Determinación del área de representatividad de las estaciones de la red de vigilancia y previsión de la Contaminación Atmosférica de Cataluña (XVPCA) utilizando el sistema de calidad del aire CALIOPE

1. Introducción 2
1.1 Objetivo 2
2. Metodología 2
2.1 Procesado de los datos de calidad del aire del sistema CALIOPE 2
2.2 Cálculo de la representatividad espacial 2
2.3 Cálculo de la redundancia espacial de las estaciones 4
2.4 Correlación de las áreas representativas con la densidad de población 4
3. Entregables 4
4. Presupuesto 5
5. Plazos de realización 5
6. Referencias 5

1. Introducción

1.1 Objetivo

El objetivo de este documento es presentar la propuesta para el **estudio de la representatividad espacial de las estaciones de la red de vigilancia y previsión de la Contaminación Atmosférica de Cataluña (XVPCA)** para los contaminantes relevantes desde el punto de vista regulatorio (O_3, NO_2, SO_2, PM10 y PM2.5), utilizando el sistema de predicción de calidad del aire CALIOPE sobre Cataluña a 1 km de resolución espacial.

Para alcanzar este objetivo se realizaran las siguientes tareas:

1. Procesado de los datos de calidad del aire CALIOPE disponibles para el domino de Cataluña a 1 km de resolución horizontal

2. Cálculo de la representatividad espacial de cada una de las estaciones de la XVPCA para los principales contaminantes a diferentes resoluciones temporales (diarias, mensuales y anuales).

3. Cálculo de la cobertura espacial de la XVPCA para los principales contaminantes a diferentes resoluciones temporales (diarias, mensuales y anuales).

4. Cálculo de la redundancia espacial de las estaciones.

5. Calculo de la población expuesta en las áreas representativas.

2. Metodología

2.1 Procesado de los datos de calidad del aire del sistema CALIOPE

CALIOPE es un sistema de predicción de la calidad del aire a corto plazo que se ejecuta diariamente sobre Europa y sobre España con una resolución espacial de 12 y 4 km, respectivamente, y una resolución temporal de 1 hora. Además, CALIOPE proporciona pronósticos de calidad del aire a mayor resolución sobre Cataluña (1 km). El sistema proporciona concentraciones en superficie de los principales contaminantes gaseosos (O_3, NO_2, SO_2) y material particulado (PM10 y PM2.5).

CALIOPE comenzó dando pronósticos a 1 km sobre el domino Barcelona (BCN1km) en 2012, pero desde junio de 2013 el pronóstico se extendió a toda Cataluña (CAT1km). Los ficheros brutos de CALIOPE para el dominio CAT1km se encuentran almacenaos en las isntalaciones del BSC (/gpfs/archive/bsc32/bsc32359/archive_forecast/F-CAT1/REDUCED). Por tanto, el cálculo de la representatividad espacial de la XVPCA se hará sobre el año completo disponible, que es 2014.

El objetivo de esta actividad 2.1 es la generación de la información de entrada necesaria para el cálculo de la representatividad de las estaciones. Las tareas asociada a esta actividad es:

- Procesado de los ficheros brutos de CALIOPE para calcular los promedios diarios, mensuales y anuales en el dominio CAT1km para los contaminantes O_3, NO_2, SO_2, PM10 y PM2.5 correspondientes el año 2014.

2.2 Cálculo de la representatividad espacial

La representatividad espacial de una estación depende de los factores locales y ambientales que afectan a dicha estación (ej., topografía, fuentes de emisión, patrones meteorológicos, entorno, etc.), del contaminante medido y de la base temporal usada para el cálculo. Los sistema de calidad del aire como CALIOPE son

herramientas potentes para cuantifica la representatividad espacial de las estaciones porque tiene una cobertura espacial y temporal elevada (1 km y 1h), tratan con contaminantes primarios y segundarios (ej., O_3), tienen en cuenta tanto la fuentes de contaminantes (naturales y antropogénicas), y considerar los factores meteorológicos y topográficos que delimitan el transporte de los contaminantes en los alrededores de la estación.

La representatividad de una estación, desde un punto de vista estadístico, trata de definir las zonas alrededor de dicho punto cuyos valores estén comprendidos dentro de un rango de variación, de forma que la medición de parámetros ambientales en la estación pueda ser extrapolada a su radio de acción con bastante certeza.

El método para el cálculo de la representatividad seleccionado se llama "**método de similitud**" (Vitali et al., 2013; Martín et al., 2014a). Este método se basa en localizar los puntos alrededor de la estación en los que la concentración del contaminante difiera de la concentración obtenida en el punto donde se ubica la estación menos de un determinado porcentaje. Este porcentaje se denomina en lo sucesivo discrepancia máxima (DM).

En el Anexo V del Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire, se establece que la incertidumbre máxima admitida de las mediciones fijas debe ser del 15 % para los contaminantes dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono y ozono, mientras que se sitúa en el 25% para benceno, PM10, PM2,5 y plomo. Como lo que se persigue en un estudio de representatividad es determinar la fracción del territorio que tiene el mismo comportamiento que el punto donde se sitúa la estación, la DM a considerar debe situarse en este entorno. Siguiendo las recomendaciones de otros estudios, en este estudio se aplicará una DM del 20%.

Por tanto, la representatividad espacial de una estación será calculada como una función de frecuencia (fsito) como se indica a continuación:

$$f_{sito}(x,y) = \frac{\sum_{i=1}^{N_t} flag}{N_t}, \quad conflag = \begin{cases} 1, & \dfrac{|C(X_{sito},Y_{sito},Z_0,t_i) - C(x,y,Z_0,t_i)|}{C(X_{sito},Y_{sito},Z_0,t_i)} < 0.2 \\ 0, & \dfrac{|C(X_{sito},Y_{sito},Z_0,t_i) - C(x,y,Z_0,t_i)|}{C(X_{sito},Y_{sito},Z_0,t_i)} > 0.2 \end{cases}$$

donde C es la concentración, Xsito e Ysito son las coordenadas de la estación, mientras que X e Y son los puntos del domino donde se explora la representatividad. Zo es el nivel de superficie y ti es el periodo (dia, mes, etc.). La función de frecuencia está acotada espacialmente de acuerdo a las representatividad máxima de las estación establecida en el Annexo VIII de la Directia 2008/50/EC.

Este procedimiento se debe repetir para todas las estaciones con dispositivos midiendo un determinado contaminante (O_3, NO_2, SO_2, PM10 y PM2.5). Con ello se está midiendo la cobertura real de la red para un determinado contaminante (dependiente del dispositivo que pudiera estar situado en ella) y no la representatividad de la localización geográfica de la red en general (independiente del dispositivo que pudiera estar situado en ella).

El comportamiento de una estación para un contaminante varía de un periodo a otro (ej., días, meses, etc.). Como la representatividad espacial varia con la base temporal en la que se promedie la concentración, en este trabajo, se calculará la representatividad espacial en base diaria, mensual y horaria. Para iniciar este procedimiento, en cada periodo se calcula el valor que se obtiene en el punto donde se ubica la estación de la XVPCA que se desea analizar. Se le aplica el porcentaje de discrepancia máxima permitido, calculando las celdas de salida del modelo que se encuentran dentro del intervalo valor estación ± discrepancia máxima.

Se repite este procedimiento para cada periodo considerado (días, meses, año), seleccionándose finalmente como representatividad de la estación aquellos puntos que cumplan la condición anterior en el 90% de los periodos de estudio (Nappo et al., 1982).

El objetivo de esta actividad 2.2 es el cálculo del área representativa de la XVPCA para O_3, NO_2, SO_2, PM10 y PM2.5 en el año 2014 basado en el método de similitud (descrito anteriomente) usando los datos del modelo CALIOPE en el domino CAT1km. Las tareas asociadas a esta actividad son:

- Cálculo de la cobertura espacial de la XVPCA para los principales contaminantes a diferentes resoluciones temporales (diarias, mensuales y anuales).
- Cálculo de la representatividad espacial de cada una de las estaciones de la XVPCA para los principales contaminantes a diferentes resoluciones temporales (diarias, mensuales y anuales).

2.3 Cálculo de la redundancia espacial de las estaciones

De forma complementaria, se ofrece la posibilidad del estimar el grado de redundancia de la XVPCA para los principales contaminantes.

Dos estaciones se consideran redundantes cuando estas son representativas de la misma área. De acuerdo a Martin et al. (2014b), se define el porcentaje de redundancia (Q; Ec.1) entre dos estaciones como el ratio entre el área intersecada por las dos estaciones y la unión del área total cubierta por las dos estaciones.

$$Q = \frac{I_{ab}}{(N_a + N_b - I_{ab})} \quad \text{(Ec. 1)}$$

Donde a y b son las estaciones de calidad del aire para las cuales se calcula la redundancia, I_{ab} es el área de intersección entre las zonas de representatividad de las estaciones a y b, N_a es el área de representatividad de la estación a y N_b es el área de representatividad de la estación b.

El porcentaje de redundancia va de 0 a 1. Cuando el porcentaje de redundancia entre dos estaciones es 0 significa que no hay solapamiento entre el área representativa de ambas. Cuando Q es 1 significa que las dos estaciones son representativas de exactamente la misma área.

2.4 Correlación de las áreas representativas con la densidad de población

De forma complementaria, se ofrece la posibilidad de estimar el grado de población correspondiente a la cobertura espacial de la red XVPCA. Para ello se correlacionarán los datos de población a nivel de municipios procedentes de TeleAtlas Mulinet (TeleAtlasMultinet, 2011) interpolados a la malla de trabajo de CAT1km con los datos de cobertura espacial de la XVPCA estimada en el apartado 2.2.

3. Entregables

Se entregará un informe que incluya:

- Cobertura de la XVPCA por contaminante y base temporal (diario, mensual y horario).
- Área de representatividad de cada estación de la XVPCA por contaminante y base temporal (diario, mensual y horario).
- Índice de redundancia de las estaciones de la XVPC por contaminante y base temporal.
- Cálculo de la población expuesta en el área representativa.

Además se facilitarán ficheros georeferenciados con el cálculo de la representatividad espacial para cada estación en formato shapefile.

4. Presupuesto

El coste total del estudio para el cálculo de la representatividad espacial de la **XVPCA** será de 18.000 € (no incluye IVA). Dicho importe incluye los gastos de personal, material y datos.

5. Plazos de realización

Se considera un plazo de tres meses para la realización del estudio a partir de la fecha de la firma del convenio.

6. Referencias

Nappo C. J., Caneill J. Y., Furman R. W., Gifford F. A., Kaimal J. C., Kramer M. L., Lockhart T. J., Pendergast M. M., Pielke R. A., Randerson D. , Shreffl er J. H., Wyngaard J. C., 1982. The Workshop on the Representativeness of Meteorological-Observations, June 1981, Boulder, Colorado. Bullettin of the American Meteorological Society, 63, 761–764

Martín, F., Fileni, L., Palominio, I., Vivanco, M., Garrido, J., 2014a. Analysis of the spatial representativeness of rural background monitoring stations in Spain. Atmospheric Pollution Research, 5, 779-788.

Martín et al., 2014b. Spatial representativeness of Spanish AQ stations. FAIRMODE technical meeting, April 28-29, 2014. NILU, Kjeller (Oslo)

TeleAtlasMultinet, 2011. European and Spanish digital cartography. http://www.tomtom.com/en_gb/licensing/products/maps/multinet/. March 2012

Vitali L., Ciancarella L., Cionni I., Cremona G., Piersanti A., Righini G., 2013. Rappresentatività spaziale di misure di qualità dell'aria. Valutazione di un metodo di stima basato sull'analisi dei campi di concentrazione simulati dal modello nazionale MINNI. Technical Report ENEA, RT/2013/3/ENEA