

Plan de Acción de calidad del aire en el municipio de Lemona



aireaAIRE

Diagnóstico de la contaminación atmosférica

2006



EUSKO JAURLARITZA



GOBIERNO VASCO

INGURUMEN ETA LURRALDE
ANTOLAMENDU SAILA

DEPARTAMENTO DE MEDIO AMBIENTE
Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO

 **ingurumena.net**

Documento: Plan de Acción de calidad del aire en el municipio de Lemona. Diagnóstico de la contaminación atmosférica

Fecha de edición: 2006

Autor: LABEIN-Tecnalia

Propietario: Gobierno Vasco. Departamento de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Dirección de Planificación, Evaluación y Control Ambiental

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.....	8
3.2.1.. <i>Objetivo y necesidad de un Plan de acción</i>	<i>8</i>
3.2.2.. <i>Cobertura Temporal de un Plan de Acción.....</i>	<i>9</i>
3.2.3.. <i>Estructura e información mínima que debe incluir el Plan de Acción</i>	<i>11</i>
4. METODOLOGIA DEL TRABAJO.....	14
4.1 REALIZACIÓN DE MAPAS DE EMISIONES	14
4.1.1.. <i>Inventario de Emisiones.....</i>	<i>14</i>
4.1.2.. <i>Representación de las emisiones</i>	<i>16</i>
4.2 TRATAMIENTO DE DATOS DE CALIDAD DEL AIRE Y RECOPIACIÓN DE DATOS ALTERNATIVOS.....	17
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/PM ₁₀ EN LOMONA	21
5.1.1.	<i>Focos industriales</i>	<i>21</i>
5.1.2.	<i>Tráfico rodado</i>	<i>22</i>
5.1.3.	<i>Residencial y servicios</i>	<i>24</i>
5.2	EMISIONES DE NO _x EN LOMONA.....	25
5.2.1.	<i>Contribución conjunta de todos los sectores.....</i>	<i>25</i>
5.3	ANÁLISIS DE LA CONTRIBUCIÓN DE LAS EMISIONES DE CADA SECTOR	26
6.	ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AIRE	28
6.1	ESTACIÓN DE MEDIDA DE CALIDAD DEL AIRE EN LOMONA	28
6.2	VALORACIÓN DE LOS NIVELES DE CALIDAD DEL AIRE RESPECTO AL R.D. 1073/2002	29
6.3	IDENTIFICACIÓN DE LAS CAUSAS DE SUPERACIÓN DE LOS VALORES LÍMITE EN LA ESTACIÓN DE LOMONA.....	31
6.3.1.	<i>Condiciones meteorológicas generales del municipio.....</i>	<i>32</i>
6.3.2.	<i>Relación de concentraciones de PM₁₀ con variables meteorológicas</i>	<i>35</i>
6.3.3.	<i>Relación de concentraciones de NO_x con variables meteorológicas</i>	<i>39</i>
6.3.4.	<i>Ciclo diario de PM₁₀, PM_{2.5} y NO_x.....</i>	<i>41</i>
6.3.5.	<i>Variación mensual de PM₁₀ y NO_x.....</i>	<i>43</i>
6.3.6.	<i>Relación entre concentraciones de PM₁₀ y PM_{2.5}.....</i>	<i>46</i>

6.4	OTRAS MEDICIONES REALIZADAS EN EL ENTORNO DEL MUNICIPIO DE LEMONA	48
6.4.1.	<i>Medidas realizadas por el Ayuntamiento de Lemona</i>	<i>48</i>
6.4.2.	<i>Medidas realizadas en los municipios de Igorre y Bedia.....</i>	<i>52</i>
6.4.3.	<i>Valoración de los niveles registrados en Igorre</i>	<i>53</i>
6.4.4.	<i>Valoración de los niveles registrados en Bedia</i>	<i>55</i>
7.	CONCLUSIONES	59
ANEXO: FOTOS DE ALGUNOS DE LOS FOCOS EMISORES MÁS DESTACADOS DE MATERIAL PARTICULADO EN EL ENTORNO DEL MUNICIPIO DE LEMONA		

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, 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. 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. La Comisión Europea ha revisado ciertas normas de calidad del aire a través de los resultados del programa CAFE (*Clean Air for Europe*) y en Septiembre del año 2005 presentó un borrador de directiva (COM/2005/447) sobre contaminación del aire que describe, unifica y actualiza en un mismo documento todos los objetivos y las medidas necesarias para conseguirlos. Durante el otoño 2006 se espera la aprobación de esta futura directiva de calidad del aire.

Por otra parte, con la finalidad de mejorar la calidad del aire, la legislación actualmente en vigor y la futura, señalan 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 del municipio de Lemona dentro de la elaboración de un Plan de Acción que incluya medidas concretas para mejorar los niveles de contaminación atmosférica.

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 de Lemona se puede referir a diferentes contaminantes, es el **material particulado (PM₁₀)** el contaminante que en el último año (2005) en la estación de calidad del aire de la Viceconsejería de Medio Ambiente y según el R.D. 1073/2002, ha incumplido la legislación vigente en materia de protección de la salud humana. Por ello, el presente estudio se centra principalmente en el material particulado (PM₁₀) en aire ambiente. A su vez se ha estudiado los óxidos de nitrógeno (NO_x) como contaminante traza de ciertos focos 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 10μ				
Objetivo	Período de referencia	Valor límite de PM_{10}	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 PM_{10} –fase 2 (R.D. 1073/2002)

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

PLOMO				
Objetivo	Período de referencia	Valor límite(*)	Margen de exceso tolerado	Fecha de cumplimiento del valor límite

Protección de la salud humana	Un año civil	0,5 µg/m ³	<ul style="list-style-type: none"> • 0.3 µg/m³ a la entrada en vigor del presente R.D., reduciendo el 1 de enero de 2003 y posteriormente cada 12 meses 0.1 µg/m³ hasta alcanzar el valor límite • 0.5 µg/m³ a la entrada en vigor del presente R.D., en las inmediaciones de fuentes específicas, que se notificarán a la Comisión, reduciendo el 1 de enero de 2006 y posteriormente cada 12 meses 0.1 µg/m³, hasta alcanzar el valor límite el 1 de enero de 2010 	1 de enero de 2005 o el 1 de enero de 2010, en las inmediaciones de fuentes industriales, específicas, situadas en lugares contaminados a lo largo de decenios de actividad industrial.
-------------------------------	--------------	-----------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

(*) Referente al contenido total en la fracción PM₁₀

Tabla 3.3.- Valor límite para el plomo (R.D. 1073/2003)

También se ha aprobado una nueva Directiva Europa (2004/107/CE) relativa al arsénico, el cadmio, el mercurio, el níquel y los hidrocarburos aromáticos policíclicos en el aire ambiente. En ella se 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 ⁽¹⁾
Arsénico (As)	6 ng/m ³
Cadmio (Cd)	5 ng/m ³
Níquel (Ni)	20 ng/m ³
Benzo(a)pireno	1 ng/m ³

(1) Referente al contenido total en la fracción PM₁₀ como promedio durante un año natural

Tabla 3.4. – Valores objetivo establecidos en la Directiva 2004/107/CE

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.

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 más 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:

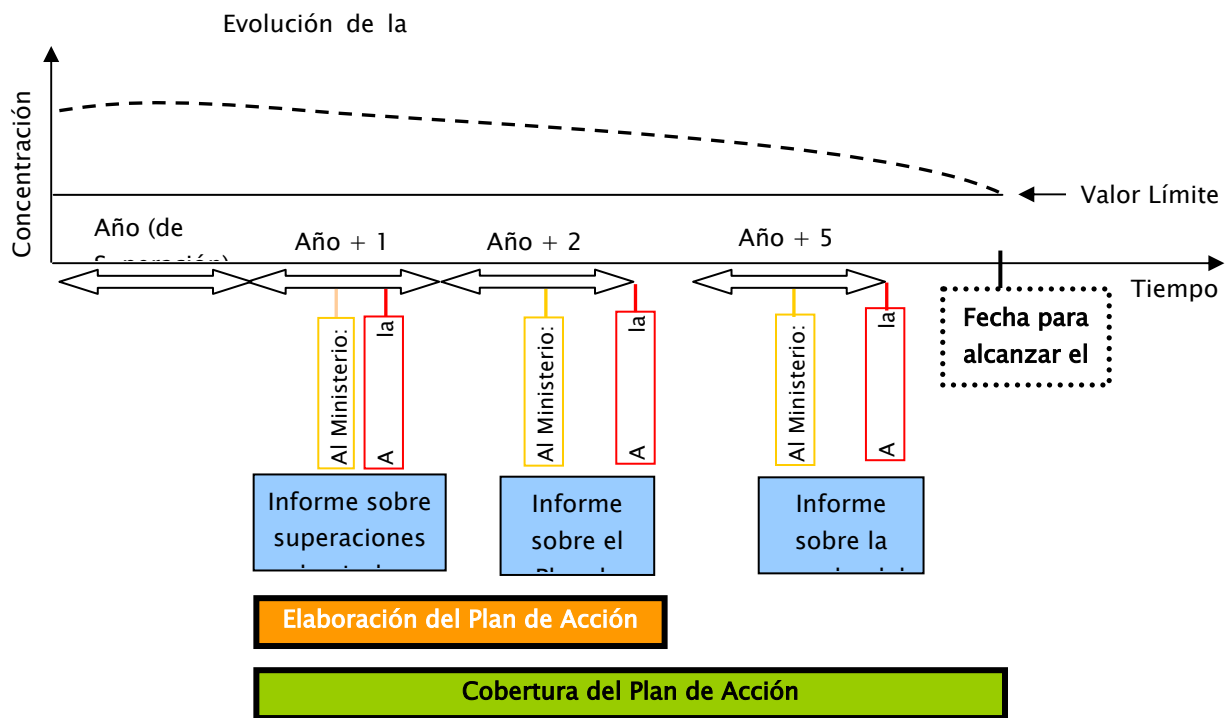


Figura 3.1. – Línea temporal de Informes a la Comisión.

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:

<p>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</p>
<p>1) Localización del rebasamiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> - región, - ciudad (mapa), - estación de medición (mapa, coordenadas geográficas).
<p>2) Información general:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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.
<p>3) Autoridades responsables:.</p> <ul style="list-style-type: none"> - nombres y direcciones de las personas responsables de la elaboración y ejecución de los planes de mejora
<p>4) Naturaleza y evaluación de la contaminación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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.
<p>5) Origen de la contaminación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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.
<p>6) Análisis de la situación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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.
<p>7) Detalles de las medidas o proyectos de mejora que existían antes de la entrada en vigor de la presente Directiva, es decir:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 3.5. – 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 rellenados, 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 diagnóstico de calidad del aire del municipio de Lemona se ha centrado en el propio territorio municipal aunque se ha tenido en cuenta el entorno próximo en lo que a focos emisores y niveles de calidad del aire se refiere. El desarrollo del trabajo 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 del municipio de Lemona y otros del entorno 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 tráfico urbano y carreteras interurbanas y autopistas

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

Los principales datos de calidad del aire estudiados corresponden a los registrados en la estación de medida de la Red de Control de la Calidad del Aire de la

CAPV gestionada por la Viceconsejería de Medio Ambiente (VMA) del Gobierno Vasco. Sin embargo, es necesario mencionar que el Ayuntamiento de Lemona dispone de Captadores de Alto Volumen (CAV) para la medida de material particulado (PM₁₀) en inmisión en dos puntos del municipio. Estos datos medidos por los técnicos municipales de Lemona durante ya varios años, así como los resultados obtenidos por dos estaciones móviles de la VMA situadas en Igorre y Bedia, también han sido estudiados.

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), información de la zona de estudio (Ayuntamiento).

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 2003, 2004 y 2005 en la estación de *Lemona* así como de otras mediciones de PM₁₀ realizadas en el municipio y el entorno próximo (Igorre y Bedia). Otras estaciones de la CAPV también se han tenido en cuenta desde el punto de vista de 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 (PM₁₀) 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 de polvo sahariano 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 intercomparando los resultados de 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 Lemona

5.1.1 Focos industriales

En la tabla 5.1 se muestran las empresas del municipio de Lemona incluidas en el Inventario de Emisiones de la CAPV del año 2002. Además de estos focos, en la figura 5.1 se representan otras fuentes emisoras de material particulado (PM) a la atmósfera (Prefabricados Lemona, Cantera Mt. Murgia, Marmolería Lemona, Laron, S.A., ...)

Nombre Empresa	Coordenada X	Coordenada Y
TECAMI OFITAS- Cantera de Apario S.A.	517200	4782300
HORMIGONES LEMONA S.A.	517519	4781994
LEMONA INDUSTRIAL	518463	4767006

Tabla 5.1. - Empresas del municipio de Lemona incluidas en el Inventario de Emisiones de la CAPV del año 2002

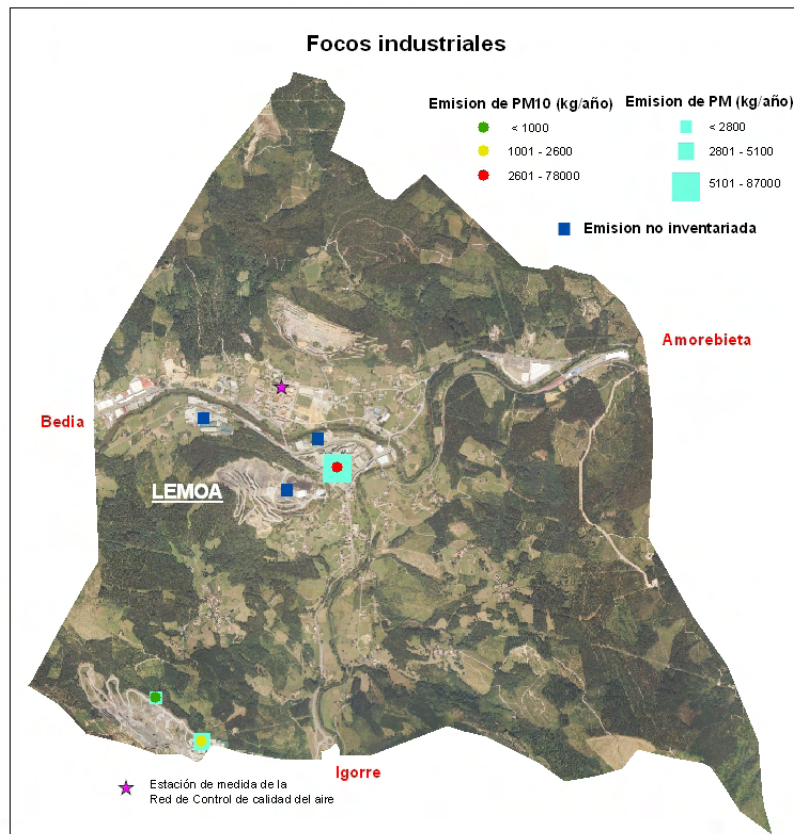


Figura 5.1. – Emisión de PM₁₀ y PM en las empresas de Lemona incluidas en el Inventario de Emisiones de la CAPV del año 2002

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 PM₁₀ asociada 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 PM₁₀ asociadas a la resuspensión de material particulado debido al movimiento de los vehículos u otras como el efecto de los frenos.

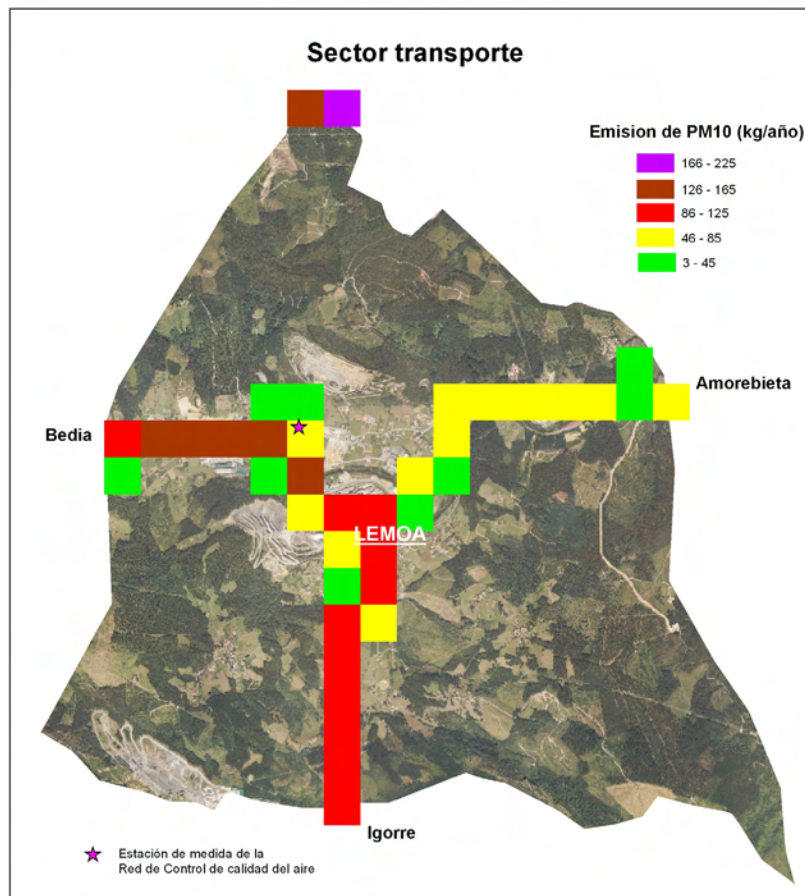


Figura 5.2. – Emisión de PM₁₀ asociada al sector del transporte en el municipio de Lemona para el año 2002

Los resultados mostrados no tienen en cuenta la recirculación de vehículos que se produjeron durante las obras de soterramiento del tren (desde marzo 2005). Durante este periodo, la carretera N-240 ha sufrido restricciones de tráfico que han supuesto el uso de vías alternativas que atravesaban el pueblo, así como numerosos atascos con el consecuente aumento de las emisiones contaminantes. En cualquier caso se puede observar claramente las emisiones de las carretas en dirección Bedia, Igorre y Amorebieta

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.

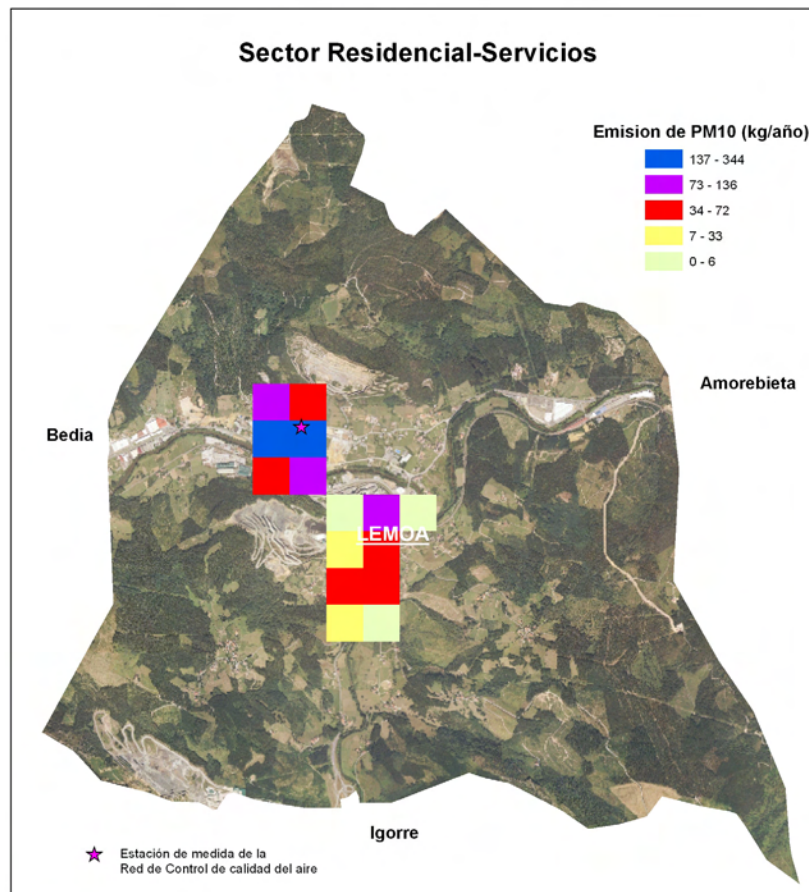


Figura 5.3. – Emisión de PM₁₀ asociada al sector residencial-servicios en el municipio de Lemona para el año 2002

5.2 Emisiones de NO_x en Lemona

5.2.1 Contribución conjunta de todos los sectores

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

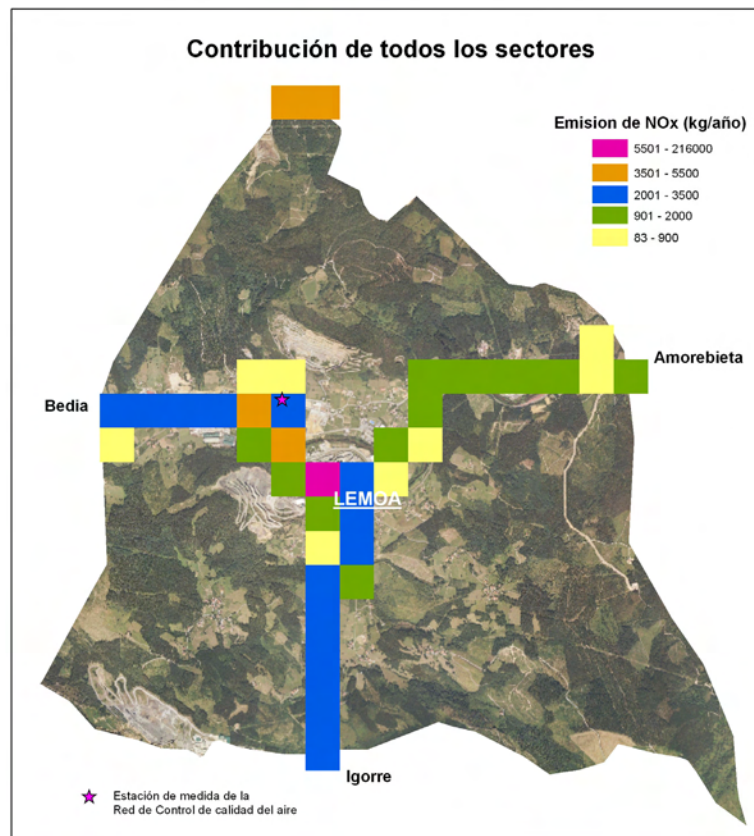


Figura 5.4. – Emisión total NO_x (suma de todos los sectores) en el municipio de Lemona para el año 2002

En la Figura 5.4 se puede distinguir la contribución de la empresa cementera 'Lemona Industrial' como foco puntual dentro de una celda con valores altos de emisión de NO_x.

5.3 Análisis de la contribución de las emisiones de cada sector

El municipio de Lemona dispone de diversos polígonos industriales. Una gran parte de las actividades que en ellos se desarrolla no es de gran potencial contaminante (talleres, almacenes, ...). Sin embargo, el conjunto del sector industrial fue durante el año 2002 el mayor emisor de PM_{10} . En general, en Lemona es la actividad cementera la que produce una destacada emisión de material particulado, tanto en la extracción del material en las diversas canteras como en la fabricación del cemento y su manipulación. Sin embargo, hay que destacar mejoras tecnológicas llevadas a cabo por la principal emisora (Lemona Industrial) durante el año 2004 que consiguieron minimizar gran parte de las emisiones.

La situación de NO_x por sectores es similar a la de PM_{10} en cuanto que la industria se presenta durante el año 2002 como la mayor emisora destacando el foco de 'Lemona Industrial' ubicado junto al caso urbano. En el caso de NO_x la diferencia de emisión entre los sectores industrial y transporte es menor.

Como ya se ha comentado anteriormente, ha existido durante el año 2005 un foco de material particulado no inventariado. Este corresponde a las obras de soterramiento del tren que han supuesto una importante extracción de material y movimiento de tierras. Además, las retenciones y recirculaciones del elevado tráfico de la carretera N-240 (con importante número de vehículos pesados), han supuesto una importantísima fuente de PM_{10} emitido a nivel de suelo.

Aunque se sitúan a cierta distancia, desde Lemona en dirección a Igorre existen diversas industrias con emisiones de PM_{10} como son CIE Tarabusi, Fundición Inyectada de Aluminio (Alias), Refinería de Aluminio de Igorre y Druckguss Iberica S.L.

6. ANALISIS DE LA CALIDAD DEL AIRE

6.1 Estación de medida de calidad del aire en Lemona

En la actualidad, el Gobierno Vasco dispone de una estación fija de medida en continuo de contaminantes en el municipio de Lemona. Esta es:

ESTACION	Coordenada X	Coordenada Y	Municipio
Lemona	518079	4784461	Lemona

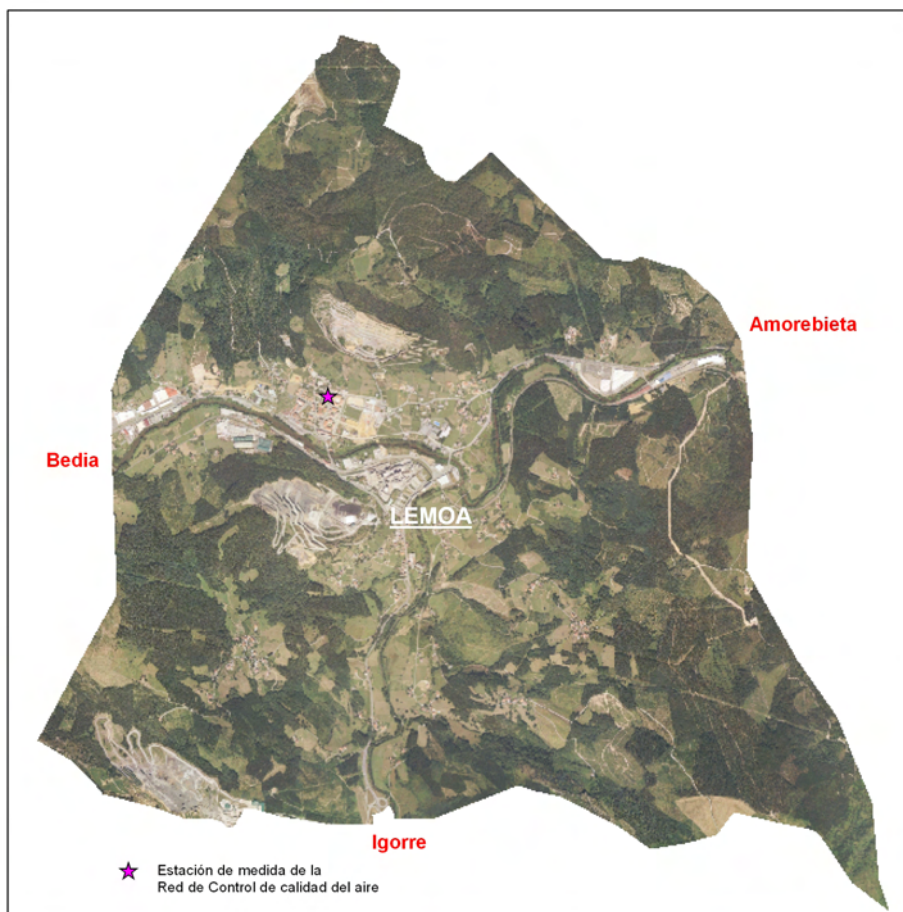


Figura 6.1. - Estación de la Red de Control de la calidad del aire del Gobierno Vasco en Lemona.

La estación de *Lemona* se encuentra en un área residencial dentro del casco urbano afectada principalmente por las emisiones industriales del entorno próximo, pero también por el tráfico y la actividad de las canteras. Sin embargo, en el último año, obras urbanas han podido afectar los niveles de calidad del aire (PM₁₀) registrados.



Figura 6.2. - Estación de medida de calidad del aire de *Lemona*

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 la estación de *Lemona*, hasta el año 2005 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:

Estacion	Porcentaje de datos válidos		
	Año 2003	Año 2004	Año 2005
<i>Lemona</i>	87.0	98.0	97.1

Tabla 6.1 – Porcentaje de datos diarios válidos en la estación de *Lemona*

La evolución de las medias anuales de PM_{10} en los últimos años viene representada en la figura 6.3. Como se puede apreciar, en los últimos años no se ha superado el valor límite anual ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) establecido para PM_{10} que debía cumplirse en el 2005. Por ello, en lo que se refiere a la **media anual de PM_{10}** , se cumplió la **normativa vigente**.

Además, el R.D. 1073/2002 también establece un número limitado de superaciones de un valor límite diario de PM_{10} . En la figura 6.4 se muestra la evolución del número de superaciones.

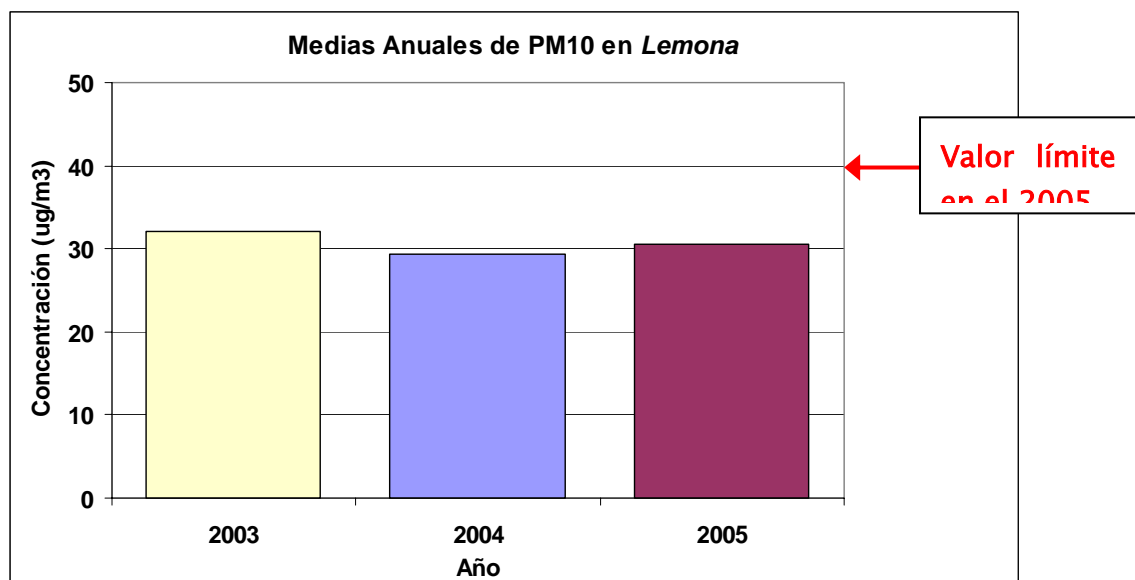


Figura 6.3. – Evolución de las concentraciones medias anuales de PM_{10} en la estación de *Lemona*

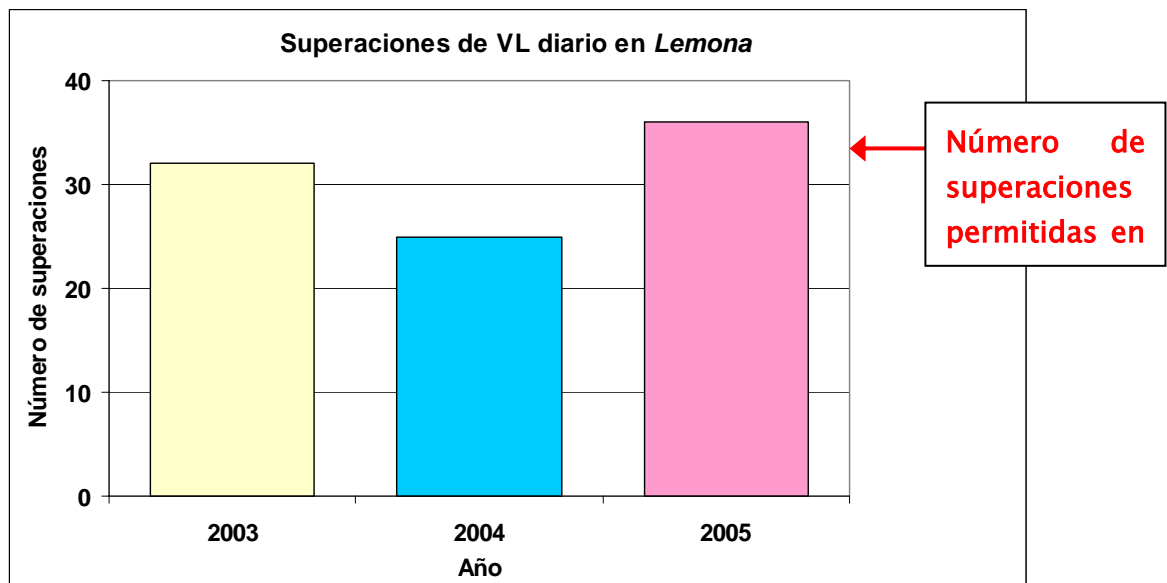


Figura 6.4. – Evolución de las superaciones del valor límite diario de PM_{10} para el 2005 en la estación de *Lemona*

Solo en el año 2005 se dan más de 35 superaciones del valor límite diario ($50 \mu g/m^3$), por lo que en la estación de Lemona se incumplió durante el año 2005 la legislación actualmente en vigor (R.D. 1073/2002).

Los resultados no muestran una tendencia clara en los niveles de PM_{10} . Si bien las medias anuales parecen mantenerse sin grandes cambios, el número de superaciones presenta ciertas variaciones anuales probablemente causadas por obras de carácter urbano llevadas a cabo.

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

La estación de *Lemona* se encuentra en el núcleo urbano del propio municipio de Lemona dentro de un área residencial. La principal actividad industrial de este municipio es 'Lemona Industrial.'. Es un municipio pequeño con menos de 3000 habitantes donde el tráfico puramente urbano es despreciable frente a una circulación

de vehículos de carácter regional: por una parte, la carretera nacional N-240 que se adentra hacia el valle de Arratia y posteriormente hacia Vitoria, y por otra la BI-635 hacía Amorebieta. Es necesario mencionar que el municipio se vio afectado por las obras de soterramiento del ferrocarril, con las consiguientes excavaciones y trasiego de material que conllevan una emisión extraordinaria de material particulado de la atmósfera.



Figura 6.5. – Vista parcial del núcleo urbano de Lemona; ‘Lemona Industrial’ en su centro

6.3.1 Condiciones meteorológicas generales del municipio

Los datos meteorológicos registrados en la estación de *Lemona* están influenciados por la orografía que circunda el núcleo urbano y la orientación de los valles que se interconectan en Lemona (Figura 6.6).

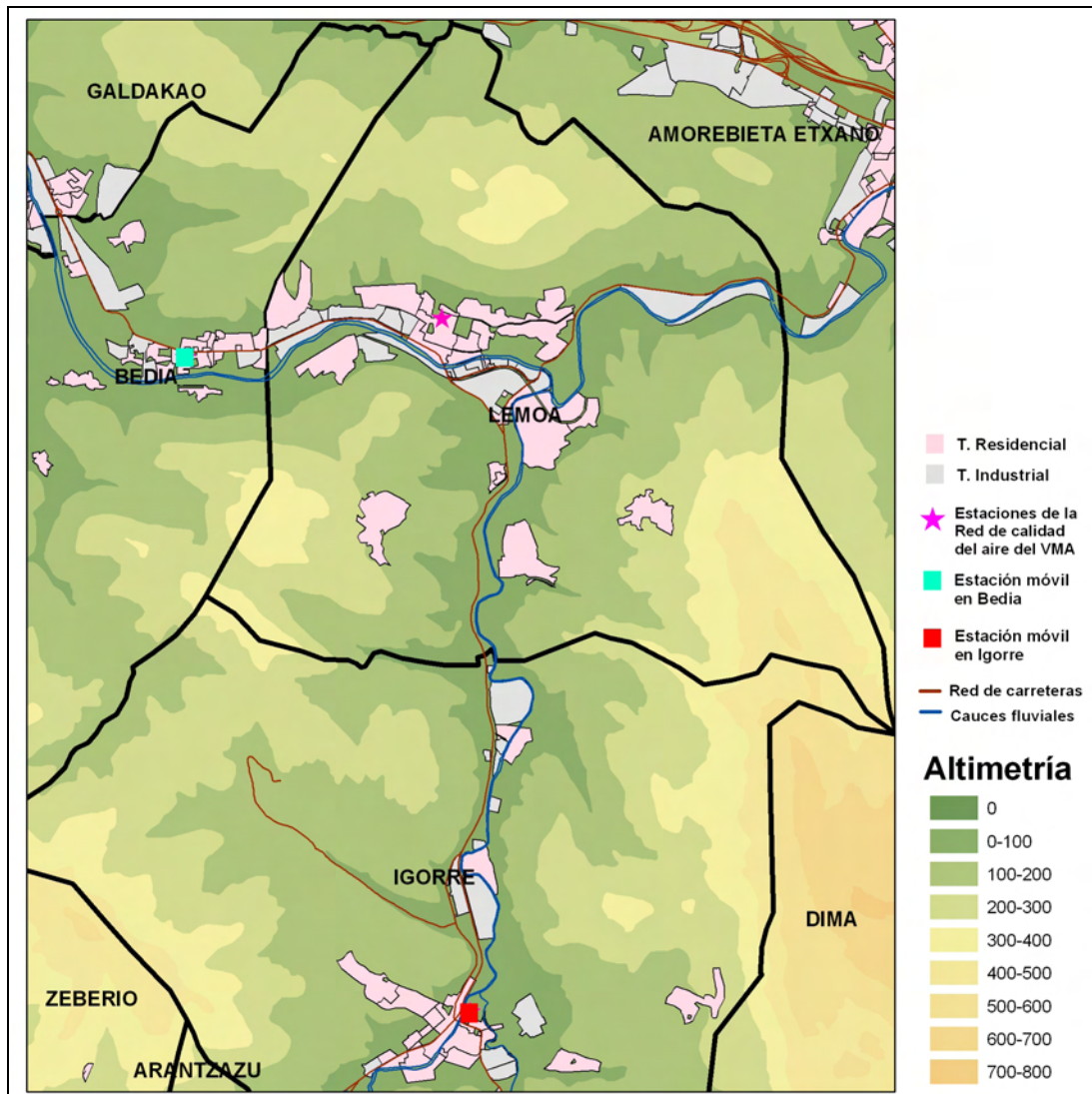


Figura 6.6. - Ubicación de la estación fija de calidad del aire de *Lemona* y las estaciones móviles en Bedia (Enero–Marzo, 2006) e Igorre (Noviembre 2005– Enero 2006), todas ellas de la Viceconsejería de Medioambiente.

Las direcciones y velocidades representadas en la figura 6.7 y 6.8 corresponden a las registradas junto a la propia cabina de medida de contaminantes de *Lemona* durante el año 2005. Los resultados son muy similares para los años 2003 y 2004. Prácticamente la totalidad de las direcciones de viento se dan en dos cuadrantes, el segundo y el cuarto. El segundo cuadrante presenta altas frecuencias en las direcciones **este-sureste (ESE)** y **sureste (SE)**, mientras el cuarto lo hace en las direcciones **noroeste (NW)** y **nor-noroeste (NNW)** principalmente. En general, para

todas las direcciones de viento la mayor parte de las velocidades son bajas ($v < 1.5$ m/s). En concreto, el 29% de las situaciones atmosféricas registradas corresponden a situaciones calmas ($v < 0.5$ m/s) lo cual implica cierta limitación para dispersión de los contaminantes. Las direcciones de viento predominantes confirman la canalización del flujo de aire a lo largo del valle por donde discurre el río Ibaizabal a su paso por Lemona (Figura 6.6 y 6.7). Las direcciones de viento del segundo cuadrante (entorno a SE) corresponden a flujos de aire provenientes tanto del valle que se dirige hacia Amorebieta como del valle de Arratia, que en Lemona se juntan canalizándose hacia Bedia. Sin embargo, las condiciones meteorológicas típicas pueden variar durante el año. En otoño e invierno, predominan las brisas de valle asociadas a situaciones de estabilidad atmosférica, mientras en primavera y verano, aumentan los flujos de aire provenientes del cuarto cuadrante asociados a brisas de mar cuya influencia puede alcanzar varias decenas de kilómetros tierra adentro canalizándose entre los valles y llegando a Lemona.

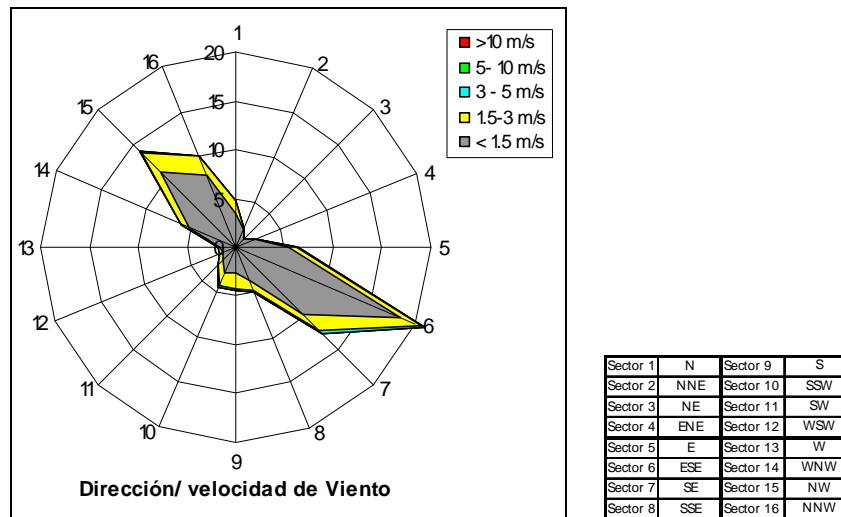


Figura 6.7. – Rosas de viento para la estación de calidad del aire de *Lemona* en 2005

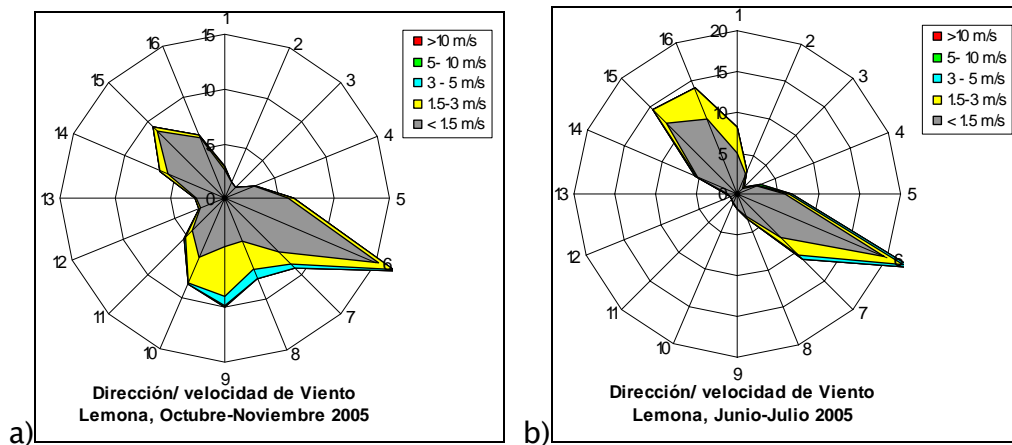


Figura 6.8. – Rosas de viento para la estación de calidad del aire de *Lemona* en octubre–noviembre (a) y junio–julio (b) del año 2005

6.3.2 Relación de concentraciones de PM_{10} con variables meteorológicas

Con la finalidad de poder discernir la procedencia de concentraciones altas de PM_{10} en Lemona, los datos de contaminación se han contrastado con direcciones y velocidades de viento registrados junto a la propia cabina de medida de contaminantes.

Se han estudiado los años 2003, 2004 y 2005 obteniendo resultados similares y pudiendo apreciar la influencia de diferentes focos según la situación meteorológica existente. En la figura 6.9 se representan los resultados **pudiendo apreciar que, aunque no existen grandes diferencias entre direcciones de viento, las mayores concentraciones de PM_{10} se dan en direcciones del segundo cuadrante.** Los resultados muestran que todos los años las direcciones sur–sureste (SSE) y sureste (SE) presentan concentraciones algo más elevadas que el resto. Sin embargo, existe cierta variabilidad en las concentraciones medias del resto de direcciones del segundo cuadrante. Estas diferencias son debidas principalmente a actividades extraordinarias llevadas a cabo durante el año 2005 (obras de soterramiento del ferrocarril). También hay que mencionar que durante el año 2004, el principal foco fijo emisor local de material

particulado (Lomona Industrial) realizó mejoras en el proceso que debieron repercutir en una menor emisión de contaminantes como parece mostrarse si comparamos los niveles medios en dirección sur-sureste (SSE) y sureste (SE) de los años 2003 y 2005.

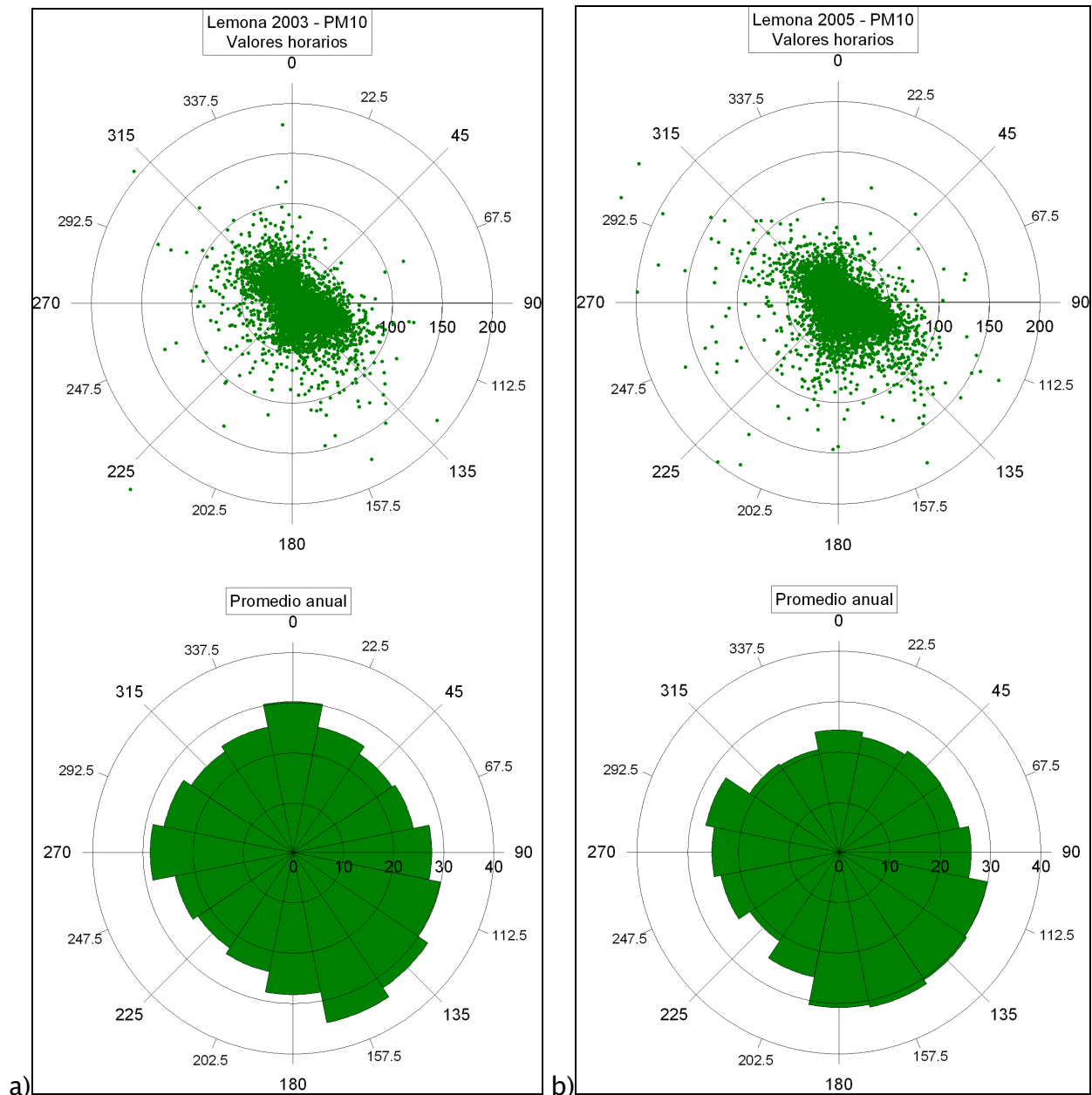
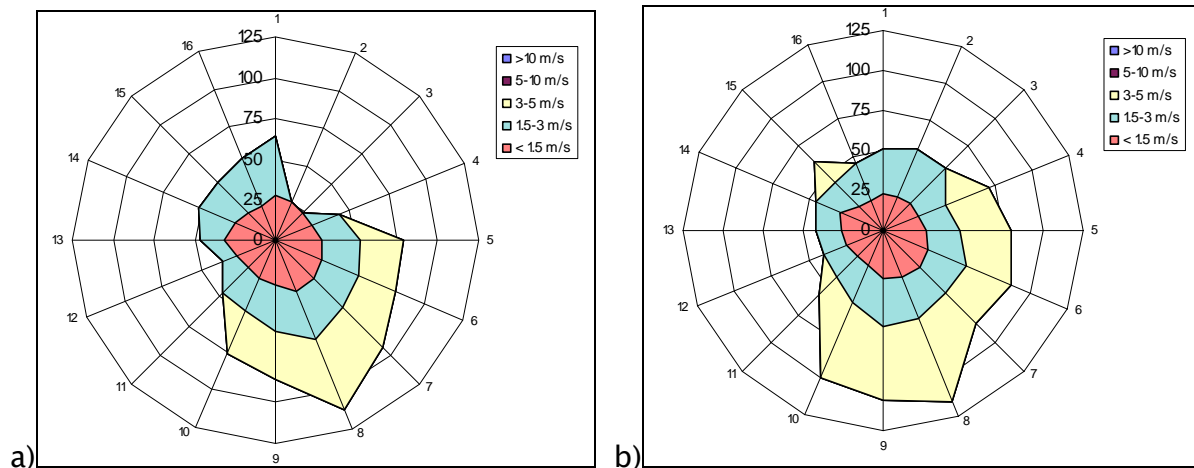


Figura 6.9. – Concentraciones promedio de PM_{10} por sectores de dirección de viento en la estación de *Lomona* en el año 2003 (a) y 2005 (b)

Si distinguimos por velocidades de viento encontramos que, en general no existen fuertes diferencias de concentraciones. En el segundo y tercer cuadrante, en general, las concentraciones son ligeramente mayores a velocidades bajas de viento ($v < 1.5$ m/s). Las direcciones SE y SSE presentan las mayores concentraciones a $v < 1.5$ m/s indicando la contribución de focos cuyas emisiones de PM_{10} se encuentran cercanas (Lemona Industrial). Sin embargo, hay que mencionar también que aunque con escaso porcentaje de ocurrencia (0.5% de las situaciones meteorológicas), entorno a direcciones sur (S) y velocidades medias ($v > 3$ m/s) se dan elevadas concentraciones de PM_{10} . En este caso, también podrían estar influyendo las canteras del entorno (Mt. Murgia y Apario), con una emisión de material particulado extraordinaria asociada a la resuspensión del polvo generado en su actividad. Tampoco hay que olvidar las actividades situadas en el término municipal de Igorre a escasos kilómetros de Lemona. En cualquier caso, durante el año 2005 también hay que considerar las obras de soterramiento del ferrocarril que se ubicaban en direcciones cercanas al sur (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 *Lomona* en el año 2003 (a) y 2005 (b)

A su vez destacar que **direcciones entorno a nor-noroeste (NNW)** presentan las mayores concentraciones de PM_{10} a velocidades de viento medias ($1.5 < v < 3$). Lo mismo ocurre para $PM_{2.5}$ lo cual indica un **aporte de material particulado de fracción fina arrastrado desde zonas más lejanas a través de los valles**. Esta situación se da principalmente en primavera y verano cuando las situaciones meteorológicas son más favorables, propiciando en estas direcciones de viento y época del año mayores niveles de PM_{10} que durante el otoño-invierno (figura 6.11).

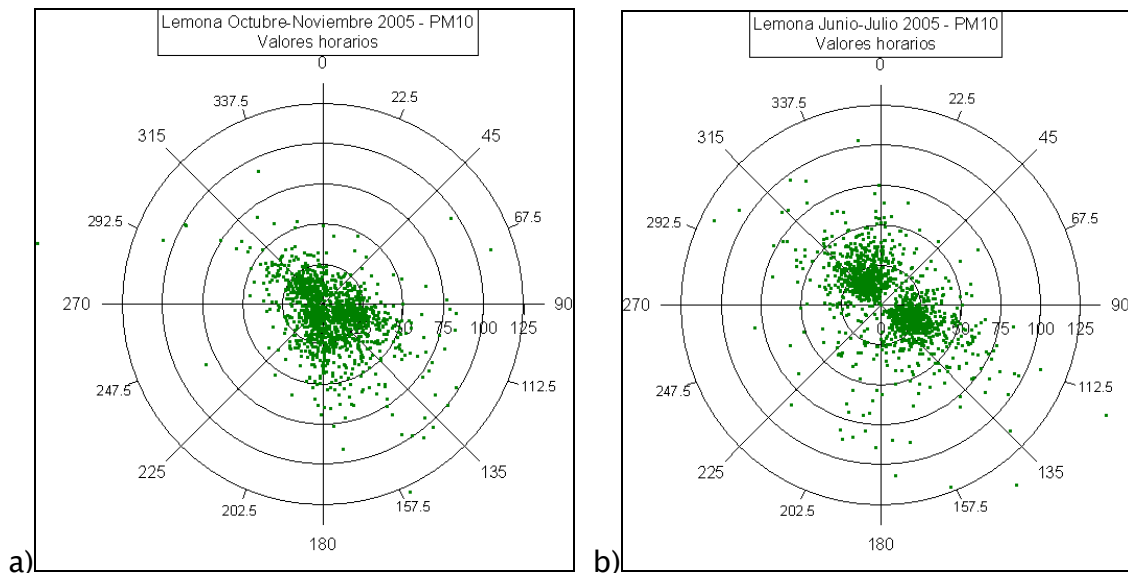


Figura 6.11. – Concentraciones horarias de PM_{10} por dirección de viento en la estación de *Lomona* en octubre–noviembre (a) y junio–julio (b) del año 2005

En general, los resultados muestran unos niveles de PM_{10} no demasiado elevados en cada una de las direcciones y rangos de velocidad de viento, con pequeñas diferencias entre ellos. Esta situación permite intuir que **los niveles de PM_{10} no están determinados por un foco específico, sino más bien por un conjunto de ellos distribuidos en el entorno de Lomona, aunque con diferente grado de influencia.**

6.3.3 Relación de concentraciones de NO_x con variables meteorológicas

En la figura 6.12 podemos apreciar que las mayores concentraciones de NO_x se dan dentro del segundo cuadrante. Al igual que en el caso de PM₁₀, la mayor concentración de NO_x se da en las direcciones sur-suroeste (SSE) y sureste (SE). Sin embargo, la diferencia de concentración de NO_x entre estas direcciones y el resto es mayor que para el caso de PM₁₀ mostrando la existencia de un foco claramente definido.

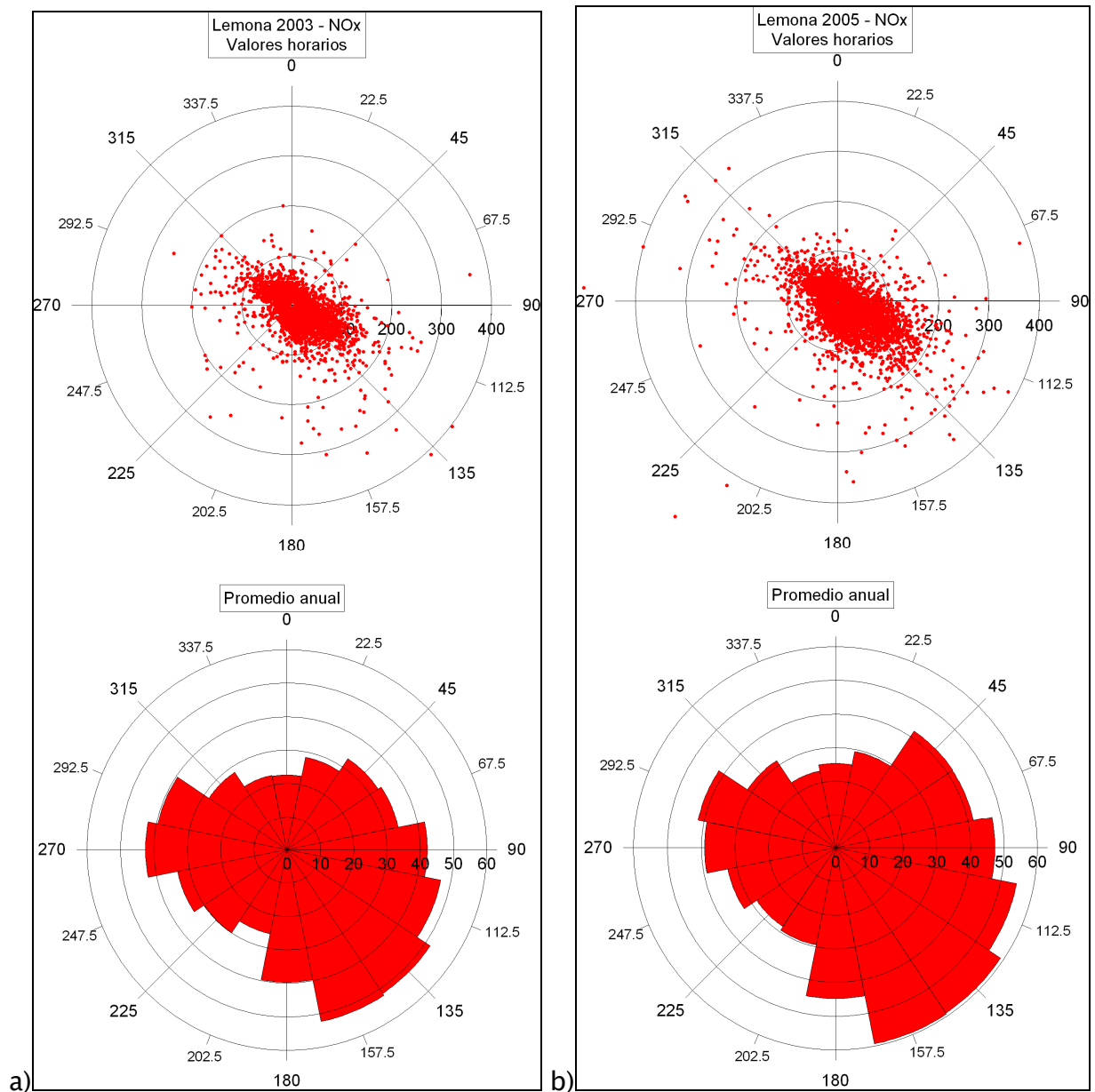


Figura 6.12 – Concentraciones promedio de NO_x por sectores de dirección de viento en la estación de *Lemona* en el año 2003 (a) y 2005 (b)

También son elevadas las concentraciones en direcciones oeste (W) y oeste-noroeste (WNW), así como las este-noreste (ENE) y noreste (NE) destacando sus concentraciones a velocidades de viento bajas ($v < 1.5$ m/s).

Por otra parte, las direcciones sureste (SE) y este-sureste (ESE) disminuyen de forma brusca para velocidades de viento medias ($v > 1.5$ m/s) indicando la **contribución de focos cercanos a los niveles de NO_x**. Sin embargo, la dirección sur-sureste (SSE) presenta concentraciones similares para todos los rangos de velocidad de viento pudiendo existir un aporte extraordinario de NO_x con elevada presencia de NO₂ proveniente de fuentes a diferentes distancias. En cualquier caso la contribución importante de **un(os) foco(s) de combustión cercano(s) (alta proporción de NO en el total de NO_x)** en direcciones entorno al sureste (SE) queda patente en los niveles medios direccionales de NO en comparación con los de NO₂ (figura 6.14)

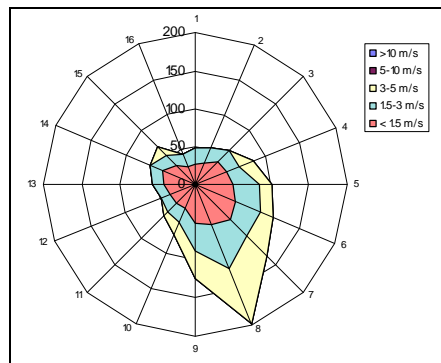


Figura 6.13– Concentraciones promedio de NO_x por sectores de dirección de viento y rangos de velocidad en *Lemona* en el año 2005

En general durante el 2005, existe un aumento de los niveles de NO_x registrados principalmente debido a cambios en la circulación del tráfico entorno al núcleo urbano de Lemona asociado a las obras de soterramiento del ferrocarril. Estos cambios

produjeron durante ese año fuertes retenciones y en general un tráfico poco fluido que consecuentemente aumento las emisiones de NO_x .

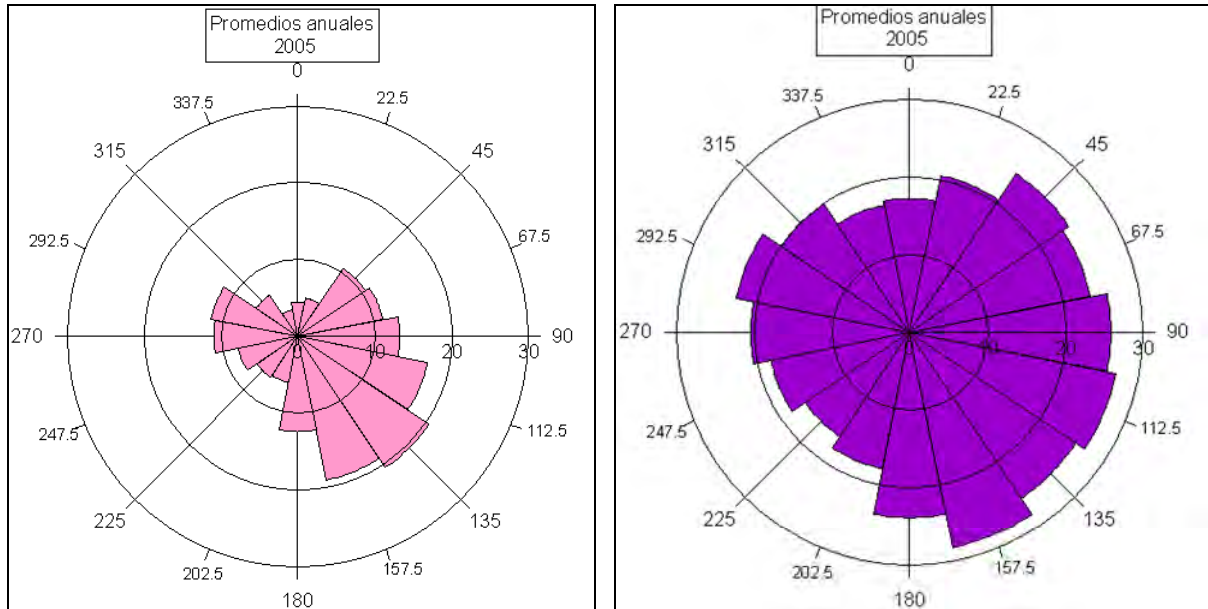


Figura 6.14– Concentraciones promedio de NO y NO_2 por sectores de dirección de viento en *Lomona* en el año 2005

6.3.4 Ciclo diario de PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$ y NO_x

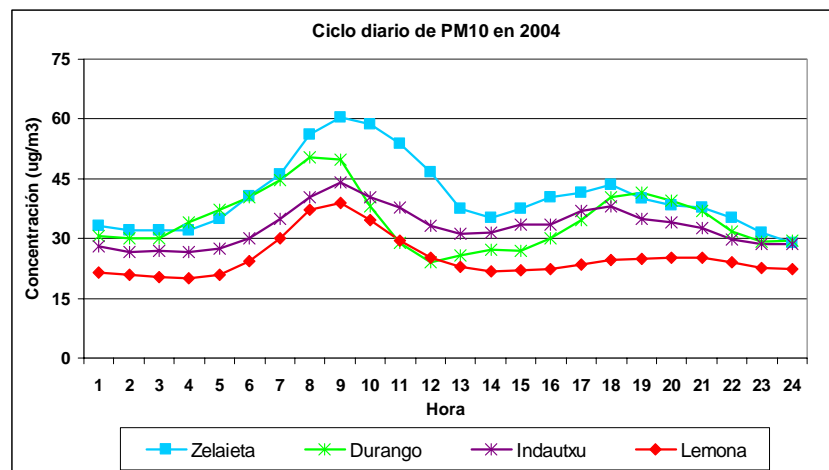
De la media anual calculada para cada hora del día se puede observar la evolución diaria de las concentraciones de PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$ (material particulado fino de 2.5 micras de diámetro aerodinámico) y NO_x .

La figura 6.15 muestra para la estación de *Lomona* un ciclo diario de PM_{10} con ciertas diferencias respecto a otras estaciones típicamente urbanas. Mientras que estaciones como *Zelaieta* (Amorebieta) o *Durango* muestran dos picos de concentración de PM_{10} , uno por la mañana y otro por la tarde, en la estación de *Lomona* solo se aprecia un incremento significativo de la concentración por la mañana alcanzando su máximo a las 9 (hora GMT).

Para el caso de las concentraciones de NO_x en *Lemona*, los niveles medios registrados a lo largo del día son ostensiblemente inferiores a los de otros núcleos urbanos donde la presencia de tráfico urbano es mayor. Aunque parece existir un ciclo diario de NO_x similar al de otras estaciones urbanas, los picos de la mañana y la tarde se presentan menos marcados.

En las partículas más finas (PM_{2.5}), aunque el máximo de la mañana coincide con el de PM₁₀ y NO_x, las variaciones de concentración a lo largo del día no son tan acusadas en PM_{2.5} como en los otros dos contaminantes y en el resto de estaciones.

Los resultados indican que en situaciones normales (sin tener en cuenta anomalías ocurridas en el año 2005), **el tráfico urbano no es responsable de niveles altos de contaminación en el municipio de Lemona.**



a)

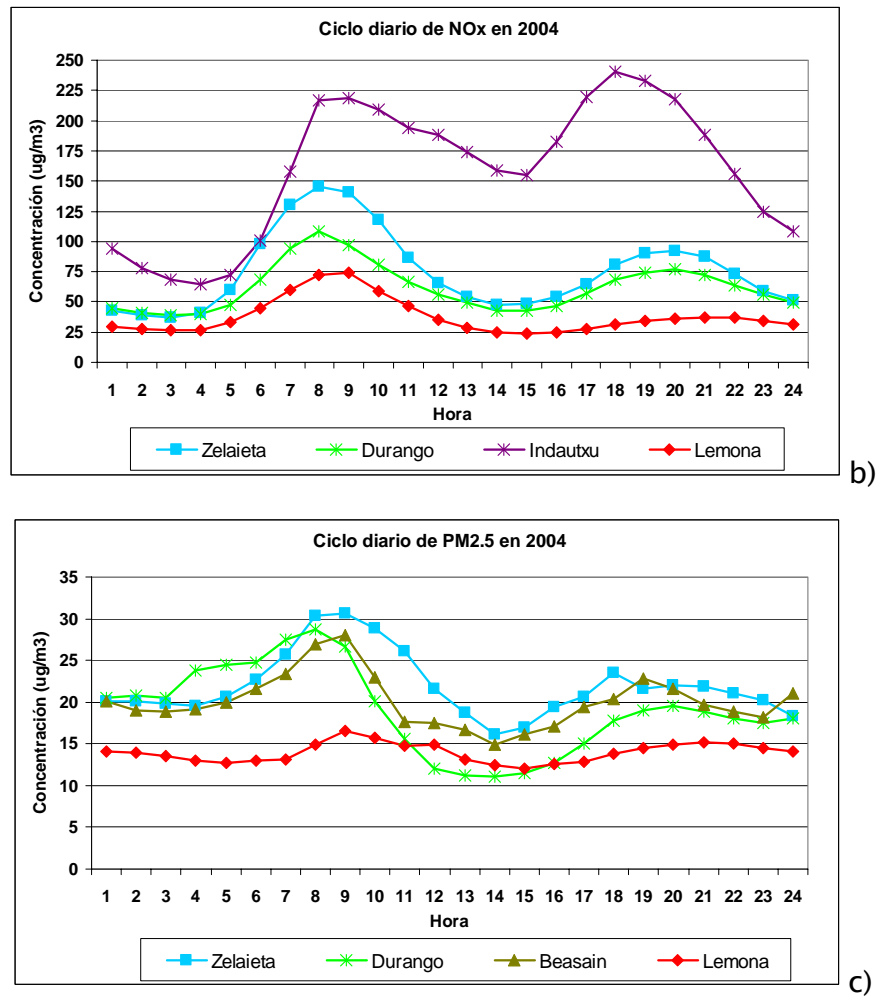


Figura 6.15. – Ciclo diario de PM₁₀(a), NO_x(b) y PM_{2.5}(c) en la estación de *Lemona* en el año 2004

6.3.5 Variación mensual de PM₁₀ y NO_x

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 en que se producen mayores precipitaciones de lluvia, presentan concentraciones de PM₁₀ 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. Hay que destacar que esta relación entre

precipitación y concentraciones de PM₁₀ es más fuerte durante el año 2005 cuando se produjeron las obras de soterramiento del ferrocarril. De esta manera se justifica la necesidad de minimizar el polvo generado en este tipo de actividades, así como la limpieza posterior del entorno a través de métodos húmedos.

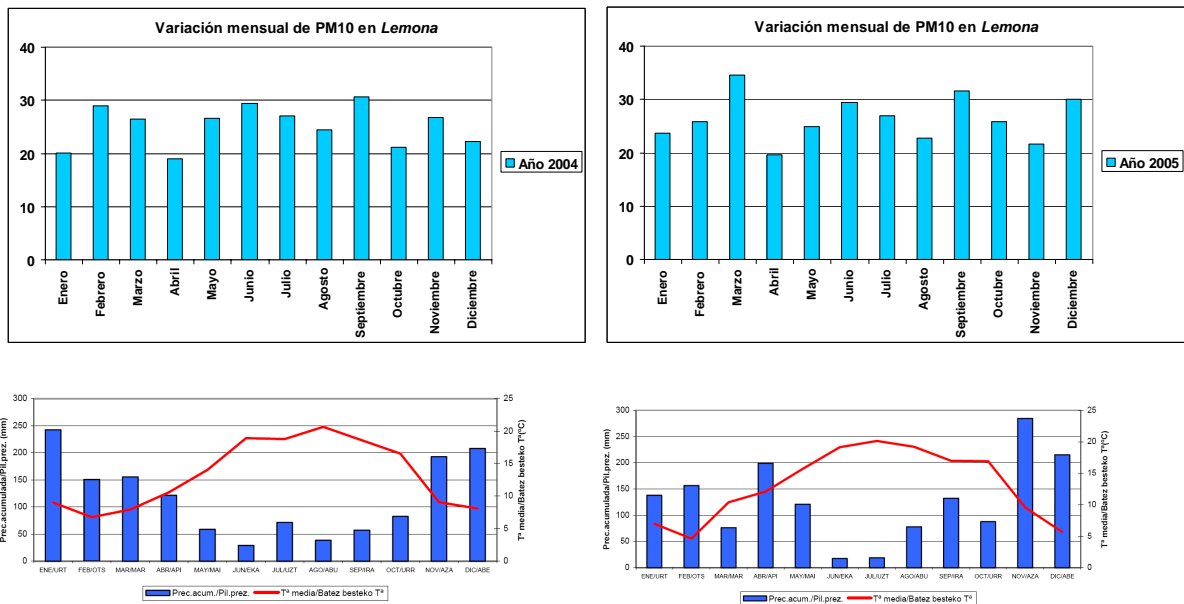


Figura 6.16. - Variación mensual de concentración de PM₁₀ en la estación de Lemona y de precipitación y temperatura en la estación de Euskalmet de Igorrrre

Sin embargo, los óxidos de nitrógeno (NO_x) presentan un ciclo anual. Las medias mensuales disminuyen durante la primavera-verano alcanzándose las mayores concentraciones durante el otoño e invierno. Esto está asociado a la alta presencia de luz solar durante la época estival que mediante procesos fotoquímicos oxida las concentraciones de NO_x a NO₃⁻, además de contribuir a la formación de ozono (O₃). También hay que tener en cuenta la variabilidad de la situación atmosférica durante el año ya que durante 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. Además, durante el invierno aumenta el consumo de combustible (calefacciones, ...) y consecuentemente la emisión de NO_x.

Entre los años 2004 a 2005 existe una pequeña diferencia entre los niveles de NO_x apreciándose un aumento en la mayor parte de los meses del año 2005. Esta situación puede deberse a los problemas circulatorios de tráfico (atascos, ...) que ha sufrido el municipio durante dicho año.

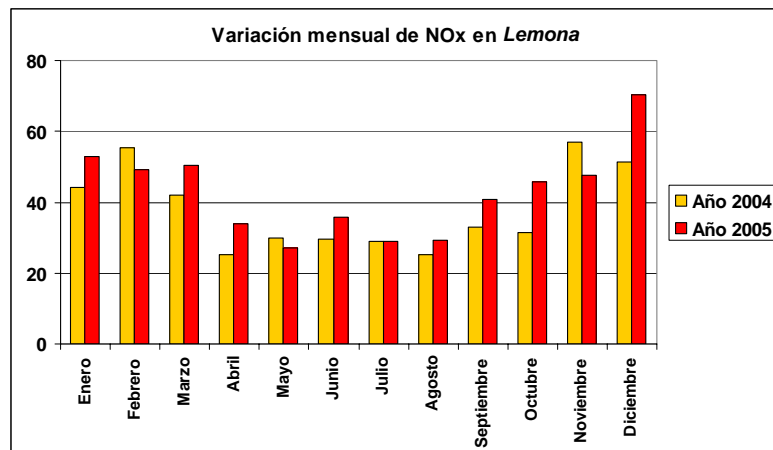


Figura 6.17. – Variación mensual de concentración de NO_x en Lemona

A su vez es interesante observar la relación entre las concentraciones medias de NO y NO_2 . El ratio NO/NO_2 en Lemona es menor que en otras estaciones con fuerte influencia del tráfico urbano, como por ejemplo Zelaieta (Amorebieta), donde la presencia próxima de focos de combustión (vehículos a motor) aumenta el ratio NO/NO_2 .

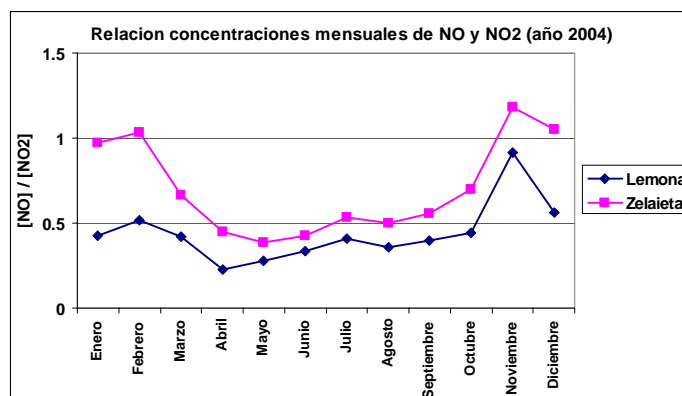


Figura 6.18. – Variación mensual del ratio NO/NO_2 en las estaciones de Lemona y Zelaieta (Amorebieta)

6.3.6 Relación entre concentraciones de PM₁₀ y PM_{2.5}

La fracción del material particulado más pequeña viene representada por PM_{2.5}. En Lomona se comenzaron a registrar datos durante el año 2004. Los resultados muestran diferencias entre concentraciones en los distintos sectores de dirección de viento, aunque son menores que en el caso de PM₁₀. En cualquier caso, **al igual que en PM₁₀, las mayores concentraciones de PM_{2.5} se dan dentro del segundo cuadrante, aunque con valores máximos en la dirección ESE.** Esta diferencia con respecto a PM₁₀, podría significar un aporte de material particulado fino (PM_{2.5}) transportado desde Amorebieta y el valle del Duranguesado (en la dirección ESE destacan los valores de PM_{2.5} a v>1.5). Otros flujos de viento también pueden estar transportando material particulado fino a Lomona. Destacan las direcciones entorno a nor-noroeste (NNW) desde donde llegan masas de aire contaminadas canalizadas a través de los valles.

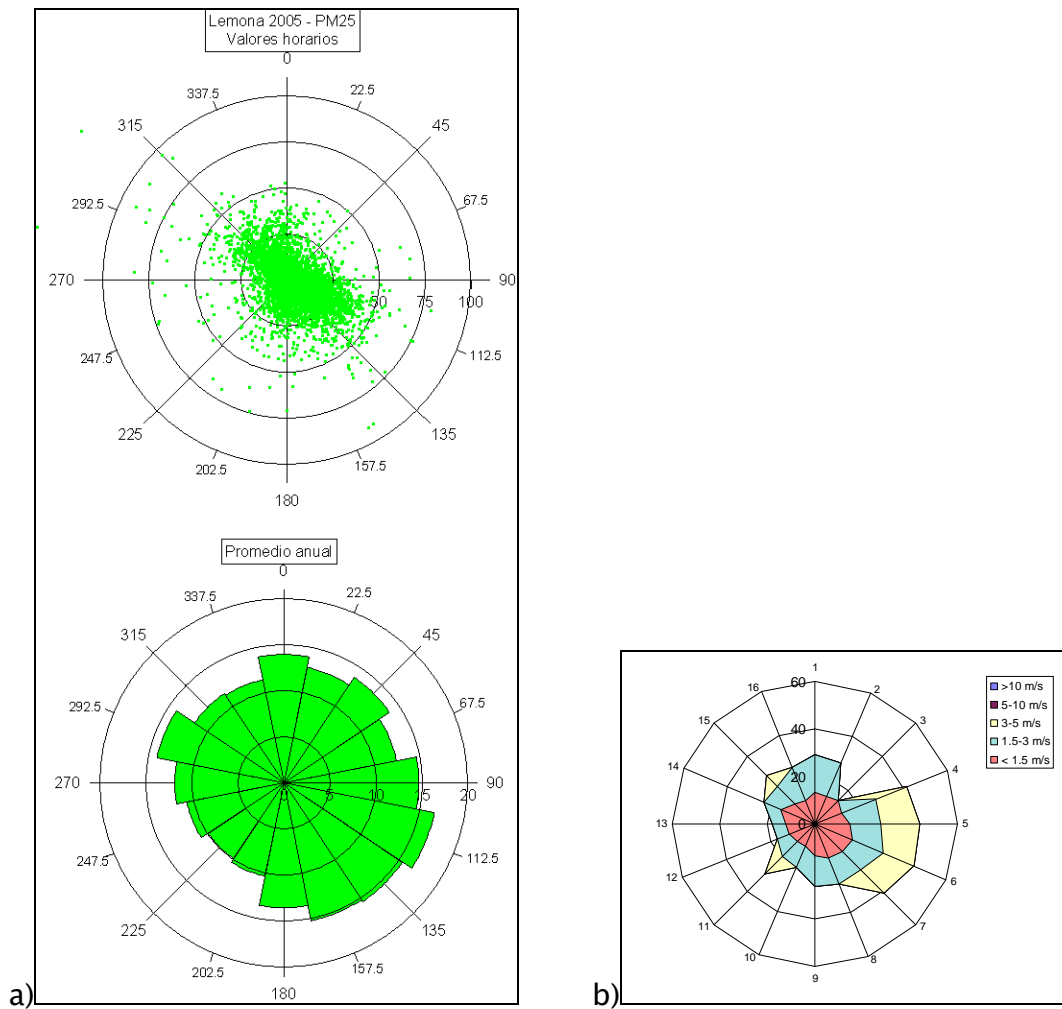


Figura 6.19. – Concentraciones promedio de PM_{2.5} por sectores de dirección de viento (a) y por dirección de viento y rangos de velocidad (b) en *Lomona* en el año 2005

Por otra parte, las concentraciones de PM_{2.5} en Lomona (Figura 6.20) son menores a las de entornos como Muskiz, Durango y Beasain con fuerte actividad industrial e incluso inferiores también a las de algunos núcleos de población con fuerte tráfico (Amorebieta, Rentería)

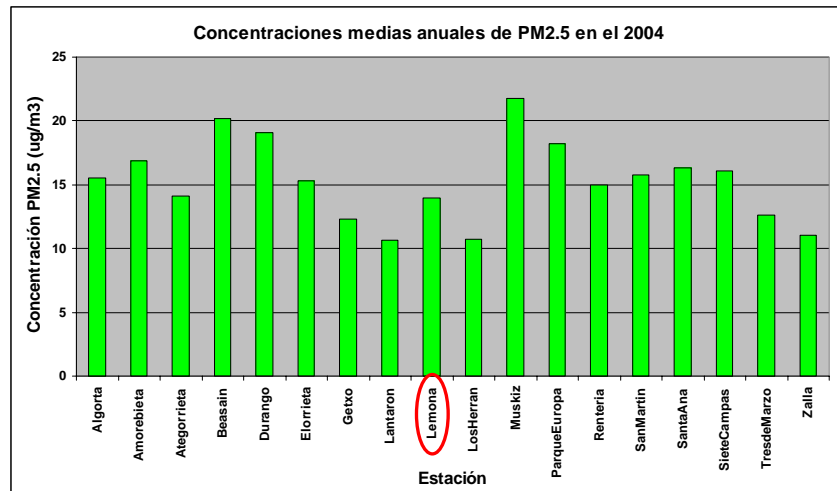


Figura 6.20. – Concentración anual de PM_{2.5} en diferentes estaciones de calidad del aire de la CAPV en el año 2004

6.4 Otras mediciones realizadas en el entorno del municipio de Lemona

6.4.1 Medidas realizadas por el Ayuntamiento de Lemona

El Ayuntamiento de Lemona lleva desde el año 2003 realizando medidas de PM₁₀ con dos captadores de alto volumen (CAV). Aunque este instrumental ha estado ubicado en diferentes puntos del municipio para poder comparar niveles de material particulado, sus emplazamientos ‘típicos’ son: *Ayuntamiento* y *Escuelas*. Por otra parte, en la figura 6.21 también se representa el emplazamiento denominado *Deposito* cuyos resultados conviene tener en cuenta debido al entorno más rural con afección menos directa de la actividad industrial y del tráfico.

Estación	Datos diarios tomados		
	Año 2003	Año 2004	Año 2005
<i>Ayuntamiento</i>	80	149	53
<i>Escuelas</i>	110	89	78
<i>Deposito</i>	–	–	53

Tabla 6.2. - Número de datos diarios de PM₁₀ tomados con captadores de alto volumen (CAV) en diferentes emplazamientos del municipio de Lemona

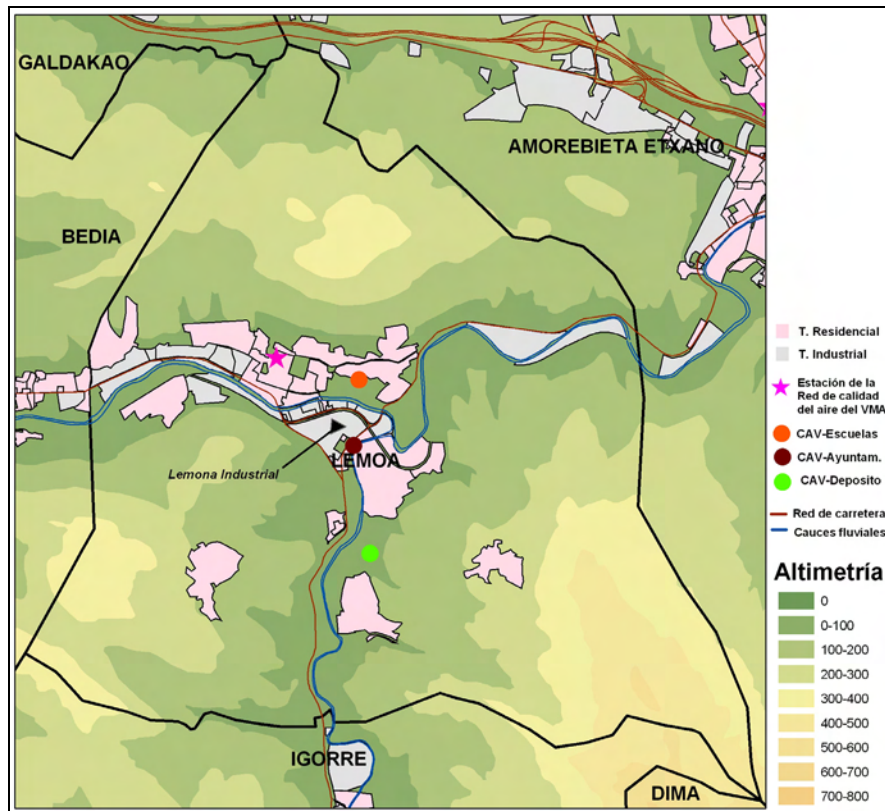


Figura 6.21. - Ubicación de la estación de la Red de Control de la calidad del aire del Gobierno Vasco de Lemona y los captadores de alto volumen (CAV) del Ayuntamiento de Lemona.



Figura 6.22. - Ubicación de los CAVs en *Ayuntamiento* y *Escuelas* dentro de Lemona

Como se puede apreciar en la tabla 6.2 no existe el mismo número de datos disponibles en cada uno de los emplazamientos de Lemona por lo que la intercomparación de resultados promedio solo se puede tomar como referencia. Los valores medios anuales se muestran en la tabla 6.3. El emplazamiento de *Ayuntamiento* muestra unos niveles de PM_{10} bastante altos durante los años 2004 y 2005. Aunque los resultados registrados en *Escuelas* son bastante menores que en *Ayuntamiento*, siguen siendo algo más elevados que los medidos por la estación de la Red de Control de la calidad del aire del Gobierno Vasco. Por su parte, *Deposito* es el emplazamiento donde se registran los valores medios más bajos.

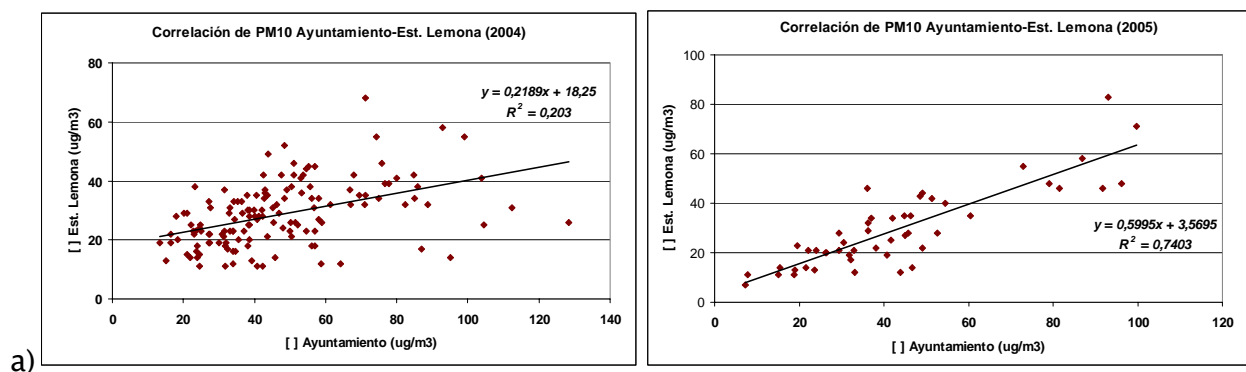
Estación	Valores medios anuales		
	Año 2003	Año 2004	Año 2005
<i>Ayuntamiento</i>	38.4	47.4	43.5
<i>Escuelas</i>	36.8	34.6	34.8
<i>Deposito</i>	-	-	27.6

Tabla 6.3. - Valores medios anuales registrados por CAVs en tres emplazamientos del municipio de Lemona.

Los resultados en cada una de las ubicaciones de Lemona son coherentes con la distancia a uno de los principales focos de emisión de material particulado (Lemona Industrial).

Por otra parte, los resultados muestran que no existe una relación clara entre las medidas registradas en *Deposito* y las de la estación de calidad del aire de *Lemona* (Figura 6.23.c), lo que implica un diferente grado de afección de las fuentes emisoras del entorno. A su vez es interesante observar la relación de la estación de la Red de *Lemona* con las mediciones de PM₁₀ registradas en *Ayuntamiento* y *Escuelas* durante los años 2003, 2004 y 2005. Durante los dos primeros años el índice de correlación lineal entre ambos fue bajo, aumentando claramente en el año 2005. Esta circunstancia puede asociarse a dos causas:

- las mejoras ambientales que la empresa ‘Lemona Industrial’ realizó en su actividad en 2004 con una destacada disminución de las emisiones de material particulado, lo cual produjo un menor impacto en el entorno más próximo de la planta (*Ayuntamiento*),
- Las obras de soterramiento del tren en Lemona produjeron durante el 2005 gran cantidad de polvo además de la recirculación del tráfico, lo cual pudo influir en los niveles de PM₁₀ de todos los puntos del municipio (alta correlación entre medidas de diferentes emplazamientos)



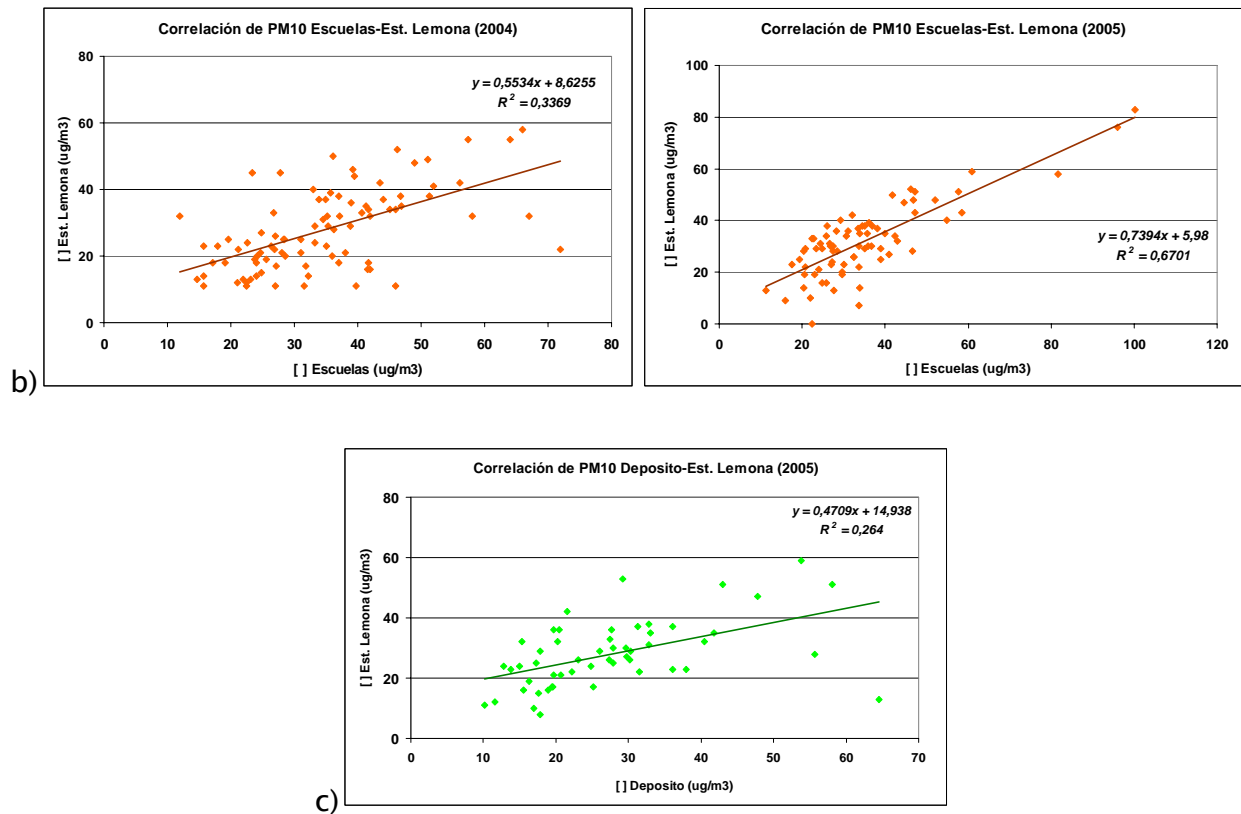


Figura 6.23. – Comparación entre las medias diarias de PM₁₀ registradas en la estación de calidad del aire de *Lemona* y las de los CAVs de *Ayuntamiento*(a), *Escuelas*(b) y *Deposito*(c)

6.4.2 Medidas realizadas en los municipios de Igorre y Bedia

Recientemente, a finales del año 2005 y principios del año 2006, se han realizado medidas de calidad del aire en dos municipios colindantes con el de Lemona. Estos son Igorre y Bedia. En ellos la Viceconsejería de Medio Ambiente tuvo emplazados dos estaciones móviles. Las fechas de inicio y fin de las mediciones fueron:

Ubicación	Fecha inicio	Fecha fin	Parámetros medidos
Igorre	22/11/2005	18/01/2006	NO, NO ₂ , CO, PM ₁₀ , O ₃ , SO ₂ , T ^a , HR, P, R, DV, VV
Bedia	24/01/2006	24/03/2006	NO, NO ₂ , CO, PM ₁₀ , O ₃ , SO ₂ , T ^a , HR, R, DV, VV

Tabla 6.4. - Periodo de medición y parámetros medidos de las estaciones móviles de Igorre y Bedia.

La localización exacta de las cabinas se puede observar en la figura 6.6 y 6.24.

Las coordenadas de su ubicación son:

ESTACION	Coordenada X	Coordenada Y	Municipio
<i>Movil2</i>	518290	4779283	Igorre
<i>Movil3</i>	516165	4784166	Bedia

Tabla 6.5. - Coordenadas UTM del emplazamiento de las estaciones móviles de Igorre y Bedia.



Figura 6.24. - Ubicación de las estaciones móviles en Igorre y Bedia (Viceconsejería de Medioambiente)

6.4.3 Valoración de los niveles registrados en Igorre

Entre noviembre 2005 y enero 2006 se estuvieron registrando en frente de la gasolinera de Igorre, en la carretera N-240 de Bilbao a Vitoria (figura 6.6), datos de contaminación atmosférica. Los resultados y la comparativa con la estación de *Lemona* (en el mismo periodo) se muestran en la siguiente tabla:

Estación	NO	NO ₂	PM ₁₀	CO
<i>Igorre</i>	44,2	27,5	30,8	557,0
<i>Lomona</i> (mismo periodo que Igorre)	21,1	26,8	31,0	364,0

Tabla 6.6. – Valores promedio de contaminantes en la estación móvil de *Igorre* y la estación fija de *Lomona* considerando los mismos periodos de medidas.

Durante el periodo de muestreo, los valores medios en *Igorre* se situaron por debajo de los valores límite establecidos en la legislación para el periodo anual. En comparación con los registros de *Lomona*, los niveles de PM₁₀ y NO₂ son muy similares, mientras que los valores de NO y CO son mayores en *Igorre*, probablemente debido a la cercanía a la carretera N-240 y el continuo tráfico que por ella circula.

En cuanto a la legislación referente a valores diarios de PM₁₀, los resultados en *Igorre* muestran 9 superaciones del valor límite. Teniendo en cuenta que existen 52 días de datos registrados, una extrapolación al periodo anual daría un incumplimiento de la normativa. Sin embargo, hay que tener en cuenta que el periodo en que se realizaron las medidas suele ser el que registra mayores niveles de PM₁₀ en la CAPV, por lo que una extrapolación puede no ser válida.

Comparando las mediciones de *Igorre* con las concentraciones registradas en la estación de *Lomona* en el mismo periodo (Figura 6.25), observamos que existe cierta correlación ($R^2=0.7483$) entre las medias diarias registradas en cada uno de los dos emplazamientos. Por ello se puede concluir que las variaciones de concentración registradas en ambos emplazamientos están gobernadas por los mismos condicionantes, como son las características meteorológicas (situaciones de estabilidad atmosférica, precipitación). Sin embargo, cada lugar de medida también se ve influenciado por la casuística de los focos de emisión más cercanos de manera que los ciclos diarios difieren (Figura 6.26).

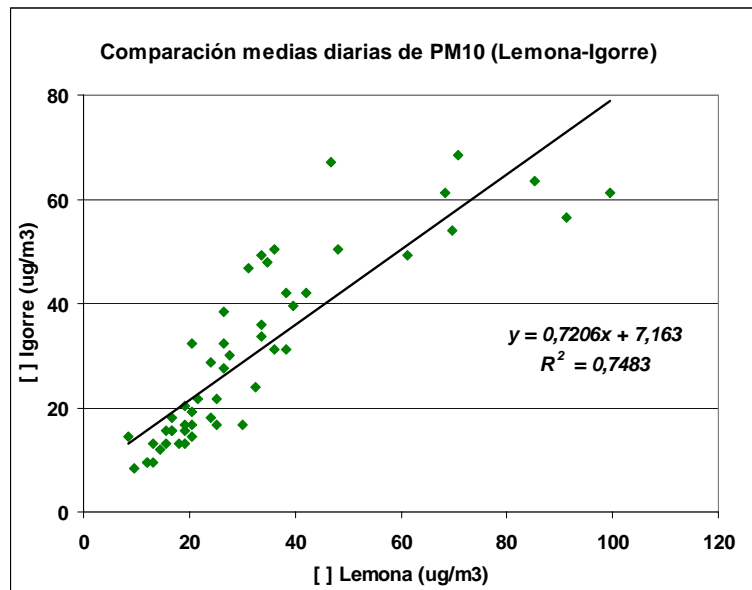


Figura 6.25. - Comparación de medias diarias de PM₁₀ registradas en *Igorre* y *Lemona* simultáneamente entre Noviembre 2005 y Enero 2006

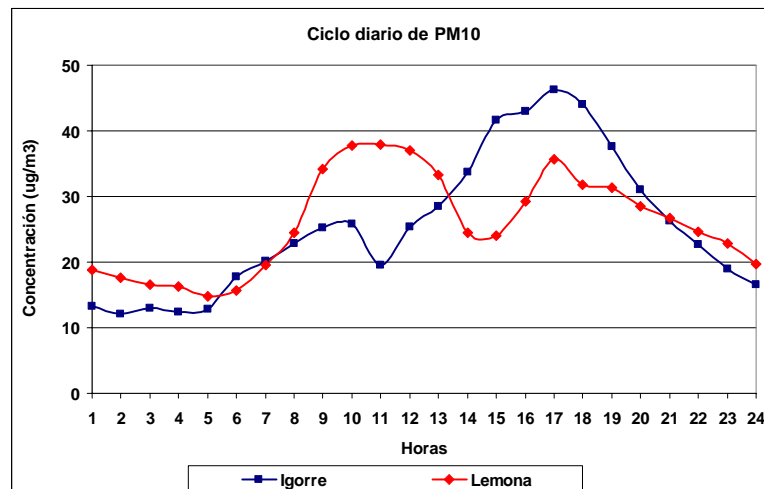


Figura 6.26. - Ciclo diario de PM₁₀ en *Igorre* y *Lemona* durante el periodo de muestreo entre Noviembre 2005 y Enero 2006

6.4.4 Valoración de los niveles registrados en Bedia

Entre enero y marzo de 2006 se estuvo registrando cerca de la iglesia de Bedia junto a la carretera N-240 de Bilbao a Vitoria (figura 6.6), datos de contaminación

atmosférica. Los resultados en Bedia y sus análogos en la estación de *Lemona* (en el mismo periodo) se muestran en la siguiente tabla:

Estación	NO	NO ₂	PM ₁₀	CO
<i>Bedia</i>	29,1	28,8	26,7	404,6
<i>Lemona</i> (mismo periodo que Bedia)	15,2	27,8	32,9	376,7

Tabla 6.7. - Valores promedio de contaminantes en la estación móvil de *Bedia* y la estación fija de *Lemona* considerando los mismos periodos de medidas.

Al igual que en caso de *Igorre*, los valores medios de contaminantes registrados en *Bedia* se situaron por debajo de los niveles establecidos para el periodo anual. En comparación con los registros de *Lemona*, los niveles de PM₁₀ son menores en *Bedia* mientras que el NO es mayor. Por su parte, el NO₂ y CO no muestran diferencias significativas entre ambos emplazamientos. Estos resultados indican la influencia en *Lemona* de otro(s) foco(s) distinto(s) del tráfico urbano. En este sentido hay que recordar que en el municipio de Lemona existe una fuerte actividad de canteras y tratamiento/proceso de materias pulverulentas. Por supuesto, no hay que olvidar las obras de soterramiento del tren en Lemona.

En cuanto a la legislación referente a valores diarios de PM₁₀, los resultados en *Bedia* muestran 5 superaciones del valor límite. Teniendo en cuenta que existen 58 días de datos registrados, se puede decir que se cumpliría la legislación si se extrapolarán estos resultados a un año completo.

En el caso de *Bedia*, las concentraciones de PM₁₀ muestran una fuerte relación con las de *Lemona* ($R^2=0.9154$) cosa que no ocurre para NO ($R^2=0.5362$) lo cual indica, al igual que en *Igorre*, variaciones similares en los niveles generales de PM₁₀, así como la existencia de diferentes focos de contaminantes influyendo en las medidas de *Lemona* y *Bedia*.

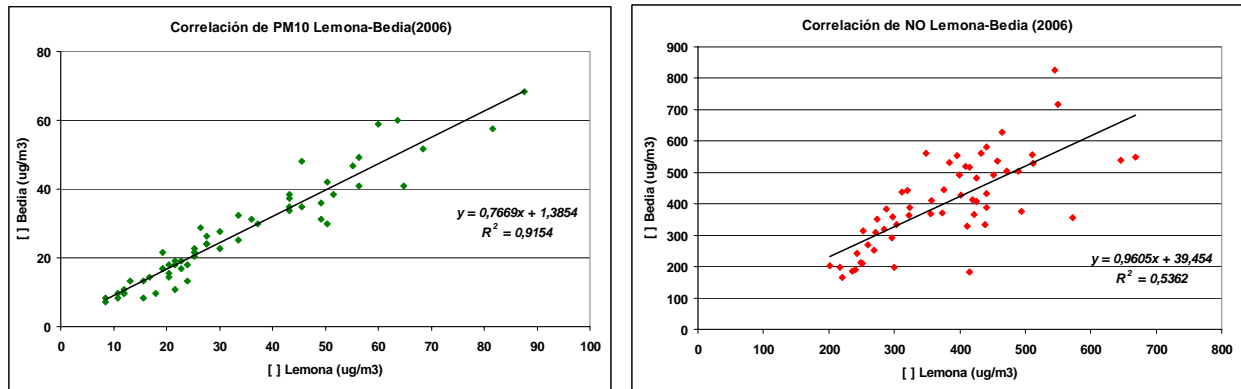


Figura 6.27. - Comparación de medias diarias de PM₁₀ y NO registradas en *Bedia* y *Lemona* simultáneamente entre Enero y Marzo 2006

Si observamos los ciclos diarios de *Bedia* y *Lemona* de PM₁₀ podemos observar que la concentración en *Lemona* se dispara por la mañana alcanzando un máximo (10-11 hora GMT) que se encuentra retrasado con los que habitualmente se dan en ubicaciones afectadas por el tráfico urbano (8-9 hora GMT). Este pico aunque con menor valor absoluto también se da en *Bedia*.

Por el contrario, el pico de NO por la mañana se muestra mayor en *Bedia* y ocurre una hora antes que en *Lemona* pudiendo asociarse al aumento del tráfico a esa hora en la carretera nacional N-240 que por su cercanía tiene mas influencia en *Bedia* que en *Lemona*.

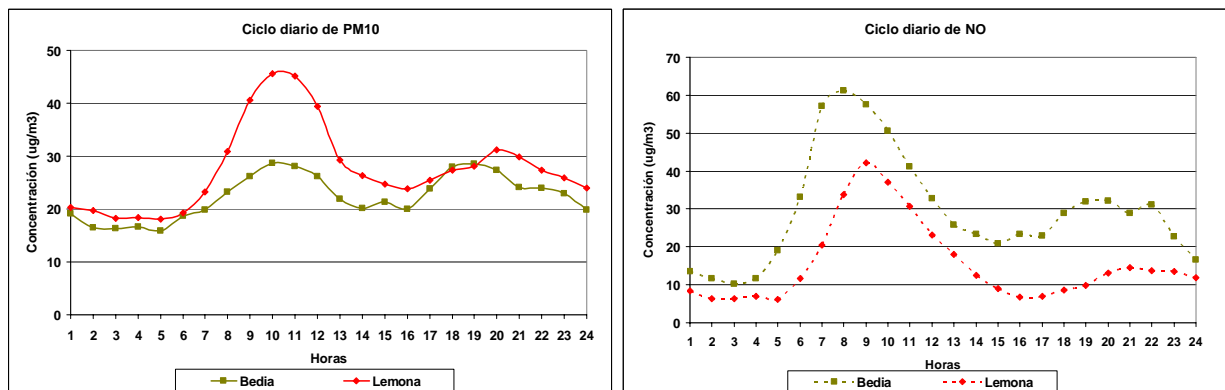


Figura 6.28. - Ciclo diario de PM₁₀ en *Bedia* y *Lemona* durante el periodo de muestreo entre Enero y Marzo 2006

7. CONCLUSIONES

El municipio de Lemona soporta una destacada **actividad industrial** centrada principalmente en la extracción de material de canteras, tratamiento del mismo así como posterior elaboración de productos. El núcleo principal de población de Lemona, con escasos varios miles de habitantes, se encuentra dividido por la actividad industrial más importante de Lemona, 'Lemona Industrial', centrada en la fabricación de cemento y en principio la mayor fuente emisora de material particulado. Sin embargo, hay que destacar que mejoras tecnológicas ocurridas en el año 2004 han minimizado de forma importante sus emisiones. Además existen varios polígonos industriales en las afueras del núcleo urbano, en los que también hay que considerar las emisiones de contaminantes (gases y material particulado). En cuanto al transporte, hay que considerar que el tráfico urbano es despreciable frente al importante tránsito de vehículos por la carretera nacional N-240 que une Bilbao con el valle de Arratia y Vitoria. Esta carretera aunque no pasa por el centro del pueblo lo bordea muy próximo. En situaciones normales es muy raro encontrar atascos dentro del núcleo de población de Lemona, existiendo un tráfico urbano generalmente fluido.

Sin embargo, en marzo del 2005 comenzaron las obras de soterramiento del tren en Lemona. Esta circunstancia ha ocasionado un elevado movimiento de tierras y un aumento de la circulación de camiones que han resuspendido gran cantidad de material particulado en el aire ambiente. Además, se procedió a la reordenación del tráfico, obligando a parte de los vehículos (tanto ligeros como pesados) a atravesar el núcleo urbano. Esta situación ha ocasionado múltiples atascos y retenciones con el consiguiente aumento de las emisiones de contaminantes.

Los resultados del diagnóstico de la situación actual de la calidad del aire en el municipio de Lemona muestran un **incumplimiento de la normativa** actualmente en

vigor (R.D. 1073/2002) **asociado al material particulado en aire ambiente (PM₁₀)**. Aunque en la estación de medida de la Red de calidad del aire del Gobierno Vasco no se ha superado el valor límite anual, durante el año 2005 se registraron más superaciones del valor límite diario de PM₁₀ de las permitidas por la legislación. En general, en el municipio de Lemona **los valores medios no muestran una tendencia bien definida**.

Los vientos predominantes a nivel de suelo quedan condicionados por la orografía de la comarca y así los flujos de aire circulan por los valles donde se ubica el núcleo de población y focos emisores. En concreto, en Lemona se juntan tres valles con tres direcciones diferentes desde Lemona (Amorebieta, Igorre y Bedia). El núcleo urbano de Lemona no se caracteriza por registrar vientos fuertes, sino que predominan los flojos y moderados (generalmente $v < 3$ m/s) pudiendo limitar de alguna manera la dispersión de los contaminantes emitidos.

Los resultados del análisis de la **procedencia del material particulado (PM₁₀)** en Lemona indican la existencia y contribución importante de **diferentes focos centrados en la actividad de producción de cemento (canteras, hornos, ...)**. Sin embargo, también hay que considerar otras actividades que se desarrollan en el municipio cuyo proceso ha quedado anticuado o no se están aplicando las medidas correctoras necesarias. En el análisis se puede apreciar que, **aunque no existen grandes diferencias entre direcciones de viento, las mayores concentraciones de PM₁₀ se dan en direcciones del segundo cuadrante**. Por otra parte, se aprecia un transporte de material particulado fino (PM_{2.5}) desde el nor-noroeste (NNW) y el valle del Duranguesado (ESE) asociado a velocidades medias de viento ($v > 1.5$ m/s). Generalmente, **la contribución del tráfico urbano a los niveles de calidad del aire es despreciable**. Sin embargo, no hay que descartar un aporte de PM₁₀ asociado al elevado tráfico interurbano y de media distancia, que con un elevado número de vehículos pesados, circula por la carretera N-

240. Por último y por ello no menos importante, hay que mencionar las **obras de soterramiento del tren de Lemona** que se produjeron durante el año 2005 coincidiendo con el único incumplimiento del R.D. 1073/2002 registrado en Lemona. En este sentido, cabe comentar que la razón de no reflejarse un aumento de los niveles medios anuales de PM_{10} en el año 2005 a causa de las obras podría deberse a la mejora tecnológica en 'Lemona Industrial' cuyo menor impacto en la calidad del aire habría quedado enmascarado con el efecto de las obras de soterramiento del tren. En cualquier caso habría que esperar a futuros años para comprobar estas afirmaciones.

Por otra parte, se ha comprobado que los niveles medios de PM_{10} en Lemona son similares a los de Igorre (con afección de industrias del metal y el tráfico de la N-240), pero mayores que los de Bedia (con menor actividad industrial contaminante). Las concentraciones medias diarias de PM_{10} de Lemona y Bedia muestran valores altos de correlación, lo mismo que ocurre entre Lemona e Igorre, indicando cierta influencia de la situación atmosférica de la comarca en los niveles del material particulado en aire ambiente.

Anexo: Fotos de algunos de los focos emisores más destacados de material particulado en el entorno del municipio de Lemona

a) Lemona Industrial



Figura A.1. - Lemona Industrial. Situada junto al núcleo urbano de Lemona en dirección SE de la estación de medida de *Lemona*.

b) Cantera Monte Murgia



Figura A.2. - Cantera Mt. Murgia. Situada a escasa distancia del núcleo principal de población de Lemona, en dirección sur (S) de la estación de *Lemona*



Figura A.3. – Cantera Mt. Murgia a la izquierda, al sur-suroeste (SSW) del núcleo urbano; Cantera Peña Lemona a la derecha, al norte (N) del núcleo urbano; ‘Lemona Industrial’ junto al núcleo urbano de Lemona

c) Morteros Bizkor





Figura A.4. – Morteros Bizkor junto a la Cantera Apario. Situado a aproximadamente 2 km. al sur-suroeste (SSW) del núcleo principal de población de Lemona

d) Cantera Apario



Figura A.5. - Cantera Apario. Situada a aproximadamente 2 km. al sur-suroeste (SSW) del núcleo principal de población de Lemona

e) **Marmolería Lemona**



Figura A.6. - Marmolería Lemona. Situada junto al núcleo urbano de Lemona y la estación de tren

f) **Prefabricados Lemona**



Figura A.7. – Prefabricados Lemona. Situada a 700 metros en dirección oeste (W) del núcleo principal de población de Lemona

g) CIE Tarabusi



Figura A.8. – CIE Tarabusi. Situado a 2,5 km. al sur (S) del núcleo principal de población de Lemona dentro del término municipal de Igorre

h) Fundición Inyectada Aluminio (Aliasa)



Figura A.9. – Fundición Inyectada de Aluminio, Aliasa. Ubicada en la entrada del núcleo de población de Igorre a 4,5 km. al sur (S) de Lemona

i) Obras de soterramiento del tren



Figura A.10. – Obras de soterramiento del tren junto al antiguo paso a nivel de Lemona

j) Retenciones debidas a las obras en Lemona



Figura A.11. – Retenciones de hasta varios kilómetros en la carretera N-240 dirección Igorre desde Lemona.



Figura A.12. - Largas retenciones de tráfico en la carretera N-240 viniendo desde Bedia para cruzar las antiguas vías del tren en Lemona.