



Port de Barcelona

Explotació i Planificació Portuària
Seguretat Industrial i Medi Ambient

Estado del medio atmosférico en el entorno portuario

AÑO 2010



ÍNDICE	PÁG.
1. INTRODUCCIÓN	3
2. CALIDAD DEL AIRE EN EL ENTORNO PORTUARIO (AÑO 2010)	4
3. CONCENTRACIONES ANUALES DE LOS CONTAMINANTES	7
3.1 Dióxido de azufre	7
3.2 Dióxido de nitrógeno	9
3.3 Monóxido de carbono	11
3.4 Sulfuro de hidrógeno	12
3.5 Benceno	14
3.6 Partículas en suspensión	16
3.6.1. PM10 (métodos gravimétrico)	16
3.6.2. PM2.5 (método gravimétrico)	18
3.7. Informe anual del analizador de la acidez de la lluvia	20
4. EVOLUCIÓN ANUAL DE LOS CONTAMINANTES	21
5. CONCENTRACIONES AMBIENTALES EN EL ENTORNO METROPOLITANO	23
5.1 Zona 1 de Calidad del Aire. Área de Barcelona	23
5.2. Datos de los analizadores	24
6. DATOS METEOROLÓGICOS	25
6.1 Rosa de los vientos	25
6.2 Valores estadísticos anuales de las variables meteorológicas	32
ANEXO 1. ESTACIONES DE MEDIDA, ANALIZADORES Y VALORES LÍMITE	34

1. INTRODUCCIÓN

El año 1991, con la reorganización y ampliación del existente Servicio de Seguridad del Puerto Autónomo de Barcelona, éste pasó a llamarse Servicio de Seguridad y Medio Ambiente, ampliando las líneas de actuación ya iniciadas y realizándose otras nuevas relacionadas con la seguridad industrial, mercancías peligrosas y medio ambiente.

En el año 1995, el Servicio de Medio Ambiente se segregó del Servicio de Seguridad y actualmente forma parte del Departamento de Seguridad Industrial y Medio Ambiente que depende del Área de Planificación y Explotación de la Autoridad Portuaria de Barcelona.

Dentro del ámbito del medio ambiente se incluyen, entre otras, tareas como la limpieza de las dársenas portuarias, la gestión de la red de saneamiento, la aplicación del Convenio Marpol y la vigilancia atmosférica de la calidad del aire.

La vigilancia de la calidad del aire consiste en la medida de los niveles de concentración ambiental de los diferentes contaminantes que pueden tener incidencia sobre la calidad del aire.

Para realizar dicho control ambiental, el Puerto de Barcelona está dotado de una red meteorológica y de una red de medida de las concentraciones ambientales de los principales contaminantes.

Hemos de destacar que la estación de ozono de Porta Coeli se encuentra fuera de servicio a causa del derrumbe del edificio. Está previsto volverla a instalar cuando se adecue el nuevo emplazamiento.

Por otra parte, la única estación homologada por el Departamento de Medio Ambiente de la Generalitat de Catalunya y que han pasado a integrarse en la Red de Vigilancia y Previsión de la Contaminación Atmosférica, es el captador manual de partículas PM10 de Port Vell. Esta estación de medida de partículas es la única del ámbito portuario que puede considerarse que mide la concentración del aire ambiente de una zona urbana, aunque sigan existiendo contribuciones de partículas de origen industrial y logístico.

Las medidas registradas en el resto de las estaciones han de considerarse sólo como datos estimativos que caracterizan la contaminación de una zona rodeada por vías importantes de tráfico y con unas características industriales y logísticas muy particulares.

Para terminar, hay que remarcar que la vigilancia atmosférica del Port de Barcelona se encuadra en una iniciativa importante de la Administración pública, ya que en fecha 10 de julio de 2007, el Gobierno de la Generalitat de Catalunya aprobó el Plan de actuación para la mejora de la calidad del aire en los municipios declarados zonas de protección especial del ambiente atmosférico mediante el Decreto 226/2006, de 23 de mayo. Este Plan de actuación tiene como objetivo mejorar la calidad del aire para dos contaminantes: los óxidos de nitrógeno y las partículas en suspensión de diámetro inferior a 10 micras, en una zona amplia del Área metropolitana de Barcelona, en la cual se incluye el Port de Barcelona.

2. CALIDAD DEL AIRE EN EL ENTORNO PORTUARIO (AÑO 2010)

Entre los objetivos del Servicio de Medio Ambiente de la Autoritat Portuària de Barcelona (APB) en materia de atmósfera, especificados en el plan de vigilancia de la calidad del aire, se encuentra la utilización de los equipamientos del Servicio para la vigilancia de los valores de fondo de los contaminantes y el control de determinadas instalaciones, susceptibles de emitir contaminantes a la atmósfera.

Como se ha citado en la introducción, el Port de Barcelona se halla incluido en la zona 1, declarada por el *Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya* zona de protección especial del ambiente atmosférico para dos contaminantes: el dióxido de nitrógeno y las partículas de diámetro inferior a 10 micras.

En cuanto al dióxido de nitrógeno, no se han superado ni el valor límite horario ni el anual. Este contaminante depende fuertemente de las emisiones de tráfico y es problemático en todo el Área Metropolitana de Barcelona.

Según las tablas que se adjuntan a continuación, el contaminante más conflictivo en el entorno portuario y metropolitano son los óxidos de nitrógeno. Durante el año 2010, se han superado tanto el límite horario, como el anual.

En cambio, por lo que atañe al otro contaminante metropolitano conflictivo, las partículas, en el entorno portuario no se han superado ni el valor límite diario ni el anual.

En la estación de Port Vell, que es la considerada "urbana", la concentración media anual ha sido de $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$, inferior al valor límite anual legislado para este contaminante.

La media de las partículas de diámetro inferior a $2,5 \mu\text{m}$ (PM2.5) medidas en Port Vell, ha sido de $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$, valor mucho inferior al valor límite legislado ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

No podemos dar datos de ozono ya que la estación se encuentra desmantelada esperando su reubicación final.

La tabla de evolución anual de los contaminantes, según los datos de 2002 a 2010 (capítulo 4) muestra que la tendencia general de todos los contaminantes es de mantener el nivel de la concentración o a disminuirlo ligeramente, salvo en el caso del dióxido de nitrógeno.

Además, comparando con los niveles de contaminantes medidos en el entorno metropolitano (capítulo 5), las concentraciones del puerto son, en general, similares menos en el caso del benceno y de los contaminantes relacionados con el azufre (dióxido de azufre y sulfuro de hidrógeno). En el caso de los contaminantes relacionados con el azufre, se debe a que la estación de medida se halla cerca de una industria de manipulación de material de azufre.

Por su parte, el pH medio anual del agua de lluvia, es de 7. Valores del pH por debajo de 5 caracterizan un agua de lluvia ácida. Además, hay que destacar que la acidez de la lluvia no



es un problema grave en Catalunya en comparación con la Europa central y del norte, debido a que los suelos calcáreos y el aerosol sahariano neutralizan rápidamente su efecto.

Así, como conclusión final de este informe anual, se puede decir que **la calidad del aire durante 2010, en el entorno del Puerto de Barcelona, ha sido buena en lo que concierne a los contaminantes medidos, con excepción del dióxido de nitrógeno que ha superado los valores límites legislados.**

En el capítulo siguiente, se adjunta la tabla de resultados que especifican las concentraciones de cada contaminante.

A continuación se resume en forma de tabla la evolución mensual de las concentraciones medidas en el entorno portuario.



Concentración anual de los contaminantes. Año 2010

Contaminante y unidades	Evolución mensual de concentraciones medias (año 2010)	COMPARACIÓN CON EL VALOR LEGISLADO																												
		Concentración significativa	Valor legislado	Tipo de media y unidades																										
Dióxido de azufre (SO ₂) Dàrsena Sud (µg/m ³)	<table border="1"> <caption>Monthly average concentrations of SO₂ (µg/m³)</caption> <tr><th>Month</th><td>1-ene</td><td>1-feb</td><td>1-mar</td><td>1-abr</td><td>1-may</td><td>1-jun</td><td>1-jul</td><td>1-ago</td><td>1-sep</td><td>1-oct</td><td>1-nov</td><td>1-dic</td></tr> <tr><th>Concentration</th><td>2.5</td><td>3.5</td><td>4.0</td><td>8.0</td><td>2.5</td><td>2.5</td><td>1.0</td><td>1.0</td><td>1.5</td><td>2.5</td><td>2.0</td><td>2.5</td></tr> </table>	Month	1-ene	1-feb	1-mar	1-abr	1-may	1-jun	1-jul	1-ago	1-sep	1-oct	1-nov	1-dic	Concentration	2.5	3.5	4.0	8.0	2.5	2.5	1.0	1.0	1.5	2.5	2.0	2.5	12,9 0 SUPERACIONES	125 3 SUPERACIONES	MÁXIMO DIARIO (µg/m ³)
Month	1-ene	1-feb	1-mar	1-abr	1-may	1-jun	1-jul	1-ago	1-sep	1-oct	1-nov	1-dic																		
Concentration	2.5	3.5	4.0	8.0	2.5	2.5	1.0	1.0	1.5	2.5	2.0	2.5																		
Sulfuro de hidrógeno (H ₂ S) Dàrsena Sud (µg/m ³)	<table border="1"> <caption>Monthly average concentrations of H₂S (µg/m³)</caption> <tr><th>Month</th><td>1-ene</td><td>1-feb</td><td>1-mar</td><td>1-abr</td><td>1-may</td><td>1-jun</td><td>1-jul</td><td>1-ago</td><td>1-sep</td><td>1-oct</td><td>1-nov</td><td>1-dic</td></tr> <tr><th>Concentration</th><td>4.5</td><td>0.5</td><td>1.5</td><td>2.5</td><td>3.0</td><td>23.0</td><td>6.0</td><td>2.0</td><td>3.5</td><td>3.0</td><td>3.0</td><td>3.0</td></tr> </table>	Month	1-ene	1-feb	1-mar	1-abr	1-may	1-jun	1-jul	1-ago	1-sep	1-oct	1-nov	1-dic	Concentration	4.5	0.5	1.5	2.5	3.0	23.0	6.0	2.0	3.5	3.0	3.0	3.0	23,2	40	MÁXIMO DIARIO (µg/m ³)
Month	1-ene	1-feb	1-mar	1-abr	1-may	1-jun	1-jul	1-ago	1-sep	1-oct	1-nov	1-dic																		
Concentration	4.5	0.5	1.5	2.5	3.0	23.0	6.0	2.0	3.5	3.0	3.0	3.0																		
Partículas (PM10) Port Vell (µg/m ³)	<table border="1"> <caption>Monthly average concentrations of PM10 (µg/m³)</caption> <tr><th>Month</th><td>1-ene</td><td>1-feb</td><td>1-mar</td><td>1-abr</td><td>1-may</td><td>1-jun</td><td>1-jul</td><td>1-ago</td><td>1-sep</td><td>1-oct</td><td>1-nov</td><td>1-dic</td></tr> <tr><th>Concentration</th><td>28</td><td>30</td><td>35</td><td>33</td><td>27</td><td>31</td><td>29</td><td>23</td><td>21</td><td>27</td><td>20</td><td>24</td></tr> </table>	Month	1-ene	1-feb	1-mar	1-abr	1-may	1-jun	1-jul	1-ago	1-sep	1-oct	1-nov	1-dic	Concentration	28	30	35	33	27	31	29	23	21	27	20	24	28 (10 superaciones)	40 (35 superaciones)	MEDIA ANUAL (µg/m ³)
Month	1-ene	1-feb	1-mar	1-abr	1-may	1-jun	1-jul	1-ago	1-sep	1-oct	1-nov	1-dic																		
Concentration	28	30	35	33	27	31	29	23	21	27	20	24																		

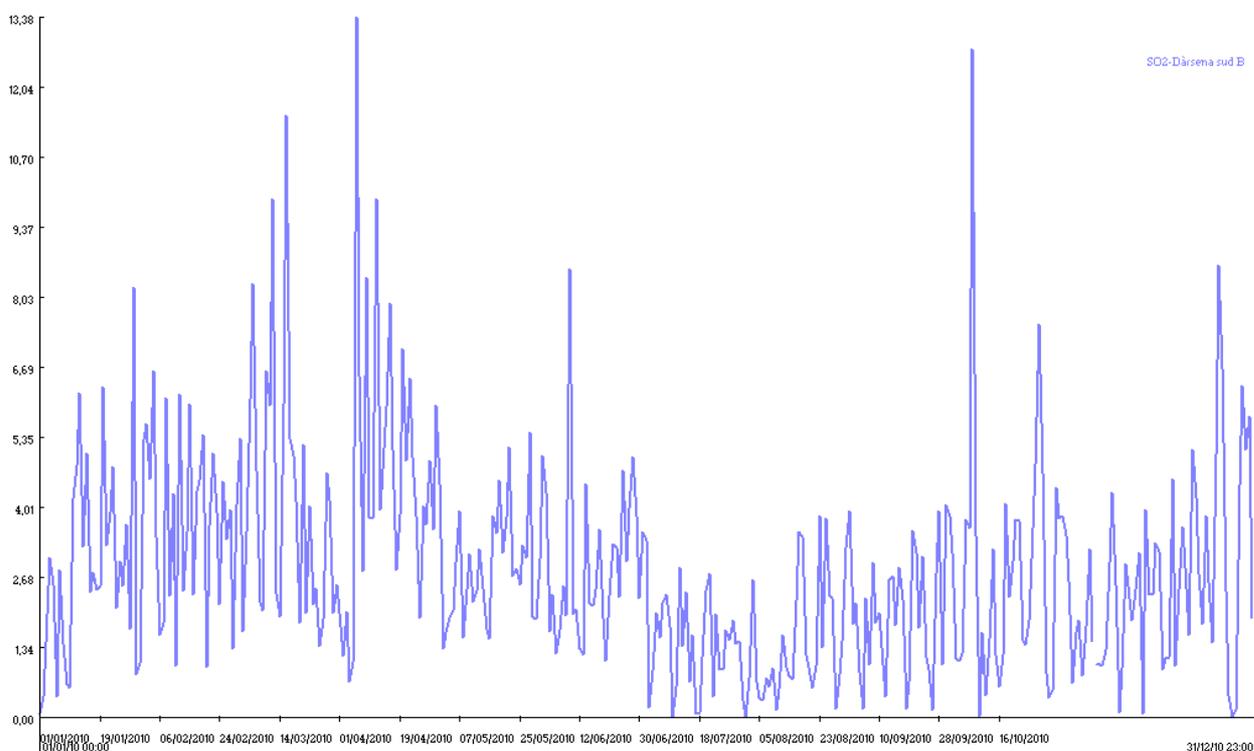
3. CONCENTRACIONES ANUALES DE LOS CONTAMINANTES

3.1. Dióxido de azufre

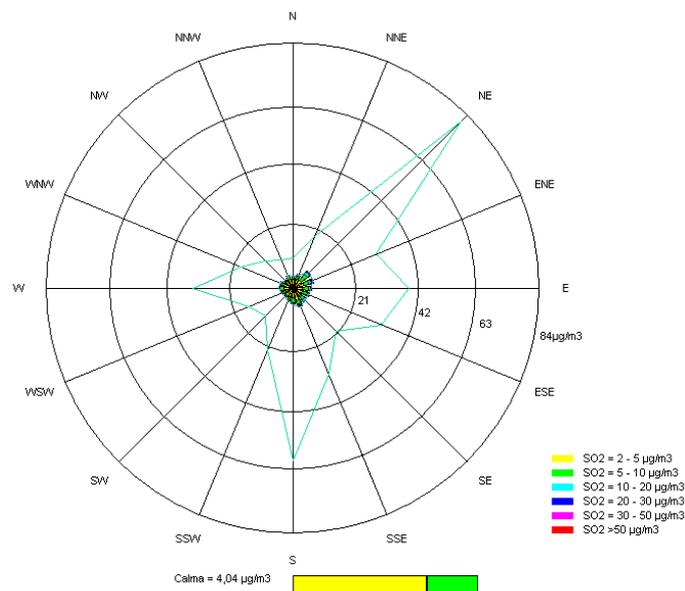
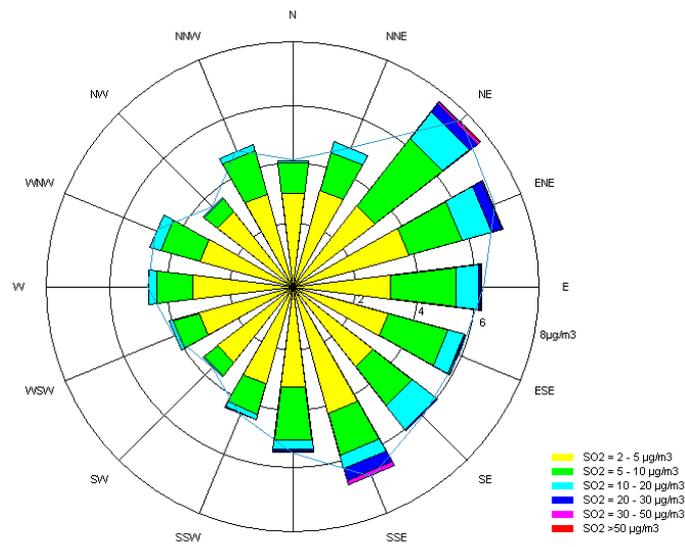
Valore de referencia legislativa: Real Decreto 102/2011

($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Media horaria	Media diaria
Valor límite legislado	350 (no se puede superar en más de 24 ocasiones por año civil)	125 (no se podrá superar en más de 3 ocasiones por año civil)
Nº de superaciones del valor límite observado en el periodo	0	0
Valor máximo	81	13
Media anual : 2,2		

A continuación se incluye la representación de las medias diarias de este contaminante.



A continuación se adjuntan dos representaciones de la rosa de contaminación, para este contaminante. En la primera, se muestra la concentración media para cada dirección del viento. Los colores representan la frecuencia de cada intervalo de concentración. La segunda figura muestra la concentración horaria máxima, también para cada dirección del viento.



3.2. Dióxido de nitrógeno

Valores de referencia legislativa: Real Decreto 102/2011

($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Valor límite legislado

Media horaria

230 (no se puede superar en más de 18 ocasiones por año civil)

Media anual

46

Nº de superaciones del valor límite observadas en el periodo

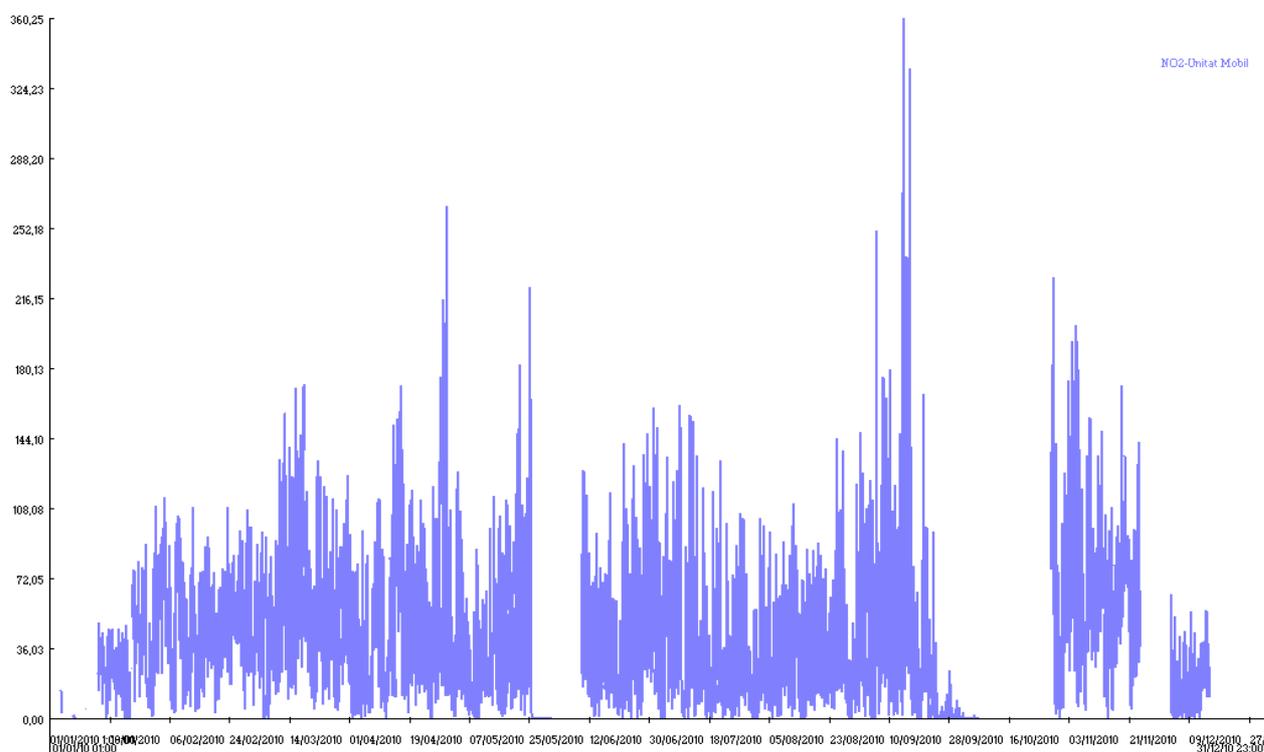
22

Valor horario máximo

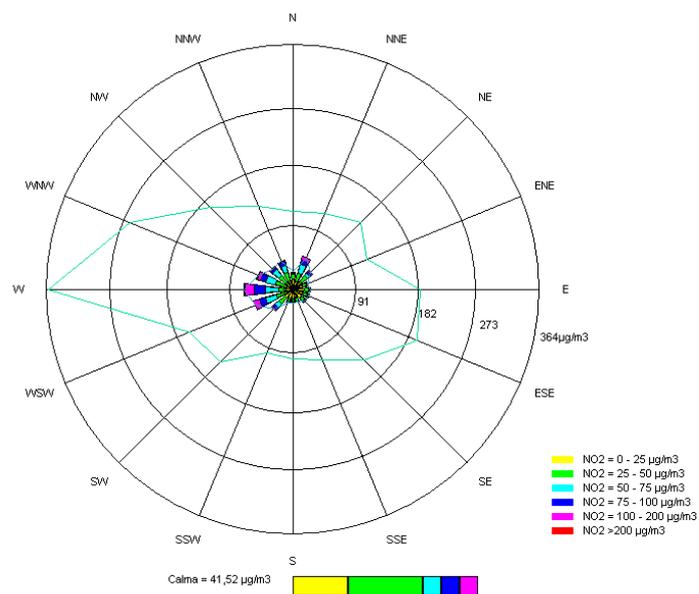
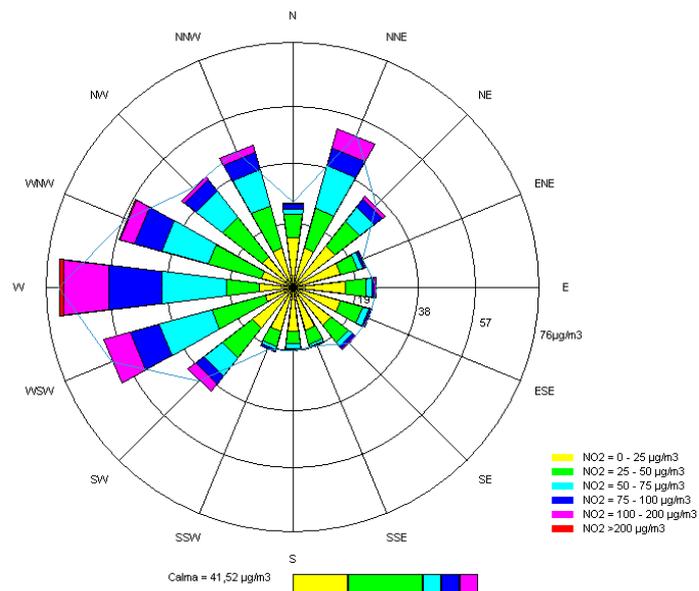
360 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

42

La gráfica siguiente representa los valores horarios.



A continuación se adjuntan dos representaciones de la rosa de contaminación, para este contaminante. En la primera, se muestra la concentración media para cada dirección del viento. Los colores representan la frecuencia de cada intervalo de concentración. La segunda figura muestra la concentración horaria máxima, también para cada dirección del viento.



3.3. Monóxido de carbono

Valores de referencia legislativa: Real Decreto 102/2011

(mg/m³)

Media 8-horaria

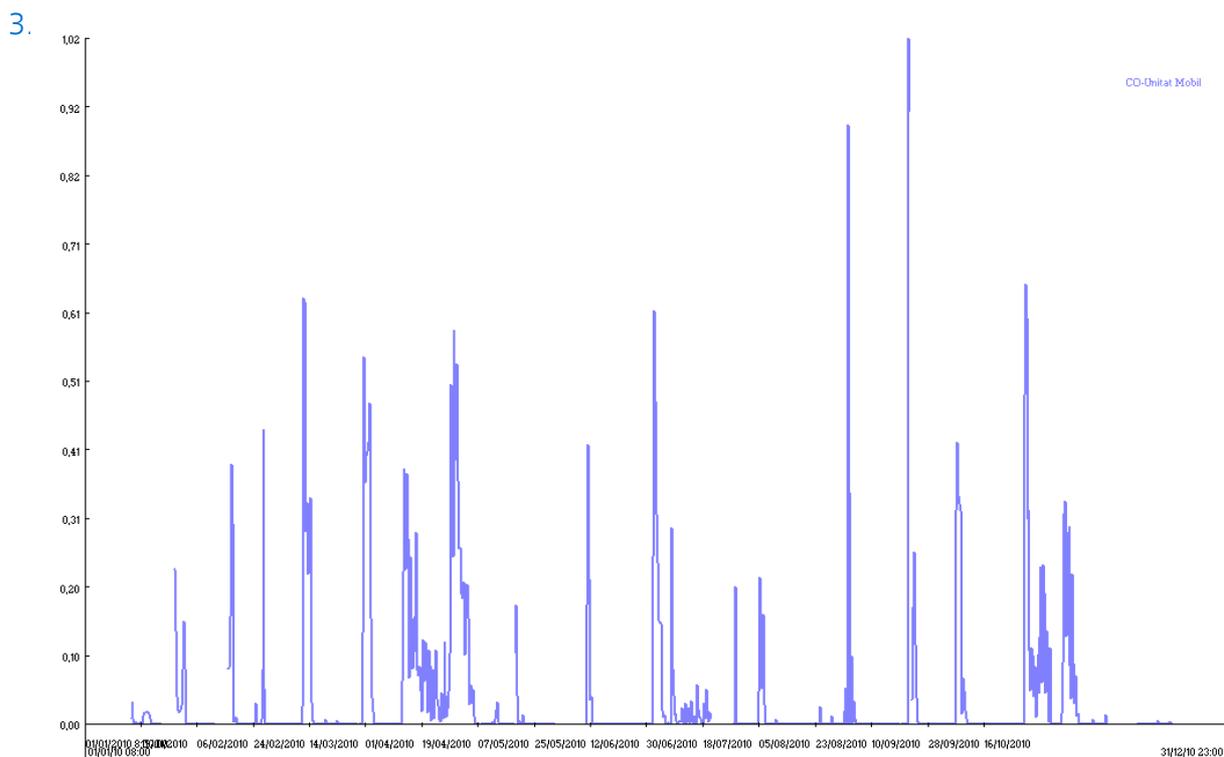
Valor límite legislado

10

Valor máximo medido

1,0

A continuación se representan los valores 8 horarios:

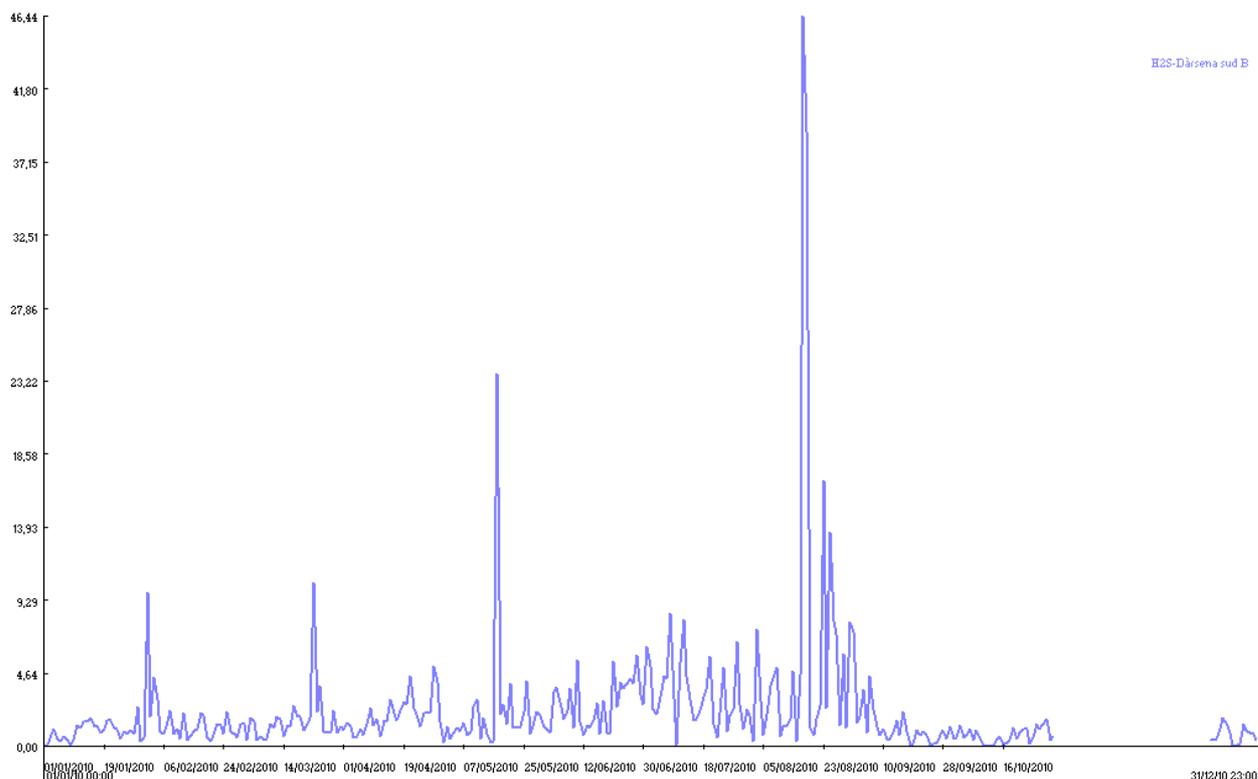


3.4. Sulfuro de hidrógeno

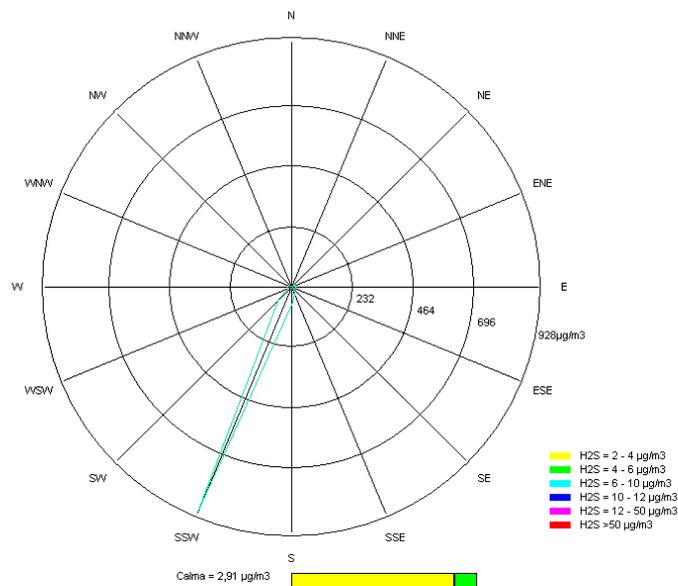
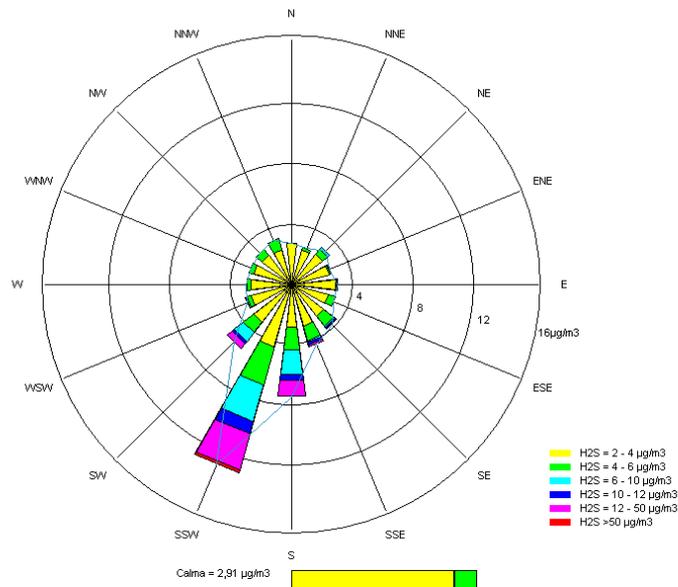
(µg/m ³)	valores de referencia legislativa: : Real Decreto 102/2011		
	máximo semihorario	máximo diario	Media periodo
valor legislado	100 (1)	40 (1)	
valor medido	924	46,4	2,2

(1) valor límite

A continuación es muestra la representación de las medias diarias:



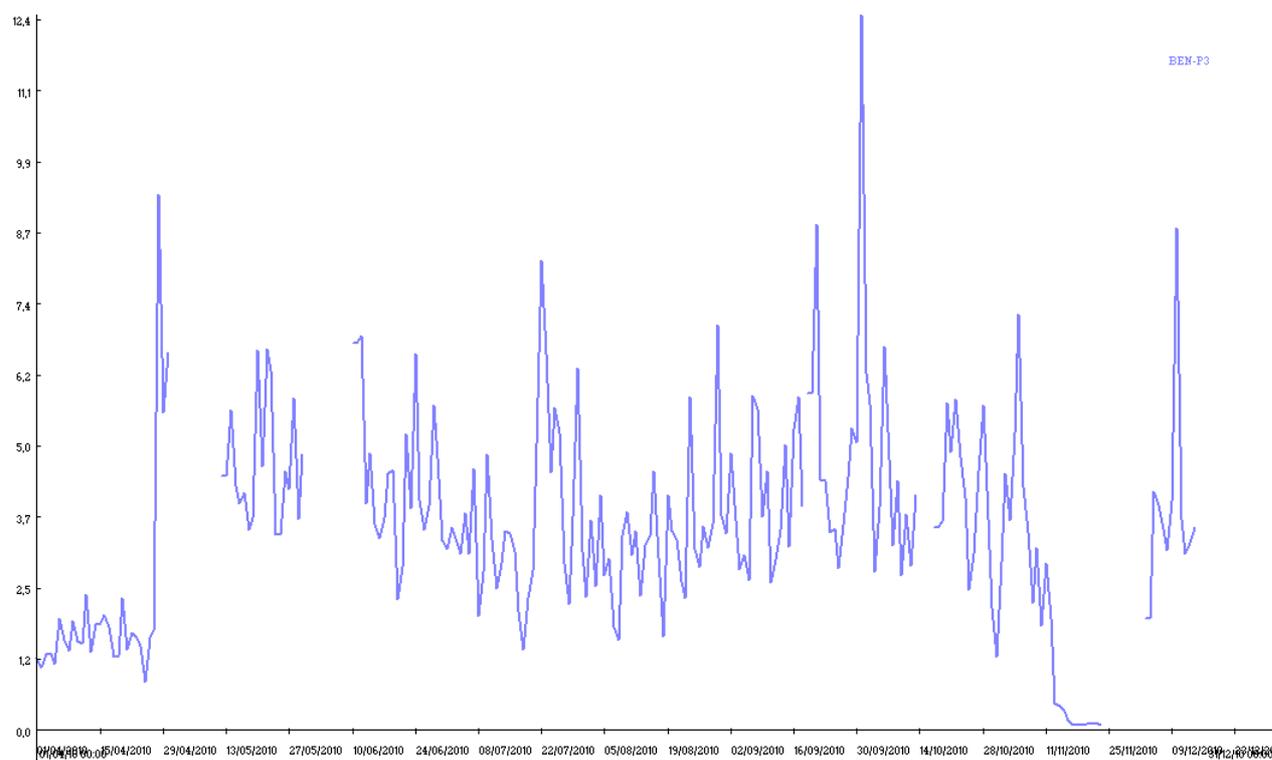
A continuación se adjuntan dos representaciones de la rosa de contaminación, para este contaminante. En la primera, se muestra la concentración media para cada dirección del viento. Los colores representan la frecuencia de cada intervalo de concentración. La segunda figura muestra la concentración horaria máxima, también para cada dirección del viento.



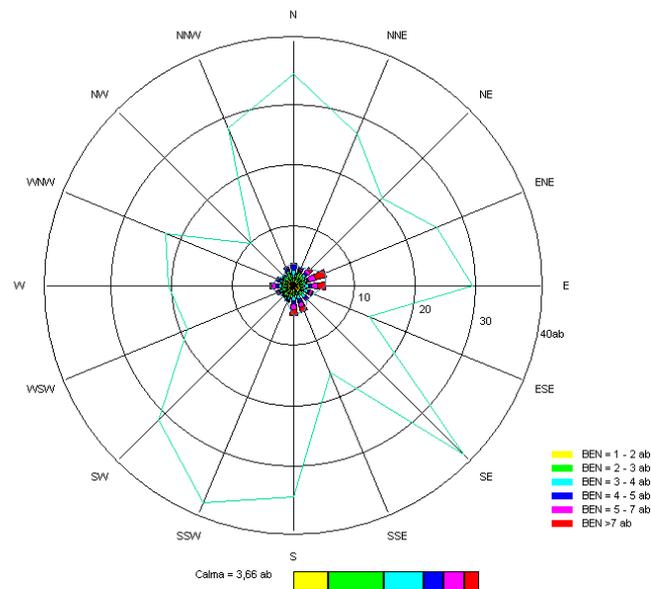
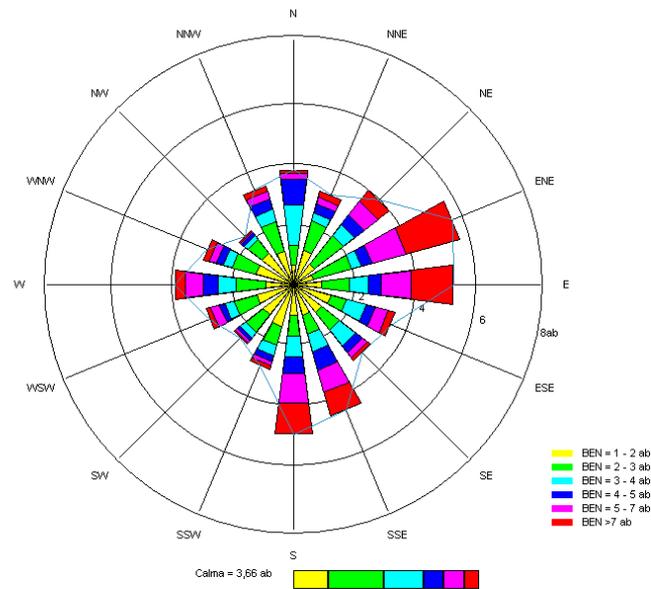
3.5. Benceno

Valores de referencia legislativa: Real Decreto 102/2011	Media anual
Valor límite legislado	5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Media anual (calculada des del 1 de abril 2010)	3,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

La siguiente figura representa los valores diarios de este contaminante:



A continuación se adjuntan dos representaciones de la rosa de contaminación, para este contaminante. En la primera, se muestra la concentración media para cada dirección del viento. Los colores representan la frecuencia de cada intervalo de concentración. La segunda figura muestra la concentración horaria máxima, también para cada dirección del viento.



3.6. Partículas en suspensión

3.6.1 Partículas en suspensión PM10 (método gravimétrico)

La tabla resumen para el año 2010, para las partículas PM10, es:

Valores de referencia legislativa: Real Decreto 102/2011			
ANUAL ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
	Núm. sup. año 2010 (máximo = 35)	Media anual	Valor límite
PM10 PORT VELL (estación urbana)	10	28	40
PM10 DÀRSENA SUD		36	
PM10 UNITAT MÒBIL		34	
PM10 ESTIBARNA		32	
PM10 CORREUS		27	

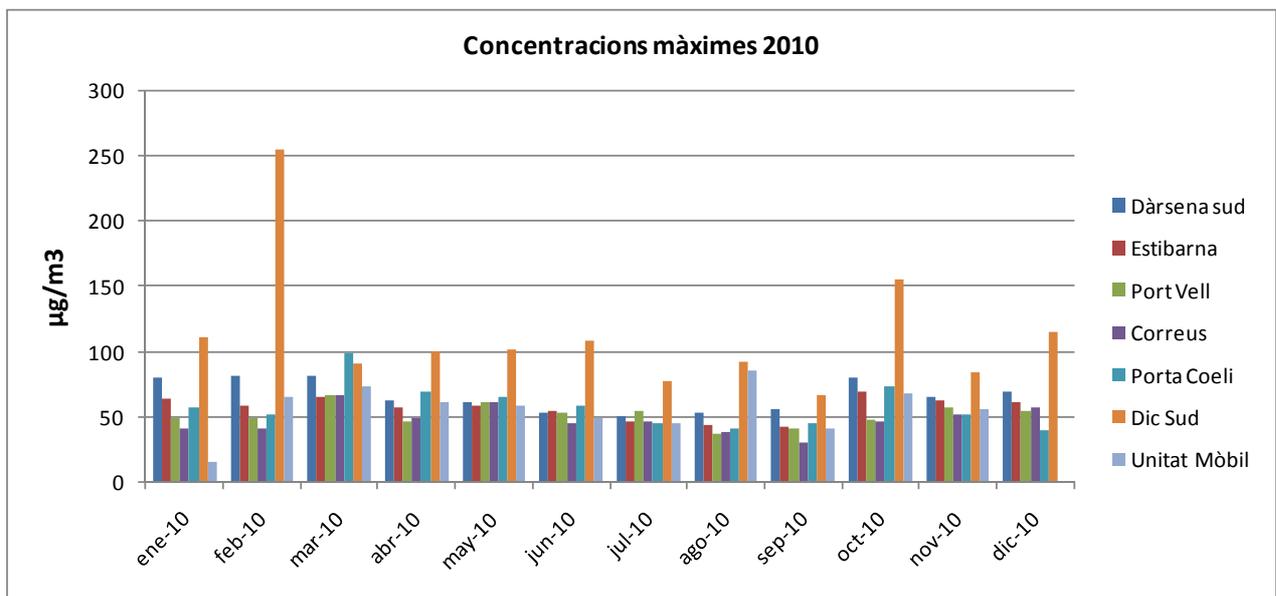
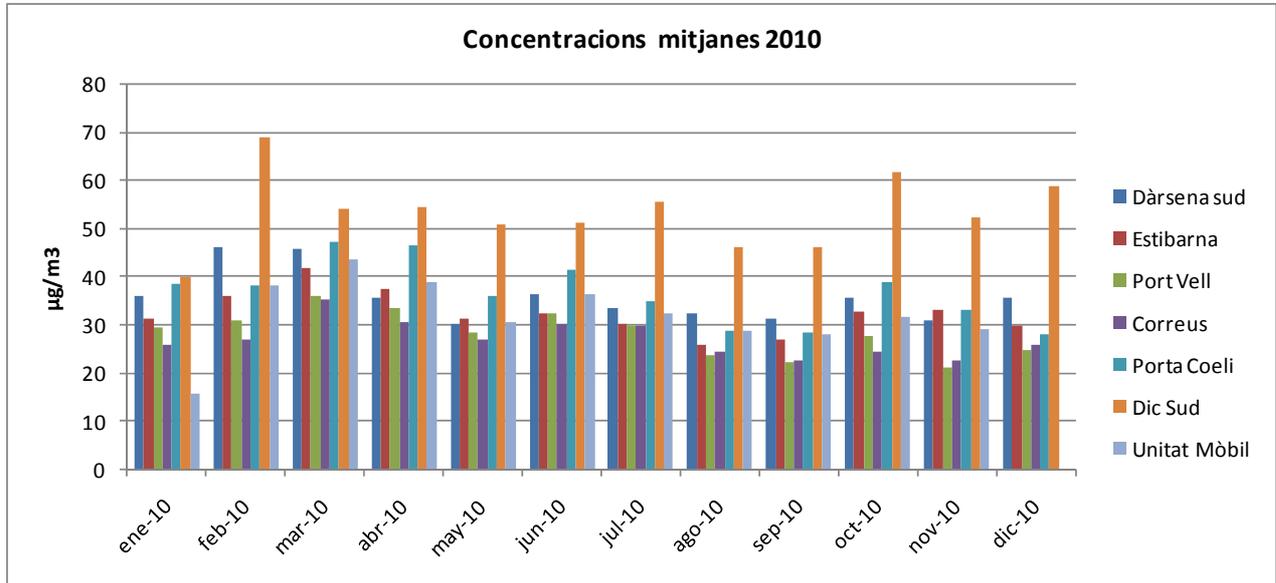
La tabla resumen referida a los captadores PM10 de vigilancia atmosférica de la obras portuarias del año 2010 es:

Valores de referencia legislativa: Real Decreto 102/2011			
ANUAL ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
	Núm. sup. año 2010 (máximo = 35)	Media anual	Valor límite
PM10 PORTA COELI		37	
PM10 DIC SUD		53	

En el entorno, la única estación de medida de partículas de diámetro inferior a 10 μm (PM10) que por su ubicación puede considerarse urbana es la de **Port Vell**.



A continuación se presentan las gráficas de las concentraciones medias y máximas mensuales de PM10 mediadas en los captadores portuarios.



3.6.2. Partícules en suspensió PM2.5 (mètode gravimètric)

Los captadores PM2.5 de las estaciones de Port Vell y Dàrsena Sud miden la concentración de las partículas de diámetro inferior a 2,5 µm que son las partículas respirables, s decir, las que llegan hasta el interior de los alvéolos pulmonares.

A continuació se presenten las tablas de concentración diaria de este contaminante (en µg/m³) y la gráfica que representa las medias, valores máximos y mínimos para cada mes del año 2010, en las dos estaciones de medida: Port Vell y Dàrsena Sud:

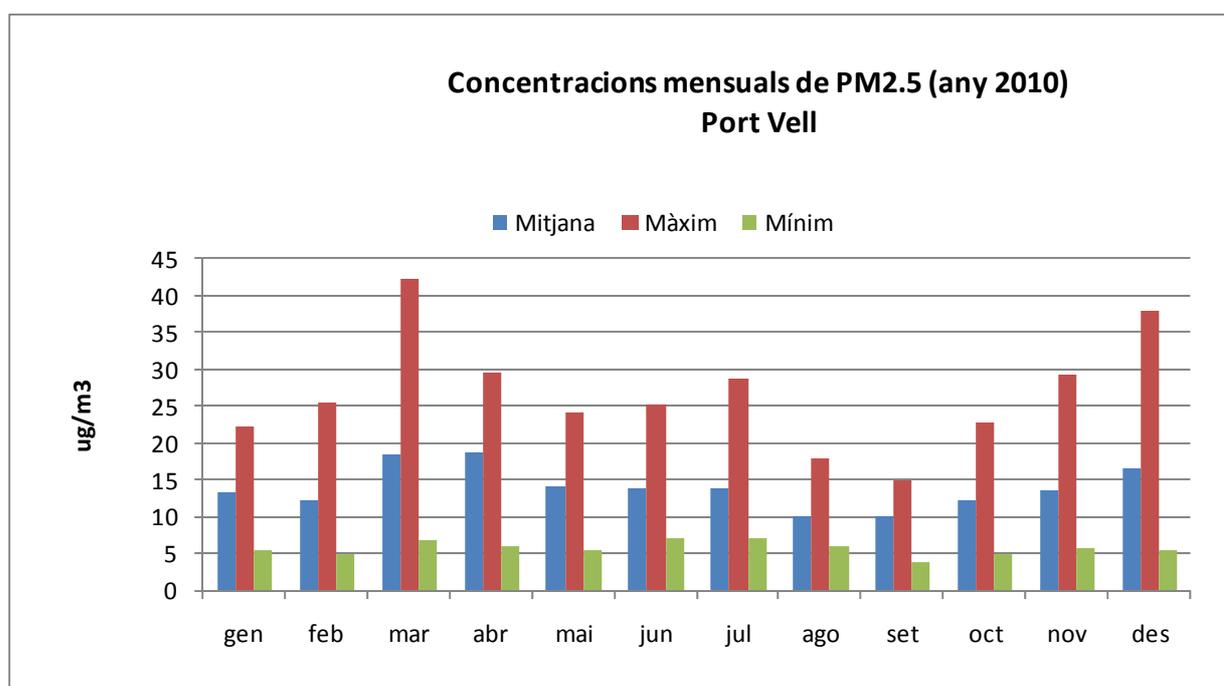
Port Vell (PM2.5)												
	gen	feb	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	oct	nov	des
Mitjana	13	12	18	19	14	14	14	10	10	12	14	16
Màxim	22	26	42	30	24	25	29	18	15	23	29	38
Mínim	5	5	7	6	5	7	7	6	4	5	6	5
Nº dades	28	26	28	29	30	29	28	29	27	28	28	22

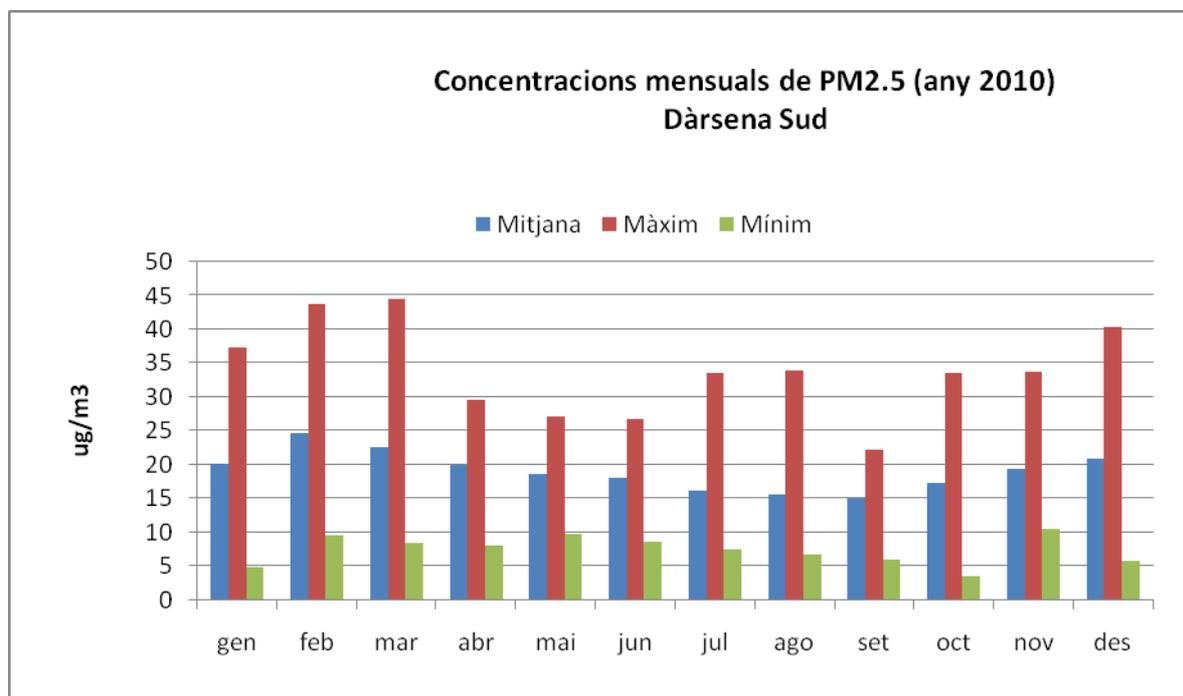
Mitjana anual	14
---------------	----

Dàrsena Sud (PM2.5)												
	gen	feb	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	oct	nov	des
Mitjana	20	25	23	20	19	18	16	16	15	17	19	21
Màxim	37	44	45	30	27	27	34	34	22	34	34	40
Mínim	5	10	9	8	10	9	8	7	6	4	11	6
Nº dades	26	26	25	25	23	24	20	26	13	24	24	20

Mitjana anual	19
---------------	----

Valores de referencia legislativa: Real Decreto 102/2011





La Directiva 2008/50/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 21 de mayo de 2008, relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa, fija el valor límite anual de 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

En ninguna de las dos estaciones de medida, la concentración media anual ha superado el valor límite.

En las últimas conclusiones a las que llegó el grupo de las partículas de la Comisión Europea, se recomienda que el 80% de las estaciones de la red de un país midan PM_{2,5} y el 20% restante, PM₁₀.

3.7. Informe anual del analizador de la acidez de la lluvia

El pH medio anual es de 7. Este valor de pH es mayor que 5, por tanto, la lluvia no se considera ácida.

A continuación se adjunta la tabla de los valores anuales de las variables relacionadas con la precipitación.

Temperatura	19 °C
pH	7
Conductividad	29 µS
Precipitación acumulada	555 L/m ²

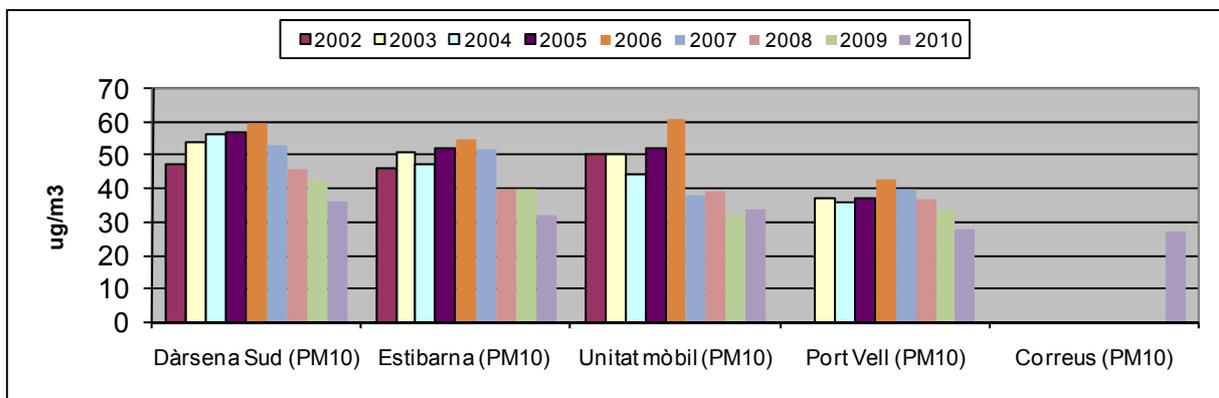
4. EVOLUCIÓN ANUAL DE LOS CONTAMINANTES

La vigilancia y medida de los contaminantes permite no sólo conocer la calidad del aire del momento actual, sino también hacer el seguimiento de su evolución temporal. Así, en este apartado se analizará la evolución temporal de las concentraciones de los contaminantes, comparando los niveles alcanzados los años del 2002 al 2010 en el entorno portuario..

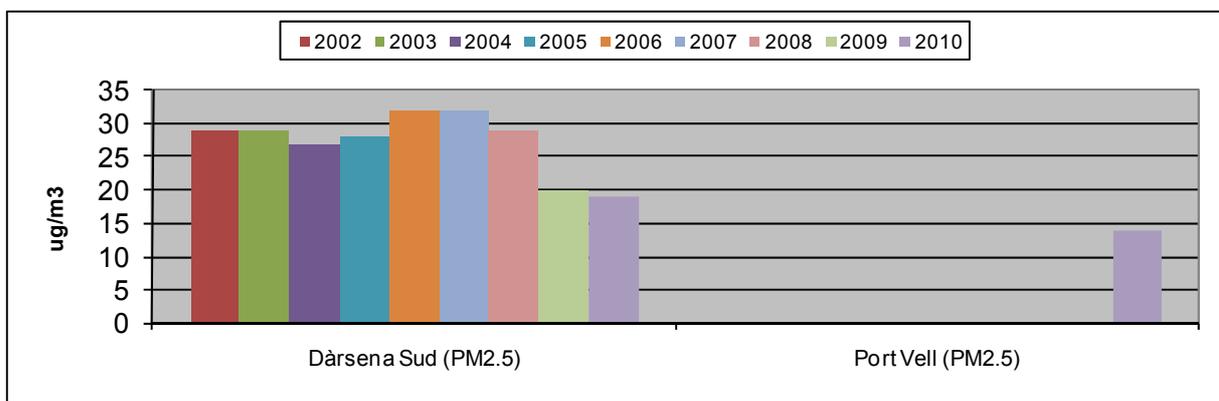
A continuación se presenta la tabla resumen de dicha evolución anual (todas las concentraciones están medidas en $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Dàrsena Sud (PM10)	47	54	56	57	60	53	46	43	36
Estibarna (PM10)	46	51	47	52	55	52	40	40	32
Unitat mòbil (PM10)	50	50	44	52	61	38	39	32	34
Port Vell (PM10)		37	36	37	43	40	37	34	28
Correus (PM10)									27
Dàrsena Sud (PM2.5)	29	29	27	28	32	32	29	20	19
Port Vell (PM2.5)									14
SO₂	15	13	12	6.1	7.1	8.8	10.6	6.2	2.9
NO₂	67	71	55	67	72	48	37	39	42
H₂S	3.8	3.6	4.3	2.8	2.4	2.4	2.7	2.2	2.2
Benzè									3.6

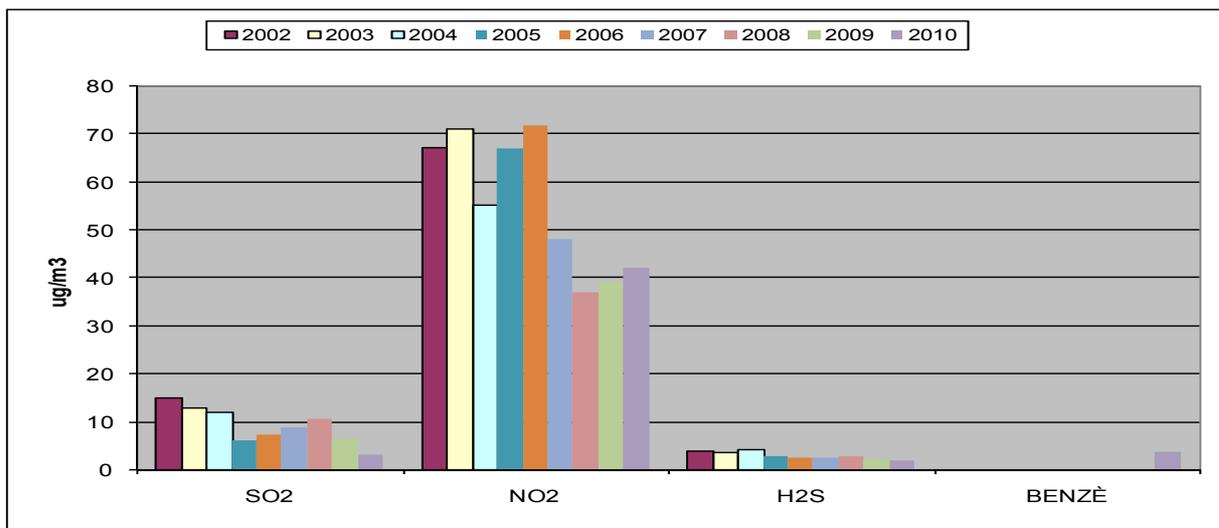
Partícules PM10:



Partícules PM2.5:



Gases:



Tal como se muestra en las tablas anteriores, la tendencia general es a disminuir las concentraciones sobretodo en el caso de las partículas en suspensión. En cambio, la concentración de dióxido de nitrógeno ha aumentado ligeramente.

5. CONCENTRACIONES AMBIENTALES EN EL ENTORNO METROPOLITANO

Con el objetivo de reestablecer los niveles de calidad del aire respecto del dióxido de nitrógeno y las partículas en suspensión de diámetro inferior a 10 micras, el Gobierno de la Generalitat, por medio del Decreto 152/2007, de 10 de julio, aprobó el Plan de actuación en 40 municipios de la Región Metropolitana de Barcelona, declarados zona de protección especial mediante el Decreto 226/2006, de 23 de mayo.

Además, durante el año 2008 se aprobó la Directiva 2008/50/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 21 de mayo, relativa a la calidad del aire para una atmósfera más limpia en Europa. En esta Directiva se han refundido la normativa vigente anterior (Directiva 96/62/CE, Directiva 1999/30/CE, Directiva 2000/69/CE, Directiva 2002/3/CE y la Decisión 97/101/CE) excepto la Directiva 2004/107/CE sobre arsénico, cadmio, níquel, mercurio e hidrocarburos aromáticos policíclicos. Esta Directiva también introduce la medida de partículas en suspensión con diámetro inferior a 2.5 micras (PM_{2.5}) y sus objetivos de calidad del aire.

5.1. Zona 1 de Calidad del Aire. Área de Barcelona (2010)

En la Zona de calidad del aire 1, Área de Barcelona, los niveles medidos para el dióxido de azufre, el monóxido de carbono, las partículas en suspensión de diámetro inferior a 2.5 micras, el benceno y el plomo son inferiores a los valores límite legislados aplicables para el año 2010. Respecto a los niveles medidos de arsénico, cadmio, níquel y benzo(a)pireno, no se han superado los valores objetivos establecidos a la legislación.

El ozono troposférico presenta valores inferiores al valor objetivo establecido para la protección de la salud humana, de aplicación a partir del año 2013. Por otro lado, durante el año 2010 se ha superado el umbral horario de información a la población en 2 puntos de medición ubicados en Badalona (2 superaciones) y el Prat de Llobregat (2 superaciones), de los 13 puntos de medición de esta zona, y no ha habido ninguna superación del umbral de alerta.

Respecto a los niveles de partículas en suspensión de diámetro inferior a 10 micras, este año no se ha superado el valor límite anual para la protección de la salud humana en ninguno de los 23 puntos de medición de que ha dispuesto esta zona, mientras que se superó en 5 puntos de medición durante el año 2009. El valor límite diario para la protección de la salud humana sólo se ha superado en Barcelona (Sants)¹, mientras que en 2009 se superó en 8 estaciones. Si se estudia la evolución de los niveles de este contaminante respecto de otros años, se observa que, en general en esta zona, los niveles disminuyen en todos el puntos de medición.

En relación con el dióxido de nitrógeno en esta zona, el número de estaciones en las cuales ha habido superación del valor límite anual para la protección de la salud humana ha estado de 9 estaciones de las 15 de esta zona (en concreto a los municipios de Badalona, Barcelona, el Prat de Llobregat, Hospitalet de Llobregat, St. Adrià de Besòs, Sta. Coloma de Gramenet), mientras que durante el año 2009 se registraron 10 superaciones de este valor límite. La evolución respecto al año anterior es de una ligera disminución de las medias anuales. Por otro lado, no se ha sobrepasado el número de superaciones permitidas para el valor límite horario para la protección de la salud humana.



5.2. Datos de los analizadores metropolitanos (año 2010)

A continuación, se resumen las concentraciones ambientales de los contaminantes principales, medidas en las estaciones de la XVPCA (Red de Vigilancia y Prevención de la Contaminación Atmosférica), según los datos del Departamento de Medio Ambiente de la Generalitat de Catalunya (periodo 2010). Se han comparado con los valores registrados en las estaciones portuarias.

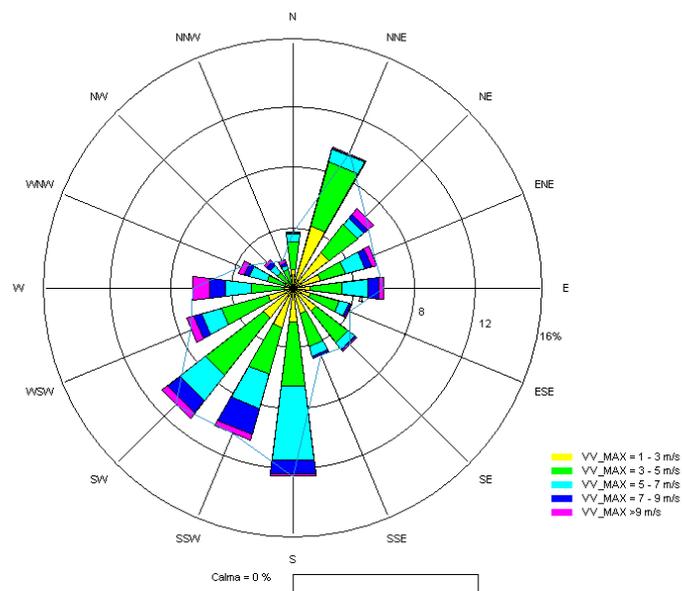
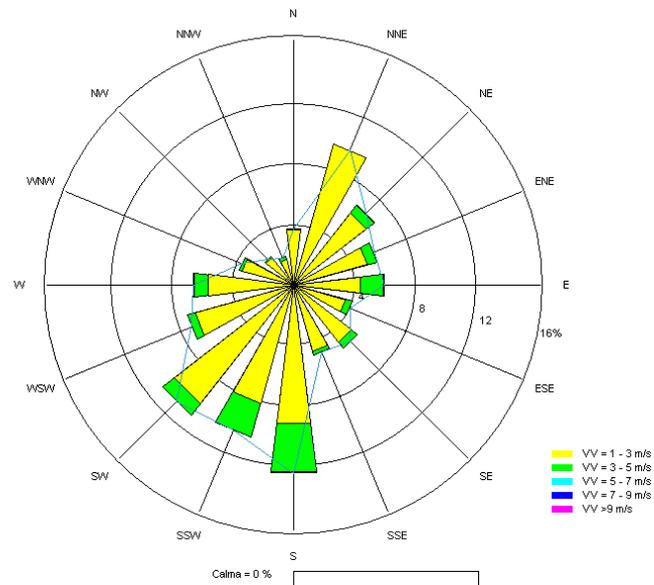
Estación	SO ₂ (µg/m ³)	PM10 (µg/m ³)	NO ₂ (µg/m ³)	CO (mg/m ³)	PM 2.5 (µg/m ³)	BENCENO (µg/m ³)
Badalona	2	24	41	0,3	--	--
Ciutadella	3	--	46	0,4	--	0,9
Plaça Universitat	--	34	--	--	20	--
Gràcia-St. Gervasi	3	33	64	0,6	19	2.2
Poble Nou	2	32	45	0,4	16	1.1
Cornellà	3	--	39	--	--	--
Sants	2	34	41	0,3	--	--
Barcelona Parc Vall d'Hebron	2	25	37	0,4	--	0,7
El Prat de Llobregat	3	32	41	--	15	0,7
Gavà	3	--	--	0,3	--	--
Hospitalet	3	31	41	0,4	9	--
St. Adrià de Besòs	3	31	47	0,4	22	--
Sta. Coloma Gramanet	3	27	43	0,4	20	--
Media Metropolitana	2.6	31	44	0.4	17	1.1
Port de Barcelona	2.9	28	42	0.1	14	3.6

Todas las concentraciones medias anuales de los contaminantes vigilados en el Port son parecidas a las de las estaciones metropolitanas, exceptuando la del benceno.

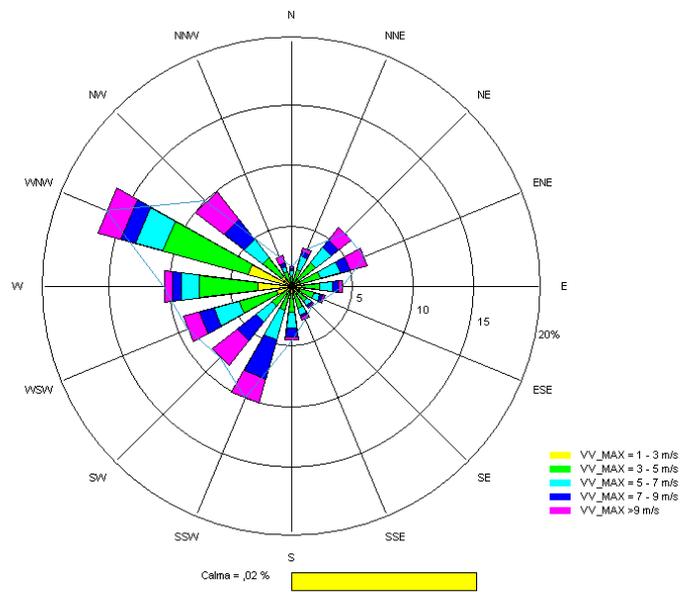
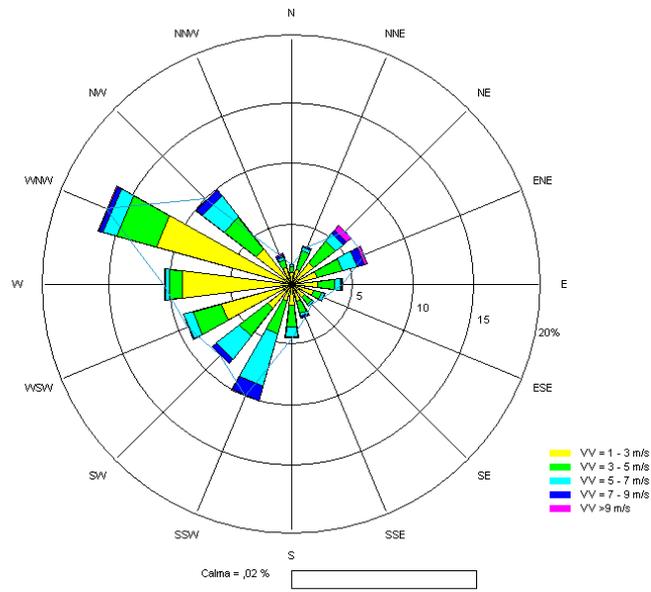
6. DATOS METEOROLÓGICOS ANUALES

6.1. Rosas de los vientos

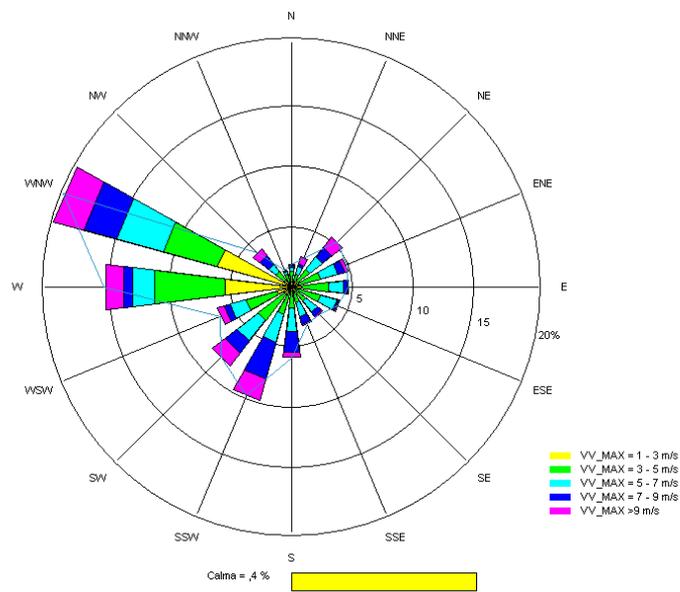
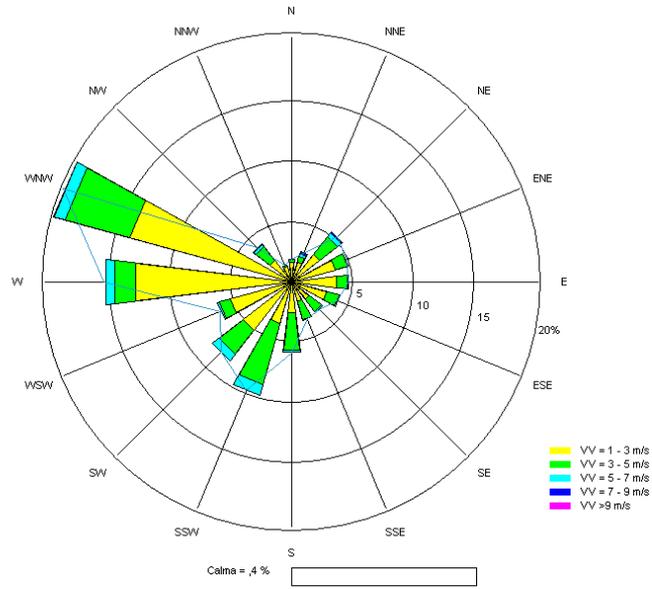
Dispensari



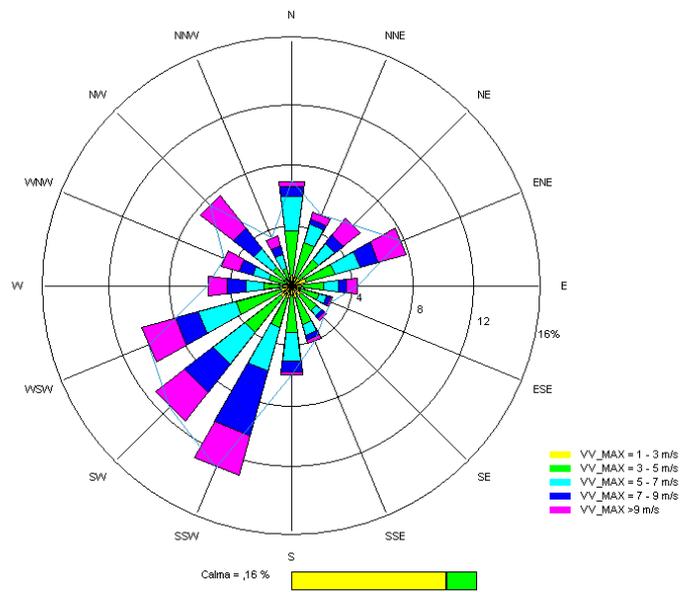
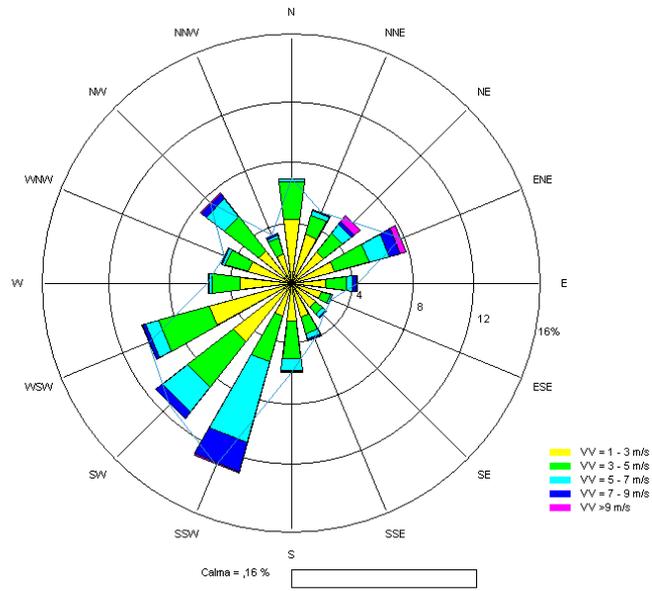
Sirena



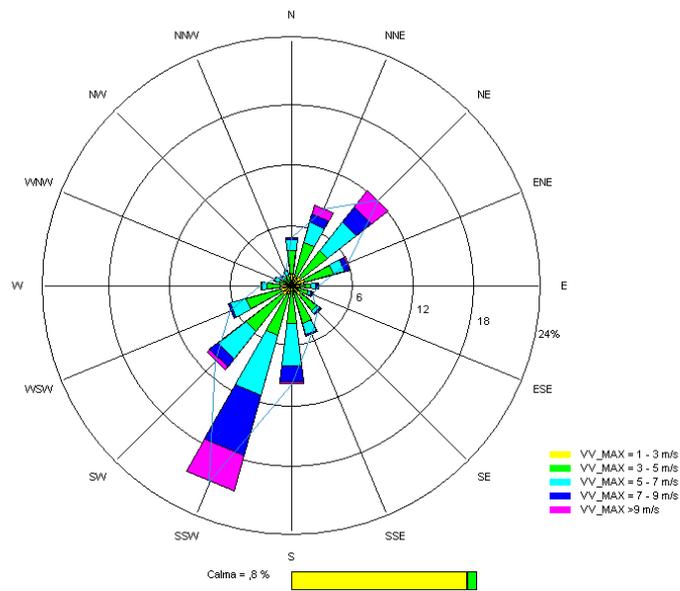
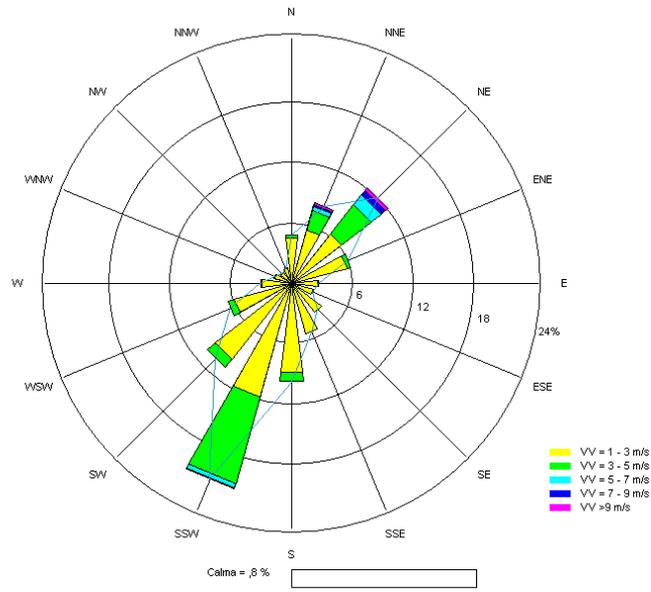
Dàrsena Sud



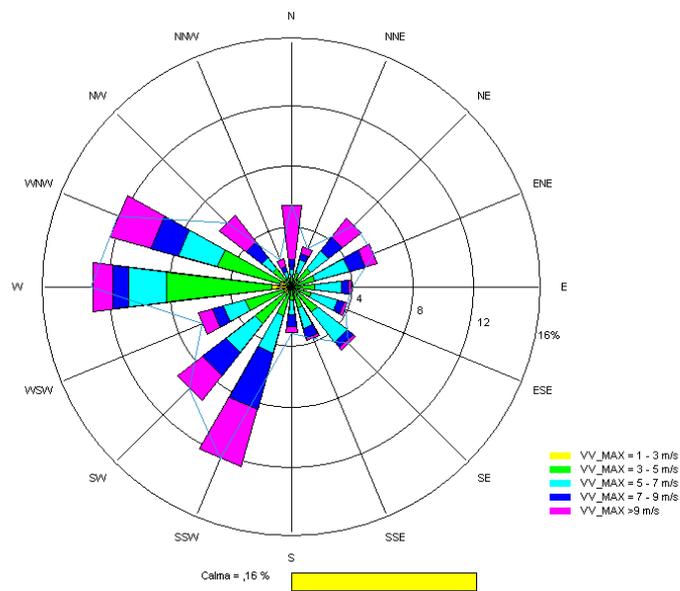
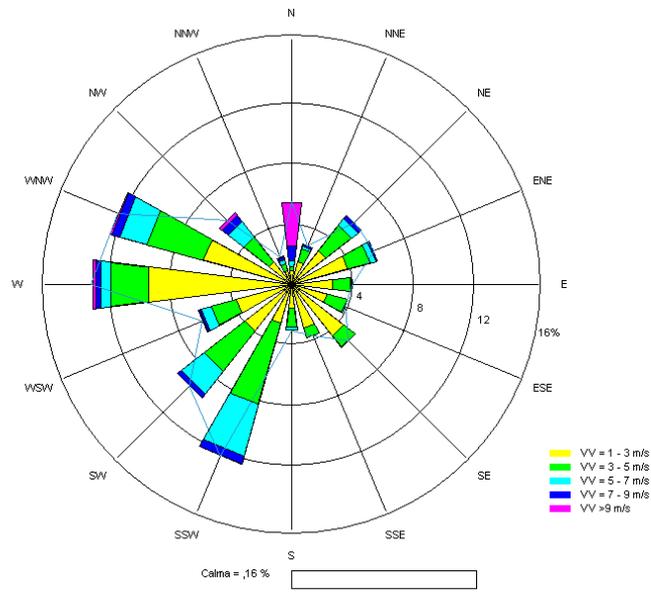
Adosat



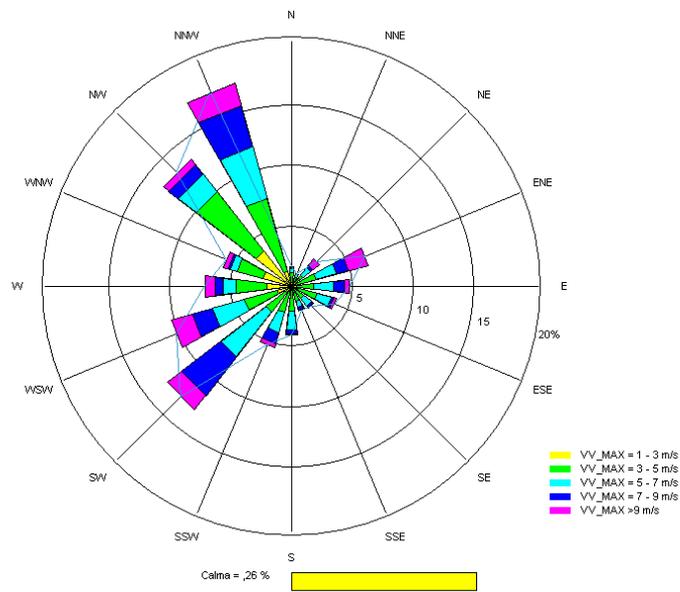
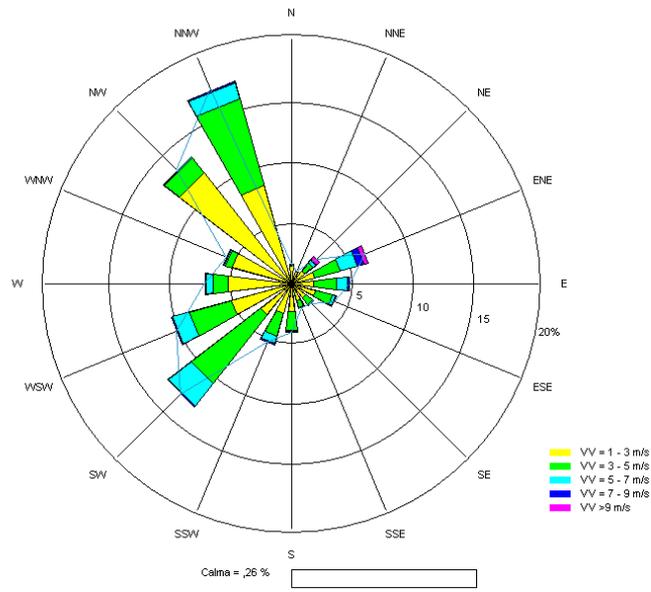
Contradic



Unitat Mòbil



Dic Sud





6.2. Resumen estadístico de las variables meteorológicas

DISPENSARI						
	m/s	m/s	°C	%	hPa	mm
	velocidad media	velocidad máxima	temperatura	Humedad relativa	presión	precipitación
Máximo	4.7	19.3	29.5	98	1030	61
Día/Hora	12-oct	19-feb	12-jul	22-mar	17-mar	3-may
Mínimo	0.8	3.0	5.1	29.0	987	0.0
Día/Hora	21-dic	17-ene	10-ene	16-dic	9-nov	1-ene
Media	1.7	7.7	17.7	72	1014	
Lluvia acumulada						371

7.

SIRENA							
	m/s	m/s	°C	%	hPa	mm	W/m ²
	velocidad media	velocidad máxima	temperatura	Humedad relativa	presión	presión	precipitación
Máximo	13.1	23.7	27.8	105	1029	44	358
Día/Hora	12-oct	12-oct	22-ago	9-jun	17-mar	17-sep	21-jun
Mínimo	1.4	3.7	4.4	38	985	0	9
Día/Hora	19-ene	19-ene	10-ene	16-dic	9-nov	1-ene	21-dic
Media	3.4	10.1	16.9	84	1013		176
Lluvia acumulada						369	

8.

UNITAT MÒBIL							
	m/s	m/s	°C	%	hPa	mm	W/m ²
	velocidad media	velocidad máxima	temperatura	Humedad relativa	presión	presión	precipitación
Máximo	12.7	23.5	301.6	100	1030	80	451
Día/Hora	12-dic	30-mar	8-dic	4-dic	17-mar	17-sep	8-dic
Mínimo	0.4	4.2	4.5	34	965	0	8
Día/Hora	17-ene	18-ene	8-mar	6-mar	6-dic	20-ene	11-dic
Media	3.1	10.4	19.7	68	1013		173
Lluvia acumulada						682	

9.



DIC SUD							
	m/s	m/s	°C	%	hPa	mm	W/m ²
	velocidad media	velocidad máxima	temperatura	Humedad relativa	presión	presión	precipitación
Máximo	13.1	23.7	26.6	100	1014	77	351
Día/Hora	12-oct	12-oct	21-jul	9-oct	7-oct	17-sep	20-jun
Mínimo	0.8	3.7	3.3	31	0	0	10
Día/Hora	17-ene	19-ene	10-ene	16-dic	1-ene	1-ene	21-dic
Media	2.9	9.1	16.2	71	31		176
Lluvia acumulada						598	

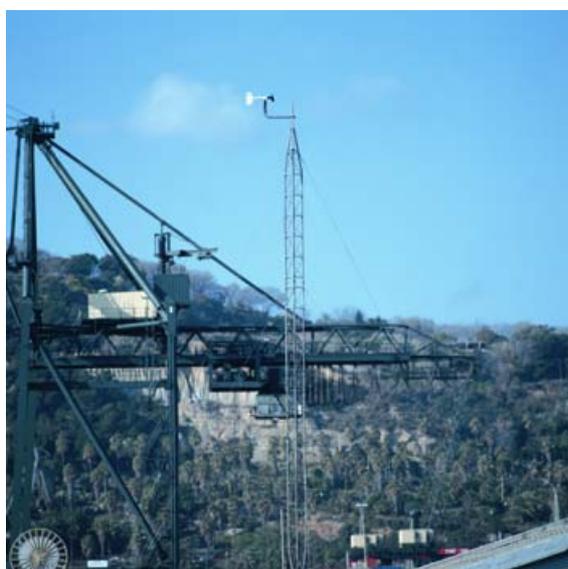
ANEXO: ESTACIONES DE MEDIDA, ANALIZADORES Y VALORES LÍMITE

El Servicio de Medio Ambiente del Puerto de Barcelona dispone de una serie de estaciones meteorológicas y de analizadores de contaminantes, para evaluar y vigilar la contaminación atmosférica en el entorno portuario.

Estaciones meteorológicas:

Actualmente existen 7 estaciones meteorológicas dotadas de los siguientes sensores:

	Estaciones meteorológicas						
	Sirena	Dispensari	Porta Coeli	Unitat Mòbil	Dàrsena Sud	Adossat	Contradic
Velocidad viento	X	X	X	X	X	X	X
Dirección viento	X	X	X	X	X	X	X
Presión atm.	X	X	X	X			
Humedad relativa	X	X	X	X			X
Pluviosidad	X	X	X	X			
Temperatura	X	X	X	X			X
Irradiancia solar	X		X	X		X	



Red automática:

En este momento, el Puerto dispone de tres estaciones automáticas de medida de contaminantes.

P1: La estación de Porta Coeli consta de un analizador automático de ozono y de una estación meteorológica completa.

P2: La estación de Dàrsena Sud consta de un analizador automático que mide la concentración de las partículas de diámetro inferior a $12.5 \mu\text{m}$ (FAG) y de un analizador de la acidez del agua de la lluvia.

P3: La Unitat Mòbil (UM) está equipada con los siguientes analizadores automáticos: dióxido de azufre, sulfuro de hidrógeno, óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, hidrocarburos, benceno, etil-benceno, tolueno y xileno. Además, también dispone de un CAV con cabezal PM10, un analizador manual de compuestos orgánicos volátiles (COV).

P5: Desde principios del año 2006, la APB ha instalado una cabina medidora de dióxido de azufre y de sulfuro de hidrógeno, en la Dàrsena Sur del puerto.

Las siguientes imágenes representan la estación de ozono y la unidad móvil.



Red manual:

La red de captadores de alto volumen consta de la siguientes unidades:

	PST	PM10	PM2.5
Correus	X		
Estibarna		X	
Dàrsena Sud		X	X
Dic Sud		X	
Porta Coeli		X	
Port Vell		X	X
Unitat Mòbil		X	
St Antoni	X		

Los captadores de Correus y Sant Antoni miden las concentraciones de partículas totales en suspensión (diámetro inferior a 30 μm) por el método gravimétrico.

De los 10 CAV, 6 de ellos miden las partículas con un diámetro igual o inferior a 10 μm . Además, las estaciones de Dàrsena sur i Port Vell se completan con un captador que mide la concentración de partículas de diámetro igual o inferior a 2,5 μm .

Los captadores de Dic Sud, Porta Coeli y Port Vell, se colocaron a raíz de las obras de ampliación del Puerto, para medir la contribución de dichas obras a la contaminación total del aire en el entorno portuario.

A continuación se muestra el CAV con cabezal PM10 de Estibarna y el de PST de Correus.





Valores límite de la calidad del aire:

Es preciso recordar que, según la legislación específica de cada contaminante, nos encontramos con valores límite de inmisión con periodos de tiempo de promediado diferente (semihorarios, diarios, anuales,...), ya que los efectos que pueden tener los contaminantes dependen de la relación dosis/exposición, la cual es diferente para cada contaminante.

Las diferentes categorías de niveles de calidad del aire que se nos presentan en la legislación actual son las siguientes:

Valores guía: Concentraciones de los diferentes contaminantes, destinadas a servir para la previsión a largo plazo, en materia de salud y de protección del medio ambiente.

Valores límite: Concentraciones de los diferentes contaminantes que no tienen que ser sobrepasadas durante unos periodos determinados, a fin de proteger la salud del hombre. Es preciso considerar, pero, que el hecho de sobrepasar un valor límite no significa que habrá efectos negativos sobre la salud, sino que pudiera haberlos.

Umbral: Se definen sólo para el ozono, contaminante secundario e indican valores orientativos a partir de los que puede tener alguno tipo de efecto negativo.

Valores de emergencia: Valores de concentración de referencia de los diferentes contaminantes para la declaración de situación de emergencia y la aplicación de planes de actuación específicos.



PM 10:

Real Decreto 102/2011, de 28 de enero relativo a la mejora de la calidad del aire.

Partículas en suspensión con diámetro < 10 µm				
	Periodo de promediado	Valor límite	Margen de tolerancia	Fecha de cumplimiento del valor límite
FASE I				
1. Valor límite diario para la protección de la salud humana.	24 horas	50 µg/m ³ de PM10 que no se podrán superar en más de 35 ocasiones por año.		1 de enero de 2005
2. Valor límite diario para la protección de la salud humana.	1 año civil	40 µg/m ³ de PM10		1 de enero de 2005
FASE II				
1. Valor límite diario para la protección de la salud humana.	24 horas	50 µg/m ³ de PM10 que no se podrán superar 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 de 2010
2. Valor límite anual para la protección de la salud humana.	1 año civil	20 µg/m ³ de PM10	20 µg/m ³ el 1 de enero de 2005, reduciendo 4 µg/m ³ el 1 de enero del 2006 y posteriormente cada 12 meses, hasta alcanzar el valor límite el 1 de enero de 2010.	1 de enero de 2010

PM 2.5:

Real Decreto 102/2011, de 28 de enero relativo a la mejora de la calidad del aire.

Partículas en suspensión con diámetro < 2.5 µm				
	Período	Valor límite	Margen de tolerancia	Fecha de cumplimiento del valor límite
FASE 1 Valor límite	Año civil	25 µg/m ³	20% el 11 de junio 2008, con una reducción lineal para el 1 de enero de 2009 y a continuación cada 12 meses hasta llegar al 0% el 1 de enero de 2015.	1 de enero de 2015
FASE 2 (*) Valor límite	Año civil	20 µg/m ³	.	1 de enero de 2020

(*) Fase 2: valor límite indicativo que será revisado por la comisión el 2013, a la luz de informaciones suplementarias sobre los efectos sobre la salud y el medio ambiente, la viabilidad técnica y la experiencia obtenida con el valor objetivo en los Estados miembros

Benceno:

Real Decreto 102/2011, de 28 de enero relativo a la mejora de la calidad del aire.

Benceno	
	Media anual
Valor límite legislado	5 µg/m ³

Dióxido de Azufre:

Real Decreto 102/2011, de 28 de enero relativo a la mejora de la calidad del aire.

	Período de promediado	Valor límite	Fecha de cumplimiento de valor límite
1. Valor límite horario para la protección de la salud humana.	1 hora	350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ valor que no se podrá superar en más de 24 ocasiones por año civil.	1 de enero de 2005
2. Valor límite diario para la protección de la salud humana.	24 horas	125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ valor que no se podrá superar en más de 3 ocasiones por año civil	1 de enero de 2005
3. Valor límite para la protección de los ecosistemas.	Año civil e invierno (del 1 de noviembre al 31 de marzo)	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.	A la entrada en vigor de la siguiente norma

Sulfuro de hidrógeno

Real Decreto 102/2011, de 28 de enero relativo a la mejora de la calidad del aire.

Valores límite

30 minutos (media semihoraria)	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
24 horas (media diaria)	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Monóxido de carbono:

Real Decreto 102/2011, de 28 de enero relativo a la mejora de la calidad del aire.

Monóxido de carbono (CO)			
	Período de tiempo	Valor límite	Fecha de cumplimiento del valor límite
Valor límite horario para la protección de la salud humana.	Media 8 horas máxima diaria	10 mg/m ³	1 de enero de 2005

Dióxido de nitrógeno:

Real Decreto 102/2011, de 28 de enero relativo a la mejora de la calidad del aire.

Dióxido de nitrógeno (NO ₂)				
	Periodo de promediado	Valor límite	Margen de tolerancia	Fecha de cumplimiento del valor límite
1. Valor límite horario para la protección de la salud humana.	1 hora	200 µg/m ³ de NO ₂ valor que no se podrá superar en más de 18 ocasiones por año civil.	50 % a la entrada en vigor de la presente Directiva, con una reducción lineal para el 1 de enero de 2001 y a continuación cada 12 meses hasta llegar al 0% para el 1 de enero de 2010.	1 de enero de 2010
2. Valor límite diario para la protección de la salud humana.	1 año civil	40 µg/m ³	50 % a la entrada en vigor de la presente Directiva, con una reducción lineal para el 1 de enero de 2001 y a continuación cada 12 meses hasta llegar al 0% para el 1 de enero de 2010.	1 de enero de 2010
3. Valor límite para la protección de la vegetación.	1 año civil	30 µg/m ³ .		19 de julio del 2001

Ozono

Real Decreto 102/2011, de 28 de enero relativo a la mejora de la calidad del aire.

Nota: AOT40 es la suma de la diferencia entre las concentraciones horarias superiores a los $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (= 40 partes por millón o ppb) y $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a lo largo de un periodo dado, utilizando únicamente los valores horarios medidos entre las 8.00 y las 20.00, hora central europea, cada día.

Valores objetivos del ozono				
	Parámetro	Valor objetivo	Año de cumplimiento del valor objetivo (1)	
1. Valor límite horario para la protección de la salud humana.	Mayor de las medidas octohorarias del día calculadas hora a hora	$120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ que no se superará en más de 25 días por cada año civil de media en un periodo de 3 años (2)	2010	
2. Valor objetivo para la protección de la vegetación.	AOT40 calculada a partir de los valores horarios de mayo a julio	$18.000 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{h}$ media de 5 años (2)	2010	
(1) El cumplimiento de los valores objetivos se verificará a partir de esta fecha. Es decir, los datos correspondientes al año 2010 serán los primeros que se utilizarán para verificar el cumplimiento de los tres o cinco años siguientes según el caso.				
(2). Si las medidas de tres o cinco años no pueden determinarse a partir de una serie completa y consecutiva de datos anuales, los datos anuales mínimos precarios para verificar el cumplimiento de los valores objetivos serán los siguientes: Para el valor objetivo relativo a la protección de la salud: datos válidos correspondientes a un año. Para el valor objetivo relativo a la vegetación: datos válidos correspondientes a tres años.				
Objetivos a largo plazo para el ozono				
	Parámetro	Valor objetivo a largo plazo que no habrá de superarse		
1. Objetivos a largo plazo para la protección de la salud humana.	Mayor de las medias octohorarias del día calculadas hora a hora			$120 \mu\text{g}/\text{m}^3$
2. Objetivo a largo plazo para la protección de la vegetación.	AOT40 calculada a partir de valores horarios de mayo a julio			$6.000 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{h}$
Umbrales				
Umbral de información				
1h.			$180 \mu\text{g}/\text{m}^3$	
Umbral de alerta				
1 h (a)			$240 \mu\text{g}/\text{m}^3$	

(a): la superación del umbral se ha de medir o prever durante tres horas consecutivas.

La época de máxima probabilidad de los máximos de ozono es la primavera y el verano, cuando hay más horas de sol. Durante esta época, el Departamento de Medio Ambiente informa de las superaciones de los umbrales de este contaminante (incidencias).

La estación de ozono del Puerto de Barcelona situada en el muelle Adossat, integrada a la XOPA (red de ozono y lluvia ácida del Departamento de Medio Ambiente de la Generalitat), tiene doble finalidad: por una parte detectará el nivel de fondo de ozono que llega a la ciudad proveniente del mar y, también, servirá como seguimiento de los niveles de este contaminante en relación a los procesos de tipo corrosivo que tienen lugar en Puerto y que afectan los elementos metálicos de los vehículos.

A continuación se muestra la estación de Porta Coeli, que consta de una unidad analizadora de ozono y de una estación meteorológica completa.



Lluvia ácida

Las causas de la lluvia ácida son las emisiones de contaminantes, especialmente los óxidos de azufre y de nitrógeno. Éstos son emitidos en forma de SO_2 , NO y NO_2 que, con el paso del tiempo, y en según qué condiciones, pueden intervenir en reacciones químicas que los transformen en otros contaminantes, o que hagan variar la proporción relativa entre ellos. El NO_2 puede ser disociado fotoquímicamente en una molécula de NO y un átomo de oxígeno que, por su parte, puede propiciar la formación de una molécula de ozono. El ozono puede recomponer la molécula de NO_2 si reacciona con una molécula de NO (liberando oxígeno molecular).

Pero las reacciones más efectivas de transformación de estos contaminantes se producen en medio líquido, o sea, en el interior de una nube. Allí, los agentes oxidantes, como puede ser el ozono, en presencia de catalizadores adecuados (preferentemente iones metálicos), oxidan el SO_2 , NO y NO_2 de forma que se genera ácido sulfúrico y nítrico, y disminuyen el pH del agua. Algunas reacciones pueden dar lugar, también, a pequeñas cantidades de ácido clorhídrico. Como que, en el proceso completo hay transformaciones de contaminantes, se dice que la lluvia ácida es un contaminante secundario.



En resumen, se puede decir que las combustiones de carbón y de fuel (SO_2) y las emisiones como consecuencia de combustiones a alta temperatura (NO_x) son las fuentes que más influyen en la acidificación de la lluvia.

Conviene recordar que, técnicamente, y aunque no esté legislado, sólo se considera lluvia ácida aquella que tiene un pH inferior a 5, pese a que en la escala de pH la neutralidad sea el 7. La causa es el dióxido de carbono (de origen natural en su inmensa mayoría), que en disolución con el agua de lluvia da lugar a ácido carbónico y confiere al agua un pH del orden de 5.6 (Atmospheric chemistry and physics". - John Seinfeld and Spiros Pandis, John Wiley&Sonidos, Inc.).

Las situaciones de lluvia en nuestro hemisferio son precedidas, generalmente, por vientos del suroeste a niveles medios de la troposfera (hacia 5.000 o 6.000 metros). Eso hace que las nubes contaminantes asociadas a las grandes zonas industriales, se desplacen hacia el noreste delante de los frentes de lluvia. Este desplazamiento, además, da bastante tiempo para que tengan lugar las reacciones necesarias para producir la acidificación. Por ello, las zonas más afectadas por la lluvia ácida están situadas al noreste de las grandes fuentes de contaminación.

Los valores de pH registrados en Barcelona entre 1992-1995 oscilan entre 3,5 y 7,5 con un pico de frecuencia sobre los valores 6,0-6,5. Por otra parte el promedio global de los años 1992-1995 es de 6.41.

El grado de acidez de la precipitación registrada en las estaciones de la XVPCA, no afecta de forma detectable los bosques y no supone, hasta ahora, ningún problema medioambiental.