

## Plan de Control Ambiental de las obras del Mahou-Calderón (2018-2020) en la ciudad de Madrid

### Plano de Controlo Ambiental das obras Mahou-Calderón (2018-2020) na cidade de Madrid

### *Environmental Control Plan for the Demolition Works of the Mahou-Calderón Stadium (2018-2020) in the City of Madrid*

Consuelo de Garrastazu Díaz<sup>1</sup>, Manuel de Pazos Liaño<sup>2</sup>, Juan Manuel Fisac Gozalo<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Salud Ambiental. Subdirección General de Salud Pública. Madrid Salud. Ayuntamiento de Madrid. España.

<sup>2</sup>Departamento de Inspección y Seguimiento. Dirección General del Espacio Público, Obras y Equipamientos. Área de Gobierno de Obras y Equipamientos. Ayuntamiento de Madrid. España.

<sup>3</sup>Director de obra. IGB Ingeniería Básica. España.

**Cita:** Garrastazu Díaz C, Pazos Liaño M, Fisac Gozalo JM. Plan de Control Ambiental de las obras del Mahou-Calderón (2018-2020) en la ciudad de Madrid. Rev. Salud ambient. 2023; 23(1):21-29.

**Recibido:** 15 de febrero de 2022. **Aceptado:** 2 de marzo de 2023. **Publicado:** 15 de junio de 2023.

**Autor para correspondencia:** Consuelo de Garrastazu Díaz

Correo e: garrastazudmc@madrid.es

Departamento de Salud Ambiental. Madrid Salud. Ayuntamiento de Madrid. España.

**Financiación:** Este trabajo no ha contado con ninguna beca ni ayuda de financiación específica.

**Declaración de conflicto de intereses:** Los autores declaran que no existen conflictos de intereses en la realización del estudio.

**Declaraciones de autoría:** Todos los autores contribuyeron al diseño del estudio y la redacción del artículo. Asimismo, todos los autores aprobaron la versión final.

### Resumen

Una de las principales fuentes de contaminación ambiental en zonas urbanas son las obras de construcción y rehabilitación, en especial, en las fases de demolición. Durante estas actuaciones se observa un importante incremento de material particulado, en especial PM<sub>10</sub>, así como un aumento de los gases procedentes de la combustión de motores diésel del transporte de materiales y equipamiento. Para evitar esta contaminación es importante la adopción de medidas de minimización de emisión de contaminantes, para lo que se propone la adopción por parte del promotor de la obra, de un Plan de Autocontrol de la Calidad del Aire que considere la valoración de zonas de mayor afectación y sensibilidad poblacional para estimar los vientos que les son más desfavorables, así como la monitorización de condiciones ambientales y los máximos niveles de emisión/inmisión de contaminantes.

Se presenta el Plan de Autocontrol de la Calidad del Aire implantado en las obras de demolición del Estadio Vicente Calderón, antigua sede del club de fútbol Atlético de Madrid, como modelo de estrategia para evitar los efectos de estas intervenciones sobre la calidad del aire ambiente y en consecuencia, la disminución de su incidencia sobre la salud de la población expuesta, así como en términos de transparencia de actuaciones de las administraciones públicas.

**Palabras clave:** contaminación atmosférica; demoliciones y riesgo en salud; salud urbana; calidad del aire.

### Resumo

Uma das principais fontes de poluição ambiental em áreas urbanas são as obras de construção e reabilitação, principalmente nas fases de demolição. Durante essas ações, observa-se um aumento significativo de material particulado, principalmente PM<sub>10</sub>, bem como aumento de gases provenientes da combustão de motores a diesel, utilizados no transporte de materiais e equipamentos. Para evitar esta contaminação, é importante adotar medidas que minimizem a emissão de poluentes, pelo que se propõe que o promotor da obra adote um Plano de Autocontrolo da Qualidade do Ar, que considere, em primeiro lugar, a avaliação das zonas

mais afetadas e de maior sensibilidade populacional, de forma a estimar os ventos mais desfavoráveis para estas áreas, bem como a monitorização das condições ambientais e dos níveis máximos de emissão/imissão de poluentes.

O Plano de Autocontrolo da Qualidade do Ar implementado nas obras de demolição do Estádio Vicente Calderón, antiga sede do clube de futebol Atlético de Madrid, apresenta-se como um modelo de estratégia para evitar os efeitos destas intervenções na qualidade do ar ambiente e consequentemente na redução da sua incidência na saúde da população exposta, bem como em termos de transparência das ações das administrações públicas.

**Palavras-chave:** poluição do ar; demolições e risco para a saúde; saúde urbana; qualidade do ar.

### Abstract

Construction and renovation works are one of the major sources of environmental pollution in urban areas, particularly during the demolition phase. A significant increase in particles, especially  $PM_{10}$ , and exhaust gases from the diesel motors of the vehicles used for carrying material and equipment is observed during this kind of work. It is important to take pollutant emission minimization measures to prevent this pollution. Thus, it was proposed that project developers introduce an Air Quality Self-Control Plan that envisages, first of all, the assessment of those areas that will be most greatly affected and have the highest population sensitivity in order to estimate what the most unfavorable winds will be therein and, secondly, the monitoring of the environmental conditions and determination of the maximum levels of pollutant emission/immission.

The Air Quality Self-Monitoring Plan introduced for the demolition works of the Vicente Calderón Stadium —the former home of the Atlético de Madrid soccer club— is presented herein as a strategy model for preventing the effects of this kind of actions on ambient air quality and, consequently, reducing their impact on the health of the exposed population, as well as in terms of the transparency of the actions of public administrations.

**Keywords:** air pollution; demolition and health risks; urban health; air quality.

## INTRODUCCIÓN

Si bien no existe mucha documentación científica relacionada, es conocido el aumento de la contaminación ambiental, en especial  $PM_{10}$  y  $NO_2$  como consecuencia de las actuaciones de derribo y demolición en obras en la vía pública<sup>1,2</sup>. Esta circunstancia puede suponer efectos sobre la salud de la población más próxima a las obras, principalmente patologías respiratorias, con especial incidencia a los más vulnerables<sup>3</sup> así como posibles efectos en términos de salud ocupacional entre los trabajadores de la obra<sup>4</sup>.

En la ciudad de Madrid durante 2018, se iniciaron las obras de demolición del Estadio Vicente Calderón, antigua sede del club de fútbol Atlético de Madrid, ubicado en el Distrito de Arganzuela y el proyecto de construcción de nuevo entorno residencial Ribera del Calderón, APE 02.27 “Nuevo Mahou-Calderón”.

Las obras de demolición se programaron en dos etapas, divididas en diferentes fases para minimizar la afección al entorno. La primera de ellas correspondiente a la demolición de los boceles y el anillo de gradas, realizada de febrero a septiembre del 2019 (8 meses) y la segunda a la demolición de la tribuna principal, situada sobre Calle 30, que fue desarrollada de octubre de 2019 a septiembre de 2020 (12 meses). La duración de la segunda fase se extiende en el tiempo respecto al volumen de ejecución teórico, al verse interrumpida por

la necesidad de ejecutar el desvío provisional de la Calle 30. Conforme a los plazos indicados, la duración completa del derribo fue de 20 meses incluyendo la ejecución del mencionado desvío de la M30.

Al respecto de las obras, fue solicitado a Madrid Salud, organismo autónomo del Ayuntamiento de Madrid responsable de la salud pública del municipio, por parte de diferentes asociaciones de la sociedad civil (Asociaciones de Madres y Padres de Alumnos (AMPAS) del IES Gran Capitán, CEIP Tomas Bretón, CEIP Joaquín Costa, EEI El Alba, Delegación Arganzuela-Centro de la FAPA Ginés de los Ríos, Asociación de vecinos del Pasillo Verde Imperial y FRAVM), su seguimiento en cuanto a la emisión de contaminantes ambientales y la minimización de sus posibles efectos sobre la salud de los ciudadanos más expuestos por proximidad a estos trabajos. La preocupación en especial estaba relacionada con la ubicación en zonas muy próximas a la obra de varios centros educativos a los que acudían un número importante de niños y jóvenes de la zona.

A tal efecto se contactó con el Área de Gobierno de Obras y Equipamientos, del Ayuntamiento de Madrid, responsables del seguimiento y control de esta obra, estableciendo una colaboración y asesoramiento al respecto de la implantación de un plan ambiental<sup>5</sup> por parte del constructor/promotor de la obra, con el objetivo de minimizar la exposición a los posibles contaminantes ambientales procedentes de la obra, en especial durante

las fases de derribo/demolición. La implantación de este Plan, entendido como instrumento de control al efecto de disminuir la emisión de contaminantes al medio, fue aceptado por parte del promotor, siendo el inicio de la implantación de este tipo de planes de control ambiental en nuevas obras de rehabilitación urbana en la ciudad de Madrid.

Tras valorar el alcance de los trabajos de demolición, se consideraron los siguientes impactos significativos sobre el medio ambiente y la salud<sup>6,7</sup>:

- Impacto sobre la calidad acústica de la zona de actuación y sus alrededores.
- Impacto sobre la calidad del aire de la zona de actuación y sus alrededores.
- Generación de residuos de construcción y demolición.

Se presenta a continuación la sistemática de implantación del Plan de Autocontrol de la Calidad del Aire de las obras de demolición del antiguo Estadio del Calderón en cuanto a su posible impacto sobre la calidad del aire.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para la implantación de este Plan ambiental de protección de la salud en relación con el impacto sobre la calidad del aire del Proyecto de Urbanización “Nuevo Mahou-Calderón”, se siguieron las siguientes fases en el proceso:

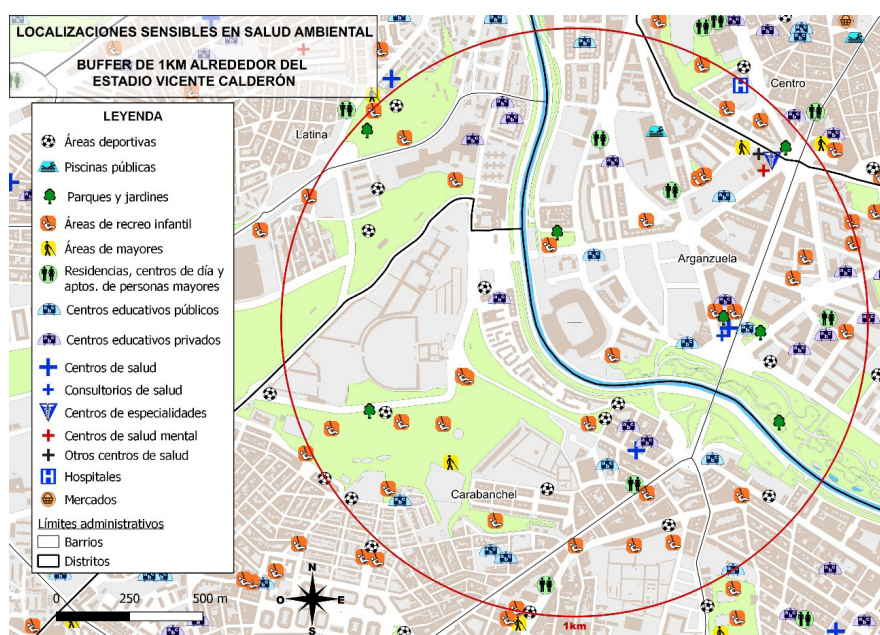
## 1. DIAGNÓSTICO DE SITUACIÓN

Como primer abordaje, se realizó un diagnóstico de situación analizando geográficamente las zonas que pudieran verse más afectadas por las obras de este proyecto. En este sentido, cabe considerar dos tipos de localizaciones:

- Zonas de mayor afectación, que se corresponden con aquellas con alta densidad de población, especialmente residenciales, así como parques/jardines o zonas comerciales con alta intensidad de tránsito. Estas zonas presentan un mayor riesgo en términos de una mayor población expuesta.
- Zonas de mayor sensibilidad, que se corresponden con aquellas ubicaciones concretas donde hay una mayor presencia de población más sensible o vulnerable, tales como centros educativos, centros sanitarios y sociosanitarios, centros de mayores, etc. Estas zonas presentan un mayor riesgo de efectos en población vulnerable.

En primer término, se realizó una representación espacial de la obra considerando un área de influencia de un kilómetro alrededor de la misma, identificando las zonas de mayor afectación y de mayor sensibilidad de exposición ambiental, en concreto: 37 áreas de recreo infantil y 6 de mayores, 6 residencias/centros de día de mayores, 25 centros educativos, 6 centros de salud y especialidades sanitarias y un hospital (figura 1). Se trata de una zona densamente poblada, si bien cuenta con un límite en la M30 que disminuye la exposición ambiental en la zona oeste a la obra.

Figura 1. Localizaciones sensibles localizadas en el perímetro de 1 km a las obras de Mahou-Calderón (elaboración propia)



## 2. ESTIMACIÓN DEL RIESGO

En una primera aproximación, se consideró que las obras de demolición del Estadio Vicente Calderón podrían generar una serie de efectos directos sobre la calidad del medio ambiente en la zona de las obras y sus alrededores. Entre los efectos sobre la calidad atmosférica destacaríamos:

- Incremento de la concentración de partículas  $PM_{10}$ , especialmente como consecuencia de las obras de demolición<sup>1,2</sup>.
- Incremento de contaminantes derivados del aumento de tráfico rodado relacionado con la realización de obras de demolición y construcción. A este respecto se valoró un posible incremento de gases de combustión (especialmente  $NO_2$ )<sup>8</sup>, así como un posible incremento de los niveles de partículas  $PM_{2,5}$ .

Un aspecto importante a considerar fue la dirección del viento más desfavorable en términos de una mayor exposición ambiental o un mayor riesgo poblacional, correspondiente a una componente oeste predominante. Esta dirección resultaba en una mayor exposición en los dos emplazamientos más sensibles considerados, los dos centros docentes próximos a la zona de obra: el IES Gran Capitán y el CEIP Tomás Bretón.

Como situación de partida se valoró la calidad del aire de la zona de realización de la obra y sus alrededores, concluyendo una calidad del aire similar a la registrada en el resto del municipio de Madrid (<https://airedemadrid.madrid.es/portal/site/calidadaire>).

## 3. MONITORIZACIÓN

El seguimiento ambiental que se propuso se basó en los siguientes criterios:

- Ubicación de sensores de medición de  $PM_{10}$  (sensores ópticos de tecnología láser que cuantifican las partículas en suspensión "gruesas" mayoritarias en este tipo de obras) tanto en la obra como en puntos más sensibles a la exposición, manteniendo una referencia con un captador del Sistema Integral de Calidad del Aire del Ayuntamiento de Madrid (Farolillo).
- Limitar los niveles de inmisión de  $PM_{10}$ : sin demoliciones a máximo  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  como media diaria en sensor ubicado en las proximidades de la obra y con demoliciones, máximo  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  como media diaria, en la proximidad de ubicaciones más sensibles.

- Medición mediante sensores electroquímicos, de gases,  $NO_2$  y  $O_3$ , como contaminante secundario, estableciendo como límite admisible, los límites legales establecidos en la normativa de calidad del aire.
- Control de obra, mediante el uso de anemómetros, limitando o parando la misma ante velocidades de viento superiores a 20 km/h (como velocidad máxima horaria), estableciendo medidas de control más estrictas cuando la dirección del viento contara con componente oeste predominante. Incidir en que en el autocontrol de la obra, la velocidad y la dirección del viento fueron las variables meteorológicas más importantes a monitorizar por su papel en la dispersión y resuspensión de las partículas procedentes de las obras.
- Adopción en continuo de medidas de disminución de emisiones ambientales, en especial en las fases de demolición.

A partir del diagnóstico de situación realizado y el mapa de zonas de mayor afectación y sensibilidad en el área de influencia considerada de un km, se analizó la ubicación más adecuada para los equipos de medición/sensores de  $PM_{10}$  y  $NO_2$ , acordando la siguiente distribución: (1) CEIP Tomas Breton (2) IES Gran Capitán (3) Ronda de Toledo, 10 (4) Plaza Francisco Morano (5), Estación Farolillo (fondo), estación integrada en el Sistema Integral de Calidad del Aire del Ayuntamiento de Madrid, ubicada a 1,146 km de las obras, establecida como estación de referencia para la interpretación de los valores obtenidos por los sensores contemplados en el plan ambiental.

En total, conforme a la descripción propuesta, se instalaron cinco puntos de control, todos ellos equipados con sensor de material particulado  $PM_{10}$  y en tres de ellos (centros docentes y estación de referencia) además, sensores de gases,  $NO_2$  y  $O_3$ . Estas estaciones de monitorización fueron colocadas en los emplazamientos indicados a una altura comprendida entre 1,5 y 4,0 m. Los sensores conformaron registradores electrónicos con funcionamiento en continuo 24/7, almacenándose los datos en un servidor web. El intervalo de muestro se configuró en períodos diez minutos, semi horarios u horarios.

Para la obtención de la información sobre contaminantes atmosféricos derivados de estas actuaciones, se utilizaron sensores portátiles calibrados<sup>9</sup>. Los sensores utilizados fueron de la marca Kunak, y contaron con dos calibraciones: una intercalibración entre sensores realizada antes de la entrega de los equipos por parte de la empresa comercializadora, y la

calibración de los equipos en relación con el captador fijo de la Estación de Farolillo, considerada como referencia. Una vez calibrados los sensores, se inició el control ambiental en abril de 2019.

## RESULTADOS

### 1. PLAN DE AUTOCONTROL DE LA CALIDAD DEL AIRE DE LAS OBRAS DE MAHOU-CALDERON

Durante las obras de demolición se realizó un control continuo de los niveles de  $PM_{10}$ ,  $NO_2$  y  $O_3$  (en temporada estival) en los alrededores de la zona de actuación, para lo cual se establecieron cinco puntos de control, equipados con sensores electrónicos de calidad del aire. Las estaciones de control fueron fijas y se instalaron en los siguientes emplazamientos:

- Equipo de referencia: instalado en la estación de medición de Farolillo. Se trata de la estación municipal más próxima al emplazamiento y ubicada

en dirección de vientos predominantes (NW). Se utilizó para contrastar los valores de fondo y calibrar el resto de las estaciones (figura 2).

- Equipos en obra: instalados en zonas próximas a las obras, fueron emplazados en los dos centros educativos cercanos a estas obras, en el IES Gran Capitán, que además de estar equipado con sensores de material particulado  $PM_{10}$ , contó con sensores de gases  $NO_2$  y  $O_3$ , y en el Colegio Tomás Bretón, que al encontrarse junto al nudo de acceso viario a Calle 30, sólo dispuso de equipos de control de material particulado.
- Equipo en zona sensible: se estableció en Ronda de Toledo nº 10, como zona sensible en una circunferencia de radio 1 km, con centro el estadio. Se trataba de un emplazamiento de titularidad municipal, con elevada afluencia poblacional. Además, se consideró una ubicación adicional en Plaza de Francisco Morano a partir de enero de 2020.

Figura 2. Sensor ubicado en estación de referencia Farolillo (Sistema Integral de Calidad del Aire de la ciudad de Madrid, SICA)



Por parte de la empresa promotora se acordó la emisión mensual de informes de seguimiento con el siguiente contenido:

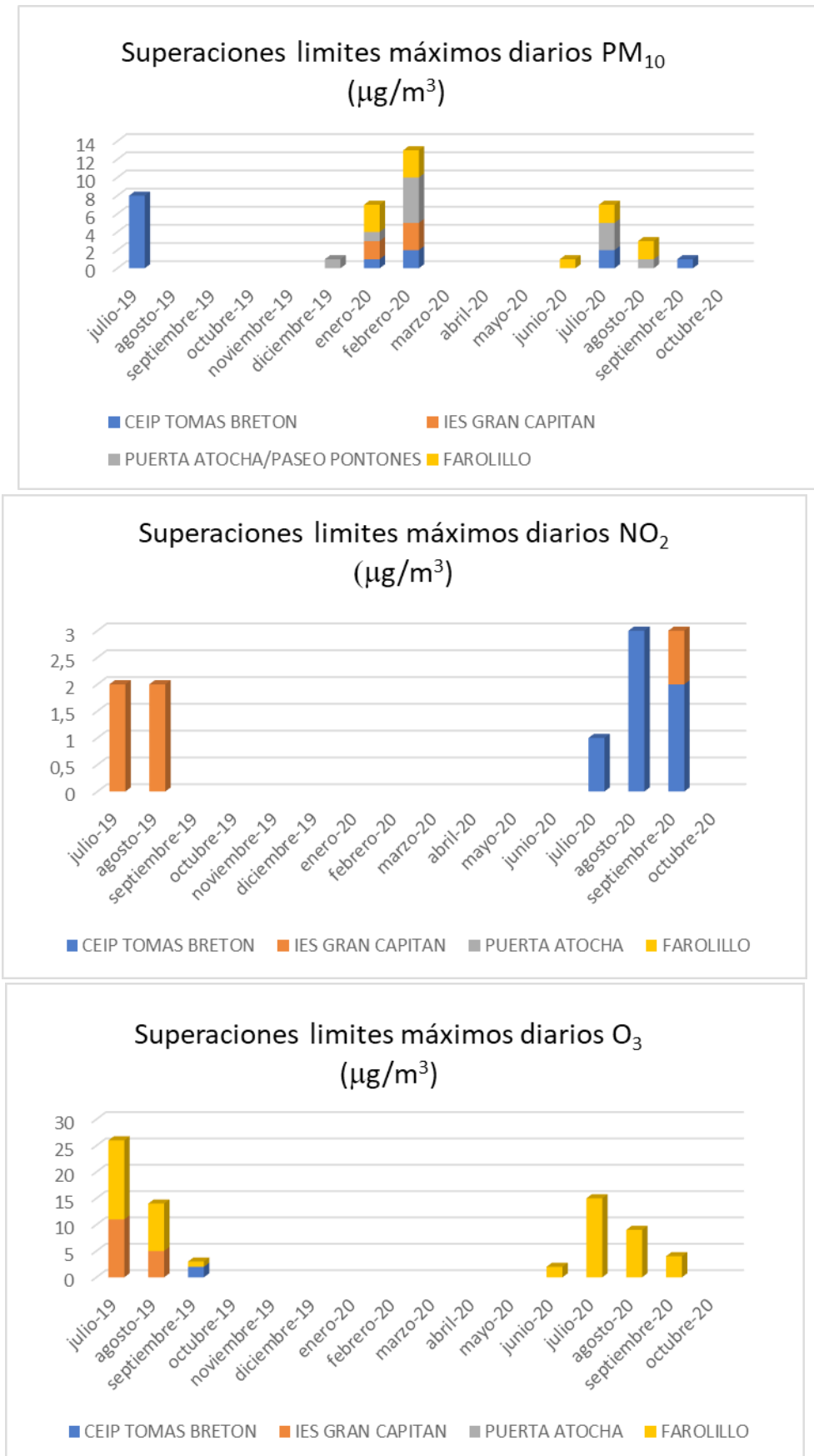
Medidas obtenidas de todos los parámetros analizados en las diferentes estaciones consideradas en el Plan, con los gráficos correspondientes, conclusiones y el análisis comparativo con los datos de la estación de referencia Farolillo.

En su caso, ante valores superiores a los límites considerados, se realizaron informes de incidencias y medidas correctoras adoptadas.

### 2. SEGUIMIENTO DEL PLAN DE AUTOCONTROL DE LA CALIDAD DEL AIRE POR PARTE DE LA CONSTRUCTORA

El Plan de autocontrol de la calidad del aire fue desarrollado desde abril de 2019 a octubre de 2020, fecha

Figura 3. Superaciones de los límites máximos diarios de PM<sub>10</sub>, NO<sub>2</sub> y O<sub>3</sub> durante las obras del Mahou Calderón. El límite de O<sub>3</sub> se refiere a la concentración máxima media octohoraria como valor objetivo para la protección de la salud humana



en la que finalizó tanto la demolición del antiguo estadio como el grueso de las obras de urbanización aledañas, para iniciar la de construcción de la edificación.

Los informes fueron presentados con periodicidad mensual y en ellos se indicaron las superaciones realizadas con respecto a los diferentes captadores en relación con PM<sub>10</sub>, NO<sub>2</sub>, y O<sub>3</sub>, así como las velocidades del viento (valores medios y máximos alcanzados) y la dirección del viento predominante en cada mes de análisis.

Durante el periodo de autocontrol se dieron 42 horas de superación de los niveles límites máximos diarios de PM<sub>10</sub> (> 50 µg/m<sup>3</sup>). Estas superaciones, en su mayoría, coincidieron con superaciones de los límites máximos también en la estación de referencia de Farolillo, descartando, en consecuencia, su origen en las obras de demolición. De estas superaciones, cabe destacar las del mes de julio de 2019 que coincidieron con obras realizadas en el CEIP Tomás Bretón y las del 27, 28 y 29 de febrero de 2020 que coincidieron con un fenómeno de superación de niveles de PM<sub>10</sub> por fenómeno de intrusión sahariana (figura 3).

En relación con el dióxido de nitrógeno, NO<sub>2</sub>, se dieron 11 horas de superación de los niveles límites máximos diarios (> 200 µg/m<sup>3</sup>), no coincidiendo en ningún caso con niveles elevados de NO<sub>2</sub> en la estación de referencia de Farolillo (figura 3).

En cuanto al ozono, O<sub>3</sub>, las superaciones del valor objetivo para la protección de la salud humana (> 120 µg/m<sup>3</sup>) se dieron especialmente en la estación de referencia de Farolillo, no siendo por tanto, atribuibles a la obra (figura 3).

En cuanto a la velocidad del viento durante este periodo, la velocidad media fue inferior a 4 km/h en todos los casos, detectando velocidades máximas superiores a 50 km/h en julio y diciembre de 2019 así como marzo y junio de 2020. A excepción del mes de julio de 2019, donde los niveles de PM<sub>10</sub> fueron elevados coincidiendo con obras de acondicionamiento en el CEIP Tomás Bretón, el resto de los meses más ventosos no se correspondieron con los meses en los que se superaron los niveles límites máximos u objetivos. La dirección del viento predominante durante todos los meses de la demolición presentó componen oeste, considerado el más desfavorable para estas actuaciones (figura 4). Según los datos obtenidos de AEMET (datosclima.es), solo se detectaron rachas de vientos superiores a 20 km/h, en diciembre de 2019, febrero y octubre de 2020 (figura 5).

Según la información indicada en los boletines mensuales presentados por el promotor, se adoptaron medidas de disminución o detenido de actuaciones de demolición y movimientos de arenas cuando las previsiones de viento para el día fueron superiores a 20 km/h y la dirección del viento refirió componente oeste.

Figura 4. Vientos predominantes durante las obras de la Mahou Calderón (julio 2019 a octubre 2020)  
Nota: Los vientos desfavorables quedan marcados en rojo. Fuente: <https://www.aemet.es/es/eltiempo/prediccion/municipios/madrid-id28079>

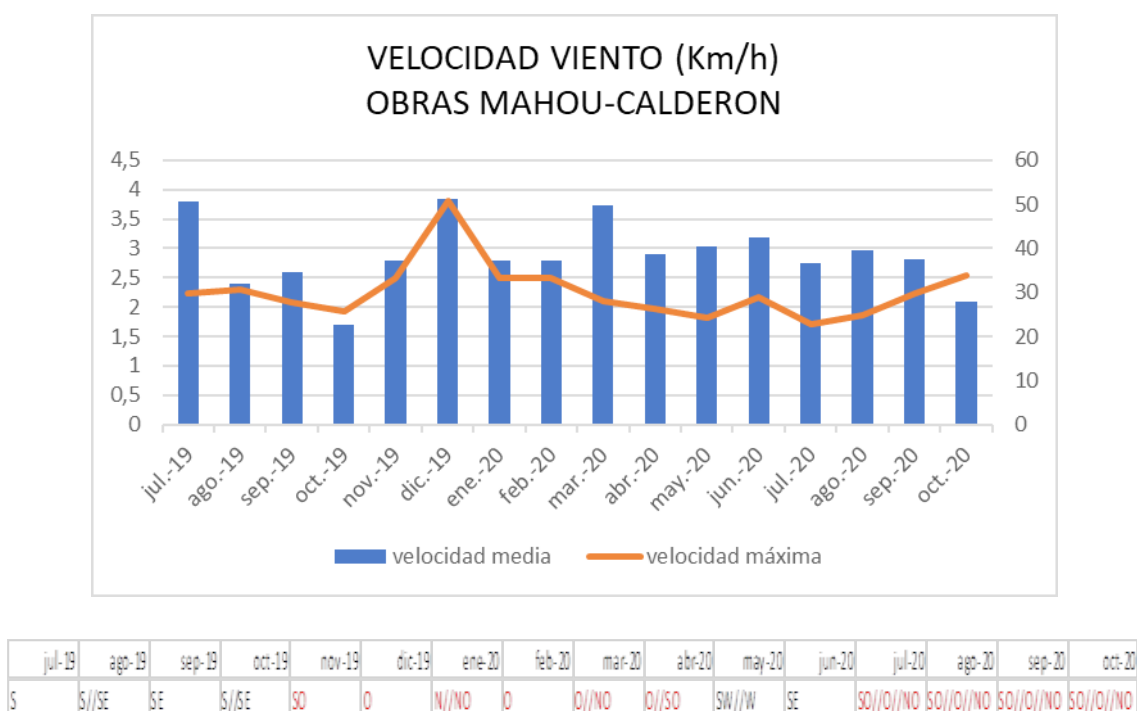
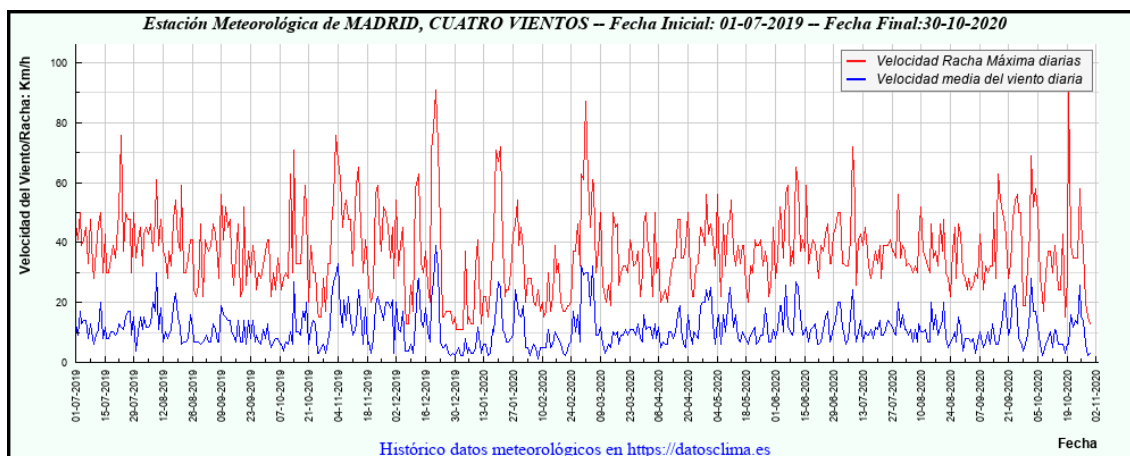


Figura 5. Datos históricos de la Velocidad Viento (km/h). Estación Meteorológica de Cuatro Vientos (<http://datosclima.es>)



### 3. MEDIDAS PROPUESTAS PARA REDUCIR LAS AFECCIONES SOBRE LA CALIDAD DEL AIRE

Desde el punto de vista de la contaminación atmosférica y revisadas diferentes propuestas de minimización de la exposición ambiental derivada de actuaciones de derribo y demolición de obras urbanas<sup>6,7,8,10</sup>, se implantaron las siguientes medidas preventivas por parte de la empresa constructora:

A. A efectos de disminuir el posible incremento de gases de combustión en la zona:

- Se utilizó maquinaria y vehículos que cumplieron las exigencias normativas en relación con las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera.
- Se mantuvieron en regla las inspecciones técnicas de los vehículos de la obra y se revisaron periódicamente la maquinaria y vehículos utilizados garantizando su buen estado.
- Se evitó la combustión de materiales de desecho, ya fuera con objeto de su eliminación o cualquier otro uso, como calefacción.
- Se utilizaron filtros de partículas, catalizadores y conversores catalíticos.
- Se redujo al máximo posible el tráfico de vehículos dentro de la obra. La velocidad de los vehículos fue limitada a 10 km/h, teniendo señales de velocidad en numerosos puntos dentro de la obra.

B. Con objeto de minimizar el impacto de la generación de polvo sobre la zona de obra y sus alrededores se aplicaron las siguientes medidas:

- Se realizaron riegos constantes en el frente de corte durante las operaciones de corte con cizalla de las estructuras de hormigón.
- Se evitaron las caídas de material demolido en altura. En el caso de la demolición de la estructura más alta del estadio, se planificó para evitar su realización en momentos con velocidades fuertes de viento (velocidad >20 km/h).
- Se protegieron del viento las zonas de acúmulo de residuos.
- Se pavimentaron con grava las zonas de tránsito, siendo esta medida acompañada del lavado frecuente de las mismas.
- Se planificó la obra de tal manera que la estructura no demolida pudiera servir de pantalla de retención de polvo. Los pórticos exteriores (terracea perimetral) fueron los últimos elementos estructurales demolidos, sirviendo de pantalla ante el polvo generado en el interior del estadio.
- Se colocaron pantallas en huecos libres de cristaleras y otros elementos de vidrio.
- Se instalaron zonas de limpieza de ruedas y bajos del camión a la salida de la zona de obras para evitar la salida de barro y polvo a las calles perimetrales al estadio.
- Limpieza y riegos periódicos de las calles perimetrales, así como riego frecuente del arbolado para evitar daños por acumulo de polvo.
- Cobertura completa de la bañera de carga de los



camiones con lonas. Si el material a transportar era muy fino se emplearon camiones cisterna.

- Optimización de los recorridos de los camiones de transporte de residuos atendiendo a las recomendaciones en cuanto a la elección de itinerarios recomendados.

## DISCUSIÓN

Como iniciativa en materia de urbanismo y salud, se propuso la implantación de un plan de autocontrol ambiental durante las fases de demolición de las obras del antiguo Estadio Mahou-Calderon, ubicado en el Distrito de Arganzuela del municipio de Madrid. Este plan de autocontrol ambiental en obras de demolición ha sido el primero implantado en el municipio de Madrid. Presenta como principales fortalezas el análisis previo (diagnóstico de situación) de las zonas de mayor afectación y sensibilidad poblacional, así como el seguimiento de vientos más desfavorables en función de estas zonas, lo que permite establecer un control de la obra por parte del promotor, para minimizar la exposición a sus contaminantes.

Esta sistemática de autocontrol que contempla la monitorización de los principales contaminantes y la adopción de medidas correctoras por superación de valores límites establecidos, fue bien aceptada tanto por parte de los promotores de la obra como por parte de los ciudadanos que estuvieron informados en todo momento de la calidad del aire y las medidas de control adoptadas.

Como conclusión, se considera muy oportuna y novedosa la implantación de este tipo de sistemática de autocontrol como estrategia para evitar los efectos de estas intervenciones sobre la calidad del ambiente exterior y en consecuencia, sobre la salud de la población expuesta, así como en términos de transparencia de actuaciones de las administraciones públicas. Desde el Ayuntamiento de Madrid se ha utilizado la experiencia acumulada en esta primera actuación, para adoptar medidas similares de control/información en otras obras de reciente ejecución como son las obras de demolición de las edificaciones del Plan Especial Almacén Militar de Vicálvaro, las obras de urbanización del APE 21.07 IBERIA LAE o las obras de urbanización del Plan Especial de la remodelación del Estadio Santiago Bernabéu. La ejecución de estos planes en nuevas obras están siendo igualmente bien acogidos y de más fácil implementación tras la primera experiencia en las obras del Mahou-Calderón.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Azarmi F, Kumar P. Ambient exposure to coarse and fine particle emissions from building demolition. *Atmos Environ*. 2016;137:62-79.
2. Azarmi F, Kumar P, Marsh D, Fuller G. Assessment of the long-term impacts of PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub> particles from construction works on surrounding areas. *Environ Sci Process Impacts*. 2016;18(2):208-21.
3. Dorevitch S, Demirtas H, Perksy V, Erdal S, Conroy L, Schoonover T, et al. Demolition of High-Rise Public Housing Increases Particulate Matter Air Pollution in Communities of High-Risk Asthmatics. *J Air Waste Manag Assoc*. 2006;56(7):1022-32.
4. Ruipeng T, Mengzhao Ch, Lei Z, Meng L, Xiaoyi Y, Xiaodong L, et al. The construction dust-induced occupational health risk using Monte-Carlo simulation. *J Cleaner Prod*. 2018;184:598-608.
5. Méndez D, Boldo E, Rayón H, Garrastazu C. Plan de Autocontrol de la Calidad del Aire en obras de demolición en la ciudad de Madrid como medida de prevención del impacto en la salud. *Revista Ciudad Sostenible, resiliente e innovadora* nº 47. Diciembre 2022. <https://www.ciudadostenible.eu/wp-content/uploads/2023/01/CS47.pdf>.
6. IAQM Guidance on the assessment of dust from demolition and construction. Holman C, editor. London: Institute of Air Quality Management: 2014. 2014 [citado septiembre de 2012] Disponible en: <https://iaqm.co.uk/text/guidance/construction-dust-2014.pdf>.
7. Diaz MR, Ruggeri P. Guía de buenas prácticas ambientales para obras en construcción. 1ª ed. Buenos Aires: Aulas y Andamios; 2009 [citado junio de 2012] Disponible en: [https://www.oitcinterfor.org/sites/default/files/buenaspracticas\\_ambienta.pdf](https://www.oitcinterfor.org/sites/default/files/buenaspracticas_ambienta.pdf).
8. Moorcroft S, Bull M, Fleming P, Marsh D, Stooling M, Franklin W. IAQM Guidance on monitoring in the vicinity of demolition and construction sites. London: Institute of Air Quality Management: 2018. 2018 [citado octubre de 2021] Disponible en: <https://www.the-ies.org/sites/default/files/reports/Monitoring%20Construction%20Sites.pdf>.
9. Karagulian F, Gerboles M, Barbieri M, Kotsev A, Lagler F, Borowiak A. Review of sensors for air quality monitoring. Luxembourg: Joint Research Center, European Commission: 2019;JRC116534. [citado junio de 2021] Disponible en: <https://data.europa.eu/doi/10.2760/568261>.
10. Mairie de Paris. Chantier Propre. 1ª ed. Habiter durable; 2016 [citado junio de 2021] Disponible en: <https://api-site.paris.fr/images/84466>.