

SITUACIÓN DE PARTIDA

10. DISPERSIÓN DE LOS CONTAMINANTES.

10.1. Introducción	225
10.2. Características meteorológicas y territoriales	226
10.2.1. Régimen térmico	227
10.2.2. Régimen pluviométrico	228
10.2.3. Humedad relativa	229
10.2.4. Insolación	229
10.2.5. Régimen de vientos	230
10.3. Modelo de dispersión de la contaminación	231
10.3.1. Presentación general del modelo AIRWARE	231
10.3.2. La aplicación AIRWARE para Vitoria-Gasteiz	232
10.4. Resultados del modelo de dispersión	234

10.1. Introducción.

Tras el estudio de las emisiones que se generan en el Término Municipal de Vitoria-Gasteiz y una vez comprendido el fenómeno de dispersión de la contaminación, presentado en el capítulo 2, a continuación se van a tratar los aspectos relacionados con la dispersión de los contaminantes en la ciudad.

Además de las propias fuentes de emisión, las características meteorológicas y territoriales son los principales factores que determinan la formación y la dispersión de la contaminación atmosférica.

Los modelos de dispersión que recrean las características de un territorio para calcular los niveles de inmisión, así como los desplazamientos de la contaminación, incorporan estos condicionantes meteorológicos y territoriales. El modelo de dispersión utilizado por el estudio previo a la redacción del presente *Plan Municipal de Gestión de la Calidad del Aire* integra por lo tanto las fuentes de emisión, móviles y fijas, y las características ambientales de Vitoria-Gasteiz.

Los resultados tanto gráficos como tabulados que da el modelo de dispersión aplicado a la situación de Vitoria-Gasteiz informan sobre la distribución espacial actual de la contaminación en la ciudad, permitiendo la predicción de la calidad del aire que se disfrutaría en el futuro si cambiasen las condiciones de emisión.

Todos los datos de entrada al modelo se corresponden con el año 1999.

10.2. Características territoriales y meteorológicas.

El Municipio de Vitoria-Gasteiz, cuya extensión es de 278 km², está situado en la parte central de la provincia de Álava, en el extremo occidental de la comarca natural de la Llanada Alavesa. Dicha comarca es una amplia cubeta de fondos planos o suavemente alomados, y circunvalada por diversos alineamientos montañosos que la rodean prácticamente en su totalidad, estando sus límites geográficos formados por:

- Al sur, los Montes de Vitoria; una pequeña alineación montañosa que separa la Llanada de la depresión de Miranda-Treviño.
- Al norte, los Montes Vascos.
- Al oeste, la plataforma de Mena-Orduña-Murguía que prolonga la Llanada en su parte occidental.

- Al este, el valle de la Barranca entre la Sierra de Urbasa y la Sierra de San Miguel-Aralar, en la Comunidad Autónoma de Navarra.

Dentro del Término Municipal se encuentran representados dos de estos rebordes montañosos: los Montes de Vitoria al sur y las sierras de Arrato y Badaya en el extremo noroeste del mismo. La cota máxima del Municipio es el monte Palogan (1.095 m) ubicado en los Montes de Vitoria.

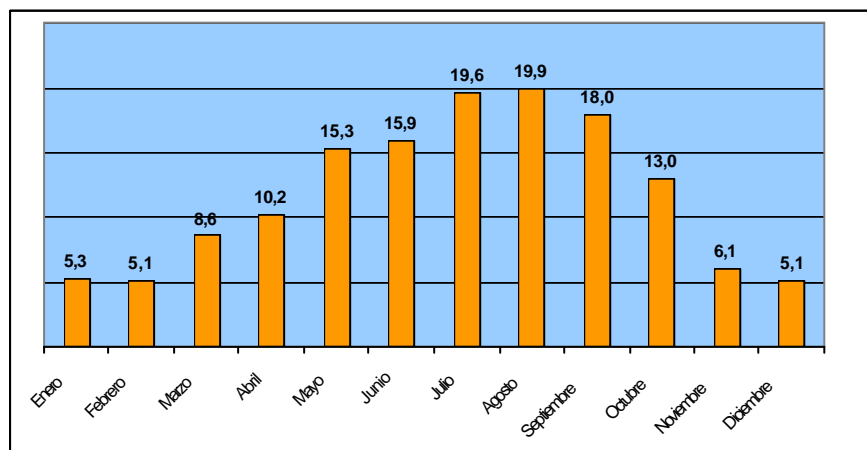
El territorio municipal de Vitoria-Gasteiz se ubica en la región climática denominada subcantábrica. Se trata de un clima de transición entre el mediterráneo de interior y el oceánico, si bien la influencia dominante es atlántica.

Esta región se caracteriza por presentar un **clima de tipo templado cálido húmedo**, con inviernos suaves aunque más fríos que en la zona climática costera y veranos cálidos, pero no significativamente más cálidos que en la zona costera. El régimen de humedad es similar al correspondiente a ésta, es decir, en general todos los meses tienen características húmedas, excepto algún mes al año en el que la humedad es intermedia.

10.2.1 Régimen térmico.

La temperatura media anual durante el año 1999 fue de 11.8 °C. El mes de agosto registra la temperatura media más elevada con 19.9 °C, siendo febrero y diciembre los más fríos con 5.1 °C. La oscilación (diferencia entre la temperatura diaria más alta y la más baja) media es mayor en verano que en invierno, alcanzando su máximo en agosto con 12.9 °C. El valor mínimo corresponde a febrero con 5.9 °C.

Figura 10.1. Temperatura media mensual en Vitoria-Gasteiz en 1999.



Fuente: Elaboración propia.

Es importante destacar, desde el punto de vista de la formación de la contaminación atmosférica y en particular de la contaminación fotoquímica que, en 1999, hubo 72 días con temperaturas superiores a los 25 °C y 11 días con temperaturas por debajo del 0 °C.

Tabla 10.1. Datos térmicos medios para el periodo 1930-1990

	T	TM	Tm	TMA	Tma
Enero	4,5	7,8	1,2	19,0	-17,8
Febrero	5,5	9,5	1,6	22,8	-13,5
Marzo	8,0	12,8	3,2	25,6	-8,8
Abril	9,8	16,0	5,0	30,4	-2,6
Mayo	12,7	19,2	7,4	33,8	-4,2
Junio	16,2	23	10,5	37,8	-0,4
Julio	18,6	25	12,4	39,4	5,2
Agosto	18,9	25,2	12,6	39,2	5,2
Septiembre	17,0	22,9	11,1	35,2	-1,2
Octubre	12,8	17,7	8,0	30,6	-4,5
Noviembre	7,9	11,9	4,2	23,2	-7,6
Diciembre	5,3	8,3	2,3	18,2	-10
AÑO	11,4	16,6	6,6	39,4	-17,8

Fuente: Elaboración propia

T: Temperatura media (°C); TM: Media de las temperaturas máximas (°C); Tm: Media de las temperaturas mínimas (°C); TMA: Temperatura máxima absoluta (°C); Tma: Temperatura mínima absoluta (°C)

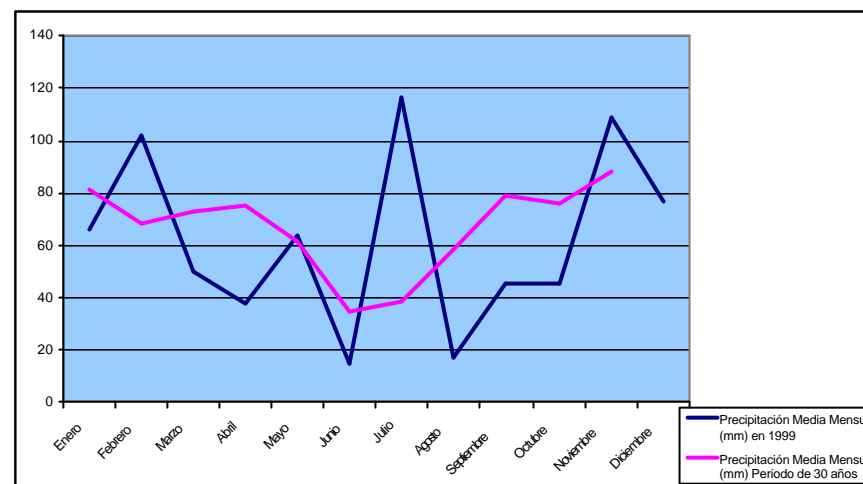
En conclusión, las temperaturas se pueden considerar suaves, existiendo cambios apreciables entre los meses de invierno y verano. Algo similar se produce entre el día y la noche, no dándose, sin embargo, grandes oscilaciones térmicas. Por lo tanto, las heladas se presentan con una frecuencia moderada.

10.2.2 Régimen pluviométrico.

En el año 1999 las lluvias se han repartido irregularmente, llamando la atención que julio haya sido el mes más lluvioso y la primavera la estación más seca.

Sin embargo, al observar la Figura 10.2, en la que se comparan las precipitaciones del año 1999 con los valores medios estadísticos de un periodo de toma de datos de 30 años, se ve que las precipitaciones del año 1999 son atípicas, tanto en su distribución temporal como en el volumen total de precipitación.

Figura 10.2. Comparación de la pluviometría entre 1999 y los últimos 30 años



Fuente: Elaboración propia.

La época seca suele empezar a mediados de mayo para acabar en septiembre, mientras que el otoño y el invierno se caracterizan por ser lluvioso. Por regla general, la precipitación es alta excepto en los meses de julio y agosto, y regularmente repartida a lo largo del año, con periodos de sequía prácticamente inapreciables. El año de referencia del estudio fue atípico debido a las fuertes tormentas acaecidas durante el mes de julio.

10.2.3 Humedad relativa.

La humedad relativa es importante puesto que influye en la capacidad dispersante de la atmósfera. Un clima húmedo con una atmósfera próxima a la saturación a lo largo de todo el año supone, para ciertos contaminantes, un peligro de acidificación de sus óxidos. Por otro lado, el carácter negativo de la humedad se agudiza con la formación de nieblas. Los datos recogidos durante 1999 en Vitoria-Gasteiz son los siguientes:

Tabla 10.2. Humedad relativa mensual para el año 1999 y el período entre 1931 y 1990 en Vitoria-Gasteiz.

	Año 1999	Periodo 1931-1990		Año 1999	Periodo 1931-1990
Enero	82,0	84,1	Julio	73,0	70,3
Febrero	86,0	80,3	Agosto	74,0	70,4
Marzo	75,0	73,9	Septiembre	72,0	72,7
Abril	72,0	73,3	Octubre	80,0	78,7
Mayo	71,0	72,9	Noviembre	88,0	81,8
Junio	72,0	72,2	Diciembre	87,0	85,0

Fuente: Elaboración propia

10.2.4 Insolación.

La insolación es un factor importante actúa sobre la formación de la contaminación fotoquímica. El modelo de dispersión toma en cuenta, entre otros factores, la radiación solar, para el cálculo de la clase de estabilidad atmosférica que, a su vez, determina la dispersión de los contaminantes. En 1999 la nubosidad ha sido menor a la media para el periodo 1931-1990. (Ver Tabla 10.3).

Tabla 10.3. Comparación del número mensual de horas de sol en el año 1999 y la media mensual para el periodo 1931-1990.

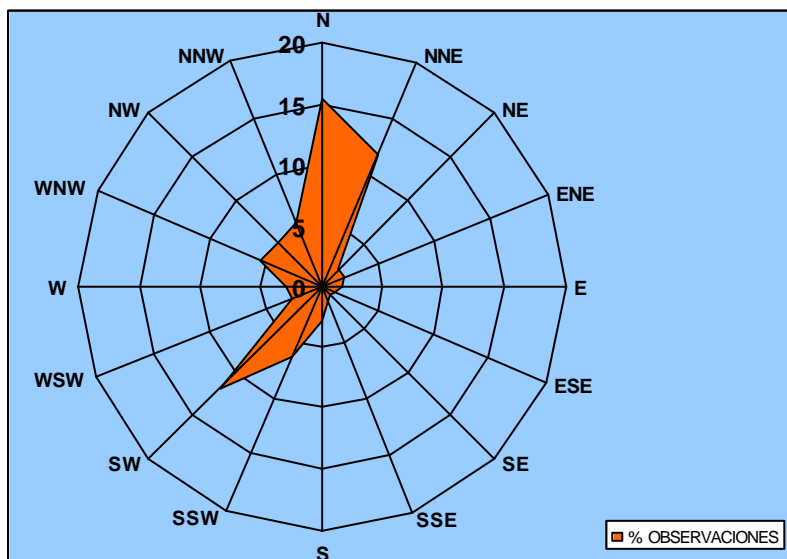
	Año 1999	Periodo 1931-1990		Año 1999	Periodo 1931-1990
Enero	116.4	71,7	Julio	247.6	238,7
Febrero	67.8	93,0	Agosto	237.7	217,8
Marzo	145.1	127,9	Septiembre	186.0	176,0
Abril	192.1	132,4	Octubre	135.8	135,0
Mayo	219.0	176,5	Noviembre	78.1	82,0
Junio	247.2	201,3	Diciembre	54.1	59,0

Fuente: Elaboración propia.

10.2.5 Régimen de vientos.

El factor principal de dispersión de la contaminación en la atmósfera es el viento. El modelo de dispersión incorpora, por lo tanto, las frecuencias de las direcciones y de las velocidades del viento para el año 1999.

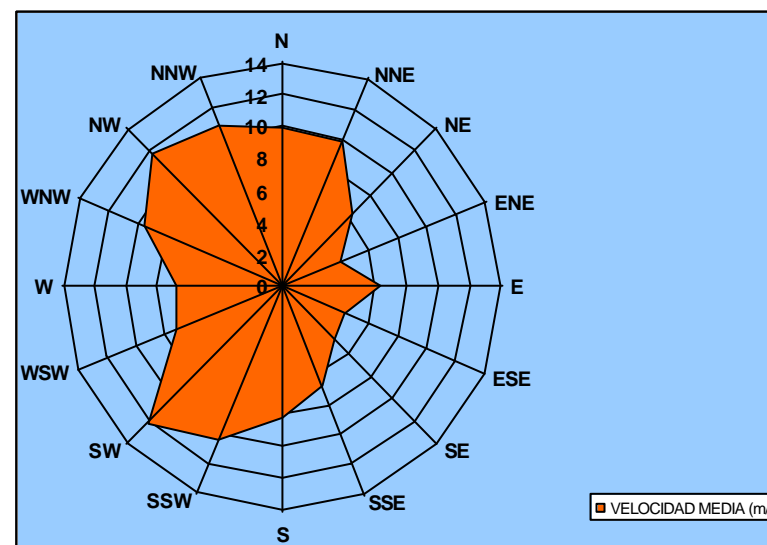
Figura 10.3. Rosa de vientos en 1999 (en % de las observaciones).



Fuente: Elaboración propia a partir de la información del Centro Meteorológico Territorial del País Vasco.

La componente norte es la predominante, seguida de los vientos del sudoeste. Son éstos, sin embargo, a los que corresponden las mayores velocidades medias registradas. El porcentaje de calmas (velocidades del viento inferiores a 0,5 m/s, 1,8 km/h), fue de 21,7% para el año 1999 en la estación meteorológica de Foronda, (Fuente: Centro Meteorológico Territorial del País Vasco).

Figura 10.4. Velocidad de los vientos en 1999 (en km/h).



Fuente: Elaboración propia a partir de la información del Centro Meteorológico Territorial del País Vasco.

10.3. Modelo de dispersión de la contaminación.

Para el estudio de la dispersión de la contaminación atmosférica en Vitoria-Gasteiz se ha desarrollado una aplicación de un modelo matemático de dispersión.

El modelo utilizado ha sido el AIRWARE (Air Quality Management Information System for Urban and Industrial Applications). Este modelo debe considerarse como una herramienta de gestión municipal de la calidad del aire.

La preparación de la aplicación AIRWARE para el caso de Vitoria-Gasteiz ha necesitado la incorporación de datos básicos que caracterizan el entorno físico, la climatología y las fuentes de emisión del territorio.

10.3.1 Presentación general del modelo AIRWARE.

El modelo de dispersión Airware integra distintos módulos de dispersión de contaminantes basados en datos de caracterización del territorio de estudio. El programa, diseñado para las áreas urbanas (residenciales e

industriales), incorpora la información relativa a geomorfología, meteorología, así como las condiciones medioambientales y socioeconómicas de la ciudad.

Concretamente el modelo combina los siguientes módulos:

- Un módulo de bases de datos de gestión de los distintos inventarios de fuentes de emisión, así como de datos meteorológicos y de niveles de inmisión.
- Una serie de modelos de tipo gaussiano de simulación y optimización de la calidad del aire para el análisis estratégico de su gestión. Concretamente Airware incorpora:
 - ☑ Un modelo de dispersión de las emisiones de las fuentes móviles (por segmentos de carreteras) que utiliza los factores de emisión propuestos por la metodología CORINAIR.
 - ☑ Un modelo de dispersión de la contaminación procedente de los sistemas de calefacción del sector residencial y los edificios públicos y privados de la ciudad.
 - ☑ El modelo ISC-3 (Industrial Source Complex model) de la Agencia estadounidense para la

Protección del Medio Ambiente (EPA) para las fuentes industriales.

- ☑ Un módulo que combina los resultados de los modelos de fuentes móviles y de fuentes industriales.
- ☑ Un modelo (PMB) de formación de la contaminación fotoquímica (Ozono).
- Un Sistema de Información Geográfica (SIG).
- Un sistema de funcionalidades de análisis, control y creación de informes de resultados.

10.3.2 La aplicación AIRWARE para Vitoria-Gasteiz.

Con el fin de justificar y orientar las medidas de lucha contra la contaminación atmosférica, se ha desarrollado una aplicación del modelo Airware para el Término Municipal de Vitoria-Gasteiz, que incorpora la información, tanto en formato geográfico como en base de datos, necesaria para caracterizar la situación y las condiciones generales del territorio en cuanto a la calidad del aire.

- *La Cartografía:* la cartografía base utilizada, en formato SIG, es la 1:25.000 del Centro Nacional de

Información Geográfica para el Término Municipal de Vitoria-Gasteiz y sus alrededores cercanos. Con el fin de representar los relieves del terreno se ha utilizado un modelo digital de terreno para el área de estudio lo que capacita a la aplicación para tener en cuenta las barreras geográficas que condicionan la dispersión de la contaminación.

- *La red viaria:* se incorporó en el modelo la red viaria del Inventario de Fuentes Móviles (Ver Capítulo 5). Los aforos provienen tanto de las estaciones de medición de aforos como de las estimaciones realizadas sobre la base de los aforos reales. En conclusión, la información aportada al modelo corresponde a los aforos de la totalidad de los segmentos de vías que forman la red principal de Vitoria-Gasteiz. El modelo calcula la emisión para cada segmento de carreteras.
- *La población:* integración al modelo de la información relativa a la población por bloques de viviendas, lo que permite identificar el grado de exposición de los ciudadanos a la contaminación atmosférica.

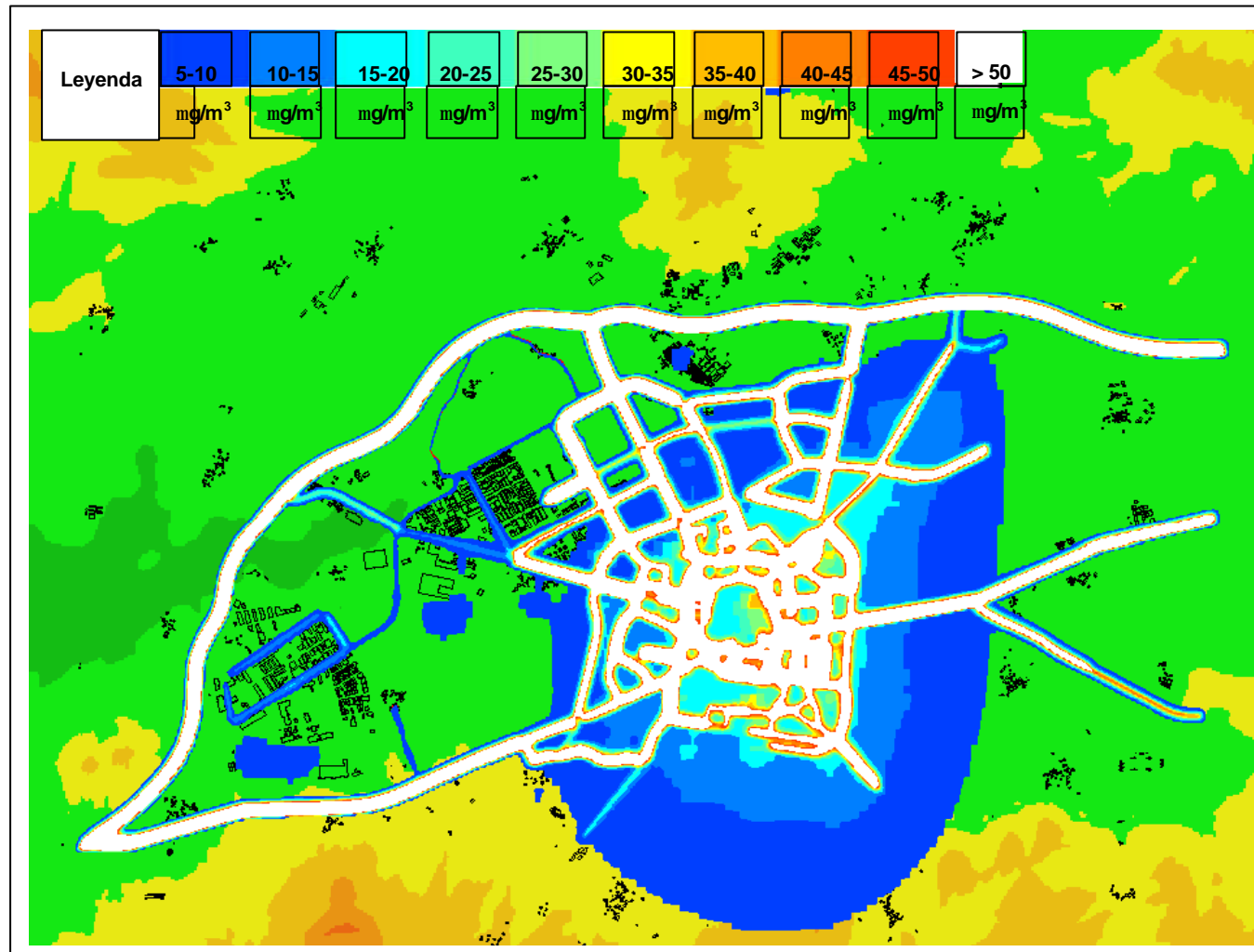
- *El Inventario de Emisiones:* la aplicación integra la información geográfica relativa a las fuentes fijas (y sus emisiones), tanto de las fuentes industriales como de las fuentes del sector terciario. Esta información se toma del inventario de Fuentes Fijas.
El modelo también considera, para una mayor precisión de los resultados, la altura y el diámetro de las chimeneas de las fuentes industriales así como la temperatura y la velocidad de emisión.
- *Los datos meteorológicos:* La aplicación integra las series temporales (cada 17 min.) de valores meteorológicos para el año 1999. Se han utilizado los siguientes datos proporcionados por la Estación Municipal de Meteorológica de Aguirrelanda.
 - Temperaturas del aire.
 - Precipitación.
 - Dirección y velocidad del viento.
 - Clase de estabilidad de la atmósfera y altura de la capa de inversión (estimada gracias a los datos de radiación solar).
 - Presión atmosférica.
- Humedad relativa.
- Los datos de la calidad del aire: la información relativa a niveles de inmisión, que ha sido provista por las tres estaciones de medición de la Red Automática, permite calibrar la estimación de la dispersión sobre la realidad en las áreas de influencia de las estaciones. La información de la calidad del aire se incorpora al modelo en serie de datos horarios para los contaminantes medidos en las estaciones.

10.4. Resultados del modelo de dispersión.

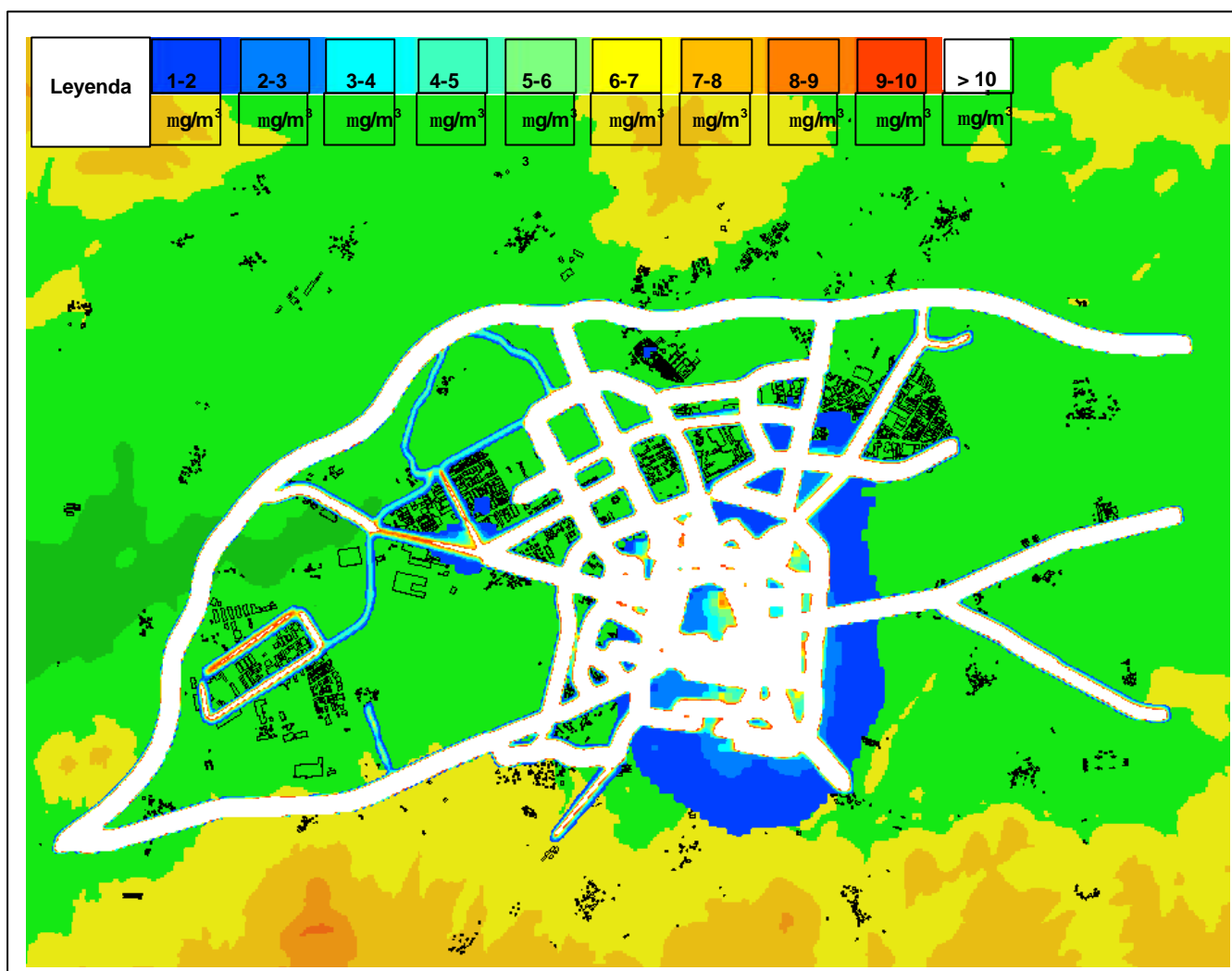
La aplicación del modelo Airware desarrollado para el caso de estudio de Vitoria-Gasteiz, una vez incorporados la totalidad de las informaciones básicas que se ha resumido anteriormente, produce una serie de resultados gráficos que son frutos de los distintos módulos del programa.

En los mapas siguientes se presentan los resultados más representativos para Vitoria-Gasteiz, tanto para el Municipio en su totalidad como para el casco urbano, área que se caracteriza por tener las concentraciones más elevadas.

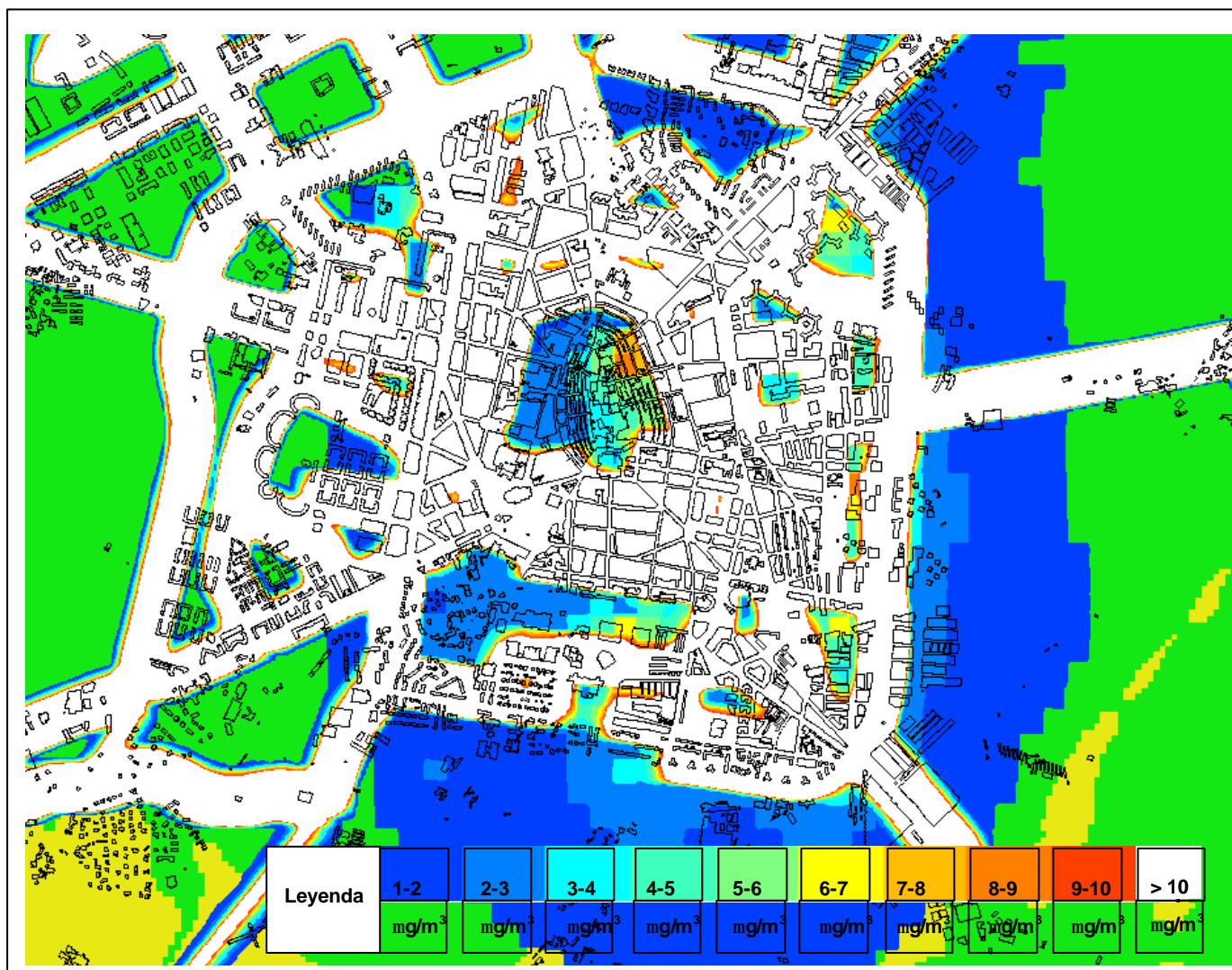
Mapa 10.1. Niveles de inmisión medios anuales en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de NO_x para el Municipio de Vitoria-Gasteiz (año 1999). Fuentes industriales y fuentes móviles.



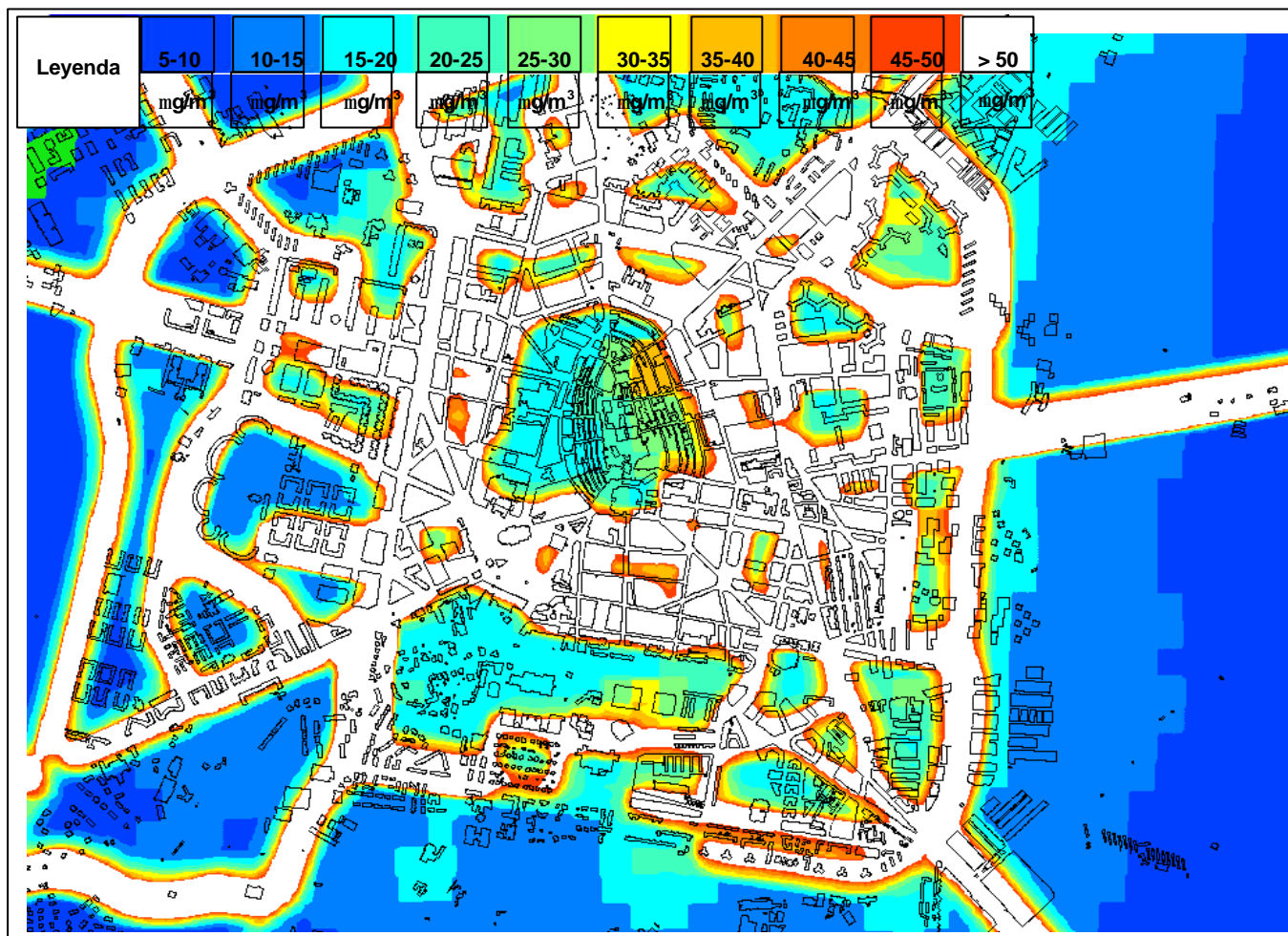
Mapa 10.2. Niveles de inmisión medios anuales en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de SO_2 para el Municipio de Vitoria-Gasteiz (año 1999). Fuentes industriales y fuentes móviles.



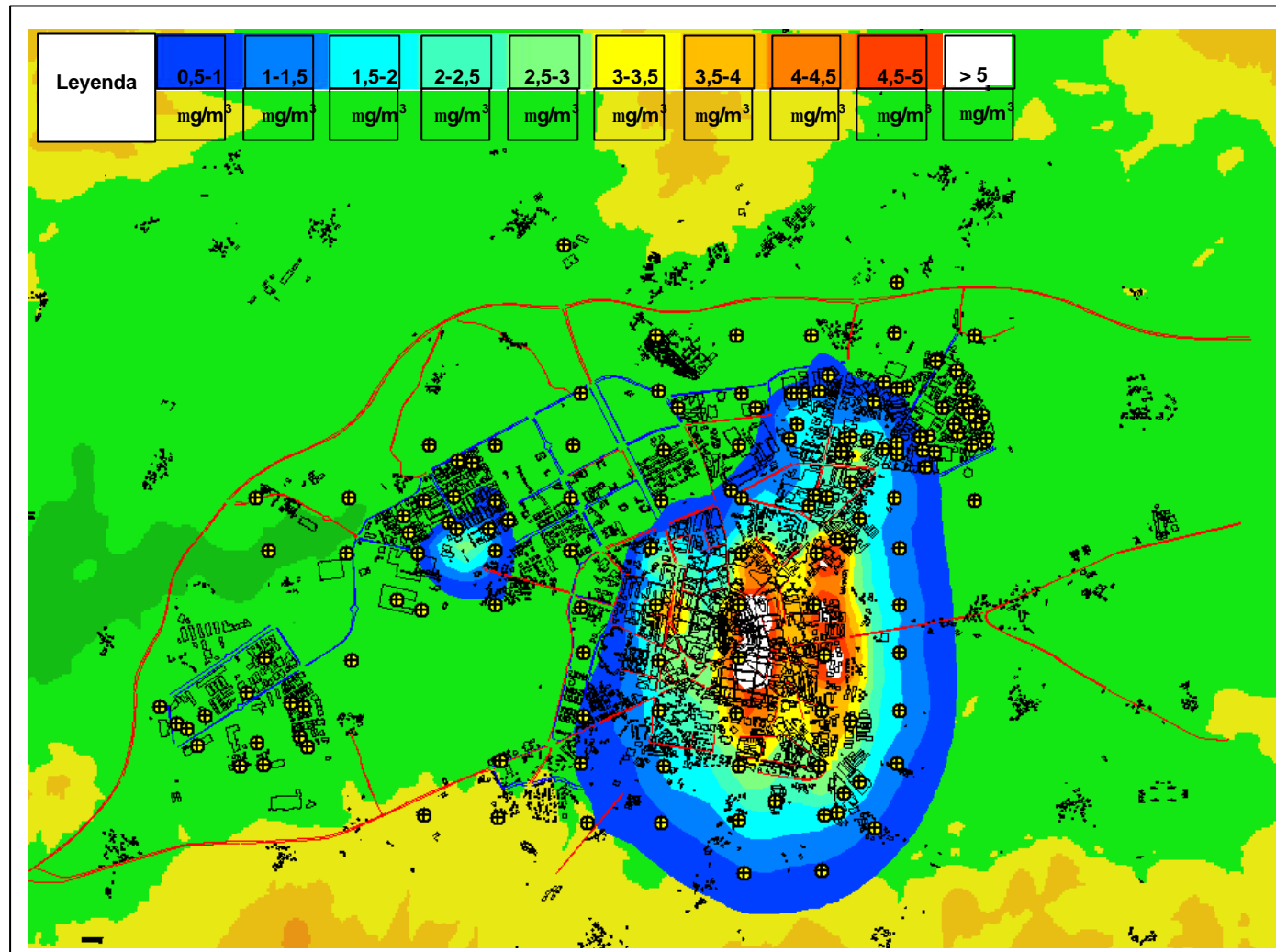
Mapa 10.3. Niveles de inmisión medios anuales en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de SO_2 para el Casco Urbano de Vitoria-Gasteiz (año 1999). Fuentes industriales y fuentes móviles.



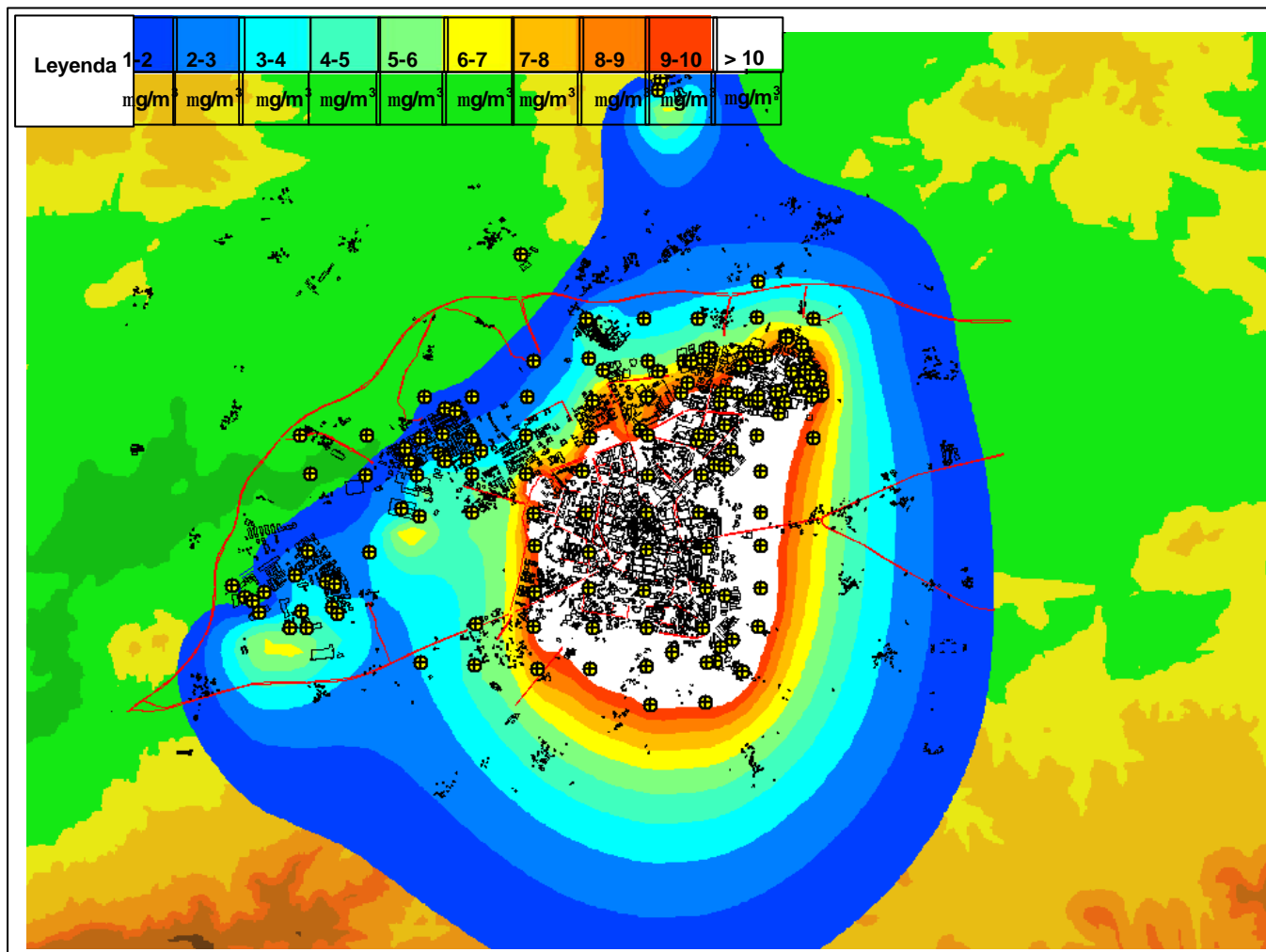
Mapa 10.4. Niveles de inmisión medios anuales en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de NO_x para el Casco Urbano de Vitoria-Gasteiz (año 1999). Fuentes industriales y fuentes móviles.



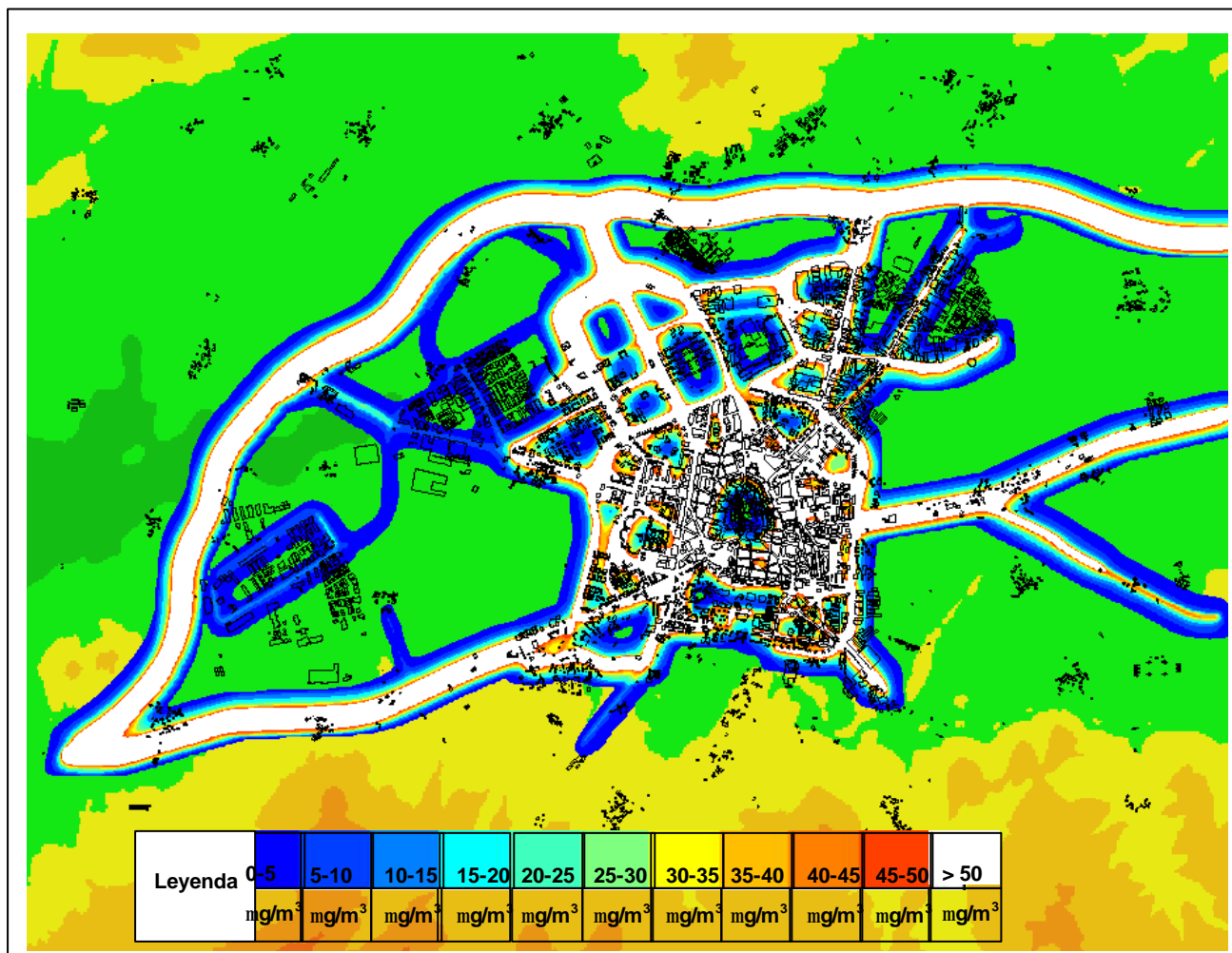
Mapa 10.5. Niveles de inmisión medios anuales en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de SO_2 para el Municipio de Vitoria-Gasteiz (año 1999). Fuentes industriales.



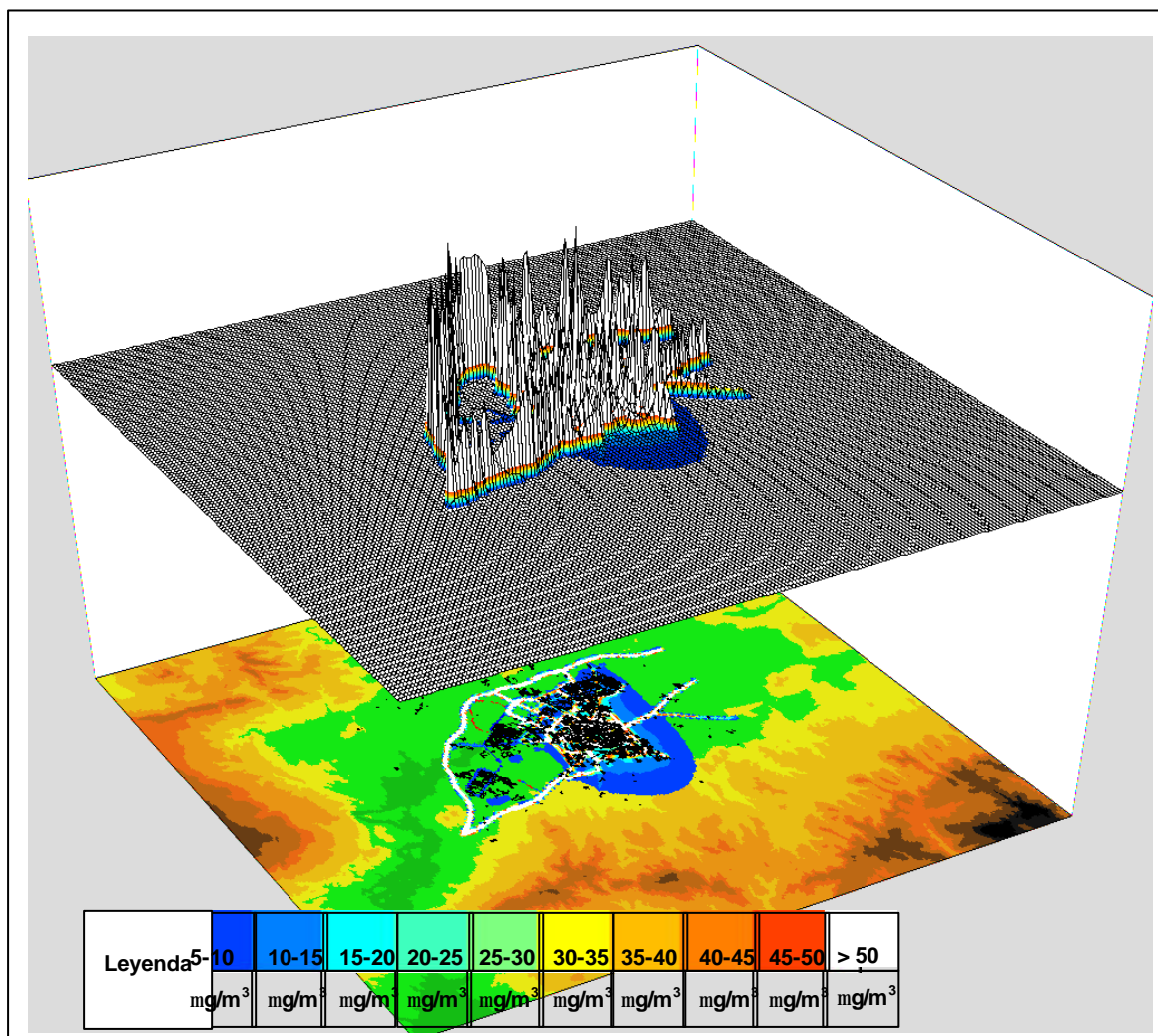
Mapa 10.6. Niveles de inmisión medios anuales en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de NO_x para el Municipio de Vitoria-Gasteiz (año 1999). Fuentes industriales.



Mapa 10.7. Niveles de emisión y de inmisión medios anuales en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de NO_x para el Municipio de Vitoria-Gasteiz (año 1999). Fuentes móviles.



Mapa 10.8. Niveles de inmisión medios anuales en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de NO_x para el Casco Urbano de Vitoria-Gasteiz (año 1999). Fuentes industriales y fuentes móviles. Representado en 3-dimensiones.



Referencias al Capítulo 10.

- (1) Síntesis geológica de la Provincia de Álava, José Ramírez Del Pozo, Caja de Ahorros Municipal de Vitoria (1973).
- (2) Manual de instrucciones del Modelo Airware, Environmental System and Software (2000).