



**Plan de Acción de Calidad del aire en la
comarca del Duranguesado**

Diagnóstico de la contaminación atmosférica

Febrero 2006



EUSKO JAURLARITZA

LURRALDE ANTOLAMENDU
ETA INGURUMEN SAILA



GOBIERNO VASCO

DEPARTAMENTO DE ORDENACIÓN DEL
TERRITORIO Y MEDIO AMBIENTE

Unidad de Construcción y Desarrollo del Territorio

Fundación Labein

Referencia del proyecto: PROE0336

Trabajo realizado para IHOBE, S.A.

Febrero, 2006

Realizado por:

VºBº

Juan Angel Acero

Oscar Santa Coloma

INDICE

1. INTRODUCCION.....	1
2. OBJETO Y ALCANCE DEL DIAGNOSTICO	3
3. PLANES DE ACCION PARA LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE.....	4
3.1 NORMATIVA EUROPEA.....	4
3.2 PLANES DE ACCIÓN.....	7
3.2.1.. <i>Objetivo y necesidad de un Plan de acción</i>	7
3.2.2.. <i>Cobertura Temporal de un Plan de Acción</i>	8
3.2.3.. <i>Estructura e información mínima que debe incluir el Plan de Acción</i>	10
4. METODOLOGIA DEL TRABAJO.....	14
4.1 REALIZACIÓN DE MAPAS DE EMISIONES	14
4.1.1.. <i>Inventario de Emisiones</i>	14
4.1.2.. <i>Representación de las emisiones</i>	17
4.2 TRATAMIENTO DE DATOS DE CALIDAD DEL AIRE Y RECOPIACIÓN DE DATOS ALTERNATIVOS.....	18
4.3 VALORACIÓN PRELIMINAR DE LOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN EN EL ÁREA	18
4.4 IDENTIFICACIÓN DE LOS FOCOS DE MAYOR AFECCIÓN.....	19

5. ANALISIS DEL INVENTARIO DE EMISIONES	21
5.1 EMISIONES DE PM/PM₁₀ EN EL DURANGUESADO	21
<i>5.1.1.. Focos industriales</i>	<i>21</i>
<i>5.1.2.. Tráfico rodado</i>	<i>24</i>
<i>5.1.3.. Residencial y servicios</i>	<i>27</i>
5.2 EMISIONES DE NOX EN EL DURANGUESADO	28
<i>5.2.1.. Contribución conjunta de todos los sectores.....</i>	<i>28</i>
<i>5.2.2.. Sector transporte</i>	<i>29</i>
5.3 ANÁLISIS DE LA CONTRIBUCIÓN DE LAS EMISIONES DE CADA SECTOR	30
6. ANALISIS DE LA CALIDAD DEL AIRE	32
6.1 ESTACIONES DE MEDIDA DE CALIDAD DEL AIRE EN EL DURANGUESADO	32
6.2 VALORACIÓN DE LOS NIVELES DE CALIDAD DEL AIRE RESPECTO AL R.D. 1073/2002	35
6.3 IDENTIFICACIÓN DE LAS CAUSAS DE SUPERACIÓN DE LOS VALORES LÍMITE EN LA ESTACIÓN DE DURANGO	37
<i>6.3.1.. Relación de concentraciones de PM₁₀ con variables meteorológicas</i>	<i>39</i>
<i>6.3.2.. Ciclo diario de PM₁₀, PM_{2.5} y NOx</i>	<i>42</i>
<i>6.3.3.. Variación mensual de PM₁₀ y NOx</i>	<i>44</i>
<i>6.3.4.. Relación entre concentraciones de PM₁₀ y PM_{2.5}</i>	<i>45</i>

6.4 IDENTIFICACIÓN DE LAS CAUSAS DE SUPERACIÓN DE LOS VALORES LÍMITE EN LAS ESTACIONES DE AMOREBIETA	47
6.4.1.. <i>Relación de concentraciones de PM₁₀ y NOx con variables meteorológicas.</i>	48
6.4.2.. <i>Ciclo diario de PM₁₀, PM_{2.5} y NOx</i>	53
6.4.3.. <i>Variación mensual de PM₁₀ y NOx</i>	55
6.4.4.. <i>Comparación de los niveles de PM₁₀ y PM_{2.5}</i>	56
7. CONCLUSIONES	60
ANEXO: FOTOS DE ALGUNOS DE LOS FOCOS INDUSTRIALES MÁS IMPORTANTES RELATIVO A EMISORES INVENTARIADAS DE MATERIAL PARTICULADO EN EL ENTORNO DEL NÚCLEO DE POBLACIÓN DE DURANGO	

1. INTRODUCCION

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 afección 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, ...).

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) 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. La OMS ha estimado que alrededor de 100.000

personas en Europa mueren de forma prematura debido a la exposición de material particulado en aire ambiente y que este mismo contaminante reduce 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. Será necesario revisar las normativas actuales y adecuarlas a los nuevos resultados que muestran la relación entre exposición e impacto en la salud humana. En la actualidad, la Comisión Europea está revisando ciertas normas de calidad del aire a través de los resultados del programa CAFE (*Clean Air for Europe*) y pretende durante el año 2005 presentar la estrategia temática sobre contaminación del aire que describirá los objetivos y las medidas necesarias para conseguir alcanzar esos objetivos de calidad de aire.

Por otra parte, con la finalidad de mejorar la calidad del aire, la legislación actualmente en vigor señala la necesidad de realizar **Planes de Acción** en las zonas en las que se estén superando los valores límite de contaminantes. Estos Planes de Acción deben conseguir reducir los niveles de contaminación a valores aceptables para la salud humana y los ecosistemas.

2. OBJETO Y ALCANCE DEL DIAGNOSTICO

El presente estudio tiene como objetivo realizar un diagnóstico de la calidad del aire de la comarca del Duranguesado dentro de la elaboración de un Plan de Acción que incluya medidas concretas para mejorar los niveles de contaminación atmosférica.

Se consideran incluidos dentro de esta comarca los siguientes municipios: Amorebieta-Etxano, Iurreta, Durango, Garai, Izurtza, Mañaria, Berriz, Abadiño, Zaldibar, Elorrio, Atxondo.

Los objetivos concretos del diagnóstico son los siguientes:

- a) Valoración de las emisiones de PM/PM₁₀ y NO_x en la zona de estudio
- b) Estudio de las concentraciones de PM₁₀ y NO_x registradas en aire ambiente y variaciones tanto desde el punto de vista espacial como temporal.
- c) Identificación de los principales focos de emisión de PM₁₀ en la comarca y sobre los que posteriormente se deberían establecer acciones correctoras.

Si bien el Plan de Acción en el Duranguesado se puede referir a diferentes contaminantes, es el **material particulado (PM₁₀)** el contaminante que en los últimos años (2003, 2004) en ciertas zonas de la comarca y según el R.D. 1073/2002, está incumpliendo la legislación vigente en materia de protección de la salud humana. Por ello, el presente estudio se centrará principalmente tanto en la fracción gruesa (PM₁₀) como en la fina (PM_{2.5}) del material particulado en aire ambiente. A su vez se ha estudiado los óxidos de nitrógeno (NO_x) como contaminante traza de la ciertos focos (principalmente el tráfico) y poder de esta manera valorar su influencia en las concentraciones de material particulado registradas.

3. PLANES DE ACCION PARA LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AIRE

3.1 Normativa europea

La Directiva 1996/62/CE, sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente, conocida como Directiva Marco de calidad del aire, establece los principios básicos de una estrategia común dirigida a:

- Definir y establecer objetivos de calidad del aire ambiente en la Comunidad para evitar, prevenir o reducir los efectos nocivos para la salud humana y para el medio ambiente en su conjunto;
- Evaluar, basándose en métodos y criterios comunes, la calidad del aire ambiente en los Estados Miembros;
- Disponer de información adecuada sobre la calidad del aire ambiente y procurar que el público tenga conocimiento de la misma, entre otras cosas mediante umbrales de alerta
- Mantener una buena calidad del aire ambiente y mejorarla en los demás casos.

La Directiva Marco establece **valores límite** para contaminantes, entendidos estos como un nivel fijado basándose en conocimientos científicos, con el fin de evitar, prevenir o reducir los efectos nocivos para la salud humana y para el medio ambiente en su conjunto, que debe alcanzarse en un plazo determinado y no superarse una vez alcanzado.

En la necesidad de mejorar la calidad del aire, la Directiva Marco establece que los Estados Miembros tomarán las medidas necesarias para garantizar el respeto de los

valores límite. En su artículo 8 se establece que para los casos de superación del valor límite existe la obligación de elaborar o aplicar **Planes de Acción** que permita regresar en un plazo fijado al valor límite establecido para ese contaminante. Los Estados miembros son los responsables de garantizar la elaboración de dichos Planes para cada una de las zonas o aglomeraciones en que exista superación de valores límite y deberán incluir al menos los datos enumerados en el Anexo XII del R.D. 1073/2002 (transposición de la Directiva 96/62/CE, Anexo IV). Además dicho Plan o Programa debe estar a disposición del público.

A raíz de la Directiva Marco, surgieron las directivas conocidas como ‘Hijas’ (1999/30/CE, 2000/69/CE, 2002/3/CE) que reglamentan sobre aspectos y contaminantes concretos. Las Directivas mencionadas ya se han transpuesto al ordenamiento jurídico español a través de los Reales Decretos 1073/2002 y 1796/2003. En ellos se establece valores límite para los contaminantes: dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, partículas, plomo, benceno y monóxido de carbono (R.D. 1073/2002), y ozono (R.D. 1796/2003).

La legislación relativa a partículas actualmente en vigor se presenta en la siguiente tabla:

PARTICULAS DE CORTE 10 μ				
Objetivo	Período de referencia	Valor límite de PM10	Margen de exceso tolerado	Fecha de cumplimiento del valor límite

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	15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a la entrada en vigor del presente R.D., reduciendo el 1 de enero de 2003 y posteriormente cada 12 meses 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ hasta alcanzar el valor límite	1 de enero del 2005
Protección de la salud humana	Un año civil	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	4.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a la entrada en vigor del presente R.D., reduciendo el 1 de enero de 2003 y posteriormente cada 12 meses 1.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ hasta alcanzar el valor límite	1 de enero del 2005

Tabla 3.1. – Valores límite para partículas PM_{10} –fase 1 (R.D. 1073/2002)

PARTICULAS DE CORTE 10 μ				
Objetivo	Período de referencia	Valor límite de PM10	Margen de exceso tolerado	Fecha de cumplimiento del valor límite
Protección de la salud humana	24 horas	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ que no podrán superarse en más de 7 ocasiones por año	Se derivará de los datos y será equivalente al valor límite de la Fase 1	1 de enero del 2010
Protección de la salud humana	Un año civil	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ el 1 de enero de 2005, reduciendo el 1 de enero de 2006 y posteriormente cada 12 meses 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ hasta alcanzar el valor límite	1 de enero del 2010

Tabla 3.2. – Valores límite para partículas PM₁₀–fase 2 (R.D. 1073/2002)

3.2 Planes de Acción

3.2.1 Objetivo y necesidad de un Plan de acción

El objetivo de los Planes de Acción es establecer medidas y acciones para que en el plazo fijado por la legislación, se regrese al valor límite del contaminante para el que se está dando la situación de superación.

El requerimiento de llevar a cabo estos Planes se limita a los casos en que después de un análisis de la calidad del aire en una zona concreta, se concluya que, con las medidas que actualmente se están llevando a cabo, no se conseguirá alcanzar el valor límite en el plazo fijado por el R.D. 1073/2002. Puede haber casos en los que, aunque el valor límite incrementado por el margen de exceso tolerado no haya sido

superado, sea necesario establecer medidas adicionales ya que existen evidencias científicas de que no se va a alcanzar el valor límite en el plazo fijado. Sin embargo, la Directiva Marco solo establece requerimientos legales para la realización de Planes en el caso de superación del valor límite más el margen de tolerancia.

Un Plan de Acción debe tener como propósito principal proponer, desarrollar y llevar a cabo medidas efectivas para reducir los niveles de contaminación, de forma que sean lo suficientemente detalladas y claras para los grupos de interés (los responsables de industrias y administraciones). Debe tenerse en cuenta también que los Planes deben estar disponibles al público.

En el Anexo XII del citado Real Decreto se especifica la mínima información que deben contener los Planes de Acción. Por otra parte, el 20 de febrero de 2004, la Comisión adoptó la Decisión 2004/224/CE por la que se establecen las medidas para la presentación de la información a la Comisión sobre los planes o programas previstos en el R.D. 1073/2002. Según esta Decisión, el Informe a la Comisión deberá constar de los 7 formularios indicados en el Anexo de la misma. En cualquier caso, los Planes completos se podrán a disposición de la Comisión a petición de la misma.

El R.D. 1073/2002 exige la realización de los Planes de Acción y establece como organismo competente a las Administraciones Autonómicas. El envío de los Planes de Acción a la Comisión Europea por parte de los Estados Miembros debe ser anterior a la finalización del segundo año después del año en que se observaron las superaciones.

3.2.2 Cobertura Temporal de un Plan de Acción

Una vez que se ha dado la situación de superación de un valor límite mas el margen de tolerancia de un contaminante, los Estados Miembros deberán informar a la

Comisión sobre la situación de superación antes del 1 de Octubre del año siguiente al que se ha producido (Directiva 1996/62/CE, artículo 11.1.ii). El consecuente Plan de Acción deberá ser transmitido a la Comisión, a más tardar, dos años después del final del año en que se hayan registrado las superaciones (Directiva 1996/62/CE, artículo 11.1.iii). Anteriormente, las Comunidades Autónomas deberán presentarlo al Ministerio, a más tardar, año y medio después del año de las superaciones (R.D. 1073/2002, Anexo XIII.3.c). Se enviará información sobre la marcha del Plan cada tres años. En la siguiente figura (Figura 4.1.) se puede observar una tabla temporal en la que se indica la fecha última en que la Comisión debe recibir el Informe de la superación y el correspondiente Plan de Acción:

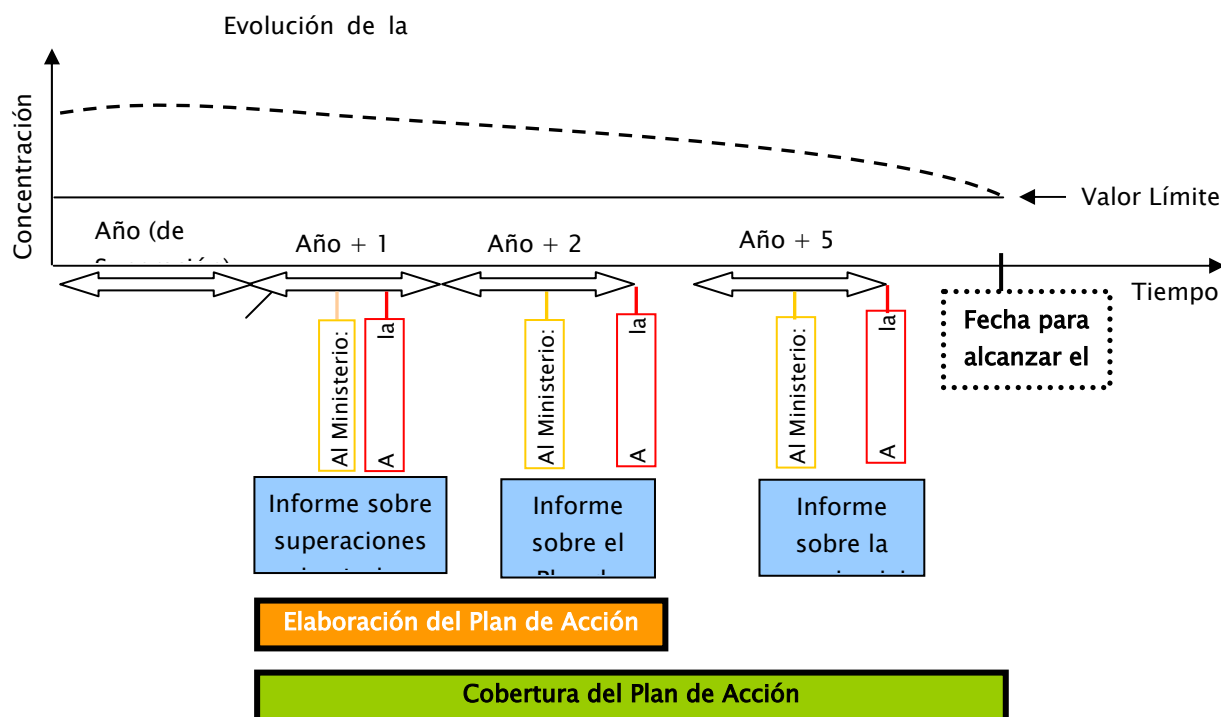


Figura 3.1. – Línea temporal de Informes a la Comisión.

3.2.3 Estructura e información mínima que debe incluir el Plan de Acción

El R.D. 1073/2002 en su Anexo XII, detalla la información mínima que deben contener los Planes de Acción. Esta información se muestra en la siguiente tabla:

ANEXO XII del R.D. 1073/2002: Información que debe incluirse en los programas locales, regionales o nacionales de mejora de la calidad del aire ambiente:
Esta información debe facilitarse en virtud del apartado 1 del artículo 6
1) Localización del rebasamiento:
- región, - ciudad (mapa), - estación de medición (mapa, coordenadas geográficas).
2) Información general:
- tipo de zona (ciudad, área industrial o rural), - estimación de la superficie contaminada (km²) y de la población expuesta a la contaminación, - datos climáticos útiles, - datos topográficos pertinentes, - información suficiente acerca del tipo de organismos receptores de la zona afectada que deben protegerse.
3) Autoridades responsables:
- nombres y direcciones de las personas responsables de la elaboración y ejecución de los planes de mejora
4) Naturaleza y evaluación de la contaminación:
- concentraciones observadas durante los años anteriores (antes de la aplicación de las medidas de mejora) - concentraciones medidas desde el comienzo del proyecto, - técnicas de evaluación utilizadas.
5) Origen de la contaminación:
- lista de las principales fuentes de emisión responsables de la contaminación (mapa), - cantidad total de emisiones procedentes de esas fuentes (t/año), - información sobre la contaminación procedente de otras regiones.
6) Análisis de la situación:
- detalles de los factores responsables del rebasamiento (transporte, incluidos los transportes transfronterizos, formación), - detalles de las posibles medidas de mejora de la calidad del aire.
7) Detalles de las medidas o proyectos de mejora que existían antes de la entrada en vigor de la presente Directiva, es decir:
- medidas locales, regionales, nacionales o internacionales, - efectos observados de estas medidas.
8) Información sobre las medidas o proyectos adoptados para reducir la contaminación

tras la entrada en vigor de la presente Real Decreto:
- lista y descripción de todas las medidas previstas en el proyecto, - calendario de aplicación, - estimación de la mejora de la calidad del aire que se espera conseguir y del plazo previsto para alcanzar esos objetivos.
9) Información sobre las medidas o proyectos a largo plazo previstos o considerados.
10) Lista de las publicaciones, documentos, trabajos, etc. que completen la información solicitada en el presente Anexo.

Tabla 3.2. – Anexo XII del R.D. 1073/2002 (Anexo IV de la Directiva 96/62/CE sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente).

En la elaboración de los propios Planes de Acción no es necesario tener en cuenta cada una de las superaciones del valor límite. Es decir, en las zonas y aglomeraciones en que el nivel de más de un contaminante sea superior a los valores límite, cabe la posibilidad de desarrollar un Plan de Acción Integrado que incluya todos los contaminantes de que se trate.

La Decisión 2004/224/CE de la Comisión establece las medidas para la presentación de información sobre los planes o programas. Por lo tanto, en esta Decisión solo se especifica la estructura con la que los Estados Miembros deberán presentar la información, y no la estructura de los propios planes y programas. La estructura de un Plan de Acción debe ser la óptima para su **uso local**. Evidentemente, un Plan de Acción debe contener por lo menos la información que se debe presentar ante la Comisión (Decisión 2004/224/CE).

La mencionada Decisión en su Anexo muestra los siete formularios que deberán ser rellanados, cada uno con la siguiente información:

Formulario 1 Información general sobre el plan o el programa
Formulario 2 Descripción de la superación del valor límite
Formulario 3 Análisis de las causas de superación del valor límite en el año de

referencia
Formulario 4 Nivel de partida
Formulario 5 Detalles de las medidas distintas de las previstas en la legislación vigente
Formulario 6 Medidas posibles aún no adoptadas y medidas a largo plazo (optativo)
Formulario 7 Resumen de las medidas

4. METODOLOGIA DEL TRABAJO

El desarrollo del diagnóstico de calidad del aire de la comarca del Duranguesado (incluyendo los siguientes municipios: Amorebieta-Etxano, Iurreta, Durango, Garai, Izurtza, Mañaria, Berriz, Abadiño, Zaldibar, Elorrio, Atxondo) ha comprendido las siguientes etapas

4.1 Realización de mapas de emisiones

La georeferenciación de las emisiones en el entorno donde el Plan tiene vigencia 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 la información existente en el Inventario de Emisiones de la CAPV referido al año 2002. En él 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). Además, el Inventario incluye otro gran número de empresas con importantes emisiones contaminantes.

4.1.1 Inventario de Emisiones

El Inventario de Emisiones en la zona donde tiene vigencia el Plan de Acción contiene información relativa a las emisiones de los siguientes sectores:

- a) **Actividades industriales y transformación de energía** (en este apartado se contemplan tanto las emisiones confinadas como las difusas, por ej, las canteras)

- b) **Transporte Rodado**, incluyéndose todas las pautas de conducción que tengan lugar en la zona (urbana en núcleo urbano e interurbana y/o autopista para las carreteras de este tipo que atraviesan la comarca).
- c) **Sector residencial y servicios**, donde se incluyen las emisiones asociadas principalmente al consumo de combustibles para la calefacción, agua caliente sanitaria y cocina en las viviendas, hostelería, sanidad, enseñanza, residencias y polideportivos.

Del Inventario de Emisiones se han considerado los siguientes contaminantes: **partículas sólidas de origen antropogénico** (PM y/o PM₁₀) y los **óxidos de nitrógeno** (NO_x). Se considera PM₁₀ a la fracción de partículas filtrables con un diámetro aerodinámico inferior a 10 micras.

Los niveles de emisión están expresados en unidades de masa emitida por año natural.

- *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 la CAPV. 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.
- las carreteras interurbanas y autopistas, se han tramificado en función de sus intensidades medias diarias (IMD). Además, cada tramo se caracteriza por un

porcentaje de pesados, su longitud y la velocidad media a la que los vehículos circulan, la cual se establece en función de la pauta de conducción (tipo de vía) o el dato de velocidad específico del tramo concreto. Así pues, para el cálculo de las emisiones en la pauta interurbana- autopista se ha aplicado la siguiente fórmula:

$$E_{int} + E_{aut} = \left[\left(\sum_{i=1} FE_{lig} * IM_{T, lig} \right) + \left(\sum_{i=1} FE_{pes} * IM_{T, pes} \right) \right] * long_{tramo} * T$$

Siendo:

FE_{lig} : factor de emisión para vehículos ligeros en función de la distribución del parque de vehículos, y que es función de la velocidad característica del tramo.

IM_T : intensidad media, que representa un valor promedio del número de vehículos que circula por ese tramo en un periodo T , donde $IM_{T, lig}$, representa la IM_T para vehículos ligeros, e $IM_{T, pes}$ representa el valor para los pesados.

$Long_{tramo}$ representa la longitud de cada uno de los tramos

T : el periodo temporal al cual estará referida la emisión según su régimen de funcionamiento

- para el cálculo de las emisiones en casco urbano se han utilizado ratios medios de consumo de combustible por habitante, en vez de intensidades medias diarias (IMD).

4.1.2 Representación de las emisiones

A través de un Sistema de Información Geográfica (SIG) se ha representado las emisiones de contaminantes de la zona.

- *Mapa de emisiones de focos puntuales*

Se ha representado la emisión de los focos puntuales de la comarca del Duranguesado incluidos en el Inventario de Emisiones de la CAPV del año 2002.

- *Mapas de emisiones generales*

Debido a que los focos de emisión de contaminantes pueden ser puntuales, lineales y de área, hemos zonificado la comarca en cuadrículas. Es decir, hemos realizado una **mall**a de emisión con cuadrículas o celdas de 250 metros de lado, representando en cada una de ellas la emisión en el conjunto del área que abarca.

El caso de las emisiones debidas al tráfico urbano y al sector residencial y servicios, se asocian a conjuntos de núcleos de población a través del consumo de combustible por habitante, es decir, se obtiene una emisión por unidad de área. Esto no ocurre en el caso de las carreteras interurbanas y autopistas donde las emisiones se asocian a una línea; emisión por unidad de longitud. Por su parte, las actividades industriales se representan como focos puntuales.

Así pues estas emisiones se han proyectado sobre diferentes celdas de una mall

a obteniendo información sobre:

- a) Emisión total,
- b) Emisión por sectores (industria, tráfico y residencial-servicios)

- c) Emisión del tráfico asociada a vehículos pesados y ligeros, así como al tráfico urbano y carreteras interurbanas y autopistas

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 la CAPV gestionada por la Viceconsejería de MedioAmbiente del Gobierno Vasco.

Se han tenido en cuenta los contaminantes mencionados en el R.D. 1073/2002, aunque el estudio se ha centrado en dos contaminantes principalmente: **material particulado (PM₁₀)** y **óxidos de nitrógeno (NO_x)** por ser el primero el contaminante que incumple el R.D. 1073/2002 y el segundo considerarse contaminante traza que ayuda a diferenciar focos de emisión. Con ellos, se ha realizado un tratamiento de datos (promedios anuales, superaciones de valores límite, ...) para su posterior análisis.

Asimismo, fue necesario contactar con distintas instituciones con el fin de recopilar otra serie de datos complementarios necesarios tales como datos meteorológicos (Euskalmet y Red de Calidad del Aire del Gobierno Vasco), recopilación de información de la zona de estudio (Ayuntamientos), etc.

4.3 Valoración preliminar de los niveles de contaminación en el área

Se ha realizado un análisis de los datos de contaminación de los años 2002, 2003 y 2004 en las estaciones en las que existían datos representativos. En este análisis no solo se ha tenido en cuenta las estaciones de la comarca del Duranguesado

sino también otras de la CAPV 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**. Los resultados han mostrado que solo el material particulado (PM_{10}) está incumpliendo la legislación actual. Para este contaminante, además de los valores registrados en las estaciones de medida, también se han tenido en cuenta 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 saharianas al año, produciendo superaciones de los valores límite. Este tipo de situaciones han sido eliminadas como computo del total de superaciones.

4.4 Identificación de los focos de mayor afección

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, su ubicación respecto al punto de medida, concentraciones registradas de diferentes contaminantes, la meteorología predominante y la topografía que condiciona el régimen de vientos locales y consecuentemente la dispersión.

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 en las diferentes estaciones de la comarca y se han intercomparado los resultados de las estaciones ubicadas en diferentes emplazamientos y consecuentemente influenciadas por diferentes focos de emisión.

Otro aspecto tenido en cuenta ha sido la influencia de la meteorología. Se han valorado en conjunto datos de dirección y velocidad de viento con niveles de contaminación, permitiendo establecer una relación entre los diferentes niveles de concentración de contaminantes, el flujo de aire reinante y la localización de los focos emisores.

En este sentido, también se ha realizado una intercomparación entre niveles de diferentes contaminantes del mismo emplazamiento, así como de diferentes lugares de medida.

5. ANALISIS DEL INVENTARIO DE EMISIONES

5.1 Emisiones de PM/PM₁₀ en el Duranguesado

5.1.1 Focos industriales

En la tabla 5.1 se muestran las empresas de la comarca del Duranguesado incluidas en el Inventario de Emisiones de la CAPV del año 2002. En algunos casos la estimación de la emisión de material particulado (PM) no esta expresada en la fracción PM₁₀ (partículas menores de 10 micras de diámetro). Por ello, es conveniente tener una idea de los focos de PM total (Figura 5.1)

Municipio	Nombre Empresa	Coordenada X	Coordenada Y
Abadiño	ESTAMCAL, S.A.	532800	4776660
Abadiño	ESTAMPACIONES BIZKAIA	532449	4779365
Abadiño	FUNDICIONES GARBI	532664	4776667
Abadiño	ALKO – RECORD, S.A.	531366	4778628
Abadiño	INYEKTAMETAL	531437	4779583
Amorebieta –Etxano	ZINDES, S.A.	524947	4782335
Amorebieta –Etxano	ALCOA TRANSFORMACION, S.L.	523318	4783950
Amorebieta –Etxano	SARRIO PAPEL-FACTORIA DEL CARMEN	520800	4784350
Amorebieta –Etxano	AUXILIAR INDUSTRIAL, S.A.	520822	4786075
Atxondo	FUCHOSA	533466	4775629
Atxondo	CELULOSAS MOLDEADAS HARTMANN	533000	4776000
Durango	FUNDIFES, S.A.	529900	4778981
Durango	JESUS OÑATE Y HNOS., S. A.	530514	4779647
Durango	FUNDICIONES FUMBARRI	529049	4779768
Durango	FUNDICIONES SAN ANTONIO DE URKIOLA	529912	4778588

Elorrio	FYTASA FUNDICIONES	537704	4775560
Elorrio	FUNDICIONES SAN ELOY	537869	4775318
Elorrio	BETSAIDE	533453	4775065
Elorrio	PAVIMENTOS DE VIZCAYA, S.A. – Planta de Elorrio	537294	4774962
Elorrio	LA INDUSTRIAL CERRAJERA, S.A.	537833	4775218
Iurreta	EUSKAL KATAFORESIS	527498	4781126

Tabla 5.1.i. – Empresas de la comarca del Duranguesado incluidas en el Inventario de Emisiones de la CAPV del año 2002

Municipio	Nombre Empresa	Coordenada X	Coordenada Y
Iurreta	FUNDICION NODULAR FLESC	528822	4780676
Iurreta	SMURFIT NERVION	527100	4781375
Iurreta	FURESA S.COOP.	528796	4780132
Iurreta	FUNDIGUEL	529392	4780390
Mañaria	MORTEROS Y REVOCOS BIKAIN, S.A.	528533	4776639
Mañaria	HORMIGONES EUZKO, S.A.	528012	4776589
Mañaria	Hijos de Leñ Amantegui, S.A.	527105	4777612
Mondragón /Elorrio	CANtera DE CAMPANZAR, S.A.	539786	4772122
Zaldibar	ACHA-ORBEA, EGAÑA Y CIA., S.A.	537227	4780050

Tabla 5.1.ii. – Empresas de la comarca del Duranguesado incluidas en el Inventario de Emisiones de la CAPV del año 2002

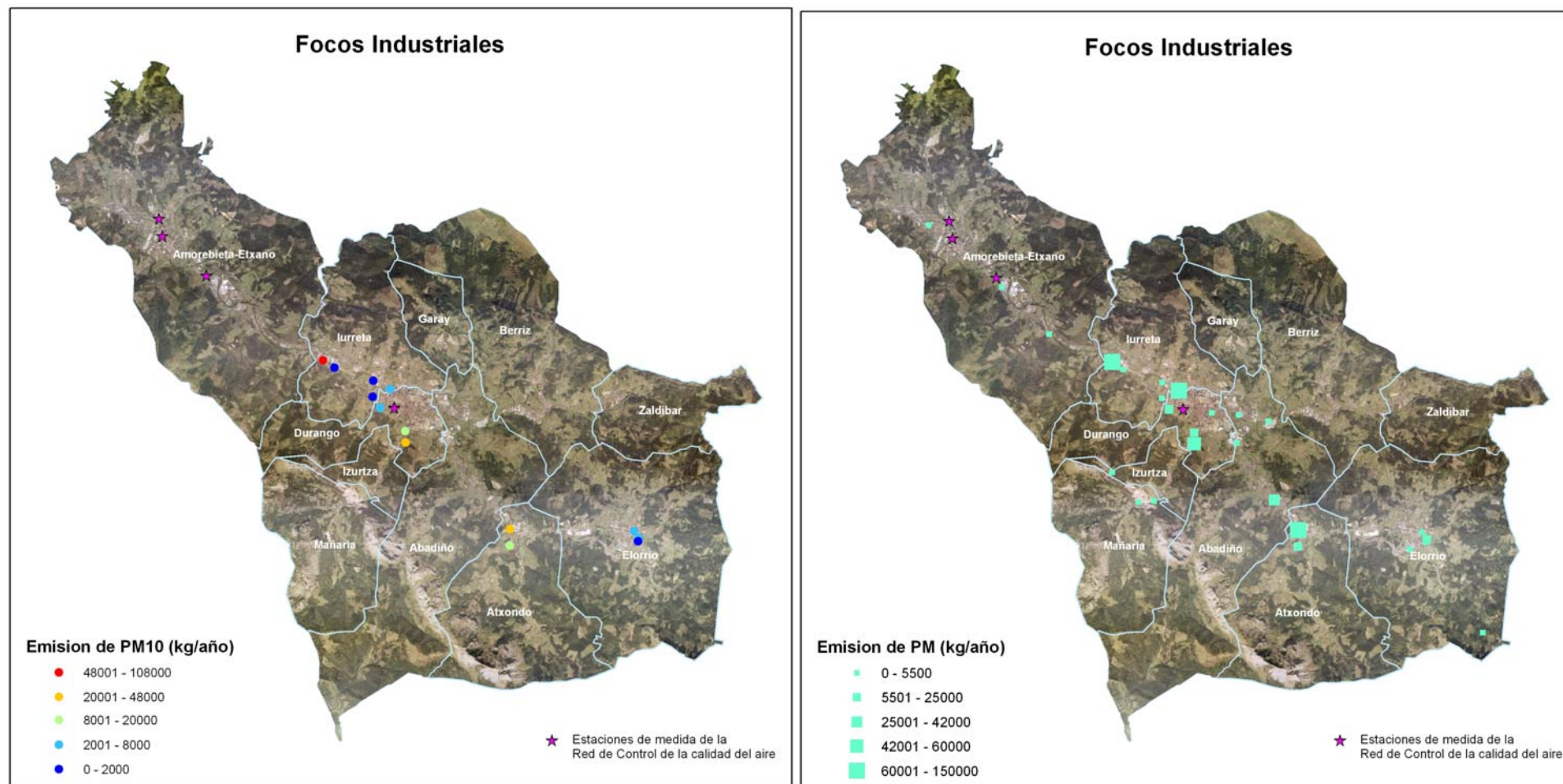


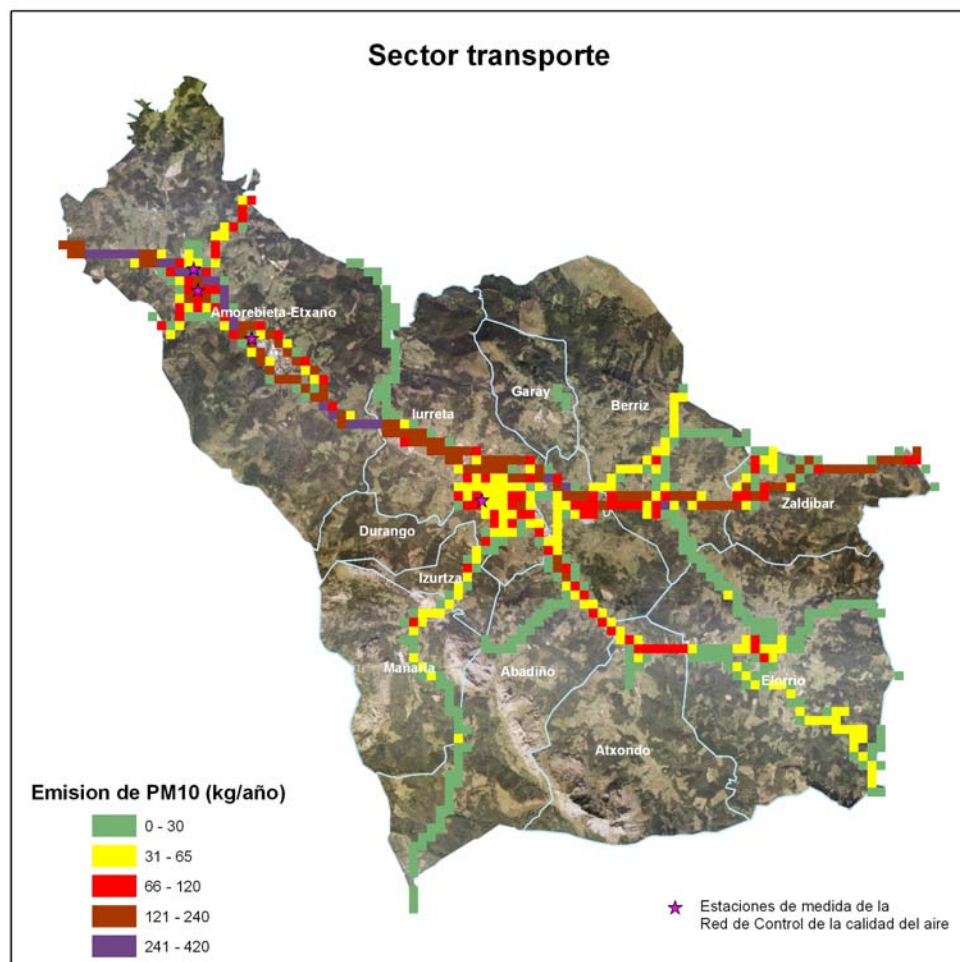
Figura 5.1. – Emisión de PM₁₀/PM en las empresas de la comarca del Duranguesado incluidas en el Inventario de Emisiones de la CAPV del año 2002

Plan de Acción de Calidad del aire en la comarca del Duranguesado:
Diagnóstico de la contaminación atmosférica

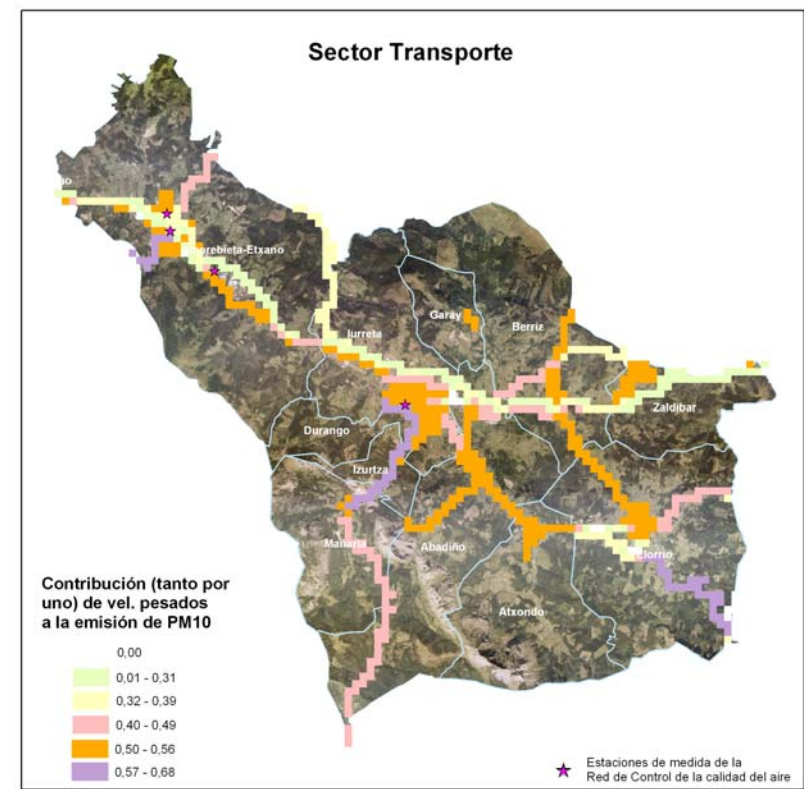
5.1.2 Tráfico rodado

A continuación se muestra una figura en la que se representa mediante una malla de 250x250 metros de lado, la emisión de PM_{10} asociada al transporte por carretera. Cabe reseñar que en este cálculo no se ha tenido en cuenta las emisiones de PM_{10} asociadas a la resuspensión de material particulado debido al movimiento de los vehículos.

Dentro de la emisión de PM_{10} asociada al transporte, en la figura 5.2(b) se muestra la contribución de los vehículos pesados frente a los ligeros



a)



b)

Figura 5.2. – Emisión de PM10 (a) y contribución de vehículos pesados a la emisión de PM10 (b) asociada al sector del transporte en la comarca del Duranguesado para el año 2002

5.1.3 Residencial y servicios

De la misma forma que en el caso del transporte por carretera en la figura 5.3 se muestra las emisiones de PM₁₀ asociadas al sector residencial y servicios.

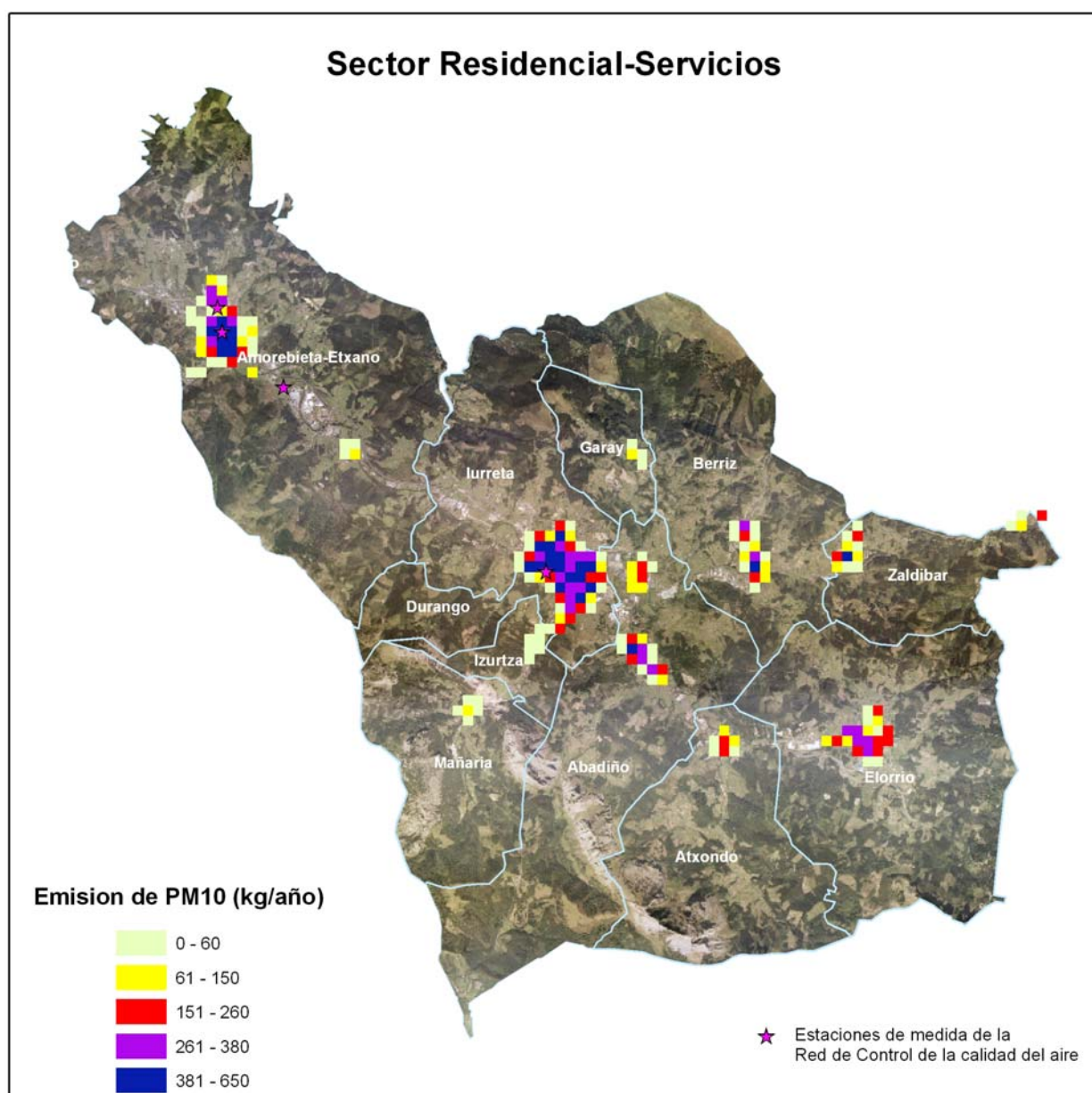


Figura 5.3. – Emisión de PM₁₀ asociada al sector residencial-servicios en la comarca del Duranguesado para el año 2002

5.2 Emisiones de NOx en el Duranguesado

5.2.1 Contribución conjunta de todos los sectores

Las emisiones de NOx totales, suma de las contribuciones de focos industriales, transporte rodado y sector residencial-servicios, se muestran en la siguiente figura:

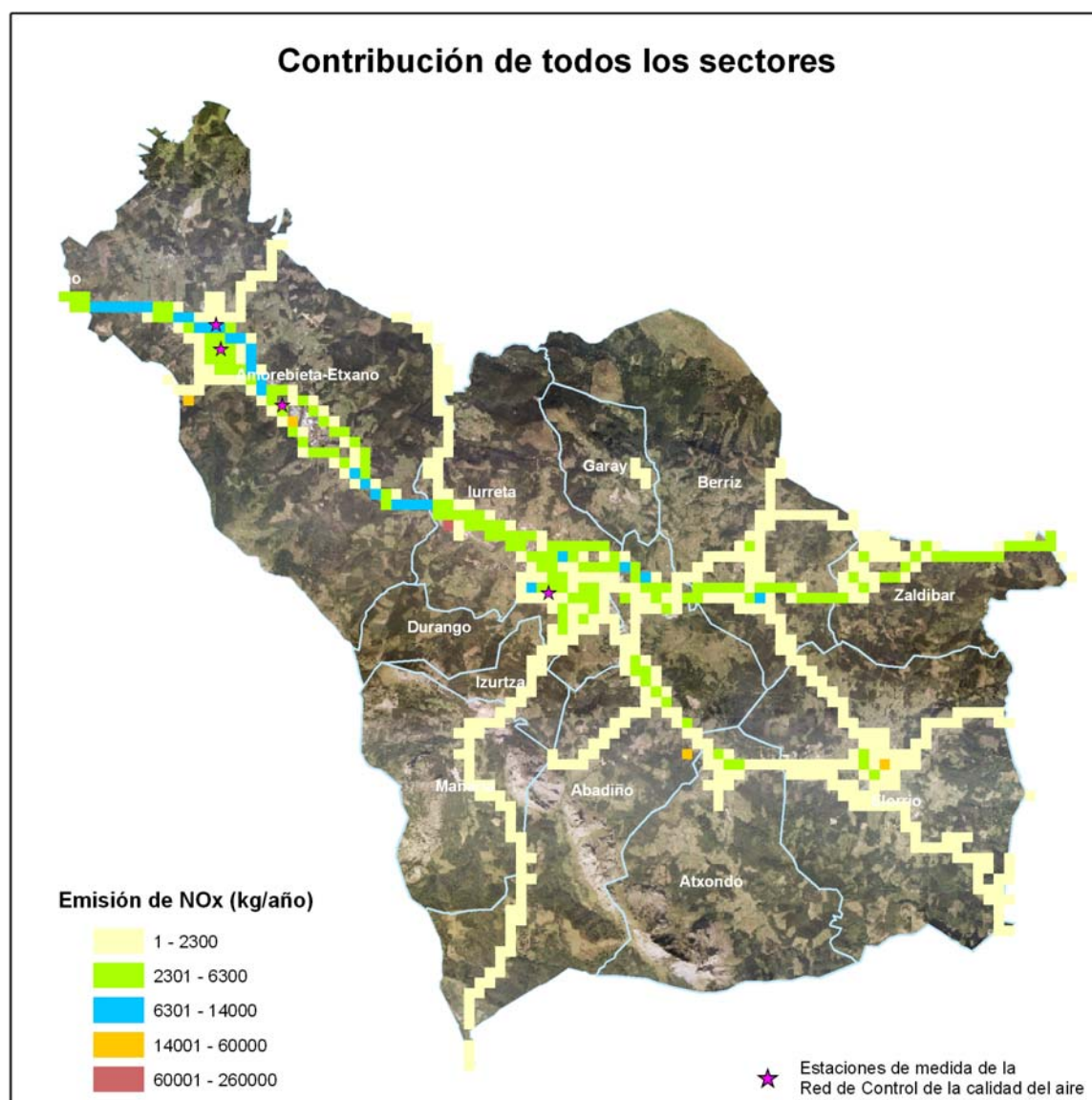


Figura 5.4. – Emisión total NOx (suma de todos los sectores) en la comarca del Duranguesado para el año 2002

En la Figura 5.4 se pueden distinguir la contribución de los focos puntuales en celdas aisladas con elevados valores de emisión de NOx.

5.2.2 Sector transporte

A continuación se presenta la contribución total del transporte urbano y el interurbano.

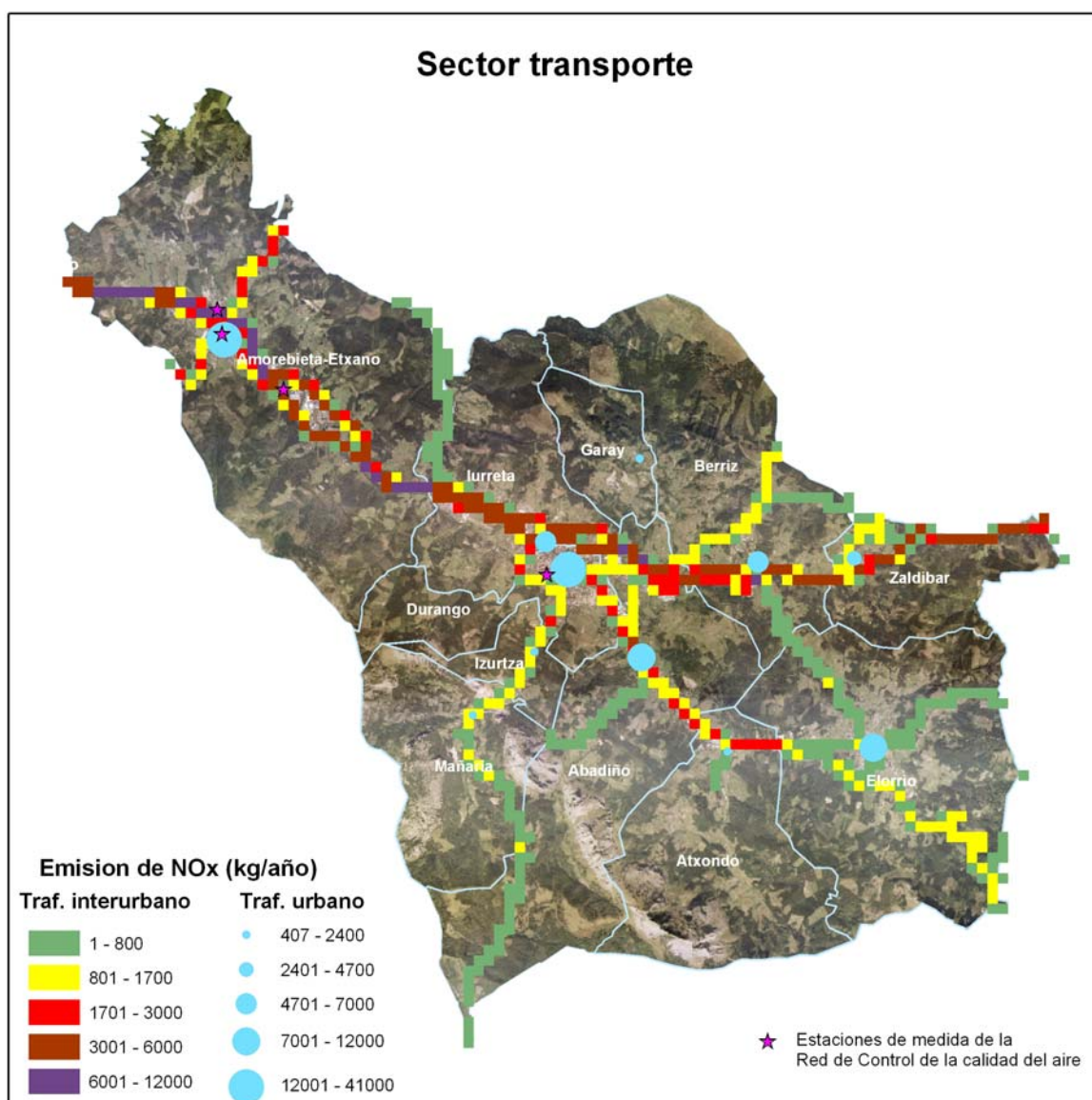


Figura 5.5. – Emisión de NOx asociada al sector del transporte en la comarca del Duranguesado para el año 2002

Para el año 2002, de la emisión de NO_x asociada al tráfico en el conjunto del Duranguesado, se estima que el 90% se debe a tráfico interurbano. Este dato, sin duda esta asociado a la numerosa red de carreteras regionales que atraviesan la comarca.

5.3 Análisis de la contribución de las emisiones de cada sector

Es interesante conocer las emisiones de cada sector en el conjunto de la comarca del Duranguesado.

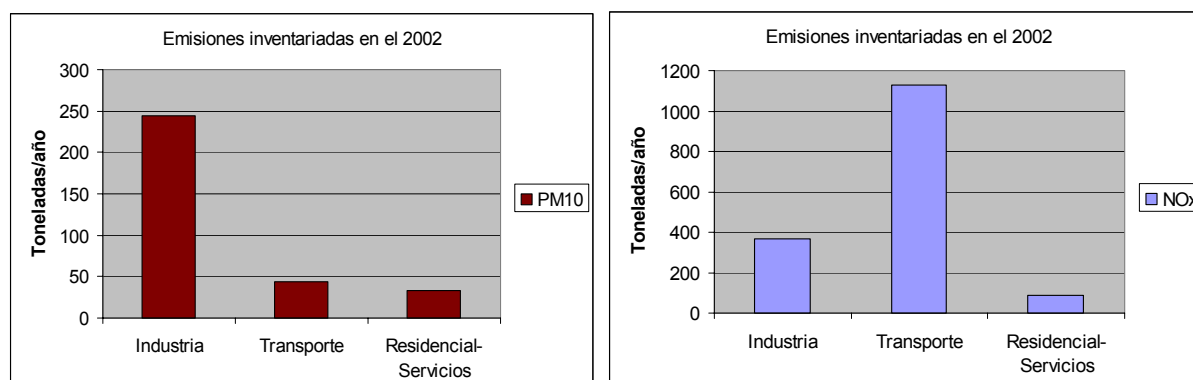


Figura 5.6. – Emisiones de PM₁₀ y NO_x asociadas a cada uno de los sectores de la comarca del Duranguesado para el año 2002

En la figura 5.6 solo se muestra la suma de las emisiones inventariadas de cada sector para el año 2002. Los resultados muestran a la **industria como principal agente emisor de partículas (PM₁₀)**. La diferencia con los otros dos sectores incluso podría ser mayor si se hubieran tenido en cuenta el resto de industrias en las que se ha contabilizado emisiones de PM pero no su fracción PM₁₀.

En cuanto a las emisiones de NO_x aparece el **transporte como principal emisor** seguido de la industria. En este sentido hay que tener en cuenta que la comarca soporta un importante nivel de tráfico (Autopista A-8, Nacional N-634, comarcales BI-623, BI-632, BI-635), que en su mayor parte son vehículos ligeros (~90% del total).

6. ANALISIS DE LA CALIDAD DEL AIRE

6.1 Estaciones de medida de calidad del aire en el Duranguesado

En la actualidad, el Gobierno Vasco dispone de cuatro estaciones fijas de medida de contaminantes en la comarca del Duranguesado. Estas son:

ESTACION	Coordenada X	Coordenada Y	Municipio
Durango	529535	4779774	Durango
Amorebieta	521529	4786222	Amorebieta -Etxano
Zelaieta	521645	4785632	Amorebieta -Etxano
Montorra	523134	4784280	Amorebieta -Etxano

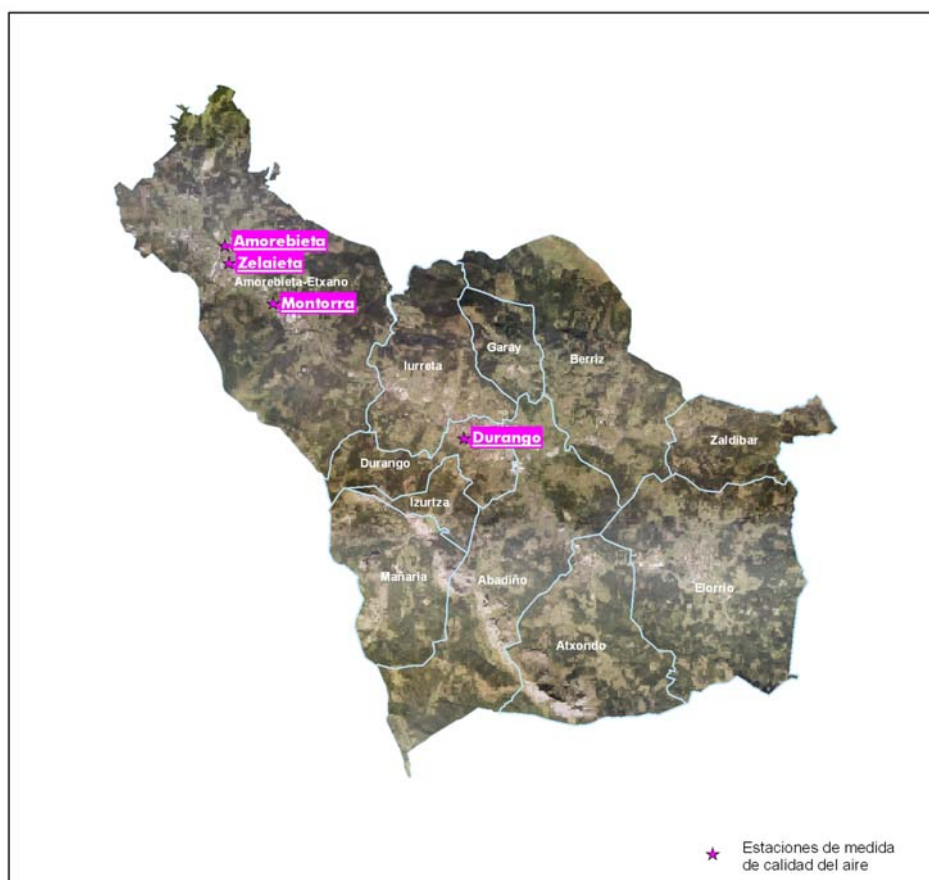


Figura 6.1. – Estaciones de la Red de Control de la calidad del aire del Gobierno Vasco en la comarca del Duranguesado.

Las estaciones de *Durango* y *Zelaieta* se encuentran dentro del casco urbano de los pueblos de Durango y Amorebieta respectivamente. La estación de *Amorebieta* y *Montorra* se localizan en el término municipal de Amorebieta, la primera dentro del polideportivo municipal, en los extrarradios del pueblo y la otra en el barrio de Montorra dirección Durango.



a)



b)

Figura 6.2. – Estaciones de medida de calidad del aire de *Durango* (a) y *Amorebieta* (b)



Figura 6.3. – Estación de medida de calidad del aire de *Zelaieta*



Figura 6.4. – Estación de medida de calidad del aire de *Montorra*

De las cuatro estaciones, *Montorra* ha comenzado a recoger datos recientemente por lo que la información recogida no se puede considerar representativa y es por ello que no se han estudiado sus registros.

6.2 Valoración de los niveles de calidad del aire respecto al R.D. 1073/2002

Del estudio de los contaminantes NO₂, SO₂, CO y PM₁₀ registrados en las estaciones del Duranguesado, hasta el año 2004 solo el material particulado (PM₁₀) ha incumplido los valores límite impuestos en el R.D. 1073/2002.

En la siguiente tabla se muestra el porcentaje de datos válidos para cada una de las estaciones estudiadas:

Estacion	Porcentaje de datos válidos		
	Año 2002	Año 2003	Año 2004
Durango	80.00	87.95	90.96
Amorebieta	0.00	76.16	87.95
Zelaieta	0.00	69.32	91.23

Tabla 6.1 – Porcentaje de datos válidos en las estaciones de la comarca del Duranguesado

La evolución de las medias anuales de PM₁₀ en los últimos años viene representada en la siguiente figura:

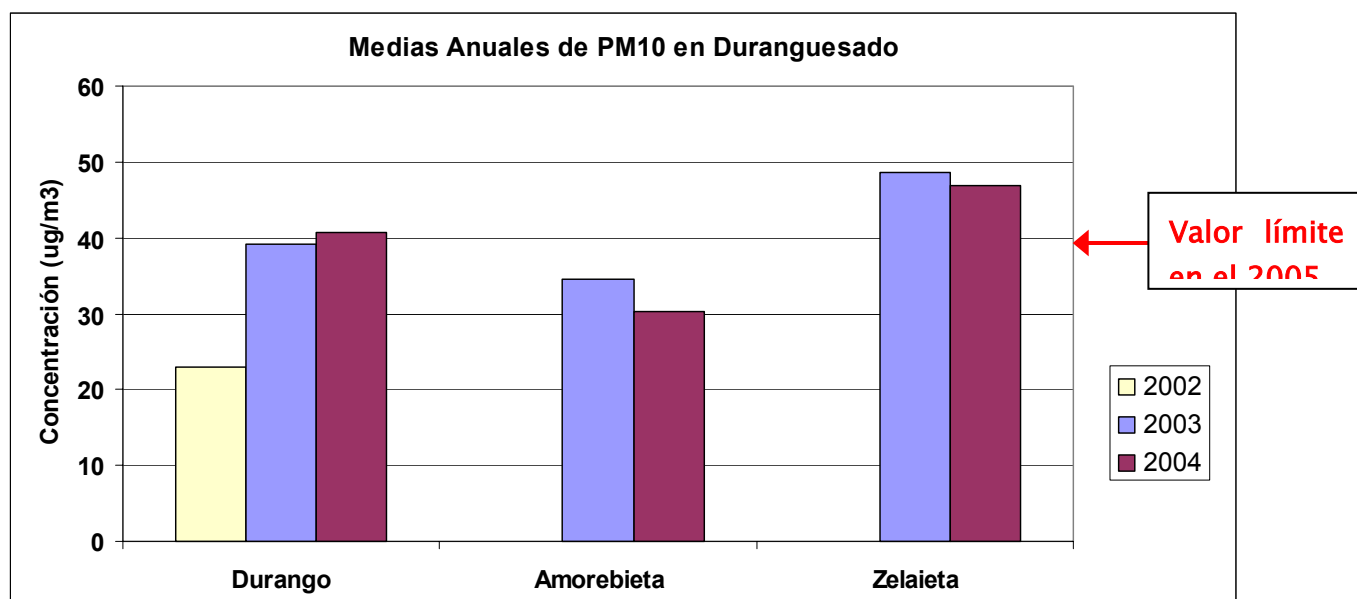


Figura 6.5. – Evolución de las concentraciones medias anuales de PM₁₀ en las estaciones de la comarca del Duranguesado

De las tres estaciones, *Zelaieta* (año 2003 y 2004) y *Durango* (año 2004) sobrepasan el valor límite anual (40 µg/m³) establecido para PM₁₀ que debe cumplirse en el 2005. Hasta el año 2005, el R.D. 1073/2002 establece un margen de tolerancia que solo *Zelaieta* rebasa tanto en los años 2003 y 2004, **incumpliendo la normativa en vigor**. Debido a ese margen de tolerancia, *Durango* en el 2004 en lo que se refiere a la media anual de PM₁₀, sí consiguió cumplir la normativa.

El R.D. 1073/2002 también establece un número limitado de superaciones de un valor límite diario de PM₁₀. En la siguiente grafica se muestra la evolución del número de superaciones:

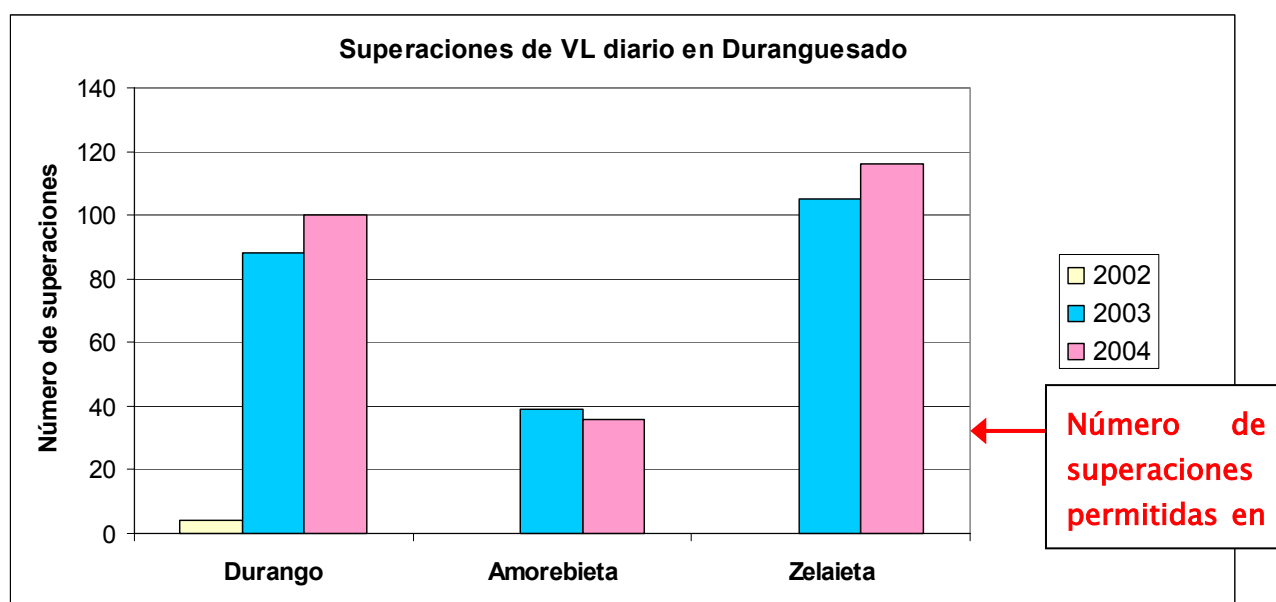


Figura 6.6. – Evolución de las superaciones del valor límite diario de PM₁₀ en las estaciones de la comarca del Duranguesado

Todas las estaciones muestran más de 35 superaciones anuales del valor límite diario (50 µg/m³) permitido para el año 2005. Sin embargo, teniendo en cuenta el margen de tolerancia establecido en el R.D. 1073/2002 para los años 2003 y 2004, son las estaciones de **Zelaieta** y **Durango** las que durante ambos años **incumplieron la legislación actual**.

Aunque los datos no tienen una buena representatividad temporal, parece que el número de superaciones de valor límite diario tiende a aumentar, mientras que las medias anuales disminuyen a excepción de Durango.

6.3 Identificación de las causas de superación de los valores límite en la estación de Durango

Próximo al núcleo urbano de Durango se encuentran emplazadas un importante número de industrias, en especial fundiciones. Además, en los alrededores y

circunvalando el núcleo urbano existe un importante nudo de carreteras con un elevado tráfico.

La estación de medida de la calidad del aire de Durango recoge la influencia de toda la actividad antropogénica del propio término municipal así como otros municipios colindantes, en especial Iurreta.

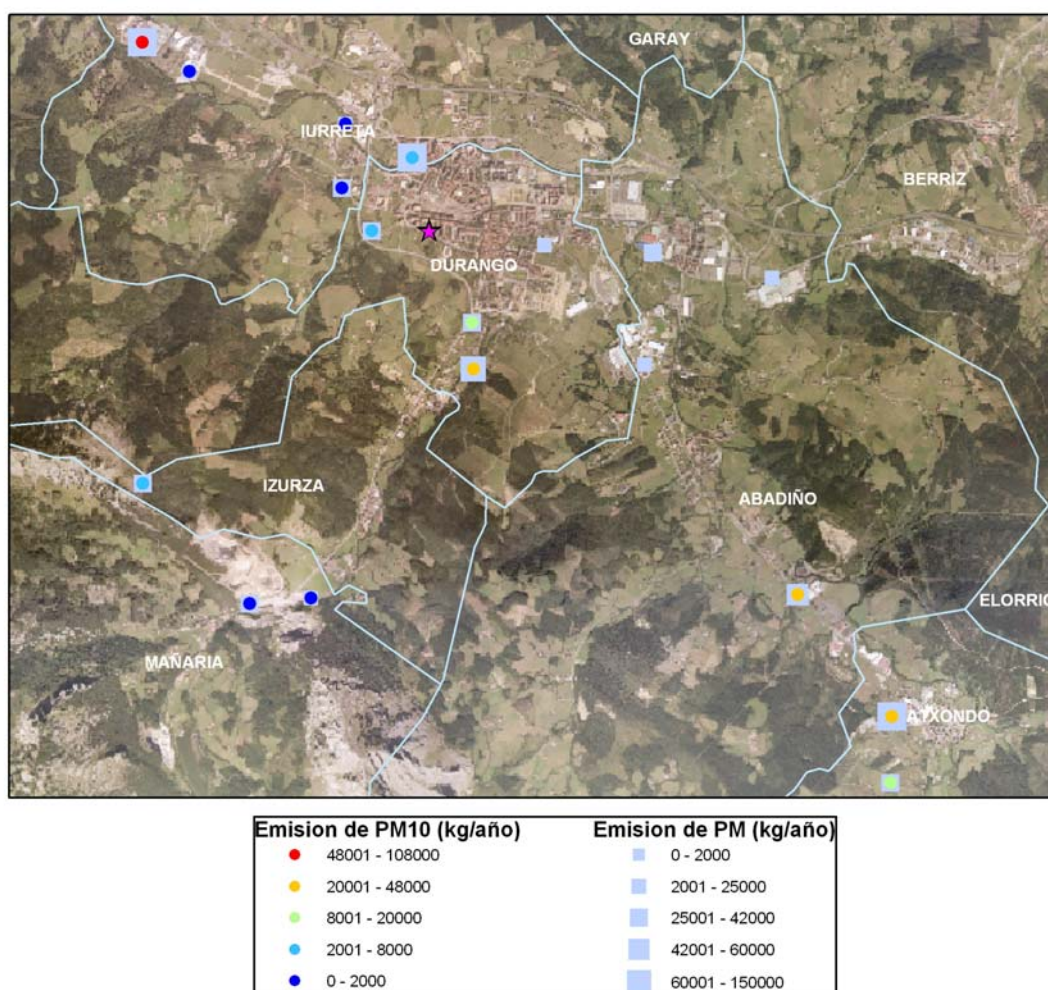


Figura 6.7. – Emisión de PM₁₀/PM en las empresas entorno al núcleo urbano de Durango incluidas en el Inventario de Emisiones de la CAPV del año 2002

6.3.1 Relación de concentraciones de PM₁₀ con variables meteorológicas

Las direcciones de viento predominantes en Durango son las correspondientes al **cuatro cuadrante**: oeste-noroeste (WNW) y noroeste (NW), y del **segundo cuadrante**: sur-sureste (SSE) y sureste (SE). Es destacable la variación en la dirección de viento según el momento del día, tomando sentidos contrarios a lo largo del valle durante el periodo diurno y el nocturno. No son muy frecuentes las situaciones de calma (en 2003, 16% de las horas tienen $v_{z=26m} < 0.6$ m/s) lo que propicia una mejor dispersión de los contaminantes emitidos en la zona.

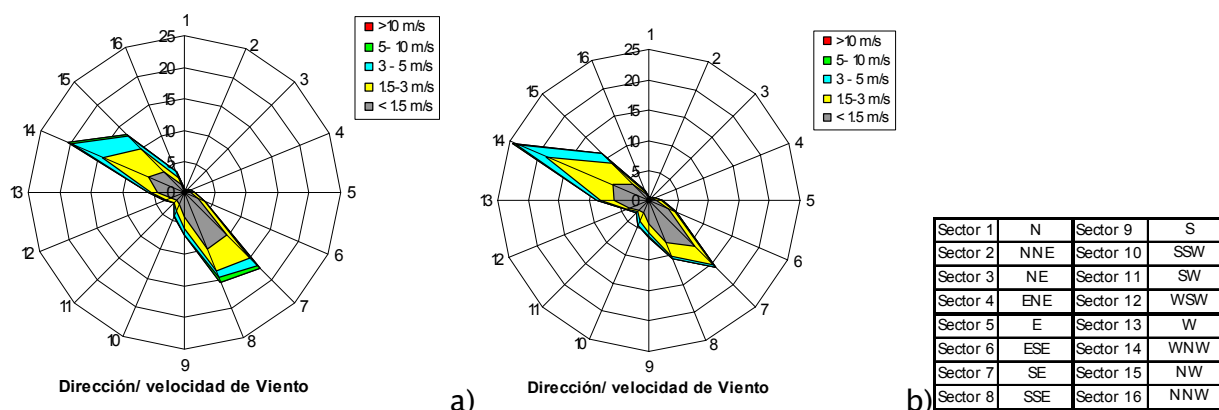


Figura 6.8. – Rosas de viento para la estación de *Durango* en 2003 (a) y 2004 (b)

Con la finalidad de poder discernir la procedencia de concentraciones altas de PM₁₀, los datos se han contrastado con direcciones y velocidades de viento registradas junto a la cabina de medida de contaminantes. Se han estudiado los años 2002, 2003 y 2004 obteniendo unos resultados similares todos los años (Figura 6.9).

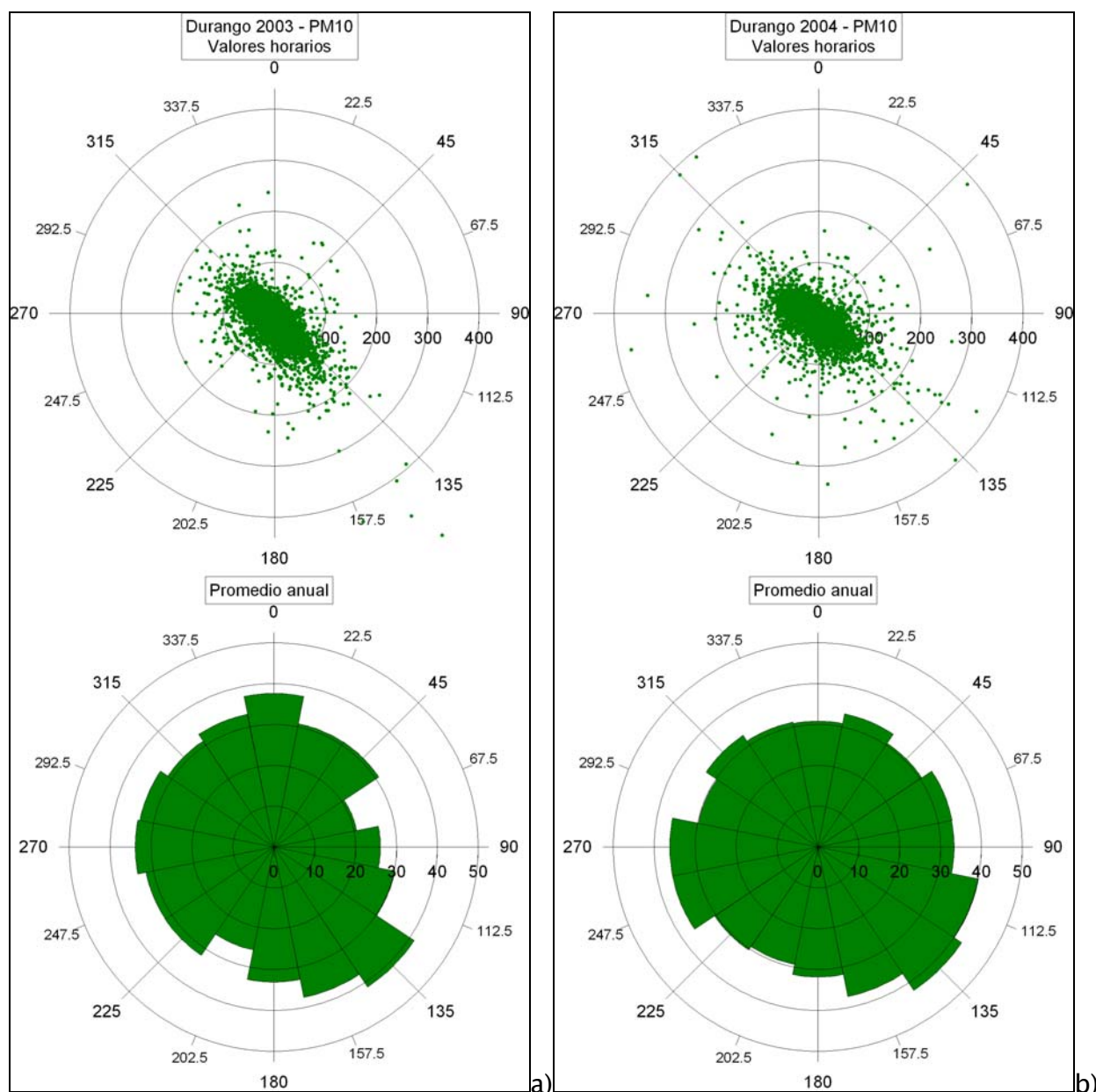
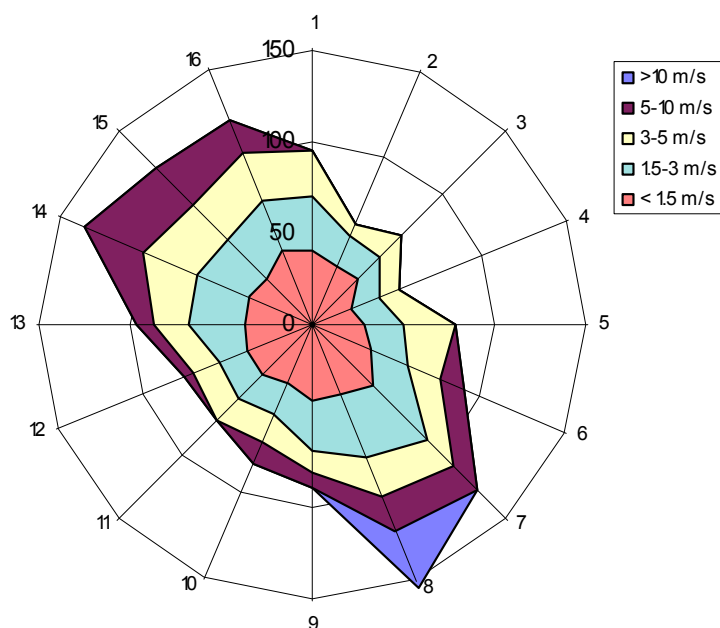


Figura 6.9. – Concentraciones promedio de PM_{10} por sectores de dirección de viento en la estación de *Durango* en el año 2003 (a) y 2004 (b)

En el análisis de concentraciones de PM_{10} por direcciones de viento podemos apreciar que la **dirección SE muestra el mayor promedio de las concentraciones horarias**. Esta dirección de viento es la que todos los años muestra un promedio de PM_{10} mayor que el resto. También presentan promedios anuales de PM_{10} altos la dirección norte (N) y direcciones próximas a la oeste (W).

a) Dirección SE

Esta dirección es una de las direcciones de viento predominante en Durango y además la que mayor concentración media anual de PM_{10} muestra. Distinguiendo por velocidades de viento, existe una diferencia importante en concentraciones medias a velocidades bajas ($v < 3$ m/s) y a velocidades altas ($v \geq 3$ m/s).



Sector 1	N	Sector 9	S
Sector 2	NNE	Sector 10	SSW
Sector 3	NE	Sector 11	SW
Sector 4	ENE	Sector 12	WSW
Sector 5	E	Sector 13	W
Sector 6	ESE	Sector 14	WNW
Sector 7	SE	Sector 15	NW
Sector 8	SSE	Sector 16	NNW

Figura 6.10. – Concentraciones promedio de PM_{10} por sectores de dirección de viento y rangos de velocidad en *Durango* en el año 2003

La diferencia de concentraciones de PM_{10} según velocidad de viento se da en muchas direcciones de viento. Sin embargo, es la dirección SE donde es más destacable, existiendo elevadas concentraciones de PM_{10} a bajas velocidades de viento que disminuyen de manera significativa cuando $v > 3$ m/s. Este efecto está asociado a la influencia en la calidad del aire de los focos emisores cercanos.

b) Direcciones WNW-NW

La dirección WNW es junto con la SE, la dirección de viento predominante en Durango. A velocidades bajas de viento ($v < 3$ m/s) las concentraciones de PM_{10} son menores que en la dirección SE. A su vez, la diferencia entre concentraciones medias de PM_{10} para velocidades de viento altas y bajas, no es tan significativa como en el caso de la dirección SE. Por lo tanto se considera que para las direcciones de viento WNW–NW **existen focos emisores alejados del punto de medida que están influyendo** en los niveles de PM_{10} registrados.

c) Dirección W–WSW

Estas direcciones de viento no son predominantes en Durango, en especial la dirección WSW. Las concentraciones medias de PM_{10} muestran diferencias significativas entre velocidades de viento bajas y altas, en especial si se compara con las direcciones WNW–NW. Por ello, se considera que en las direcciones de viento W–WSW, son los focos cercanos los que están influyendo en la calidad de aire. Hay que destacar, que en comparación con la dirección SE, las direcciones W–WSW a velocidades de viento bajas ($v < 3$ m/s) muestran menores concentraciones medias de PM_{10} .

d) Dirección N

Aunque en ciertos casos se dan concentraciones altas de PM_{10} , esta no es una dirección predominante (frecuencia menor de 1%). Las mayores concentraciones se dan a bajas velocidades de viento ($v < 1.5$ m/s) aunque son menores que en la dirección SE.

6.3.2 Ciclo diario de PM_{10} , $PM_{2.5}$ y NO_x

De la media anual calculada para cada hora del día se puede observar la evolución diaria de las concentraciones de PM_{10} , $PM_{2.5}$ y NO_x .

La figura 6.11 muestra un ciclo diario típico de estaciones urbanas, con dos picos que alcanzan su máximo por la mañana alrededor de las 8 (hora solar) y por la tarde alrededor de las 19 (hora solar). Sin embargo, hay que destacar que el ciclo mostrado en la estación de *Durango* difiere con respecto al registrado en otras estaciones urbanas en las que el principal foco emisor es el tráfico. En el caso de *Durango*, el pico de la mañana de las concentraciones de PM_{10} comienza sobre la hora 3 mientras en otras estaciones urbanas lo hace sobre la hora 5. Este es el caso de la estación urbana de *Indautxu* en el centro de Bilbao, afectada principalmente por el tráfico.

En *Durango*, ocurre lo mismo para el caso de $PM_{2.5}$. Estas variaciones en el ciclo diario de PM_{10} y $PM_{2.5}$ nos indican la **afección de otros focos emisores distintos del tráfico**.

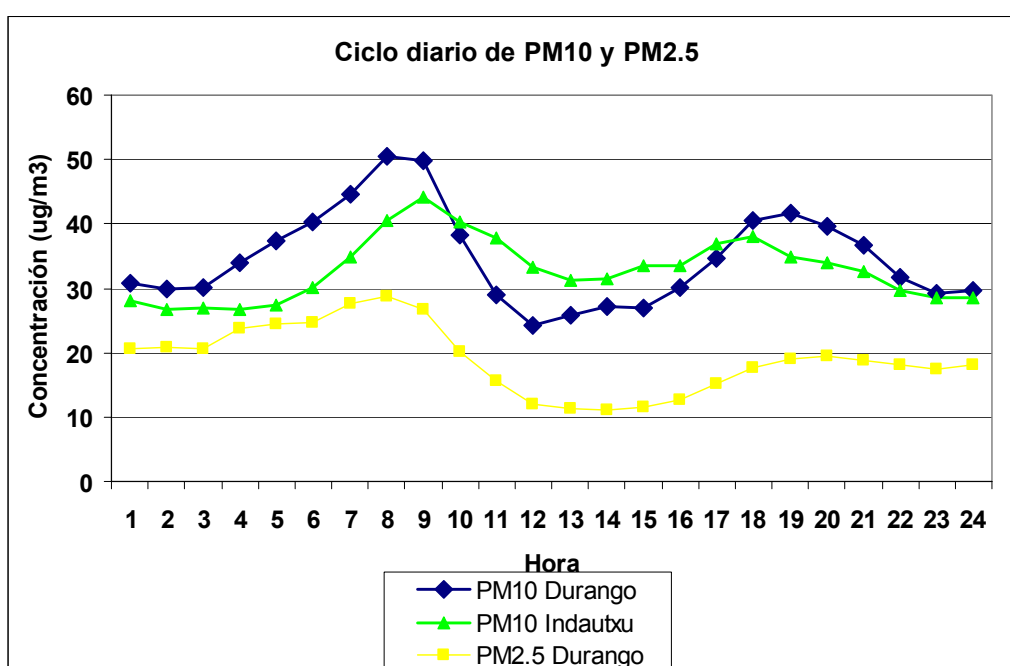


Figura 6.11. – Ciclo diario de PM_{10} y $PM_{2.5}$ en la estación de *Durango* en el año 2004

En el caso de NO_x , la evolución del ciclo diario es más acorde con la de una estación urbana, existiendo una disminución de la concentración durante el periodo nocturno hasta las 4-5 de la mañana donde comienza el pico de la mañana. En *Durango*, por la tarde, el pico alcanza su máximo a las 20 (hora solar) quizás unas horas retrasado con respecto a la estación de *Indautxu* en las que influye directamente el tráfico urbano.

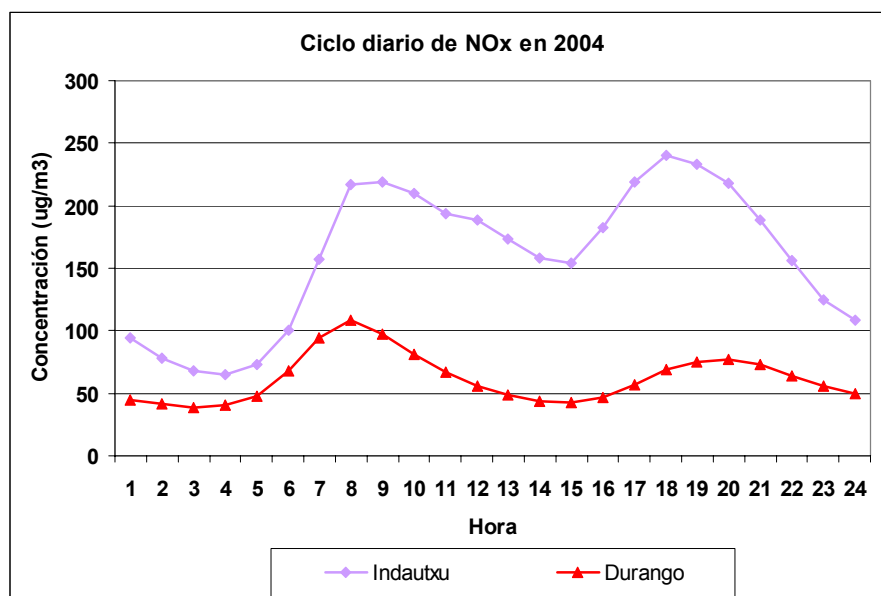


Figura 6.12. – Ciclo diario de NO_x en la estación de *Durango* e *Indautxu* en el año 2004

6.3.3 Variación mensual de PM_{10} y NO_x

Los óxidos de nitrógeno (NO_x) presentan un claro ciclo anual. Las medias mensuales disminuyen durante la primavera-verano alcanzándose las mayores concentraciones durante el otoño e invierno. Esto está asociado a la variabilidad de la situación atmosférica durante el año. En la época invernal la presencia de situaciones de estabilidad generadas por inversiones térmicas impiden la dispersión los contaminantes emitidos con el consecuente aumento de la concentración. Por

supuesto, el consumo de energía (calefacciones, ...) aumenta y consecuentemente la emisión de NO_x.

Sin embargo, la media mensual de PM₁₀ no parece seguir un patrón claro a lo largo del año. Como ya se ha comprobado en otros estudios, **existe una fuerte influencia de la precipitación sobre los niveles de PM₁₀**. Es por ello, que meses como Abril, cuando las precipitaciones de lluvia son mayores, presentan concentraciones de PM₁₀ más bajas que otros meses. 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.

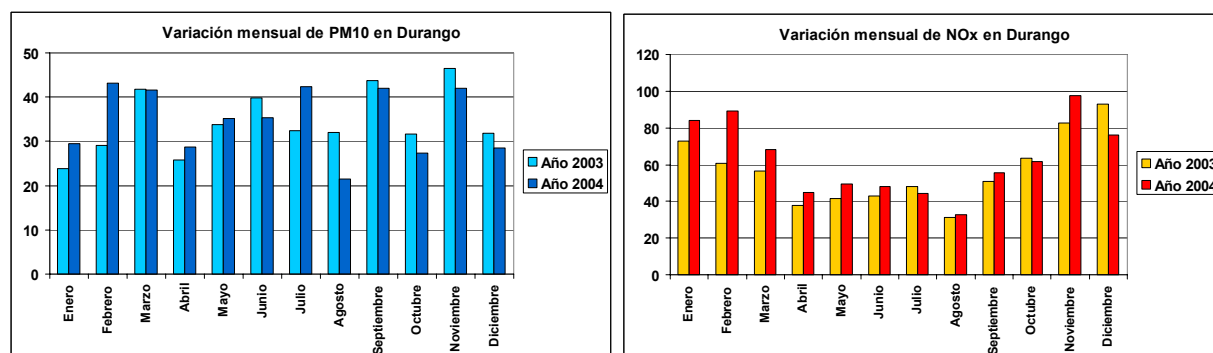


Figura 6.13. – Variación mensual de concentración de PM₁₀ y NO_x en *Durango*

6.3.4 Relación entre concentraciones de PM₁₀ y PM_{2.5}

PM_{2.5} representa la fracción más pequeña del material particulado (menor de 2.5 micras de diámetro). La figura 6.14 en comparación con la figura 6.9 muestra que la distribución de concentraciones medias de PM_{2.5} es similar a la de PM₁₀. Por ello, se puede concluir que en general son **los mismos focos los que contribuyen a los niveles de PM₁₀ y PM_{2.5}**.

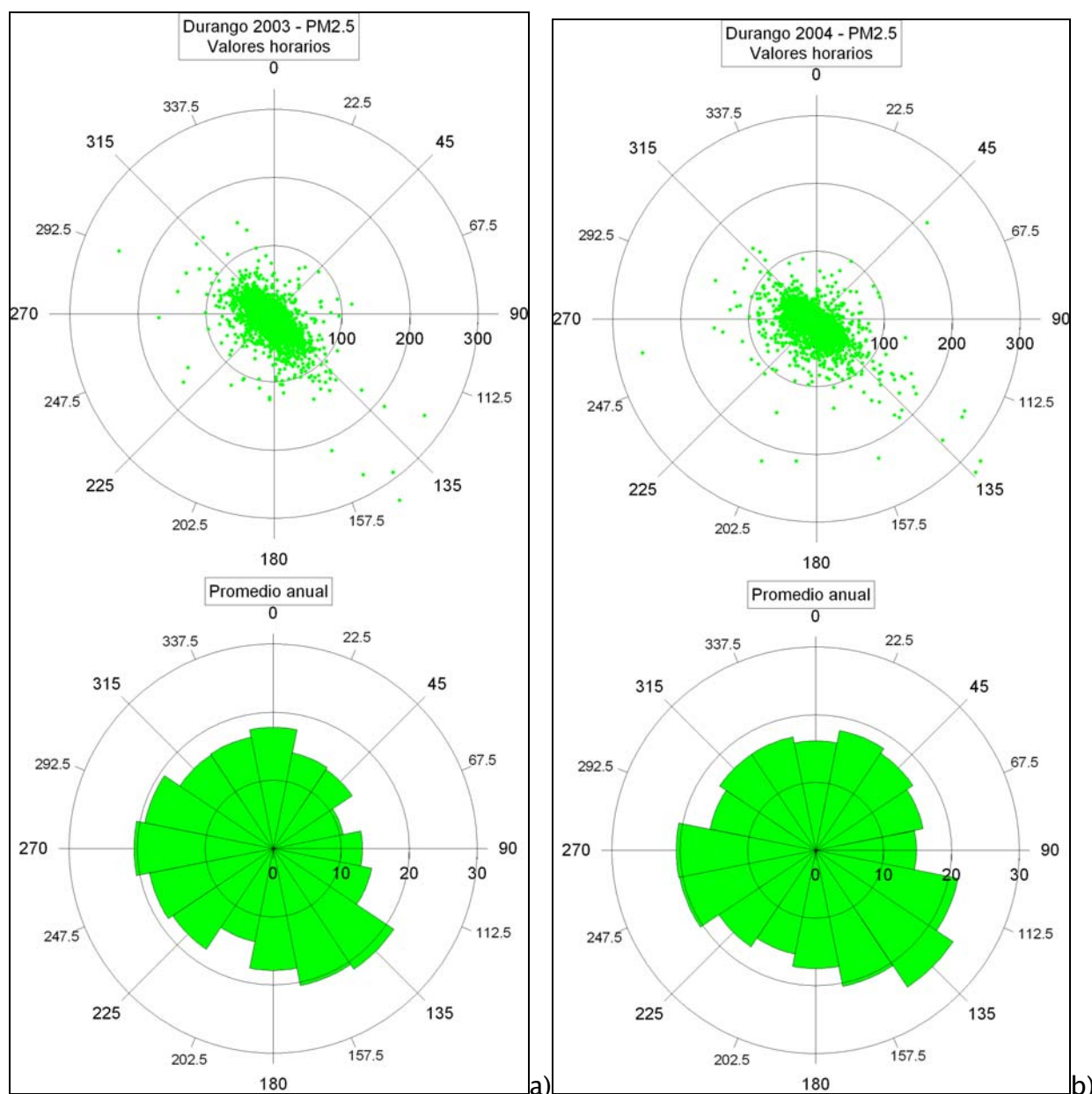


Figura 6.14. – Concentraciones promedio de $PM_{2.5}$ por sectores de dirección de viento en *Durango* en el año 2003 (a) y 2004 (b)

En *Durango*, el ratio $PM_{2.5}/PM_{10}$ es 0.57 y 0.55 en 2003 y 2004 respectivamente lo que muestra un ratio menor (mayor proporción de PM_{10}) que otras zonas como por ejemplo en Amorebieta.

6.4 Identificación de las causas de superación de los valores límite en las estaciones de Amorebieta

El término municipal de Amorebieta soporta un importante tráfico de vehículos tanto de carácter urbano como interurbano y de larga distancia. Hay que recordar que próximo al núcleo urbano discurre la variante a la antigua N-634 que pasaba por el centro del núcleo urbano, así como la autopista A-8. También por el centro del núcleo urbano discurre en la actualidad la carretera BI-635 entre Lemoa y Gernika.

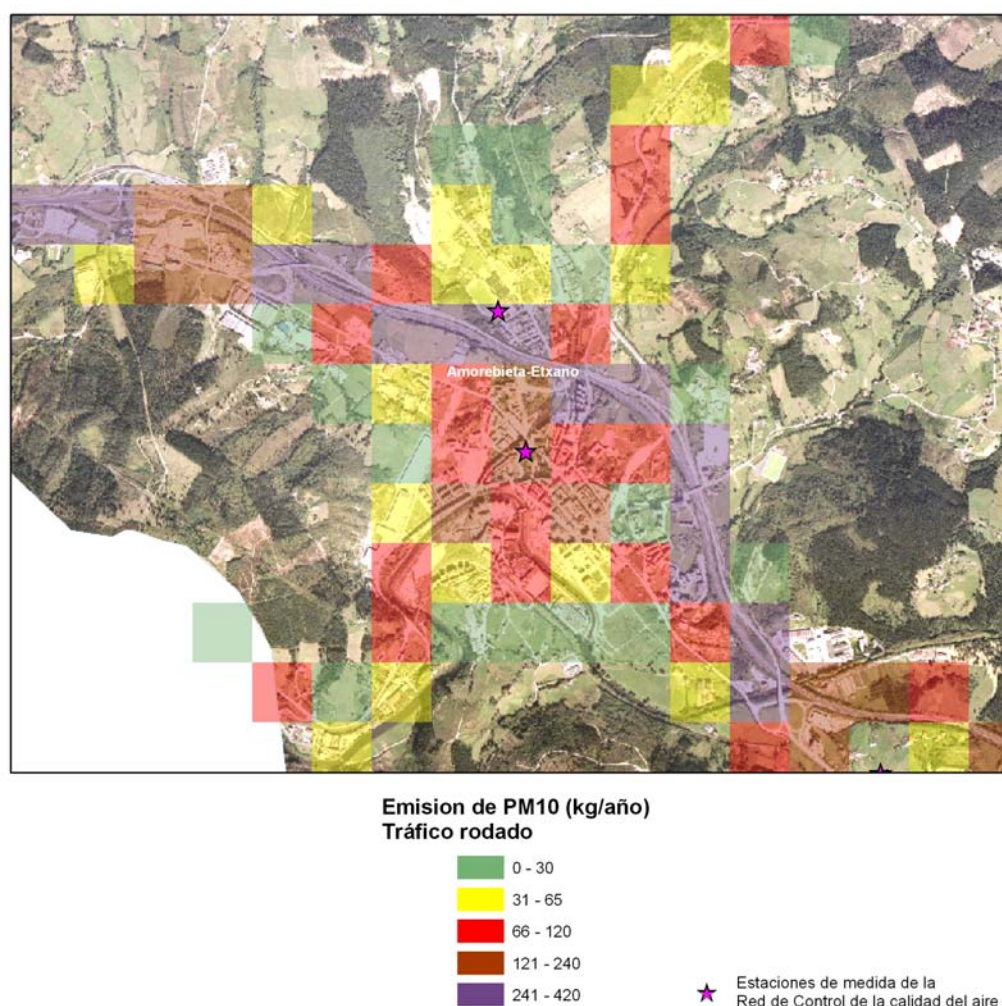


Figura 6.15. – Emisión de PM₁₀ asociada al sector del transporte en el año 2002 en el entorno del núcleo urbano de Amorebieta

Los resultados presentados a continuación no contemplan el efecto de la planta de ciclo de combinado de Bizkaia Energia en el barrio de Boroa dentro del término municipal de Amorebieta. Se han estudiado los años 2003 y 2004, únicos en los que existen registros.

Las estaciones de medida de la calidad del aire de Amorebieta (*Zelaieta*, *Amorebieta*) recogen la influencia del tráfico, así como el resto de actividades antropogénicas del propio municipio y otros colindantes. Hay que desatacar la alta emisión de contaminantes por unidad de superficie (Figura 6.15) debida al tráfico existente entorno al núcleo principal de población.

6.4.1 Relación de concentraciones de PM₁₀ y NO_x con variables meteorológicas

Al igual que en el caso de la estación de *Durango*, hemos representado las concentraciones de PM₁₀ de las estaciones de *Amorebieta* y *Zelaieta* frente a variables de movimiento de las masas de aire (dirección y velocidad de viento) de la torre meteorológica emplazada en la estación de *Amorebieta* (z=10m.).

a) Estación de *Amorebieta*

Los resultados en la estación de *Amorebieta* muestran claras direcciones de viento en las que las concentraciones medias de contaminantes son mayores. En el caso de PM₁₀ aparece la dirección ESE y adyacentes destacando sobre el resto. Este mismo rango de direcciones de viento produce las mayores concentraciones de NO_x, aunque también destacan sobre el resto la dirección WSW y adyacentes (Figura 6.17).

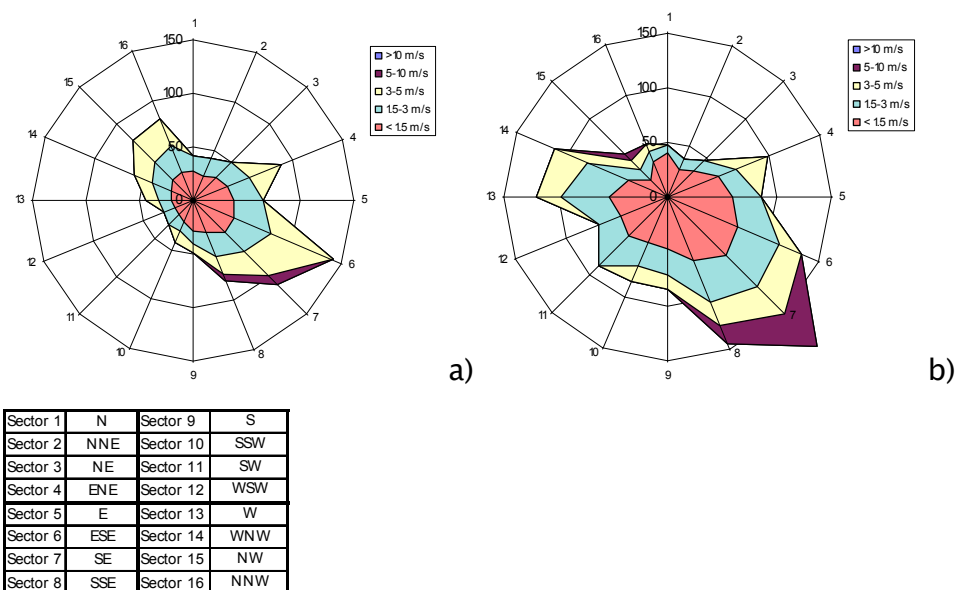


Figura 6.16. – Concentraciones promedio de PM_{10} (a) y NO_x (b) por sectores de dirección de viento y rangos de velocidad en Amorebieta en el año 2004

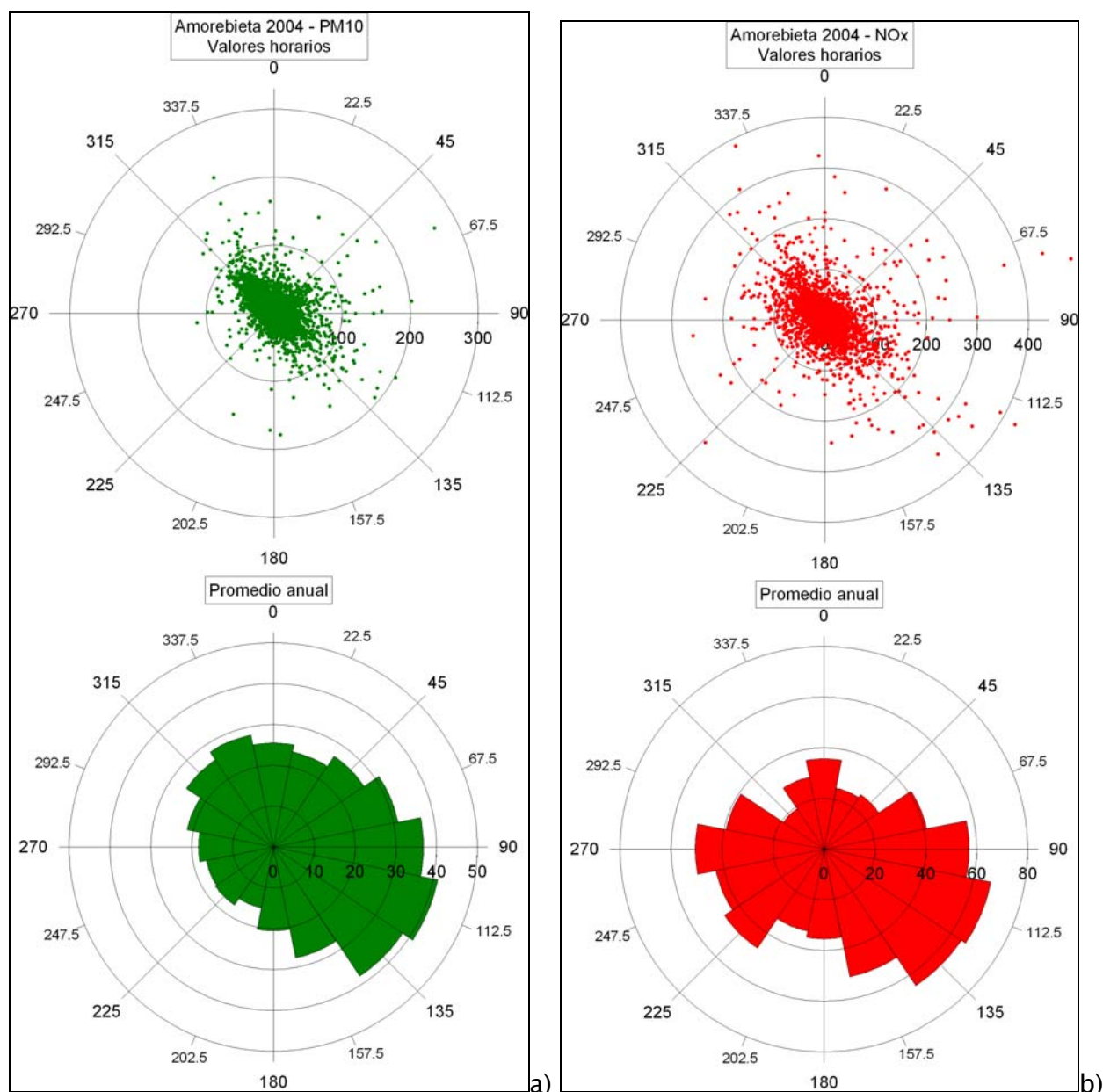


Figura 6.17. – Concentraciones promedio de PM₁₀ (a) y NO_x (b) por sectores de dirección de viento en la estación de *Amorebieta* en el año 2004

Si tenemos en cuenta la velocidad de viento, los resultados de PM₁₀ presentan las mayores concentraciones a velocidades menores de 1.5m/s y direcciones ESE, SE. En el rango de velocidades 1.5–3 m/s destacan sobre las demás direcciones de viento, las concentraciones registradas en la dirección ESE (~30% mayor que en el resto de direcciones), indicando un transporte de PM₁₀ desde focos mas lejanos situados valle

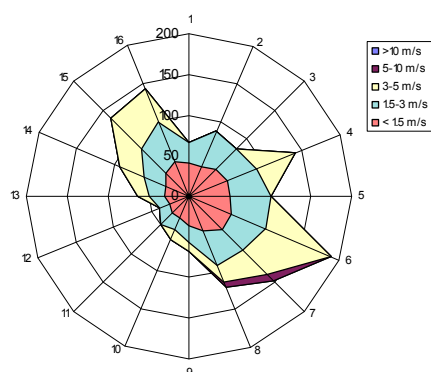
arriba (dirección Durango). El caso de NO_x se puede observar una importante contribución de los focos cercanos ya que para direcciones de viento próximas a la ESE, la diferencia entre velocidades bajas (<1.5 m/s) y medias-bajas es importante.

b) Estación de *Zelaieta*

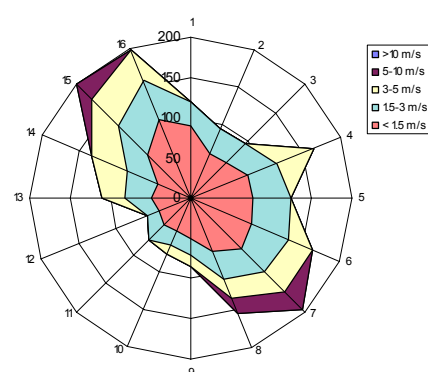
En las concentraciones medias de PM₁₀ destacan principalmente las direcciones SE y NW. Para este contaminante, las diferencias con el resto de direcciones del arco SE-NE-NW no es tan grande como en el caso del NO_x en la que la dirección NWN destaca sobre las demás (Figura 6.19).

Cabe reseñar que durante los años 2003-2004 en las cercanías del emplazamiento de la estación de *Zelaieta* ha habido numerosas obras de carácter urbano. Esto ha podido influir las concentraciones de material particulado registradas.

Si tenemos en cuenta la velocidad de viento, observamos un patrón similar al caso de la estación de *Amorebieta*: PM₁₀ no muestra grandes diferencias de concentración entre velocidades de viento bajas y medias-bajas, mientras que NO_x presenta diferencias de hasta 50% en las direcciones NWN, SE. Esto confirma que **existe transporte de PM₁₀ de focos lejanos situados en dirección Durango**



a)



b)

Sector 1	N	Sector 9	S
Sector 2	NNE	Sector 10	SSW
Sector 3	NE	Sector 11	SW
Sector 4	ENE	Sector 12	WSW
Sector 5	E	Sector 13	W
Sector 6	ESE	Sector 14	WNW
Sector 7	SE	Sector 15	NW
Sector 8	SSE	Sector 16	NNW

Figura 6.18. – Concentraciones promedio de PM₁₀ (a) y NO_x (b) por sectores de dirección de viento y rangos de velocidad en Zelaia en el año 2004

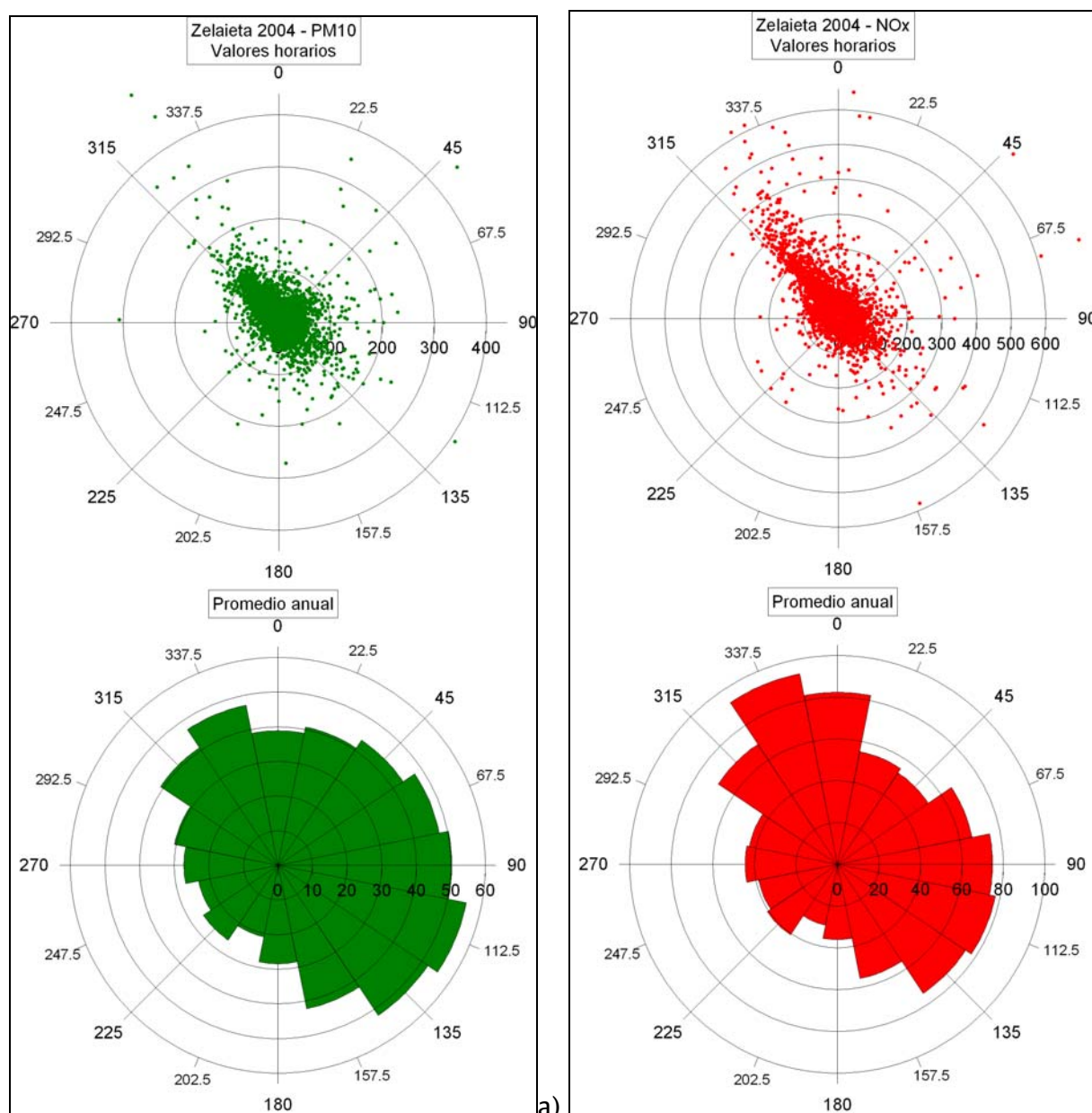


Figura 6.19. – Concentraciones promedio de PM_{10} (a) y NO_x (b) por sectores de dirección de viento en la estación de *Zelaieta* en el año 2004

6.4.2 Ciclo diario de PM_{10} , $PM_{2.5}$ y NO_x

De la media anual calculada para cada hora del día se puede observar la evolución diaria de las concentraciones de PM_{10} , $PM_{2.5}$ y NO_x .

La figura 6.20 muestra para las estaciones de *Amorebieta* y *Zelaieta* un ciclo parecido al de estaciones urbanas, con dos picos que alcanzan su máximo por la mañana alrededor de las 9 (hora solar) y por la tarde alrededor de las 17-18 (hora solar), según la estación.

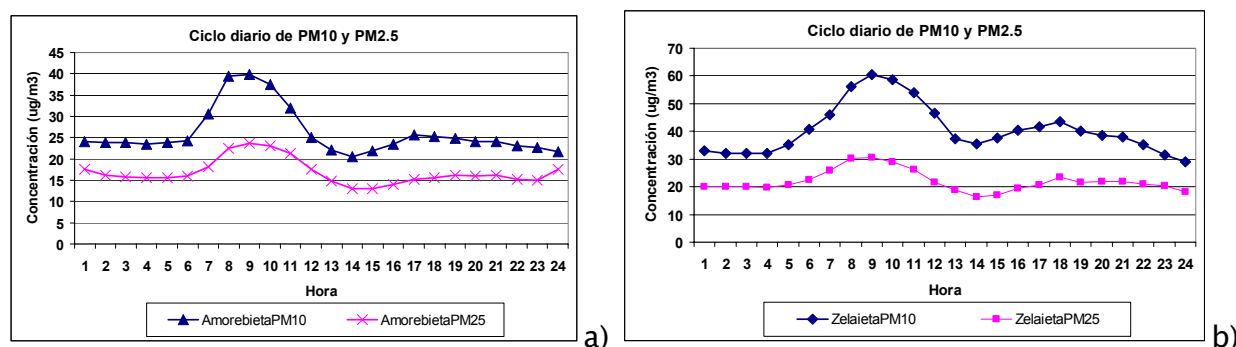


Figura 6.20. – Ciclo diario de PM₁₀ y PM_{2.5} en las estaciones de *Amorebieta* (a) y *Zelaieta* (b) en el año 2004

En comparación, las dos estaciones ubicadas en Amorebieta difieren en dos aspectos. En primer lugar la estación de *Zelaieta* comienza el pico de la mañana sobre las 4 de la mañana mientras la de *Amorebieta* lo hace sobre las 6. En segundo lugar, la estación de *Zelaieta* presenta el pico de la tarde de forma mas pronunciada que la estación de *Amorebieta* en la que la pendiente de disminución por la noche es menor. Estas diferencias son justificables desde el emplazamiento de cada una de las estaciones presentando los resultados de *Zelaieta* unas características más típicas de actividad urbana. Además del tráfico urbano, en el entorno de esta estación de *Zelaieta* todavía funcionan numerosas calefacciones de gasoil.

En los resultados correspondientes al NO_x (Figura 6.21) se aprecia un segundo pico por la tarde (máximo a las 20 horas) confirmando el carácter urbano de la estación de *Zelaieta*. Este pico apenas destaca en la estación de *Amorebieta*.

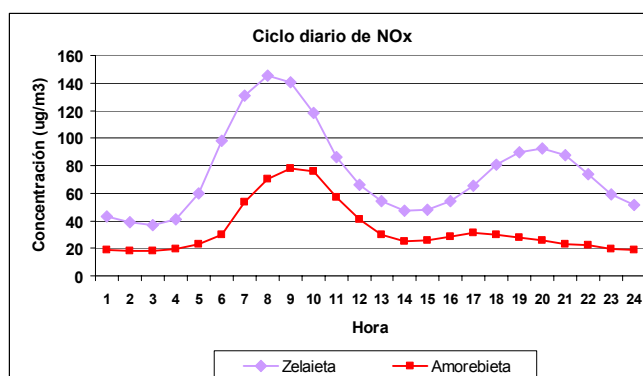
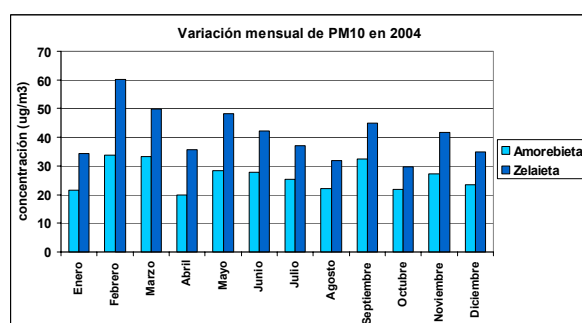


Figura 6.21. – Ciclo diario de NOx en las estaciones de *Amorebieta* y *Zelaieta* en el año 2004

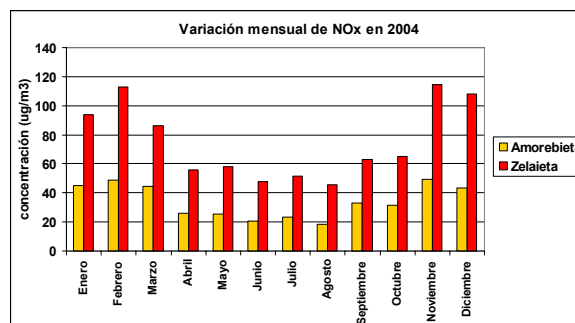
6.4.3 Variación mensual de PM₁₀ y NOx

Al igual que en el caso de *Durango*, las dos estaciones de Amorebieta (*Zelaieta* y *Amorebieta*) presentan para los óxidos de nitrógeno (NO_x) un claro ciclo anual. Las medias mensuales disminuyen durante la primavera-verano alcanzándose las mayores concentraciones durante el otoño e invierno.

La media mensual de material particulado (PM₁₀) tampoco parece seguir un patrón claro a lo largo del año. La influencia de la precipitación sobre los niveles de PM₁₀ queda patente en meses como enero, abril y octubre, en los cuales, comparando entre las estaciones de esta comarca (*Durango*, *Amorebieta*, *Zelaieta*), existe una misma variación respecto de los meses contiguos. Es decir, aunque existan diferentes focos influyendo sobre cada estación, la 'limpieza' efectuada por la lluvia afecta de forma general los niveles de material particulado (PM₁₀) en la comarca.



a)



b)

Figura 6.22. – Variaciones mensual de la concentración de PM₁₀ (a) y NO_x (b) en *Amorebieta* y *Zelaieta*

6.4.4 Comparación de los niveles de PM₁₀ y PM_{2.5}

En la figura 6.23 mostramos los niveles medios anuales de PM₁₀ de las estaciones de *Zelaieta* y *Amorebieta* así como otras estaciones ubicadas en entorno urbano con alto nivel de tráfico (*Mazarredo* e *Indautxu* en Bilbao). De todas ellas, *Zelaieta* tiene los mayores valores.

Si representamos (Figura 6.24) los niveles medios anuales de PM_{2.5} junto con la estación de *Siete Campas* situada junto a la A-8 a su paso por Zorroza (Bilbao) podemos ver como los valores también son mayores en *Zelaieta*. Los valores de la estación de *Amorebieta* son similares a los de *Siete Campas*.

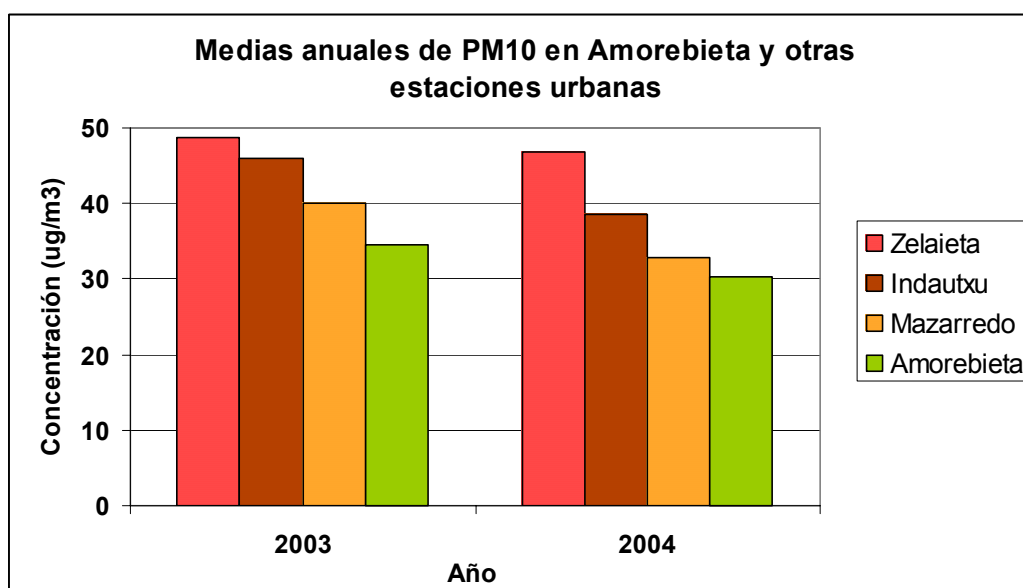


Figura 6.23. – Concentraciones medias anuales de PM₁₀ en estaciones del término municipal de Amorebieta (*Zelaieta* y *Amorebieta*) y otras urbanas de Bilbao

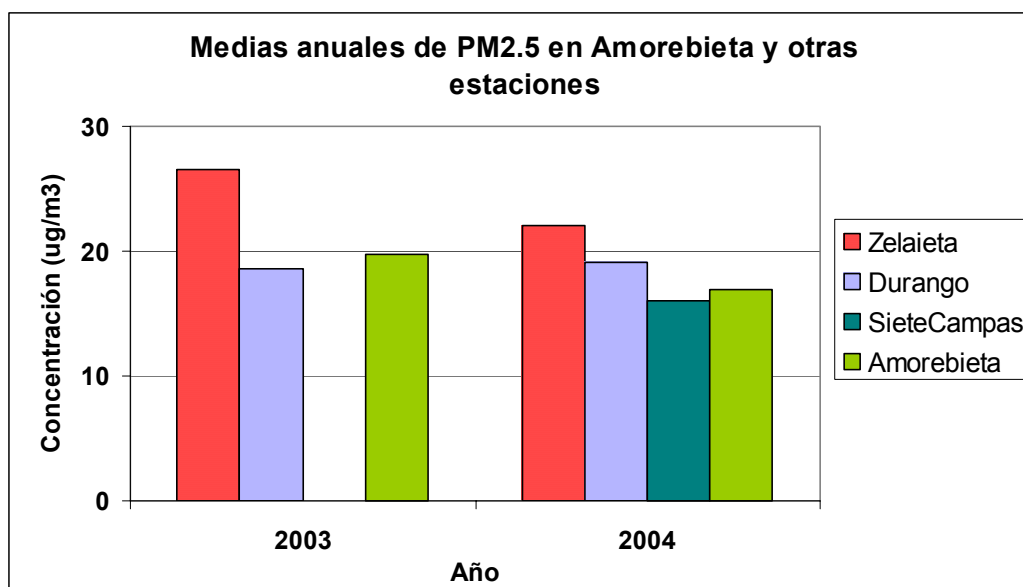


Figura 6.24. – Concentraciones medias anuales de PM_{2.5} en estaciones del término municipal de Amorebieta (*Zelaieta* y *Amorebieta*) y otras estaciones referencia

Los niveles de PM₁₀ en *Zelaieta* en relación con otros registrados en otras cabinas urbanas pueden explicarse a través de la **influencia de las obras urbanísticas llevadas a cabo en el entorno de *Zelaieta*** durante los años de estudio. El tráfico, cuyas emisiones directas deben asociarse principalmente a PM_{2.5}, también produce la resuspensión de material particulado (principalmente PM₁₀) acumulado en el suelo. Esta resuspensión se produce debido a la propia circulación de los vehículos, contribuyendo de manera muy importante en los niveles generales de PM₁₀ registrados en el municipio de Amorebieta.

Por otra parte, comparando la figura 6.25 con las 6.16(a) y 6.19(a) se observa que la distribución de concentraciones medias por sector de viento de PM_{2.5} es similar a la de PM₁₀. No se puede distinguir ninguna dirección de viento en la que uno de los contaminantes destaque frente al otro. Por ello, la comparación de concentraciones según sectores de viento de PM_{2.5} y PM₁₀ no permite distinguir la afección de ningún foco concreto.

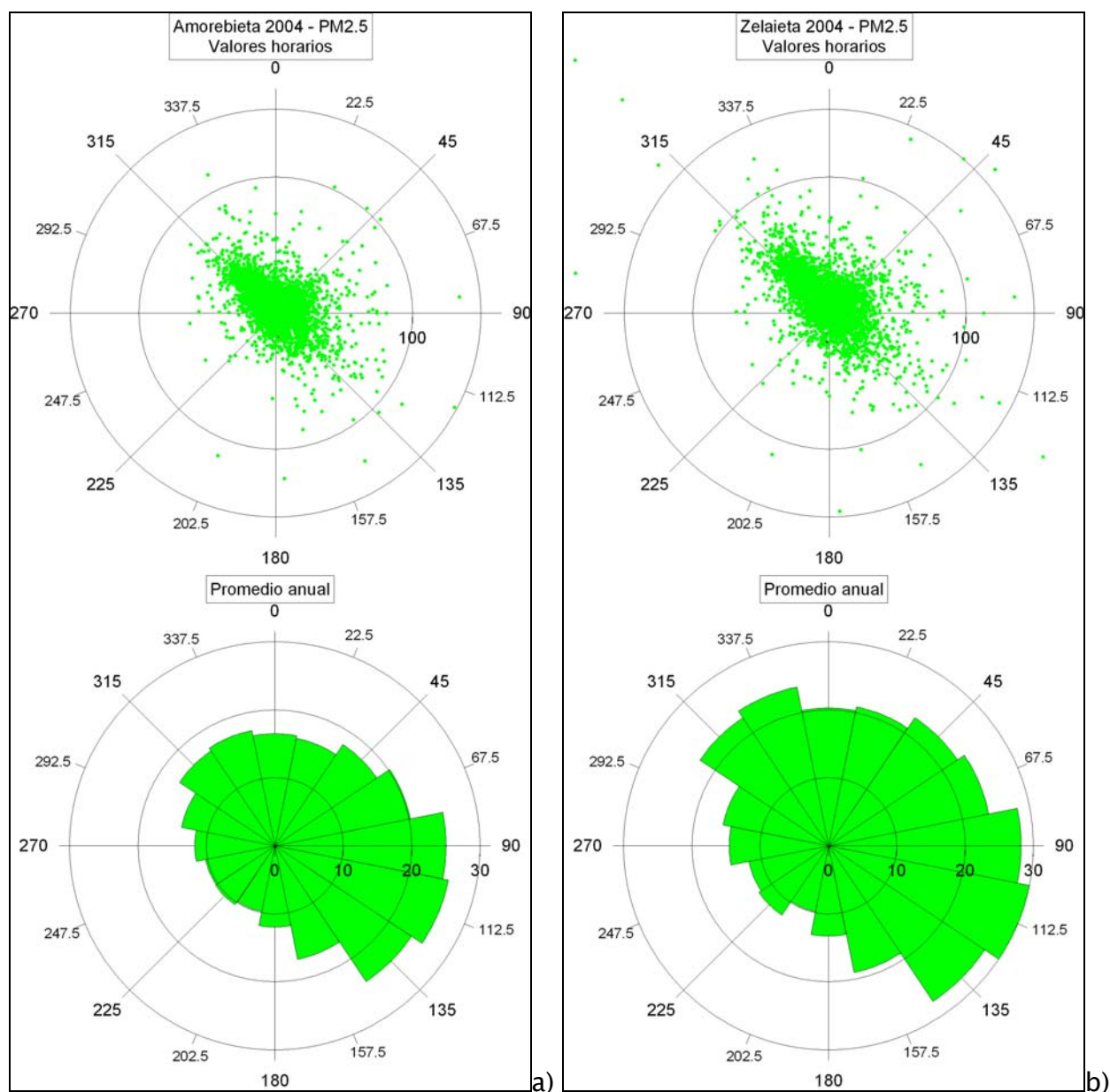


Figura 6.25. – Concentraciones promedio de $PM_{2.5}$ por sectores de dirección de viento en la estación de *Amorebieta* (a) *Zelaieta* (b) en el año 2004

Los ratios de $PM_{2.5}$ y PM_{10} para los años 2003 y 2004 se muestran en la siguiente tabla.

Estacion	Ratio $PM_{2.5}/PM_{10}$	
	Año 2003	Año 2004
<i>Amorebieta</i>	0.63	0.64

<i>Zelaieta</i>	0.64	0.54
-----------------	------	------

Tabla 6.2. – Ratios de $PM_{2.5}/PM_{10}$ calculados a partir de valores diarios de concentración para las estaciones en el municipio de Amorebieta

La estación de *Amorebieta*, presenta en ambos años un ratio más alto (mayor proporción de $PM_{2.5}$) que la estación de *Durango*. Lo mismo ocurre en *Zelaieta* en el 2003. Sin embargo, esta última estación en el 2004 muestra un ratio similar al de Durango. Estos datos muestran que los diferentes focos de emisión están influyendo de diferente manera en las distintas estaciones de medida de la comarca del Duranguesado.

7. CONCLUSIONES

La comarca del Duranguesado se caracteriza por una alta actividad industrial a lo largo de la cuenca principal que une los núcleos urbanos de Amorebieta, Durango y Elorrio. Gran parte de estos focos industriales (fundiciones, industrias del papel, canteras, ...) se encuentran en el municipio de Durango y otros colindantes. Además de la **alta actividad industrial**, el Duranguesado soporta un **importante tráfico** urbano e interurbano entre núcleos de población relativamente cercanos. No menos importante es el intenso tráfico de media-larga distancia que circula por la autopista A-8 y la carretera nacional N-634. En estos dos sectores, la actividad industrial y el transporte, son los principales generadores de contaminación del aire en la comarca. Como se extrae del Inventario de Emisiones de la CAPV del año 2002, en la comarca, **la actividad industrial es el sector que más contribuye a las emisiones de PM₁₀** mientras que el transporte es el que más contribuye al total de NO_x emitido.

Los resultados del presente diagnóstico de la situación actual de la calidad del aire en el Duranguesado muestran un **incumplimiento de la normativa** actualmente en vigor (R.D. 1073/2002) **asociado al material particulado en aire ambiente (PM₁₀)**. Tanto el municipio de Durango como el de Amorebieta, municipios en los que están ubicadas las estaciones de medida de contaminantes, han sobrepasado los valores límite de PM₁₀ en los años 2003 y 2004. Además no parece que la tendencia general de las concentraciones muestre una situación de mejora.

Los vientos predominantes a lo largo del valle principal de la comarca, en cuyo centro se encuentra Durango, siguen la dirección del valle: direcciones correspondiente al cuarto cuadrante (WNW-NW) y segundo cuadrante (SE-SSE).

Los resultados del análisis de la procedencia del material particulado (PM_{10}) en Durango, muestran que la dirección con mayor concentración es la SE. Además en esta dirección de viento son los focos cercanos los que más influyen en los niveles registrados recogiendo las emisiones producidas en la zona de Tabira. Por otra parte, las direcciones de viento WNW y próximas muestran la influencia de focos más alejados cuyas emisiones son transportadas a lo largo del valle. Aunque la estación se encuentra en el núcleo principal de población, los niveles de calidad del aire se ven influenciados por otros focos emisores distintos al tráfico urbano. **La ubicación de diferentes industrias dentro o muy próximas al núcleo de población influye de forma importante en los niveles de PM_{10} registrados en Durango.**

El núcleo de población de Amorebieta, dispone de dos estaciones de medida de contaminantes las cuales se ven influenciadas de diferente manera por los focos emisores de la comarca. En los niveles de PM_{10} , la dirección de viento con mayor concentración es la SE y adyacentes. También destaca, aunque en menor medida, la dirección de viento NNW. Con direcciones de viento SE, el municipio de Amorebieta se ve influenciada por las **emisiones de focos lejanos situados a lo largo del valle en dirección a Durango**. En general, en mayor o menor medida **en las estaciones de Amorebieta se aprecia la influencia del sector del transporte por carretera**. Por su parte, la estación de Zelaieta situada dentro del casco urbano muestra unas características típicas de estaciones urbanas. Durante los años estudiados, los niveles de PM_{10} registrados en Zelaieta son altos, probablemente influenciados por obras urbanas realizadas durante dicho periodo.

Anexo: Fotos de algunos de los focos industriales más importantes relativo a emisores inventariadas de material particulado en el entorno del núcleo de población de Durango

a) Fundifes, S.A.



Figura A.1. – Fundifes, S.A. Situada al sur (S) del núcleo de población de Durango en la zona de Tabira



Figura A.2. – Fundifes, S.A. Situada al sur (S) del núcleo de población de Durango en la zona de Tabira

b) Fundiciones Fumbarri



Figura A.3. – Fundiciones Fumbarri. Situada al oeste (W) del núcleo de población de Durango

c) Fundiciones San Antonio de Urkiola (Funsan)



Figura A.4. – Fundiciones San Antonio de Urkiola (Funsan). Situada al sur (S) del núcleo de población de Durango, en la zona de Tabira

d) Fundiguel, S.A.



Figura A.5. – Fundiguel, S.A. Situada al norte (N) del núcleo de población de Durango, dentro del término municipal de Iurreta

