

Una mirada a la contaminación de Madrid desde la inteligencia de negocio (BI) y su aplicación.

Román Sanz, Gerente ITG y BI & Analytics de Entelgy

Manuel Aguirre, Consultor Experto en Sostenibilidad

A través de las herramientas de BI tradicional o las más actuales orientadas al descubrimiento de información (data discovery), basadas en lógica asociativa con tiempos de respuesta significativamente más cortos, la sociedad puede transformar los datos recopilados y publicados por entidades públicas, como el Ayuntamiento de Madrid a través de su Portal de Datos Abiertos¹, en información y conocimiento que la ayude a tomar mejores decisiones.

En el **centro de excelencia de BI de Entelgy en Madrid**, en colaboración con Manuel Aguirre, Diplomado en Ingeniería y Gestión Medioambiental por EOI Business School, en calidad de consultor experto en sostenibilidad, se han procesado y analizado unos 20 millones de mediciones realizadas por el sistema integral de la calidad del aire del Ayuntamiento de Madrid, que cuenta con un subsistema de vigilancia que engloba 24 estaciones remotas de medición de la contaminación.

Estudios realizados indican que la exposición al dióxido de nitrógeno (NO₂) a largo plazo puede provocar una disminución de la función pulmonar y aumentar el riesgo de aparición de síntomas respiratorios como bronquitis aguda, tos y flema, especialmente en los niños. La legislación europea establece dos **límites para la protección de la salud humana**, uno de concentración media anual inferior a 40 microgramos por metro cúbico (µg/m³) y otro de valor límite horario de 200 (µg/m³) que no debe superarse más de 18 horas al año².

En el último lustro se observa que las estaciones del Barrio del Pilar, Ramón y Cajal, y Pza. Fdez. Ladreda superan los dos límites de manera continuada desde 2011.

Promedio Anual NO2 (µg/m3)						Conteo Límite 200 Concentración Horaria NO2							
Area	Estación	2011	2012	2013	2014	2015	Area	Estación	2011	2012	2013	2014	2015
1	Barrio del Pilar	49	45	41	43	42	1	Barrio del Pilar	86,00	52,00	36,00	45,00	63,00
	Castellana	49	35	36	40	37		Castellana	9,00	1,00	3,00	5,00	4,00
	Cuatro Caminos	55	44	43	42	42		Cuatro Caminos	22,00	0,00	3,00	9,00	16,00
	Escuelas Aguirre	60	51	43	51	55		Escuelas Aguirre	34,00	11,00	4,00	36,00	33,00
	Mendez Álvaro	46	39	32	33	37		Mendez Álvaro	20,00	2,00	2,00	0,00	9,00
	Parque del Retiro	37	32	28	24	32		Parque del Retiro	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Plaza Castilla	52	47	42	44	45		Plaza Castilla	15,00	0,00	0,00	2,00	6,00
	Plaza de España	51	46	46	36	49		Plaza de España	5,00	2,00	7,00	0,00	8,00
	Plaza del Carmen	51	44	41	40	40		Plaza del Carmen	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00
	Ramón y Cajal	54	46	41	36	44		Ramón y Cajal	86,00	22,00	28,00	28,00	49,00
2	Ensanche de Vallecas	40	31	26	32	32	2	Ensanche de Vallecas	39,00	5,00	0,00	24,00	49,00
	Moratalaz	49	41	32	35	39		Moratalaz	0,00	9,00	3,00	6,00	6,00
	Vallecas	45	36	35	43	37		Vallecas	3,00	0,00	2,00	3,00	1,00
3	Arturo Soria	44	39	34	36	41	3	Arturo Soria	20,00	3,00	4,00	2,00	11,00
	Barajas Pueblo	40	35	31	31	32		Barajas Pueblo	1,00	0,00	2,00	0,00	0,00
	Juan Carlos I	28	22	19	20	22		Juan Carlos I	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00
	Sanchinarro	40	37	32	32	33		Sanchinarro	40,00	11,00	9,00	19,00	25,00
	Tres Olivos	39	32	29	29	36		Tres Olivos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Urbanización Embajada (Barajas)	49	42	37	37	44	Urbanización Embajada (Barajas)	8,00	6,00	5,00	2,00	2,00		
4	Casa de Campo	29	23	20	20	22	4	Casa de Campo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	El Pardo	23	19	18	13	17		El Pardo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Farolillo	40	35	33	33	37		Farolillo	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00
5	Pza. Fdez. Ladreda	69	57	54	53	55	5	Pza. Fdez. Ladreda	109,00	49,00	37,00	27,00	47,00
	Villaverde	46	40	37	37	42		Villaverde	17,00	3,00	13,00	6,00	26,00

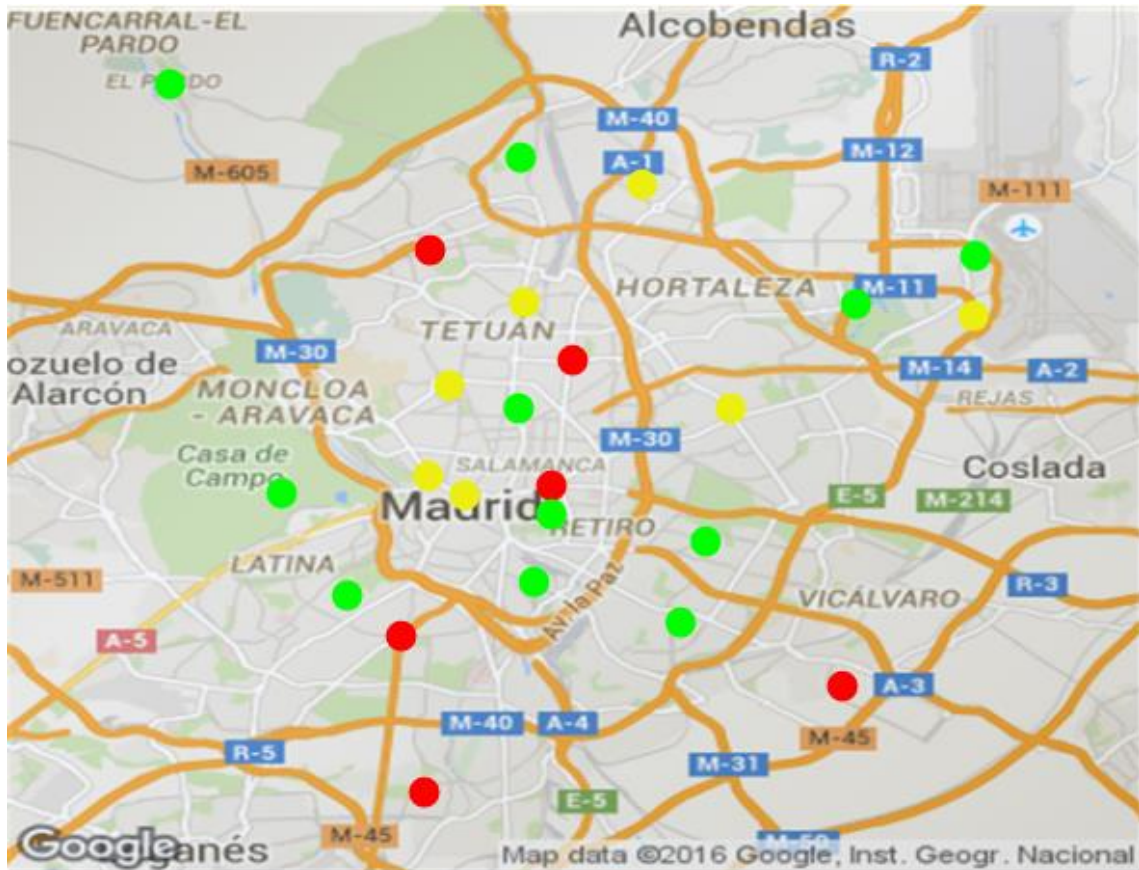
Evolución de las concentraciones de NO2 en las diferentes estaciones (periodo Enero 2011 – Noviembre 2015)

Aprovechando las capacidades gráficas que aportan las herramientas de BI para la **integración de la información en mapas**, se puede observar sobre un mapa de la ciudad de Madrid, con las estaciones de control de la contaminación y un código de colores, la problemática respecto del dióxido de nitrógeno en 2015: aparecen en rojo³ las que superaron los dos límites, en naranja⁴ las que superaron uno de los dos y en verde las que no superaron ningún límite.

¹ <http://datos.madrid.es/portal/site/egob/>

² Directiva 2008/50/CE, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:152:0001:0044:ES:PDF>

³ Barrio del Pilar, Ramón y Cajal, Escuelas Aguirre, Pza. Fdez. Ladreda, Villaverde y Ensanche de Vallecas



Representación en mapa de la problemática de NO2 según código de colores (periodo Enero - Noviembre 2015)

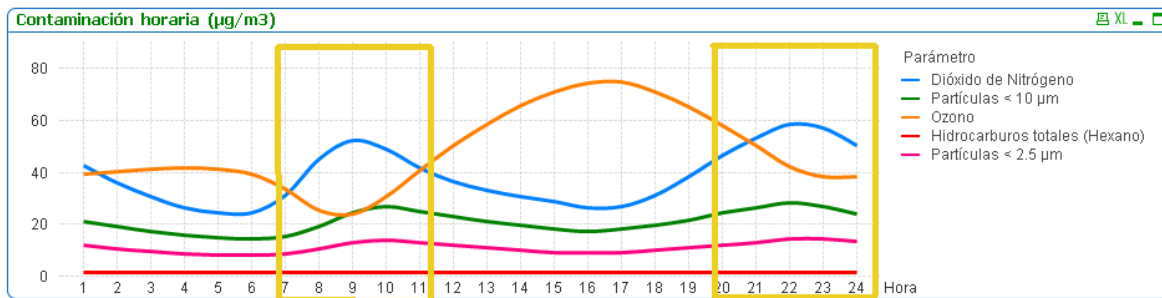
Para los amantes de la bicicleta, el *running* u otras actividades al aire libre ¿cuál sería la franja del día con la menor exposición a la contaminación en el municipio de Madrid?

Conteo Límite Concentración Horaria NO2		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
1	Barrio del Pilar	5,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	15,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	28,00	51,00	70,00	55,00	27,00	
	Castellana	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	6,00	5,00	4,00	3,00	
	Cuatro Caminos	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	7,00	11,00	12,00	10,00	1,00	
	Escuelas Aguirre	8,00	2,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	10,00	16,00	34,00	29,00	13,00	
	Mendez Álvaro	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	8,00	8,00	8,00	7,00	3,00	
	Parque del Retiro	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	3,00	0,00	0,00	
	Plaza Castilla	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	2,00	6,00	7,00	1,00	0,00
	Plaza de España	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	7,00	5,00	5,00	1,00	0,00
	Plaza del Carmen	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00
	Ramón y Cajal	5,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	12,00	25,00	43,00	22,00	12,00	15,00	
2	Ensanche de Vallecas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	17,00	31,00	39,00	20,00	1,00	
	Moratalaz	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	2,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	5,00	5,00	
	Vallecas	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	1,00	1,00	
3	Arturo Soria	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	6,00	10,00	10,00	7,00	3,00	
	Barajas Pueblo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	1,00	1,00	0,00	0,00	
	Juan Carlos I	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	
	Sanchinarro	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	20,00	37,00	27,00	8,00	4,00	
4	Tres Olivos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	Urbanización Embajada (Bara...	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	8,00	2,00	1,00	
	Casa de Campo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	El Pardo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	Ferillito	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	
5	Pza. Fdez. Ladreda	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	4,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	22,00	26,00	22,00	24,00	32,00	7,00	
	Villaverde	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	6,00	18,00	20,00	15,00	5,00	

Representación de la concentración horaria de NO2 (periodo Enero 2011 – Noviembre 2015)

Hacer ejercicio al aire libre a primera hora de la mañana, antes de las 9h, excepto en Moratalaz y Pza de Fernández Ladreda puede hacerse en cualquier sitio de la ciudad ya que, de mantenerse la tendencia de los cinco últimos años, nunca se estaría expuesto a concentraciones horarias de NO2 por encima del límite horario de 200 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). En términos generales la peor franja horaria sería de 19h a 24h.

⁴ Plaza Castilla, Cuatro Caminos, Pza. de España, Pza. del Carmen, Sanchinarro, Arturo Soria y Urb. Embajada en Barajas



Estudio de la contaminación horaria promedio de 5 contaminantes seleccionados (periodo Enero 2011 – Noviembre 2015)

A partir del análisis de la contaminación en las principales zonas verdes de la capital (Parque del Retiro, Juan Carlos I, Casa de Campo y El Pardo) se confirma que madrugar para comenzar el día practicando ejercicio es la mejor opción y es que, al margen de otras consideraciones sobre metabolismo y actividad, **el aire por lo general está menos contaminado**. En relación a la concentración de ozono, paradójicamente, son menores en el céntrico Retiro y es que es sabido que los procesos de transporte atmosféricos **transportan el ozono hacia la periferia de las ciudades**.

En el caso del Retiro, se recomienda la práctica deportiva en el interior del parque mejor que en el perímetro, ya que se puede apreciar en la tabla la diferencia de contaminación entre la estación de El Retiro (cerca del Palacio de Cristal) y la de Escuelas Aguirre (en el cruce de Alcalá con O'Donnell).

La aplicación del conocimiento adquirido tras la obtención de la información escondida entre los 20 millones de registros recopilados por el consistorio es tan amplia como la elección del colegio de sus hijos, la ubicación de su próxima vivienda o la hora donde hacer ejercicio al aire libre, entre otras muchas.