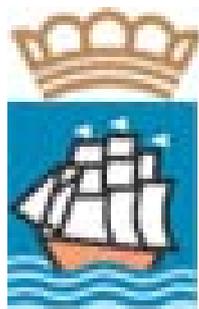




**Diagnóstico de la calidad del aire en el  
barrio de Añorga (Donostia)**

Mayo 2011



**Donostiako Udala**  
Ayuntamiento de  
San Sebastián

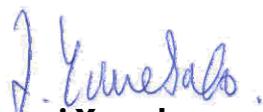
**Unidad de Medio Ambiente Urbano e Industrial**

**Labein - TECNALIA**

**Referencia del proyecto: 80.0879.0**

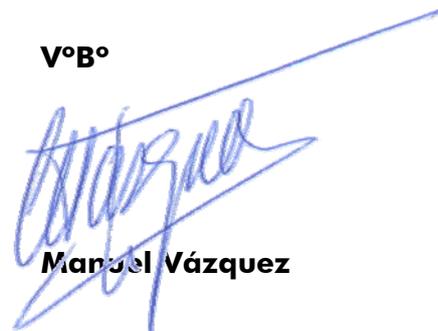
**Mayo, 2011**

**Realizado por:**



**Lexuri Yurrebaso**

**VºBº**



**Manuel Vázquez**

## **INDICE**

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>2. OBJETO Y ALCANCE DEL DIAGNOSTICO .....</b>	<b>5</b>
<b>3. NORMATIVA EUROPEA Y ESTATAL.....</b>	<b>6</b>
<b>4. METODOLOGÍA DEL TRABAJO.....</b>	<b>13</b>
<b>4.1 REALIZACIÓN DE MAPAS DE EMISIONES .....</b>	<b>13</b>
<b>4.1.1.. <i>Inventario de Emisiones</i> .....</b>	<b>13</b>
<b>4.1.2.. <i>Representación de las emisiones</i> .....</b>	<b>15</b>
<b>4.2 TRATAMIENTO DE DATOS DE CALIDAD DEL AIRE Y RECOPIACIÓN DE DATOS         ALTERNATIVOS .....</b>	<b>15</b>
<b>4.3 VALORACIÓN PRELIMINAR DE LOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN EN EL ÁREA.....</b>	<b>15</b>
<b>5. ANÁLISIS DEL INVENTARIO DE EMISIONES .....</b>	<b>17</b>
<b>5.1 EMISIONES DE FOCOS INDUSTRIALES EN EL BARRIO DE AÑORGA (DONOSTIA).....</b>	<b>17</b>
<b>5.1.1.. <i>Emisiones de PM/PM10</i>.....</b>	<b>19</b>
<b>5.1.2.. <i>Emisiones de NOx</i>.....</b>	<b>19</b>
<b>5.2 EMISIONES DEL TRÁFICO RODADO EN EL BARRIO DE AÑORGA (DONOSTIA) Y         ALREDEDORES .....</b>	<b>19</b>
<b>5.3 ANÁLISIS DE LAS EMISIONES CONTAMINANTES EN EL BARRIO DE AÑORGA         (DONOSTIA) .....</b>	<b>22</b>
<b>6. ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AIRE.....</b>	<b>24</b>
<b>6.1 ESTACIONES DE MEDIDA DE CALIDAD DEL AIRE EN DONOSTIALDEA .....</b>	<b>24</b>
<b>6.2 VALORACIÓN DE LOS NIVELES DE CALIDAD DEL AIRE RESPECTO AL R.D. 1073/2002         EN AÑORGA (DONOSTIA) EN LOS ÚLTIMOS AÑOS.....</b>	<b>28</b>

<b>6.3</b>	<b>EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE CALIDAD DE AIRE EN AÑORGA (DONOSTIA).....</b>	<b>30</b>
<b>6.3.1..</b>	<b><i>Generalidades .....</i></b>	<b>30</b>
<b>6.3.2..</b>	<b><i>Condiciones meteorológicas generales del municipio .....</i></b>	<b>32</b>
<b>6.3.3..</b>	<b><i>Ciclo diario de <math>PM_{10}</math> y <math>NOx</math>.....</i></b>	<b>35</b>
<b>6.3.4..</b>	<b><i>Variación semanal de <math>PM_{10}</math> y <math>NOx</math> .....</i></b>	<b>40</b>
<b>6.3.5..</b>	<b><i>Variación mensual de <math>PM_{10}</math> y <math>NOx</math> .....</i></b>	<b>43</b>
<b>6.3.6..</b>	<b><i>Relación de concentraciones de contaminantes con variables meteorológicas .....</i></b>	<b>45</b>
<b>6.3.6.1</b>	<b>Relación de concentraciones de <math>PM_{10}</math> con variables meteorológicas</b>	<b>45</b>
<b>6.3.6.2</b>	<b>Relación de concentraciones de <math>NO</math> y <math>NO_2</math> con variables meteorológicas</b>	<b>47</b>
<b>6.3.7..</b>	<b><i>Superaciones del valor límite diario de <math>PM_{10}</math> (<math>50\mu g/m^3</math>).....</i></b>	<b>49</b>
<b>6.3.8..</b>	<b><i>Composición del material particulado .....</i></b>	<b>52</b>
<b>7.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>56</b>
	<b>ANEXO: FOTOS DE ALGUNOS DE LOS FOCOS EMISORES MÁS DESTACADOS EN EL ENTORNO DEL BARRIO DE AÑORGA.....</b>	<b>1</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

La contaminación atmosférica es uno de los problemas medio ambientales más serios a los que la comunidad mundial tiene que hacer frente. Resultados de estudios recientes realizados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) muestran una clara afeción a la salud humana en personas expuestas a niveles no demasiado altos de contaminación. Incluso se ha relacionado la contaminación atmosférica con un aumento de la mortalidad. Las afecciones principales a la salud humana están asociadas al aparato respiratorio y al aparato cardiovascular, empeorando u dificultando la cura de enfermedades en principio ajenas a la contaminación del aire. Son los niños y las personas de avanzada edad las más afectadas por esta problemática.

Por supuesto a esta situación hay que añadir el presupuesto económico necesario para sufragar gastos en sanidad exclusivamente asociada a los efectos de la contaminación (agravamiento de procesos asmáticos, ataques al corazón, y otras enfermedades crónicas pulmonares y cardiovasculares, ... etc).

La reacción de las administraciones responsables ha sido positiva en sentido de proponer restricciones en las emisiones y disminuir los niveles de contaminantes permitidos en aire ambiente. La Directiva Marco de calidad del aire 1996/62/CE recoge las líneas maestras de cómo ha de realizarse la gestión de la calidad del aire en la Unión Europea. A partir de ella nacieron las conocidas como Directivas 'Hijas' (1999/30/CE, 2000/69/CE, 2003/2/CE, 2004/107/CE) fijando valores límite para la salud humana para ciertos contaminantes y regulando el control de los mismos. Sin embargo, se está demostrando que aun con estos esfuerzos, la contaminación atmosférica sigue amenazando la salud humana. Estudios de la Comisión Europea estimaron que en el año 2000 alrededor de 350.000 personas morían en Europa de forma prematura debido a la exposición de material particulado en aire ambiente y que este mismo contaminante reducía la expectativa de vida nueve meses o incluso uno y dos años en determinados países de Europa.

Por ello, se considera que hay que seguir trabajando en la mejora de la calidad del aire hasta llegar a alcanzar niveles saludables. La revisión de las normativas actuales y su adecuación a los nuevos resultados que muestran la relación entre exposición e impacto en la salud humana es un esfuerzo necesario. En este sentido, la Comisión Europea, a través de los resultados del programa CAFE (*Clean Air for Europe*) ha revisado la legislación

existente y en mayo 2008 después de un intenso debate entre la Comisión y el Consejo, el Parlamento Europeo ha aprobado la Directiva 2008/50/CE relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa. En ella se describe, unifica y actualiza en un mismo documento todos los objetivos de calidad del aire y las medidas necesarias para conseguirlos. Uno de los principales cambios de esta nueva directiva respecto a la legislación anterior se centra en la evaluación de los niveles de material particulado y su métrica ( $PM_{10}$  y/o  $PM_{2.5}$ ).

A nivel de Estado Español y con la finalidad de crear un marco para la protección de la contaminación atmosférica, se aprobó la Ley 34/2007, de calidad del aire y protección de la atmósfera con objeto de establecer las bases en materia de prevención, vigilancia y reducción de la contaminación atmosférica con el fin de evitar y cuando esto no sea posible, aminorar los daños que de ésta puedan derivarse para las personas, el medio ambiente y demás bienes de cualquier naturaleza. Dicha Ley en su artículo 5.2 y en su capítulo IV sobre Planificación menciona la adopción de planes y programas para la mejora de la calidad del aire según el RD 1073/2002. Estos **Planes de Acción** han de implantarse en las zonas en las que se estén superando los valores límite de contaminantes con la finalidad de reducir los niveles de contaminación a valores aceptables para la salud humana y los ecosistemas.

## 2. OBJETO Y ALCANCE DEL DIAGNOSTICO

El objetivo es realizar un **diagnostico** de la calidad del aire en el barrio de Añorga de Donostia. Aunque sea el **material particulado (PM<sub>10</sub>)** el contaminante que en el año 2009 en la estación de *Añorga G.V.* y según el R.D 1073/2002, ha incumplido la legislación vigente en materia de protección de la salud humana, en el estudio se tendrán en cuenta diferentes contaminantes.

Nº superaciones del Valor Límite diario de PM <sub>10</sub>		
Año	Sin descontar fenómenos naturales	Fenómenos naturales descontados
2008	7	5
2009	43	41

**Tabla 2.1. – Número de superaciones del valor límite diario de PM<sub>10</sub>, establecido para el año 2005, en la estación de *Añorga G.V.* en los años 2008 y 2009.**

Por lo tanto, el presente estudio se centra principalmente en este contaminante. Sin embargo, también se han estudiado los óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) y compuestos de azufre (S) como contaminantes traza de ciertos focos (principalmente el tráfico e industria) para poder de esta manera valorar su influencia en las concentraciones de material particulado registradas.

Los objetivos concretos del diagnostico son los siguientes:

- a) Valoración de las emisiones de PM<sub>10</sub> y NO<sub>x</sub> en la zona de estudio
- b) Estudio de las concentraciones de PM<sub>10</sub>, NO<sub>x</sub> registradas en aire ambiente y variaciones tanto desde el punto de vista espacial como temporal.

### 3. NORMATIVA EUROPEA Y ESTATAL

El reciente aprobado Real Decreto 102/2011, del 28 de enero del 2011, sobre la calidad del aire ambiente viene incorporar al derecho interno la Directiva 2008/50/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, del 21 de mayo de 2008, relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa. Esta directiva ha venido a modificar el anterior marco regulatorio comunitario, sustituyendo así la Directiva Marco y las tres primeras Directivas Hijas, e introduciendo regulaciones para nuevos contaminantes, como las partículas de tamaño inferior a 2,5 micrómetros; y nuevos requisitos en cuanto a la evaluación y la gestión de la calidad del aire ambiente.

El nuevo Real Decreto 102/2011 tiene por objeto:

- Definir y establecer objetivos de calidad de aire, de acuerdo con el anexo III de la Ley 34/2007, con respecto a las concentraciones de dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y óxidos de nitrógeno, partículas, plomo, benceno, monóxido de carbono, ozono, arsénico, cadmio, níquel y benzo(a)pireno en el aire ambiente.
- Regular la evaluación, el mantenimiento y la mejora de la calidad del aire en relación con las sustancias enumeradas en el apartado anterior y los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) distintos al benzo(a)pireno.
- Establecer métodos y criterios comunes de evaluación de las concentraciones de las sustancias reguladas en el apartado 1, el mercurio y los HAP y de los depósitos de arsénico, cadmio, mercurio, níquel y HAP.
- Determinar la información a la población y a la Comisión Europea sobre las concentraciones y los depósitos de las sustancias mencionadas en los apartados anteriores, el cumplimiento de sus objetivos de calidad de aire, los planes de mejoras y demás aspectos regulados en la presente norma.
- Establecer, para amoniaco (NH<sub>3</sub>), de acuerdo con el anexo III de la Ley 34/2007, métodos y criterios de evaluación y establecer la información a facilitar a la población y a intercambiar entre las administraciones.

Todo ello con la finalidad de evitar, prevenir y reducir los efectos nocivos de las sustancias mencionadas sobre la salud humana, el medio ambiente en su conjunto y demás bienes de cualquier naturaleza.

El Real Decreto establece **valores límite y valores objetivo**, así como diferentes **niveles, márgenes, umbrales y objetivos** según los contaminantes basados en conocimientos científicos, con el fin de garantizar un aire saludable y minimizar el impacto en el medio ambiente en su conjunto. Según el contaminante se aplican unos u otros valores referencia.

Así como el valor límite se refiere a un nivel fijado que debe alcanzarse en un plazo determinado y no superarse una vez alcanzado, el valor objetivo se refiere a la concentración que debe alcanzarse en lo posible durante un determinado periodo de tiempo.

En la necesidad de mejorar la calidad del aire, el Real Decreto 102/2011 (al igual que el Real Decreto 1073/2002) establece que las comunidades autónomas tomarán las medidas necesarias para garantizar el respeto de los valores límite. En su Artículo 24 se establece que para los casos de superación del valor límite o valor objetivo existe la obligación de elaborar o aplicar **Planes de Acción** que permita regresar en un plazo fijado al valor referencia establecido para ese contaminante.

La parte más significativa que se presenta en el Real Decreto 102/2011 respecto a los anteriores es que en él se presentan valor límite, valor objetivo y el objetivo nacional de reducción de la exposición para las partículas de diámetro aerodinámico menor que 2,5  $\mu\text{m}$ .

La legislación relativa a partículas ( $\text{PM}_{10}$  y  $\text{PM}_{2,5}$ ), óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_2$  y  $\text{NO}_x$ ), dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ) y plomo (Pb) en vigor a través del R.D. 102/20011 se presenta en las siguientes tablas.

<b>PARTÍCULAS DE CORTE 10<math>\mu</math></b>				
<b>Objetivo</b>	<b>Período de promedio</b>	<b>Valor límite de PM<sub>10</sub></b>	<b>Margen de tolerancia</b>	<b>Fecha de cumplimiento del valor límite</b>
Protección de la salud humana	24 horas	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ que no podrán superarse en más de 35 ocasiones por año	50 % (*)	En vigor desde el 1 de enero del 2005 (**)
Protección de la salud humana	Un año civil	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	20 % (*)	En vigor desde el 1 de enero del 2005 (**)

(\*) Aplicable solo mientras esté en vigor la exención de cumplimiento de los valores límite concedido de acuerdo con el artículo 23 del R.D. 102/2011.

(\*\*) En la zonas en las que se haya concedido exención de cumplimiento, de acuerdo con el artículo 23, el 11 de junio de 2011.

**Tabla 3.1. - Valores límite para partículas PM10 (R.D. 102/2011) en condiciones ambientales.**

Tanto en la tabla 3.1. y 3.2. se muestran los valores límite para las partículas PM<sub>10</sub> y los óxidos de nitrógeno. En ellas se explican unas prórrogas de los plazos de cumplimiento y exención de la obligación de aplicarlos especificadas en el artículo 23 del R.D. 102/2011, y se detallan las condiciones pertinentes que deberá cumplir la determinada zona o la aglomeración que no pueda respetar los valores límite establecidos. En el propio artículo se declara que si la Comisión Europea no plantea ninguna objeción, las condiciones pertinentes se considerarán cumplidas. Y en el caso de que se planteasen objeciones, las autoridades competentes adaptarán sus planes de calidad del aire o presentarán otros nuevos y se entenderá que no hay lugar a la prórroga o exención solicitada.

OXIDOS DE NITRÓGENO				
Objetivo	Período de promedio	Valor límite (*)	Margen de tolerancia	Fecha de cumplimiento del valor límite
Protección de la salud humana	Una hora	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de $\text{NO}_2$ que no podrán superarse en más de 18 ocasiones por año civil.	50 % a 19 de julio de 1999, valor que se reducirá el 1 de enero de 2001 y, en lo sucesivo, cada 12 meses, en porcentajes anuales idénticos, hasta alcanzar un 0 % el 1 de enero de 2010. 50 % en las zonas y aglomeraciones en las que se haya concedido una prórroga de acuerdo con el artículo 23 del R.D. 102/2011.	Debe alcanzarse el 1 de enero del 2010
Protección de la salud humana	Un año civil	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de $\text{NO}_2$	50 % a 19 de julio de 1999, valor que se reducirá el 1 de enero de 2001 y, en lo sucesivo, cada 12 meses, en porcentajes anuales idénticos, hasta alcanzar un 0 % el 1 de enero de 2010. 50 % en las zonas y aglomeraciones en las que se haya concedido una prórroga de acuerdo con el artículo 23 del R.D. 102/2011.	Debe alcanzarse el 1 de enero del 2010
Protección de la vegetación(**)	Un año civil	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de $\text{NO}_x$ (expresado como $\text{NO}_2$ ).	Ninguno	En vigor desde el 11 de junio de 2008.

(\*) El volumen se ajustará a una temperatura de 293°K y una presión de 101,3 Kpa.

(\*\*): Para la aplicación de este valor sólo se tomarán en consideración los datos obtenidos en las estaciones de medición definidas en el apartado II.b del anexo III del R.D. 102/2011.

**Tabla 3.2. - Valores límite para la protección de la salud y nivel crítico para la protección de la vegetación para óxidos de nitrógeno (R.D. 102/2011).**

PARTÍCULAS DE CORTE 2,5 $\mu$				
Objetivo	Período de promedio	Valor objetivo de PM <sub>2,5</sub>	Margen de tolerancia	Fecha de cumplimiento del valor límite
Protección de la salud humana	Un año civil	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	En vigor desde el 1 de enero del 2010
Objetivo	Período de promedio	Valor límite (fase I) de PM <sub>2,5</sub>	Margen de tolerancia	Fecha de cumplimiento del valor límite
Protección de la salud humana	Un año civil	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	20 % el 11 de junio de 2008, que se reducirá el 1 de enero siguiente y, en lo sucesivo, cada 12 meses, en porcentajes idénticos anuales hasta alcanzar un 0% el 1 de enero 2015, estableciéndose los siguientes valores: - 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2008 - 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2009 y 2010 - 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2011 - 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2012 - 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2013 y 2014	1 de enero del 2015
Objetivo	Período de promedio	Valor límite (fase II) de PM <sub>2,5</sub> (*)	Margen de tolerancia	Fecha de cumplimiento del valor límite
Protección de la salud humana	Un año civil	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	1 de enero de 2020

(\*) Valor límite indicativo que deberá ratificarse como valor límite en 2013 a la luz de una mayor información acerca de los efectos sobre la salud y el medio ambiente, la viabilidad técnica y la experiencia obtenida con el valor objetivo en los Estados Miembros de la Unión Europea.

**Tabla 3.3. - Valores objetivo y límite para partículas PM<sub>2,5</sub> (R.D. 102/2011) en condiciones ambientales.**

DIÓXIDO DE AZUFRE				
Objetivo	Período de promedio	Valor límite (*)	Margen de tolerancia	Fecha de cumplimiento del valor límite
Protección de la salud humana	Una hora	350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , valor que no podrá superarse en más de 24 ocasiones por año civil.	Ninguno	En vigor desde el 1 de enero del 2005
Protección de la salud humana	24 horas	125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , valor que no podrá superarse en más de 3 ocasiones por año civil.	Ninguno	En vigor desde el 1 de enero del 2005
Protección de la vegetación (**)	Año civil e invierno (del 1 de octubre al 31 de marzo)	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Ninguno	En vigor desde el 11 de junio de 2008.

(\*) El volumen se ajustará a una temperatura de 293°K y una presión de 101,3 Kpa.

(\*\*): Para la aplicación de este valor sólo se tomarán en consideración los datos obtenidos en las estaciones de medición definidas en el apartado II.b del anexo III del R.D. 102/2011.

**Tabla 3.4. - Valores límite para la protección de la salud y nivel crítico para la protección de la vegetación para el dióxido de azufre (R.D. 102/2011).**

En cuanto a los niveles críticos establecidos para la protección de la vegetación tanto para el óxido de nitrógeno como para el dióxido de azufre, se aclara que estas deben de evaluarse en las estaciones definidas en el apartado II.b del anexo III del R.D. 102/2011. En ellas, se detallan que dichas estaciones son aquellas que estén a una distancia superior a 20 km de las aglomeraciones o más de 5 km de otras zonas edificadas, instalaciones industriales o carreteras.

PLOMO				
Objetivo	Período de promedio	Valor límite de	Margen de tolerancia	Fecha de cumplimiento del valor límite
Protección de la salud humana	Año civil	0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	En vigor desde el 1 de enero del 2005, en general. (*)

(\*) En las inmediaciones de fuentes industriales específicas, situadas en lugares contaminados a lo largo de decenios de actividad industrial, el 1 de enero de 2010.

**Tabla 3.5.- Valor límite para el plomo (R.D. 102/2011) en condiciones ambientales.**

Por otra parte, en lo relativo al arsénico, el cadmio, el mercurio, el níquel y el benzo(a)pireno en el aire ambiente establece la necesidad de realizar mediciones representativas y el correspondiente seguimiento de los contaminantes indicados, estableciendo a su vez los siguientes valores objetivo:

Contaminante	Valor objetivo (*)
Arsénico (As)	6 ng/m <sup>3</sup>
Cadmio (Cd)	5 ng/m <sup>3</sup>
Níquel (Ni)	20 ng/m <sup>3</sup>
Benzo(a)pireno	1 ng/m <sup>3</sup>

(\*) Niveles en aire ambiente en la fracción PM<sub>10</sub> como promedio durante un año natural.

**Tabla 3.6. - Valores objetivo (R.D. 102/2011) en condiciones ambientales**

## 4. METODOLOGÍA DEL TRABAJO

El diagnóstico de la calidad del aire en el barrio de Añorga (Donostia) se ha centrado en el territorio municipal. El desarrollo del trabajo ha comprendido las siguientes etapas:

### 4.1 Realización de mapas de emisiones

La georeferenciación de las emisiones en el entorno del barrio de Añorga es de especial importancia para el análisis de las causas que puedan estar influyendo los niveles de contaminantes en el aire.

En este sentido se ha partido de los datos EPER 2007 de Euskadi que obtenidos del Registro Vasco de Emisiones y Fuentes Contaminantes. En ellos se incluyen todos los focos de emisión afectados por la Directiva 1996/61/CE, que se incorpora al ordenamiento jurídico a través de ley 16/2002 de prevención y control integrados de la contaminación (IPPC).

#### 4.1.1 Inventario de Emisiones

Se han estudiado las emisiones de dos sectores en la zona de estudio. Estos son:

- a) **Actividades industriales**
- b) **Tráfico Interurbano**

Del Inventario de Emisiones EPER 2007 se han considerado los siguientes contaminantes: **partículas sólidas de origen antropogénico** (PM y/o PM<sub>10</sub>) y los **óxidos de nitrógeno** (NO<sub>x</sub>). Se considera PM<sub>10</sub> a la fracción de partículas filtrables con un diámetro aerodinámico inferior a 10 micras.

- *Emisiones de transporte rodado.*

El cálculo de las emisiones del transporte rodado se ha llevado a cabo de la siguiente manera:

- Elaboración de los factores de emisión para las características del parque de vehículos de Euskadi. Se han considerado dos tipos de vehículos: ligeros y pesados. Los ligeros incluyen turismos, motocicletas y vehículos de transporte ligero (hasta de

3.5 toneladas), mientras los pesados son los vehículos de transporte de más de 3.5 toneladas de peso. Para ello se ha seguido la metodología europea de cálculo de emisiones CORINAIR, correspondiente al año 2007.

- las carreteras interurbanas y autopistas, se han tramificado en función de sus intensidades medias diarias (IMD) registradas. Además, cada tramo se caracteriza por un porcentaje de pesados, su longitud y la velocidad media a la que los vehículos circulan. Así pues, para el cálculo de la densidad de emisión (kg/km) en la pauta interurbana- autopista se ha aplicado la siguiente fórmula:

$$e = \left[ \left( \sum_{i=1} FE_{lig} * IMD_{lig} \right) + \left( \sum_{i=1} FE_{pes} * IMD_{pes} \right) \right]$$

Siendo:

***FE<sub>x</sub>**: factor de emisión según el tipo de vehículo en función de la distribución del parque de vehículos, y que es función de la velocidad característica del tramo.*

***IMD<sub>x</sub>**: intensidad media diaria según tipo de vehículo que circula por ese tramo.*

***e**: densidad de emisión (masa por longitud) diaria de contaminante en un tramo determinado*

El cálculo de los factores de emisión y posteriormente la densidad de emisión en cada tramo de carretera se ha realizado para distintos contaminantes, que son PM (*Particulate Matter*, Material Particulado) y NO<sub>x</sub>.

En el cálculo de los factores de emisión en las carreteras del entorno de Añorga se han utilizado los datos del **parque de vehículos** publicados por la Dirección General de Tráfico (DGT) para Euskadi. Para el cálculo de la densidad de emisión (kg/km) se han tomado los datos de **intensidades medias diarias** proporcionados por la Dirección General de Tráfico (DGT) para Euskadi. En los datos de la DGT se tiene una clasificación de todos los vehículos matriculados, divididos por año de matriculación y tipo (peso y/o cilindrada), así como divididos por el año de matriculación y tipo de combustible que utilizan. Los datos de intensidades de tráfico corresponden a las estaciones de aforo del entorno del barrio de Añorga en el año 2007.

#### 4.1.2 Representación de las emisiones

A través de un Sistema de Información Geográfica (SIG) se ha representado en un mapa por una parte las actividades industriales como focos puntuales de emisión y por otra parte, el tráfico interurbano como líneas de emisión.

Para el caso de las industrias se ha representado la emisión recogida en el registro EPER 2008 en el barrio de Añorga y otros focos del entorno. Los datos se presentan en kilogramos por año, mientras que en el caso de las carreteras se presentan como densidad de emisión en kilogramos por kilómetro.

#### 4.2 Tratamiento de datos de calidad del aire y recopilación de datos alternativos

Los datos de calidad del aire estudiados corresponden a los registrados en las estaciones de medida de la Red de Control de la Calidad del Aire de Donostialdea gestionada por Gobierno Vasco.

Se han tenido en cuenta los contaminantes mencionados en el R.D. 1073/2002 y el Decreto 833/1975 aunque el estudio se ha centrado en dos contaminantes principalmente: **material particulado (PM<sub>10</sub>) y óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>)** por ser el primero el contaminante que incumple el R.D. 1073/2002 en el barrio y el último considerarse contaminante traza que ayuda a diferenciar focos de emisión. Con los datos de dichos contaminantes, se ha realizado un tratamiento estadístico (promedios anuales, superaciones de valores límite, ...) para su posterior evaluación.

Asimismo, fue necesario contactar con el ayuntamiento de Donostia con el fin de recopilar información de la zona de estudio, estudios previos realizados en la zona, etc.

#### 4.3 Valoración preliminar de los niveles de contaminación en el área

Se ha realizado un análisis de los datos de contaminación desde el año 2008 hasta la actualidad en las estaciones de Donostialdea. En este análisis no solo se han tenido en cuenta las mediciones de las estaciones del barrio de Añorga, sino también los datos de las otras estaciones de Donostialdea que pudieran ser representativas de algún foco emisor concreto (por ej., el tráfico urbano).

El análisis de datos se ha centrado en la **valoración del cumplimiento de los valores límite impuestos en el R.D. 1073/2002** según lo cual la estación de Añorga muestra un incumplimiento de la legislación en referencia al material particulado ( $PM_{10}$ ). Para este contaminante, se ha tenido en cuenta que los datos están corregidos por aquellos factores que según el R.D. 1073/2002 permiten anular ciertos registros. En este sentido hay que mencionar que en la CAPV se producen cierto número de intrusiones de polvo sahariano al año, produciendo superaciones de los valores límite. Este tipo de situaciones están eliminadas como computo del total de superaciones.

La finalidad ha sido conocer cómo influye cada uno de los focos en la contaminación registrada en el aire ambiente. Para ello se han tenido en cuenta además de las condiciones de emisión de los focos las concentraciones registradas de diferentes contaminantes.

Se ha estudiado el comportamiento de los niveles de contaminación frente a diferentes **variables temporales**. Se ha analizado el ciclo diario de concentraciones de contaminantes intercomparando los resultados de estaciones ubicadas en diferentes emplazamientos y consecuentemente influenciadas por diferentes focos de emisión.

## 5. ANÁLISIS DEL INVENTARIO DE EMISIONES

### 5.1 Emisiones de Focos Industriales en el barrio de Añorga (Donostia)

En la tabla 5.1 se muestran las empresas significativas del barrio de Añorga en cuanto a las emisiones de material particulado ( $PM_{10}$ ; partículas menores de 10 micras de diámetro). Aunque la empresa que se muestra en la tabla 5.1 tiene registradas emisiones de PM o  $PM_{10}$ , sus procesos emiten otros gases a la atmósfera que pueden contribuir a la formación de material particulado secundario.

Municipio	Nombre Empresa	Coordenada X	Coordenada Y
DONOSTIA – SAN SEBASTIÁN	SOCIEDAD FINANCIERA Y MINERA, S.A. (CEMENTOS REZOLA AÑORGA)	581205	4793215

**Tabla 5.1 - Empresas IPPC de los alrededores de Añorga**

En la Figura 5.1 se muestra una imagen del barrio de Añorga y alrededores donde se han ubicado los focos de emisión de diferentes actividades industriales, tanto empresas IPPC como no IPPC, que pudieran afectar en la calidad del aire del barrio de Añorga.



**Figura 5.1. – Focos industriales de empresas IPPC y no IPPC en el entorno de Añorga**

### 5.1.1 Emisiones de PM/PM10

En la tabla 5.2 se muestran las emisiones de material particulado ( $PM_{10}$ ; partículas menores de 10 micras de diámetro) de la empresa anteriormente mencionada. Estos son datos EPER del año 2008 y corresponden al informe de emisiones PRTR 2009.

Municipio	Nombre Empresa	Kg/año
DONOSTIA – SAN SEBASTIÁN	SOCIEDAD FINANCIERA Y MINERA, S.A. (CEMENTOS REZOLA AÑORGA)	37.925

**Tabla 5.2 – Datos EPER de emisiones de  $PM_{10}$  de empresas IPPC del 2008**

### 5.1.2 Emisiones de NOx

Las emisiones de NOx de focos industriales del entorno de Añorga se muestran en la tabla 5.3.

Municipio	Nombre Empresa	Kg/año
DONOSTIA – SAN SEBASTIÁN	SOCIEDAD FINANCIERA Y MINERA, S.A. (CEMENTOS REZOLA AÑORGA)	2.218.310

**Tabla 5.3 – Datos EPER de emisiones de  $NO_x$  de empresas IPPC del 2008**

Como ya se ha comentado anteriormente, los datos utilizados han sido los EPER del año 2008 y corresponden al informe de emisiones PRTR 2009.

## 5.2 Emisiones del Tráfico Rodado en el barrio de Añorga (Donostia) y alrededores

En las Figuras 5.3 y 5.4 se representan las emisiones de  $PM_{10}$  y NOx asociadas al transporte por carretera. Cabe reseñar que en este cálculo solo se ha tenido en cuenta las emisiones confinadas por el tubo de escape y no las emisiones de  $PM_{10}$  asociadas a la resuspensión de material particulado debido al movimiento de los vehículos.

Los resultados muestran que la autopista A-8, una vez pasada la intersección con la N1 presenta las mayores emisiones de NOx y material particulado del conjunto de vías interurbanas del entorno de Añorga.

### Emisión de NOx debidas al tráfico

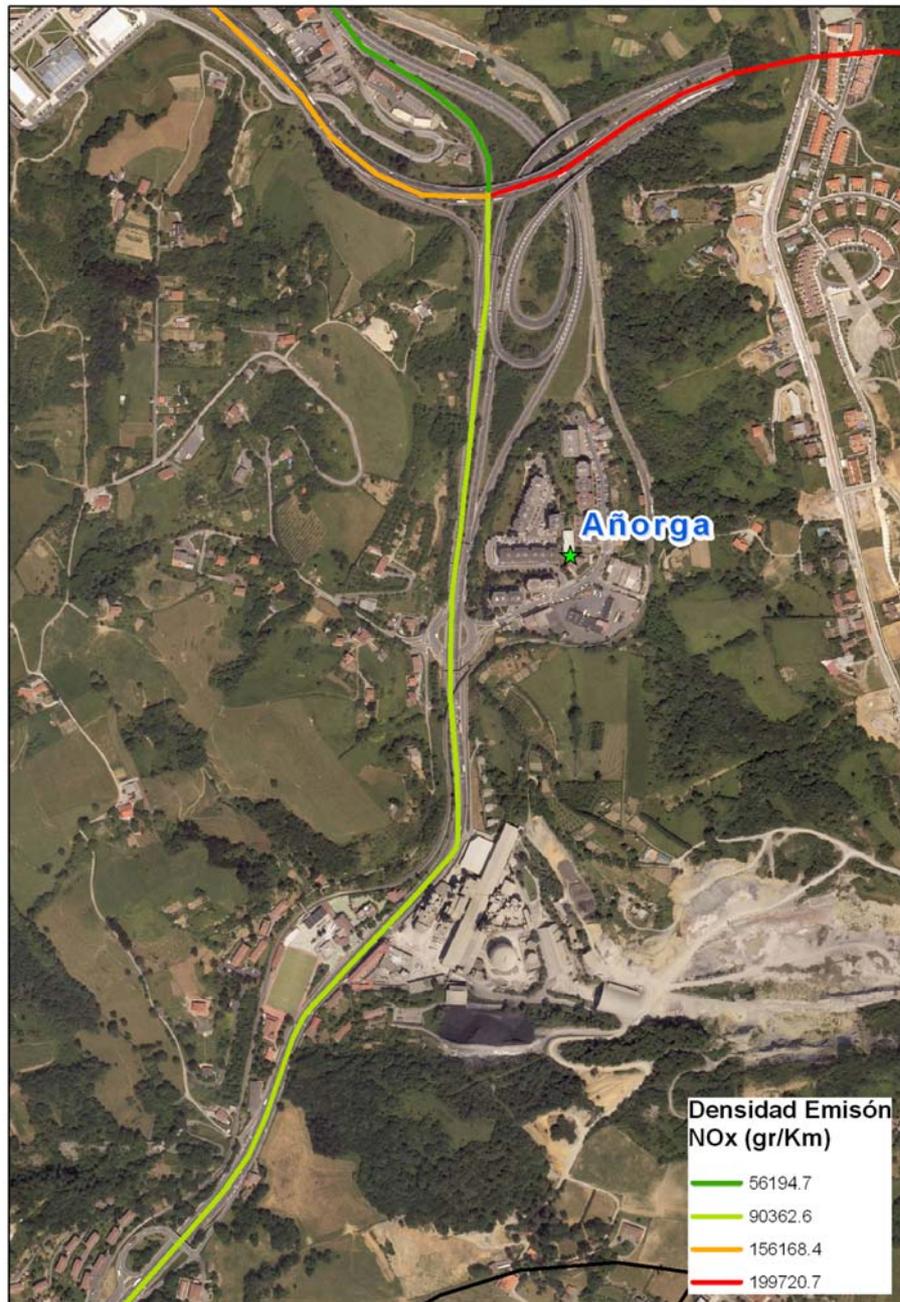


Figura 5.3. – Densidad de emisión de NOx asociada al sector del transporte en el entorno de Añorga para el año 2008

### Emisión de PM<sub>10</sub> debidas al tráfico

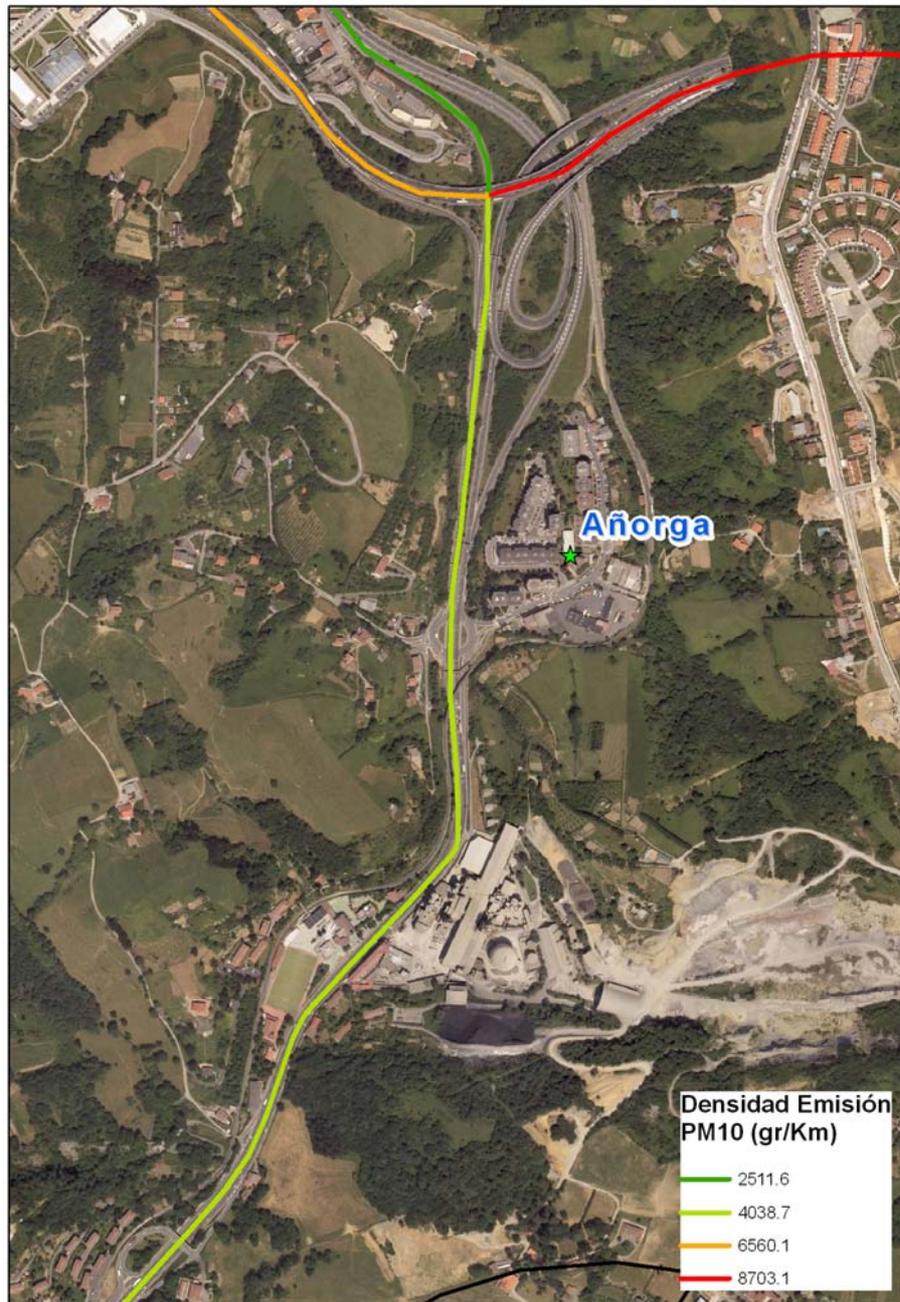


Figura 5.4. – Densidad de emisión de PM<sub>10</sub> asociada al sector del transporte en el entorno de Añorga para el año 2008

### 5.3 Análisis de las emisiones contaminantes en el barrio de Añorga (Donostia)

Aunque el sector de la industria haya mejorado debido a la adaptación a nuevas tecnologías, todavía **existe actividad industrial con alto potencial contaminante** dentro del barrio de Añorga. El sector industrial mas destacado es la fabricación de clínquer y cemento. Por otra parte, la adopción de nuevos combustibles o la mejora de los ya existentes supuso y está suponiendo una continua minimización de las emisiones al aire no sólo en la industria sino en otros sectores como el residencial-servicios.

En el barrio de Añorga, el **tráfico se presenta como un emisor significativo de contaminantes a la atmósfera** por la afección que produce en la calidad del aire y consecuentemente en la salud de las personas. El aumento del tráfico en los últimos años está eclipsando la mejora de las tecnologías ambientales que incorporan los nuevos vehículos.

Por supuesto, aunque no se encuentran inventariados habría que considerar la propia **actividad de la Cantera y las obras** que se están llevando a cabo en los alrededores del barrio de Añorga (Defensa contra las inundaciones y saneamiento de la regata Añorga y el Desdoblamiento del tramo Añorga-Rekalde) **como dos fuentes importantes de emisiones de contaminantes a la atmósfera:**

- a). Por una parte el trasiego y almacenaje de material a la intemperie produce importantes emisiones de material particulado que es resuspendido por acción del viento.
- b). Por otra parte, los propios vehículos de la Cantera y las obras, y sobretodo los camiones asociados al transporte de mercancías producen unas emisiones atmosféricas significativas.

En la actualidad y dentro del barrio de Añorga (Donostia) son tres las fuentes de emisión significativas: en primer lugar la actividad industrial en el entorno próximo del barrio, en segundo, el tráfico por carretera (tanto tráfico urbano como interurbano) y en tercer lugar las obras que se están llevando a cabo en los alrededores del barrio (Defensa contra inundaciones y saneamiento de la regata Añorga, desde febrero del 2009, y el desdoblamiento del tramo ferroviario de Añorga – Errekalde, desde julio del 2009).

La disposición del núcleo urbano, densidad de habitantes y distribución del tráfico ocasiona en ciertos momentos del día una movilidad difícil que acarrea fuertes emisiones de contaminantes asociadas al tráfico puramente urbano. Sin embargo, no hay que olvidar el **tráfico interurbano** ocasionado por la fuerte circulación de vehículos pesados asociados a la actividad de Rezola y a las obras. Hay que tener en cuenta que las emisiones de  $PM_{10}$  (mayores en los diesel que en los gasolina) debidas al tráfico van más allá de las asociadas al tubo de escape. El desgaste del firme de rodadura, los neumáticos, los frenos y la continua resuspensión de material particulado del suelo debido al propio paso de vehículos son también emisiones muy importantes de  $PM_{10}$  asociadas al tráfico.

## 6. ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AIRE

### 6.1 Estaciones de medida de calidad del aire en Donostialdea

En la actualidad, el Gobierno Vasco dispone de varias estaciones fijas de medida en continuo de contaminantes en Donostialdea. Por otro lado, en el barrio de Añorga, hay dos estaciones fijas, una que pertenece al G.V. y otra a la empresa Rezola. En la siguiente tabla se pueden ver la ubicación de cada una de las estaciones que se ha utilizado para hacer el estudio.

ESTACIÓN	Coordenada X	Coordenada Y	Municipio
<i>Añorga (Rezola)</i>	581575	4793778	Donostia
<i>Añorga (G.V.)</i>	581538	4793724	Donostia
<i>Puyo</i>	582373	4795026	Donostia
<i>Ategorrieta</i>	584305	4797271	Donostia
<i>Easo</i>	582653	4796079	Donostia
<i>Av. Tolosa</i>	580201	4795741	Donostia
<i>Pagoeta</i>	568597	4789072	Aia

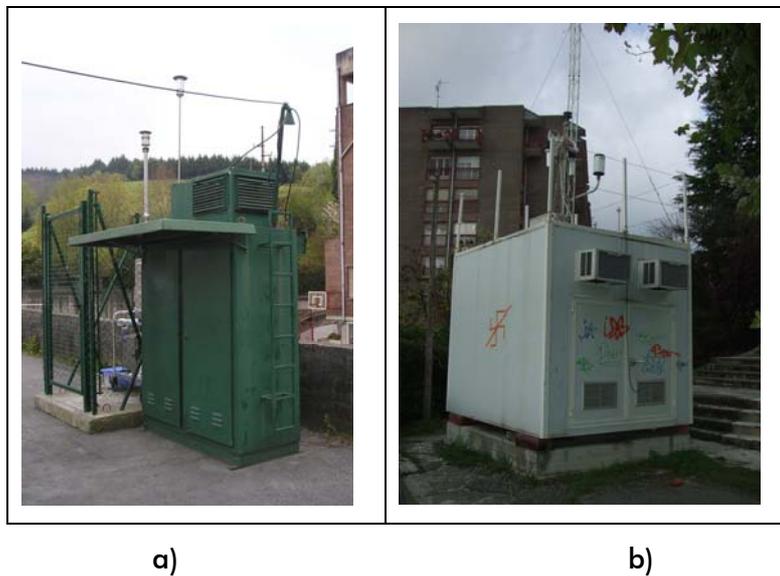
**Tabla 6.1. – Estaciones de la Red de Control de la calidad del aire del Gobierno Vasco en Donostialdea**

Las dos estaciones de Añorga se encuentran dentro del casco urbano del barrio de Añorga - Txiki, y a su vez dentro del municipio de Donostia. Las estaciones están situadas cada una a un lado de la avenida que cruza Añorga - Txiki, Av de Añorga, y a pocos metros de la antigua Nacional 1 (carretera de Madrid a Irun). Esto hace que las estaciones estén afectadas por las emisiones de la industria del entorno y del tráfico rodado.

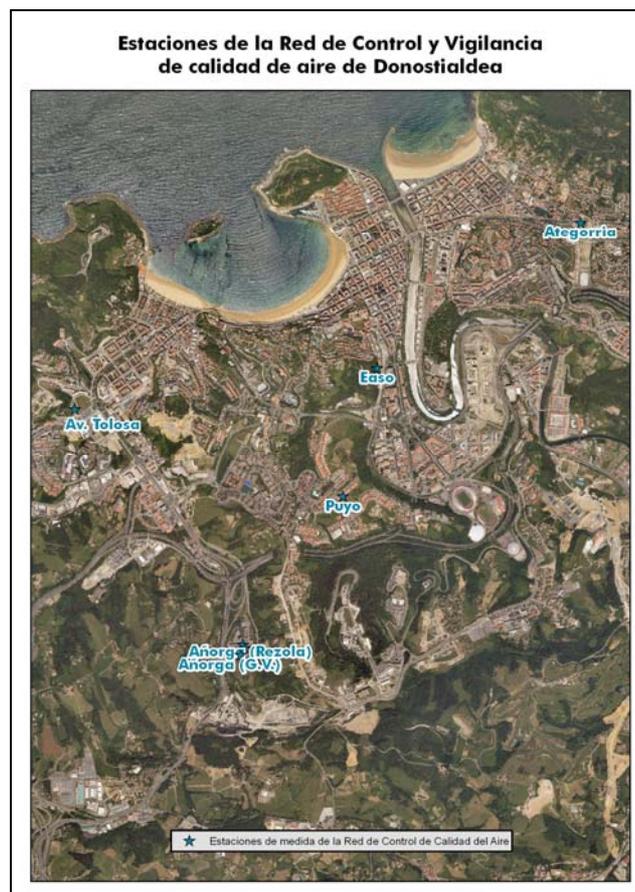
La estación de G.V. se instaló en el año 2008 y aunque todavía sigue funcionando, durante junio 2010 el equipo de medida de  $PM_{10}$  ha tenido una avería y por lo tanto los datos registrados a partir de esta fecha no son validos para hacer el estudio. Por otro lado la estación de Rezola se instaló en julio del año 2009 pero durante los primeros meses (de julio a noviembre) los datos de  $NO_x$  y los datos meteorológicos que registro no son validos.

Por lo tanto, para que los datos estudiados sean representativos del periodo, es decir haya un mínimo del 75 % de datos, aparte de los años 2008 y 2009 se ha elegido un periodo, septiembre 2009-agosto 2010, para hacer el estudio de los diferentes contaminantes.

En la Figura 6.1 se muestran las dos estaciones de Añorga, la de G.V. y la de Rezola, y su entorno.



**Figura 6.1. – Estaciones de medida de calidad del aire de Añorga. a) G.V. y b) Rezola**



**Figura 6.2. – Estaciones de medida de calidad del aire de Donostialdea**

En las figura 6.2 se pueden ver la ubicación de las estaciones de la Red de control y Vigilancia de la Calidad del Aire de Donostialdea. Aparte de las estaciones que aparecen en esta imagen y como se ha mencionado anteriormente, en el estudio también se ha utilizado la estación de Pagoeta ( $2^{\circ}9'18''$ ,  $43^{\circ}15'2''$ ). Esta estación está en el municipio de Aia, dentro del Parque Natural de Pagoeta. Se ha considerado interesante incluir esta estación en el estudio, ya que es la estación rural de fondo más cercana a la zona de estudio.

En la figura 6.3 se pueden ver la ubicación exacta de las dos estaciones de Añorga, *Añorga G.V.* y *Añorga Rezola*, de la Red de control y Vigilancia de la Calidad del Aire de Donostialdea en un mapa de la zona de Añorga – Txiki.



**Figura 6.3. – Ubicación de las estaciones de medida de calidad del aire de Añorga (Donostia)**

A continuación se muestra la ubicación exacta de cada estación de medida, así como los parámetros de contaminación controlados.

ESTACION	Ubicación	Parámetros de contaminación
<i>Añorga Rezola</i>	Avda de Añorga	PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub> , PST, SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , DV y VV
<i>Añorga G.V.</i>	Avda de Añorga, empresa Ximenez	PM <sub>10r</sub>
<i>Puyo</i>	C/ Puyo, nº 14, Donostia	PM <sub>10r</sub> , SO <sub>2r</sub> , NO <sub>xr</sub> , O <sub>3r</sub> , CO, DV y VV
<i>Ategorrieta</i>	Avda. Alcalde José Elosegi, Donostia	PM <sub>10r</sub> , PM <sub>2.5r</sub> , SO <sub>2r</sub> , CO, NO <sub>xr</sub> , O <sub>3</sub>
<i>Easo</i>	Plaza Centenario, Donostia	PM <sub>10r</sub> , NO <sub>xr</sub> , O <sub>3</sub> y CO
<i>Av. Tolosa</i>	Avda. Tolosa s/n – Bº Antiguo, Donostia	PM <sub>10r</sub> , PM <sub>2.5</sub> , SO <sub>2</sub> , CO, NO <sub>x</sub> , O <sub>3</sub> , DV y VV
<i>Pagoeta</i>	Parque Natural de Pagoeta, Aia	PM <sub>10r</sub> , SO <sub>2</sub> , CO, NO <sub>xr</sub> , O <sub>3r</sub> , DV y VV

**Tabla 6.2. – Estaciones de la Red de Control de la calidad del aire del Gobierno Vasco en Donostialdea.**

En el caso de los datos de PM<sub>10</sub> de Añorga, para el estudio se han tenido en cuenta los de la estación de *Añorga G.V.*, ya que esta estación tiene calculado el factor de Corrección para este contaminante (1,03). Todos los datos de PM<sub>10</sub> utilizados han sido corregidos, con su factor correspondiente en el caso de las estaciones que lo tienen calculado y con 1,2 (tal como indica en la legislación el R.D. 1073/2002) en el resto de estaciones.

## 6.2 Valoración de los niveles de calidad del aire respecto al R.D. 1073/2002 en Añorga (Donostia) en los últimos años

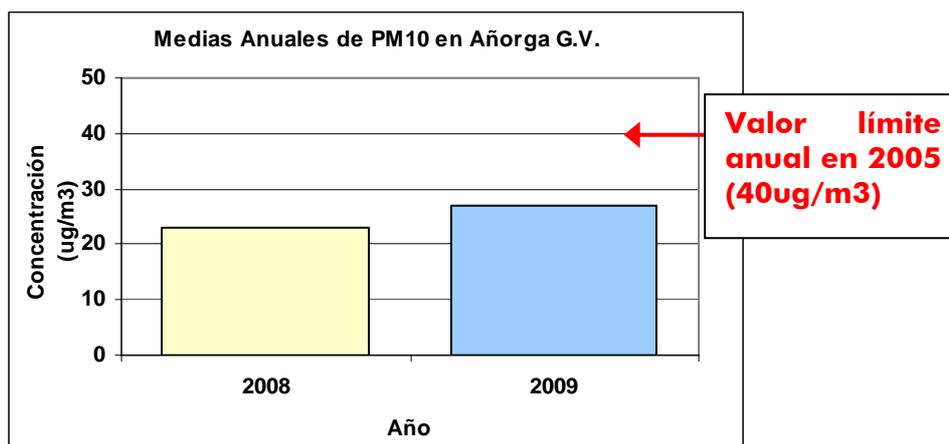
Del estudio de los contaminantes NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, CO y PM<sub>10</sub> registrados en las estaciones de Añorga, hasta el año 2009 ha sido el material particulado (PM<sub>10</sub>) el que ha incumplido los valores límite.

La evolución de las medias anuales de PM<sub>10</sub> en los últimos años viene representada en la figura 6.4. Como se puede apreciar, en los últimos años no se ha superado el valor límite anual (40 µg/m<sup>3</sup>) establecido para PM<sub>10</sub> en la estación de *Añorga G.V.* en ninguna ocasión. Por ello, en lo que se refiere a **la media anual de PM<sub>10</sub>, en la estación de Añorga G.V. se ha cumplido la normativa vigente.**

En la tabla 6.3 se muestran las medias anuales del PM<sub>10</sub> que se han dado en la estación del *Añorga G.V.* en los años 2008 y 2009.

	Añorga G.V.
2008	23
2009	27

**Tabla 6.3. – Media Anual del PM<sub>10</sub> en la estación de Añorga G.V. en los años 2008 y 2009.**



**Figura 6.4. – Evolución de las concentraciones medias anuales de PM<sub>10</sub> en la estación de Añorga G.V.**

Además, el R.D. 1073/2002 también establece un número limitado de superaciones de un valor límite diario de PM<sub>10</sub>.

En la tabla 6.4 y en la Figura 6.5 se muestran el número de superaciones del valor límite diario de  $PM_{10}$ , sin descontar y una vez descontados los fenómenos naturales, que se han dado en la estación del barrio de Añorga (Donostia) en los años 2008 y 2009.

Nº superaciones del Valor Límite diario de $PM_{10}$		
Año	Sin descontar fenómenos naturales	Fenómenos naturales descontados
2008	7	5
2009	43	41

Tabla 6.4. – Número de superaciones del valor límite diario de  $PM_{10}$ , establecido para el año 2005, en la estación de *Añorga G.V.* en los años 2008 y 2009.

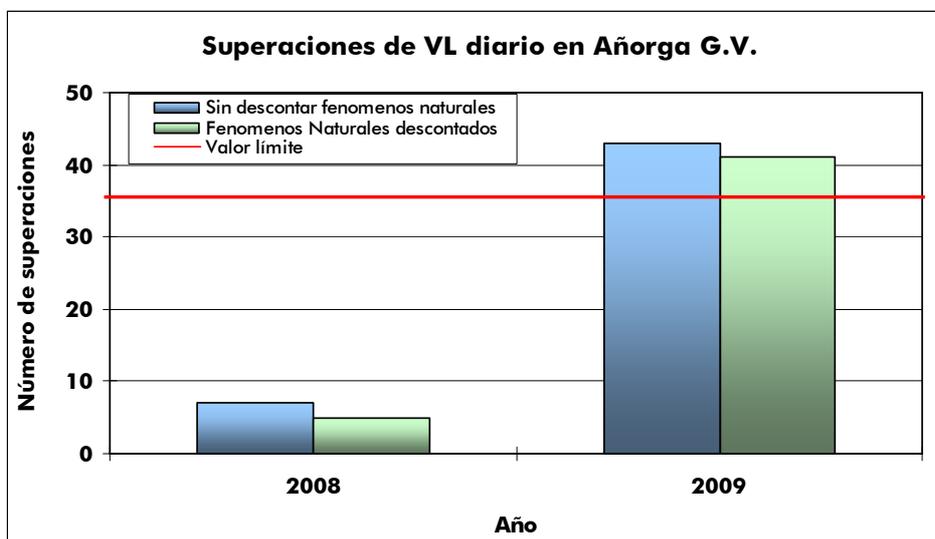


Figura 6.5. – Evolución de las superaciones del valor límite diario de  $PM_{10}$  establecido para 2005 en *Añorga G.V.*

Si observamos el número de superaciones después de descontar los fenómenos naturales, se puede ver que de los dos años que se dispone de datos, sólo el año 2009 la estación de *Añorga G.V.* presenta más de 35 superaciones anuales del valor límite diario ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) permitido para el año 2005. Por lo tanto, la estación de ***Añorga G.V.*** ha **incumplido la legislación actual durante el año 2009.**

Aunque no se dispone de muchos años de datos, se aprecia un aumento significativo en el número de superaciones del valor límite diario de  $PM_{10}$  durante el mismo año en el que han comenzado las obras en el entorno del barrio de Añorga.

## 6.3 Evaluación de los niveles de calidad de aire en Añorga (Donostia)

### 6.3.1 Generalidades

Añorga es un barrio de Donostia y está situado al suroeste de la capital de Guipúzcoa y por lo tanto a pocos kilómetros de la costa. Limita al norte con Ibaeta; al este con Aiete y Martutene; al sur con los términos municipales de Hernani, Lasarte-Oria y Usurbil y tiene alrededor de 3000 habitantes.

Aun considerando Añorga como un único barrio, se distinguen tres zonas geográficas diferenciadas: Añorga Haundi, Añorga Txiki, y Errekalde.

Debido a la Corriente del Golfo, la comunidad del País Vasco tiene unas temperaturas mucho más suaves que las que corresponden por su latitud. Si no fuese por el sistema de corrientes marinas del Atlántico el clima invernal de Euskadi sería más frío y con precipitaciones más escasas.

También hay que tener en cuenta la influencia del mar Cantábrico sobre el clima de la vertiente norte de Euskadi. En verano, son frecuentes los vientos flojos que penetran desde el Cantábrico y refuerzan las brisas marinas, haciendo que los niveles de humedad alcancen valores altos.

En el País Vasco se pueden diferenciar tres zonas climáticas, la vertiente atlántica, la Euskal Herria media y el extremo sur. La vertiente atlántica correspondería a Donostialdea y se caracteriza por un clima mesotérmico, moderado en cuanto a las temperaturas y muy lluvioso. En la costa, las diferencias entre los meses más cálidos y los más fríos son de tan sólo unos 11 o 12 °C, alcanzándose temperaturas medias anuales de 14 °C. Por otro lado, el factor orográfico explica la gran cantidad de lluvias de toda la vertiente atlántica, entre 1200 y más de 2000 mm de precipitación media anual.

Añorga forma el corredor natural entre el valle del Oria y la ciudad de San Sebastián y su altitud puede variar entre los 30 – 40 m (del fondo del valle) y los 100 metros. Debido a esta ubicación, el barrio de Añorga quedó dentro del trazado de la Nacional 1 a su entrada en Donostia. Más tarde, se inauguró un ramal de la carretera N-1 entre Lasarte y Aritzeta que hizo que el tráfico de paso disminuyese pero todavía sigue soportando **un tráfico intenso**.

---

Añorga posee un marcado carácter industrial. Empezó con una tradición preindustrial de molinos hidráulicos y en el año 1850, el antiguo molino de Añorga – Txiki de la fábrica la Esperanza empezó a fabricar cemento natural a partir de los materiales obtenidos de la cantera de Añorga. A partir de 1900, la actividad cementera se intensificó cuando se fundó Hijos de José Rezola y Cia. La planta se trasladó a Añorga Haundi y comenzó a fabricar cemento Portland. A partir de entonces la economía del barrio ha ido muy ligada a la de Cementos Rezola y hoy por hoy **esta industria sigue teniendo un gran peso** en el barrio.

### 6.3.2 Condiciones meteorológicas generales del municipio

Las estaciones de *Av Tolosa* y *Puyo* están influenciadas por la cercanía del mar, mostrándose dos tipos de vientos, de salida y de entrada. Los vientos de salida se registran entre un 55 y 58 % de ocasiones en *Av Tolosa* y en menor frecuencia, entre un 39 y 42 % de ocasiones en la estación de *Puyo*. Los vientos de entrada se dan en menos ocasiones, alrededor de un 23 % de ocasiones en *Av Tolosa* y de un 25 % de ocasiones en *Puyo*.

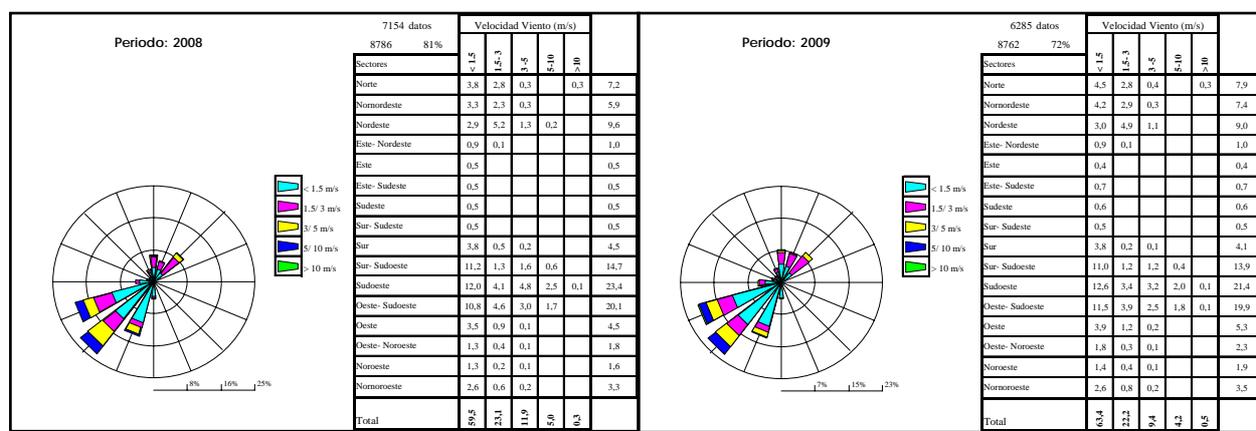


Figura 6.7. - Rosa de vientos para la estación de calidad del aire de Av Tolosa para los años 2008 y 2009

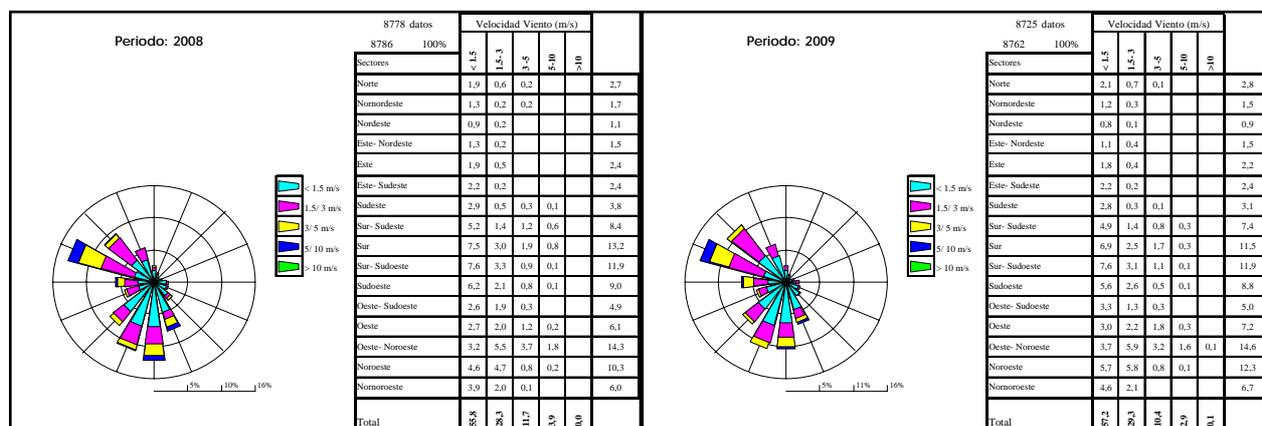
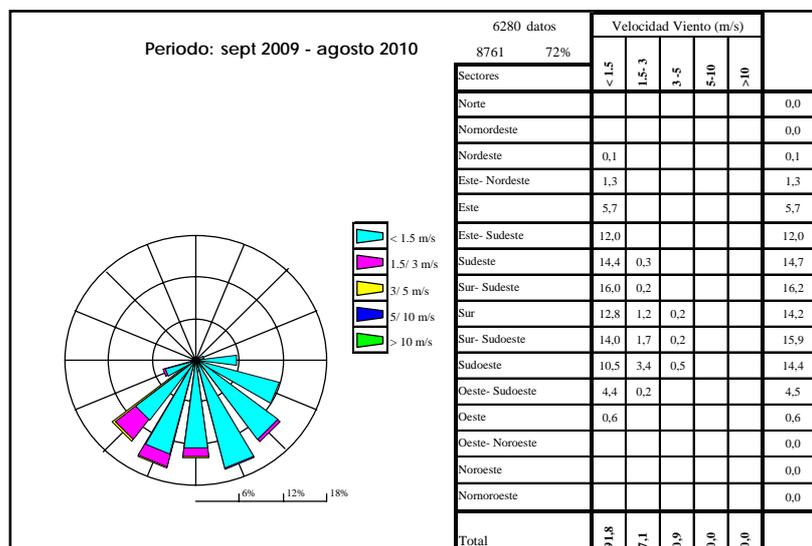


Figura 6.8. - Rosa de vientos para la estación de calidad del aire de Puyo para los años 2008 y 2009

Se aprecia que las direcciones de viento predominantes de cada estación son diferentes debido a que están influenciadas por la orografía circundante donde se encuentran ubicadas. Aunque *Av Tolosa* registra mejor la meteorología de la comarca, la estación de *Puyo* registra mejor los vientos canalizados por el valle donde está ubicado el barrio de Añorga. Por lo tanto se ha estudiado la meteorología de las dos estaciones.

Tal como se puede observar en la rosa de viento de la estación de *Añorga Rezola* para el periodo septiembre 2009 – agosto 2010, la meteorología que registra dicha estación está influenciada por la cercanía de un edificio al norte de la cabina. Este edificio hace que la estación no registre vientos del primer y cuarto cuadrante.

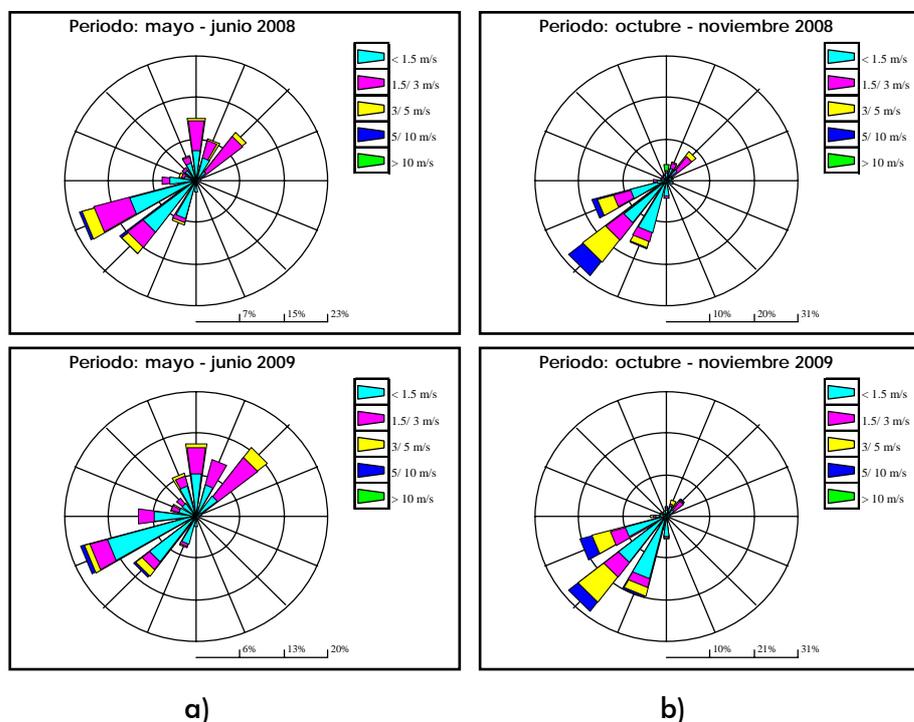


**Figura 6.9. - Rosa de vientos para la estación de calidad del aire de *Añorga Rezola* en el periodo septiembre 2009 – agosto 2010**

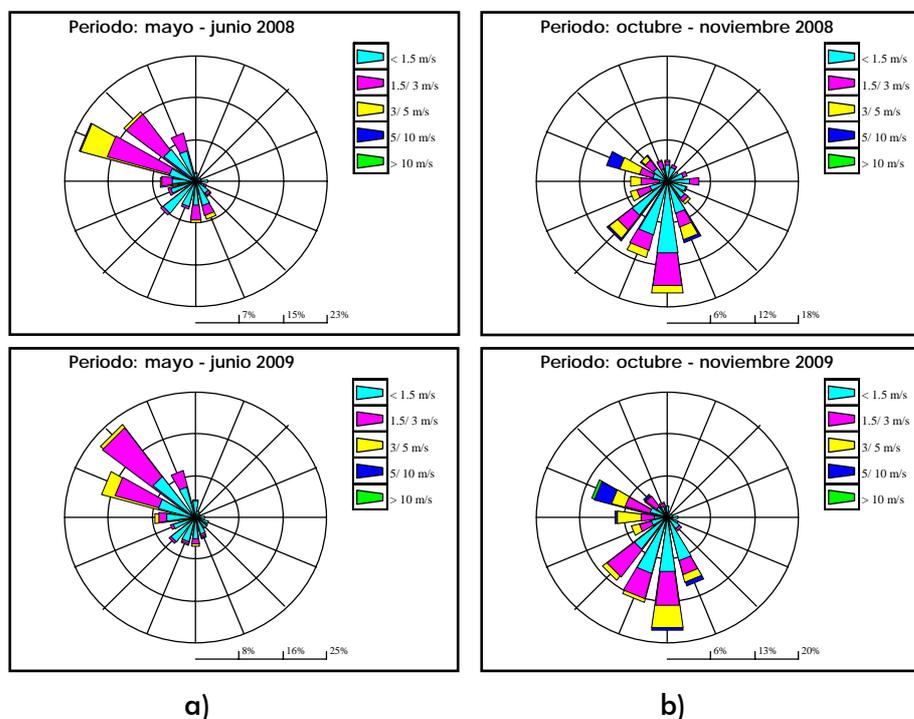
Las circulaciones atmosféricas de carácter local-regional registradas en la comarca, como son las brisas mar-tierra, se pueden identificar perfectamente en las estaciones de *Av Tolosa* y *Puyo*. Se aprecian diferencias en el flujo atmosférico según la época del año (Figuras 6.10 y 6.11). Además de las situaciones sinópticas generales típicas de cada época, la temperatura del agua del mar y la intensidad de la radiación solar son las principales variables de las diferencias entre estaciones del año.

En otoño e invierno, en condiciones de estabilidad anticiclónica, se desarrollan brisas de tierra que salen en dirección al mar. En esta época del año, las brisas de mar apenas se desarrollan durante unas pocas horas pasado el mediodía. Esta situación queda corroborada en las figuras 6.10 y 6.11 donde además se pueden observar vientos medios-altos en direcciones entorno al sudoeste (SW) en *Av Tolosa* y al sur (S) en *Puyo*, que no están asociados a brisas en situaciones estables, sino a situaciones sinópticas poco frecuentes pero características en la región (fuerte viento sur). Sin embargo, en verano, las situaciones meteorológicas generales y locales-regionales (temperatura ambiente y del agua) apoyadas por una baja térmica en el centro peninsular, provocan brisas de mar de carácter regional

con la consecuente entrada de aire desde el mar con direcciones próximas al Nornordeste (NNE) en *Av Tolosa* y noroeste (NW) en *Puyo* durante una buena parte del día.



**Figura 6.10. - Rosas de viento para la estación de calidad del aire de *Av Tolosa* en mayo-junio (a) y en octubre-noviembre (b) entre los años 2008 y 2009**

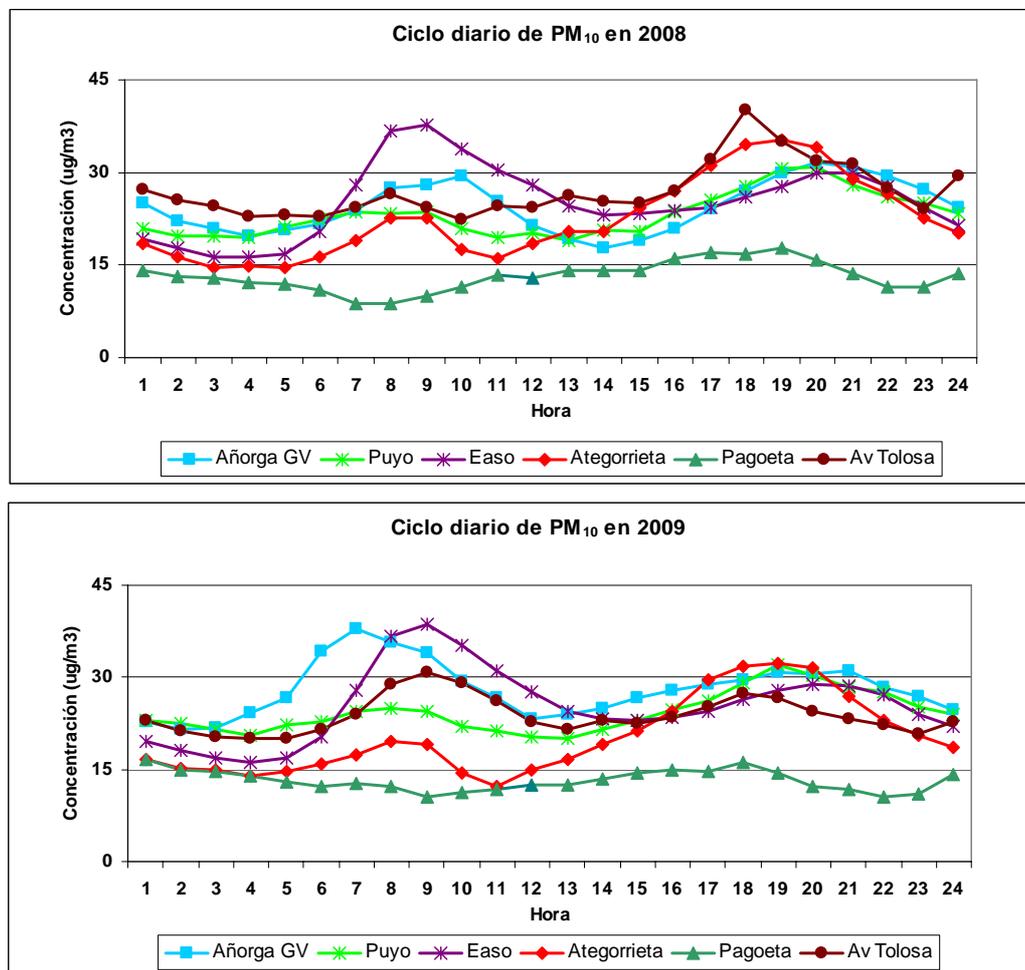


**Figura 6.11. - Rosas de viento para la estación de calidad del aire de *Puyo* en mayo-junio (a) y en octubre-noviembre (b) entre los años 2008 y 2009**

### 6.3.3 Ciclo diario de PM<sub>10</sub> y NOx.

De la media anual calculada para cada hora del día se puede observar la evolución diaria de las concentraciones de PM<sub>10</sub> (material particulado menor de 10 micras de diámetro aerodinámico), NO y NO<sub>2</sub>.

La Figura 6.12 muestra el ciclo diario de PM<sub>10</sub> de la estación de *Añorga G.V.* para los años 2008 y 2009. **Como en las estaciones típicamente urbanas, en *Añorga G.V.* también se aprecian dos picos de concentración.** En general el de la mañana se da a las 6 y 11 horas GMT y el de la tarde entre las 18 y 22 horas GMT. Para transformar las horas GMT a hora local, en invierno, Local = GMT + 1, y en verano, Local = GMT + 2.

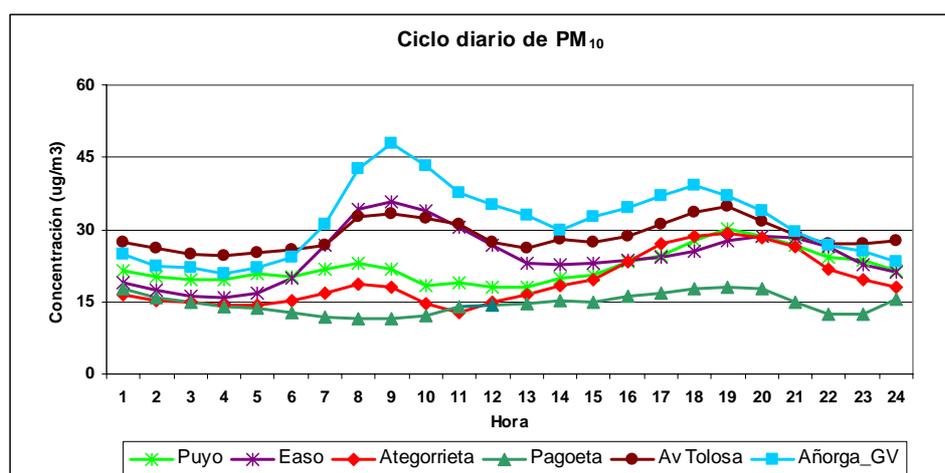


**Figura 6.12 - Ciclo diario anual de PM<sub>10</sub> en la estación de Añorga GV en los años 2008 y 2009, así como otras estaciones de Donostialdea.**

Si nos fijamos en las evaluaciones diarias de  $PM_{10}$  en la estación de *Añorga GV* durante los diferentes años de estudio, podemos apreciar que **el valor máximo de la mañana cambia a lo largo de los dos años**. Es decir, durante el año 2009 el valor máximo de la mañana es mayor que el de la tarde, en cambio en el año 2008 los dos picos son similares. También se aprecia una diferencia en la hora en la que se da el máximo de la mañana, en el año 2008 se da entre las 8 y las 11 h GMT y en el año 2009 entre las 6 y las 9 h GMT. Estos resultados indican un cambio en la afeción de focos emisores en el entorno de la estación de *Añorga GV*.

La Figura 6.13 muestra el ciclo diario de  $PM_{10}$  de la estación de *Añorga G.V.* para el periodo septiembre 2009 – agosto 2010. **En todas las estaciones de Donostialdea, a excepción de Pagoeta, se aprecian dos picos de concentración**. En general el de la mañana se da a las 8 y 10 horas GMT y el de la tarde entre las 17 y 19 horas GMT.

Si comparamos las evoluciones diarias de  $PM_{10}$ , podemos apreciar que en las estaciones de *Añorga GV* y *Easo*, el máximo de la mañana es mayor al de la tarde, en *Av Tolosa* los dos picos son similares y en *Puyo* y *Ategorrieta* el máximo de la tarde es mayor al de la mañana. Y en general, los niveles de la estación de *Añorga GV* son los mas altos de la zona de estudio, esto puede indicar una **fuerte contribución industrial** en el entorno de la estación.

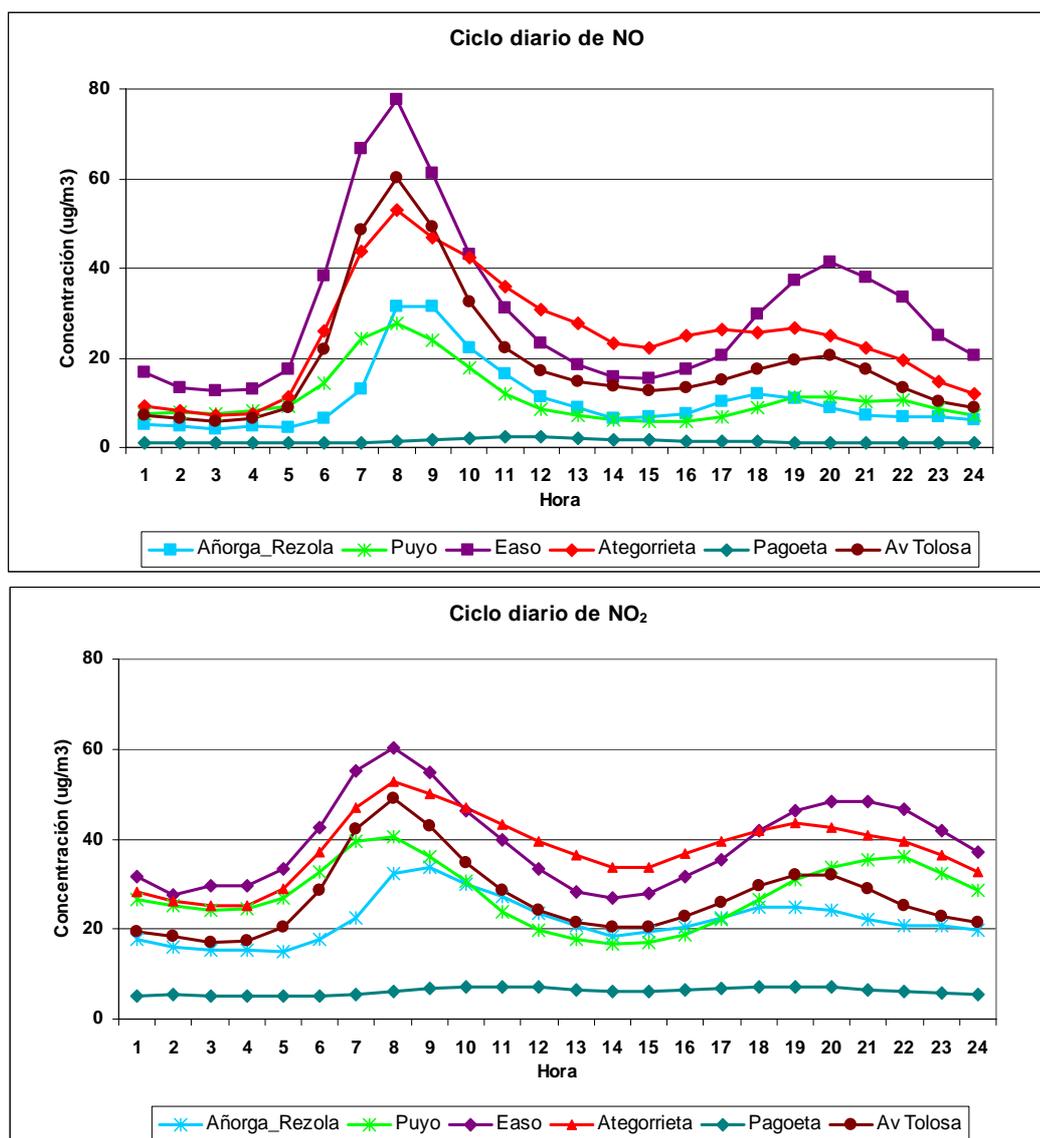


**Figura 6.13 - Ciclo diario anual de  $PM_{10}$  en la estación de Añorga GV en el periodo septiembre 2009 – agosto 2010, así como otras estaciones de Donostialdea y de fondo regional (Pagoeta).**

En cuanto a los ciclos diarios de NO y NO<sub>2</sub> (Figura 6.14), las cinco estaciones de Donostialdea muestran una **evolución típica a la de entornos urbanos**, a diferencia de Pagoeta (estación rural de fondo de la red de calidad de aire del País Vasco).

Si comparamos la evolución diaria de NO<sub>x</sub> y PM<sub>10</sub> en Añorga, podemos apreciar que estas son similares y por lo tanto se podría decir que los dos están afectados por el mismo foco principal contribuyente.

Por otro lado, si comparamos la evolución diaria de PM<sub>10</sub> de las estaciones urbanas de Donostialdea podemos apreciar que la estación de *Añorga GV* presenta los valores máximos de PM<sub>10</sub> más altos de Donostialdea, en cambio en las evoluciones de NO<sub>2</sub> y NO no se aprecia lo mismo. Es decir, los valores máximos de NO<sub>x</sub> que se registran en *Añorga Rezola*, son de los más bajos de Donostialdea. Esto puede ser debido a **una menor influencia del tráfico puramente urbano en la estación de Añorga** y como se ha comentado anteriormente a una fuerte contribución industrial en los valores de PM<sub>10</sub>.



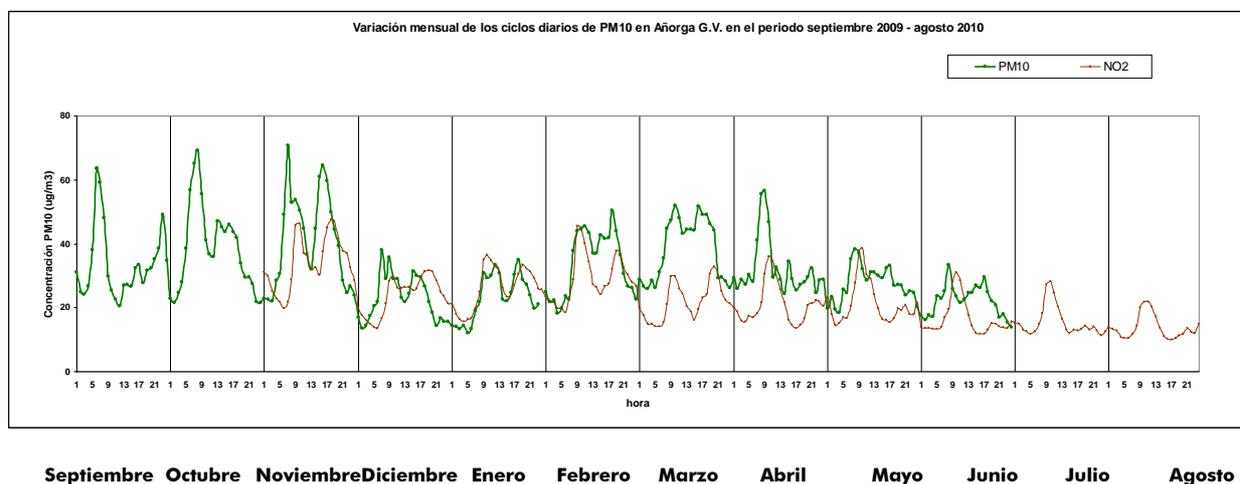
**Figura 6.14 - Ciclo diario anual de NO y NO<sub>2</sub> en la estación de Añorga Rezola en el periodo septiembre 2009 – agosto 2010, así como otras estaciones de Donostialdea y de fondo regional (Pagoeta).**

Es conveniente fijarse en la evolución de los ciclos diarios a lo largo de los meses (Figura 6.15).

En los meses invernales se presentan dos picos (por la mañana y por la tarde), prácticamente coincidentes en los dos contaminantes ( $\text{NO}_2$  y  $\text{PM}_{10}$ ). El pico de  $\text{PM}_{10}$  de la tarde en invierno se debe a situaciones atmosféricas, menor capacidad dispersiva y formación de inversiones térmicas en los valles.

En cambio en los meses estivales, mientras el  $\text{NO}_2$  presenta dos picos (mayor el de la mañana), el  $\text{PM}_{10}$  evoluciona de forma completamente diferente. En verano el calentamiento solar inhibe las situaciones atmosféricas, anteriormente mencionadas, por la tarde – noche (días más largos).

Estas diferencias a lo largo del año pueden estar asociadas a variaciones meteorológicas durante el año y la consecuente afección de diferentes focos. En este sentido no hay que olvidar los diferentes flujos de viento que existen en el área en verano e invierno. Además de ello, la actividad fotoquímica durante la primavera y el verano altera la composición de los contaminantes en la atmósfera.

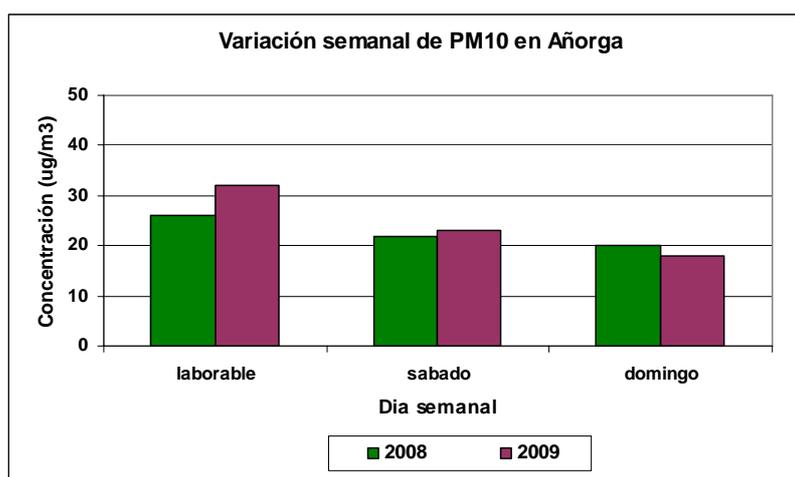


**Figura 6.15. - Ciclo diario por meses de  $\text{PM}_{10}$  y  $\text{NO}_2$  en las estaciones de Añorga en el periodo septiembre 2009 – agosto 2010.**

### 6.3.4 Variación semanal de $PM_{10}$ y $NO_x$

En la Figura 6.16 se puede comprobar la evolución de los niveles medios de  $PM_{10}$  durante los diferentes días de la semana (laborable, sábado y domingo) en la estación de *Añorga GV* en los años 2008 y 2009.

En la grafica se aprecia que mientras que los valores medios del sábado y el domingo son similares, el valor medio del día laborable ha aumentado considerablemente entre los años 2008 y 2009. Esto puede ser debido a las obras y al tráfico generado tanto por las obras como por la actividad industrial del entorno que son más significativas en días laborables que en fines de semana.

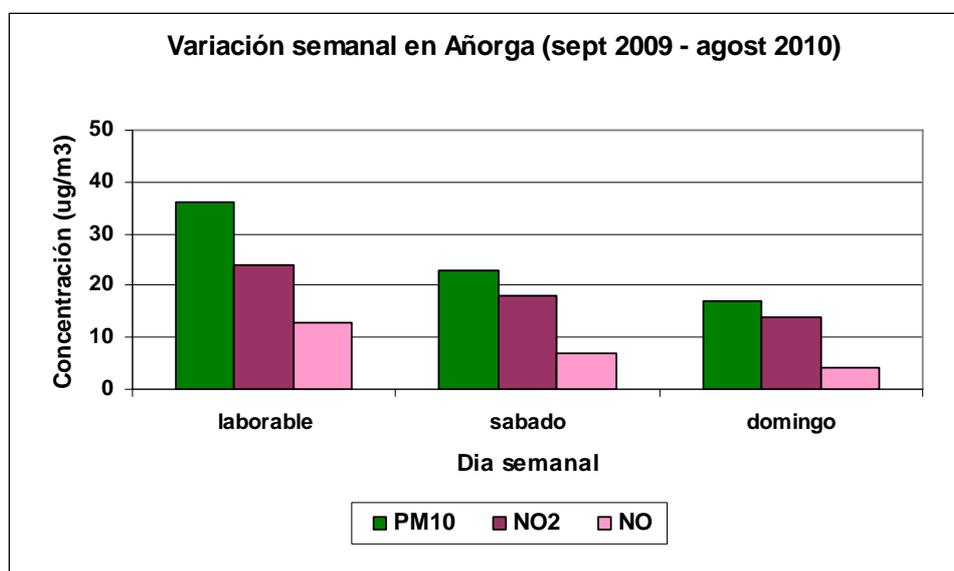


**Figura 6.16. – Variación semanal de  $PM_{10}$  en las estación de Añorga GV en los años 2008 y 2009**

En la Figura 6.17 se puede comprobar la evolución de los niveles medios de  $PM_{10}$ , NO y  $NO_2$  durante los diferentes días de la semana (laborable, sábado y domingo) en las estaciones de Añorga,  $PM_{10}$  de *Añorga GV* y  $NO_x$  de *Añorga Rezola*, en el periodo septiembre 2009 – agosto 2010.

En primer lugar se observa que durante el periodo de estudio, los niveles de  $PM_{10}$ , NO y  $NO_2$  presentan una **diferencia entre los días laborables y sábados-domingos**.

Por otro lado se puede apreciar que el ratio NO/ $NO_2$  es mayor los días laborables que los sábados-domingos.



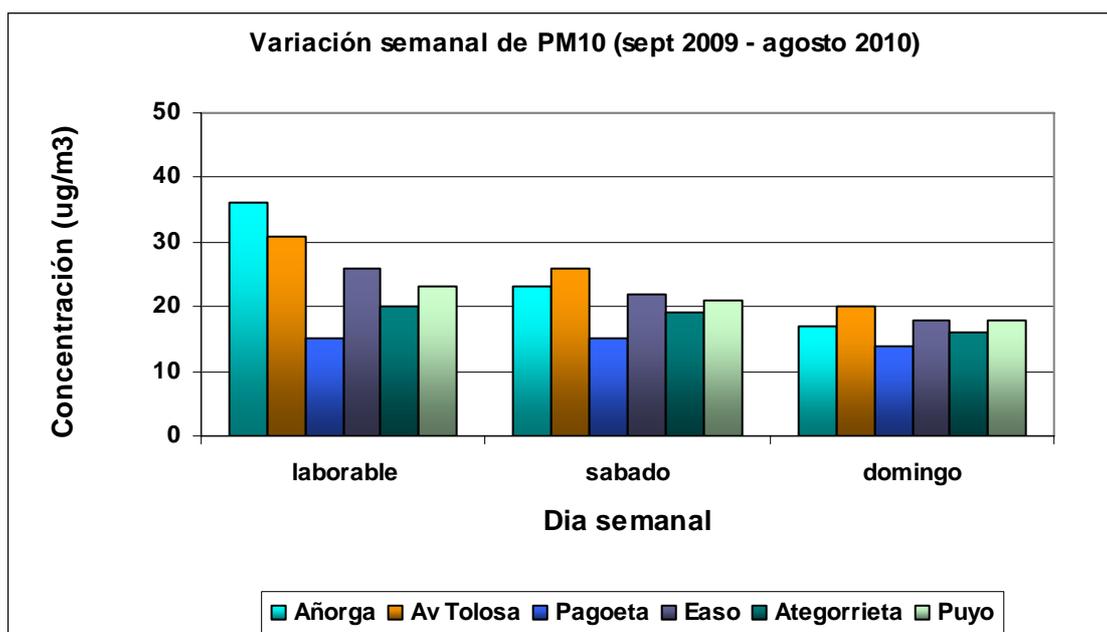
**Figura 6.17. – Variación semanal de  $PM_{10}$ , NO y  $NO_2$  en las estaciones de Añorga en el periodo septiembre 2009 – agosto 2010**

La mayor reducción de los valores de NO en el fin de semana justifica la cercanía de los focos de emisión, como podrían ser el tráfico interurbano y el generado por la actividad industrial del entorno. Los valores de  $NO_2$  también se reducen aunque no tanto como los de  $PM_{10}$ , ya que los niveles de  $NO_2$  están más asociados a la contaminación de fondo de la comarca.

Por otra parte, en la Figura 6.18 se pueden comparar los niveles de  $PM_{10}$  registrados en la estación de *Añorga GV*, con los de las estaciones de *Av Tolosa*, *Easo*, *Ategorrieta* y *Puyo* dentro de Donostialdea y *Pagoeta* como estación de fondo. Los resultados muestran en las estaciones de *Añorga GV* y *Av Tolosa* una evolución a lo largo de la semana algo diferente a la de las otras estaciones.

En estas dos estaciones, en mayor medida en *Añorga GV* que en *Av Tolosa*, los niveles presentan mayor diferencia entre los días laborables y sábados-domingos. En cambio en la estación de fondo regional de *Pagoeta* estos cambios son inapreciables.

Esta diferencia suele presentarse mas acentuada en los casos en que la afección directa por tráfico es mayor.



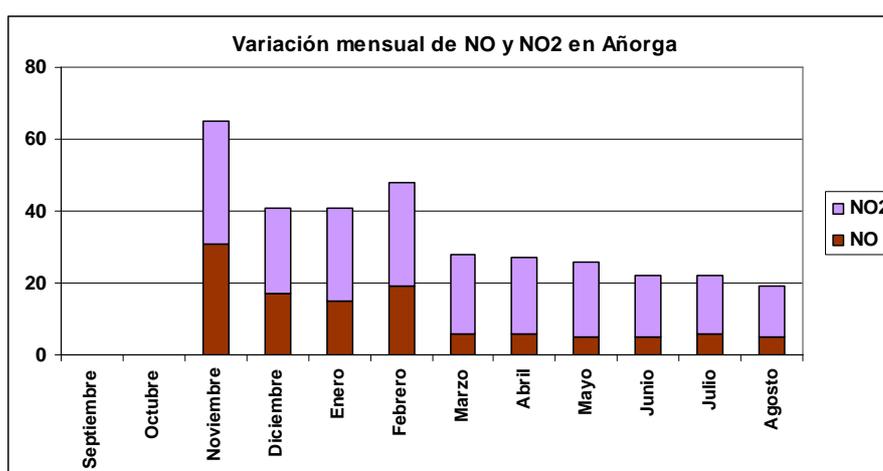
**Figura 6.18. – Variación semanal de  $PM_{10}$  en las estaciones de Donostialdea en el periodo septiembre 2009 – agosto 2010**

### 6.3.5 Variación mensual de PM<sub>10</sub> y NO<sub>x</sub>

Los óxidos de nitrógeno (NO y NO<sub>2</sub>) muestran en general unos niveles caracterizados por un ciclo anual, disminuyendo las concentraciones medias mensuales durante la primavera-verano y alcanzándose las mayores concentraciones durante el otoño-invierno. Esta situación debe asociarse a la radiación solar durante la época estival que favorece la oxidación de NO<sub>x</sub> a NO<sub>3</sub><sup>-</sup> mediante procesos fotoquímicos, además de contribuir a la formación de ozono (O<sub>3</sub>). También hay que tener en cuenta la variabilidad de la situación atmosférica durante el año ya que en la época invernal la presencia de situaciones de estabilidad atmosférica generadas por inversiones térmicas impiden la dispersión de los contaminantes emitidos con el consecuente aumento de la concentración. Además, durante el invierno aumenta el consumo de combustible (calefacciones, ... etc) y consecuentemente la emisión de NO<sub>x</sub>. En concreto, los valores de NO<sub>x</sub> (NO + NO<sub>2</sub>) son menores coincidiendo con la época vacacional y la disminución del tráfico urbano.

En la Figura 6.19 se muestran los niveles medios mensuales de NO y NO<sub>2</sub> para el periodo septiembre 2009 – agosto 2010.

En general se puede apreciar que el ratio de NO/NO<sub>2</sub> es mayor en los meses invernales que en los meses estivales. Como ya se ha comentado, encontrar los NO<sub>x</sub> en un estado de oxidación mayor es típico de los meses estivales (actividad fotoquímica).

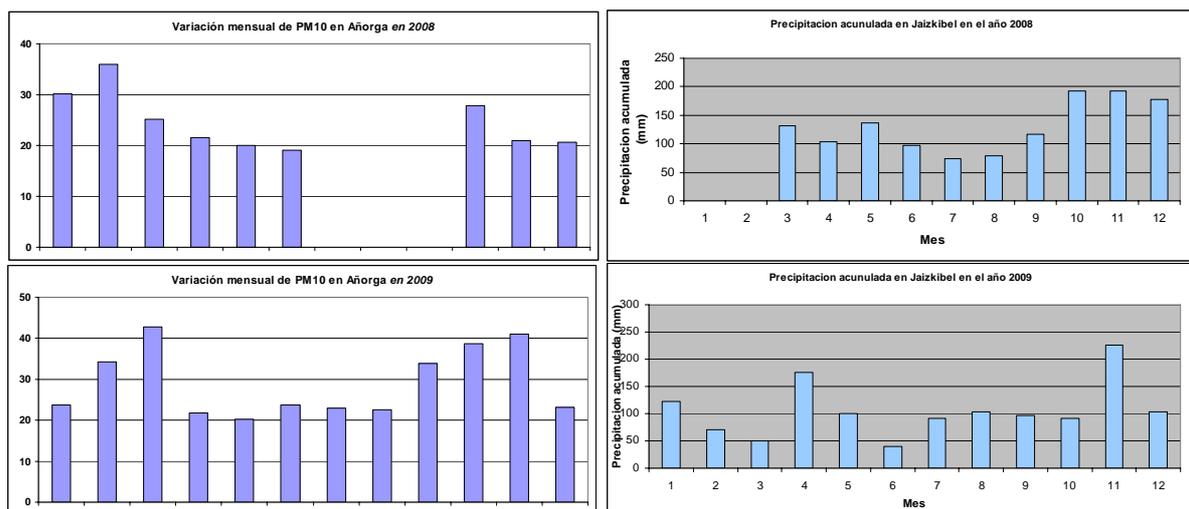


**Figura 6.19. - Variación mensual de concentración de NO y NO<sub>2</sub> en las estaciones de Añorga en el periodo septiembre 2009 – agosto 2010**

Por su parte, la media mensual de  $PM_{10}$  (Figura 6.20) no parece seguir un patrón claro a lo largo del año debido a que **existe una fuerte influencia de la precipitación sobre los niveles de  $PM_{10}$** .

Es por ello que meses en que se producen mayores precipitaciones de lluvia, presentan concentraciones de  $PM_{10}$  más bajas respecto a meses contiguos. Este efecto está asociado a la 'limpieza' que la lluvia ejerce sobre el material particulado en suspensión en el aire, así como el depositado en el suelo, evitando su resuspensión.

Por ejemplo, se aprecia como en el mes de marzo la precipitación es baja y la concentración aumenta, mientras que en abril del mismo año, aumenta la precipitación y la concentración disminuye.



**Figura 6.20. - Variación mensual de concentración de  $PM_{10}$  en la estación de Añorga GV y precipitación en Jaizkibel en los años 2008 y 2009**

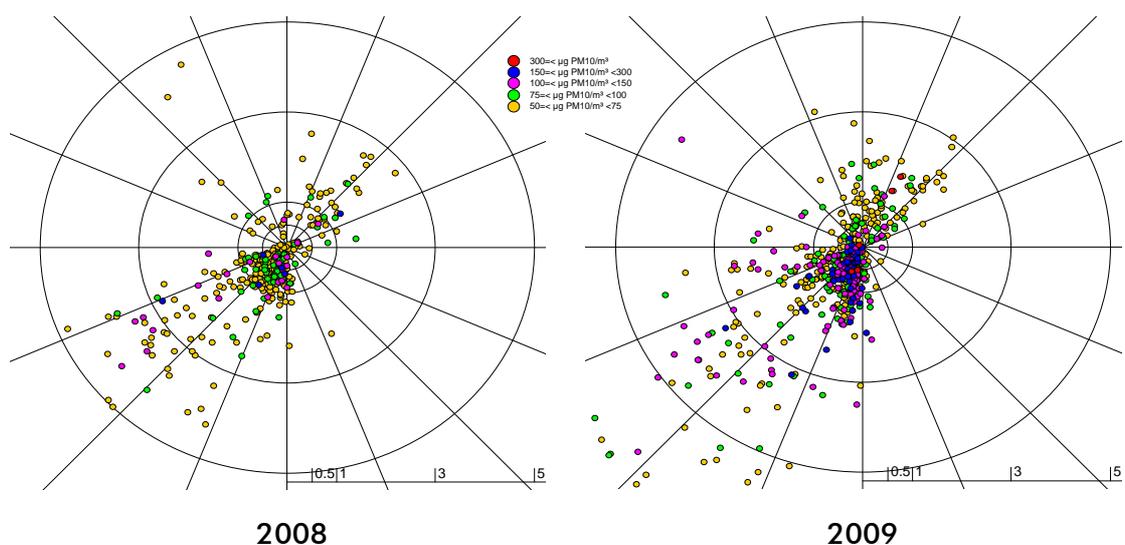
### 6.3.6 Relación de concentraciones de contaminantes con variables meteorológicas

Con la finalidad de poder discernir la procedencia de concentraciones altas de los diferentes contaminantes en la estación de Añorga, los datos de contaminación se han contrastado con direcciones y velocidades de viento registradas en las estaciones de *Av Tolosa* y *Puyo*. Se han estudiado los datos registrados en los años 2008 y 2009 y los del periodo septiembre 2009 – agosto 2010.

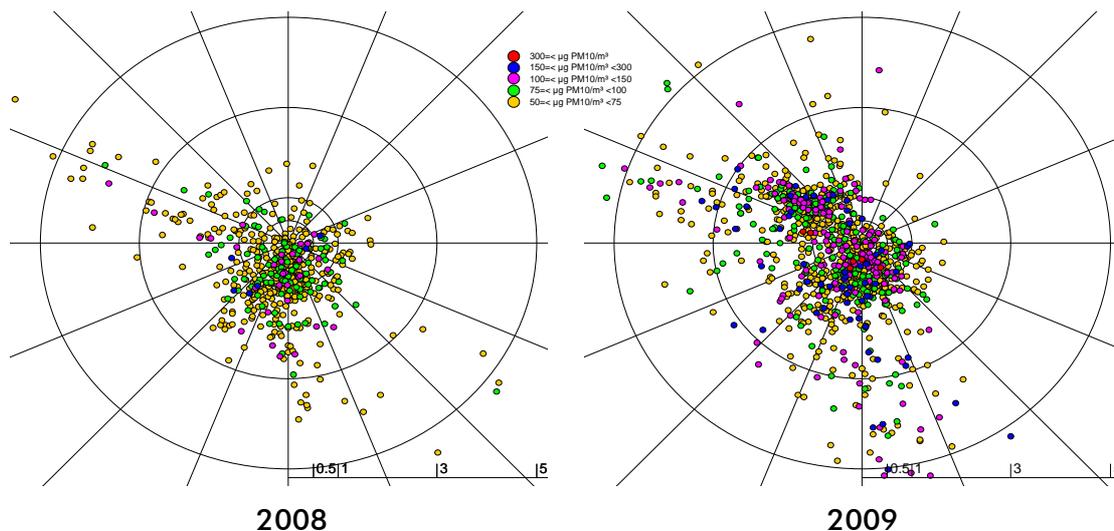
#### 6.3.6.1 Relación de concentraciones de $PM_{10}$ con variables meteorológicas

En la figura 6.21 y 6.22 se presentan los resultados. En primer lugar se puede observar como las direcciones de viento que presentan mayores concentraciones no han cambiado y como durante el año 2009 han aumentado considerablemente el número de ocasiones que se dan concentraciones altas de  $PM_{10}$  en la estación de *Añorga GV*.

En general, estas concentraciones están asociadas a velocidades de viento medias-bajas ( $v < 3$  m/s) pudiendo relacionarse con **un impacto de fuentes locales como pudiera ser la actividad industrial del entorno del barrio de Añorga**. Pero también se aprecian concentraciones altas registradas con viento de salida, entorno al sudoeste (SW) con vientos de *Av Tolosa* y al sur (S) con vientos de *Puyo*, asociadas a velocidades de viento medias ( $V < 5$  m/s) pudiendo relacionarse con un **arrastre de contaminantes desde lugares alejados que se solapan con las emisiones locales del entorno de Añorga Txiki**.

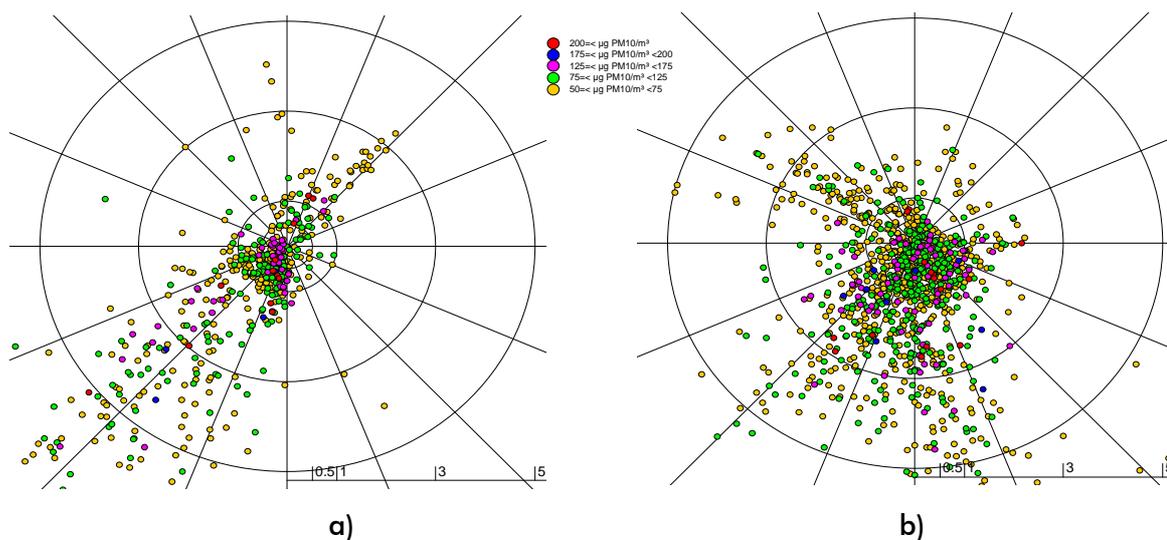


**Figura 6.21. - Concentraciones horarias de  $PM_{10}$  representadas por sectores de dirección de viento de *Av Tolosa* en *Añorga GV***



**Figura 6.22. - Concentraciones horarias de  $PM_{10}$  representadas por sectores de dirección de viento de *Puyo* en *Añorga GV***

En la figura 6.23 se presentan los resultados obtenidos para el periodo septiembre 2009 – agosto 2010. Como anteriormente se ha mencionado, aquí también se aprecia que las concentraciones más altas de  $PM_{10}$  se dan con velocidades de vientos medias-bajas ( $v < 3$  m/s) pudiendo relacionarse con el impacto de la actividad industrial del entorno. Y velocidades medias ( $v < 5$  m/s) con direcciones de viento de salida, pudiendo relacionarse con el arrastre de contaminantes desde lugares alejados que se solapan con las emisiones locales del entorno de Añorga – Txiki o la resuspensión del polvo depositado en el suelo.



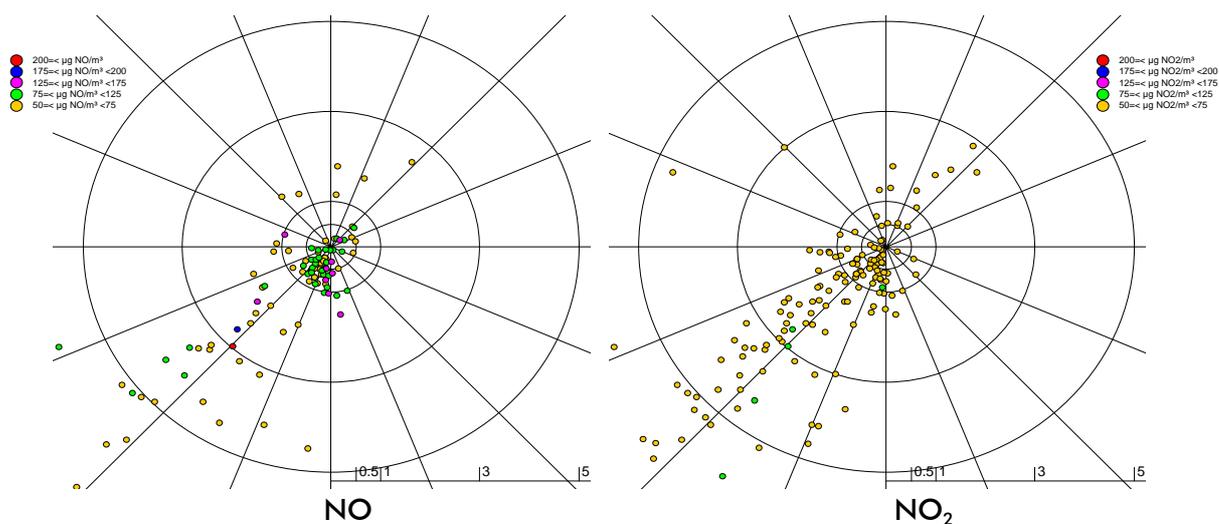
**Figura 6.23. - Concentraciones horarias de  $PM_{10}$  representadas por sectores de dirección de viento de a) Av Tolosa y b) Puyo en el periodo septiembre 2009 – agosto 2010.**

### 6.3.6.2 Relación de concentraciones de NO y NO<sub>2</sub> con variables meteorológicas

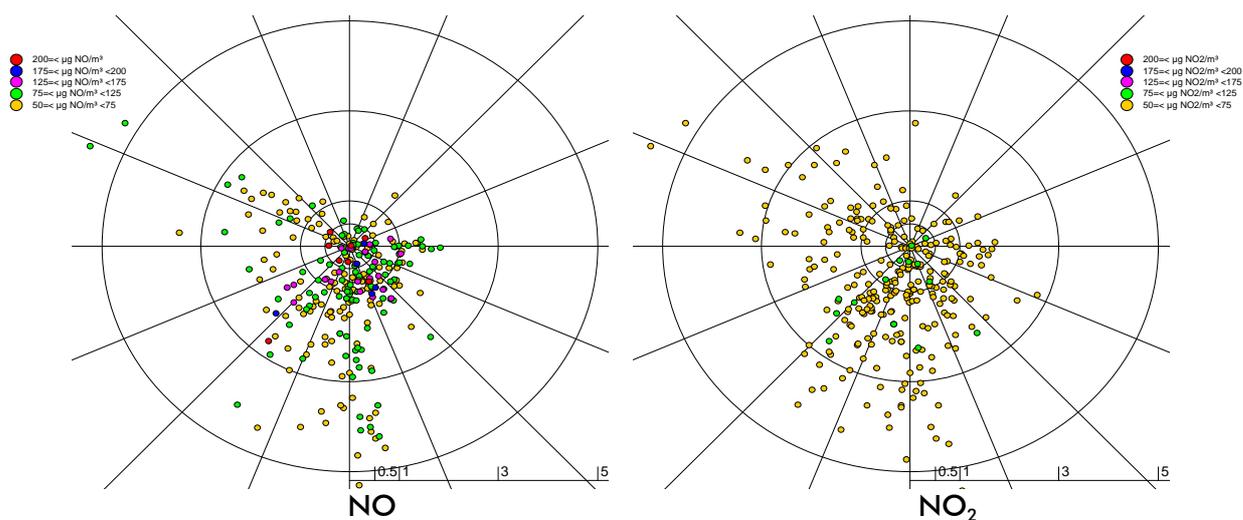
En cuanto al monóxido de nitrógeno (NO) podemos apreciar que en la estación de *Añorga Rezola*, **las mayores concentraciones se dan con vientos de salida**, entorno al sudoeste (SW) con vientos de *Av Tolosa* y al sur (S) con vientos de *Puyo*. Como con el PM<sub>10</sub>, estas concentraciones también están asociadas a velocidades de viento medias-bajas ( $v < 3$  m/s) pudiendo relacionarse con **un impacto de fuentes locales como es el tráfico de la avenida Añorga y la actividad industrial del entorno**.

Las rosas de concentración para el NO<sub>2</sub> son, en parte, similares a las de NO. Sin embargo, las diferencias entre los niveles de NO<sub>2</sub> en las diferentes direcciones de viento no es tan grande como en el caso de NO. Esto se debe a un estado más oxidado de los contaminantes en la atmósfera, teniendo en cuenta que la emisión de NO<sub>x</sub> antropogénico es en gran parte en forma de NO que después de un corto periodo de tiempo en la atmósfera se oxida a NO<sub>2</sub>.

Por velocidades de viento, las mayores concentraciones de NO<sub>2</sub> se dan a velocidades de viento medias-bajas ( $v < 3$  m/s) con direcciones de viento de salida, entorno al sudoeste (SW) con vientos de *Av Tolosa* y al sur (S) con vientos de *Puyo*, pudiendo asociarse al **impacto de diferentes tipos de focos** que alcanzan Añorga como NO<sub>2</sub>.



**Figura 6.24.** - Concentraciones horarias de NO y NO<sub>2</sub> representadas por sectores de dirección de viento de *Av Tolosa* en *Añorga Rezola* en el periodo septiembre 2009 – agosto 2010.

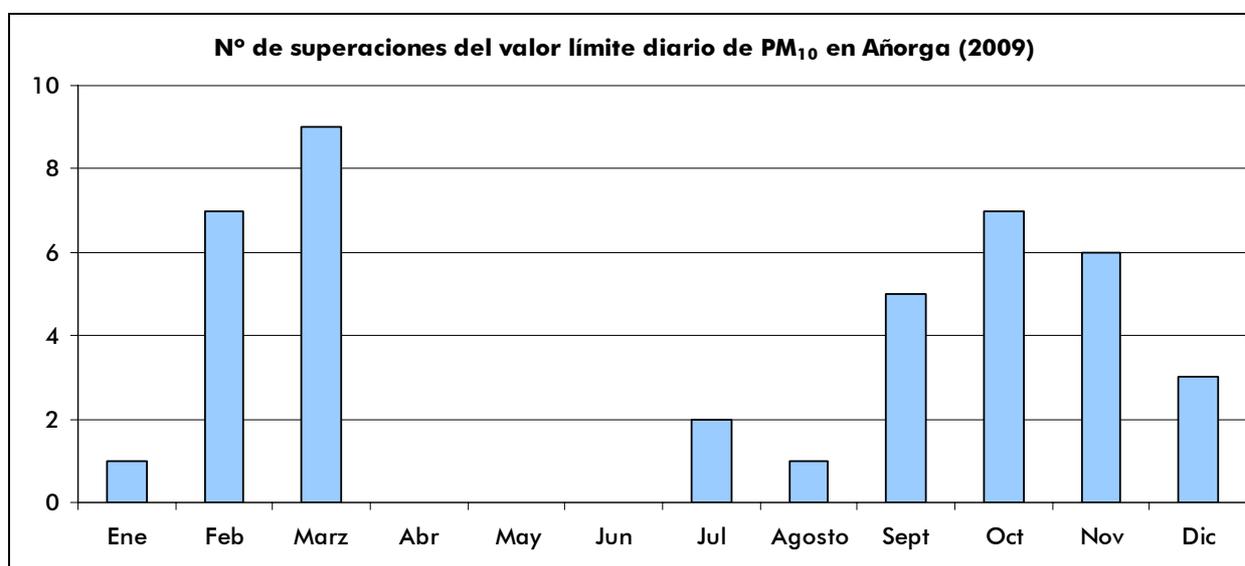


**Figura 6.25.** - Concentraciones horarias de NO y NO<sub>2</sub> representadas por sectores de dirección de viento de *Puyo* en *Añorga Rezola* en el periodo septiembre 2009 – agosto 2010.

### 6.3.7 Superaciones del valor límite diario de $PM_{10}$ ( $50\mu g/m^3$ )

Como se ha comentado anteriormente, durante el año 2009 en la estación de Añorga se han dado 41 superaciones del valor límite diario de  $PM_{10}$  ( $50\mu g/m^3$ ), una vez descontadas las intrusiones de polvo sahariano que se han dado en el norte de España.

En la Figura 6.26 se pueden ver el número de superaciones del valor límite diario de  $PM_{10}$  ( $50\mu g/m^3$ ) que se han dado en cada uno de los meses del año 2009 en la estación de Añorga G.V. Como se puede ver en la gráfica, los meses que mayor número de superaciones han registrado han sido marzo (9 superaciones), febrero y octubre (7 superaciones) y noviembre (6 superaciones).

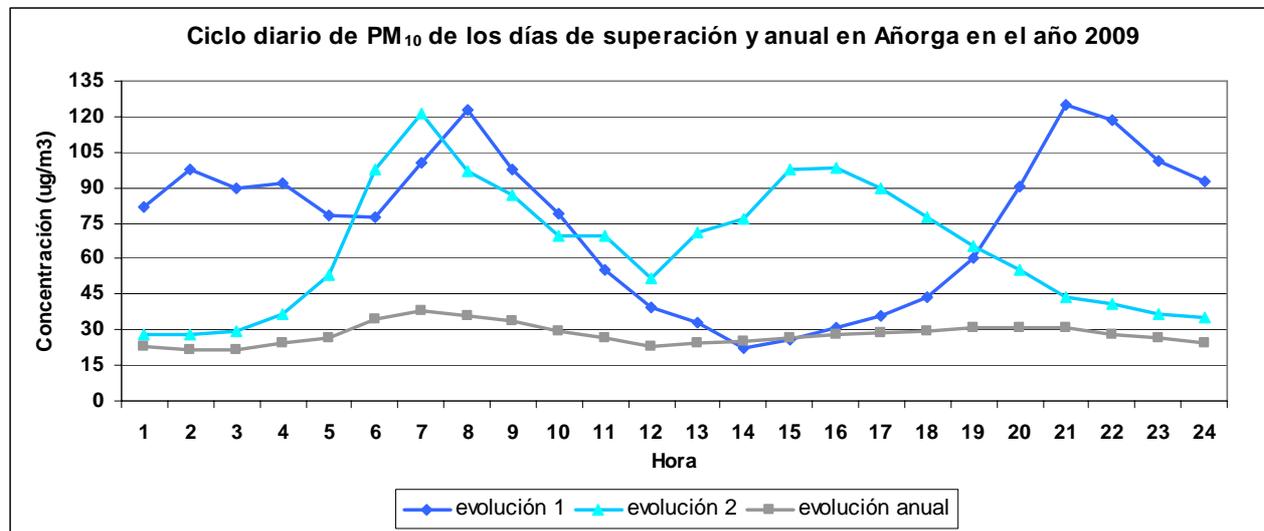


**Figura 6.26. – Número de superaciones del valor límite diario de  $PM_{10}$  por meses, establecido para el año 2005, en la estación de Añorga G.V. en el año 2009.**

Por otro lado, se han cogido los días en los que se ha superado el valor límite diario de  $PM_{10}$  ( $50\mu g/m^3$ ) en la estación de Añorga y una vez quitados los días en los que se han dado intrusiones de polvo sahariano en el norte de España, se ha estudiado la evolución diaria de  $PM_{10}$  para estos días.

Debido a que se han observado dos tendencias diferentes, se han calculado dos evoluciones diarias, una para los días de superación que se han dado entre enero y marzo (evolución 1) y otra para los que se han dado entre agosto y diciembre (evolución 2) del año 2009.

En la Figura 6.27 se puede ver el ciclo diario para las dos evoluciones de los días de superación del valor límite diario de PM<sub>10</sub> (50 µg/m<sup>3</sup>) y para la evolución anual.



**Figura 6.27. – Ciclos diarios de los días de superación del valor límite diario de PM<sub>10</sub>, establecido para el año 2005, y anual en la estación de Añorga G.V. en el año 2009.**

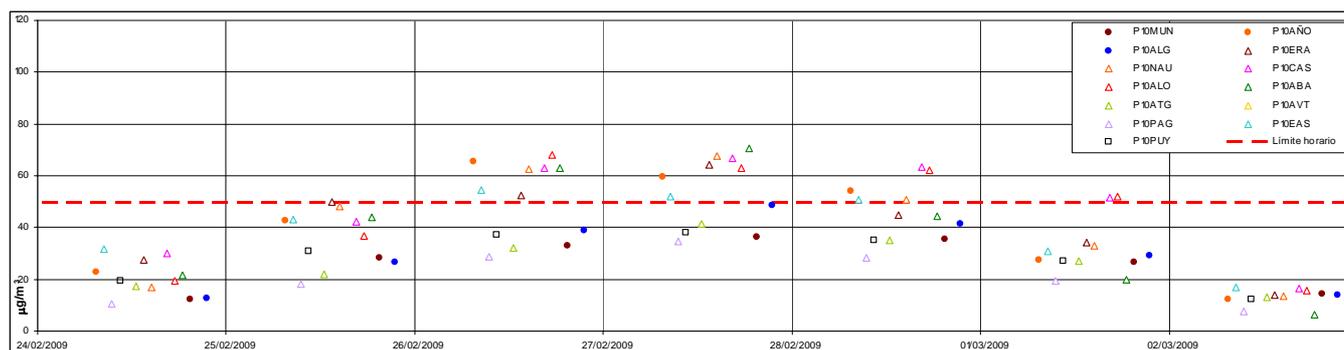
De la comparación de las dos evoluciones de los días de superación del VL de PM<sub>10</sub>, se aprecia un cambio en la afección de focos emisores en el entorno de la estación de Añorga GV.

En la evolución 1 destacan los niveles de PM<sub>10</sub> que se registran a horas nocturnas (sobre 75 µg/m<sup>3</sup>), muy superiores a los registrados en la evolución anual como en la evolución 2 (sobre 30 µg/m<sup>3</sup> en ambas evoluciones). Con lo que se confirmaría el **impacto de focos emisores diferentes al tráfico puramente urbano como a actividades industriales que se desarrollen durante el día.**

En la evolución 2 destaca el cambio de hora del pico de la tarde, mientras en la evolución 1 se da sobre las 21 h GMT en la evolución 2 se da entre las 15-16 h GMT. Esto puede ser debido a una **fuerte contribución como pueden ser las obras realizadas en el entorno** de la estación y el consecuente cambio e intensificación del tráfico de vehículos pesados.

Por ultimo se han analizado conjuntamente las medias diarias de  $PM_{10}$  registradas en la estación de Añorga con otras estaciones de la CAPV. Las estaciones de Gobierno Vasco que se han seleccionado para realizar el análisis comparativo son: Erandio, Náutica, Arraiz, Castrexana, Alonsotegi, Mundaka, Añorga, Algorta, Ategorrieta, Av Tolosa, Puyo, Pagoeta y Easo.

En la Figura 6.28 se presentan las gráficas correspondientes al periodo: 24 de febrero al 2 de marzo del 2009. En este periodo se han dado 3 superaciones del valor límite diario de  $PM_{10}$  en la estación de Añorga GV. En la gráfica se puede ver como en general aumentan las concentraciones de todas las estaciones, incluso las de estaciones de fondo regional como pueden ser Mundaka y Pagoeta. Aunque no estén identificados episodios de intrusión de polvo sahariano durante estos días, las superaciones que se dan en la estación de Añorga pueden ser debidas a una situación anómala de la atmosfera en toda la región.



**Figura 6.28. – Comparación de concentraciones diarias de  $PM_{10}$  de Añorga con las de otras estaciones de la CAPV**

### 6.3.8 Composición del material particulado

Es interesante además valorar la composición del material particulado ( $PM_{10}$ ) registrado en el municipio de Añorga. Durante el año 2009 se realizó el cálculo del factor de corrección de la estación Añorga G.V. y para poder caracterizar de mejor manera la problemática del barrio se ha analizado la composición del material particulado.

Las muestras se tomaron mediante un captador de bajo volumen de partículas  $PM_{10}$ , que cumple con la norma EN12341, que aspira aire a un caudal de  $2,3 \text{ m}^3/\text{h}$  a través de un filtro de fibra de cuarzo y en el cual quedan retenidas las partículas  $PM_{10}$ . El tiempo de muestreo ha sido de 24 h de duración y en las partículas retenidas en cada filtro se han determinado los siguientes metales pesados: Ni, As, Cd, Pb, V, Cr, Mn, Fe, Co, Cu, Zn, Se, Ba y Ce.

La determinación analítica de estos metales se ha realizado en el Laboratorio Normativo de Salud Pública de Bizkaia por la técnica de ICP-MS (Espectrometría de Masas con fuente de Plasma de Acoplamiento Inductivo). Los límites de cuantificación son los siguientes: Fe  $0,1 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$ , Zn  $0,04 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$ , Pb  $0,02 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$ , Ni, Cr, Cu y Ba  $4 \text{ ng}/\text{m}^3$ , As, Cd, V y Se  $0,4 \text{ ng}/\text{m}^3$ , Mn  $9 \text{ ng}/\text{m}^3$  y Co y Ce  $0,04 \text{ ng}/\text{m}^3$ .

En la tabla 6.5 se presentan la concentración máxima, mínima y media de la campaña de medida y los valores máximos y mínimos a nivel nacional en estaciones de fondo urbano (Querol et al., 2007).

En primer lugar podemos apreciar como **ninguno de los filtros supera el valor de la concentración media anual límite para ninguno de los metales legislados** (Ni  $20 \text{ ng}/\text{m}^3$ , As  $6 \text{ ng}/\text{m}^3$ , Cd  $5 \text{ ng}/\text{m}^3$  y Pb  $0,5 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). También podemos apreciar que **todos los metales analizados presentan valores medios inferiores a los niveles máximos a nivel nacional en estaciones de fondo urbano** (Querol et al., 2007).

Los valores medios más altos registrados de metales corresponden al Hierro ( $0,5 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) y Zinc ( $0,14 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) y los más bajos al Plomo y el Cadmio.

Días	PM10	µg/m <sup>3</sup>			ng/m <sup>3</sup>										
		Fe	Zn	Pb	Ni	As	Cd	V	Cr	Mn	Co	Cu	Se	Ba	Ce
<i>Min</i>	9	0,1	0,04	0,02	4	0,4	0,4	0,4	4	9	0,04	4	0,4	4	0,04
<i>Max</i>	64	1,2	0,45	0,02	10	1,4	0,4	6,6	10	36	0,82	42	1,1	30	0,80
<i>Promedio</i>	27	0,5	0,14	0,02	4	0,5	0,4	2,6	5	13	0,20	17	0,6	9	0,31
<i>Min</i>	-	-	14	9	2	0,3	0,1	2	2	4	0,2	7	0,3	4	0,4
<i>Max</i>	-	-	140	57	7	1,6	0,7	15	8	23	0,5	88	1,3	65	1,3

**Tabla 6.5 Resultados de la campaña de medida de la concentración de metales en Añorga G.V y valores máximos y mínimos a nivel nacional en estaciones de fondo urbano (Querol)**

En la tabla 6.6 se presentan la concentración de los metales analizados en cada uno de los filtros.

Tanto para el plomo como para el cadmio, ninguno de los filtros ha superado el valor límite de cuantificación.

Si observamos los filtros que han superado la concentración límite media diaria de PM<sub>10</sub> (50 µg/m<sup>3</sup>), los sombreados en gris, se aprecia que ninguno de los metales analizados supera la concentración máxima a nivel nacional para estaciones de fondo urbano.

Por otro lado si cogemos los filtros en los que alguno de los metales supera la concentración máxima a nivel nacional para estaciones de fondo urbano, los sombreados en amarillo, se aprecia que la concentración más alta de PM<sub>10</sub> registrada en estos filtros ha sido 50 µg/m<sup>3</sup>, seguida de 40 µg/m<sup>3</sup>, 31 µg/m<sup>3</sup>, 26 µg/m<sup>3</sup> y 19 µg/m<sup>3</sup>. Durante estos días se ha superado la concentración máxima a nivel nacional para estaciones de fondo urbano para el Mn en 3 ocasiones (36 ng/m<sup>3</sup>, 29 ng/m<sup>3</sup> y 26 ng/m<sup>3</sup>) y la del Ni (10 ng/m<sup>3</sup>) y Cr (10 ng/m<sup>3</sup>) en una ocasión.



Días	Fecha	µg/m <sup>3</sup>				ng/m <sup>3</sup>										
		PM <sub>10</sub>	Fe	Zn	Pb	Ni	As	Cd	V	Cr	Mn	Co	Cu	Se	Ba	Ce
Martes	31/03/09	40	0,4	<0,04	<0,02	<4	<0,4	<0,4	1,7	<4	<9	0,17	12	0,6	7	0,26
Miércoles	01/04/09	61	0,7	0,14	<0,02	5	0,7	<0,4	3,2	5	15	0,29	23	1,0	9	0,43
Jueves	02/04/09	57	0,8	0,18	<0,02	5	0,6	<0,4	4,5	5	16	0,27	27	1,1	9	0,37
Viernes	03/04/09	64	0,7	0,40	<0,02	5	0,8	<0,4	6,3	7	12	0,27	25	1,1	10	0,51
Martes	07/04/09	25	0,7	0,15	<0,02	5	0,6	<0,4	2,0	7	12	0,18	20	<0,4	10	0,27
Jueves	09/04/09	18	0,3	<0,04	<0,02	<4	<0,4	<0,4	2,4	<4	<9	0,14	5	<0,4	<4	0,27
Sábado	11/04/09	9	<0,1	<0,04	<0,02	<4	<0,4	<0,4	0,6	<4	<9	<0,04	4	<0,4	<4	<0,04
Domingo	12/04/09	11	0,2	<0,04	<0,02	<4	<0,4	<0,4	1,4	<4	<9	0,06	10	<0,4	<4	0,09
Miércoles	15/04/09	19	0,7	0,07	<0,02	<4	<0,4	<0,4	1,8	6	<9	0,25	23	<0,4	9	0,30
Sábado	18/04/09	16	0,3	0,05	0,02	<4	<0,4	<0,4	1,2	5	<9	0,11	16	<0,4	5	0,15
Domingo	19/04/09	19	0,2	0,45	<0,02	<4	<0,4	<0,4	1,8	<4	<9	0,11	8	<0,4	6	0,12
Martes	21/04/09	44	0,5	0,43	<0,02	<4	0,7	<0,4	5,3	5	<9	0,18	16	0,9	8	0,40
Miércoles	22/04/09	50	1,0	0,40	<0,02	10	1,4	<0,4	5,6	7	23	0,82	32	0,7	11	0,47
Jueves	23/04/09	40	1,2	0,28	<0,02	5	1,0	<0,4	4,0	7	29	0,26	42	0,9	13	0,49
Martes	28/04/09	21	0,2	0,09	<0,02	4	<0,4	<0,4	0,8	<4	<9	0,07	7	<0,4	4	0,14
Jueves	30/04/09	14	<0,1	<0,04	<0,02	<4	<0,4	<0,4	<0,4	<4	<9	<0,04	<4	<0,4	<4	0,18
Sábado	02/05/09	17	0,2	0,04	<0,02	<4	<0,4	<0,4	1,7	<4	<9	0,09	10	0,5	<4	0,16
Domingo	03/05/09	17	0,2	<0,04	<0,02	<4	<0,4	<0,4	1,9	4	<9	0,10	7	0,9	<4	0,10
Miércoles	06/05/09	32	0,7	0,12	<0,02	5	0,6	<0,4	2,8	6	11	0,34	23	0,8	10	0,32
Sábado	09/05/09	23	0,2	0,08	<0,02	<4	<0,4	<0,4	2,4	5	<9	0,09	11	0,6	6	0,17

**Tabla 6.6 i Resultados de la campaña de medida de la concentración de metales en Añorga G.V.**

Días	Fecha	µg/m <sup>3</sup>				ng/m <sup>3</sup>										
		PM <sub>10</sub>	Fe	Zn	Pb	Ni	As	Cd	V	Cr	Mn	Co	Cu	Se	Ba	Ce
Domingo	10/05/09	24	0,6	0,04	<0,02	<4	<0,4	<0,4	3,3	4	<9	0,21	12	0,6	10	0,59
Martes	12/05/09	19	0,5	0,21	<0,02	7	<0,4	<0,4	6,6	10	<9	0,28	18	1,0	13	0,22
Jueves	14/05/09	15	0,2	0,06	<0,02	<4	<0,4	<0,4	1,1	<4	<9	0,10	8	<0,4	9	0,17
Sábado	16/05/09	12	0,2	<0,04	<0,02	<4	<0,4	<0,4	0,7	<4	<9	0,10	8	0,4	<4	0,09
Domingo	17/05/09	14	0,4	0,11	<0,02	5	<0,4	<0,4	0,8	<4	<9	0,31	17	<0,4	30	0,23
Viernes	22/05/09	25	0,4	0,28	<0,02	<4	0,5	<0,4	2,7	6	9	0,19	17	0,6	7	0,33
Lunes	25/05/09	14	0,4	0,05	<0,02	<4	<0,4	<0,4	1,6	5	<9	0,16	14	<0,4	6	0,13
Martes	26/05/09	19	0,3	<0,04	<0,02	<4	<0,4	<0,4	1,2	7	<9	0,18	12	<0,4	6	0,17
Jueves	28/05/09	31	0,8	0,09	<0,02	6	0,7	<0,4	1,9	7	26	0,26	26	0,5	9	0,33
Sábado	30/05/09	22	0,4	0,07	<0,02	<4	0,4	<0,4	2,5	5	<9	0,08	12	0,9	13	0,18
Lunes	01/06/09	24	0,7	0,17	<0,02	<4	0,6	<0,4	2,1	7	23	0,41	25	0,5	9	0,31
Martes	02/06/09	26	0,8	0,25	<0,02	<4	0,8	<0,4	2,8	7	36	0,17	28	0,8	9	0,33
Viernes	05/06/09	16	0,4	0,10	<0,02	<4	<0,4	<0,4	3,1	4	<9	0,12	13	0,4	7	0,34
Lunes	08/06/09	29	0,8	0,22	<0,02	<4	0,4	<0,4	3,2	5	14	0,18	18	<0,4	10	0,52
Martes	09/06/09	31	0,8	0,17	<0,02	<4	0,5	<0,4	2,9	5	14	0,24	11	<0,4	9	0,66
Martes	03/11/09	46	1,0	0,15	<0,02	<4	0,5	<0,4	3,1	6	18	0,34	24	<0,4	19	0,77
Miércoles	11/11/09	47	1,2	0,19	<0,02	<4	0,7	<0,4	4,6	8	23	0,33	34	<0,4	26	0,80

**Tabla 6.6 ii Resultados de la campaña de medida de la concentración de metales en Añorga G.V.**

## 7. CONCLUSIONES

El barrio de Añorga soporta una importante **actividad económica e industrial**. Dentro de la actividad industrial destaca la fabricación de clínquer y cemento, la cual **tiene un importante peso dentro del barrio**. Hay que considerar tanto las emisiones propias de los procesos productivos como las debidas al tráfico generado por la actividad industrial como las debidas al almacenaje a la intemperie, tanto de materias primas como de desechos, que producen la resuspensión del material particulado.

La contaminación atmosférica en el municipio de Donostia y en concreto en el barrio de Añorga, ha mejorado con respecto a la situación de hace varias décadas. Sin embargo, con la entrada en vigor de nuevas normas legislativas en materia de calidad del aire, es necesario seguir mejorando la situación. En la actualidad, **las obras del desdoblamiento y el tráfico generado por ellas son agentes de contaminación atmosférica a tener en cuenta en el barrio**. A las emisiones de gases de escape, NO<sub>x</sub> y material particulado (PM), más significativos en los motores diesel, hay que sumar la continua resuspensión de polvo que se produce en el entorno mas próximo de las carreteras y calles por donde circulan los vehículos.

Los resultados del diagnóstico de la situación actual de la calidad del aire en el barrio de Añorga muestra un **incumplimiento de la normativa** actualmente en vigor (R.D. 1073/2002) **asociado al material particulado en aire ambiente (PM<sub>10</sub>)**.

En cuanto a la evolución en los últimos años, aunque el valor medio se ha mantenido **en la estación de Añorga el número de superaciones del límite diario ha aumentado considerablemente en el año 2009**.

En el análisis meteorológico se aprecia que aunque las dos estaciones (*Av Tolosa* y *Puyo*) están influenciadas por la cercanía del mar, *Av Tolosa* registra mejor la meteorología de la comarca y la estación de *Puyo* los vientos canalizados por el valle donde está ubicado el barrio de Añorga. En la estación de Añorga-Rezola se aprecia que debido a la influencia de un edificio que está ubicado al norte de la cabina, la estación no registra vientos del primer y cuarto cuadrante.

En la evolución diaria de PM<sub>10</sub> de Añorga GV destaca el cambio de hora del valor máximo de la mañana, indicando **un cambio en la afección de focos emisores en el entorno de la estación**. De la comparación con otras estaciones de Donostialdea, se

aprecia que mientras Añorga presenta los niveles de  $PM_{10}$  más altos del entorno, no ocurre lo mismo con los niveles de  $NO_x$ . Esto es debido a una fuerte contribución industrial en los valores de  $PM_{10}$ .

En cuanto a la procedencia del material particulado en la estación de Añorga\_Rezola destacan los niveles máximos de  $PM_{10}$  que se dan con direcciones de viento de salida y velocidades de viento medias-bajas ( $v < 3\text{m/s}$ ) pudiendo relacionarse con el **impacto de fuentes locales como pudiera ser la actividad industrial**. También se aprecian niveles altos con direcciones de viento de salida y asociados a velocidades de viento medias ( $v < 5\text{m/s}$ ) pudiendo relacionarse con un **arrastre de contaminantes o con la resuspensión del material pulverulento depositado en el suelo**.

Del análisis de los días de superación del valor límite diario de  $PM_{10}$ , se observa un cambio en la afección de focos emisores en el entorno de la estación de Añorga GV. En las superaciones del primer semestre destacan los niveles de  $PM_{10}$  que se han registrado a horas nocturnas. Con lo que se confirmaría el **impacto de focos emisores diferentes al tráfico urbano como a actividades industriales que se desarrollen durante el día**. En las superaciones del segundo semestre destaca el cambio del máximo de la tarde, pudiendo ser debido a una **fuerte contribución como pueden ser las obras realizadas en el entorno** de la estación y al consecuente cambio e intensificación del tráfico de vehículos pesados.

Del análisis de los filtros se destaca que **ninguno de los filtros supera el valor de la concentración media anual límite para ninguno de los metales legislados** y que todos los metales analizados **presentan valores medios inferiores a los niveles máximos a nivel nacional en estaciones de fondo urbano** (Querol et al., 2007).

Por lo tanto, aunque existe una continua mejora de la tecnología para reducir las emisiones de la industria (filtros de mangas, ...etc) o diferentes mejoras o actuaciones de mitigación para evitar las emisiones difusas tanto en las obras como en la industria (mojar el suelo, evitar resuspensiones de los acopios a la intemperie ... etc) no se ha podido impedir la superación de los niveles de calidad del aire en el barrio de Añorga.

## Anexo: Fotos de algunos de los focos emisores más destacados en el entorno del barrio de Añorga

### a) Cementos Rezola



b) **Obras en los alrededores de Añorga-Txiki**







c) **Tráfico generado por las obras**

