Media)	957	5.247	610	3.513	347	1.734
	Q4 (Media alta)	1.103	5.043	768	3.283	335	1.760
	Q5 (Alta privación)	1.264	4.839	894	3.168	370	1.671

CAUSAS REDUCIDAS CIE-10								
CÁNCER DE ESTÓMAGO								
Exposición (distancia VMG)	No expuestos (>10 km)	782	4.073	507	2.671	275	1.402
	Anillo 5-8 km	135	573	86	368	49	205
	Búffer 5 km	14	78	13	47	1	31
Privación (quintiles sscc)	Q1 (Baja privación)	181	1.197	98	782	83	415
	Q2 (Media-baja)	194	1.082	134	728	60	354
	Q3 (Media)	252	1.151	171	733	81	418
	Q4 (Media alta)	241	1.037	158	683	83	354
	Q5 (Alta privación)	223	988	153	644	70	344
CÁNCER DE HÍGADO							
Exposición (distancia VMG)	No expuestos (>10 km)	873	4.492	622	3.205	251	1.287
	Anillo 5-8 km	150	653	110	464	40	189
	Búffer 5 km	16	81	12	56	4	25
Privación (quintiles sscc)	Q1 (Baja privación)	198	1.326	132	972	66	354
	Q2 (Media-baja)	217	1.229	151	865	66	364
	Q3 (Media)	229	1.286	172	918	57	368
	Q4 (Media alta)	271	1.140	198	805	73	335
	Q5 (Alta privación)	295	1.069	212	765	83	304
CÁNCER DE LARINGE							
Exposición (distancia VMG)	No expuestos (>10 km)	187	1.048	167	960	20	88
	Anillo 5-8 km	38	142	36	127	2	15
	Búffer 5 km	5	13	5	13	0	0
Privación (quintiles sscc)	Q1 (Baja privación)	57	297	48	263	9	34
	Q2 (Media-baja)	45	296	39	269	6	27
	Q3 (Media)	52	305	45	282	7	23
	Q4 (Media alta)	66	247	63	226	3	21
	Q5 (Alta privación)	59	255	59	235	0	20
CÁNCER DE PULMÓN							
Exposición (distancia VMG)	No expuestos (>10 km)	3.792	19.224	2.809	14.576	983	4.648
	Anillo 5-8 km	582	2.592	487	2.010	95	582
	Búffer 5 km	60	327	53	254	7	73
Privación (quintiles sscc)	Q1 (Baja privación)	1.072	5.851	733	4.432	339	1.419
	Q2 (Media-baja)	1.057	5.430	762	4.089	295	1.341
	Q3 (Media)	1.003	5.235	776	3.954	227	1.281
	Q4 (Media alta)	989	4.796	816	3.671	173	1.125
	Q5 (Alta privación)	1.009	4.347	821	3.393	188	954
CÁNCER DE MAMA							
Exposición (distancia VMG)	No expuestos (>10 km)	1.135	5.419	19	79	1.116	5.340
	Anillo 5-8 km	125	750	3	14	122	736
	Búffer 5 km	12	84	0	1	12	83
Privación (quintiles sscc)	Q1 (Baja privación)	338	1.672	7	33	331	1.639
	Q2 (Media-baja)	334	1.504	5	21	329	1.483
	Q3 (Media)	285	1.473	2	25	283	1.448
	Q4 (Media alta)	255	1.379	4	17	251	1.362
	Q5 (Alta privación)	239	1.237	4	14	235	1.223

CÁNCER DE RIÑÓN								
Exposición (distancia VMG)	No expuestos (>10 km)	289	1.388	205	957	84	431
	Anillo 5-8 km	30	192	19	133	11	59
	Búffer 5 km	1	25	0	20	1	5
Privación (quintiles sscc)	Q1 (Baja privación)	65	419	49	295	16	124
	Q2 (Media-baja)	80	391	52	263	28	128
	Q3 (Media)	84	378	56	269	28	109
	Q4 (Media alta)	79	369	55	241	24	128
	Q5 (Alta privación)	69	328	47	227	22	101
OTROS CÁNCERES LINFÁTICOS							
Exposición (distancia VMG)	No expuestos (>10 km)	669	3.300	360	1.757	309	1.543
	Anillo 5-8 km	83	436	43	249	40	187
	Búffer 5 km	13	57	7	33	6	24
Privación (quintiles sscc)	Q1 (Baja privación)	192	949	96	521	96	428
	Q2 (Media-baja)	187	903	108	514	79	389
	Q3 (Media)	179	921	99	493	80	428
	Q4 (Media alta)	164	837	83	426	81	411
	Q5 (Alta privación)	160	800	87	411	73	389
LEUCEMIA							
Exposición (distancia VMG)	No expuestos (>10 km)	563	2.768	315	1.571	248	1.197
	Anillo 5-8 km	79	412	45	246	34	166
	Búffer 5 km	5	52	3	26	2	26
Privación (quintiles sscc)	Q1 (Baja privación)	148	828	90	466	58	362
	Q2 (Media-baja)	150	796	88	470	62	326
	Q3 (Media)	152	727	83	414	69	313
	Q4 (Media alta)	159	707	85	387	74	320
	Q5 (Alta privación)	138	677	79	388	59	289
CÁNCER DE PRÓSTATA							
Exposición (distancia VMG)	No expuestos (>10 km)			522	2.567		
	Anillo 5-8 km			63	362		
	Búffer 5 km			6	31		
Privación (quintiles sscc)	Q1 (Baja privación)			157	768		
	Q2 (Media-baja)			127	703		
	Q3 (Media)			147	703		
	Q4 (Media alta)			129	693		
	Q5 (Alta privación)			136	613		
CÁNCER DE OVARIO							
Exposición (distancia VMG)	No expuestos (>10 km)					372	1.815
	Anillo 5-8 km					36	252
	Búffer 5 km					7	36
Privación (quintiles sscc)	Q1 (Baja privación)					120	506
	Q2 (Media-baja)					99	534
	Q3 (Media)					95	546
	Q4 (Media alta)					82	438
	Q5 (Alta privación)					89	406

CAUSAS BÁSICAS CIE-10								
INFARTO DE MIOCARDIO								
Exposición (distancia VMG)	No expuestos (>10 km)	1.603	8.160	1.146	5.745	457	2.415
	Anillo 5-8 km	241	1.098	165	795	76	303
	Búffer 5 km	32	159	24	125	8	34
Privación (quintiles sscc)	Q1 (Baja privación)	397	2.457	289	1.783	108	674
	Q2 (Media-baja)	414	2.200	287	1.536	127	664
	Q3 (Media)	448	2.255	325	1.585	123	670
	Q4 (Media alta)	464	2.098	330	1.491	134	607
	Q5 (Alta privación)	471	1.970	322	1.380	149	590
OTRAS ENFERMEDADES ISQUÉMICAS DEL CORAZÓN							
Exposición (distancia VMG)	No expuestos (>10 km)	959	4.802	710	3.496	249	1.306
	Anillo 5-8 km	137	692	89	498	48	194
	Búffer 5 km	10	87	7	59	3	28
Privación (quintiles sscc)	Q1 (Baja privación)	224	1.304	180	970	44	334
	Q2 (Media-baja)	255	1.237	190	899	65	338
	Q3 (Media)	233	1.382	170	1.011	63	371
	Q4 (Media alta)	275	1.304	190	911	85	393
	Q5 (Alta privación)	308	1.248	210	909	98	339
CARDIOPATÍA ISQUÉMICA (**)							
Exposición (distancia VMG)	No expuestos (>10 km)	2.562	12.962	1.856	9.241	706	3.721
	Anillo 5-8 km	378	1.790	254	1.293	124	497
	Búffer 5 km	42	246	31	184	11	62
Privación (quintiles sscc)	Q1 (Baja privación)	621	3.761	469	2.753	152	1.008
	Q2 (Media-baja)	669	3.437	477	2.435	192	1.002
	Q3 (Media)	681	3.637	495	2.596	186	1.041
	Q4 (Media alta)	739	3.402	520	2.402	219	1.000
	Q5 (Alta privación)	779	3.218	532	2.289	247	929
TUMOR COLORRECTAL							
Exposición (distancia VMG)	No expuestos (>10 km)	2.200	10.750	1.316	6.525	884	4.225
	Anillo 5-8 km	270	1.465	174	899	96	566
	Búffer 5 km	30	160	23	95	7	65
Privación (quintiles sscc)	Q1 (Baja privación)	638	3.178	391	1.955	247	1.223
	Q2 (Media-baja)	572	2.959	329	1.783	243	1.176
	Q3 (Media)	573	2.975	350	1.837	223	1.138
	Q4 (Media alta)	582	2.742	358	1.679	224	1.063
	Q5 (Alta privación)	511	2.526	325	1.511	186	1.015
CÁNCER DE PLEURA							
Exposición (distancia VMG)	No expuestos (>10 km)	5	30	2	16	3	14
	Anillo 5-8 km	1	3	1	3	0	0
	Búffer 5 km	0	0	0	0	0	0
Privación (quintiles sscc)	Q1 (Baja privación)	1	9	0	5	1	4
	Q2 (Media-baja)	2	13	1	5	1	8
	Q3 (Media)	1	5	0	3	1	2
	Q4 (Media alta)	2	5	2	4	0	1
	Q5 (Alta privación)	1	3	1	3	0	0

CÁNCER DE TEJIDO CONJUNTIVO								
Exposición (distancia VMG)	No expuestos (>10 km)	104	503	56	257	48	246
	Anillo 5-8 km	13	70	6	41	7	29
	Búffer 5 km	1	6	1	4	0	2
Privación (quintiles sscc)	Q1 (Baja privación)	28	162	13	76	15	86
	Q2 (Media-baja)	33	146	18	84	15	62
	Q3 (Media)	23	123	12	67	11	56
	Q4 (Media alta)	26	124	13	69	13	55
	Q5 (Alta privación)	25	120	16	64	9	56
CÁNCER DE VEJIGA							
Exposición (distancia VMG)	No expuestos (>10 km)	682	3.256	538	2.601	144	655
	Anillo 5-8 km	84	453	75	366	9	87
	Búffer 5 km	6	50	4	44	2	6
Privación (quintiles sscc)	Q1 (Baja privación)	167	957	131	767	36	190
	Q2 (Media-baja)	190	894	150	718	40	176
	Q3 (Media)	170	866	134	706	36	160
	Q4 (Media alta)	182	861	144	694	38	167
	Q5 (Alta privación)	169	811	148	649	21	162
LINFOMA HOGKIN							
Exposición (distancia VMG)	No expuestos (>10 km)	37	163	24	101	13	62
	Anillo 5-8 km	5	36	3	26	2	10
	Búffer 5 km	0	4	0	4	0	0
Privación (quintiles sscc)	Q1 (Baja privación)	12	54	8	34	4	20
	Q2 (Media-baja)	8	49	6	32	2	17
	Q3 (Media)	7	37	3	20	4	17
	Q4 (Media alta)	14	49	10	29	4	20
	Q5 (Alta privación)	7	51	3	35	4	16
LINFOMA NO HODGKIN							
Exposición (distancia VMG)	No expuestos (>10 km)	346	1.644	190	908	156	736
	Anillo 5-8 km	39	228	24	126	15	102
	Búffer 5 km	5	29	4	17	1	12
Privación (quintiles sscc)	Q1 (Baja privación)	90	470	45	280	45	190
	Q2 (Media-baja)	90	458	50	259	40	199
	Q3 (Media)	99	456	56	258	43	198
	Q4 (Media alta)	82	418	47	218	35	200
	Q5 (Alta privación)	80	403	48	215	32	188
MIELOMA MÚLTIPLE							
Exposición (distancia VMG)	No expuestos (>10 km)	249	1.323	122	637	127	686
	Anillo 5-8 km	37	151	14	79	23	72
	Búffer 5 km	8	19	3	9	5	10
Privación (quintiles sscc)	Q1 (Baja privación)	78	381	35	180	43	201
	Q2 (Media-baja)	81	345	48	191	33	154
	Q3 (Media)	65	388	33	190	32	198
	Q4 (Media alta)	59	335	22	151	37	184
	Q5 (Alta privación)	67	301	31	133	36	168
CÁNCER DE ENDOMETRIO							
Exposición (distancia VMG)	No expuestos (>10 km)					156	818
	Anillo 5-8 km					19	114
	Búffer 5 km					4	10
Privación (quintiles sscc)	Q1 (Baja privación)					37	227
	Q2 (Media-baja)					38	235
	Q3 (Media)					32	222
	Q4 (Media alta)					61	184
	Q5 (Alta privación)					47	207

(**) Cardiopatía isquémica es la suma del infarto agudo de miocardio y "otras enfermedades isquémicas del corazón"

ANEXO III - EVALUACIÓN TOXICOLÓGICA AMBIENTAL EN EL ENTORNO DE LA INCINERADORA DEL PARQUE TECNOLÓGICO VALDEMINGÓMEZ

AUTORÍA:	**Consuelo de Garrastazu Diaz y Jose Jover Ibarra.** *Madrid Salud.*
	Estudio Evaluación Toxicológica Ambiental entorno PT Valdemingómez, *realizado por CENTRO NACIONAL DE SANIDAD AMBIENTAL. ISCIII.*
COLABORACIONES:	**Ana Perez Fuentes.** *Madrid Salud.* **Argelia Castaño Calvo, Pilar Morillo Gomez, Saúl Garcia Dos Santos-Alves y David Galan Madruga.** *Centro Nacional de Sanidad Ambiental, ISCIII*
PERSONAL BECARIO EN FORMACIÓN Y PERSONAL EN PRÁCTICAS:	**Alex Blanco Quintana, Eduardo López de Ayala.** *Madrid Salud*

ÍNDICE ANEXO III

ANEXO III - EVALUACIÓN TOXICOLÓGICA AMBIENTAL EN EL ENTORNO A LA INCINERADORA DEL PARQUE TECNOLÓGICO VALDEMINGÓMEZ 108

INTRODUCCIÓN 111

OBJETIVOS 111

Sustancias a analizar 113

EJECUCIÓN DEL ESTUDIO 114

RESULTADOS 117

$PM_{2,5}$ y metales pesados 118

Compuestos de carbono 122

Hidrocarburos aromáticos policíclicos 125

Dioxinas y Furanos 130

DATOS METEOROLÓGICOS 131

OTRAS FUENTES POTENCIALMENTE EMISORAS DE DIOXINAS/FURANOS, Y HAPS 135

CONCLUSIONES DEL ESTUDIO 139

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA 142

ANEXOS "A, B y C" 144

ANEXO III/A -APROXIMACIÓN A LA EVALUACIÓN DE RIESGOS EN SALUD 145

ANEXO III/B - INFORMES DE ENSAYO DEL CENTRO NACIONAL DE SANIDAD AMBIENTAL 151

ANEXO III/C - INFORME ROSA DE LOS VIENTOS DEL CENTRO NACIONAL DE SANIDAD AMBIENTAL 161

(Seguir en Pág. 15 / Seguir en ÍNDICE)

INTRODUCCIÓN

En Pleno del Ayuntamiento de 28 de febrero, se presenta Proposición nº 2017/8000287 por el Grupo Municipal Ciudadanos-Partido de la Ciudadanía, instando al Equipo de Gobierno a que, a través de Madrid Salud, promueva un estudio que evalúe la incidencia sobre la salud de las emisiones procedentes de la incineradora del Parque Tecnológico de Valdemingómez, con el alcance y detalle que se indica en la iniciativa, siendo esta proposición aprobado por unanimidad del Pleno.

Para realizar este estudio, y tras haber mantenida varias reuniones con los diversos servicios municipales y agentes externos científicos, se planteó realizar diferentes tipos de estudios, y entre ellos una Evaluación Toxicológica Ambiental.

Se presenta a continuación los resultados del Estudio de Evaluación Toxicológica Ambiental realizado desde Madrid Salud, en el que se han valorado los niveles de inmisión en aire ambiente de algunos de los principales contaminantes relacionados con la incineración de residuos en las proximidades del Parque Tecnológico de Valdemingómez, comparándolos con los equivalentes niveles de inmisión en aire ambiente en un punto de la ciudad alejado de este foco emisor.

OBJETIVOS

Las plantas de incineración se han postulado como una alternativa sostenible en la gestión de residuos urbanos en las grandes ciudades, siendo una opción adoptada tanto en nuestro país como en otros países de nuestro entorno. El proceso de incineración de residuos supone la emisión a la atmosfera de humos procedentes de la combustión que, por su composición, pueden suponer un problema de salud para la población residente en sus proximidades. La normativa que regula estas instalaciones exige diseños y funcionamientos tales que eviten estos problemas, así como un control y monitorización de las emisiones producidas. Las mejoras tecnológicas adaptadas a estas instalaciones han supuesto la reducción, en los últimos años y de manera importante, de las emisiones de ciertos contaminantes. El seguimiento exhaustivo de los procesos, la incorporación y el adecuado mantenimiento de elementos de seguridad así como el control periódico de las emisiones, son factores importantes para evitar los posibles problemas en salud relacionados con las emisiones de estas instalaciones. Si bien, se ha conseguido mejorar de manera importante el proceso de incineración y los niveles de emisión de contaminantes son cumplidos en general por las plantas incineradoras en Europa y en España, estas instalaciones siguen generando alarma social, tanto por la generación de olores, lo que es inherente a estas instalaciones y atribuible, en especial, a los tratamientos previos a la combustión, como por la percepción de riesgo para la salud de la ciudadanía relacionado con el propio proceso de incineración.

El Real Decreto 815/2013, de 18 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de emisiones industriales y de desarrollo de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación establece las medidas a las que deben ajustarse las actividades de incineración y coincineración de residuos, con la finalidad de impedir o limitar los riesgos para la salud humana y los efectos negativos sobre el medio ambiente derivados de estas actividades. A este respecto, los aspectos regulados que pueden incidir más directamente en estos riesgos, a rasgos generales, son:

- Conseguir un grado de incineración tal que el contenido de carbono orgánico total (COT) de las escorias y las cenizas de hogar sea inferior al tres por ciento.

- Alcanzar una temperatura de los gases derivados del proceso de 850º C, al menos durante dos segundos, aumentando esta temperatura a 1.100ºC si se incineran residuos peligrosos que contengan más del uno por ciento de sustancias organohalogenadas.
- No superar los valores límite de emisión a la atmosfera establecidos para NOx, CO, partículas totales, COT, HCl, HF, SO_2, metales pesados (Cd, Hg, Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V), dioxinas y furanos.

Los diseños de las instalaciones, las condiciones meteorológicas, fundamentalmente el viento (dirección, velocidad) y la estabilidad atmosférica, así como las características del terreno, tienen una influencia importante sobre el comportamiento de los contaminantes que pudieran ser emitidos por las incineradoras a la atmósfera.

Para poder valorar el impacto en salud de las sustancias emitidas por estas instalaciones, se precisa estimar los valores de inmisión de estas sustancias en el ambiente exterior, al efecto de estudiar la exposición sobre la población. La normativa anteriormente indicada establece valores límite de emisión pero no establece valores límite u objetivo de aire ambiente de contaminantes en las proximidades de incineradoras.

Los objetivos de calidad del aire para proteger la salud de los ciudadanos y el medio ambiente, vienen regulados en el Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire, en su Anexo I, para distintos contaminantes; SO_2, NO_2, PM_{10}, $PM_{2,5}$, Pb, Benceno, CO, O_3, As, Cd, Ni y Benzo (a) Pireno, como indicador de los HAPs.

De entre las sustancias que son emitidas por las incineradoras, las que más pueden incidir en la salud de los ciudadanos son los metales pesados (de especial relevancia Pb, Cd, As, Ni, Cu y Mn) y compuestos orgánicos semivolátiles, y entre estos últimos, los que presentan un mayor efecto nocivo sobre la salud, Dioxinas y Furanos e Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAPs). Esto no significa que no puedan emitirse otro tipo de compuestos con posible riesgo para la salud de la población, si bien, los efectos adversos en salud de estos contaminantes son los que están mejor documentados, en base al conocimiento científico en la actualidad, y por tanto se pueden establecer con mayor fiabilidad su repercusión sobre la salud pública.

Mientras que los metales pesados se relacionan con riesgos en salud de tipo no cancerígeno y cancerígeno, los compuestos orgánicos semivolátiles, en especial dioxinas y furanos y ciertos hidrocarburos aromáticos policíclicos, en especial aquellos de mayor número de anillos bencénicos, se relacionan principalmente con efectos cancerígenos.

Los valores de emisión de contaminantes que, en general, son alcanzados por las plantas incineradoras, y en concreto por la incineradora de Valdemingómez, son muy inferiores a los límites establecidos en el Real Decreto 815/2013, de 18 de octubre y por lo tanto cumplen con la legislación vigente. No obstante, al objeto de dar cumplimiento a la demanda aprobada en el Pleno de este Ayuntamiento, se ha realizado un Estudio de Evaluación Toxicológica Ambiental con el objetivo de determinar los niveles de inmisión en el aire ambiente de algunas de las sustancias que pudieran ser emitidas por la incineradora a la atmosfera, en las zonas próximas a este Parque Tecnológico, en concreto las indicadas anteriormente, que pudieran relacionarse con un mayor efecto en salud, valorando si los niveles obtenidos pudieran afectar a la salud de la población residente en esta zona, comparando a su vez estos niveles con los obtenidos en zonas alejadas de este foco emisor que pudieran establecerse, a efectos de este estudio, como zonas control.

Sustancias a analizar

- **Partículas en suspensión;** Al efecto de valorar la mayor incidencia en salud de los contaminantes analizados, se decidió realizar las determinaciones sobre la fracción particulada "respirable" de tamaño inferior a 2,5 micras, $PM_{2,5}$, de mayor impacto en salud que PM_{10}, dada su capacidad de llegar a los alveolos pulmonares e interaccionar en el intercambio de gases a este nivel, pudiendo, de esta manera, incorporarse al torrente sanguíneo y actuar a nivel sistémico. Asimismo, el efecto en salud depende de la composición de este material particulado, lo que confiere un mayor potencial tóxico a las $PM_{2,5}$, en cuya composición se presentan elementos más tóxicos (metales pesados, compuestos orgánicos) que en las PM_{10}, formadas principalmente por compuestos inorgánicos (silicatos, carbonatos…) de menor riesgo para la salud. Además, el material particulado que pudiera estar relacionado con las emisiones procedentes de una incineradora, es de tamaño muy inferior al que pueda ser emitido por otros focos, razón adicional para realizar el análisis sobre $PM_{2,5}$, siendo éste el material particulado de menor tamaño capaz de ser analizado por los laboratorios de control.
- **Carbono orgánico (CO), Carbono elemental (CE) y Carbono Total (CT).** El material carbonado está presente en el material particulado en torno al 10 - 50% en forma de carbono orgánico, carbono elemental y carbono mineral.
  - ✓ El **carbono total** hace referencia al carbón no mineral y es la suma del carbono orgánico y el carbono elemental.
  - ✓ El **carbono orgánico** procede bien de emisiones directas a la atmosfera procedentes de diferentes procesos industriales con combustiones incompletas o la presencia de partículas biológicas (esporas, hongos, etc.), que producen el CO primario o bien se origina por condensación de los compuestos orgánicos volátiles presentes en la atmósfera produciendo CO secundario.
  - ✓ Por el contrario el **carbono elemental** es siempre de origen primario y su presencia es indicativa de un ambiente urbano con elevada densidad de tráfico, especialmente de los gases procedentes del diésel.
  - ✓ El ratio **CO/CE** es un indicador utilizado para valorar la fuente contaminante.
- **Metales pesados.** Restos de escorias y cenizas pueden contener niveles elevados de estos metales pesados, habiendo seleccionado para este estudio Pb, Cd, As, Ni, Cu y Mn. Los efectos en salud de los metales pesados son variados, relacionándose con efectos cancerígenos y no cancerígenos.
- **Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs).** Como HAPs se conocen unos cientos de compuestos persistentes, químicamente relacionados, con gran variedad de estructuras y diferente efecto toxico. En general se forman en procesos de descomposición térmica (pirolisis) principalmente por la combustión incompleta de materia orgánica. De la totalidad de HAPs analizados actualmente son 17 los considerados como prioritarios por su potencial tóxico, siendo el Benzo(a)Pireno, el más tóxico, y el utilizado como indicador del grupo. Para este estudio se han valorado los 17 HAPs prioritarios en base a sus posibles efectos sobre la salud humana: Naftaleno, Acenaftileno, Acenafteno, Fluoreno, Antraceno, Fenantreno, Fluoranteno, Pireno, Criseno, Benzo(a)Antraceno, Benzo(b)Fluoranteno, Benzo(k)Fluoranteno, Benzo[k] Fluoranteno, Benzo(a)Pireno, Indeno[1,2,3-cd]Pireno, Benzo[g,h,i]Perileno, y Dibenzo[a,h]Antraceno.

Los HAPs de origen industrial se generan por la combustión de combustibles, aunque también pueden ser emitidos directamente en industrias relacionadas con la producción primaria de aluminio, carbón, empresas petroquímicas etc… También se relaciona la emisión de HAPs en la generación eléctrica y la incineración de residuos.

En este último caso, la composición de los residuos, la temperatura y el exceso de aire en el proceso de combustión, son factores que determinan su presencia en los gases emitidos por la incineradora.

El efecto en salud de estos HAPs es principalmente de tipo cancerígeno, siendo el Benzo(a) Pireno el más tóxico de este grupo.

- **Dioxinas y Furanos.** Con el termino Dioxinas, se conoce a un grupo de sustancias que tienen en común su formulación química y estructura; De estas sustancias 30 presentan una toxicidad alta, siendo el 2, 3, 7, 8-Tetraclorodibenzo-p-Dioxina (TCDD) el más tóxico y representante del grupo.

  Las Dibenzo-p-Dioxinas (PCDD) y los Dibenzofuranos (PCDF) son sustancias que se generan en el proceso de combustión de residuos urbanos en especial con elevada presencia de plásticos con alto contenido en cloro. Las mejoras tecnológicas (sistemas de limpieza de gases, filtros de partículas, etc.) aplicadas a las modernas incineradoras han supuesto una reducción muy importante en la emisión de estas sustancias. Se trata de compuestos orgánicos persistentes de elevado potencial tóxico, habiendo sido clasificadas como cancerígenos para el hombre (TCDD Grupo I del IARC), si bien dado que el mecanismo de acción es no mutagénico sus efectos son dosis dependientes.

EJECUCIÓN DEL ESTUDIO

Para la realización de este estudio, Madrid Salud ofreció a tres empresas/instituciones con capacidad analítica acreditada la realización de la toma de muestras y análisis de las concentraciones en aire ambiente de contaminantes en el entorno del Parque Tecnológico de Valdemingómez, comparando los resultados con los valores obtenidos en un punto alejado de esta ubicación, que a su vez reflejase los niveles en aire ambiente en la Ciudad.

Estas empresas fueron seleccionadas de entre los candidatos tecnológica y científicamente más preparados para poder abordar este estudio:

- ✓ ENVIRA Ingenieros Asesores S.L.
- ✓ CENTRO NACIONAL DE SANIDAD AMBIENTAL (CNSA). Área de Contaminación Atmosférica
- ✓ SGS Tecnos S.A.U.

Valoradas las ofertas presentadas, se concluyó que el **Centro Nacional de Sanidad Ambiental (CNSA) adscrito al Instituto de Salud Carlos III (ISCIII),** presentaba la oferta más adecuada y conforme a la solicitud planteada.

Adicionalmente fue considerada la designación del Instituto de Salud Carlos III (Área de Contaminación Atmosférica), por su consideración como Laboratorio Nacional de Referencia (LNR) de Calidad del Aire, como se define en el artículo 3.2 del Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire. Indicar que además de haber sido los encargados de la toma de muestras y determinaciones analíticas de este estudio, también han contribuido en la valoración de los resultados obtenidos y la interpretación de los mismos.

El estudio propuesto ha consistido en la realización de una Campaña de medición de niveles de inmisión de los contaminantes indicados anteriormente, durante un mes (muestreando un día de cada tres), en dos ubicaciones previamente seleccionadas.

- ✓ Estación de Ensanche de Vallecas (*figura 1*) Estación del Sistema Integral de Calidad del Aire) a unos 5 km del Parque Tecnológico, como zona próxima a la incineradora de Valdemingómez.
- ✓ Centro Madrid Salud (*figura 2*) situado en la calle Montesa nº 22, a 18.8 km del Parque Tecnológico, como zona alejada de la incineradora, y representativa del centro del municipio de Madrid por su ubicación en la almendra central de la Ciudad.

La ubicación del captador en el Ensanche de Vallecas se eligió por ser una estación perteneciente al Sistema Integral de Calidad del Aire del Ayuntamiento de Madrid y el de la calle Montesa por estar ubicada en el recinto de un Centro Municipal, para garantizar, de esa manera la seguridad y protección de los captadores. El criterio de su instalación además de los ya mencionados se basó en la cercanía o lejanía a la incineradora.

Figura 1: ***Estación de Ensanche de Vallecas***

Figura 2: ***Estación de Montesa***

Figura 3: ***Localización de las estaciones de Ensanche de Vallecas y Montesa***

La campaña de toma de muestra se ha realizado del 26 de octubre al 26 de noviembre del 2017, realizándose posteriormente los análisis de las muestras gaseosas y particuladas obtenidas.

Dichas fechas fueron elegidas por la obligatoriedad recogida en la demanda del Pleno de iniciar el estudio antes de la finalización de 2017 y por la disponibilidad de instalación de los captadores.

Se indican a continuación las condiciones de la toma de muestras y los métodos de análisis propuestos:

I. Toma de muestra y análisis de niveles de inmisión de contaminantes en dos ubicaciones preseleccionadas, según el siguiente esquema:

A. Captación mediante captador de alto volumen (*), durante un *mes (del 26 de octubre al 26 de noviembre de 2017)*, de 10 muestras de partículas $PM_{2,5}$ (un día de cada tres) y posterior determinación en el laboratorio de los siguientes parámetros:

- ✓ Carbono orgánico (CO) y Carbono elemental (CE)
- ✓ Metales pesados (Pb, Cd, As, Ni, Cu y Mn)

- ✓ Hidrocarburos aromáticos policíclicos

B. Captación (*) durante quince días *(del 10 de noviembre al 25 de noviembre de 2017)*, de 5 muestras para posterior determinación de dioxinas y furanos en laboratorio como una única muestra conjunta.

(*) La captación ha sido realizada por el ISCIII, en todos los casos. En el caso de dioxinas y furanos, la fase particulada ha sido captada según lo dispuesto en la Norma UNE-EN 14907:2006 y la fase gaseosa mediante el uso de un PUF (Espuma de poliuretano), colocado a continuación del filtro.

II. Las determinaciones analíticas se han realizado por métodos analíticos de referencia (**):

1) La determinación de partículas $PM_{2,5}$ se ha realizado de acuerdo a las Norma UNE-EN 14907:2006, incluyendo captación y pesada.
2) La determinación de Carbono total (CT), Carbono orgánico (CO) y Carbono elemental (CE), en partículas $PM_{2,5}$ se ha realizado por metodología termo óptica de transmitancia de acuerdo a procedimiento interno (PNE-CNSA_CA_55). El carbono total se obtiene por la suma de CO y CE.
3) La determinación de metales pesados en partículas $PM_{2,5}$ se ha realizado por espectrometría de masas con plasma de acoplamiento inductivo (ICP_MS), de acuerdo a la Norma UNE-EN 14902:2006 para Pb, Cd, As y Ni, y el procedimiento interno PNE_CNSA_CA_62 para Cu y Mn.
4) La determinación de Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos en $PM_{2,5}$ se ha realizado por cromatografía de gases-masas (CG/MS) de acuerdo al procedimiento interno PNE_CNSA_CA_64.
5) La determinación de Dioxinas y Furanos se ha realizado por cromatografía de gases de alta resolución/espectrometría de masas (HRCG/MS).

(**) Todas las determinaciones analíticas indicadas, a excepción de Cu, Mn y CT, CO, CE están acreditadas por la Norma UNE-EN-ISO/IEC 17025:2005 y han sido realizadas por el Centro Nacional de Sanidad Ambiental del ISCIII conforme a su alcance de acreditación Nº 223/LE460. Los análisis correspondientes a Dioxinas y Furanos han sido realizados por laboratorio externo acreditado IQS Tech Transfer conforme a su alcance de acreditación Nº 196/LE 344.

Se adjunta como Anexo B a este informe el Informe de ensayo acreditado por la Norma UNE-EN-ISO/IEC 17025 elaborado por el Centro Nacional de Sanidad Ambiental del ISCIII.

RESULTADOS

Se muestran a continuación los niveles de inmisión obtenidos en los dos puntos considerados:

- Ensanche de Vallecas (VALL): Zona próxima a la incineradora
- CMS c/ Montesa (MON): Zona alejada de la incineradora, ubicada en la almendra central de la Ciudad

Los análisis estadísticos han sido realizados utilizando el paquete estadístico Epidat 4.2., mediante comparación de medias independientes, prueba t para dos muestras independientes, calculando intervalos de confianza y realizando contrastes de hipótesis para la diferencia de medias. La metodología empleada se basa en la distribución t de *Student* y considera comparación de medias para varianzas iguales (distribución normal) o varianzas desiguales (distribución no normal), según Prueba F.

$PM_{2,5}$ y metales pesados

Valores medios de $PM_{2,5}$ y metales pesados:

En la *tabla I* se muestran los valores medios y desviaciones estándar de las mediciones realizadas de $PM_{2,5}$ y metales pesados en las dos ubicaciones consideradas, así como la comparación de medias estimadas como inferencia estadística de medias independientes utilizando Epidat 4.2.:

	MON ug/m³		VALL ug/m³		Comparación de medias (Epidat 4.2)	
	MEDIA	**DESVEST**	**MEDIA**	**DESVEST**	**T Student**	**p**
$PM_{2,5}$	14,40	6,47	10,40	8,57	*1,754*	*0,415*

(*) p<0.05 (Nivel de confianza 95%)

	MON ng/m³		VALL ng/m³		Comparación de medias (Epidat 4.2)	
	MEDIA	**DESVEST**	**MEDIA**	**DESVEST**	**T Student**	**p**
Plomo	3,35	2,42	2,86	1,15	*0,578*	*0,57*
Cadmio	0,11	0,05	0,07	0,05	*1,789*	*0,090*
Arsénico	1,22	0,79	0,27	0,10	*3,773*	*0,001**
Níquel	0,57	0,42	0,54	0,32	*0,180*	*0,859*
Cobre	7,34	5,49	5,24	4,45	*0,940*	*0,360*
Manganeso	2,45	1,80	2,00	1,79	*0,561*	*0,582*

(*) p<0.05 (Nivel de confianza 95%)

Tabla I: ***Valores medios, desviación típica y comparación de medias estimadas de $PM_{2,5}$ y metales en las dos localizaciones.***

Los valores medios de $PM_{2,5}$ y metales pesados en el periodo de estudio fueron en todos los casos superiores en Montesa que en E.Vallecas, sin que se haya observado diferencia significativa entre las medias comparadas, salvo en el caso del Arsénico que resulta estadísticamente superior en Montesa. Estos resultados nos permiten considerar que, según los datos obtenidos en este estudio, no hay evidencia de que la planta incineradora de Valdemingómez contribuya a un incremento de los niveles de $PM_{2,5}$ y metales pesados en el entorno próximo a esta instalación.

Valoración datos diarios:

(*) Niveles de inmisión en aire ambiente de $PM_{2,5}$

Figura 4. ***Niveles de $PM_{2,5}$ (µg/m³) en las estaciones de Montesa y E.Vallecas, durante el estudio***

En todos los días del estudio los niveles de **$PM_{2,5}$** *(figura 4)* fueron superiores en el captador de Montesa (zona alejada a la incineradora), con excepción del 13 y 16 de noviembre en los que los niveles obtenidos en Montesa y E.Vallecas fueron muy similares. Puede apreciarse tres picos de concentración algo más elevada los días 1, 16 y 22 de noviembre.

El RD 102/2011, de 28 de enero, no regula el valor límite horario o diario para este contaminante, estableciendo un valor límite anual de 25 ug/m³, valor que considera la OMS como valor límite para el promedio de 24 horas, que no ha sido superado ninguno de los días de muestreo. Tampoco se supera el valor límite de 20 ug/m³, como media anual, que el mencionado Real Decreto establece para el año 2020.

Los valores medios obtenidos son superiores en Montesa (zona alejada) (14,40 ug/m³ ± 6,47 ug/m³) que en E.Vallecas (zona próxima) (10,40 ug/m³ ± 8,57 ug/m³), si bien la diferencia obtenida no es estadísticamente significativa. En ambos casos, los niveles medios obtenidos son superiores a los valores recomendados por la OMS como media anual (10 ug/m³).

Los resultados obtenidos no muestran una diferencia significativa en los valores de inmisión en aire ambiente de $PM_{2,5}$ analizados en ambas ubicaciones. La exposición a $PM_{2,5}$ que pudiera derivarse de una estancia prolongada próxima a la incineradora de Valdemingómez no es superior a la correspondiente a la zona céntrica de la Ciudad, por lo que no hay evidencia de que la incineradora pueda contribuir a aumentar los niveles de este contaminante en su entorno más próximo.

(*) Niveles de inmisión en aire ambiente de metales pesados

Figura 5. ***Niveles de Plomo (ng/m³) en las estaciones de Montesa y E.Vallecas, durante el estudio***

Los niveles de **PLOMO** *(figura 5)* fueron superiores en Montesa en el periodo comprendido entre el 30 de octubre y el 9 de noviembre de 2017 y muy similares en el resto de los días analizados. Los valores obtenidos están muy por debajo del valor límite anual de plomo en PM_{10}, considerado por el RD 102/2011, de 28 de enero, de 500 ng/m³.

En cuanto a los valores medios obtenidos: 3,35 ng/m³ ± 2,42 ng/m³ y 2,86 ng/m³ ± 1,15 ng/m³, en Montesa y E.Vallecas respectivamente, no muestran diferencia estadísticamente significativa.

Las concentraciones de plomo en la atmosfera próxima a la incineradora de Valdemingómez, no son superiores a las obtenidas en la zona céntrica de la Ciudad, durante el periodo objeto de este estudio, y por tanto no hay evidencia que la incineradora contribuya en aumentar los niveles de este contaminante en su entorno más próximo.

Figura 6. ***Niveles de Cadmio (ng/m³) en las estaciones de Montesa y E.Vallecas, durante el estudio***

Al igual que el plomo, los niveles de **CADMIO** (*figura 6*) fueron superiores en Montesa en el periodo comprendido entre el 30 de octubre y el 9 de noviembre de 2017, y muy similares el resto de los días de este estudio. Los valores medios obtenidos: 0,11 ng/m³ ± 0,05 ng/m³ en la zona céntrica de la Ciudad y 0,07 ng/m³ ± 0,05 ng/m³ en la proximidad de la incineradora, no presentan diferencias estadísticamente significativas. El RD 102/2011, de 28 de enero, no establece valor límite diario para el cadmio, si bien cabe indicar que los valores medios obtenidos están muy por debajo del valor objetivo establecido de 5 ng/m³ de los niveles de cadmio en la fracción PM_{10}.

A la vista de los resultados obtenidos en este estudio, no hay evidencia de que la incineradora contribuya en aumentar los niveles de este contaminante en su entorno más próximo.

Figura 7. ***Niveles de Arsénico (ng/m³) en las estaciones de Montesa y E.Vallecas, durante el estudio***

En cuanto al **ARSÉNICO** (figura 7), en todos los días analizados, los niveles de inmisión fueron superiores en Montesa, zona céntrica de la Ciudad, alcanzándose valores similares el 26 y 28 de octubre así como el 13 de noviembre de 2017. Los valores medios obtenidos: 1,22 ng/m³ ± 0,79 ng/m³ en Montesa y 0,27 ng/m³ ± 0,10 ng/m³ en E.Vallecas, son estadísticamente superiores en el primero. Aunque no puede ser directamente valorable, indicar, que los niveles medios obtenidos están muy por debajo del valor objetivo para el arsénico establecido en el RD 102/2011, de 28 de enero, de 6 ng/m³ (niveles en aire ambiente en la fracción PM_{10} como promedio durante un año natural).

Los niveles de arsénico en aire ambiente son superiores en la zona céntrica de la Ciudad que en las proximidades de la incineradora de Valdemingómez y por tanto no hay evidencia de que la incineradora contribuya en aumentar los niveles de este contaminante en su entorno más próximo.

Figura 8. ***Niveles de Níquel (ng/m³) en las estaciones de Montesa y E.Vallecas, durante el estudio***

Los niveles de **NÍQUEL** (*figura 8*) fueron equivalentes en las dos estaciones, y muy inferiores al valor objetivo establecido para el níquel en el RD 102/2011, de 28 de enero, de 20 ng/m³ (niveles en aire ambiente en la fracción PM_{10} como promedio durante un año natural). En cuanto a los valores medios de 0.57 ng/m³ ± 0.42 ng/m³ y 0.54 ng/m³ ± 0.32 ng/m³, en Montesa y E.Vallecas respectivamente, permiten concluir que ***en relación con el estudio realizado no se observan diferencias estadísticamente significativas en cuanto a los niveles de inmisión en aire ambiente de níquel en la Ciudad y las proximidades de la incineradora y por tanto no hay evidencia de que la incineradora contribuya en aumentar los niveles de este contaminante en su entorno más próximo.***

Figura 9. ***Niveles de cobre (ng/m³) en las estaciones de Montesa y E.Vallecas, durante el estudio***

Los niveles de **COBRE** (*figura 9*) fueron inferiores en E.Vallecas con excepción del 16 y el 21 de noviembre de 2017, obteniéndose valores medios de 7,34 ng/m³ ± 5,49 ng/m³ y 5,24 ng/m³ ± 4,45 ng/m³, sin diferencias estadísticamente significativas, concluyendo que los valores medios de cobre obtenidos en la Ciudad y las proximidades de la incineradora, son equivalentes y por

tanto no hay evidencia de que la incineradora contribuya en aumentar los niveles de este contaminante en su entorno más próximo.

Figura 10. ***Niveles de manganeso (ng/m³) en las estaciones de Montesa y E.Vallecas, durante el estudio***

Los niveles de **MANGANESO** *(figura 10)* fueron inferiores, en general, en E.Vallecas. En cuanto a los valores medios, de 2.45 ng/m³ ± 1.80 ng/m³ en Montesa y 2.00 ng/m³ ± 1.79 g/m³ en E.Vallecas, ***no se observan diferencias estadísticamente significativas entre los niveles de inmisión en aire ambiente de manganeso en la zona céntrica del municipio y el entorno próximo de la incineradora y por tanto no hay evidencia de que la incineradora contribuya en aumentar los niveles de este contaminante en su entorno más próximo.***

En resumen puede concluirse que los niveles obtenidos de $PM_{2,5}$ y de metales pesados, como componentes de esta material particulado, no muestran diferencias significativas en los dos puntos de captación considerados en este estudio, con excepción del arsénico que aparece ligeramente superior en la zona céntrica de la Ciudad. Esto supone que los resultados obtenidos no evidencian que la incineradora contribuya en aumentar los niveles de estos contaminantes en su entorno más próximo.

Compuestos de carbono

Valores medios:

No se observa diferencias estadísticamente significativas *(tabla 2)* en los valores medios obtenidos de CT, CO, CE y el cociente CO/CT en las dos ubicaciones analizadas, si bien el valor CO/CE obtenido es superior en Montesa que en E.Vallecas, existiendo significación estadística en la comparación de las medias de este cociente.

	MON ng/m³		VALL ng/m³		Comparación de medias (Epidat 4.2)	
	MEDIA	DESVEST	MEDIA	DESVEST	T Student	p
CO	5,60	1,82	4,02	1,93	*1,883*	*0,076*
CE	2,81	1,31	3,46	2,07	*0,839*	*0,412*
CT	8,41	3,02	7,48	3,93	*0,523*	*0,560*
CO/CT	9,96	3,37	7,88	4,20	*1,221*	*0,238*
CO/CE	2,18	0,57	1,34	0,43	*3,720*	*0,002 (*)*

(*) p<0.05 (Nivel de confianza 95%)

Tabla 2. ***Valores medios (ng/m³) de CT, CO y CE, cocientes CO/CT y CO/CE y comparación de medias en las estaciones de Montesa y E.Vallecas, durante todo el estudio.***

Valoración de datos diarios:

(*) Niveles de inmisión de carbono total (CT), carbono orgánico (CO) y carbono elemental (CE)

Las figuras 11 y 12 muestran los valores diarios de CT, CO y CE obtenidos durante el periodo de estudio:

Figura 11. ***Niveles de CT (µgC/m³) en las estaciones de Montesa y E.Vallecas, durante todo el estudio***

En relación al Carbono total (CT), suma de carbono orgánico (CO) y carbono elemental (CE), durante todos los días del estudio, los niveles fueron superiores en Montesa, con excepción del 16 de noviembre, donde resultaron ligeramente superiores en Ensanche de Vallecas. En cuanto ***a los niveles medios de Carbono total (CT) no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre ambas localizaciones.***

Figura 12. ***Niveles de CO (µgC/m³) y CE (µgC/m³) en las estaciones de Montesa y E.Vallecas, durante todo el estudio***

Como se ha indicado *(tabla 2),* no se observan diferencias estadísticamente significativas entre las medias obtenidas para los niveles de CT, CO y CE. No obstante, analizando los valores diarios de CO y CE obtenidos en este estudio *(figura 12),* en general se observan unos niveles más elevados de CO en Montesa que en E.Vallecas y por el contrario, los niveles de CE en E.Vallecas son ligeramente superiores que en Montesa. Cabe resaltar que los días 16 y 22 de noviembre de 2017 se incrementan los niveles de CO y CE en ambas ubicaciones *(figuras 13).*

Figura 13. ***Niveles de CO (µgC/m³) y CE (µgC/m³) en la estación de Montesa y E.Vallecas, durante el estudio***

Figura 13. ***Niveles de CO (µgC/m³) y CE (µgC/m³) en la estación de Montesa y E.Vallecas, durante el estudio***

Comparando los valores de CO y CE en ambas ubicaciones se aprecia que la diferencia entre CO y CE es más elevada en Montesa, mostrando una diferencia muy escasa en E.Vallecas *(figura 13).*

El cálculo del cociente CO/CE es un buen indicador del perfil toxicológico del ambiente

Figura 14. ***Cocientes CO/CE en la estación de E.Vallecas, durante el estudio***

Representado el cociente CO/CE *(figura 14)* obtenido en el periodo de estudio en los dos emplazamientos considerados, se observan valores más elevados en Montesa (almendra central de la ciudad) que en E.Vallecas (zona próxima a la incineradora), mostrando una diferencia estadísticamente significativa ($p<0.05$). Esta observación y lo indicado anteriormente nos puede llevar a considerar un perfil de exposición toxicológica diferente en ambos emplazamientos, siendo necesaria una mayor investigación para precisar la razón y consistencia de esta diferencia.

No obstante, indicar que en ambas estaciones los cocientes CO/CE determinados son del mismo rango que los descritos en otras ciudades españolas con concentraciones relativamente altas de contaminantes, donde son importantes las emisiones de CE.

En resumen los valores medios de carbono total, orgánico y elemental obtenidos en el estudio no muestran diferencias significativas en las dos ubicaciones analizadas. No obstante, el cociente CO/CE si muestra diferencias estadísticamente significativas ($p<0.05$) entre ambas ubicaciones, siendo superior en Montesa, como zona céntrica de la Ciudad, lo que podría responder, sin que este aspecto pueda ser confirmado, a perfiles toxicológicos diferentes en las inmediaciones de la incineradora (con una mayor presencia de industrias) y la zona media de la Ciudad (donde la principal carga contaminante vendría generada por el tráfico rodado).

Hidrocarburos aromáticos policíclicos

Valores medios:

En la *Tabla 3* se muestran los valores medios de los 17 hidrocarburos aromáticos policíclicos analizados junto con sus correspondientes desviaciones estándar. Las diferencias en los valores medios obtenidos en ambos emplazamientos no presentan diferencias estadísticamente significativas, con excepción del Benzo(a)Pireno que resulta estadísticamente superior en Montesa que en E.Vallecas. Cabe señalar una elevada dispersión en relación con los niveles de Benzo (b) Fluoranteno + Benzo(j)Fluoranteno, Benzo(k)Fluoranteno, Indeno-1,2,3-cd-Pireno y Benzo (g,h,i) Perileno en Ensanche de Vallecas, lo que puede explicarse por las elevaciones puntuales de estos hidrocarburos observadas en los últimos días del estudio como se verá a continuación.

	MON ng/m³		VALL ng/m³		Comparación de medias (Epidat 4.2)	
	MEDIA	DESVEST	MEDIA	DESVEST	T Student	p
Naftaleno	<0,17		<0,17			
Acenaftileno	ND		ND			
Acenafteno	<0,18		ND			
Fluoreno	ND		0,12			
Fenantreno	0,43	0,28	0,40	0,18	*0,285*	*0,779*
Antraceno	0,06	0,09	0,08	0,04	*0,642*	*0,529*
Fluoranteno	0,33	0,17	0,54	0,42	*1.466*	*0,160*
Pireno	0,31	0,16	0,49	0,36	*1,445*	*0,166*
Benzo (a) Antraceno	0,25	0,17	0,26	0,20	*0,120*	*0,905*
Criseno	0,61	0,39	0,57	0,45	*0,212*	*0,834*
Beno (b) Fluoranteno + Benzo (j) Fluoranteno	2,66	2,30	3,07	5,22	*0,227*	*0,823*
Benzo (k) Fluoranteno	1,36	1,10	1,33	1,95	*0,042*	*0,967*
Benzo (a) Pireno	0,41	0,24	0,21	0,13	*2,317*	*0,032 (*)*
Indeno-1.2.3-c.d-pireno	0,89	0,71	0,57	0,67	*1,037*	*0,314*
Dibenzo a,h- antraceno	0,18	0,16	ND			
Benzo-g.h.i-perileno	1,08	0,77	0,60	0,68	*1,478*	*0,157*
PAHs (+17)	8,22	5,82	7,89	9,49	*0,094*	*0,926*

(*) p<0.05 (Nivel de confianza 95%)

Tabla 3. ***Valores medios (ng/m³) de HAP y comparación de sus medias en las estaciones de Montesa y E.Vallecas, durante el estudio***

Valores diarios:

(*) Niveles de inmisión en aire ambiente de hidrocarburos aromáticos policíclicos HAPS

En cuanto al sumatorio de los HAPs *(figura 15)* analizados en las dos ubicaciones consideradas, cabe indicar una mayor concentración en general en Montesa (zona céntrica de la Ciudad) que en Ensanche de Vallecas, en especial en los periodos del 26 de octubre al 13 de noviembre, así como el 16 de noviembre de 2017. Por el contrario el 22 de noviembre se observa un incremento de los niveles de HAPs en Ensanche de Vallecas.

Figura 15. ***Sumatorios de los 17 HAP determinados en las estaciones de Montesa y E. de Vallecas, durante todo el estudio***

En la *figura 16* y *figura 17*, respectivamente, se muestran los niveles alcanzados de los 17 HAPs medidos en la estación de Montesa (zona alejada de la incineradora) y la estación de Ensanche de Vallecas (zona próxima a la incineradora).

Figura 16. ***Niveles (ng/m³) de los 17 HAP determinados en la estación de Montesa, durante el estudio***

Figura 17. ***Se muestran los niveles (ng/m³) de los 17 HAP determinados en la estación de E. de Vallecas, durante el estudio***

Cabe destacar la diferencia de valores en aire ambiente de algunos hidrocarburos aromáticos policíclicos entre las dos ubicaciones, en especial el incremento de benzofluorantenos, del día 22 de noviembre de 2017, en la estación de Ensanche de Vallecas *(figura 17)*.

En concreto el incremento de nivel en aire ambiente de determinados hidrocarburos en Ensanche de Vallecas frente a Montesa es de 15.48 ng/m³ para la suma de Benzo-b-Fluoranteno y Benzo-j-Fluoranteno *(figura 18)* y de 5.63 ng/m³ para Benzo-k-Fluoranteno *(figura 19)*. Un incremento algo inferior, de 0.74 ng/m³ también se observa para el Criseno *(figura 20)*. Para el resto de los HAPs analizados, no se constatan niveles diferentes en las fechas indicadas.

Figura 18. ***Niveles en aire ambiente (ng/m³) de los Benzo-b-Fluoranteno + Benzo-j-Fluorantenos determinados en las estaciones de Montesa y E. de Vallecas, durante el estudio***

Figura 19. ***Niveles en aire ambiente (ng/m³) de Benzo-k-Fluoranteno determinados en las estaciones de Montesa y E. de Vallecas, durante el estudio***

Figura 20. ***Niveles en aire ambiente (ng/m³) del Criseno determinados en las estaciones de Montesa y E. de Vallecas, durante el estudio***

A efectos de valorar si estos incrementos respondieron a una elevación puntual de un día o a un periodo de días concretos, se solicitó al Centro Nacional de Sanidad Ambiental, los resultados de los análisis diarios (aunque los análisis objeto del contrato eran para un día de cada tres), de estos hidrocarburos, información disponible por el CNSA que fueron aportados y se muestran en el siguiente gráfico *(figura 21)*.

Figura 21. ***Niveles en aire ambiente (ng/m³) de los 17 HAP determinados en la estación de E. de Vallecas, durante el estudio***

Valorando los valores de inmisión en aire ambiente diarios de estos hidrocarburos puede apreciarse como el incremento de los niveles de estos hidrocarburos en el entorno próximo a la incineradora de Valdemingómez se inicia el 21 de noviembre, alcanza sus máximos el día siguiente disminuyendo el 23 de noviembre de 2017. Se trata de una elevación puntual en la concentración de ciertos hidrocarburos, elevaciones que siguen un perfil equivalente; este es el caso de los Benzo Fluorantenos (j, b y k), Criseno, Indeno-1,2,3-cd-pireno y Benzo-ghi-perileno.

El día 22 de noviembre se alcanzan en Ensanche de Vallecas los valores de inmisión más elevados para los hidrocarburos indicados anteriormente, no observando incremento para el resto de los HAPs analizados. Estos incrementos en los niveles de inmisión de estos hidrocarburos no fueron observados en las mediciones realizadas en Montesa.

No existiendo diferencias significativas entre las concentraciones medias de los hidrocarburos analizados en ambas ubicaciones, las elevaciones observadas de ciertos hidrocarburos los días 21 a 23 de noviembre, deben interpretarse de manera aislada, atribuyendo como una posible explicación, combustiones incontroladas realizadas en los asentamientos próximos a esta ubicación.

De todos estos hidrocarburos, únicamente el Benzo-a-Pireno, cuenta con valor objetivo regulado de 1 ng/m³ en la fracción PM_{10} como promedio durante un año natural, valor que no se ha superado en ninguna de las mediciones realizadas *(figura 22).*

Figura 22. ***Niveles (ng/m³) de BaP determinados cada día en las estaciones de Montesa y de E. de Vallecas, durante el estudio***

Con respecto al Benzo-a-Pireno, las mayores concentraciones alcanzadas en Montesa, excepto el 19 de noviembre, indican que ***no hay evidencia que la incineradora contribuya en el aumento de los niveles de este contaminante en su entorno más próximo.***

En resumen no se observan diferencias significativas en los valores medios de los 17 HAPs analizados en las dos ubicaciones estudiadas con excepción del Benzo(a)Pireno que resulta superior en la estación de Montesa.

Cabe mencionar dispersiones elevadas puntuales en relación con los Benzofluorantenos y Criseno en la estación de Ensanche de Vallecas. La valoración de los niveles diarios muestra, en general, valores inferiores en Ensanche de Vallecas que en Montesa, con excepción de un periodo concreto que abarca desde el 21 al 23 de Noviembre, en el que se elevan los niveles de Benzo-b-Fluoranteno, Benzo-j-Fluoranteno + Benzo-k-Fluoranteno y Criseno, no pudiendo atribuir una fuente de emisión concreta que pueda relacionarse con estos incrementos de concentración. En cuanto a los niveles de Benzo(a)Pireno como representante del grupo por su mayor toxicidad y el único que cuenta con valores objetivo legislados, indicar que no supera en ningún caso el valor objetivo de 1 ng/m^3.

Dioxinas y Furanos

Valores medios:

(*) Niveles de inmisión en aire ambiente de dioxinas y furanos

En cuanto a las concentraciones en soporte de muestreo de aire ambiente de Dioxinas y Furanos (*figura 26*), expresada como fase gaseosa y fase particulada, correspondientes a una muestra combinada de 15 días y un volumen total de aire de 10.800 m^3, correspondientes a las dos ubicaciones muestreadas, los valores de inmisión obtenidos han sido:

Figura 23. ***Concentraciones en soporte de muestreo I-TEF (pg) de Dioxinas y Furanos determinados en las estaciones de Montesa y de E. de Vallecas, durante el estudio***

Los valores más elevados se detectan en la fase particulada frente a la fase gaseosa, lo que pudiera ser explicado por ser un periodo de muestreo con bajas temperaturas y tratarse de compuestos semivolátiles.

Las concentraciones han resultado más elevadas en Ensanche de Vallecas que en Montesa.

En concreto se detecta un incremento ligero en fase gaseosa, de 15.58 pg ITEQ* y un mayor incremento en la fase particulada, de 525.47 pg ITEQ

ITEQ: *Concentración de tóxicos equivalente en base a los I-TEF (NATO/CCMS 1988, Report n.176)*
TEQ *= TEF x Concentración de cada componente puro o isómero. Es la cantidad equivalente de toxicidad de los diferentes congéneres de dioxinas y furanos, calculado a partir del TEF*
TEF*: Factor de equivalencia tóxica para un compuesto puro, siendo el isómero de referencia el 2,3,7,8 TCDD que representa un factor de TEF igual a 1*

Considerando las concentraciones en aire ambiente *(figura 24)* en sus dos fases gaseosa y particulada, los valores de inmisión en aire ambiente obtenidos fueron de 0.021 pg/m³ en Montesa, frente a 0.071 pg/m³ en Ensanche de Vallecas como zona próxima a la incineradora, lo que supone un incremento en 0.05 pg/m³ en este entorno.

Figura 24. ***Concentraciones en aire ambiente I-TEF (pg) de Dioxinas y Furanos determinados en las estaciones de Montesa y de E. de Vallecas, durante todo el estudio***

Este valor medio obtenido de Dioxinas y Furanos de 0.071 pg/m³ no difiere de los valores detectados en los análisis semestrales realizados por el Parque Tecnológico: 0.014 pg/m³ a 0.130 pg/m³ (valores mínimo y máximo 2012-2017).

En resumen las mediciones de Dioxinas y Furanos realizadas tanto en fase gaseosa como en fase particulada, muestran niveles superiores en las proximidades de la incineradora (E.Vallecas), en especial en su fase particulada. El valor de inmisión considerando ambas fases, ha sido superior en la proximidad de la incineradora que en la zona céntrica de la Ciudad. No se dispone, en la normativa aplicable, de valores de inmisión regulados para estos compuestos, no pudiendo por tanto valorar su adecuación normativa, si bien los valores obtenidos son muy inferiores a 0.3 pg/m³, valor considerado por la OMS a partir del cual debe identificarse y controlarse las emisiones locales. No obstante, cabe considerar el incremento observado tanto en el sumatorio de ambas fases como en concreto en la fase particulada, lo que deberá ser objeto de un mayor seguimiento tanto para confirmar estas diferencias como para valorar las posibles fuentes de emisión relacionadas.

DATOS METEOROLÓGICOS

Los datos meteorológicos de los días de realización de este estudio han sido obtenidos de dos fuentes: Meteo-Rivas y captador del Sistema Integral de Calidad del Aire de la Ciudad de Madrid en Ensanche de Vallecas. Estos datos han sido facilitados por los responsables del PT Valdemingómez y de la Subdirección General de Sostenibilidad respectivamente. Indicar que las diferencias obtenidas entre los diferentes valores son mínimas.

Como puede observarse en el mapa *(figura 25)* que se muestra a continuación, los vientos de Sureste (SE), Sur/Sureste (SSE), Sur (S) y Sur/Suroeste (SSW) [Dirección del viento entre 130º y 207º] son los que más podrían incidir en aumentos en los niveles de contaminantes captados en las dos ubicaciones en las que se ha realizado el estudio. A su vez, estas direcciones del viento son las que más afectarían a la zona central de la Ciudad de Madrid.

Figura 25. ***Mapa y rosa de vientos con la localización de las dos estaciones, durante todo el estudio***

Como *Anexo III/C* se recoge el Informe aportado por el Centro Nacional de Sanidad Ambiental de representación de las Rosas de Vientos para cada uno de los días del estudio realizadas a partir de los datos meteorológicos obtenidos en Ensanche de Vallecas.

Las coordenadas y altitud de las estaciones meteorológicas son:

Meteo Rivas
c/ Moreras, Rivas Urbanizaciones.
40.36N 3.53W 651m

E.Vallecas
Avda. La Gavia – Avda. Las Suertes
3.36° 40.22N 630m

En la *Tabla 4* se muestra un resumen de los datos meteorológicos obtenidos de la información aportada por las dos estaciones en los días del estudio: la dirección del viento predominante cada uno de los días del estudio, el número de horas de viento SE-SSW (Estación Meto-Rivas), número de horas de viento entre 130°-207° (Estación Ensanche Vallecas), % calma, Tª min, Tª max, y lluvia (L/m²).

	26/10	27/10	28/10	29/10	30/10	31/10	1/11	2/11	3/11	4/11
DIRECCION VIENTO PREDOMINANTE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	SSE	SSW	SSW
Componente sur (SE-SSW) Meteo-Rivas							SE 2H	SE 2H SSE 4H S 1H SSW1H	SE 1H S 3H SSW 7H	SE 1H S 4H SSW11H
Nº H 130°-207° E.Vallecas	-	-	-	-	-	-	2	8	11	16
% CALM	33.3	33.3	16.7	-	8.3	20.8	33.3	37.5	16.7	16.7

	26/10	27/10	28/10	29/10	30/10	31/10	1/11	2/11	3/11	4/11
Tª min.	15.4	15.9	14.5	12.7	11.8	11.3	10.3	11.9	11.6	10.9
Tª max	30.7	31.6	25.5	27.4	22.1	21.6	20.3	19.4	18.6	14.4
Lluvia L/m2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	5/11	6/11	7/11	8/11	9/11	10/11	11/11	12/11	13/11	14/11
DIRECCION VIENTO PREDOMINANTE	NE	NE	SSW	NE	NE	NE	VAR*	NE	ENE	NE
Componente sur (SE-SSW) Meteo-Rivas		S IH	SE 2H SSE 2H S 2H SSW7H	SSE 1H		SE 3H SSE 1H SSW 4H	SSE1H SSW2H	SE 1H SSW 2H		SSW1H
Nº H 130º-207º E.Vallecas	-	1	13	1	-	8	3	3	-	1
% CALM	12.5	12.5	50	25	-	12.5	62.5	54.2	25	37.5
Tª min.	10.2	8	60.2	7.9	5.5	5.3	7.1	5.6	7.8	3.8
Tª max	14.5	16.1	18.7	16.7	13.5	20.2	18.9	19.9	14.2	16.6
Lluvia L/m2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	15/11	16/11	17/11	18/11	19/11	20/11	21/12	22/12	23/11	24/11
DIRECCION VIENTO PREDOMINANTE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	VAR (*)
Componente sur (SE-SSW) Meteo-Rivas	SSW3H	SE 2H SSW2H	SSW1H	SSW1H		SE 1H S 1H SSW4H	SSE1H S1H	SSE 2H S 2H SSW 2H	S 3H SSW2H	SE 2H SSE1H S 2H SSW3H
Nº H 130º-207º E.Vallecas	3	4	1	1	1	6	2	6	5	8
% CALM	45.8	70.8	75	54.2	29.2	62.5	70.8	50	79.2	54.2
Tª min.	4.6	6.7	7.2	8.6	7.3	5.8	4.9	6	8.4	11.2
Tª max	16.8	21.5	20.8	22.6	19.7	19.2	19.3	18.8	19	17.7
Lluvia L/m2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(*) VAR. ***Dirección del viento variable, sin viento predominante. A este respecto se ha considerado la no existencia de viento predominante cuando ninguna dirección ha superado 5 horas de predominio.***

Tabla 4. ***Dirección del viento predominante para cada uno de los días del estudio, número de horas de viento SE-SSW (Estación Meto-Rivas), número de horas de viento (130º-207º) en la Estación Ensanche Vallecas), % calma, Tª min, Tª max, y lluvia (L/m²).***

Se marcan en rojo el número de horas (*figura 26*) con viento Sur/Sureste (SSE) que es el que más incidencia tendría sobre el estudio de medición realizado, en naranja los vientos S y SE y en verde los vientos de SSW, con menor incidencia en este estudio, marcando, asimismo, aquellos días en los que la calma fue superior al 50% (*figura 27*).

Figura 26. ***Horas de viento diarias de componente SE-SSW en la E. de Vallecas y Rivas, durante el estudio***

Figura 27. ***Horas de calma diarias en la E. de Vallecas, durante el estudio***

En los días del estudio el viento fue predominantemente de componente Noreste NE especialmente del 26 de octubre al 2 de noviembre, siendo esta una dirección que no trasportaría los contaminantes potencialmente emitidos por la incineradora hacia la E. de Vallecas. Solo en un 20% de los días, los vientos serían variables o con componentes S, SO o SE, propicios para poder captar niveles relacionados con las potenciales emisiones de la incineradora. Estas situaciones corresponden con los siguientes periodos:

- 2-4 de noviembre (predominio SSW)
- 7 de noviembre (predominio SSW) y % calma elevado
- 10, 11, 12 de noviembre (vientos variables con cierto componente SE, SSE y SSW) y % calma elevado en especial los días 11 y 12.
- 16, 17 y 18 de noviembre (vientos variables con cierto componente SSW) y % calma elevado en especial los días 16 y 17.

- 20, 21, 22, 23 y 24 de noviembre: con predominio NE pero elevado número de horas con elevado % de calma y vientos componentes SE-SSW

De los análisis de contaminantes atmosféricos realizados, cabe distinguir ciertos periodos en el estudio, en el que se producen elevaciones, en general, de los niveles de los contaminantes atmosféricos analizados, en una o en ambas ubicaciones:

- 1/11/2017. Ciertas elevaciones no significativas en los niveles observados en Montesa. No se corresponde con un día de especial calma y solo presenta un cierto componente SE (2H).
- 4/11/2017. Ciertas elevaciones no significativas en los niveles observados en E.Vallecas. Se corresponde con un día de viento predominante SSW, con 16 horas de componente sur (130º-207º).
- 7/11/2017. Elevaciones en los niveles observados en ambas ubicaciones en especial en Montesa. Se corresponde con un día de viento predominante SSW, con 13 horas de componente sur (130º-207º). 50% calma.
- 16/11/2017. Elevaciones de los niveles de contaminantes en especial en Montesa. Se corresponde con un día de viento predominante del NE con 4 H de componente sur. Elevada calma (70.8%) que abarca hasta el 18 de noviembre.
- 22/11/2017. Elevaciones significativas de los niveles de contaminantes, en especial de ciertos HAPs, en E.Vallecas, no así en Montesa. Se corresponde con un día con viento predominante del NE pero con cierto componente sur SE-SSW (130º-207º) y un periodo de calma importante que abarca del 20 al 24 de noviembre, que llega a alcanzar un 79,2%.

En resumen, una vez valoradas las variables meteorológicas de los días del estudio cabe indicar que:

- El viento de componente NE ha sido el predominante durante los días del estudio y solo en un 20% de los días del estudio, el viento predominante fue de componente sur o variable.
- Los vientos SE, SSE, S y SSW son los que más pudieran afectar a la población de la ciudad de Madrid, y al estudio realizado (estaciones de Montesa y E.Vallecas)
- Parece observarse cierta relación entre elevaciones de contaminantes y aumento del número de horas de viento con componente sur y/o porcentajes elevados de viento en calma.

OTRAS FUENTES POTENCIALMENTE EMISORAS DE DIOXINAS/FURANOS, Y HAPs

De la valoración de los resultados analíticos realizados, se observa que ciertos días se han alcanzado niveles elevados de algunos hidrocarburos aromáticos policíclicos HAPs en el captador de E. de Vallecas, próximo a la incineradora. Asimismo se ha observado valores superiores de Dioxinas y Furanos en las proximidades de la incineradora frente a los valores obtenidos en la zona más céntrica de la Ciudad, en especial en su fase particulada.

Para poder atribuir estas diferencias a sus posibles focos emisores es preciso valorar, además de la incineradora objeto de este estudio, la contribución de otros posibles focos emisores próximos a esta ubicación que pudieran contribuir o ser la causa de estos niveles más elevados de Dioxinas/Furanos e HAPs, así como otras fuentes emisoras como el tráfico rodado.

Para valorar las empresas potencialmente emisoras de Dioxinas/Furanos e Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos a la atmosfera en la Comunidad de Madrid se ha valorado la información

disponible en el PRTR: Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes, gestionado por el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (http://www.prtr-es.es/).

El objetivo, situar en un contexto geográfico las empresas, que por sus actividades notificadas al PRTR, pueden producir emisiones a la atmósfera de estos contaminantes atmosféricos.

Las **Dioxinas** se producen principalmente como subproductos de procesos industriales en los que interviene el cloro como pueden ser procesos de blanqueo de pasta de papel con cloro, fabricación de herbicidas, plaguicidas, fundiciones o incluso incineraciones incompletas de algunos tipos de residuos. También pueden llegar a producirse de forma natural en incendios forestales y erupciones volcánicas.

Por otro lado, los **Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos** (HAPs) son compuestos orgánicos que se encuentran de forma natural en el carbón, petróleo y gasolinas, pero también se producen en las combustiones de estos mismos combustibles fósiles, de maderas, basuras, tabacos e incluso en el cocinado de carnes a muy altas temperaturas.

La asociación de las actividades de las empresas con los contaminantes objeto de este informe se ha realizado por trasposición de la codificación del RD 508/2007 según RD 815/2013, la Codificación en España según Ley 16/2002 de IPPC, modificada por Ley 5/2013 (IPPC España) y la Codificación de acuerdo a la Directiva 2010/75/UE de emisiones industriales (DEI) con el Inventario Nacional de Emisiones a la Atmósfera en el que se realiza un análisis por actividades emisoras de la nomenclatura SNAP-97. De esta trasposición se obtuvo una clave como la que sigue:

Códigos	
Si	Estimación con resultado positivo y no menor que media unidad.
<	Estimación con resultado positivo pero menor que media unidad.
X	No estimado y con una contribución al total de emisiones del contaminante referido potencialmente menor o igual que el 10% pero mayor que el 1%.
x	No estimado y con una contribución al total de emisiones del contaminante referido potencialmente menor o igual que el 1% pero mayor que el 0,1%.
(x)	No estimado y con una contribución al total de emisiones del contaminante referido potencialmente menor que el 0,1%.
-	No estimado pero presumiblemente no significativo.

El contexto geográfico de este trabajo es la Comunidad Autónoma de Madrid al completo ya que emisiones de municipios próximos pueden también afectar al municipio de Madrid y en concreto a las dos ubicaciones en estudio. El periodo temporal en el que se obtuvieron los datos de la base de datos PRTR-España fue del 1 de marzo al 7 de marzo de 2018. Indicar que no se han tenido en cuenta las empresas cerradas en el momento de esta valoración.

Se ha procedido a la representación geográfica de las empresas potencialmente contaminantes de Dioxinas y Furanos (*figura 28*), así como de HAPs (*figura 29*), mostrando a continuación los resultados obtenidos:

Figura 28. ***EMPRESAS ACTIVAS QUE POR ACTIVIDAD PUEDEN EMITIR DIOXINAS Y FURANOS A LA ATMÓSFERA. (Comunidad de Madrid, PRTR- ESPAÑA, marzo 2018)***

Figura 29. ***EMPRESAS ACTIVAS QUE POR ACTIVIDAD PUEDEN EMITIR HAPs A LA ATMOSFERA. (Comunidad de Madrid, PRTR- ESPAÑA, marzo 2018)***

Como puede observarse en los mapas representados, hay varias empresas que pudieran estar también contribuyendo a la mayor concentración de Dioxinas y Furanos, así como de HAPs, en el entorno próximo al PT Valdemingómez, lo que implica la necesidad de realizar un análisis de contribución de contaminantes de otras fuentes de emisión próximas al entorno de la incineradora, valorando, para ello, la información obtenida del PRTR. Asimismo, sería preciso analizar las posibles emisiones procedentes de actividades no sujetas a la inscripción en el Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes, como combustiones no controladas de residuos que pudieran realizarse en este entorno e incluso el tráfico rodado.

CONCLUSIONES DEL ESTUDIO

- $PM_{2.5}$**.** No se observan niveles más elevados de $PM_{2,5}$ en E.Vallecas frente a Montesa. Durante el estudio se observan dos episodios en los que aumentan las partículas y en general todas las sustancias valoradas; el 16 y el 22 de noviembre de 2017. El primer episodio supone un incremento en los valores de la mayoría de las sustancias analizadas en las dos ubicaciones en estudio. El episodio del 22 de noviembre responde a un perfil diferente, y aunque se elevan los valores de inmisión en general de las sustancias analizadas, el incremento más importante se detecta en algunos de los HAPs estudiados.
- Carbono particulado. Los valores de carbono total, orgánico y elemental no muestran diferencias significativas en las dos ubicaciones analizadas, si bien, el perfil observado en cuanto a la diferencia entre CO y CE así como el cociente CO/CE muestra diferencias, en el último caso estadísticamente significativas, entre ambas ubicaciones, lo que podría responder, sin que este aspecto pueda ser confirmado, a perfiles de emisión diferentes en las inmediaciones de la incineradora y la zona céntrica de la Ciudad. Los niveles en ambas ubicaciones fueron similares en todos los días del estudio, (ligeramente superiores en E.Vallecas el 16 de noviembre). En ambas ubicaciones fue superior el CO que el CE. El incremento en los valores observados el día 16 de noviembre fue debido a incremento tanto de CO como de CE.
- Metales pesados (Pb, Cd, As, Ni, Cu, Mn). en general no se observan incrementos importantes en ninguna de las ubicaciones analizadas, con excepción del arsénico que aparece ligeramente superior en la zona céntrica de la Ciudad. En todos los casos se aprecia el incremento de los valores de inmisión de estos metales el día 16 de noviembre. En ningún caso se superaron los valores de inmisión establecidos en las normativas de referencia, para la fracción PM_{10}.
- HAPs. No se observan diferencias significativas en los valores medios de los 17 HAPs analizados en las dos ubicaciones si bien se obtienen dispersiones elevadas en relación con los Benzofluorantenos y Indeno-1.2.3-c.d-pireno en el captador de Ensanche de Vallecas. La valoración de los niveles diarios muestra, en general, valores inferiores en Ensanche de Vallecas que en Montesa, con excepción de un periodo concreto que abarca desde el 21 al 23 de Noviembre, en el que se elevan los niveles de Benzo-b-Fluoranteno, Benzo-j-Fluoranteno + Benzo-k-Fluoranteno y Criseno, no pudiendo atribuir una fuente de emisión concreta que pueda relacionarse con estos incrementos de concentración. En cuanto al Benzo (a) Pireno como representante del grupo por su mayor toxicidad y el único que cuenta con valor objetivo legislado, indicar que los niveles medios obtenidos en el captador de Montesa como punto céntrico de la ciudad son estadísticamente superiores a los detectados en E.Vallecas, no superando en ningún caso el valor objetivo de 1 ng/m^3. Al no existir valores de inmisión legalmente establecidos para el resto de los HAPs analizados, el posible efecto en salud de los niveles de inmisión obtenidos deben ser valorados en base a los estudios científicos disponibles, no procediendo a estas estimaciones toda vez que se trata de elevaciones puntuales cuyo origen y mantenimiento en el tiempo debería ser confirmadas antes de proceder a tal valoración.
- Dioxinas y Furanos. Las mediciones de Dioxinas y Furanos realizadas tanto en fase gaseosa como en fase particulada, muestran niveles superiores en las proximidades de la incineradora (E.Vallecas), en especial en su fase particulada. El valor de inmisión considerando ambas fases, ha sido superior en la proximidad de la incineradora que en la media de la Ciudad. No se dispone, en la normativa aplicable, de valores de inmisión

regulados para estos compuestos, no pudiendo por tanto, establecer su adecuación normativa, si bien cabe considerar que los valores obtenidos son muy inferiores a 0.3 pg/m^3, valor considerado por la OMS a partir del cual debe identificarse y controlarse las emisiones locales. No obstante, el incremento observado tanto en el sumatorio de ambas fases como en concreto en la fase particulada, debería ser objeto de un mayor número de muestreos y su posterior análisis, tanto para confirmar estas diferencias como para valorar otras posibles fuentes de emisión relacionadas.

- En cuanto a las variables meteorológicas indicar que el viento de componente NE ha sido el predominante y solo en un 20% de los días del estudio, el viento predominante fue de componente sur o variable. Los vientos SE, SSE, S y SSW son los que más pudieran afectar a la población de la ciudad de Madrid, y al estudio realizado (captadores de Montesa y E.Vallecas), observando cierta relación entre elevaciones de contaminantes y aumento del número de horas de viento con componente sur y/o porcentajes elevados de viento en calma.
- De la valoración de empresas potencialmente contaminantes de Dioxinas y Furanos, así como de HAPs, según los datos notificados al Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes (PRTR), se deduce la necesidad de realizar un análisis de contribución de contaminantes de otras fuentes de emisión próximas al entorno de la incineradora, que contemple las emisiones procedentes de estas empresas así como otras posibles emisiones procedentes de combustiones no controladas de residuos que pudieran realizarse en este entorno.

LIMITACIONES DEL ESTUDIO

1. El periodo de muestreo ha sido muy limitado. La campaña ha abarcado únicamente un mes debiendo ser considerada como una valoración puntual muy limitada en el tiempo. No han sido consideradas diferentes estaciones climatológicas y condiciones meteorológicas que podrían haber aportado diferencias importantes en los valores de concentración en aire ambiente obtenidas de los contaminantes analizados.
2. El número de contaminantes y de determinaciones analíticas realizadas han sido muy escasos. La limitación en tiempo y recursos han repercutido en el número de contaminantes analizados y de determinaciones analíticas efectuadas, lo que confiere una consistencia limitada del estudio.
3. Únicamente han sido considerados dos puntos de muestreo, en la proximidad de la incineradora y en una ubicación céntrica considerada como referencia de la almendra central de la Ciudad. La dispersión de contaminantes derivada de los vientos dominantes sugiere la necesidad de considerar un mayor número de puntos de muestreo que abarquen no solamente el municipio de Madrid sino también municipios colindantes.

   Todo ello nos lleva a considerar que las inferencias espacio-temporales de la toxicidad de los agentes ambientales y la caracterización del riesgo potencial para la salud que pudiera derivarse de este estudio tienen una consistencia muy limitada.
4. Muchos de los valores de concentración en aire ambiente obtenidos no cuentan con valores reglamentarios de referencia, y para tener una idea de la magnitud del posible impacto en salud se ha planteado la realización de una aproximación a la Evaluación de Riesgos, como modelo teórico establecido en las guías metodológicas de la Agencia de Protección Ambiental Americana (EPA) que se presenta como Anexo a este documento, y que, dadas las limitaciones del estudio indicadas anteriormente, únicamente debe ser considerado como

aproximación orientativa del riesgo potencial sobre la salud de la población expuesta a estos contaminantes en las concentraciones obtenidas.

5. Valorada la localización de las empresas potencialmente emisoras de Dioxinas/Furanos y HAPs en el entorno próximo a la incineradora, y estimando su posible contribución a la presencia de estos contaminantes en la atmosfera, se considera necesario realizar un análisis de contribución de fuentes emisoras, que considere, además de las empresas inscritas en PRTR indicadas, otras posibles fuentes emisoras que pudieran contribuir a elevar los niveles de estos contaminantes observados, además del tráfico rodado.
6. Este tipo de estudios de evaluación toxicológica ambiental deben ser completados con estudios epidemiológicos de morbi-mortalidad que permitan valorar si existe un mayor riesgo de efectos en salud para la población expuesta a los posibles contaminantes emitidos por la incineradora, que además considere las características propias de la población residente en las proximidades a la incineradora.

DISCUSIÓN FINAL

Se ha realizado un estudio puntual de determinación analítica de las concentraciones en aire ambiente de ciertos contaminantes susceptibles de ser emitidos por la incineradora de Valdemingómez. Los resultados obtenidos no muestran en general valores superiores estadísticamente significativos en el entorno de la incineradora frente a la zona céntrica de la Ciudad, con excepción de las concentraciones de Dioxinas y Furanos en fase gaseosa y particulada que han resultado superiores en el entorno próximo a la incineradora. Las concentraciones en aire de Dioxinas y Furanos obtenidas, similares a las obtenidas en las mediciones realizadas por el Parque Tecnológico, si bien no pueden ser valoradas al no contar con referencia legislativa, son muy inferiores a los indicados en las Guías de Calidad del Aire de la Organización Mundial de la Salud.

No obstante, considerando que los datos obtenidos por este estudio no son totalmente concluyentes a la hora de garantizar la inocuidad o toxicidad de las emisiones procedentes de la incineradora en especial en cuanto a los niveles de dioxinas y furanos, se ha realizado una aproximación a la Evaluación de Riesgos utilizando para ello las guías metodológicas propuestas por la Agencia de Protección Ambiental Americana (EPA) (Anexo I). Estimado el riesgo potencial han resultado valores muy cercanos a 10^{-6} límite que la EPA considera como riesgo aceptable, siendo recomendable la realización de estudios adicionales para una mejor caracterización.

En base a las limitaciones del estudio y los resultados obtenidos, se plantea la necesidad de una monitorización ambiental continuada en el tiempo y en diferentes localizaciones, que pueda proporcionar una mejor aproximación a la presencia o ausencia de contaminantes en las proximidades de la incineradora, así como un análisis de contribución de contaminantes de otras posibles fuentes de emisión, tanto de empresas incluidas en el Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes (PRTR) del municipio de Madrid y de otros municipios limítrofes próximos a la incineradora, como de otras posibles fuentes emisoras como el tráfico rodado o las combustiones incontroladas, entre otras.

Asimismo, indicar que los resultados obtenidos no son suficientes a la hora de valorar la incidencia en salud de la población residente en las proximidades de la incineradora, precisando de estudios epidemiológicos de morbi-mortalidad que infieran una mejor aproximación a los posibles efectos en salud derivados de la exposición a las emisiones de esta incineradora.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

Air Pollution and Health Risk
https://www3.epa.gov/airtoxics/3_90_022.html

Cancer Risk Assessment, Indicators, and Guidelines for Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in the Ambient Air. CE Boström et al. Environ Health Perspect 110(suppl 3):451–489 (2002).
http://ehpnet1.niehs.nih.gov/docs/2002/suppl-3/451-489bostrom/abstract.html

Evaluación de Riesgo para Contaminantes Tóxicos del Aire: Guía de un Ciudadano
https://www3.epa.gov/airtoxics/3_90_024sp.html

Guía de evaluación de riesgos para salud humana en suelos potencialmente contaminados. Junta de Andalucía. Enero 2017.
http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal_web/web/participa/opina_participa/planes/drsc_03.pdf

Guías de Calidad del aire para Europa- Año 2000
http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0005/74732/E71922.pdf

High cancer risks by exposure to PCDD/Fs in the neighborhood of an Integrated Waste Management Facility. J. L. Domingo et al Science of the Total Environment 607–608 (2017) 63–68.
http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.06.272

Incineración de residuos urbanos y salud pública
https://www.osakidetza.euskadi.eus/contenidos/informacion/sanidad_ambiental/es_1249/adjuntos/incineracion/incineracion.pdf

Incineración y salud. Greenpeace.
https://archivo-es.greenpeace.org/espana/Global/espana/report/other/incineraci-n-y-salud-2.pdf

Indiana Department of Environmental Management
https://www.in.gov/idem/airquality/2640.htm

Las dioxinas y sus efectos en la salud humana. OMS. Octubre 2016.
http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/dioxins-and-their-effects-on-human-health

Measurement of Elemental and Organic Carbon in Europe
http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC54045

RAIS: The Risk Assessment Information System.
https://rais.ornl.gov/tutorials/toxvals.html

Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire.
http://www.boe.es/boe/dias/2011/01/29/pdfs/BOE-A-2011-1645.pdf

Real Decreto 815/2013, de 18 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de emisiones industriales y de desarrollo de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación.
https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2013-10949

2,3,7,8-Tetrachlorodibenzo-p-Dioxin (2,3,7,8,-TCDD)
https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-09/documents/2-3-7-8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin.pdf

The 2005 World Health Organization Reevaluation of Human and Mammalian Toxic equivalency Factors for Dioxins and Dioxin-Like Compounds. Martin Van den Berg et al. Toxicological Sciences 93(2), 223–241, 2006.
http://dx.doi.org/10.1093/toxsci/kfl055

US EPA, 2017. Dioxins. https://www.epa.gov/dioxin

US EPA, 2005. Guidelines for Carcinogen Risk Assessment.
https://www.epa.gov/sites/production/files/2013-09/documents/cancer_guidelines_final_3-25-05.pdf

US EPA, 1989. Risk Assessment Guidance for Superfund Volume I: Human Health Evaluation. Manual.
https://www.epa.gov/risk/risk-assessment-guidance-superfund-rags-part

US EPA, 2009. Risk Assessment Guidance for Superfund Volume I: Human Health Evaluation Manual (Part F, Supplemental Guidance for Inhalation Risk Assessment).
https://www.epa.gov/risk/risk-assessment-guidance-superfund-rags-part

Variability of carbonaceous aerosols in remote, rural, urban and industrial environments in Spain: implications for air quality policy. X. Querol et al. Atmos. Chem. Phys., 13, 6185–6206, 2013
www.atmos-chem-phys.net/13/6185/2013/

http://dx.doi.org/10.5194/acp-13-6185-2013

Waste management health risk assessment: A case study of a solid waste landfill in South Italy. E. Davoli. Waste Management 30 (2010) 1608–1613
http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2009.10.013

ANEXOS "A, B y C"

ANEXO III/A -APROXIMACIÓN A LA EVALUACIÓN DE RIESGOS EN SALUD

A efectos de valorar el riesgo para la salud de vivir en las proximidades de la incineradora del Parque Tecnológico de Valdemingómez a partir de los datos obtenidos en este estudio, se ha procedido a utilizar la metodología de Evaluación del Riesgo en Salud *(Health Risk Assessment)* en base a los criterios de las Guías elaboradas por la *EPA* (*United States Environmental Protection Agency)* https://www.epa.gov/risk

En términos genéricos, el cálculo del riesgo para la salud viene determinado por la evaluación toxicológica y la evaluación de la exposición [riesgo = toxicidad x exposición]

Para determinar la exposición se deben conocer, entre otros, las rutas de transporte del contaminante, las vías de entrada al organismo, los medios potencialmente afectados y la caracterización de la población expuesta.

En cuanto a la toxicidad, los efectos en salud pueden ser, en función del contaminante analizado, cancerígenos o no cancerígenos o sistémicos

Para los compuestos cancerígenos el riesgo se expresa como la probabilidad de que una persona contraiga cáncer durante la vida como resultado a la exposición al toxico especifico. La *EPA* considera aceptable un riesgo de 10^{-6} (es decir, una persona afectada de un millón de personas expuestas), valores superiores a 10^{-3} se consideran de gravedad (una persona afectada de mil personas expuestas), precisando atención prioritaria, los riesgos estimados entre 10^{-4} y 10^{-6} pueden ser aceptables aunque requieren un estudio pormenorizado.

Etapas del Proceso de Evaluación del Riesgo en Salud propuesto por la *EPA*

Utilizando la metodología para la Evaluación de Riesgos en Salud propuesta por la *EPA* (*figura 33*), y con los resultados del Estudio de Toxicología Ambiental realizado, se ha procedido a realizar una aproximación a la caracterización del riesgo que para la salud de los residentes en las proximidades de la incineradora del PT Valdemingómez.

Figura 30: ***Pasos a seguir en el proceso de evaluación del riesgo*** **(EPA)** *https://www.epa.gov/risk*

Paso 1. Identificación del peligro.

Como primera fase de esta Evaluación debe determinarse si la exposición a determinados sustancias químicas (o a un grupo de ellas) puede implicar efectos adversos sobre la salud de las personas expuestas.

El objeto de este estudio es realizar una aproximación en la valoración del mayor riesgo potencial que sobre la salud de la población residente en las proximidades del PT Valdemingómez pudiera estar relacionado con las posibles emisiones procedentes de su incineradora, y a este respecto se valora que:

- Entre las sustancias susceptibles de ser emitidas por una incineradora podemos encontrar sustancias de elevada toxicidad que pueden suponer un riesgo para la salud de la población que reside en sus proximidades así como para los propios trabajadores de la incineradora.
- Entre los contaminantes que pudieran ser emitidos, tenemos gases y material particulado, destacando por su conocida toxicidad los metales pesados, Hidrocarburos, en especial los Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAPs) y Dioxinas/Furanos.

Paso 2. Evaluación de la exposición.

La evaluación de la exposición es el proceso de medida y estimación de la magnitud, frecuencia y duración de la exposición de la población a un determinado agente tóxico. Esta valoración debe contemplar información sobre la población (tamaño y características poblacionales), así como de las concentraciones del agente en el medio, su modelo de transporte químico y las vías de entrada en el organismo. De la valoración del objeto en estudio se plantea que:

- Los contaminantes que potencialmente puedan ser emitidos por la incineradora, sufren una dispersión en la atmosfera pasando principalmente a tres compartimentos ambientales: aire, suelo y biota.
- En el caso concreto de los posibles contaminantes emitidos por la incineradora del PT Valdemingómez el compartimento ambiental que en mayor grado podría quedar afectado y suponer un riesgo para la salud de la población expuesta, sería el aire, si bien cabe considerar también la posible contaminación del suelo en las proximidades, cuyo riesgo es mínimo al tratarse de una zona de suelo no cultivable. Es por esto que la principal vía de exposición a considerar sería la inhalatoria, no considerando otras vías, como la vía oral (al no existir cultivos en las proximidades susceptibles de ser contaminados, ni poderse ver afectado el abastecimiento de agua de consumo humano, procedente del Canal de Isabel II y no de acuíferos, en la zona más próxima a la incineradora) o la vía dérmica de escasa magnitud en este caso.
- Esta incineradora se ubica en la zona sur de la Ciudad, en una zona poco poblada, que limita con vías de tráfico rodado de elevada intensidad, encontrándose próxima a otros núcleos industriales. En sus proximidades se ubican núcleos poblacionales de elevada vulnerabilidad socio-económica.
- La población potencialmente expuesta a los posibles contaminantes emitidos por la incineradora se reducen a los residentes en sus proximidades y los trabajadores de la propia incineradora. El estudio realizado se centra en la población residente.

- La incineradora del Parque Tecnológico de Valdemingómez presenta un funcionamiento en continuo, por lo que a efectos de la evaluación del riesgo se considera una exposición crónica, continua en el tiempo y mantenida desde la instalación de la incineradora.

En relación con los resultados analíticos de las mediciones realizadas en este estudio cabe considerar que:

- El periodo de duración de la campaña, que solo ha posibilitado un número reducido de tomas de muestras y determinaciones analíticas, es un factor muy limitante a la hora de evaluar adecuadamente los niveles de exposición de la población del entorno de la E. de Vallecas.
- No se han alcanzado niveles elevados de material particulado ni de metales pesados, no existiendo diferencias significativas entre los valores obtenidos en las proximidades de la incineradora y los valores medios de la Ciudad (con excepción del arsénico que es superior en la zona céntrica de la ciudad).
- Si bien se han observado elevaciones puntuales de ciertos Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos o HAPs en las proximidades de la incineradora, la diferencia de medias obtenidas entre ambas ubicaciones no han resultado estadísticamente significativas (con excepción de los niveles de Benzo (a) Pireno que han resultado superiores ($p<0.05$) en la zona céntrica de la ciudad).
- Los resultados analíticos obtenidos de la captación de muestras en fase gaseosa y fase particulada durante 15 días tanto en la proximidad de la incineradora como en la zona media de la Ciudad, han mostrado niveles de Dioxinas/Furanos superiores en el entorno próximo a la incineradora, si bien los datos obtenidos son muy inferiores al valor de 0.3 pg/m³ considerado por la OMS como límite a partir del cual debe identificarse y controlarse las emisiones locales de estos contaminantes. No obstante, considerando que las concentraciones en aire ambiente de dioxinas y furanos han sido superiores en el entorno de la incineradora frente a las mediciones realizadas en la zona céntrica de la Ciudad, y considerada la toxicidad de estas sustancias y sus posibles implicaciones en salud, se estima oportuno realizar una aproximación a la evaluación del riesgo en salud de los residentes próximos a esta instalación, considerando especialmente la exposición vía inhalatoria de dioxinas y furanos.

CONCLUSIÓN: *De los diferentes agentes tóxicos analizados, susceptibles de ser emitidos por la incineradora, únicamente cabria considerar las emisión continua de Dioxinas y Furanos y la vía inhalatoria como la principal vía de exposición*.

Paso 3. Evaluación dosis-respuesta

La evaluación dosis-respuesta describe el grado de efectos que, a la concentración de dosis estimada, resultaría previsible, en base a los conocimientos científicos al respecto. Debe considerar no solo la intensidad, frecuencia y duración de la exposición sino también el tipo de efectos posibles sobre la salud humana. Considerada la exposición a dioxinas y furanos por vía inhalatoria, se estima que:

- Se ha obtenido una concentración atmosférica media de Dioxinas en el entorno de la incineradora de 0.071 pg/m³ frente a un valor medio de inmisión en aire exterior en la zona céntrica de la Ciudad de 0.021 pg/m³, durante los 15 días del análisis.

- La OMS en su documento "Guías de calidad del Aire para Europa 2000" con respecto a las dioxinas y furanos establece un valor de 0.3 pg/m³ como límite a partir del cual debe identificarse y controlarse las emisiones locales de estos contaminantes.
- La literatura científica relaciona la exposición a Dioxinas y Furanos, principalmente con efectos cancerígenos, habiendo sido clasificados como cancerígenos para el hombre (TCDD Grupo I del IARC), si bien dado el mecanismo de acción no mutagénico, sus efectos son dosis dependientes.
- En este estudio solo se van a considerar los efectos cancerígenos al ser los más relevantes en cuanto a la exposición de dioxinas y furanos, así como la vía inhalatoria.
- La EPA ha estimado para el principal representante de estas Dioxinas, el TCDD, un Factor Unitario de Riesgo Inhalatorio de 3.3 x 10 -5 (pg/m³)-1

CONCLUSIÓN:

En las mediciones realizadas, se ha obtenido una media de Dioxinas y Furanos en la proximidad de la incineradora de 0.071 pg/m³, concentraciones superiores a las obtenidas en la zona céntrica de la Ciudad. Estas concentraciones son muy bajas comparadas con el valor guía indicado por la OMS de 0.3 pg/m³. No obstante, se considera apropiado realizar una aproximación a la evaluación de riesgos para analizar el mayor riesgo para la salud de la población expuesta relacionada con estas mayores concentraciones de Dioxinas y Furanos encontradas en el aire externo próximo a la incineradora.

El principal efecto relacionado con estos contaminantes es cancerígeno, no mutagénico, por lo que sus efectos son dosis dependientes.

Al respecto de esta valoración, se considera la vía inhalatoria como la única vía de exposición posible en este estudio, considerando la población expuesta a la residente en las proximidades de la incineradora.

Paso 4. Caracterización del riesgo (r)

La caracterización del riesgo en este estudio se va a centrar exclusivamente a los riesgos para la salud humana, no considerando la evaluación de riesgos ecológicos.

El riesgo R se define como el exceso de riesgo para la salud de la población expuesta. Para la exposición por la vía inhalatoria considerada, como se trabaja con concentraciones, el riesgo se define como el producto de la concentración de exposición por el factor unitario de riesgo inhalatorio (URF).

$$R = Cexp \times URF$$

Donde:

***R**= Probabilidad de que un individuo expuesto a la emisión de dioxinas en el entorno de la incineradora desarrolle un cáncer*

***Cexp** = Concentración de exposición (µg/m³)*

***URF** = Factor unitario de riesgo inhalatorio (µg/m³) $^{-1}$, definido como el exceso de riesgo de padecer cáncer tras la exposición continúa a un agente cuya concentración en aire sea de 1 ug/m³. Responde a la pregunta cuantas más personas morirán de cáncer por cada millón si se incrementa en un microgramo por m³ la concentración del toxico analizado. Para su cálculo se asume un adulto de 70 kg, expuesto al tóxico durante 70 años respirando un total de 20 m³ de aire diariamente.*

EPA ha estimado un factor de riesgo inhalatorio de 3.3 x 10^{-5} (pg/m³)$^{-1}$ para 2,3,7,8-TCDD https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-09/documents/2-3-7-8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin.pdf

Aplicando esta fórmula a los datos de este estudio:

- Calculando el riesgo a partir del factor de riesgo por vía inhalatoria (URF) estimado por la EPA para las Dioxinas, considerando la concentración obtenida de 0.071 pg/m^3 en el entorno próximo a la incineradora, se obtiene un riesgo de:

$$R = 0.071\ (pg/m^3) \times 3.3 \times 10^{-5}\ (pg/m^3)^{-1} = 2.34 \times 10^{-6}.$$

- La caracterización del riesgo estima valores numéricos que deben ser interpretados en perspectiva con los riesgos de otras exposiciones o efectos al objeto de establecer una correcta magnitud del problema. A efectos de interpretar los resultados obtenidos se realiza comparación con valores de riesgo estimado por la EPA de mortalidad por cáncer por todas las causas de 145.000 x 10^{-6} (14.5%) resultando muy inferior el valor de riesgo estimado de morir de cáncer por la exposición a los niveles de dioxinas y furanos determinados en este estudio cuyo resultado ha sido estimado en 2.34 x 10^{-6} (0.000234%)

Fuente: https://www.in.gov/idem/airquality/2640.htm
https://www3.epa.gov/airtoxics/3_90_022.html

Con los valores de dioxinas hallados en nuestro estudio de 0.071 pg/m^3, y aplicando la metodología de Evaluación del Riesgo en Salud de la *EPA*, el riesgo estimado ha sido de 2.34 x 10^{-6} muy cercano aunque ligeramente superior a 10^{-6} (estaría comprendido entre 10^{-4} y 10^{-6}) que, aunque pueda considerarse como aceptable, serían recomendables estudios adicionales de tipo epidemiológico y/o casos control para una mejor caracterización de este riesgo.

Los valores de aire ambiente de dioxinas y furanos obtenidas para la zona céntrica de la ciudad, de 0.021 pg/m^3, serían considerados, en base a estos criterios, como aceptables.

Los valores de riesgo estimados en este estudio, en base a la herramienta de Evaluación de Riesgos para la Salud Humana desarrollado por la *EPA*, deben ser valorados en perspectiva con otros riesgos de exposición. Así el riesgo obtenido 2.34 x 10^{-6}, pudiera ser considerado de muy baja magnitud frente a otros riesgos como por ejemplo el riesgo de morir de cáncer por todas las causas estimado en 145.000 x 10^{-6}

ANEXO III/B - INFORMES DE ENSAYO DEL CENTRO NACIONAL DE SANIDAD AMBIENTAL

Instituto de Salud Carlos III
Centro Nacional de Sanidad Ambiental
Área de Contaminación Atmosférica

D. ANTONIO PRIETO FERNANDEZ

Instituto de Salud Pública. Madrid Salud

Avda. Mediterráneo, 62 1ª planta

28007 Madrid

Majadahonda, 02 de enero de 2018

Adjunto **INFORME DE ENSAYO: MADRID-SALUD/VALDEMINGOMEZ 01/2017** correspondiente al estudio de valoración de los niveles de inmisión de contaminantes en las proximidades del Parque Tecnológico de Valdemingómez.

Atentamente,

Mª Pilar Morillo

D.ª Mª del Pilar Morillo Gómez

Jefa del Área de Contaminación Atmosférica

pmorillo@isciii.es

Carretera Majadahonda a Pozuelo, km 2,200
Majadahonda 28220 (Madrid)
Telf.: 91 822 3518

Identificación de las muestras:
- Soporte de muestreo (partículas y gases)
- Aire ambiente (partículas y gases)

Captación: Realizada por el ISCIII. En el caso de dioxinas y furanos la fase particulada se ha captado en base a la Norma UNE-EN 14709:2006 y la fase gaseosa mediante el uso de PUF de poliuretano.

Análisis: Realizada por el ISCIII. Los análisis correspondientes a dioxinas y furanos han sido realizados por laboratorio externo acreditado (IQS Tech Transfer. Alcance de la acreditación: Nº: 196/LE 344).

MÉTODO DE ANÁLISIS

AIRE AMBIENTE

Partículas

Partículas PM2,5:	UNE-EN 14907:2006 Incertidumbre: 11,44 % (k=2) LC= 3 µg/m^3 filtros de 150 mm de diámetro
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP):	**Cromatografía de gases – espectrometría de masas (CG/EM)**
Benzo-a-pireno (BaP)	PNE_CNSA_CA_64 Incertidumbre: 39,54 % (k=2) LC= 0,04 ng/m^3 filtros de 150 mm de diámetro, caudal 30 m^3/h
Benzo-a-antraceno (BaA)	PNE_CNSA_CA_64 Incertidumbre: 34,10 % (k=2) LC= 0,04 ng/m^3 filtros de 150 mm de diámetro, caudal 30 m^3/h
Criseno (Chr)	PNE_CNSA_CA_64 Incertidumbre: 30,18 % (k=2) LC= 0,03 ng/m^3 filtros de 150 mm de diámetro, caudal 30 m^3/h
Benzo-b-fluoranteno+ benzo-j-fluoranteno (Bb+jF)	PNE_CNSA_CA_64 Incertidumbre: 35,22 % (k=2) LC= 0,06 ng/m^3 filtros de 150 mm de diámetro, caudal 30 m^3/h
Benzo-k-fluoranteno (BkF)	PNE_CNSA_CA_64 Incertidumbre: 39,50 % (k=2) LC= 0,04 ng/m^3 filtros de 150 mm de diámetro, caudal 30 m^3/h
Indeno-1.2.3-c.d-pireno (IP)	PNE_CNSA_CA_64 Incertidumbre: 31,29 % (k=2) LC= 0,04 ng/m^3 filtros de 150 mm de diámetro, caudal 30 m^3/h
Dibenzo-a.h-antraceno (DA)	PNE_CNSA_CA_64 Incertidumbre: 30,64 % (k=2)

	LC= 0,03 ng/m^3 filtros de 150 mm de diámetro, caudal 30 m^3/h
Benzo-g h i-perileno (BghiP)	PNE_CNSA_CA_64 Incertidumbre. 29,99 % (k=2) LC= 0,03 ng/m^3 filtros de 150 mm de diámetro, caudal 30 m^3/h
Metales pesados:	**Espectrometría de masas con plasma de acoplamiento inductivo (ICP-Masas)**
Plomo (Pb)	PNE_CNSA_CA_62 Incertidumbre. 9,86 % (k=2) LC= 0,10 ng/m^3 filtros de 150 mm de diámetro, caudal 30 m^3/h
Cadmio (Cd)	PNE_CNSA_CA_62 Incertidumbre: 9,30 % (k=2) LC= 0,02 ng/m^3 filtros de 150 mm de diámetro, caudal 30 m^3/h
Arsénico (Ar)	PNE_CNSA_CA_62 Incertidumbre: 9,02 % (k=2) LC =0,10 ng/m^3 filtros de 150 mm de diámetro, caudal 30 m^3/h
Níquel (Ni)	PNE_CNSA_CA_62 Incertidumbre: 10,51% (k=2) LC =0,20 ng/m^3 filtros de 150 mm de diámetro, caudal 30 m^3/h
* Cobre (Cu)	PNE_CNSA_CA_62
* Manganeso (Mn)	PNE_CNSA_CA_62
* **Carbono orgánico** (CO)	**Método termo/óptico de transmitancia** PNE_CNSA_CA_55
* **Carbono elemental** (CE)	**Método termo/óptico de transmitancia** PNE_CNSA_CA_55
* **Carbono total** (CT)	**Método termo/óptico de transmitancia** PNE_CNSA_CA_55

PARTÍCULAS + GASES

* **Dioxinas y furanos:**	**Cromatografía de gases de alta resolución acoplada a espectrometría de masas de alta resolución (HRGC-HRMS)**

Soporte de muestreo de aire ambiente

PARTÍCULAS+ GASES

Dioxinas y furanos: **Cromatografía de gases de alta resolución acoplada a espectrometría de masas de alta resolución (HRGC-HRMS)**
Incertidumbre: 12 % (k=2)
LC = 10 pg EQT

Fecha de recepción de las muestras: del 30.10.2017 al 23.11.2017

RESULTADOS

Los resultados obtenidos en la estación de MONE se muestran en las tablas 1 a 5.

Fecha	PM2,5 (µg/m³)	* CO (µg C/m³)	* CE (µg C/m³)	* CT (µg C/m³)
26/10/17	17	7,64	4,62	12,26
29/10/17	9	3,36	0,97	4,33
02/11/17	21	7,70	2,67	10,37
04/11/17	8	3,74	1,62	5,36
07/11/17	13	4,76	2,60	7,36
11/11/17	11	5,05	2,87	7,92
13/11/17	6	3,39	1,62	5,01
16/11/17	24	7,44	5,00	12,44
19/11/17	12	5,46	2,38	7,84
22/11/17	23	7,47	3,76	11,23

Tabla 1.- Concentraciones en aire ambiente de partículas PM2,5, carbono orgánico (CO), carbono elemental (CE) y carbono total (CT) en la estación de MONE

Fecha	Metales pesados (ng/m³)					
	Plomo	**Cadmio**	**Arsénico**	**Níquel**	*** Cobre**	*** Manganeso**
26/10/17	1,55	0,12	0,45	0,93	17,85	4,86
29/10/17	0,93	0,02	< 0,10	0,24	3,95	1,06
02/11/17	5,06	0,17	1,59	1,39	11,54	2,85
04/11/17	5,79	0,14	1,79	0,30	2,97	1,58
07/11/17	6,84	0,19	2,90	1,01	16,84	5,10
11/11/17	6,38	0,08	2,04	< 0,20	6,45	1,97
13/11/17	0,90	< 0,02	0,34	0,23	3,63	1,00
16/11/17	6,75	0,19	1,56	0,86	12,24	5,02
19/11/17	3,01	0,07	1,17	0,35	5,05	1,34
22/11/17	5,33	0,18	1,24	0,93	7,72	4,89

Tabla 2.- Concentraciones en aire ambiente de metales pesados en la estación de MONE

Fecha	Hidrocarburos aromáticos policíclicos (ng/m³)							
	BaA √	Chr √	Bb+jF √	BkF √	BaP	IP	DahA	BghiP
26/10/17	0,30	0,54	0,74	0,07	0,37	0,38	ND	0,82
29/10/17	0,05	0,15	0,31	< 0,04	0,07	0,18	ND	0,22
02/11/17	0,19	0,41	4,76	2,04	0,52	1,84	0,41	2,34
04/11/17	0,10	0,40	3,00	2,38	0,35	1,02	ND	1,09
07/11/17	0,28	1,06	4,59	2,55	0,50	1,28	ND	1,39
11/11/17	0,25	0,52	1,02	0,41	0,35	0,41	0,06	0,73
13/11/17	0,08	0,17	0,35	0,16	0,11	0,12	ND	0,21
16/11/17	0,59	1,42	7,29	2,84	0,86	2,22	0,27	2,41
19/11/17	0,18	0,58	2,71	1,10	ND	0,76	0,10	0,75
22/11/17	0,44	0,80	1,78	0,66	0,54	0,66	0,06	0,87

Tabla 3.- Concentraciones en aire ambiente de hidrocarburos aromáticos policíclicos en la estación de MONE

Muestra	pg ITEQ [a]
Fase gaseosa	59,54
Fase particulada	166,99

Tabla 4.- Concentraciones en soporte de aire ambiente de dioxinas y furanos en la estación de MONE

Nota: [a] Concentración de tóxicos equivalentes calculada en base a los I-TEF (NATO/CCMS 1988, Report n. 176)

* Muestra	pg/m³
Fase gaseosa + fase particulada	0,021

Tabla 5.- Concentraciones en aire ambiente de dioxinas y furanos en la estación de MONE

Nota: El dato de la muestra fase gaseosa + fase particulada corresponde con una muestra combinada de 15 días y un volumen total de aire de 10 800 m³

Los resultados obtenidos en la estación de VALL se muestran en las tablas 6 a 10.

Fecha	PM2,5 (µg/m³)	* CO (µg C/m³)	* CE (µg C/m³)	* CT (µg C/m³)
26/10/17	13	4,21	5,47	9,68
29/10/17	3	2,00	0,87	2,87
02/11/17	10	3,50	2,44	5,94
04/11/17	4	2,19	1,17	3,36
07/11/17	8	3,19	3,54	6,73
11/11/17	8	3,87	3,27	7,14
13/11/17	5	2,48	1,80	4,28
16/11/17	25	8,37	7,60	15,97
19/11/17	9	4,49	3,73	8,22
22/11/17	19	5,94	4,66	10,60

Tabla 6.- Concentraciones en aire ambiente de partículas PM2,5, carbono orgánico (CO)l, carbono elemental (CE) y carbono total (CT) en la estación de VALL

"Los resultados obtenidos solo afectan a las muestras sometidas a análisis"

"El documento no puede ser reproducido parcialmente sin autorización por escrito del Área de Contaminación Atmosférica"

PROCEDENCIA DE LAS MUESTRAS

Código: MONE. Calle Montesa (Madrid), latitud 40º 25' 42,96''N, longitud 3º 36' 43,83''O

Código: VALL. Ensanche de Vallecas (Madrid), Avda. de la Gavia-Avda. de las Suertes. Código de la estación de calidad del aire: 28079854, latitud 40º 22' 22,00''N, longitud 3º 36' 43,00''O

ABREVIATURAS

ND: No detectado

Majadahonda, 21 de diciembre de 2017

Aprobado:

D.ª Pilar Morillo Gómez
Responsable Técnico

Realizado

Dr. David Galán Madruga
Responsable del Proyecto

Instituto de Salud Carlos III
Centro Nacional de Sanidad Ambiental
Área de Contaminación Atmosférica

D. ANTONIO PRIETO FERNANDEZ

Instituto de Salud Pública. Madrid Salud

Avda. Mediterráneo, 62 1ª planta

28007 Madrid

Majadahonda, 05 de marzo de 2018

Adjunto **INFORME DE ENSAYO: MADRID-SALUD/VALDEMINGOMEZ 01/2018** correspondiente a los análisis de hidrocarburos aromáticos policíclicos (naftaleno, acenaftileno, acenafteno, fluoreno, fenantreno, antraceno, fluoranteno y pireno) de las muestras captadas en la estación MONE y VALL.

Atentamente,

D. ª Mª del Pilar Morillo Gómez

Jefa del Área de Contaminación Atmosférica

pmorillo@isciii.es

Carretera Majadahonda a Pozuelo, km 2,200
Majadahonda 28220 (Madrid)
Telf.: 91 822 3518

Instituto de Salud Carlos III

ÁREA DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA
Centro Nacional de Sanidad Ambiental

Ctra. Majadahonda-Pozuelo km 2 - 28220 Majadahonda (Madrid)
Teléf.: 91 8 22 35 18 / Fax: 91 509 79 27

MINISTERIO DE ECONOMÍA INDUSTRIA Y COMPETITIVIDAD

INFORME DE ENSAYO: MADRID-SALUD/VALDEMINGOMEZ 01/2018

Informe de los análisis de hidrocarburos aromáticos policíclicos (naftaleno, acenaftileno, acenafteno, fluoreno, fenantreno, antraceno, fluoranteno y pireno) de las muestras captadas en la estación MONE y VALL.

Días: Del 26 de octubre al 26 de noviembre
Año: 2017

Fechas de realización de los análisis: del 07.11.2017 al 11.12.2017

DESTINATARIO: **D. Antonio Prieto Fernandez**
Instituto de Salud Pública. Madrid Salud
Avda. Mediterráneo, 62 1ª planta
28007 Madrid

Majadahonda, 5 de marzo de 2018

Identificación de las muestras: - Aire ambiente (partículas)

Captación: Realizada por el ISCIII

Análisis: Realizada por el ISCIII. Los análisis se han realizado conforme al procedimiento de ensayo PNE_CNSA_CA_64 basado en la metodología de análisis expuesta en la Norma 15549:2008. Estos ensayos no están incluidos en el alcance de la acreditación.

MÉTODO DE ANÁLISIS

Aire ambiente

PARTÍCULAS

Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP): **Cromatografía de gases – espectrometría de masas (CG/EM)**

Naftaleno (Naft), acenaftileno (Aci), acenafteno (Ace), fluoreno (Flu), fenantreno (Fen), antraceno (Ant), fluoranteno (Flt) y pireno (Pir).

Fecha de recepción de las muestras: Del 30.10.2017 al 23.11.2017

RESULTADOS

Los resultados de los parámetros analizados se muestran a continuación (tablas 1 y 2):

Fecha	Hidrocarburos aromáticos policíclicos (ng/m³)							
	Naft	Aci	Ace	Flu	Fen	Ant	Flt	Pir
26/10/17	ND	ND	ND	ND	0,51	ND	0,36	0,55
29/10/17	ND	ND	ND	ND	0,23	ND	0,18	0,14
02/11/17	< 0,17	ND	ND	ND	0,30	ND	0,23	0,30
04/11/17	< 0,17	ND	ND	ND	1,09	0,22	0,27	0,26
07/11/17	< 0,17	ND	ND	ND	0,68	ND	0,49	0,50
11/11/17	< 0,17	ND	< 0,18	ND	0,24	0,01	0,23	0,15
13/11/17	< 0,17	ND	ND	ND	0,16	ND	0,12	< 0,07
16/11/17	< 0,17	ND	< 0,18	ND	0,46	0,02	0,71	0,45
19/11/17	< 0,17	ND	< 0,18	ND	0,30	0,01	0,27	0,16
22/11/17	< 0,17	ND	< 0,18	ND	0,35	0,04	0,43	0,28

Tabla 1.- Concentraciones en aire ambiente de hidrocarburos aromáticos policíclicos en la estación de MONE

ANEXO III/C - INFORME DE LA ROSA DE LOS VIENTOS. CENTRO NACIONAL DE SANIDAD AMBIENTAL

26-10-2017
al 26-11-2017

ROSAS DE LOS VIENTOS
ENSANCHE DE VALLECAS

WRPLOT View Freeware 8.0.1

26/10/2017

27/10/2017

28/10/2017

29/10/2017

30/10/2017

31/10/2017

01/11/2017

02/11/2017

WIND SPEED
(m/s)

- >= 11,10
- 8,80 - 11,10
- 5,70 - 8,80
- 3,60 - 5,70
- 2,10 - 3,60
- 0,50 - 2,10

Calms: 16,67%

03/11/2017

WIND SPEED
(m/s)

- >= 11,10
- 8,80 - 11,10
- 5,70 - 8,80
- 3,60 - 5,70
- 2,10 - 3,60
- 0,50 - 2,10

Calms: 16,67%

04/11/2017

05/11/2017

06/11/2017

07/11/2017

08/11/2017

09/11/2017

10/11/2017

WIND SPEED
(m/s)

- >= 11,10
- 8,80 - 11,10
- 5,70 - 8,80
- 3,60 - 5,70
- 2,10 - 3,60
- 0,50 - 2,10

Calms: 62,50%

11/11/2017

WIND SPEED
(m/s)

- >= 11,10
- 8,80 - 11,10
- 5,70 - 8,80
- 3,60 - 5,70
- 2,10 - 3,60
- 0,50 - 2,10

Calms: 54,17%

12/11/2017

WIND SPEED
(m/s)

- >= 11,10
- 8,80 - 11,10
- 5,70 - 8,80
- 3,60 - 5,70
- 2,10 - 3,60
- 0,50 - 2,10

Calms: 25,00%

13/11/2017

WIND SPEED
(m/s)

- >= 11,10
- 8,80 - 11,10
- 5,70 - 8,80
- 3,60 - 5,70
- 2,10 - 3,60
- 0,50 - 2,10

Calms: 37,50%

14/11/2017

WIND SPEED
(m/s)

- >= 11,10
- 8,80 - 11,10
- 5,70 - 8,80
- 3,60 - 5,70
- 2,10 - 3,60
- 0,50 - 2,10

Calms: 45,83%

15/11/2017

WIND SPEED
(m/s)

- >= 11,10
- 8,80 - 11,10
- 5,70 - 8,80
- 3,60 - 5,70
- 2,10 - 3,60
- 0,50 - 2,10

Calms: 70,83%

16/11/2017

17/11/2017

18/11/2017

19/11/2017

20/11/2017

21/11/2017

22/11/2017

23/11/2017

24/11/2017

ANEXO IV - ESTUDIO DE DISPERSIÓN DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS DE LA PLANTA DE VALORIZACIÓN ENERGÉTICA DE RESIDUOS “LAS LOMAS” EN EL PARQUE TECNOLÓGICO DE VALDEMINGÓMEZ

Estudio de dispersión de contaminantes atmosféricos de la planta de valorización energética de residuos "Las Lomas" en el Parque Tecnológico de Valdemingómez

Solicitante:	*Dirección General del Parque Tecnológico de Valdemingómez del Ayuntamiento de Madrid (contrato: 133/2017/00212)*
Autoría:	Grupo de Investigación de Tecnologías Ambientales y Recursos Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid
Referencia:	FFII/ T-2017/3259
Fecha:	30 de agosto de 2017 **Núm. de páginas**: 38 (más anexos)

Diciembre 2017

Consideraciones previas

Este informe lo emite el Grupo de Investigación de Tecnologías Ambientales y Recursos Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid, en nombre de la Fundación para el Fomento de la Innovación Industrial, a solicitud de la Dirección General del Parque Tecnológico de Valdemingómez del Ayuntamiento de Madrid. La información contenida en este informe no debe ser manejada de forma parcial, debiendo hacerse uso de la misma frente a terceras personas presentándolo de forma completa, con objeto de no sacar de contexto las afirmaciones contenidas en el mismo.

ÍNDICE ANEXO IV

1. INTRODUCCIÓN 186
2. METODOLOGÍA 186
2.1. Discusión de la aproximación metodológica 186
2.2. Descripción del modelo 187
3. PLANTA DE VALORIZACIÓN ENERGÉTICA DE RESIDUOS "LAS LOMAS" 189
3.1. Situación y entorno geográfico 189
3.2. Características del foco emisor 192
4. METEOROLOGÍA 195
4.1. Viento 196
4.2. Temperatura 198
4.3. Precipitación 199
4.4. Estabilidad atmosférica 199
4.5. Altura de la capa de mezcla 200
5. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS 201
5.1. Dióxido de nitrógeno 201
5.2. Partículas 203
5.3. Metales pesados 205
5.4. Compuestos orgánicos volátiles 207
5.5. Dioxinas y furanos 208
5.6. Compuestos aromáticos policíclicos 210
6. VALORACIÓN RESULTADOS Y ACTUAL ESTRATEGIA DE VIGILANCIA 211
7. RESUMEN Y CONCLUSIONES 213
8. REFERENCIAS 215

Índice de TABLAS

Tabla 1. *Características del foco puntual correspondiente a la chimenea* 193
Tabla 2. *Parámetros de chimenea considerados en la simulación* 194
Tabla 3. *Tasas de emisión considerados en la simulación* 194

Índice de FIGURAS

Figura 1. *Diagrama esquemático de los flujos de información en el sistema de modelización estacionario* 188

Figura 2. *Localización general del dominio de simulación con aermod (30 km x 30 km)* 190

Figura 3. *Situación de la incineradora las lomas en el domino de simulación con indicación de las áreas urbanas, y los principales usos del suelo* 191

Figura 4. *Modelo digital de elevaciones del dominio de simulación* 192

Figura 5. *Diagrama del sistema de valorización energética y tratamiento de gases de combustión de las lomas* 193

Figura 6. Ubicación de los focos puntuales en la planta las lomas 194

Figura 7. *Rosas de vientos anual para el año 2015 utilizada en este estudio* 197

Figura 8. *Histograma de velocidades del viento correspondiente al año 2015 de la meteorología empleada en este estudio* 197

Figura 9. *Rosa de vientos e histograma de velocidades para el año 2015 de la meteorología empleada, durante el periodo diurno (08-20h) y periodo nocturno (20-08h), de la meteorología empleada* 198

Figura 10. *Temperaturas medias, máximas y mínimas mensuales para el año 2015 de la meteorología empleada en este estudio* 198

Figura 11. *Precipitación mensual para el año 2015 conforme a la meteorología empleada en este estudio*.....199

Figura 12. *Frecuencia de condiciones de estabilidad / inestabilidad atmosférica* 200

Figura 13. *Evolución típica diaria (media anual) en la ubicación analizada. Gráfico elaborado a partir de las salidas del procesador mmif con los datos del modelo meteorológico wrf en el entorno de "las lomas"* 201

Figura 14. *Concentración anual promedio de no2* 202

Figura 15. *Percentil 99,8 de la concentración horaria de no2 (19º valor horario anual más alto)* 203

Figura 16. *Concentración anual promedio de partículas* 204

Figura 17. *Percentil 90,4 de la concentración diaria de pm10 (36º valor diario más alto)* 205

Figura 18. *Concentración anual promedio para el total de los metales* 206

Figura 19. *Concentración anual promedio de cd+tl* 207

Figura 20. *Concentración anual promedio de cov* 208

Figura 21. *Concentración anual promedio de pcdd y pcdf* 209

Figura 22. *Concentración máxima en 24 horas de pcdd y pcdf* 210

Figura 23. Concentración anual media de hap 211

Figura 24. Localización de los puntos de monitorización de los niveles de concentración para la vigilancia de la planta de las lomas.....212

Figura 25. *Ubicación de los puntos de monitorización de los niveles de concentración para la vigilancia de la planta de las lomas (triángulos negros) en relación a la distribución de la contribución de la planta a los valores medios (a) y valores máximos (b)* 213

(Seguir en Pág. 15 / Seguir en ÍNDICE)

1. INTRODUCCIÓN

El Ayuntamiento de Madrid está interesado en evaluar la posible incidencia sobre la salud de las emisiones procedentes del Parque Tecnológico de Valdemingómez y pretende realizar un estudio del impacto de las emisiones de la planta de valorización energética de residuos (Las Lomas) a través de Madrid Salud (proposición nº 2017/8000287 aprobada en Pleno 28/02/2017). La Dirección General del Parque Tecnológico de Valdemingómez, tiene entre sus competencias ejecutar las acciones de control de la contaminación y la corrección de los efectos producidos por los procesos de tratamiento de residuos. En este contexto, se pretende realizar un estudio para estimar la influencia de las emisiones de la planta en términos de concentración en su entorno, teniendo en cuenta las tasas y condiciones de emisión y los factores meteorológicos. Esta información pretende dar soporte al análisis de impacto de la población expuesta así como proporcionar información relevante para revisar la estrategia de monitorización actual de los niveles de calidad del aire en el entorno de Las Lomas. Este estudio se ha adjudicado a la Fundación para el Fomento de la Innovación Industrial (F2I2) a través del contrato 133/2017/00212 que plantea la necesidad de:

- Realizar un estudio de dispersión de los contaminantes atmosféricos emitidos por la planta de valorización energética de Las Lomas, considerando un periodo anual completo, para tres caudales de emisión y concentraciones distintas (valores límite de emisión y concentraciones medidas), teniendo en cuenta los siguientes contaminantes: partículas, COV, HAP, dioxinas y furanos y metales pesados.
- Determinar el aumento de la concentración de contaminantes en el aire ambiente, causado exclusivamente por la emisión de la planta de valorización energética, con objeto de identificar las zonas más expuestas por proximidad a la planta o por la dirección de vientos predominantes.
- En función de los resultados, realizar una propuesta de mejora de la actual red de inmisión de la planta de valorización energética. La citada red mide una vez al mes en tres puntos alternos relativamente próximos a la planta de Las Lomas: en las estaciones depuradoras de aguas residuales Sur-Oriental y Butarque y en el Instituto Universitario de Investigación del Automóvil (INSÍA).

2. METODOLOGÍA

2.1. Discusión de la aproximación metodológica

El problema planteado en el epígrafe anterior requiere la aplicación de un modelo que permita simular diversos escenarios en periodos anuales completos y que tenga una alta resolución, con el objeto de identificar la contribución individual de una instalación industrial. Pese a que todos los sistemas de simulación tienen limitaciones, en estas circunstancias se considera que la mejor solución es la aplicación de un modelo estacionario para fuentes puntuales. Se trata de un enfoque simple pero detallado y conservador, que permita facilitar una posterior evaluación del impacto en términos de calidad del aire, así como la definición de las pautas para su vigilancia. Dicho enfoque se basa en los siguientes aspectos metodológicos básicos:

- aplicación de un modelo estacionario de última generación en un dominio espacial máximo de 30 x 30 km^2

- simulación de los compuestos potencialmente más relevantes para la salud humana (partículas, COVs, HAPs, PCDD/PDCF y metales pesados). Adicionalmente se han incluido los NO_X dada su importancia en el contexto del Plan A y el protocolo de NO_2 del Ayuntamiento de Madrid. A excepción de este último compuesto, las demás sustancias se asumen como no reactivas y por tanto, se aplica una hipótesis de conservación de la masa emitida
- la simulación cubre un periodo anual completo, utilizando datos meteorológicos representativos de la zona. Este aspecto es particularmente importante para garantizar la utilidad del estudio por lo que se ha realizado un minucioso estudio de las posibles fuentes de información al respecto
- condiciones de operación (caudales, temperatura, concentración de los compuestos, patrones temporales, etc.) basados en mediciones reales realizadas en el Parque Tecnológico de Valdemingómez, además de otros escenarios teóricos que puedan servir de referencia basados en los valores límite de emisión aplicables a la instalación
- se asume el caso más desfavorable basado en el funcionamiento continuo

2.2. Descripción del modelo

El modelo de dispersión empleado para el cálculo de niveles de concentración en el aire ambiente es el *AMS/EPA Regulatory Model* (AERMOD), desarrollado por la Sociedad Meteorológica y la Agencia Medioambiental Norteamericanas, la *American Meteorological Society* (AMS) y la *U.S. Environmental Protection Agency* (EPA). La versión utilizada, V.16216r, es la más reciente y data de agosto de 2016.

Se trata de un modelo de dispersión avanzado, actualmente recomendado por la Agencia de Medio Ambiente en Estados Unidos para aplicaciones de evaluación de la calidad del aire asociadas a la presencia de fuentes industriales de todo tipo. Las simulaciones de AERMOD bajo una configuración determinada tienen carácter legal en EEUU, ya que el modelo figura como modelo recomendado en el documento que establece las pautas de utilización para los modelos de calidad del aire de la EPA desde noviembre de 2005. Es decir, AERMOD está incluido en el apéndice A de modelos preferentes "*Summaries of preferred air quality models*" del documento "*Appendix W to Part 51 – Guideline on Air Quality Models*". La inclusión en dicha guía confiere al modelo la posibilidad de utilizarse con fines regulatorios, aceptados de forma general en todo el país. En Europa no existe una guía análoga que establezca las directrices en el uso de modelos de dispersión y, por tanto, en España el uso del modelo carece de éste carácter legal. No obstante, su formulación y la flexibilidad con que ha sido concebido, dotan al modelo de una gran cantidad de posibilidades de configuración que garantizan una formulación adecuada para un amplio rango de condiciones en cualquier entorno geográfico.

AERMOD es un modelo de penacho estacionario, heredero de los modelos de penacho gaussiano ampliamente empleados para estudios locales de dispersión en torno a fuentes discretas. En este modelo se sustituyen las ecuaciones diferenciales que rigen los procesos de difusión y transporte por una serie de ecuaciones paramétricas que aproximan la solución de los distintos sistemas de ecuaciones integrados en determinados periodos de tiempo, típicamente horarios Estas ecuaciones paramétricas se basan en formulaciones empíricas y teorías de similaridad que se ajustan en función de los datos suministrados sobre las condiciones del emisor, el terreno y fundamentalmente las condiciones meteorológicas.

AERMOD está basado en el modelo ISC3 (*Industrial Source Complex* V.3) (USEPA, 1995a, 1995b), pero incorpora el trabajo de los últimos años del Comité AERMIC (*AMS/EPA Regulatory Model Improvement Committee*) formado por la AMS y la EPA con el objeto de introducir los conceptos más actuales relacionados con la capa límite atmosférica y su influencia en el transporte de contaminantes en un modelo de dispersión para fuentes típicamente industriales (Cimorelli et al., 2004).

El sistema de modelización AERMOD, además del modelo de dispersión en sí, denominado igualmente *AERMIC dispersion model* (AERMOD), incluye otros dos preprocesadores. Estos otros dos componentes se denominan *AERMOD meteorological preprocessor* (AERMET) y *AERMOD mapping program* (AERMAP) y tienen la misión de generar la información de entrada que requiere el modelo de dispersión, según se esquematiza en la **Figura 1**.

AERMET utiliza la información meteorológica y las características del terreno suministradas para calcular los parámetros necesarios para representar la capa límite planetaria (altura de la capa de mezcla, velocidad de fricción, etc.) de acuerdo a los requerimientos de AERMOD. Este preprocesador permite incorporar información sobre variables meteorológicas de una gran variedad de orígenes y en distintos niveles de altura, así como la realización de distintas tareas de control de calidad de los datos de entrada y salida.

AERMAP es el encargado de analizar la información relativa a la topografía del terreno, suministrada en formato DEM (*Digital Elevation Mapping*), para calcular las cotas de los receptores, así como las características del terreno de cercanías que puedan influir en la dispersión de contaminantes localmente.

AERMOD surge como un compromiso ante las necesidades de contar con una herramienta de modelización robusta desde el punto de vista científico, flexible y versátil en sus condiciones de adaptación y, aun así, con unos requerimientos computacionales reducidos que permitan su aplicación práctica a casos reales. Para ello, su código incluye los procesos físicos esenciales mínimos que determinan el destino de los contaminantes en la atmósfera.

Figura 1. *Diagrama esquemático de los flujos de información en el sistema de modelización estacionario*

Respecto a ISC3, las principales diferencias radican en la incorporación o mejora de algoritmos de dispersión tanto para condiciones convectivas cómo para atmósferas estables o neutras, estimación de la sobreelevación del penacho considerando su penetración en posibles capas de inversión, cálculo de perfiles verticales de viento, turbulencia y temperatura, consideración de una capa límite específica para ubicaciones urbanas y tratamiento general de cualquier tipo de terreno y posición relativa de los receptores respecto de la fuente emisora. AERMOD puede considerar los procesos de deposición tanto seca como húmeda (Wesely et al., 2002) así como un mecanismo químico simplificado para evaluar las transformaciones de NO_X y ozono troposférico. Tras diversas pruebas y ensayos de configuración, se ha optado por aplicar la parametrización OLM (*Ozone Limiting Method*) (USEPA, 2012). En este método, se simula la dispersión de las especies NO y NO_2 individualmente en cada intervalo temporal (horario). A continuación, el modelo compara la concentración de NO con la concentración de ozono en el aire ambiente (O_3) para determinar qué cantidad de monóxido de nitrógeno es capaz de oxidarse a NO_2 en función de la disponibilidad de ozono, que se suma al dióxido de nitrógeno primario. Pese a la sencillez de la aproximación, este método permite caracterizar con una precisión razonable los niveles de NO_2 si se suministra información exacta y representativa, tanto de la ratio NO_2/NO_X de las emisiones en chimenea, como de la concentración de ozono en el aire ambiente. Esto es muy relevante, ya que este compuesto es el que ofrece mayores dificultades para el cumplimiento de los niveles preceptivos según el RD 102/2011 en la región de Madrid (Borge et al., 2014).

3. PLANTA DE VALORIZACIÓN ENERGÉTICA DE RESIDUOS "LAS LOMAS"

Bajo este epígrafe se exponen sucintamente las principales características del área de estudio relevantes de cara al desarrollo del estudio de simulación de la calidad del aire, incluyendo una breve descripción de la fuente emisora y se concretan los parámetros de chimenea y emisiones consideradas en la simulación.

3.1. Situación y entorno geográfico

La planta de valorización energética de residuos "Las Lomas", se encuentra ubicada en el límite sur del término municipal de Madrid, en el distrito Villa de Vallecas, en la Calle Almería 214, próxima a la autopista de circunvalación M-50 y a la autovía A-3. El dominio de simulación seleccionado tiene unas dimensiones de 30 km x 30 km, (representado en la **Figura 2**) en cuyo centro se localiza la planta objeto del estudio.

Figura 2. *Localización general del dominio de simulación con AERMOD (30 km x 30 km)*

Las áreas pobladas más cercanas a la planta de "Las Lomas" pertenecen al municipio de Madrid, como Puente de Vallecas (224.655 habitantes) a unos 2,5 Km al norte y Villa de Vallecas (110.063 habitantes) a unos 5 Km al noroeste. Por el oeste a 7 Km aproximadamente, se sitúa el núcleo urbano de Villaverde (141.569 habitantes) y por el este, fuera del municipio de Madrid, se encuentra Rivas Vaciamadrid (82.715 habitantes) a unos 5 Km de distancia de la planta objeto de estudio.

Además, en el entorno más cercano y dentro del dominio de simulación, tal y como se muestra en la **Figura 3**, se encuentran otros núcleos urbanos, importantes en términos de habitantes, como son Getafe (176.659 habitantes) situado a 10 Km al oeste, Mejorada del campo (22.900 habitantes) a 11,5 Km al noreste de la planta, Coslada (84.533 habitantes) a aproximadamente 10 Km al norte, San Fernando de Henares (40.095 habitantes) a unos 12 Km, Torrejón de Ardoz (126.981 habitantes) a 17 Km, Arganda del Rey (54.256 habitantes) a aproximadamente 13,5 Km, Leganés (187.173 habitantes) a 13,5 Km, Parla (12.4661 habitantes) a 17 Km, Pinto (49.522 habitantes) a unos 13,3 Km y Valdemoro (72.988 habitantes) a unos 16 Km de distancia aproximadamente.

- **Figura 3.** *Situación de la incineradora Las Lomas en el domino de simulación con indicación de las áreas urbanas, y los principales usos del suelo*

Geográficamente, el dominio estudiado se localiza en la parte más oriental de la cuenca hidrográfica del Tajo, concretamente en la confluencia de dos de sus ríos más importantes, el Río Manzanares, cuyo valle se extiende con una orientación noroeste-sureste por el oeste del dominio y el Río Jarama en dirección norte-sur en la parte este del dominio.

Según se observa en la **Figura 4**, la planta de "Las Lomas" se localiza en la margen izquierda del Río Manzanares, coincidiendo con el tramo más bajo del río y próximo a su desembocadura en el Río Jarama, y la cota de explanación se encuentra a 610 m aproximadamente sobre el nivel del mar. La elevación del terreno en el dominio de estudio en general desciende de norte a sur y de oeste a este, localizándose la parte más baja (unos 450 m) en la zona sur, cerca de la confluencia de los ríos Jarama y Manzanares.

Las características topográficas condicionan los campos de viento en la zona y son esenciales para determinar la dinámica de la dispersión de gases en el entorno de las fuentes de contaminantes atmosféricos. Dentro del sistema AERMOD, esta información se suministra, como se ha indicado anteriormente, al preprocesador AERMAP.

Para ello se ha construido el modelo digital de elevaciones en el dominio de 30 km x 30 km alrededor de la ubicación de la planta "Las Lomas" con una resolución de 200 metros (**Figura 4**). Este modelo digital del terreno se ha generado a partir de los datos proporcionados por el Ayuntamiento de Madrid con tecnología LiDAR y tamaño de pixel original de 10 cm.

Figura 4. *Modelo digital de elevaciones del dominio de simulación*

De este modelo digital de elevaciones se extraen los datos de elevación del terreno utilizados por el modelo de dispersión. Para cada receptor (punto en el que se quiere calcular la concentración) deben darse los parámetros necesarios para tener en cuenta el efecto del terreno en la dispersión de contaminantes y, por tanto, los niveles de concentración resultantes. El preprocesador AERMAP permite el uso de mallas receptoras rectangulares o polares, además de la inclusión de receptores discretos en puntos de especial interés. Para este estudio, se ha utilizado una red rectangular de receptores con 200 metros de resolución y un total de 22.801 puntos cubriendo todo el dominio para lograr una visión detallada de los gradientes espaciales de concentración de contaminantes en el área de influencia de la instalación. Para cada uno de estos puntos se calcula la concentración media horaria de cada contaminante en función de las condiciones meteorológicas concurrentes en cada uno de estos intervalos, de modo que la simulación anual para un contaminante dado implica el cálculo de la concentración 199.736.760 veces. Teniendo en cuenta que este estudio incluye seis contaminantes distintos, diversas métricas, escenarios meteorológicos y escenarios de emisión, se han generado del orden de 6.000 millones de datos de concentración en total.

3.2. Características del foco emisor

La valorización energética de los residuos es un proceso destinado a aprovechar la energía contenida en los residuos sólidos urbanos para generar electricidad, mediante un proceso controlado de incineración. La planta de valorización energética "Las Lomas" tiene una potencia instalada de 29 MW, capaz de incinerar diariamente unas 900 toneladas de residuos según su Poder Calorífico Inferior. Dispone de tres líneas de combustión, donde comienza el proceso de

incineración de los residuos a elevadas temperaturas, con una cámara de postcombustión de gases para cada uno de los hornos (donde permanecen los gases a 850 °C durante al menos 2 segundos, en presencia de oxígeno). Tras su salida de la cámara de postcombustión, los gases pasan a la caldera de recuperación donde se genera vapor conducido al turbo-generador que produce electricidad, utilizada para el consumo interno del Parque Tecnológico de Valdemingómez, así como para su transporte a la red eléctrica. Según se anticipaba en el epígrafe 2.1. del presente informe, a efectos de la modelización de las emisiones y dispersión de las mismas, se ha considerado la operación continua a lo largo del año de las tres líneas simultáneamente. Esta opción metodológica pretende dar una acotación superior del impacto teórico que podría tener la planta en la calidad del aire de carácter conservador.

La instalación incluye un completo sistema de post-tratamiento de los gases de combustión según se muestra en la **Figura 5**, que comienza con un ciclón para la retención del material particulado más grueso y un sistema de absorción en el que, mediante una lechada de cal, se produce la neutralización de los gases. Seguidamente se realizan dos inyecciones de carbón activo para reducir la presencia residual de dioxinas, furanos y metales pesados, y a continuación un filtro de mangas retiene las partículas más finas. Finalmente, los gases se someten a un proceso de reducción química de los óxidos de nitrógeno, mediante un Sistema de Reducción Catalítica (SCR). Además, el sistema también contempla la adición de reactivos para neutralizar los gases ácidos como el SO_2.

Figura 5. *Diagrama del sistema de valorización energética y tratamiento de gases de combustión de Las Lomas*

Los gases de combustión resultantes de las tres líneas de combustión se emiten a la atmósfera a través de tres chimeneas con un diámetro de aproximadamente 1,8 m y una altura de 60 m sobre el nivel del suelo. La posición exacta de las mismas (representadas en la **Figura 6**) se indica en la **Tabla 1**.

Tabla 1. *Características del foco puntual correspondiente a la chimenea*

Foco	Coordenadas (UTM) huso 30		Cota base	D (m)	H (m)
	X (m)	Y (m)	Z (m)		
Chimenea 1	448969,582	4465144,768	610	1,8	60
Chimenea 2	448969,565	4465147,847	610	1,8	60
Chimenea 3	448969,573	4465150,821	610	1,8	60

Dónde: **D** – diámetro interior de la chimenea en la boca // **H** – altura de chimenea (sobre el nivel del suelo)

- **Figura 6**. Ubicación de los focos puntuales en la planta Las Lomas

Las tasas de emisión empleadas en la simulación se han obtenido a partir de la información suministrada sobre las concentraciones de diferentes sustancias, medidas periódicamente en los focos de la planta de Las Lomas. En los numerosos casos en los que la medida estaba por debajo del límite de detección de las técnicas analíticas correspondientes, se ha asumido dicho umbral, lo que constituye otra hipótesis de trabajo conservadora. En la **Tabla 2** se muestran los principales parámetros de chimenea considerados para calcular las emisiones en cada uno de los focos anteriores. Las tasas de emisión resultantes de aplicar las concentraciones medidas en la planta a las condiciones de operación previstas se muestran en la **Tabla 3**.

Tabla 2. *Parámetros de chimenea considerados en la simulación*

Foco	Q (m^3/h)	T (°C)	V (m/s)	H (%)	[O_2] (%)
Chimenea 1	200137	200,32	21,92	13,72	11,43
Chimenea 2	232853	195,88	25,42	12,72	10,86
Chimenea 3	202164	202,82	22,07	13,45	11,38

Dónde: **Q** – caudal de gases total de salida por la chimenea
T – temperatura de salida los gases de combustión
V – velocidad vertical de salida de los gases de combustión
[O_2] – concentración de oxígeno en los gases de combustión

Tabla 3. *Tasas de emisión considerados en la simulación*

	Foco	Emisión (g/s)						
		NOx	PM[I]	∑metales[II]	Cd+Tl[II]	COV	PCDD + PCDF	HAP[II]
Valores medios	Chimenea 1	2,006	7,721E-03	1,260E-03	9,068E-05	3,237E-02	1,519E-10	3,865E-04
	Chimenea 2	2,621	1,009E-02	1,646E-03	1,185E-04	4,229E-02	1,985E-10	1,772E-04
	Chimenea 3	2,040	7,853E-03	1,282E-03	9,223E-05	3,292E-02	1,545E-10	3,979E-04
Valores	Chimenea 1	3,101	1,083E-01	-	-	-	2,153E-09	-

	Foco	Emisión (g/s)						
		NOx	PM[I]	∑metales [II]	Cd+Tl [II]	COV	PCDD + PCDF	HAP [II]
máximos	Chimenea 2	4,052	1,415E-01	-	-	-	2,813E-09	-
	Chimenea 3	3,154	1,102E-01	-	-	-	2,190E-09	-

I - *Considerando las características habituales de las instalaciones de combustión (incluyendo las de valorización de residuos) se ha asumido que el 100% de la masa se corresponde con las partículas finas ($PM_{2,5}$ según la legislación sobre calidad del aire). Adicionalmente se ha asumido que el diámetro medio de las partículas emitidas es de 0,4 µm, que corresponde típicamente con el tamaño para el que los filtros de mangas presentan una menor eficiencia. Debe indicarse que, de nuevo, esta es una hipótesis conservadora, ya que las partículas más finas son las que menos están afectadas por los fenómenos de depósito y, por tanto, pueden dar mayores concentraciones en el aire ambiente a igualdad del resto de condiciones.*

II – *Tratados como partículas, asumiendo la misma distribución diamétrica que las se aplica a las PM, según las características habituales de las plantas de combustión*

Además de las emisiones recogidas en la **Tabla 3** se han considerado otros dos escenarios bajo distintas condiciones de operación. Dada la relevancia de este input, previamente se ha realizado un análisis de los datos históricos de medición en el periodo 2012-2017, analizándose la variabilidad de las concentraciones en chimenea en el tiempo, dispersión de medidas y su relación con los valores límite de emisión. Los datos en la **Tabla 3** se han utilizado para simular promedios anuales. No obstante, para la estimación del impacto de la planta en periodos cortos (horarios o diarios), se han utilizado los valores máximos observados, lo que redunda en el carácter conservador de la propuesta. Adicionalmente y a modo de referencia, se han calculado también las emisiones en base a los valores límite de imisión impuestos para cada compuesto, con objeto de obtener una acotación superior de carácter totalmente teórico. Estos tres escenarios han sido simulados a modo de análisis de sensibilida.

4. METEOROLOGÍA

Los datos meteorológicos suponen una entrada fundamental en la simulación de la calidad del aire en general y en la aplicación de modelos estacionarios, como el utilizado en este estudio, en particular. En un modelo de este tipo, cada periodo horario simulado debe ser caracterizado por un único conjunto de datos (viento, temperatura, radiación, etc.), que debe ser lo más representativo posible del conjunto del dominio espacial simulado. Por tanto, es muy importante contar con datos específicos de la zona de estudio que permitan caracterizar las condiciones meteorológicas con la mayor precisión posible. Idealmente, ha de contarse con datos medidos en la localización de la propia planta. Además, es fundamental que la serie de datos utilizados sea consistente y tenga una longitud mínima de un año para poder cubrir todos los fenómenos estacionales, así como cualquier condición meteorológica concreta que pueda dar lugar a máximos de concentración de contaminantes.

Una parte fundamental del estudio consistió en la recopilación y análisis de datos meteorológicos que pudieran ser representativos de la zona. A raíz de este análisis y los correspondientes tests de sensibilidad, la meteorología se ha obtenido de una simulación de mesoescala con un modelo meteorológico trimdimensional en combinación con observaciones en las estaciones de superficie para garantizar la consistencia física del conjunto de datos y la absoluta representatividad de las mismas.

Así pues, la información ha sido extraída fundamentalmente del modelo meteorológico de mesoescala WRF (*Weather Research and Forecasting*), versión 3.8 del *Advance Research WRF (ARW)*. Este modelo ha sido sometido a un exhaustivo análisis de sensibilidad por parte del grupo

de Investigación de Tecnologías Ambientales y Recursos Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid. Los datos utilizados en este estudio proceden de una simulación anual sobre la Comunidad de Madrid para el año 2015 con una resolución espacial máxima de 1 km^2. La aplicación de WRF se basa en reanálisis meteorológicos globales y observaciones meteorológicas, tanto en altura como en superficie, de la red de la Organización Meteorológica Mundial. La complejidad asociada a esta simulación, requerimientos de tiempo de cálculo y recursos necesarios excede con mucho el ámbito de este contrato. No obstante se han podido utilizar los datos en esta simulación gracias al Área de Calidad Atmosférica de la Dirección General de Medio Ambiente de la Comunidad de Madrid.

Este tipo de modelo proporciona una gran cantidad de variables que pueden ser utilizadas por otros sistemas, como por ejemplo un modelo estacionario de calidad del aire como AERMOD. En este sentido, la Agencia Medioambiental Norteamericana (EPA) ha desarrollado un preprocesador meteorológico, denominado MMIF (*Mesoescale Model Interface Program*), que convierte las salidas de los modelos meteorológicos a los parámetros y formatos requeridos para la entrada directa en los modelos de dispersión. Este aspecto supone una gran ventaja en general, y concretamente en este estudio, permitiendo generar los ficheros meteorológicos de entrada de AERMOD, sin realizar el preprocesado de los datos meteorológicos con AERMET y evitando ningún tipo de error en la interpolación o adaptación de las variables. La versión actual de MMIF (3.3) procesa los campos geofísicos y meteorológicos del modelo *Weather Research and Forecasting* (WRF), recalculando ciertos parámetros como la altura de la capa límite planetaria (PBL), o determinando otros parámetros no incluidos en las salidas de WRF. Así pues, para el desarrollo de este estudio los datos meteorológicos han sido tomados de la serie horaria de condiciones meteorológicas durante todo 2015 (con resolución horaria) correspondientes a la ubicación de la planta.

Según la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET, 2016) este año puede considerarse cálido en cuanto a temperaturas, normal en radiación solar y seco en cuanto a la humedad en Madrid. Independientemente de la representatividad de este año en el contexto climatológico del siglo pasado, la consideración de un año completo introduce en el estudio una enorme variabilidad de circulaciones de viento, temperaturas y otras variables relevantes para la dispersión de contaminantes que permite capturar las condiciones más adversas que pudieran dar lugar a niveles de concentración elevados.

A continuación, se describen brevemente las variables meteorológicas más relevantes para facilitar la interpretación de los resultados de la simulación de la dispersión de contaminantes.

4.1. Viento

El viento es uno de los factores meteorológicos más determinantes en la simulación de la dispersión de contaminantes con modelos estacionarios, ya que determina el transporte de contaminantes por advección, que constituye el principal fenómeno de transporte. En la Figura 7 se muestra la rosa de los vientos con las frecuencias de las distintas direcciones del viento correspondientes a la meteorología utilizada en este estudio.

Puede observarse que en esta ubicación los vientos presentan un patrón de circulación atmosférica con predominancia según el eje noreste – suroeste. Los vientos que soplan del noreste son los más frecuentes según la simulación (43,5% de las horas) seguidos por los precedentes del suroeste (21,1% de las horas). La componente noreste registra valores medios

de velocidad ligeramente superiores, entre 0 y 8 m/s, mientras que en la componente suroeste son más moderados con valores medios de velocidad entre 0 y 6 m/s.

Figura 7. *Rosas de vientos anual para el año 2015 utilizada en este estudio*

En la Figura 8 se muestra el histograma de velocidades del viento donde se puede comprobar que durante el 23,2% de las horas del año la velocidad del viento es muy reducida, menor de 1 m/s. Además, la meteorología utilizada presenta una frecuencia de calmas mínima (ausencia de viento) de un 0,96% de los registros totales, con una velocidad media anual de 2 m/s y un máximo absoluto de 16,1 m/s.

Figura 8. *Histograma de velocidades del viento correspondiente al año 2015 de la meteorología empleada en este estudio*

Como se muestra en la **Figura 9**, existen diferencias en la circulación de vientos a lo largo a lo largo del día. Durante el día, existen dos componentes principales, una noreste (32,2% de las horas) y otra oeste - suroeste (con una frecuencia del 39,6%), y la velocidad media del viento es 2,43 m/s, con un 1% de periodos de calma. En cuanto al periodo nocturno, hay un dominio acusado de los vientos del noreste (54,7% de las horas), con una velocidad del viento inferior, siendo la media para el total del periodo de 1,6 m/s y la frecuencia de calmas similar al periodo diurno (0,89%).

- **Figura 9.** *Rosa de vientos e histograma de velocidades para el año 2015 de la meteorología empleada, durante el periodo diurno (08-20h) y periodo nocturno (20-08h), de la meteorología empleada*

4.2. Temperatura

La temperatura media anual según los datos predichos por el modelo es de 15,3 °C, con un máximo de 39,1 °C y un mínimo de -3,3 °C. La distribución de temperaturas medias, máximas y mínimas mensuales se ilustra en la Figura 10. En relación a esta variable, por si misma, no es uno de los factores más determinantes en cuanto a su influencia en las condiciones de dispersión de los contaminantes.

- **Figura 10.** *Temperaturas medias, máximas y mínimas mensuales para el año 2015 de la meteorología empleada en este estudio*

4.3. Precipitación

La precipitación tiene un efecto directo en las tasas de depósito húmedo de contaminantes, especialmente las partículas. En el año 2015, utilizado para realizar las simulaciones en este estudio, la precipitación anual que se ha registrado asciende a 153,9 mm (76 días con lluvia). La distribución mensual a lo largo del periodo de estudio se corresponde con la representada en la Figura 11, con máximos de precipitación en primavera.

Figura 11. *Precipitación mensual para el año 2015 conforme a la meteorología empleada en este estudio*

4.4. Estabilidad atmosférica

La estabilidad atmosférica es un factor importante a la hora de determinar las condiciones de dispersión de contaminantes. De hecho, AERMOD considera dos formulaciones distintas en sus algoritmos de dispersión en función de que la atmósfera sea estable o inestable (Cimorelli et al., 2004).

AERMOD asume la distribución gaussiana clásica tanto en horizontal como en vertical bajo condiciones de estabilidad (SBL). No obstante, en condiciones inestables (CBL), la distribución vertical de contaminantes dentro del penacho se asume de tipo no-gaussiana, lo que refleja de forma más realista la naturaleza de los perfiles verticales de velocidad vertical dentro de la capa de mezcla convectiva. El estado de estabilidad o inestabilidad se determina a través de la longitud de Monin-Obukhov (L). Las condiciones convectivas se asocian a valores de L<0 (flujo de energía neto desde la tierra a la atmósfera). Además de las características del penacho, la estimación de la sobreelevación inicial de los gases también depende de la estabilidad atmosférica. En condiciones inestables o convectivas se aplican los algoritmos clásicos de Briggs (1984), mientras que, bajo condiciones estables, se aplican formulaciones alternativas específicas (Weil, 1988 y Perry et al., 1992). A igualdad de condiciones de otras variables, las condiciones de inestabilidad se asocian a mayor turbulencia atmosférica y mayor difusión de contaminantes, lo que facilita la dispersión de los mismos, especialmente en las direcciones perpendiculares a la del viento.

Las condiciones de estabilidad o inestabilidad atmosférica en AERMOD vienen determinadas por el signo del flujo de calor entre la superficie terrestre y la atmósfera. Cuando la tierra eleva su temperatura debido a la radiación solar, calienta el aire en la zona más superficial lo que

genera movimientos convectivos de carácter térmico. Al contrario, durante las horas nocturnas, la tierra se enfría más rápidamente que el aire y el flujo de calor es negativo lo que da lugar a situaciones no convectivas o estables.

En la **Figura 12** se ilustra la frecuencia relativa para las distintas direcciones del viento de las condiciones de estabilidad e inestabilidad. En términos relativos, en esta ubicación, el 65,2% de las horas del año corresponden con situaciones de estabilidad.

Figura 12. *Frecuencia de condiciones de estabilidad / inestabilidad atmosférica*

4.5. Altura de la capa de mezcla

Un aspecto estrechamente relacionado con la turbulencia atmosférica es el desarrollo de la capa de mezcla, que es la capa inferior de la atmósfera directamente influenciada por la superficie terrestre y en la que se pueden mezclar los contaminantes con mayor facilidad. En general, durante las horas centrales del día, existe un flujo de calor desde la tierra a la atmósfera que genera movimientos convectivos verticales y, por lo tanto, turbulencia de tipo térmico que se traduce, en general, en una mayor altura de la capa de mezcla. No obstante, independientemente de la caracterización de la atmósfera como estable o inestable, siempre existe cierta turbulencia de carácter mecánico debido a la fricción de las masas de aire con los obstáculos de la superficie. De manera general, la magnitud de dicha turbulencia dependerá de la resistencia que oponga la superficie, lo que se caracteriza a través de su rugosidad, y la intensidad del viento. Esto hace que la altura de la capa de mezcla sea máxima durante las horas centrales del día. En la **Figura 13** se muestran la curva media diaria para este parámetro en este caso concreto.

- **Figura 13.** *Evolución típica diaria (media anual) en la ubicación analizada. Gráfico elaborado a partir de las salidas del procesador MMIF con los datos del modelo meteorológico WRF en el entorno de "Las Lomas"*

5. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

En este punto se analizan los resultados de las simulaciones realizadas teniendo en cuenta la metodología y los datos de entrada de las fuentes, del terreno y meteorológicos expuestos en los epígrafes anteriores. Todos los resultados mostrados se corresponden con la contribución de la planta bajo las condiciones descritas, es decir no incorporan ningún tipo de valor de fondo ya que este aspecto no es relevante para el objeto del estudio. En general los niveles de concentración son muy pequeños. Es por ello, que en algunos casos se dan varios decimales o se muestran las concentraciones en unidades que exceden la precisión de cualquier sistema de simulación y que están muy por debajo de la incertidumbre asociada incluso a los métodos de medición. Se recomienda, por tanto, que se interpreten los resultados con prudencia y se preste especial atención a la distribución de los contaminantes y valoración cualitativa, que es lo más relevante para los objetivos del estudio.

5.1. Dióxido de nitrógeno

En los resultados ilustrados en la **Figura 14** se observa la clara influencia de la meteorología y la topografía en los niveles de concentración medios a lo largo del año. El RD 102/2011 establece que la concentración media anual de NO_2, no debe superar los 40 µg/m³. Conforme a la simulación, los valores de concentración obtenidos para este índice son mucho más bajos, según se ilustra en la **Figura 14.** El máximo valor de concentración media anual es inferior a 1 µg/m³, con una media en todo el dominio de 0,04 µg/m³. Por tanto, la contribución a posibles superaciones del valor límite anual previsto para la protección de la salud humana es mínimo.

Figura 14. *Concentración anual promedio de NO_2*

Adicionalmente, el R.D. 102/2011 determina que los promedios horarios no podrán superar los 200 µg/m³ en más de 18 ocasiones por año civil (percentil 99,8 de la serie horaria). Así pues, para determinar la contribución a este parámetro es preciso representar el 19º valor horario más elevado. Mientras que el valor límite anual tiene por objeto preservar a la población de efectos negativos de carácter crónico, el valor límite horario busca evitar efectos negativos de carácter agudo en la población.

En la **Figura 15** se muestran los resultados para el percentil 99,8 de la concentración horaria de NO_2. El patrón espacial de las concentraciones horarias es muy similar al obtenido para la media anual, con un desplazamiento notable de las concentraciones hacia el suroeste, coincidiendo con el campo de vientos de la meteorología utilizada en la simulación con AERMOD para este estudio. Además, de nuevo las concentraciones obtenidas son muy inferiores al valor límite. Incluso en el punto más desfavorable, en el que se da una concentración de 22,7 µg/m³, la concentración de NO_2 es aproximadamente nueve veces más baja que el límite establecido con carácter legal. Por tanto, tampoco se espera una afección a la salud debida a elevadas concentraciones horarias de NO_2 derivadas de las emisiones de la Las Lomas.

Figura 15. *Percentil 99,8 de la concentración horaria de NO_2 (19º valor horario anual más alto)*

5.2. Partículas

Para la simulación de la dispersión de las partículas emitidas por la planta de "Las Lomas" se han tenido en cuenta las emisiones en chimenea, así como la distribución diamétrica indicada en epígrafe 3.2 de este informe. Según se comentaba en dicho capítulo, considerando las características habituales de las instalaciones de combustión, se ha asumido que el 100% de la masa se corresponde con las partículas finas ($PM_{2,5}$ según la legislación sobre calidad del aire). Así pues, los resultados de $PM_{2,5}$ (masa de partículas con diámetro menor o igual que 2,5 micras) son idénticos a los de PM_{10} (masa de partículas con diámetro menor o igual que 10 micras). En consecuencia, en este apartado se habla de partículas en general ya que bajo esta hipótesis de distribución diamétrica de las partículas se puede hacer referencia a $PM_{2,5}$ y PM_{10} indistintamente. En cada caso, no obstante, se evalúan y valoran los resultados conforme a los parámetros relevantes legalmente para cada una de estas fracciones.

Los patrones espaciales de distribución de los máximos de concentración de partículas son similares a los obtenidos para otros contaminantes, aunque su dispersión es generalmente menor. La concentración media anual de partículas se muestra en la **Figura 16**. Se observa que los niveles máximos obtenidos en la simulación son de 0,005 µg/m³, con una media en todo el dominio de 0,0002 µg/m³. Considerando que los valores límite anual para preservar la salud humana según la legislación vigente son de 40 µg/m³ para PM_{10} y de 25 µg/m³ para $PM_{2,5}$ (valor objetivo en este caso), estos valores son prácticamente despreciables. Por tanto, puede concluirse que la contribución de la instalación a la contaminación atmosférica por partículas es

irrelevante y, por tanto, la posible contribución de la planta objeto de estudio a la superación de los niveles preceptivos según la legislación vigente en materia de calidad del aire.

Figura 16. *Concentración anual promedio de partículas*

Además, el RD 102/2011 establece el valor límite diario de PM_{10} para la protección de la salud humana en 40 µg/m³, que no debe superarse en más de 35 ocasiones por año. Es por eso que en este punto se analizan los resultados del percentil diario 90,4, es decir, el 36º valor más alto de concentración diaria a lo largo del año.

La **Figura 17** muestra el resultado correspondiente al citado parámetro, en ella se observa que los valores máximos no llegan a 0,2 µg/m³. También se observa que las concentraciones máximas se localizan muy cerca de la planta y en dirección suroeste, como se ha comentado para el NO_2. Igual que sucedía con la media anual, puede concluirse que el impacto de la planta en relación con este parámetro es irrelevante.

Figura 17. *Percentil 90,4 de la concentración diaria de PM_{10} (36º valor diario más alto)*

5.3. Metales pesados

Los metales regulados en términos de calidad del aire son el plomo (Pb), con un valor límite de 0,5 µg/m³ (500 ng/m³) como media anual y el arsénico (As), cadmio (Cd) y níquel (Ni). Estos últimos tres contaminantes carecen de valor límite, pero se establecen valores objetivo de 6,5 y 20 ng/m³ como media anual respectivamente. Para identificar cualquier efecto potencialmente negativo sobre el entorno en relación con los metales pesados se han asumido las tasas de emisión detalladas en el epígrafe 3.2, realizando una simulación asumiendo una tasa global de emisión para la suma de todos los metales, y una segunda simulación para la suma de emisiones de cadmio (Cd) y Talio (Tl).

Dada la escasa volatilidad de los metales pesados en cuestión, se ha asumido que forman parte del material particulado, por lo que la distribución de las concentraciones resultantes es análoga a la mostrada en el apartado anterior. Sin embargo, es importante notar que la escala es totalmente distinta, ya que los niveles de concentración se muestran en ng/m³ y pg/m³ (en lugar de en µg/m³). De nuevo conviene resaltar que el modelo es incapaz de proporcionar tanta precisión y la interpretación debe ser, fundamentalmente, cualitativa.

En la **Figura 18** se muestran los resultados de las concentraciones de la media anual para la suma de todos los metales. Los resultados de la simulación arrojan concentraciones máximas de inferiores a 1 ng/m³, inferiores al valor límite de Pb según el R.D. 102/2011, e incluso para el valor objetivo de cadmio, que sería el más limitante de todos los metales regulados en términos de calidad del aire.

Figura 18. *Concentración anual promedio para el total de los metales*

Por otro lado, el cadmio está limitado junto al Talio en el R.D. 815/2013, de modo que las concentraciones proporcionadas en relación con las medidas periódicas, también permiten calcular la emisión total de la suma de ambos metales. Los resultados obtenidos para la concentración media anual de la suma de Cadmio y Talio se muestran en la **Figura 19**. La concentración máxima obtenida en todo el dominio es de 61,2 pg/m^3, mientras que el valor objetivo para el Cadmio está establecido en 5 ng/m^3, por lo que las concentraciones resultantes de la simulación de la calidad del aire a partir de las emisiones de ambos metales, son totalmente irrelevantes.

Figura 19. *Concentración anual promedio de Cd+Tl*

5.4. Compuestos orgánicos volátiles

Bajo este epígrafe se analizan los resultados de dispersión de las emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COV). Los compuestos orgánicos volátiles son todos aquellos compuestos orgánicos que a 20 °C tengan una presión de vapor de 0,01 kPa o más, o una volatilidad equivalente en las condiciones particulares de uso. Su número supera el millar, y entre ellos se encuentra el benceno, único regulado individualmente, que según las determinaciones del R.D. 102/2011 debe presentar una concentración media anual inferior a 5 µg/m³ para garantizar la protección de la salud humana.

Según los resultados de la simulación (**Figura 20**), se alcanzarían concentraciones máximas absolutas de 0,02 µg/m³ de COV, que es un valor mucho menor que el límite legal fijado para el benceno. Por tanto, se puede descartar cualquier efecto en salud por la exposición a las emisiones de benceno, así como de otros compuestos orgánicos volátiles.

Figura 20. *Concentración anual promedio de COV*

5.5. Dioxinas y furanos

Las policloro-dibenzo dioxinas y policloro-dibenzo furanos (PCDD y PCDF) constituyen un conjunto de más de 200 especies químicas que incluye compuestos de elevada toxicidad con efectos negativos reproductivos, inmunotoxicológicos y carcinogénicos. Se trata de un conjunto de compuestos orgánicos aromáticos clorados semivolátiles que pueden emitirse en cualquier proceso de combustión en los que el combustible o materias incineradas contengan trazas de cloro. La exposición excesiva a las dioxinas y furanos puede causar efectos significativos sobre la salud humana, afectando a órganos importantes como el corazón, sistema inmune, hígado, piel y la glándula de tiroides, llegando incluso a provocar cáncer reproductivo (WHO, 2005).

Una vez liberados a la atmósfera, las dioxinas y furanos pueden encontrarse en forma gaseosa o de partícula. Este reparto entre fases depende de complejos equilibrios termodinámicos en la atmósfera (Lorber et al., 2000; Meng et al., 2007; Li et al., 2014), pero en general, cuanto más pequeña es la molécula (las especies más tóxicas) mayor cantidad de masa se encontrará en fase gaseosa. La exposición a PCDD y PCDF en el aire no es en principio demasiado relevante. De hecho, la organización mundial de la salud no ha recomendado ningún valor guía o recomendación ya que la inhalación de dioxinas y furanos constituye en general, menos de un 5% de la ingesta que se produce fundamentalmente por los alimentos. El problema fundamental es que estas sustancias terminan depositándose sobre el suelo y la vegetación (*Lohmann and Jones*, 1998). Una vez adsorbidos en el suelo u otras superficies, se degradan muy lentamente, y persisten durante muchos años en el ambiente, llegando a acumularse en los organismos y entrar en la cadena alimenticia.

Estudios de exposición de humanos a 2,3,7,8-TCDD en el aire (orientados a riesgos laborales) han encontrado asociaciones de esta sustancia con el cáncer de pulmón, sarcomas y linfomas (ATSDR, 1998) aunque no existen datos suficientes para que la USEPA haya generado referencias similares a las utilizadas para comparar los resultados de las otras sustancias no reguladas a nivel de calidad del aire. Dada la escasa incidencia de estas especies en el aire, también son muy escasas las referencias legales a nivel internacional. En Japón el estándar de calidad del aire para dioxinas y furanos es de 0,6 pg/m³ (600 fg/m³) como media anual, mientras que en Ontario se establece que no deben superarse los 5 pg/m³ como media en 24 horas.

Los resultados de la concentración anual media resultante de PCDD/PCDF se muestran en la **Figura 21** (en pg/m³). Puede observarse que el área de influencia es muy reducida y que los patrones de concentración son muy similares a los observados para el resto de compuestos. La concentración media anual de estos compuestos presenta un valor máximo en el dominio estudiado de 0,1 fg/m³ (0,0001 pg/m³). Con todas las salvedades indicadas en cuanto a la incertidumbre de estas estimaciones, se puede asegurar que la concentración estaría muy por debajo de la referencia japonesa indicada.

Figura 21. *Concentración anual promedio de PCDD y PCDF*

Por otro lado, en relación con el promedio diario de PCDD/PCDF, los resultados se muestran en la **Figura 22**. La contribución para este índice es también prácticamente nula, presentando en el punto más desfavorable una concentración inferior a10 fg/m³. Por tanto, el valor de máximo diario estaría muy por debajo de los límites establecidos en Ontario en todos los casos.

Figura 22. *Concentración máxima en 24 horas de PCDD y PCDF*

5.6. Compuestos aromáticos policíclicos

Los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) son un gran conjunto de compuestos que surgen como productos secundarios durante los procesos de combustión incompleta. Entre estos compuestos, el R.D. 102/2011 limita la concentración de benzo-α-pireno (B(a)P), cuyo valor límite para la media anual está establecido en 1 ng/m^3.

Del mismo modo que con los metales, se ha asumido que forman parte del material particulado, por lo que la distribución de las concentraciones resultantes es análoga a la mostrada para las partículas. Las mediciones en chimenea indican que aproximadamente el 75% de los HAP emitidos se corresponden con el naftaleno. Aun así, los resultados simulados para este indicador **(Figura 23**) asumiendo que todas las emisiones de HAP se correspondiesen con el B(a)P apuntan a unas concentraciones mínimas. Como puede observarse en el gráfico, aún la concentración máxima, que tiene un valor de 0,2 ng/m^3 representaría un porcentaje muy reducido con respecto a la referencia legal para el B(a)P. Por tanto, a pesar de los efectos perjudiciales para la salud de este tipo de compuestos, el impacto de la planta en los niveles de HAP se puede considerar inexistente.

Figura 23. Concen*tración anual media de HAP*

6. VALORACIÓN RESULTADOS Y ACTUAL ESTRATEGIA DE VIGILANCIA

Según se ha comentado en el epígrafe anterior, la contribución de la planta es muy limitada. Dentro de las limitaciones de los métodos empleados y teniendo en cuenta el carácter conservador del diseño del estudio, así como las referencias legales relevantes, el impacto de la planta en la calidad del aire es mínimo. No obstante, para ayudar a matizar esta circunstancia, que deberá ser valorada en cualquier caso en el contexto más amplio del estudio de Madrid Salud, se han analizado las concentraciones en las principales zonas pobladas y la los gradientes observados en relación a los puntos donde se mide la calidad del aire con objeto de intentar valorar la afección de la planta en su entorno. Analizando las concentraciones en las zonas pobladas, se observa que los núcleos donde la panta tiene mayor incidencia son Puente de Vallecas y Villa de Vallecas dentro del municipio de Madrid y las localidades de Pinto y Rivas Vaciamadrid fuera del mismo. En cualquiera de los casos, los niveles obtenidos son prácticamente insignificantes respecto a los valores legislados, excepto en lo que respecta a los picos horarios (evaluados a través del percentil 99,8 anual) de NO_2, que podrían llegar a suponer hasta un 7% del valor límite legal. Según las simulaciones realizadas, esta valoración no se modificaría sustancialmente ni en el hipotético caso de que las tres líneas de la incineradora de residuos operasen de forma simultánea y continua conforme al máximo permisible de acuerdo a los valores límite de emisión.

En cuanto a la monitorización del impacto de la instalación de valorización de residuos analizada en términos de calidad del aire, actualmente se mide en periodos mensuales alternos en tres ubicaciones cercanas, según se indica en la **Figura 24** (estaciones depuradoras de aguas

residuales Sur-Oriental y Butarque y en el Instituto Universitario de Investigación del Automóvil, INSÍA).

- **Figura 24**. Localización de los puntos de monitorización de los niveles de concentración para la vigilancia de la planta de Las Lomas

Los niveles predichos por el modelo en estas tres estaciones son asimismo muy reducidos. Pese a que la variabilidad entre compuestos y métricos es importante, los niveles medidos en estas ubicaciones son similares entre ellas (ligeramente más altos en la EDAR Sur Oriental) y del orden de magnitud de los valores medios para el conjunto del dominio. Sin embargo, son muy inferiores a los valores máximos absolutos, del orden del 10%.

En la **Figura 25** se muestran estas localizaciones en el contexto de dos simulaciones para valores medios (tomando como ejemplo la media anual para metales) y valores máximos (tomando como ejemplo los valores máximos en 24 h para dioxinas y furanos). Se observa que el punto ubicado en la EDAR Sur Oriental es más representativo para los valores medios mientras que las mediciones en INSÍA son más representativas para los valores máximos.

- **Figura 25.** *Ubicación de los puntos de monitorización de los niveles de concentración para la vigilancia de la planta de Las Lomas (triángulos negros) en relación a la distribución de la contribución de la planta a los valores medios (a) y valores máximos (b)*

Este análisis indica que los puntos de muestreo actuales no se encuentran en los puntos más desfavorables desde el punto de vista de los patrones de dispersión, pero dada la extremadamente pequeña magnitud de los niveles de inmisión en el conjunto de las áreas pobladas, pueden ser representativos. En teste sentido, otros puntos de la red de vigilancia de la calidad del aire de la Comunidad de Madrid y el Ayuntamiento como las estaciones de Rivas o Ensanche de Vallecas, respectivamente, también pueden ser útiles para hacer seguimiento a los niveles de concentración generados en el proceso de valorización energética de residuos en la planta de Las Lomas. Otra posible modificación podría consistir en desplazar el punto de control actualmente situado en la EDAR de Butarque a la EDAR Sur, ubicada al suroeste de la instalación.

7. RESUMEN Y CONCLUSIONES

En el presente informe se sintetizan los métodos y resultados de un ejercicio de modelización de la calidad del aire en relación al funcionamiento de la planta de valorización energética de las "Las Lomas" del Parque Tecnológico de Valdemingómez. El estudio tiene un carácter muy conservador y se centra en los compuestos más relevantes desde el punto de vista de su posible afección a la salud humana.

En general, los resultados muestran que gradientes espaciales de concentración están muy condicionados por los patrones de vientos. Las simulaciones realizadas muestran una distribución de las concentraciones dominante hacia el sudoeste, debido principalmente a la distribución de los vientos durante las horas nocturnas, sin afectar en particular a ningún núcleo urbano.

Independientemente de la distribución espacial y temporal de los niveles de concentración máximos y medios, los valores obtenidos para las sustancias analizadas son insignificantes en relación a los valores regulados u otros estándares de referencia, incluso considerando los

valores máximos admisibles de emisión y una hipótesis de funcionamiento continuo a máxima carga. De este modo, la contribución en el deterioro de la calidad del aire de la planta sería prácticamente nulo, pudiendo producirse contribuciones apreciables únicamente para el NO_2 puntualmente.

Pese a que los órdenes de magnitud obtenidos apuntan a un impacto mínimo sobre la población, los resultados de este estudio pueden servir de ayuda para la evaluación de los efectos en salud en el contexto más amplio de un estudio de impacto por parte de Madrid Salud.

En cualquier caso, se considera fundamental continuar con el control de las emisiones en las chimeneas de la planta ya que es un aspecto esencial para asegurar el buen funcionamiento de la instalación. En este caso, además, se puede concluir que la adecuación de las emisiones a la normativa vigente es garantía de una afección no significativa de la planta en su entorno.

Fdo:

D. Rafael Borge García

Profesor Titular de Universidad

Departamento de Ingeniería Química Industrial y del Medio Ambiente

Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid

Responsable del equipo investigador concertado con la F2I2

8. REFERENCIAS

1. Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), 2016. Resumen anual climatológico 2015. Disponible *on-line* en: http://www.aemet.es/documentos/es/serviciosclimaticos/vigilancia_clima/resumenes_climat/anuales/res_anual_clim_2015.pdf
2. *Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), 1998. Toxicological Profile for Chlorinated Dibenzo-p-Dioxins. Public Health Service, U.S. Department of Health and Human Services, Atlanta, GA.*
3. Borge, R., Lumbreras, J., Pérez, J., de la Paz, D., Vedrenne, M., de Andrés, J.M., Rodríguez, M.E., 2014. *Emission inventories and modeling requirements for the development of air quality plans. Application to Madrid (Spain). Science of the Total Environment 466-467, 809-819.*
4. *Briggs, G.A. 1984. Plume rise and buoyancy effects. In Atmospheric Science and Power Production, D. Randerson, Ed., DOE/TIC-27601, U.S. Dept. of Energy, pp. 327-366.*
5. *Cimorelli, A. J., S. G. Perry, A. Venkatram, J. C. Weil, R. J. Paine, R. B. Wilson, R. F. Lee, W.D. Peters, R. W. Brode, and J. O. Paumier, 2004: AERMOD: Description of Model Formulation. EPA 454/R-03-004. U. S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, North Carolina 27711.*
6. *Li, L., Wang, Q., Qiu, X., Dong, Y., Jia, A., Hu, J., 2014. Field determination and QSPR prediction of equilibrium-status soil/vegetation partition coefficient of PCDD/Fs. Journal of Hazardous Materials 276, 278-286.*
7. *Lohmann, R., Jones, K.C., 1998. Dioxins and furans in air and deposition: A review of levels, behaviour and processes. The Science of the Total Environment 219, 53-81.*
8. *Lorber, M., Eschenroeder, A., Robinson, R., 2000. Testing the USA EPA's ISCST-Version 3 model on dioxins: a comparison of predicted and observed air and soil concentrations. Atmospheric Environment 34, 3995-4010.*
9. *Meng, F., Zhang, B., Bbor, P., Wen, D., Yang, F., Shi, C., Aroson, J., Sloan, J., 2007. Models for gas/particle partitioning, transformation and air/water surface exahange of PCBs and PCDD/Fs in CMAQ. Atmospheric Environment 41, 9111-9127.*
10. *Perry, S.G., 1992. CTDMPLUS: a dispersion model for sources in complex topography. Part I: Technical formulations. Journal of Applied Meteorology 31, 633-645.*
11. *U.S. Environmental Protection Agency (USEPA), 1995a: User's Guide for the Industrial Source Complex (ISC3) Dispersion Models, Volume I - User Instructions. EPA-454/B-95-003a. U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, North Carolina 27711.*
12. *U.S. Environmental Protection Agency (USEPA), 1995b: User's Guide for the Industrial Source Complex (ISC3) Dispersion Models, Volume II - Description of Model Algorithms. EPA-454/B-95-003b. U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, North Carolina 27711.*
13. *U.S. Environmental Protection Agency (USEPA), 2012: Adddemdum user's guide for the AMS/EPA regulatory model - AERMOD. EPA-454/B-95-003b. U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, North Carolina 27711.*
14. *Weil, J.C. 1988. Dispersion in the convective boundary layer. In Lectures on Air Pollution Modeling, A. Venkatram and J.C. Wyngaard, Eds. American Meteorological Society. Boston, pp. 167-227.*

15. *Wesely, M.L., Doskey, P.V., Shannon, J.D., 2002. Deposition Parameterizations for the Industrial Source Complex (ISC3) Model. Environmental Research Division, Argonne National Laboratory. ANL/ER/TR-01/00 (and Revised Draft March 2004).*

16. *World Health Organization (WHO), 2005. Air Quality Guidelines - Second Edition. Chapter 5.11 PCDD and PCDF. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark, 2005.*

ANEXO V - INFORME SOBRE LAS CAMPAÑAS DE MEDICIÓN DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS EN EL PARQUE TECNOLÓGICO DE VALDEMINGÓMEZ Y EN EL ENSANCHE DE VALLECAS

INFORME SOBRE LAS CAMPAÑAS DE MEDICIÓN DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS EN EL PARQUE TECNOLÓGICO DE VALDEMINGÓMEZ Y EN EL ENSANCHE DE VALLECAS

AUTORÍA:	**Ángeles Cristóbal López,** Subdirección General de Sostenibilidad **Mª Encarnación de Vega Pastor,** Servicio de Calidad del Aire
Área de Gobierno de Medio Ambiente y Movilidad	
Madrid, julio de 2018	

ÍNDICE ANEXO V

1. INTRODUCCIÓN **221**
2. UBICACIÓN DE LOS PUNTOS **222**
3. VALORES LEGISLADOS **225**
4. CONDICIONES METEOROLÓGICAS **226**
5. RESULTADOS **226**
5.1 RESULTADOS PARA LA UNIDAD MÓVIL 1 ..... **226**
5.1.1. DIÓXIDO DE NITRÓGENO (NO_2) 227
5.1.2. MONÓXIDO DE CARBONO (CO) 227
5.1.3. PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN (PM_{10}) 228
5.1.4. PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN ($PM_{2.5}$) 228
5.1.5. DIÓXIDO DE AZUFRE (SO_2) 228
5.1.6. OZONO (O_3) 229
5.1.7. BENCENO (BEN) 229
5.2. RESULTADOS PARA LA UNIDAD MÓVIL 2 ..... **229**
5.2.1. DIÓXIDO DE NITRÓGENO (NO_2) 230
5.2.2. MONÓXIDO DE CARBONO (CO) 230
5.2.3. PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN (PM_{10}) 231
5.2.4. OZONO (O_3) 231
5.2.5. BENCENO 232
5.3. RESULTADOS PARA EL *AIRPOINTER* **232**
5.3.1. DIÓXIDO DE NITRÓGENO (NO_2) 232
5.3.2. OZONO (O_3) 233
5.4. CAMPAÑA DE CAPTADORES PASIVOS **233**
5.4.1. Amoniaco (NH_3) 235
5.4.2. Dióxido de nitrógeno (NO_2) 237
6. CONCLUSIONES **242**

(Seguir en Pág. 15 / **Seguir en ÍNDICE**)

1. INTRODUCCIÓN

El presente estudio muestra los resultados de medición de las unidades móviles de calidad del aire en el marco de una campaña destinada a conocer los valores de contaminantes en el entorno del parque tecnológico de Valdemingómez.

Se han instalado dos unidades móviles y un equipo compacto "*Airpointer*". Además se ha realizado una campaña con sistemas de captación pasiva en la que se han analizado dióxido de nitrógeno y amoníaco en 25 puntos del área de estudio.

En la siguiente tabla se indican las fechas de cada periodo de estudio así como los contaminantes medidos en cada na de ellas:

CAMPAÑA	PERIODOS DE MEDIDA		CONTAMINANTES
	Fecha Inicio	Fecha Fin	
Unidad móvil 1	20 Octubre	19 Noviembre	Óxidos de nitrógeno (NO**x**), monóxido de carbono (CO) , partículas en suspensión (PM_{10} y $PM_{2.5}$) dióxido de azufre (SO_2), benceno (C_6H_6), ozono (O_3)
Unidad móvil 2	30 Octubre	27 Noviembre	Nox, CO, PM_{10}, C_6H_6 y O_3
Airpointer	31 Octubre	22 Noviembre	NO_2 y O_3
Captadores pasivos	2 Noviembre	15 Noviembre	NO_2 y amoníaco (NH_3)

2. UBICACIÓN DE LOS PUNTOS

Punto 1.- Unidad móvil 1

Ubicación	C/ Arte Hiperrealista – C/ Eduardo Chillida
Altura de captación respecto al suelo	NO_2, SO_2, CO, O_3, BEN: 4 m Partículas PM_{10}, $PM_{2.5}$: 4 m.
Distancia a edificio más cercano	100 m.
Coordenadas	40°21'27.85"N 3°35'15.79"O
Altitud UNIDAD MÓVIL (s.n.m.)	617 m.
Acometida Eléctrica	Facilitada por compañía eléctrica

Punto 2.- Unidad móvil 2

Ubicación	Centro de visitantes de Valdemingómez
Altura de captación respecto al suelo	NO_2, CO, O_3, BEN: 4 m Partículas PM_{10}: 4 m.
Distancia a edificio más cercano	10 m.
Coordenadas	40°20'20.6"N 3°34'45.75"O
Altitud UNIDAD MÓVIL (s.n.m.)	619 m.
Acometida Eléctrica	Facilitada por el servicio de mantenimiento del centro de visitantes de Valdemingómez

Punto 3.- Airpointer

Ubicación	Planta de tratamiento de las Lomas
Altura de captación respecto al suelo	NO_2 y O_3: 3 m
Distancia a edificio más cercano	10 m.
Coordenadas	3° 35’ 22” O 40° 20’ 4,8” N
Altitud (s.n.m.)	678 m.
Acometida Eléctrica	Facilitada por el personal de mantenimiento de la planta

3. VALORES LEGISLADOS

SO_2

VALOR LÍMITE HORARIO	VALOR LÍMITE DIARIO	UMBRAL DE ALERTA
Para la protección de la salud humana	Para la protección de la salud humana	
350 µg/m^3 que no podrá superarse en más de 24 ocasiones por año	125 µg/m^3 que no podrá superarse en más de 3 ocasiones por año	500 µg/m^3 durante tres horas consecutivas en un área > 100 km^2

NO_2

VALOR LÍMITE HORARIO	VALOR LÍMITE ANUAL	UMBRAL DE ALERTA
Para la protección de la salud humana	Para la protección de la salud humana	
200 µg/m^3 Que no podrán superarse en más de 18 ocasiones al año	40 µg/m^3	400 µg/m^3 3 horas consecutivas en un área > 100 km^2

CO

VALOR LÍMITE OCTOHORARIO para la protección de la salud humana:	10 mg/m^{3}media octohoraria máxima en un día

BENCENO

VALOR LÍMITE ANUAL para la protección de la salud humana:	5 µg/m^3

PM_{10}

VALOR LIMITE DIARIO	VALOR LIMITE ANUAL
para la protección de la salud humana:	para la protección de la salud humana:
50 µg/m^3 (Que no podrán superarse en más de 35 ocasiones al año)	40 µg/m^3

$PM_{2.5}$

VALOR LÍMITE ANUAL:	25 µg/m^3

O_3

UMBRAL DE INFORMACIÓN	UMBRAL DE ALERTA	VALOR OBJETIVO AÑO 2010-2012
		para la protección de la salud humana:
180 µg/m^3 (Como valor medio de 1 hora)	240 µg/m^3 (Como valor medio de 1 hora)	120 µg/m^3 (media octohoraria máxima en un día). Que no podrá superarse más de 25 días por año de promedio en un periodo de 3 años (2010-2012)

4. CONDICIONES METEOROLÓGICAS

La temperatura media del periodo ha sido de 12.3 °C mientras que las medias de máximas y mínimas han sido de 18.9 y 6.9 °C respectivamente. El periodo por lo tanto ha sido muy cálido y sólo cuando estaba finalizando comenzaban a normalizarse un tanto las temperaturas.

La precipitación media acumulada por la red ha sido de 4 mm. Un dato irrisorio para la época del año estudiada y que lo caracteriza como de extremadamente seco.

Se han identificado dos periodos de estabilidad en todo el conjunto estudiado. Éstos han sido entre el 23 y el 27 de octubre y entre el 14 y el 24 de noviembre. Durante estos dos periodos llegó incluso a activarse el protocolo por alta contaminación por dióxido de nitrógeno entre los días 23 y 29 de octubre y entre los días 15 y 25 de noviembre.

5. RESULTADOS

5.1 RESULTADOS PARA LA UNIDAD MÓVIL 1

A continuación se incluyen los datos obtenidos por la Unidad Móvil 1, efectuando comparativas con la media de las estaciones de fondo, tráfico y suburbanas en el caso del ozono. Seguidamente se incluyen las gráficas de evolución por contaminante.

Tabla resumen periodo estudio 20 de octubre a 19 de noviembre 2017:

PARÁMETRO	VALOR MEDIO U. MÓVIL 1	VALOR MEDIO	VALOR MÁXIMO
NO_2 (µg/m³)	41	55 / 63	70 / 81
SO_2 (µg/m³)	2	7 / 7	12 / 11
CO (mg/m³)	0.3	0.4 / 0.5	0.5 / 0.6
PM_{10} (µg/m³) (*)	23	18 / 15	19 / 19
$PM_{2.5}$ (µg/m³) (**)	10	14 / 10	14 / 11

PARÁMETRO	VALOR MEDIO U. MÓVIL 1	VALOR MEDIO	VALOR MÁXIMO
O_3 (µg/m³)	38	26 / 23 / 32	36 / 27 / 35
BEN (µg/m³) (***)	0,4	0.9 / 1.5	0.9 / 1.6

(*) Los valores de PM_{10} corresponden al periodo del 20 octubre al 6 de noviembre.
(**) Los valores de $PM_{2.5}$ corresponden al periodo del 8 al 19 de noviembre.
(***) Los valores de benceno corresponden al periodo del 9 al 19 de noviembre.
El resto de los contaminantes abarcan todo el periodo de duración de la campaña, del 20 de octubre al 19 de noviembre.

Donde:	
	Estaciones de Fondo
	Estaciones de Tráfico
	Estaciones suburbanas

5.1.1. DIÓXIDO DE NITRÓGENO (NO_2)

CONCENTRACIÓN DE DIÓXIDO DE NITRÓGENO

5.1.2. MONÓXIDO DE CARBONO (CO)

CONCENTRACIÓN DE MONÓXIDO DE CARBONO

5.1.3. PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN (PM_{10})

CONCENTRACIÓN DE PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN (PM_{10})

Valor límite anual: 40 µg/m³

5.1.4. PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN ($PM_{2.5}$)

CONCENTRACIÓN DE PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN ($PM_{2.5}$)

Valor límite anual: 25 µg/m³

5.1.5. DIÓXIDO DE AZUFRE (SO_2)

CONCENTRACIÓN DE DIÓXIDO DE AZUFRE

5.1.6. OZONO (O_3)

CONCENTRACIÓN DE OZONO

5.1.7. BENCENO (BEN)

CONCENTRACIÓN DE BENCENO

Se observa que los niveles obtenidos, tanto por la unidad móvil como por la media de las estaciones de fondo y tráfico, están lejos del valor límite exigido.

5.2. RESULTADOS PARA LA UNIDAD MÓVIL 2

A continuación se incluyen los datos obtenidos por la Unidad Móvil 2, efectuando comparativas con la media de las estaciones de fondo, de tráfico y suburbanas en el caso del ozono. A continuación se incluyen las gráficas de evolución por contaminante.

Tabla resumen periodo estudio 30 de octubre a 27 de noviembre 2017:

PARÁMETRO	VALOR MEDIO U. MÓVIL 2	VALOR MEDIO	VALOR MÁXIMO
NO_2 (µg/m³)	46	63 / 70	81 / 87
CO (mg/m³)	0.3	0.5 / 0.6	0.5 / 0.7

PARÁMETRO	VALOR MEDIO U. MÓVIL 2	VALOR MEDIO	VALOR MÁXIMO
PM_{10} (µg/m³)	35	22 / 18	28 / 26
O_3 (µg/m³)	25	22 / 19 / 28	30 / 21 / 29
BEN (µg/m³)	2,2	0,9 / 1,3	0,9 / 1,4

Donde:	
	Estaciones de Fondo
	Estaciones de Tráfico
	Estaciones suburbanas

5.2.1. DIÓXIDO DE NITRÓGENO (NO_2)

CONCENTRACIÓN DE DIÓXIDO DE NITRÓGENO

5.2.2. MONÓXIDO DE CARBONO (CO)

CONCENTRACIÓN DE MONÓXIDO DE CARBONO

Se observa que los datos obtenidos en la ubicación de la unidad móvil 2, así como para la media de las estaciones de tráfico y de fondo, los niveles obtenidos están lejos del valor límite.

5.2.3. PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN (PM_{10})

CONCENTRACIÓN DE PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN (PM_{10})

Valor límite anual: 40 µg/m³

5.2.4. OZONO (O_3)

Se observa que los valores obtenidos están alejados del umbral de información tanto en la ubicación de la unidad móvil como en el resto de las estaciones, como corresponde a la época del año en la que se ha realizado el estudio, en la que las horas de insolación y la radiación recibida van disminuyendo.

No se han registrado superaciones.

5.2.5. BENCENO

CONCENTRACIÓN DE BENCENO

5.3. RESULTADOS PARA EL *AIRPOINTER*

Se han realizado comparativas entre la estación móvil y la media de las estaciones de tráfico y fondo. Seguidamente se incluyen las gráficas de evolución por contaminante.

Tabla resumen periodo estudio 31 de octubre a 22 de noviembre 2017:

PARÁMETRO	VALOR MEDIO AIRPOINTER	VALOR MEDIO	VALOR MÁXIMO
NO_2 (µg/m³)	44	62 / 69	81 / 86
O_3 (µg/m³)	27	23 / 20 / 29	31 / 22 / 32

	Estaciones de Fondo
	Estaciones de Tráfico
	Estaciones suburbanas

5.3.1. DIÓXIDO DE NITRÓGENO (NO_2)

CONCENTRACIÓN DE DIÓXIDO DE NITRÓGENO

5.3.2. OZONO (O_3)

CONCENTRACIÓN DE OZONO

No se han registrado superaciones del valor objetivo ni de los umbrales de alerta e información a lo largo del periodo de estudio en ninguna de las estaciones.

5.4. CAMPAÑA DE CAPTADORES PASIVOS

En paralelo a las campañas de medición con las unidades móviles en las dependencias del parque tecnológico de Valdemingómez y en el Ensanche de Vallecas, se efectuaron campañas con captadores pasivos, para dióxido de nitrógeno (NO_2) y para amoniaco (NH_3).

Los días de captación con dichos medios fueron desde el día 2 (fecha de instalación) hasta el 15 de noviembre de 2017 (fecha de retirada de los pasivos).

El objetivo de las campañas consistió en determinar la distribución de ambos contaminantes en la zona de Villa de Vallecas incluyendo el parque tecnológico de Valdemingómez y las zonas del Ensanche de Vallecas y Santa Eugenia

Para cubrir el objetivo de las campañas se instalaron:

- 25 captadores pasivos “Radiello” para NO_2
- 25 captadores pasivos “Radiello” para NH_3

Los captadores utilizados para la campaña son similares, excepto por el cartucho captador, cuya matriz difiere para NH_3 y NO_2.

Dispone de un soporte triangular de plástico, donde va colocada la carcasa protectora cilíndrica dentro de la cual se coloca previamente el cartucho captador. Dicho cartucho varía según el tipo de contaminante.

El tiempo de exposición, ha sido de 13 días después de su colocación. Transcurrido ese intervalo, se procedió a la recogida de éstos y su posterior traslado al laboratorio (IPROMA) para su correspondiente análisis.

En la siguiente imagen se observa un mapa general de todos los puntos de ubicación:

5.4.1. Amoniaco (NH_3)

En la siguiente tabla se observan los resultados obtenidos de NH_3 en la zona del Valdemingómez (color gris) y en el resto de la zona de estudio (color blanco).

Nº	Id NH_3	Dirección	Latitud	Longitud	C NH_3(µg/m^3)
1	B818N	Farola Airpointer	40°20'7.97"N	3°35'47.25"W	**5.19**
2	B820N	Zona acceso planta incineración Las Lomas	40°20'9.52"N	3°35'56.28"W	**5.42**
3	B821N	Compostaje Las Dehesas	40°19'51.34"N	3°35'20.63"W	**17.34**
4	B817N	UMI 2	40°20'16.43"N	3°34'58.06"W	**1.70**
5	B819N	Planta tratamiento Biogás, Valdemingómez 2000	40°20'19.07"N	3°34'49.66"W	**4.10**
6	B828N	Avda. Cerro Milano S/N, farola 153	40.362271N	3.605821W	**0.95**
7	B827N	Avenida Cerro Milano S/N, Farola 119	40.358177N	3.600373W	**0.77**
8	B825N	Avenida Cerro Milano S/N, Farola 67	40°21'19.31"N	3°35'17.85"W	**1.34**
9	B824N	Avenida Cerro Milano S/N, Farola 23	40°21'44.28"N	3°34'59.55"W	**1.19**
10	B823N	c/ Alto del Retiro esquina con c/ Fernando Chueca Goitia, Farola 10	40.367095N	3.588706W	**0.94**
11	A410W	Calle Alto del Retiro esquina con Calle Cañada del Santísimo	40.370085N	3.594639W	**0.75**
12	A412W	Calle Alto del Retiro	40°22'12.75"N	3°35'59.51"W	**1.45**
13	B826N	Calle Antonio Gades esquina con Calle Cardenal Vicente Enrique y Tarancón, Farola 16	40°21'57.91"N	3°35'33.49"W	**1.68**
14	A411W	Avenida Ensanche de Vallecas esquina Calle Adolfo Marsillach, Farola 56	40.363282N	3.597860W	**1.58**
15	B822N	UMI 1	40°21'33.09"N	3°35'26.84"W	**1.97**
16	A417W	c/ Poza de la Sal	40°22'44.84"N	3°36'10.17"W	**1.98**
17	A416W	Avda. Santa Eugenia	40°23'10.48"N	3°36'27.21"W	**1.80**
18	A414W	Avda. Santa Eugenia nº 47, farola 17	40°22'55.43"N	3°36'37.45"W	**0.87**
19	A548K	c/Puerto del Bruch, farola 39	40°22'54.09"N	3°37'1.87"W	**1.33**
20	A547K	c/Puerto de las Pilas, nº 1, farola 1	40.379179N	3.627564W	**5.29**
21	A545K	c/ Puerto de Porzuna S/N	40.373117N	3.624498W	**2.20**
22	B830N	c/Talamanca del Jarama esquina c/Alameda del Valle, farola 18	40.366028N	3.620687W	**0.35**
23	A412W	c/Entrepeñas nº62, farola 31	40°22'10.22"N	3°36'26.70"W	**1.75**
24	A413W	Avda. Ensanche de Vallecas S/N, farola 333	40°22'40.56"N	3°36'51.54"W	**1.90**
25	B831N	c/Real de Arganda esquina c/Federico García Lorca, farola 3	40.379780N	3.621374W	**Sin muestra**

En las siguientes imágenes se observa la distribución de los resultados obtenidos para el amoniaco expresados en µg/m³:

Detalle ubicación pasivos y resultados en parque tecnológico de Valdemingómez

Detalle ubicación pasivos y resultados en Ensanche de Vallecas:

Detalle ubicación pasivos y resultados en Ensanche-Santa Eugenia:

En los datos obtenidos de los puntos de NH_3 asociados a la zona de Valdemingómez, se observa que en los pasivos instalados en las plantas de tratamiento, tanto en Las Lomas, planta de Biogás como en el punto cercano a la zona de compostaje de Las Dehesas, se miden valores un poco más elevados destacando el valor de Las Dehesas próximo a la planta de compostaje.

5.4.2. Dióxido de nitrógeno (NO_2)

En la siguiente tabla se observan los resultados obtenidos de NO_2 en la zona de Valdemingómez (parte color gris) y en la zona de estudio (parte color blanco).

Nº	Id NO_2	Dirección	Latitud	Longitud	NO_2(µg/m^3)
1	C070F	Farola Airpointer	40°20'7.97"N	3°35'47.25"W	**26**
2	C073F	Zona acceso planta incineración Las Lomas	40°20'9.52"N	3°35'56.28"W	**15**
3	C071F	Compostaje Las Dehesas	40°19'51.34"N	3°35'20.63"W	**34**
4	C069F	UMI 2	40°20'16.43"N	3°34'58.06"W	**22**
5	C068F	Planta tratamiento Biogás, Valdemingómez 2000	40°20'19.07"N	3°34'49.66"W	**26**
6	C125L	Avda. Cerro Milano S/N, farola 153	40.362271N	3.605821W	**27**
7	C124L	Avenida Cerro Milano S/N, Farola 119	40.358177N	3.600373W	**23**
8	C072F	Avenida Cerro Milano S/N, Farola 67	40°21'19.31"N	3°35'17.85"W	**21**
9	C075F	Avenida Cerro Milano S/N, Farola 23	40°21'44.28"N	3°34'59.55"W	**25**

Nº	Id NO_2	Dirección	Latitud	Longitud	NO_2(µg/m^3)
10	C911E	c/ Alto del Retiro esquina con c/ Fernando Chueca Goitia, Farola 10	40.367095N	3.588706W	**22**
11	C010F	Calle Alto del Retiro esquina con Calle Cañada del Santísimo	40.370085N	3.594639W	**30**
12	C992E	Calle Alto del Retiro	40°22'12.75"N	3°35'59.51"W	**36**
13	C994E	Calle Antonio Gades esquina con Calle Cardenal Vicente Enrique y Tarancón, Farola 16	40°21'57.91"N	3°35'33.49"W	**23**
14	C011F	Avenida Ensanche de Vallecas esquina Calle Adolfo Marsillach, Farola 56	40.363282N	3.597860W	**29**
15	C074F	UMI 1	40°21'33.09"N	3°35'26.84"W	**Sin muestra**
16	C138L	c/ Poza de la Sal	40°22'44.84"N	3°36'10.17"W	**17**
17	C137L	Avda. Santa Eugenia	40°23'10.48"N	3°36'27.21"W	**17**
18	C136L	Avda. Santa Eugenia nº 47, farola 17	40°22'55.43"N	3°36'37.45"W	**16**
19	C131L	c/Puerto del Bruch, farola 39	40°22'54.09"N	3°37'1.87"W	**16**
20	C130L	c/Puerto de las Pilas, nº 1, farola 1	40.379179N	3.627564W	**15**
21	C127L	c/ Puerto de Porzuna S/N	40.373117N	3.624498W	**14**
22	C126L	c/Talamanca del Jarama esquina c/Alameda del Valle, farola 18	40.366028N	3.620687W	**15**
23	C133L	c/Entrepeñas nº62, farola 31	40°22'10.22"N	3°36'26.70"W	**33**
24	C134L	Avda. Ensanche de Vallecas S/N, farola 333	40°22'40.56"N	3°36'51.54"W	**27**
25	C128L	c/Real de Arganda esquina c/Federico García Lorca, farola 3	40.379780N	3.621374W	**33**

En las siguientes imágenes se observan los resultados obtenidos:

Detalle ubicación pasivos y resultados en parque tecnológico de Valdemingómez:

Detalle ubicación pasivos y resultados en Ensanche de Vallecas:

Detalle ubicación pasivos y resultados en Ensanche-Santa Eugenia:

6. CONCLUSIONES

Dióxido de azufre (SO_2) y monóxido de carbono (CO): los niveles obtenidos en las campañas han sido inferiores a la media de las estaciones de fondo y tráfico de la red de vigilancia. Los valores de las estaciones fijas están muy por debajo de los valores límite exigidos.

Partículas en suspensión

Los valores registrados de **PM_{10}** en las campañas han sido ligeramente superiores a la media de las estaciones de fondo y tráfico pero inferiores al valor límite anual.

En el período de estudio se han registrado superaciones del valor límite diario de partículas en suspensión PM_{10} fijado en 50 µg/m^3 en las siguientes estaciones:

Fecha	Moratalaz	Vallecas	Urbanización Embajada	Movil_2
13/11/2017				**85**
16/11/2017		**51**		**61**
17/11/2017				**57**
21/11/2017		**51**		
23/11/2017	**54**	**53**	**52**	**65**
24/11/2017		**52**		

Cabe destacar el valor medio alcanzado de 85 µg/m^3 en la ubicación de la unidad móvil 2 debido a movimientos de tierra en el entorno según información del personal técnico del parque tecnológico de Valdemingómez.

Los niveles de concentración de **$PM_{2.5}$** han sido similares a los valores medios de las estaciones de la red e inferiores al valor límite anual.

Dióxido de nitrógeno (NO_2): Hay que señalar que en el período de estudio han tenido lugar dos episodios de contaminación por dióxido de nitrógeno. Del día 23 al 29 de octubre y del día 15 hasta el día 25 de noviembre. En las estaciones de la red de vigilancia se registraron elevadas concentraciones de NO_2 y un gran número de superaciones del valor límite horario fijado en 200 µg/m^3, que dieron lugar a la activación del Protocolo de medidas a adoptar durante episodios de alta contaminación.

A continuación se muestran los valores obtenidos tanto en las estaciones de la red fija como en las unidades móviles y *airpointer* a lo largo de los periodos correspondientes a cada campaña. En ninguna de las campañas se ha superado el valor límite horario y en cuanto al valor medio los resultados de la unidad móvil 1 muestran una concentración de 41 µg/m^3, 46 µg/m^3 la unidad móvil 2 y 44 µg/m^3 en el caso del *airpointer*, valores muy por debajo de otras estaciones de la red en esos períodos y similares a los medidos en la estación de Casa de Campo.

Unidad Móvil 1. Valores medios de NO_2 (20 de octubre a 19 de noviembre de 2017)

Valor límite anual: 40 µg/m³

Unidad móvil 2. Valores medios de NO_2 (30 de octubre a 27 de noviembre de 2017)

Valor límite anual: 40 µg/m³

Airpointer, valores medios de NO_2 (31 de octubre a 22 de noviembre de 2017)

Donde: **Valor límite anual: 40 µg/m³**

Ozono (O_3): la tendencia general de las medidas de este contaminante ha sido de bajas concentraciones como corresponde a la época del año en la que se han realizado las campañas.

No se han registrado superaciones del valor objetivo de ozono (120 µg/m³) ni de los umbrales de información ni de alerta fijados en la directiva.

BENCENO: Se observa que los niveles obtenidos, tanto por la unidad móvil como por la media de las estaciones de fondo y tráfico, son muy inferiores al valor límite legislado.

CAMPAÑAS DE CAPTADORES PASIVOS

Amoníaco

- Zona de Valdemingómez, hay gran diferencia en los resultados de los cinco captadores, destacando un valor máximo en la zona de compostaje de la planta de las Dehesas de 17,34 µg/m³ y un valor mínimo de 1,70 en el captador ubicado en la unidad móvil situado en el centro de visitantes (UMI 2).
- Zona de Ensanche de Vallecas- Santa Eugenia, los resultados indican una distribución de concentraciones bastante homogénea. De las 19 muestras analizadas, 16 están por debajo de 2 µg/m³, siendo el máximo obtenido de 5,29 µg/m³.

No hay valores de referencia en la legislación. Las últimas campañas realizadas en todo el municipio mostraban concentraciones en un rango de 0,39 a 11,23 µg/m³ (noviembre de 2014) y de 2,33 a 11,08 µg/m³ (julio de 2015).

Dióxido de nitrógeno

La ventilación atmosférica fue aceptable hasta el día 13 de noviembre y por tanto, al finalizar la campaña el día 15, el período de muestreo no coincidió con situaciones de estabilidad prolongada. Los valores medidos en todas las zonas están por debajo del valor límite anual fijado en 40 µg/m³ y son inferiores a los obtenidos en la estación fija del ensanche de Vallecas. Solo el punto nº 12 (en las proximidades a las vías de acceso al centro comercial) muestra una concentración similar a la obtenida en el mismo período por la unidad móvil 1 ubicada en el Ensanche.