

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

Madrid, julio de 2018

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. *Centro Nacional de Epidemiología, ISCIII*

Argelia Castaño, Pilar Morillo, Saúl García. *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.*

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.
2. DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS Y FUNCIONALIDADES DE LA PLANTA DE VALORIZACIÓN ENERGÉTICA DEL PTV.
3. ANTECEDENTES.
4. ABORDAJE DEL ESTUDIO.
 - 4.1. ANÁLISIS DE LA MORBI-MORTALIDAD.
 - 4.1.1. ESTUDIO ECOLÓGICO RETROSPECTIVO TRANSVERSAL.
 - 4.1.2. ESTUDIO DE MORTALIDAD DE CASOS Y CONTROLES.
 - 4.2. VALORACIÓN DE LA EXPOSICIÓN AMBIENTAL.
 - 4.2.1. ESTUDIO DE EVALUACIÓN TOXICOLÓGICA AMBIENTAL.
 - 4.2.2. ESTUDIO DE DISPERSIÓN DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS.
 - 4.2.3. CAMPAÑA DE MEDICIÓN DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS EN EL PTV Y EN EL ENSANCHE DE VALLECAS.
 - 4.2.4. ESTUDIO DE CONTRIBUCIÓN DE FUENTES CONTAMINANTES.
5. CONCLUSIONES.
6. LIMITACIONES DEL ESTUDIO.
7. RECOMENDACIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE TRABAJO.
8. ANEXOS
9. BIBLIOGRAFÍA. ENLACES

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:

1. “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”.
2. “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 /.....”.
3. “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 850°C (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 SO₂) 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 (bifenilos policlorados). 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 **(15)**.

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 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, NO_x, SO₂, PM₁₀, PM_{2,5}, Benceno, O₃ y Amoníaco.
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 causas 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

Además del citado estudio, terminado a finales del enero de 2018, se ha realizado un *Estudio de Mortalidad de Casos y Controles* 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 causa alguna a menos de 5 km del PTVM una vez ajustado el análisis por la privación material. 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

ANEXO I. DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS Y FUNCIONALIDADES DE LA PLANTA DE VALORIZACIÓN ENERGÉTICA DEL PTV.

ANEXO II. ESTUDIO ECOLÓGICO RETROSPECTIVO TRANSVERSAL DE MORTALIDAD, MORTALIDAD DE CASOS-CONTROLES Y DE MORBILIDAD.

ANEXO III. ESTUDIO DE EVALUACIÓN TOXICOLÓGICA AMBIENTAL.

ANEXO IV. ESTUDIO DE DISPERSIÓN DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS.

ANEXO V. CAMPAÑA DE MEDICIÓN DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS EN EL PTV Y ENSANCHE DE VALLECAS.

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
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>
3. ATSDR. ToxFAQs™ Dibenzo-*p*-dioxinas policloradas (DDPC).
https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts104.html
4. PORTA M, PUIGDOMENECH E, BALLESTER F. (Eds.). Nuestra Contaminación Interna. Ed. Los libros de la Catarata. Madrid, 2009. Pág. 218.
5. ATSDR. Resúmenes de Salud Pública. Dibenzo-*p*-dioxinas policloradas [DDPC].
https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs104.html
6. ZUBERO MB, AURRECOETXEA JJ, IBARLUCEA JM, 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 environment. 410-411 (2011), 241-247.
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 through the diet. Environm. Res. 2005; 97:1-9.
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-SAGREDO JM, 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
9. ZUBERO MB, AURRECOETXEA JJ, IBARLUCEA JM, 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.
10. ZUBERO MB, AURRECOETXEA JJ, IBARLUCEA JM, 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
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.
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, LLOBET JM, DOMINGO JL. Assessment of the temporal trend of the dietary exposure to PCDD/Fs and PCBs in Catalonia, Spain: Health Risks. Food Chem Toxicol 2011. Jul 7 (Epub ahead of print).

15. ZUBERO MB, EGUIRAUN E, AURREKOETXEA JJ, 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.
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.
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 Contam Toxicol* 2015 Aug; 69(2):241-53
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.