



**BOLETÍN MENSUAL DE CONTROL Y SEGUIMIENTO
AMBIENTAL DE LA CALIDAD DEL AIRE EN EL ENTORNO DE
LAS OBRAS DE URBANIZACIÓN DEL PLAN ESPECIAL DE
MEJORA DEL MEDIO URBANO Y DE ORDENACIÓN
PORMENORIZADA DEL ESTADIO SANTIAGO BERNABÉU**

MARZO 2020





ÍNDICE

1.	Descripción de los trabajos de seguimiento y vigilancia.	3
2.	Índice de calidad del aire. Resumen de resultados.	5
3.	Seguimiento y control de partículas gruesas. PM10.....	7
4.	Seguimiento y control mensual de las inmisiones de NO ₂	9
5.	Seguimiento y control mensual de las inmisiones de O ₃	10
6.	Resumen meteorológico.	11
7.	Seguimiento acústico.....	13
8.	Conclusiones.	16



1. Descripción de los trabajos de seguimiento y vigilancia.

Dentro del programa de seguimiento y vigilancia ambiental de las obras de urbanización del PLAN ESPECIAL DE MEJORA DEL MEDIO URBANO Y DE ORDENACIÓN PORMENORIZADA DEL ESTADIO SANTIAGO BERNABÉU, se ha implantado una red de vigilancia de la calidad atmosférica que cuenta con 4 estaciones de medición específicas, instaladas exprofeso para el control de la obra. Además, existe una quinta estación, Estación de Cuatro Caminos, perteneciente al Sistema Integral de Calidad del Aire del Ayuntamiento de Madrid (SICA), utilizada como estación de fondo que permite conocer la calidad del aire en zona no afectada por las obras y a su vez, comprobar la calibración del resto de sensores.

Las estaciones de medición de la red de seguimiento están dotadas de los analizadores y muestreadores necesarios para el correcto seguimiento de los contaminantes y variables meteorológicas que se resumen en la siguiente tabla:

Equipo	PM10	PM2.5	NO ₂	O ₃	Viento	T ^a	Humedad	Presión	Sonido
A10-IGB1	X	X	X	X		X	X	X	X
A10-IGB2	X	X	X	X		X	X	X	
P10-IGB1	X	X				X	X	X	X
P10-IGB2	X	X			X	X	X	X	X
RS 4Caminos	X	X	X						

La situación y localización de cada estación de medición se ha determinado bajo los criterios de dispersión y distribución de los contaminantes de acuerdo con la dirección predominante del viento en la zona y la proximidad y localización de la población más sensible a los impactos sobre la calidad atmosférica (edificios residenciales y centros educativos situados en los alrededores de la zona de actuación).

En la siguiente tabla se recoge la localización de las estaciones de control y seguimiento de la calidad del aire específicas para el control de las obras de mejora del medio urbano del estadio Santiago Bernabéu. Para una mayor comprensión sobre su distribución, se incluye al final del presente boletín un plano donde se representa la localización de dichas estaciones:

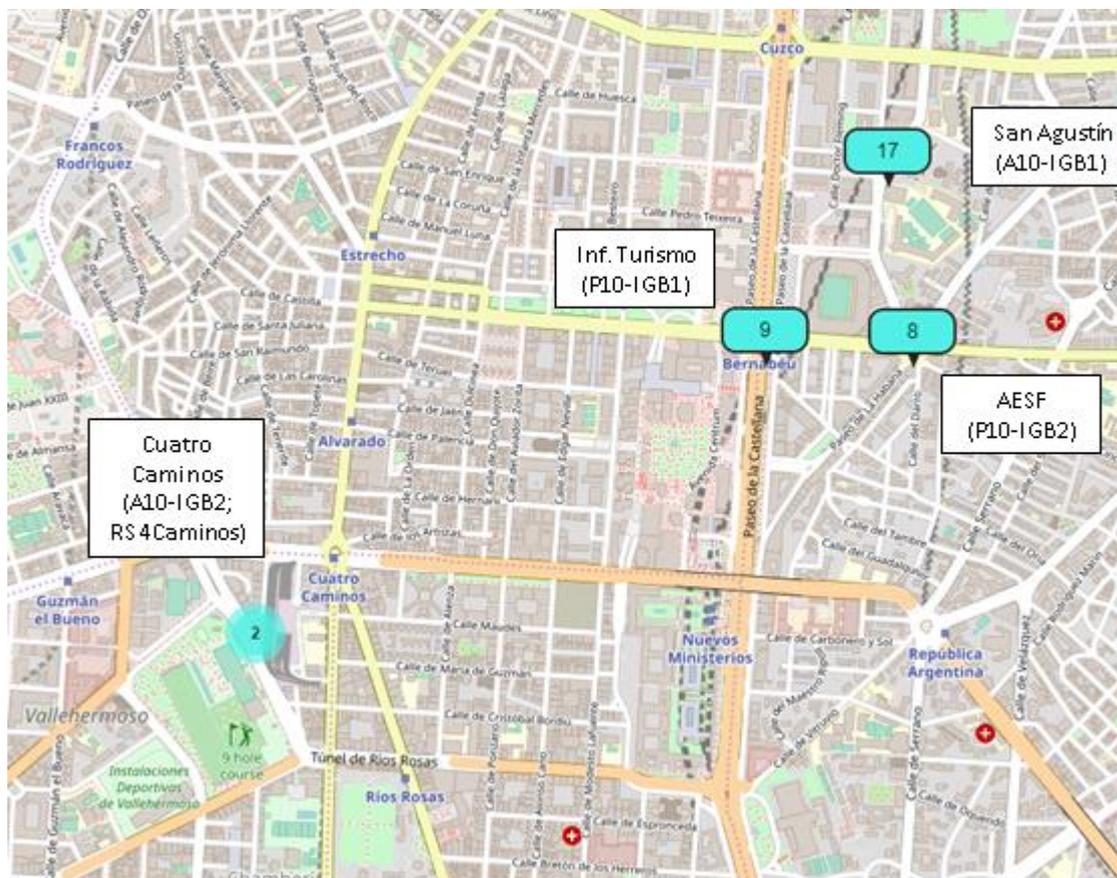
Equipo monitorización	N.º serie	Localización actual
A10-IGB1	0136190000	Colegio San Agustín
A10-IGB2	0136190001	Cuatro Caminos
P10-IGB1	0136190002	Oficina de Turismo
P10-IGB2	0136190003	Agencia Estatal Seguridad Ferroviaria (AESF)



Para valorar la incidencia meteorológica en la propagación o inmisión de las partículas en suspensión (PM10), se registra en continuo la velocidad y dirección de viento. Para ello, el equipo instalado en la Of. de Turismo cuenta con el equipamiento auxiliar, anemómetro y veleta, que permite dicho control.

Por último, se ha establecido un plan de control y seguimiento acústico que permite identificar la presión sonora en el entorno. El seguimiento acústico se realiza a partir de mediciones continuas proporcionadas por los sonómetros instalados tanto en el Colegio San Agustín, como en la AESF y en la Oficina de Turismo.

A continuación, se incluye esquema en el que se localizan los puntos de control.



El periodo analizado en el presente boletín comprende del 26 de febrero al 31 de marzo de 2020.



2. Índice de calidad del aire. Resumen de resultados.

La información en materia de calidad del aire se resume utilizando el índice AQI.

El Índice de Calidad del Aire Europeo (AQI) fue puesto en marcha en noviembre de 2017 por la Agencia Europea de Medio Ambiente y la Comisión Europea.

En España, el Índice Nacional de Calidad del Aire se aprueba por Orden TEC/351/2019, de 18 de marzo.

El Índice Nacional de Calidad del Aire se basa en los siguientes contaminantes:

- Partículas en suspensión PM10
- Partículas en suspensión PM2.5
- Ozono troposférico (O₃)
- Dióxido de nitrógeno (NO₂)
- Dióxido de azufre (SO₂)

Del conjunto de contaminantes, el dióxido de azufre no se considera asociado a la actividad de construcción, los parámetros de control y niveles de referencia se fijarán, exclusivamente, para el resto de contaminantes

El índice AQI se establece, de acuerdo con las instrucciones dictadas por la Agencia Europea de Medio Ambiente, en base al contaminante de mayor concentración, dentro de la distribución establecida para cada uno de ellos, reflejada en el cuadro siguiente:

CALIDAD DEL AIRE			Índice de Calidad del Aire ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
Contaminantes	Bueno	Aceptable	Moderado	Malo	Muy malo
Partículas PM2,5	0-10	11-20	21-25	26-50	51-800
Partículas PM10	0-20	21-35	36-50	51-100	101-1200
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	0-40	41-100	101-200	201-400	401-1000
Ozono (O ₃)	0-80	81-120	121-180	181-240	241-600

Conforme a lo establecido en la Orden TEC/351/2019, indicada anteriormente, el cálculo de los valores (concentraciones) diferirá en función del contaminante analizado:

- NO₂ y O₃: se utilizarán los valores de concentraciones horarias para el cálculo del índice.
- PM2,5 y PM10: el cálculo del índice se hará en base a la media móvil de las 24h anteriores.



En la tabla adjunta se resumen los resultados del Índice de Calidad a lo largo del periodo.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
FEBRERO																																	
MARZO																																	

Del análisis de los registros se deduce la siguiente distribución total de contaminantes:

- Bueno: 73,78%
- Aceptable: 17,76%
- Regular: 1,79%
- Malo: 2,62%
- Muy malo: 4,05%

Como puede apreciarse durante el 91,54% del tiempo que comprende el presente informe, la calidad del aire ha sido buena o aceptable.

Para los días en los que el índice de calidad ha sido malo, se incluye a continuación, cuadro resumen con el contaminante que ha determinado la calificación, así como su concentración.

27/02/2020	28/02/2020	29/02/2020	01/03/2020
AQI (muy malo)	AQI (muy malo)	AQI (muy malo)	AQI (pobre/malo)
debido a PM10	debido a PM10	debido a PM10	debido a PM10
Concentración	Concentración	Concentración	Concentración
113,7 (µg/m3)	162,41 (µg/m3)	113,75 (µg/m3)	52,85 (µg/m3)
AQI: 101	AQI: 101	AQI: 101	AQI: 76

Es importante destacar que los días con peor índice de calidad son consecutivos. En el conjunto de estaciones del Sistema Integral del Ayuntamiento de Madrid se producen concentraciones análogas durante el mismo periodo. Por tanto, la contaminación no tiene su origen en las obras en ejecución, considerando como causa más probable el fenómeno de intrusión sahariana que se produjo en esas fechas.

Los valores máximos diarios (PM2,5 y PM10) y los valores máximos horarios (NO₂ y O₃) registrados en las estaciones de seguimiento y control se resumen a continuación:



Contaminante	Valores máximos	Estación donde se ha registrado el valor
PM2,5 (*)	37,21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	San Agustín
PM10 (*)	162,41 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	San Agustín
NO ₂	113,01 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Cuatro Caminos (SIA)
O ₃	80,16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	San Agustín

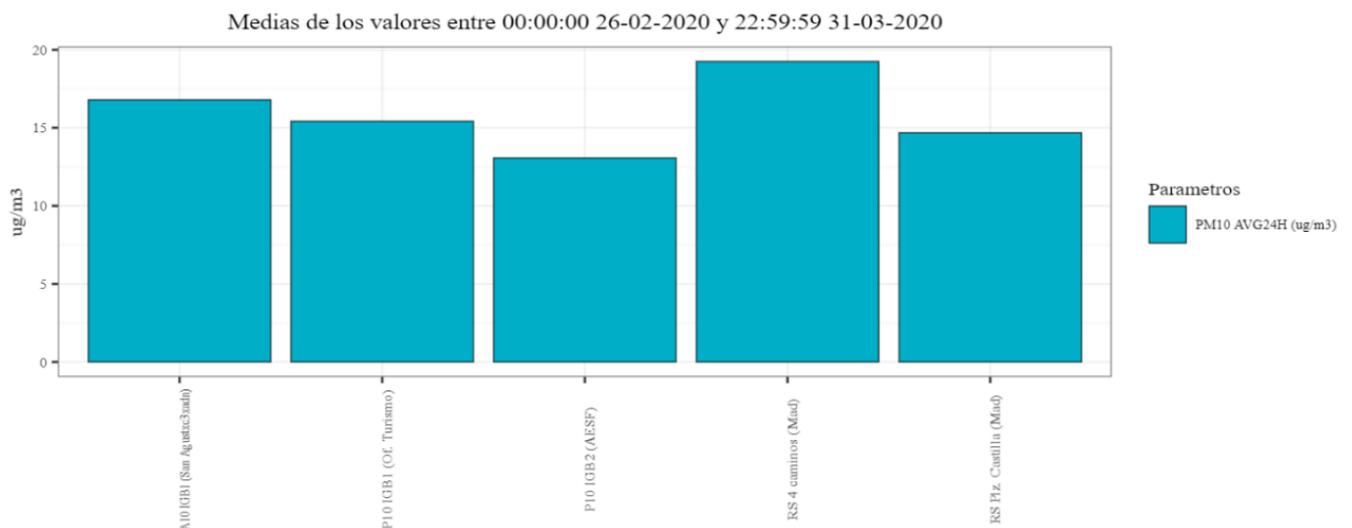
(*) Media móvil de las 24h anteriores

3. Seguimiento y control de partículas gruesas. PM10

El valor límite diario y valor límite anual definido en la legislación vigente de aplicación se resumen en la siguiente tabla:

VALOR LÍMITE DIARIO para la protección de la salud humana: 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Que no podrán superarse en más de 35 ocasiones al año)	VALOR LÍMITE ANUAL para la protección de la salud humana: 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
---	---

Se recoge en la siguiente gráfica los valores medios diarios PM10 registrados en cada estación de monitorización del 26 de febrero al 31 de marzo de 2020.



Los valores medios se encuentran dentro del rango de los registros de las estaciones de referencia.



En la siguiente tabla se recogen los valores medios obtenidos, junto con los valores máximos diarios registrados y el número de días en que se han superado los límites marcados por la legislación en cada una de las estaciones de medición.

Para la determinación del número de días en los que se supera el valor límite diario se ha utilizado la concentración obtenida de la media móvil de las 24 horas anteriores, al ser el mismo criterio que se utilizó en la determinación del Índice de Calidad del Aire.

PM10	San Agustín	Of. Turismo	AESF	Cuatro Caminos
Valores medios diarios ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	16,80	15,42	13,07	19,25
Valores máximos diarios ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (*)	162,41	143,25	114,53	117,79
Nº días superaciones valor límite diario ($> 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	4	4	4	4

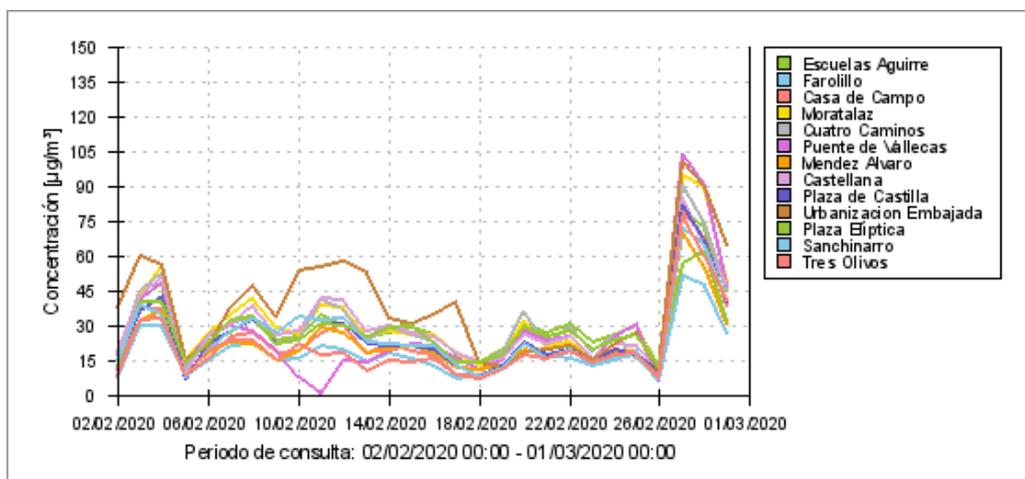
(*) Media móvil de las 24h anteriores

Como se puede comprobar, los valores medios registrados en los tres puntos de control del entorno de la obra son similares.

Tanto en el ámbito de actuación como en la estación de referencia (Cuatro Caminos) se ha superado el umbral establecido.

Los valores máximos se registran en el periodo comprendido entre el 27 y 29 de febrero.

A continuación, se incluye la gráfica con los datos diarios de PM10, registrado por el conjunto de estaciones SICA durante el mes de febrero de 2020.





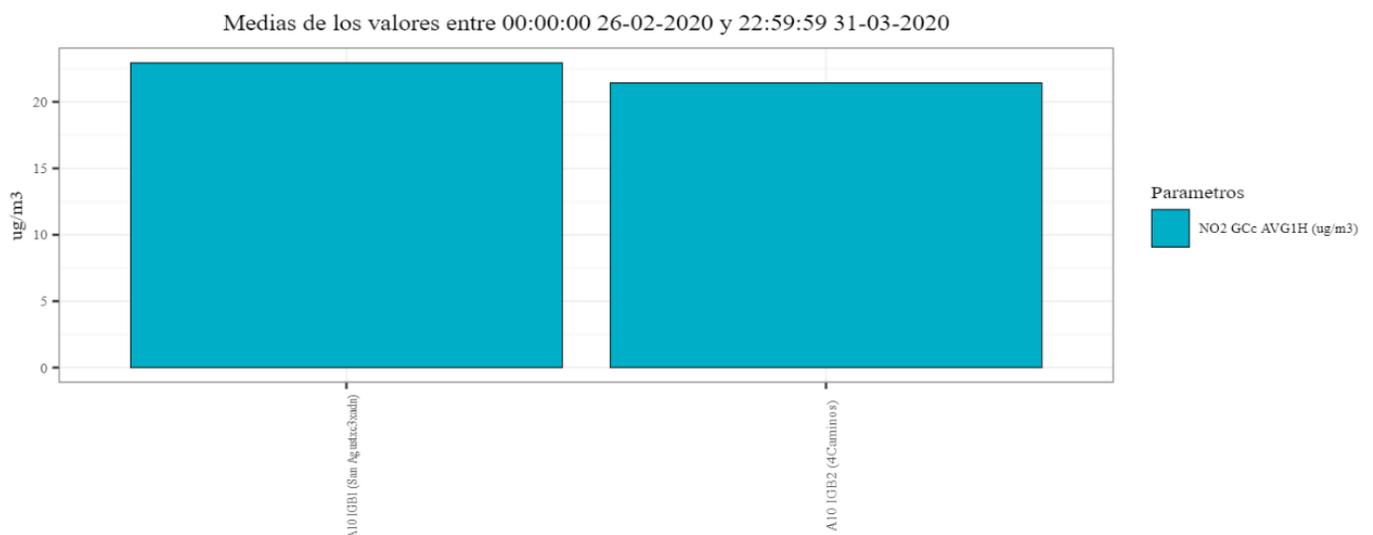
Tal y como se aprecia no existen diferencias significativas entre el conjunto de sensores de la Ciudad de Madrid y los equipos de monitorización. Las concentraciones máximas corresponden al fenómeno de intrusión sahariana registrado los últimos días de febrero en todas las estaciones.

4. Seguimiento y control mensual de las inmisiones de NO₂

Los valores límite y umbrales de alerta definidos en la legislación vigente se resumen en la siguiente tabla:

VALOR LIMITE HORARIO para la protección de la salud humana 200 µg/m³ que no podrán superarse en más de 18 ocasiones al año	VALOR LÍMITE ANUAL para la protección de la salud humana 40 µg/m³	UMBRAL DE ALERTA 400 µg/m³ 3 horas consecutivas en un área > 100 km²
--	--	---

Los valores medios de concentración de NO₂, registrados en cada estación de monitorización del 26 de febrero al 31 de marzo de 2020, se detallan en la siguiente gráfica:



En relación con el valor límite anual, durante el presente mes, no se han registrado valores medios superiores a los 40 µg/m³ en ninguno de los dos puntos de control, aclarándose que sólo el del Colegio San Agustín se puede asociar a la obra, utilizándose el de Cuatro Caminos como referencia de fondo.



No obstante, este valor límite hace referencia a la media anual por lo que no debe compararse con los valores registrados durante un periodo de medición mensual, salvo como previsión de la posible tendencia que se irá ajustando en la medida que se disponga del resto de informes mensuales.

Durante el periodo que comprende el presente informe, **el valor límite horario, establecido en 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, no se ha superado en ninguno de los puntos de control.**

En la siguiente tabla se recogen los valores medios registrados en cada estación de medición, junto con los valores máximos horarios registrados en cada una, así como el número de veces que se haya podido superar el límite horario durante el periodo:

NO ₂	Colegio San Agustín	RS Cuatro Caminos (SICA)
Valores medios ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	22,94	24,78
Valores máximos ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	93,62	113,01
Veces superación límite	0	0

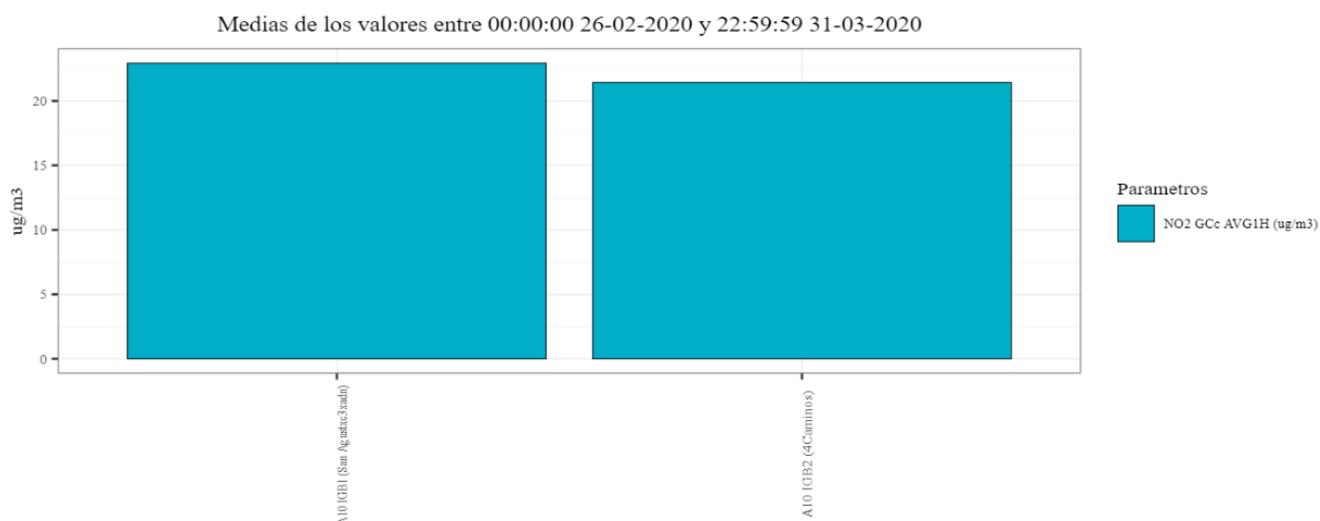
5. Seguimiento y control mensual de las inmisiones de O₃

Los valores límite, umbral de alerta y valor objetivo definidos en la legislación vigente se resumen en la siguiente tabla:

UMBRAL DE INFORMACIÓN	UMBRAL DE ALERTA	VALOR OBJETIVO
180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Como valor medio de 1 hora)	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Como valor medio de 1 hora)	para la protección de la salud humana: 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (media octohoraria máxima en un día) Que no podrá superarse más de 25 días por año de promedio en un periodo de 3 años

En este caso, ninguna de las dos estaciones pertenecientes al Sistema Integral de Calidad del Aire dispone de equipos para registrar concentraciones de ozono. No obstante, como es un gas con una alta capacidad de oxidación que afecta a las vías respiratorias y cuya concentración, especialmente en verano, suele ser elevada, en el Plan de Vigilancia Ambiental de la obra se ha previsto monitorización.

En el siguiente diagrama de barras se recogen los valores medios registrados durante el periodo.



Durante el periodo de estudio no se ha superado en ninguna ocasión el umbral de información de ozono que se fija en $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$, como media horaria. Tampoco se ha superado el valor objetivo de ozono diario con medias octohorarias de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$

En la siguiente tabla se recogen los valores medios registrados, junto con los valores máximos horarios y las superaciones de los umbrales de información y del valor objetivo:

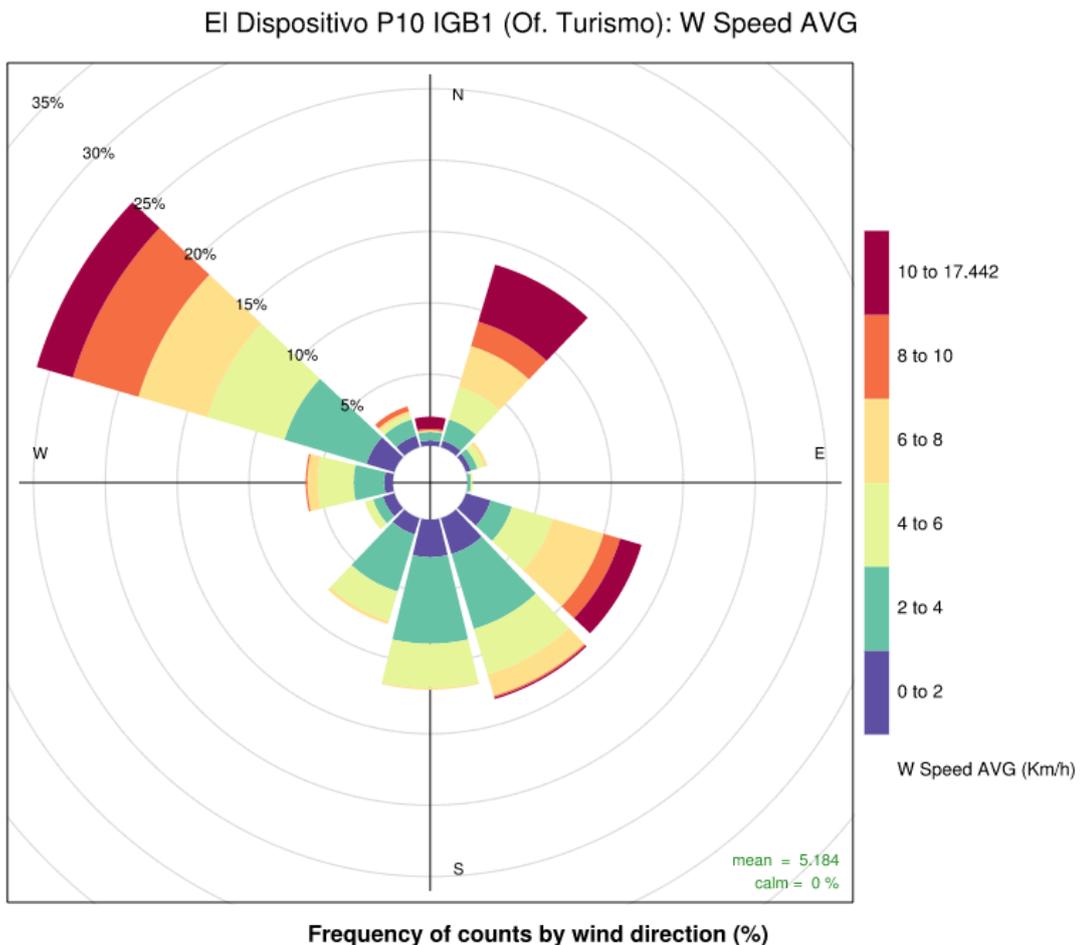
OZONO	Colegio San Agustín	Cuatro Caminos
Valores medios ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	37,46	21,42
Valores máximos ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	80,17	92,06
Valores máximos ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) con medias octohorarias	64,23	77,10
Nº días Superación valor objetivo ($> 120 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	0	0
nº días Superaciones valor umbral de información ($> 180 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	0	0

6. Resumen meteorológico.

Los datos climatológicos, especialmente velocidad y dirección del viento, son factores de alta incidencia en la dispersión de contaminantes.



En el diagrama adjunto se representa las componentes principales del viento. La localización del Estadio Santiago Bernabéu en un entorno completamente consolidado hace que todas las direcciones del viento sean consideradas desfavorables. Si bien, por la localización de los centros docentes, pudiera considerarse la componente suroeste como ligeramente más desfavorable.



Como puede apreciarse, durante el mes de marzo, los vientos de componente noroeste son significativamente los más frecuentes seguidos a cierta distancia de los de componente sur-sureste. En su conjunto, ambas componentes suponen del orden del 60% de la frecuencia con la que se presenta el viento.

En cuanto a velocidades, los vientos de componente noreste son significativamente más rápidos, con mayor proporción de velocidades comprendidas entre 10 y 20 km/h, lo que puede provocar un arrastre de partículas mayores distancias.

En la tabla adjunta se incluye el resumen de los datos registrados durante el mes de febrero.



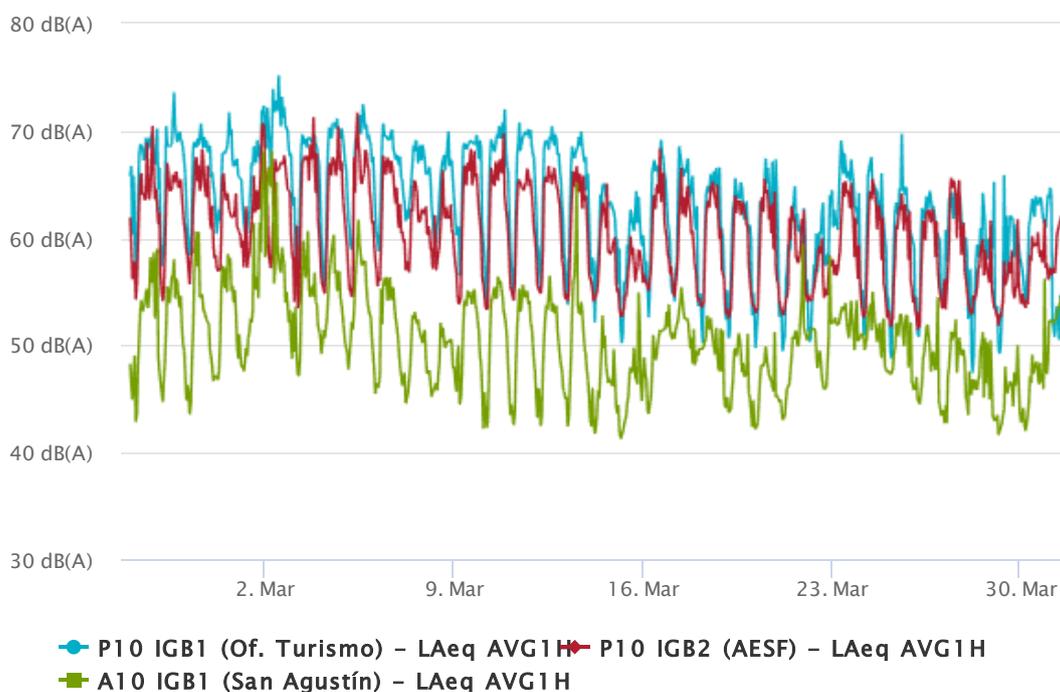
	Valor máximo	Valor mínimo	Media
Temperatura (°C)	25,68	-1,22	10,75
Humedad (%)	95,70	19,66	57,34
Presión (hPa)	948,18	923,60	938,29
Viento (km/h)	33,67	0,00	5,13

La velocidad máxima de viento tomada como referencia es de 20 km/h, siendo la velocidad media contemplada 5,13 km/h.

La velocidad máxima se registró el lunes 2 de marzo. No obstante las velocidades más altas, de forma sostenida, se producen las tardes del 6 y 7 de marzo. No obstante, durante esa semana no se registran las mayores concentraciones de partículas gruesas, que serían las de mayor movilización con velocidades de viento altas.

7. Seguimiento acústico.

En primer lugar, se incluyen los registros en continuo con los niveles horarios equivalentes de los tres puntos de control.





El detalle estadístico de los registros, detallado por puntos de control, es:

P10 IGB1 (Of. Turismo) - LAeq AVG1H (dB(A))

Max: 75.19
Min: 47.44
Media: 65.92
SD: 6.03

P10 IGB2 (AESF) - LAeq AVG1H (dB(A))

Max: 71.71
Min: 51.43
Media: 62.60
SD: 5.01

A10 IGB1 (San Agustín) - LAeq AVG1H (dB(A))

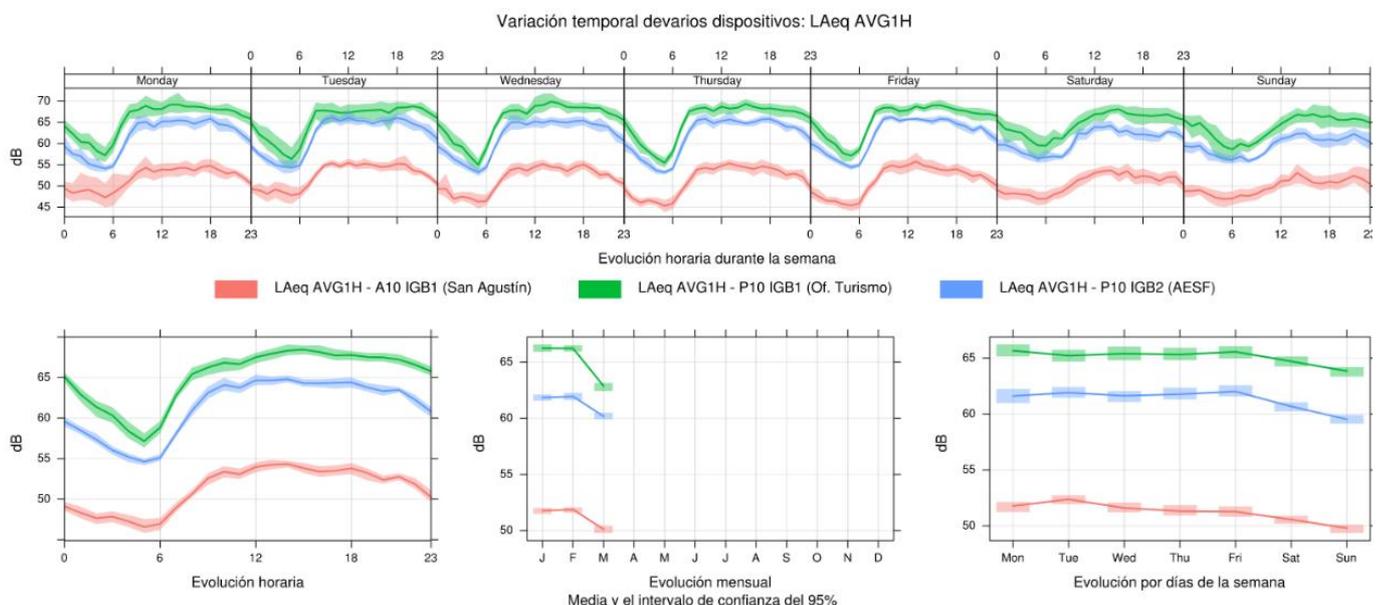
Max: 68.19
Min: 41.29
Media: 53.34
SD: 5.43

Los valores medios son muy similares a los registrados en los meses anteriores, por lo que la tendencia es de estabilidad

Como se puede apreciar, la desviación estándar (SD) es similar entre los tres equipos de medición, lo que implica que la distribución de la presión sonora es análoga en todos los puntos de control y, por tanto, el conjunto del ámbito de estudio.

Para profundizar de forma efectiva en la posible incidencia de las obras en el entorno, se procede a analizar la variación temporal de los registros.

Variación temporal a origen (noviembre 2019):





En las gráficas se representa tanto el valor medio, línea continua, como el intervalo de confianza del 95%, zona sombreada en el color identificativo de cada sonómetro.

La evolución semanal es muy similar cada día de la semana. Existe una marcada zona valle que se inicia a partir de las 22:00, registrando los valores mínimos en torno a las 06:00, hora a partir de la cual se incrementa la presión acústica, estabilizándose los niveles sonoros a lo largo del día y la tarde. Los fines de semana el descenso nocturno es menos acusado.

Tal y como se aprecia en la gráfica de variación temporal, se registran valores más elevados tanto en el punto de control de P10 IGB1, localizado en la oficina de turismo, como en el P10 IGB2, situado en la AESF, frente al localizado en el Colegio San Agustín (A10 IGB1). Este comportamiento es análogo al documentado, para la situación preoperacional, en el Mapa de Ruido 2016 del Ayuntamiento de Madrid.

Los valores medios, correspondientes al periodo diurno, son:

- Oficina de Turismo: 67 dB(A)
- Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria: 65 dB(A)
- Colegio San Agustín: 55 dB(A)

Los objetivos de calidad acústica para áreas urbanizadas existentes, conforme se establecen en el documento "Áreas Acústicas de Madrid 2018", son:

ÁREA ACÚSTICA	ÍNDICE DE RUIDO dB(A)		
	L _d	L _e	L _n
Tipo A	65	65	55
Tipo C	73	73	63

Siendo las áreas tipo "A" las que su uso característico es el residencial, mientras que en las tipo "C" es recreativo y espectáculos.

La oficina de turismo en la que se ha instalado el punto de control P10 IGB1, se localiza en el Paseo de la Castellana, en las inmediaciones de la Plaza de Lima. En este punto, el Mapa de Ruido, un nivel continuo equivalente de 70-75 dB(A), por lo durante el mes de febrero se puede considerar que los resultados son mejores de lo esperables, estando incluso en línea del objetivo de calidad fijado en 65 dB(A).

Es significativo el descenso registrado durante el mes de marzo. Se considera como causa más probable las medidas de confinamiento establecidas a partir de la aprobación del Real Decreto 463/2020.



8. Conclusiones.

A la vista de los resultados obtenidos en el presente informe de seguimiento se aprecia que la mayor parte del tiempo (91%) el índice de calidad del aire ha sido aceptable o bueno, por lo que se considera que las obras de urbanización del PLAN ESPECIAL DE MEJORA DEL MEDIO URBANO Y DE ORDENACIÓN PORMENORIZADA DEL ESTADIO SANTIAGO BERNABÉU **no han supuesto un impacto significativo sobre la calidad del aire**, ni sobre la exposición acústica de la población vulnerable, considerada como tal la que se encuentra en el entorno de 1 km alrededor de la obra.

Por tanto, la valoración ambiental global se considera conforme al Plan de Vigilancia Ambiental implantado.

Madrid, 1 de abril de 2020