



LO QUE EL VIENTO SE LLEVÓ

Alumn@s: Belén Alonso Cadavieco, Belisa Camblor Fernández
Roberto Miranda Nájera y María Rodríguez Gallego (4ºESO)
Profesor Gregorio Llana Suárez
Centro IES CALDERON DE LA BARCA. Gijón, Mayo 2016

RESUMEN

En nuestro proyecto estudiamos los datos sobre polución atmosférica recogidos hora a hora por las cinco estaciones de control de la calidad del aire instaladas en Gijón y cómo es influida por el viento, incorporando para ello los datos horarios registrados por la estación meteorológica de AEMET en Gijón (Campus). Toda la información requerida se puede descargar fácilmente, en formato Excel o PDF, de las páginas web del Ayuntamiento de Gijón y de AEMET

En el trabajo se comparan los datos del viento en las dos estaciones de control y la estación de AEMET y se interpretan las diferencias observadas. Por otro lado se estudia la evolución de los diferentes contaminantes a los largo de una semana. De todos ellos el NO_2 es el más nos interesa pues, al estar su emisión relacionada con la combustión en los motores de vehículos y calefacciones, presenta ciclos diarios muy definidos y sincronizados con los ciclos de actividad de la ciudad. Por último se estudia la influencia del viento, en especial el de componente este, en la concentración del NO_2 .

INTRODUCCIÓN

Tres son las razones que nos motivaron a realizar este trabajo:

- 1) Estudiar la polución del aire en nuestra ciudad. Un problema que nos afecta seriamente a todos y del que todos somos un poco responsables.
- 2) Utilizar y aprender a sacar provecho de la enorme cantidad de datos que las administraciones ponen a disposición de los ciudadanos.
- 3) Innovar las formas y los métodos de estudiar matemáticas en el aula.

LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

La contaminación atmosférica es uno de los problemas medioambientales más serios para la comunidad mundial, fundamentalmente por su influencia en la salud de las personas. Los estudios de la Organización Mundial de la Salud inciden en estos problemas y muestran una clara afección en este sentido.

Ya desde hace años, tanto en Europa como en España las administraciones públicas, conscientes de estos efectos nocivos, legislan con intención de regular los valores límites de emisión de los diferentes contaminantes atmosféricos. Así, en el Principado de Asturias se elaboró un Plan de calidad del aire en la zona central de Asturias con el objeto de conseguir una mejora sustancial de la calidad del aire a corto plazo. Una de las actuaciones previstas en estos planes es el control de la concentración de los contaminantes que se efectúa por medio de la Red de Vigilancia de la Calidad del Aire del Principado de Asturias. En Gijón la Red la constituyen cinco estaciones remotas que generan datos horarios de las concentraciones de los principales contaminantes atmosféricos de la ciudad (FIGURA 1).



Estación de control de la calidad del aire en la Avda. Argentina

DATOS A DISPOSICIÓN DE LOS CIUDADANOS

Por otra parte, cada vez es mayor el compromiso por parte de las administraciones públicas de poner sus datos a disposición de los ciudadanos en formatos abiertos. Así, el ayuntamiento de Gijón, adherido a la iniciativa de “Smart City”, desarrolla una estrategia conocida como Open Data en la que, en este caso,

consiste en facilitar el acceso de los datos recogidos hora a hora por las estaciones de control de la calidad del aire de la ciudad. Sin embargo, en general, todo este almacenamiento de por sí no genera ningún beneficio, y es muy patente la falta de análisis y el desarrollo de aplicaciones que saque provecho de toda la información disponible.

En este sentido, nuestro proyecto propone un análisis de estos datos diferente al que originalmente se les aplica. Pues, si bien la medición de los contaminantes atmosféricos se hace para cuantificar el número de superaciones -bien sean puntuales o de medias diarias- de unos límites umbrales establecidos por la ley, nosotros analizaremos las pautas o ciclos semanales y diarios en la concentración de los contaminantes. En general, estas variaciones son consecuencia de nuestra actividad diaria (tráfico, industria, calefacciones, etc) y nos viene a decir cómo respira la ciudad.

Posteriormente describiremos la influencia del viento (velocidad y dirección) sobre la concentración de contaminantes cuyos ciclos diarios sean más marcados y, por tanto, más predecibles. Para ello incorporaremos los datos recogidos por la estación meteorológica que AEMET tiene en Gijón y nos ofrece la oportunidad de contrastar los datos de dos fuentes de información diferentes. La disposición de las estaciones de medición en Gijón, cuatro en la dirección este-oeste y una en el sur (FIGURA 1) nos proporciona un buen diseño experimental.

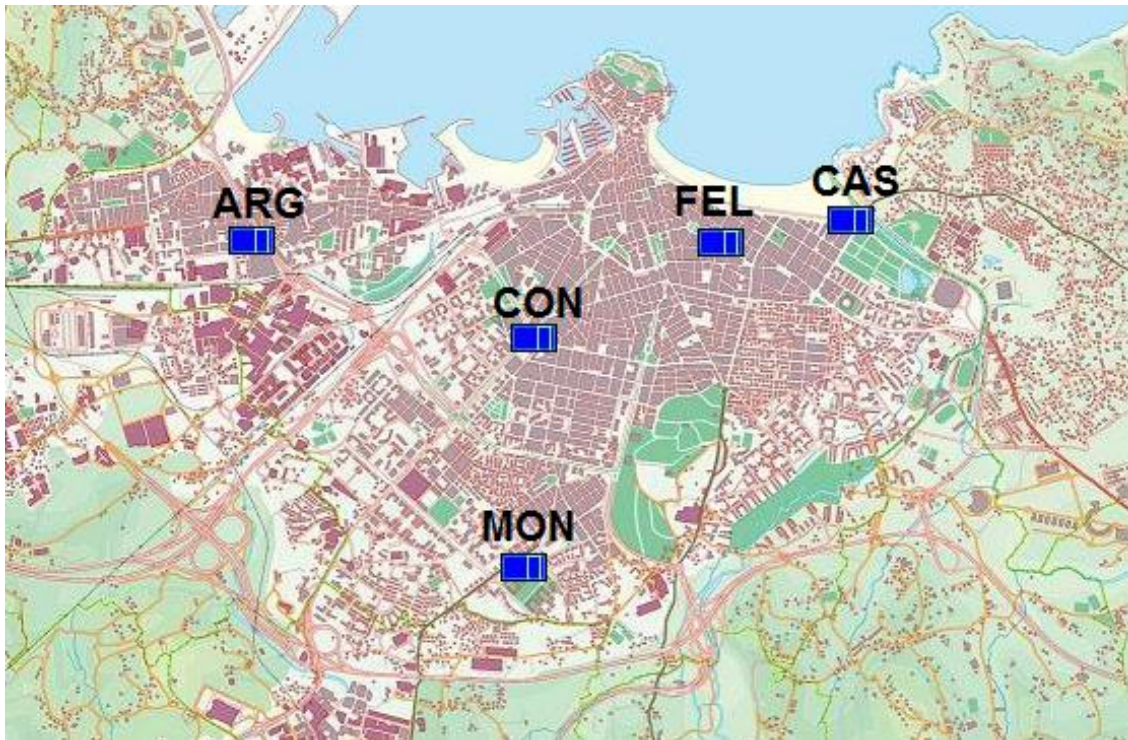


FIGURA 1 Red Automática de Vigilancia de la Contaminación atmosférica de Gijónn. ARG Avd. Argentina; CON Avda. Constitución; MON Montevil; FEL Avda. Felgueroso; CAS Avda Castilla Fuente: Informe de la Calidad de Aire 2014. Ayuntamiento de Gijón.

INNOVAR LAS CLASES DE MATEMÁTICAS

El proyecto nos ofrece una oportunidad para trabajar en el aula las matemáticas de 4º de ESO (estadística, trigonometría, funciones, etc) de una forma diferente. En general estudiar estadística o funciones se reduce a la resolución de problemas planteados en el libro de texto, por supuesto hipotéticos, y que en la mayoría de los casos se resuelven utilizando bolígrafo y libreta. Obviamente se trata de un enfoque insuficiente. Por otro lado, el proyecto también nos ofrece la posibilidad de aplicar los conocimientos de trigonometría, por primera vez incluidos en nuestra programación, pues el viento es una magnitud vectorial y para poder relacionarla con otras magnitudes escalares, como la concentración de contaminantes atmosféricos, lo haremos por medio de sus componentes.

El análisis de los datos lo hemos realizado en el aula y han participado todos los alumnos del grupo, no solamente los miembros que formamos parte del equipo investigador. Somos un grupo desdoblado de 15 alumnos y disponíamos de un aula de informática de pequeñas dimensiones con 10 ordenadores y un cañón, lo que ha facilitado mucho las cosas. En general, hemos trabajado por parejas elaborando las partes presentadas en este trabajo (gráficas, cálculos, discusión de resultados, etc) pero al mismo tiempo, y al margen de los resultados que se presentan aquí, los datos los hemos utilizado para trabajar los contenidos de la programación de la asignatura de matemáticas (especialmente de estadística: cálculo de varianzas, distribución de frecuencias, percentiles, etc). El trabajo que hemos realizado en el aula sirvió como criterio de evaluación para las calificaciones de la tercera evaluación.

EL MUESTRO. RECOGIDA DE DATOS

Los datos sobre la polución del aire recogidas por la estaciones de control se pueden consultar en las páginas web del Ayuntamiento de Gijón. Es posible descargar el informe diario (con datos por horas) de cualquier estación y cualquier fecha en formato PDF (<https://medioambiente.gijon.es/>). También están disponibles los datos horarios de todas las estaciones correspondientes a los últimos siete días en formato Excel, (<https://transparencia.gijon.es/>), aunque en este caso, sin saber la razón de ello, no se recogen los datos de NO₂, precisamente los que más nos interesan en este trabajo. Los contaminantes que se estudiarán son PM₁₀, NO, NO₂, CO, SO₂ y O₃ que son registrados por las cinco estaciones. Además, en dos estaciones (Avd. Constitución y Montevil) se disponen de datos horarios del viento (dirección del viento DD y velocidad VV). (FIGURA 2)

Por otra parte también se recogerán datos horarios de la estación meteorológica Campus que AEMET tiene en Gijón. En este caso es necesario descargarlos diariamente pues la web de AEMET sólo ofrece los datos de las últimas 24 horas (formato excel). Con ello se completan los datos meteorológicos de las estaciones de la red de control de calidad del aire y, por otra parte, nos permitirá contrastar los datos de viento recogidos en ambas fuentes de información. FIGURA 2.

La recogida de datos se realizó durante un par de meses (mediados de marzo a mediados de mayo) repartiendo las tareas entre los miembros del equipo. Para facilitar el reparto de trabajo y el intercambio de los archivos, se abrió una cuenta de correo electrónico y en ella se guardaron todos los documentos y archivos que se iban generando. El resultado final de todo el proceso de la recogida de datos es un archivo EXCEL con el formato que recoge la FIGURA 3.

ALGUNAS INCIDENCIAS

Durante el periodo de muestreo se produjeron bastantes incidencias. En algunos días, alguna de las estaciones de control de polución no funcionaron o produjeron valores no válidos (lo que no es normal que ocurra). Además fueron dos meses bastante lluviosos, por lo que hemos tenido que descartar bastantes días pues, obviamente, el factor lluvia introduce escenarios más complejos no deseados. Aún así hemos obtenido algunas series de varios días consecutivos sin lluvia, o al menos con muy pocos y escasos episodios de lluvia. Por último, también hemos descartado el periodo de vacaciones de Semana Santa y la semana posterior, que era no lectiva, pues en esos días la actividad de la ciudad no era del todo la normal lo que puede dar lugar a conclusiones erróneas.

HORA OFICIAL O SOLAR

Por último, hemos encontrado un desfase horario al consultar las dos fuentes de información sobre la calidad del aire que ofrece el Ayuntamiento de Gijón: en los informes sobre calidad del aire de los últimos seis días (<https://transparencia.gijon.es/>), los datos aparecen referidos a la hora solar (UTC) y esos mismos datos aparecen recogidos en los informes diarios de las estaciones de control (<https://medioambiente.gijon.es/>) pero referidos a la hora oficial, cuando en realidad existe un desfase de dos horas en el horario de verano (las 14 hora oficial se corresponde a las 12 hora solar). Esta circunstancia tiene su importancia pues, de no considerar esta diferencia horaria, se podrían obtener máximos de concentración de algunos contaminantes en horas inesperadas. Esto ocurre con el NO₂, que es emitido básicamente por el tráfico y calefacciones, y por lo tanto y sus picos se corresponden con los de la actividad de la ciudad. Para aclarar estos detalles hemos dirigido un escrito al Ayuntamiento de Gijón que reproducimos en el APENDICE II

Red Automática de Vigilancia de la Contaminación atmosférica

- Fuente: Web Ayuntamiento de Gijón
(<https://transparencia.gijon.es/>) y (<https://medioambiente.gijon.es/>)
- Descargados semanalmente (EXCEL) o informes diarios (PDF)
- Datos horarios:

| | PM ₁₀ | NO | NO ₂ | CO | SO ₂ | O ₃ | DD | VV |
|-----|------------------|----|-----------------|----|-----------------|----------------|----|----|
| ARG | • | • | • | • | • | • | | |
| CON | • | • | • | • | • | • | • | • |
| FEL | • | • | • | • | • | • | | |
| CAS | • | • | • | • | • | • | | |
| MON | • | • | • | | • | • | • | • |

AEMET Estación meteorológica CAMPUS (Gijón)

- Fuente: Web AEMET >Observación>Datos horarios
- Descargados diariamente (formato EXCEL)
- Datos horarios:

FIGURA 2. Esquema de recogida de datos. Para facilitar la lectura de las gráficas se eligieron los colores con cierta relación a su posición geográfica: rojo-naranja para las estaciones del oeste (ARG y CON), azul claro y azul oscuro para las de la zona este (FEL, CAS) y verde para la estación situada al sur (MON)

| AEMET CAMPUS | | | | | | | ARGENTINA | | | | | CONSTITUCION | | | | | | | |
|--------------|-----|------------|--------------|----|------------|-------------|-----------|--------|-------------|------------|------------|--------------|------------|-------------|------------|------------|--------------|------------|-------------|
| Fecha y hora | T°C | V V (Km/h) | Racha (km/h) | DR | Precip. mm | Presion hPa | Tend. hPa | Hum. % | SO2 (µg/m³) | NO (µg/m³) | CO (µg/m³) | PM10 (µg/m³) | O3 (µg/m³) | SO2 (µg/m³) | NO (µg/m³) | CO (µg/m³) | PM10 (µg/m³) | O3 (µg/m³) | VV °DD Km/h |

FIGURA 3. Todos los datos del trabajo se organizan en un archivo EXCEL con la estructura que indica los encabezados de las columnas. En la figura no figuran las estaciones Hermanos Felgueroso, Avd.Castilla y Montevil por falta de espacio

RESULTADOS

Debido al número y complejidad de las gráficas obtenidas las se agrupan en el apéndice GRÁFICAS para facilitar su lectura. En el trabajo comparamos los datos del viento en las dos estaciones de control y la estación de AEMET e interpretamos las diferencias observadas. Por otro lado estudiamos la evolución de los diferentes contaminantes y nos centramos en el NO_2 pues es el que muestra un comportamiento cíclico (y por tanto predecible) según la hora del día y el día de la semana. Y por último estudiamos con más detalle cómo influye el viento en el NO_2 .

COMPARANDO LOS VIENTOS

En primer lugar comparamos los datos de viento recogidos por la estación de AEMET (Campus) y las estaciones de control atmosféricos de La Avenida de la Constitución (CON) y Montevil (MON). El viento es una variable vectorial por lo su tratamiento numérico presenta ciertas dificultades. En este trabajo optamos por definir para cada vector viento sus componentes este-oeste y norte-sur (FIGURA 4).

En las FIGURAS 6 y 7, se representan la evolución conjunta de estas dos componentes para dos periodos distintos con régimen de vientos diferentes. La evolución del régimen de vientos en las tres estaciones es bastante pareja pero se observan diferencias muy marcadas respecto a la intensidad: la velocidad del viento registrada en AEMET es ligeramente superior a la estación MON y en la estación CON las velocidades registradas están muy amortiguadas, aunque sigue una evolución paralela. Estas diferencias tienen una explicación fácil: AEMET, al ser una estación meteorológica, está ubicada en un área, en principio, poco influida por la ciudad, mientras que CON en el centro y en la parte baja de la ciudad está apantallada por muchos edificios y de considerable altura. MON. Por otro lado, está a las afueras de Gijón, a cierta altitud y por ello el apantallamiento es menor.

Respecto a la dirección del viento AEMET y MON es muy similar aunque MON se muestra algo más errática, posiblemente por el apantallamiento de edificios. Por otra parte los registros de CON son mucho más dispares: el apantallamiento de los grandes edificios hacen mediciones más erráticas y muy amortiguadas. Destaca la desaparición casi completa de la componente este-oeste mientras que, por otro lado, la norte-sur se mantiene algo. Este comportamiento se explica al estar La Avd. de la constitución orientada NS, con lo que enfoca los vientos en esa dirección y apantalla los EW.

En definitiva, no parece apropiado utilizar las mediciones del viento en CON. Sin embargo las efectuadas por MON no difieren mucho de las de AEMET. Esto tiene su importancia pues los datos horarios para años enteros de MON son de fácil acceso (WEB open data Gijón) mientras que los de AEMET, en principio, sólo están disponibles las últimas 24 horas.

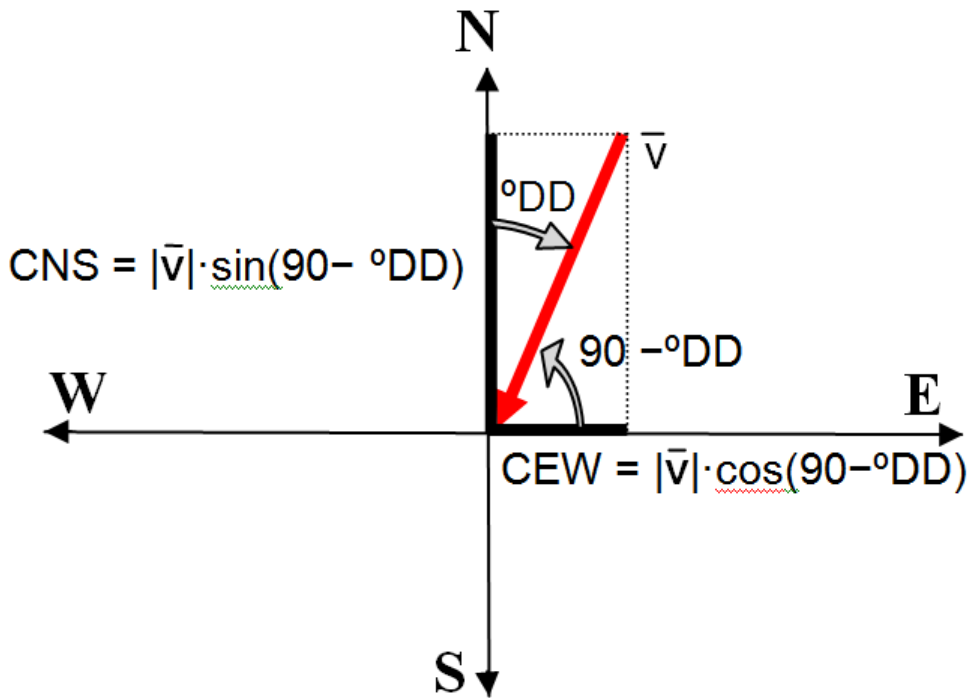


FIGURA 4. DE VECTORES A ESCALARES.

El viento es una magnitud vectorial: tiene dirección, sentido e intensidad. Para incorporar esta variable a las gráficas y a los análisis estadísticos, sin con ello perder información, definimos dos magnitudes escalares para cada vector: la componentes norte-sur (CNS) y la componente este-oeste (CEW) que son las proyecciones del vector viento en los ejes coordenados y se expresan en km/h. De esta forma, por ejemplo, un valor de CNS negativa y CEW positiva, cuarto cuadrante, nos indica un viento procedente del sureste.

En los cálculos es necesario considerar que los valores recogidos para la dirección del viento ($^\circ DD$) sitúa 0° al norte y se avanza en sentido horario (esto es 90° al este, etc.). Para “sincronizar” los ángulos y el sentido de giro con el sistema de referencia angular transformamos el ángulo $^\circ DD$ en $90 - ^\circ DD$.

La representación conjunta de estas dos magnitudes escalares nos ofrece una descripción bastante clara de cómo evoluciona el viento y nos permite relacionarla con otras magnitudes escalares.

LOS CONTAMINANTES

En la FIGURA 8 se representan la evolución a la largo de una semana de los contaminantes estudiados en las cinco estaciones junto con las precipitaciones y la temperatura. Se eligió una semana estándar: sin días festivos, con vientos moderados y con pocas precipitaciones, condición difícil de cumplir pues esta primavera fue bastante lluviosa. Las partículas PM10, el CO, el SO₃ tienen variaciones bastante erráticas muy difíciles de predecir. Otros contaminantes como el NO tienen ciertos ciclos pero muestran variaciones repentinas muy bruscas de difícil de interpretación.

Sin embargo, el NO₂ muestra una evolución en el tiempo muy pausada y de alguna manera predecible. Las fuentes principales de emisiones antropogénicas del NO₂ son los procesos relacionados con la combustión de combustibles fósiles (en la ciudad sería los motores de vehículos y las calefacciones). Por lo tanto, cabe esperar que este contaminante evolucione de manera sincronizada con los ciclos de actividad del tráfico y las calefacciones de la ciudad. En definitiva nos describe una especie de respiración de la ciudad.

El NO₂ presenta un ciclo diario muy definido. Por las mañanas se registran elevadas concentraciones de NO₂ y se corresponde con las horas de mayor actividad de tráfico y calefacciones. Por la tardes-noches también se produce otro máximo en las concentraciones de NO₂ aunque es más variable e irregular. Los altos niveles de NO₂ registrados a primera hora de la noche pueden deberse a las calefacciones, pues en esa semana se registraron temperaturas bastante bajas (4-5°C de mínima). Al mismo tiempo también se observa un ciclo semanal: en los días festivos y en el fin de semana esta pauta se altera y las variaciones de concentración de NO₂ se amortiguan, al hacerlo la actividad urbana.

Por otra parte, también se detectan alteraciones puntuales en estos ciclos que, en ocasiones, tienen una causa directa como puede ser la celebración de acontecimientos que conlleven intensidades muy elevadas de tráfico (FIGURA 5).

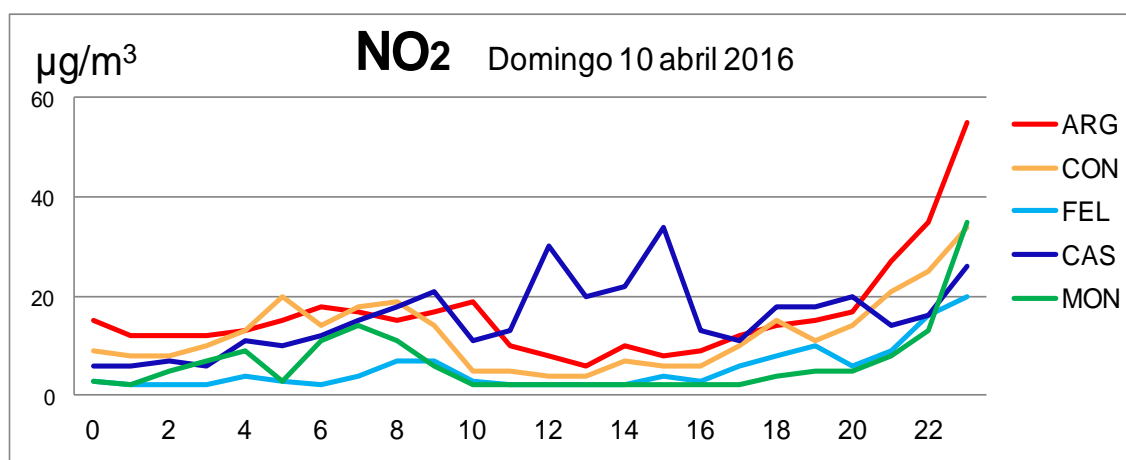
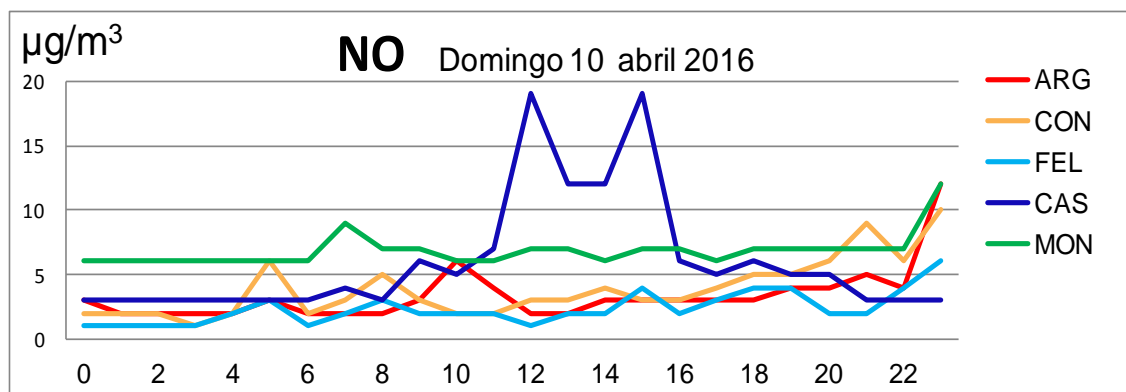


FIGURA 5. Eventos que dejan huella en la ciudad.

El Sporting consiguió mantenerse en primera división esta temporada tras un final de liga muy emocionante. La afición apoyo en todo momento al equipo y los últimos partidos disputados en El Molinón registraron una gran entrada. Uno de ellos fue el Sporting-Celta, celebrado a las 12 horas del domingo 10 de abril. Como se aprecia claramente en la gráfica los registros de NO y NO₂ en la estación CAS (Avda Castilla), próxima al estadio, recogieron el incremento brusco del tráfico al inicio (12h) y al final del partido (14h) mientras que en el resto de las estaciones no se registró ninguna alteración.

Cabe preguntarse si es imprescindible ir al fútbol en automóvil.

LO QUE EL VIENTO SE LLEVO

Para evaluar la influencia del viento en la concentración del NO₂ elegimos dos escenarios con situaciones de viento diferentes y estudiamos las diferencias observadas.

Por un lado, seleccionamos dos series de tres-cuatro días consecutivos, sin precipitaciones (o muy esporádicas y escasas) en donde los vientos fueron variables y suaves (en general con componentes Este-Oeste y Norte-Sur inferiores a 10 km/h). (FIGURA 8). Con ello obtenemos una descripción de los ciclos diarios del NO₂ en condiciones climáticas más o menos estables, aunque la primavera no es precisamente la mejor época para ello. En general, los máximos de la mañana y tarde-noche son muy marcados y CAS muestra los niveles de NO₂ más elevados aunque con vientos suaves pero mantenidos de componente este (CEW positiva) parece provocar que los máximos de NO₂ basculen a ARG situada al oeste. Es un comportamiento muy similar al observado en la semana del 5 al 11 de abril de la FIGURA 7.

Por otra parte, se seleccionaron otras dos series de tres-cinco días consecutivos donde soplaron vientos del ESTE y NORDESTE con cierta intensidad y mantenidos -y de nuevo sin apenas precipitaciones. (FIGURA 9). En estas circunstancias los ciclos del NO₂ cambian por completo: las concentraciones de este contaminante son más bajas en general, los picos de la mañana se amortiguan significativamente y los máximos de la tarde-noche llegan a desaparecer. Además, como cabe esperar, la estación ARG (situada en el oeste) registra las mayores concentraciones. Cuando dejan de actuar estos vientos los ciclos se hacen más prominentes y CAS (en el este) pasa a ser la estación con más nivel de NO₂.

CONCLUSIONES

- La representación conjunta de las componentes este-oeste (CEW) y norte-sur (CNS) del viento nos ofrece una descripción bastante clara de cómo evoluciona esta magnitud vectorial en el tiempo y nos permite comparar los registros de diferentes estaciones, así como relacionar el viento con otras magnitudes escalares como la concentración de contaminantes atmosféricos.
- Las mediciones del viento en CON (Avd. Constitución, con orientación norte-sur) no son muy fiables debido al apantallamiento de los edificios y en particular los vientos este-oeste quedan casi totalmente amortiguados. Sin embargo las efectuadas por MON (Montevil) no difieren mucho de las de AEMET. Esto tiene su importancia pues los datos horarios para años enteros de MON son de fácil acceso mientras que los de AEMET, en principio, sólo están disponibles las últimas 24 horas.
- Los cambios en la concentración del dióxido de nitrógeno, NO_2 , nos describe la respiración de la ciudad. Existe un ciclo diario muy definido donde por la mañana se registran elevadas concentraciones de NO_2 -que se corresponde con las horas de mayor actividad de tráfico y calefacciones- y por la tarde-noche también se produce otro máximo, aunque es de menor entidad y más irregular.
- .Al mismo tiempo también se observa un ciclo semanal: en los días festivos y los fines de semana la actividad urbana se desacelera y las variaciones de concentración de NO_2 se amortiguan o incluso casi desaparecen
- Por otra parte, también se detectan alteraciones puntuales en estos ciclos que, en ocasiones, tienen una causa directa como puede ser la celebración de un acontecimiento que conlleva intensidades muy elevadas de tráfico (por ejemplo la celebración de un partido de fútbol).
- Los vientos del ESTE y NORDESTE con cierta intensidad y mantenidos modifican por completo el ciclo diario del NO_2 : las concentraciones de este contaminante son más bajas en general, los picos de la mañana se amortiguan significativamente y los máximos de la tarde-noche llegan a desaparecer. Además, como cabe esperar, la estación ARG (situada en el oeste) registra las mayores concentraciones.

APENDICE I

Gráficas

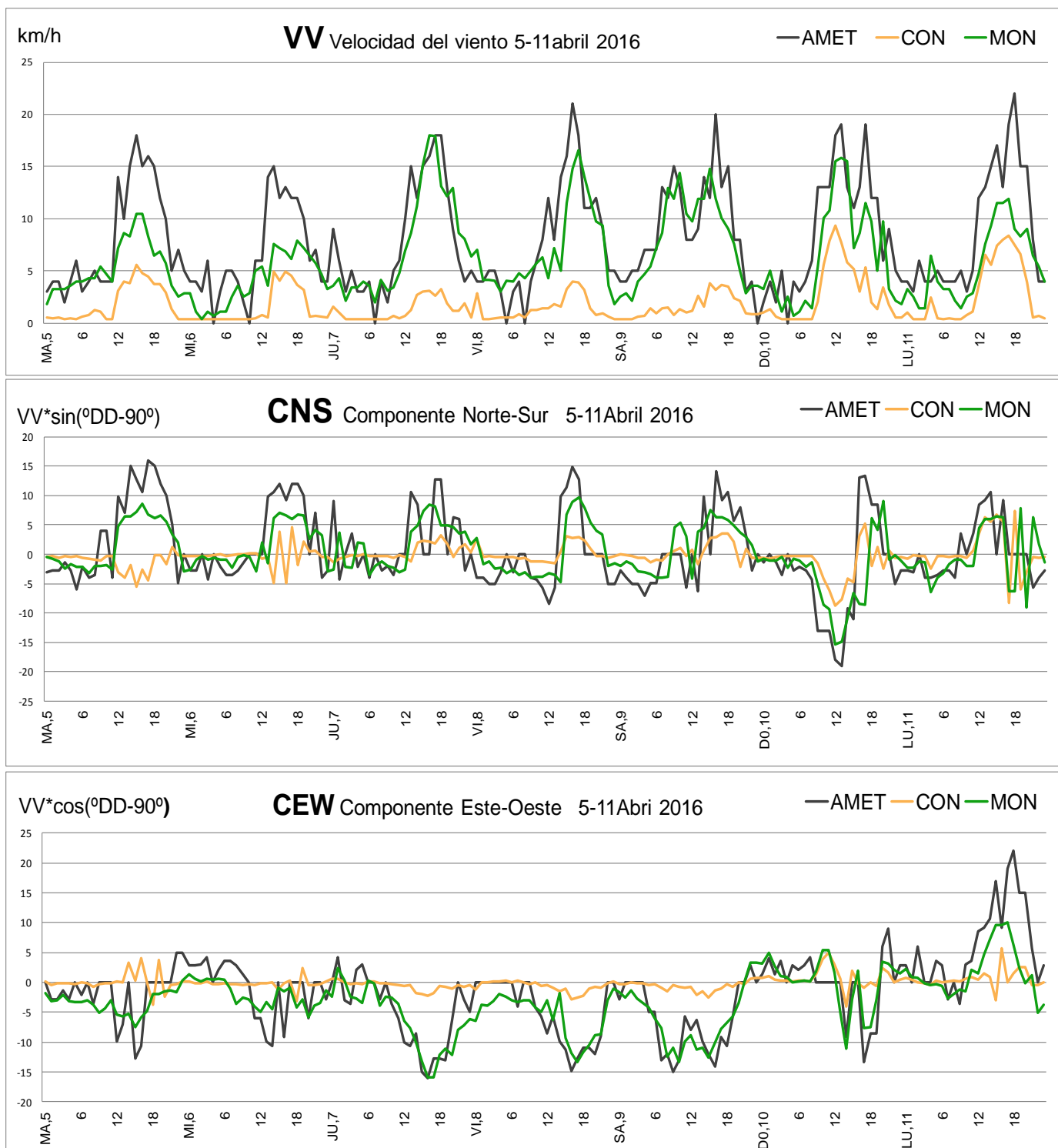


FIGURA 6. El viento en la semana del 5 al 11 de abril. El NOROESTE

La evolución de la velocidad del viento en AEMET y MON son bastantes similares. Sin embargo CON, situada en el centro urbano y muy apantallada por los edificios, el viento está claramente amortiguado. La representación conjunta de las componentes EW y NS consideradas como dos magnitudes escalares nos ofrece una descripción bastante clara de cómo evoluciona el viento (una magnitud vectorial): de martes a sábado los vientos fueron claramente del NOROESTE (CNS positiva y CEW negativa), el domingo SUROESTE (CNS negativa y CEW negativa) y el lunes NORESTE (CNS y CEW ambas positivas)

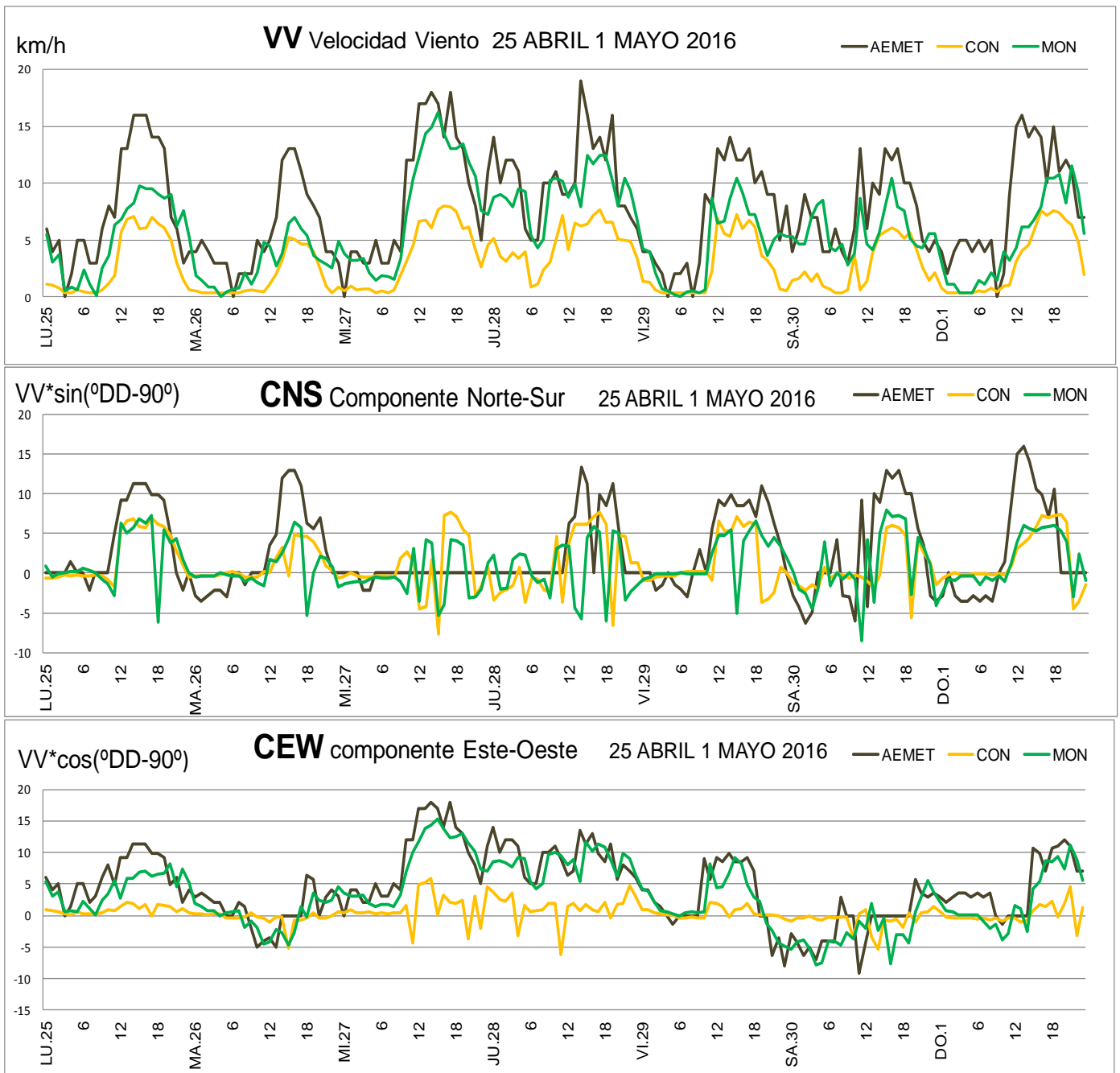
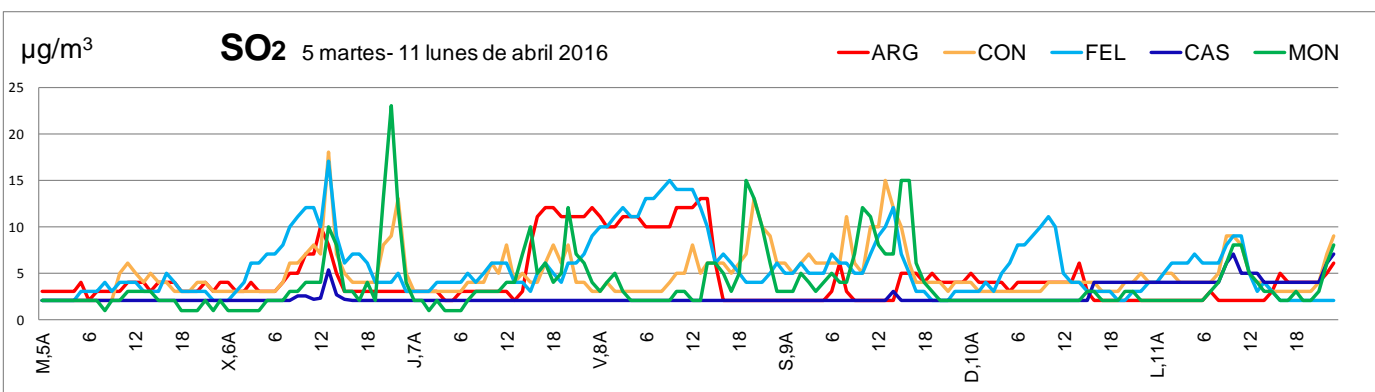
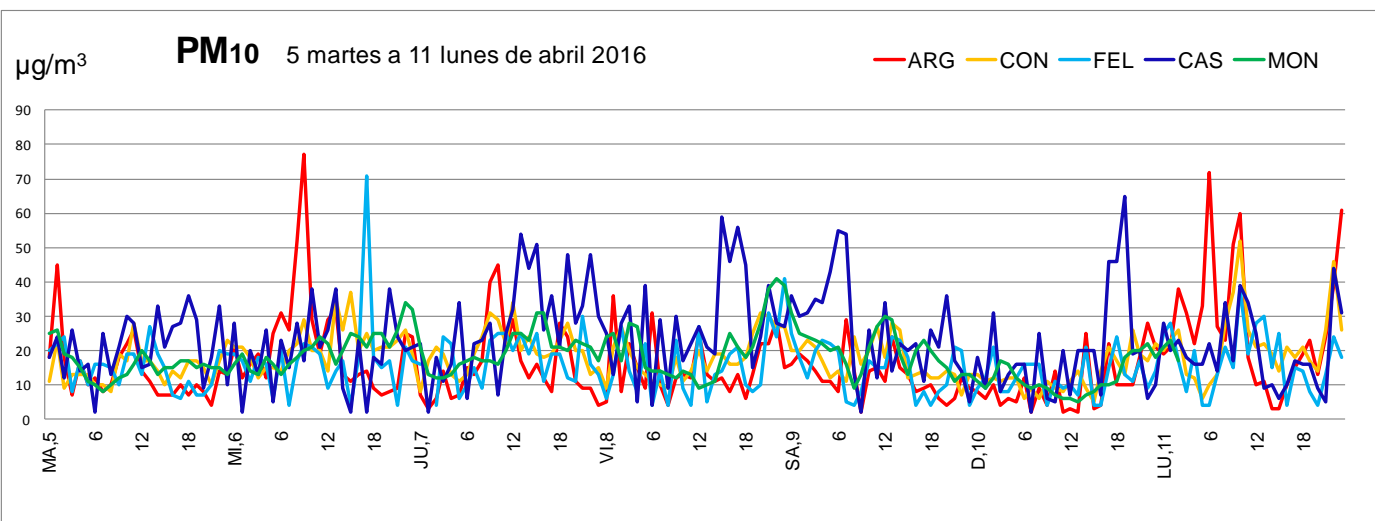
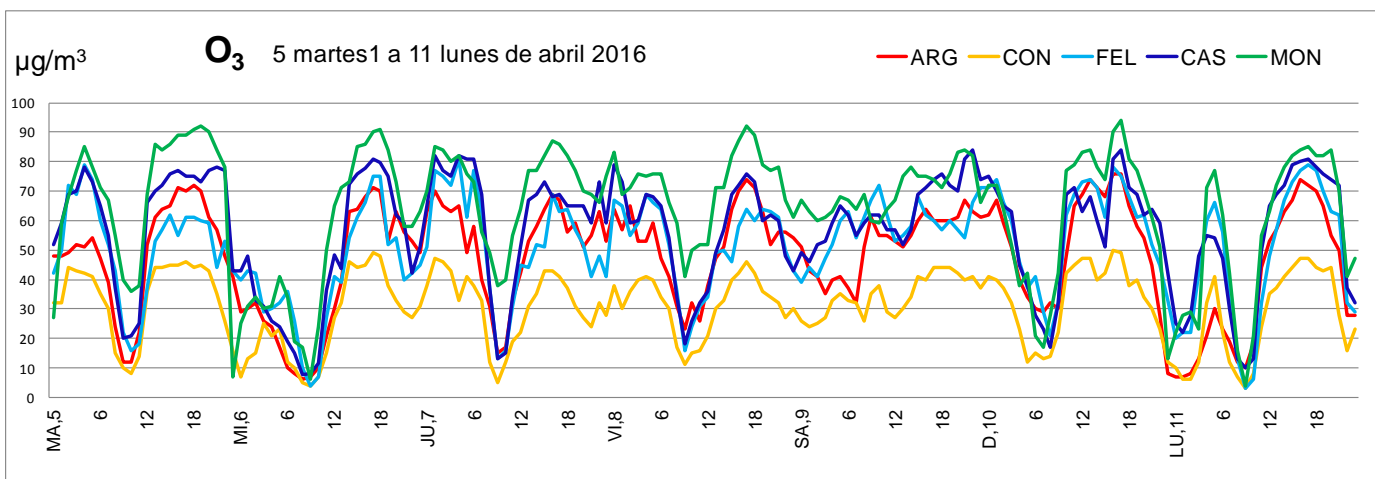
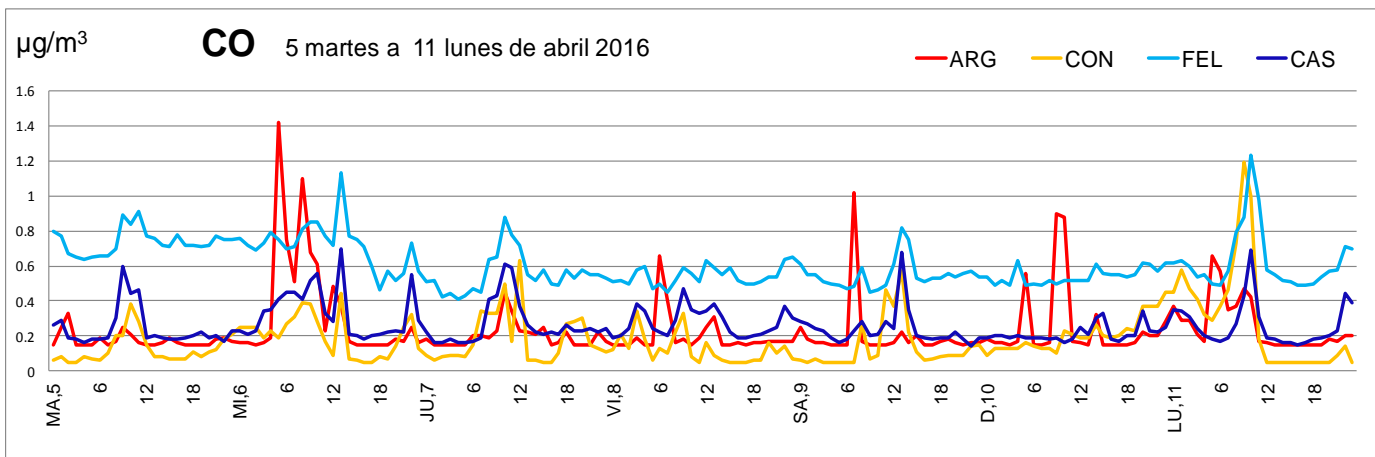


FIGURA 7. El viento en la semana del 25 de abril al 1 mayo. EL NORESTE

Durante esta semana los vientos fueron casi permanentemente del NORESTE (CNS positiva y CEW positiva). Solo la primera mitad del sábado se registraron vientos del SUROESTE pero muy suaves y variables.

Destaca la desaparición casi por completo de la componente este-oeste en la estación de CON mientras que, por otro lado, la norte-sur se mantiene. Esto es debido a que CON (Avd. de la Constitución) está orientada NS, por lo que enfoca los vientos en esa dirección y aparta los EW. Además la evolución de ambas componentes es muy errática



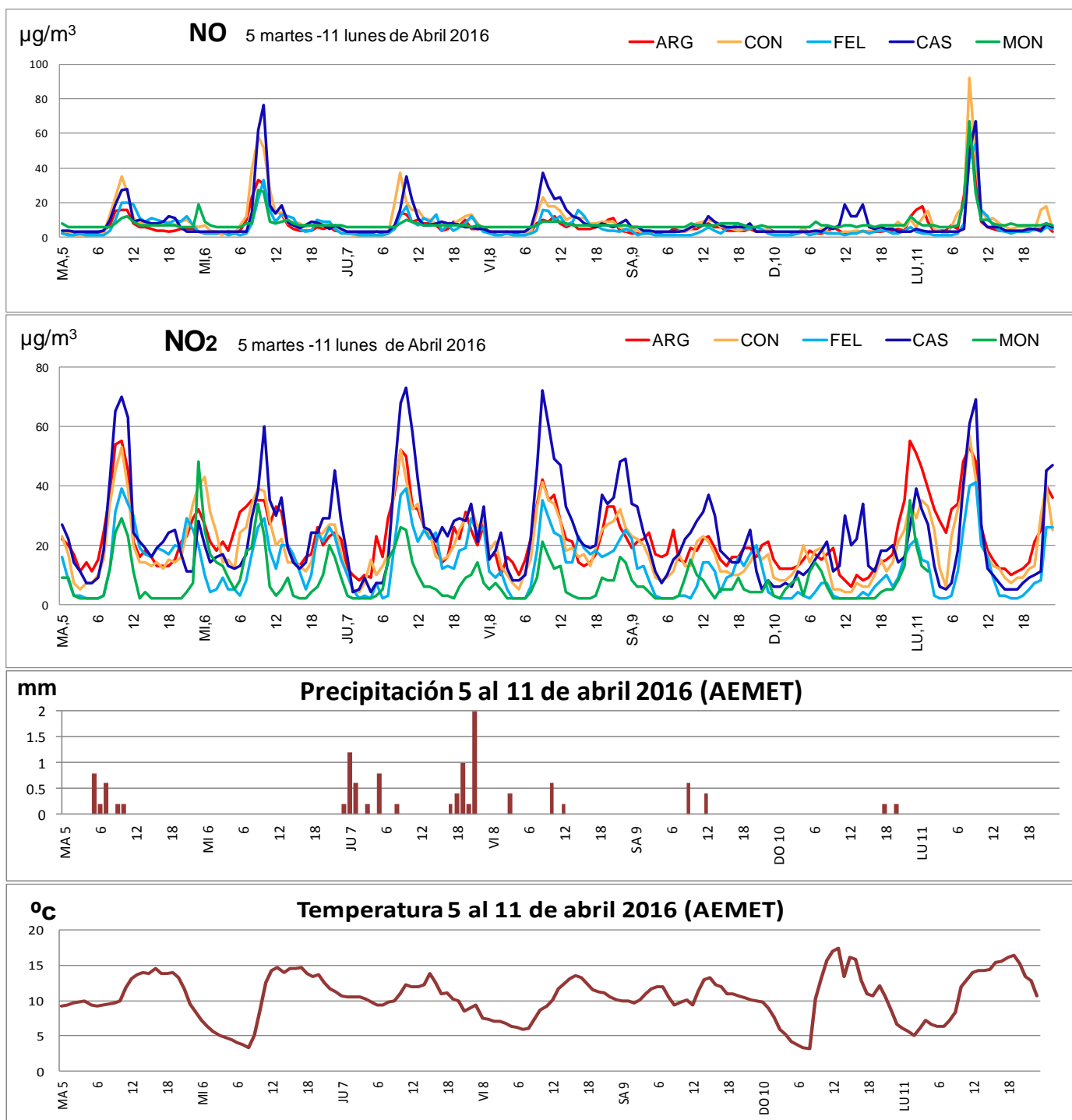


FIGURA 8. Concentración de los contaminantes a lo largo de una semana.

En esta semana la lluvia fue muy escasa, excepto el jueves, bastante fría, con mínimas de 4°C, y los vientos suaves del noroeste (FIGURA 5). Sin embargo las variaciones en la concentración de los contaminantes es bastante errática y, en ocasiones, se observan picos elevados de origen incierto. El NO₂ es producido, básicamente, durante los procesos de combustión en los motores de vehículos y las calefacciones. Cabe esperar, por tanto, que evolucione de manera sincronizada con los ciclos de actividad urbana. De alguna manera nos describe la respiración de la ciudad: se aprecian muy bien los ciclos diarios, con máximos por la mañana y tarde-noche. En los fines de semana la actividad urbana decae y con ella la concentración del NO₂. Determinados eventos pueden modificar esta pauta como ocurre con el pico del NO y NO₂ del domingo 10 abril y que está comentado en la FIGURA 5.

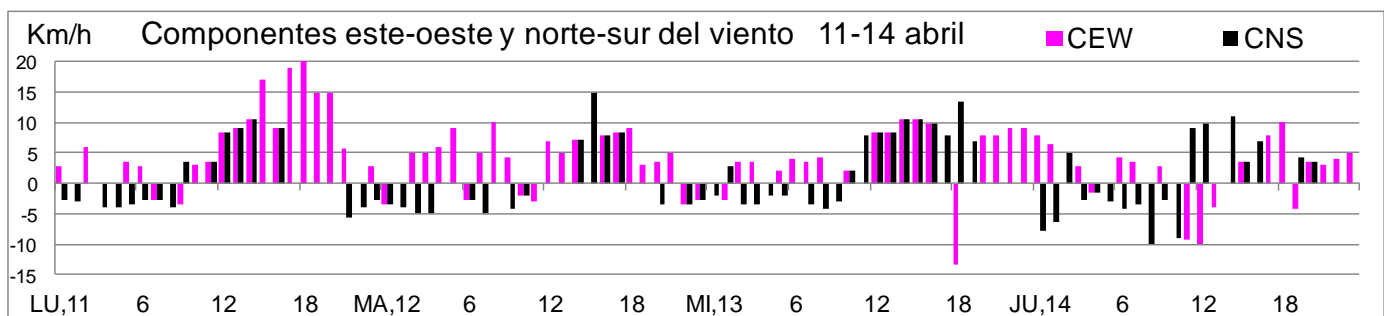
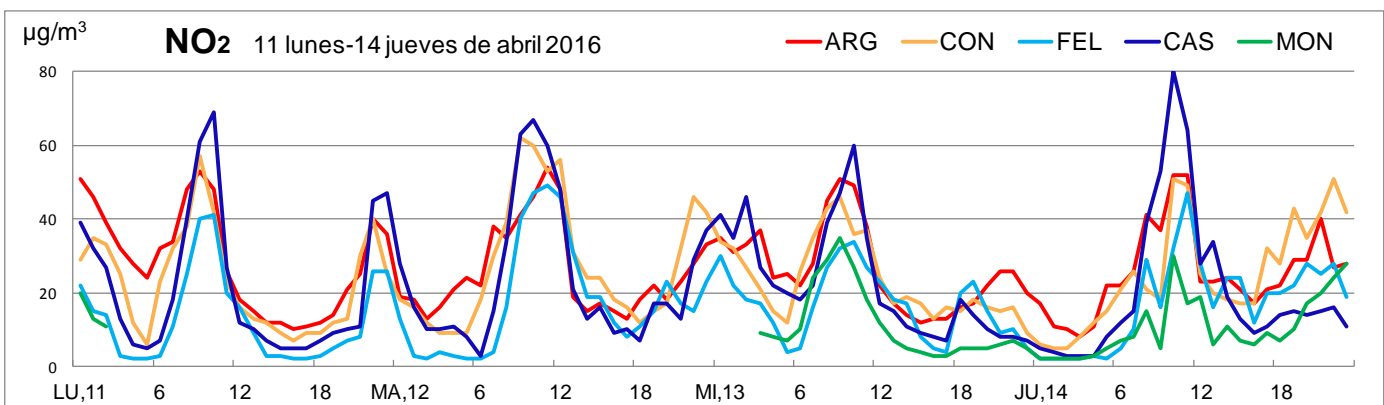
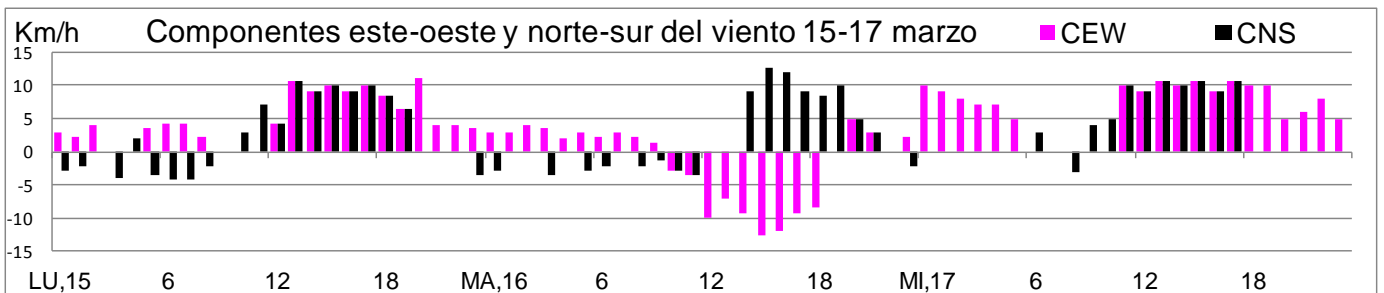
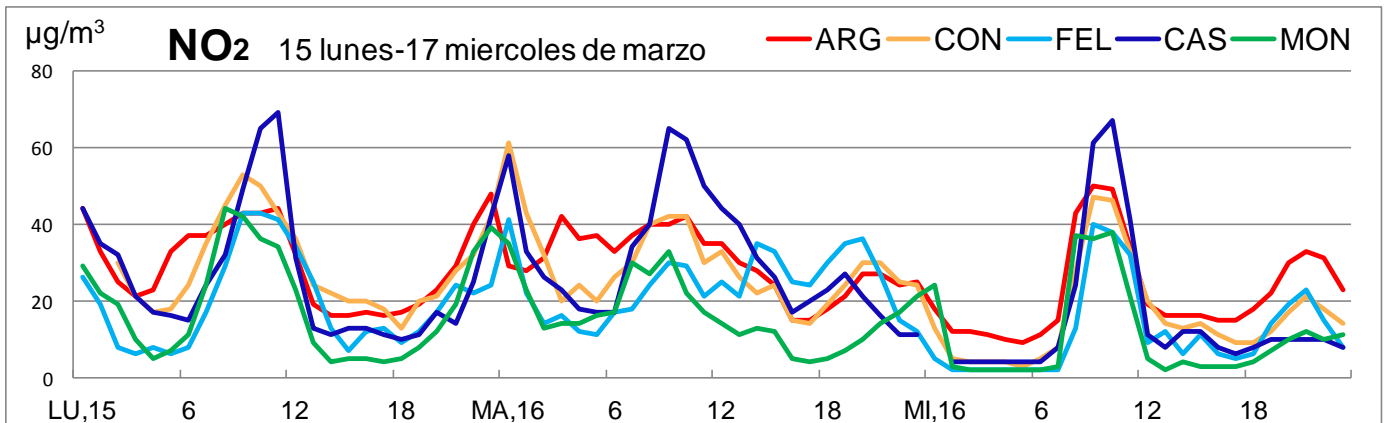


FIGURA 9. Lo que el viento no se lleva

Se representa la concentración de NO₂ de algunos días con intensidades de viento bajas (componentes CEW o CNS en general por debajo de 10 km/h) y de dirección variable. Los máximos de la mañana y tarde-noche son muy marcados y CAS muestra los niveles de NO₂ más elevados a aunque vientos suaves pero mantenidos de componente este (CEW positiva) “parecen” bascular los máximos de NO₂ a ARG situada al oeste (tarde del 17 de marzo y tarde-noche del 13 abril)

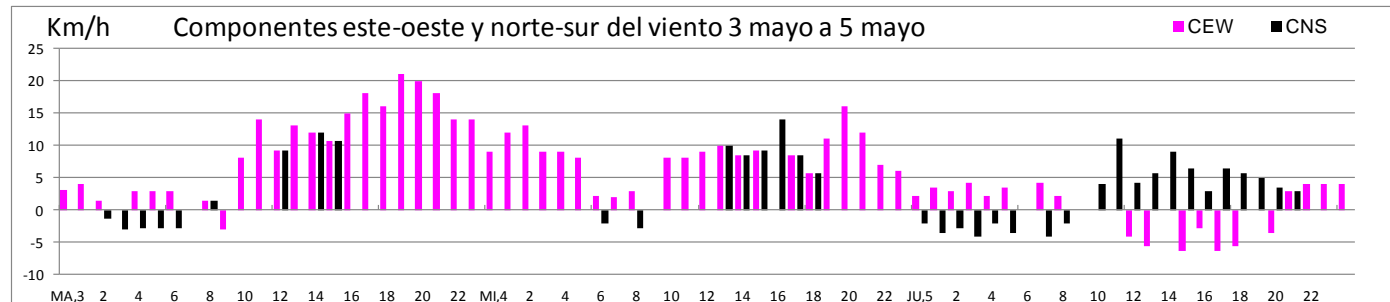
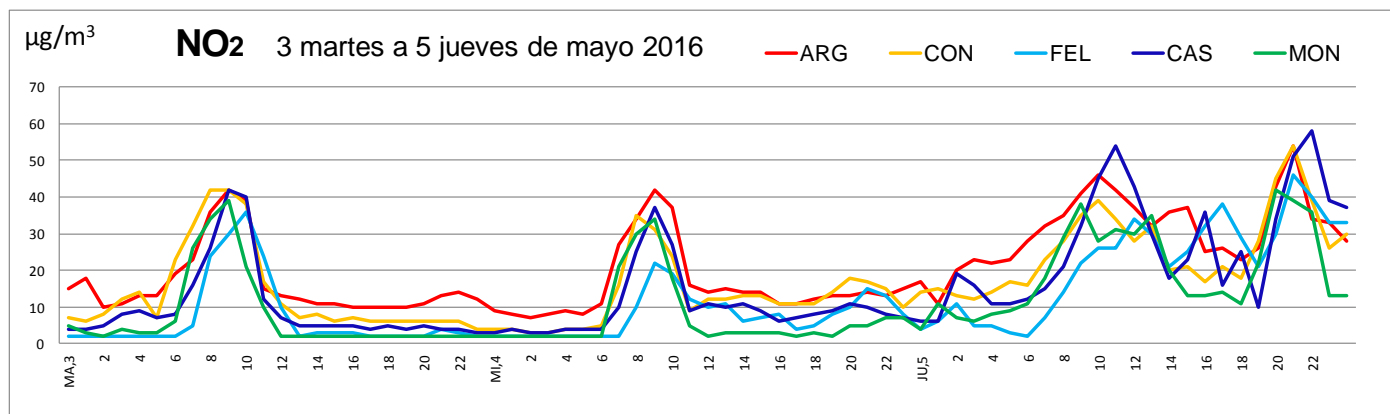
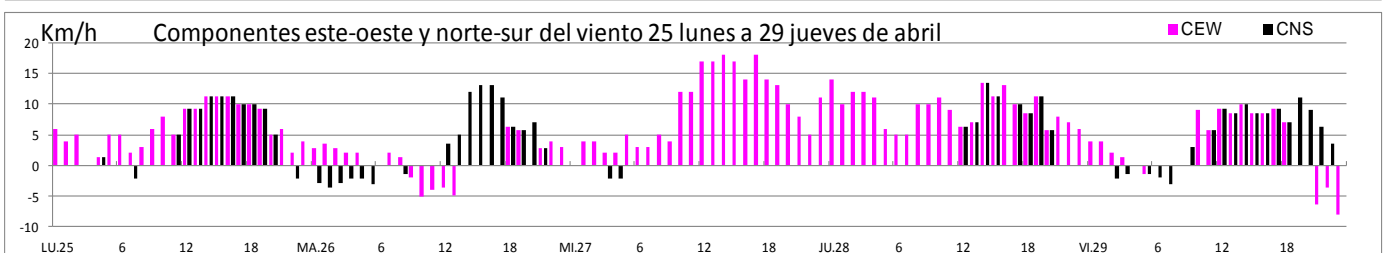
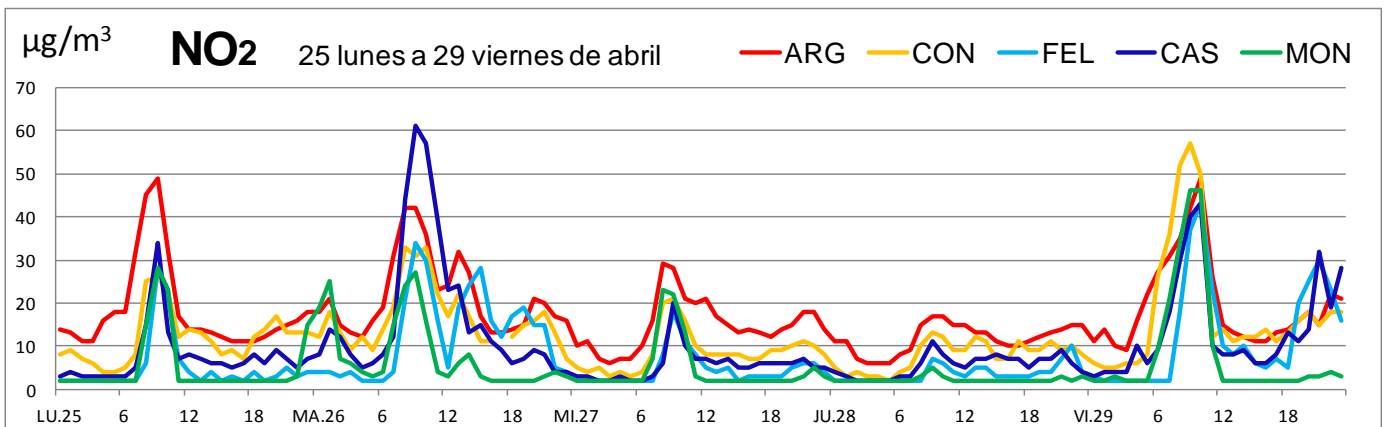


FIGURA 10. Lo que el NORESTE se lleva

Cuando soplan vientos del ESTE y NORESTE con cierta intensidad (27 y 28 de abril, 3 y 4 de mayo) los ciclos en la concentración de NO_2 cambian por completo: las concentraciones de este contaminante son más bajas en general, los picos de la mañana y tarde-noche se amortiguan o desaparecen y la estación ARG (situada en el oeste) registra las mayores concentraciones. Cuando dejan de actuar estos vientos (26 y 29 de abril, 5 de mayo) los ciclos se hacen más prominentes y CAS (en el este) pasa a ser la estación con más nivel de NO_2

APENDICE II

Los alumnos de 4º A de ESO del IES Calderón de la Barca hemos utilizado los datos sobre contaminación del aire de Gijón disponibles en la página web del Ayuntamiento de Gijón para realizar un estudio estadístico y, de esta manera, aplicar los contenidos recogidos en la programación de la asignatura de matemáticas. Al consultar la información disponible se nos planteó la siguiente pregunta que les exponemos a continuación.

La hora oficial que aparece en los informes diarios de las estaciones de control (<https://medioambiente.gijon.es/>), (TABLA1), se corresponde con la hora solar que figura en los informes de los últimos seis días (<https://transparencia.gijon.es/>), (TABLA 2) cuando en realidad existe un desfase de dos horas en el horario de verano (las 14 hora oficial se corresponde a las 12 hora solar). Les remitimos, a título de ejemplo, un extracto de cada informe del día 28 de abril de 2016 donde se aprecia esta circunstancia. ¿Existe alguna razón para no corregir este desfase horario?

RED DE CONTROL DE LA CALIDAD DEL AIRE DE GIJÓN

| | |
|---------------------------|---------------------|
| Estación: Castilla | |
| Ayuntamiento de Gijón | Latitud: 43°32'30"N |
| Dirección: Plaza Castilla | Longitud: 5°39'00"W |
| Código nacional: 33024027 | Altura: 6.5m |

INFORME DE DATOS VALIDADOS HORARIOS Datos del día: martes, 26 abril 2016

| Hora HH:MM | SO2 (µg/m³) | NO (µg/m³) | NO2 (µg/m³) | CO (mg/m³) | PM10 (µg/m³) | O3 (µg/m³) |
|------------|-------------|------------|-------------|------------|--------------|------------|
| 01:00 | 2 V | 3 V | 8 V | 0,19 V | 13 V | 50 V |
| 02:00 | 2 V | 2 V | 5 V | 0,16 V | 7 V | 55 V |
| 03:00 | 2 V | 3 V | 6 V | 0,17 V | 2 V | 51 V |
| 04:00 | 2 V | 3 V | 8 V | 0,17 V | 15 V | 43 V |
| 05:00 | 3 V | 3 V | 12 V | 0,18 V | 5 V | 36 V |
| 06:00 | 3 V | 7 V | 44 V | 0,23 V | 11 V | 15 V |
| 07:00 | 3 V | 30 V | 61 V | 0,36 V | 34 V | 14 V |
| 08:00 | 3 V | 26 V | 57 V | 0,33 V | 25 V | 29 V |
| 09:00 | 3 V | 15 V | 39 V | 0,29 V | 31 V | 48 V |
| 10:00 | 3 V | 7 V | 23 V | 0,28 V | 9 V | 62 V |
| 11:00 | 8 V | 5 V | 24 V | 0,65 V | 26 V | 59 V |
| 12:00 | 5 V | 4 V | 13 V | 0,25 V | 8 V | 74 V |

TABLA 1

| Estación | Título | Fecha Solar (UTC) | SO2 | NO | CO | PM10 | O3 |
|----------|---------------------------|---------------------|-----|----|------|------|----|
| 4 | Estación Avenida Castilla | 2016-04-26T01:00:00 | 2 | 3 | 0.19 | 13 | 50 |
| 4 | Estación Avenida Castilla | 2016-04-26T02:00:00 | 2 | 2 | 0.16 | 7 | 55 |
| 4 | Estación Avenida Castilla | 2016-04-26T03:00:00 | 2 | 3 | 0.17 | 2 | 51 |
| 4 | Estación Avenida Castilla | 2016-04-26T04:00:00 | 2 | 3 | 0.17 | 15 | 43 |
| 4 | Estación Avenida Castilla | 2016-04-26T05:00:00 | 3 | 3 | 0.18 | 5 | 36 |
| 4 | Estación Avenida Castilla | 2016-04-26T06:00:00 | 3 | 7 | 0.23 | 11 | 15 |
| 4 | Estación Avenida Castilla | 2016-04-26T07:00:00 | 3 | 30 | 0.36 | 34 | 14 |
| 4 | Estación Avenida Castilla | 2016-04-26T08:00:00 | 3 | 26 | 0.33 | 25 | 29 |
| 4 | Estación Avenida Castilla | 2016-04-26T09:00:00 | 3 | 15 | 0.29 | 31 | 48 |
| 4 | Estación Avenida Castilla | 2016-04-26T10:00:00 | 3 | 7 | 0.28 | 9 | 62 |
| 4 | Estación Avenida Castilla | 2016-04-26T11:00:00 | 8 | 5 | 0.65 | 26 | 59 |
| 4 | Estación Avenida Castilla | 2016-04-26T12:00:00 | 5 | 4 | 0.25 | 8 | 74 |

TABLA 2