



**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**

DICIEMBRE 2019





ÍNDICE

1.	Descripción de los trabajos de seguimiento y vigilancia.	3
2.	Resumen de los índices de calidad y valores máximos alcanzados.	5
3.	Seguimiento y control de partículas gruesas. PM10	6
4.	Seguimiento y control mensual de las inmisiones de NO ₂	8
5.	Seguimiento y control mensual de las inmisiones de O ₃	9
6.	Resumen meteorológico.	11
7.	Seguimiento acústico.	12
8.	Conclusiones.....	15



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:

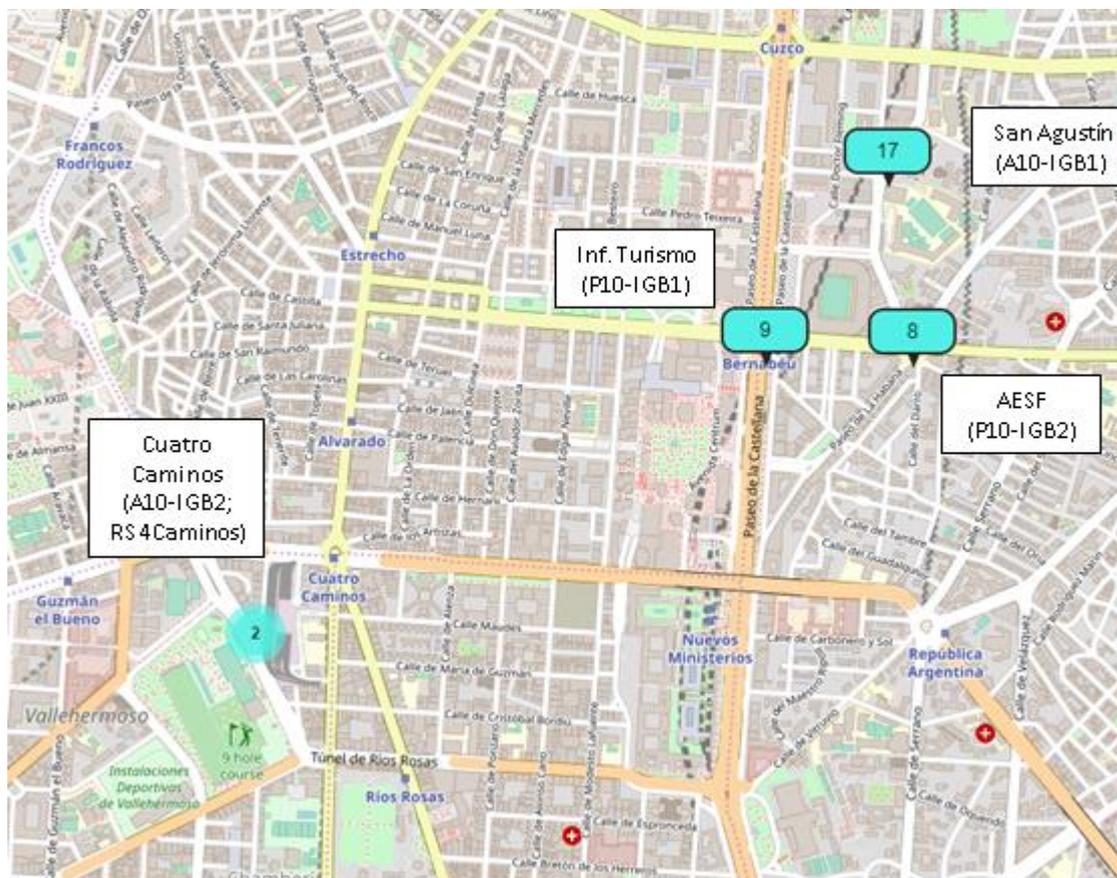
Equipo monitorización	N.º serie	Localización actual
A10-IGB1	0136190000	Colegio San Agustín
A10-IGB2	0136190001	Cuatro Caminos
P10-IGB1	0136190002	Oficina de Turismo
P10-IGB2	0136190003	Agencia Estatal Seguridad Ferroviaria (AESF)



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 en continuo 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.





2. Resumen de resultados y valores máximos alcanzados.

En el presente apartado se incorpora un resumen de resultados basado en el índice de Calidad del Aire (AQI). El calendario AQI se obtiene del equipo instalado en el Colegio San Agustín, considerado como característico del Plan de Control Ambiental, por ser el que permite discernir entre concentración de gases y material particulado. Además, se incluyen los valores máximos alcanzados, con independencia del punto de control en el que se detecten.

El índice de calidad del aire queda determinado por el contaminante pésimo, el 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 PM _{2,5}	0-10	11-20	21-25	26-50	51-800
Partículas PM ₁₀	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

Cálculo de valores:

- NO₂ y O₃: se utilizarán los valores de concentraciones horarias.
- PM_{2,5} y PM₁₀: el cálculo se hará en base a la media móvil de las 24 horas anteriores.

Del análisis de los registros se deduce la siguiente distribución del Índice de Calidad del Aire a lo largo del periodo (25/11/2019 a 25/12/2019):

- Bueno: 68,82%
- Aceptable: 21,64%
- Moderado: 5,78%
- Malo: 3,76%

Como puede apreciarse durante el 90,5% del tiempo la calidad del aire ha sido buena o aceptable y solo un 3,8% ha sido mala. Concretamente los días en el que el índice AQI arrojó resultados malos fueron el 9, 10 y 11 de diciembre.

Para valorar la incidencia real de la actividad de construcción, resulta imprescindible establecer cuál ha sido el contaminante característico que ha fijado el índice AQI.



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.

09/12/2019	10/12/2019	11/12/2019
AQI (pobre/malo) debido a PM2.5 Concentración 29,51 (µg/m3) AQI: 80	AQI (pobre/malo) debido a PM2.5 Concentración 29,55 (µg/m3) AQI: 80	AQI (pobre/malo) debido a PM2.5 Concentración 30.94 (µg/m3) AQI: 81

Como puede apreciarse, en todos los casos, el contaminante que ha determinado el índice de calidad es el material particulado fino, PM2,5 que no es consecuencia de la actividad de construcción.

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

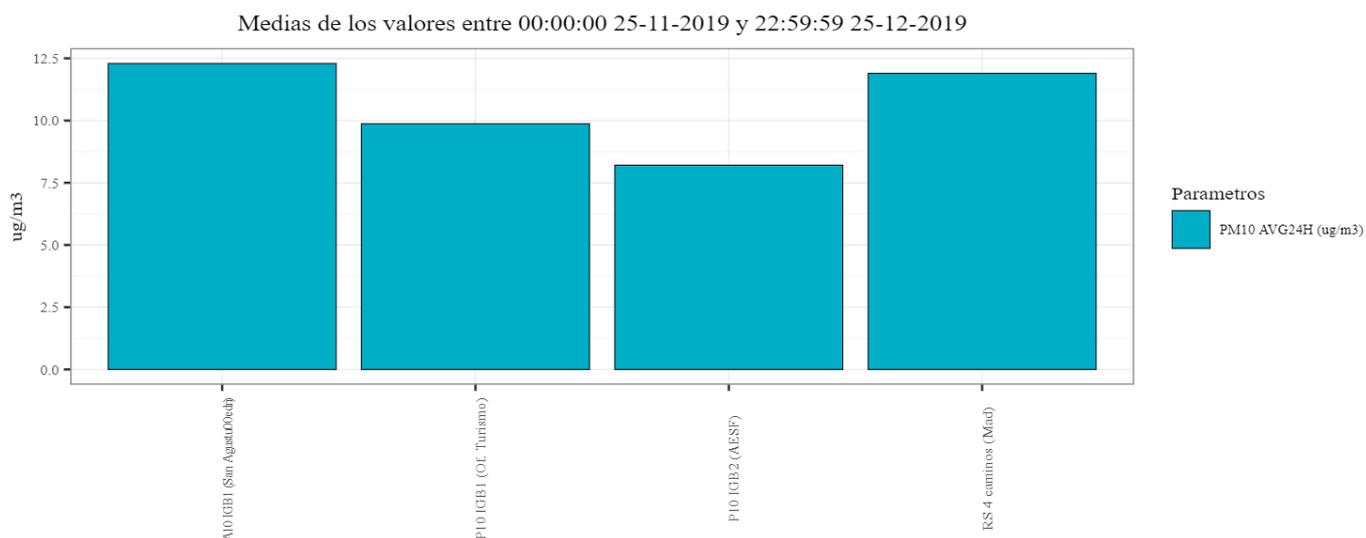
Contaminante	Valores máximos	Estación donde se ha registrado el valor
PM2,5	30,94 µg/m ³	San Agustín
PM10	47,66 µg/m ³	San Agustín
NO ₂	68,00 µg/m ³	Cuatro Caminos
O ₃	59,76 µg/m ³	Cuatro Caminos

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 µg/m³ (Que no podrán superarse en más de 35 ocasiones al año)	VALOR LÍMITE ANUAL para la protección de la salud humana: 40 µg/m³
--	--

Se recoge en la siguiente gráfica los valores medios diarios PM10 registrados en cada estación de monitorización durante el mes de diciembre (de 25 del mes anterior a 25 del mes en curso).



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.

PM10	San Agustín	Of. Turismo	AESF	RS Cuatro Caminos (Ayto.)
Valores medios diarios ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	12,29	9,87	8,21	11,90
Valores máximos diarios ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	36,90	29,23	22,49	36,50
Nº días superaciones valor límite diario ($> 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	0	0	0	0

Como se puede comprobar, los valores registrados en los equipos de monitorización instalados son muy similares a los de la estación Cuatro Caminos (SICA).

Los valores diarios registrados siempre se encuentran por debajo del valor límite legislado. No habiéndose superado, en ninguno de los tres equipos de monitorización, valores medios diarios superiores a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (media a lo largo del día natural)

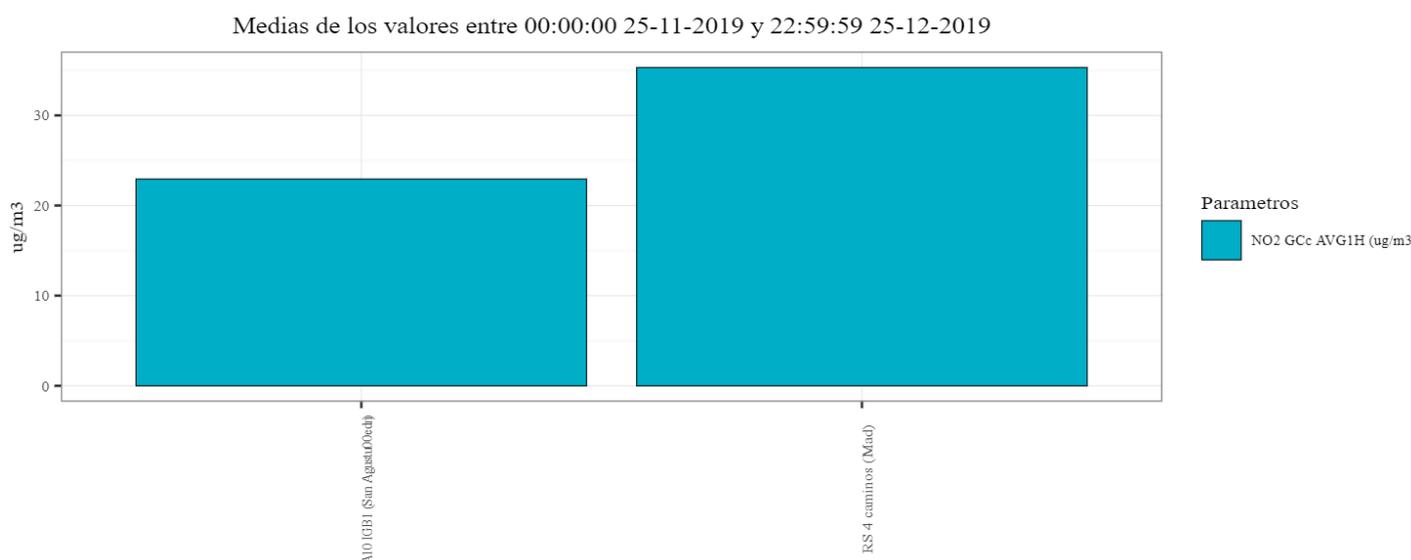


4. Seguimiento y control mensual de las inmisiones de NO₂

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

VALOR LÍMITE 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 durante el mes de diciembre (de 25 del mes anterior a 25 del mes en curso), se detallan en la siguiente gráfica:



En relación con el valor límite anual, durante el mes de diciembre, no se han registrado valores medios superiores a los 40 µg/m³ en ninguno de los puntos de control. 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 µg/m³, tampoco 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 mes de diciembre (25/11/2019 – 25/12/2019):



NO ₂	Colegio San Agustín	RS Cuatro Caminos (SICA)
Valores medios (µg/m ³)	22,98	35,38
Valores máximos (µg/m ³)	61,93	120,00
Veces superación límite	0	0

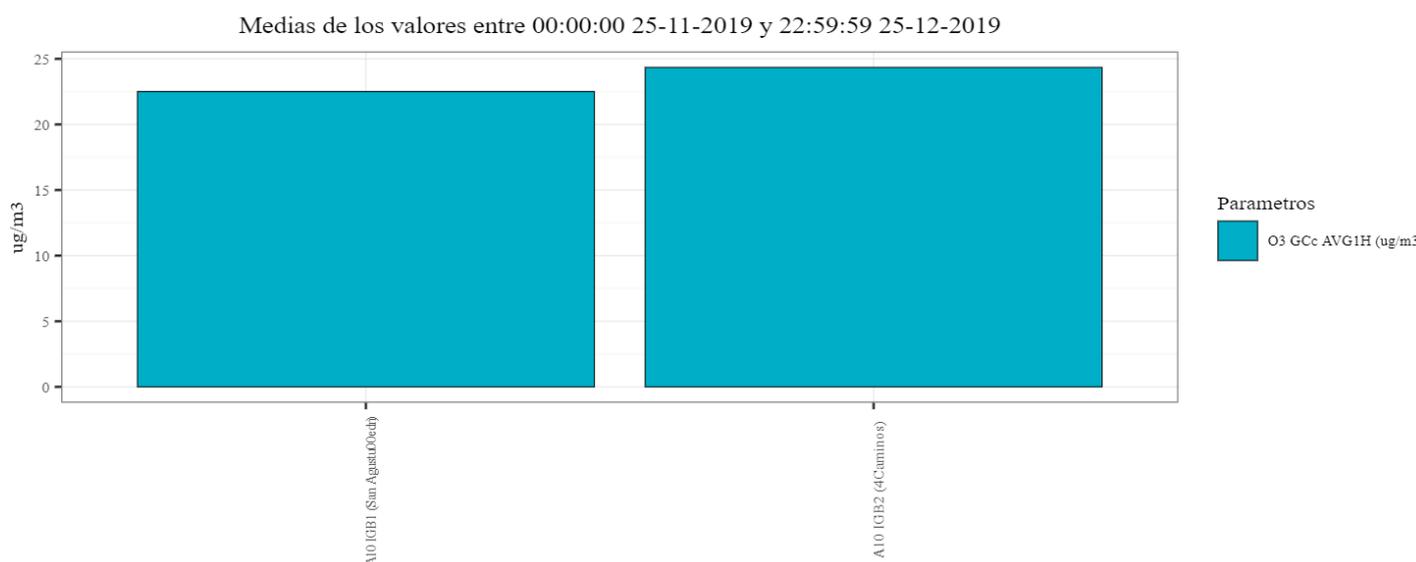
5. Seguimiento y control mensual de las inmisiones de O₃

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 µg/m ³ (Como valor medio de 1 hora)	240 µg/m ³ (Como valor medio de 1 hora)	para la protección de la salud humana: 120 µg/m ³ (media octohoraria máxima en un día) Que no podrá superarse más de 25 días por año de promedio en un periodo de 3 años

En este caso, la estación perteneciente al Sistema Integral de Calidad del Aire no 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 su monitorización.

En el siguiente diagrama de barras se recogen los valores medios registrados durante el mes de diciembre, concretamente entre el 25 de noviembre y el 25 de diciembre.



Durante el mes de diciembre 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 durante el mes de diciembre (25/11/2019 – 25/12/2019):

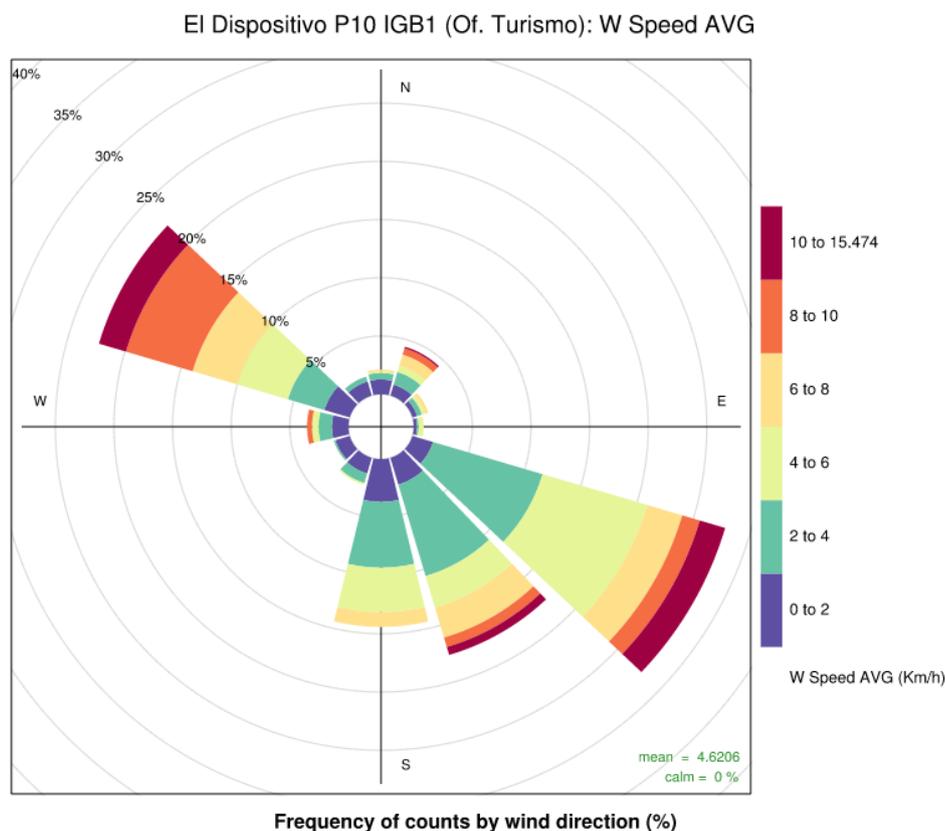
OZONO	Colegio San Agustín	Cuatro Caminos
Valores medios ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	22,50	24,34
Valores máximos ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	51,54	59,75
Valores máximos ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) con medias octohorarias	47,26	57,29
Nº días Superación valor objetivo (> 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0	0
nº 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 diciembre, los vientos de componente sureste son los más frecuentes seguidos de los de componente noroeste. En su conjunto, ambas componentes suponen del orden del 70% de la frecuencia con la que se presenta el viento.

En cuanto a velocidades, los vientos de componente noroeste son significativamente más rápido, con mayor proporción de velocidades comprendidas entre 8 y 16 km/h.



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

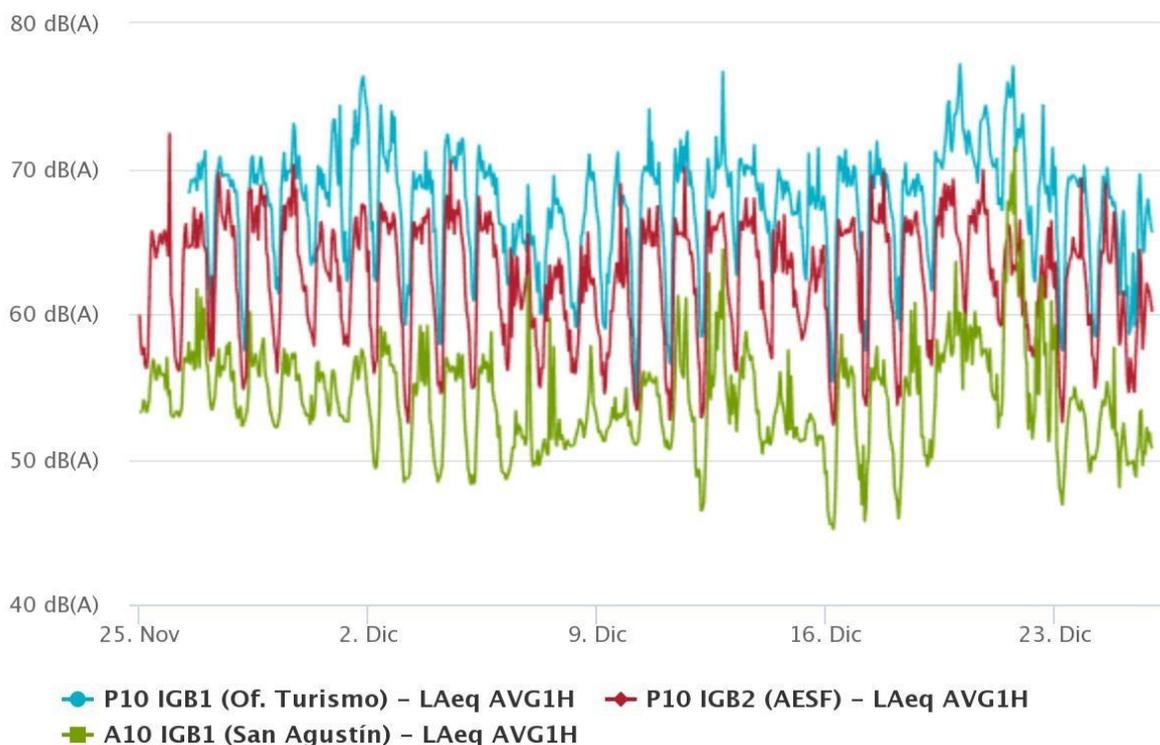
	Valor máximo	Valor mínimo	Media
Temperatura (°C)	18,09	3,56	8,95
Humedad (%)	95,05 %	37,58 %	73,36 %
Presión (hPa)	951,59	920,07	939,06
Viento Velocidad (km/h)	50,68	0,00	4,21

La velocidad máxima se registró el sábado día 21 de diciembre de noviembre.

La velocidad máxima de viento tomada como referencia es de 20 km/h, siendo la velocidad media contemplada 4,21 km/h.

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))

Estadística

Max: **77.25**

Min: **53.97**

Media: **69.11**

SD: **4.34**

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

Estadística

Max: **72.46**

Min: **52.30**

Media: **63.99**

SD: **4.38**

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

Estadística

Max: **71.49**

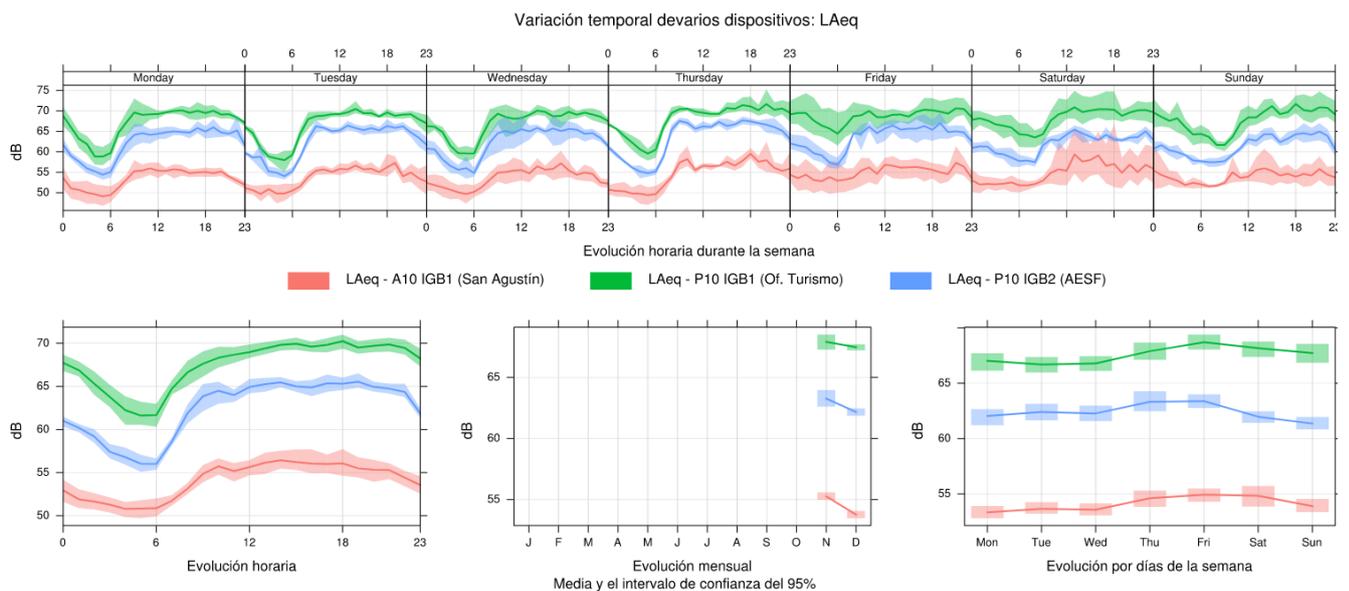
Min: **45.12**

Media: **56.00**

SD: **4.06**

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





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, con una marcada zona valle que se inicia a partir de las 22:00, registrando los valores mínimos en torno a las 06:00. A partir de esta hora se incrementa la presión acústica, estabilizándose los niveles sonoros a lo largo del día y la tarde. Los fines de semana, incluso la noche del jueves al viernes, el descenso nocturno es menos acusado, aunque el incremento diurno no se empieza a ser evidente hasta las 09:00.

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, resumiéndose en los siguientes valores, correspondientes al periodo diurno, ordenados de mayor a menor:

- Oficina de Turismo: 70 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.

Por tanto, los valores registrados, con la salvedad del de la oficina de turismo, cumplen los objetivos de calidad marcados para áreas acústicas tipo A.

La oficina de turismo en la que se ha instalado el punto de control P10 IGB1, se sitúa en el Paseo de la Castellana, en las inmediaciones de la Plaza de Lima. En este punto, el Mapa de Ruido, establece un nivel continuo equivalente de 70-75 dB(A), por lo que los valores registrado ratifican la previsión.

Por todo ello, se desprende que la evolución de la presión sonora en el entorno se encuentra dentro de los parámetros esperables, sin que las obras supongan un empeoramiento de la calidad acústica de la zona.



8. Conclusiones.

A la vista de los resultados obtenidos en el presente boletín de seguimiento se concluye que las obras de urbanización del PLAN ESPECIAL DE MEJORA DEL MEDIO URBANO Y DE ORDENACIÓN PORMENORIZADA DEL ESTADIO SANTIAGO BERNABÉU no suponen 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, 07 de enero de 2020